



TRIZ apmācība skolām

## TRIZ

**Teorija izgudrojumu problēmu risināšanai  
Uzlabojiet savas problēmu risināšanas  
prasmes**



Izglītības un kultūras ĢD

Programma mūžizglītības jomā



Redaktors

Gaetano Cascini (University of Florence)

Autori

Gaetano Cascini (University of Florence), Francesco Saverio Frillici (University of Florence), Jurgen Jantschgi (Fachhochschule Karnten), Igor Kaikov (EIFER), Nikolai Khomenko

Tulkosana un pielāgošana

Dzintra Znotiņa (Latvijas Tehnoloģiskais centrs)

Ingrīda Muraškova (JRPIC)

Maketēšana

Fabio Tomasi (AREA Science Park)

Vāka dizains un ikonas

Harry Flosser (Harry Flosser Studios)

Izdevums

LV 1.1 – 2009. gada marts

Apmeklējiet TETRIS projekta mājas lapu, lai iepazītos ar projekta jaunumiem: [www.tetris-project.org](http://www.tetris-project.org)

Autortiesības

Šis materiāls izstrādāts TETRIS projekta ietvaros, ko finansējusi Eiropas Komisijas Leonardo da Vinci Programma.

Projekta konsorcija partneri:

AREA Science Park (Itālija) [www.area.trieste.it](http://www.area.trieste.it)

ACC Austria Gmbh (Austrija) [www.the-acc-group.com](http://www.the-acc-group.com)

European Institute for Energy Research – EIFER (Vācija) [www.eifer.uni-karlsruhe.de](http://www.eifer.uni-karlsruhe.de)

Fachhochschule Karnten (Austrija) [www.fh-kaernten.at](http://www.fh-kaernten.at)

Harry Flosser Studios (Vācija) [www.harryflosser.com](http://www.harryflosser.com)

Higher Technical College Wolfsberg (Austrija) [www.htl-wolfsberg.at](http://www.htl-wolfsberg.at)

Jelgavas 1.ģimnāzija (Latvia) [www.jelgavalgim.lv](http://www.jelgavalgim.lv)

Siemens AG, Sector Industry, Industrial Automation and Drive Technology (Vācija) [w1.siemens.siemens.com/](http://w1.siemens.siemens.com/) entry/cc/en

STENUM Environmental Consultancy and Research Company Ltd. (Austrija) [www.stenum.at](http://www.stenum.at)

Technical Institute for Industry „Arturo Malignani“ (Itālija) [www.malignani.ud.it](http://www.malignani.ud.it)

Jelgavas reģionālais pieaugušo izglītības centrs JRPIC (Latvija) [www.jrpic.lv](http://www.jrpic.lv)

University of Florence (Itālija) [www.dmti.unifi.it](http://www.dmti.unifi.it)

Šo materiālu drīkst brīvi kopēt un izplatīt ar nosacījumu, ka pat izmantojot daļu no materiāla, tiek pievienota iepriekš uzskaitītā Autortiesību atsauce. Skolotāji, pasniedzēji un citi, kas izplata šajā materiālā aprakstīto informāciju, ir aicināti atsaukties uz autoru, TETRIS projektu un Leonardo da Vinci Mūžizglītības Programmu.



Šo grāmatu drīkst pārtulkot citās valodās. Arī šajā gadījumā tulkotājiem jāpievieno iepriekš uzskaitītā Autortiesību atsauce un tulkojums jānosūta projekta koordinatoram, lai tulkojumu varētu publicēt TETRIS projekta mājas lapā.

Norāde

Šī projekta realizāciju finansējusi Eiropas Komisija. Šis materiāls atspoguļo autoru skatījumu un Eiropas Komisija nenes atbildību par jebkādu šis informācijas izmantošanu.

## Simbolu skaidrojumi

Sekojošie simboli palīdzēs ātri orientēties informācijā, kas sniegta rokasgrāmatas materiālā:



### Jēdziens vai definīcija



### Piemērs



### Instrumenti



### Pašnovērtējums/ vingrinājumi



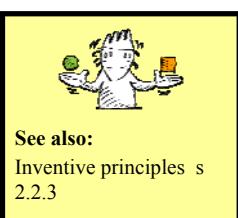
### Atbildes pašnovērtējumam/ vingrinājumi



### Bibliogrāfija



### Vārdu krājums



### Saites uz citām rokasgrāmatas nodaļām



## 1.0.DAĻA. KĀ PĒC NEPIECIEŠAMS ZINĀT PIELIETOJAMO TEORIJU PAMATUS? 1

### 1.0.1 PRIEKŠSTATS PAR RADOŠUMU IR LĪDZĪGS PRIEKŠSTATAM PAR APVĀRSNI 2

<b>1.1 KLASISKĀS TRIZ METODIKAS PAMATLIKUMI</b>	<b>5</b>
<b>1.2 TETRIS PRIEKŠVĀRDS</b>	<b>11</b>
<b>1.3 OTSM-TRIZ VĀRDU KRĀJUMS: RISINĀJUMI</b>	<b>15</b>
<b>1.3.1 PROBLĒMA</b>	<b>15</b>
<b>1.3.1.1 TRADICIONĀLA PROBLĒMA</b>	<b>15</b>
<b>1.3.1.2 NETRADICIONĀLAS PROBLĒMAS (SKATIET: RADOŠO PROBLĒMU SITUĀCIJAS)</b>	<b>15</b>
<b>1.3.1.3 RADOŠO PROBLĒMU SITUĀCIJAS</b>	<b>15</b>
<b>1.3.2 RISINĀJUMS</b>	<b>15</b>
<b>1.3.2.1 TRADICIONĀLS RISINĀJUMS</b>	<b>15</b>
<b>1.3.2.2 NETRADICIONĀLS RISINĀJUMS</b>	<b>16</b>
<b>1.3.2.3 RISINĀJUMU DARBĪBAS VIRZIENI</b>	<b>16</b>
<b>1.3.3 MODELI RADOŠO PROBLĒMU SITUĀCIJU ELEMENTU ATSPOGUĻOŠANAI</b>	<b>20</b>
<b>1.3.3.1 EPV MODELIS</b>	<b>20</b>
<b>1.3.3.2 ELEMENTS</b>	<b>23</b>
<b>1.3.3.3 PAZĪMES (MAINĪGĀS VĒRTĪBAS, SINONĪMI: PARAMETRI, ĪPAŠĪBAS, RAKSTURIEZĪMES UTT.)</b>	<b>23</b>
<b>1.3.3.4 VĒRTĪBA</b>	<b>24</b>
<b>1.3.3.5 SISTĒMAS OPERATORA (DAUDZPLSKŅU EFEKTĪVĀS DOMĀŠANAS SHĒMA)</b>	<b>24</b>
<b>1.3.3.6 OTSM-TRIZ MODELI PROBLĒMU RISINĀŠANAS PROCESĀ</b>	<b>25</b>
<b>1.3.3.7 "PILTUVES" MODELIS – TRIZ BALSTĪTAIS PROBLĒMU RISINĀŠANAS PROCESA MODELIS</b>	<b>26</b>
<b>1.3.3.8 MODERNĀS OTSM-TRIZ "KNAIBĻU" MODELIS</b>	<b>27</b>
<b>1.3.3.9 "KALNA" MODELIS KLASISKAJĀ TRIZ</b>	<b>27</b>
<b>1.3.3.10 "PRETRUNU" MODELIS</b>	<b>29</b>
<b>2 SISTĒMU ATTĪSTĪBAS LIKUMI</b>	<b>33</b>
<b>2.0 IEVADS</b>	<b>33</b>
<b>2.0.1 LIKUMU LOMA TRIZ METODIKĀ</b>	<b>33</b>
<b>2.0.1.1 LIKUMI ZINĀTNĒ</b>	<b>33</b>
<b>2.0.1.2 TRIZ LIKUMI</b>	<b>34</b>
<b>2.0.1.3 TEHNISKO SISTĒMU ATTĪSTĪBAS LIKUMU īPAŠĪBAS DAŽĀDOS ŠIS SISTĒMAS ATTĪSTĪBAS POSMOS</b>	<b>34</b>
<b>2.0.1.4 TEHNISKO SISTĒMU ATTĪSTĪBAS LIKUMU DEFINĒJUMS</b>	<b>35</b>
<b>2.1: PIRMĀ NODAĻA: SISTĒMAS ELEMENTU PABEIGTĪBAS LIKUMS</b>	<b>36</b>
<b>2.1.2. TEORIJA</b>	<b>36</b>
<b>2.1.2.1 INFORMĀCIJA</b>	<b>36</b>
<b>2.1.2.2. BIEŽĀKĀS KĻŪDAS</b>	<b>37</b>
<b>2.2.1.3. MODELIS</b>	<b>37</b>
<b>2.1.4. INSTRUMENTI ( UN TO LIETOJUMS)</b>	<b>38</b>
<b>2.1.4.1. KĀ PAREIZI NOTEIKT TEHNISKĀS SISTĒMAS FUNKCIJAS</b>	<b>38</b>
<b>2.1.4.2. KĀ PAREIZI NOTEIKT TEHNISKĀS SISTĒMAS ELEMENTUS</b>	<b>40</b>
<b>2.1.4.3. KĀ NOVĒRTĒT TEHNISKĀS SISTĒMAS ELEMENTU DARBĪBAS KAPACITĀTI</b>	<b>42</b>
<b>2.1.4.4. KĀ NOVĒRTĒT TEHNISKĀS SISTĒMAS ELEMENTU DARBĪBU</b>	<b>42</b>
<b>2.1.5. PIEMĒRS (PROBLĒMA - RISINĀJUMS)</b>	<b>42</b>

<b>2.1.6. PAŠNOVĒRTĒJUMS</b>	<b>44</b>
<b>2.1.7. ATSAUCES</b>	<b>44</b>
<b>2.2 OTRĀ NODAĻA: SISTĒMAS ENERĢIJAS CAURPLŪSMAS LIKUMS</b>	<b>45</b>
<b>2.2.1 DEFINĪCIJA</b>	<b>45</b>
<b>2.2.2. TEORIJA</b>	<b>45</b>
<b>2.2.3. MODELIS</b>	<b>46</b>
<b>2.2.3.1. ČETRU ELEMENTU SHĒMA</b>	<b>47</b>
<b>2.2.3.2. PIEMĒRS 2.2 (SOKOLOVA SKĀLRUNIS) – ENERĢIJAS CAURPLŪSMA</b>	<b>47</b>
<b>2.2.3.3. ČETRU ELEMENTU MODEĻA ENERĢIJAS CAURPLŪSMA</b>	<b>48</b>
<b>2.2.3.4. PIEMĒRS 2.3. DROŠĪBAS SLĒDZIS PRESĒŠANAS IEKĀRTĀM</b>	<b>49</b>
<b>2.2.4. INSTRUMENTI (KĀ TOS PIELIETOT)</b>	<b>52</b>
<b>2.2.5. PIEMĒRS (PROBLĒMA – RISINĀJUMS)</b>	<b>52</b>
<b>2.2.6. PAŠNOVĒRTĒJUMS - (JAUTĀJUMI UN UZDEVUMI)</b>	<b>54</b>
<b>2.2.7. ATSAUCES</b>	<b>53</b>
<b>2.3: TREŠĀ NODAĻA: SISTĒMAS ELEMENTU RITMU HARMONIJAS LIKUMS</b>	<b>57</b>
<b>2.3.1 DEFINICIJA</b>	<b>57</b>
<b>2.3.2. TEORIJA (DETALIZĒTI)</b>	<b>57</b>
<b>2.3.3. MODELIS</b>	<b>58</b>
<b>2.3.4. INSTRUMENTI - RĪKI (KĀ TOS LIETOT)</b>	<b>58</b>
<b>2.3.4.1. PIEMĒRS 3.1. PARAOLIMPISKĀS SPĒLES</b>	<b>59</b>
<b>2.3.5. PIEMĒRS (PROBLĒMA-RISINĀJUMS)</b>	<b>61</b>
<b>2.3.6. PAŠNOVĒRTĒJUMS - (JAUTĀJUMI, UZDEVUMI)</b>	<b>64</b>
<b>2.3.7. ATSAUCES</b>	<b>64</b>
<b>2.4 CETURTĀ NODAĻA: LIKUMS PAR SISTĒMAS PILNVEIDOŠANOS JEB TUVINĀŠANOS IDEĀLAI SISTĒMĀI</b>	<b>65</b>
<b>2.4.1. DEFINICIJA</b>	<b>65</b>
<b>2.4.2. TEORIJA</b>	<b>65</b>
<b>2.4.3. MODELIS</b>	<b>67</b>
<b>2.4.4. INSTRUMENTI - RĪKI (TO LIETOJUMS)</b>	<b>68</b>
<b>2.4.5. PIEMĒRI</b>	<b>69</b>
<b>2.4.6. PAŠNOVĒRTĒJUMS - (JAUTĀJUMI, UZDEVUMI)</b>	<b>72</b>
<b>2.4.7. ATSAUCES</b>	<b>72</b>
<b>2.5 PIEKTĀ NODAĻA: SISTĒMAS ELEMENTU NEVIENMĒRĪGAS ATTĪSTĪBAS LIKUMS</b>	<b>73</b>
<b>2.5.1. DEFINICIJA</b>	<b>74</b>
<b>2.5.2. TEORIJA</b>	<b>74</b>
<b>2.5.3. MODELIS</b>	<b>75</b>
<b>2.5.4. INSTRUMENTI - RĪKI (TO LIETOJUMS)</b>	<b>76</b>
<b>2.5.4.1. ATTĪSTĪBAS LIKUMI UN TO INSTRUMENTI</b>	<b>76</b>
<b>2.5.4.2. S-LĪKNE</b>	<b>76</b>
<b>2.5.4.3. PROBLĒMU TĪKLA IZVEIDE UN TĀ STRUKTŪRAS ANALĪZE</b>	<b>77</b>
<b>2.5.5. PIEMĒRS</b>	<b>77</b>
<b>2.5.6. PAŠNOVĒRTĒJUMS - (JAUTĀJUMI, UZDEVUMI)</b>	<b>78</b>
<b>2.5.7. ATSAUCES</b>	<b>79</b>
<b>2.6 SESTĀ NODAĻA: LIKUMS PAR PĀREJU UZ VIRSSISTĒMU</b>	<b>80</b>
<b>2.6.1. DEFINICIJA</b>	<b>80</b>
<b>2.6.2. TEORIJA</b>	<b>80</b>
<b>2.6.3. MODELIS</b>	<b>80</b>
<b>2.6.4. INSTRUMENTI - RĪKI (TO LIETOJUMS)</b>	<b>81</b>
<b>2.6.4.1. PIEMĒRS</b>	<b>81</b>
<b>2.6.5. PIEMĒRS: SKĀLRUNIS</b>	<b>82</b>

2.6.6. PAŠNOVĒRTĒJUMS - (JAUTĀJUMI, UZDEVUMI)	85
2.6.7. ATSAUCES	85
<b>2.7 SEPTĪTĀ NODAĻA: LIKUMS PAR PĀREJU NO MAKRO LĪMEŅA UZ MIKRO LĪMENI</b>	
86	
2.7.1. DEFINĪCIJA	86
2.7.2. TEORIJA	86
2.7.3. MODELIS	87
2.7.4. INSTRUMENTI - RĪKI (TO LIETOJUMS)	88
2.7.5. PIEMĒRI	89
2.7.6 PAŠNOVĒRTĒJUMS - (JAUTĀJUMI, UZDEVUMI)	90
2.7.7 ATSAUCES	90
<b>2.8 ASTOTĀ NODAĻA: LIKUMS PAR VIELAS-LAUKA IE SAISTĪŠANAS PALIELINĀŠANU</b>	
91	
2.8.1. DEFINĪCIJA	91
2.8.2. TEORIJA	92
2.8.3. MODELIS	92
2.8.4. INSTRUMENTI - RĪKI (TO LIETOJUMS)	92
2.8.5. PIEMĒRS	93
2.8.6. PAŠNOVĒRTĒJUMS - (JAUTĀJUMI, UZDEVUMI)	96
2.8.7. ATSAUCES	96
<b>3 ALTŠULLERA RADOŠO PROBLĒMU RISINĀŠANAS ALGORITMA (ARIZ) APSKATS, ILUSTRĒTS AR REĀLAS PROBLĒMAS ANALĪZI</b>	97
<b>3.0 ARIZ RAŠANĀS UN ATTĪSTĪBA</b>	97
<b>3.1 PROBLĒMAS RISINĀŠANA: ISS ARIZ ANALĪZES SVARĪGĀKO POSMU APRAKSTS</b>	98
3.1.1 PIRMAIS POSMS: PROBLĒMAS MODEĻA VEIDOŠANA UN STANDARTA RADOŠO RISINĀJUMU IZMANTOŠANA	100
3.1.2 OTRAIS POSMS: PIEEJAMO RESURSU ANALĪZE	100
3.1.3 TREŠAIS POSMS: APMIERINOŠA RISINĀJUMA IDEJAS IZSTRĀDE, ANALIZĒJOT IGR UN FIZISKOS APSTĀKĻUS, KAS SAISTĪTI AR KONKRĒTIEM RESURSIEM.	101
3.1.4 CETURTAIS POSMS: RESURSU MOBILIZĒŠANA	101
3.1.5 PIEKTAIS POSMS: TRIZ UZKRĀTO ZINĀŠANU PIELIETOŠANA	101
3.1.6 SESTAIS POSMS: PROBLĒMAS APRAKSTA MAINĪŠANA VAI KORIĢĒŠANA	101
3.1.7 SEPTĪTAIS POSMS: IEGŪTO RISINĀJUMU NOVĒRTĒŠANA	102
3.1.8 ASTOTAIS LĪMENIS: PIELIETOJUMU LOKA PAPLAŠINĀŠANA UN RADOŠO RISINĀJUMU STANDARTIZĒŠANA	102
3.1.9 DEVĪTAIS POSMS: ATSKATS UZ PAVEIKTO DARBU	102
<b>3.2 ARIZ SŌĻU UZSKAITĪJUMS</b>	103
3.2.1 1. DAĻA : PROBLĒMAS ANALĪZE UN MODEĻA IZSTRĀDE	105
3.2.2 2. DAĻA : PROBLĒMAS MODEĻA ANALĪZE	116
3.2.3 TREŠĀ DAĻA: IDEĀLĀ GALA REZULTĀTA (IGR) NOTEIKŠANA UN FIZISKĀS PRETRUNAS, KAS KAVĒ TĀ SASNIEGŠANU	122
<b>4 VIELAS- LAUKA ANALĪZE UN STANDARTA RISINĀJUMI</b>	133
4.1 – VIELAS – LAUKA ANALĪZE UN STADARTA RISINĀJUMI: PAMATJĒDZIENI UN NOTEIKUMI	133
4.1.1 – ELEMENTS OF A MINIMAL TECHNICAL SYSTEM	136
4.1.1.1 – LAUKU VEIDI UN AR TIEM SAISTĪTIE SIMBOLI	137
4.1.1.2 – MIJIEDARBĪBU VEIDI UN TO SIMBOLI	140
4.1.2 – MINIMĀLAS TEHNISKĀS SISTĒMAS MODELIS	145

4.1.2.1 – VIELAS – LAUKA MODEĻA GRAFISKS ATTĒLOJUMS	146
<b>4.2 - STANDARTA RISINĀJUMI</b>	<b>149</b>
4.2.1 - STANDARTA RISINĀJUMA STRUKTŪRA	151
4.2.1.1 – VIELAS – LAUKA SISTĒMAS PĀRVEIDE	154
4.2.2 – STANDARTA RISINĀJUMU KLASIFIKĀCIJA	158
- <b>KATEGORIJA 1: MIJEDARBĪBU UZLABOŠANA UN KAITĪGO EFEKTU LIKVIDĒŠANA</b>	<b>160</b>
- <b>KATEGORIJA 1.1: VIELAS – LAUKA SINTĒZE UN UZLABOŠANA</b>	<b>160</b>
<b>STANDARTS 1-1-1: VIELAS – LAUKA SISTĒMAS SINTĒZE</b>	<b>161</b>
<b>STANDARTS 1-1-2: MIJEDARBĪBU UZLABOŠANA, PIEVIENOJOT ELEMENTUS PRIEKŠMETIEM</b>	<b>164</b>
<b>STANDARTS 1-1-3: MIJEDARBĪBU UZLABOŠANA, PIEVIENOJOT SISTĒMAI PAPILDUS ELEMENTUS</b>	<b>167</b>
<b>STANDARTS 1-1-4: MIJEDARBĪBU PILNVEIDOŠANA, IZMANTOJOT VIDI</b>	<b>170</b>
<b>STANDARTS 1-1-5: VIDES MODIFICĒŠANA, LAI PILNVEIDOTU MIJEDARBĪBAS</b>	<b>173</b>
<b>STANDARTS 1-1-6: KĀDAS DARBĪBAS MINIMĀLĀS IEDARBĪBAS NODROŠINĀŠANA</b>	<b>176</b>
<b>STANDARTS 1-1-7: DARBĪBAS MAKSIMĀLĀS IEDARBĪBAS NODROŠINĀŠANA</b>	<b>179</b>
<b>STANDARTS 1-1-8: SELEKTĪVĀS IEDARBĪBAS/EFEKTA NODROŠINĀŠANA</b>	<b>181</b>
<b>STANDARTS 1-1-8-1: SELEKTĪVĀS IEDARBĪBAS NODROŠINĀŠANA AR MAKSIMĀLA LAUKA UN AIZSARGVIELAS PALĪDZĪBU</b>	<b>182</b>
<b>STANDARTS 1-1-8-2: SELEKTĪVAS IEDARBĪBAS NODROŠINĀŠANA AR MINIMĀLA LAUKA UN AKTĪVAS VIELAS PALĪDZĪBU</b>	<b>185</b>
<b>KATEGORIJA 1.2: KAITĪGAS MIJEDARBĪBAS NOVĒRŠANA</b>	<b>187</b>
<b>STANDARTS 1-2-1: KAITĪGAS MIJEDARBĪBAS NOVĒRŠANA AR ĀRĒJAS VIELAS PALĪDZĪBU</b>	<b>188</b>
<b>STANDARTS 1-2-3: LAUKA KAITĪGĀS IETEKMES NOVĒRŠANA</b>	<b>193</b>
<b>STANDARTS 1-2-4: KAITĪGAS IEDARBĪBAS NOVĒRŠANA AR JAUNA LAUKA PALĪDZĪBU</b>	<b>195</b>
<b>STANDARTS 2-1-1: VIELAS – LAUKA ĶĒDES SISTĒMAS SINTĒZE</b>	<b>197</b>
<b>STANDARTS 2-1-2: DUĀLĀS VIELAS – LAUKA SISTĒMAS SINTĒZE</b>	<b>200</b>
<b>STANDARTS 2-2-2: VIELAS KOMPONENTU FRAGMENTĒŠĀNAS PAKĀPES PAAUGSTINĀŠANA</b>	<b>203</b>
<b>STANDARTS 2-2-3: PĀREJA UZ KAPILĀRI PORAINIEM OBJEKTIEM</b>	<b>205</b>
<b>STANDARTS 3-1-1: DIVU ELEMENTU UN DAUDZ-ELEMENTU SISTĒMU VEIDOŠANA</b>	<b>210</b>
<b>STANDARTS 3-1-2: SAVIENOJUMU IZSTRĀDE DIVU ELEMENTU UN DAUDZ-ELEMENTU SISTĒMU IETVAROS</b>	<b>212</b>
<b>STANDARTS 3-1-3: SISTĒMAS SASTĀVDAĻU ATŠĶIRĪBAS PALIELINĀŠANA</b>	<b>213</b>
<b>STANDARTS 3-1-4: ATSEVIŠĶU ELEMENTU INTEGRĒŠANA VIENĀ VESELĀ ELEMENTĀ</b>	<b>214</b>
<b>STANDARTS 3-1-5: NESADERĪGU VĒRTĪBU SADALĪŠANA SISTĒMĀ UN TĀS DAĻĀS</b>	<b>216</b>
<b>STANDARTS 3-2-1: PĀREJA UZ MIKRO LĪMENI</b>	<b>218</b>
<b>STANDARTS 5-1-1-1: VIELU IEKĻAUŠANA SISTĒMĀ AR IEROBEŽOTIEM NOSACĪJUMIEM</b>	<b>219</b>
<b>5 PAŅĒMIENI PRETRUNU ATRISINĀŠANAI (RESURSI, EFEKTI)</b>	<b>211</b>
<b>5.1 – PRETRUNU DEFINĪCIJAS</b>	<b>211</b>
<b>5.1.1 – PRETRUNU VEIDI</b>	<b>211</b>
<b>5.1.1.1 – ADMINISTRATĪVĀ PRETRUNA</b>	<b>222</b>
<b>5.1.1.2 – TEHNISKĀ PRETRUNA</b>	<b>222</b>
<b>5.1.1.3 – FIZISKĀ PRETRUNA</b>	<b>223</b>
<b>5.1.1.4 – TRIZ, UN TEHNISKĀS UN FIZISKĀS PRETRUNAS</b>	<b>224</b>
<b>5.2. – PAŅĒMIENI TEHNISKO PRETRUNU ATRISINĀŠANAI</b>	<b>227</b>

<b>5.2.1 – 40 IZGUDROJUMU PRINCIPI</b>	<b>227</b>
<b>5.2.1.1 – IZGUDROJUMU PRINCIPU PIELIETOJUMS</b>	<b>230</b>
<b>5.2.1.2 – PRINCIPU IEPAZĪŠANA/ PRĀTA VĒTRA</b>	<b>230</b>
<b>5.2.1.3 – TEHNISKO PRETRUNU VAI ALTŠULLERA MATRICA</b>	<b>230</b>
<b>5.2.2 – ALTŠULLERA MATRICA/ PRETRUNU MATRICA</b>	<b>233</b>
<b>5.2.2.1 – ALTŠULLERA MATRICAS STRUKTŪRA</b>	<b>233</b>
<b>5.2.2.2 – 39 TEHNISKĀS PAZĪMES</b>	<b>234</b>
<b>5.2.2.3 – ALTŠULLERA MATRICAS PIELIETOJUMS</b>	<b>236</b>
<b>5.3. PAŅĒMIENI FIZISKO PRETRUNU ATRISINĀŠANAI</b>	<b>242</b>
<b>5.3.1 – ČETRI NOŠĶIRŠANAS PRINCIPI</b>	<b>242</b>
<b>5.3.1.1 – NOŠĶIRŠANA LAIKĀ</b>	<b>243</b>
<b>5.3.1.2 – NOŠĶIRŠANA TELPĀ</b>	<b>245</b>
<b>5.3.1.3 – NOŠĶIRŠANA PĒC APSTĀKĻIEM</b>	<b>247</b>
<b>5.3.1.4 – NOŠĶIRŠANA SISTĒMAS LĪMEŅOS, PĀREJOT UZ APAKŠSISTĒMU VAI VIRSSISTĒMU</b>	<b>248</b>
<b>5.3.2 – EFEKTU APMIERINĀŠANA UN APIEŠANA (PĀRSTRĀDĀŠANA)</b>	<b>249</b>
<b>5.4. EFEKTI</b>	<b>251</b>
<b>5.6 PIELIKUMI</b>	<b>255</b>
<b>5.6.1 40 IZGUDROJUMU PRINCIPI</b>	<b>255</b>
<b>5.6.2. – 39 TEHNISKĀS PAZĪMES</b>	<b>260</b>
<b>5.6..3. – ALTŠULLERA MATRICA</b>	<b>263</b>
<b>5.6.4 EFEKTI</b>	<b>266</b>
<b>5.6.5 VĀRDU KRĀJUMS: PRETRUNAS/EFEKTI/RESURSI</b>	<b>272</b>
<b>5.6.6 ATSAUCES - PRETRUNAS/EFEKTI/RESURSI</b>	<b>273</b>



## KĀ IZMANTOT TETRIS ROKASGRĀMATU

### PRIEKŠVĀRDS

Šī rokasgrāmata ir viens no TETRIS projekta rezultātiem, Eiropas Mūžizglītības programmas ietvaros. Tās mērķi ir:

- Noteikt vidusskolu, universitāšu un uzņēmumu pārstāvju, kuri interesējas par TRIZ (Izgudrojumu problēmu risināšanas teorija) izmantošanu savās mācību programmās, izglītības vajadzības un mācību procesa organizācijas nosacījumus;
- Piesaistīt vidusskolas skolēnu interesi mācību metodēm un instrumentiem, kuri spēj paaugstināt viņu radošumu un problēmu risināšanas prasmes;
- Definēt izglītības modeli, kas piemērots neviendabīgajām TRIZ mācību vajadzībām;
- Izstrādāt un aprobēt mācību materiālu, kas piemērojams specifiskām situācijām un izmantojams dažādos kontekstos.

Rokasgrāmata veidota, lai TRIZ studenti ar dažādiem zināšanu līmeņiem un vajadzībām no tās gūtu maksimālu labumu. Klasiskās TRIZ zināšanu pamati iedalīti neatkarīgās vienībās, lai tās varētu izmantot pēc nepieciešamības dažādos kontekstos – pasniedzēji, studenti, praktiķi, interesenti. Tādēļ dažādi lasītāji, iespējams, izvēlēsies dažādas nodaļas un sadaļas no zemāk uzskaitītajām.

Viss materiāls iedalīts piecās galvenajās nodaļās:

1. Ievads;
2. Tehnisko sistēmu attīstības likumi;
3. Izgudrojumu problēmu risināšanas Algoritms;
4. Vielas – lauka analīze un Izgudrojumu standartu sistēma;
5. Instrumenti un principi pretrunu risināšanai;

Turklāt rokasgrāmata ir papildināta ar pielikumu, kurā atrodami izgudrojumu problēmu un to risinājumu piemēri, kā arī piecas animācijas.

### Nodaļu uzbūve

Katra nodaļa saistīta ar konkrētu tēmu, kā uzskaitīts zemāk, turklāt nodaļas iedalītas sadaļās, kas katru detalizēti skaidro kādu pakārtotu tēmu. Piemēram, lasītāji, kas interesējas par TRIZ zināšanu pamatiem, var iepazīties ar katras nodaļas pirmajām sadaļām, kas ar sarkanu apzīmētas lapas malā. Tie, kas padziļināti interesējas par kādu konkrētu tēmu, var lasīt saistītās nodaļas, izlaižot pārējo rokasgrāmatas tekstu.

Lai kāds būtu tēmas detalizācijas līmenis, saistītās nodaļas iedalītas sekojošās sadaļās:

- Definīcija: Šīa izvēlētā „temata” definīcija;
- Teorija: ar tematu saistītie teorētiskie aspekti;
- Modelis: temata konceptuāls modelis un grafisks skaidrojums;
- Metode/ Instrumenti: instrukcijas, kā pielietot konkrēto tematu;
- Piemērs: temata pielietošanas piemērs;
- Pašnovērtējums: vingrinājumi, lai novērtētu lasītāja izpratnes līmeni par konkrēto tematu;
- Atsauces: papildu informācija par tematu;

## Rokasgrāmatas nodaļu temati un ar tiem saistītās kompetences

### 1. Nodaļa: Ievads

- Pirmā sadaļa iepazīstina lasītājus ar TRIZ, skaidrojot tās loģiskos pamatus un pielietošanas sagaidāmās priekšrocības;
- Otrā sadaļa ir studentu iepazīstināšana ar tematu, lai motivētu jaunākos lasītājus iesaistīties TRIZ teorijas apguvē;
- Trešā sadaļa iepazīstina ar norādēm, kas var veicināt temata izpratni un noderēt arī turpmākās nodaļās.

### 2. Nodaļa: Tehniskās sistēmas attīstības likumi

- Tehnisko sistēmu vēstures pētījumi ir pierādījuši, ka katrs cilvēces artefakts saistīts ar modeļiem, kas regulāri atkārtojas, par spīti specifiskiem pārvērtību mērķiem. Citiem vārdiem: tehniskās sistēmas attīstās, atbilstoši likumiem, kas nav atkarīgi no pielietojuma nozares vai tehniskai sistēmai paredzētās veicamās funkcijas. Šie likumi nosaka tehnisko sistēmu attīstību līdzīgi kā dabas likumi regulē bioloģisko sistēmu attīstību. Ģenētikas zināšanas ļauj paredzēt dzīva organismu pazīmes, līdzīgi kā tehnisko sistēmu attīstības likumi ļauj paredzēt tehnisko sistēmu nākotnes attīstību.
- Otrā nodaļa apraksta astoņus tehnisko sistēmu attīstības likumus, kas izmantojami noteiktas tehniskās sistēmas brieduma analīzei vai izgudrojumu risinājumu efektīvas attīstības vadībai.

### 3. Nodaļa: Izgudrojumu problēmu risināšanas algoritms

- Sistēmu attīstība netieši norāda uz pretrunu atrisināšanu, t.i. pretrunām starp sistēmu un vidi, kurā tā pastāv, vai arī starp savstarpēji aizvietojamiem sistēmas elementiem. Saskaņā ar TRIZ, izgudrojumu problēmu risinājumi sniedz nopietnu ieguldījumu tehnisko sistēmu attīstībā. Pretrunu pārvarešana ir tehnoloģiskās attīstības dzinējspēks un to noteikšana ir pirmais solis jebkurā izgudrošanas procesā.
- Trešā nodaļa iepazīstina lasītājus ar TRIZ pieeju problēmu analīzē un formulēšanā, šķirojot konfliktējošās pazīmes pa pāriem (pēc TRIZ terminoloģijas pa pretrunu pāriem). Algoritms soli pa solim piesaista TRIZ loģiku un šī loģika, pielietota praksē, ievērojami paaugstina individuālu problēmu risināšanas prasmes.

### 4. Nodaļa: Vielas – lauka analīze un Izgudrojumu standartu sistēma

- Izgudrojumu standarta risinājumi (dažkārt Standarti) ir 76 sintēzes un tehnisko sistēmu pārveides modeļu sistēma saskaņā ar Tehnisko sistēmu attīstības likumiem. Līdz ar zinātnisko efektu datu bāzi un izgudrojumu principiem, tie veido klasiskās TRIZ zināšanu pamatus.
- Ceturtā nodaļa sīki apraksta Vielas-lauka modelēšanas pieeju, kas ir TRIZ standarta instruments problēmu situāciju modelēšanā; tam seko izgudrojumu standarta risinājumi, kas prezentēti ar mērķi veidot risinājumu tehniku sarakstu.

### 5. Nodaļa: Instrumenti un principi pretrunu risināšanai

- Jebkura izgudrojumu problēma jāanalizē saskaņā ar ARIZ loģiku un, kad pamata fiziskās pretrunas noteiktas un ideālais risinājums ir aprakstīts, var tikt izstrādāta jauna koncepcija ar sadalīšanas principu palīdzību.
- Piektajā nodaļā aprakstīti TRIZ principi, kas nodrošina virzienus, lai pārvarētu pretrunas, kas formulētas saskaņā ar ARIZ loģiku.

### Pielikums: Piemēri

- Pielikumā apvienoti piemēri ar izgudrojumu problēmām, un detalizētiem „soli pa solim” aprakstiem par problēmu risināšanas procesu līdz iespējamā risinājuma izstrādei.

## Animāciju saturs

TETRIS mācību materiāls ietver arī piecas animācijas, kas var tikt izmantotas gan lai piesaistītu interesentus TRIZ apguvei, gan arī kā papildu materiāli, lai skaidrotu galvenos TRIZ modeļus (pasniedzēji var animācijas apturēt un detalizēti aprakstīt koncepcijas, kas slēpjas aiz stāstiņiem). Animāciju saturs īsumā aprakstīts Izemāk:

### 1. animācija: TRIZ vēsture

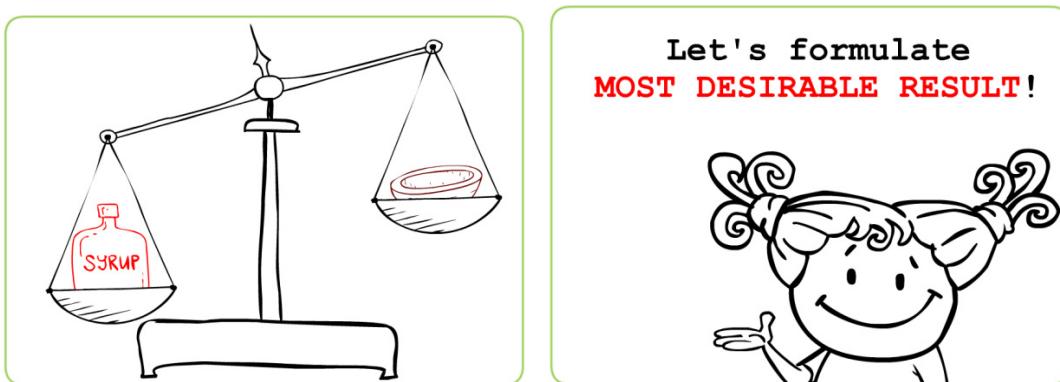
- Īsajā stāstā izklāstīta TRIZ vēsture kā teorija, kas attīstījusies plašu eksperimentālo aktivitāšu rezultātā (1. Attēls), līdzīgi kā citas zinātnes.
- Animācija arī iepazīstina ar Tehnisko sistēmu attīstības likumiem.



1. Attēls 1. Animācija – TRIZ vēsture

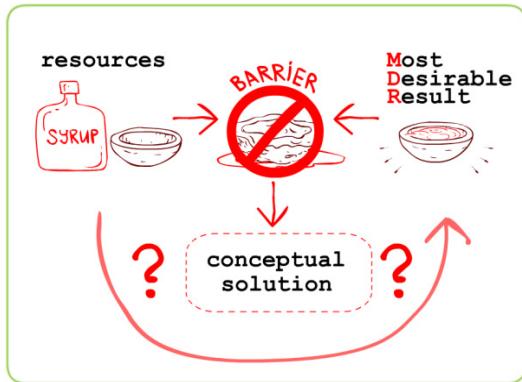
### Animācijas 2-4: Nina skolā, universitātē un darbā

- Stāstos to galvenā varone Nina dažādos vecumos dalās savā pieredzē. Stāstu galvenais mērķis ir demonstrēt, kā sistēmiskā pieeja problēmu risināšanā var palīdzēt rast efektīvus risinājumus jebkurā situācijā: darbā vai pat privātajā dzīvē. Visas trīs problēmas, kas ierosinātas šajās animācijās, veidotas no to pašu izgudrojumu principu skatījuma, lai demonstrētu to pašu risinājuma modeli, kas var tikt efektīvi pielietots dažādās problēmu situācijās.
- Animācijas var būt praktisks atbalsts pasniedzējiem, iepazīstinot skolēnus/studentus ar TRIZ pamatiem, kā norādīts zemāk.
- 2. animācija skaidro pretrunu koncepciju (2. Attēls) un nepieciešamību noraidīt kompromisa rezultātus, definējot visvēlamāko gala rezultātu.
- 2. animācija arī iepazīstina ar „knaibļu” modeli (3. Attēls): lai noteiktu pretrunas, kas atrodas situācijas saknē, nepieciešams salīdzināt visvēlamāko rezultātu ar esošajiem pieejamajiem resursiem. TRIZ māca, ka pretrunu noteikšana ir būtisks solis izgudrojuma problēmas risinājuma izveidē.



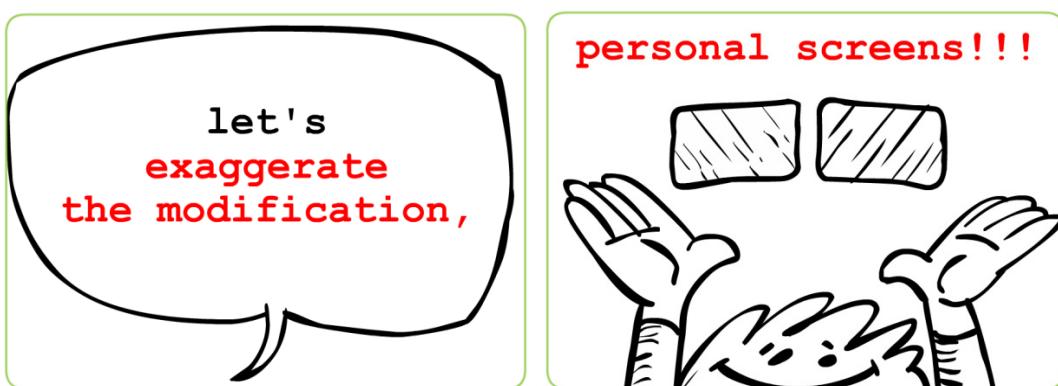
2. Attēls: 2. animācija – Pretrunas koncepcija un visvēlamākā rezultāta formulēšana

# tETRIS



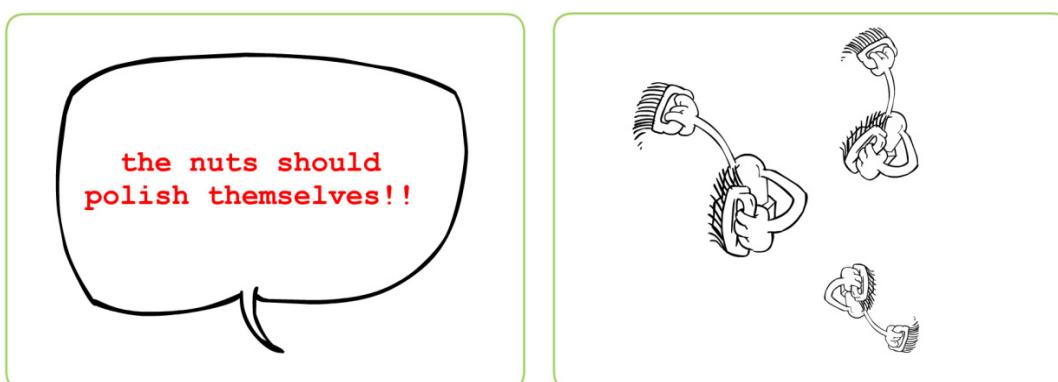
3. Attēls: 2. Animācija – “Knaibļu” modelis: esošās situācijas un visvēlamākā rezultāta salīdzinājums ļauj noteikt šķēršļus pretrunu veidā.

- 3. animācija pievieno detaļas koncepcijai, kas skaidrota pirmajā epizodē par Ninu: lai izvairītos no psiholoģiskās inerces, ieteicams pastiprināt pretrunas. Tā rezultātā var tikt ieviestas radikālas modifikācijas vai citas perspektīvas (4.Attēls).



4. Attēls: 3. animācija – Pretrunu pārspīlēšana ļauj pārvarēt psiholoģisko interci

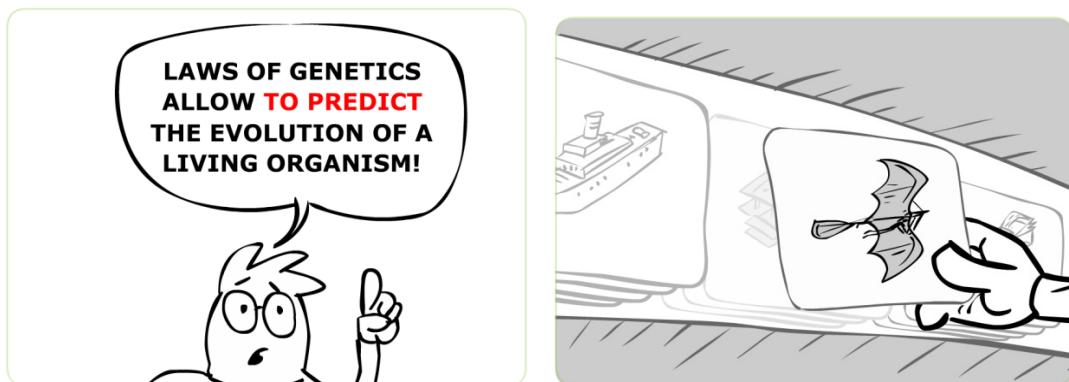
- 4. animācijā uzsvērta vēl kāda ārkārtīgi būtiska pazīme visvēlamākā rezultāta definēšanā: „ideāls” ierosina formulēt priekšmeta konцепciju kā tādam priekšmetam, kas pats sevi apkalpo, ar mērķi, lai samazinātu resursu patēriņu un izvairītos no kaitīgiem efektiem (5. Attēls).
- 4. animācija arī sniedz paplašinātu izstrādājumu sarakstu, kas var tikt saistīti ar izgudrojumu principiem, ko Nina izmantojusi problēmu risināšanā, kā redzams šajos īsajos stāstos.



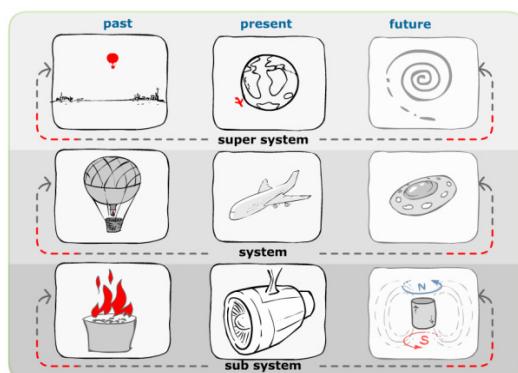
5. Attēls: 4. animācija – Ideāls ļauj pārvarēt psiholoģisko inerci un pievērš uzmanību lētākajam un efektīvākajam rezultātam.

## 5. animācija: Izgudrojumu problēmu risināšanas teorija

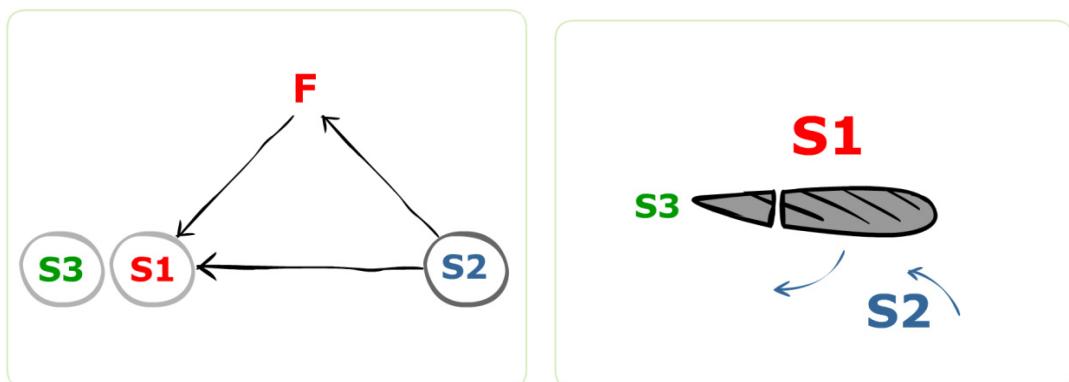
- Pēdējā animācijā apkopotas koncepcijas, kas ierosinātas iepriekšējās animācijās, kā arī sniedz papildu elementus TRIZ zināšanu pamatiem.
- Pirmajā daļā turpinās analogijas starp TRIZ un citām zinātnēm, kā ierosināts pirmajā animācijā; līdzīgi kā ģenētika ļauj paredzēt dzīvu organismu attīstību, TRIZ palīdz paredzēt tehnisko sistēmu attīstību (6. Attēls).
- Animācija var arī palīdzēt pasniedzējiem, iepazīstinot audzēkņus ar Sistēmu Operatora analīzi (7. Attēls), kā arī Vielas-lauka modelēšanu un izgudrojumu standartiem (8. Attēls).



6. attēls: 5. animācija – “Ideāls” ļauj pārvarēt psiholoģisko inerci un pievērš uzmanību lētākajam un visefektīvākajam rezultātam.



7. Attēls: 5. animācija – Sistēmu operatora analīze: TRIZ pieeja sistēmiskā domāšanā.



8. Attēls: 5. animācija – Vielas – lauka modelēšana un Izgudrojumu standarta risinājumi.



### TETRIS Projekta nākotne

TETRIS projekts ir pirmais mēģinājums radīt vienotu vairāku valodu apmācību materiālu, ko var izmantot pasniedzēji, studenti, skolēni, programmu vadītāji, profesionāļi un vienkārši interesenti kā alternatīvu neskaitāmajiem TRIZ materiāliem, kas mūsdienās pieejami.

Būtiski atzīmēt, ka visi materiāli var tikt brīvi pavairoti un izplatīti, norādot autortiesību atzīmi, kā minēts materiālu noslēgumā. Arī brīvā pieeja ietilpst rokasgrāmatas izmantošanas mērķos.

TETRIS projekta komanda nav centusies izstrādāt visaptverošu materiālu apkopojumu, kas ietver visas klasiskās TRIZ zināšanas, tādēļ TETRIS materiāli var tikt papildināti un uzlaboti. Tie, kas labprāt tulkoju materiālu kādā vēl projekta mājas lapā nepieejamā valodā, tāpat kā tie, kas labprāt vēlētos papildināt esošos materiālus, ir aicināti sazināties ar projekta koordinatoru.

## 1.0.daļa. Kāpēc nepieciešams zināt pielietojamo teoriju pamatus?

Visai bieži dzirdams viedoklis: "Mēs esam eksperti, mums teorija nav nepieciešama..." Šis viedoklis ir saprotams tikai daļēji. Relatīvi vienkāršās situācijās ir iespējams veiksmīgi atrisināt jautājumu, no pieejamajiem variantiem izvēloties to darbību, kas ļauj sasniegt noteiktu mērķi. No otras puses – visai reti mēs zinām, ka instrumenti, ko ik dienas izmantojam savās profesionālajās gaitās, visai bieži ir balstīti uz noteiktiem teorētiskiem modeļiem un pieņēmumiem. *Thomas Kuhn* savā grāmatā "Zinātnisko revolūciju uzbūve" apraksta vairākus šādus gadījumus. *Kuhn* parāda, ka bieži vien zinātnes vēsturē, teorijas un to rīki ir radīti uz ne visai skaidri definētu priekšnosacījumu bāzes. *Kuhn* tās dēvē par pamata teorētiskajām priekšnosacījumu paradigmām. Šo priekšnosacījumu apzināšanās un izmainīšana ir novedusi pie nopietnām zinātnisko uzskatu izmaiņām un radījusi jaunus, efektīvākus instrumentus.

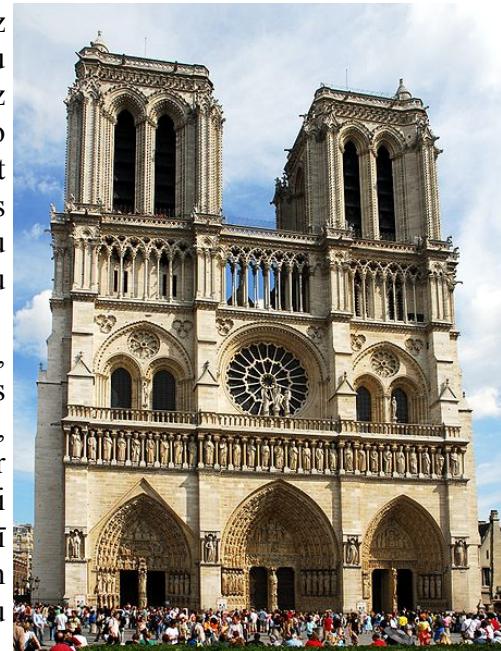
Grūti pat iedomāties, ka, piemēram, Parīzes Dievmātes katedrāle Parīzē vai Rīgas Doma baznīca būtu celtas bez kāda teorētiska pamatojuma, izmantojot izmēģinājumu un kļūdu metodi. Tieši tāpat arī ar automašīnām. Uz mirkli iedomājieties, ka tikai empīristi, kas atsakās no teorijas, matemātikas, fizikas un nodrošināšanos pret negadījumiem, strādā *Mercedes* auto konstruēšanas nodaļā, izstrādājot auto pēc izmēģinājumu un kļūdu metodes. Cik gan gadu, iespējams gadsimtu, viņiem būtu nepieciešams, lai izstrādātu jaunu auto modeli?

Bija nepieciešami neskaitāmi gadsimti pētījumu, eksperimentu un teorijas apkopošanas, lai būtu iespējams izstrādāt modernos auto, lidparātus, elektroniku, kino, mūzikas instrumentus. Viss šis darbs vainagojās ar dažādo empīrisko likumu parādīšanos, kas ievērojami paaugstināja radošā darba produktivitāti. Būtiski arī atzīmēt, ka cilvēki, kas pielieto šos likumus, bieži vien iesaka izstrādāt līdzīgus likumus, lai radītu ko jaunu jebkurā sfērā – tehnoloģijās, biznesā, mākslā...

Pat dzejā, mūzikā un arhitektūrā ir savi likumi – teorētiskie apkopojumi. Šos likumus un to tradicionālos risinājumus pēta nākotnes profesionāli un aroda meistari. Piemēram, mūsdienās katrs skolēns spēj atrisināt kvadrātvienādojumus un uzzīmēt funkcijas grafiku, kamēr nemaz ne tik sen šīs lietas tika uzskatītas par radošām un nebija izsakāmas likumu veidā.

1991. gadā Pasaules izstādē *EXPO-91* Plovdivā, Bulgārijā, man bija iespēja iepazīties ar vijolnieku Johanu. Mēs demonstrējām pirmās izgudrojumu iekārtas versijas, kas bija izstrādātas, lai risinātu tehnoloģiskas problēmas. Tā bija pasaule pirmā programmatūra, kas izstrādāta pamatojoties uz TRIZ metodikas un radīta mūsu laboratorijā. Izgudrojumu iekārta tik tiešām palīdzēja inženieriem to ikdienas darbā. Tieši šī programmatūra padarīja TRIZ metodiku pasaulelē pazīstamu.

Kāds pievilcīgs puisis tuvojās mūsu izstādes stendam un piestāja, lai pajautātu, kālab mūsu uzņēmumu sauc "Izgudrojumu iekārtas laboratorija". Mūsu sarunas laikā kļuva skaidrs, ka Johans ir ne vien mūzikas, bet arī mākslas un "mākslīgās intelīgences" speciālists, un ka viņš mūzikā paveicis to pašu, ko Altšullers tehnoloģijā. Johans bija izpētijis un precīzi noteicis



Parīzes Dievmātes katedrāle  
Autors Jerome Dumonteil  
([www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org))

dažādu mūzikas žanru radīšanas principus, apvienojis tos vienotā sistēmā un izstrādājis programmatūru, kas ļauj ievadīt jebkādu nošu secību, noteikt izvēlētā skaņdarba fragmenta parametrus, un pēcāk datorā, pēc apstrādes ar minēto programmu, atskānot radīto mūziku. Tā kā dators šajā gadījumā ir līdzautors, iegūto skaņdarbu iespējams noklausīties un uzlabot to pēc savas gaumes. Johans bija izstrādājis vienkāršu valodas kodu, kas šo sistēmu ļauj lietot pat tiem, kas nespēlē nevienu mūzikas instrumentu un neprot nolasīt notis.

Johana uzņēmumu sauca "Datormūzikas laboratorijs" un programmatūras nosaukums bija "Komponists". Viņš iedeva man noklausīties ierakstu ar dažādiem skaņdarbiem, ko bija radījuši dažādi cilvēki, izmantojot šo programmatūru. Tajā bija saklausāmas gan variācijas par plaši pazīstamām melodijām dažādos mūzikas žanros, gan arī pilnīgi jaunas melodijas. Es mēdzu ar baudu klausīties šo ierakstu līdz pazaudēju to vienā no saviem neskaitāmajiem ceļojumiem. Interesanti, ka daudzi no maniem draugiem, pat tie, kas bija profesionāli mūziķi, novērtēja šo mūziku tiešām pozitīvi.

Vēlāk lasīju par eksperimentiem, kur bija salīdzināti datoru radīti un cilvēku komponēti skaņdarbi. Vesela muzikologu auditorija klausījusies skaņdarbu fragmentus un centusies noteikt, vai tos komponējis cilvēks vai dators. Pat profesionālie mūziķi nav spējuši atpazīt datora komponētos skaņdarbus.

No šī piemēra varam izdarīt būtisku secinājumu – radoša darbība nav negrozāma vai inerta. Kas vakar šķitis radošs, šodien jau ir rutīna. Kas vakar šķitis neaizsniedzams sapnis, kura īstenošana prasītu milzīgas radošās pūles, mūsdienu jaunajai radošo prātu paaudzei ar moderno tehnoloģiju palīdzību ir nieks.

## 1.0.1 Priekšstats par radošumu ir līdzīgs priekšstatam par apvārsni

Mūsdienās koks pie apvāršņa šķiet visaugstākais punkts uz zemes. Rītdien, kad būsim tikuši līdz šim kokam un apsēdušies tā ēnā, redzēsim, ka apvārsnis (visaugstākais punkts uz zemes) ir atvirzījies un jauna, pat pievilcīgāka ainava ir pavērusies mūsu skatam.

Tieši tāpat ir ar radošo darbu. Mūsdienās daudzi mūziķi un komponisti izmanto programmatūru līdzīgu tai, ko pirms daudziem gadiem radījis vijolnieks Johans no Bulgārijas. Tāpat daudzi inženieri izmanto TRIZ risinājumus savā praktiskajā darbā un risina problēmas, kas mašīnbūvē, nanotehnoloģijās un mikroelektronikā bijušas neatrisinātas gadiem.

Interesanta tendence atklājās, kad ievērojams skaits cilvēku piedalījās profesionālajā TRIZ metodikas pētījumā. Sākotnēji viņi apmeklēja TRIZ kursus, lai radītu tehniku, kas nepieciešama viņu disertāciju aizstāvēšanā, un lai risinātu problēmas projektos, kuros tie piedalījās. Ar laiku daži no viņiem sāka pasniegt TRIZ metodiku uzņēmumos, kuros strādāja, kas palielināja TRIZ vispārējo kompetenci. Problemas, kas iepriekš šķita prasām radošu pieeju, kļuva par rutīnu. Bieži vien to mērķi kļuva arvien sarežģītāki, bet radošā enerģija atrada ceļu, sasniedzot šos mērķus.

Mūsdienās, reklāmas speciālisti sastopas ar sāncensību no kolēģu puses, kas bruņojušies ar zināšanām izmantot TRIZ metodiku reklāmas industrijā. Radīt reklāmas produktu, kas ļaus ievērojami palielināt preču un pakalpojumu pārdošanas apjomus, nav vienkāršs radošs darbs. Reklāmas jomā konkurence ir īpaši sīva un rezultātus ir ārkārtīgi vienkārši pārbaudīt: augoši pārdošanas apjomi nozīmē, ka reklāmas kampaņa bijusi pareizi izstrādāta un precīzi koordinēta.

Igors Vikentjevs, viens no maniem talantīgākajiem TRIZ metodikas līdzgaitniekiem, kurš strādājis ar reklāmas teoriju un efektīvu metožu praktisko pielietošanu, ir sarakstījis grāmatu "Reklāmas principi". Grāmata tikusi vairākkārt pārpārdota un šodien ir daudzu reklāmas speciālistu "Bībele".

Saprotams, ka grāmatu aktīvi kritizē citi konkurenti – tradicionālie reklāmas izstrādātāji, kas uzstāj, ka radīt reklāmas produktu pēc metodēm ir neiespējami, un ka reklāmas izstrādātājam allaž jābūt radošās mokās, izstrādājot jaunu un oriģinālu reklāmas produktu. Tomēr vēlamais

rezultāts ne vienmēr tiek sasniegts šādi. Tālab reklāmas izstrādātāju jaunā paaudze un jau nopietni profesionāli iegādājas šo grāmatu un apmeklē I. V. Vikentjeva seminārus. Interesantākais, ka viņa pieejas jūtami paaugstina iespēju gūt pozitīvu rezultātu, kas nozīmē augstāku iespējamību vadīt efektīvu reklāmas kampaņu noteiktā laika periodā. TRIZ teorijā balstītas metodikas izmantošana reklāmas kampaņu vadībā nodrošina pastāvīgu ražošanu un labu rezultātu, kā arī palīdz uzvarēt, sacenšoties ar tiem, kas neatzīst, ka TRIZ ir praktiski pielietojama un efektīva teorija.

Jeļena Novitskaja ir profesionāla grafiskā dizainere. Viņa atjaunojusi pārstrādājusi 40 TRIZ principus un plaši izmantojusi tos savā darbā. Viņai ir plašs klientu loks. Būtiski atzīt, ka Altšullera 40 principi ir populārākais TRIZ instruments pasaulē, tomēr tikai nedaudzi zina, ka 1986. gadā G. S. Altšullers izteicis nožēlu, ka tik ilgus gadus izstrādātos principus izņēmis no TRIZ instrumentu arsenāla.

Augsta TRIZ kompetence nozīmē, ka speciālisti zina teorētisko pamatojumu un var to izmantot kā pielietojamu instrumentu. Tas palīdz uzņēmumam iegūt stabilu peļņu un augstus rezultātus inovācijas, izmaiņu ieviešanā un palielina uzņēmuma izredzes spēcīgas konkurences apstākļos. Kāpēc esmu tik ieinteresēts šajos piemēros saistībā ar maniem reklāmas nozares kolēģiem, kas pielieto TRIZ elementus ar tehnoloģiju nesaistītās nozarēs? Igors Vikentjevs pēc izglītības nebūt nav reklāmas speciālists. Kad PSRS ekonomika piedzīvoja krahu un daudzi inženieri zaudēja darbu, tie, kas pārzināja TRIZ metodiku, sāka to izmantot, lai risinātu problēmas, kas saistītas ar reklāmas biznesa organizēšanu un tajās tirgus nišās, kur parādījās jauns darbaspeks. Padziļinātas fundamentālo klasiskā TRIZ principu zināšanas ne tikai nodrošina efektīvu instrumentu izmantošanu, bet arī pieļauj jaunus instrumentus, kas pielāgoti specifiskām vajadzībām un radīti pēc nepieciešamības.

Ja eksperti rada savus darbības instrumentus pēc izmēģinājumu – klūdu metodes un bez teorētiskā pamatojuma, situācijā, kad to instruments nedarbojas, viņi ir spiesti sākt darbību no sākuma.

Turpretim, ja veikts teorētiskais pamatojums, bieži vien, lai gan ne vienmēr, tas ievērojami atvieglo jaunu instrumentu izstrādi jauniem pielietojumiem un atvieglo esošo teorētisko principu korekcijas. Klasiskā TRIZ teorija un tās instrumenti ir radīti tādā pašā manierē kā pētot pieredzi, kas radusies un uzkrājusies daudzās pētnieku paaudzēs.

Tādējādi var secināt, ka pielietojamās zinātniskās teorijas ievērojami palielina vēlamā rezultāta sasniegšanas varbūtību pie mazākām izmaksām un augstākā kvalitātē dotajam produktam vai pakalpojumam. Šīs teorijas var kalpot par pamatu jaunu instrumentu radīšanai ikdienas praktiskajiem pielietojumiem. Šos instrumentus pētījuši “nākotnes speciālisti” profesionālo apmācību kursos.

Diemžēl problēma rodas, kad visi profesionāļi, potenciālie nākotnes sāncenši, profesionālajās apmācībās apgūst vienus un tos pašus instrumentus. Tas krieti samazina sāncensības priekšrocības starp speciālistiem un uzņēmumiem. Mūsdienās, lai uzvarētu konkurentu cīņā, nepieciešams attīstīt un uzlabot spējas palielināt darbu efektivitāti, vienlaikus risinot radošās problēmas. Visi profesionāļi ir apmācīti risināt problēmas ar standarta metožu palīdzību. Visai bieži ne visi no viņiem spēj risināt nestandarda problēmas. Tomēr nepieciešama tikai efektīva metode, kas orientēta uz nestandarda problēmu definēšanu un risināšanu, kas piedāvā taustāmu konkurences priekšrocību. Un šeit talkā nāk klasiskās TRIZ teorijas zināšanas.

Izmantojot piemērotu pielietojamo teoriju mēs nemeklējam risinājumu problēmai pēc izmēģinājuma – klūdas metodes, bet darām to sistemātiski, soli pa solim radot risinājumu konkrētajai situācijai.

Teorijas zināšanas dažādu instrumentu radīšanai palielina profesionālo apmācību līmeni un veicina efektīvu esošo instrumentu pielāgošanu vai jaunu, pēc vajadzības izstrādātu instrumentu radīšanu. Tālab arvien vairāk augstskolu visā pasaulei apsver iespēju ieviest TRIZ un OTSM apmācību kursus savās mācību programmās. Laba pielietojamā teorija pārvērš

sarežģītu nestandarta jeb tā dēvēto radošo problēmu risināšanu ikdienišķā darbībā, tādējādi atklājot jaunas perspektīvas augstākas radošās pakāpes darbam un darbam ar vēl sarežģītākām problēmām. Radošuma apvāršņi paplašinās, piedāvājot jaunas iespējas vēl efektīvākam darbam.



Priekšstats par radošumu ir līdzīgs priekšstatam par apvārsni, un pielietojamās teorijas ir kā transports, kas ļauj mums sasniegt jaunus apvāršņus daudz ātrāk, kā to varētu paveikt ejot kājām, un pārvietoties uz jaunu vēl aizraujošāku radošuma apvārsni.

## 1.1 Klasiskās TRIZ metodikas pamatlikumi

*Mēs dzīvojam strauji mainīgā pasaule  
Pārmaiņu ātrums un jaunumu parādīšanās  
ir pēkšņa un arvien biežāka parādība.  
Šādā pasaule cilvēkam pastāvēt nav viegli.  
Zināšanas ātri vien noveco un to vietā nāk jaunas.  
Situācija pasaule un reģionos ap mums nemitīgi mainās,  
tāpat kā mainās ekonomiskie apstākļi.  
Kultūras integrējas. Mūsdienās vairs nav pietiekami  
pārzināt vienu specialitāti –  
apgūt pamata profesionālos risinājumus  
un izmantot tos visas dzīves garumā...*

**Nikolajs Homenko, 2008. gads**

### IEVADS

TRIZ teorija izraisījusi ne mazumu diskusiju jau kopš tās parādīšanās 1946. –1949. gadā. Pirmkārt, tā radusies kā izgudrojumu radīšanas metode. Tolaik šādas metodes radīšana šķita neiespējama – spēja kaut ko izgudrot tika uzskatīta par dabas dotu talantu. Cilvēks spēja radīt ko jaunu, ja bija apveltīts ar šo talantu, un nespēja, ja viņam šāda talanta nebija. Tomēr 1949. gadā šī metode tika radīta un pārbaudīta ļoti sarežģītu problēmu risināšanā. Risinājumi, kas tika rasti, izmantojot šo metodi, ieguva pat galveno balvu izgudrotāju konkursā. Turklāt – metode tika pārbaudīta arī cita tipa problēmu risināšanā un ieguva stabilus rezultātus. Metodes autori – Henrihs Altšullers un Rafaels Šapiro uzrakstīja vēstuli Staļinam, lai informētu par sasniegtajiem rezultātiem. Tā vietā, lai saņemtu uzslavas tālākiem pētījumiem, abi izgudrotāji tika arestēti un sodīti ar 25 gadu ieslodzījumu Gulāga nometnēs.

Altšullers savu sodu izcieta ieslodzījumā aiz Polārā loka, strādājot šahtās Vorkutā, kamēr Šapiro tika nosūtīts uz centrālo Āziju netālu no Karagandas.

Īsi pēc Staļina nāves abi izgudrotāji atguva brīvību. Šapiro bija guvis pietiekamu mācību un pētniecību pameta, kamēr Altšullers turpināja darbu pie savas metodes un sāka to izplatīt inženieru vidū. Metode pamazām tika uzlabota un pārtapa precīzā ALGORITMĀ, kas laika gaitā ieguva nosaukumu Radošo problēmu risināšanas algoritms (ARIZ).

Tolaik sabiedriskā doma par izgudrojumu metodi bija pamazām mainījusies uz labo pusī. Metodi sāka pētīt arī citi interesenti, kas, tāpat kā Altšullers, ieguva spožus rezultātus. Skeptiķi mainīja savu viedokli un sāka atzīt, ka metode jaunu lietu izgudrošanai pastāv, tomēr atzīt to par ALGORITMU būtu pārāk skaļi teikts.

Tomēr ARIZ turpināja attīstīties un arvien biežāk tika organizēti apmācību kursi tiem, kas vēlējās metodi apgūt. Interesentu aktivitātē arvien vairāk veicināja ARIZ attīstību un tās semināru dalībnieki allaž saglabāja saikni ar Altšulleru, lai dalītos ar viņu savos grūti risināmajos uzdevumos. Altšullers pielietoja ARIZ viņa sekotāju problēmu risināšanai, identificēja algoritma vājos punktus un radīja arvien jaunas ARIZ versijas. Tā rezultātā ARIZ metodikā radās divi jauni lielumi, kuriem tika piešķirti numuri, saskaņā ar to rašanās gadu: ARIZ-64, ARIZ-74, ARIZ-77, utt. Laika gaitā ARIZ semināri guva arvien lielāku popularitāti, radās arvien jaunas versijas – pat vairākas vienā gadā. Līdz ar to simbolus, kas apzīmēja ARIZ versijas, papildināja burti, piemēram, dažas no 1982. gadā tapušām ARIZ versijām: ARIZ-82 A, ARIZ-82 B, ARIZ-82 C, ARIZ-82 D.

Katra jauna versija, pirms Altšullers to izplatīja, bija rūpīgi pārbaudīta problēmu risināšanā. Nemītīgi pieauga arī risināmo problēmu klāsts: tas ietvēra arī tādas problēmas, kuras iepriekšējās ARIZ versijas nespēja atrisināt.

Sāka parādīties izgudrotāju skolas, kur ARIZ pasniedza ne vien Altšullers, bet arī citi cilvēki, kas savas zināšanas bija apguvuši pie viņa. Ap 80. gadu vidu pastāvēja jau teju 300 izgudrotāju „skolu”, kas pasniedza nodarbības dažādās sarežģītās pakāpēs vairākās grupās.

Laikam ejot, Altšullera un Šapiro sākotnēji izvirzītā hipotēze, kas veltīta izgudrojumu radīšanas metodes pamatiem un īsumā aprakstīta pēc abu autoru brīvlaišanas no strādnieku nometnēm 1956. gadā, beidzot tika apstiprināta. Sākotnējā hipotēzē aprakstīto ideju pārbaudīšanai bija nepieciešami 30 gadi, kuru laikā hipotēzi papildināja jaunas idejas un teorētiskie pamatojumi, vienojoties ARIZ metodikā. Visi sasniegumi tika apvienoti kopējā teorijā un „instrumentos”, ko inženieri pielietoja ikdienas darbā. 70.gadu vidū teorija ieguva nosaukumu Izgudrojumu uzdevumu risināšanas teorija (TRIZ).

Tolaik publiskā doma bija tiktāl mainījusies, ka pilnībā pieņēma iespēju, ka radīts izgudrojumu ALGORITMS, tomēr sāka noliegt iespēju radīt skaidri formulētu izgudrojumu teoriju. Būtiski pieminēt, ka 80. gadu beigās un 90. gadu sākumā tika pieļauta iespēja radīt Izgudrojumu Teoriju, taču TRIZ netika atzīta par teoriju. H.S.Altšullera un I.M.Vjortkina pētījumi inovācijas vēsturē apstiprināja, ka cilvēki, kas ieviesuši radikālas pārmaiņas, allaž saskārušies ar problēmu – iepazīstināt ar inovāciju tās nākamos lietotājus. Tā tas bijis aviācijā, dzelzceļa nozarē, kosmosa zinātnē un daudzās citās nozarēs, kas saskārušās ar skepticismu un izgājušās grūto atzīšanas ceļu. Mūsdienās TRIZ atzīšanu kā saskaņīgi veidotu un praktiski efektīvu sistēmu, kavē vairāki faktori, no tiem galvenais: uzticamas informācijas trūkums no primārajiem avotiem, ko radījis pats Altšullers.

Popularitāti vairāk guvušas klasiskās TRIZ vienkāršotās un saīsinātās versijas. Semināros netiek apskatīti ne Altšullera teorijas pamatojumi, ne arī tās svarīgākā instrumenta ARIZ elementi. Informācija par klasisko TRIZ ir „atšķaidīta” ar vairākām „uzlabotām” „modernā TRIZ” versijām. Daudzas no šīm versijām ir tālu no tā, ko var saukt par pielietojamo izgudrojumu teoriju. Spriedumi par TRIZ bieži vien tiek izdarīti, balstoties uz šīm kombinētajām versijām, nevis primārā avota informācijas. Interesanti, ka jau 1985. gadā, pirmajā pētījuma prezentācijā, kur Altšullers runāja par inovācijas ieviešanu praksē un radošiem cilvēkiem tajā laikā un iepriekš, viņš paredzēja, ka pēc viņa nāves ar TRIZ notiks kas līdzīgs. Pētījums apstiprināja, ka pastāv stingras likumsakarības, kas nosaka notikumu gaitu un jaunu ideju ieviešanu praksē – kā uzņēmuma vai struktūras mērogā, tā visas cilvēces mērogā.

Tanī pat laikā – 80. gadu vidū – sākās jauns posms TRIZ attīstības un izplatības jomā. TRIZ attīstība logiski vainagojās ar jaunām idejām, piemēram, tālāka TRIZ izaugsme pieprasīja spēcīgu pamata nostādni, kas balstījās uz trim jaunām teorijām.

Pirmā teorija aplūkoja to sistēmu attīstību, kuru uzlabošana ir radošo cilvēku un izgudrotāju ikdienas darbs. Altšullers to sauca par Tehnisko sistēmu evolūcijas teoriju (saīsinājums krievu valodā skan: TRTS). Vēsturisku apsvērumu dēļ, Altšullers saīsināja teorijas nosaukumu, ierobežojot to līdz tehniskajai sistēmai. TRTS izstrādē iesaistījās daudz dažādu nozaru pārstāvju: Boriss Zlotins, Alla Zusmana, Igors Vikentjevs, Vjačeslavs Jefremovs, Igors Kondrakovs, Jurijs Salamatovs, Igors Vjortkins, Natālija un Aleksandrs Narbuti un daudzi citi. Viņi visi ieguldījuši darbu jaunāko klasiskās TRIZ instrumentu versiju izveidē.

Sistēmas izstrādā cilvēki – izgudrotāji – tālab bija nepieciešams izprast, no kurienes nākuši cilvēki, kas mainījuši pasauli, un kā tiem izdevies savas idejas ieviest dzīvē par spīti laikabiedru pretestībai. H.S. Altšullers un I.M. Vjortkins rūpīgi izpētīja aptuveni 1000 dažādu cilvēces vēsturē nozīmīgu cilvēku biogrāfijas. Atklājās, ka šo cilvēku biogrāfijās, kas dzīvojuši

dažādos laikos un dažādos reģionos, bija pārsteidzoši daudz līdzīga. Daudzi no viņiem saskārās ar vienām un tām pašām problēmām, strādājot ar savām idejām un cenšoties tās ieviest praksē. Būtiski, ka ar līdzīgām problēmām saskārās ne vien inženieri, bet arī gleznotāji, ārsti, pētnieki, uzņēmēji (nemot par piemēru kurjerasta *Federal Express* vēsturi). Analīzes rezultāti tika prezentēti biznesa spēles formātā: „Radošais cilvēks pret ārējiem apstākļiem”. Tas ir problēmu apkopojums, kas ietver biežākās problēmas, kas rodas radošo cilvēku ikdienā neatkarīgi no to nodarbošanās, uzturēšanās laika un vietas. Šis pētījums kalpoja kā pamats otrajai teorijai, kam nepieciešama tālāka attīstība. Altšullers un Vjortkins šo teoriju nodēvēja par Radošās personības attīstības teoriju (akronīms krievu valodā – TRTL).

Klasiskā TRIZ evolūcija jeb attīstība pierādīja, ka tā teorija un praktiskie instrumenti pielietojami ne tikai tehniskajām sistēmām. Tiesa, šāda hipotēze bija radusies jau TRIZ agrākajās attīstības stadijās. Tomēr praktiskais apstiprinājums prasīja vairākus gadus desmitus un TRIZ teorijas un instrumentu pielietošanu visdažādākajās pētniecības nozarēs, kā, piemēram, fizikā, ķīmijā, botānikā, dažādos ražošanas un finanšu procesos, uzņēmējdarbībā, reklāmas biznesā, dažādu veidu sociālo problēmu risināšanā un citur.

Daudzi no Altšullera sekotājiem sāka izmantot TRIZ dažādu problēmu risināšanai, tostarp privātās dzīves jautājumos. Tādējādi radās jautājumi, kāpēc daži cilvēki spēja un citi nespēja izmantot TRIZ dažādās situācijās. Ne tikai inženieri, bet arī reklāmas nozares pārstāvji, uzņēmēji un pētniecības darbinieki sāka apmeklēt TRIZ nodarbības. Bankas un valdības organizācijas pārskatīja savu speciālistu sniegtos pakalpojumus. Ar laiku radās vēl kāds jautājums, kas cieši saistīts ar pirmo: kā šiem cilvēkiem iemācīt efektīvi izmantot TRIZ instrumentus to pārstāvētajā nozarē? Kamēr citi meklēja atbildes, Altšulleram radās arvien jaunas idejas, kas veidoja pamatu Vispārējās efektīvās domāšanas teorijai (OTSM – krievu val.). Ideju pamatnostādnes radās jau 70. gadu vidū, 80. gadu vidū OTSM izstrādē iesaistījās arī Nikolajs Homenko.

Šajā laikā (80. gadu vidū) jau lielāks skaits cilvēku bija pieņēmuši Izgudrojumu teorijas ideju. Tomēr kā ideja par Vispārējās efektīvās domāšanas teorijas (OTSM) izstrādi, tā Radošās personības attīstības teorija (TRTL) joprojām sastapās ar spēcīgu pretestību pat TRIZ speciālistu vidē.

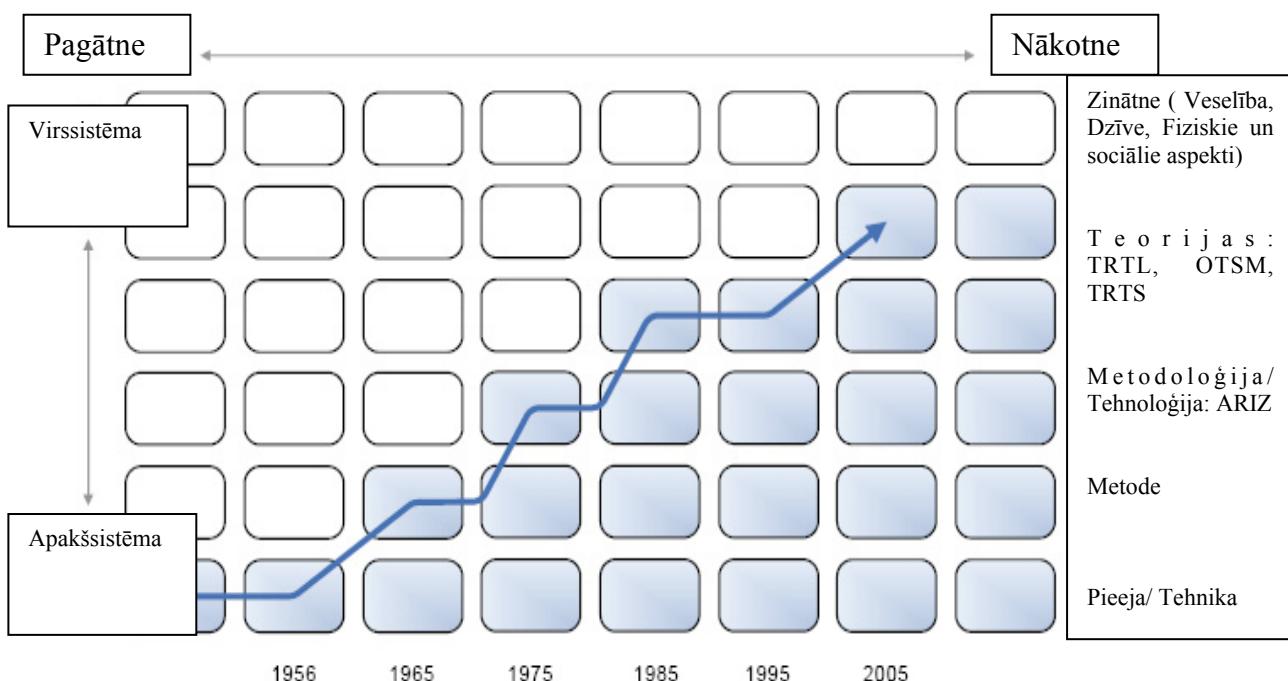
Vispārējās efektīvās domāšanas teorijas izstrāde Altšulleram deva iedvesmu jaunu ideju attīstībai un deva stimulu skaidri formulētas Vispārējās efektīvās domāšanas teorijas radīšanai. Šī teorija veidoja pamatu dažādu instrumentu attīstībai, kas risināja sarežģītas starpdisciplināras problēmas, kas ietvēra desmitus un simtus citu problēmu dažādās zināšanu nozarēs. Dažas no šādas sarežģītās pakāpes problēmām: vadīt un veidot ilgtspējīgu attīstību reģionā ar vairākiem miljoniem iedzīvotāju, izveidot uzņēmumu uz esoša efektīva risinājuma un ieviest jaunas inovatīvas idejas sabiedrībā, izveidot pētniecības centrus, kas spēj pārveidot sākotnēji „ķecerīgas” izgudrotāju idejas ekoloģiski drošā un sabiedrībai ienesīgā uzņēmējdarbībā.

OTSM teorija nodrošina tās lietotājiem instrumentus dažādu zināšanu izmantošanai. Tā ļauj efektīvi pieņemt jaunās zināšanas un izmantot tās arī citās nozarēs, ieskaitot tās, kas ir cilvēci jaunas un netradicionālas. Tieši šī iemesla dēļ grupa zinātnieku no bijušās Padomju Savienības izvēlējās tiesi OTSM kā pamatu veidojot jaunus pedagoģiskos instrumentus, kas spēj uzlabot izglītības sistēmas efektivitāti bērnu un pieaugušo apmācībā problēmu risināšanas teorijās. Piemēram, viens no šādiem instrumentiem bija Aleksandra Sokola pieeja vienlaicīgai svešvalodu apmācībai ar OTSM-TRIZ pamatiem. Šī pieeja, ko sauc par Domāšanas pieeju,

veidojusies kā pamats idejai, ka valoda ir viens no instrumentiem, ko cilvēks izmanto būtisku problēmu risināšanai. Lai šo instrumentu pielietotu pēc iespējas labāk, ir lietderīgi zināt pamata piejas problēmu risināšanā.

Ielūkosimies vēlreiz klasiskās TRIZ vēsturē un palūkosim, kādas pārmaiņas tā piedzīvojusi tās evolūcijas laikā (Attēls 1.)

Pirmkārt, radās METODE, kas ietvēra nelielu soļu skaitu problēmas risināšanā, pēc kāda laika parādījās papildu metodes. Noteiktā laikā šīs papildu metodes integrējās kopējā sistēmā – ALGORITMĀ, kas palielināja tā pielietojuma efektivitāti – radās ARIZ. ARIZ attīstība atklāja dažus pamata apgalvojumus, kas tika prezentēti pielietojamās zinātniskās TEORIJAS formātā – TRIZ. Teorijas attīstība pierādīja nepieciešamību pēc dažādu citu teoriju izstrādes, kas kalpoja kā pamats jaunām TRIZ.



## *Attēls 1. Klasiskās TRIZ attīstība*

Altšullers uzskatīja, ka teoriju sistēmai bija nepieciešams jauns, piemērotāks nosaukums, taču nekādi nevarēja to atrast. Tālab teoriju sistēmas nosaukums joprojām skan: klasiskā TRIZ, kas var radīt pārpratumus, runājot ar cilvēkiem, kas interesējas par TRIZ, bet nav pazīstami ar šīs teorijas vēsturi. Līdzko klasiskā TRIZ ieguva popularitāti pasaulei, sāka parādīties dažādas tā modifikācijas – vairums to ir vienkāršotas un saīsinātas. Vēl vairāk – tās veicina pat pretēju procesu – novirzīšanos no sasniegtajiem mērķiem un atgriešanos pie specializētām metodēm un algoritmiem.

Daži no klasiskās TRIZ evolūcijas atzariem ir radījuši interesantas pieejas. Piemēram, interesanta pieeja un visai noderīga metode, ko dēvē par Virzīto attīstību, kas radusies I-TRIZ periodā. Šīs pieejas galvenie autori ir Boriss Zlotins un Alla Zusmana. Tomēr šajā materiālā netiks apskatīti šīs vai citi klasiskās TRIZ atzari un pieejas, pieturoties pie klasiskās Altšullera TRIZ teorijas.

Klasiskā TRIZ atkal un atkal ir apliecinājusi savu efektivitāti. TRIZ un tās instrumenti ir risinājuši visdažādākās problēmas, sākot no pavisam vienkāršām (tehniskām) un beidzot ar

komplīcētām sociālām problēmām.

Cilvēki, kas iepazīst TRIZ, agri vai vēlu sāk brīnīties, kālab tā tiešām darbojas tik efektīvi. Mēģināsim rast atbildi uz šo jautājumu tālākās nodaļās. Labākai TRIZ darbības izpratnei nepieciešams izzināt visus klasiskās TRIZ aspektus. Tomēr pat paverša TRIZ teorētisko pamatprincipu pārzināšana atvieglo dažādu profesiju pārstāvjiem tikt galā ar problēmām, ar ko tie saskaras profesionālajā un privātajā dzīvē. Tieši vēlme risināt problēmas vēl vienkāršāk ir dzinulis TRIZ un OTSM teoriju dzīļākai apguvei.

Līdz šim jau 25 gadus tikuši veikti pētījumi un OTSM – TRIZ elementi tikuši izmantoti pedagoģijā un izglītībā. Tikušas izstrādātas gan individuālas metodes, gan sarežģītas metožu sistēmas. Izmantojot šīs metodes, jau šobrīd esam gatavi sākt attīstīt radošumu un domāšanas spējas bērniem jau 2 – 3 gadu vecumā ar garantiju pozitīvam rezultātam. Lielākā daļa OTSM-TRIZ pedagoģisko instrumentu izmantoti kā spēles un dažādu citu radošu aktivitāšu veidā. Šobrīd tie bērni, kas teoriju sākumposmā tās apguvuši, ir jau pieauguši, un māca tās saviem bērniem. Interesanti, ka viņi, strādājot ar saviem bērniem, attīsta jaunas pieejas, kad pedagoģiskajā audzināšanā rodas šāda nepieciešamība.

Šis ir ievērības cienīgs fakts: augstas kvalitātes, padziļināta OTSM-TRIZ izpratne ne vien uzlabo jau izmantoto instrumentu pielietošanu nestandarta problēmu risināšanā, bet arī ļauj veikli radīt jaunas pieejas, kad tās nepieciešamas, lai risinātu kādu problēmu.

Pašreizējā OTSM-TRIZ teorija ir dažādu instrumentu salikums, kas apvienoti pēc atbilstošiem noteikumiem vienotā sistēmā. Šie noteikumi veido OTSM-TRIZ teorētiskās pamatnostādnes, kas jāpielieto labākai izpratnei un problēmu risināšanai izglītības sistēmā – tālab jāsāk ar teorētiskajām pamatnostādnēm. Lai nebaida vārds „teorētisks” – jo klasiskās TRIZ un OTSM pamatnostādnes ir augstākā līmenī efektīvi pielietojami instrumenti. Tieši šī iemesla dēļ šie instrumenti darbojas situācijās, kad jau esošie, tradicionālie instrumenti, ko radījuši profesionāli un eksperti, pārtrauc darboties.

Mēs dzīvojam strauji mainīgā pasaule. Pārmaiņu ātrums un jaunumu parādīšanās ir pēkšņa un arvien biežāka parādība. Šādā pasaule cilvēkam pastāvēt nav viegli. Zināšanas ātri vien noveco un to vietā nāk jaunas. Situācija pasaule un reģionos ap mums nemītīgi mainās, tāpat kā mainās ekonomiskie apstākļi. Kultūras integrējas. Mūsdienās vairs nav pietiekami pārzināt vienu specialitāti, apgūt tās pamata profesionālos risinājumus un izmantot visas dzīves garumā... Vienas profesijas ietvaros rodas arvien jaunas zināšanas un jauni instrumenti darbam ar šīm zināšanām. Ir grūti paredzēt, kāda būs pasaule pēc pāris gadu desmitiem. Iespējams, šo problēmu varētu risināt ar mūžizglītības palīdzību. Lai precīzāk iezīmētu problēmu, izmantosim klasiskās TRIZ instrumentus – pasliktinot problemātisko situāciju līdz maksimālai (pat absurdai) pakāpei. Šī metode ļauj identificēt problēmas pamatus, atstājot sīkās informācijas daļīnas vēlākai analīzei.

Iedomāsimies, ka esam radījuši pašu labāko nodarbību kursu un uzsākuši apmācīt studentu grupu. Pāris dienu vēlāk studenti veiksmīgi aizstāv savus diplomdarbus un saņem apliecības par kursu beigšanu. Tomēr kad viņi pamet izglītības iestādi, kļūst skaidrs, ka pašas progresīvākās prasmes, ko tie apguvuši, apmācību laikā jau kļuvušas bezcerīgi novecojušas un nevajadzīgas. Mācību laikā reālā dzīve bija mainījusies un pieprasīja pavisam jaunas prasmes un zināšanas.

Šī situācija ir nopietns izaicinājums un daudzi pasniedzēji tik tiešām jūtas sprukās. Ko gan mācīt studentiem šajā nemītīgi mainīgajā pasaule, ja zināšanas, kas sākotnēji bijušas jaunas, ir jau novecojušas, kad apmācību kurss pabeigts?

H.S. Altšullera nepabeigtais romāns *Trešā tūkstošgade* apraksta izdomātu skolu, kur tiek apmācīti nevis šauras specialitātes profesionāļi, bet gan erudīti, vispusīgi izglītoti cilvēki, kas spēj iegūt nepieciešamās zināšanas dažādu dzīves situāciju risināšanai.

Mainās arī problēmas. Tradicionālie profesionālie risinājumi kļūst nelietojami. Ko darīt? Idejas, ko H.S. Altšullers paudis savā brīnišķīgajā romānā, ir uzmanības vērtas. Mums jāmāca saviem bērniem dzīvot pasaule, par kuru paši zinām pavisam maz. Mēs vairs nevaram šodien saviem bērniem nodrošināt gatavu plānu, kā tikt galā ar problēmām, kas ir nezināmas mums pašiem. Bet mēs varam viņiem iemācīt radīt instrumentus, lai efektīvi risinātu nezināmās problēmas nākotnē – to pierādījusi klasiskās TRIZ un OTSM pieredze. Iespējams, tas nav pietiekami. Ne klasiskā TRIZ, ne OTSM nevar aizvietot zināšanas dažādās nozarēs. Tomēr prasme pielietot zināšanas problēmu situāciju risināšanā ir perspektīvs izglītības sistēmas virziens nākotnē.

Un šīs nākotnes veidošanai jāķeras klāt jau tūlīt.

Let us imagine that we have created the best, the most advanced training course and begun teaching a group of students. Some days later, the students successfully defend their graduate papers and get diplomas. But when they leave their educational institution it becomes clear that the most advanced skills and knowledge they got while studying became hopelessly outdated during the training period. Real life changed during that time and required new skills and knowledge.

The situation is really challenging and many educators are really at a dead end! What should they teach to students in this rapidly changing world if knowledge becomes obsolete by the end of a training course?

*The Third Millennium*, G.S. Altshuller's unfinished novel, describes a fictitious school where not narrow specialists are trained but generalists capable of deriving the knowledge necessary for resolving vital situations.

Problems are also changing. Typical professional solutions are becoming useless. What is to be done?

We think that G.S. Altshuller's ideas exposed in his fantastic novel are worth our attention. We have to teach our children about living in a world about which we ourselves know very little. Today we cannot provide our children with standard tools for solving problems which are unknown to us. What we can do is teach them to create tools for effectively solving those future, unknown problems. This is proved by the applied experience of Classical TRIZ and OTSM. Probably it is not enough. Neither Classical TRIZ nor OTSM can replace special knowledge in various subject areas. However, we think that the skill of dealing with the knowledge about problem situations is one of the fundamental subjects of the educational system of the future. And we must start creating this future right now.

## 1.2 TETRIS priekšvārds

Mūsdienās ir grūti atrast kādu, kurš kaut reizi dzīvē nebūtu spēlējis datorspēli. Ir pieejams milzums datorspēļu, kas atšķiras gan pēc shēmas, gan grafiskajiem līmeņiem un skaņas kvalitātes un uzvaras mērķa virtuālajā pasaulē.

Bet kā gan šie cilvēki risina reālas problemātiskas situācijas un klūst par uzvarētājiem reālajā dzīvē?

Turpmāk apskatīsim šos jautājumus. Fiziskie un emocionālie aspekti, kas izraisa kāri pēc azartspēlēm, pārsteigums par jauniem atklājumiem un uzvaras triumfs ir pazīstamas sajūtas, jo viss sākas ar spēli un reālā dzīve tomēr prasa no cilvēka ievērojamas pūles.

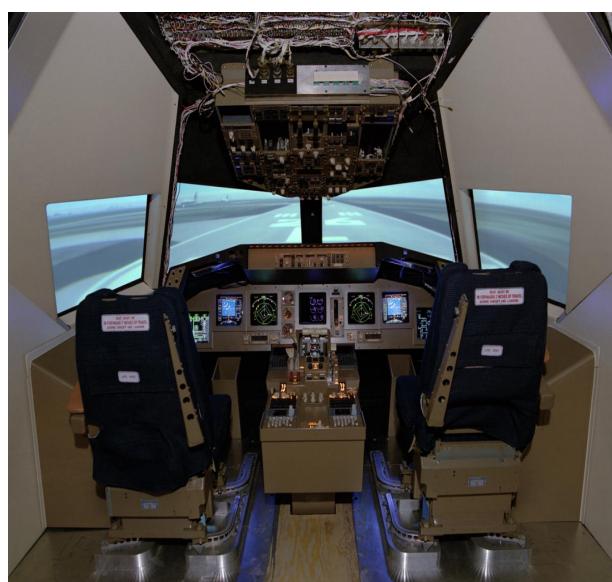
*...Romas Impērija, Romas centrs, Kolizeja arēna. Spoža saule apspīd tribīnes. Jūsu rokās ir ūss cīņu zobens un viegls, noturīgs vairogs, jūs sajūtat tā kā plecu pie pleca ar saviem cīņu biedriem esat ieslēgti vienotā kaujā. Vienu pogas spiediens un darbība sākas. Tribīnes kliedz aiz sajūsmas. Gaisā virmo tūkstošiem paceltu roku. Pretējā arēnas pusē pieaug putekļu mākonis, ko saceļ kaujas rati mežonīgi triecoties pretim ienaidniekam. Un jūsu komanda zina, kā notriekt šo naidpilno pretinieku un sasniegt uzvar pār spēcīgāko ienaidnieku.*



(The Ancient City: Life in Classical Athens and Rome, Peter Connolly & Hazel Dodge)

Tā, protams, ir tikai spēle...

*...Moderns, visrsskaņas, iekšdedzes caurplūdes reaktīvais dzinējs. Jūsu rokās ir šī jaudīgā gaisa kuģa stūre. Dzinēja rēciens un spēcīgais paātrinājums iespiež jūs sēdeklī. Starta karogs noplīvo un to nomaina skaista zemeslodes ainava no putna lidojuma. Apvārsnis iezīmējas maigos pasteltoņos un virs jums redzama nebeidzamā visuma tumsa. Jūs atrodieties aci pret aci ar šo brīnišķīgo dzelzs putnu. Ar vienu rokas kustību uz ātruma pārslēga jūs liekat tā spārniem sakustēties. Lidaparāts pagriežas, strauji pikē lejup un atkal ceļas augšup. Jūs jūtāties kā varonis. Profesionālie piloti, kas ikdienā vada lidmašīnas, neslēpj savu apbrīnu par šādiem simulatoriem.*



(NASA Photo ID: EL-1997-00146 AND Alternate ID: L96-924)

Arī šī visdrīzāk ir tikai spēle...

*Modernās lomu spēles (MLP).*

*Modernās lomu spēles jūs nespēlējat vienatnē, jūs tās nespēlējat pat ar tuvākajiem draugiem... Tajās piedalās simti un pat miljoni spēlētāju! Viņu klātbūtni varat sajust tik pat spēcīgi kā Kolizeja ainā plecu pie pleca stāvot ar cīņu biedriem. Papildus spēcīgai akustikai, parādās gaumīgas un gana ātras grafikas, speciāli efekti un spēles mijiedarbība. Spēles attīstība atkarīga no spēlētājiem un to veiktajām darbībām. Spēle izrādās reālā dzīve. Situācija var strauji mainīties un šajos apstākļos ir nepieciešams uzņemties atbildību un pieņemt nestandarta risinājumus. Spēles lomas var būt dažādas: mājsaimniecība, ceļošana, politika, jauna biznesa attīstība, bērnu audzināšana, sociālā dzīve, ekonomika...*

Vai arī šī ir spēle?

Šie piemēri ir saistīti ar brīnišķīgo realitātes sajūtu, tie saistās ar varu pār datoru, spēju iegūt jaunas prasmes un dažādot līmeņus un instrumentu mērķus ne vien spēles, bet arī dzīves pieredzē. Un nav nepieciešams, lai spēles, tēmas un attēli, kas tiek piedāvāti, atbilstu jūsu iecienītajiem. Svarīgākais ir precīzi izprast spēles būtību.

Pievērsiet uzmanību: mainīgā, aizraujošā un daudzveidīgā pasaule pieprasījaunas zināšanas par instrumentiem un modelēšanu, un vadības prasmes tās attīstības laikā. Viduslaikos tikai daži no zinātniekiem spēja saskaitīt, atņemt, reizināt un dalīt skaitļus lielākos apjomos kā to pielāva roku pirkstu skaits:

$$\text{XLIX} \times \text{X} \text{ XLIX} = ?$$

Turklāt iemesls meklējams nevis inteliģences trūkumā, bet gan nestandarta problēmu risināšanā. Skaitļošanas sistēma ar romiešu cipariem patēriņa daudz laika, bija neērta un pat pārāk grūta nestandarta aprēķiniem. Daudz vieglāk kļuva pētīt aritmētiku līdz ar arābu ciparu un decimālsistēmas ieviešanu. Mūsdienās to var iemācīties jebkurš, ja vien vēlas. Būtiskāk ir izvēlēties pareizo virzienu un metodisko pieejamu, lai atrisinātu radošās, t.i. nestandardas, problēmas. Mūsdienās tas ir pa spēkam katram.

Dubultā skaitļošanas sistēma ļauj datoriem strādāt efektīvāk.



**Instruments, pamata zināšanas un modeļi, kuros instrumenti atrodami, spēle nozīmīgu lomu šajos procesos.**

Šī grāmata sarakstīta ar mērķi dalīties pieredzē par TRIZ teoriju un iemācīt, kā pielietot TRIZ instrumentus, lai risinātu nestandarta problēmas. Sekojošajās divās lappusēs pieejams pamata jautājumu apskats.

## Kas?

Šī grāmata ir par TRIZ – nestandarta uzdevumu risināšanas teoriju. Šī teorija sniedz pamatu instrumentu izstrādei un pielietošanai, kas paredzēti nestandarta problēmu risināšanai. Tā atšķiras no citām teorijām ar savu universālo pielietojumu spektru – šī pieeja var tikt izmantota jebkurā nozarē, lai gan tā nevar aizstāt profesionālās zināšanas. Tajā pat laikā tā ir īpaši noderīga, jo mudina izmantot noteiktus likumus problēmu risināšanā.

Kas ir nestandarta problēma?

Piemēram, šādu uzdevumu ar TRIZ metodiku atrisināja tās izgudrotājs Altšullers:

Nepieciešams izstrādāt uguns-izturīgu un siltumu necaurlaidīgu tērpu. Tam jāsniedz droša aizsardzība pie augstas temperatūras ( $100^{\circ}\text{C}$ ), atrodoties uguns ietekmē, turklāt tam jābūt aprīkotam ar iekšēji noslēgtu elpošanas sistēmu, lai izsargātos pret kaitīgām gāzēm, kas rodas degšanas procesā. Materiāli, kas noturīgi pret augstām temperatūrām, ir jau radīti un pieejami. Arī iekšēji noslēgtas elpošanas sistēmas ir jau radītas un pieejamas ražošanā. Kur tad rodas problēma?

Situāciju sarežģī apstāklis, ka šajā tērpā ir praktiski neiespējami strādāt, jo tas ir aprīkots ar divām sistēmām: iekšēji noslēgtu elpošanas sistēmu un siltuma necaurlaidību. Jāpatur prātā, ka ugunsdzēsējiem, kas šo tērpu visdrīzāk valkās, nereti nepieciešams pārnēsāt arī dažādus palīgrīkus, vai pat ievainotos...

Jautājums ir – kā samazināt siltumu noturīgā ekipējuma svaru?

Ja šo problēmu pārformulē saskaņā ar TRIZ metodiku, iespējams uzminēt problēmas risinājumu:

Ja iekšēji noslēgtā elpošanas sistēma tiek izslēgta, siltumu necaurlaidīgā iekārtā būs vienkāršāk lietojama, tomēr tai nebūs iespējams darboties, jo nebūs nodrošināta elpošanas sistēma. Ja siltumu necaurlaidīgā sistēma tiek izslēgta, būs iespējams ierīkot iekšējās elpošanas sistēmu. Bet kā izsargāties no karstuma ietekmes? Nepieciešams radīt siltumu necaurlaidīgu tērpu, kas nodrošinās ugunsdzēsējam gan gaisu, gan nepieciešamo aizsardzību pret siltumu, izmantojot pieejamās tehnoloģijas un materiālus.

Uzdevumus joprojām ir nestandarta līdz risinājuma metode ir zināma.

Lai risinātu šo problēmu, tiek pielietoti TRIZ instrumenti: **nepieciešams izmainīt un kombinēt sistēmas, lai saglabātu priekšrocības, bet izskaustu trūkumus.**

Pielietojot šo vispārīgo nosacījumu konkrētās problēmas gadījumā – ar siltuma izturīgo tēru, varam sniegt vispārīgu problēmas risinājuma aprakstu: nepieciešams kombinēt divas apakssistēmas vienā sistēmā, lai nodrošinātu elpošanu un siltuma aizsardzību.

Saskaņā ar TRIZ instrumentiem, šīs problēmas formulējums dod konkrētas norādes kā risināt problēmu: jādomā par saikni starp divām apakssistēmām vienā kopīgā sistēmā, lai samazinātu siltuma izturīgā tēra svaru.

Izmantojot šķidro skābekli, sistēmā notiek siltumizolācija un dzesēšana līdz pat temperatūrai mīnus  $183^{\circ}\text{C}$ . Šķidrais skābeklis, kas iztvaiko un transformējas par gāzi, dzesē siltuma izturīgo tēru. Kamēr šķidrais skābeklis ir sasildīts, tas var kalpot arī elpošanas sistēmai. Rezultātā ne vien samazināsies siltuma izturīgā tēra svars, bet ugunsdzēsējiem būs arī iespēja ilgāk uzturēties bīstamajā zonā un uzlabosies komforts darba laikā. Šī izgudrojuma rezultātā parādās arī papildu ieguvumi: šāds siltumu izturīgs kostīms ļauj ugunsdzēsējiem strādāt pat līdz  $+500^{\circ}$



*(fonte: Photo Contest Entry, color, Mar. 1981, "Air Force Fire Fighters" VANDENBERG AIR FORCE BASE, CALIFORNIA (CA) UNITED STATES OF AMERICA (USA), autore AIRMAN MELODY A. WEISS)*

C temperatūrā.

Tas ir labākais iespējamais risinājums, vai ne?

Galvenā TRIZ metodikas ideja ir: mūsu pasaule izvēršas saskaņā ar objektīviem likumiem, kuri var tikt izpētīti un īstenoti praksē. Radošie procesi nav izņēmumi, jo arī tiem ir savi likumi.

Lasot šo ievadu, īsumā esat iepazinies ar TRIZ metodiku. Animācijās varat apskatīt TRIZ teorijas vēsturi, kas ļaus padziļināti izprast šo metodiku apmācību laikā. Jūsu zinā paliek vien pieņemt lēmumu – izmantot to, vai ne.

Kad sajūsiet šīs metodes efektivitāti, jūsu zināšanas pārvērtīsies prasmēs un sasniegumos. Pirmoreiz aptversit TRIZ metodes efektivitāti risinot kādu uzdevumu nodarbībās – pēc tam reālajā dzīvē. Šādi izmainīsies ne vien spēles shēma, kā iepriekš minēts piemērā ar datorspēlēm, bet šādi izmainīsies arī jūsu dzīves uztvere. Iespējams jūs jutīsities kā uzvarētājs ne vien spēlē, bet arī reālajā dzīvē.

## Kurs?

Nav būtiski, kāds ir jūsu vecums vai nodarbošanās, jūs noteikti jau esat nonācis pie secinājuma, ka dzīvojam problēmu pasaulē, ko lielu daļu sava laika cenšamies pārvarēt vai atrisināt.

Šī grāmata sarakstīta ar Mūžizglītības programmas atbalstu un tās mērķis ir palīdzēt visdažādāko vecumu un profesiju cilvēkiem. Varat to lasīt paši vai arī ar pasniedzēja palīdzību, cerams, šis būs tikai sākuma posms TRIZ teoriju un tā iedarbīgo instrumentu izzināšanā.

## Kur?

Grāmatas drukātā versija parādīsies visu projekta partneru pārstāvētajās valstīs un tiks izdota vairākās valodās: angļu, franču, vācu, itāliešu un latviešu. Jūs varat šo grāmatu drukāt vai arī lasīt to internetā. Šeit varat arī atrast informāciju par konferencēm, semināriem, grāmatām, žurnāliem un forumiem. Nav būtiski kā jūs iepazīstat TRIZ metodiku. Vairāk svarīgs ir rezultāts, ko varat sasniegt. Šie uzņēmumi ir veiksmīgi pielietojuši TRIZ teoriju praksē: ABB, Ford, Boeing, General Motors, Samsung, Chrysler, LG, Eastman Kodak, Peugeot-Citroen, Exxon, Siemens, Procter & Gamble, Digital Equipment, Xerox, Hewlett Packard, Motorola u.c.

## Kad?

Ja jums nav piecu brīvu minūšu, lai iepazītos ar TRIZ metodiku, varat lasīt par to lekciju vai dažādu pasākumu laikā, sabiedriskajā transportā vai kaut gaidot rindā pie ārsta. Varat ierosināt interesanta uzdevuma atrisināšanu pat ballītē ar draugiem. Tas padarīs dzīvāku jūsu pasākumi un ļaus noskaidrot, kā haotiski meklējumi pēc pareizā risinājuma atšķiras no jēgpilniem risinājuma meklējumiem, ko ar laiku iemācīsities.

## Kāpēc?

**Lai uzlabotu savu dzīves kvalitāti:** lai sasniegtu veiksmi profesionālajā jomā, lai uzlabotu sociālo statusu un palielinātu savu materiālo stāvokli.

**Lai klūtu īpašs:** lai redzētu pasauli no citas puses, lai nebaidītos no nezināmā un atrastu risinājumus, kas citiem nav pa spēkam.

Lai iegūtu gandarījumu: redzot kā neiespējamais klūst iespējams, palīdzot kādam un līdz ar to iepriecinot sevi. Jūs jūtat gandarījumu arī no prasmēm, ko esat ieguvis un par kurām iepriekš pat nezinājāt.

Mēs būsim priecīgi redzēt jūs mūsu lokā – starp cilvēkiem, kas ne vien meklē atbildes uz sarežģītiem jautājumiem, bet pašpārliecināti tās arī atrod. Dārgo lasītāj, nezaudē laiku!

Novēlam jums veiksmi un satriecošus problēmu risinājumus!

## 1.3 OTSM-TRIZ vārdu krājums: Risinājumi



### 1.3.1 Problēma

#### 1.3.1.1 Tradicionāla problēma

##### Definīcija:

Tradicionāla problēma ir tāda, kas ierasta noteiktai cilvēces aktivitāšu sfērai, tālab šajā sfērā tipiski šīs problēmas risinājumi ir visiem labi zināmi.



##### Teorija:

Viena no Altšullera ARIZ teorijas (ARIZ 85-C) apakšsistēmām ir netradicionālas problēmas pārveide tradicionālā problēmā. Šādā situācijā iespējams izmantot šajā sfērā pieņemtos tradicionālos risinājumus vai arī TRIZ tradicionālos risinājumus.

#### 1.3.1.2 Netradicionālas problēmas (skatiet: Radošo problēmu situācijas)

OTSM-TRIZ netradicionālo problēmu ietvaros

#### 1.3.1.3 Radošo problēmu situācijas

##### Definīcija:

Situācija, kurā nepieciešams inovatīvs risinājums, ir tāda, kuru nepieciešams mainīt, bet tradicionālie, labi zināmie risinājumi dažādu iemeslu dēļ neatrisina šo problēmu.



##### Teorija:

Dažas situācijas, kurās nepieciešami inovatīvi risinājumi, rodas dažādu nevēlamu apstākļu ietekmē, kurus būtu nepieciešams likvidēt vai samazināt. Vēl vairāk –inovatīvu situāciju apskatām kā neapmierinošu vairāku iemeslu dēļ: vēlamies ko mainīt, bet dažādu apstākļu dēļ tas nav iespējams, vai arī izmaiņas novēdiņi pie konflikta ar pārējiem dalībniekiem, kas piedalās problēmas risināšanā. Dažkārt radoša (problemātiska) situācija rodas, kad esam spiesti izskaidrot nezināmu parādību, kas radusies dabā, zinātniskā pētījumā, ražošanas vai biznesa procesā u.c. Jebkura pretruna starp dabas parādībām un mūsdienu zinātnes rezultātiem arī var tikt uzskatīta par problemātiska situāciju: nepieciešams radīt jaunas paradigmas, kas spējīgas atrisināt pretrunu starp pierādītu zinātnes teoriju un reālu dabas parādību.

Precīzāk: jebkura veida neapmierinātība ar pašreizējo situāciju, ko nav iespējams mainīt moderno stereotipu un priekšstatu ietvaros ar tradicionālām metodēm, var uzskatīt par radošu (problemātisku) situāciju.

### 1.3.2 Risinājums

#### 1.3.2.1 Tradicionāls risinājums

##### Definīcija:

Labi zināms risinājums tipiskai problēmai ir definēts vispārīgā formā. To izmanto daudzi profesionāļi, kas šos risinājumus apguvuši savas profesionālās izglītības apguves procesā un praktiskās pieredzes laikā. Vispārīgi risinājumi ir piemērojami arī specifiskās situācijās – šādā gadījumā tradicionālais risinājums kļūst par kompensēto risinājumu (Skatiet: Kompensētais risinājums).



80. gadu sākumā arvien vairāk cilvēku sāka pielietot TRIZ ne vien problēmu risināšanā inženierzinātnēs, bet arī tradicionālu, pat privātās dzīves problēmu risināšanai. Tādēļ Altšullers sāka atzīmēt savās publikācijās un manuskriptos, ka TRIZ jāpārveido par Vispārējo efektīvās domāšanas teoriju, saīsinājumā no krievu valodas – OTSM, kā to apzīmējis pats autors. Tā kā šīs pētījums veikts viņa uzraudzībā un tāpat apstiprināti arī pētījuma rezultāti 1997. gadā, Altšullers deva atļauju N.Homenko izmantot OTSM apzīmējumu savos pētījumos. Atļauja tika dota ar nosacījumu, ka katrai, kad tiks pieminēta OTSM, tiks izskaidrota arī teorijas vēsture. Tālab arī Jūs lasāt šo atsauci.

## 1.3.2.2 Netradicionāls risinājums

### Definīcija:

Risinājums, kas ir svešs profesionāļiem, kas darbojas radošās situācijas nozarē, kurā radusies problēma. (Skatiet: Radošo (inovatīvo) problēmu situācijas.)



## 1.3.2.3 Risinājumu darbības virzieni

### Definīcija:

Problēmu risināšanas procesā OTSM – TRIZ ietvaros (Skatiet OTSM-TRIZ Problemu risināšanas procesu modeļi) var izšķirt vairākus netradicionālo problēmu analīzes virzienus. Risinājumu iespējas demonstrē, cik pieejamo risinājumu parādās sākotnējā netradicionālās problēmas aprakstā – radošās problēmas situācijā (Skatiet Radošo (inovatīvo) problēmu situācijas).



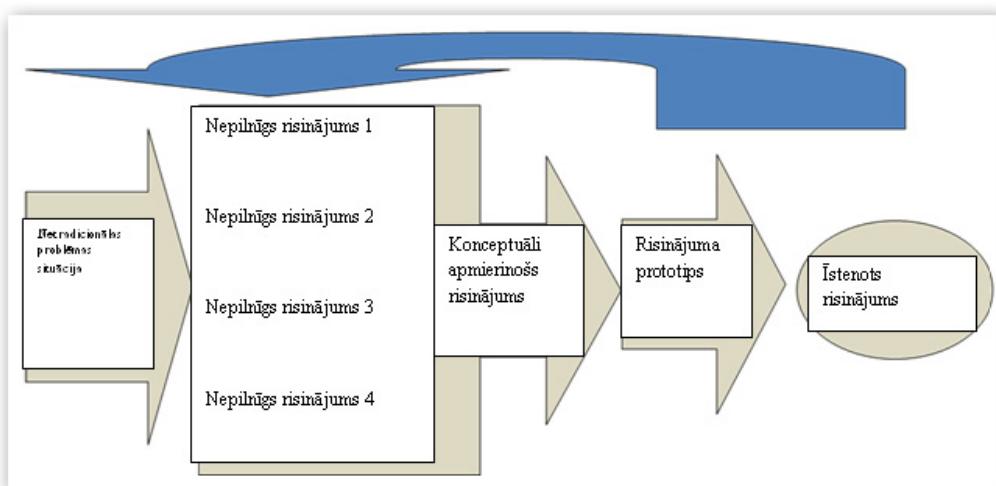
### Teorija:

Pieturas punktu sistēma, kas sastāv no dažādiem risinājumu virzieniem, tikusi izstrādāta izglītojošos nolūkos, tomēr tā lieliski palīdz izvairīties no pārpratumiem problēmas risinātāju komandā, kā arī starp OTSM-TRIZ pasniedzēju un cilvēku, kura problēmas risināšanā metode tiek pielietota. Šeit saskaramies ar vienu no izeīmēm problēmas situācijas risināšanas analīzē – risinājums tiek izstrādāts šeit un tagad, vadoties pēc konkrētiem apstākļiem.

Turpmāk uzskaitītas pēc autoru domām būtiskākās risinājumu virzienu prasības, risinot problēmas saskaņā ar OTSM-TRIZ teoriju. Risinājuma virzienam jābūt vadāmam, balstoties uz raksturlīknēm, kas iegūtas analīzes laikā, kā arī risinājums tiek sintezēts, pamatojoties uz Klasiskās TRIZ modeļiem, ko izstrādājis Altshuller [G.ALTSHULLER: Process of Solving an Inventive Problem: Fundamental Stages and Mechanisms. April 6, 1975. (<http://www.trizminsk.org/c/126002.htm>)].

Risinājumu virziens nedrīkst būt atkarīgs no problēmu analīzes un risināšanas plaši izmantotajiem instrumentiem, lai nodrošinātu elastīgumu dažādu instrumentu pielietošanā problēmu risināšanā. Risinājumu virziens nedrīkst būt atkarīgs no tām zināšanu sfērām, no kurām nāk problēma, lai tas būtu universāls un neatkarīgs no subjekta. Risinājumu virzienam jābūt vienkāršam un pat bez īpašām priekšzināšanām problēmu risināšanas tehnoloģijās saprotamam, lai to varētu lietot pat šauru nozaru ekspertu grupas un sazināties konceptuāli vienā valodā.

### Modelis



Attēls: 1 OTSM-TRIZ Risinājumu shēma/līnija.

## Teorija:

OTSM-TRIZ problēmu risināšanas procesa laikā izmantojam tradicionālos risinājumus konkrētajā zināšanu sfērā vai arī tradicionālos risinājumus un tehnikas no TRIZ, lai iegūtu Nepilnīgus konceptuālus risinājumus vai Nepilnīgus risinājumus (Skatiet Nepilnīgi konceptuālie risinājumi). Katrs no šiem risinājumiem var būt hipotētiska sistēma. Šīs sistēmas (NR) var saplūst saskaņā ar TRIZ likumiem par sistēmu saplūšanu un jaunu nepilnīgu risinājumu rašanos. Tiklīdz iegūts apmierinošs risinājums (Skatiet Apmierinošs risinājums), varam pārslēgties no konceptuālo risinājumu fāzes uz ieviešanas fāzi un izstrādāt prototipu, lai vēlāk ieviestu risinājumu (Skatiet Risinājuma prototips un Ieviests risinājums).

Apmierinoša konceptuālā risinājuma ieviešanas laikā (Prototipa un Ieviesta risinājuma fāzes) var parādīties jaunas problēmas. Lai korigētu apmierinošos konceptuālos risinājumus saskaņā ar jaunajām problēmām, kas rodas procesa gaitā, var atkārtoti izmantot OTSM-TRIZ problēmu risināšanas procesu. Šādi atkārtojumi jāveic, kamēr ir sasniegts apmierinošs konceptuāls risinājums, kas var tikt ieviests nepieciešamajā kvalitātē.

Vairums speciālistu, kas saskaras ar problemātiskām situācijām, ir cieši pārliecināti: jo vairāk risinājumu konceptu (ideju) problēmu analīzes laikā rodas, jo labāk īstenotajam projektam. Tanī pat laikā specifiskos apstākļos tiek izmantots tikai viens risinājums. Šo risinājumu, kas ietver „šeit un tagad” konceptu – neatkarīgi, vai tas ir specifisks materiāls objekts; cilvēku veiktas darbības, metodes vai teorijas praktiskajā pielietojumā – uzskatām par galveno noslēguma mērķi problēmu risināšanas procesā un nodēvējam par Ieviestu risinājumu. Citiem vārdiem – neskaitāmu konceptuālu risinājumu radīšana tiek uzskatīta par veltīgu laika un pūlu patēriņu, no kā nepieciešams izvairīties, lai paaugstinātu inovācijas procesa efektivitāti.

No malas vienkārša un acīmredzama ideja bieži vien tiek uzskatīta par jaunumu pat profesionālo problēmu risinātāju vidē. Tanī pat laikā tie, kas regulāri saistīti ar problēmu analīzi un problēmu risināšanu, zina, ka analīzes laikā bieži vien nonākam pie dažādām risinājumu idejām. Šīs idejas bieži vien ir neskaidras un tās neveido specifiskas zināšanas. Ľoti bieži šīm idejām piemīt daudz trūkumu, ko papildina arī pozitīvie aspekti problēmas risināšanas kontekstā. Šādas idejas, aprakstītas to pozitīvo un negatīvo īpašību formā, OTSM-TRIZ ietvaros, tiek dēvētas par Nepilnīgiem konceptuāliem risinājumiem vai Nepilnīgiem risinājumiem (NR).

Tomēr, strādājot ar problēmu, Nepilnīgie risinājumi pakāpeniski iegūst konkrētākus apveidus un savstarpēji apvienojas, veidojot konkrētākas aprises nākamajiem īstenotajiem risinājumiem. Šī veida risinājumu, kas veido Nepilnīgi konceptuālo risinājumu sistēmu, sauc par Apvienoto konceptuālo risinājumu (AKR).

Atšķirības starp Apvienoto konceptuālo risinājumu un Nepilnīgo konceptuālo risinājumu (NKR) ir šādas:

- Apvienotie konceptuālie risinājumi ir konkrētāki un tuvāki realitātei, pretēji Nepilnīgiem konceptuāliem risinājumiem, kas ir drīzāk kā pasaku fragmenti, nevis risinājumi, kas pielietojami reālajā dzīvē.
- Apvienotie konceptuālie risinājumi ir veidoti tā, ka tajos apvienotas un pavairotas pozitīvās īpašības no citiem NKR, veidojot sinergijas efektu, kamēr negatīvās īpašības samazinātas vai likvidētas.
- Apvienotie konceptuālie risinājumi tiek vērtēti ne vien pēc to pozitīvajām īpašībām, bet arī pēc to trūkumiem, ko tie saglabājuši, un negatīvajiem efektiem, kas varētu parādīties, kad risinājumi īstenoti. Lai atklātu šos negatīvos, nevēlamos efektus, katram AKR tiek veikti prāta eksperimenti un pilna apjoma simulācijas.
- Apvienotie konceptuālie risinājumi ietver NKR kā sastāvdaļas, vēl vairāk – vieni NKR var būt citu NKR elementi.

AKR savstarpējās integrācijas un integrācijas ar NKR rezultātā, rodas apvienotie konceptuālie risinājumi kam, iespējams, piemīt nevēlamas īpašības, bet kopumā to negatīvo, nevēlamo īpašību līmenis ir ievērojami zemāks par pozitīvo īpašību līmeni. Šādi risinājumi šķiet gana pieņemami tālākai pielietošanai, tos sauc par Apmierinošiem konceptuāliem risinājumiem.

Apmierinošo konceptuālo risinājumu atšķirīgās īpašības salīdzinājumā ar Apvienotajiem konceptuālajiem risinājumiem ir:

- Pirmkārt, to vēlamais integrālis – pozitīvās īpašības tiešām ievērojami pārsniedz negatīvo, nevēlamo īpašību līmeni, kas ir tik niecīgs, ka noteiktā situācijā pie noteiktiem apstākļiem ar to iespējams samierināties.
- Kamēr pastāv visai daudz Nepilnīgo risinājumu un Apvienoto konceptuālo risinājumu, Apmierinošie konceptuālie risinājumi reti kad pārsniedz 5 vai 6 (ieskaitot variācijas to skaits var sasniegt 10 - 20).
- Apmierinošo konceptuālo risinājumu apraksts ir specifiskāks nekā Nepilnīgajiem risinājumiem (NR) un Apvienotajiem konceptuālajiem risinājumiem (AKR). Apraksts ir tik konkrēts, ka to iespējams pārvietot uz nākamo fāzi – materiālu un sastāvdaļu izvēli, lai uzsāktu prototipa izstrādi.

Visi līdz šim aprakstītie procesi norisinās problēmu risinātāju prātos. Radušās idejas tiek pārbaudītas ar prāta eksperimentu, izpētes, uzmetumu un datora simulāciju palīdzību. Dažkārt atsevišķu NKR un AKR pārbaudei pirms, izvēlēties tos prototipa izstrādei vai noraidīt, to pārstāvēto ideju efektivitātes pārbaudei tiek veikti pilna apjoma eksperimenti. Izvēlētie AKR tiek iestrādāti prototipā un eksperimentāli pārbaudīti, pozitīvā gadījumā apzīmējot ar „Risinājuma prototips”.

Pēc pārejas uz Risinājuma prototipa fāzi, situācija mainās pašos pamatos. Līdz šim pamatā strādājām ar prāta simulācijām un prāta eksperimentiem. Tagad svarīgākais ir pilna apjoma eksperiments ar fiziski eksistējošiem modeļiem. Šajā fāzē sākas pāreja uz idejas realizēšanu un tās iemiesošanu konkrētās formās – mehānismi, inženiersistēmu konstrukcijas, organizācija, cilvēku grupas, pasākumu organizēšana, likumu formalitāšu nodrošināšana utt. – ar šīm problēmām saskaramies no biznesa puses.

Ieviešanas fāzes realizācijā pārsvarā strādājam ar ideju materiālajiem aspektiem, tomēr saskaramies arī ar problēmām, kuru atrisināšanai nepieciešami prāta eksperimenti, analīze un papildu konceptuālo risinājumu radīšana. Citiem vārdiem – nepieciešams tas pats mehānisms problēmas risināšanai, kas palīdzēja iegūt konceptuālos risinājumus, kas derēja prototipēšanai.

Pēc tam, kad veikti testi, problēmas atrisinātas un pieņemts lēmums pārcelt prototipu uz ieviešanas fāzi, jau atkal sastopamies ar nepieciešamību atrisināt kādu problēmu. Arī šajā situācijā varam izmantot Konceptuālā risinājuma mehānismu, ko izmatojām risinājumu rašanai pienācīgam prototipēšanas procesam. Iespējams būs nepieciešama papildu konceptuālo ideju prototipēšana.

Tādējādi varam aprakstīt procesu, kura laikā no konkrētas problēmu situācijas nonākam līdz risinājumam, kas tiek ieviests praksē. Process ietver trīs fāzes:

1. Problemu situācijas simulešana prātā, lai iegūtu Konceptuālu risinājumu.
2. Pilna apjoma simulācija eksperimentālā Konceptuālo risinājumu pārbaudē, ko ieguvām prāta simulācijas rezultātā, lai iegūtu pārbaudītu Konceptuālā risinājuma materiālu prototipu.
3. Pabeigta prototipa ieviešana un pielietošana praktiskajā situācijā, kam tas paredzēts.

Šī ir tikai viena no OTSM-TRIZ pamata shēmām, kas piedāvā dažādas pieejas procesam, kura laikā sākotnējais problēmas situācijas apraksts tiek novests līdz

Konkrēta ieviesta risinājuma izveidei (materiāla vai nemateriāla), vai arī darbības saskaņā ar noteiku plānu šī mērķa īstenošanai.

Šo shēmu sauc par Risinājuma virzienu:

- Pamata problēmas situācijas apraksts – bez pieņemama rezultāta.
- Konceptuāls risinājums (Nepilnīgais, Apvienotais un Konceptuālais risinājums) – prototipa izstrādei un ieviešanai pieņemamā risinājuma apraksts.
- Risinājuma prototips – pārbaudīts prototips, kas derīgs ieviešanai.
- Ieviests risinājums – vēlamais rezultāts ir sasniegts un pieņemts.

Pamata problēmas situācijas apraksts parasti ir neskaidrs. Ne vienmēr ir saprotams, kādi ir mērķi un kā tie sasniedzami. Ir pieejams trūkumu apraksts – kāda procesa nevēlamie efekti, ko nepieciešams mainīt vai izslēgt.

Ieviestais risinājums ir specifisks produkts, kas izslēdz pamata problēmas situāciju. Problēma var būt dažādu veidu:

- Materiāla – piemēram, dažādas elektroniskās iekārtas, mehāniskās iekārtas vai pat ēkas;
- Nemateriāla – piemēram, teorijas vai metodes, vai skaņītāja emocijas, aplūkojot kādu mākslas darbu;
- Darbības, kas jau veikta saskaņā ar noteiktu plānu kādu citu mērķu vai darbību sasniegšanai, kas palīdz realizēt šo mērķi, sasniegšanai.
- Visu iepriekš minēto priekšmetu kombinācija.

OTSM-TRIZ pieejas mērķis ir radīt pāreju no Pamata problēmas situācijas apraksta pie Konceptuāla risinājuma. Tanī pat laikā ir problēmas, kas pietiekami bieži parādās gan pārejot uz Risinājuma prototipa fāzi, gan pārejot uz Risinājuma ieviešanas fāzi – OTSM-TRIZ pieeja pielāgojama visās problēmu risināšanas fāzēs. Sākat no Pamata radošu problēmu situācijām līdz pat Risinājumu ieviešanai. Tāpat kā matemātika tiek izmantota dažādu priekšstātu novērtēšanai un izteikšanai skaitļos, arī prototipa izveidei un risinājuma ieviešanai praksē nepieciešami aprēķini. Tāpat kā matemātikā OTSM-TRIZ pieeja var tikt izmantota visa veidu specifisku problēmu risināšanā, kas radušās nevēlamu parādību vai neapmierinošu situāciju rezultātā, ar mērķi iegūt konceptuālās idejas kā parādību var mazināt vai izslēgt un izmainīt nevēlamo situāciju.

Galveno risinājumu tipu klasifikācija pēc OTSM-TRIZ problēmu situācijas analīzes:

1. **Pamata problēmu situācijas apraksts** – kādas nevēlamas parādības apraksts bez pieņemama risinājuma, kā to izslēgt.
2. **Konceptuāls risinājums** – risinājuma, kas pieņemams prototipa izstrādei un ieviešanai, apraksts.

- 2.1. **Nepilnīgi konceptuāli risinājumi** – rodas problēmu risināšanas analīzes fāzes rezultātā.
- 2.2. **Apvienoti konceptuāli risinājumi** – rodas problēmu risināšanas analīzes sintēzes fāzes rezultātā.
- 2.3. **Apmierinoši konceptuāli risinājumi** vai vienkārši **Konceptuāli risinājumi** – tie ir Apvienoti risinājumi, kas izgājuši prāta eksperimentu pārbaudi vai datora simulāciju un tikuši pieņemti prototipēšanai vai ieviešanai.

3 **Risinājuma prototips** – pārbaudīts prototips, kas gatavs ieviešanai.

4 **Ieviests risinājums** – problēmas risinājuma rezultāts, kas apstiprināts un ieviests praksē.

### 1.3.3 Modeļi radošo problēmu situāciju elementu atspoguļošanai

#### 1.3.3.1 EPV Modelis

##### Teorija:

UZ OTSM teorijas balstītais EPV modelis ir viens no diviem svarīgākajiem modeļiem gan teorijas, gan tās instrumentu izpratnei efektīvai problēmu risināšanai: klasiskais TRIZ un OTSM.

Kas tad ir EPV modelis? Kāpēc tas tika radīts un kā šis teorētiskais modelis var tikt pielietots praktiskām vajadzībām ikdienas dzīvē?

##### Definīcija:

EPV nozīmē: elements – pazīme – pazīmes vērtība (izteiksme).



##### Teorija:

EPV modelis paredzēts analizējamās problēmu situācijas elementu apraksta formulēšanai. Šī ir viena no klasiskā TRIZ sistēmas operatora (Skatiet Sistēmas Operators) funkcijām, tāpat kā Uzlabotais sistēmas operators tie attīstījušies pārejot no klasiskā TRIZ uz OTSM. Klasiskā TRIZ sistēmas operators kļuva par Uzlabotā sistēmas operatora (USO) komponenti un USO, savukārt, tika iekļauts OTSM EPV modelī kā tā sastāvdaļa.

EPV modeļa pielietojums ļauj vienkāršoti saprast klasiskā TRIZ daudzas niances un kā darbojas tā praktiskie instrumenti. Turklat – tie padara izglītības procesu logiskāku un caurredzamu. Visas klasifikācijas, kas izmantotas OTSM-TRIZ problēmu risināšanas procesa kontekstā, balstītas uz EPV modeļa, tāpat kā visi klasiskā TRIZ instrumenti un tostarp arī OTSM. Tas ir noderīgi arī situācijās, kad rodas nepieciešamība kādu konkrētu klasiskā TRIZ instrumentu apvienot ar kādu no citiem intelektuālā darba instrumentiem, piemēram, programmatūrām Six Sigma, Taguchi metode, QFD un citiem instrumentiem projektu vadībā un stratēģiskajā plānošanā, zināšanu vadībā, dažādās programmatūrās zināšanu apstrādei, Neirolingvistiskajā programmēšanā (NLP) un daudzās citās tehnikās. Šis ir vēl viens iemesls, kāpēc šis modelis parādās OTSM-TRIZ: vienkāršotā OTSM-TRIZ instrumentu apvienošana ar visdažādākajiem cilvēces intelektuālā darba instrumentiem.

Ir trīs galvenās OTSM EPV modeļa funkcijas:

- Noformēt elementu aprakstus, kas iesaistīti radoši problemātiskā situācijā;
- Vienkāršot izglītības procesu, padarot caurskatāmas saites starp teorētiskajiem modeļiem un OTSM-TRIZ praktiskajiem instrumentiem;
- Vienkāršot klasiskā TRIZ un tā instrumentu apvienošanu ar citiem papildinošajiem instrumentiem, kas radīti, lai atbalstītu cilvēka vai iekārtas intelektuālās aktivitātes.

EPV modeļa 3 galvenās sastāvdaļas:

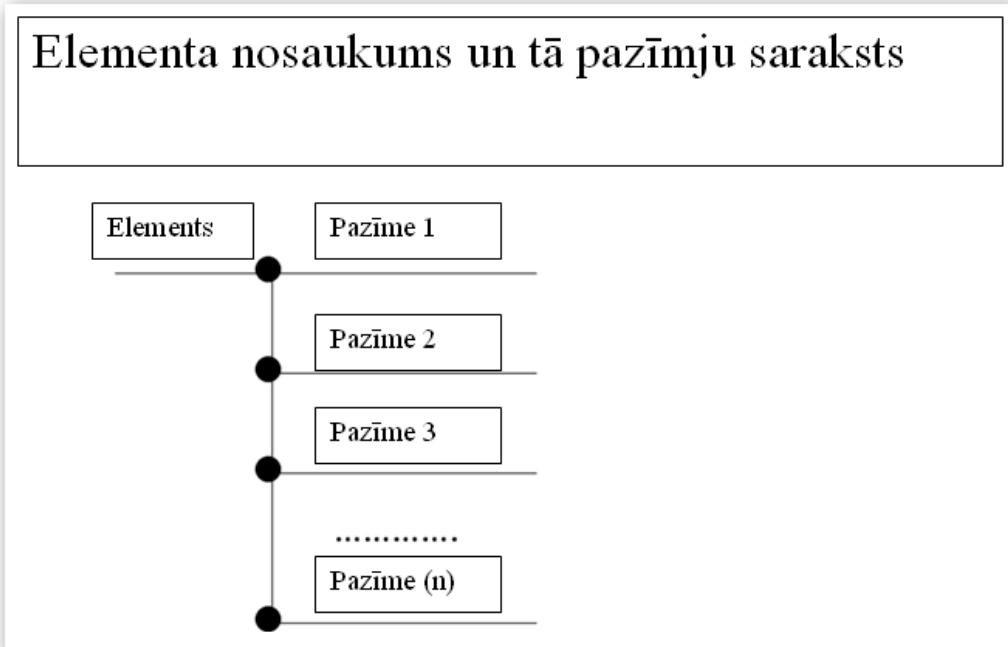
- Elements
- Pazīme
- Pazīmes vērtība

##### Piemērs:

Ikdienā izmantojam vienkāršotu EPV modeļa versiju (Attēls 2: Modelis „Elements – Pazīme”). Aprakstot ābolu kādam, kurš to nekad nav redzējis, vai skaidrojot ārzemniekiem vārda „ābols” skaidrojumu, mēs sakām, ka tas ir auglis; paciets; var būt zalš, dzeltens vai sarkans; parasti salds, bet ne pārāk salds; apaļš vai ovāls; aug kokos utt. Vairumā gadījumu šāds apraksts ir pietiekams un ērts, aprakstot jebkuru objektu, ko varam iedomāties. Šo sauc par Elementa – Vērtības modeli.



### Modelis:



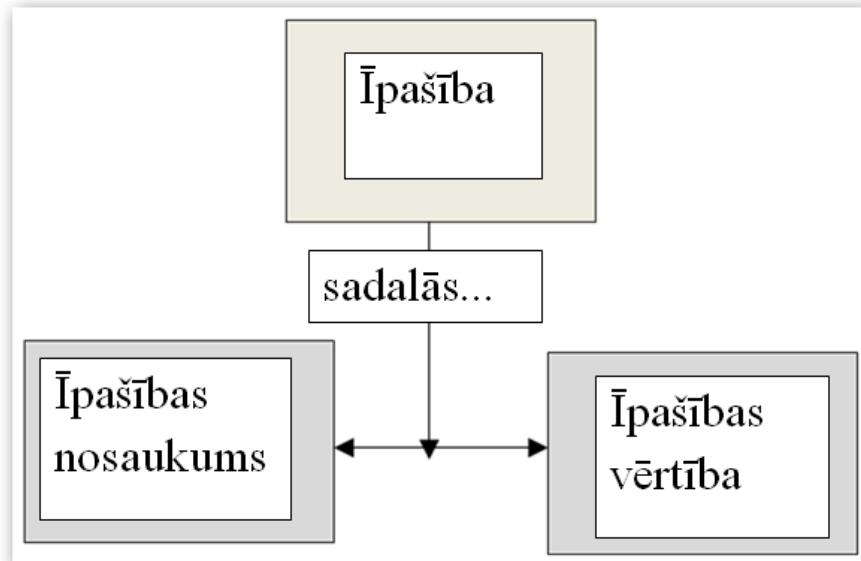
## 2. Attēls: “*Elementa – vērtības modelis*”

## Teorija:

Lai tiktū galā ar iekšējo inertumu un atrisinātu radošas problēmas situāciju efektīvi, ir noderīgāk izmantot detalizētu modeli, kura īpašības ir sadalītas Elementa pazīmēs un Pazīmes vērtībās.

Atcerieties, ka OTSM-TRIZ kontekstā ar īpašību saprot parametrus, mainīgos lielumus, raksturiezīmes utt. Citiem vārdiem – visu, ko varam izmantot, lai aprakstītu noteiktu elementu un kas var tikt saprasts kā elementa vārds un tā vērtību (pazīmu izteiksmju) kopums.

## Modelis:



3. Attēls: Īpašība iedalās īpašības nosaukumā un īpašības vērtībā

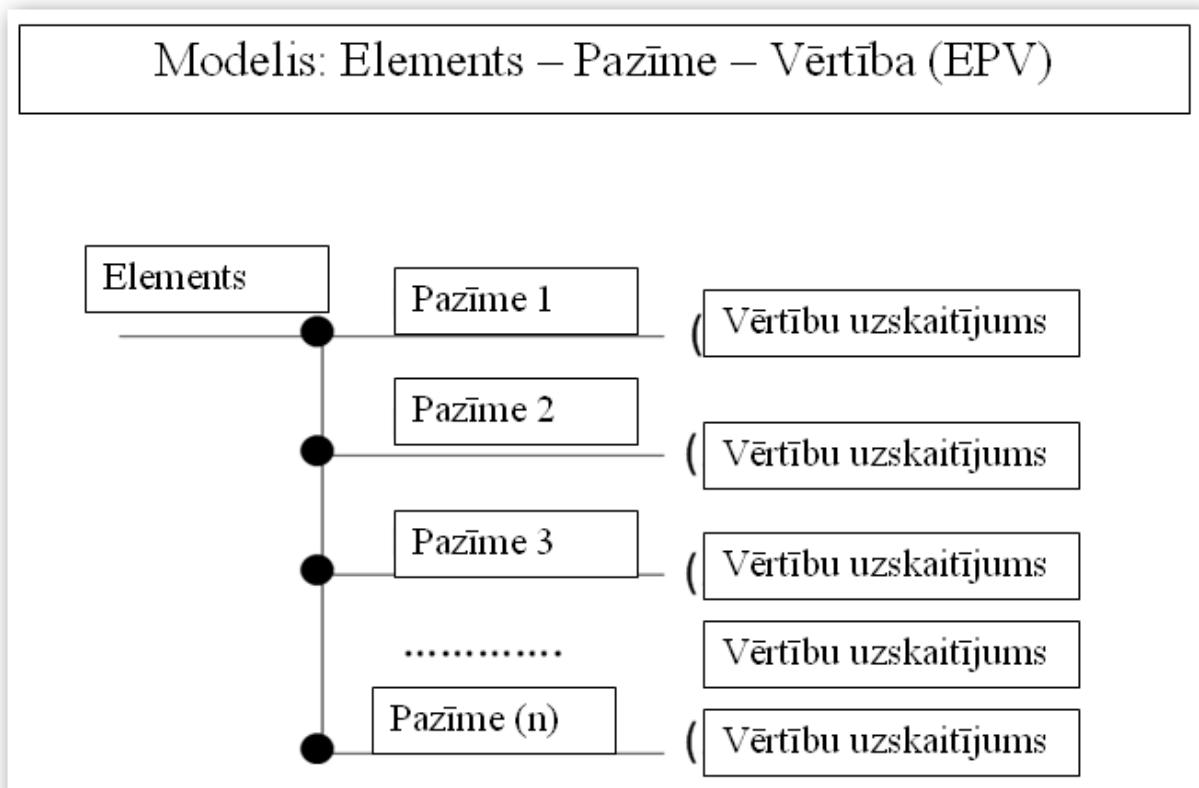
## Piemērs:



Elements: ābols – to var atspoguļot kā būtisku parametru kopumu: auga veids; cietība; krāsa; salduma pakāpe; forma; augšanas veids utt.

Katram no šiem parametriem piemīt noteikta vērtība: auga veids – vērtība: auglis; cietības pakāpe – vērtība: diezgan ciets; krāsai ir vairākas vērtības – zaļa, dzeltena, sarkana, salduma pakāpe – vērtība: salds, bet ne pārāk; formas vērtība – apaļš vai ovāls; augšanas veida vērtība – kokā.

## Modelis: Elements – Pazīme – Vērtība (EPV)



4. attēls: Pamata modelis: "Elements-pazīme-vērtība" (EPV)

## Teorija:

Lai nezaudētu nozīmi, katram no parametriem, ko izmantojam, lai aprakstītu konkrētu objektu, piemīt arī citas iespējamās vērtības saistībā ar citiem elementiem, kas pieejami. Citiem vārdiem – kad sakām, ka pazīme „krāsa” ābolam nozīmē vērtības „sarkana, dzeltena, zaļa”, nodrošinām noderīgu informāciju, gadījumā, ja citam līdzīgam objektam pieejamas arī citas krāsas, piemēram (violeta, oranža, zila utt.). EPV modelis jāatspoguļo kā daudzdimensiju parametru telpa. Šāda EPV modeļa uztvere ļauj ieraudzīt daudzas modeļa priekšrocības, kas ļauj palielināt formalizēšanas līmeni strādājot starpdisciplināru problēmu risināšanā.

Klasiskās TRIZ pretrunu koncepts parāda, tieši kuriem parametriem vai elementiem jāmaina to vērtības, savukārt apvienošanas likumi, ko iepazinām klasiskajā TRIZ pēc Igora Vjortkina [Игорь Веркин. Механизмы свертывания технических систем.] var palīdzēt pārcelt tās pazīmes uz citiem sistēmas elementiem un palielināt dotās sistēmas pilnību.

Izmantojot EPV modeli, mācot klasisko TRIZ, lai aprakstītu dažādus elementus, palīdz skaidrojumu precizitātē – tā palīdz izprast, kas elementiem kopīgs un kā atšķirt elementus citu no cita.

Visbeidzot, priekšstats par Elementu, tāpat kā pazīmi vai vērtību nav kaut kas absolūts, bet gan relatīvs. Atsevišķos gadījumos, „sarkans” var tikt uztverts kā elements, kuram jāuzlabo

pazīme: izvietojums uz krāsotas virsmas (iespējamās vērtības: viendabīgs; punktots; līnijveidā, apļos) vai arī sarkanās krāsas piesātinājums (iespējamās vērtības: augsts piesātinājums; vidējs piesātinājums; zems piesātinājums; piesātinājums saulrieta debesu tonī vai piesātinājums tumši sārtu rožu tonī utt.). Šis relatīvisms balstīts klasiskā TRIZ Specifisko situāciju aksiomā, un padara šo teorētisko aksiomu par praktisku instrumentu cīņā ar prāta inertumu un attīstot apmierinošus konceptuālos risinājumus.

Klasiskajā TRIZ vienkāršotais EPV modelis, kas aprakstīts iepriekš, tam ir lieliski piemērots. Tomēr progresīviem pielietojumiem un sarežģītām problēmām nepieciešama nemainīgi precīza EPV modeļa struktūra.

### 1.3.3.2 Elements

(Skatiet arī EPV modelis)

#### Definīcija:

OTSM-TRIZ kontekstā par Elementu var uzskatīt jebko, kas ienāk prātā. Nav būtiski, vai tā ir materiāla vai nemateriāla lieta, vai tai iespējams pieskarties tieši vai netieši, vai pat tā ir izdomāta un to var atrast tikai pasakās.



#### Piemērs:

Reālās pasaules elementu piemēri: koki, zāle, cilvēce, dzīvnieki, tehniskās sistēmas.



Modeļu piemēri, kas tikuši pielietoti vai joprojām tiek pielietoti, lai aprakstītu pasauli: flogistona teorija (teorija par izdomātu piekto elementu senajā Grieķijā, kas skaidroja oksidācijas un rūsas veidošanās procesus 18. gadsimtā), relativitātes teorija, dabas likumi, matemātika utt.

### 1.3.3.3 Pazīmes (mainīgās vērtības, sinonīmi: parametri, īpašības, raksturiezīmes utt.)

(Skatiet arī EPV modelis)

#### Definīcija:

OTSM-TRIZ pazīme vai parametrs allaž piemīt kādam elementam un tai ir vismaz divas vērtības.



#### Piemērs:

Elements: krāsa



Pazīme: piesātinājums

Pazīmei var piemīt dažadas vērtības: saulrieta sārts, rožu tumšsārts, tomātu sarkans, flamingo sarkanīgs.

Elements: apgalvojums

Pazīme: patiess

Pazīme var atbilst divām vērtībām: patiess un nepatiess;

Tanī pat laikā patiesība kā Elements var tikt raksturota pēc dažādām pazīmēm. Piemēram, pazīmes patiesuma pakāpe: pavisam patiess, daļēji patiess, absolūti patiess. Pazīmes darbība laikā, kad kaut kas var būt patiess vai nepatiess: flogistona eksistence tika uzskatīta par patiesību, kamēr netika formulēti termodinamikas teorijas likumi, mūsdienās flogistons netiek uzskatīts par patiesību.

### 1.3.3.4 Vērtība

(Skatiet arī EPV modelis)

#### Teorija:

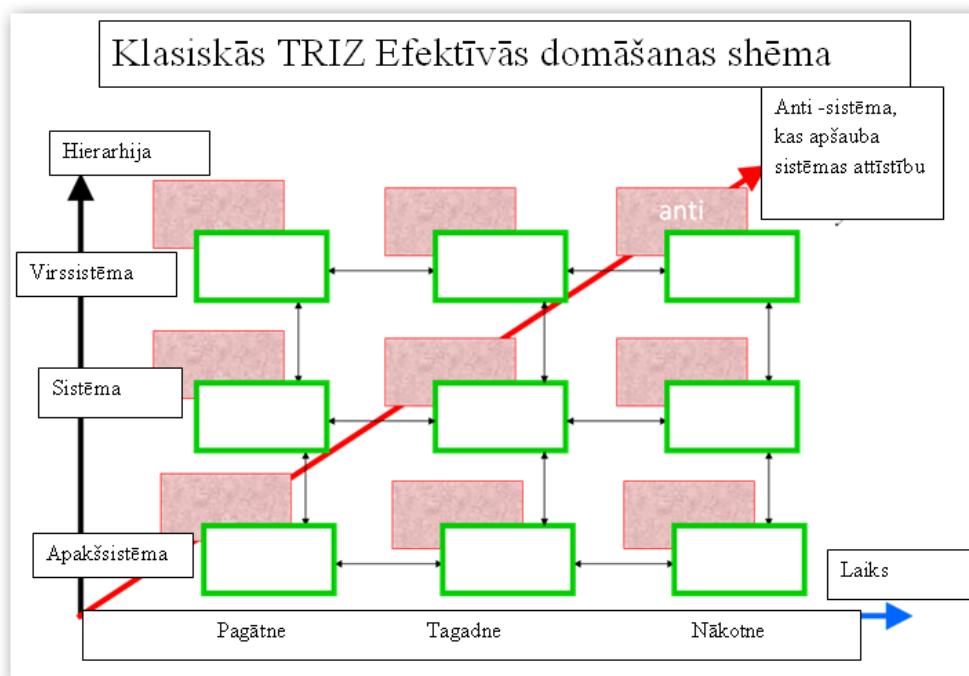
Katrai pazīmei (mainīgais lielums), kas piemīt noteiktam elementam, var būt ierobežots apjoms vērtību starp iespējamajām vērtībām, kas var tikt asociētas ar šo pazīmi (sākot ar divām dažādām pazīmēm līdz pat bezgalīgam daudzumam vērtību).

### 1.3.3.5 Sistēmas operatora (Daudzplakņu efektīvās domāšanas shēma)

#### Teorija:

Sistēmas operatora (SO) vai Daudzplakņu efektīvās domāšanas shēma, kā to nosaucis Henrihs Altšullers, atspoguļo efektīvo domāšanu problēmu risināšanas procesa ietvaros. (Attēls 5: Sistēmas operatora vai Klasiskā TRIZ daudzplakņu efektīvās domāšanas shēma). Apgūt šo modeli un, attīstot atbilstošas prasmes, pielietot to praksē, ir Altšullera izglītības programmas galvenais mērķis. Šim nolūkam tika radīts ARIZ. Altšullers bieži atzīmējis, ka ARIZ ir daudzplakņu efektīvās domāšanas metode līnijveida problēmu situācijas analīzes formātā. Tas nozīmē, ka maksimālais ARIZ apmācības mērķis ir iemācīties efektīvāko veidu pielietot Sistēmas operatora metodi problēmu risināšanā.

#### Modelis:



5. Attēls: Sistēmas Operatora jeb klasiskās TRIZ daudzplakņu efektīvās domāšanas shēma.

#### Teorija:

Sistēmas operatora shēmu var apskatīt trīs dimensiju plaknē:

- Sistēmas hierarhijas līmeņu sistēma: lai kuru elementu (Sistēmu) iedomājamies, vienmēr ir iespējams atšķirt tā satāvdaļas (apakšsistēmas) – tāpat kā vide, arī elements pieder pie virssistēmas.
- Laika dimensija: lai par kādu laika intervālu būtu runa, noteiktas analīzes ietvaros (tagadnē), tā jāuztver kā notikumu gaita hronoloģiskā secībā – ar pagātni un nākotni.
- Antsistēmu dimensija: Lai kura elementa pazīme tiek apskatīta, šajā dimensijā ieteicams tās vērtības aplūkot kā šīs pazīmes pretējas vērtības (antipazīme); līdzīgi kā pretēja stāvokļa kopums raksturo antisistēmu.

Praktisku apsvērumu dēļ ir lietderīgi katru no šīm dimensijām uztvert kā vairāku dimensiju kopumu. Piemēram, praktiskajā pielietojumā bieži vien saskaramies ar situāciju, kad viens elements ir piederīgs vairāku sistēmu hierarhijām: gaisa spilvens automašīnas priekšējā panelī, durvīs vai stūres ratā pieder pie auto drošības sistēmas.

Vēl kāds piemērs: atkarībā no situācijas, iespējams apskatīt laika dimensiju kā vēsturisku laika posmu (ja pētām noteiktu sistēmu attīstību), vai kā notikuma laika posmu (kamēr analizējām notikumu ļēdi, pat ar tās cēloņu-seku attiecībām), kā sistēmas elementa dzīves ciklu, vai arī ātruma un paātrinājuma kontekstā, ja šie mainīgie ir nozīmīgi konkrētajā situācijā. Sistēmas operatora metode (daudzplakņu analīze) problēmu risināšanas procesā var tikt izmantota kā instruments ar dažādām iespējām. Piemēram, problēmu risināšanas sākumstadijās, kamēr tiek identificētas apkārtceļu problēmas, kuru risinājumi ļauj sasniegt tos pašus mērķus, daudzplakņu skatījums ļauj pārorientēties no cēloņu novēršanas uz efektu kompensēšanu vai mīkstināšanu, tāpat kā līdzekļi, lai izmainītu risinājumu mērogu, lai izvairītos no psiholoģiskā inertuma. Turklat, meklējot resursus problēmas risināšanai, sistēmas operatora analīze ļauj koncentrēties uz katu sistēmas nozīmīgo aspektu un tās vidi, analizējot jebkuru laika posmu jebkurā līmenī ar sistemātisku pieeju.

Pielietojot ARIZ, iespējams izprast, kura laika dimensija no klasiskās TRIZ daudzplakņu shēmas, kas pieder pie Efektīvās domāšanas metodēm, ir vispiemērotākā.

Izmantojot Sistēmas operatoru tiešā veidā, piemēram, resursu analīzei solī 2.3 ARIZ-85-C vai arī konkrētās radošās situācijas izpratnei, nepieciešams atšķirt, kura ir Elementa sistēmas operatora (SO) analīze, un kura ir sistēmas SO analīze. Kāda ir atšķirība? Lai pielietotu Sistēmas operatoru sistēmas kontekstā, precīzi jāformulē analizējamās sistēmas Funkcija. Kad Funkcija ir identificēta, automātiski atrodam arī sistēmas Produktu. Balstoties uz informācijas, kas pieejama par Produktu un Funkciju, varam noteikt tehniskās sistēmas apakšsistēmas: Rīku, Transmisiju, Dzinēju un Vadības vienību. Klasiskās TRIZ attīstības posmā, Altšullers nonāca pie secinājuma, ka klasiskais Sistēmas operators jāpapildina ar jaunām dimensijām. Tomēr viņš nerada grafisku iespēju demonstrēt vairākas Sistēmas operatora dimensijas.

### 1.3.3.6 OTSM-TRIZ Modeļi problēmu risināšanas procesā

#### Ievads:

OTSM-TRIZ problēmu risināšanas pieeju pārstāv liels skaits modeļu, kas precīzē tā struktūru un īpatnības. Līdz ar EPV modeli, tam sekojošie modeļi veido teorijas kodolu, kura pamatā atrodas visi klasiskās TRIZ un arī OTSM-TRIZ instrumenti.

Viena no pirmajām idejām problēmu risināšanas procesā bija mainīt joprojām populāro stereotipu, un to ietver arī visas radošo problēmu risināšanas metodes: nepieciešams izstrādāt pēc iespējas vairāk netradicionālu ideju un izvēlēties tās, kuras risina konkrēto problēmu. Līdz pat šim brīdim šis stereotips (paradigma), ir bijis noteicošais problēmu risināšanā. H.Altšullers formulēja un pastiprināja pretrunu, ko rada šī paradigma: jo vairāk risinājumu mēs izstrādājam, jo vairāk laika iztērēsim to izvērtēšanai un specifiskās radošās problēmas risinājuma piemērošanai. No šīs pretrunas arī rodas klasiskās TRIZ maksimālais mērķis: radīt problēmu risināšanas metodi, kas izstrādās tikai vienu risinājumu, kas nepieciešams tieši šīs konkrētās problēmas vai situācijas risināšanai.

Jāpiemin, ka visi modeļi, kas aprakstīti lejāk, veltīti precīzāku instrumentu izstrādei, balstoties uz šiem modeļiem. Tomēr šie modeļi var tikt izmantoti kā instrumenti praktiskām vajadzībām.

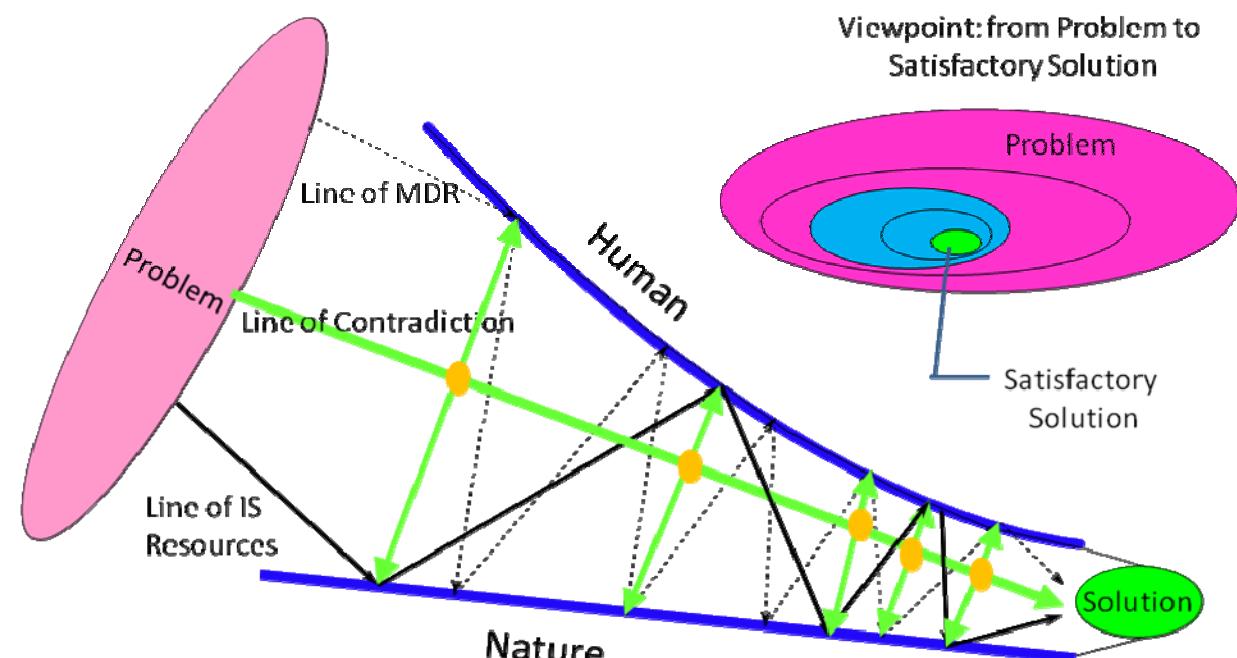
## 1.3.3.7 „Piltuves” modelis – TRIZ balstītais problēmu risināšanas procesa modelis

### Teorija:

Līdz ar maksimālo mērķi radīt metodi, kas spējīga procesa rezultātā radīt vienu piemērotāko risinājumu, rodas pirmā pamata ideja par problēmu risināšanas procesu: „Piltuves modelis”. Problēmas risinājuma meklējumu procesa sākumā nepieciešams liels ieguldījums, lai novērotu un analizētu konkrēto radošo problēmu un situāciju, savukārt rezultāts, ko sasniedzam procesa beigās – apmierinošs risinājums, ir pavisam neliels. Problemu risināšanas procesam būtu jāatrodas šīs piltuves iekšienē un jāpasargā problēmas risinātājs no nevajadzīgiem mēģinājumiem un kļūdām. Lai arī jāsaka, ka šis modelis vēl nav simtprocentīgi pabeigts, Altšullers un viņa sekotāji uzrādījuši lieliskus rezultātus šajā jomā. Klasiskajā TRIZ un tā pārejā uz OTSM, „Piltuves modelis” parādās kā redzams 6. attēlā: „Piltuves” modelis problēmu risināšanas procesā.

### Modelis:

## “Funnel” Model of a problem solving Process



6. attēls: „Piltuves” modelis problēmu risināšanas procesā

Mūsdienās Piltuves modeļus izmanto galvenokārt izglītības procesā, lai skaidrotu, kā darbojas profesionālo OTSM-TRIZ ekspertu prāts problēmu risināšanas procesa laikā. Var teikt, ka katrā procesa fāzē, tāpat kā katrs no modeļa instrumentiem virza problēmas risinātāju cauri Piltuves tunelim ļoti īpatnā veidā. Apgūstot TRIZ, jāpievērš uzmanība jautājumam: „Kāda veidā pielietotais instruments saskan ar Piltuves modeli?” Kā iespējams sašaurināt (konkretizēt) analīzes lauku, lai izvairītos no nevajadzīgiem mēģinājumiem un kļūdām, bet iegūtu apmierinošu rezultātu, atrodot konkrētās problēmas dziļāko sakni un likvidējot to? Citiem vārdiem problēmu risināšanas procesam jāveidojas līdzīgi kā fotorobotam: katrs solis tiek pabeigts ar piemērotu sistēmas elementu vērtību definēšanu, veidojot radošās problēmas risinājumu, kas nepieciešams. Tas arī nozīmē, ka problēmas risinātājam nepieciešams

izvairīties no risinājumu minēšanas, kamēr process nav pabeigts: visas norādes jāapkopo sistematiski, lai ierobežotu iespējamo risinājumu apjomu.

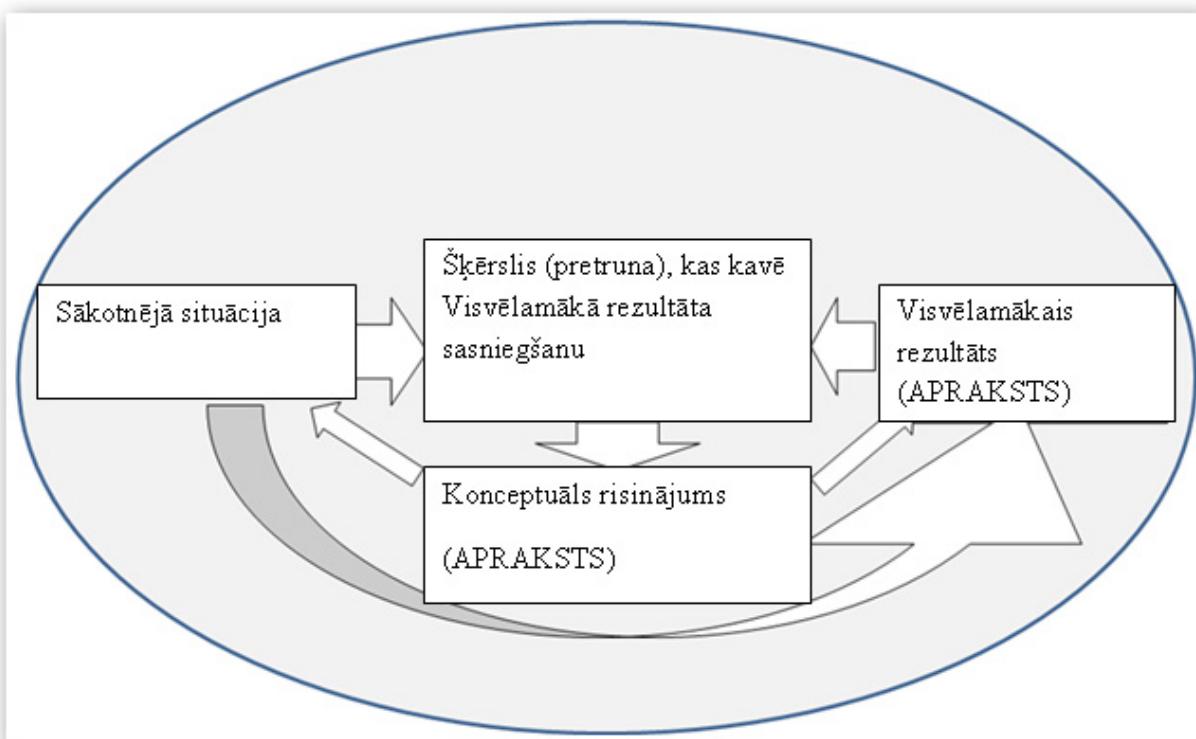
### 1.3.3.8 Modernās OTSM-TRIZ “Knaibļu” modelis

#### Teorija:

Vēsturiski šis ir pirmsais praktiskais problēmu risināšanas procesa modelis, kas izstrādāts un ieviests pirms TRIZ attīstības pirmsākumos (7. attēls: Vienkāršotais „Knaibļu” modelis TRIZ balstītā problēmu risināšanas procesā). Knaibļu modelis iesaka izvairīties no paaudzēm iespējamo risinājumu, sākot analīzi no pašreizējās situācijas. Papildus tam, pirms solis paredz: identificēt un precīzi aprakstīt Visvēlamāko rezultātu (VR), kam seko salīdzinājums starp reālo situāciju pieejamo resursu apstākļos un VR ļauj identificēt šķēršļus, kas traucē sasniegt šo rezultātu. Saskaņā ar TRIZ teoriju, jebkuru šķērsli var aprakstīt un modelēt pēc pretrunu sistēmas. Konceptuāls risinājums tiek izstrādāts kā veids, lai pārvarētu pretrunas, kas radušas konkrētās sistēmas ietvaros.

#### Modelis:

Ovāli uz pretrunu līnijas 6. attēlā – „Piltuves modeli” – pilda „knaibļu” funkciju. Tāpat arī „Kalna” modelī (8. attēls: „Kalna” modelis TRIZ-balstītā problēmu risināšanas procesā) – tajā ovāli redzami kreisajā „kalna” nogazē.



7. attēls: Vienkāršotais „Knaibļu” modelis TRIZ-balstītā problēmu risināšanas procesā

### 1.3.3.9 „Kalna” modelis klasiskajā TRIZ

#### Ievads:

70. gadu vidū H. Altšullers ierosināja jaunu problēmu risināšanas modeli. Šis nākamais modelis veidojies pamatojoties uz secīgām ARIZ modifikācijām līdz ARIZ-85-C. Visbeidzot šis modelis ieguva nosaukumu „Kalna” modelis problēmu risināšanā. Knaibles Kalna modelī redzamas kreisajā nogāzē kā viena no kalna sastāvdaļām.

## Teorija:

Kalna modelis nosaka, ka pirmā daļa no problēmu risināšanas procesa sastāv no problēmas vispārināšanas ar nošķiršanas procesa palīdzību – ar mērķi pārveidot netradicionālu problēmu standarta problēmā. Saskaņā ar TRIZ teoriju ir divi galvenie problēmu modeļu tipi: neapmierinošās mijiedarbības starp diviem sistēmas elementiem problēma (neefektīvā vai t.s. kaitīgā funkcija, ko identificē ar vielas-lauka modeļu palīdzību) vai arī pretruna.

Pēc vispārīga problēmas modeļa izveides, TRIZ instrumenti atklāj risinājumu kandidāt-modeļus, kas tiek pabeigtī un pielāgoti konkrētajai situācijai saskaņā ar pieejamajiem resursiem (kalna labā nogāze).

Kalna modelis ne vien palīdz pielietot Knaibļu modeli vēl efektīvāk, bet tas arī piesaka kādu jauninājumu problēmu risināšanas procesā: pāreju starp dažādiem vispārināšanas līmeņiem. Problemu risināšanas procesa sākumā pārformulējam problēmu vairākas reizes saskaņā ar Knaibļu modeli, tomēr katrā reizē palielinot vispārināšanas līmeni. Šis nošķiršanas process noved pie vēl vispārīgāka problēmas apraksta, un tā rezultātā ir vienkāršāk atrast tiesas sakritības starp problēmām, kas izskatās ļoti līdzīgas.

## Piemērs:



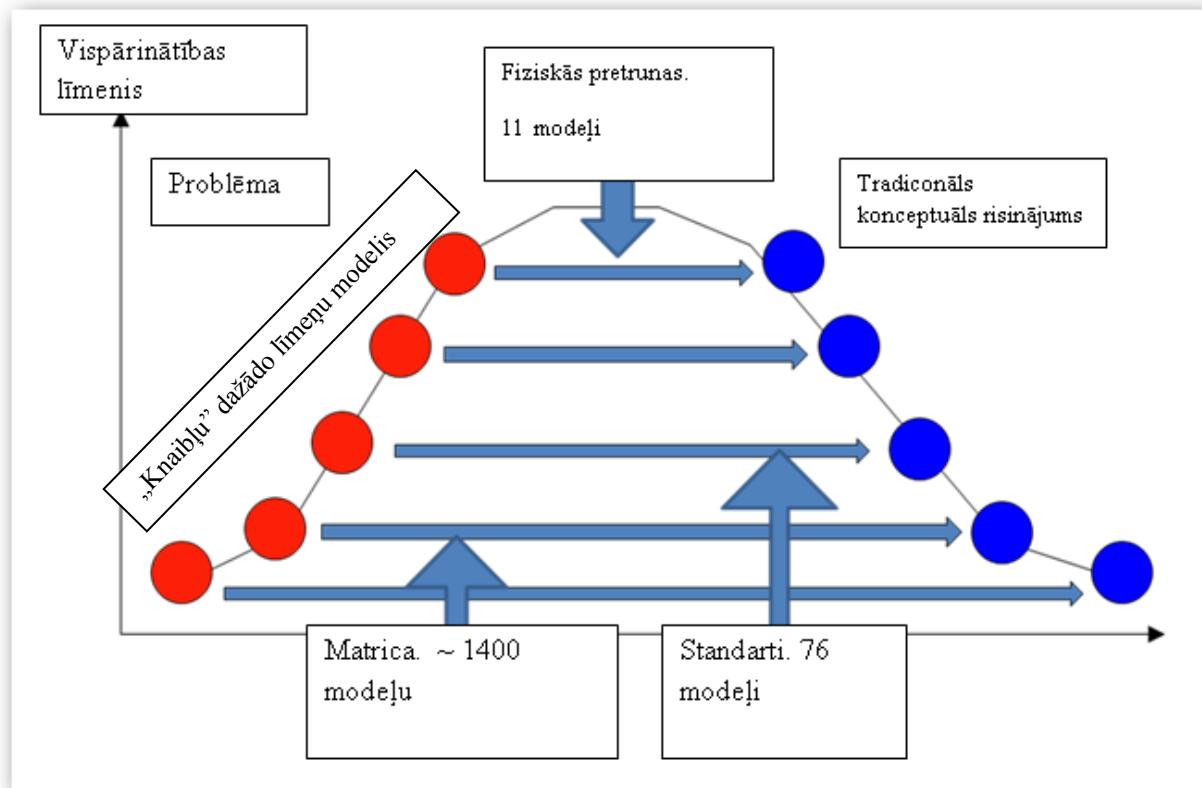
Piemēram, divas populāras problēmas, kas izplatītas modernā TRIZ pasaule, ir: klinšu erozija, ko izraisa ūdens, un problēma, kā nepielaut, ka pērtīki ēd apelsīnus. Sākotnēji šīs situācijas šķiet pilnīgi dažadas, tomēr pēc Kalna modeļa pielietošanas un vispārināšanas, iegūstam to pašu problēmas modeli abām situācijām: divi objekti un to kaitīga mijiedarbība. Altšullera standarta radošo risinājumu sistēma šajā gadījumā izmanto



(de Bentzer Ulbrahe - [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org))

mediatoru, kas šajā situācijā ir vienas vielas uzlabojums vai abu vielu maisījums. Šī bija viena no pamata funkcijām ARIZ uzlabojumos līdz ARIZ 85-C: vispārināt konkrētās situācijas aprakstu un izmantot TRIZ tipiskus risinājumus vai arī jebkurus, kas jums pieejami. Citiem vārdiem – tas nozīmē netradicionālas problēmas pārveidošanu labi zināmā un tradicionālā problēmā. Šis paņēmiens ievērojami palielina klasiskā TRIZ balstīto instrumentu efektivitāti. Tomēr ļoti ātri rodas arvien jaunas problēmas: tādas, kuras nav iespējams pārveidot tradicionālās problēmās. Kāds būtu efektīvs problēmu risināšanas modelis šādām sarežģītām problēmām? Kā atbilde uz šo jautājumu parādījās ARIZ-85-C. Šī ARIZ versija sāk augšupeju klasiskās TRIZ balstīto instrumentu attīstībā un visbeidzot noved pie jauna modeļa problēmu risināšanai, kas parādījās klasiskajai TRIZ pārejot uz OTSM (OTSM Problemu plūsmas modelis).

## Modelis:

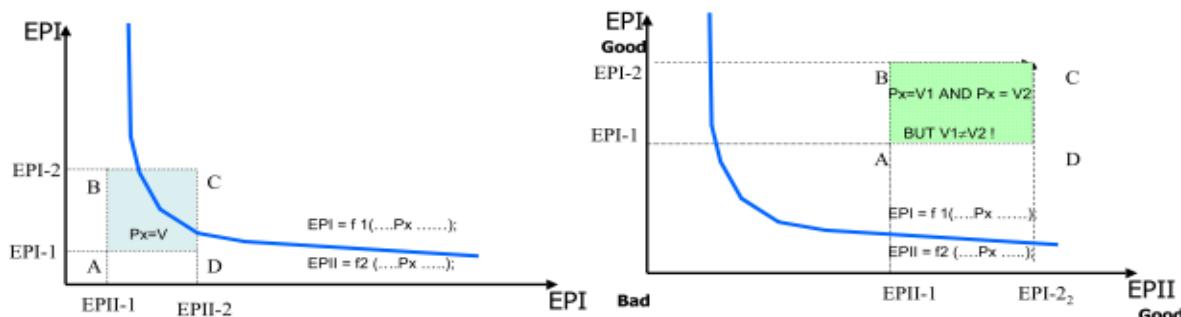


8. attēls: "Kalna" modelis TRIZ-balstītā problēmu risināšanas procesā.

### 1.3.3.10 "Pretrunu" modelis

#### Ievads:

Iedomājieties divas projektēšanas procesa problēmas, kuru prasības atbilst diviem vērtēšanas parametriem, apzīmētiem ar EPI un EPII. 10. attēlā (pa kreisi) punkts atzīmē šo problēmu risinājumu. Šie risinājumi ir apzīmēti ar virkni tehnisku alternatīvu risinājumu, kuru elementi ir zināmi projektētājiem. Šie risinājumi aprakstīti ar vairāku konstruēšanas parametru palīdzību. Vērtēšanas parametri ir konstruēšanas parametru funkcijas. Sauksim EPI-dp un EPII-dp par parametru pāri, kas attiecīgi ietekmē EPI un EPII vērtību. EPI-dp and EPII-dp apzīmēts kā tehnisko risinājumu alternatīvu pāris.



10. attēls: pa kreisi: "Optimizācijas situācija"; pa labi: "Inovācijas situācija"

Pirmajā situācijā, prasību mērķu EPI un EPII vērtībām jābūt attiecīgi [EPI-1, EPI-2], [EPII-1, EPII-2] amplitūdas ietvaros. Tādējādi risinājums atbilst mērķiem tādā gadījumā, ja EPI un EPII nosaka punktu, kas atrodas taisnstūrī ABCD 10. attēlā pa labi. Ja nav kopēju konstruēšanas parametru novērtējamo parametru sastāvā (t.i.:  $EPI-dp \cap EPII-dp = \emptyset$ ), tie ir neatkarīgi un

neviena problēma nesniedzas taisnstūra ABCD zonā. Gadījumā, ja kaut viens no konstruēšanas parametriem ietekmē abus vērtēšanas parametrus EPI un EPII, tie ir atkarīgi. Šī atkarību saikne ierobežo iespējamo risinājumu apgabalu vērtēšanas laukā. (Tas attēlots 10. attēlā līknē pa kreisi). Kad parametru attiecību situācija nesakrīt ar prasību apgabalu, kā 10. attēlā, problēmas risinājumu var rast optimizējot kādu no iesaistītajiem procesiem. Šajā piemērā kopīgais parametrs apzīmēts ar Px un katra vērtība ar V, tie nosaka punktu uz līknes. Šajā gadījumā problēma ir atrast Px vērtības, ka pieļauj vērtēšanas parametriem EPI un EPII vienoti atbilst prasībām. Tad var pāriet pie lēmumu pieņemšanas procesa, pievienojot priekšrocības no abiem vērtēšanas parametriem.

Apskatot otru situāciju, kā apkopots 10. attēlā pa labi: vienīgā atšķirība no iepriekšējās situācijas ir vērtēšanas parametru mērķa apgabals, kas nesakrīt ar iespējamo risinājumu apgabalu, ko nosaka konstruēšanas parametri. Attiecība starp vērtēšanas parametriem, pateicoties tehniski zināmiem risinājumiem un dabas likumiem vai likumiem, kas virza saiknes starp parametriem, saglabājas tāda pati. Tomēr nav iespējams rast risinājumu izmantojot šo attiecības modeli starp vērtēšanas parametriem, nepieciešama jauna paradigma, kurā attiecība starp parametriem pārklāj prasības. Lai prasības sakristu ar iespējām, izmantojamas divas galvenās pieejas, kas realizējamas tās apvienojot. Pirmā ietver vērtību maiņu par priekšrocībām un gan tehnisko alternatīvu klāsta, gan sistēmas struktūras saglabāšanu. Otra metode ietver tehnisko alternatīvu klāsta un sistēmas struktūras izmainīšanu, paplašinot zināšanas par jaunu izstrādi jeb TRIZ valodā – ieviešot netradicionālu risinājumu. Jaunās līknes starp vērtēšanas parametriem tiek radītas kā šī procesa rezultāts. Ja tās pārklāj priekšrocību apgabalu, jāatgriežas pie situācijas optimizēšanas.

### **Teorija:**

Iepriekšējie piemēri saistībā ar attiecībām starp vērtēšanas parametriem var tikt vispārināti un formulēti šādi: fakts, ka divi vērtēšanas parametri ir saistīti, nozīmē, ka pastāv vismaz viens kopīgs parametrs, no kura abi atkarīgi. Šiem kopīgajiem parametriem jābūt atklātiem, lai attīstītu jaunas tehniskās alternatīvas un visbeidzot sistēmas jauno struktūru. Tādējādi šajā piemērā, fakts, ka EPI un EPII ir saistīti, nozīmē, ka eksistē vismaz viens kopīgs parametrs Px, no kura atkarīgi vērtēšanas parametri (EPI un EPII). Šis ir iemesls, kāpēc vērtēšanas parametriem nav iespējams pielāgoties prasībām eksistējošo modeļu ietvaros: lai apvienotu vērtēšanas parametru pāri (EPI, EPII), Px nepieciešamas divas abpusēji izslēdzot vērtības: sauksim tās V1 un V2. Jo vairāk – kad neobjektīvie priekšrocību struktūras elementi tiek ņemti vērā, situāciju var aprakstīt ar vismaz trim izvēlēm. Apskatīsim to ar iepriekšējā piemēra starpniecību. Pieņemsim, ka priekšrocību elementi ir:

apgabalā [EPI-1, EPI-2], jo augstāka EPI vērtība, jo labāk.

apgabalā [EPII-1, EPII-2], jo augstāka EPII vērtība, jo labāk.

Rodas trīs dažādas izvēles: TP1, TP2 un FP, kuras ir sekojošas:

TP1: kad EPII vērtība no prasību viedokļa ir laba, EPI tā ir slikta.

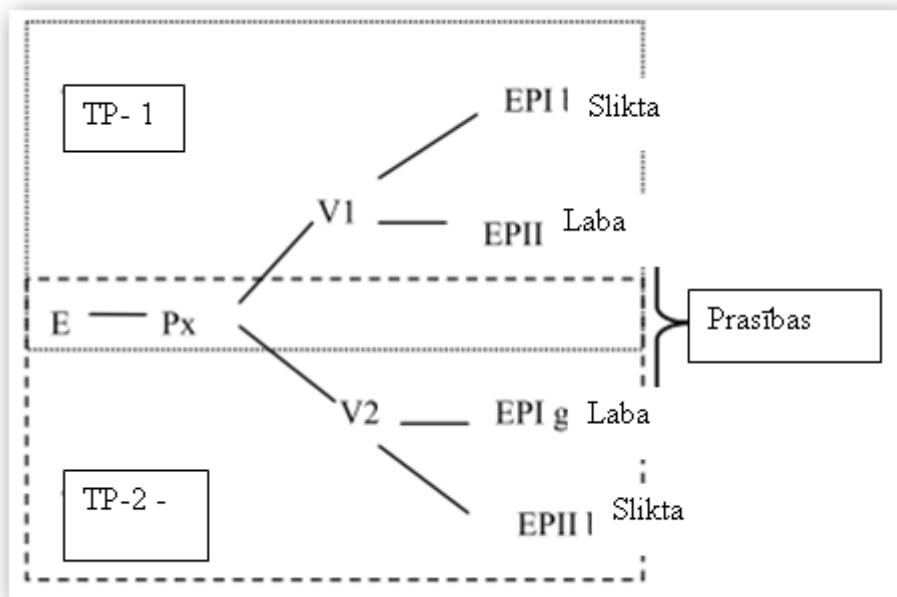
TP2: kad EPI vērtība no prasību viedokļa ir laba, tad EPII tā ir slikta.

FP: kad Px vērtība atbilst V1 tad spēkā ir TP1, turpretim kad Px vērtība ir V2 tad spēkā ir TP2.

Kad FP izvēlē (dilemmā) attiecas uz izvēli starp divām abpusēji izslēdzotām parametru vērtībām, kas ved pie divām dažādām iespējām TP1 un TP2, kas ir nelabvēlīgi no prasību viedokļa.

Klasiskās TRIZ pretrunu sistēmai piemīt trīs veidu pretrunas (administratīvas, tehniskas un fiziskas): TP1 un TP2 tiek sauktas par tehniskām pretrunām (pretruna starp diviem sistēmas vērtēšanas parametriem), turpretim pamatā esošā pretruna FP attiecas uz fiziskās pretrunas priekšstatu.

## Modelis:



attēls 11: OTSM-TRIZ teorijā balstītā pretrunu sistēma



## 2 Sistēmu attīstības likumi

### 2.0 Ievads

Vai zināt, kāpēc cilvēki reizēm risina problemātiskas situācijas nepareizā veidā? Ne vien skolēni un studenti, bet arī dizaineri, inženieri, direktori, rakstnieki, prezidenti un pat karaļi var risināt problēmas nepareizi. Jūs droši vien varat atsaukt atmiņā kādus piemērus ar aplamiem risinājumiem, kā arī piemērus ar risinājumiem, kas bijuši radoši un īsti vietā.

Lai rastu atbildi uz šo āķīgo jautājumu, piedāvājam jums 33 sekunžu ceļojumu Antuāna de Sent-Ekziperī Mazā Prinča kompānijā uz asteroīdu No. 325, lai apciemotu Karali.

Karalis pārvaldīja visu – gan mazo planētu, gan citas planētas un arī visas zvaigznes, turklāt viss, kas bija ap viņu, viņam tiešām pakļāvās. Mazais Princis apbrīnoja šādu varu! Viņš lūdza Karalim pavēlēt saulei rietēt, jo viņam ļoti patika saulrieti.

“Es likšu saulei rietēt,” atbildēja Karalis, “bet vispirms vēlos sagaidīt labvēlīgus apstākļus, jo Karaļa gudrība ietver apstākļu rūpīgu apsvēršanu.”

“Un kad apstākļi būs labvēlīgi?” jautāja Mazais Princis.

“Khm! Khm!” atbildēja karalis; Un pirms atbildēt ko vairāk, viņš ielūkojās apjomīgā gadagrāmatā. “Khm! Khm! Tas būs... aptuveni... tas būs šovakar aptuveni divdesmit minūtes pirms astoņiem. Un tu redzēsi, cik labi man pakļaujas!”

Jūs varat nešaubīties, ka saule tik tiešām rietēja 19.40, jo tas ir viens no dabas likumiem. Un Karalis bija tik tiešām gudrs, jo darbojās saskaņā ar dabas likumiem un necentās tos mainīt.

Pasaule, kurā dzīvojam, sastāv no paradoksiem. Vispārsteidzošākais no tiem saistīts ar faktu, ka cilvēki visos laikos meklē saikni starp dažādiem procesiem un fenomeniem, pat ja šādu saikņu nav. Lai gan nāk jauns pētnieks un šo saikni atrod...

Likumi, vai tā sauktās procesu un dabas fenomenu starpsaiknes veido pamata zināšanas par pasauli ap mums un tie ir nozīmīgi ne vien dažādās zinātnēs, bet arī ikdienas dzīvē. Kāds vienkāršs piemērs to apliecina. Katrs autovadītājs zina: ja ceļš pēc lietus ir slapjš, bremzēšanas ceļš pagarinās. Kādiem mērķiem mums nepieciešamas zināšanas par dabas likumiem? Tās nepieciešamas jebkuram cilvēkam, lai plānotu mērķtiecīgas un saprātīgas aktivitātes, un domātu vismaz soli uz priekšu. Pat vienkārša pastaiga parkā nozīmē nepārliecināti lūkoties zemē pēc brīvas platības katram nākamajam solim. Jo sarežģītāks ceļš, jo vairāk uzmanības tas prasa. Jo sarežģītāka sistēma, jo lielākas pūles nepieciešamas, lai pareģotu tās attīstību. Un vienīgi tad, ja esam definējuši likumus, pēc kuriem sistēmas attīstās, ir iespējams ar pārliecību paredzēt nākamo soli sistēmas attīstībā.

### 2.0.1 Likumu loma TRIZ metodikā

#### 2.0.1.1 Likumi zinātnē

Jebkura zinātnē klūst par zinātni šī vārda pilnā nozīmē vienīgi tad, kad sāk aprakstīt pasauli, balstoties uz likumiem, kas atklāti ar zinātnes starpniecību. Astronomija kļuva par zinātni, kad tika atklāti planētu kustības likumi. Alķīmija kļuva par zinātni, kad tika aprakstīti vielu mijiedarbības un transformācijas likumi.

TRIZ ir zinātnē, kas pēta divu objektu – personas un tehnoloģijas – saistību procesus. Tā pētījuma shēma ietver gan domāšanu par personu, gan tehniskās sistēmas evolūcijas likumus. Katrai teorijai ir pamata raksturs, bet tā var arī izstrādāt savus praktiskos instrumentus. TRIZ izstrādā instrumentus radošo problēmu risināšanai: pētījuma lauka sašaurināšanas veidus, neapzinātu procesu apzinātas vadības metodes. Viena no biežākajām kļūdām, kas parasti tiek pielaida, pasniedzot TRIZ teoriju, ir studēt to kā jebkuru citu priekšmetu: kā fiziku, ķīmiju vai astronomiju. Šajās zinātnēs pētījumu objekts ir apkārtējā pasaule, dabas fenomeni, kamēr, izmantojot TRIZ, vairāk uzmanības jāpievērš domāšanas procesam.

## 2.0.1.2 TRIZ likumi

Tehniskās sistēmas attīstības likumi pirmoreiz tika publicēti 1979. gadā H.S. Altšullera grāmatā “Radošums kā eksaktā zinātne: izgudrojumu uzdevumu risināšanas teorija”:

1. Sistēmas elementu pabeigtības likums.
2. Sistēmas enerģijas caurplūsmas likums.
3. Sistēmas ritmu harmonijas likums.
4. Likums par sistēmas pilnveidošanos jeb tuvināšanos ideālai sistēmai.
5. Sistēmas elementu nevienmērīgas attīstības likums.
6. Likums par pāreju uz virssistēmu.
7. Likums par pāreju no makro uz mikro līmeni.
8. Vielas – lauka iesaistīšanas palielināšanas likums.

Runājot par TRIZ teoriju kā sistēmu, būtiski atcerēties, ka tai jābūt saskanīgai. Instrumenti, kas iekļauti tajā, liek sistēmai darboties. Tie ir savstarpēji savienoti un to pamatu veido Tehnisko sistēmu attīstības likumi.

Šie likumi iedalīti trijās grupās: Statikas likumi (1-3); Kinemātikas likumi (4-6) un Dinamikas likumi (7-8). Šādā sadalījumā saskatāma skaidra atbilstība fizikas sadaļai – mehānikai. Apsverot tehniskās sistēmas attīstības dzīvības ciklu kā S formas līknī, ir novērots sekojošais. Statikas likumi raksturīgi tehniskās sistēmas parādīšanās posmā; savukārt dinamikas likumi raksturīgi tehniskās sistēmas noslēguma posmā un pārejot uz apakšsistēmu. Tehniskā sistēma attīstās un mainās, mainās arī tehniskās sistēmas modelis. Parādās jauni pieņēmumi, kas tiek apskatīti konkrētās situācijas kontekstā ar mērķi veidot sistēmas modeli.

Tādējādi, piemēram, aprēķinot lidmašīnas ātrumu, lidojot no viena punkta uz otru, lidmašīna tiek definēta kā materiāls punkts. Savukārt definējot minimālo ātrumu, kas nepieciešams, lai lidmašīna paceltos, rēķināmies ar pavisam citu situāciju un citiem fizikas likumiem. Šajā gadījumā uzmanība vērsta uz pacelšanas spēku. Tas ietekmē lidmašīnas spārnu dizainu un arī tās svaru. Veicot aprēķinus par maksimālo pieļaujamo ātrumu, lai lidaparāts droši piezemētos, jau atkal jāapskata pavisam citi “objekti” jeb parametri. Ľoti būtiski ir definēt mērķi un izvēlēties piemērotu modeļi.

## 2.0.1.3 Tehnisko sistēmu attīstības likumu īpašības dažādos šīs sistēmas attīstības posmos

Parādīšanās posmā, jaunai tehniskai sistēmai veidojoties, sistēma tiek pētīta kā objekts. Svarīgākais process, kas būtisks sistēmas spējai izdzīvot, atrodams sistēmas iekšienē. Šajā gadījumā pieņēmumi ir iespējami un sistēma tiek pētīta atsevišķi no citām apkārtējām tehniskajām sistēmām. Sistēmas izpētē tiek uzdoti sekojoši jautājumi: būt vai nebūt? Kāda veida struktūru izmantot? Velkot paralēles ar mehāniku, statikas likumi pēta materiālo ķermeņu līdzsvaru dažādu pielietojamo spēku ietekmē.

Tehniskās sistēmas attīstības posmā, evolūcijas procesi tiek pētīti tehniskajā sistēmā, bet neatkarīgi no tehniskās sistēmas un fiziskajiem faktoriem, kas nosaka tās attīstību. Procesi, kas nosaka attīstību, atrodami tehniskās sistēmas iekšienē. Svarīgākais vairs nav tehniskās sistēmas izdzīvošana, bet gan kustība, attīstība un noteikta līmeņa sasniegšana salīdzinājumā ar citām tehniskajām sistēmām. Minētajā posmā svarīgākais ir atslēgas parametru maksimālo vērtību sasniegšana. Parametri ietver, piemēram, lidmašīnas ātrumu; auto nestspējas kapacitāti; darbību skaitu, ko sekundes laikā spēj izpildīt dators.

Noslēguma posmā, likumi par pāreju uz jaunu sistēmu izvirzās priekšplānā. Patiesībā tiek izmantoti resursi, kas paredzēti tehniskās sistēmas attīstībai, esošā sistēma tiek pētīta citu tehnisko sistēmu vidē. Svarīgākais jautājums – kā iedrošināt attīstību esošajā vidē, kamēr tajā tiek pētīta materiālo tehnisko un fizisko faktoru ietekme?

#### 2.0.1.4 Tehnisko sistēmu attīstības likumu definējums

Arī tehniskās sistēmas attīstības likumu sistēma attīstās. Vairāki zinātnieki un pētnieki ir identificējuši pielietojamo likumu instrumentus. Daži no šo pētījumu autoriem: Altšullers G.S., Zlotins B.L., Petrovs V.M., Ľitvins, S.S., Vjortkins I.M., Feijs V.R., Ľubomirskis A.L., Salamatovs Y.P., Kondrakovs I.M. un daudzi citi. TRIZ teorijā ir vairākas attīstības likumu sistēmas ar individuālām īpašībām, tehniskajiem noteikumiem un hipotēzēm. Katrā no šīm sistēmām ir veikti nopietni pētījumi. Atsevišķās publikācijās ir strīdīgi jautājumi, bet tas ir pavismabiks pētījumu un attīstības procesa rezultāts. Tomēr mēs šo sistēmu pētām, jo visi rezultāti balstās uz Altšullera klasiskās sistēmas likumiem.

Šajā materiālā stingri ievēroti Altšullera Tehniskās sistēmas evolūcijas likumi. Šāda izvēle noteikta izglītojošos nolūkos, lai pilnvērtīgi apgūtu materiālu. Altšullera Tehniskās sistēmas evolūcijas likumu krājumā ir astoņi likumi, kas katrs aprakstīts atsevišķā nodaļā – iespējams sākt ar jebkuru no tiem, tomēr loģiski būtu sākt no pirmā un secīgi apgūt visus pēc kārtas.

Katrai nodaļai ir sekojošas sadaļas: Definīcijas, Teorija, Modelis un Instrumenti, nodaļas ietver arī jautājumus savu zināšanu novērtēšanai. Katras nodaļas nobeigumā pieejams arī izmantotās literatūras saraksts. Sagatavojot materiālu, saistībā ar TRIZ, autori centušies izmantot tikai Altšullera piemērus. Pieejams arī ievērojams skaits shēmu, attēlu un fotografiju, kas izmantotas tekstos, lai ilustrētu idejas un materiālu.

Novēlam patīkamu un efektīvu lasīšanu, un radoši grandiozus risinājumus!

## 2.1: Pirmā nodaļa: Sistēmas elementu pabeigtības likums

Mākslas un amatniecības muzejā Parīzē, virs lielajām kāpnēm, gaisā lidinās franču izgudrotāja Klementa Adēra (*Clement Ader*) konstruētais lidaparāts. 1980. gadā šī lidojošā iekārta pat spēja veikt īsu lidojumu pāris centimetru augstumā. Mūsdienās, iespējams, tas izraisa smaidu, taču tobrīd tas bija milzīgs panākums.

Vai Adēra radīto iekārtu varam uzskatīt par lidmašīnu? Cik gan tehniski dzīvotspējīga bija konstrukcija tolaik, kad tā tika radīta? Kurš un kurā valstī radīja pirmo lidaparātu? Kādas klūdas pielaiduši pirmie aviatori? Šeit īsti vietā būtu citēt amerikāņu profesoru Semjuelu Lengliju (*Samuel Langley*) kurš strādājis ar aviācijas teoriju. Kad viņam tika uzdots jautājums, kāpēc pirmie aviatori piedzīvojuši neveiksmes, viņš atbildēja: "Iespējams tālab, ka cilvēki apskatīja jautājumu no nepareizās puses un centās konstruēt lidaparātu vēl pirms bija izpratuši uz kā balstās lidošanas likumi."

Pirms cestes atbildēt uz augstāk minētajiem jautājumiem, un ne tikai saistībā ar lidaparātiem, bet jebkuru citu tehnisku sistēmu, ir nepieciešams zināt un būt spējīgam pieļietot Tehniskās sistēmas attīstības likumus. Sāksim ar sistēmas elementu pabeigtības likumu.



*Avion III de [fr:Clément Ader](#). Musée des Arts et Métiers, Paris (www.wikipedia.org , Photo et photomontage © Roby )*

### Definīcija



Nepieciešamais nosacījums dzīvības neizmantotajām spējām tehnisko sistēmu likumā ir pamata elementu klātbūtne un to minimāla darbība (*H. S. Altshullers, Radošums kā eksaktā zinātnē: Radošo problēmu risinājumu teorija* (tulk. A.Williams. Gordon and Breach Science Publishers, New York, 1984), p. 223.)

### Sekas

Lai tehniskā sistēma būtu vadāma, vismaz vienai no tās elementiem jābūt kontrolējamam. "Būt kontrolējamam" nozīmē mainīt tā uzstādījumus atbilstoši vadītāja prasībām.

Sistēmas elementu pabeigtības likums pieder plašākai Statisko likumu kategorijai, kas nosaka tehnisko sistēmu darbības sākumu. Tomēr būtiski ir saprast, ka likums attiecas ne vien uz tādām "tehniskām sistēmām" kā loks, akmens cirvis vai katapulta. Jebkura tehniska sistēma evolūcijas laikā maina savu veidolu. Bieži vien pilnībā mainās viens vai pat vairāki tehniskās sistēmas elementi. Elementu mainības iespaidā, var rasties jauna elementu sistēma un sistēmas elementu pabeigtības likums ir piemērojams gan tai, gan jaunajai sistēmai.

### 2.1.2. Teorija

#### 2.1.2.1 Informācija

Jebkura tehniskā sistēma sastāv no noteiktiem elementiem. Aplūkojot tehnisko sistēmu, iespējams izšķirt arī tās elementus. Pildspalva sastāv no ietvara, tintes serdeņa un uzgalīša. Šādu aprakstu izmantojam, lai piešķirtu iekārtai vai tehniskajai sistēmai detalizētāku aprakstu un sniegtu skaidrāku izpratni par tās darbības principiem. Šis ir sistēmas modelis, kas darbojas tās apakšsistēmu komponentēs. Ir samērā daudz sistēmu modeļu: piemēram, automašīnas vai



lidaparāta attēls, tālruņa aparāta elektroniskā shēma, apraksts par datoru, apraksts par brillēm – šie visi ir dažādu tehnisko sistēmu modeļi.

Modelis, kas izmantots sistēmas elementu pabeigtības likumā nosaka jebkuras tehniskās sistēmas galvenos elementus no to darbības un evolūcijas skatpunkta. Galvenais minētā modeļa mērķis ir tā pielietojums problēmas risināšanā. Šis modelis konstruēts ar noteiktiem mērķiem, piemēram, iekārtas fotogrāfija dod vispārēju priekšstatu par tās izskatu, sastāvdaļu zīmējumi apraksta būtiskas iekārtas sastāvdaļas. Modelis būs derīgs, ja tas ļaus sasniegt izvirzītos mērķus un sniegs atbildes uz izvirzītajiem jautājumiem. Piemēram, automašīnas aerodinamiskais modelis ļauj mazināt vēja radīto pretestību braucienā laikā.

Dotā modeļa mērķis ir vispārināt visas tehniskās sistēmas un atspoguļot vispārējās tehniskās sistēmas īpatnības.

Minimālā sistēmas elementu darba kapacitāte ir spēja nodrošināt sistēmas elementu saskaņotu darbību, lai veiktu tehniskās sistēmas pamata funkcijas. Funkcijas darbības kritērijs ir elementu parametru vērtību izmaiņšana. (Funkcijas apraksta laikā OTSM EPV modelis).

Minimālā pieļaujamā parametru vērtības izmaiņa rodas dotās tehniskās sistēmas lietotāja prasību iespaidā. Lejāk 1.4. nodaļā Instrumenti aprakstīts algoritms, kas nosaka funkciju: Kā pareizi noteikt tehniskās sistēmas funkciju.

Par piemēru ņemot automašīnas funkciju, to varētu modelēt šādi: lai mainītu personas (E=Elements) atrašanās vietu (P = pazīme) no mājām (V1=Vērtība 1) uz darba vietu (V2 = Vērtība 2). Ja būtībā jauns auto modelis spēj pārvietot personu vien pāris metru (uz jaunu atrašanās vietu), tas, protams, nav pietiekami patērētāja vajadzībām. Šādu auto visticamāk neviens neiegādāsies, lai arī auto izstrādes stadijā tas tīri labi apmierinājis auto dizaineri.

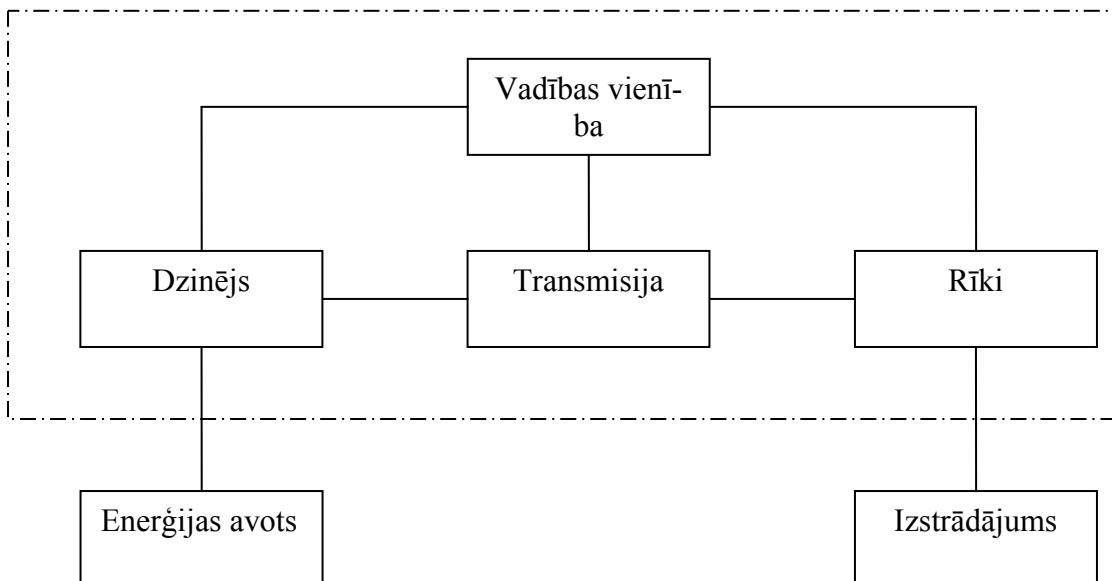
Skatoties no citas puses, minētajai tehniskajai sistēmai piemīt nepieciešamie nosacījumi tās dzīvotspējai. Tā satur pamata elementus saskaņā ar četru elementu modeli. Šiem elementiem piemīt minimālais to struktūras darbības spēks.

### 2.1.2.2. Biežākās klūdas

Bieži vien saikne starp likumu un tā rezultātu nav acīmredzama. Ir būtiski izprast rezultātu loģiku un to vadāmību, kā arī to saikni ar pašu likumu, vadāmība detalizētāk skaidrota likuma rezultātā. Vadāmība saprotama kā spēja mainīt tehniskās sistēmas parametru vērtību un to elementus tās darbības laikā. Katra tehniskās sistēmas daļa darbojas vienotā “organismā” un tiek izmantota ar mērķi sasniegt pamata funkcijas. Pateicoties tam, darbinot vienu no daļiņām, iespējams darbināt visu sistēmu. Ir patiesi apgalvot arī pretējo – ja nav iespējams darbināt kādu no sistēmas pamata elementiem, arī visa sistēma nedarbojas (t.i. nav iespējams mainīt atsevišķu elementu parametru vērtību ar mērķi mainīt visas sistēmas parametrus).

### 2.2.1.3. Modelis

Modelis ietver galvenos tehniskās sistēmas elementus: Dzinēju, Transmisiju, Rīku, Vadības vienību. (Galvenās tehniskās sistēmas daļas ir atspoguļotas attēlā 1.3). Pamatā enerģijas avots un pats objekts neveido nekāda veida tehnisko sistēmu, piemēram, ūdens, kas atrodas upē, darbina dzirnavu ratu vai arī vējš, kas liek vēja turbīnas asmeņiem rotēt. Dažos gadījumos tomēr enerģijas avots ir iekļauts tehniskajās sistēmās, piemēram, sistēma, kas ir elektriski lādējama, ir aprīkota ar baterijām. Dzinējs un enerģijas avots bieži vien ir viens un tas pats, bet ne vienmēr. Turpmāk apskatīsim četru elementu modeļa piemēru. Iesākumā – tehniskās sistēmas funkciju definēšanu.



Attēls 1.3. Tehniskās sistēmas galvenās daļīņas

#### 2.1.4. Instrumenti ( un to lietojums)

##### 2.1.4.1. Kā pareizi noteikt tehniskās sistēmas funkcijas

Šī ir būtiska fāze – tehniskās sistēmas funkcija jādefinē pirms sistēmas elementu pabeigtības likuma izmantošanas prakse.

Funkcija slēpjas sistēmas eksistences mērķi – sistēmai jābūt pēc iespējas precīzākai tā mērķa īstenošanai, kādam sistēmu izmantosim. Ja nav zināms, kāda ir sistēmas funkcija, nav iespējams definēt sistēmas būtību, kā to paredz četru elementu modelis. Šajā gadījumā runat par sistēmu nav jēgas.

##### Būtiskas piezīmes

(\*) Tehnisko sistēmu var pārstāvēt dažādi modeļi ar mērķi izpildīt dažādas funkcijas.

(\*\*) Jāatceras, ka analogiskas situācijas var parādīties daudzkrānu shēmas analīzes (tekstā arī Sistēmas operatora analīze) laikā. Ja funkcija nav definēta, nav iespējams nonākt pie lietojama analīzes rezultāta. Iepriekš nenosakot tehniskās sistēmas funkcijas, nav iespējams apskatīt sistēmas struktūru, izmantojot OTSM-TRIZ – radošo problēmu risināšanas teoriju.

##### Sistēmas struktūra

Ko saprot ar sistēmas struktūru? Tas ir komponentu un starpsaikņu kopums sistēmā, kā rezultātā rodas kvalitāte, ko sauc arī par funkcijas izpildi, ar kurās palīdzību sasniedz formulētos, iepriekš izvirzītos mērķus. Viss, kas sistēmā funkcionē ar mērķi uzlabot funkcijas kvalitāti, ir sistēmas komponenti. Sistēmā mēdz būt arī citi elementi, kas nefunkcionē. Pat ja šie elementi atrodas sistēmā, tos nevar definēt kā sistēmas komponentus, ja tie nefunkcionē. No otras puses – elementi, kas fiziski atrodas tālu prom no sistēmas, un tiem ar sistēmu nav nekādas saiknes, tomēr var būt daļa no sistēmas, ja definētas to funkcijas. Tātad – ja funkcijas definētas precīzi, bieži vien izveidojas jauna tehniskās sistēmas vīzija un iespējams atklāt iepriekš nepamanītas kopsakarības.

## Definējamās funkcijas algoritms

Definējamās funkcijas algoritms ietver 3 soļus:



**1. Vispārējais funkcijas valodas modelis.** Pirmais solis – persona skaidro vārdos, ko vēlas sasniegt ar šo sistēmu. Studenti parasti to paveic ātri un veiksmīgi pāriet pie otrā soļa. Nereti var rasties grūtības vienoties par funkciju verbālu aprakstu. Lai nonāktu pie vienošanās, nepieciešams otrs solis.

**2. Darbības vārda – lietvārda modelis – vērtības analīzes modelis.** Šis ir universālā semantiskā koda un vērtības analīzes modelis. Praksē atsevišķi darbības vārdi bieži parādās tehniskās sistēmas funkciju analīzes laikā, jo īpaši tas raksturīgs komplikētām sistēmām. Lietvārds parasti apraksta izstrādājumu, kas tiks mainīts, savukārt darbības vārds raksturo veidu kā izmaiņas tiks veiktas. Šī pieeja noderīga veicot funkcionālo analīzi, turklāt šo pieejumu daudz noderīgāk izmantot nekā mutisko modeli, izmantojot universālo izteiksmes veidu. Tomēr var rasties sekojošas problēmas. Pirmkārt, sinonīmi – katrs no tiem rada asociācijas un rodas psiholoģiskais inertums, kas aizkavē problēmas risināšanu. Otrkārt, pieredze rāda, ka daudzos gadījumos šis modelis var novest nepareizā virzienā vai pat strupceļā.

**3. Četru darbību EPV Modelis – OTSM EPV funkcionālā apraksta modelis.** EPV modelis pielauj dzīlāku analīzi, lai precīzāk aprakstītu tehniskās sistēmas funkcijas. Ir iespējas attīstīt un uzlabot šo modeli, kas ļauj to atzīt par labāku nekā Lietvārdu – darbības vārdu modelis. Šī modeļa ietvaros lietojami četri specifiski darbības vārdi un jāapraksta funkcija, izmantojot OTSM EPV modeļa terminoloģiju.

- 3.1. Pirmkārt, nepieciešams definēt “elementu”. Otrā soļa gaitā, definē darbības vārdu un lietvārdu. Lietvārds ir elements, precīzāk, izstrādājums. Ja pārejot uz trešo soli nepieciešams vēl kāds elements, tas nozīmē, ka pirms tās tiks nepareizi noteikts. Šādā gadījumā jāatgriežas pie otrā soļa un jākonkretizē Darbības vārda – Lietvārda modelis. Darbības vārds apraksta kāda veida izmaiņas, kamēr funkcija izsaka šīs izmaiņas. Izmantošanai paredzēti četru veidu darbības vārdi: četru veidu iespējas veikt izmaiņas: mainīt, samazināt, palielināt (šīs ir variācijas, nereti ir nozīmīgi konkrētizēti izmaiņas) un pēdējais – saglabāt. Runājot par vadību un kontroli, nepieciešams mainīt, precīzāk – izmantot divkāršo pārmaiņu – samazināt un palielināt.
- 3.2. Ko tieši mēs mainām? Ko nozīmē mainīt elementu “E”? Mēs izmainām noteiktu šī elementa pazīmi – „P”.
- 3.3. Kā izmainīt šo parametru (pazīmi)? Izmainot parametra vērtību: “pazīmes vērtību”. Veicot modeļa aprakstu nepieciešams norādīt: “Parametra N pazīmes vērtības izmaiņa no V1 uz V2”. Piemēram, vērtības maiņa daļēji pabeigtam izstrādājumam (izejmateriāla maiņa) izmaina izstrādājuma vērtību. Šādi iegūts vismaz viens parametrs.

Piezīme:

(\*) Būtiski atcerēties, ka viena funkcija var veikt viena parametra izmaiņas. Ja pieejami vairāki parametri, ir arī vairākas funkcijas, kas nozīmē, ka ir vairākas ierobežotas sistēmas.

Tālab ir arī ceturtā tipa darbība – “saglabāt” – nevis mainīt. Apmācību kursošs šī ir psiholoģiska pieeja. Nereti studentiem tā vietā, lai kaut ko mainītu, vienkāršāk ir saglabāt. Tipisks piemērs ir šāds jautājums – kāda ir pudeles funkcija? Atbilde skan: saturēt ūdeni. Pēc definīcijas, funkcija allaž ietver kādas izmaiņas. Nonākot saskarsmē ar “saglabāt”, sastopamies ar psiholoģisku inertumu jeb kūtrumu. Apzīmējums “saglabāt” kalpo kā indikators dziļi slēptiem procesiem, kas būtu jāizprot. Sakot “saglabāt”, jāpārdomā jau nākamais solis – kas jāmaina, lai varētu

saglabāt esošo – lai izvairītos no nevēlamām izmaiņām un saglabātu esošo stāvokli.

Algoritms ļauj veikt dziļāku analīzi, formulēt funkciju precīzāk un definēt sistēmas elementus.

## Piemērs



Aplūkosim tradicionālo auto pielietojumu – pārvadāt cilvēkus un priekšmetus.

### Pirmais solis

Pirmais solis ir kopīgas valodas modeļa funkcija. Auto parasti izmanto cilvēku un priekšmetu transportēšanai no vienas vietas uz citu. Šobrīd netiek izskatītas citas auto funkcijas, piemēram, pasargāt pasažierus no lietus vai mērīt attālumus starp dažādiem punktiem. Protams, auto var arī kalpot kā noliktava un daudzām citām funkcijām (šis ir labs treniņš, kas vairāk piemērots iztēles veicināšanai).

### Otrais solis

Izstrādājums: persona. Funkcija: pārvietot personu.

### Trešais solis

Šis ir EPV modelis, kur E ir “Elements”; P ir “Parametra pazīme” un V ir “Pazīmes vērtība”. Izmantojot piemēru ar auto, E ir persona, P ir personas atrašanās vieta, V1 ir mājās un V2 ir darba vieta.

## 2.1.4.2. Kā pareizi noteikt tehniskās sistēmas elementus

### Piezīmes

(\*) Bieži pielaista klūda ir pirms noteikt sistēmas funkciju definīcijas, cesties definēt tās galvenos elementus saskaņā ar četru-elementu modeli. Šādā gadījumā tehnisko sistēmu analīze nosaka tās galvenos elementus un pārstāv subjektīvu viedokli: “Man tā šķiet, es to tā redzu...”

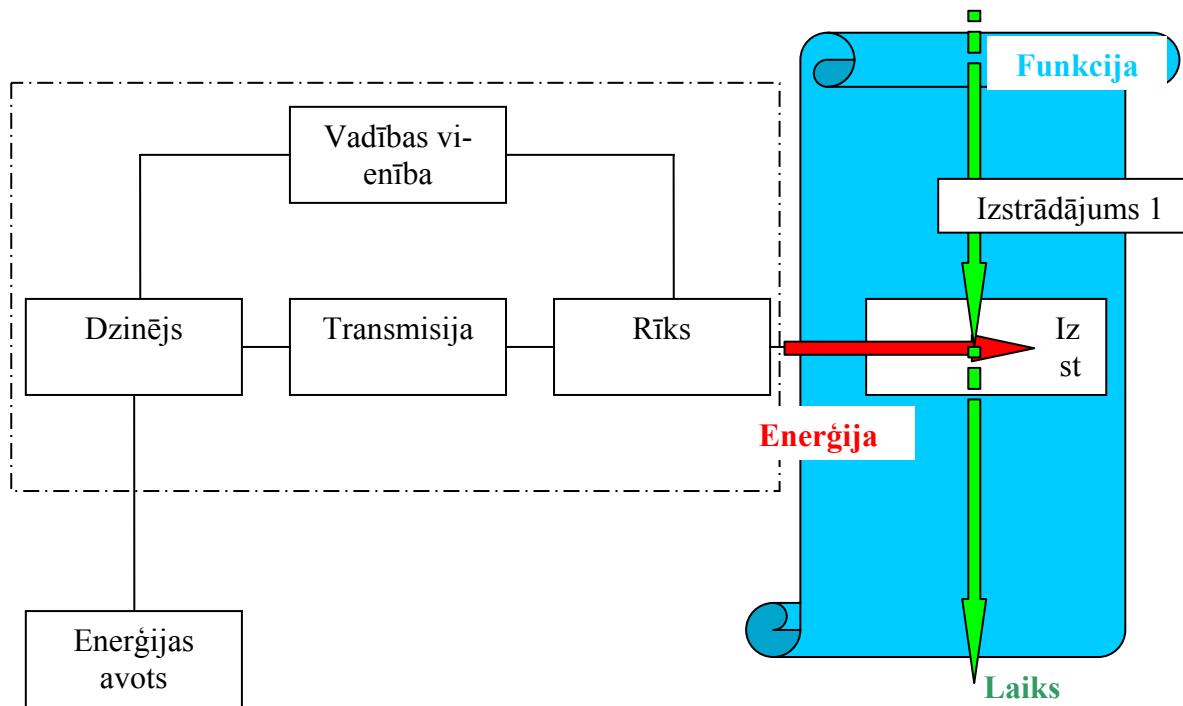
### Izstrādājums

Nosakot funkciju automātiski tiek definēts izstrādājums. Izstrādājums tiek noteikts kā funkcijas piepildījums izmaiņu procesā. Rīks ir sistēmas daļa, kas mijiedarbojas ar izstrādājumu, piemēram: virpas grieznis, nevis pati virpa, naža asā mala, nevis pats nazis. Lai realizētu funkciju (materiālā objekta izmaiņu), nepieciešama enerģija, – tāpēc nepieciešams dzinējs. Dzinējs ir tā sistēmas daļiņa, kas pārveido pieejamo enerģijas veidu nepieciešamajā veidā – Rīkā – lai īstenotu funkciju. Transmisija ietver sistēmas elementus, kas pārveido pieejamo enerģijas veidu Rīkā no Dzinēja.

(\*) Apzīmējums “izstrādājums” izmantots, lai apzīmētu izstrādājumu (objektu), kas ir gatavs izmatošanai ikdienā. Vispārīgi spriežot, svaigi dārzeni, kas pagatavoti vārot ūdenī, ir vārīti produkti, kas paredzēti ēšanai. Efektīvākie modeļi, kas izstrādāti OTSM-TRIZ teorijā, izmantoti situāciju analizēšanai ar mērķi atrisināt problēmu. Tas, ko saucam par izstrādājumu, nav gala izstrādājums, bet gan daļēji pabeigta izstrādājuma transformācija (Izstrādājums 1) lietošanai pabeigtā izstrādājumā (Izstrādājums 2) citā sistēmā vai ar cilvēku starpniecību. Šajā konkrētajā gadījumā Izstrādājums tiek vērtēts pēc daudzkrānu shēmas kritērijiem.

Izstrādājums 1 eksistē neilgu laiku. Rīku ietekmē funkcijas realizēšanas laikā veidojas cits Izstrādājums. Procesa rezultātā rodas Izstrādājums 2, kas ir gatavs lietošanai. Tātad uz daudzkrānu shēmas laika ass atrodas 3 ekrāni (jeb trīs dažādi parametri). Visi parametri iekļauti Izstrādājumā, kura mērķis ir izpildīt funkciju. Funkcijas izpildes laikā nepabeigtais izstrādājums soli pa solim izveidojas par izstrādājumu, kas gatavs lietošanai citā sistēmā vai cilvēku vajadzībām.





*Attēls 1.4. Pāreja no Izstrādājuma 1 uz Izstrādājumu 2*

### Biežākās klūdas

Tradicionāli katrs var noteikt daudzkrānu shēmas definīciju, tomēr realitātē, kad runā par Izstrādājumu, to ir grūti izprast. Tāpēc nepieciešams lietas skatīt kopumā, attīstībā un kustībā.

### Rīki

Ja nepieciešams veikt izmaiņas, vismaz viens parametrs var mainīt vērtību. Materiālā sistēmā parasti maina materiālu objektu, lai mainītu parametra vērtību. Pat ja tiek mainīta objekta atrašanās vieta, nepieciešams energijas avots. Šo izmaiņu ievieš Rīki. Rīki cieši sadarbojas ar Izstrādājumu..

Piemērā ar auto: Izstrādājums ir persona. Dotajā situācijā nepieciešams mainīt personas atrašanās vietu. Kas maina personas atrašanās vietu? Pat ne auto, bet gan tas elements, kas tieši mijiedarbojas ar personu –sēdeklis.

Altšullers sniedz klasisku piemēru: Rīks nav virpa, bet gan griezējs, kas ir rīka sastāvdaļa. Griežot ar nazi ābolu, rīks nav nazis, bet gan naža asmens. Šī ir būtiska nianse.

### Dzinējs

Tiklīdz noteikti Rīki, atgriežamies pie enerģijas jautājuma. Lai mainītu kādu no materiālā objekta parametriem, nepieciešams tērēt enerģiju. Kāda veida enerģija ir iesaistīta funkcijas izpildīšanā?

Pieņemot, ka ne tikai enerģijas caurplūsma, bet arī dažādu enerģiju transformāciju kēde ir iesaistītas šajā procesā. Piemērā ar auto, ir nepieciešams pārvietot personu no viena punkta uz citu. Tā ir lineāra kustība. Ja šim mērķim patērē kinētisko enerģiju, tā no kāda avota ir jāsaņem. Lai veiktu šo transportēšanu, nepieciešama lineārā kinētiskā enerģija. Tātad nepieciešams atrast vietu, kur auto rodas lineārā kinētiskā enerģija un kā tā sasniedz Rīku. Ir nepieciešams definēt, kas ir dzinējs (nevis auto dzinējs, bet gan dzinējs saskaņā ar četru elementu modeli).

Jāatceras, ka auto dzinējs var būt: tvaika dzinējs, iekšdedzes dzinējs, dīzeldzinējs, mehāniskais strāvas pārveidotājs uz atsperes vai gumijas detaļu bāzes, strauja degvielas vai šķidruma plūsma, spararats (līdzīgi kā bērnu rotaļlietām) un daudz citu lietu...



(\*\*) Iepriekš minētie piemēri ir auto detaļas, ko ikdienā sauc par dzinēju. Kas ir dzinējs tradicionālam auto pēc četru elementu modeļa, ja izvēlamies dažādas situācijas? Tam nav noteikti jābūt auto motoram. Piemēram, ar gaisu pildītas mucas var pildīt dzinēja funkciju paceļot virszemē upē nogrimušu auto.

Runājot par dzinēju OTSM teorijas ietvaros problēmu risināšanai, ir runa par pēdējo strāvas pārveidotāju (Enerģijas avota primārā enerģija) no vienas formas citā, kas pieejama esošajā tehniskajā sistēmā. Šī enerģija viena vai vairāku soļu laikā tiek pārveidota, lai atbilstu tai, kāda nepieciešama Rīkam. Ir pieejama transformāciju ķēde, no kurās jāizvēlas pēdējais variants, kas ļauj saņemt enerģiju, kas nepieciešama funkcijas izpildei. Minimālās tehniskās sistēmas saikne rodas tur, kur enerģijas pārveidojumi pāriet no viena otrā, lai Rīks varētu realizēt tam paredzēto funkciju. Šajā brīdī ir būtiski atrast skaidrojumu neskaidrajiem un nevēlamajiem efektiem procesā.

### Transmisija

Transmisija ietver visus tehniskās sistēmas elementus (apakšsistēmas) ar kuru starpniecību enerģija transformējas nemainot savu veidu. Enerģija tiek pārnesta no Dzinēja uz Rīku. Būtiski atzīmēt, ka šī procesa analīze ir īpaši nozīmīga pētot neskaidru efektu gadījumus.

Shematisks algoritms, kas definē minimālās tehniskās sistēmas komponentes:

1. Funkcija. OTSM algoritms.
2. Izstrādājums
3. Rīks
4. Dzinējs
5. Transmisija

#### 2.1.4.3. Kā novērtēt tehniskās sistēmas elementu darbības kapacitāti

1. Četru elementu klātbūtne sistēmā
2. Darba kapacitāte katrā elementā ārpus sistēmas
3. Darba kapacitāte katrā elementā sistēmas ietvaros
4. Novērtēšana saskaņā ar citiem tehnisko sistēmu likumiem

#### 2.1.4.4. Kā novērtēt tehniskās sistēmas elementu darbību

1. Vadāmības esamība – vai tehniskajā sistēmā ir vadāms elements?
2. Kāda ir vadāmības pakāpe trim pārējiem elementiem? (Izvērtēt, vai tie labi tiek galā ar uzdevumu, vai arī nepilda to pienācīgi)
3. Kādi vadības parametri ir pieejami?

### 2.1.5. Piemērs (Problēma - Risinājums)

#### Piemērs: Dzinēja rīcībnespējas nosacījumi

Nemot par pamatu auto ar iekšdedzes dzinēju, apsvērsim sekojošo funkciju: “Pārvietot sevi no vienas vietas uz otru”;

Izvīrīsim jautājumu: “Pie kādiem nosacījumiem auto neizpildīs tā funkcijas – nepārvietos sevi, personas un priekšmetus?”

Iespējams, ka viens elements no četriem iztrūkst: Dzinējs, Transmisija, Rīks, Vadības sistēma. Ko tas nozīmē?

Piemēram, ja kopējā sistēmā iztrūkst vai nedarbojas Dzinējs: Ja auto būtu uz mēness, problēma būtu skābeklis, kurš nepieciešams iekšdedzes dzinēja funkcionēšanai, un kura trūkst uz mēness. Šajā gadījumā Dzinēja rīcībnespējas cēlonis ir viena enerģijas avota elementa trūkums: degvielas un skābekļa maisījuma trūkums.

Ilustrācijai vēl kāds saistīts piemērs. Iekšdedzes dzinējam nav nepieciešama tīra degviela, precīzāk – nepieciešams degvielas un skābekļa maiņums noteiktās proporcijās – nelielas degvielas pilītes gaisā, degvielas migla sagatavo vienu no dzinēja sadaļām – karburatoru. Iekšdedzes dzinējs nepildīs savu funkciju, ja cilindrus piepildīs ar degvielu. Ja izmaina degvielas kvalitāti tādā mērā, ka minētā migla neveidojas, degviela netiek sadedzināta un dzinējs nevar pārveidot degvielas ķīmisko energiju mehāniskajā energijā, kas darbina virzuļus. Kādā detektīvfilmā galvenais varonis auto degvielas tvertnē iepildīja parastu cukuru, lai viņa vajātāji nevarētu darbināt auto un dzīties viņam pakaļ. Degvielas sīrupam (cukurs!), kas šādi rodas, starp citu, ir daudz citu labu īpašību, piemēram, viskozitāte. Šajā gadījumā nepieciešamā degviela iekšdedzes dzinējam nav pieejama – nepieciešamā migla neveidosies, dzinējs nedarbosies un auto nekustēs ne no vietas. (Šo joku labāk neatkārtojiet, jo tas var neatgriezeniski sabojāt dzinēju).

## Atcerieties:

Ir būtiski analizēt visu transformāciju ķēdi, tehniskās sistēmas funkcionēšanu un tās detalizētu struktūru, lai analizētu tehnisko sistēmu un atrisinātu problēmu.



## Piemērs: Transmisijas nepietiekamība

Auto nevar izpildīt tam uzstādīto funkciju ja nav transmisijas vai tā ir darbnespējīga. Transmisija ir daļa no tehniskās sistēmas, kas pārnes energiju no Dzinēja ar mērķi piegādāt to Rīkam. Gadījumā ar auto ar iekšdedzes dzinēju cilindros notiek virzuļu kustība turp un atpakaļ. Ja šī darbība vienkārši tiek pārveidota uz riteņiem (kā vēzienu kustības uz priekšu un atpakaļ), auto nekustēsies. Mehāniskajai energijai nepieciešams transformēties cita veida energijā, kā rezultātā virzuļu darbībai jānoved pie riteņu rotācijas. Šim nolūkam auto ir vairāki pārnesumu mehānismi: piedziņas vārpsta, zobra tu pārnesums, sajūgs u.c.



## Piemērs: Rīku nepietiekamība

Auto nevar veikt formulēto funkciju (pārvietot sevi no viena punkta uz citu) ja Rīki nedarbojas vai to nav. Riteņi virza auto pa ceļa virsmu uz priekšu. Piemēram, riteņi nevar strauji uzsākt braukt uz slidena ceļa. Berze, sajūga darbība, spolēšana uz ceļa seguma, tas viss ir nepieciešams, lai auto iekustinātu. Standarta auto, kas spēj slīdēt pa slapju ceļu, nevar pārvietoties pa upi vai ezeru. Šajā gadījumā nepieciešama papildu iekārta, piemēram, speciāli riteņi ar asmeņiem vai dzenskrūve kā kuģim.

Attēlā lejāk redzams amfikārs (*Amphicar*). Tā kustības laikā uz ūdens tā Rīki (saskaņā ar četru elementu klasifikācijas modeli) ir divi vidēja izmēra propellersi.



## Piemērs: Vadības vienības darbnespēja

Auto nevar pilnvērtīgi veikt savu funkciju arī ja nedarbojas Vadības vienība. Kontroles sistēma parasti ietver stūres vadību, bremzes, atpakaļskata spoguli. Tomēr pirmkārt nepieciešams nodrošināt operatīvu dzinēja darbību. Nav pietiekami aizpildīt auto cilindrus ar iesmidzināto degvielas miglu, tai jātiekt transportētai konkrētā momentā - ne ātrāk un ne vēlāk. Tai nepieciešams uzliesmot, precīzāk, radīt degvielas dzirksteli mirklī, kad degvielas migla ir piegādāta cilindriem. Šajā brīdī svarīgi atbrīvot radušās izplūdes gāzes no cilindriem. Vairumā gadījumu auto kopējā darbība ir ieprogrammēta dzinēja vadības sistēmā, vadītājs pats kontrolē tikai atsevišķas tās darbības.



## Piemērs

Kā pēdējo piemēru iedomājieties kuriozu skatu: akmens laikmeta auto. Kā tas izskatījās? Auto bija gan riteņi, gan dzinējs, gan korpušs, gan kabīne vadītājam... Tomēr šis auto nekad nespēs pildīt tam paredzēto funkciju: „Pārvietot cilvēkus un priekšmetus no viena punkta uz citu”. Šis

akmens laikmeta auto nespēj sevi pārvietot, jo tā daļas nespēj darboties ne atsevišķi, ne vienotā sistēmā.



## 2.1.6. Pašnovērtējums

### Jautājumi un uzdevumi

1. Kāda starpība starp tehnisko sistēmu un tehnisku objektu?
2. Kādi elementi iekļauti tehniskās sistēmas četru elementu modelī?
3. Kā definēt „Sistēmu elementu pabeigtības likumu”?
4. Kādi nosacījumi ir būtiski kontrolējamas tehniskās sistēmas pastāvēšanai?



### Kopsavilkums

Jebkuru tehnisko sistēmu varam iedomāties kā četru elementu modeli, kas satur Dzinēju, Transmisiju, Rīkus un Vadības sistēmu. Tehniskā sistēma darbosies, ja tajā kā minimums būs šie četri darbības elementi.

### Definīcijas

Tehniskā sistēma, Tehniskās sistēmas funkcija, Modelis, Apakšsistēma, Attīstība, Dzinējs, Transmisija, Rīki, Vadības sistēma, Produkts, S-līkne.



## 2.1.7. Atsauces

1. Альтшуллер Г.С. Творчество как точная наука. — М.: Сов. радио, 1979., 123.lpp. (krievu val),
2. Altshuller, G. S., *Radošums kā eksaktā zinātnē. Radošo problēmu risināšanas teorija* (tulk. A. Williams. Gordon and Breach Science Publishers, New York, 1984), 223.-224. lpp.
3. Саламатов Ю., Система развития законов творчества. /В кн.: «Шанс на приключение»/ Сост. А.Б. Селюцкий. – Петрозаводск: Карелия. 1991., 62-67. lpp. (krievu val.)
4. Komenko, N., *Inovatīvā dizaina kursa rokasgrāmata profesionāļiem.* (Strasbūra, 2003 – 2009).
5. Komenko, N., “Sistēmas elementu pabeigtības likums OTSM – TRIZ interpretācijā” (krievu val.) (manuscripts, Karlsruhe, 2008. gada 9. jūlijs).



Izglītības un kultūras ģD

Programma mūžizglītības jomā

## 2.2 Otrā nodaļa: Sistēmas enerģijas caurplūsmas likums

Saskaņā ar Vācijas satiksmes noteikumiem, velosipēdiem, kas naktīs atrodas uz ceļa, jābūt aprīkotiem ar gaismas ķermeniem velosipēda priekšpusē un aizmugurē. Pamata enerģijas avots šim iekārtām parasti ir dinamo iekārta, nevis baterijas, akumulatori vai pat saules kolektori. Kāpēc? Ir likumi, kas, juristu vārdiem sakot, „rakstīti ar asinīm”. Precīzāk – tie apkopo plašu pieredzi, tostarp stipri negatīvu, kā arī pieredzi kā uzveikt problemātiskas situācijas. Citiem vārdiem – objektīvā likumā iekļauti gan ieteikumi tā izmantošanai, gan sods par pieļautajām klūdām – tā neievērošanu.

Atgriežoties pie velosipēda, precīzāk, pie apgaismes un signalizēšanas sistēmas, šī sistēma ir velosipēda būtiskākā detaļa, pārvietojoties diennakts tumšajā laikā. Velosipēda enerģijas avots ir velosipēdista muskuļu spēks. Velosipēda kustības laikā allaž ir mehāniskās enerģijas avots, ko dinamo iekārta var pārvērst elektroenerģijā. Šis enerģijas avots ir uzticamāks kā baterijas vai akumulatori un nav pakļauts velosipēdista paviršībai vai aizmāršībai. Bez šaubām arī šai tehniskajai sistēmai ir savi mīnusi. Turpmāk problēmas apskatītas detalizēti un izskatīti arī iespējamie risinājumi.

### 2.2.1. Definīcija

**Sistēmas enerģijas caurplūsmas likums:** Neaizvietojams priekšnosacījums tehniskās sistēmas pastāvēšanai ir netraucēta enerģijas pieejamība visiem sistēmas elementiem.

**Altshullers, G. S., Radošums kā eksaktā zinātnē. Radošo problēmu risināšanas teorija (tulk. A. Williams. Gordon and Breach Science Publishers, New York, 1984), p. 225. lpp.)**

Būtiski: Lai nodrošinātu sistēmas elementu kontroli, nepieciešams nodrošināt enerģijas caurplūsmu starp konkrētiem sistēmas elementiem un vadības orgāniem., *Ibid.*, 226-227. lpp.  
Tehniskās sitēmas caurplūsmas vadāmības likums pieder plašākai – statisko likumu – kategorijai, kas nosaka tehnisko sistēmu darbības uzsākšanu.



### 2.2.2. Teorija

#### Enerģijas caurplūsma kā tehniskās sistēmas aprēķināmais parameters

Tehniskās sistēmas dzīvotspējas pirmais nosacījums aprakstīts Sistēmas elementu pabeigtības likumā – sistēmas pamata elementu klātbūtne (Dzinējs, Transmisija, Rīki un Vadības vienība) un minimālā to darbības kapacitāte.

Sistēmas dzīvotspēja ir kvalitatīvs rādītājs, kas ietver vairākus mērāmus parametrus. Tehniskās sistēmas spēja veikt funkciju, tikt darbinātai, sadarboties un līdzpastāvēt, kā arī sacensties ar citām tehniskajām sistēmām, atkarīga no dažādiem mērāmiem parametriem, kas atsevišķi definēti katrai tehniskajai sistēmai, piemēram, ātrums, uzticamība, izmaksas, pielietojumu amplitūda u.c.

Konkrētas tehniskās sistēmas dzīvotspējas definīcija izstrādājas tās attīstības procesā. To papildina jauniegūtie parametri.

Tādējādi papildu kritēriji – mērāmie parametri – ir nepieciešami lai palielinātu tehniskās sistēmas dzīvotspēju augošu prasību apstākļos konkurētspējīgā vidē, kad lietotāji nosaka veikto funkciju parametrus un tehniskās sistēmas attīstību. (Šajā gadījumā runa ir tikai par mērāmajiem parametriem tehniskās sistēmas modelī.)

Atgriežoties pie piemēra ar velosipēdu, var izdarīt secinājumus. Kāda nozīme ir apgalvojumam: “tehniskās sistēmas minimālās darbības kapacitātes nodrošināšanai ar enerģijas caursplūsmu visiem sistēmas elementiem papildus tehniskās sistēmas pamata elementiem nepieciešami: Dzinējs, Transmisija, Rīki”? Baterijas kā “Dzinējs” ir aplams jēdziens velosipēda apgaismes tehniskajai sistēmai no mehāniskās enerģijas pārvietošanas un

transformēšanas viedokļa. Baterijas un akumulatori šai tehniskajai sistēmai var tikt izmantoti kā papildu enerģijas avots un dzinējs. Enerģijas caurplūsma tiek nodrošināta ar enerģijas avota starpniecību – velosipēdista muskuļu spēku, kas nāk caur Dzinēju un tiek pārvietots ar Rīku palīdzību uz Izstrādājumu (personas maņu orgāniem, konkrētāk, acīm).

## Biežākās klūdas

Lai izprastu un aptvertu Tehnisko sistēmu enerģijas caurplūsmas likumu, nepieciešams uzmanīgi izlasīt definīcijas, teoriju un piemērus. Nesteidzieties. Jaunas idejas ir grūti aptvert un pieņemt ne vien pasaulei un sabiedrībai, bet arī mūsu prātam.

Enerģijas caurplūsma ir būtiska pirmkārt ne vien tehniskajā sistēmā, bet arī tehniskās sistēmas lietotājam. Pievērsiet uzmanību definīcijai: „Pamata dzīvotspējas nosacījumi”. Precīzāk – šeit domātas tehniskās sistēmas spējas, kas ļauj pildīt tās funkciju.

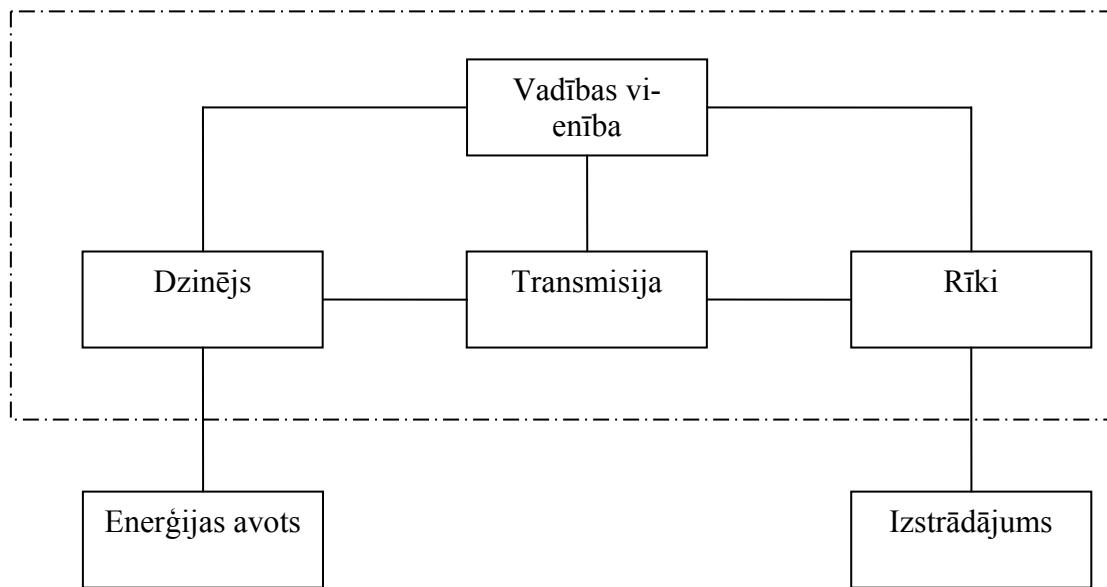
## Piemērs 2. 1: Sarkanais pavediens. (Teorijas skaidrojums)

Kopš 1776. gada, sekojot Jūras lietu ministrijas rīkojumam, ražotņu darbinieki, kas gatavoja virves militārajai flotei, sāka ievīt virvēs sarkanu pavedienu. Pavediens tika ievīts tā, ka pat no neliela virves gabaliņa to nebija iespējams izņemt. Kāds bija šīs darbības mērķis? Tas ļāva atrisināt divas problēmas vienlaikus. Pirmkārt, virves mēdza nolietoties un pie noteiktas nodiluma pakāpes tās kļuva bīstamas – sarkanais pavediens ļāva noteikt virves nodiluma pakāpi. Otra problēma bija saistīta ar virvju zādzību no fabrikas – sarkanā pavediena izmantošana ļāva atpazīt zagto virvi un atklāt zagli.

Šis piemērs lieliski ilustrē enerģijas caurplūsmas likumu. Tehniskās sistēmas minimālās dzīvotspējas nodrošināšanai enerģijai kā sarkanam pavedienam jāvajas caur visiem tehniskās sistēmas elementiem.

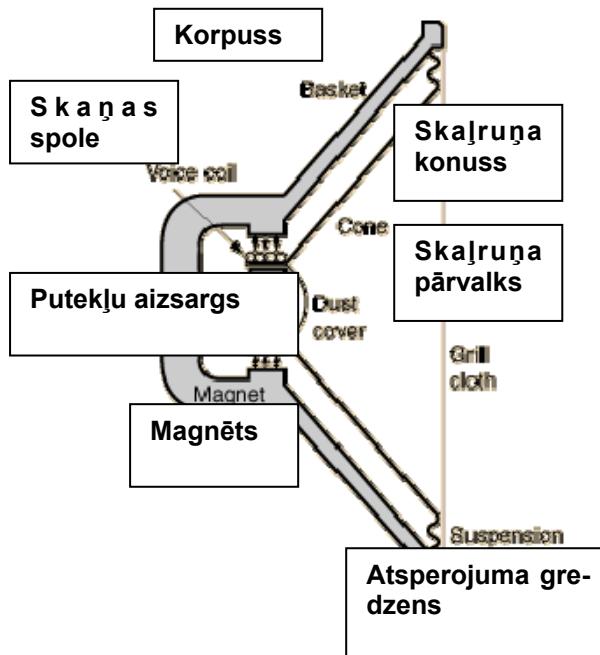
### 2.2.3. Modelis

#### 2.2.3.1. Četru elementu shēma

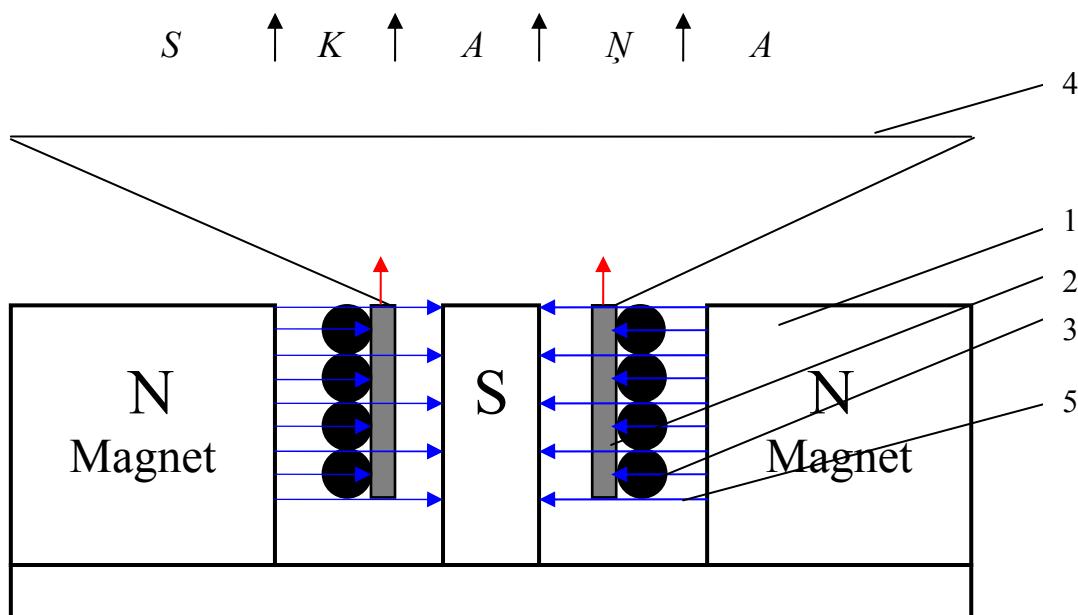


Attēls 2.1. Tehniskās sistēmas galvenie elementi.

## 2.2.3.2. Piemērs 2.2 (Sokolova skaļrunis) – enerģijas caurplūsma



Attēls 2.2. Skaļrunis šķērsgriezumā



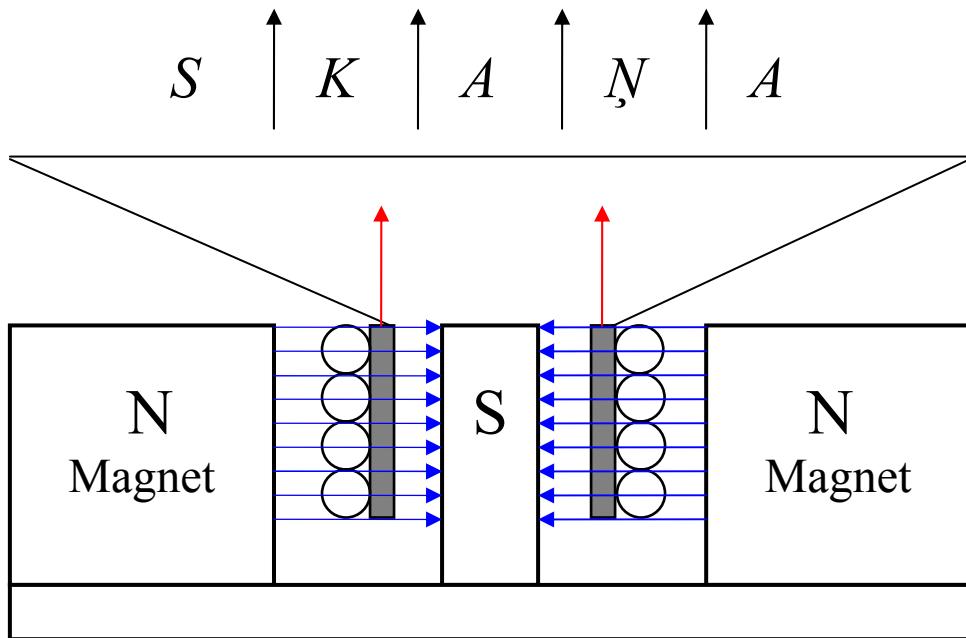
Attēls 2.3. Skaļruņa magnētiskās ķēdes šķērsgriezums

Skaidrojumi:

- 1 – magnēts
- 2 – spoles komplektācija
- 3 – spoles slīppripas
- 4 – skaņas izkliedētājs
- 5 – magnētiskā lauka spēka darbības lauks

Pastāv vien trīs magnētiskā lauka šķēršļi, kas atrodas starp diviem magnētiskajiem laukiem un

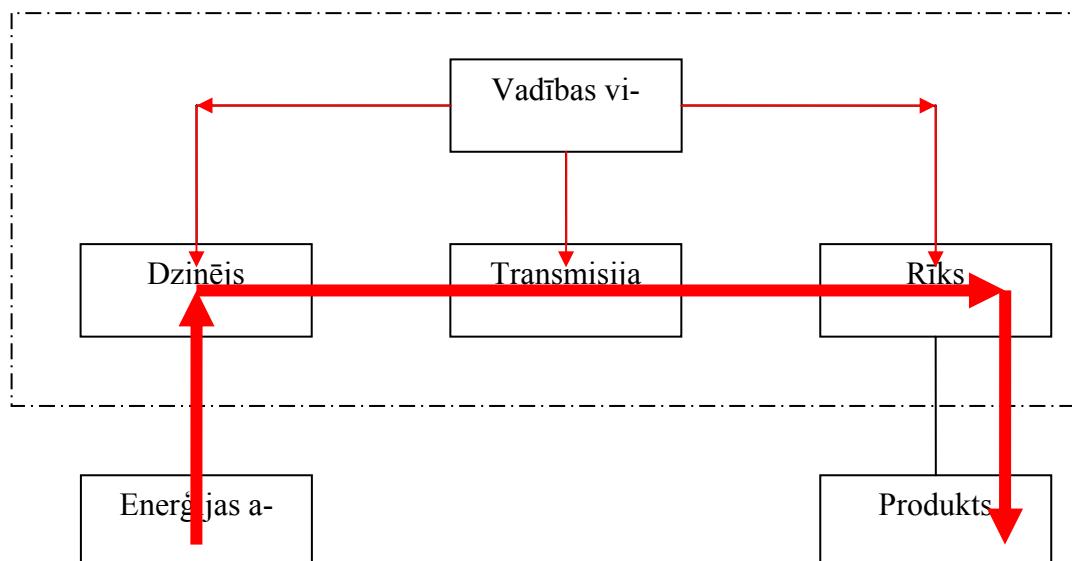
vājina magnētiskā lauka ietekmi. Šie šķēršļi ir: gaisa intervāls, izolējošā materiāla apvalks spolei un vara stieplei. Jo mazāks būs gaisa intervāls un plānāks spoles apvalks, jo mazāki magnētiskās ķēdes zaudējumi un spēcīgāks magnētiskais lauks. Tādējādi skaņas spiediens, un līdz ar to skaņas skaļums, būs spēcīgāks. Magnētiskā lauka zaudējumus rada arī vara vadītājs.



Attēls. 2.4. Skārnu magnētiskās ķēdes šķērsgriezums

Attēli 2.3 un 2.4 atspoguļo izmaiņas: vara stieples vietā izmantots feromagnētisks materiāls, piemēram, tērauds. Izgudrotājs Sokolovs 1936. gadā patentēja skārnu, kurā tinuma daļa ir izgatavota no feromagnētiska materiāla, tādējādi palielinot skārnu efektivitāti. Feromagnētisks materiāls labi vada magnētisko lauku, neradot zaudējumus magnētiskajā ķēdē.

### 2.2.3.3. Četru elementu modeļa enerģijas caurplūsma



Attēls. 2.5 Četru elementu modeļa enerģijas caurplūsma

## Caurplūsmas sekas

“Lai darbotos atsevišķi tehniskās sistēmas elementi, nepieciešams nodrošināt energijas caurplūsmu starp šiem elementiem un vadības vienību”. Ko tas nozīmē? Ir nepieciešams:

1. Konstruēt tehniskās sistēmas četru elementu modeli.
2. Izpētīt, vai tehniskajā sistēmā notiek energijas caurplūsma uz visiem sistēmas elementiem.
3. Izpētīt, vai tehniskajā sistēmā notiek energijas caurplūsma starp visiem sistēmas elementiem un vadības vienību.
4. Noskaidrot, kādi lauki tiek izmantoti procesu vadībai un analizēt nepieciešamību un iespējas aizvietot nepilnīgi darbojošos laukus ar tiem, kas darbojas teicami. Šīs darbības veicamas saskaņā ar kārtību: gravitācijas lauks – mehāniskais lauks – termālais lauks – magnētiskais lauks – elektriskais lauks – elektromagnētiskais lauks.

## Apvērstā problēma – energijas caurplūsmas pārtraukšana

Risinot dažādas problēmas, nereti nepieciešams veikt apvērstu darbību. Nepieciešams ignorēt energijas plūsmu, lai nodrošinātos pret tehniskās sistēmas kaitējošo ietekmi uz izstrādājumu. Šajā gadījumā, pirmkārt, nepieciešams definēt sistēmas funkciju.

### 2.2.3.4. Piemērs 2.3. Drošības slēdzis presēšanas iekārtām

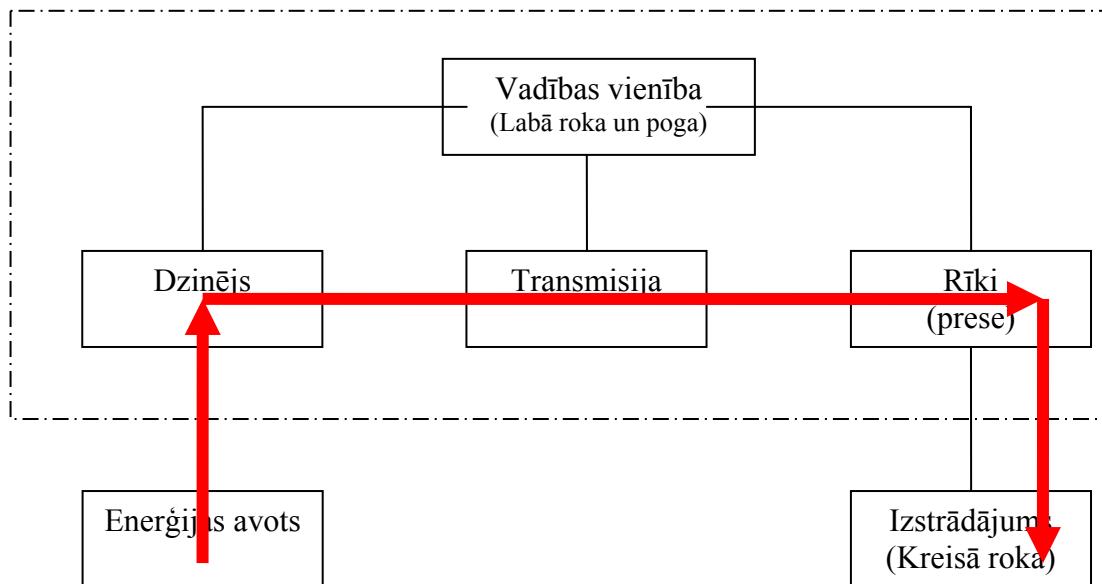
Iedomājieties presējamās iekārtas, piemēram, tās, kuras tradicionāli izmanto, lai izdarītu spēcīgu spiedienu uz kādu priekšmetu vai objektu ar mērķi padarīt to plakanu vai izspiest no tā šķidrumu, kā arī daudzās ražotnēs plaši izmantotās mehāniskās ar roku darbināmās šķēres. Ražošanas procesa laikā darbinieki parasti pašrocīgi nogādā dažādas daļēji pabeigtas detaļas apstrādes zonā, pēc tam iedarbinot presi. Šādi pastāv risks, ka darbinieks var neuzmanības dēļ pakļaut briesmām savas rokas laikā, kad darbojas prese. Kā izsargāties no situācijas, kad prese nepārstāj darboties, kad tās bīstamajā zonā nokļuvušas darbinieka rokas?



Tehniskās sistēmas shēmā redzams, pret kurām bīstamajām darbībām jānodrošinās (attēls 2.6). Ir nepieciešams uzlabot preses kontroles iespējas: presi nav ieteicams ieslēgt, kad rokas atrodas tās bīstamajā zonā. Tātad jaunās tehniskās sistēmas funkcija būs „ieslēgt presēšanas iekārtu vien tad, kad darbinieku rokas neatrodas bīstamajā zonā”.

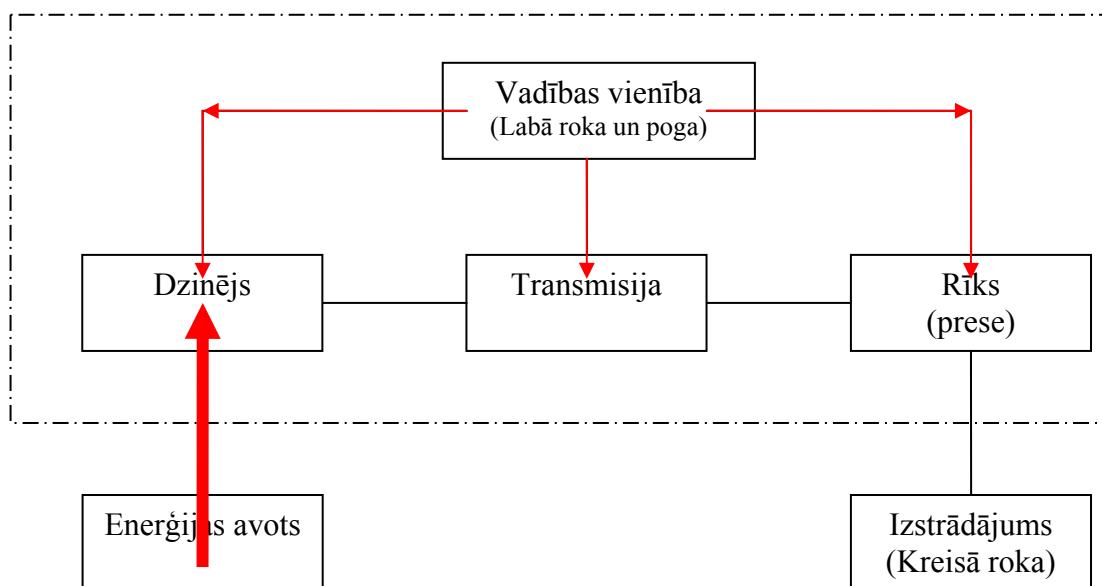
Funkcija ir izpildīta, ja presēšanas iekārtu nav iespējams ieslēgt, kad rokas atrodas tās bīstamajā zonā. Citiem vārdiem – sākotnēji raksturotajā situācijā mehānisms ir nekontrolējams: tas var darboties gadījumā, pat ja viena no darbinieka rokām atrodas iekārtas bīstamajā zonā. Attēlā 2.7 nav nekādu jaudas komunikāciju – sarkanās bultas apzīmē darbības ķēdi starp vadības vienību un citiem sistēmas elementiem.

Šīs situācijas unikalitāti izskaidro fakts, ka pastāv bīstamas situācijas, kad darbinieks ievieto iekārtā materiālu, izmantojot vienu roku, savukārt cits darbinieks iedarbina presēšanas iekārtu. Tāpēc, ja roka nonākusi iekārtas bīstamajā zonā, nepieciešams pārtraukt energijas padevi iekārtai jebkurā darbības posmā.



Attēls 2.6.

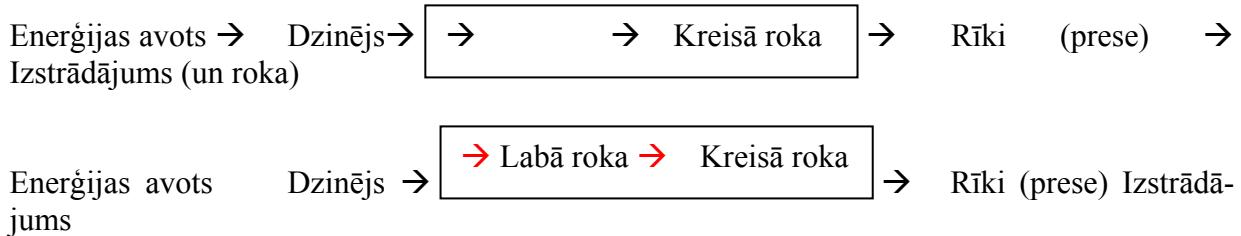
Risinājums balstīts nepieciešamībā lietot abas rokas, lai nospiestu presēšanas iekārtas iedarbināšanas pogu – presi iespējams ieslēgt vien tad, kad darbinieks nospiež pogu ar abām rokām vienlaikus. Par spīti risinājuma vienkāršībai, šī problēma pastāvēja daudzus gadus. Tika izmantoti dažādi sensori, kas signalizēja par roku klātbūtni bīstamajā zonā, tomēr tie nedarbojās uzticami. Šobrīd bīstamām iekārtām abu roku kontroles nepieciešamība ir obligāta prasība pēc Eiropas Standarta EN574 “Iekārtu drošība. Abu roku slēdžu vadības iekārtas. Funkcionālie aspekti”, ko ievēro visi uzņēmumi, kas izmanto šādas iekārtas.



### *Attēls 2.7.*

Vadoties pēc prasības regulēt presējamo iekārtu ar abām rokām, izmaiņas atspoguļotas sekojošā shēmā. Vadības iekārta iedarbina presi vienīgi tad, ja divas pogas ar abām rokām ir

nospiestas vienlaikus. Enerģijas padeve ar sistēmas starpniecību uz produktu ir traucēta (gadījumā, ja roka līdz ar darba materiālu nokļūst bīstamajā zonā).



### 2.2.3.5. Piemērs 2.4. Aizsardzība pret elektronisko skenēšanu

Vēl kāds piemērs, lai ilustrētu gadījumus, kad nepieciešams atslēgt sistēmas caurplūsmu.

Banku un kazino pievilcīgais eksterjers allaž veicinājis to biznesa veiksmi. Tomēr šajās ēkās tiek izmantotas dažādas elektroniskās ierīces, kuru darbību un glabāto informāciju (kodus, paroles) iespējams nolasīt no ārpuses, izmantojot radio signālu pārraidi un skenēšanu. Lai izvairītos no šādām problēmām un ievērotu drošības nosacījumus, šīm ēkām būtu jābūt elektromagnētisko vilņu necaurlaidīgām. Tomēr visu logu aizklāšana ar metāla plāksnēm būtu visai nepievilcīgs risinājums. Ko darīt? Mūsdienās banku un kazino logos bieži vien novērojami eleganti aizkari, kas izgatavoti no... metāla lķēdēm (Attēli 2.8. and 2.9.). Kādam nolūkam tie domāti?



Fig. 2.8.  
Attēls 2.8. Kāda kazino logs Eiropā.

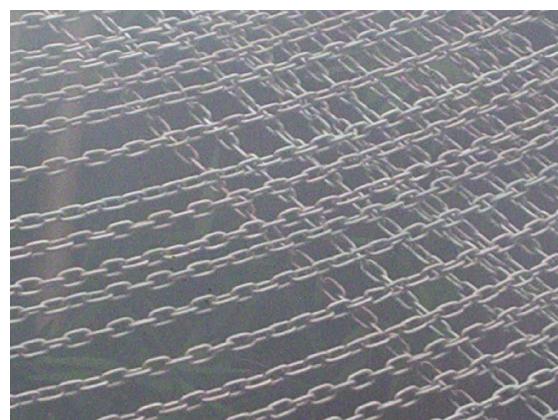


Fig. 2.9.  
Attēls 2.9. Aizkara struktūra (attēls ir palielināts)



### Kaitīgās iekārtas modelis

“Kaitīgās iekārtas modelis” tiek izmantots, lai risinātu līdzīga rakstura problēmas. Bieži vien kādas iekārtas efektivitāti mazina kaitīgs elements, kas traucē risināt praktiskas problēmas. “Kaitīgās iekārtas modelis” ir radīts, lai precīzi identificētu sistēmas elementus, kas rada kaitīgo ietekmi un ļauj identificēt elementu, kas jānomaina. Kaitīgās iekārtas konstrukcija ir tāda pati kā jekurai tehniskai sistēmai. Analīze jāsāk ar kaitīgās funkcijas definēšanu. Šajā gadījumā “kaitīgā” funkcija ir pieņemt un datēt iekštelpās izvietotu elektronisko iekārtu raidītos signālus.

Izstrādājums: signāls

Rīks: skenēšanas iekārta

Transmisija: gaisa telpa iekštelpās un ārpusē; ēka; logs, kas atrodas starp elektrisko iekārtu un skenēšanas iekārtu

Dzinējs: Elektriskā iekārta

## Noderīgā tehniskā sistēma

Funkcija: Radīt labu iespaidu par uzņēmumu (banku vai kazino) ar ēkas ārējo izskatu;

Izstrādājums: Vērotāja acis;

Rīki: Elektromagnētiskie vilņi redzamā diapazonā;

Transmisija: Ēkas iekštelpu platība, logi, aizkari, gaiss no loga līdz vērotāja acij;

Dzinējs: Saules gaismas vai mākslīgā apgaismojuma atspulgs uz sienām un iekštelpās esošu objektu virsmām.

Enerģijas avots: Saules gaisma vai mākslīgais apgaismojums;

## Kaitīgā tehniskā sistēma

Funkcija: Nolasīt informāciju no elektroniskajām ierīcēm iekštelpās;

Izstrādājums: Elektroniskās iekārtas starojums;

Rīki: Skeneris ārpus telpām;

Transmisija: Ēkas iekštelpu platība, logi, aizkari, gaiss no loga līdz vērotāja acij;

Dzinējs: Elektriskā iekārta;

Enerģijas avots: Elektriskais tīkls;

Ja abi tehnisko sistēmu modeļi, derīgais un kaitīgais, atspoguļoti grafiski, ir redzams, ka galvenie Transmisijas elementi sakrīt.

### 2.2.4. Instrumenti (kā tos pielietot)

Kādiem nolūkiem var izmantot instrumentus?

- Praktisku problēmu risināšanai: noderīgas iekārtas radīšanai;
- Praktisku problēmu risināšanai: noderīgas iekārtas iznīcināšanai;
- Tehniskās sistēmas analīzei saskaņā ar likumu – tehnisko sistēmu konkurētspējīgo priekšrocību un vājo posmu novērtēšanai;
- Kā elementu, kurš pārraida tehniskās sistēmas darbību: kura sistēmas daļa vai kuri parametri sagādā vislielākās problēmas darbības laikā?

Kā pielietot?

1. Enerģētiskā caurplūsma – piemēri: 2.2, 2.5, 2.6
2. Kontrole – piemēri: 2.5, 2.6.

Enerģijas padeves pārtraukums – piemēri: presējamā iekārta un metāla aizkari; 2.4, 2.5;

### 2.2.5. Piemērs (Problēma – Risinājums)

#### Piemērs (Auto vadības prognoze)

Iedomājieties, ka dzīvojat 1901. gadā un strādājat *Mercedes* koncernā. Jums lūdz izteikt prognozi par auto pieprasījumu pasaulē tuvāko 25 gadu laikā. Lai izteiku prognozi, nepieciešams precīzi definēt faktorus, kas ierobežo produktu patēriņa pieaugumu. Kas tolaik bija viens no šķēršļiem, lai veicinātu ražošanu un pārdoto auto apjomu, ja skatāmies no mūsdienu auto kā tehniskās sistēmas attīstības līmeņa?

Ražošanas izmaksas?  
Auto ātrums?  
Dzinēja ekonomiskums?  
Kaitīgo gāzu procents izplūdes gāzēs?  
Braukšanas sarežģītība?

Pēdējais apgalvojums ir patiess. Auto pirmsākumos ar to braukt bija sarežģīti un pat bīstami. Pirmos auto vadīja autosportisti, turklāt daudzi auto īpašnieki nolīga vadītājus, kam bija nepieciešamas papildu apmācība, lai brauktu patiešām labi.

Iedomājieties, ka jums jābrauc ar ātrumu 50 km/h nestabilā auto bez sānu sienām, bez vējstikla vai vējstikla tīrītāja, ar vājām bremzēm, nedrošām riepām un jātiekt galā ar sarežģītu mehānismu sistēmu. Vadītāja vieta bija aprīkota ar tik daudzām kontroles svirām, ka iemācīties tās lietot ātri un pēc vajadzības varēja tikai ar nopietnu vingrināšanos. Bremzes darbināja trīs sviras: uz transmisijas vārpstas, riteņu aizmugurē un mūsdienu rokas bremzes priekštecis, smails serdenis, kas turēja auto pie zemes, kamēr bremzes auto neturēja, piemēram, atrodoties slīpumā. Auto dizaineris nebija papūlējies pārbaudīt, vai šo sviru aizsniegt maz ir iespējams un cik ērti ir to lietot. Sviras, kas bija izvietotas vadoties vienīgi pēc dizaina, ne ērtības apsvērumiem, prasīja ne mazumu akrobātisku spēju no vadītāja.

Kā pielietot sistēmas elementu jaudas caurplūsmas likumu, lai uzlabotu braukšanas prasmes?

Saskaņā ar šī likuma otro rezultātu, „ir nepieciešams nodrošināt jaudas caurplūsmu starp šo elementu un vadības vienībām, lai darbinātu kādu no tehniskās sistēmas elementiem.” Šādas sadarbības trūkums padarīja braukšanu sarežģītu un nedrošu, prasot vadītāju ilgstošu gatavošanos un papildu apmācības. Vienkāršāk sakot, tas būtiski ierobežoja tehnisko sistēmu attīstību un saražoto auto daudzumu. Ražotājiem tas, protams, nozīmēja zaudētu peļņu...

Izrādās, zināt tehnisko sistēmu likumus ir noderīgi ne vien inženieriem, bet arī tirgus pētniekiem. Tālajā 1901. gadā šo profesionālu zināšanu trūkums bieži vien noveda pie prognozēm, kas mūsdienās izraisa vien smaidu:

Vispasaules pieprasījums pēc automašīnām nekad nepārsniegs miljonu - pirmkārt jau tāpēc, ka nebūs pieejams tik milzīgs skaits profesionālu šoferu. (Tirkus pētījums, *Mercedes Benz*, 1901, **Timon Wehnert**, *Eiropas enerģijas nākotne 2030: Eiropas enerģijas Delfi pētījuma tehnoloģiskās un sociālās vīzijas* (Berlīne un Heidelberg, Springer Berlin, 2007) 53. lpp.)

Par laimi *Mercedes* vadītāji un dizaineri neklausījās šajās prognozēs, tā vietā uzlabojot auto un padarot to vienkāršāk vadāmu.

## Piemērs (Uzņēmuma vadība)

Pat ātrākā auto vadības problēmas šķiet sīkums salīdzinājumā ar nelielu uzņēmuma vadības sarežģījumiem. Arī šajā gadījumā iespējams pielāgot jaudas caurplūsmas likumu. Savā grāmatā *Sistēmiskās domāšanas māksla uzņēmumu vadības autoritātes* Džozefs o' Konors un Īans Makdermots sniedz lielisku piemēru neveiksmīgam mēģinājumam ieviest uzņēmumā inovatīvu risinājumu. Uzņēmums pieaicināja ekspertu, lai uzlabotu administratīvās grāmatvedības nodaļas darbu. Pateicoties ieteikumiem, nodaļa tik tiešām sāka strādāt efektīvāk. Tomēr šī mērķa īstenošanai nodaļai bija nepieciešama informācija no citām uzņēmuma nodaļām, piemēram, no mārketinga nodaļas. Tādējādi mārketinga nodaļai radās papildu slodze apkopojot un nosūtot informāciju, kas atrāva darbiniekus no to pamata darbu izpildes. Tā rezultātā, ieviešot šo inovatīvo risinājumu, uzņēmums piedzīvoja grūtības produkta saražošanā un realizēšanā vēl ilgi pēc izmaiņu ieviešanas.



Šo izmaiņu rezultātā uzņēmuma jaudas vadības struktūra bija izjaukta, zināmā mērā pat kļuva

nekontrolējama – ieviestās inovācijas rezultātā administratīvās grāmatvedības nodaļa ietekmēja mārketinga nodaļas jaudas caurplūsmu, kas nozīmē, ka ietekmēta tika visa uzņēmuma jaudas caurplūsma.

## 2.2.6. Pašnovērtējums - (Jautājumi un uzdevumi)

### Kopsavilkums

Lai sistēma funkcionētu minimālā kvalitātē papildus visu tehniskās sistēmas elementu klātbūtnei (Sistēmas elementu pabeigtības likums, pirmā nodaļa) nepieciešama arī energijas caurplūsma visiem sistēmas elementiem.

Nepieciešams nodrošināt enerģētisku saikni starp katru elementu un vadības vienību, lai nodrošinātu tehniskās sistēmas elementu kontroli.

### Pamata definīcijas

Enerģētiskā vadāmība; Kontroles pakāpe; “Kaitīgā iekārta”; Novērtējamie parametri;

### Jautājumi:



1. Kādi elementi iekļauti četru elementu modeļa tehniskajā sistēmā?
2. Kādi ir tehniskās sistēmas nosacījumi minimālās darbības kapacitātes nodrošināšanai (Saskaņā ar Sistēmas elementu pabeigtības likumu)?
3. Kādi ir tehniskās sistēmas nosacījumi minimālās darbības kapacitātes nodrošināšanai (Saskaņā ar sistēmas elementu energijas caurplūsmass likumu)?
4. Skaidrojiet elementus, kas iekļauti tehniskās sistēmas četru elementu modelī: Transmisija, Produkts, Dzinējs, Energijas avots, Rīks, Vadības vienība.
5. (\*) Skaidrojiet tehniskās sistēmas četru elementu modeļa elementus: Transmisija, Energijas avots, Dzinējs, Produkts, Rīks, Vielas Lauks, Vide, Vadības vienība...
6. (\*) Kādi ir dinamo iekārtas defekti, kas pilda transmisijas funkciju velosipēda ritenī? (1) No jūsu viedokļa; (2) No Tehniskās sistēmas attīstības likumu viedokļa.

Tradicionālā dinamo iekārta (elektrogenerators) velosipēdam uzstādīta kā apgaismes ķermēju energijas avots. Rotācijas energija tiek pārnesta no velosipēda riteņiem uz dinamo iekārtu. Šim mērķim dinamo iekārtai ir saskarnes ritentiņš, kas novietots uz ģeneratora smailes. Saskaroties ar riteņa malu, ritentiņš rotē un rada ģeneratora smailes un ģeneratora rotora rotāciju. (Autors foto);



Attēls 2.10.



Attēls 2.11.



Attēls 2.12.

Fotogrāfijas atspoguļo tradicionālo dinamo iekārtas ģeneratoru, kas uzstādīts velosipēdam.

## Vingrinājumi

- Izveidojiet tehniskās sistēmas četru elementu modeli velosipēdu apgaismes ierīču darbības atspoguļošanai. Tehniskā sistēma sastāv no : priekšējā gaismeklā (ar spuldzi, stikla vāciņu un atstarotāju), piegādes stieplēm, velosipēda rāmja (kalpo kā viens no vadītājiem), slēdža, elektriskās strāvas ģeneratora (dinamo); rotējoša riteņa.
- (\*) Kāda jūsuprāt ir automašīnas pamata funkcija? Kas auto uzbūvē, saskaņā ar četru elementu modeli, ir Riks, Transmisija, Dzinējs, Enerģijas avots, Vadības vienība?
- Pirmais velosipēds. Daži no pirmajiem velosipēdiem nebija aprīkoti ar bremzēm un rokturiem kā virzienu kontroles un velosipēda vadības elementiem. Veidojiet velosipēda kā transporta līdzekļa četru elementu modeli, kā arī atzīmējiet enerģijas saikni tajā: enerģijas plūsmu; enerģijas saikņu pieejamību starp tehnisko sistēmu, dažādām tās daļām un vadības vienību.



## Uzdevumi

- Attēli 2.2. un 2.3 atspoguļo skaļruņa magnētiskās ķēdes šķērsgrīzumu. Piemēram, spēcīgākie magnēti izmantoti masu pasākumu apskānošanai paredzētos skaļruņos. Skaļruņu darbības kapacitātes paaugstināšanai ieteicams samazināt magnētiskās ķēdes zudumus līdz līmenim kā gadījumā ar skaļruņa tinumu. Jaudīgos skaļruņos spēcīgai strāvai turpinot plūsmu caur tinumu, tinums uzkarst un var notikt īssavienojums. Šādos apstākļos nepieciešama tinuma ventilēšana no dažādiem virzieniem, lai to atdzesētu. Tā kā tinums ir izstrādāts no elektroizolējoša materiāla, tas darbojas arī kā siltuma izolators, kas to pasargā no atdzesēšanas. Kādi ir jūsu ieteikumi?

1. variants: Izpētiet tehnisko sistēmu no enerģijas caurplūsmas likuma viedokļa kā tas parādīts attēlā 2.3.

variants: Formulējiet pretrunu: „Gadījums ar tinumu var tikt izmantots ar mērķi, lai \*\*\*, bet nedrīkst tikt izmantots ar mērķi, lai \*\*\*”

- Auto ātruma rekords. Pirmais auto, ko aprīkoja ar raķešdzinēju, „Zilā liesma” („Blue Flame”) kļuva arī par pirmo auto, kas pārspējis ātrumu 1000 km/h. Auto sasniedza 1001,452 km/h ātrumu pilota Garija Gābeliha (*Gari Gabelich*) vadībā 1970. gadā Jūtas štatā sausā un līdzīgā sāls ezera ieplakā. Viena no problēmām, ar ko saskārās auto radītāji – kā izstrādāt šī auto bremžu sistēmu?

### 2.2.7. Atsauces

**Альтшуллер Г.С.** Творчество как точная наука. — М.: Сов. радио, 1979. (Padomju Radio, Maskava, 1979), 124-125. lpp. (krievu val.)

**Altshullers, G. S.,** *Radošums kā eksaktā zinātne. Radošo problēmu risināšanas teorija* (tulk. A. Williams. Gordon and Breach Science Publishers, New York, 1984), 225-227. lpp. (angļu val.)

**Саламатов Ю.,** Система развития законов творчества. /В кн.: «Шанс на приключение»/ Сост. А.Б. Селюцкий. – Петрозаводск: Карелия. 1991. – 304 с., 68-75. lpp. (krievu val.),

**Timons Vehnerts (Timon Wehnert),** *Eiropas enerģijas nākotne 2030: Delfi pētījums par Eiropas enerģijas tehnoloģiju un sociālajām vīzijām* (Berlīne and Heidelberg, Springer Berlin, 2007).

**Džozefs o' Konors un Īans Makdermots (Josef O'Connor and Ian McDermott).** *Sistēmiskās domāšanas māksla: Būtiskas radošuma un problēmu risināšanas prasmes* (HarperCollins, 1997).







See also:

2.5 Law of uneven development of a system's parts

## 2.3: Trešā nodaļa: Sistēmas elementu ritmu harmonijas likums

Reiz kādā labi pazīstamā Eiropas bankā devos augšup pa spirālveida kāpnēm no pieņemšanas zāles uz ofisu telpām. Šīs kāpnes man atgādināja kāpnes, kas bieži vien redzētas viduslaiku pilīs un cietokšnos. Kāda ir līdzība?

Cietokšņa aizsargu pienākums bija aizsargāt katru ķieģeli, katru kāpņu pakāpienu, katru gaiteņa pagriezienu. Trepes, kam bija jākalpo kā šķērslim ienaidnieka ceļā uz augšu pa tām – allaž bija spirāles formā un virzienā no kreisās uz labo pusi augšup. Tas tālab, ka vairums cīnītāju ieroci tur labajā rokā, cenšoties ievainot savu pretinieku kreisajā pusē, kur atrodas sirds. Tādējādi tiem, kas no augšas aizsargājas, ir brīvi lietojama labā roka, ko nevar teikt par tiem, kas tuvojas no lejas.

Šīs piemērs lieliski ilustrē šīs nodaļas galveno tematu – sistēmas elementu ritmu harmonijas likumu.



### 2.3.1 Definīcija

Būtisks nosacījums tehniskās sistēmas dzīvotspējai ir šīs sistēmas elementu ritmu harmonija (Vibrāciju frekvences, periodiskums).

G. S. Altshuller, *Creativity as an Exact Science: The Theory of the Solution of Inventive Problems* (tulk. A. Williams. Gordon and Breach Science Publishers, New York, 1984), 227. lpp.



### 2.3.2. Teorija (Detalizēti)

Tehniskās sistēmas dzīvotspējai ir divi pamata nosacījumi, kas aprakstīti 1. un 2. nodaļā.

1. Tehniskās sistēmas elementu klātbūtne un minimālā darba kapacitāte: Dzinējs, Transmisija, Rīks, Vadības vienība.

Enerģijas caurplūsma caur tehniskās sistēmas elementiem.

Trešais likums ievieš vēl vienu nosacījumu – tehniskās sistēmas mērāmu parametru: Tehniskās sistēmas elementu ritmu harmoniju. Ierasta kļūda, analizējot tehnisko sistēmu, saistībā ar tehniskās sistēmas attīstības likumu, ir sākt analīzi bez pienācīga funkcijas formulējuma, kas nepieciešams analizējamai tehniskajai sistēmai. Saskaņā ar funkcijām, dažos gadījumos nepieciešams saskaņot tehniskās sistēmas elementu ritmus, savukārt citos – tieši pretēji – izjaukt tos.

Tehniskās sistēmas vadāmie parametri var būt frekvence, periodiskums, virziens, ātrums, fāze, secība, gaisa procentuālā masa (porainums) u.c.

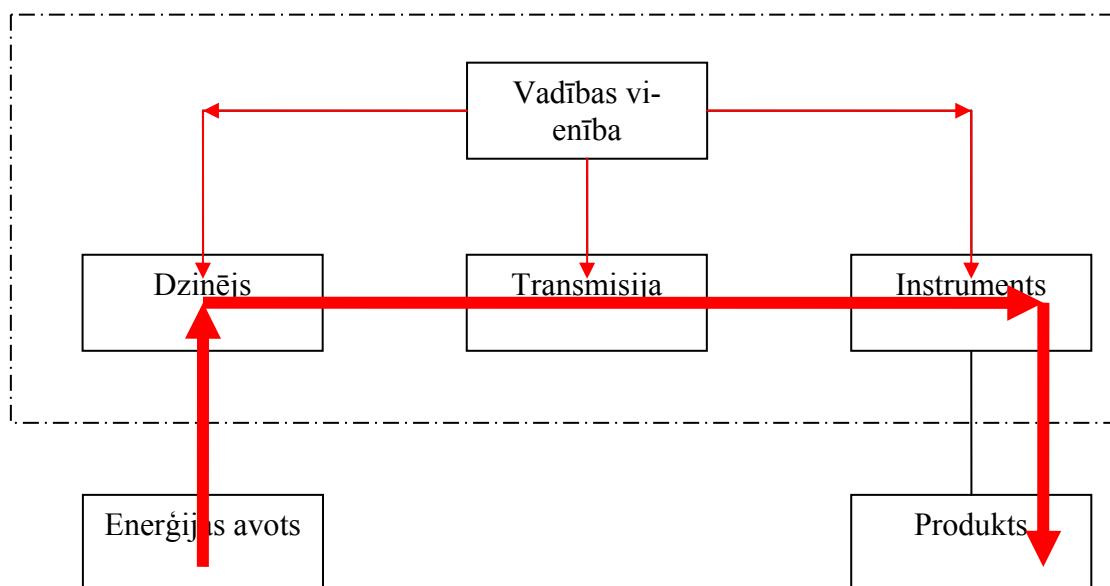
Piemērā ar vītnu kāpnēm nodaļas sākumā, kustību virzienu saskaņošana uz kāpnēm un roku kustības virziens kaujas laikā ir radīti cietokšņa aizstāvjiem par labu un uzbrucējiem šajā gadījumā tā ir parametru novirze no normas. Ūsāk sakot – nesaskaņotība vai saskaņotība atkarīga no funkcijas, kas jāizpilda.

Tehniskās sistēmas elementu ritmu nekonsekvence ir viens no iemesliem tehniskās sistēmas attīstības nesaskaņotībai (līdz ar ārējiem apstākļiem, kā jaunu prasību parādīšanās tehniskajai

sistēmai, ko radījuši citi lietotāji, mijiedarbojoties ar citām tehniskajām sistēmām utt.). Tehniskās sistēmas elementu nesaskaņotības likuma detalizēts apraksts ir pieejams Piektajā nodaļā.

### 2.3.3. Modelis

Lai analizētu tehniskās sistēmas saskaņā ar sistēmas elementu ritmu saskaņu, tiek izmantots tehniskās sistēmas četru elementu modelis. Analīzes laikā uzmanība jāpievērš ne vien sistēmas pamata elementu un jaudas caurplūsmai, bet galvenokārt savienojamības parametriem – svārstībām, periodiskumam u.c.



Attēls 3.1.

### 2.3.4. Instrumenti - Rīki (kā tos lietot)

Kādiem nolūkiem izmantot sistēmas elementu ritmu saskaņas likumu?:

Praktisku problēmu risināšanai: pārmaiņu un mērījumu problēmām;

Tehniskās sistēmas analīzei saskaņā ar likumu: tehniskās sistēmas konkurētspējīgo priekšrocību novērtēšanai un sistēmas vājo posmu noteikšanai;

Kā sastāvdaļa tehniskās sistēmas prognozes sagatavošanai: kura no tehniskās sistēmas daļām nav ritmiski saskaņota?

Kā pielietot sistēmas elementu ritmu saskaņotības likumu?

(1) Analizējiet tehnisko sistēmu ar nosacījumu, ka pamata elementu netrūkst, izmantojot četru elementu modeli un definīciju: kuri sistēmas elementi pilda Enerģijas avota, Dzinēja, Transmisijas un Vadības vienības funkcijas?

(2) Analizējiet tehnisko sistēmu ar nosacījumu, ka dažādu tehniskās sistēmas elementu starpā pastāv pretrunas.

3) Izmantojiet analīzē “kaitīgās iekārtas” modeli. Svarīgākais posms, kam jāpievērš uzmanība,





ir jaudas savienojamības parametri.

Kādiem nolūkiem izmantot?

- Praktisku uzdevumu risināšanai: nevēlamo efektu cēloņu meklēšana un nevēlamo efektu cēloņu likvidēšana;
- Tehniskās sistēmas analīzei saskaņā ar likumu: konkurētspējīgo sistēmas elementu novērtēšana vai sistēmas vājo posmu noteikšana;
- Prognozes izstrādei: viena no pieejām izmantota tehniskās sistēmas attīstības paredzēšanā: tehniskās sistēmas elementu koordinēšanas un neatbilstības klātbūtne.

Kā izmantot sistēmas elementu ritmu saskaņotības likumu?

1. Identificēt un likvidēt nevēlamo efektu iemeslus: neatbilstības un koordinēto nosacījumu organizācijas klātbūtne – piemēri 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5.
2. Identificēt un likvidēt nevēlamo efektu iemeslus: neatbilstības un koordinēto nosacījumu organizācijas klātbūtne – piemēri 2.3, 2.4, 3.3.

### Piemērs 3.1. Paraolimpiskās spēles

Sekojoša problēma radās starptautiskajās paraolimpiskajās spēlēs garās distances skrējenā sportistiem bez dzirdes un redzes maņām. Katram no šiem atlētiem ir viens asistents, kas palīdz noteikt pareizo skriešanas virzienu un uzrauga skrējēju. Asistents vada sportistu – to rokas ir savienotas ar elastīgu saiti. Problēmas neradās saistībā ar nepareizu skriešanas virzienu – asistenti allaž savus aizbilstamos vadījuši uzticami. Tomēr atlēti skrēja nepārliecināti, nejūtot konkurētspējīgo atmosfēru. Kā gan nodrošināt fanu klātbūtnes un konkurences ilūziju sportistiem, kas to neredz un nedzird? 

Redzot sportistu zemo pārliecību par sevi, sacensību komentētājs atrisināja šo problēmu pāris sekunžu laikā. Viņš izteica skatītājiem kādu lūgumu...

(Kāds bija šis lūgums, uzzināsit pēc teorētiskā skaidrojuma).

Tradicionālie risinājumi:

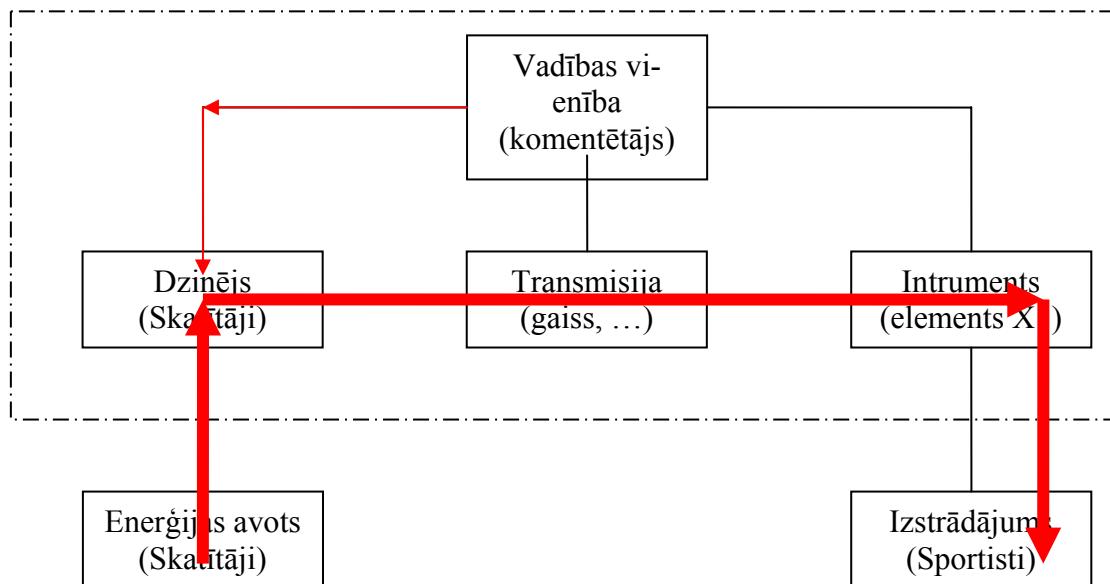
- Asistents varētu pavilkta saiti, lai nodotu aplausus skrējējam;
- Izsniegt katram sportistam uztvērēju ar vibrāciju pārraides iespēju, lai uztvertu komentētāja teikto;
- Neorganizēt šādas sacensības;

Piezīme:

Paraolimpiskās spēles ir starptautisks sporta pasākums cilvēkiem ar invaliditāti. Tradicionāli tās notiek pēc galvenajām Olimpiskajām spēlēm un kopš 1992. gada arī tajā pašā pilsētā; pēc vienošanās starp Starptautisko Olimpisko Komiteju un Starptautisko Paraolimpisko komiteju 2001. gadā. Vasaras Paraolimpiskās spēles notiek kopš 1960. gada, savukārt ziemas Paraolimpiskās spēles – kopš 1976. gada. Vārds “paraolimpisks” veidojies pēc grieķu priedēkla “para”, kas nozīmē gandrīz kā pārējie, šis paralelisms izmantots lai apzīmētu Paraolimpisko spēļu līdzvērtību Olimpiskajām spēlēm.

Atgriežoties pie problēmas risināšanas – nepieciešams veidot kanālu jaudas caurplūsmai starp sportistiem un skatītājiem. Tādējādi nepieciešama tehniskā sistēma, lai pārnestu informāciju no

skatītājiem pie sportistiem, kam trūkst redzes un dzirdes maņu. Sāksim ar funkcijas definēšanu. Iecerētā funkcija ir iespēja sportistiem saņemt atbalstu no skatītājiem sacensību laikā. Jebkura veida enerģija var tikt izmantota kā šīs informācijas nesējs.



Attēls 3.2.

**Izstrādājums** – sportisti.

**Instruments** – atrodas apkārt sportistiem. Saskaņā ar sacensību apstākļiem asistents nepalīdz sportistam, ja vien nav nepieciešams norādīt pareizo virzienu un ceļu. Jebkura veida tehniskie palīglīdzekļi ir pieļaujami (dažādi uztvērēji, sensori u.c.) Citi vides resursi, t.i. – gaiss, trases virsma utt.

**Transmisija** – objektu ķēde, kas aptver sportistu no viņa ķermeņa līdz pat skatītājiem.

**Dzinējs un Enerģijas avots** – skatītāji.

Mehāniskais (akustiskais) lauks un ar aci uztverama (gaismas) diapazona elektromagnētiskais lauks ir pieejams sportistiem ar funkcionējošiem redzes un dzirdes orgāniem. Sportistiem, kas neuztver ar redzes un dzirdes kanālu starpniecību, pieejama tikai taktīlā (pieskārienu jeb izjūtu) uztvere (spēcīgs elektromagnētiskais lauks). Skatītāju sajūsmas saucieni tiem nav sadzirdami, tālab nepieciešams stiprināt mehāniskā (akustiskā) lauka iedarbību. Risinājums bija iecerēts, koordinējot skatītāju radītās skaņas un darbības: sacensību komentētājs lūdza skatītājiem aplaudēt ritmiski un pats uzdeva ritmu. Skatītāju aplausi kļuva ritmiski un koordinēti. Gaisa svārstības, ko stiprināja to radītā rezonanse, sasniedza objektu – sportistus, kas ar savu ķermenī varēja uztvert skatītāju aplausus un atzinību. (Cilvēki, kam nav ne redzes, ne dzirdes, ir spēcīgi attīstījuši citas maņas, tostarp – taktīlo jūtību. No vienas pusēs šis ir organisma kompensējošais mehānisms, no otras – šī spēja pastiprinās līdz ar pieredzi.)

Piezīme: Salīdziniet šo risinājumu ar tradicionālajiem risinājumiem, kas piedāvāti iepriekš.



## 2.3.5. Piemērs (Problēma-Risinājums)

### Piemērs

Lai palielinātu skaļruņu jaudu, visai bieži tos izmanto pa pāriem vai grupās, kur tos izvieto vienā ietvarā. Šajā situācijā visi skaļruņi esošajā grupā jāsavieno fāzē. Ko tas nozīmē? Kad signāls tiek piegādāts skaņas tinumam, skaļruņu izkliedētājiem jākustas vienā virzienā, bet ne pretējos virzienos.



Attēls 3.3. Skaļrunis

### Piemērs

Attēlos šajā nodaļā redzama skaļruņa attīstības vēsture. Patiesībā skaļruņa virsbūve bez reģistrēšanas slikti atskaņo zemās frekvences. Iemesls ir akustiski īsais apkārtmērs: skaņas spiediens neveidojas pirms izkliedētāja, un skaļrunis skaņu "pumpē" gaisā no tam priekšā esošās sienas uz aizmugurē esošo, kas kustības brīdī jau virzās viens otram pretim. Tādējādi viens skaņas vilnis iznīcina citu, saskaņā ar četru elementu modeli. (Izkliedētāja kustība un gaiss, ko izkliedētājs pārvieto, netiek koordinēti, lai izpildītu funkciju "radīt gaisa vibrācijas").

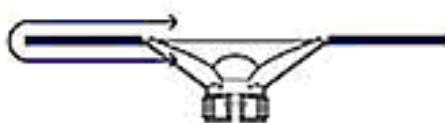


Attēls 3.5.

Lai izvairītos no šīs parādības, skaļrunis ir uzstādīts noteiktā skaņas laukā. Tieki izgatavots karkass, kura izmēri aprēķināti tā, lai īsākais posms no priekšējās sienas, no izkliedētāja, līdz pat aizmugures sienai ir līdzvērtīgi pusceļam viļņa, saskaņā ar aprēķināto frekvenci. Tādējādi skaļruņu tehniskās sistēmas elementu ritmisko svārstību koordinācija ir sasniegta. Šajā gadījumā gaisa masu kustības rodas no tiešās un atpakaļceļā radītās izkliedētāja kustības, jo tās neizslēdz viena otru, bet papildina tā, lai palielinātu vibrāciju jaudu.

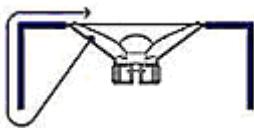
\* Četru elementu modeļa izteiksmē tas ir transmisielas jautājums.

\* Apskatiet "kaitīgo" un noderīgo tehnisko sistēmu mijiedarbību.



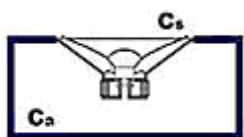
Attēls 3.5.

Tomēr šajā gadījumā rodas sekojoša problēma: skaņas lauka aizsegs nepieļauj šo risinājumu izmantot mājas apstākļos skaņas reproducēšanas iekārtās. Ekrāna izmēram jābūt  $3 \times 3$  metriem, lai nepieļautu akustiski nepietiekamu loku ar frekvenci 50 Hz. Precīzāk, šiem izmēriem jāatbilst izmēram, kas atbilst pusei no viļna šajā frekvencē. Skaņas vairogam jābūt pietiekami lielam, lai izvairītos no nepietiekami gara skaņas loka, bet tas nedrīkst būt arī pārāk liels, lai skaļruni varētu izmantot mājas skaņu sistēmās. (Šajā gadījumā akustiskā vairoga izmērs neatbilst mājas skaņu iekārtas karkasa izmēriem.) Lai risinātu šo problēmu, nepieciešams precizēt sekojošus parametrus: „akustiskā ekrāna izmēru” un „karkasa izmēru”. Pretruna tika atrisināta, izmantojot trīsdimensionālu karkasa konstrukciju – akustiskais ekrāns veidots valējas kastes formā. Iekārtas vakuumu lampu izmēri to padarīja iespējamu. (Mūsdienās tikai muzejā varam redzēt pagājušā gadsimta radio uztvērējus, kuru izmēri sniedzas  $1 \times 0.7 \times 0.5$  metru izmēros. ) Līdz ar divējādi vadāmo iekārtu – tranzistoru un uz tiem bāzēto iekārtu atnākšanu,



Attēls 3.5.

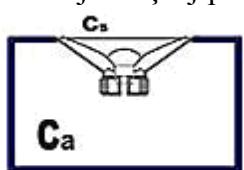
svārstībām atvērtā karkasā,



Attēls 3.7.

Bija nepieciešams radīt lielāka izmēra karkasu, lai šī gaisa atsperes elastīgums būtu stipri mazāks nekā elastīgums pats par sevi ar dinamikas atbalstu.

Šis risinājums ļauj precizēt iekšējo gaisa apjomu karkasā un izkliedētājā elastīguma izteiksmē.



Attēls 3.8.

Šajā vēstures fragmentā, kurā aprakstīta skaļruņu akustiskā dizaina attīstība, atspoguļots risinājums tikai vienai problēmai – kvalitatīvai zemās frekvences (bass) skaņas atskaņošanai. Tajā redzama tehniskās sistēmas elementu ritmu koordinēšana tās pamata izpausmē.

Kā atrisināt pretrunu “Skaļruņa izmēram jābūt lielam, lai samazinātu rezonējošo frekvenci; un skaļrunim jābūt izmēros mazam, lai to varētu ievietot telpās?” Precīzāk šī atbilde rodama 6. nodaļā likumā par pāreju uz supersistēmu (augstākā līmeņa sistēma).

## Piemērs



20. gadsimtā daudzās valstīs tālruņa zvani uz avārijas dienestiem – ugunsdzēsējiem, policijai, ātrajai palīdzībai – nozīmēja izmantot dažādus tālruņu numurus. Kad cilvēki aptvēra, ka šāds pārpratums ir lieks laika patēriņš, tika ieviests viens tālruņu numurs visiem avārijas gadījumiem. Samazinājās arī laiks, kas nepieciešams, lai izsauktais dienests ierastos notikuma vietā, turklāt atsevišķos gadījumos ir nepieciešams, lai ierastos vairāki dienesti vienlaikus. Tomēr netraucētam darbam visiem šiem dienestiem bija nepieciešams strādāt koordinēti. Ugunsdzēsēji, kas ieradušies notikuma vietā pirms medīkiem un policijas, nespēj sniegt pirmo palīdzību cietušajiem un var iznīcināt būtiskus lietiskos pierādījumus. Savukārt policija vai medīki, ja tie ieradušies ātrāk par ugunsdzēsējiem, nevar apturēt uguns izplatību un glābt cilvēkus, kas iesprostoti degošajās telpās. Būtiski ir koordinēt visu dienestu ierašanos, lai katrs pildītu savu uzdevumu kā nākas.

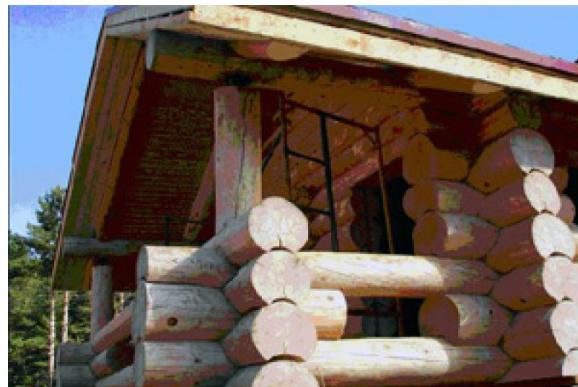
Ziemeļkorejā šai problēmai tik atrasts jauns risinājums. Lai koordinētu steidzamos zvanus un visu trīs dienestu vienlaicīgu ierašanos notikuma vietā, visu dienestu spēkrati un arī pats personāls ir izvietoti vienā ēkā, lai nodrošinātu, ka tie dodas uz nelaimes gadījuma vietu kopā.

## Piemērs

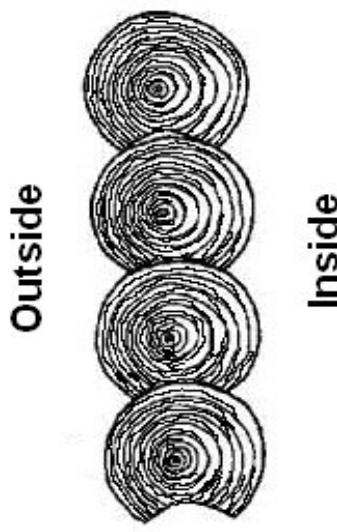
Daudzās ziemeļvalstīs iecienīts ēku būvmateriāls ir koka baļķi. Baļķi izmantoti būvniecībā jau gadsimtiem un joprojām plaši tiek izmantoti Somijā, Zviedrijā, Krievijā un citviet. Daudzi no senajiem būvniecības noslēpumiem izdzīvojuši pat līdz mūsdienām.



*Attēls 3.9. Guļbūve;  
(Kon Corporation, <http://www.dom.kon.ru/>)*



*Attēls 3.10. Baļķu izvietojums guļbūvē;  
(source: [www.lesoryb.ru](http://www.lesoryb.ru))*



Būvējot ēku, baļķi tiek novietoti tā, ka stumbra malas, kas, kokam vēl augot mežā, atradušās ziemēļu pusē, atrodas ēkas ārpusē. Gadu loki koka stumbrā ziemēļu pusē ir šaurāki un koksne šajā pusē ir blīvāka, līdz ar to stabilāka pret apkārtējās vides ietekmi – mitrumu, saules stariem.



*Attēls 3.11. Baļķu izvietojums;*

*Attēls 3.12. Baļķu salaiduma vietas un šķērsgriezums;  
(source: [www.lesoryb.ru](http://www.lesoryb.ru))*

Tādējādi mājokļa būvniecībā ir ņemta vērā baļķu struktūra un ievērojot dabas īpatnības, tās izmantotas, lai uzlabotu celtnes kvalitāti.

## 2.3.6. Pašnovērtējums - (Jautājumi, uzdevumi)



### Kopsavilkums

Sistēmas elementu ritmu saskaņotība nepieciešama, lai tehniskā sistēma būtu tehniski dzīvotspējīga, turklāt pat minimālās efektivitātes izmantošana, tā būtiski papildina pamata elementu efektīvo klātbūtni sistēmā un enerģijas caurplūsmu.

### Definīcijas

Ritmiskums, Svārstību frekvence, proporcija, saskaņotība.

### Jautājumi:



1. Kuri elementi iekļauti tehniskās sistēmas četru elementu modelī?
2. Kādi ir tehniskās sistēmas minimālās darbības kapacitātes nosacījumi, saskaņā ar Sistēmas elementu pabeigtības likumu?
3. Kādi ir tehniskās sistēmas minimālās darbības kapacitātes nosacījumi, saskaņā ar Sistēmas elementu enerģijas caurplūsmas likumu?
4. Kādi ir tehniskās sistēmas minimālās darbības kapacitātes nosacījumi, saskaņā ar Sistēmas elementu ritmu saskaņotības likumu?



### Vingrinājums

Auto bumperu uzdevums ir mazināt triecienu sadursmes gadījumā ar šķērsli vai citu auto. Analizējiet, vai auto bumperu parametri ir saskaņoti ar citu bumperu parametru vērtībām citiem auto.



### Uzdevums

Medikamentu pasargāšana no bērniem. Visiem labi zināms, cik bērni ir ziņkārīgi un ka tiem patīk nogaršot visu, kas nonācis rokās. Tomēr medikamentu sastāvā var būt vielas, kas nepavisam nav domātas bērniem. Medikamentiem jābūt pasargātiem no bērniem gadījumā, ja tie sadomā tos atvērt un nogaršot. Analizējiet tehnisko sistēmu „medikamentu trauciņš ar skrūvējamu vāciņu” no enerģijas caurplūsmas viedokļa. Kā pārtraukt šo enerģijas saikni gadījumā, ja trauciņš nonācis bērna rokās?



### 2.3.7. Atsauces

**Альтшуллер Г.С.** Творчество как точная наука. — М.: Сов. радио, 1979. 125. lpp.  
(krievu val.)

**Altshuller, G. S.,** *Creativity as an Exact Science: The Theory of the Solution of Inventive Problems* (trans. A. Williams. Gordon and Breach Science Publishers, New York, 1984), 227. lpp. (angļu val.)

**Саламатов Ю.,** Система развития законов творчества. /В кн.: «Шанс на приключение»/  
Сост. А.Б. Селицкий. – Петрозаводск: Карелия. 1991. 75-97. lpp. (krievu val.)



## 2.4 Ceturtā nodaļa: Likums par sistēmas pilnveidošanos jeb tuvināšanos ideālai sistēmai

Sabiedriskais transports parādījās pirms vairāk kā 100 gadiem – šajā laikā parādījās arī pirmās papīra biletēs. Varam tikai mēģināt iztēloties, cik tonnu papīra tīcīs izmantots šīs tehniskās sistēmas – biletēs – ūjā mūžā...

Pavisam nesen Karlsrūē, Vācijā, tramvajos parādījās reklāmas par braukšanas bilešu iegādi ar mobilā tālruņa starpniecību. Apmaksa par braucienu paredzēts veikt ar ūsiņas starpniecību – biletē ir saņemtā atbildes ūsiņa. Šajā gadījumā ierastās papīra formāta biletēs nav, tomēr tehniskās sistēmas funkcija – braukšanas biletēs nodrošināšana – ir izpildīta. Šajā gadījumā biletēs funkciju pilda mobilais tālrunis un tajā saglabātā informācija.

Šādi uzskatāmi ilustrēta situācija, kad tehniskā sistēma ne vien maina tās parametrus uz augstāka līmeņa parametriem, bet pazūd vispār jeb izzūd citā tehniskajā sistēmā, pārnesot savu funkciju uz jauno pilnīgāko sistēmu. Līdzīgs risinājums jau labu laiku pazīstams finanšu sektorā – elektroniskie norēķini un skaidrās naudas plūsma. Ceturtajā nodaļā apskatīti arī citi piemēri likumam par sistēmas pilnveidošanu jeb tuvināšanu ideālam.

### 2.4.1. Definīcija

Visu sistēmu attīstība notiek ar mērķi pilnveidoties, tuvināties ideālaai sistēmai.

G. S. Altshuller, *Creativity as an Exact Science: The Theory of the Solution of Inventive Problems* (trans. A. Williams. Gordon and Breach Science Publishers, New York, 1984), 227-228. lpp.



### 2.4.2. Teorija

Pilnveidotus (jeb ideālai sistēmai tuvinātus) modeļus ikdienā izmanto, lai aprakstītu reālus priekšmetus, procesus vai dabas parādības visdažādākajās zinātnēs. To sīkākās, maznozīmīgākās detaļas tiek izlaistas, lai izceltu galvenās priekšrocības. Piemēram, lai apzīmētu vienu no Parīzes simboliem – Eifeļa torni – nav nepieciešami rasējumi un shēmas. Nereti ir pat pietiekami uzskicēt torņa siluetu pāris līnijās – līdzīgi kā to zīmējot dara bērni.

Pilnīgie priekšstati izmantoti ne vien modeļiem, bet arī daudzām teorijām dažādās zinātnēs (fizikā, matemātikā, ģeometrijā). Piemēram, punkts, kas atrodas bezgalīgi tālu, ideālā termālā iekārtā, ideālā gāze, bezgalīgi mazi izmēri u.c.

Turpmāk apskatītas svarīgākās definīcijas, kas saistības ar pilnīguma konceptu jeb „ideālu sistēmu” un izmantotas TRIZ teorijā.

#### “Idealitātes” pamata definīcijas

Ikdienas praksē saskaramies ar procesiem un norisēm, kuru vadībai izmantojam noteiku daudzumu laika, naudas un enerģijas. Tālab nepieciešams atskaites punkts, kurš ir realitātē nesasniedzams, tomēr var kalpot kā standarts salīdzināšanai, lai novērtētu konkrēto tehnisko sistēmu vai problēmas risinājumu.

Idealitātes jeb pilnīguma ideju iespējams izskaidrot ar pavisam vienkāršu piemēru: ideālā variantā sistēmas idealitāte (P) atbilst maksimālam efektam (E) pie minimālām izmaksām (C)

$$P = E/C$$

Jo labāku rezultātu iegūstam pie mazākām izmaksām, jo augstāka idealitātes pakāpe sasniegta. Turpmāk apskatīti divi piemēri: 1) Idealitātes pakāpes palielināšana pie fiksētām izmaksām, palielinot efektu; un 2) Idealitātes pakāpes palielināšana ar fiksētu efektu, samazinot izmaksas.

Gadījumā ar fiksētajām izmaksām (ekonomiskām, sociālām, ekoloģiskām u.c.) ideāla rezultāts atspoguļo maksimālo iespējamo rezultātu, piemēram, papildu efektu, kurš iepriekš pat netika gaidīts. Idealitātes pakāpes palielinājums bieži vien rodas, uzlabojoties parametriem kādā citā nozarē. Atbilstoši – risinot tehniskās sistēmas problēmu, var uzlaboties arī ekonomiskie, ekoloģiskie un sociālie rādītāji.

Mērķis ir sasniegt vēlamo rezultātu, izmantojot pēc iespējas mazāk resursu – ideālā variantā patēriņš būtu līdzvērtīgs nullei.



### Ideālā sistēma

Ideālā sistēma veic tai paredzēto funkciju bez izmaksām – izmanojot nulli resursu (no visiem aspektiem).

### Ideālais risinājums

Ideālais risinājums realitātē nav sasniedzams un tiek izmantots kā atskaites punkts iespējamo risinājumu novērtēšanai.

Ideālais risinājums nerada negatīvus efektus, lai cik arī detalizēti netiku analizēts risinājums pēc Sistēmas Operatora (daudzekrānu shēmas) analīzes – skatot visās taisnēs, ekrānu daudzums sniedzas bezgalībā.

### Daudzekrānu shēmas izmantošana

Izmantojot daudzekrānu shēmu risinājuma analīzes un novērtēšanas gaitā, tiek vērtēti konkrētā risinājuma potenciālie negatīvie efekti. Daudzekrānu shēmai, kas atspoguļo konkrēto situāciju, kā likums, ir ierobežots skaits ekrānu. Pirmkārt, ekrānu daudzums ir ierobežots psiholoģiskā inertuma (stereotipu) dēļ. Otrkārt, pastāv prasības un vajadzības, kas raksturīgas konkrētajai situācijai un ietver sevī vairākus subjektīvus faktorus.

**Ideālā risinājuma ideja**, kas aprakstīta iepriekš, nepieciešama, lai paaugtinātu objektivitātes līmeni risinājumu novērtēšanā. Nemot vērā ideālā risinājuma definīciju, cik vien iespējams jācenšas izvairīties no stereotipiem un jāvērtē risinājums no dažādiem skatījumiem dažādās kategorijās, no dažādu interešu viedokļa pat neierobežotā vēsturiskajā laikā.

### Problēmas risinājuma visvēlamākais rezultāts (VVR)

Maksimālais vēlmais rezultāts ir definēts mērķis vai mērķu sistēma, ko vēlamies sasniegt kā problemātiskās situācijas risinājuma rezultātu.

Saskaņā ar Efektīvās domāšanas teorijas “Neiespējamības” aksiomu, definējot visvēlamāko rezultātu, pieņemam, ka nav nekā neiespējama – nekā tāda, ko nevarētu atrisināt. Kaut arī šķiet, ka konkrētajā situācijā iespējas ir ierobežotas, jācenšas iztēloties, ka šķēršļu nav: varat pat iztēloties, ka jums ir burvju zizlis, kas var sasniegt neiespējamo.

VVR apvieno visas ideālās sistēmas, kas nepieciešamas konkrētās problemātiskās situācijas risināšanai (skatiet Ideālā sistēma), un ideālo gala rezultātu (skatiet Ideālais gala rezultāts), kas sniedz maksimālo efektu ideālā risinājuma pielietojumā.

Būtiski ir saprast atšķirību starp VVR un ideālo risinājumu. VVR ir risinājums, kurš prezentēts kā ideāls konkrētās situācijas kontekstā, noteiktā laika periodā, ar noteiktiem resursiem, saskaņā ar klasiskās TRIZ teorijas “Konkrētās situācijas” aksiomu. (skatiet “Konkrētās situācijas” aksiomu).

Maksimālais vēlmais galarezultāts (VVR) ir vidusmēra concepts, kas atrodas starp Ideālo gala rezultātu (IGR) un ideālo sistēmu, no vienas puses, un ideālo risinājumu no otras puses. IGR formulēts kā noteikta pretruna, kas iekļauta konkrētās problemātiskās situācijas aprakstā. Ideālā sistēma ir vienas sistēmas apraksts konkrētajā problemātiskajā situācijā. VVR apvieno

vīziju par IGR un ideālo sistēmu konkrētajā problemātiskajā situācijā. Šīs vīzijas mainītas un precizētas problēmātiskās situācijas risinājuma laikā.

### **Piezīme:**

Agrīnajos TRIZ attīstības posmos nebija praktiski nekādas starpības starp Ideālo sistēmu, IGR un Ideālo risinājumu. Tomēr TRIZ attīstības gaitā radās nepieciešamība šos konceptus atdalīt. Tālab OTSM-TRIZ teorijā, IGR un ideālā sistēma ir pamata nosacījumi, kas veido VVR. Ideālais risinājums tiek izmantots, lai novērtētu iegūtos risinājumus.

Vēl kāda ideālā risinājuma funkcija ir kalpot par instrumentu, ko izmanto psiholoģiskā inertuma pārvarēšanai. Kad iegūts rezultāts, kas tuvu VVR vai sakrīt ar to, jācenšas atrast elementus daudzekrānu shēmā, kur risinājumi rada vai var rasties negatīvi efekti. Šos elementus jāatrod, jo tie palaisti garām veidojot VVR. Citiem vārdiem, ideālā risinājuma modelis palīdz iziet ārpus konkrētās problēmsituācijas robežām, kuras ietvaros tika definēts VVR un jāspēj uz situāciju palūkoties ar neatkarīga vērotāja acīm, kurš nav ieinteresēts situācijā un spēj reaģēt objektīvi.

### **Ideālais gala rezultāts (IGR)**

Saskaņā ar ARIZ-85-C likumiem par IGR (Ideālo gala rezultātu), kas formulēts pretrunas veidā, tajā ir skaidri formulētas divas nesavienojamas prasības, kas jāsavieno pretrunīgā risinājumā. IGR nosaka mērķi un kritērijus efektivitātes novērtēšanai atrisināmai pretrunai. Jo risinājums tuvāks IGR, jo labāk. Tādējādi Ideālais gala rezultāts kalpo kā atskaites punkts, strādājot ar problēmu. Tālab ARIZ attīstības procesa laikā IGR no viena soļa pārtapa soļu sistēmā, ko H.S.Altšullers nodēvējis par “IGR paketi”: IGR-1; spēcinātais IGR; IGR-2.

OTSM teorijā, IGR paketē “Pretrunu” tehnoloģijas skaidrotas atsevišķos soļos: IGR-2 iedalās “Nepilnīgajā IGR-2” un “Apkopotajā IGR-2”.

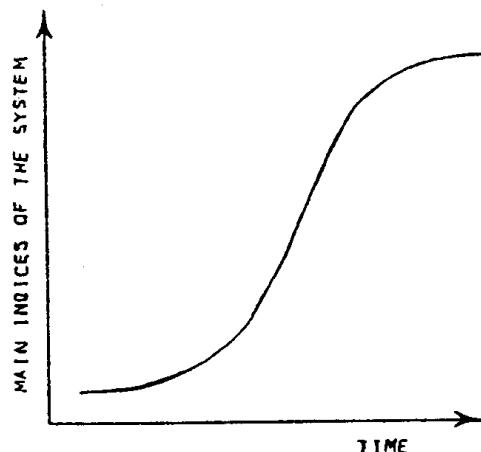
Katrs no nepilnīgajiem IGR-2 sakrīt ar konkrētu spēcināto IGR un ir definēts pēc ar to saistītajiem fiziskās pretrunas formulējumiem (OTSM tā ir parametru pretruna) mikro un makro līmenī. Tādējādi katrs spēcinātais IGR sakrīt ar vismaz diviem nepilnīgajiem IGR-2: mikro un makro līmenī.

Katrs nepilnīgais IGR-2 ir kā mozaīkas elements, kas veido Apkopoto IGR-2.

### **2.4.3. Modelis**

Tehnickās sistēmas dzīves ilgumu (līdzīgi kā citām sistēmām, piemēram bioloģiskajām sistēmām) var ilustrēt kā galveno parametru atkarību no sistēmas laika gaitā. Šāds tehniskās sistēmas modelis, kas ir S līknes formā (Attēls 4.1.), plaši pielietots OTSM-TRIZ. S-līkne demonstrē, kā galvenie tehniskās sistēmas parametri (ātrums, jauda, produktivitāte u.c.) mainās sistēmas dzīves laikā. Katrai sistēmai ir tikai tai piemītošas īpatnības, tās īpašais “portrets” – S līknes formā. Tomēr visiem šiem portretiem ir arī kopīga iezīme – apgabali, kas atkārtojas visām sistēmām: 1 – „bērnība”; 2 – „briedums”; 3 – „vecums”;

Tehnickās sistēmas attīstības gaitā tās galvenie parametri pieaug un sistēma pilnveidojas – tuvinās ideālai sitēmai. Ir būtiski veidot izmaiņu shēmu, atbilstoši laikam, vienam no sistēmas būtiskākajiem indikatoriem, izmantojot patentu fondu un citus resursus, kas sniedz informāciju par analizētās sistēmas iepriekšējo attīstību. Turpmāk iegūtā S-līkne tiek izmantota, lai izdarītu secinājumus par attīstības



*Attēls 4.1 S-līkne.*

fāzi, kurā tehniskā sistēma atrodas.

Pastāv vairākas fāzes, soļi, sistēmas idealitātes pakāpes palielināšanai:

- Sistēmas parametru (1-2 galveno) uzlabošana pie izmaksu palielināšanas;
- Sistēmas parametru (1-2 galveno) uzlabošana pie nemainīgām izmaksām;
- Sistēmas parametru uzlabošana (parādoties jaunām funkcijām) pie izmaksu palielināšanas;
- Sistēmas parametru uzlabošana (parādoties jaunām funkcijām) pie nemainīgām izmaksām;
- Sistēmas parametru uzlabošana, samazinot izmaksas;
- Sistēmas parametru uzlabošana (parādoties jaunām funkcijām) pie samazinātām izmaksām;
- Izmaksu samazināšana;

Nozīmīga izmaksu samazināšana tiek izmantota, lai atbalstītu sistēmas pastāvēšanu un jaunu funkciju ieviešanu, kas ievērojami palielina sistēmas pielietojumu, tā notiek sistēmai pilnībā izzūdod (samazinot izmaksas līdz iepriekšējam līmenim), piemēram, tai savienojoties ar citu sistēmu vai pārejot apakšsistēmā, pārnesot tās funkcijas jaunajai sistēmai.

#### **2.4.4. Instrumenti - Rīki (to lietojums)**

*Rīki, kas izmantotti pareizā risinājuma sasniegšanai: Instrumentārie likumi – Sistēmas elementu pabeigtības likums; Enerģijas caurplūsmas likums; Sistēmas elementu ritmu harmonijas likums.*



Idealitātes pakāpes palielināšanas fāzes	Metodes to sasniegšanai
Sistēmas parametru uzlabošana pie izmaksu palielināšanas;	Intensīvs resursu izmantojums, izstrādātas metodes konstruktīviem risinājumiem;
Sistēmas galveno parametru uzlabošana pie nemainīgām izmaksām;	Tehnoloģijas resursu taupīšanai; optimāli risinājumi; standarta risinājumi resursu taupīšanai;
Jaunu funkciju parādīšanās pie palielinātām izmaksām;	Izstrādātas metodes konstruktīviem risinājumiem; vērtības analīze (pie maznozīmīga izmaksu pieauguma)
Jaunu funkciju parādīšanās pie nemainīgām izmaksām;	Izstrādātas metodes konstruktīviem risinājumiem; vērtības analīze;
Sistēmas parametru uzlabošana pie samazinātām izmaksām;	Vērtības analīze, OTSM-TRIZ
Jaunu funkciju parādīšanās pie samazinātām izmaksām;	Vērtības analīze, OTSM-TRIZ
Nozīmīgs izmaksu samazinājums, ko izmanto sistēmas pastāvēšanas atbalstīšanai un parādoties jaunām sistēmas funkcijām;	Vērtības analīze, OTSM-TRIZ

## 2.4.5. Piemēri

### Piemērs

Pirms moderno navigācijas metožu parādīšanās, burātāji šim nolūkam izmantoja zvaigznes. Mēģiniet iztēloties, cik neliels skaits kuģu sasniedza krastu nemaldījušies, un cik dzīvību mūsdienās tikušas izglābtas, pateicoties šim norādēm.



Ideāla sistēma nav sasniedzama, bet pēc tās ir iespējams tiekties; būtiskākais ir izvēlēties pareizo virzienu.

### Piemērs

Plost baļķu transportēšanai ir ideālā sistēma. (Ar laiku ievērosit, ka reālām sistēmām un risinājumiem, var runāt tikai par ideālu salīdzinošā pakāpē, jo ideālais risinājums jau pēc definīcijas ir nesasniedzams.) Tādējādi var apgalvot, ka plost, kas izgatavots no kravas materiāla, pārvietojot baļķus, ir ideālāks risinājums nekā kravas kuģis, kas pārvieto baļķu kravu.



Tomēr pasaule ir pilna pretrunu: ir skaidrs, ka baļķi, kas tiek pārvietoti ar kravas kuģi, saglabājas sausi, salīdzinājumā ar tiem, kas tiek pārvietoti ar plostu. Tādējādi citam parametram – kravas pasargāšanai, ir mazāka vērtība. Šeit parādās jauna problēma...

### Piemērs

Katrs kravas kilograms ir no svara, piemēram kosmosa kuģī, kas ceļo pa Zemes orbītu – nav pārspīlēts, ka katra kravas kilograma pacelšanai Zemes orbītā, nepieciešams patērēt līdzekļus, kas pielīdzināmi kilogramam zelta.



Divdesmitā gadsimta beigās tika ierosināts veidot kosmosa kuģu kabīņu interjera elementus no presētiem pārtikas produktiem. Tādējādi – ja aprūktos pārtikas krājumi, būtu iespējams uzturā izmantot elementus no, piemēram, klubkrēsliem vai iekšējām sienām.

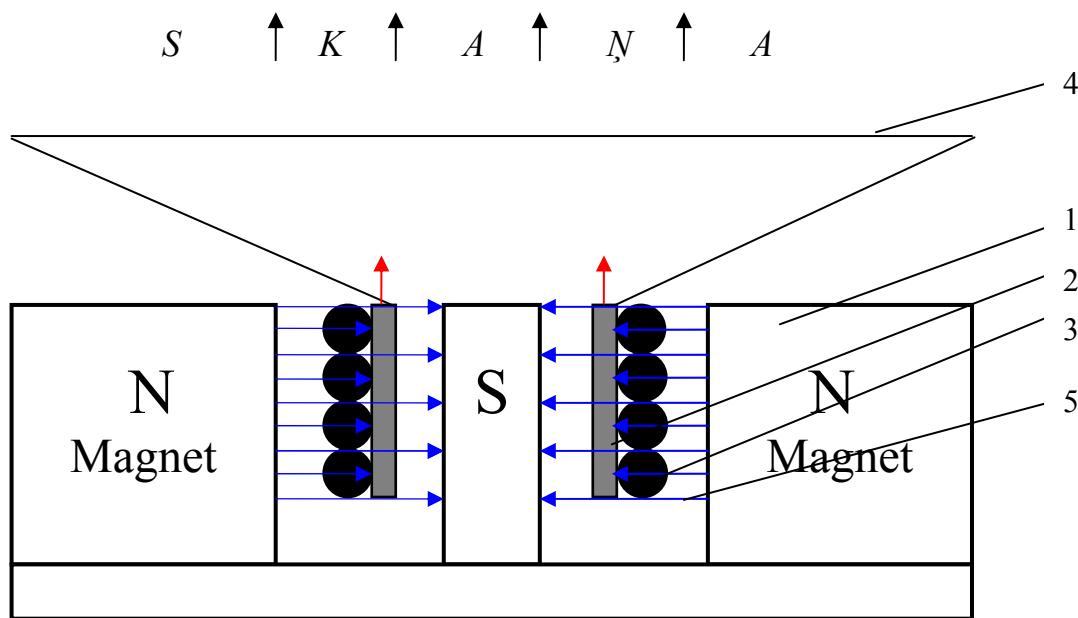
### Piemērs

Celojot kosmosā, nepieciešams arī pietiekami degvielas, jo īpaši tāliem un ilgiem lidojumiem. Kā nodrošināt kosmosa kuģa pārvietošanos, ja degvielas nav atlicis nemaz? Kosmosa kuģu trajektorija ir aprēķināta tā, lai, izmantojot dažādu planētu gravitācijas spēku, pat bez degvielas būtu iespējams pārvietot kosmosa kuģi visumā no viena punkta uz otru, tādējādi izpildot kosmosa kuģa funkciju.



## Piemērs

Attēls 4. 2. ilustrē skaļruņa magnētiskās ķēdes šķērsgriezumu.



Attēlā demonstrēti:

- 1 – Magnēts
- 2 – Tinuma montāža
- 3 – Tinuma loki
- 4 – Izkliedētājs
- 5 – Magnētiskā lauka darbības robežas

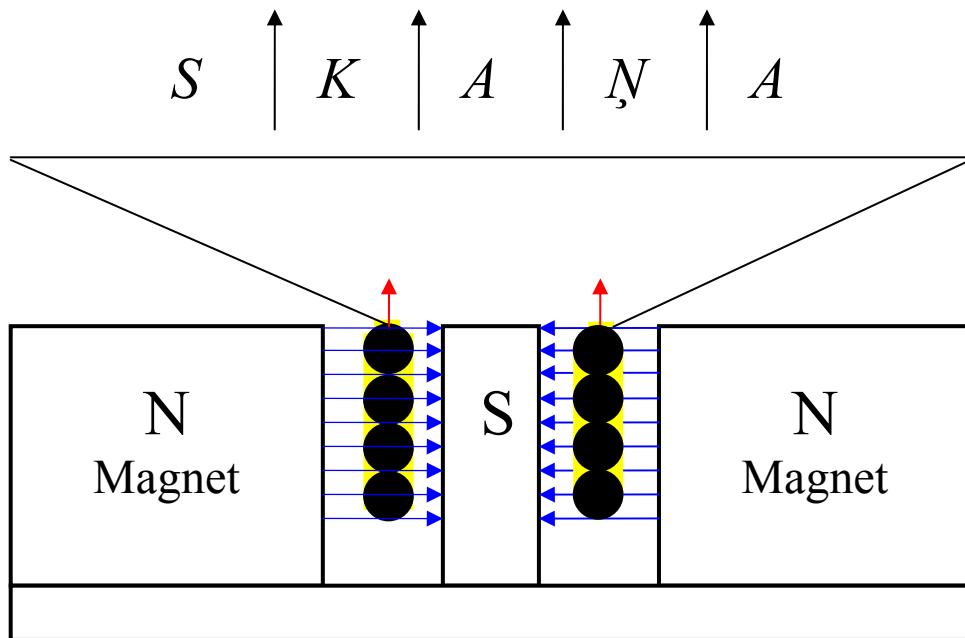
Attēls 4.2.

Tinums ar vadītāju, kas atrodas magnētiskajā laukā, ir “Dzinējs”, tas darbojas kā pārveidotājs, elektriskā un magnētiskā lauka energiju pārveidojot izkliedētāja mehāniskajās svārstībās un svārstībās gaisā.

Iepriekš apskatījām skaļruņa magnētisko ķēdi (Skatiet 2. nodaļu, piemēru 2.2, kā arī uzdevumu nodaļas beigās). Parasti skaļruņa tinums ir izvietots uz speciāla kartona vai plastikāta ietvara un ievietots starp magnētiem. Kāda ir tinuma ietvara funkcija? Tas saglabā vadītāja tinumus skaļruņa magnētiskās ķēdes centrā, starp magnētu poliem. Saskaņā ar iepriekš apskatītiem likumiem (Skatiet 1. nodaļu, sadaļu 1.4.1: “Sistēmas elementu pabeigtības likums” à kā precīzi noteikt tehniskās sistēmas funkciju?), precīzēsim formulējumu: “Kompensēt tinuma loku elastīgo spēku darbību un gravitācijas spēkus, mainot tinuma atrašanās vietu”.

Tinuma piemērs noved pie nevēlamiem efektiem. Pirmkārt, tas rada magnētiskās straumes zaudējumus. Tinums aizņem nelielu, noteiktu vietu atverē starp magnētiem: jo lielāka atstarpe starp magnētiem, jo vājāka magnētiskā plūsma, un līdz ar to skaļruņa jauda ir mazāka. Otrkārt, visnevēlamākais efekts ir vadītāja tinuma vājāka dzesēšana. Jaudīgiem skaļruņiem, kad cauri tinumam tiek novadīta liela plūsma, tinums stipri uzsilst un var notikt īssavienojums. Šajos apstākļos ir būtiski piegādāt tinumam gaisu no dažādām pusēm, lai to dzesētu. Gadījumā, ja tinums veidots no elektriski izolējoša materiāla, tas darbojas kā siltuma izolators un kavē tinuma dzesēšanu.

Kas šādā gadījumā ir tinuma ideālais apvalks? Tas būs apvalks, kas izpilda specifisku funkciju, bet neaizņem vietu, tā izmaksas tuvinās nullei. Vienkāršak sakot – apvalka nav, bet funkcija tiek izpildīta.



Attēls 4.3.

Lai izpildītu funkciju, tika radīti tinumi bez apvalka, kuru loki ir nostiprināti ar speciālu līmes savienojumu. Būtiski, ka vecajā sistēmā, šīs metodes prototips jau pastāvēja – tinuma loki bija noklāti ar laku, lai sasniegtu augstāku pretestību un virsmas aizsardzību pret mehāniskiem bojājumiem. Tomēr lakas stiprība nebija pietiekama, lai nostiprinātu tinuma lokus nepieciešamajā stāvoklī, jo trūka ietvara. Turklat pozitīvo un negatīvo efektu problēma netika apskaitīta un aprakstīta, kā sekas tā tika atrisināta tikai salīdzinoši nesen.

## Piemērs

Velosipēda dinamo iekārtas uz riteņa parasti ir uzstādīta kā atsevišķa iekārta. Ritenim rotējot mehāniskā enerģija tiek pārnesta no dinamo iekārtas ar ritentiņa (rotora) palīdzību, tam saskaroties ar riteņa virsmu. Lai sasniegtu augstākus parametrus velosipēda apgaismes sistēmā (apgaismes spožums un tādējādi arī lampiņas jauda, elektriskā kapacitāte), nepieciešama jaudīgāka dinamo iekārta. Riteņa virsmas un dinamo iekārtas rotora mehāniskais kontakts balstās uz berzes principa un pārnes tās spēku uz jaudīgāko dinamo iekārtu. Apgaismes sistēmas attīstība un velosipēda drošības sistēma tika izveidota ar dinamo ieviešanu, kas balstās uz mehāniskās energijas pārnesi ar berzes palīdzību dinamo iekārtas un riteņa virsmas tieša kontakta laikā.

Jaunākajiem velosipēdu modeļiem, dinamo iekārtas uzstādītas uz aizmugures riteņa ass. Riteņa ass, uz kurās uzstādīti magnēti, vienlaikus kalpo arī kā dinamo rotors. Transmisijas metode – dinamo iekārtas rotors un velosipēda riteņa virsma – ir pazuduši, jo tie bija lieki. Līdz ar to berzes zaudējumi mehāniskās energijas pārneses laikā ir likvidēti. Šādos gadījumos var teikt, ka sistēma ir tuvojusies ideālam – kļuvusi pilnīgāka.

## 2.4.6. Pašnovērtējums - (Jautājumi, uzdevumi)

### Kopsavilkums.

Tehniskās sistēmas eksistences īpatnības tās attīstības fāzē (otrajā un trešajā fāzē S-līknē) ir aprakstītas likumā:

Visu sistēmu attīstība notiek ar mērķi tuvoties ideālai sistēmai. Tā ietver dažādus mehānismus un sastāv no vairākām fāzēm. Pirmkārt, tā ietver pamata parametru palielinājumu, pēc tam – funkcijas realizēšanai paredzēto izmaksu samazinājumu un jaunu funkciju parādīšanos. Un pēdējā fāzē – savienošanos ar citu sistēmu un funkciju pārnesi uz šo sistēmu, vai citas sistēmas funkciju izpildi.

### Definīcijas.

Idealitāte; Ideālā sistēma; Ideālais risinājums; Visvēlamākais rezultāts (VVR); Ideālais gala rezultāts (IGR).

### Jautājumi:



1. Kā definēt idealitāti?
2. Kā definēt ideālo sistēmu?
3. Kāds ir ideālais risinājums?
4. Kāda ir atšķirība starp visvēlamāko rezultātu un ideālo gala rezultātu?
5. Kā definēt Ideālo gala rezultātu?

## 2.4.7. Atsauces

Альтшуллер Г.С. Творчество как точная наука. — М.: Сов. радио, 1979. (Russian), 126. lpp.

Altshuller, G. S., *Creativity as an Exact Science: The Theory of the Solution of Inventive Problems* (trans. A. Williams. Gordon and Breach Science Publishers, New York, 1984), pp. 227-228.

Саламатов Ю., Система развития законов творчества. /В кн.: «Шанс на приключение»/ Сост. А.Б. Селюцкий. – Петрозаводск: Карелия. 1991. (Russian), 138-168. lpp.

Khomenko, N., “The law of the completeness of the parts of the system with OTCM-TRIZ interpretation”. (Russian) (Karlsruhe, manuscript, 9 July 2008).

Khomenko, N., “The law of increasing of degree of Ideality of the system with OTCM-TRIZ interpretation”. (Russian) (Karlsruhe, manuscript, 18 July 2008).





2.7 Likums par pāreju no makro līmeņa uz mikro līmeni

## 2.5 Piektā nodaļa: Sistēmas elementu nevienmērīgas attīstības likums

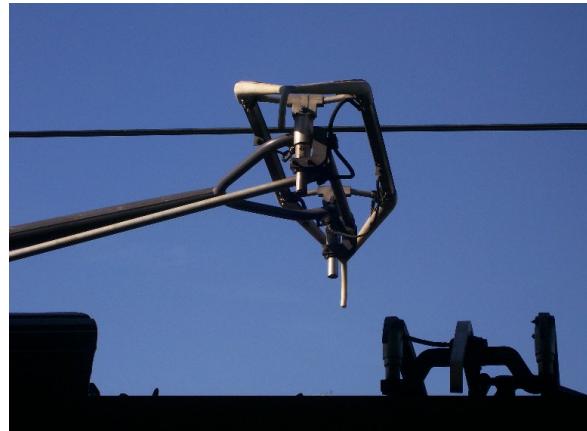
Šīs rindas rakstu braucot ātrvilcienā, traucoties cauri Eiropai ar ātrumu 350 km/h. Ātrums ir apbrīnojams, tomēr ir jūtams, ka tas ir tuvu sliežu transporta ātruma robežām.

Kāda varētu būt bijusi sarežģītākā problēma, konstruējot šādu vilcienu? Vēl jaudīgāka dzinēja izstrāde, jauna sliežu ceļa izbūve, jauna tipa bremzēšanas sistēma? Jā, daļēji tie bija šie izaicinājumi. Tomēr, saskaņā ar izstrādātājiem, vislielākais izaicinājums bija elektriskā savācēja (posms, kas novada elektroenerģiju no vadiem uz vilciena elektriskajiem mehānismiem) izstrāde. Ātrvilcienā, elektriskais savācējs panes ārējo pretestību līdzīgi struktūrai, kas pieejama mūsdienu modernajos ātrvilcienos.

Šajā tekstā nav apskatīti tehnoloģiskie risinājumi, kas izmantoti ātrvilcienā. Tā vietā izcelti būtiskākie šī piemēra punkti. Jebkuras tehniskās sistēmas (TS) dzīves laikā, jebkurā laika periodā, TS elementi pastāv dažādos attīstības līmeņos. Pirmkārt, TS elementu attīstības līmeņi atšķiras jebkurā laika periodā. Otrkārt, izmaiņas sistēmas elementos norisinās nevienmērīgi, un nereti – ārkārtīgi strauji. Allaž ir kāds elements, kas kavē TS tālāku attīstību un tā galveno parametru pieaugumu. Šis elements ir vājais posms, kas rada spēcīgas pretrunas. Tāpēc būtiski ir noteikt šo elementu.



Attēls 5.1 Jaunās paaudzes ātrvilciens



Attēls 5.2. Ātrvilciena elektriskais savācējs

Vilciena attīstības vēsturē bijuši vairāki faktori, kas kavējuši sasniegta noteiktus parametrus (ātrumu, garumu, vilciena svaru, bremzēšanas ceļu u.c.). Tvaika lokomotīves jauda pakāpeniski pieauga līdz radās konflikts ar sliežu ceļa kvalitāti. Dažus gadus vēlāk tehnoloģiskie sasniegumi metalurgijas jomā ļāva masveidā ražot ilgāk kalpojošas, garākas un relatīvi lētas sliedes. Tā rezultātā sliežu ieklāšanas tehnoloģija bija atbildīga par ceļa kvalitāti un kopējo sliežu – ceļa sistēmu.

Vilcieni kļuva ātrāki, pārvadāja vairāk kravas un sasniedza arī attālākus galapunktus. Tomēr dzinējs nespēja nodrošināt pietiekamu jaudu, lai sasniegta ātrumu, ko pieļautu jaunas sliedes. Pēdējais no tvaika dzinēja izrāvieniem bija pāreja uz jaudīgāku degvielu: oglu vietā sāka izmantot petroleju. Mainījās arī dzinējs – lai saražotu vairāk jaudas, bija nepieciešams augstāks tvaika spiediens. Šim nolūkam bija nepieciešams izturīgāks (un smagāks!) dzinējs. Tālāks vilciena parametru pieaugums kļuva iespējams līdz ar pāreju uz jauna tipa dzinējiem, t.i. elektriskajiem dzinējiem.

Tādējādi, risinot praktiskus uzdevumus un ziņojot par tehnoloģisko attīstību, ir īpaši būtiski precīzi definēt jebkuru vājo punktu tehnoloģiskajā sistēmā. Pēc tam nepieciešams noteikt esošās pretrunas un tiešās pūles, kas nepieciešamas tieši šī elementa tālākai uzlabošanai.

## 2.5.1. Definīcija



Sistēmas elementu atīstība notiek nevienmērīgi; jo sarežģītāka sistēma, jo nevienmērīgāka tās elementu attīstība.

G. S. Altshuller, *Creativity as an Exact Science: The Theory of the Solution of Inventive Problems* (trans. A. Williams. Gordon and Breach Science Publishers, New York, 1984), 229.lpp.

## 2.5.2. Teorija

Šis likums pieder pie kategorijas “Kinemātika”, tie ir likumi attīstītām tehniskajām sistēmām, kas atrodas otrajā un trešajā attīstības līmenī (Skatiet S-līknī).

Zināms, ka jaunu tehnisko sistēmu rašanās brīdī, tās galvenajiem elementiem jābūt spējīgiem izpildīt pamata funkcijas minimālajā darba kapitātē. Turklat nepieciešama arī jaudas caurplūsma, kas vieno sistēmas elementus un vadības vienību. Tehniskās sistēmas ritniem jābūt saskaņotiem, lai tehniskā sistēma varētu attīstīties un uzlabot tās parametrus (pazīmes). Tas attiecas, pirmkārt, uz atjaunotām tehniskām sistēmām, kas atrodas to pirmajā attīstības posmā (Skatiet S-līknī).

Līdz ar attīstību, TS elementi mainās saskaņā ar vides un cilvēku mainīgajām prasībām. TS ietver elementus no dažādiem attīstības līmeņiem dažādās tās pastāvēšanas posmos. Šīs nevienlīdzības var aprakstīt ar pretrunu palīdzību. Jo īpaši, asas pretrunas rodas dēļ sistēmas vājākā elementa – vājā posma.

Viens no iemesliem TS elementu nevienmērīgai attīstībai ir ierobežoti resursi. Pirmkārt, tie ir materiālie resursi, tāpat arī laiks, kas nepieciešams attīstībai, ieviešana un ieiešana tirgū. Turklat, šajā posmā vielas ierobežojumi parasti izpaužas kā pieejamie metožu resursi un uzdevumu risinājumi.

### Biežākā klūda:

Visai bieži TS uzlabošana sākas ar izmaiņām tajā sistēmas elementā, kura izmaiņas prasa vismazāko piepūli. Jo īpaši tas ir tradicionāli sarežģītakiem uzdevumiem – risināt problēmu tikai tās vājākajā posmā. Viens no iemesliem ir ierobežotas radicionālo metožu iespējas problēmu risināšanā.

Šīs pieejas aplamība skaidri izteikta šajā jokā:

Džentlemenis izmisīgi kaut ko meklē uz trotuāra laternas gaismā. Sekojošais dialogs norisinās starp policistu un džentelmeni:

“Ser, vai varu jums palīdzet?”

“Jā, esmu pazaudējis sava dzīvokļa atslēgas.”

“Vai atceraties, kur tās pazaudējāt?”

“Protams, tur, pie sava auto” (viņš norāda uz auto ielas otrā malā)

“Tad kādēļ jūs tās meklējat šeit, zem laternas?”

“Šeit ir gaišāks!”

Mēs, protams, pasmejamies par neapķerīgo džentlemeni, bet bieži vien, uzlabojot kādu tehnisko sistēmu, rīkojamies tieši tāpat... Un vienīgi tad, kad esam pagalam nomocījušies ar pārejiem sistēmas elementiem, pievēršamies sistēmas vājajam posmam.

Turpinot ilustrēt piemēru ar tehniskās sistēmas “vilciens” attīstību, var secināt sekojošo: lai attīstītu TS, nepieciešams precīzi un pareizi formulēt tās funkciju. Tas nozīmē arī precīzēt TS ierobežojumus. Gadījumā ar ātrvilcienu, ierobežojumi izveidoti tā, ka izmaiņas netiek saistītas

ar principu “riteņi - sliedes”, bet gan kokrētu tehniskās sistēmas „vilciens” elementu “riteņi - sliedes”, kas ir vājais posms.

### Piezīme:

Nakamā vilciena attīstības stadija ir vilciens uz elektromagnētiskās plāksnes. Šāda vilciena konstruēšanā notiek pāreja no savieojuma “riteņi-sliedes” (makro līmenis) uz elektromagnētisko mijiedarbību (mikro līmenis). Pārmaiņas piedzīvo arī elektriskais savācējs – nav vairs elektriskā vadītāja slīdošā kontakta. Enerģijas transmisijas funkcija tiek veikta ar elektromagnētiskā lauka starpniecību. (Detalizētāka informācija par vilciena nākamo attīstības staciju un tehniskās sistēmas likumu, kas veido šīs stadijas pamatu, attīstību skatiet 7. nodalā, piemērs 7.5.5).

### 2.5.3. Modelis

#### S-līkne

Tehniskās sistēmas pastāvēšana (tāpat kā citām sistēmām, tostarp bioloģiskām sistēmām) var tikt aprakstīta kā sistēmas atkarība no sistēmas galveno parametru atkarības no laika. Tehniskās sistēmas attīstības modelis S-līknes formā (Attēls 5.3.) ir plaši pielietots OTSM-TRIZ. Līkne demonstrē kā TS un tās galvenie parametri (pazīmes) mainās tās pastāvēšanas laikā (ātrums, jauda, efektivitāte utt.). Katrai sistēmai ir savas īpatnības, sava “portrets” S-līknes formā. Tomēr katram “portretam” ir kāda iezīme, kas kopīga visām sistēmām. Tās ir attīstības fāzes: 1 – “bērnība”, 2 – “briedums”, 3 – “vecums”.

Jāatzīmē ka visu TS attīstība notiek nevienmērīgi dēļ to elementu nevienmērīgas attīstības.

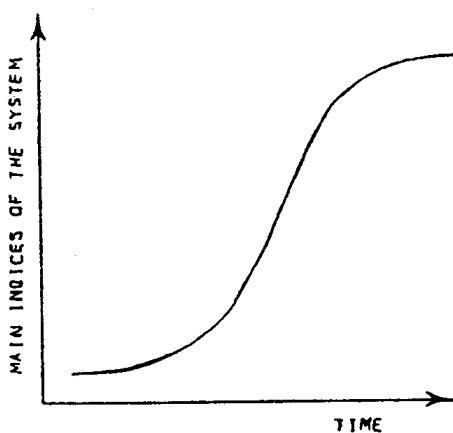
“Bērnībā” (pirmais segments) tehniskā sistēma attīstās lēni. Kā likums šīs attīstības līmenis sakrīt ar tās priekšteču sistēmu posmiem “briedums” vai “vecums” (Attēls 5.4.). Jaunā sistēma joprojām ir vāja; tās galvenie parametri var būt sliktāki kā vecās sistēmas parametri. Jaunās sistēmas attīstībai trūkst resursu, tomēr jaunai strādājošai sistēmai piemīt ievērojams potenciāls.

Vecās sistēmas eksistence kavē jauno sistēmu – konkurentu parādīšanos. Tikai tad, kad vecā sistēma ir izzudusi, sākas strauja jaunās sistēmas attīstība (pagrieziena punkts **a**). Tam seko līmenis “briedums” (2. segments).

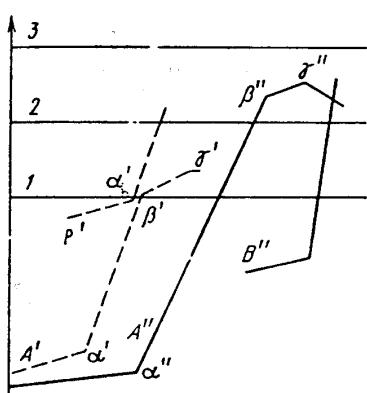
Kādu brīdi (pagrieziena punkts **b**) attīstības rādītāji samazinās un iestājas posms “vecums” (3. segments).

Šajā brīdī ir pienācis laiks parādīties jaunai TS. Pēc punkta **g** tehniskā sistēma tiek aizvietota ar jaunu vai turpina uzrādīt nemainīgus rādītājus ilgtermiņā (piem., velosipēds).

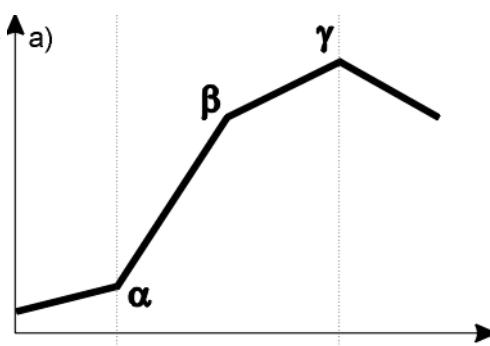
Tehniskās sistēmas attīstības posmi.



Attēls 5.1

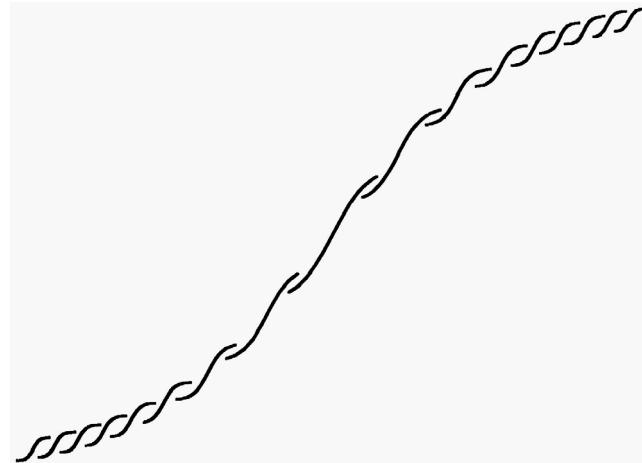


Attēls 5.2



Attēls 5.3

Tehniskā sistēma tās attīstības laikā ir konstantu izmaiņu subjekts. Mainās tās materiāli, atsevišķus tās elementus aizstāj citi jau attīstītāki elementi. Tehniskās sistēmas dzīvības ciklu var atspoguļot S-līknes formā, kas veido tehnisko sistēmu. (Modis, 1994).



Attēls 5.6. S-līkne, kas sastāv no citām S-līknēm, pārstāvot apakšsistēmas. Horizontālā ass apzīmē laiku.

Tehniskās sistēmas attīstība notiek nevienmērīgi no dažādiem aspektiem. Vairāki no tiem norādīti lejāk:

- TS uzrāda atšķirīgus attīstības rādītājus dažādos tās pastāvēšanas līmeņos;
- Apakšsistēmas, kas ir daļa no TS, uzrāda atšķirīgu attīstības līmeni jebkurā nejauši izvēlētā mirklī TS pastāvēšanas laikā;
- Apakšsistēmām piemīt dažādi pastāvēšanas ilgumi;
- TS attīstības rādītāji nav vienādi pat viena to pastāvēšanas posma laikā;
- Ir iespējama īslaicīga vecās apakšsistēmas atjaunošanās. Lai arī iepriekš izslēgta, tā var notikt, tikai ar jauniem nosacījumiem.

#### 2.5.4. Instrumenti - Rīki (to lietojums)

##### 2.5.4.1. Attīstības likumi un to instrumenti

Nepieciešams:

Izstrādāt TS modeli, kas sastāv no 4 elementiem (Skatiet 1. nodaļu).

Analizēt TS energijas caurplūsmas kapacitāti (Skatiet 2. nodaļu) tāpat kā sistēmas elementu ritmu saskaņotību vai nesaskaņotību – atkarībā no nepieciešamās funkcijas (Skatiet 3. nodaļu).

Salīdzināt kopējo sistēmu un katru tās elementu ar Ideālo sistēmu (Skatiet 4. nodaļu).

Sākotnējās analīzes gaitā tiks identificētas pretrunas, kas raksturo dažādus TS elementus. Nepieciešams novērtēt, kura pretruna ir visierobežojošākā. Piemēram, nevēlamo efektu skaita un to pretrunu ietvaros (izvēlētās funkcijas darbības kontekstā).

##### 2.5.4.2. S-līkne

Risinot praktiskus uzdevumus un fiksējot tehniskās sistēmas attīstības stāvokli, ir būtiski pareizi konstruēt analizētās TS “portretu”. Svarīgi ir izveidot grafiku, kas attēlo izmaiņas laikā vienam no sistēmas nozīmīgākajiem indikatoriem, izmantojot informāciju par patentētajām

Attēls 5.3.: S-līkne (Skatiet: G. S. Altshuller, *Creativity as an Exact Science: The Theory of the Solution of Inventive Problems* (trans. A. Williams. Gordon and Breach Science Publishers, New York, 1984), 205-216).lpp.

Attēls. 5.4, Attēls. 5.5. Izpildījums – Pielietojums, (Skatiet: Altshuller, G. S., *Creativity as an Exact Science. Theory of Inventive Problem Solving (Russian)* (Moscow, Sovetskoye Radio, 1979), 113-119.lpp.)

tehnoloģijām un citus avotus par iepriekšējo analizējamās sistēmas attīstību. Turklat slēdzieni par TS attīstības līmeni, kurā tā atrodas, tiek izdarīti, izmantojot S-formas līkni.

### 2.5.4.3. Problemu tīkla izveide un tā struktūras analīze

Veidojot analizējamās TS konkrētā stāvokļa aprakstu, veidojas problēmu tīkls (Skatiet nodaļu ...). Problemu tīkls ietver problēmas un to daļējās problēmas tāpat kā to savstarpējās saiknes. Problemu tīkla struktūra sniedz informāciju par kopējās sistēmas nevienmērīgo attīstību un vājajiem posmiem.

### 2.5.5. Piemērs

#### Piemērs

Mūzikas klausīšanās allaž bijusi populāra. Pagājušā gadsimta vidū apskaņošanas tehnika ir piedzīvojusi nopietnu izrāvienu attīstībā. Jo īpaši attīstījušies elektroniskie pastiprinātāji. Pēc autoru domām iemesls šīm pārmaiņām slēpjās plašajos iespēju resursos – t.i. elektroniskajā bāzē. Vairāku gadu desmitu laikā pasaule ir piedzīvojusi divas elektronisko bāzu paaudzes: elektroniskās spuldzes tika aizvietotas ar tranzistoriem, kam sekoja integrētās mikroshēmas. Šī un citas modernās tehnoloģijas ļāva uzlabot skaņas kvalitāti un produkcijas pārdošanas apjomus, līdz ar to samazinot cenas.



Skaļruņi neprogresēja tik strauji. To galvenie parametri no vienas puses radīja konfliktu ar cilvēku vajadzībām pēc kvalitatīvas atskānošanas, no otras puses – ar elektroniskās bāzes iespējām. Skaņas nesēji (lenšu kasetes, radio signāls, vinila plates utt.) tāpat kā elektroniskie pastiprinātāji ļāva palielināt skaņas kvalitāti. Skaļruņi bija vājais posms, kas kavēja apskaņošanas tehnikas vispārējo attīstību.

Atgriežoties pagājušā gadsimta vidū, skaņas atskānošanai tika radīti pastiprinātāji, kam nelineārie kroplojumi bija mazāki kā 0,5 % pie 50 W jaudas. Tas ir apsveicams parametrs, tomēr skaļrunim, kas bija pieslēgts pie šāda pastiprinātāja, kroplojumi pieauga 10 – 20 reižu! Tomēr, pateicoties elektronikas attīstībai, pastiprinātāji turpināja progresēt.

Zinātnes un tehnoloģiju žurnālos, izstāžu standos un veikalos tika izstādīti jauni elektronisko iekārtu modeļi, kuru plašās iespējas bez uzlabotiem skaļruņiem bija praktiski nelietojamas.

Skaļruņa vājais posms ir elastīgais atspēojums, kas atbild par multifrekvenču atskānošanu. Tolaik no pieejamajiem materiāliem tika izgatavots praktiski viss, ko varēja iedomāties. Turklat atspēojuma elastības turpmāks pieaugums un mīkstā struktūra noveda pie pretrunas... Lai šo pretrunu atrisinātu, bija nepieciešama pāreja uz jaunu sistēmu. Risinājumam skatiet 6. nodaļu: Likums par pāreju uz super-sistēmu (piemērs 6.13).



#### Piemērs

Apskatiet tuvāk katru augu, kas spraucas no zemes – kā tas aug! Tam ir divas lielas lapas, tās nav proporcionāli lielas salīdzinājumā ar paša auga sēkliņu un auga kātu. Arī augsnē situācija ar sakņu sistēmu ir līdzīga. Tas tālab, ka augam nepieciešama saules enerģija un barības vielas. Attīstības gaitā, citas auga daļas (elementi) palielina to augšanas rādītājus un izmērus salīdzinājumā ar sākotnējiem.



#### Piemērs

Mazuļa formas iespējams noteikt pat pēc bērnu zīmējumiem: cilvēka ķermenis ar neproporcionali lielu galvu, īsām kājām un rokām. Arī cilvēka ķermenis attīstās nevienmērīgi. Pirmajos 10 dzīves gados cilvēks paveic 70 % no augšanas procesa un pirmajos 3 dzīves gados uzņem 70% informācijas, kas tam nepieciešama.

## Piemērs



Arī sociālo sistēmu attīstība notiek nevienmērīgi. Slavenais Franču rakstnieks un publicists Anatols Fransī, ir atzīmējis: "Cilvēces lēnajā un labi koordinētajā progresā, karavānas sākums ir jau iegājis mirdzošajos zinātnes laukos, kamēr astē vēl joprojām atpaliek biezā māntīcības miglā, ko apdzīvo spoki un gari. Jā, pilsoņi, jūs rīkojaties pareizi, ja tiecaties tikt karavānas sākumā!"

## 2.5.6. Pašnovērtējums - (Jautājumi, uzdevumi)

### Kopsavilkums

Līdz ar TS attīstību laikā, tajā notiek izmaiņas. Dažas apakšsistēmas aizvieto citas, kas noteiktos apstākļos ir efektīvākas. Mainās arī ārējie nosacījumi un cilvēku vajadzības. Šīs izmaiņas pielāgojas un rada jaunus konfliktus sistēmas elementu vidū. Jaunas sistēmas to praktiskā pielietojuma laikā izmanto cilvēku uzlabojumus un rada jaunas attīstības iespējas. Šī attīstība nenotiek vienmērīgi laikā. Daži sistēmas elementi ir ar labākiem parametriem, citi kavē sistēmas vispārējo attīstību. Turklat galveno parametru vērtības (kas nodrošina TS funkciju izpildi) arī notiek nevienmērīgi laikā.

### Definīcijas.

Tehniskā sistēma (TS); EPV modelis; elements; pazīmes vērtība; pazīmes nozīme.

### Jautājumi:



1. Kā izsaka sistēmas elementu nevienmērīgu attīstību?
2. Kuram tehniskās sistēmas attīstības līmenim šis likums vairāk raksturīgs?
3. Vai ir iespējams paredzēt punkta **a** pozīciju uz dotās tehniskās sistēmas līknes, tikai balstoties uz potenciālajām TS iespējām, neņemot vērā iepriekšējās TS stāvokli?
4. Kā TS sarežģītība ietekmē tās nevienmērīgo attīstību?



1. Attīstības gaitā TS elementi mainās līdz ar lietotāju un vides mainīgajām prasībām. Tehniskā sistēma ietver elementus no dažādiem attīstības līmeņiem dažados tās pastāvēšanas posmos. Šīs nevienmērības var tikt aprakstītas ar pretrunu palīdzību. Jo īpaši asas pretrunas rodas sistēmas vājākajā posmā (Skatiet nodaļu 5.2., Teorija).
2. Šis likums pieder kategorijai "Kinemātika", t.i., attīstītām TS, kas atrodas to otrajā vai trešajā attīstības posmā (Skatiet S-formas līkne). (Skatiet nodaļu 5.2., Teorija).
3. Vecās sistēmas eksistence kavē jaunās konkurējošās sistēmas parādīšanos. Tikai tad, kad vecā sistēma ir izzudusi, sākas strauja jaunās sistēmas attīstība (pagrieziena punktā **a**). Tad nāk posms "briedums" (2. segments). (S-formas līkne).
4. Tehniskās sistēmas elementu attīstība notiek nevienmērīgi; jo sarežģītāka sistēma, jo nevienmērīgāka tās elementu attīstība. (Nodaļa 5.1., Definīcijas).



## 2.5.7. Atsauces

- Альтшуллер Г.С.** Творчество как точная наука. — М.: Сов. радио, 1979. (Krievu val.);  
**Altshuller, G. S.**, *Creativity as an Exact Science: The Theory of the Solution of Inventive Problems* (trans. A. Williams. Gordon and Breach Science Publishers, New York, 1984), p. 229.;
- Саламатов Ю.**, Система развития законов творчества. /В кн.: «Шанс на приключение»/  
Сост. А.Б. Селюцкий. – Петрозаводск: Карелия. 1991. – 304 с. (Krievu val.);
- Modis, T.**, “Fractal aspects of natural growth”, *Technological Forecasting and Social Change* (1994) 47(1), pp. 63-73.





2.7 Likums par pāreju no makro līmeņa uz mikro līmeni

## 2.6 Sestā nodaļa: Likums par pāreju uz virssistēmu

Ja jums kādreiz gadījies iedzert sveloši karstu malku kafijas vai tējas ar temperatūru kaut 65°C, jums īsti negribēsies ticēt sekojošam faktam.

2007. gadā žurnālā “Zinātne” stāstīts par siltumizturīgu zāli, kas spējīga augt ģeotermālo avotu tuvumā Jeloustounas nacionālajā parkā (ASV). Zāle pavisam komfortabli aug pie temperatūras +65°C. Pētot šo zāli, biologi atklāja ļoti retu trīskāršās simbiozes paraugu dabā – augu, kurā apvienojas pelējuma sēne un īpaša baktērija, lai pretotos augstajai temperatūrai. Ne visai bieži, bet dabā pastāv šādi simbiozes gadījumi, kad augi vai organismi sagrupējas un pārņem viens otru īpašības, lai izdzīvotu.

Simbiozes fenomens jeb dažādu sistēmu kombinācija ir pazīstama arī tehnoloģiju pasaule. Protams, tieša fenomena pārnese no bioloģiskās sistēmas uz tehnisko, nav pareiza, tomēr ir interesanti analizēt dažas vispārīgas likumsakarības.

### 2.6.1. Definīcija



Izlietojot visas attīstības iespējas, sistēma iekļaujas virssistēmā kā viens no tās elementiem; tādējādi tālāka attīstība notiek virssistēmas līmenī.

G. S. Altshuller, *Creativity as an Exact Science: The Theory of the Solution of Inventive Problems* (tulk. Angļu val. A. Williams. Gordon and Breach Science Publishers, New York, 1984), 229.lpp.

### 2.6.2. Teorija

Šis likums pieder kategorijai “Kinemātika”, tie ir likumi, kas piemērojami tehniskām sistēmām (TS), kas atrodas trešajā attīstības posmā (Skatiet S-līknī).

Viens no virzieniem sistēmas tālākai attīstībai, kas atrodas punktā **b** vai **g** uz S-līknes (Skatiet attēlu 6.2.) ir sistēmu apvienošana. Tādējādi sistēmu apvienošana var parādīties agrāk, jau 2. Segmentā, pirms sasniegts punkts **b**. Šāda apvienošana iespējama gadījumos, kad ir vismaz viens parametrs, kas neapmierina lietotāju. Turklat nepieciešams veikt funkciju, lai mainītu šo parametru; citas sistēmas elementi var kalpot kā attīstības resursi. Tradicionāla attīstības lēde pārejai no mono (viena elementa) uz bi (divu elementu) un vēlāk poli (daudz elementu) sistēmu aprakstīta TRIZ literatūrā. Sākotnējā sistēma grupējas ar tāda paša vai līdzīga tipa sistēmu vai apgrieztu sistēmu (ar pretēju funkcijas nozīmi). Apvienošanās raksturs atkarīgs no nepieciešamās funkcijas tipa. Viens no galvenajiem nosacījumiem apvienošanai no TRIZ viedokļa ir jaunas īpašības parādīšanās.

### 2.6.3. Modelis

*S-formas līkne* (Skatiet 5. nodaļu).

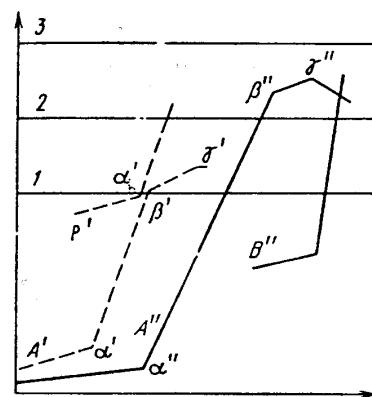
Nepieciešams veidot tabulu, kas skaidro laika izmaiņas vienas sistēmas galvenajiem indikatoriem. Tādējādi iespējams izmantot patentu arhīvus un citus avotus, kas atklāj analizējamo sistēmu iepriekšējo attīstību. Turklat ar iegūtās S-līknes palīdzību iespējams izdarīt secinājums par TS attīstības līmeni konkrētajā momentā.

Ja analīzes rezultāti rāda, ka tehniskā sistēma tuvojas punktam **b** vai punktam **g** un nav tālākas nepieciešamības palielināt galvenos parametrus, nepieciešams definēt jaunu tehnisko sistēmu,



kas mainīs esošo. Viena šāda sistēmas izmaiņa ir pāreja no esošas TS uz savienojumu ar jaunu, attīstītāku tehnisko sistēmu.

Sistēmu savienošanās var notikt jebkurā attīsības posā, tomēr nepieciešams definēt sistēmai nepieciešamās funkcijas.



Attēls. 6.2

## 2.6.4. Instrumenti - Rīki (to lietojums)

### 2.6.4.1. Piemērs

Apvienojot divus nažus, cilvēce radīja jaunu instrumentu griešanai: šķēres.

*Risinājumu instrumenti:* Likumi: likums par sistēmas elementu pabeigtību (neiztrūkstot nevienam no pamata elementiem); likums par enerģijas caurplūsmu; likums par sistēmas ritmu saskaņotību;



### Piemērs

Uzliekot uz galda dažus tāda paša tipa zīmuļus, kādi tur jau pieejami, neiegūstam jaunu sistēmu vai jaunu īpašību. Tomēr šādi iespējams mainīt vienu no parametriem: laiku, ko patēriņam asinot zīmuļus – katru norakstīto aizvietojot ar jaunu un jau uzasinātu. Tādējādi veicam jaunu funkciju. Parasti, nolieket sev priekšā uz galda vairākus dažāda garuma zīmuļus, varam mainīt vienu no parametriem – laika periodu, ko pavadām rakstot, bez papildu laika ieguldīšanas, kas nepieciešama zīmuļu asināšanai (mainot zīmuļus vienu pret otru – strupos pret uzasinātajiem – rakstīšanas laikā). Tas nozīmē, ka varam nodrošināt jaunas funkcijas izpildi – rakstīt, piemēram, vēstules bez pārtraukumiem, kas nepieciešami zīmuļu asināšanai.



*Risinājuma instrumenti:* pāreja no viena elementa sistēmas uz vairāku elementu sistēmu ar tā paša tipa īpašībām.

### Piemērs

Ir vēl kāds veids, kā apvienot rakstāmrīkus, ko izmantojis Leonardo da Vinči, kurš radīja ierīci, lai veidotu kopijas. Divi grafita zīmuļi tiek savienoti ar galiem, veidojot Y formu, kopā ar pildspalvu. Rakstot ar šādu dubulto zīmuli, autors varēja izveidot uzreiz divas dokumenta kopijas, kas līdzvērtīgas oriģinālam. (Protams, da Vinči nācās rakstīt uz šaurām papīra strēmelēm, kuru platumu noteica attālums starp Y formā savienoto zīmuļu grafita galiem.



*Risinājuma instrumenti:* pāreja no viena elementa sistēmas uz divu elementu sistēmu ar tāda paša tipa īpašībām.

### Piemērs

Kā jau iepriekš norādīts, sistēmas ar dažādām īpašībām var tikt grupētas kopā. TRIZ tās sauc par “sistēmām ar piemērotām īpašībām”. Lai veiktu piezīmes ar zīmuļiem dažādās krāsās, šī mērķa īstenošanas ērtībai divi zīmuļi – sarkans un zils – tika apvienoti vienā sistēmā.



*Risinājuma instrumenti:* pāreja no viena elementa sistēmas uz divu elementu sistēmu ar jauktām īpašībām.

## Piemērs



Sistēmas ar apgrieztām raksturīpašībām var tikt grupētas kopīgi. Viena funkcija “uz virsmas atstāt zīmes” var tikt kombinēta ar pretēju funkciju “likvidēt zīmes no virsmas”. Šis var būt zīmuļa un dzēšgumijas apvienojums vai pildspalvas un dzēšamā šķidruma apvienojums.

*Risinājuma instrumenti:* pāreja no viena elementa sistēmas uz divu elementu sistēmu ar apgrieztām īpašībām.

## Piemērs



Arī vairākas sistēmas var apvienot vienā sistēmā. Šādas sistēmas piemērs ir pildspalva ar vairāku krāsu lodītēm.

*Risinājuma instrumenti:* pāreja no viena elementa sistēmas uz divu elementu sistēmu ar apgrieztām īpašībām, kompensējamām iespējām.

## Piemērs



Tālāka sistēmas attīstība, kas iegājusi jaunā sistēmā, notiek visas sistēmas līmenī. Sistēmai attīstoties, pieaug arī tās pilnīguma pakāpe jeb ideāls. Viens no šāda procesa veidiem ir izslēgt no sistēmas elementus, kas dublē viens otru. Tomēr grupējot krāsainos zīmuļus vienā rakstāmrīkā, radās tikai viens šāds kopīgs raksturlielums, tā kā katram zīmulim atsevišķi trūka individuālā raksturlieluma.

OTSM-TRIZ teorijā šādu operāciju sauc par apvienošanu – kompensēšanu.

*Risinājuma instrumenti:* apvienošana – kompensēšana.

## Piemērs



Tālāka sistēmas attīstība var notikt līdz ar rakstāmrīku attīstību. Lai zīmētu dažāda platuma līnijas, nepieciešams kompleks ar vairākiem kodoliņiem vai pildspalvu uzgaļiem vienā kopīgā sistēmā (ietvarā). Galdnieka zīmulim ir kodols ar četrām šķautnēm. Šāds zīmulis var veidot šauras līnijas, ja tiek izmantota viena no četrām šķautnēm, vai arī platas līnijas, ja izmanto visu kodolu.

*Risinājuma instrumenti:* apvienošana – kompensēšana; ģeometriskais efekts.

## Piemērs



Izstrādāts marķieris (flomāsters) ar slīpu kodola smaili. Šāds marķieris ļauj zīmēt dažāda platuma līnijas – no pavisam šauras līdz pat platai, pagriežot marķieri ar plato malu pret papīru. Tādējādi līnijas platumu var mainīt nenoņemot marķieri no papīra. Ir ērti marķieri vienkārši apgriezt ap tā asi.

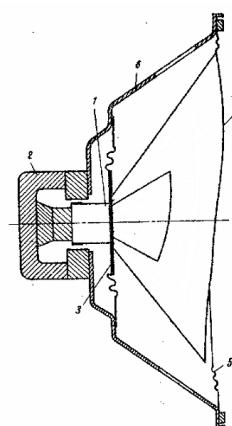
*Risinājuma instrumenti:* apvienošana – kompensēšana; ģeometriskais efekts.

## 2.6.5. Piemērs: Skaļrunis

### Piemērs



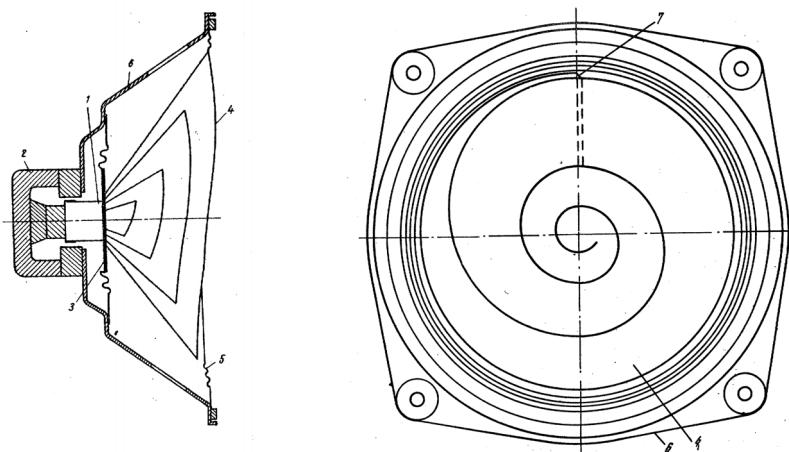
Divi no trim skaļruņiem ir novietoti skaņu reproducējošas iekārtas rāmjos vai arī skaņu rindā, lai palielinātu atskaņojamās frekvences diapazonu. Viens no skaļruņiem labi atskaņo zemās frekvences (basus), bet augstās frekvences tas atskaņo slikti. Turpretim otrs skaļrunis, slikti atskaņo zemās frekvences, bet labi atskaņo augstās frekvences. Tomēr risinājums novietot vairākus skaļruņus vienā ietvarā, lai atskaņotu kvalitatīvu skaņu, rada būtisku trūkumu: tam nepieciešams daudz papildu vietas. Iekārtas, kas aprīkotas ar diviem vai pat trim skaļruņiem ir smagas. Izgudrotājs Shifman ierosināja izstrādāt skaļruņus, kas apvieno divas dažādas iekārtas: augstas frekvences un zemas frekvences skaļruņus. Tiem bija



magnētiskā sistēma, viens ietvars, bet divi tinumi un divi skaņas izkliedētāji. Izkliedētāji bija viens otram centrā – viens izkliedētājs bija otra ietvarā. TRIZ šāds risinājums tiek dēvēts par divu elementu sistēmu jeb bi-sistēmu.

## Piemērs

Katram skaļrunim, kas ietver bi-sistēmu, kā iepriekšējā piemērā, ir arī sava frekvences atskānošanas diapazons. Turpinot ar secību -mono (viena elementa sistēma), -bi (divu elementu sistēma), -multi (daudz elementu sistēma), var runāt par vienā ietvarā ievietotiem trim izkliedētājiem. Šajā gadījumā iekārtas konstrukcija un tās ražošanas tehnoloģija kļūst sarežģītāka. Sarāzot atsevišķi vairākus atšķirīgus konusveida izkliedētājus un apvienot tos uz vienas ass vienu otrā, ir sarežģīts uzdevums.



Attēls 6.4.

Izgudrotājs G. I. Gelfensteins izstrādāja skaļruni ar trim vai četriem izkliedētājiem un vienu tinumu. Izkliedētāju skaitu iespējams arī palielināt. Izkliedētājs tiek veidots Arhimēda spirāles formā ar nepieciešamo apjomu vijumu un vienu tinumu. Katrs vijums darbojas kā atsevišķs izkliedētājs – skaņas pārraidītājs. Katrs vijums pastāv pats par sevi, kā arī kā vienota sistēma. Vijumu izkliedētājam ir sava masa, elastīgums, kas nozīmē, ka tam ir konkrētas frekvenču raksturīpašības. Kad noteiktas frekvences elektriskais signāls tiek pārnests uz tinumu, vijumi – izkliedētāji reaģē uz šo frekvenci saskaņā ar to īpašību vibrāciju. Citiem vārdiem – izkliedētāji paši uzregulē frekvenci, ko padod tālāk uz tinumu. Līdz ar to kad zemās frekvences (basi) tiek atskanoti, viss izkliedētājs, kas sastāv no vairākiem vijumiem, sāk vibrēt kā vienota sistēma. Jo augstāka signāla frekvence, jo mazāks skaits vijumu iesaistīts vibrācijā. Pie augstām frekvencēm tikai centrālā vijumu daļa radīs skaņu, pārējā vijumu daļa nereagēs uz „nepazīstamu” frekvenci un paliks nekustīga.

TRIZ šādu risinājumu, kas apvieno vairākas viena tipa sistēmas, sauc par kompensēto daudzelementu sistēmu jeb poli-sistēmu.

## Piemērs

Ne tikai viens skaļrunis var tikt sagrupēts kopā ar citu, kā aprakstīts iepriekšējos piemēros. Skaļruni var kombinēt arī ar “tukšumu” jeb gaisu. Protams, „tukšums” ir maldinošs, kopš laikiem, kad atklāts, ka gaisam ir masa, tas nozīmē, ka tam ir arī sava spēja pielāgoties. Skaļrunis ir viena no daudzām skaņu reproducējošo iekārtu apakšsistēmām. Tās ievietotas radio uztvērējos, kasešu magnetofonos un ierakstītājos, TV iekārtās utt. Katrai no šīm iekārtām ir savs ietvara izmērs.



Supersistēmas kombinācijas pirmais posms t.i. kombinēšana ar iekārtas (radio uztvērējs, TV iekārta) ietvaru, ir vienkārša mehāniska kombinācija. Ietvars apvieno un ietver visas apakšsistēmas: mehānisko daļu, elektrisko iekārtu un akustisko sistēmu.

Otrs posms notiek, kad gaisa apjoms strādā skaļruņa labā, bet nav tam pielāgots,

Trešajā posmā notiek akustiskās sistēmas gaisa apjoma piemērošana skaļrunim, lai sasniegtu augstākas galveno pazīmju vērtības. (Papildu informācijai skatiet sekojošo piemēru).

## Piemērs

Lai paplašinātu atskānojamo frekvenču diapazonu, skaļruņi tika izvietoti slēgtās liela izmēra kastēs, t.i. vertikālie kolonnas skaļruņi. Šāds tehnisks risinājums ļāva ievērojami samazināt atskānojamā diapazona zemāko robežu un uzlabot basu atskānošanas kvalitāti. Tomēr pastāv vairākas pretrunas. "Vertikālo skaļruņu izmēram jābūt pietiekami lielam, lai samazinātu akustiskās sistēmas rezonējošās frekvences; tomēr šī skaļruņa izmēram jābūt gana mazam, lai to būtu ērti izvietot telpās". Tomēr kā jau iepriekš norādīts, svarīgākā problēma ir nelineārie skaņas kropļojumi, ko rada skaļruņa vibrējošā sistēma. Lai izprastu situāciju, kurā šāda problēma nostāda akustikas speciālistus, problēma jāapraksta problēmu īkla formā.

Tomēr izgudrotājs *Vilchur* šajā situācijā intuitīvi izvēlējās galveno pretrunu. Vertikālā skaļruņa vibrējošā sistēma, t.i., centrālā plāksne un skaņas svilpe, nav nekas cits kā atspere. Jebkura atspere pietiekamā vibrāciju amplitūdā ir ne-lineārs elements, kas atbildīgs par skaņas kropļojumiem. Tādējādi „atsperei ir jārada vibrācijas; un nevienai atsperei nav jāizslēdz nelineārie skaņas kropļojumi”.

Piezīme:

- Piemērs ir interesants, jo tas atspoguļo vairākus likumus;
- Likumu par pāreju uz mikro līmeni: mehāniskās atsperes aizvietošana ar gaisa pildītu funkciju;
- Likums par sistēmas tuvināšanu ideālai sistēmai: gaisa atspere ir ideālāka un rada mazākus nelineāros kropļojumus kā mehāniskā atspere;
- Likums par pāreju uz virssistēmu: skaļruņa kombinēšana ar iekšējo gaisa apjomu un skaņas sleju?
- Likums par ritmu saskaņošanu: skaļruņa rezonējošās frekvences saskaņošana ar gaisa apjomu skaļruņa ietvarā.
- IGR (Ideālais Gala Rezultāts): Nav vibrējošās – atspēru sistēmas, bet funkcija – radīt vibrāciju – ir izpildīta.

*Vilchur* aizvietoja skaļruņa vibrējošās sistēmas elementu, t.i. mehānisko atspērojumu ar gaisa atsperi. Uzlabotajam skaļrunim bija maiga vibrācijas sistēma ar maksimālo iespējamo rezonējošo frekvenci. Tomēr tā pilnībā nedarbojās, kad tika atdalīta no skaņas slejas. Tā atspērojums (centrā esošā plāksne un skaņu svilpe) bija tik elastīgas, ka bija nepieciešams papildu atbalsts, lai tos noturētu normālā pozīcijā. Šāds atbalsts, t.i. galvenā atspere, bija skaņas slejas iekšējais gaisa apjoms

Ievietots skaņas slejā, šāds skaļrunis radīja jaunu TS kopā ar skaņas sleju, t.i. vibrējošu sistēmu, kam piemita vēlamās īpašības; zema rezonējošā frekvene un liela vibrāciju amplitūda (un akustiskā slodze).

## 2.6.6. Pašnovērtējums - (Jautājumi, uzdevumi)

### Kopsavilkums.

Likums par pāreju uz virssistēmu pieder tehniskajai sistēmai, kas izlietojusi visas attīstības iespējas. Pie šādiem nosacījumiem sistēmas attīstības nākamais posms ir tās pāreja uz virssistēmu kā vienai no tās elementiem. Sistēmas tālāka eksistence un attīstība notiek virssistēmas līmenī.

### Definīcijas.

Sistēma, virssistēma, apakšsistēma, simbioze, monosistēma, bi-sistēma, poli-sistēma.

### Jautājumi:

1. Kā izteikts likums par pāreju uz virssistēmu?
2. Kuram tehniskās sistēmas attīstības līmenim šis likums vairāk raksturīgs?
3. Miniet piemērus, kas ilustrē likumu par pāreju uz virssistēmu.



## 2.6.7. Atsauces

**Altshuller, G. S.,** *Creativity as an Exact Science. Theory of Inventive Problem Solving* (Russian) (Sovetskoye Radio, Moscow, 1979), p. 126.

**Altshuller, G. S.,** *Creativity as an Exact Science: The Theory of the Solution of Inventive Problems* (trans. A. Williams. Gordon and Breach Science Publishers, New York, 1984), p. 229.

**Salamatov, J.**, “System of development of creativity laws”. In *Chance of Adventure* (Russian), Copiler A. B. Selutsky (Petrozavodsk, Karelia, 1991), pp. 124-138.

**Márquez, Luis M., Regina S. Redman, Russell J. Rodriguez, and Marilyn J. Roossinck**, “A virus in a fungus in a plant: Three-way symbiosis required for thermal tolerance”, *Science* (2007) 315: pp. 513–515.

**Chubinsky, G.**, *Net of Paladins* (Russian) (Veche, Moscow, 2008), p. 448.



## 2.7 Septītā nodaļa: Likums par pāreju no makro līmeņa uz mikro līmeni

Kādi ir iemesli zemestrīcēm, kas rodas uz mūsu planētas? Viena no teorijām, kas dominē zinātniskajā pasaulei, zemestrīču rašanos skaidro ar zemes tektonisko plātnu sadursmēm. Saskaņā ar teoriju par tektoniskajām plātnēm, Zemes virsma (zemes garoza) iedalās aptuveni 20 gabaloši, ko sauc par plātnēm. To biezums ir aptuveni 70 kilometru. Zemes kodolā notiekošo procesu iespaidā, šīs plātnes pārvietojas. Pašas kustības pat nav tik būtiskas – zemes garoza spēcīgi ietekmē mehāniskā slodze, kas rodas šo plātnu pārvietošanās iespaidā, kam seko zemestrīce. Tomēr seismisko novērojumu rezultātā, ir izdarīti sekojoši secinājumi:

Fakts 1: Rodoties zemestrīcei, tektoniskās plātnes nesaduras cita ar citu, bet gan izkliedējas dažādos virzienos.

Fakts 2: Saskaņā ar seismisko viļņu analīžu rezultātiem, ir izdarīts secinājums, ka viena tektoniskā plātnē var pārvietoties pretējos virzienos, turpretim no citiem novērojumiem ir zināms, ka tā ir viens veselums un nevar sastāvēt no vairākām mazākām daļām.

Fakts 3: Dažu zemestrīču iemesli nav saistīti ar vietu, kur notikusi tektonisko plātnu sadursme. Sadursme notikusi nevis saduroties plātnu robežām, bet gan vienas plātnes ietvaros.

Vienkāršākais veids, kā atrisināt problēmu, ir atsijāt pretrunīgos faktus un apgalvot, ka bijuši nepareizi novērojumi un aprēķini... Patiesībā tas ir signāls, ka pazīstamā teorija vai pieejas metode, ir pietuvojusies robežai, aiz kuras tā vairs nedarbojas – nespēj sniegt skaidrojumu. Kas nozīmē, ka pienācis laiks radīt jaunu teoriju.

Vecajā teorijā makro objekti (tektoniskās plātnes) tika uzskatītas par “Rīku”, kas rada zemestrīces. Daudzi zinātnieki ir izvirzījuši hipotēzi, ka iespējams ir vesela zemestrīču paaudze, kuras radušās kā sekas sarežģītu svārstību mijiedarbībai Zemes struktūrā – kā mehāniskie viļņi. Saskaņā ar jauno teoriju, mikro objekti var kalpot kā “Rīks”, kas rada zemestrīces. Šie mikro objekti ir Zemes garozas daļu svārstības, tās aprakstītas kā dažādi viļņu veidi. Balstoties uz pretrunīgajiem faktiem, kas iegūti novērojumos, un ierosinātās hipotēzes ietvaros, rodas jauna teorija – viļņu teorija, lai izskaidrotu zemestrīču iemeslus. Ir jau noteikts īpašais mehānisko svārstību veids – stacionārie/nemainīgie viļņi, kas atbild par zemestrīcēm bez tektonisko plātnu sadursmes. Ir izstrādāts Eiropas viļņu modelis, kas saistīts ar Zemes struktūru, un šajā perspektīvā tiks attīstīts globālais modelis.

No šīs teorijas varam izdarīt vairākus pārsteidzošus secinājumus. Viens no tiem: ka tehniskās sistēmas rīki ir pārgājusi no makro līmeņa uz mikro līmeni tās attīstības laikā. Bieži vien tas saistīts ar mūsu priekšstatiem par pasauli – dažādu procesu modeļiem un fenomeniem. Mācoties un izglītojoties, cilvēce arvien biežāk pietovojas dabas mehānismiem.

### 2.7.1. Definīcija

Darbojošos orgānu (“Rīku”) attīstība notiek vispirms makro līmenī un pēc tam mikro līmenī. G. S. Altshuller, *Creativity as an Exact Science: The Theory of the Solution of Inventive Problems* (trans. A. Williams. Gordon and Breach Science Publishers, New York, 1984), p. 230.



### 2.7.2. Teorija

Vairumā moderno tehnisko sistēmu, working device (Rīks) ir „metāla elementi”, daļas mikro objektu formā, kas bieži vien atgādina cilvēka rokas.

Rodoties nepieciešamībai veikt jaunu funkciju, pirmais mainās „Rīks”.

Mehānisms no likuma par pāreju no makro uz mikro līmeni var tikt izmantots, lai risinātu Rīka pretrunas. Pie rīka pārejas uz mikro līmeni, telpa, ko aizņemis Rīks un tehniskā sistēma, samazinās; tā efektivitāte palielinās; tās multifunkcionalitāte palielinās. Pāreja bieži vien notiek vadoties pēc jaunajiem darba principiem, pēc fiziskiem, ķīmiskiem, ģeometriskiem efektiem vai fenomeniem. Šim nolūkam šī likuma pielietojuma prakse ir cieši saistīta ar citiem instrumentiem un tehnoloģijām; OTSM-TRIZ: ARIZ, Standartiem, Metodēm, Daudzkrānu shēmu u.c.

### 2.7.3. Modelis

Modeli, kas ilustrē likumu par pāreju no makro līmeņa uz mikro līmeni, ietver šādus elementus:

- Daudzkrānu shēma;
- S-formas līkne;
- “Mono-bi-polī” elementu attīstības līnija;
- Tehniskajā sistēmā pielietoto lauku saraksts;
- Sašķeltā vielas ķēde
- u.c.

Ilustrācijai viens no šiem elementiem – sašķeltā vielas ķēde.

Sekojošie attīstības posmi parādās tehniskās sistēmas daļas attīstības laikā

Tehniskā sistēma:

1. Monolīta sistēma;
2. Sistēma ar savienojumu;
3. Fleksibla konstrukcija;
4. Daļīnas; niecīgas daļīnas; granulētie materiāli;
5. Molekulārie savienojumi, molekulas, atomi, joni;
6. Elementārdaļīnas;
7. Lauks;

Šim atīstības modelim piemīt vispārīgas īpašības. Attīstības posmi ilustrēti tuvplānā. Ja nepieciešams, līniju iespējams izpētīt arī detalizēti. Piemēram, posms “Sistēma ar savienojumu” var tikt attīstīts apakšposmos: “sistēma ar vienu savienojumu”, “sistēma ar diviem savienojumiem” utt.

Tās pielietojuma loģika pieprasīja ne vien obligātu un beznosacījumu pāreju no sistēmas uz nākamo attīstības posmu saskaņā ar split chain. Galvenie pārejas nosacījumi no vienas puses ir nepieciešamība veikt jaunu funkciju, no otras – neiespējamība to veikt esošajā tehniskajā sistēmā. Precīzāk, tā ir problēmas klātbūtnē, administratīva un tehniska pretruna. Līdzekļi, kas nodrošina šādu pāreju, ir atklātā fiziskā pretruna un tās lēmuma veids, kas atbilst vienai no sašķeltās ķēdes pārejām.

Ir būtiski zināt un konstanti paturēt prātā „saškelto ķēdi”. No otras puses, to nepieciešams pielietot mehāniski. Ir būtiski analizēt tehnisko sistēmu; tās attīstības procesu un problēmas, kas radušās. Nepieciešams precīzi definēt funkciju, kas tehniskajai sistēmai nepieciešama. Tikai pēc tam pielieto „saškelto ķēdi” un citus OTSM-TRIZ instrumentus.

Pieņēmums: tehniskajai sistēmai (TS) vai tās elementiem parasti ir vismaz viena funkcija, ko konkrētā TS nespēj veikt. Nepieciešams mainīt TS vai tās elementu saskaņā ar vienu no tās pārejām ar „split chain” starpniecību.

(Piezīme: pieņēmums tiek izmantots bez tā skaidrojuma vai pierādījuma tā acīmredzamajai nozīmei)

#### 2.7.4. Instrumenti - Rīki (to lietojums)

Problēmas noteikšanas posmā:

Minētā likuma pielietošanas laikā, nepieciešams definēt attīstības posmu, kur sistēmas Rīks (darbojošais orgāns) atrodas, noteikt, vai pastāv tā attīstības ierobežojumi, un vai pastāv alternatīvas sistēmas, kam piemīt mikro – līmeņa struktūra.

Problēmas risināšanas posmā:

Problēmas risinājuma laikā, nepieciešams pievērst uzmanību fiziskajiem, ķīmiskajiem un ģeometriskajiem efektiem un fenomeniem, kas dod iespēju pāriet uz mikro līmeni.

Likums par pāreju no makro līmeņa uz mikro līmeni bieži vien darbojas līdztekus ar citiem likumiem. Piemēram, ar likumu par energijas caurplūsmu visiem sistēmas elementiem; likumu par sistēmas elementu ritmu saskaņotu darbību; likumu par Vielas-lauka palielināšanu. Kritēriji, kas izvirzīti priekšplānā enerģijas caurplūsmas likumā un likumā par sistēmas elementu ritmu saskaņotu darbību, var tikt sasniegti, kad pabeigta pāreja no makro uz mikro līmeni. Mehānismi likumam par vielas-lauka palielināšanu var kalpot kā pārejas metode no makro uz mikro līmeni.

Sašķeltās kēdes ilustrācijas skatāmas lejāk kā transporta apakšsistēmas “ritenis” izpausme.

##### 1. Monolītā sistēma:

Monolīts (viendabīgs) ritenis izgatavots no viena materiāla, piemēram, akmens vai koka stumbra ripas.

##### 2. Sistēma ar savienojumu:

Savienojums tiek izmantots, lai pabeigtu riteņa griešanās funkciju.

##### 3. Fleksiblā konstrukcija:

Ritenis ar gumijas pārklājumu (gumijas virsmu).

Riteņa cietā masa izmainās riteņa spiekos;

Ķēde kā izmantots traktoram vai tankam;

Fleksibls mehānisms (kas pielāgojas zemes kontūrām).

##### 4. Daļīnas, mazas daļīnas; granulētie materiāli:

Ritenis ar gaisa kameru;

Birstes tipa konstrukcija;

Ūdens dzinējs;

Reaktīvais dzinējs;

##### 5. Molekulārie agregāti, molekulas, atomi, joni;

Gaisa plūsma (“gaisa spilvens”);

Jonu dzinējs (ideja aprakstīta zinātniskās fantastikas literatūrā).

##### 6. Elementārdalīnas.

Saules burāšana (ceļošana pa saules gaismas radītu ceļu – aprakstīta zinātniskās fantastikas literatūrā );

##### 7. Lauks

Magnētiskais spilvens (amortizācija) jeb magnētiskā levitācija, kas izmantota vilcienos *Transrapid* un *MAGLEV*.

## 2.7.5. Piemēri

### Piemērs

Īsumā pāris piemēru no skaņu ierakstīšanas un skaņas uzglabāšanas tās vēlākai atskaņošanai vēstures.

Pirmās tehniskās ierīces šim mērķim bija: elektroniskais pulkstenis ar dažādām melodijām, mehāniskās klavieres, pārnēsājamās ērģeles. Uzreiz jāatzīmē, ka šīs iekārtas neparedz tiešu skaņas ierakstīšanu, bet gan tās programmēšanu. Skaņas informācijas nesēji šādā sistēmā ir zobrauti un dobumu secība uz rotējošas ass vai riteņa. Turklāt stīgas, vibrējošas plāksnes u.c. nepieciešamas tādu skaņu atskaņošanai, kas šādā veidā ierakstītas. Šo elementu izmērs skaņas ierakstīšanai un atskaņošanai svārstās no milimetriem (kabatas pulkstenim) līdz vairākiem centimetriem un desmitiem centimetru pulksteņa tornī. Tādējādi elementa, kas paredzēts skaņas uzglabāšanai, izmērs var būt no 0.1 mm līdz pat 10 cm.



### Piemērs

Skaņu ierakstīšana sākās līdz ar Tomasa Edisona izgudroto fonogrāfu. Ierakstītās skaņas mehāniskās svārstības atstāja pēdas rotējošā vaska veltnī (cilindrs, ap kuru sitienprinteros un rakstāmmašīnās tiek aplocīts papīrs un pret kuru drukāšanas mehānisms izdara sitienu pa šim veltnim aplocīto papīra lapu.). Šīs skaņas pēdas tika pārnestas uz vidējas cietības metāla un vēlāk uz vinila platēm. Elements, kas pasargāja ierakstīto skaņu, bija mainīgais skaņas celiņš, ko radīja pati skaņa. Šī elementa izmērs mērāms milimetros. Skaņas saglabāšanas elementa izmērs ir samazinājies salīdzinājumā ar tiem, kuros bija zobrauti, dobumi un stīgas – tagad tas ir 0.01 mm – 0.1 mm.



### Piemērs

Līdz ar pāreju uz magnētisko skaņas ierakstīšanu, radās jaunas tehniskās sistēmas – magnetofoni. Sākotnēji ieraksts tika veikts uz smalkas metāla stieples, tad uz plastikāta ierakstīšanas lentas, kas pārklāta ar feromagnētisko pulveri. Šajos gadījumos magnētiskās daļiņas un magnētiskās sfēras kļuva par skaņu svārstību nesējiem, kuru izmēri mainījās no 1 līdz 10 mikroniem. Līdz ar to skaņas saglabāšanas elementa izmērs pietuvojās 0.001 mm – 0.01 mm (1–10 mikroni).



### Piemērs

Mūsdienās optiskie diskī, magnētiskie diskī un cietvielu elementi (kristāli) kalpo kā datu nesēji un tiek izmantoti skaņas ierakstīšanai. Šādās sistēmās kā skaņas uzglabāšanas elementi tiek izmantoti atvērums optiskajiem, lāzerdiskiem, magnētiskajām struktūrām – sfērām magnētiskajās datu glabātuvēs; nanostruktūras elektroniskajos čipos. Uzglabāšanas elementu izmērs ir samazinājies vairākas reizes salīdzinājumā ar iepriekšējiem piemēriem. Šobrīd šādu elementu izmērs jau mērāms mikronu decimāldalās.



Skaņas nesēju attīstības process ar nodomu apskatīts vienkāršoti – izlaižot daudzas detaļas un ieskicējot tehnoloģisko līniju. Šī apskata mērķis ir parādīt informācijas nesēju elementu pāreju no makro līmeņa uz mikro līmeni.

### Piemērs

Kas veicina tālaku ātruma palielināšanu ātrvilcieniem? Problēmas rodas, kad vilciens pārvietojas ļoti lielā ātrumā un pazūd saķere starp riteņiem un sliedēm.



Nākamais attīstības līmenis ir vilciens, kas pārvietojas uz elektromagnētiskā spilvena tradicionālo riteņu vietā. Pāreja no pāra konstrukcijas “riteņi-sliedes” uz elektromagnētisko mijiedarbību, tiek realizēta ar vilcienu konstrukcijas palīdzību. Šāda veida pāreja atrisināja vairākas problēmas: kustības gludumus, trokšņu samazinājums, energijas pārvade no avota uz

vilcienu dzinēju. Esošā pāreja jau pārdzīvojusi daudz izmaiņu – ir pazudis slīdošais kontakts „savācējvads”. Enerģijas pārvades funkciju arī realizē ar lauka starpniecību.



Attēls 7.2. Ātrvilciens Transrapid.



Fig. 7.3. Ātruma norāde pasažieriem.

## 2.7.6 Pašnovērtējums - (Jautājumi, uzdevumi)

### Kopsavilkums.

Instruments, kas sastāv no vairākām tehniskām sistēmām, ir makro objekts. Tā attīstība vispirms notiek makro līmenī, vēlāk – kad izlietoti tā attīstības resursi, instruments pāriet uz mikro līmeni.

### Definīcijas.

Mikro līmenis; Makro līmenis; Daudzkrānu shēma; S-formas līkne; Attīstības līnija – kēde „mono-bi-polī”; Tehniskajās sistēmās biežāk izmantoto lauku saraksts; Vielas sašķeltā kēde.

### Jautājumi:



1. Kā definēt pāreju no makro līmeņa uz mikro līmeni?
2. Kādi ir galvenie nosacījumi Instrumenta izmaiņām un tā pārejai no makro līmeņa uz mikro līmeni?
3. Miniet piemērus pārejai no makro līmeņa uz mikro līmeni.

## 2.7.7 Atsauces



**Альтшуллер Г.С.** Творчество как точная наука. — М.: Сов. радио, 1979.126-127.lpp.

**Altshuller, G. S.,** *Creativity as an Exact Science: The Theory of the Solution of Inventive Problems* (trans. A. Williams. Gordon and Breach Science Publishers, New York, 1984), p. 230.

**Саламатов Ю.,** Система развития законов творчества. В кн.: «Шанс на приключение»/ Сост. А.Б. Сельцкий. – Петрозаводск: Карелия. 1991. – 304.lpp.



2.4 Likums par sistēmas pilnveidošanos jeb tuvināšanos ideālai sistēmai

## 2.8 Astotā nodaļa: Likums par Vielas-lauka iesaistīšanas palielināšanu

Manā priekšā atrodas brīnišķīga fotogrāfija, kurā attēlots vilks: piesardzīgs skatiens gudrajās acīs, šausminoši žokļi plēsīgajā smaidā un sasprindzināti muskuļi pirms izšķirošā lēciena uzbrukumam. Tomēr visvairāk šajos dzīvniekos mani piesaista gudrība un izdoma. Tehnisko un bioloģisko sistēmu attīstībā iespējams vilkt neskaitāmas paralēles un saskaņīt analogijas. Pastāv pat zinātne – bionika, kas pēta iespējas izmantot bioloģiskos risinājumus tehnoloģiju pasaulē.

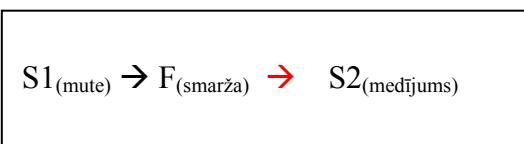
Šajā gadījumā mūs neinteresē tik daudz risinājumi, cik risinājumu iegūšanas metodes. Lūk, problēma: pat bērni zina, ka vilki ēd jēlu gaļu un netīra zobus. Tie, kuri kaut reizi redzējuši vilku zoodārzā, zina, cik nepatīkama un spēcīga smaka nāk tam no mutes. Tomēr tā ir viņa smaka, tā ir dabiska un kalpo kā sava veida vizītkarte, tiekoties un kontaktējoties ar citiem vilikiem. Tomēr šī smaka var traucēt pat pašam vilkam. Bieži vien vilks uzbrūk savam medījumam no slēpņa: viņš pielavās medījumam no aizmugures, lai vējš pūstu virzienā no medījuma pret vilku un ne otrādi. Šajā gadījumā vilks sajūt dzīvnieku, ko tas medī, bet vilka smaržā tiek aizpūsta pretējā virzienā.

Kā gan vilkam rīkoties bezvēja stāvoklī, vai situācijā, kad attālums līdz medījumam ir pavisam neliels? Šī problēma jo īpaši saasinās ziemā. Vilka siltās elpas smaržā izplatās vēsajā gaisā, turklāt to nemazina ziedu un augu smaržas dabā. Daba ir izmirusi līdz brīdim, kad pienāks pavasarīs. Arī šajā situācijā vilks rāmi gaida slēpni. Viņš netīra zobus un arī nezina kā atrisināt mutes smakas problēmu. Viņu vada spēcīgi, gadsimtiem iesakņojušies instinkti, pieredze, senču pārmantotās zināšanas un paša asais prāts. Tomēr visai bieži šo sīkumu ignorēšana un neievērošana vilkam vai tā pēcnācējiem maksā augstu cenu – medījuma zaudējumu.

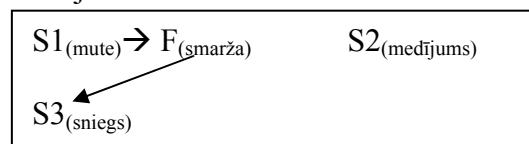
Tālab pirms izšķirošā lēciena pēc medījuma, vilks ziemā pakampj pilnu muti... ar sniegū! Sniegs pazemina izelpotā gaisa temperatūru un likvidē elpas iztvaikošanas garaiņus, turklāt uz kādu mirkli arī smaku. Šis dabīgais filtrs, kas rodas no kumosa ar simtiem mazu sniega kristālu, samazina smakas – sniegs vilka mutē izkūst un ūdens iztek, aizskalojot smaku un neļaujot tai izplatīties gaisā. Ja īstais mirklis uzbrukt medījumam ir nokavēts, vilks paņem nākamo un vēl nākamo sniega kumosu.

Kas ir mainījies sistēmas struktūrā? Īsumā dota vielas-lauka formula konfliktējošam sistēmas “vilks-medījums” elementam pirms un pēc izmaiņas “sniegs mutē, lai mazinātu smaku”. Detalizētākam instrumenta skaidrojumam skatiet nodaļu „Piemēri”.

Problēma:



Risinājums:



### 2.8.1. Definīcija

Tehnisko sistēmu attīstība turpinās virzienā uz vielas-lauka iesaistes palielināšanu.

G. S. Altshuller, *Creativity as an Exact Science: The Theory of the Solution of Inventive Problems* (trans. A. Williams. Gordon and Breach Science Publishers, New York, 1984), 231.lpp.



### 2.8.2. Teorija

Jau zināms, ka tehniskās sistēmas elementi attīstās nevienmērīgi sistēmas attīstības laikā. Noteiktos attīstības mirkļos, viens no tehniskās sistēmas elementiem kļūst sarežģītāks. Šis sarežģījums un attīstība var tikt loģiski izskaidrots.

Šis tehniskās sistēmas elements pārcieš attīstību (noteiktā gadījumā: kļūst sarežģītāks) kas izraisa konfliktu jeb tehnisku un fizisku pretrunu. Atbilstoši vielas-lauka modelis atspoguļo konkrēti šo situāciju. Šajā gadījumā var runāt par TS attīstības virzienu, kad vielas-lauka modelis atspoguļo vielas-lauka iesaistes palielināšanu.

Lai aprakstītu tehniskās sistēmas instrumentu, vielas-lauks, kas sastāv no diviem vai trim elementiem, ir pietiekams. Visām tehniskajām sistēmām attīstības posmā ir produkts, kas tiek apstrādāts ar instrumentu, izmantojot cilvēka spēku. Tie ir vienkārši darba instrumenti kā šķēps, nazis un citi. Pakāpeniski šīs tehniskās sistēmas trūkumi izvirzās priekšplānā, un parādās jaunas prasības un risinājumi saistībā ar konkrētās tehniskās sistēmas izmaiņām, lai šīs prasības apmierinātu. Konkrētās tehniskās sistēmas izmaiņu laikā, tehniskā sistēma atklāj jaunas apakšsistēmas ar to trūkumiem, kas prasa risinājumus to uzlabošanai.

Lai analizētu un identificētu problēmas un to risināšanas veidus, nepieciešams skaidri demonstrēt tehniskās sistēmas struktūru, konflikta zonu jeb vājo punktu, tāpat kā izmaiņas, kas notiek šajā struktūrā, tehniskajai sistēmai attīstoties. Tas kļūst iespējams pielietojot vielas-lauka modeli.

### 2.8.3. Modelis

Tehnisko sistēmu var aprakstīt kā vielas-lauka modeli. Šis modelis sastāv no galvenajiem laukiem un tehniskās sistēmas vielām un to savstarpējām sakarībām. Ne visi lauki un vielas, kas atrodami tehniskajā sistēmā, ir iekļauti modelī – tikai tie, kas tieši strādā, lai sasniegta tehniskās sistēmas funkcijas realizēšanu.

$S1 \rightarrow F \rightarrow S2$

Kā piemēru izmantojot elektrisko tējkannu ūdens sildīšanai, šīs tehniskās sistēmas funkcija ir uzsildīt šķidrumu (ūdeni) no konkrētas temperatūras (istabas temperatūras) līdz pat vārīšanās temperatūrai. Vai: “mainīt elementa “ūdens” pazīmi no vērtības “istabas temperatūra” uz vērtību “vārīšanās temperatūra”. Šajā gadījumā vielas-lauka formula ir sekojoša:

S1 – Tējkannas elektriskais elements;

F – Termālais lauks;

S2 – Ūdens tējkannā;

Formula nozīmē: tējkannas elektriskais elements (S1) uzsilda ūdeni līdz vārīšanās temperatūrai ar termālā lauka (F) palīdzību. Elektriskās tējkannas vielas-lauka modelis var tikt atklāts detalizētākā un plašākā modelī, atkarībā no analīzes mērķiem. Piemēram, ja paredzēts analizēt, identificēt un aprakstīt problēmas, kas saistītas ar elektriskās energijas pārveidi termālajā enerģijā, nepieciešams izveidot vielas-lauka modeli. Šajā gadījumā vielas lauka formulu jāpapildina ar vēl vienu elementu “elektriskās strāvas lauku”.

$F(\text{elektroenerģija}) \rightarrow S1(\text{spirāle}) \rightarrow F(\text{siltums}) \rightarrow S2(\text{ūdens}).$

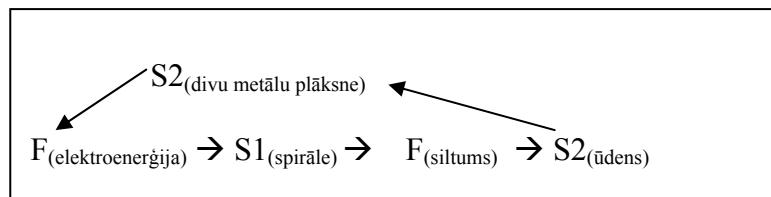
### 2.8.4. Instrumenti - Rīki (to lietojums)

Iespējams, ka dotā sistēma nespēs apmierināt klienta vajadzības. Piemēram, varam būt neapmierināti ar tējkannas darbības veidu, ja pēc tās ieslēgšanas, ūdens vārās, kamēr iztvaiko, un tējkannas elektriskais elements pārdeg. Tāpēc būtiski precizēt nepieciešamo jauno funkciju: kad sasniegta ūdens vārīšanās temperatūra, tējkanna automātiski izslēdzas.



Iespējamais daļējais risinājums ir atspoguļots jaunā vielas-lauka formulā. Tehniskajā sistēmā (TS) tiek ieviesta jauna viela (S2), piemēram, divu metālu plāksne, kas izliecas, kad sasniegta temperatūra 100°C un atdala elementa kontaktu.

Altshuller, G. S. (1984). *Creativity as an Exact Science: The Theory of the Solution of Inventive Problems* (A. Williams, Trans.): Gordon and Breach Science Publishers.), P. 231.



## 2.8.5. Piemērs

### Piemērs

Apskatīsim piemēru ar vilku no vielas-lauka analīzes viedokļa detalizētākā veidā. Problēma ir, ka medījums var uztvert vilka smaržu nelielā rādiusā:

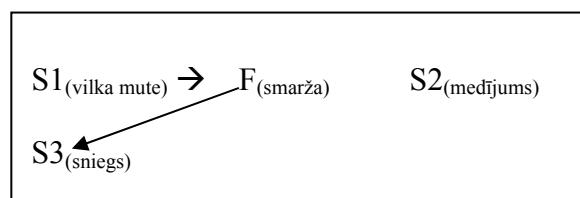


$S1(\text{vilka mute}) \rightarrow F(\text{smarža}) \rightarrow S2(\text{medījums})$

Kā likvidēt vai ierobežot smaržu, kas nāk no vilka mutes? Nepieciešams likvidēt kaitīgo saikni, lai veiktu slēptu funkciju:

$F(\text{smarža}) \rightarrow S2(\text{medījums})$

Nepieciešams izveidot vielas-lauka modeli, ieviešot jaunu lauku vai jaunu vielu:



Vielām un laukiem doti vispārpieņemti vārdi. Šo vārdu mērķis ir uzlabot izpratni par analizējamo sistēmu. Patiesībā ķīmiskās vielas vilka mutē kalpo kā smaržas avots. No fiziskā viedokļa, smaržu lauks ir gaistoši ķīmiskie savienojumi, kas sajaucas vilka elpā. Viela 2, kas atzīmēta kā medījums, ir smaržu receptors jeb ožas orgāni. Analīzes nolūkiem ir būtiski prātā radīt vielas-lauka modeli. Būtiska situācijas uztvere ir svarīgāka par detaļām un definīciju precizitāti.

### Piemērs

Kā izvilkst sīklietas (piemēram, smalkas metāla skaidas) laukā no kādas dziļas spraugas? Izmantojot metāla stangas to izdarīt ir sarežģīti. Vielas-lauka formulā izteikta mehānisko lauku un metāla skaidu negatīvā mijiedarbība.



$F1_{(\text{mehānisms})} \rightarrow S1_{(\text{skaidas})}$   
Lai pabeigtu vielas-lauka modeli, nepieciešams ieviest jaunu vielu (magnētu) un jaunu lauku (magnētisko lauku):

$F1_{(\text{mehānisms})} \rightarrow S2_{(\text{magnēts})} \rightarrow F2_{(\text{magnētiskais lauks})} \rightarrow S1_{(\text{skaidas})}$

Kā atrisināt šo problēmu, ja skaidas nav magnētiskas? Risinājuma logika ir līdzīga, tomēr nepieciešams izvēlēties lauku, kam piemīt laba mijiedarbība ar skaidām. Risinājums var būt lipīga viela un mehāniskais pievilkšanas spēks (mehāniskais lauks), kas pievelk, piemēram, skaidas.

$F1_{(\text{mehānisms})} \rightarrow S2_{(\text{lipīga viela})} \rightarrow F2_{(\text{mehānisms})} \rightarrow S1_{(\text{skaidas})}$

## Piemērs

Attēlā 8.1 attēlotā skaļruņa magnētiskās ķedes sekcija.

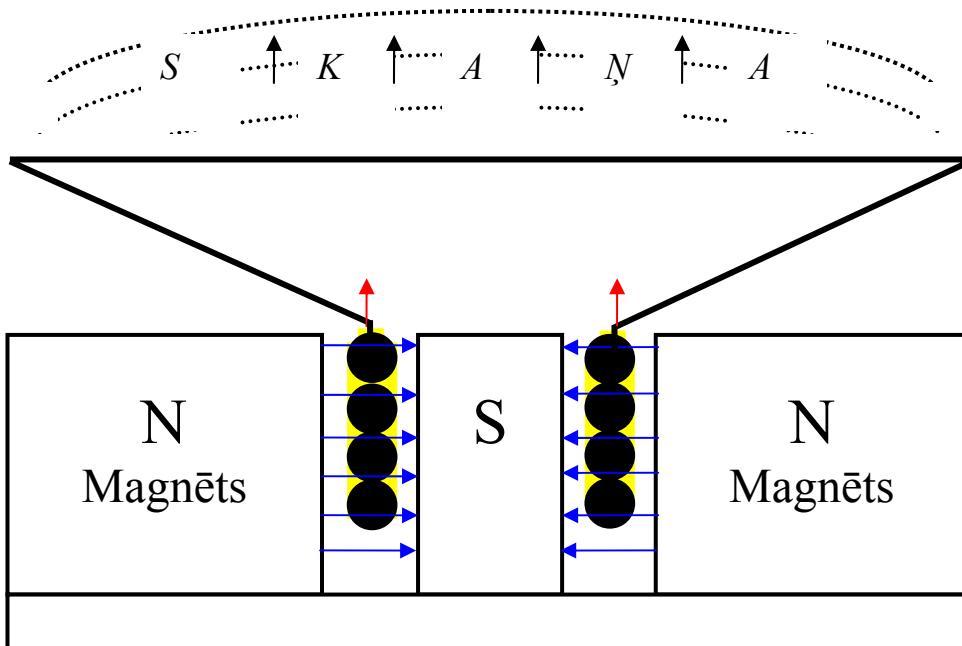


Fig. 8.1. Skaļruņa magnētiskās ķedes sekcija.

Apraksts:

- 1 – magnēts;
- 2 – savienojums, kas veic tinuma ietvara funkciju;
- 3 – tinums;
- 4 – izklidētājs;
- 5 – magnētiskā lauka līknes;

Tinums ar vadītāju, kas atrodas magnētiskajā laukā, ir Dzinējs, kas pārveido elektrisko un magnētisko lauku izklidētāja mehāniskās vibrācijās, kas vēlāk rada gaisa vibrācijas. Iepriekš apskatīta skaļruņa magnētiskā ķede (2. nodaļā: piemērā 2.2 un uzdevumā nodaļas beigās; 4. nodaļā: piemērā 4.5.). Pēc tam, kad tinuma ietvars aizvietots ar savienojumu, kas nostiprina tinuma vijumus, iespējams uzlabot arī tinuma dzesēšanu un samazināt magnētiskās ķedes pārrāvumu. Tomēr, lai samazinātu zaudējumus magnētiskajā ķēdē un palielinātu visas tehniskās sistēmas „skaļrunis” efektivitāti, nepieciešams samazināt attālumu starp magnētiem. Jo lielāks attālums, jo lielāki zaudējumi.

Tādējādi rodas jauna pretruna: attālumam jābūt mazam, lai samazinātu zaudējumus magnētiskajā ķēdē; attālumam jābūt lielam, lai uzlabotu tinuma dzesēšanu. Ideālā situācijā magnētiskajā ķēdē nebūtu gaisa pārrāvuma. Ar vielas-lauka analīzi iespējams izskatīt dažādas situācijas:

- tehniskās sistēmas modelis, veicot galveno funkciju;
- tehniskās sistēmas modelis, veicot enerģijas pārveidošanu, ko izpilda dzinējs;
- konflikts 1: enerģijas zaudējumi pārrāvuma laikā;
- konflikts 2: tinuma dzesēšana;
- citi;



Apskatīsim situāciju ar zaudējumiem magnētiskās ķēdes gaisa pārrāvumā. Šeit rodas pretruna: nepieciešama gaisa atstarpe, lai nodrošinātu brīvu tinuma kustību; nedrīkst būt gaisa atstarpe, lai izvairītos no magnētiskās ķēdes zaudējumiem.

Izveidosim šī konflikta vielas-lauka formulu:

$$S1_{(\text{magnēts})} \rightarrow F_{(\text{magnētiskais spēks})} \rightarrow S3_{(\text{gaisa pārrāvums})} \rightarrow S2_{(\text{tinums})}$$

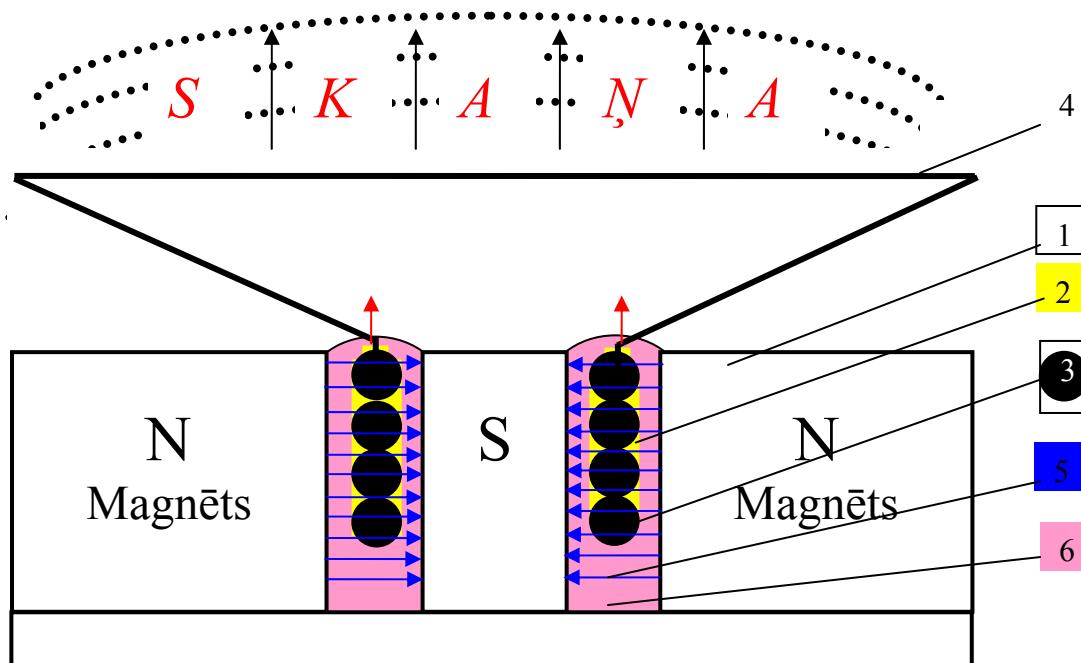
Dotā pretruna var tikt formulēta sekojošā veidā:

Pārrāvumam starp magnētiem jābūt nepārtrauktam, lai saglabātu magnētismu; pārrāvumam nav jābūt nepārtrauktam, lai pielautu tinuma pārvietošanos. Dotā pretruna atrisināta pārraujot vielas-lauka saikni un ieviešot jaunu vielu pārrāvumā – magnētiskās ķēdes gaisa pārrāvumu:

$$S1_{(\text{magnēts})} \rightarrow F_{(\text{magnētiskais spēks})} \cancel{\rightarrow} S3_{(\text{gaisa pārrāvums})} \rightarrow S2_{(\text{tinums})}$$

Tādējādi iegūst sekojošu vielas-lauka modeli, aizvietojot gaisa pārrāvumu ar magnētisku šķidrumu:

$$S1_{(\text{magnēts})} \rightarrow F_{(\text{magnētiskais spēks})} \rightarrow S4_{(\text{magnētiskais šķidrums})} \rightarrow S2_{(\text{tinums})}$$



Attēls 8.2. Skalruņa magnētiskās ķēdes sekcija, papildināta ar gaisa pārrāvumu, kas pildīts ar magnētisku šķidrumu (6)

Apraksts:

- 1 – magnēts; 2 – savienojums, kas veic tinuma ietvara funkciju; 3 – tinums; 4 – izkliedētājs; 5 – magnētiskā lauka līknes; 6 – šķidrais magnētiskais materiāls;

Magnētiskais šķidrums ir smalkas magnētiskā materiāla daļīcas, kas atrodas šķidrumā. Šādam maisījumam ir divu vielu pazīmes: tas ir magnētisks, tas ir šķidrums. Tādējādi aizpildot pārrāvumu ar šādu maisījumu, magnētiskais šķidrums samazina energijas zaudējumus, bet ļauj tinumam brīvi pārvietoties.

Situācija ar magnētiskā šķidruma ieviešanu gaisa pārrāvumā sniedz risinājumu vēl kādai būtiskai problēmai: tinuma dzesēšanai. Samazinot pārrāvumu, lai samazinātu magnētiskos zaudējumus, tiek samazināta tinuma dzesēšana. Gaisam ir ļoti zema siltuma kapacitāte un slikta termālā vadāmība. Tāpēc, samazinot gaisa pārrāvuma izmērus, tiek samazināts likvidētā siltuma apjoms. Tā aizvietošana ar magnētisko šķidrumu ļauj efektīvāk pārnest siltumu no tinuma uz apkārtējo vidi.

## 2.8.6. Pašnovērtējums - (Jautājumi, uzdevumi)

### Kopsavilkums



Tehniskā sistēma un tās elementi var tikt aprakstīti vielas-lauka modeļa formā. Vielas-lauka modelis attēlo vielas un laukus, kas iekļauti dotajā tehniskajā sistēmā vai tās elementos, kas izmantoti, lai veiktu aprakstīto funkciju, kā arī elementu mijiedarbību un tehniskās sistēmas elementu lomu starp vielām un laukiem.

Tehniskās sistēmas attīstība turpinās virzienā, kas attēlots vielas-lauka modeļa izmaiņās. Šīs izmaiņas notiek virzienā, lai palielinātu vielas-lauka iesaisti. Jo īpaši, lai palielinātu elementu skaitu (vielu un lauku skaitu); lai palielinātu saikņu skaitu starp elementiem; lai palielinātu saikņu jūtību elementu starpā; lai iesaistītu jaunu elementu; lai veiktu tehniskās sistēmas struktūras izmaiņas.

### Definīcijas.

Viela-lauks, Vielas-lauka modelis, viela, lauks;

### Jautājumi:

- Kas ir vielas-lauka modelis?
- Kāds ir likums par vielas-lauka iesaistes palielināšanu?
- Miniet piemērus, lai demonstrētu likumu par vielas-lauka iesaistes palielināšanu.

## 2.8.7. Atsauces

 Альтшуллер Г.С. Творчество как точная наука. — М.: Сов. радио, 1979. стр. 123.

Саламатов Ю., Система развития законов творчества. В кн.: «Шанс на приключение»/ Сост. А.Б. Сельцкий. – Петрозаводск: Карелия. 1991. – 304 стр.

Kaikov, O. I., “A few examples of problems and solutions taken from wolves’ life and behavior” (Karlsruhe, 2008, manuscript).





4 Vielas- lauka analīze un standarta risinājumi  
5.3 Paņēmieni fizisko pretrunu atrisināšanai

### 3 Altšullera Radošo problēmu risināšanas algoritma (ARIZ) apskats, ilustrēts ar reālas problēmas analīzi

Šīs nodajas mērķis ir veicināt izpratni par ARIZ darbības pamata principiem, tomēr tajā nav pieejama detalizēts šī algoritma visu soļu apraksts. Nodalā apskatīti katra soļa mērķi un to loma kopējā analīzes procesā. Atgādinām, ka TRIZ autors iesaka patrenēties pirms izmantot TRIZ reālu problēmu risināšanai. Dažādu ARIZ soļu veiksmīgai realizācijai pastāv vairākas būtiskas niances. Analizējot vienu problēmu, grūti atspoguļot visas no tām, tālab ARIZ ieteicams apgūt pieredzējuša pasniedzēja uzraudzībā, izmantojot vairākus problēmu piemērus.

#### 3.0 ARIZ rašanās un attīstība

ARIZ attīstības celā analīzes un pretrunu risināšanas soļi tika nemītīgi attīstīti un uzlaboti, precizēti un pārbaudīti uz sarežģītām problēmām, ko bija apkopojis pats autors vairāk kā 40 gadu laikā, sākot no 1946. gada. 80. gadu vidū Altšullers jau bija apkopojis vairāk kā 120 problēmu, kuras nebija iespējams atrisināt ar iepriekšējām ARIZ versijām. Šīs problēmas izmantoja jauno ARIZ versiju testēšanai un uzlabošanai, tās arī izmatoja praktiskajos semināros un darbā ar tālmācības studentiem.

ARIZ attīstība ir saistīta arī ar tehniskās sistēmas attīstības likumu izstrādi un izpratni par šo likumu pielietošanu jaunu sistēmu izveidošanā vai esošo sistēmu uzlabošanā. Tādējādi pašreizējā ARIZ versijā un tās OTSM papildinājumos, attīstības likumi pārsvarā ir klātesoši *neredzamā* formā.

Pašreiz ARIZ ir izteikti detalizēta metode un var šķist sarežģīta. Šīs materiāls izstrādāts, lai veicinātu izpratni par Altšullera pēdējās ARIZ versijas (ARIZ 85-C) pamata loģiku. Piemēriem izmantojot reālas problēmas, ilustrēta OTSM līdzdalība, kas var noderēt dažādu sarežģījumu risināšanā, kas varēja parādīties lietojot ARIZ-85-C.

Jāpiemin arī, ka visu soļu izpildīšana saskaņā ar ARIZ-85-C ievērojami atvieglo analīzes veikšanu salīdzinājumā ar iepriekšējām ARIZ versijām. Pilnīga šo soļu izpilde attīsta studentu domāšanas iemaņas, kas ļauj efektīvi strādāt ar problēmu risināšanu.

Būtiski arī pieminēt atsevišķas īpatnības, kas parādās izmantojot ARIZ pielietojumu automātiskā līmenī, to piemērojot reālu problēmu risināšanā.

Pirmkārt, katra no soļa izpildes papildu niansēm, atkarībā no konkrētās situācijas, tiek apgūta soļus regulāri atkārtojot un praktizējot gan apmācībās, gan ar reālām problēmām. Rezultātā darbs ar šiem soļiem kļūst automātisks un var tikt izpildīts ātrāk un jau neapzinātā līmenī.

Bieži notiek tā, ka studenti pat neapzinās savus sasniegumus šajā jomā. Nereti kāds no viņiem domā, ka problēma tikusi atrisināta bez ARIZ izmantošanas un demonstrē visai praktiski pieņemamu risinājumu. Pārrunājot situāciju ar šādu studentu, vēlreiz apstiprinās, ka viņš formulējis pretrunu, analizējis dotajā situācijā pieejamos resursus un atradis veidu šos resursus pielietot pretrunas atrisināšanai, turklāt rezultāts bijis tuvu ideālajam gala rezultātam (IGR), kas šajā situācijā ar dotajiem resursiem bijis iespējams. Tas pierāda, ka ARIZ pirmās daļas soļus students izpilda automātiski, tomēr prasme veikto pārdomāt un saistīt ar veiktajiem soļiem, vēl nav attīstīta līdz nepieciešamajai pakāpei. Students ir atrisinājis problēmu, bet nav analizējis savu domāšanas procesu un veidu kā nonācis pie risinājuma. Tā parasti notiek ar relatīvi vienkāršu problēmu risināšanu un studentiem var rasties iespaids, ka tie jau izpratuši ARIZ.

Tomēr ar krietni sarežģītākām problēmām viņi nevar efektīvi tikt galā, kur spēja pārdomāt un analizēt veiktos soļus ir būtiska trešās daļas veicamo soļu sastāvdaļa.

Izejot ARIZ pielietošanas līmeni, studenti sasniedz augstāku tā instrumentu pārvaldības līmeni. Viņi ir spējīgi ne vien ierosināt risinājumu problēmai pēc tam, kad ir iepazinušies ar tās situācijas aprakstu, bet arī demonstrēt kā no problēmas apraksta nonākuši pie risinājuma.

Un visbeidzot, pēc pieredzes iegūšanas, strādājot ar reālām problēmām, veidojas vēl kāda būtiska prasme. Treniņa problēmas parasti vairāk vai mazāk ir piemērotas treniņu soļu mērķiem. Šī situācija ir tradicionāla treniņiem jebkurā nozarē, kas veido praktiskās iemaņas zināšanu ieguvei. Realitātē, sākotnējais nestandarda problēmas apraksts ir piesātināts ar nevajadzīgām un nebūtiskām detaļām vai pretēji – tam trūkst informācijas, kas nepieciešama problēmas būtības izpratnei. TRIZ eksperti bieži ierosina: pirms sākt padziļinātu analīzi, prātā izspēlēt problēmas risinājumus atbilstoši visiem ARIZ soļiem, lai precīzāk definētu problēmas aprakstu. Pavirši skatoties tā var izskatīties pēc visparastākās kļūdu – mēģinājumu metodes, bet realitātē tā ir pavisam cīta tehnika problēmu risināšanā. Prātā analīzējot problēmu saskaņā ar visiem ARIZ soļiem, eksperts novērtē jau pieejamo informāciju un iegūst papildu būtisku informāciju par problēmu, kuras trūkst sākotnējā problēmas aprakstā. Kad pabeigts problēmas situācijas apraksts, sākas nopietns un padziļināts analītiskais darbs, izmantojot ARIZ vai kādu citu no OTSM-TRIZ instrumentiem. Piemēram, ja situācija ietver vairākas problēmas, ir noderīgi vispirms formalizēt tās aprakstu OTSM problēmu tīkla formā. Veidojot šo tīklu, prātā notiek atsevišķu apakšsistēmu analīze un to specifikācija tiek izmantota kā aprakstīts iepriekš. Tādējādi ARIZ ir ne vien instruments sarežģītu problēmu risināšanai, bet kas vēl svarīgāk – instruments noteikta domāšanas veida izstrādei, strādājot ar zināšanām par problēmu risināšanu. Tas ir darbs ar jau gatavām zināšanām ar mērķi iegūt un radoši pielietot jaunās zināšanas, kas padara ARIZ par būtisku pedagoģisko instrumentu, kas var palīdzēt gan izglītības procesā vai arī tehnoloģiju jomā. Piemēram, tas var būtiski uzlabot tā sauktās problemātiskās izglītības efektivitāti, kur jaunu tematu apguve notiek ar sākumā noteiktas problēmas situācijas risināšanu. Risinot problēmas situāciju, studenti tiek sagatavoti jaunā materiāla apguvei un izpratnei, kā apgūstamā viela var palīdzēt risināt līdzīgas situācijas. Domāšanas prasmes, kas nepieciešamas atsevišķu ARIZ soļu veikšanai, ir arī noderīgas dažādās pedagoģiskās un ar tehnoloģijām saistītās situācijās. Apkopojoš šo ievadu par ARIZ, ir būtiski atzīmēt, ka prasmes, kas veidojas izmantojot ARIZ, palīdz pasniedzējiem risināt pedagoģiskās problēmas, kas rodas izglītības procesā (kā arī viņu privātās problēmas). Savukārt studentiem šīs prasmes palīdz apgūt jaunas zināšanas efektīvākā un sistemātiskākā veidā. Šīs prasmes var veidoties arī atsevišķu OTSM-TRIZ apmācību veidā, piemēram, izmantojot „Jā – Nē” spēli. Tomēr, šajā gadījumā, ir īpaši būtiski integrēt šīs izkliedētās prasmes kopējā sistēmā, veicot visu ARIZ soļu praktiskos uzdevumus.

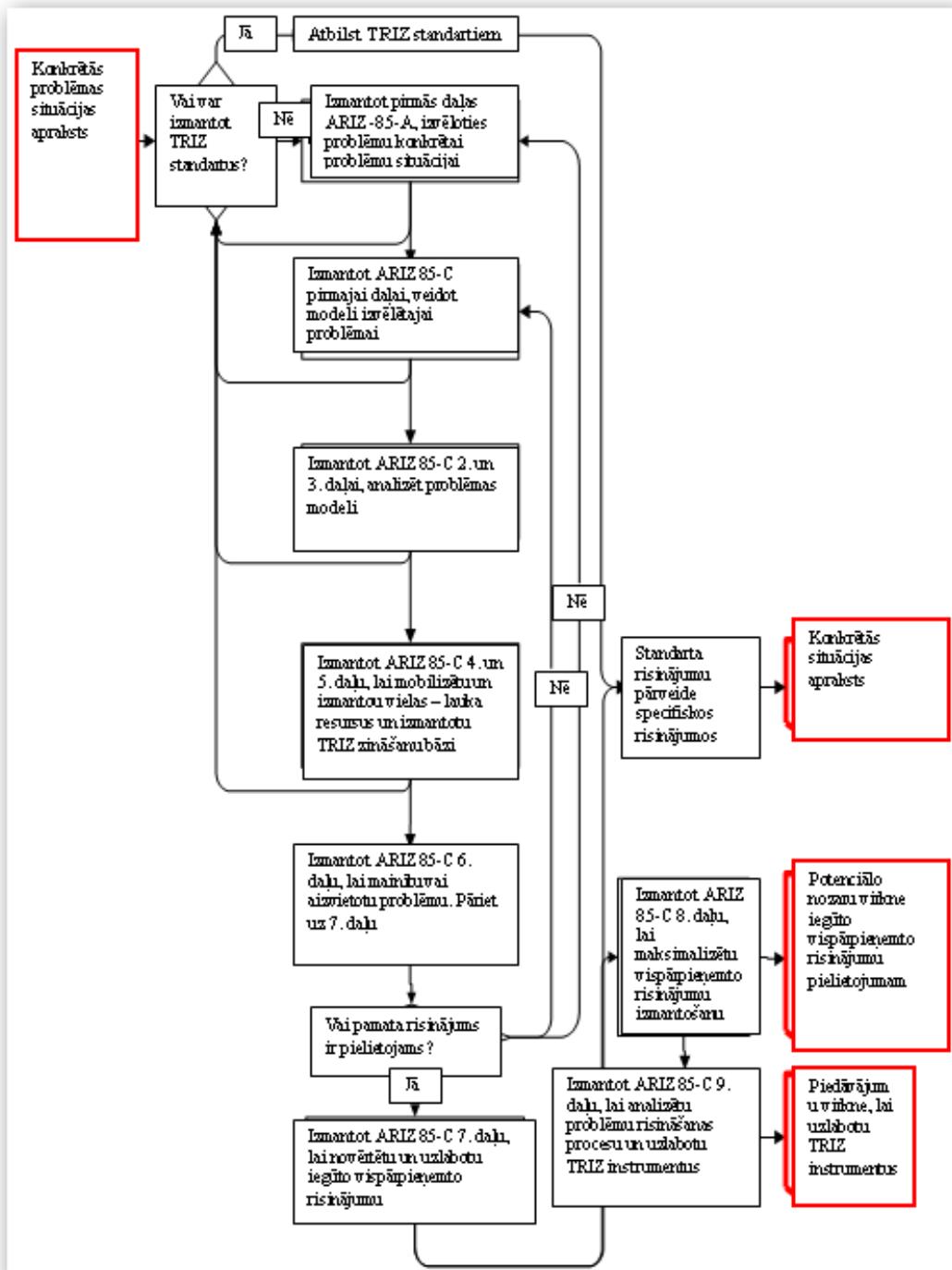
### **3.1 Problemas risināšana: ūss ARIZ analīzes svarīgāko posmu apraksts**

Ar jebkuru specifisku pieeju, vispirms nepieciešams izvēlēties un radīt problēmu – tad aprakstīt tās modeli. Tas nozīmē, ka konkrētās situācijas apraksts jāpārvērš šīs situācijas modelī, kas formulēts noteiktā formā, saskaņā ar noteikiem likumiem. Tādējādi rodas konkrētās situācijas modelis, kas aprakstīts pretrunā, kas jāatrisina.

Pāreja no problēmas situācijas sākotnējā apraksta uz problēmas modeļa aprakstu, notiek tāpat kā fizikā vai matemātikā: nepieciešams pārformulēt situāciju lakaniskā formā (nezaudējot galvenās detaļas), kas pēc tam tiks analizēta risinājuma izstrādes laikā. Īpaši būtiski – ARIZ balstītā analīzē, tāpat kā visā klasiskajā TRIZ un OTSM, konceptuālā risinājuma ideja netiek meklēta nejauši, bet tiek konstruēta soli pa solim problēmas analīzes laikā un sintezējot jaunu risinājuma konceptu (Apmierinošo konceptuālo risinājumu). Tā ir viena no galvenajām atšķirībām starp klasisko TRIZ un OTSM no daudzām citām sarežģītu un netradicionālu problēmu risināšanas metodēm.

Sākotnējās problēmas pārveidošana modelī var samazināt problēmu līdz tradicionālas problēmas mērogiem (no TRIZ skatījuma), kuras risinājums ir jau zināms. Pēc problēmas situācijas modeļa izveides pirmās ARIZ-85 daļas beigās, tiek veikta pāreja uz standarta radošo risinājumu sistēmu.

Tajā brīdī sistēma sastāv jau no 76 standarta problēmu situācijām. Ja zināmie standarta risinājumi neder konkrētās situācijas risināšanai, situāciju turpina analizēt saskaņā ar ARIZ. Ja turpmāka analīze vainagojas ar apmierinošu risinājumu, tā jāpārveido par standarta risinājumu, kas ņem vērā konkrētās situācijas īpatnības. Aptuveni šādi tiek apkopoti klasiskās TRIZ Standarta radošie risinājumi.



Attēls: ARIZ-balsītās problēmu analīzes posmu shēma

## 3.1.1 Pirmais posms: Problemas modeļa veidošana un standarta radošo risinājumu izmantošana

Klasiskās TRIZ uzdevumos neietilpst izvēlēties problēmu no lielā problēmu kopuma, kas risināma konkrētajā problēmas situācijā. ARIZ balstītajā OTSM tehnoloģijā “Pretruna” šim mērķim paredzēta konkrētās situācijas ekspress analīze. Tā darbojas efektīvi ar salīdzinoši vienkāršām problēmu situācijām. Sarežģītākām situācijām ir lietderīgi izmantot instrumentus, ko piedāvā OTSM tehnoloģija “Jaunā problēma”.

Pirmā ARIZ posma mērķis ir radīt risināmās problēmas modeli. Pirmās daļas beigās no konkrētās situācijas tiek izvēlēta problēma un formulēta kā tehniskā pretruna – pretruna, kas apraksta konfliktu starp diviem parametriem, kas izmantoti, lai vērtētu dotās sistēmas kvalitāti (vērtēšanas parametri). Atbilstoši tehniskā pretruna OTSM tiek saukta par konkrētās sistēmas pretrunu, kas nozīmē, ka dotā sistēma rada konfliktu starp diviem svarīgiem sistēmas parametriem tās attīstības laikā.

Piemērs: Sistēma “gumijas izolācija cilindriskai šahtai, caur kuru iet rotējošs asmens. Jo ciešāk izolācija turas pie asmens, jo efektīvākā tā ir. Tomēr šāda situācija rada negaidītus enerģijas zudumus, ko rada berze starp asmeni un izolāciju. Šeit rodas konflikts starp diviem parametriem, kas būtiski sistēmas “Rotējošā asmens izolācija” kvalitātes novērtēšanai I

OTSM šīs pretrunas apraksta konflikus starp ne-tehniskās sistēmas parametriem (zinātniskās, menedžmenta, sociālās un biznesa sistēmas).

Piemērs: Lai efektīvi atrisinātu problēmu, tradicionāls risinājums ir piesaistīt lielu skaitu darbinieku, kas pēta situāciju un iegūst informāciju no dažādu nozaru viedokļiem. Šie ļaudis neizprot viens otru zināšanu trūkuma dēļ citās nozarēs. Tikšanās kļūst neefektīvas un problēmas paliek neatrisinātas. Šeit izmantojam “darba grupas” sistēmu, kur konflikts rodas starp parametriem “Kompetences līmenis saistītajās zinātnēs” un “Efektivitāte pārrunāt dažādus problēmas situācijas aspektus.”

Ja pirmajā ARIZ līmenī ir sarežģīti noteikt pretrunas, ieteicams izmantot OTSM tehnoloģijas “Jaunā Problēma” metodes. Salīdzinoši vienkāršos gadījumos var arī izmantot konkrētās situācijas Ekspress analīzi, kas izstrādāta OTSM tehnoloģijas ietvaros kā “Pretruna”. Sarežģītākām situācijām var izmantot OTSM “Problēmu tīkla” instrumentu. Šis instruments pieļauj detalizētāku sarežģītās problēmu situācijas analīzi un ļauj identificēt galvenās problēmas, kas jāatrisina vispirms. Ir noderīgi pielietot Ekspress analīzi šādām problēmām, lai nodrošinātu precīzu ARIZ pirmā soļa izpildi. Problemas situācijai pielietojot OTSM Ekspress analīzi, nepieciešamas papildu zināšanas par sistēmas minimālo nozīmi.

Veicot ARIZ-85-B pirmās daļas soļus, balstoties uz OTSM komentāriem, rezultātā rodas problēmas modelis, ko var izmantot turpmākai analīzei. Pirms pāriet pie otrās Algoritma daļas, nepieciešams noskaidrot, vai klasiskās TRIZ radošie standarti var tikt izmantoti.

Pēc konkrētās problēmas situācijas apraksta pārveidošanas problēmas modelī, tikai paši svarīgākie komponenti, kas atbildīgi par problēmas situācijas radīšanu, saglabājas modeļa aprakstā. Rezultātā kļūst vienkāršāk sniegt problēmas situācijas aprakstu formā, kas pieļauj pielietošanu standarta radošajos risinājumos, kas uzkrāti klasiskajā TRIZ.

## 3.1.2 Otrais posms: pieejamo resursu analīze

Otrā ARIZ daļa ir izstrādāta iegūtā problēmas modeļa analizēšanai un sagatavošanai, lai identificētu padziļinātās pretrunas, kas atrodas problēmas pamatā. Precīzāk, šī daļa ir izstrādāta, lai analizētu resursus, kas var potenciāli tikt izmantoti problēmu risināšanā, jo īpaši

vietas un laika resursus, vielas un lauka resursus. Daļējā testēšana arī ir iespēja pielietot atsevišķus standarta mehānismus, apejot vai pilnībā atrisinot pretrunas. Līdzīgi kā ARIZ pirmajā daļā, otrā daļa sastāv no mehānismiem psiholoģiskā inertuma pārvarēšanai.

### **3.1.3 Trešais posms: Apmierinoša risinājuma idejas izstrāde, analizējot IGR un fiziskos apstākļus, kas saistīti ar konkrētiem resursiem.**

ARIZ ir izstrādāts lai atklātu problēmas dziļākās saknes un likvidētu tās ar konkrētajā problēmas situācijā pieejamajiem resursiem. Trešajā Algoritma posmā, vēlamā rezultāta tiek precizēti apraksts un pretrunas, kas traucē rezultāta sasniegšanu.

Pirmais ARIZ trešā posma uzdevums ir precizēt problēmas modeli, kas iegūts pirmajā daļā. To sasniedzam, izmantojot papildu informāciju, kas iegūta ar modeļa analīzes starpniecību, kas notika Algoritma otrajā posmā. Jaunais, precizētais modelis tiek veidots saskaņā ar likumiem un fundamentāli atšķiras no modeļa, kas tiek izveidots pirmajā posmā. Šajā daļā nepieciešams noteikt, kurš rezultāts var tikt uzskatīts par problēmas risinājumu un identificēt vairākas pretrunas, kas aizkavē pieejamo resursu izmantošanu vēlamā rezultāta sasniegšanai.

Otrs šīs daļas uzdevums ir iegūt daļēju risinājumu, kas var tikt izmantots tālāk veidojot konceptuālo problēmas risinājumu. Iegūtie daļējie risinājumi tiek integrēti risinājumu sistēmā, nodrošinot maksimālo pieju visvēlamākajam rezultātam. Šim mērķim tiek izmantoti fizisko pretrunu likvidēšanas principi un sistēmas attīstības mehānismi.

Parasti, sākot ar trešo daļu, daļējo risinājumu skaits pieaug un veidojas arvien jauni risinājumi. Šādā situācijā rodas vēlēšanās pārtraukt risinājuma meklējumus. Tomēr Algoritma likumi pieprasī iziet cauri visiem ARIZ posmiem, jo tie palīdz iegūt papildu idejas, kas spēcina jau atrasto risinājumu vai nosaka citus problēmas risināšanas veidus, saskaņā ar attīstītākiem sistēmas posmiem.

Izpildot trešo Algoritma daļu, ideja par problēmas situāciju nopietni mainās un veidojas Algoritma solī 3.5. Tā rezultātā pēdējais šī līmeņa solis attiecas uz standarta radošo risinājumu sistēmu.

### **3.1.4 Ceturtais posms: resursu mobilizēšana**

Ceturtā ARIZ daļa ir izstrādāta, lai ļautu izprast, kā pieejamie resursi var tikt izmantoti, lai atrisinātu problēmu, kā definēts algoritma trešajā posmā, un palielinātu jau esošo atrasto risinājumu efektivitāti. Ceturtā daļa ietver vadības pieju kopumu ar mērķi iegūt versiju, kas varētu tikt tālāk attīstīta no sistēmas attīstības teorijas skatījuma.

Ja viens no iegūtajiem rezultātiem ir pielietojams, var pāriet uz septīto ARIZ daļu iepriekšējai risinājumu novērtēšanai saskaņā ar ARIZ likumiem. Ja nav iegūts neviens apmierinošs rezultāts, analīze turpinās saskaņā ar Algoritma piekto daļu.

### **3.1.5 Piektais posms: TRIZ uzkrāto zināšanu pielietošana**

Piektais posmā, problēmas risinātājam tiek piedāvāts atsaukties uz dažādiem TRIZ instrumentiem, kas apraksta standarta risinājumus dažādās formās: Standartu radošo risinājumu sistēma; Principi fizisko pretrunu risināšanai, Efekta koriģēšana.

Ja risinājumu datu bāzes pielietošana nav devusi apmierinošu risinājumu, ir nepieciešas pāriet uz ARIZ sesto posmu.

### **3.1.6 Sestais posms: problēmas apraksta mainīšana vai koriģēšana**

Algoritma sestajā posmā pieejami ieteikumi saistībā ar problēmas definīcijas vai problēmas modeļa izmaiņām vai korekcijām pirms analizēt to atkārtoti, sākot no ARIZ pirmā posma.

### **3.1.7 Septītais posms: iegūto risinājumu novērtēšana**

ARIZ septītajā posmā ietilpst likumi, kas nosaka risinājumu novērtēšanu no TRIZ viedokļa un lai iegūto risinājumu spēcinātu. Tā ir iepriekšēja novērtēšana, vērtēšanas gaitā var parādīties jaunas idejas, kas precīzē vai uzlabo jau iegūtos risinājumus.

Dažkārt problēmas risināšana saskaņā ar ARIZ ļauj tās risinātājiem pārvarēt stereotipus un iziet ārpus savas kompetences robežām, tālab nepieciešams konsultēties ar kompetentiem speciālistiem, lai iegūtos rezultātus novērtētu.

Ja risinājums ir pieņemts, ir lietderīgi to pārrunāt ar pārstāvjiem no institūcijām, kas piešķir patentus, izskatot iespēju pieteikt patentu.

### **3.1.8 Astotais līmenis: pielietojumu loka paplašināšana un radošo risinājumu standartizēšana**

Astotais ARIZ posms palīdz sagatavoties galējā risinājuma ieviešanai un pārbaudīt, vai šis risinājums var tikt izmantots citu problēmu risināšanai, ietverot problēmas no citām nozarēm.

Tas ļauj risinājumam izveidot vispārīgāku standarta formu, lai to varētu praktiski pielietot arī turpmāk. Šis posms arī nepieciešams, lai nodrošinātu labāku patenta aizsardzību konkrētajam risinājumam.

Papildus šis posms arī palīdz palielināt efektivitāti un gūt papildus peļņu no šī risinājuma ieviešanas.

### **3.1.9 Devītais posms: atskats uz paveikto darbu**

Devītais ARIZ posms palīdz labāk izprast paveiktā darba būtību. Šī posma mērķis ir pēc iespējas vairāk apgūt nozarē, kurā problēma risināma, tādējādi palielinot indivīda vai komandas radošo potenciālu.

Šis posms ir izstrādāts, lai attīstītu prasmes atskatīties uz paveikto darbu. Katram no ARIZ soļiem vajadzētu sekot atskatam, ar kādām grūtībām to veicējs sastapies šos soļus veicot, ar kurām grūtībām tīcīs galā, ar kurām ne, cik akurāti izpildītas ARIZ rekomendācijas, vai paveiktais darbs atšķiras no tā, ko ieteicis ARIZ un kādēļ šādas atšķirības radušās.

Atbildes uz šiem jautājumiem attīsta spēju atskatīties uz paveikto un veicina ARIZ-balstīto problēmu risināšanas tehnikas izpratni tādā pakāpē, ka cilvēks spēj pielietot Algoritmu, strādājot ar piemēru treniņproblēmām. Profesionālā ARIZ pielietošanas līmenī, strādājot ar reālām problēmām, šīs prasmes veicina tālāku ARIZ attīstību un tā efektivitātes uzlabošanos, atrisinot jaunas, arvien sarežģītākas problēmas.

Noslēgumā jāpiebilst, ka spēja atskatīties un pārdomāt paveikto ir viena no būtiskākajām domāšanas prasmēm, kas cilvēkam piemīt, un ne vien klasiskajā TRIZ un OTSM teorijā. Devītais ARIZ līmenis palīdz attīstīt fundamentalās domāšanas prasmes.

## 3.2 ARIZ soļu uzskaitījums

Iepriekšējās nodaļās aprakstīta katra ARIZ posma nozīme katrā no attīstības fāzēm, strādājot ar problēmu. Lejāk skatāms Algoritma soļu uzskaitījums. Tālāk arī apskatīts, kā šie soļi izpildāmi problēmas risināšanas procesā.



### 1. posms: Problemas analīze un modeļa izveide

- Solis 1.1. Aprakstīt problēmas stāvokli.
- Solis 1.2. Sistēmas konfliktējošo elementu identificēšana.
- Solis 1.3. Konfliktu sistēmas grafiskās shēmas izveide.
- Solis 1.4. Sistēmas grafiskā modeļa izvēle.
- Solis 1.5. Galvenā konflikta saasināšana.
- Solis 1.6. Problemas modeļa formulēšana.
- Solis 1.7. Standarta risinājuma meklējumi.

### 2. posms: Problemas modeļa analīze.

- Solis 2.1. Darbības lauka analīze.
- Solis 2.2. Darbības laika analīze.
- Solis 2.3. Vielas – lauka resursu analīze.

### 3. posms: Ideālā Gala Rezultāta (IGR) un fizisko pretrunu, kas kavē IGR sasniegšanu, definēšana.

- Solis 3.1. Ideālā Gala rezultāta formulēšana (IGR-1).
- Solis 3.2. IGR-1 definīcijas pastiprināšana.
- Solis 3.3. Fiziskā pretruna (FP) makro līmenī
- Solis 3.4. Fiziskā pretruna mikro līmenī
- Solis 3.5. Ideālā gala rezultāta formulēšana (IGR-2) ar citiem resursiem un precīzējot konkrēto problēmu.
- Solis 3.6. Standarta risinājumu sistēmas izmantošana (76 standarta risinājumi radošām problēmām, izmantojot vielas – lauka analīzi).

### 4. posms: Resursu mobilizēšana

- Solis 4.1. Problemas modelēšana ar nelieliem papildinājumiem.
- Solis 4.2. „Solis atpakaļ no IGR” izmantošana.
- Solis 4.3. Pieejamo resursu jaukta pielietošana.
- Solis 4.4. Trūkstošo elementu papildināšana pieejamajiem resursiem.
- Solis 4.5. Pieejamo resursu nodrošināto vielu izmantošana.
- Solis 4.6. Pārbaudīt, vai problēmu var atrisināt aizvietojot kādu no vielām ar elektriskā lauka starpniecību vai divu elektrisko lauku mijiedarbību.
- Solis 4.7. Pārbaudīt, vai problēmu var atrisināt izmantojot „lauka – no lauka atkarīgā elementa atgriezeniskās saites” risinājumu.

### 7. posms: Pārbaudīt metodi, likvidējot fiziskās pretrunas

- Solis 7.1. Atbildes pārbaude.
- Solis 7.2. Sākotnējā iegūto risinājumu pārbaude.
- Solis 7.3. Pārbaudīt vai risinājums/izgudrojums nav jau patentēts.
- Solis 7.4. Apakšproblēmu novērtēšana, kas rodas risinājuma ieviešanas laikā.

### 8. posms: Iegūtā risinājuma pielietošana.

### 9. posms: Risinājuma procesa analīze.

## Altšullera Radošo problēmu risināšanas Algoritma (ARIZ) īss apraksts, papildināts ar reālas problēmas analīzi

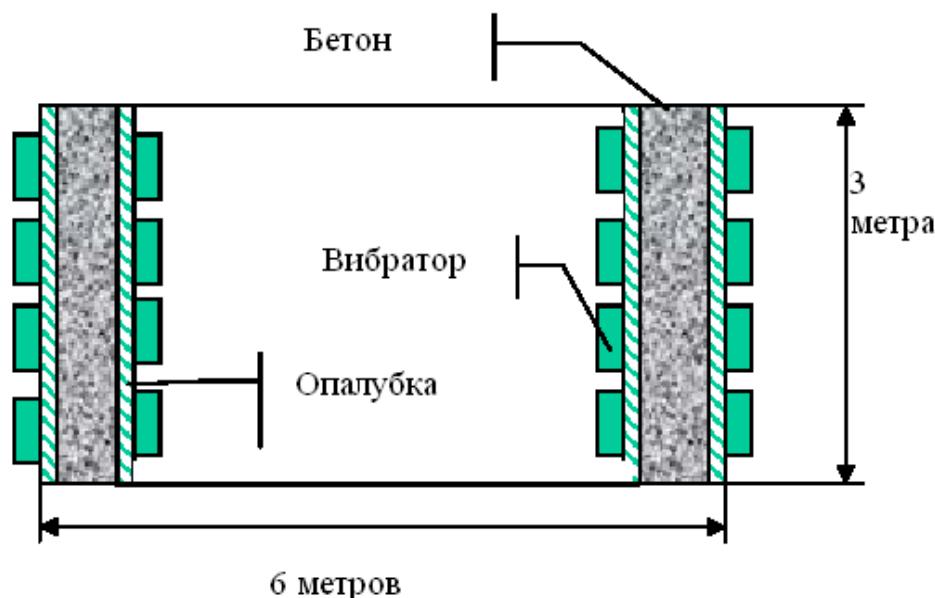
### Problēmas risināšanas piemērs, izmantojot ARIZ

Iepriekš aprakstīta nozīme katrai no deviņām ARIZ daļām. Tagad, demonstrējot katru no Algoritma daļām, apskatīsim katra soļa mērķi. Noslēgumā izmantosim reālu problēmu, kas tiks atrisināta, izmantojot ARIZ.

### Sākotnējais problēmas apraksts

Lai izgatavotu liela diametra betona caurules (līdz 6 m diametrā), betona mikstūra tiek iepildīta dubultā tērauda veidnē (skatiet Attēlu 1).

Lai uzlabotu cauruļu kvalitāti, betona masa tiek pakļauta vibrāciju ietekmei, ko veic vibrējošās iekārtas (vibratori), kas pievienotas veidnei. Vibratora darbības princips ir vienkāršs: ekscentra spararats virzās apkārt motobloka asij. flywheel slipped over a motor drive shaft. Kamēr motors darbojas, eccentric flywheel iedarbojas uz veidni izraisot vibrācijas, kas tiek pārnestas no veidnes uz betona masu.



(Apraksts: бетон – betons, вибратор – vibrējošā iekārta (vibrators), Опалубка – veidne, 3 метра – 3 metri, 6 метров – 6 metri.)

Attēls 1: Veidne betona cauruļu ražošanai, aprīkota ar vibrējošo iekārtu (vibratoru), lai sablīvētu betonu.

Ražošanas procesa laikā vibrators savas funkcijas veic gana labi. Vienīgais sistēmas trūkums ir augstais trokšņu līmenis, kas varētu sacensties pat ar lidmašīnas dzinēju. Kā likvidēt šo trūkumu, ieviešot pēc iespējas mazāk izmaiņu esošajā sistēmā un izmantojot pēc iespējas mazāk ārejo resursu un pēc iespējas vairāk iekšējo resursu, kas pieejami sistēmas vai apkārtējās vides ietvaros?

Klasiskās TRIZ izteiksmē šis problēmas formulējums tiek dēvēts par mini problēmu. Mini problēmu raksturo fakts, ka tā satur maksimālus ierobežojumus jaunu komponenšu ieviešanai. Mini problēmas definēšanas pamata likums ir: „visam jāsaglabājas esošajā stāvoklī, taču trūkumam ir jāpazūd”.

Pretēji tam, maksī – problēma atzīst jebkādas izmaiņas līdz pat radikālām visas sistēmas izmaiņām vai tās aizstāšanu ar citu sistēmu, kurā nav minētā nevēlamā efekta.

Tādējādi risinājumi var tikt iedalīti saskaņā ar ierobežojumiem, kuru ietvaros tie risina problēmu: sākot no maksimāliem ierobežojumiem mini problēmai, līdz pat minimāliem ierobežojumiem maksī – problēmai.

Ir acīmredzami, ka nesenā attīstītā pašblīvējošā betona tehnoloģija neprasā vibrаторu pielietojumu un ir problēmas risinājums atšķirībā no tā, kas aprakstīts šajā rakstā. Tomēr problēmas risinājums, izmantojot pašblīvējošā betona metodi, nav mini problēmas risinājums, jo tas prasa vairāk izmaiņu un vairāk progresīvu pētījumu kā nepieciešams ierosinātajā risinājumā.

Ideja par betona pašblīvēšanu radās jau pašā problēmas risināšanas procesa sākumā. Tolaik šāda betona izstrāde bija nopietna problēma un prasīja daudz laika. Jāpiemin arī, ka problēma radās ražotnē, kas jau darbojās, un problēma bija jāatrisina īsā laika periodā ar pieejamajiem resursiem un par pieņemamu cenu.

Visbeidzot jāatgādina lasītājiem, ka šo piemēru aprakstījis TRIZ speciālists, kurš nebija celtniecības eksperts.

### **3.2.1 1. daļa : Problēmas analīze un modeļa izstrāde**

Solis 1.1 Problēmas nosacījumu apraksts

#### 1.1.1 Šis tehniskās sistēmas apraksts, tās pienākumi un pamata komponenti:

Dotā tehniskā sistēma kalpo, lai radītu betona caurules. Tā ir izveidota no dubultā tērauda koncentriskas veidnes (kurā tiek iepildīta betona masa) un vibratoriem (kas ietekmē veidni, paaugstinot betona blīvumu un likvidējot gaisa burbulus, kas veidojas iepildot betonu veidnē).

#### 1.1.2 Pretrunu sistēma

No TRIZ viedokļa jebkura problēma ir sarežģīta, jo tā ietver apslēptu vai acīmredzamu pretrunu. Lai atrisinātu problēmu, nepieciešams atrast pretrunu, aprakstīt problēmu tādā manierē, lai apietu vai izslēgtu identificēto pretrunu. Tādējādi, lai ar to sāktu, nepieciešams identificēt pretrunu, kas izraisa problēmu. TRIZ ietvaros, precīzi aprakstīt problēmu nozīmē arī atrast pretrunu un definēt to pēc iespējas skaidrāk saskaņā ar noteiktiem likumiem. To iespējams paveikt izmantojot OTSM problēmas situācijas Ekspress Analīzi. Tomēr dažos relatīvi vienkāršos gadījumos problēmas situācijai uzreiz var izmantot ARIZ. Šim nolūkam ARIZ ietver tehnisko pretrunu sistēmu, sauktu par TC-1 un TC-2.

Precīzs sistēmas pretrunu apraksts ļauj izprast, kuras pazīmes, kas izmantotas pazīmju vērtību novērtēšanai dotajā sistēmā, ir savienotas ar pretrunu: divas tehniskās sistēmas pazīmes (Vērtēšanas pazīme 1 un Vērtēšanas pazīme 2) ir saistītas caur trešo pazīmi, ko var izmantot, lai mainītu vērtēšanas pazīmju vērtības. Šo pazīmi sauc par kontroles pazīmi, jo tās vērtību mainīšana ļauj vadīt vērtēšanas pazīmes.

Formulējot tehniskās pretrunas TC-1 un TC-2, ir būtiski noteikt elementu, kuram pieder kontroles pazīme, kas saista abas vērtēšanas pazīmes. Saikne ir sekojoša: vērtēšanas pazīmes 1 uzlabošana pasliktina vērtēšanas pazīmi 2, un otrādi.

Šeit netiks aprakstīts konkrētās situācijas process detaļās, vienīgi precīzi noteika pretrunas sistēma.

#### **TC-1 (tehniskā pretruna 1):**

Ja vibratoru (elements E) vibrācijas spēks (kontroles pazīme 3) ir liels (kontroles pazīmes 3 vērtība), betona blīvums un viendabīgums (vērtēšanas pazīme 2) ir augsts (vērtēšanas pazīmes 2 vērtība ir pozitīva), bet trokšņu līmenis (vērtēšanas pazīme 1 ir ļoti augsta) ir ļoti augsts (vērtēšanas pazīmes 1 vērtība ir negatīva).

#### **TC-2 (tehniskā pretruna 2):**

Ja vibratoru (elements E) vibrācijas spēks (kontroles pazīme 3) nav liels (vērtība ir pretēja kontroles pazīmes 3 vērtībai, kā norādīts TC-1), tad trokšņu līmenis (vērtēšanas pazīme 1) var tikt

samazināts (vērtēšanas pazīmes 1 vērtība ir pozitīva), bet betona blīvums un viendabīgums (vērtēšanas pazīme 2) ir samazināti (vērtēšanas parametra 2 vērtība ir negatīva).

Pazīme 1 - vērtēšana	Trokšņu līmenis
Pazīme 2 - vērtēšana	Betona blīvums un viendabīgums
Pazīme 3 – vadība	Vibrācijas spēks



Jāatzīmē, ka grupēšana pēc vadības un vērtēšanas pazīmēm nav sastopama klasiskajā TRIZ. Tā tika ieviesta OTSM ietvaros, lai precīzi izšķirtu pazīmu lomas sarežģītu problēmu situāciju analīzes laikā, kad vienai pazīmei var būt dažādas lomas. Turklāt pat relatīvi vienkāršai problēmai ARIZ balstītas analīzes laikā rodas nepieciešamība ieviest jaunas kontroles pazīmes, kas var kalpot kā alternatīvas jau dotajām pazīmēm.

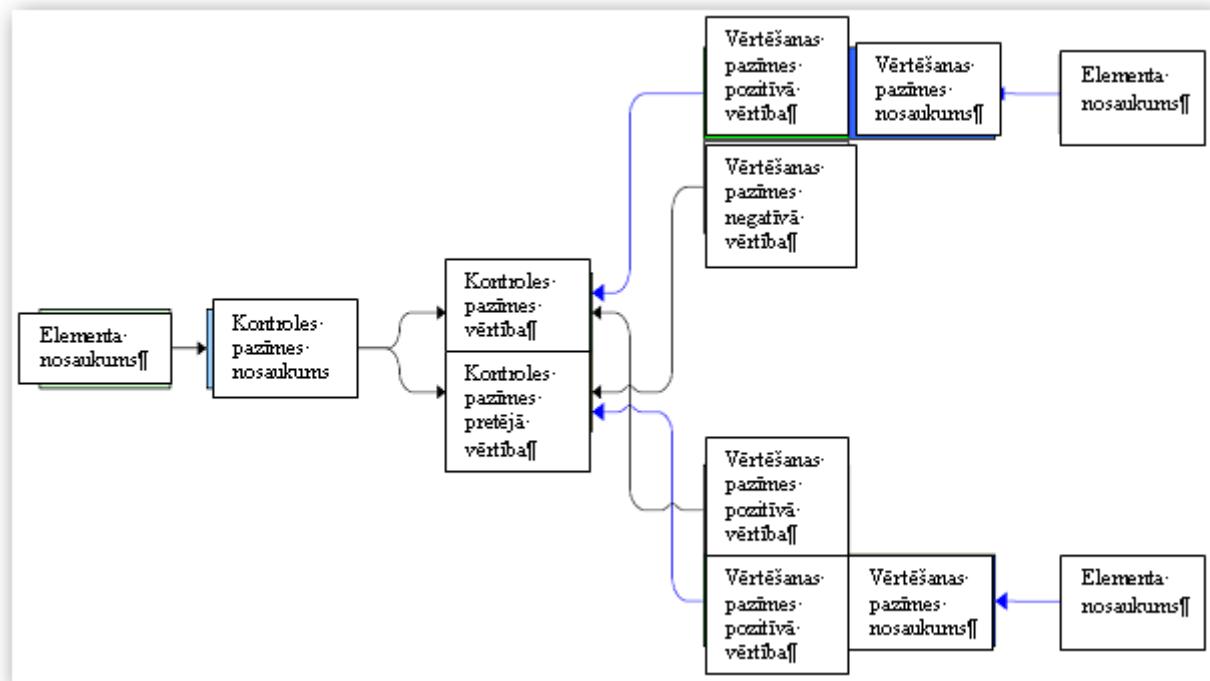
Ir būtiski saprast, ka vērtēšanas pazīmes, kas izvēlētas Solī 1.1 saglabājas nemainīgas visas problēmas analīzes laikā. Tās iespējams vienīgi precizēt. Vienlaikus analizējot problēmu Algoritma trešajā daļā var tikt paplašināts kontroles pazīmēs saraksts.

(Apraksts: ТП-1,2 - ТС-1, ТС-2; Противоположность – Pretējs/ Anti; Желаемый результат – Vēlamais rezultāts;

P1 и P2 являются функциями параметра качества “F” – P1 и P2 – kvalitātes pazīmes “F” funkcijas.

Желаемый результат – Vēlamais rezultāts.

### 1.1.3 Vēlamais rezultāts



Attēls 2. Pretrunu sistēmas OTSM-EPV shēma.

Ja pretrunu sistēma ir precīzi izstrādāta, un ja modeļi ir pareizi definēti, ir pietiekami apkopoti pretrunu sistēmas modeļa pozitīvās vērtēšanas pazīmes 1 un 2, kā attēlots attēlā 2.

## Vēlamā rezultāta definīcija:

Lai atrisinātu problēmu, nepieciešams nodrošināt augstu betona blīvumu un viendabīgumu (pazīmes 2 vērtība ir pozitīva) saglabājot zemu trokšņu līmeni (pazīmes 1 vērtība ir pozitīva).

Ir būtiski saprast konkrētās nozares likumus (piemēram, fizikas vai citus), kas savstarpēji saista sistēmas pamata pazīmes (iepriekš minētās vērtēšanas pazīmes 1 un 2). Klasiskās TRIZ un OTSM izpratnē likums ir neatlaidīgi cikliska saikne starp pazīmēm, parādībām vai norisēm. Ja parādās viens notikums, tam loģiski seko otrs. Ja viena no pazīmēm maina tās vērtību, arī citu pazīmju vērtības, kas saistītas ar šo pazīmi, mainās.



Ja, strādājot ar kādu problēmu, ARIZ pirmā soļa izpilde sagādā grūtības, ir ieteicams izmantot OTSM Ekspress Analīzi, lai pārveidotu konkrēto problēmas situāciju OTSM-EPV pretrunu sistēmas shēmā.

## Solis 1.2 Sistēmas pretrunīgo (konfliktējošo) elementu noteikšana

Šī soļa mērķis ir noteikt sistēmas elementus, kuri saista pozitīvās un negatīvās pazīmes, kā aprakstīts Solī 1.1 ar cēloņu – sekū saikni un likumiem.

ARIZ soļi ir cieši saistīti un katrs secīgs solis ir loģisks turpinājums iepriekšējam. Šādas saiknes iztrūkums nozīmē, ka pieļauta kāda logikas kļūda un nepieciešams pārstrādāt iepriekšējos soļus, lai atrastu un izlabotu kļūdu analīzē. Precīzi veiktā analīzē katrs sekojošs solis loģiski izriet no iepriekšējā.



Ja pirmais solis tīcīs veikts izmantojot problēmas situācijas OTSM Ekspress Analīzi, tad Soļa 1.2 rezultātam jāsakrīt ar shēmu pozitīvajai sistēmai, kas iegūta kā Ekspress Analīzes rezultāts.

Divi konfliktējošie elementi ir Instruments un Izstrādājums.

Izstrādājums ir elements, kuru nepieciešams apstrādāt (ražot, pārvietot, mainīt, uzlabot, aizsargāt no kaitīgās ietekmes, atklāt, mērīt u.c.) saskaņā ar problēmas apstākļiem. Problēmām, kas saistītas ar noteikšanu un mērijumiem, atsevišķi elementi var tikt uzskatīti par instrumentiem (saskaņā ar to pamata funkciju) vai par izstrādājumiem (piemēram, sensors saņem funkciju no signāla avota – tādējādi tas ir Izstrādājums nevis Instruments).

Instruments ir elements, kas tieši mijiedarbojas ar Izstrādājumu (dzirnakmens nevis dzirnavas, uguns nevis deglis). Sevišķi daļa no vides var tikt uzskatīta par Izstrādājumu. Standarta elementi, no kuriem Izstrādājums tiek komplektēts, arī var tikt uzskatīti par Instrumentu (Konstruktors bērniem ir Instruments, lai radītu dažādus „izstrādājumus”).

Viens no elementiem konfliktējošajā pārī var dublēties. Piemēram, doti divi dažādi Instruments, kam jāmijiedarbojas uz izstrādājumu vienlaikus, taču viens Instruments traucē otra darbību. Vai arī, piemēram, doti divi Izstrādājumi, kas jāapstrādā ar vienu un to pašu Instrumentu, taču viens no izstrādājumiem traucē otru.

Šajā gadījumā sekojoši elementi var tikt uzskatīti par problēmas situācijas Izstrādājumu un Instrumentu:



### **Izstrādājums: betona maisījums**

Nepieciešams izstrādāt blīvāku betona maisījumu. Šīs funkcijas izpildīšanai jāvainagojas ar paaugstinātu betona blīvumu.

### **Instruments: vibrators un veidne**

Veidne tieši mijiedarbojas ar betonu, tomēr veidne viena pati nevar izraisīt betona vibrāciju; tāpēc, saskaņā ar ARIZ likumiem, tiek izmantots dubultais Instruments „veidne + vibrators”.

Instruments vibrē un sablīvē betona masu, kas ir tā galvenā funkcija. Tomēr šīs operācijas laikā parādās kaitīgais (nevēlamais) izstrādājums – skaņa. Tas ir jālikvidē, nekavējot Instrumenta galvenās funkcijas izpildi. Skaļas skaņas parādišanās ir blakusparādība – šajā situācijā tā tiek uzskatīta par nevēlamu. Tālab, lai atrisinātu problēmu, šī parādība ir jālikvidē.

Lai izpildītu šo soli, nepieciešams formulēt, kas sistēmai veicams – citiem vārdiem, formulēt tās funkciju. Lai aprakstītu funkciju, OTSM-TRIZ iesaka izmantot sinonīmu grupu. Tas palīdz pārvarēt psiholoģisko inertumu, ko rada profesionālā terminoloģija. Starp citu, šis ir viens no klasiskās TRIZ galvenajiem likumiem, kas nosaka, ka visi profesionālie termini jāaizvieto ar tradicionāliem, ikdienā izmantotiem vārdiem. Tas piespiež problēmas risinātāju novērtēt apskates objektu no dažādiem rakursiem un labāk izprast, kas tieši analizējamajai sistēmai paveicams.



Vēl efektīvāks instruments sarežģītās terminoloģijas radītā psiholoģiskā inertuma pārvarēšanai un lai vēl precīzāk noteiktu sistēas funkciju, ir Trīs Soļu Funkcijas Aprakstošais Algoritms, kas attīstīts uz OTSM modeļu bāzes. Ierobežotā apjoma dēļ tas netiek apskatīts šajā grāmatā, interesenti to var uzmeklēt TRIZ teorijas rakstos.

Pārvaldot ARIZ, ir būtiski, ka pasniedzējs pievērš īpašu uzmanību tam, kā studenti izpilda veikto soļu pašpāraudes. Tā ir viena no prasmēm – atskatīties un apdomāt paveikto – kas ir būtiska, strādājot ar sarežģītām problēmām. Studentu apmācīšana veikt pašpāraudi, cik kvalitatīvi izpildīti soli, ir cieši saistīta ar dažādiem OTSM-TRIZ modeļiem, postulātiem un instrumentiem. Jo plašākas un dziļākas studentu zināšanas par visu OTSM-TRIZ teorētisko pamatu kompleksu un praktiskajiem instrumentiem, jo vienkāršāk ir kontrolēt veikto soļu kvalitāti un kvalitatīvāks ir pats problēmas risināšanas process.

Piemēram, kontrolējot izpildījuma kvalitāti Solim 1.2, ir noderīgi salīdzināt iegūtos rezultātus ar sistēmas aprakstu Solī 1.1. Ja risinātājs ir pazīstams ar, piemēram, OTSM Trīs Soļu Funkcijas Apraksta Algoritmu, ir noderīgi to izmantot Produkta noteikšanā.

Ja veikta OTSM problēmas situācijas Ekspress Analīze, ir lietderīgi apstāties Solī 1.2 un pārbaudīt, kā šis ARIZ solis ir saskaņots ar Ekspress Analīzes laikā iegūtajiem modeļiem.

ARIZ soļu loģiskas izpildes pārbaude bieži ir līdzīga skaitlošanas rezultātu pārbaudei matemātikā: nepieciešams veikt skaitlošanu ar citu metodi un salīdzināt rezultātus. Tas tiek veikts arī ar nākamā soļa palīdzību.

### Solis 1.3 Konfliktu sistēmas grafiskas shēmas izstrāde

Šī soļa mērķis ir analizēt atbilstību un iepriekš veikto soļu loģisko vienotību. Kad šis solis ir pabeigts, analīzes laikā ir izstrādāts problēmu aprakstošs grafiskais modelis.

Prezentējot tekstu grafiskā modeļa formā, kas apraksta konfliktu Solī 1.1 (Skatiet nodaļu par vielas – lauka modelēšanu) ir viens no raksturīgajiem ARIZ mehānismiem, ko izmanto psiholoģiskā inertuma pārvarēšanai. Lai veiktu šo darbību, tiek nodarbināti arī citi mūsu apziņas un zemazziņas mehānismi. Saskaņā ar zinātniekiem, kas pēta smadzeņu aktivitāti, par tekstiem un grafikiem parasti ir atbildīgas dažādas smadzeņu daļas. Tādēļ pašpāraudei par paveiktā darba kvalitāti ir noderīgi aprakstīt konfliktu gan ar grafika, gan teksta starpniecību kā alternatīviem instrumentiem.

Parasti pēc katra no divu vai trīs ARIZ soļu veikšanas, nepieciešams pārdomāt un pārbaudīt paveikto darbu, apkopojet veiktos soļus. Ja soļi loģiski seko viens otram, var pāriet uz nākamo soli.

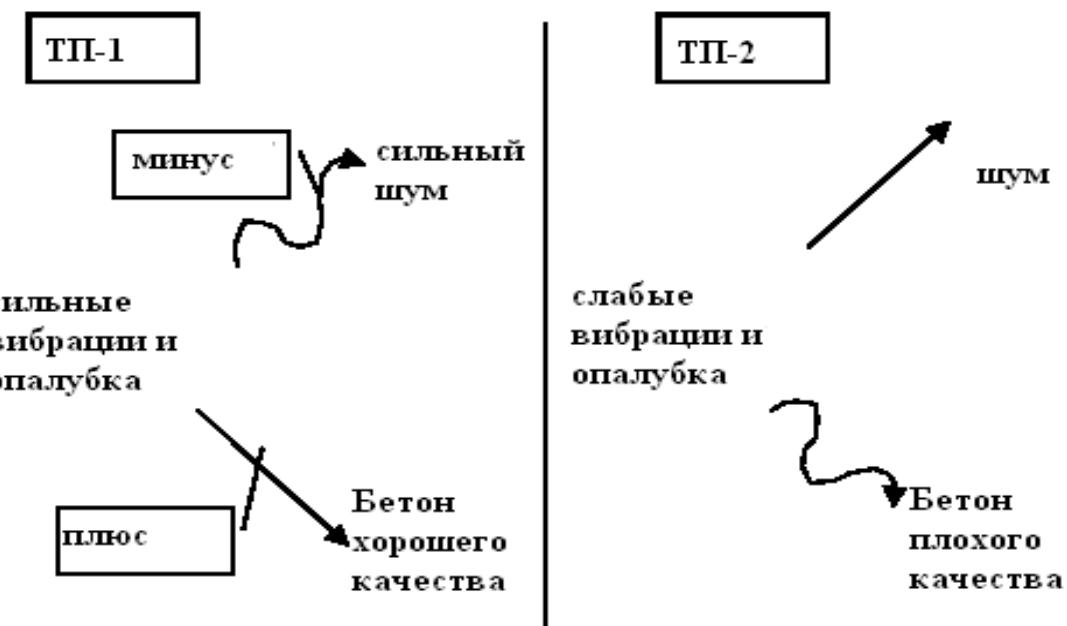
Ja loģika starp paveiktajiem soļiem un to, kas tiek veikts konkrētajā brīdī, ir pārtraukta, ja formālā loģika ir pārkāpta, tas nozīmē, ka nepieciešams apsvērt, kādēļ šāds lūzums noticis.

Mūsu piemērā nepieciešams salīdzināt solī 1.3 iegūto konfliktu grafiskos modeļus ar solī 1.1 iegūto konfliktu teksta aprakstu un EPV shēmu (diagrammu). Vērtēšanas pazīmes Troksnis, Intensitāte un betona Kvalitāte (blīvums un viendabīgums) konfliktē viens ar otru. Vērtēšanas

pazīmes vārds betona „blīvums un viendabīgums”, kas doti tekstā, kļūst par „kvalitātes” pazīmi grafiskajā prezentācijā. Priekšstats par „kvalitāti” atkarīgs no vairākām vērtēšanas pazīmēm un iegūst vairākas nozīmes vienam un tam pašam produktam vai pakalpojumam, atkarībā no situācijas. Atbilstoši šis priekšstats ir vienkārši pielietojams, to aizvietojot specifiskāku kritēriju un precīzāku vērtēšanas pazīmju ieguvei. Tomēr šādi nereti mazinās analīzes efektivitāte. Ir ieteicams izvairīties no plašiem terminiem un norādīt specifiskas vērtēšanas pazīmes, kas pielietotas funkcijas izpildes kvalitātes novērtēšanai.

Ievērojet, ka konfliktu shēmām jāietver gan Izstrādājums, gan Instruments, kas noteikti Solī 1.2. Gan betons, gan vibrāciju veidne ir klātesoši grafiskajās shēmās.

Noslēgumā jāsaka, ka grafiskās shēmas var tikt izpildītas patvaļīgā formā – pēc problēmas risinātāja ērtībām. Galvenais nosacījums ir loģiska atbilstība visiem iepriekš veiktajiem soljiem: jābūt savstarpējai saistībai konflikta teksta aprakstā un tā paša Izstrādājuma un Instrumenta klātbūtnei konflikta grafiskajā un teksta aprakstā.



Attēls 3: Problēmas grafiskais modelis

TC-1, TC-2

Минуси

Сильный шум – spēcīgs troksnis

Сильные вибрации и опалубка – spēcīgas vibrācijas un veidne

Плюси

Бетон хорошего качества – labas kvalitātes betons

Шум – troksnis

Слабые вибрации и опалубка – vājas vibrācijas un veidne

Бетон плохого качества – sliktas kvalitātes betons

#### Solis 1.4 Sistēmas grafiskā modeļa izvēle

Lai izveidotu problēmas modeli, nepieciešams izvēlēties vienu no atklātajiem konfliktiem. Lai izdarītu pareizu izvēli, OTSM-TRIZ iesaka apsvērt mērķu hierarhiju sistēmā, kurai pieder apsveramā sistēmas funkcija.

Šāda pieeja ļauj labāk izprast, kas tieši ir galvenais ražošanas process klasiskās TRIZ izpratnē. Saskaņā ar ARIZ likumiem, jāizvēlas divi grafiskie modeļi, kas potenciāli varētu uzlabot galvenā ražošanas procesa realizāciju.

TRIZ iesācēji bieži sajauč sistēmas galveno funkciju ar galveno ražošanas procesu. Lai izvairītos no šīs klūdas, ir lietderīgi sākt šo soli ar mērķu hierarhijas izveidi. Jāatzīmē, ka funkcija un mērķis parasti tiek uzskatīti par sinonīmiem OTSM-TRIZ ietvaros. Citiem vārdiem, sistēmas funkcija tiek uzskatīta par sistēmas eksistences mērķi. Galvenais ražošanas process ir kādas virssistēmas eksistences mērķis (funkcija), kurai sistēma pieder kā viena no tās apakšsistēmām.



Piemērs. Galvenā funkcija un Galvenais ražošanas process.

Virpas elektriskā motora funkcija ir pārvērst elektroenerģiju mehāniskajā rotācijas energijā. Tad mehāniskā enerģija tiek izmantota, lai rotētu materiāla bloku un pārvietotu frēzi dažādos virzienos. Tā rezultātā materiāla bloks tiek izveidots nepieciešamajā formā, kā, piemēram, iekšdedzes dzinēja cilindrā. Tādējādi Galvenais ražošanas process ir iekšdedzes dzinēja ražošana. Sistēmas “elektromotors” galvenā funkcija ir pārvērst elektroenerģiju mehāniskajā rotācijas energijā.

Lai noteiktu Galveno ražošanas procesu, nepieciešams pacelties vismaz 3,4 līmeņus virs analizējamās sistēmas līmeņa.

#### 1.4.1 Mērķu hierarhija

Nepieciešams samazināt trokšņu līmeni, taču troksnis rodas vibratoriem izpildot to galveno funkciju. Vibratori iedarbojas uz presi tādējādi radot vibrācijas šķidrajā betonā. Radītās vibrācijas pamazām izplatās visā betona tilpnē. Tā rezultātā betons kustās lejup, izspiežot gaisu, kas iekļuvis veidnē, tur iepildot betonu. Tā rezultātā uzlabojas šī uzņēmuma saražoto betona cauruļu kvalitāte. Augstas kvalitātes caurules tiek izmantotas dažādu cauruļvadu izbūvei.

#### 1.4.2 Problēmas grafiskā modela izvēle

Saskaņā ar analizēto mērķu hierarhiju, dažādu pārvietojamo sistēmu (cauruļvadu) izstrāde pieprasī augstas kvalitātes betona caurules. Tālab izmantosim grafisku modeli, kas pieļauj labākās kvalitātes betona ražošanu (ar augstu blīvumu un viendabīgumu). Citiem vārdiem – izmantosim problēmas modeli, kas aprakstīts pretrunā TC – 1 (tehniskā pretruna).

Ja Solis 1.1 veikts, izmantojot OTSM problēmas situācijas Ekspress Analīzi, ir lietderīgi salīdzināt mērķu hierarhiju, kas iegūta solī 1.4 ar Ekspress Analīzē iegūtajiem rezultātiem. Ja parādās nozīmīgas atšķirības, nepieciešams izprast to iemeslus un likvidēt šīs atšķirības. To beidzot, dažkārt rodas nepieciešamība atgriezties sākumā un pārbaudīt visu analīzes gaitu, sākot no hierarhijas izveides Ekspress Analīzes laikā. Problēmas risinātājam jāpārslēdz uzmanība no problēmas risināšanas uz atskatu par veiktās analīzes logisko secību, lai izprastu, kurā brīdī logiskā secība tika pārtraukta, izraisot nozīmīgu atšķirību starp mērķu hierarhijām un tā rezultātā nosakot atšķirību Galveno ražošanas procesu dažādos analīzes posmos. Šādos gadījumos bieži kļūst skaidrs, ka problēmas situācijas detaļu izpratne mainīs analīzes laikā, bet izmaiņas saglabājas nepamanītas. Tādējādi nepieciešams atkārtot visu analīzes procesu saskaņā ar jauno izpratni par problēmas situāciju.

Jāatzīmē, ka problēma bieži rodas dēļ skaidras izpratnes trūkuma par konkrētajā situācijā notiekošo un to, kāpēc blakusparādības tiek uzskatītas par negatīvām. Problemas situācijas analīzes process, izmantojot OTSM-TRIZ ir mērķēts uz labāku izpratni un padziļināto/ slēpto iemeslu likvidēšanu. Problēmas risināšanas process organizēts tā, ka varam apskatīt noteikto konfliktu no dažādiem skatupunktiem līdzīgi kā apskatot skulptūru.

Labākai ilustrācijai novilksmi paralēles ar video kameru. Analizējot problēmu, mēs no tās atvirzāmies, lai apskatītu situāciju kopumā un pietuvojamies, lai apskatītu atsevišķas detaļas. Tad atkal attālināmies un mainām pozīciju, lai apskatītu problēmu no cita skatupunkta,

pārbaudot analīzes logiku un pārsaucot risinājumu idejas, kas radušas zem apziņā. To veicot, mūsu vīzija un izpratne par problēmu nemitīgi mainās un tiek precizēta.

Būtiski pieminēt, ka pielietojot klasiskās TRIZ un OTSM instrumentus, H.S. Altšullera sākotnējā hipotēze, ka atklātie mehānismi tehnisko problēmu risināšanai var būt noderīgi arī ne-tehnisku problēmu risināšanai, apstiprinājās. Nepieciešams vien noorganizēt efektīvu sadarbību starp TRIZ profesionāļiem un citu nozaru speciālistiem. OTSM instrumenti šajā ziņā ir pat tālāk attīstījušies – būtībā tie nav saistīti ne ar vienu nozari. Tehnoloģijās vai pētniecībā, uzņēmējdarbībā vai ekonomikā, OTSM-TRIZ instrumenti ļauj efektīvi apstrādāt zināšanas dažādās nozarēs. Tieši šīs zināšanas ir nepieciešamas katras nozares pārstāvim.

Analizējot problēmas situāciju saskaņā ar OTSM-TRIZ, bieži vien šauru nozaru speciālisti nonāk pie idejas, ka problēma var tikt atrisināta, piesaistot zināšanas no citām nozarēm. Šie instrumenti palīdz izprast, kādas zināšanas nepieciešamas un noteikt darbības nozari, kurā zināšanas tiek pielietotas visbiežāk un efektīvāk. Ekspertu piesaiste no šīs nozares var palīdzēt atrast nepieciešamo konceptuālo risinājumu un ieviest pamata idejas šim risinājumam, ko vēlāk pārnest detalizētā līmenī, lai šo risinājumu ieviestu.

**Piemērs no manas nesenās prakses:**

Students no inovācijas dizaina programmas strādāja pie projekta, kas saistīts ar divu niecīgu objektu savietošanu to tālākai komplektēšanai. Gan viņš, gan viņa kolēgi bija mehānikas inženieri – tā kā viņu zināšanas bija pārsvarā no šīs nozares, viņi koncentrējās uz mehāniska risinājuma meklējumiem. Problemas analīze, ko tie bija veikuši, izmantojot OTSM-TRIZ instrumentus, veda viņus pie secinājuma, ka problēmu var atrisināt papildinot iekārtas mehānisko daļu ar optisku detaļu. Sākumā tas viņus mulsināja, jo viņi nebija gana kompetenti optikas jomā. Tālab arī viņi nekad nebija izskatījuši risinājumus ārpus savu zināšanu robežām. Tomēr ARIZ pamudināja viņus piesaistīt optikas speciālistus. Uzņēmums, kurā students strādāja, atrada kompetentus optikas speciālistus un rezultātā tika iesniegts patenta pieteikums.



Iepriekšējais piemērs, tāpat kā daudzi citi šajā teorijā, pierāda, ka OTSM-TRIZ instrumenti mudina problēmas risinātāju novirzīties no ierastā ceļa inovācijas nozarē, kurā var atrast interesantus un daudzsološus risinājumus. Šī īpašā OTSM-TRIZ instrumentu iezīme ļauj inženieriem un citiem to pielietotājiem efektīvi izstrādāt jaunus produktus un pakalpojumus un vadīt biznesa procesus uzņēmumos, lai paaugstinātu uzņēmuma konkurētspēju strauji mainīgajos tirgus apstākļos. Tādējādi ļaujot uzņēmumam pastāvīgi izstrādāt nepieciešamās inovācijas, darīt to efektīvi un laicīgi. Protams, tas prasa augstākās vadības pūles un darbu organizāciju, kā arī darbu organizēšanu vadītāju un speciālistu starpā dažādos līmeņos. Tomēr tas ir tā vērts! Lūk, vēl viens piemērs.

Kompānija Samsung, kas ieviesa TRIZ un OTSM instrumentus 1999–2000. gadā, ieņēma otro vietu pasaule ASV reģistrēto patentu skaita ziņā, pirmo vietu ieņēma IBM. Viens no maniem studentiem, kas strādā IBM, pastāstīja, ka šāda strauja Samsung inovatīvā potenciāla izaugsme radījusi nopietrus draudus uzņēmumam, kurā viņš strādā...

Tomēr tagad atgriezīsimies pie betona cauruļu analīzes.

Izdarot izvēli par labu procesiem, kas nodrošina augstu betona blīvumu un viendabīgumu, izvēlamies arī nevēlamo efektu, kas izslēgs visu pieejamo resursu izmantošanu. Nevēlamo parādību iepriekšējā analīze, tāpat kā potenciāli pieejamo resursu analīze konkrētajā problēmas situācijā, tiks veikta ARIZ otrajā daļā. Uzsākot Soli 1.4, negatīvie efekti un pieejamie resursi allaž tiek analizēti paralēli un vienlaikus. Nosakot nevēlamā efekta detaļas, kļūst skaidrs, kuri resursi var tikt izmantoti, lai izslēgtu šo efektu (ARIZ otrā daļa). Tad arī redzam, kas kavē pieejamo resursu pielietošanu, lai likvidētu nevēlamo efektu (ARIZ trešā daļa). ARIZ otrā un trešā daļa sistemātiski stimulē zem apziņas radošos mehānismus. Nevēlamā efekta atsevišķas nianses tiek integrētas, lai pabeigtu vēl detalizētāku nevēlamā efekta parādīšanos un attīstības

attēlu, ko noskaidrojām Solī 1.4. Paralēli rodas daļējie konceptuālie risinājumi – tie saistās precīzākā, pilnīgākā nākotnes risinājuma veidolā. Sajā gadījumā, lai sintezētu risinājumus, problēmas risinātāji var izmantot dažādus instrumentus, kas nav tieši minēti ARIZ tekstos. ARIZ teksti ir stratēģija OTSM-TRIZ, kas joprojām pastāvīgi pilnveidojas, individuālo instrumentu pielietošanai un teorētisku apgalvojumu izstrādei. Atsevišķi individuāli ARIZ soli ir taktiski gājieni, kas nepieciešami stratēģijas realizēšanai. Risinātājs izpilda atbilstošus ARIZ solus, nonākot pie Apmierinoša Konceptuālā risinājuma, ko sasniedzis, atkarībā no attīstības līmeņa un informētības par šiem jaunumiem, izmantojot jaunos instrumentus un OTSM-TRIZ teorētisko bāzi.

Pirms pāriet uz otro ARIZ daļu, jāpabeidz problēmas situācijas modeļa izstrāde. Solis 1.5 padara OTSM-TRIZ līdzīgu karatē. H.S. Altšullers pat nosaucis klasisko TRIZ par intelekta karatē. Kāpēc? Atbildi uz šo jautājumu atradīsit nākamajā ARIZ solī.

## Solis 1.5 Konflikta jeb pretrunas pastiprināšana

Klasiskā TRIZ un OTSM atšķiras ar augstu precīzitātes līmeni virzienā uz risinājumu. Tomēr virzoties pa problēmas labirintu, nav pietiekami zināt virzienu, kurā kustaties. Nepieciešams arī „pārvietošanās līdzeklis”, kas pieļauj kustības izpildi norādītajā virzienā. Šie pārvietošanās līdzekļi parasti ir zināšanas kādā noteiktā nozarē. Viena no klasiskās TRIZ priekšrocībām ir, ka tā ne vien izceļ virzienu, bet arī palīdz izvēlēties pārvietošanās līdzekli.

Citiem vārdiem – tie ļauj izvēlēties zināšanas no milzīgā specializēto zināšanu kopuma, kas ir nepieciešamas konkrētās problēmas risināšanai. Ja nepieciešamās zināšanas jau eksistē un ir pieejamas, tas pietuvina problēmas risinājumam. Ja ne, TRIZ instrumenti ļauj skaidri izprast, kādas zināšanas nepieciešamas formulētās problēmas risināšanai vai arī atrast veidu, kā no šīs problēmas izvairīties. Tas ir – mainīt situāciju tā, lai padarītu problēmas risināšanu nevajadzīgu.

Piemērs problēmas „apiešanai”:



Pirms daudziem gadiem, izmantojot tālruņu automātus, kas izvietoti sabiedriskās vietās, maksā par zvanu bija jāveic, ievietojot monētu šaurā atverē aparātā. Šīs monētas regulāri savāca īpašs dienests. Zagļi, kurus kārdināja lielās „monētu glabātuvēs”, bieži vien uzlauza šos aparātus. Tādējādi radās problēma – nepieciešamība radīt sabiedriskos tālruņu automātus, kas būtu pasargāti no zādzībām un huligānisma. Problēmas risināšanā tika iesaistīti vairāki inženieri, kas izstrādāja arvien jaunus tālruņu aparātu modeļus. Tomēr viņu risinājumi cīņā ar zagļiem arvien zaudēja.

Kas bija jādara?

Kā zināms, problēma tika atrisināta, pilnībā izmainot pieju zvanu apmaksai. Tika izstrādāta maksāšanas sistēma ar telekartēm un pat maksājot ievietojot aparātā visparastāko kredītkarti. Monētu izmantošana tālruņu automātos izzuda, līdz ar to arī zādzības un vandālisms.

Būtisks solis problēmas atrisināšanas virzienā ir Solis 1.5 – konflikta pastiprināšana.

Iesācējiem bieži ir grūti novērtēt radošo ieguldījumu, ko sniedz šis solis problēmas risināšanā. Neapzināti viņi cenšas no šī soļa izvairīties, vai izpilda to formāli (lai demonstrētu, ka ir to paveikuši). ARIZ ir analīzes instruments, ko nevar aizstāt ar analīzi kā tādu. Formāla ARIZ solu izpilde bieži vien beidzas ar neveiksmi problēmas risināšanā. Tādēļ TRIZ balstītas datorprogrammas ne vienmēr ved pie veiksmīga rezultāta, pat ja risinātājs formāli izpildījis visus soļus. Šīs programmas palīdz virzīties vajadzīgajā virzienā, taču tās nav izstrādātas, lai aizvietotu indivīda domāšanas procesus. Lai izprastu ARIZ un TRIZ balstītu programmatūru ieteikumus, nepieciešamas labas TRIZ zināšanas un skaidra izpratne kā šīs teorijas instrumenti darbojas.

Paskatīsim kā darbojas Solis 1.5 un dažādās blakus lomas, kas ir saskaņā ar jebkuru citu soli no H.S.Altšullera Algoritma.

Tie, kam nav svešs karatē vai kāda cita austrumu cīņas tehnika, zina, ka tajās iekļautas ne vien fiziskas ķermeņa kustības, bet arī ļoti izkopta prāta darbība, kas ļauj cīkstonim veikt nepieciešamās kustības pēc iespējas efektīvāk.

Reiz arī es izmantoju šos domāšanas mehānismus – skaldot malku. Bet sāksim visu no sākuma. Karatē cīņā pamatprincips ir mērķēšana uz konkrētu pretinieka ķermeņa punktu pirms sitienu izdarīšanas. Nepieciešams prātā koncentrēties nevis uz sitienu punktu, bet gan uz punktu, kas ir daudz tālāk kā mērķētais sitienu punkts. Šādā gadījumā ar patērieto spēku sitienu spēks ir daudz lielāks.

Šis princips lieliski darbojas arī skaldot malku. Varat pārbaudīt ar sevi. Jāmērķē nevis uz bluķa augšgalu un pat ne uz pamatnes bluķi, uz kura tas uzlikts, bet gan uz punktu daudz zemāk. Tādējādi cirvis izies cauri bluķim gandrīz bez piepūles... Kāpēc?

Tas ir apbrīnojami, ka karatē radītāji ir spējuši atrast risinājumus, kā kombinēt psiholoģiskos, fizioloģiskos un fiziskos mehānismus cilvēka ķermenī.

Izrādās, ka mērķējot uz kādu punktu, zemapziņa dod pavēli organisma fizioloģiskajiem mehānismiem pašsaglabāšanās formā. Rokai tuvojoties sitienu punktam, mēs zemapziņā, instinktīvi palēninām kustību, lai pasargātu savu ķermenī no iespējamās traumas. Šajā gadījumā mēs, pirmkārt, patēriējam enerģiju paātrinot kustību, tuvojoties ietekmes punktam, pēc tam enerģiju patēriējam kustību palēninot. Tā rezultātā palielinās enerģijas patēriņš un samazinās iedarbība.

Kaut kas līdzīgs notiek arī strādājot ar problēmu. Risinātājs instinktīvi cenšas nolīdzināt konfliktu, kas atrodas problēmas pamatā un atrast kompromisu, tā vietā, lai šo problēmu atrisinātu.

Kā zinām no teorētiskiem klasiskās TRIZ pamatojumiem, pielietojamās teorijas instrumenti ir mērķēti maksimāli samazināt izmēģinājumu un klūdu procentu risinājuma meklējumos. Solis 1.5 ir viens no instrumentiem, kas ļauj noraidīt lielu skaitu kompromisu un neapmierinošu ideju, tās pat neradot. Ar to sākt šķiet dīvaini iesācējiem, bet līdz ar OTSM-TRIZ zināšanu apguvi, rodas priekšstats, kā tas izdarāms un kāpēc tas nepieciešams.

Iepriekšējie soli palīdzēja noformēt problēmas aprakstu un deva detalizētāku problēmas būtības aprakstu. Solī 1.4 izvēlējāmies risināšanas virzienu, intelektuālā sitienu punktu, uz kuru jākoncentrē uzmanība sekojošos Algoritma solos.

No karatē terminoloģijas esam izvēlējušies mērķa punktu, uz kuru jākoncentrē pūles. Tagad atliek prātā pārvietot šo fokusa punktu pēc iespējas tālāk. Tādējādi mūsu intelektuālās pūles būs produktīvākas, likvidējot problēmas un barjeras, kas kavē tās risināšanu.

Atgriežīsimies pie piemēra ar tāluņa automātu. Problēma bija biežās zādzības. Palielināsim prasības, ko uzliek šis risinājums. Kādā situācijā zādzības klūst neiespējamas? Atbilde ir pavism skaidra: kad automātos nav naudas, ko zagt. Šis vispārīgais virziens novēd pie acīmredzama risinājuma: nepieciešams izstrādāt tāluņu automātus, kuros nauda netiek izmantota. Attiecīgi nonākam pie idejas, ka maksā par zvaniem jāveic citur, kur nauda ir drošībā. Tādējādi tā vietā, lai risinātu problēmu, kā pasargāt automātus no zādzības, jārisina problēma, kā veikt maksājumu par zvaniem.

Apskatīsim piemēru ar betona caurulēm. Nevēlamais efekts – spēcīgais troksnis – parādās tādēļ, ka betonu nepieciešams sablīvēt. Ja vibrators neiedarbosis uz veidni, trokšņa nebūs, tomēr betons netiks sablīvēts. Jaunās problēmas formulējums ir sekojošs: Uz veidni nedrīkst iedarboties, bet betonam jābūt sablīvētam. Tas ved pie idejas izstrādāt jauna tipa betonu. Mūsdienās šāds betons pastāv. Tomēr brīdī, kad šī problēma bija steidzama, šāda betona nebija. Turklat pastāvēja vēl kāda būtiska detaļa – kā jau minējām, problēma radās ražotnē, kurā nebija pētniecības departamenta, kas spētu šādu betonu izstrādāt. Tā rezultātā viņi

koncentrējās uz mini problēmu: betona cauruļu ražošanas tehnoloģijā nedrīkstēja notikt būtiskas izmaiņas, taču troksni nepieciešams ievērojami samazināt vai likvidēt.

Konflikta pastiprināšana ir viens no posmiem, ko var iziet pilnībā formāli. Tomēr tā darbība nevedīs pie rezultāta, kamēr persona, kas apgūst ARIZ, ir apguvusi visus šī posma mehānismus. Jo labākas šī cilvēka zināšanas par šo ARIZ posmu, jo augstāks viņa profesionālītātes līmenis. Lai pilnvērtīgi veiktu šo soli, nepieciešams pārvarēt psiholoģisko inertumu, kas kavē risinājuma atrašanu. Tie, kas to spēj veikt, ievērojami palielina savas problēmu risināšanas prasmes. Klasiskās TRIZ instrumenti, kas palīdz veikt šo soli, vislabākajā iespējamajā formā, ir STC (Size-Time-Cost) jeb (Apjoms-Laiks-Izmaksas) operators.

Mēs tomēr izlaidīsim soļu veikšanas aprakstu un dosim jau gatavus to rezultātus.

### **Sākotnējais konflikts:**

*Vibratori spēcīgi iedarbojas uz veidni, lai sablīvētu betonu, bet tas rada spēcīgu troksni, kas dotajos apstākļos tiek uzskatīts par trūkumu.*

Ja risināšanai esam izvēlējušies mini-problēmu, nepieciešams formulēt pastiprināto konfliktu kā pielietots jau esošajā tehnoloģijā:

### **Pastiprinātais konflikts:**

*Vibratori iedarbojas uz veidni ar tādu spēku, ka radītais troksnis ir nepanesams pat vairākus simtus kilometru attālumā no cauruļu ražošanas vietas. Šī darbība izraisa vibrācijas, kas nav apslāpētas (to amplitūda ir tāda pati kā betona tvertnē), tādējādi radot labāko blīvuma kvalitāti.*

Jāatzīmē, ka konflikta pastiprināšana saskaņā ar OTSM-TRIZ likumiem ļauj pāriet uz soli 1.5 ne vien formāli, bet iedziļinoties problēmā. Kā redzams, lai uzlabotu betona kvalitāti, nepieciešams nodrošināt nepieciešamo vibrāciju amplitūdu visā betona tvertnē. Nevēlamie efekti rodas tikai tāpēc, ka nepieciešams nodrošināt prasīto vibrāciju amplitūdu, sablīvējot betona daļiņas visā tvertnes tilpumā starp abām veidnes sieniņām. Tomēr, pateicoties betona īpašībām, vibrācijas strauji samazinās, izplatoties no sienas līdz pat betona masas centram.

Viens no likumiem, kas pielietots iepriekš minētajos piemēros, norāda, ka konflikta pastiprināšanai ne vien jāierobežo nevēlamā efekta pastiprināšanās (skaļais troksnis kļūst vēl skaļāks), bet arī jāziņo par vēlamā (pozitīvā) efekta intensitāti, kas var tikt izmantots (vienmērīga un nepārtraukta vibrācija visā betona maišījumā).

Solis 1.5 vēlreiz apliecina, ka gan vēlamie, gan nevēlamie efekti ir logiski saistīti. Tomēr Solī 1.5 dažkārt kļūst arī skaidrs, ka šīs saiknes nav. Tas nozīmē, ka nepieciešams definēt problēmu citā formā un tā visdrīzāk risināma ar kādu tradicionālu metodi.

Tādējādi Solis 1.5 veic pārbaudes funkciju. Tas pārbauda, vai pastāv saikne starp vērtēšanas pazīmēm ar kontroles pazīmes starpniecību.

Pēc tam, kad veikts konflikta pastiprināšanas solis, pieredzējis OTSM-TRIZ lietotājs jau aptuveni zina, kur slēpjas risinājums. Tomēr, pat bez īpašām prasmēm TRIZ pielietošanā, šis līmenis palīdz pamanīt ko tādu, kas paslīdējis garām iepriekšējā darbā ar šo problēmu. Īpaši tas, ka, lai radītu nepieciešamo rezultātu, ir pietiekami zināt, kā inducēt ilgstošās vibrācijas betona masā vai kā radīt betona vibrācijas, izmantojot pieejamos resursus.

Piemēram, risinot problēmu skolas solā, daži no studentiem nonāca pie idejas radīt vibrācijas, izmantojot papildus iekārtas, kas ievietotas betona masā.

Šajā solī tas ir viens no biežāk iegūtajiem daļējiem risinājumiem. Ir arī citi risinājumi, jo psiholoģiskais inertums sāk atlaisties un problēma kļūst arvien saprotamāka speciālistiem, kas ar to jau kādu laiku strādājuši.

Ir praktiski neiespējami parādīt iesācējam visas nianses darbā ar reālu problēmu, izmantojot kā piemēru vienu problēmu. Reālajā dzīvē situācijas allaž ir daudz bagātīgākas kā

treniņproblēmas. Tādēļ nopietni apgūstot ARIZ studentiem ir jārisina savas praktiskās problēmas, kas ķemtas no to profesionālās darbības vai privātās dzīves.

Daudzi ARIZ soļi var tikt izmantoti gan kā pašefektīvi, neatkarīgi instrumenti, gan kombinācijā ar citiem OTSM-TRIZ instrumentiem. Tomēr vislabāko rezultātu dos to pielietošana Algoritma ietvaros.

## Solis 1.6 Problēmas modeļa formulēšana

Solis 1.6 apkopo paveikto darbu saskaņā ar pirmo ARIZ daļu. Šajā solī spēlējam vērotāja lomu un iesaistām rezultātus, kas iegūti individuālo soļu kā organiska veseluma laikā, tā, lai skaidri aprakstītu jauno izpratni par problēmas situāciju – problēmas modeli.

### 1.6.1 Konfliktejošo elementu apraksta precīzēšana

Tagad, balstoties uz darbu, kas veltīts viena konflikta shēmas izvēlei un pastiprinātām formulējumam, var noteikt konfliktejošos elementus (instrumentu un izstrādājumu) un salīdzināt tos ar tiem, kas iegūti solī 1.2:

#### **Rīks:**

*Lieljaudas vibrators, kas spēcīgi iedarbojas uz veidni (vibrators + veidne). Tas iedarbojas uz veidni tik spēcīgi, ka ilgtspējīgie vibratori tiek inducēti visā betona tvertnē.*

#### **Produkts:**

*Betonā maisījums un gaiss (kas atrodas betonā).*

Izstrādājums ir saglabājies nemainīgs, bet instrumenta stāvoklis ir ievērojami mainīts.

### 1.6.2. Pastiprinātā konflikta formulēšana

*Lieljaudas vibrators iedarbojas uz veidni tik spēcīgi, ka maisīšanas (kustības, svārstības, vibrācijas) amplitūda virtuāli nesamazinās un saglabājas tāda pati visā betona tvertnē. Radītais troksnis klūst nepanesams.*

Ja Solis 1.5 ticus secīgi veikts, var šķist, ka tā formulēšana var tikt vienkārši kopēta. Tomēr to darīt nav vērts. Labāk ir vēlreiz apdomāt, kā pastiprināt konfliktu vēl vairāk un koncentrēties uz slēdzieniem, kas var rasties. Šajā gadījumā, pastiprinot konfliktu, esam atklājuši labākos betona sablīvēšanas nosacījumus: vienādi spēcīga vibrāciju amplitūda visā attālumā starp veidnes sienām. Tagad var labot vēlamā rezultāta aprakstu.

### 1.6.3 Vēlamā rezultāta pārformulēšana

*Nepieciešams ieviest nezināmu elementu vai veikt nepieciešamās izmaiņas, kas turpmāk tiek sauktas par X-elementu, kurš no vienas pusēs nodrošina nepieciešamo maisīšanas spēku un amplitūdu (kustību, svārstību, vibrāciju) betona masā un no otras – nodrošinās absolūti klusu vibratoru darbību.*

Ievērojiet, ka X-elementam nav obligāti jābūt fiziskam objektam, tā var būt arī strukturāla izmaiņa jau pieejamos konkrētās sistēmas elementos. Tieši pēc tā mēs tiecamies: ieviest minimālas izmaiņas, bet izslēgt negatīvo efektu, saglabājot un pastiprinot pozitīvo efektu.

Tādējādi esam izanalizējuši un apkopojuši darbu, kas paveikts saskaņā ar pirmo ARIZ daļu. Šajā daļā ieguvām skaidru problēmas modeļa formulējumu, ko analizēsim no resursu pieejamības viedokļa sistēmā līdz pat Algoritma trešās daļas sākumam. Turklāt, kā jau minēts, pateicoties konflikta pastiprināšanai, šis formulējums piesaista uzmanību ieteikumam attiecībā uz problēmu risināšanu.

Pirms pabeigt Soli 1.6, izmantosim OTSM likumu un atsevišķi izrakstīsim pozitīvo efektu skaidrojumu, kas jāsaglabā un jāpastiprina, dodot skaidru aprakstu arī negatīvajiem efektiem, kas jālikvidē.

### ***Pozitīvais efekts, ko vēlamies iegūt un saglabāt, atrisinot problēmu:***

*Iegūt nepieciešamo maiņšanas (kustību, svārstību, vibrāciju) jaudu un amplitūdu betona tvertnē.*

### ***Nevēlamais efekts, kas jālikvidē:***

*Troksnis, kas parādās betona blīvēšanas laikā, padarot to par skaļu procesu.*

Kā iepriekš novērojām, problēmas apraksts ir samērā vienkāršots. Tagad tam ir mazāk detaļu, tomēr saglabājusies problēmas esence. Nav nepieciešams domāt par dažādiem risinājumiem, kas nedarbojas ar šo modeli. Tomēr šādas idejas var parādīties. Tās, līdzīgi kā visas idejas, jāpiefiksē atsevišķi no Algoritma ietvaros veiktajiem soljiem, lai palielinātu OTSM-TRIZ balstītā darba efektivitāti uz šo ideju pielietošanu bāzes laikā, nemeklējot tās visā ARIZ balstītās problēmu analīzes tekstā.

### **Solis 1.7 Standarta risinājuma meklējumi**

Vēl uzmanīgāk aplūkojot problēmas modeļa aprakstu, var pamanīt, ka, lai arī sistēmas elements „vibratori” ir saglabāts problēmas modeļa aprakstā, tas aizgāja nebūtībā, atstājot tikai tā veikto funkciju: radīt pietiekami spēcīgas vibrācijas konkrētā amplitūdā betona tvertnē.

Tālab, Vielas – Lauka problēmas modeļa ietvaros, ir vērts sākt ar vielas-lauka modeli situācijā, kad ir tikai viena viela un izvēlēties atbilstošu standarta risinājumu no šādu risinājumu grupas.

Šeit ir viens no standarta risinājumiem, ko ieteikusi standartu sistēma līdzīgā gadījumā: viena viela, kuras sistēmai tiek pievienota vēl viena viela vai lauks, veidojot abu vielu mijiedarbību ar lauku tādā veidā, lai pazustu nevēlamie efekti, kamēr pozitīvie efekti saglabājas vai pat uzlabo savus rādītājus.

Dotajā analīzē posmā, šī rekomendācija šķiet ļoti neskaidra. Tomēr secīgā analīze ļauj labāk izprast, kāpēc vielai un laukam jābūt iekļautiem sistēmā, lai problēmu varētu atrisināt.

Radošo Standartu Sistēma, ko ierosinājis H.S.Altšullers, pieļauj problēmu atrisināt šajā solī. Tomēr šī materiāla mērķis nav demonstrēt, kā Radošo Standartu Sistēma darbojas, bet gan aprakstīt ARIZ solus, ja standarta radošie risinājumi nesniedz apmierinošu rezultātu. Tāpēc izlaižam detalizētu šī soļa aprakstu un pāreju uz Altšullera Radošo Standartu Sistēmu.

### **Altšullera radošo problēmu risināšanas algoritma (ARIZ) ūss apskats, kas ilustrēts ar reālas problēmas analīzi.**

#### **3.2.2 2. daļa : Problemas modeļa analīze**

Algoritma otrā daļa izstrādāta, lai atklātu un veiktu sākotnējo analīzi pieejamajiem resursiem, lai atrisinātu konfliktu, kas aprakstīts problēmas modeļi. Šajā daļā analizēts laiks un telpa, vielas un lauka resursi, kas pieejami konkrētajā problēmas situācijā.

Ja problēma nešķiet piederīga tehniskai problēmai, nepieciešams analizēt citus resursus, kas specifiski sistēmām, kam nepieciešami uzlabojumi vai kuras (sistēmas) nepieciešams radīt problēmas risināšanas procesā.

Šie ir sagatavošanas darbi, lai tiktu līdz problēmas risināšanas procesam, kas parādās trešajā un ceturtajā Algoritma daļā.

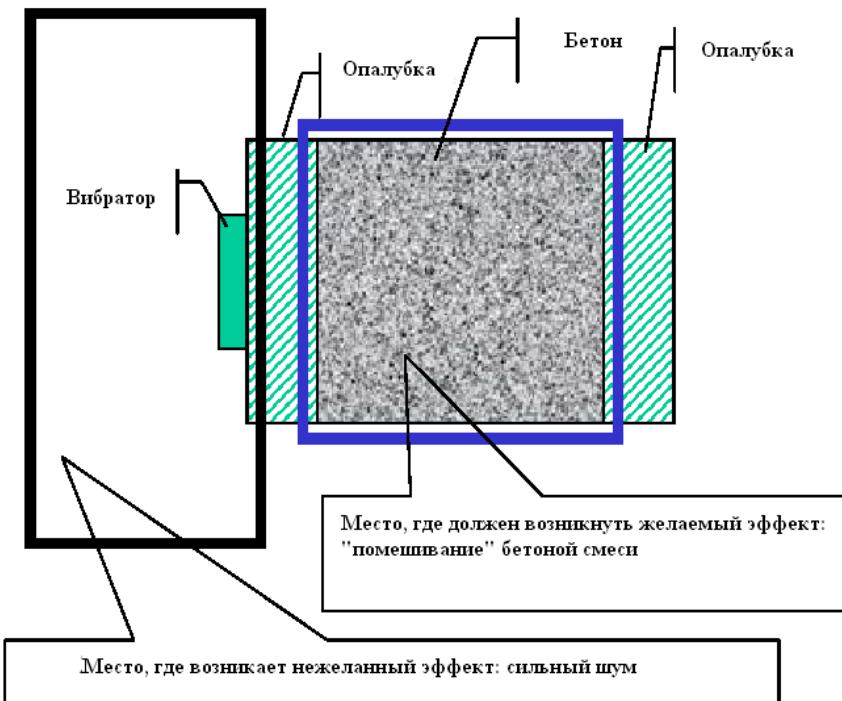
Otrajā ARIZ daļā, parasti pieaug ideju skaits. Šīs idejas ir dažkārt absurdas vai nereālas, biežo vien tām ir nopietni trūkumi. Problemas risinātāju tipiskākā klūda ir šo ideju noraidīšana un pienācīga nenovērtēšana, tās pat neizanalizējot – šīs klūdas iemesls ir psiholoģiskais inertums.

Pat nereālākās un absurdākās idejas ir jāpiefiksē kopējā ideju bankā – tas ir galvenais OTSM-TRIZ analīzes likums, neatkarīgi no tā, kurš klasiskās TRIZ instruments tiek pielietots strādājot

ar problēmu.

## Solis 2.1 Darbības zonas analīze

Šī soļa mērķis, saskaņā ar noteiktiem likumiem, ir koncentrēt uzmanību tikai uz tā apgabala analīzi, kurā radusies pretruna un pārbaudot iespēju atrisināt pretrunu šajā posmā/ apgabalā. Darbības zona ir telpa, kur problēma radusies. To var uzskatīt par apgabalu, kur Rīkam un Produktam, kas atspoguļoti solī 1.2, piemīt nevēlama vai neapmierinoša mijedarbība.



Apraksts : Вибратор – Vibrators; Опалубка – Veidne; Бетон – Betons

Место, где должен возникнуть желаемый эффект: помешивание бетонной смеси Vieta, kur jānotiek vēlamajam efektam – betona maisīšana.

Место, где возникает нежелательный эффект: сильный шум – Vieta, kur notiek nevēlamais efekts – spēcīgs troksnis.

Attēls 4: Apgabali, kur rodas vēlamie un nevēlamie efekti.

Attēlā parādīta betona maisīšana un trokšņi, kas rodas dažādos sistēmas posmos šīs darbības laikā.

Analizējot darbības zonu, kur rodas vēlamais efekts (betona maisījums) un zonu, kur rodas nevēlamais efekts (gaisa vibrācijas, kas izraisa troksni), atklājas, ka tās nesakrīt. Tas apstiprina ideju, ka problēma var tikt risināta atdalīti no telpas. Šis ir viens no vispārīgākajiem konfliktu risinājumiem, ko izmanto klasiskajā TRIZ. Tomēr nepieciešams apdomāt, kā izraisīt vibrācijas vienīgi veidnes iekšējā daļā vai pat tikai betona masā, lai nepieļautu vibrācijas veidnes ārējā daļā vai pat visā veidnē. Šādi risinājumi parasti tiek noraidīti un aizmirsti to vidū, kas ar TRIZ tikai uzsākuši darbu. Tā ir klūda. Šī ideja jāpievieno citām, lai veidotu nākotnes risinājuma īpašību aprakstu. Tās darbosies kā uzvedinājumi un tiks analizētas līdz ar citām risinājumu idejām un pieejamajiem resursiem.

Jāpiezīmē arī, ka aprakstot vēlamos un nevēlamos efektus, izmantoti termini un doti īsi to skaidrojumi. Saskaņā ar klasisko TRIZ visa profesionālā terminoloģija, kas izmantota risināšanas procesā, jāaiztāj ar vienkāršiem, reizēm pat stipri vienkāršotiem terminiem, kas tikai uzsver funkcionalitāti, kas būtiska konkrētajā piemērā. Tālab šajā gadījumā termins „vibrācija” tiek aizstāts ar „maisīšana” – ar norādi uz vēlamo efektu. Šim pašam nolūkam termins „troksnis” aizvietots ar terminu „gaisa vibrācijas”.

Vienota terminu aizvietošanas un to darbības zonas analīze ļauj iegūt sākotnējo risinājuma aprakstu, kas vēlāk tiek precizēts un papildināts ar detaļām. Šī risinājuma prototips tiks aprak-



stīts zemāk, tomēr jāatgādina, ka visas idejas un ideju kombinācijas, kas iegūtas strādājot ar problēmu, jāpiefiksē to vēlākai analīzei, izmantojot OTSM-TRIZ likumus un instrumentus.

## Apkopojums par solī 2.1. veikto analīzi:

Problēmu var atrisināt, nodrošinot betona maisīšanu tikai veidnē, lai ārējā daļa nevibrētu un neradītu gaisa vibrācijas. Tādējādi nerodas troksnis betonu maisot un tam sacietējot.

Iespējams, šis vispārīgais apraksts var šķist pārāk abstrakts un nereāls, tomēr turpināsim analīzi. Tie, kas ir vairāk pieredzējuši TRIZ pielietošanā, var pamanīt, ka iežīmējas vismaz divi risinājumu meklējumu virzieni. Ja nu tomēr psiholoģiskais inertums joprojām kavē prātu, turpināsim analīzi. Ja esat nonācis pie daudzmaiz realizējamām idejām, tomēr turpiniet ARIZ-balstīto analīzi, kamēr neesat sasniedzis ceturto daļu. Tas palīdzēs būtiski uzlabot un uzspodrināt iegūtās idejas. Dažos gadījumos, iespējams pat nonākt pie pilnīgi atšķirīgām idejām, kas var rasties no iepriekš aprakstītajām abstraktajām idejām un neskaidrajiem konceptuālajiem risinājumiem, vai vienkārši idejām, kas radušās vai vēl radīsies tālākas analīzes gaitā.

Pēc katras soļa, jāpārdomā paveiktais, un idejas, kas radušās soļa laikā, jāpiefiksē kopējā ideju bankā tālākai analīzei. Šo analīzi veicam nevis, lai pārblīvētu tekstu ar liekiem komentāriem un skaidrojumiem, bet gan lai parādītu problēmas situācijas analīzi un risinājuma veidošanās ceļu.

## Solis 2.2 Darbības laika analīze

Šī soļa mērķis, izmantojot noteiktus likumus, ir koncentrēt prātu uz analīzi laika intervālos, kuros pretruna parādījusies un pārbaudīt, vai risinājums neslēpjelas šajos laika intervālos.

Šajā analīzē, tāpat kā telpas analīzē, nepieciešams atsevišķi analizēt laika intervālus, kuros dažādas vēlamas un nevēlamas norises sākas un beidzas. Darbības laiks ir identificēts kā intervāls, kura laikā starp Instrumentu un Izstrādājumu (kas noteikti Solī 1.2) notiek nevēlama vai neapmierinoša mijiedarbība. Šajā konkrētajā gadījumā gan vēlamie, gan nevēlamie efekti parādās brīdī, kad tiek iedarbināti vibrators un turpinās, kamēr tas tiek darbināts.

Tādējādi laika intervāli, kuru laikā vēlamais efekts (betona masas maisīšana) un nevēlamais efekts (spēcīgās gaisa vibrācijas) parādās, ir identiski.

*Maz ticams, ka šo pretrunu iespējams atrisināt izmantojot laika resursu, lai gan dažos gadījumos tas būtu iespējams, ja mainītu, piemēram, betona maisīšanas ātrumu, tādējādi ierobežojot skaņas parādīšanos. Piemēram, ja ierobežotu maisīšanas ātrumu veidnē, samazinot spiedienu uz betonu un veidni, veidnes vibrācijas neradītu tik spēcīgu troksni.*

Procesu ātrumu mainīšana arī ir viena no metodēm, kā risināt problēmas, kas radušās laika griezumā.

Lai labāk izprastu iespējas, ko sniedz nošķiršana laikā, ieteicams iepazīties ar Sistēmas Operatoru jeb Daudzekrānu shēmas analīzi.

## Komentāri par Sistēmas Operatora analīzi (Daudzekrānu shēmas analīzi), ARIZ un TRIZ mācīšanas mērķiem

Lasītāji, kas pazīstami ar Sistēmas Operatora analīzi no klasiskās TRIZ, pamanīs, ka, veicot soļus 2.1 un 2.2, tiek analizēta situācija līdz ar divām vai pat trim asīm sistēmas operatorā: laika asi un hierarhijas asi. TRIZ autors H.S. Altšullers uzskatīja ARIZ par detalizētu problēmas situācijas analīzi, saskaņā ar Sistēmas Operatoru attēlotu kā lineāru procesu. Pēc būtības Sistēmas Operators apraksta ne-lineāro domāšanu. Kā jau minēts, galvenā ARIZ funkcija ir specifisku ne-standarta problēmu risināšana. Tomēr galvenais ARIZ mērķis ir palīdzēt problēmas risinātajam attīstīt radošās domāšanas prasmes, kas balstītas uz Sistēmas Operatora analīzes.

Termins „sistēmas operators” radies TRIZ speciālistu vidē kā sinonīms pilnajam nosaukumam, ko ierosināja Altšullers – „Radošās domāšanas Daudzekrānu shēma”. Altšullers uzskatīja TRIZ



mācību procesu par radošās domāšanas prasmju attīstības procesu saskaņā ar daudzēkrānu shēmu. ARIZ ir viens no būtiskākajiem klasiskās TRIZ instrumentiem, ko izmanto šādu prasmju izkopšanai. Treniņnolūkos izmantojot ARIZ dažādu reālās dzīves problēmu risināšanai, studenti izkopj šo prasmju kompleksu un spēju tās pielietot reālajā dzīvē.

Atskatīsimies un novērtēsim paveikto darbu no Sistēmas Operatora viedokļa. Saskaņā ar pirmo daļu, pirmajā solī tika novērtēta problēmas situācija. Tā bija kā vispārīga aptauja, lai noskaidrotu problēmas situācijas fragmentus saskaņā ar Sistēmas Operatoru. Tika apskatīti: sistēmas blīvums (radīt vibrācijas betonā, lai likvidētu gaisa pārrāvumus un palielinātu betona blīvumu) un tās elementi (apakšsistēmas). Tika noteikta arī virssistēma un galvenie produkta rašanās procesi (produkta ražošana), kas apskatīta sākotnējā problēmas aprakstā.

Problēmas situācija īsumā apskatīta arī laika griezumā (vispirms betons tiek iepildīts tukšā veidnē; tam seko vibrācijas, kā rezultātā betons sacietē). Anti-sistēmu ass tika detalizēti prezentēta divās problēmas risināšanas versijās, no kurām neviena nebija apmierinoša (TC-1 un TC-2). Pretrunu sistēma demonstrēja saistību starp Sistēmu un Anti-sistēmu. Tika nolemts arī, kādai nākotnē jābūt virssistēmai (Noslēguma daļā solis 1.1).

Tālāk tika pietuvināti tikai divi no sistēmas elementiem: Izstrādājums un Instruments. Solī 1.3 uzmanība tika pievērsta saiknēm starp sistēmu un anti-sistēmām. Šajā reizē pretrunas tika demonstrētas grafiskā veidā.

Solī 1.4 tika paplašināta Sistēmas Operatora zona, un izvēlēta pretruna, kas parādās izvēlētās sistēmas noteiktā līmenī un nodrošina potenciāli labāko ekspluatācijas kvalitāti pie maksimālās funkcijas (galvenais ražošanas process). Solī 1.5 uzsvars atkal likts uz izvēlēto pretrunu, kas prātā pastiprināta.

Ceturtā ass – prāta pārveidojumu ass – iztrūkst klasiskajā Sistēmas Operatora analīzē. G. S. Altšullers vēlējās iekļaut šo asi Sistēmas Operatorā jau 1970. gadā, pirms grāmatas *Radošums kā eksaktā zinātnē* publicēšanas. Viņš teica, ka atmetis domu iekļaut šo ceturto asi, jo nav varējis atrast gana vienkāršu un uzveramu 4D sistēmas operatora (SO) attēlu. Jāatzīmē, ka SO grafiskā 3D shēma bija viņa grāmatas manuskriptā, bet iespiežot tā kļūdas pēc tika aizvietota ar 2D. Divdimensiju shēmai ir tikai 9 ekrāni, kamēr Altšullera manuskriptā oriģinālajā zīmējumā bija veseli 18. Anti-sistēmu ass pieminēta grāmatas tekstā, taču attēlos tās nav. OTSM attīstības laikā parādījās arī uzlabotā SO analīze, kurā bija arī prāta eksperimentu ass – tāpat arī citas asis, ko Altšullers uzskatīja par līdzvērtīgi būtiskām.

Solī 1.6., lai skatītu situāciju kopumā, tika paplašināts prāta iespēju lauks, lai apskatītu situāciju un aprakstīto problēmas situācijas modeli. Otrajā daļā akcents likts uz dažādiem resursiem, kas pieejami sistēmā, tās apakšsistēmās un virssistēmā. Tas notiks solī 2.3.

## **Solis 2.3 Vielas-lauka resursu analīze**

Šī soļa mērķis ir koncentrēt prātu tikai uz vielu un lauku (materiāli objekti), kas pieejami gan problēmas modeļa ietvaros, gan visas problēmu situācijas ietvaros, analīzi. Ja problēma saistīta ar ne-tehniskām sistēmām, resursi, uz kuriem balstīta dotā sistēma, ir analīzes subjekti: finanšu resursi biznesa sistēmām; psiholoģija indivīdam, sociālā psiholoģija vadībā un izglītības sistēmās utt.



Atgādinām, ka solī 2.3 strādājam tikai ar iepriekšēju materiālo vielu analīzi konkrētajā situācijā. To konkrētāka analīze tiek veikta Algoritma trešajā daļā darbības zonas ietvaros darbības laika intervālā.

### 2.3.1 Sistēmas iekšējie resursi

**Rīka vielas-lauka resursi:** vibratora metāla kaste, elektriskais motors, ekscentrais spararats, akustiskie vilņi, ko rada vibrators un veidne, kabeļi.

**Produkta vielas-lauka resursi:** cements, ūdens, grants, mehāniskie viļņi, kas rodas betona tilpnē.

Sistēmas iekšējie resursi atrodas Darbības zonā (precizēti solī 2.1) Darbības laikā.

### 2.3.2 Resursi ārpus sistēmas

Vides vielas-lauka resursi, kas raksturīgi šai problēmai:

Šī procesa īpatnība pret standarta procesu, kas nodarbina šo betona maisīšanas principu, ir tāda, ka veidne atrodas cilindriskā iedobumā zemē. Tomēr izvietot tai virsū skaņu izolējoša materiāla plāksni nav vēlams.

Vides vielas-lauka resursi, kas kopīgi visām problēmām: gravitācija, kas pieļauj betona sabīvēšanos vibrāciju iespaidā.

### 2.3.3 Resursi virssistēmā

Atkritumi (salīdzinoši lēts resurss) no ārējās sistēmas (ja šāda sistēma ir pieejama problēmas ietvaros). Tik tiešām! Dažādi augi dažādos reģionos saražo atkritumus, ko nepieciešams iegūt un izmantot. Atbildes uz šiem jautājumiem būs iespējams iegūt apkopojoš rezultātus no ARIZ atskata 3. un 4. daļā. Trešās daļas beigās un jo vairāk, pēc 4. daļas, nākotnes risinājuma veidols kļūst skaidrāks un iespējams atkal izskatīt iespēja izmantot šāda tipa resursu.

„Lētie” resursi ir: ārējie elementi, kuru cena, var gadīties, ir pat vispār aizmirsta – piemēram, ūdens un gaiss.

### **Otrās daļas kopsavilkums:**

Sistēmas vielas-lauka resursu analīze (Instruments - Izstrādājums) liek domāt par metodi, kā radīt mehāniskos viļņus visā betona tilpnē, neradot akustiskos viļņus vidē. Šāda attālumu sadalīšana var noderēt problēmas risināšanā.

Sistēmas iekšējo un ārējo resursu analīze nav devusi skaidru atbildi, tomēr tā izdalīja resursus, kas varētu tikt izmantoti problēmas risināšanā pēc tam, kad precīzi definētas nepieciešamās īpašības noderīgas funkcijas veikšanai. Uzkrājot pieredzi ARIZ lietošanā un domu brīvībā, sāk rasties dažādas idejas, ko izmantot dažādiem resursiem. Kā minēts, šīs idejas dažkārt šķiet absurdas un nereālas, tomēr tās jāsaglabā ideju bankā vēlākai analīzei saskaņā ar OTSM-TRIZ, lai tās apvienotu vienā lietojamā ideju sistēmā.

Solī 1.7 ieguvām norādi no Radošo standartu sistēmas, kad darbības zonā papildinājumā betona maisījumam parādījās otra viela un lauks. Lai arī pagaidām neskaidri, ir zināms, ka tiem jānodrošina betona maisīšana veidnē pilnā tilpnes apjomā ar nepieciešamo amplitūdu, neradot spēcīgas gaisa vibrācijas ārpus veidnes.

Lasītāji, kas ir vairāk pieredzējuši TRIZ un ARIZ lietošanā var piezīmēt, ka tam jāievieš minimālas izmaiņas sistēmā un ka tam jāizmanto esošie sistēmas resursi, kas pieejami ražotnē – iekārtas, kas rada vibrāciju.

Attīstot jaunu sistēmu, un situācijā, kad sistēma eksistē tikai mūsu prātos, ir vairāk iespēju izvēlēties resursus, nekā tad, kad strādājam jau ar reālu sistēmu. Otrais gadījums ir tradicionāls ražojošiem uzņēmumiem, kuros kādas noteiktas iekārtas jau tikušas izmantotas, taču tās nav apmierinājušas visas prasības, kas radušās tehnoloģiskā procesa laikā.

TRIZ iesācēji bieži sastopas ar grūtībām tieši analizējot jau eksistējošas sistēmas un to elementus. Šīs grūtības rodas psiholoģiskā inertuma dēļ, kas mīt jebkurā cilvēkā. Cilvēks vēlas atrast gatavu risinājumu ne-standarta problēmai, tāpat kā situācijā ar standarta problēmām. Ja pastāv standarta problēma, kas atbilst tipiskam problēmas aprakstam, to nepieciešams risināt ar atbilstošu standarta risinājumu. Turpretim, strādājot ar nestandarta problēmām, šī pieeja ir neiespē-

jama un nepieciešams pielikt daudz vairāk pūļu, lai uzveiktu psiholoģisko inertumu un iznīcīnātu stereotipus, kas ietekmē mūsu domāšanas procesus un radošo risinājumu meklējumus. Mums jābūt gataviem sadalīt esošās sistēmas neatkarīgos elementos, uzskatot šos elementus par pilnībā neatkarīgiem resursiem un mēģināt izprast, kā viens vai otrs no tiem var palīdzēt problēmas risināšanā.

Problēmu risinātājiem, jo īpaši vadītājiem, svarīgi atcerēties kādu būtisku momentu. Izmantojot OTSM-TRIZ instrumentus, soli pa solim iespējams pārvarēt psiholoģisko inertumu. Kā rezultātā iegūtais radošais risinājums ir tik atšķirīgs no zināmajiem standarta risinājumiem, ka parasti cilvēki, kas nav piedalījušies problēmas risināšanas procesā, to noraida. Šī situācija parasti veidojas, kad iegūtās idejas tiek priekšlaikus prezentētas vadītājiem. Bez iepriekšējās sagatavotības, vadītāji parasti noraida netradicionālās idejas, jo tās pieņemt kavē psiholoģiskais inertums. Savukārt problēmu risinātāji ir iemācījušies inertumu pārvarēt, jau strādājot ar problēmu un meklējot risinājumus.

**Piemērs:** 2000. gadā strādājām kādā labi zināmā Eiropas uzņēmumā kopā ar speciālistiem cenšoties risināt problēmas uzņēmumā. Iegūtais risinājums bija netradicionāls: problēmu varēja atrisināt aizvietojot viengabailainu metāla elementu ar metāla birstei līdzīgu priekšmetu. Šajā nozarē tas bija kas nedzirdēts! Kad risinājums tika iesniegts apstiprināšanai vadībai, vadība šo ideju norakstīja kā nederīgu pat neļaujot speciālistiem veikt nelielu modelēšanu uz datora.

Uzņēmums bija uzaicinājis OTSM-TRIZ speciālistus, jo problēma bija sarežģīta. Mēs pie tās strādājām kopā, izmantojot OTSM-TRIZ instrumentus. Soli pa solim mēs attīstījām jaunas idejas, centāmies pārvarēt psiholoģisko inertumu un radījām radošas idejas, cenšoties tās integrēt risinājumu sistēmā un veidot risinājumu, kas būtu pieņemams uzņēmumam. Tika iztērēts daudz naudas un speciālistu laika. Šķita, ka vēl pāris dienu vienam speciālistam risinājuma simulācijas veikšanai būtu bijis tā vērts. Izstrādātāji vērsās pie vadības, lai atrisinātu šķietami vienkāršo jautājumu: atrast laiku vienam speciālistam veikt datora modelēšanu iegūtajam rezultātam. Tomēr atdūrās kā pret sienu: darbi bija jāpārtrauc.

Protams, mēs visi bijām ārkārtīgi sarūgtināti.

Šis nav netradicionāls piemērs. Mūsu praksē šādu situāciju, kad vadītāji noraida risinājumus, ko ierosinājuši „sāncensi”, ir ne mazums. Tā ir maksa par priekšlaicīgu nestandarda radoša risinājuma prezentēšanu vadībai.

Protams, vadītāji parasti ir ļoti aizņemti un pārslogoti. Viņi allaž strādā stresa stāvoklī, kad pietrūkst laika un nepieciešamība koordinēt sarežģītus procesus dažkārt kavē viņus pieņemt lēmumus, kuru pamatā ir izpēte. Pirms iesniegt viņiem izskatīšanai jaunas nestandarda idejas, nepieciešams pārdomāt divreiz: kā palīdzēt viņiem pārvarēt psiholoģisko inertumu dažu minūšu laikā (speciālisti parasti tam patērē vairākas nedēļas vai pat mēnešus).

Diemžēl vadītāji dažkārt paši nav informēti par pašu pieņemto lēmumu iracionalitāti un neefektivitāti. Šeit interesanti pieminēt IBM veiktā globālā pētījuma rezultātus par inovācijas nozīmi tā uzņēmumos visā pasaule. Pētījums liecina, ka 85% vadītāju uzskata, ka ir spējīgi pieņemt pareizos lēmumus, kamēr cita pētījuma rezultāti apliecina, ka 65% lēmumu, ko pieņēmuši vadītāji, tikuši atcelti vai pārstrādāti to neefektivitātes dēļ.

Altsullera pētījums ar neskaitāmajām situācijām, kas saistīts ar jaunu ideju ieviešanu, apliecina: jo augstāks idejas novitātes līmenis, jo spēcīgāka ir pretošanās tās ieviešanai.

Lai arī nodaļa, kas stāsta lasītājam par attiecībām starp vadītājiem un problēmu risinātājiem, šķiet, nekādi nav saistīta ar TRIZ, tomēr instrumenti, kas pielietoti klasiskajā TRIZ un OTSM attīstībā allaž raduši nestandarda tehniskus risinājumus ar augstu inovatīvo potenciālu. Uzņēmumi šādus risinājumus bieži vien noraida, argumentējot, ka „šādi neviens nedara”, tādējādi zaudējot iespēju būt pirmajiem, kas parasti noved arī pie zaudētas peļņas. Pēc pārdomām uzņēmumu pārstāvji it bieži atkārtoti vēršas pie TRIZ ekspertiem un lūdz atrast risinājumu, kā apiet

konkurentu patentētos risinājumus.

Diemžēl šādas situācijas ir visai biežas. Idejas noraida ne tikai vadītāji, bet pat darba grupu dalībnieki. Psiholoģiskais inertums kombinācijā ar darbiniekiem, kas nevēlas pieņemt daļēji definētus risinājumus, apstādina darbus pavisam un neļauj ieviest pat standarta risinājumus. Sarežģītas nestandarda problēmas nevar atrisināt izmantojot standarta risinājumus – tieši tālab tie ir grūti atrisināmi. Šādu problēmu risināšanai nepieciešams iziet ārpus tradicionālās domāšanas robežām. Vispārpieņemto normu neievērošana vairumam cilvēku sākotnēji var šķist nepieņemama, un tie dara visu iespējamo, lai kavētu darba grupas, kas izmanto OTSM-TRIZ problēmas risināšanai, darbu. Cilvēkiem ir ērtāk atgriezt darbu ierastajās sliedēs, pie pazīstamiem risinājumiem, kas diemžēl sarežģītajās situācijas nedarbojas. Šāda rīcība var radīt ievērojamu kaitējumu uzņēmumam.

Lūkojoties nākotnē, jāsaka, ka risinājums aprakstītajai problēmai arī saskārās ar spēcīgu pretētību. Neskatoties uz to, problēmas risinātājam tika dota iespējam pierādīt idejas pielietojumu.

Ir iespējams arī pretējs variants. Legūtais risinājums ir tik acīmredzami vienkāršs un viegli ieviešams, ka vadītājiem šķiet, ka tā ieguvei nebija nepieciešams piesaistīt TRIZ ekspertus. Tanī pat laikā viņi bieži vien aizmirst, ka uzņēmuma gaišākie prāti nomocījušies ar problēmu mēnešiem vai pat gadiem bez apmierinošiem rezultātiem. Tomēr OTSM-TRIZ instrumenti ir palīdzējuši speciālistiem pārvarēt prāta inertumu un izvēlēties pavisam negaidītu risinājumu virzienu un atrast šķietami vienkāršu risinājumu. Iepriekš aprakstītais apliecina, ka klasiskā TRIZ un OTSM instrumenti ir noderīgi, lai efektīvi pārvarētu psiholoģisko inertumu, kas kavē radošu risinājumu meklējumus. Tomēr jāsaprot, ka pirmie mēģinājumi prezentēt iegūtos risinājumus atdursies pret tādu pašu psiholoģisko inertumu un skepsi, kādu pārvarējis risinātājs.

Psiholoģiskais inertums var radīt problēmas ne vien speciālistiem un vadītājiem, bet tāpat arī uzņēmumam. Šajā nodaļā apskatīta nopietna problēma, kas pavada visu inovatīvu ideju un projektu ieviešanu un īstenošanu. Var secināt: pat ja uzņēmuma rīcībā ir efektīvi instrumenti inovatīvu produktu izstrādei, tas ne vienmēr ir pietiekami, lai spētu pielietot inovačivus risinājumus arī citās jomās. Nepieciešamas arī nopietnas izmaiņas uzņēmuma korporatīvajā kultūrā – inovatīvas idejas vadītāju psiholoģiskā inertuma pārvarēšanai.

## **Altšullera radošo problēmu risināšanas Algoritma (ARIZ) īss apraksts, ilustrēts ar reālas problēmas analīzi**

### **3.2.3 Trešā daļa: Ideālā gala rezultāta (IGR) noteikšana un fiziskās pretrunas, kas kavē tā sasniegšanu**

Trešā ARIZ daļa ievērojami atšķiras no iepriekšējām pēc struktūras un soļu izpildes. Šajā daļā darbības, kas ved pie problēmas risinājuma, maina virzienu. Iepriekšējās daļās vispirms tika veikta analīze (1. un 2. daļā), kamēr 3. ARIZ daļā pārejam pie aktivitātes, kas mērķēta uz daļējo risinājumu sintezēšanas un apmierinoša konceptuālā risinājuma sintezēšanas pēcāk (3., 4. un 5. daļa). Trešā daļa ir kā problēmu analīzes kulminācija un pāreja uz apmierinoša konceptuālā risinājuma sintēzi.

Atgādinām, ka TRIZ instrumenti ir izstrādāti nevis risinājuma meklēšanai, bet gan plānotai tāda risinājuma izstrādei, kas ir pietiekami detalizēts, lai nodrošinātu pāreju uz prototipa izstrādi vai datora modelēšanai testēšanai.

Nākotnes risinājuma veidols tiek veidots soli pa solim un kļūst skaidrs pakāpeniski. Veidols top uzkrājoties konceptuāliem risinājumiem, kas daļēji atbilst tehniskajām prasībām. Šos risinājumus dēvē par daļējiem, jo tie tikai daļēji spēj atrisināt problēmu. Daļējie risinājumi kalpo kā izejmateriāls apmierinoša konceptuālā risinājuma izstrādei. Apmierinošs risinājums tiek iegūts balstoties uz daļējiem risinājumiem, izmantojot dažādus klasiskās TRIZ un OTSM instrumentus.

Tos daļējo risinājumu elementus, kas kavē tiem būt pilnvērtīgiem risinājumiem, var izteikt prasību formā, kuras jāizpilda jebkuram apmierinošam risinājumam. Tās darbojas kā papildu tehniskā specifikācija. Pielietojot OTSM-TRIZ instrumentus šai tehniskajai specifikācijai, nepieciešams izstrādāt papildu daļējos risinājumus, kas tiek integrēti vienā risinājumu sistēmā – apmierinošā konceptuālā risinājumā.

Šī ir “daļējā risinājuma” lietošanas priekšrocība: atklāt iemeslus, kāpēc daļējais risinājums nevar tikt uzskatīts par apmierinošu risinājumu, ļauj precizēt tehniskās prasības un labāk noteikt aizliegumus, kas jāievēro izstrādājot apmierinošu konceptuālo risinājumu. Apmierinošs konceptuālais risinājums padara iespējamu tehniskā risinājuma izstrādi: skices un aprēķinus utt. Tehniskais risinājums ļaus veidot prototipu, kurš pēc pārbaudes vedīs pie uzlabotas risinājuma versijas.

Tādējādi turpinot trešo ARIZ daļu, jātiecas pēc risinājumu sintēzes, bet tanī pat laikā, jāveic nepieciešamā analīze. Šajā situācijā ARIZ var tikt salīdzināts ar asinsrites sistēmu cilvēka ķermenī. Pirmā un otrā ARIZ daļa atbilst artērijām, kas glabā informāciju par problēmu. Trešā Algoritma daļa ir līdzīga kapilāru tīklam, kur apkopotā informācija tiek mainīta un pamazām pārvērsta risinājumā. Daļējie risinājumi kopā ar kritiskiem komentāriem veido ideju plūsmu papildinot apmierinošā risinājuma veidolu. Šī daļa arī caurvij secīgas ARIZ daļas līdzīgi kā asinis plūst vēnās. Tagad palūkosimies, kā problēmas analīze pamazām mainās risinājumu sintēzē ARIZ pielietošanas laikā. Šī pāreja parādās vienlaikus vairākos paralēlos atzaros trešās ARIZ daļas beigās.

### **Solis 3.1 Ideālā gala rezultāta formulēšana**

Soļa 3.1 mērķis ir pārformulēt problēmu vēlreiz, lai to pamazām sintezētu risinājumā. Šis līmenis ir veltīts problēmas apraksta noteikšanai tālākai pielietošanai un prasību noteikšanai, kas jāapmierina, risinot problēmu. Pēc tam tiek pielietots iegūtais problēmas apraksts, ko ieguvām solī 3.1, problēmas modeļa vietā, ko ieguvām solī 1.6, jo otrajā ARIZ daļā tika precizētas detaļas vietai un laikam, kad parādījusies problēma. Papildus veikts iepriekšējs resursu uzskaitījums, kas var tikt izmantots problēmas risināšanai. Tas vedīs pie pārejas/transformācijas uz problēmas modeli solī 3.1.

Ir bieži atzīmēts, ka labi definēta problēma ir vismaz puse no risinājuma. Tālab idejas precizēšanas un prasību noteikšana risinājuma izstrādei nepieciešama visas ARIZ metodes pielietošanas laikā.

#### *IGR-1:*

*X-elements, bez sistēmas sarežģīšanas un bez jebkāda kaitīgā elementa, samazina nevēlamo efektu – “skalo troksni” – <darbības laikā> tā <darbības zonā>.*

*Citiem vārdiem – nevēlamajam efektam nav jāparādās vidē, kas ietver vibrējošās iekārtas (ārpus veidnes), kad vibratori darbojas un spēcīgi iedarbojas uz veidni, lai sapresētu betona maisījumu.*

*Tajā pašā laikā vibratoriem jāsaglabā jauda un amplitūda, kas nepieciešamas, lai betons sablīvētos visā veidnes apjomā.*

Šajā problēmas precizēšanas līmenī, lasītāju prātos, iespējams, jau radušās dažas jaunas idejas, vai, iespējams, atgriezušās kādas vecas, sen aizmirstas idejas. Psiholoģiskā inertuma dēļ, zināmie risinājumi iepriekš netika saistīti ar analizējamo problēmu.



Kā novērots, ARIZ soļu izpilde vainagojas ar plānotu problēmas iemeslu specifikāciju un prasībām nākotnes risinājumam. Tajā pašā laikā parādās jaunas risinājumu idejas. Pat ja šīs idejas šķiet samērā realizējamas un gatas ieviešanai, ieteicams turpināt problēmas analīzi, kamēr sasniegta ARIZ ceturtā daļa. Šis ir obligāts ARIZ pielietošanas nosacījums. Visi ARIZ soļi ir sarindoti saskaņā ar sistēmu attīstības likumiem. Iegūtais risinājums var tikt attīstīts un

uzlabots, veicot secīgus Algoritma soļus.

Visas idejas ieteicams pierakstīt, veidojot ideju banku (īpašu piezīmju bloku, kurā apvienoti visi daļējie risinājumi). Šeit jāpiebilst, ka viens no iespējamiem konceptuāliem risinājumiem paredz vibrējošās iekārtas ievietošanu betona masā. Tādējādi skaņu līmenis tiks ievērojami samazināts. Tomēr pret šo ideju iebilst tie, kas strādā ar veidni.

Kā jau iepriekš skaidrots, lai sniegtu atbalstu problēmas risinājuma apraksta izstrādē, visi iebildumi un kritiskās piezīmes, kas rodas sarunu gaitā, jāpārvērš par prasību kritērijiem.

Šajā gadījumā, ideja ievietot vibrējošās iekārtas (vibratorus) betona maisījumā šķiet pievilcīga, jo betona masa pati par sevi var pildīt skaņas izolācijas funkciju un samazināt trokšņu līmeni apkārt instalācijai. Tomēr ārējās prasības, ko diktē ražošanas process, nepieļauj vibrаторu ievietošanu betona masā. Tādējādi var formulēt jaunu prasību risinājumam: nepieciešams nodrošināt vibrācijas betona masas iekšienē, bez jebkādu mehānismu iesaistīšanas, ko nebūtu iespējams izņemt pēc betona sacietēšanas. Kā to sasnieg? Tas nebūt nav vienkārši, taču arī šī ideja jāpiefiksē ideju bankā, lai cik absurdā tā arī nešķistu.

Solis 3.1 ir sagatavošanās soļa 3.2 izpildei, arī pārējie ARIZ soļi darbojas šajā pašā manierē – viena soļa izpilde sagatavo mūsu domas un prātus nākamajos soļos paredzēto darbību izpildei.

## **Solis 3.2 IGR formulējuma pastiprināšana**

Solī 3.2 analīze lēnām tuvojas pirmajiem soļiem risinājuma sintēzē. IGR, kas formulēts solī 3.1 jāaizstāj ar vienu no resursiem, kas aprakstīti solī 3.2. Šajā brīdī iesaistās viens no mehānismiem psiholoģiskā inertuma pārvarēšanai. Lai pārvaldītu šo mehānismu, nepieciešama pieredze un zināšanas par citiem TRIZ instrumentiem. Galvenā ideja trešajā daļā ir iemeslu izpēte, kas kavē nonākt pie risinājumiem, kas apmierina prasības, kas aprakstītas solī 3.1., izmantojot vienu no pieejamajiem resursiem. Analīzes mehānisms, ko piedāvā Altshullers, stimulē zemāpziņas radošos procesus un vainagojas ar dažkārt jocīgiem, dažkārt it nopietniem risinājumiem, kas ir laba zīme. Tas nozīmē, ka psiholoģiskais inertums pamazām pazūd un domāšana kļūst atvērtāka, kā sakā amerikāņi – „ārpus kastītes”. Tieši psiholoģiskais inertums kavē izteli un domāšanu – iegūtā izglītība attīstījusi mūsos profesionālo inerto domāšanu standarta risinājumu robežās.

Standarta risinājumi veido profesionālo bagātību un prasmes jebkurā profesijā. Profesionāļiem tie palīdz atrisināt problēmas ātri un efektīvi, kamēr tie sastopas ar nestandarda problēmām, kur standarta risinājumi ir bezspēcīgi. Daudzos gadījumos sistemātiska OTSM-TRIZ instrumentu pielietošana beidzas ar sākotnējo problēmu, kas šķitusi nestandarda, taču pēc analīzes ieguvusi standarta problēmas veidolu, ne tikai no OTSM-TRIZ viedokļa, bet arī no šaura profila speciālistu viedokļa. Parasti tas notiek ARIZ pirmās daļas beigās, bet pat šādos gadījumos ir lietderīgi turpināt analīzi līdz ARIZ ceturtā soļa beigām. TRIZ speciālistu pieredze apliecina, ka risinājumi, kas iegūti pirmajā daļā, var tikt uzlaboti un tādējādi rodas vesels lērums apmierinošu risinājumu, ko var izmantot dažādu risinājumu tālākai izstrādei.

Idejas, kas apvienotas ideju bankā ARIZ izpildes laikā vai pielietojot kādu no OTSM-TRIZ instrumentiem, var tikt iedalītas trijās grupās. Pirmajā grupā ietilpst idejas, kas ir ieviešamas ātri. Otrajā grupā atrodamas idejas, kam nepieciešams vairāk laika papildu izpētei un iekārtu pielāgošanai/ iegādei. utt. Trešajā grupā apkopotas idejas, kas atstātas pielietošanai nākotnē, idejas par sistēmas attīstības virzieniem, jauniem produktiem, servisiem un tehnoloģijām, kas var tikt izstrādātas laika gaitā.

Diemžēl OTSM-TRIZ bieži uzskatīts par instrumentu „avārijas” situāciju likvidēšanai, kad risinājums jāatrod un jāievieš nekavējoties. Parasti zemākā līmeņa vadības kompetencē ir likvidēt „avārijas” situāciju par katru cenu. Viņu kompetencē nav ideju banku, tās atrodas augstākā līmeņa vadītāju, reizēm pat pašu uzņēmumu vadītāju kompetencē. Vairums šī līmeņa vadītāju nezina pat par OTSM-TRIZ eksistenci un iespējām, ko tas var piedāvāt vadītājiem ikdienas darbā. Otrā un trešā risinājumu grupa ir kā apetītes izraisītāji, ko sarežģītajā darbā

izmantot augtākajiem vadības līmeņiem. OTSM-TRIZ var palīdzēt arī uzņēmuma apakšnodaļu vadītājiem, kas iesaistīti uzņēmuma stratēģijas veidošanā un attīstībā. Šajā gadījumā ARIZ ir iekļauts kā sarežģītāko OTSM instrumentu elements.

Konkrētībai un ierobežotā apjoma dēļ šeit apskatīti tikai trīs paralēli veidi triju resursu izmantošanai: vibrators, veidne un betona masa.

TRIZ iesācējus parasti mulsina frāzes, kas veidotas saskaņā ar TRIZ likumiem. Patiesi – no lingvistikas viedokļa šīs frāzes ne vienmēr ir precīzas un pareizas. Šādu frāžu priekšrocība ir OTSM-TRIZ starpdisciplinārā valoda, strādājot ar sarežģītām un/vai starpdisciplinārām problēmām. Šī valoda ir izveidota darbam ar problēmām, kuras parasti izskatās sarežģītākas arī to profesionālās valodas dēļ (kas var būt par iemeslu arī psiholoģiskajam inertumam). Turklāt tradicionāla valoda ir viegli adaptējama komunikācijai, tomēr ne vienmēr ļauj risināt problēmas. Smalka literārā valoda nereti pat traucē problēmu risināšanā. Tanī pat laikā piemērota figurālā valoda ir labs palīgs strādājot ar problēmu OTSM-TRIZ. OTSM-TRIZ instrumenti rada risinājuma veidola pazīmes – daļējos risinājumus.



Figurālā valoda ļauj šīm atsevišķajām pazīmēm sintezēties vienā veidolā. Tālab, piemēram, zinātniece Tatjana Sidorčuka attīstījusi pedagoģisko tehnoloģiju, apmācot bērnus atrast metaforas un veidot metaforiskus figurālus apgalvojumus. Šo metodi pielieto arī reklāmas industrijā – radošiem grafiskajiem tekstiem un videoklipiem. Tieši standarta frāzes un ikdienas izteicieni ir visbiežākie psiholoģiskā inertuma nesēji. Šis inertums var kļūt par nepārvaramu šķērsli problēmas risinājuma meklējumos. Tas nozīmē, ka droši var veidot frāzes saskaņā ar OTSM-TRIZ likumiem, pat ja tās ne vienmēr ir pievilcīgas un tām nepiemīt ne piliena literārās vērtības.

## Pastiprinātais IGR-1, izmantojot resursu “Vibrators”

Pats vibrators, nesarežģījot sistēmu un neveidojot kaitīgos efektus, izslēdz nevēlamo efektu: „spēcīgu troksni” vidē ap vibratoriem (ārpus veidnes), kad tie darbojas un spēcīgi iedarbojas uz veidni, lai sablīvētu betonu.



Tanī pašā laikā vibratori nodrošina vibrācijas spēku un amplitūdu, kas nepieciešami cementa sablīvēšanai visā veidnes tilpnē.

Pēc soļa 3.2 formulējuma pierakstīšanas resursam “Vibrators”, nepieciešams noteikt tos šī resursa kontroles parametru, kas nosaka vērtēšanas pazīmes “Skaņas līmenis” un „Betona blīvums”.

Šajā gadījumā abi parametri atkarīgi no kontroles pazīmēm:

spēka, ar kādu vibrators iedarbojas uz betona masu;

veidnes vibrāciju amplitūdu, ko izraisa vibrators;

Vai iespējams noteikt, kurš no parametriem ietekmē abas vērtēšanas pazīmes vienlaikus? Pamēģiniet veikt secīgus ARIZ soļus ar jūsu iedomātiem parametriem.

## Pastiprinātais IGR -1, izmantojot resursu “Betona maisījums”

Pati betona masa, nesarežģījot sistēmu un neveidojot kaitīgos efektus, izslēdz nevēlamo efektu „spēcīgu troksni” vidē, kas aptver vibratoru sistēmu (ārpus veidnes), kad tie darbojas un spēcīgi iedarbojas uz veidni, lai sablīvētu betonu.



Tanī pat laikā betona maisījums nepasargā vibratorus no vibrācijas spēka un amplitūdas, kas nepieciešama betona masas sablīvēšanai visā veidnes tilpnē.

Pēc soļa 3.2 formulējuma pierakstīšanas resursam “Betona maisījums”, nepieciešams noteikt tos šī resursa kontroles parametru, kas nosaka vērtēšanas parametru “Skaņas līmenis” un „Betona blīvums”.

Pamēģiniet atrast resursa „Betona maisījums” parametru, kas ietekmē betona blīvumu. Uzskaiteit šos parametrus.

Nākamais solis ir sagatavot resursa „Betona maisījums” sarakstu ar parametriem, kas ietekmē sistēmas vērtēšanas parametru „skaņas līmenis”.

Salīdziniet divus sarakstus un izveidojet atsevišķu parametru sarakstu, kas ietekmē abus vērtēšanas parametrus vienlaicīgi.

Sekojošais algoritms var palīdzēt soļa 3.2 īstenošanā:

1. Aizvietojiet “X-Elementu” ar “[Resursu]”. “Resursa” vietā ievietojiet atbilstošā resursa nosaukumu.
2. Pastiprinātā IGR formulējumā nosakiet divu vērtēšanas pazīmju vārdus, kuru vērtības jānodrošina noteiktā līmenī.
3. Izmantojot savas un/vai ekspertu zināšanas, nosakiet kontroles pazīmju sarakstu pirmajam vērtēšanas parametram. Mainot kontroles parametru vērtības var mainīt vērtēšanas pazīmju vērtības.
4. Tāpat izveidojet kontroles parametru sarakstu, kas ļauj jums mainīt otras vērtēšanas pazīmes vērtības.
5. Salīdziniet abus kontroles parametru sarakstus un nosakiet tos, kuri pieļauj abu vērtēšanas pazīmju izmaiņas. Vēlāk tās tiks izmantotas ARIZ soļu 3.3 un 3.4 veikšanai.
6. Kopēju elementu trūkums sarakstos ir viena no pazīmēm, ka problēmu iespējams atrisināt mainot atbilstošus parametrus tai vērtēšanas pazīmei, kurai nepieciešami uzlabojumi, lai nodrošinātu labāko iespējamo Galveno ražošanas procesu izpildi (Galvenais mērķis, kura izpildei dotā problēma tiek risināta).

Jāuzsver, ka Galvenais ražošanas process (dotās problēmas risinājuma maksimālais mērķis) ir viena no funkcijām virssistēmā, kas atrodas Sistēmas Operatorā 3 - 4 līmeņus virs sistēmas līmeņa, kur tiek risināta problēma. Aprakstot konkrētu problēmas situāciju, un izvēloties Izstrādājumu un Instrumentu solī 1.2, nedrīkst sajaukt Galveno ražošanas procesu un Galveno sistēmas funkciju, kas norādīta solī 1.1.

Līdzīgi citām papildu rekomendācijām saistībā ar ARIZ soļu izpildi, šis Algoritms ierosināts pētījuma laikā par klasiskā TRIZ un tā instrumentu pārveidošanu OTSM un tā instrumentos.

Arī OTSM izstrādātas līdzīgas detalizētas procedūras katram ARIZ solim. To sīkāks apraksts sniedzas ārpus šīs grāmatas robežām. Šo procedūru vadība veido galveno izstrādes procesu ARIZ asimilēšanā. Šis kopsavilkums ir daļa no padziļinātās mācību sistēmas profesionālajos ARIZ knifos, tieši tāpat kā betona vibrācijas ir daļa no liela diametra betona cauruļu ražošanas procesa, kas tiek izmatotas cauruļvadu izbūvei.

Betona caurļvada izliešana ir galvenais ražošanas procesa posms, dēļ kura vibratori sablīvē betonu. Parametru sarakstā, ko var izmantot betona blīvuma mainīšanai, var atrast atsevišķus, kas var palielināt betona blīvumu, neradot lieku troksni. Tas ved pie labi pazīstamās idejas par pašblīvējoša betona izstrādi. Tomēr problēma radās jau pirms daudziem gadiem, kad šāda tipa betons vēl nebija pieejams. Šāda betona izstrāde prasīja pētījumus un izstrādes periodu. Problēma bija, ka ražotnē, kurā problēma radās, nebija pētniecības un attīstības departamenta. Turklāt situācija bija steidzama un risinājums, kas ražošanas procesā veiktu pavism necīgas izmaiņas, bija nepieciešams jo ātrāk, jo labāk.

ARIZ iepazīstina tā lietotājus ar visai interesantām idejām. Dažkārt dažas no idejām var šķist nerealizējamas konkrētajā situācijā un apstākļos. TRIZ un OTSM vēsturē ir daudz piemēru, kad šāda tipa idejas tikušas noraidītas mirklī, kad tās parādījušās, bet vēlāk tās tikušas ieviestas praksē. Jāatzīmē, ka ARIZ pielietošana bieži vien beidzas ar lērumu ideju, kuras nepieciešams sagrupēt trijās grupās.

**Pirmajā grupā** ietilpst idejas, kas nekavējoties tiek apstiprinātas ieviešanai.

**Otrajā grupā** ietilpst idejas, kurām nepieciešams neliels pētījums vai papildinājumi. Iespējams vienkārši nepieciešams pagaidīt īsto brīdi uzņēmumā, piemēram, ražošanas iekārtu nomaiņu vai jaunu formu izstrādi noteiktu priekšmetu ražošanai.

**Trešo grupu** veido idejas, kuru realizēšanai nepieciešams ievērojams laiks un investīcijas. Dažas no šim idejām var šķist fantastiskas vai pat nereālas. Tomēr pat šādas idejas jāpievieno citām ideju bankā. Pēc laika šīs idejas tiks analizētas, izmantojot klasiskās TRIZ un OTSM metodes, kas radītas nereālo ideju pārvēršanai ieviešamos risinājumos ar noteiktiem nosacījumiem.

Fantastiskās un nereālās idejas nepieciešams uzglabāt un pārrunāt, kaut vai tādēļ, ka tās sagrauj psiholoģisko inertumu un palīdz radīt visvēlamākā rezultāta tēlu, kam nepieciešams tuvoties. Ierobežotā apjoma dēļ nav iespējams aprakstīt, kā tas notiek un kādi instrumenti tiek izmantoti – tas ir intensīvāku klasiskās TRIZ un OTSM kursu subjekts.

## **Pastiprinātais IGR – 1, izmantojot resursu “Veidne”**

*Veidne pati par sevi, nesarežģījot sistēmu un neveidojot kaitīgos efektus, izslēdz nevēlamo efektu „spēcīgu troksni” vidē, kas aptver vibratoru sistēmu (ārpus veidnes), kad tie darbojas un spēcīgi iedarbojas uz veidni, lai sablīvētu betonu.*



*Tanī pat laikā veidne nepasargā vibratorus no vibrācijas spēka un amplitūdas, kas nepieciešama betona masas sablīvēšanai visā veidnes tilpnē.*

Pirmajā mirklī šķiet šāds formulējums nevēstī neko tādu, kas nebūtu jau zināms. Tomēr tas ir paviršs skatījums, jo ARIZ ir instruments, kas paredzēts domāšanai, nevis domāšanas aizvietošanai.

Soli pa solim apskatīsim šo oficiāli formulēto informāciju. Viena no atzīmējamām ARIZ īpašībām ir tāda, ka iespējams veikt visus tā solus pat netuvojoties risinājumam. Tomēr, pēc šo soļu izpildes, nepieciešams uz tiem palūkoties no malas un pārdomāt, kādi jauni virzieni var tikt pievienoti risinājuma veidolam, kādi jauni secinājumi var tikt izdarīti par situāciju, spriežot no diagrammas vai formulējuma, kas iegūts veicot katru soli.

Veiksim šo darbu kopā:

**Jautājums, ko problēmas risinātājs uzdod sev vai ekspertiem:**  
*Kādos apstākļos veidne neradīs troksni?*

**Risinātāja atbilde sev pašam** (*balstīta uz viņa zināšanām vai zināšanām, ko viņš ieguvis no ekspertiem, kas arī spēj atbildēt uz šo jautājumu*):

*Veidne neradīs troksni, ja tā nebūs pakļauta deformācijai un nedarbosies kā membrāna, kas rada gaisa vibrācijas veidni aptverošajā telpā.*

**Jautājums, ko problēmas risinātājs uzdod sev vai ekspertiem:**

*Kādos apstākļos veidne nekavēs „vibratorus”, pārnest enerģiju, kas nepieciešama betona ražošanai pie noteiktas amplitūdas un spēka, uz betonu?*

**Atbilde:**

*Veidne nekavēs enerģijas pārnesi no vibratoriem uz betonu, ja tā būs iztrūkstoša enerģijas plūsmā.*

## **Apsverot atbildes uz jautājumiem:**

*Konkrētajā sistēmā veidne veic transmisijas lomu, pārnesot enerģiju no vibratoriem uz betonu. Tālāk tā kustas uz priekšu un atpakaļ, pateicoties vibratoru ietekmes darbībai un elastīgajam spriegumam, ko rada šī ietekme. Šīs veidnes radītās kustības (vibrācijas) savukārt rada vibrācijas gan betonā veidnē, gan gaisā ap veidni.*



*Nav nepieciešama gaisa vibrācija ap veidni, tomēr nepieciešama vibrācija veidnē, betona masā.*

*Veidne nevibrēs ja vibratori to nekustinās. Tomēr vibratoriem tas jādara, lai sniegtu enerģiju betonam.*

### **Secinājums:**

*Ja veidne nav pakļauta vibratora kustībām, nav trokšņa, tomēr nepieciešams radīt enerģijas transmisiju cauri veidnei – no vibratoriem uz betonu.*

*Citiem vārdiem, enerģijai jāpāriet caur veidni, neradot tajā vibrācijas.*

Būtiski atzīmēt, ka domas pārformulēšana vairākas reizes, izmantojot citus vārdus, ir viens no mehānismiem, kā pārdomāt jau pieejamās idejas (modeļus) konkrētajā situācijā.

Tas ir arī mehānisms zemapziņas radošo procesu stimulēšanai ar paša risinātāja apziņas palīdzību. Turklat pārfrāzēšana citos vārdos un izdomas vai, piemēram, zīmējumu izmantošana (vizualizēšana) konkrētās problēmas situācijas izpratnei, ir mehānisms psiholoģiskā inertuma pārvarēšanai un stereotipu laušanai, kas kavē problēmu atrisināšanu.

Lai cīnītos pret psiholoģisko inertumu, nepieciešams aizvietot profesionālo terminoloģiju ar vienkāršiem, funkcionāliem terminiem. Tas jāveic jau uzsākot pirmos ARIZ soļus un visas analīzes laikā. Stereotipi uzstāj profesionālas terminoloģijas lietojumu, taču profesionālā terminoloģija ir labs instruments strādājot ar standarta profesionālajām problēmām. Strādājot ar nestandarta problēmām, šī terminoloģija pārvēršas par vienu no specīgākajiem šķēršļiem risinājuma atrašanā. Profesionālā terminoloģija rada miglainus priekšstatus, kamēr problēmas risināšanai nepieciešami pielāgojami, dinamiski un funkcionāli atspoguļojami veidoli.

Šajā gadījumā, ir lietderīgi aizvietot terminu “vibrators” ar terminu “vibrācijas enerģijas generators”. Terminu “veidne” var aizvietot, piemēram, ar terminu “betona veidotājs”.

### **Secinājumi – turpinājums (Daļējais Risinājums):**

*Tādējādi vibrators un veidne var mainīties, lai no vienas puses veiktu visas savas funkcijas, no otras – likvidētu negatīvo apstākļu ietekmi, neradot nevēlamus efektus. Gan veidnei, gan vibratoram jāmainās nemainoties – t.i. tiem jāmainās, bet tie nedrīkst radīt kaitīgo ietekmi un tiem joprojām jāveic to funkcijas.*

*“Veidnes” pazīmes, kas ietekmē gan troksni veidnes apkārtnē, gan betona kvalitāti:*

- *Veidnes fleksibilitāte;*
- *Uzņēmība pret mehānisko enerģiju;*
- *Stingrība, cietība, spēja kalpot kā trokšņu slāpētājam;*

ARIZ soļi un likumi efektīvi vada mūsu domāšanu; tālab, pasniedzot TRIZ,, studentiem tas tiek vienkāršots līdz izpratnes veidošanai (spējai izjust, saskaņā ar atsevišķiem profesionāļiem), kā, kur un kad ARIZ vada zemapziņas radošo domāšanu. Tā rezultātā regulāra ARIZ pielietošana attīsta paralēlo domāšanu pa astīm (pazīmju apakšsistēmas) sistēmas operatorā: līmeņu hierarhiju sistēma (sistēmas parametru apakšsistēmas); dažādu līmeņu sistēmu no laika atkarīgās īpašības – laika ass (pazīmju apakšsistēma); Anti-sistēmas ass (telpa sistēmām, kas izaicina esošo sistēmu, kavē tās darbību un stimulē tās attīstību).

Jāatzīmē, ka sistēmas operators ir daudz dzīļaka saturā modelis, kas ar virspusēgām zināšanām pazīstams kā “Deviņu ekrānu shēma”. Saskaņā ar H.S. Altšullera koncepciju, ARIZ nav instruments problēmu risināšanai, bet gan instruments rīku radīšanai, lai izstrādātu domāšanas sistēmu, kas balstīta uz klasiskās TRIZ sistēmas operatora. Attīstot sevī spēju pielietot šos domāšanas instrumentus, attīstām arī spēju risināt sarežģītas problēmas. Tas ir īpaši būtiski pārvaldot ARIZ, jo ir iespējams zināt visus ARIZ likumus un komentārus no galvas, taču nespēt to pielietot ARIZ praksē.

ARIZ-balstīta domāšana vai domāšana, kas balstīta uz klasiskā ARIZ sistēmas operatora, var tikt attīstīta, risinot reālas problēmas, izmantojot ARIZ instrumentus. Tikai izprast ARIZ darbības logiku, bez prasmes to pielietot, nav pietiekami. ARIZ ir instruments, ko aktivizē pats



risinātājs, to atbalsta un vada savas zemapziņas radošajos procesos. ARIZ arī piedāvā likumus darbam ar zināšanām no dažādām nozarēm un šo zināšanu integrēšanai ar izmantoto metodi. Tas palīdz sarežģītu problēmu risināšanā specifiskā kontekstā, tanī pat laikā balstoties uz vispārpieņemtām un universālām procedūrām.

Pieaugušie padzīļinātu ARIZ izpratni un asimilāciju var sasniegt praktizējoties – risinot problēmas, kur skolotāja lomas izpilde prasa pilotam līdzīgas iemaņas. Pirmkārt, topošie piloti apgūst lidošanas likumus uz trenažieriem un simulatoriem. Tad viņi sēžas lidmašīnā un sāk darboties ar īstajām lidaparāta vadības svirām. Viņi vēl nelido, bet sajūt visas instruktora veiktās darbības ar vadības sviru starpniecību. Pēc kāda laika instruktors ļauj iesācējam vadīt lidaparātu, tomēr joprojām ir gatavs iejaukties vadībā, ja nepieciešams. Lidaparāta vadīšanas prasmēm veidojoties, instruktora iejaukšanās lidaparāta vadībā samazinās un jaunais pilots lido arvien patstāvīgāk. Visbeidzot jaunajam pilotam ir ļauts vadīt lidmašīnu bez instruktora uzraudzības. Prasmju tālāka attīstība notiek patstāvīgi lidojot un praktizējoties. Tieši tāpat notiek ar ARIZ.

Profesionāls TRIZ speciālists soli pa solim vada iesācēju cauri ARIZ. Līdz iesācējā sāk darboties labas ARIZ pielietošanas spējas, iesācējs arvien vairāk ARIZ soļu var veikt patstāvīgi. ARIZ vadības process notiek vairākos posmos: iepazīšanās ar ARIZ likumiem un soļiem; ARIZ pielietošana treniņproblēmām un pakāpeniska prasmju pilnveidošanās veikt soļus patstāvīgi līdz pilnīgai ARIZ soļu apguvei. Otrs posms sastāv no diviem apakšposmiem: vispirms māceklis/ students sāk pielietot ARIZ likumus un soļus neapzinātā līmenī. Otrs apakšlīmenis ir pāreja uz apzinātu ARIZ soļu izpildi zemapziņas līmenī. Tā rezultātā studenti iemācās apzināti pielietot ARIZ domāšanas stilu profesionālajā darbībā un pat privātajā dzīvē. Līdzīgi notiek ar svešvalodu apguvi, kad tā tiek lietota kā otrā valoda, atrodoties ārpus dzimtās valsts.

Solī 2.3 atspoguļots, kā sākotnējā problēma tiek sašķelta apakšproblēmās. Katra apakšproblēmā atspoguļota iespēja to risināt, izmantojot citu resursu.

Var teikt, ka vingrināšanās ARIZ tiek vienkāršota līdz spējai attīstīt iespēju redzēt, izprast un pieņemt pakāpeniskas problēmas situācijas pārveidojumus tāpat kā šķietami nereālus problēmu formulējumus un daļējos risinājumus. Dažkārt iesācējiem šie formulējumi var pat šķist mulķīgi, nesasniedzami un neiespējami. Uzkrājot ARIZ un TRIZ pielietošanas pieredzi, iesācēji sāk saprast, ka nestandarda problēmas risināšana prasa pārkāpt izpratnes „iespējams – neiespējams” robežas.

Šīs jaunās problēmas un daļējie risinājumi jāpārdomā, lai uzveiktu psiholoģisko inertumu. Lai tiktu galā ar šīm jaunajām, šķietami neatrisināmajām problēmām, un šķietami nereālajiem vai nepielietojamajiem risinājumiem, ir lietderīgi izmantot OTSM Neiespējamības Aksiomu un atbilstošos instrumentus šīs teorētiskās Aksiomas praktiskai pielietošanai.

ARIZ instrumenti ļauj mums neiespējamo pārvērst iespējamajā. Detalizētāku šo instrumentu aprakstu nav iespējams iekļaut ierobežotā apjoma dēļ, to katram interesentam jāmeklē pašam.

Īpaši jāuzsver fakts, ka nestandarda problēma parādās tikai tādēļ, ka standarta, reālie izmēģinātie risinājumi neder specifiskās situācijas risināšanā. Lai atrastu risinājumu, nepieciešams pārkāpt iespējamā – neiespējamā robežas, kas mūs saista. Tālab nedrīkst noraidīt netradicionālas idejas tikai tādēļ, ka tās sākotnēji šķiet neiespējamas. Piemēram, jau iepriekš pieminētā projekta izpildes laikā, katra no uzņēmuma speciālistu tikšanās reizēm ar TRIZ speciālistiem iesākās un noslēdzās vienā un tajā pašā manierē. Vispirms TRIZ speciālisti

prezentēja auditorijai problēmas situācijas analīzes rezultātus un idejas, kas iegūtas no šīs analīzes. Un katru reizi pirmie vārdi no uzņēmuma speciālistiem bija, ka idejas nav ne nieka vērtas, ka tās ir nerealizējamas un ka „tā neviens nerīkojas”.

Katrreiz pēc pusstundas analīzes, kāpēc daļējais risinājums nevar tikt ieviests, kļuva skaidrs, ka šajā virzienā tomēr ir kaut kas darāms un risinājums ir ieviešams praksē. Īpašs šajā projektā bija fakts, ka ar laiku uzņēmuma speciālisti uz visiem jautājumiem atbildēja gandrīz nekavējoties, veica prāta eksperimentus un vēlējās pārrunāt pavisam dīvainus risinājumus. Viņi bija strādājuši pie problēmas vairāk kā sešus gadus un veikuši neskaitāmus eksperimentus, uzkrājuši bagātīgu pieredzi par problēmas būtību un saistītajām komponentēm.

Otrs iemesls, kāpēc šis projekts uzskatāms par neparastu, ir tādēļ, ka speciālisti atrada un pieņēma ieviešanai jaunu, negaidītu risinājumu. Visvairāk laika tika izlietots pārliecinot uzņēmuma vadītājus. Rezultātā vadītāji nonāca pie secinājuma, ka risinājums ir interesants un noderīgs, un tas jāpatentē. Patentēšanas laikā kļuva skaidrs, ka tad, kad jautājums par risinājuma pieņemšanu tika pārrunāts, līdzīgu patentu iesniedzis konkurējošs uzņēmums. Šis piemērs ilustrē būtisku secinājumu: veiksmīgai inovatīvai uzņēmuma darbībai nepieciešama arī inovatīva korporatīvā kultūra. Nav pietiekami, ja ir pieejamas inovatīvas problēmu risināšanas metodes. Izstrādāto inovatīvo ideju efektīva pielietošana prasa noteiktas sistēmas izstrādi darbam ar inovāciju. Inovācijas aktivitāte stipri atšķiras no uzņēmuma ikdienas. Manu kolēgu, TRIZ speciālistu pieredze, apliecinā, ka joprojām uzņēmumi šodien nav gatavi strādāt tirgus diktētos apstākļos pie inovācijas pastāvīga un ilgtermiņa pielietojuma.

Pāreja no strādāšanas ar atsevišķām inovatīvām problēmām uz sistemātisku šādu problēmu plūsmas kontroli var izrādīties nozīmīga uzņēmuma konkurētspējas priekšrocība. Šāds darbs prasa korporatīvo inovācijas kultūru, kas attiecīgi atšķiras no mērķiem, kas atrodas zem esošās korporatīvās kultūras. Uzņēmumi, kas pirmie atrisinās problēmu starp esošo kultūru un inovācijas kultūru, iegūs nozīmīgas priekšrocības pār konkurentiem.

Trešā šī projekta īpatnība bija – pārrunājot šīs nejaušās sakritības ar maniem kolēgiem – TRIZ speciālistiem, atklājās tendence šī sakritībām parādīties vēl biežāk. Ko nebija pamanījis viens no TRIZ speciālistiem, pamanīja profesionālu grupa, no kurās katrs aptuveni 25 gadus bija strādājis ar TRIZ. Radās iespaids, ka uzņēmumi sāk arvien biežāk izmantot TRIZ elementus savā darbā, kas ļauj tiem atrast efektīvākus problēmu risinājumus. Šo uzņēmumu izstrādātos un patentētos risinājumus kļuva arvien grūtāk apiet un atdarināt, pat izmantojot TRIZ instrumentus.

Tā rezultāts ir vēl kāda konkurētspējīga priekšrocība. Citu starp sistemātiska TRIZ elementu pielietošana līdz ar korporatīvo inovācijas kultūru ļaus šādiem uzņēmumiem organizēt pastāvīgu produktu un pakalpojumu inovācijas plūsmu, gan uzņēmumā, gan uzņēmuma biznesā. Pēc modernajiem nosacījumiem par sīvo konkurenci visā pasaulei un straujajām tirgus izmaiņām, uzņēmējdarbība nevar būt nejauša. Nejaušā mēģinājumu – kļūdu metode ir dārga gan uzņēmumiem, gan investoriem. Arvien aktuālāka kļūst inovācijas ātruma un veiksmes problēma.

Lai arī šī atkāpe var šķist nesaistīta ar materiāla tematu – ūsu ieskatu ARIZ – tomēr, kā jau iepriekš minēts, strādāšana pēc ARIZ likumiem, var sniegt daudz spēcīgu, efektīvu un progresīvu risinājumu. Šos risinājumus var iedalīt trijās grupās: risinājumi, kas jāievieš „šodien”, „rītdien” un „pārskatāmā nākotnē”. Šādu produktu attīstību prognozē uzņēmumiem nākotnē. Tomēr šāda situācija izskatās šodien no uzņēmuma nodoļu līmeņa un vadītāju viedokļa, kuri, sava ieņemamā amata spiesti, ir ieinteresēti ieviest iegūtos risinājumus uzreiz,



nedomājot par uzņēmuma nākotni un tā biznesu ilgtermiņā. Rezultāti, kas var būt ļoti nozīmīgi stratēģiskajai plānošanai, tiek vienkārši atmesti.

Datu apkopošana, šķirošana un analizēšana tālākai izmantošanai, kas prasa jaunu korporatīvo kultūru, aptver visus uzņēmuma līmeņus un ietver visu līmeņu darbiniekus. Veiksmīgu inovatīvu uzņēmumu nākotnes līderi savu darbu sāk jau šodien. Viņi pārdomā esošo korporatīvo kultūru un plāno tās pakāpenisku, bet efektīvu pāreju korporatīvajā inovācijas kultūrā. ARIZ, klasiskā TRIZ un OTSM var dot nozīmīgu ieguldījumu šīs vadības problēmas risināšanā. Augsti inovatīvu un efektīvu uzņēmumu izveidošana, kas darbojas ar atbilstošu korporatīvo kultūru, ir nopietns vadības izaicinājums 21. gadsimtā.

Šis ir aizraujošs temats, kur ARIZ tipa domāšana var attīstīt jaunas idejas un tendences, tādēļ atgriezīsimies pie ARIZ.





4.1.2 – STANDARTA RISINĀJUMA STRUKTŪRA  
4.2.2 – STANDARTS 1-2-2:  
KAITĪGĀS MIJEDARĪBAS NOVĒRŠANA, MODIFICEJOT ESOŠO VIELU

## 4 VIELAS- LAUKA ANALĪZE UN STANDARTA RISINĀJUMI

### 4.1 – VIELAS – LAUKA ANALĪZE UN STADARTA RISINĀJUMI: PAMATJĒDZIENI UN NOTEIKUMI

#### Definīcija

Vielas – lauka analīze ir TRIZ modelēšanas tehnika, kuras mērķis ir raksturot Tehniskās Sistēmas elementu un mijiedarbību uzvedību.



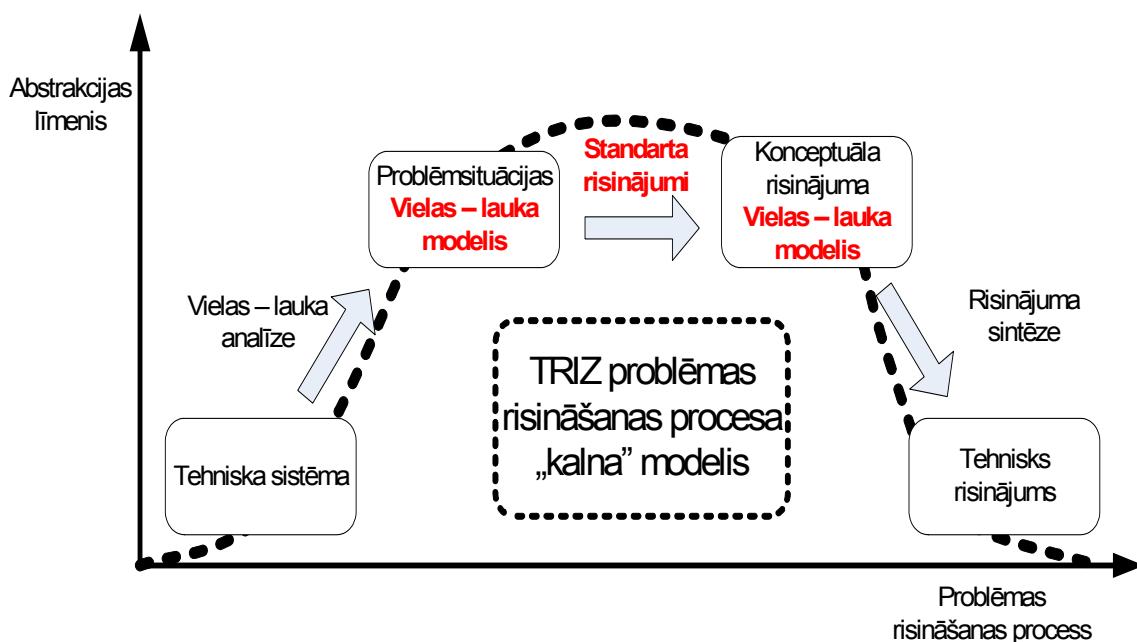
Standarta Risinājumi ir priekšrakstu sistēma Vielas – lauka modeļa sintēzei un pārveidei, kuras mērķis ir risinājuma rašana tehniskai problēmai.

#### Teorija

Tehniskas sistēmas (TS) funkcija ir tās pastāvēšanas pamatojums; struktūras līmenī TS veido elementi, šo elementu īpašības un to savstarpējās attiecības (skatiet arī EPV modeli).

Vielas – lauka modelis ir paņēmiens, kā aprakstīt tehnisku sistēmu raksturojošus elementus un mijiedarbības. Tādējādi Vielas – lauka modelis ir veids kā analizēt tehnisku sistēmu un aprakstīt problēmas trūkstošu, nepietiekamu vai nevēlamu mijiedarbību un nepilnību kontekstā. Problēmu, kas aprakstīta ar Vielas – lauka modeļa palīdzību, var risināt ar Standarta Risinājumu sistēmas palīdzību, kas paredz Vielas – lauka modeļa pārveidi tā, ka tiek uzlabota tehniskas sistēmas darbība un / vai novērstas nevēlamos iedarbības.

#### Modelis



Attēls 1.a – TRIZ problēmas risināšanas procesa „kalna” modelis un Vielas – lauka modelēšanas un Standarta risinājumu loma

## Metode

Uz Standarta risinājumu piemērošanas balstītu problēmu risināšanas procesu veido šādi soļi (Attēls 1.a):

1. Vispārīgi aprakstiet risināmo problēmu (tehniskie jēdzieni ir spēcīgi psiholoģiskā inerces veicinātāji) – identificējiet radāmo ideju novērtēšanas / izvēles kritērijus.
2. Izveidojiet problēmsituācijas Vielas – lauka modeli (abstrakcijas process).
3. Izvēlieties problēmsituācijai piemērotāko Standarta risinājumu pieeju atbilstoši Vielas – lauka modeļa aprakstam (2.2 – Standarta risinājumu klasifikācija)
4. Radiet praktisku risinājumu 1.solī aprakstītajai problēmai, pielietojot 3. solī identificēto konceptuālo risinājumu atbilstoši attiecīgajā situācijā pieejamajiem Vielas – lauka resursiem.

## Piemērs

### Problēmsituācija:

Smilšainā reģionā jāuzlabo lauksaimniecības iespējas. Ar cauruļvadu sistēmas palīdzību līdz laukiem ir aizvadīts un plaši pieejams upes ūdens, taču stādi joprojām aug pārāk lēni.



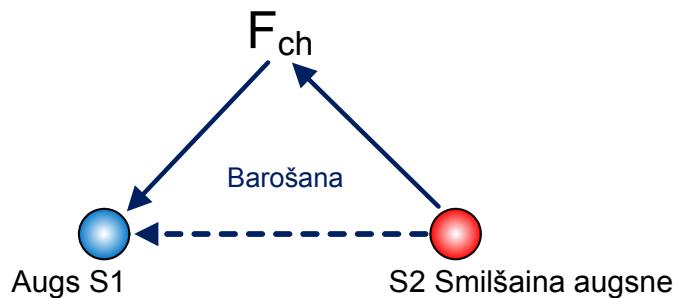
### Ko darīt?

#### 1.solis:

Mēs vēlamies uzlabot augu augtspēju smilšainā apvidū. Augi tiek kārtīgi laistīti, taču to barošana nav pietiekama.

#### 2.solis:

Problēmsituācijas Vielas – lauka modelis tiek veidots atbilstoši norādījumiem sadaļā 1.2 – Minimālas tehniskās sisēmas modelis (Attēls 1.b): ķīmiskais lauks starp zemi un augiem navnenodrošina pietiekamu mijiedarbību.

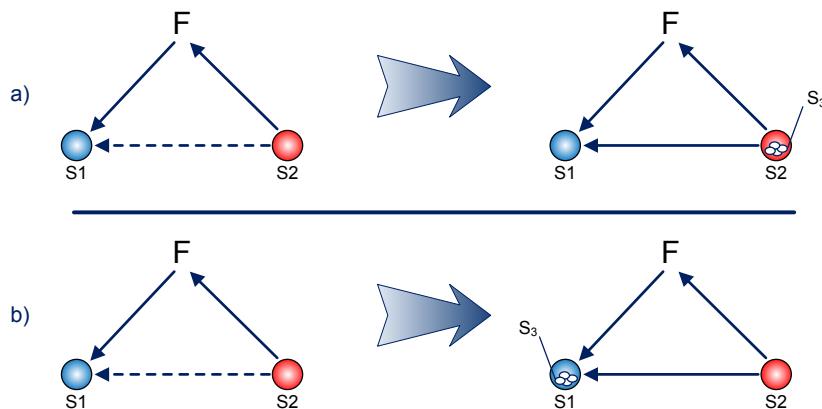


Attēls 1.b – Problēmsituācijas Vielas – lauka modelis

#### 3.solis:

Lai uzlabotu Vielas – lauka mijiedarbības pozitīvo ietekmi, tiek ieteikts ņemt vērā Klasei 1.1 piederošos standarta risinājumus (2.2 – Standarta risinājumu klasifikācija).

Pirmais aplūkojamais standarts ir standarts 1-1-2: mijiedarbību uzlabšana, pievienojot objektam papildelementus (Attēls 1.c).



Attēls 1.c – STANDARTS 1-1-2: mijiedarbību uzlabšana, pievienojot objektam papildelementus.

Vielas – lauka modeļi attēla 1.c labajā pusē apzīmē 1.solī aprakstītās un 2.solī formulētās problēmas konceptuālos risinājumus.

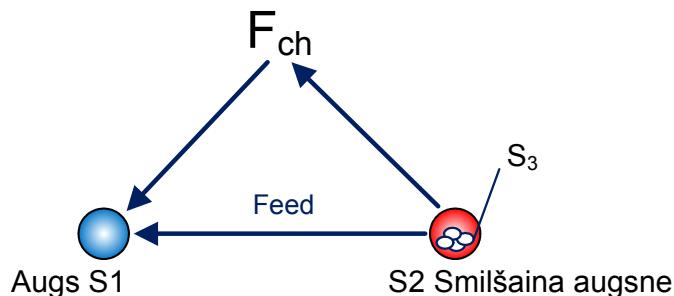
Līdzīgā veidā, piemērojot citus Standartus, iespējams identificēt tālākus konceptuālus risinājumus.

#### 4.solis:

Lai no konceptuāla risinājuma modeļa sintezētu praktisku risinājumu, jāņem vērā konkrētā situācija (Attēls 1.d). Jāatzīmē, ka tā paša standarta risinājuma alternatīva interpretācija norādītu uz papildelementu pievienošanu augiem (Attēls 1.c zemāk).

Kādu vielu  $S_3$  varētu pievienot smilšainajai augsnei, lai uzlabotu tās ķīmisko mijiedarbību ar augiem?

Vēlamos uzlabojumus varētu nodrošināt barības vielas jeb mēslojums.



Attēls 1.d – Standarta 1-1-2 piemērošanas attēla 1.b Vielas – lauka modelim piemērs: mijiedarbību iespējams uzlabot, iestrādājot augsnē papildvielas (Attēls 1.c augšā).

#### Atsauce

- [1] VV.AA.: *A thread in the labyrinth* (in Russian). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3.



## 4.1.1 – MIJEDARBĪBU VEIDI UN TO SIMBOLI



4.1.1.1 – LAUKU VEIDI UN AR  
TIEM SAISTĪTIE SIMBOLI  
4.1.1.2 – MIJEDARBĪBU VEIDI  
UN TO SIMBOLI



### Definīcija

Noteiktu funkciju veikt spējīgu minimālu tehnisko sistēmu veido trīs elementi: divas vielas un lauks.

Viela ir sistēmas (pamatsastāvdaļa vai sarežģīta apakšsistēma) elements, ko var iesaistīt funkcionālā mijiedarbībā ar citām vielām gan kā funkciju nesēju, gan kā pašas funkcijas objektu.

Lauks ir mijiedarbība, ko raksturo [jebkāda veida] enerģijas, informācijas vai mehāniska spēka utt. plūsma, ko rada viela, potenciāli ietekmējot citas vielas.

### Teorija

Funkcionālās mijiedarbības būtiski elementi ir funkcijas nesējs (instruments), funkcijas objekts un lauks. Gan funkcijas nesēju, gan objektu sauc par Vielu.

TRIZ izpratnē Viela var būt jebkura sarežģītības līmeņa sistēma, no atsevišķa elementa (piem., adata, bumba, putekļveida daļiņa) līdz pat sarežģītai konstrukcijai (piem., lidmašīna, klēpjulators, mākslīgais Zemes pavadonis).

Lai kāda nebūtu sistēmas sarežģītība, tās mijiedarbība ar citām vielām prasa vismaz Lauka klātbūtni, respektīvi – jebkādu enerģijas, informācijas, spēka plūsmu.

Ir vairāki Lauka veidi (1.1.1 – Mijedarbību veidi un ar tiem saistītie simboli), kā arī vairāki divu vielu mijiedarbību veidi (1.1.2 – Lauku veidi un ar tiem saistītie simboli).



### Atsauce

[1] VV.AA.: *A thread in the labyrinth* (in Russian). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3.

#### 4.1.1.1 – LAUKU VEIDI UN AR TIEM SAISTĪTIE SIMBOLI

##### Definīcija

Gravitācijas lauks: dabisks divu masīvu objektu savstarpējās pievilkšanās spēks, kas ir tieši proporcionāls to masai un apgriezti proporcionāls starp tiem esošajam attālumam kvadrātā.



Mehāniskais lauks: mijiedarbība, kas attiecas uz vai ko ietekmē mehānika, respektīvi – vielas vai materiālas sistēmas spēki (berze, inerce, elastība, celtspēja, peldspēja, šķidrumu spiediens).

Akustiskais lauks: mijiedarbība, ko rada vai aktivizē, kas satur, kas rada vai uz ko attiecas skaņas viļņi, tajā skaitā ārpus saklausāmo frekvenču diapazona.

Termiskais lauks: mijiedarbība, kas saistīta ar jebkāda veida siltuma vadīšanu (vadīšana, konvekcija, radiācija).

Ķīmiskais lauks: mijiedarbība, kas saistīta ar vielas sastāvu, struktūru, īpašībām un reakcijām.

Elektriskais lauks: fizikāla parādība, ko izraisa elektronu un protonu uzvedība, ko izraisa daļiņu ar pretēju lādiņu vērtību savstarpēja pievilkšanās un daļiņu ar vienādu lādiņu vērtību atgrūšanās.

Magnētiskais lauks: spēks, kas pastāv starp magnētiskajiem poliem un rada magnetizāciju.

Elektromagnētiskais lauks: mijiedarbība, kas saistīta ar elektromagnētiskā starojuma radīšanu, izplatīšanu un konstatēšanu par rentgena stariem garāku viļņu starojuma diapazonā, piemēram, gaisma un redze.

Bioloģiskais lauks: mijiedarbības, kas attiecas uz, kas izraisa, vai kas ietekmē dzīvus organismus, piemēram, fermentācija, novecošana.

Kodollauks: mijiedarbības, kas saistītas ar atoma kodola spēkiem, reakcijām un iekšējām struktūrām, piemēram, kodolsintēze, kodoldalīšanās, starojums.

##### Teorija

Lauks ir mijiedarbība ko raksturo [jebkāda veida] enerģijas, informācijas un mehāniska spēka plūsma, ko rada viela, potenciāli ietekmējot citas vielas.

Lauka veidu nosaka divu vielu mijiedarbība. Jāatzīmē, ka lauku veidu definīcijas dažkārt pārkājas: bioloģiskais lauks augstākā detalizācijas līmenī var būt ķīmisks; radiācijas vadītais siltums var būt termisks un elektromagnētisks lauks. Tomēr šāda daudznozīmība neietekmē modelēšanas tehnikas efektivitāti, ja visā konkrētas tehniskas sistēmas analīzes laikā tiek izmantota viena un tā pati definīcija.

## Modelis

Lauka veids	Simbols
Gravitācijas	$F_{Gr}$
Mehāniskais	$F_{Mec}$
Akustiskais	$F_{Ac}$
Termālais	$F_{Th}$
Ķīmiskaisl	$F_{Ch}$
Elektriskais	$F_{El}$
Magnētiskais	$F_M$
Elektromagnētiskais	$F_{EM}$
Bioloģiskais	$F_B$
Kodollauks	$F_N$

Attēls 1.1.1.a – Lauku veidi un to simboli.

## Piemērs



Lauka veids	Piemēri
Gravitācijas	Gravitācija, planētu savstarpējā pievilkšanās
Mehāniskais	Berze, spiediens, inerce
Akustiskais	Skaņas viļņi, ultraskaņa
Termiskais	Siltumapmaiņa ar vadīšanu, konvekciju, starojumu
Ķīmiskais	Oksidācija, šķīšana, degšana, saraušanās, sasaistīšanās
Elektriskais	Elektrostatika, elektriskā indukcija
Magnētiskais	Magnetostatika, magnētiskā indukcija
Elektromagnētiskais	Gaisma, lāzers, mikroviļņi, rentgena stari, gamma-stari
Bioloģiskais	Fermentācija, novecošana
Kodollauks	Kodolsintēze, kodoldalīšanās

Attēls 1.1.1.b – Lauku piemēri.

## Pašnovērtējums

### Vingrinājums 1:



Analizējiet mijiedarbības starp vielām, nosakiet lauku veidus un piešķiriet atbilstošo simbolu:

1. slotā, kas slauka grīdu;
2. leduskapis, kas atdzesē pudeli ar ūdeni;
3. radio, kas atskaņo mūziku;
4. cepeškrāsns, kas cep cepeti;
5. krāsa, ar ko tiek noklāta siena;
6. lāpa, kas izgaismo alu;
7. sērkociņa liesma, kas aizdedzina cigaretī;
8. orientācija, kas groza kompasa adatu;
9. āmurs, kas sit naglu;
10. dārzenis, kas sapelē;
11. kafijas krūzē šķīstošs cukurs;
12. neitrons, kas tiek pievienots ūdeņraža kodolam.



Atbilde 1:

Mijiedarbība	Lauka veids	Simbols
slota, kas slauka grīdu	Mehāniskais (stumšanas spēks)	$F_{Mec}$
leduskapis, kas atvēsina pudeli ar ūdeni	Termālais (konvekcija)	$F_{Th}$
radio, kas atskaņo mūziku	Akustiskais (skaņas vilni)	$F_{Ac}$
cepeškrāsns, kas cep cepeti	Termālais (radiācija) vai elektromagnētiskais (infrasarkanie stari)	$F_{Th} - F_{EM}$
krāsa, ar ko tiek noklāta siena	Ķīmiskais (lipšana)	$F_{Ch}$
lāpa, kas izgaismo alu	Elektromagnētiskais (gaisma)	$F_{EM}$
sērkociņa liesma, kas aizdedzina cigaretī	Ķīmiskais (degšana)	$F_{Ch}$
orientācija, kas groza kompasa adatu	Magnētiskais (Zemes magnētiskais lauks)	$F_M$
āmurs, kas sit naglu	Mehāniskais (trieciena spēks)	$F_{Mec}$
dārzenis, kas sapelē	Bioloģiskais (novecošana)	$F_B$
kafijas krūzē šķīstošs cukurs	Ķīmiskais (šķīšana)	$F_{Ch}$
neitrons, kas tiek pievienots ūdeņraža kodolam	Kodollauks (dalīšanās)	$F_N$



**Atsauce**

[1] VV.AA.: *A thread in the labyrinth* (in Russian). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3.





4.1.1.1 – LAUKU VEIDI UN AR TIEM SAISTĪTIE SIMBOLI

## 4.1.1.2 – MIJIEDARBĪBU VEIDI UN TO SIMBOLI



### Definīcija

Pieņemsim, ka starp divām Vielām – S1 un S2 – notiek mijiedarbība, kurā S2 noteiktā veidā iedarbojas uz S1 pazīmes vērtību (vērtēšanas pazīmi jeb VP).

Lietderīgā darbība: Darbība tiek uzskatīta par lietderīgu, ja iedarbība uz VP ir vēlama.

Kaitīga darbība: Darbība tiek uzskatīta par kaitīgu, ja iedarbība uz VP nav vēlama vai notiek nepareizi.

Nepietiekama, nepabeigta darbība: Lietderīga darbība tiek uzskatīta par nepietekamu vai nepabeigtu, ja iedarbība uz VP ir mazāka, nekā vēlamā iedarbības vērtība.

Iztrūkstoša darbība: Lietderīga darbība tiek uzskatīta par iztrūkstošu, ja gaidītā iedarbība uz VP ir potenciāli iespējama, taču sistēmā nenotiek.

Nekontrolēta iedarbība: Lietderīga darbība tiek uzskatīta par nekontrolētu, ja pazīmes pienēmo vērtību diapazons ir pārāk plašs.

Pārmērīga iedarbība: Lietderīga darbība tiek uzskatīta par pārmērīgu, ja ietekme uz pazīmes vērtību pārsniedz vēlamo vērtību.

Nevajadzīga iedarbība: Lietderīga darbība tiek uzskatīta par virspusēju (nevajadzīgu), ja iedarbība uz pazīmes vērtību sistēmas darbībai nav nepieciešama, taču tai arī nekaitē.

### Teorija

Funkciju raksturo funkcijas nesējs (TRIZ izpratnē – “instruments”), darbība un izstrādājums, kas saņem funkciju. Darbību var atbilstoši definēt, ja to iespējams izteikt ar vienu no četriem darbības vārdiem (palielināt, samazināt, mainīt, stabilizēt) un izstrādājuma pazīmu vertībām (EPV modelis). Funkcijas ietekmes dēļ izstrādājuma pazīmei, piemēram, izmēram, krāsai, elektrovadītspējai vai formai, tiek piesķirta noteikta vērtība, piemēram, viens metrs, sarkans, pieci sīmeni metrā vai lodveida. Ja ir vēlama izstrādājuma pazīmes modifikācija, funkcija tiek uzskatīta par lietderīgu. Ja izstrādājuma pazīmes modifikācija nav vēlama, funkcija tiek uzskatīta par kaitīgu. Ja izstrādājuma pazīme precīzi atbilst vēlamajai vērtībai, lietderīgu funkciju vidū ir pietiekami lietderīga funkcija. Savukārt, ja pazīmes vērtība ir nepietiekama, funkcija tiek uzskatīta par lietderīgu, bet nepietiekamu.

### Modelis

Mijiedarbības veids	Simbols
Lietderīgs	

Mijiedarbības veids	Simbols
Kaitīgs	
Lietderīgs nepietiekams	
Iztrūkstošs	
Nekontrolēts	
Pārmērīgs	
Nevajadzīgs	

Attēls 1.1.2.a – Mijiedarbības veidi un to simboli.

## Metode

Soli, lai klasificētu mijiedarbību starp divām vielām:

1. Identificējiet vielas, kas mijiedarbojas, atšķirot Instrumentu un Izstrādājumu.
2. Nosakiet lauka veidu (1.1.1 – Lauku veidi un to simboli).
3. Nosakiet izstrādājuma pazīmi, uz kuru ar laukā starpniecību iedarbojas instruments.
4. Analizējiet lauka ietekmi uz izstrādājuma pazīmi (VP):
5. ja ietekme uz VP ir vēlama, lauks nosaka lietderīgu mijiedarbību;
  - a. ja ietekme uz VP ir vēlama, taču nav gaidīta, lauks nosaka nepietiekamu lietderīgu mijiedarbību;
    - \* ja ietekme uz pazīmi ir vēlama, taču tās vērtību diapazons ir pārāk plašs, lauks nosaka nekontrolētu lietderīgu mijiedarbību;
    - \* ja ietekme uz pazīmi ir vēlama, taču tās nav, lauks nosaka lietderīgas mijiedarbības iztrūkumu;
    - \* Ja ietekme uz VP ir vēlama, bet lielāka nekā gaidīts, lauks nosaka pārlieku lietderīgu mijiedarbību.
  - b. ja ietekme uz VP nav vēlama, lauks nosaka kaitīgu iedarbību;
  - c. ja ietekme uz EP nav vēlama, bet arī nerada kaitējumu, lauks nosaka lieku mijiedarbību.

## Piemērs

### Piemērs 1:



Ir vasara, ir ļoti karsts un Nina saviem izslāpušajiem draugiem vēlas piedāvāt mazliet vēsas augļu sulas. Diemžēl ledusskapis ir tukšs sula ir diezgan silta.

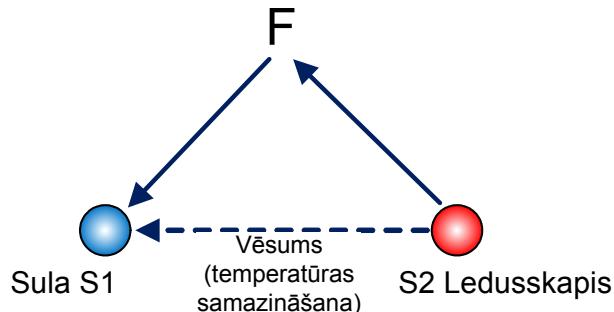
Viņa ieliek sulu ledusskapī, bet tā atdziest samērā lēni – pēc 15 minūtēm tā joprojām ir silta.

Klasificēsim mijiedarbību pēdējā teikumā.

Vielas, kas mijiedarbojas, ir ledusskapis un sula, jeb, citiem vārdiem – instruments un izstrādājums.

Ledusskapis un sula mijiedarbojas termiskajā laukā (siltuma konvekcija ledusskapja iekšpusē). Sulas (izstrādājuma) pazīme, ko ietekmē ledusskapis (izstrādājums) termiskajā laukā, ir temperatūra (VP): ledusskapis “samazina” sulas temperatūru.

Ledusskapja ietekme uz VP ir vēlama (ir vēlams, lai ledusskapis samazina sulas temperatūru), taču mazāka, nekā gaidīts (pēc 15 minūtēm temperatūra joprojām ir pārāk augsta), tādēļ lauks nosaka nepietiekamu lietderīgu mijiedarbību (Attēls 1.1.2.b).



*Attēls 1.1.2.b – Mijedarbība starp ledusskapi un augļu sulu ir lietderīga, bet nepietiekama, jo atdzišana prasa pārāk daudz laika.*

### Piemērs 2:



Ir ziema un pilsētā, kur Nina dzīvo, temperatūra janvārī bieži ir zemāka par  $0^{\circ}\text{C}$  un tāpēc ūdens ūdensvados dažkārt sasalst. Tā kā ledum tilpums ir lielāks nekā šķidram ūdenim, tas rada tik spēcīgu spiedienu uz caurļaudu iekšējo virsmu, ka cauruļvads saplīst.

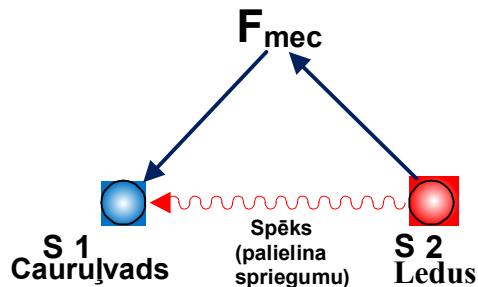
Analizēsim mijiedarbību pēdējā teikumā.

Vielas, kas mijiedarbojas, ir ledus un cauruļvads, jeb instruments un izstrādājums (pievērsiet uzmanību, ka cauruļvads tiek uzskatīts par izstrādājumu, jo uz to iedarbojas ledus).

Ledus un cauruļvads mijiedarbojas mehāniskajā laukā (spiediens, kas rodas, palielinoties tilpumam, kad ūdens maina savu agregātstāvokli no šķidra uz cietu).

Cauruļvada (izstrādājuma) pazīme, ko ietekmē ūdens (instruments) mehāniskajā laukā, ir materiāla spriegums (VP): ledus “palielina” cauruļvada materiāla spriegumu.

Ledus ietekme uz VP ir nevēlama (nav vēlams, ka ledus palielina cauruļvada materiāla spriegumu), tādēļ lauks nosaka kaitīgu mijiedarbību (Attēls 1.1.2.c).



*Attēls 1.1.2.c – Mijiedarbība starp ledu un cauruļvadu ir kaitīga, jo nav vēlams palielināt cauruļvada materiāla spriegumu.*

## Pašnovērtējums



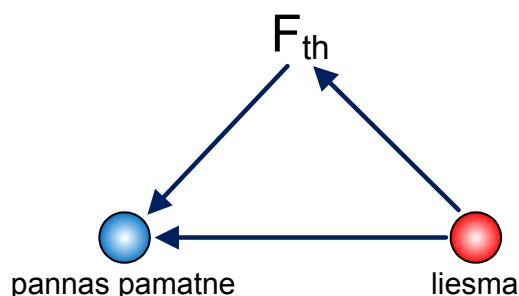
### Vingrinājums 1:

Nina ir virtuvē. Viņa ievēro, ka uz gāzes plīts ir panna un liesma karsē gan pannas pamatni, gan tās rokturi. Mēģiniet modelēt divas situācijas.



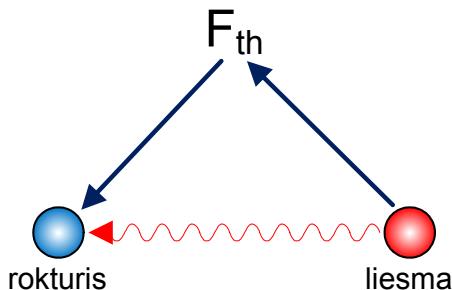
### Atbilde 1:

Jāizveido divi modeļi: pirmais attiecas uz liesmas funkciju attiecībā pret pannas pamatni. Ir divas vielas – panna (S1) un liesma (S2), kā arī viens lauks, kas ir termiskais lauks. Notiek ošā ietekme ir lietderīga un pietiekama (Attēls 1.1.2.d).



*Attēls 1.1.2.d – Liesmas karsētas pannas Vielas – lauka modelis.*

Otrs modelis attiecas uz pannas roktura sakaršanu. Šajā gadījumā divas iesaistītās vielas ir pannas rokturis (S1) un liesma (S2). Lauks joprojām ir termiskais lauks, taču šajā gadījumā liesmas ietekme uz rokturi ir kaitīga, jo sakarsis rokturis var apdedzināt Ninas roku (Attēls 1.1.2.e).



Attēls 1.1.2.e – Liesmas karsēta roktura kaitīgas iedarbības Vielas – lauka modelis.

## Atsauce

- [1] VV.AA.: *A thread in the labyrinth* (in Russian). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3.



## 4.1.2 – Minimālas tehniskās sistēmas modelis



4.1.1.1 – LAUKU VEIDI UN AR TIEM SAISTĪTIE SIMBOLI  
4.1.1.2 – MIJEDARBĪBU VEIDI UN TO SIMBOLI

### Teorija

Minimālu tehnisko sistēmu, kas veic noteiktu funkciju, veido trīs elementi – divas vielas un lauks.

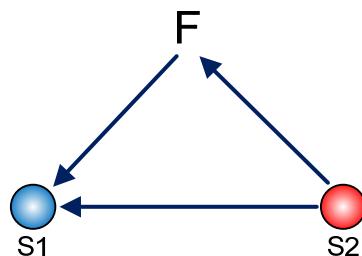
Darbojošās sistēmas vienkāršāko modeli veido triāde  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $F$ , kurā viela  $S_2$  ar lauka  $F$  palīdzību ietekmē vielu  $S_1$  (attēls 1.2.a).

Lauku klasificē atbilstoši kritērijiem, kas definēti 1.1.1 Lauku veidi un to simboli.

$S_2$  ietekmi uz  $S_1$  var klasificēt, atbilstoši kritērijiem, kas definēti 1.1.2 Mijiedarbību veidi un to simboli.

Vielas – lauka modeli grafiskā veidā attēlo ar noteiktiem simboliem un noteikumiem (1.2.1 Vielas – lauka modeļa grafisks attēlojums).

### Modelis



Attēls 1.2.a – Minimālas tehniskās sistēmas modelis.

## 4.1.2.1 – VIELAS – LAUKA MODEŁA GRAFISKS ATTEĽOJUMS

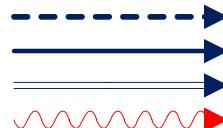


4.1.1.1 – LAUKU VEIDI UN AR  
TIEM SAISTĪTIE SIMBOLI  
4.1.1.2 – MIJEDARBĪBU VEIDI  
UN TO SIMBOLI

### Modelis



$F_{(veids)}$



Lauks

Saites

Attēls 1.2.1.a – Vielas – lauka modeļa elementi: vielas, lauki, saites.

### Metode

Funkcionālās mijiedarbības Vielas – lauka modeļa izveidošanas soļi:

1. identificējiet funkcioālajā mijiedarbībā iesaistītās vielas;
2. pārbaudiet viena vai vairāku lauku esamību starp katru vielu pāri;
3. klasificējiet lauku (1.1.1) un mijiedarbību (1.1.2);
4. piešķiriet katram elementam piemērotu simbolu (Attēls 1.2.1.a).

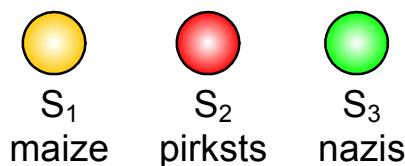
### Piemērs

Piemērs 1: Nina gatavo sviestmaizes

Griežot maizi sviestmizēm piknikam, Nina ar nazi mazliet savainoja pirkstu.

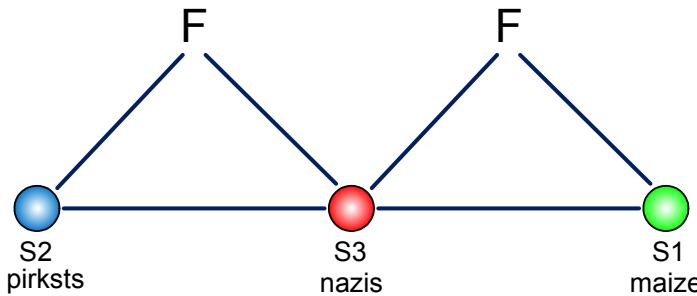
Izveidosim situācijas Vielas – lauka modeli.

1. Šajā situācijā mums ir trīs galvenās vielas:  $S_1$ , maize (griešanas darbības objekts);  $S_2$ , Ninas pirksts (savainošanas darbības objekts);  $S_3$ , nazis (maizes griešanas un Ninas pirksta ievainošanas darbības subjekts) – attēls 1.2.1.b.



Attēls 1.2.1.b – Vielas, kas mijedarbojas, kamēr Nina gatavo sviestmaizes.

2. Starp maizi un pirkstu nedarbojas neviens lauks (no apraksta izriet, ka nav būtiski attēlot, ka Nina tur maizi ar pirkstiem); ir lauks (mijiedarbība) starp maize un nazi, kā arī starp pirkstu un nazi – attēls 1.2.1.c.

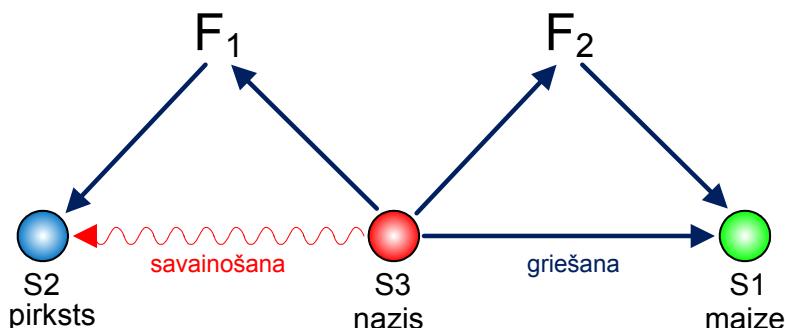


Attēls 1.2.1.c – Lauki, kas darbojas starp identificētajām vielām.

3. Lauks  $F_1$  starp nazi un Ninas pirkstu pilnīgi noteikti ir mehāniskais lauks: nazis rada pirkstā brūci ar noteiktā vietā izdarītu spiedienu, vai, formulējot formāli, “palielina brūču skaitu uz pirkstiem” (no nulles līdz vienai) vai “samazina pirksta veselību”. Tā kā naža (instrumenta) ietekme uz izstrādājumu (brūču skaits uz pirkstiem vai pirksta veselību) novērtēšanas kritēriju nav vēlama, mijiedarbība starp  $S_3$  un  $S_2$  ir kaitīga.

Lauks starp nazi un maizi arī ir mehānisks: nazis griež maizi, vai, formulējot formāli, “palielina maizes šķēļu skaitu”. Tā kā naža (instrumenta) ietekme uz izstrādājuma (šķēļu skaita) pazīmes vērtību ir vēlama un mums nav informācijas par neatbilstošu šķēļu skaitu, mijiedarbība starp  $S_3$  un  $S_1$  ir lietderīga.

Attēls 1.2.1.d.



Attēls 1.2.1.d – Nina gatavo sviestmaizes: Vielas – lauka modelis.

## Pašnovērtējums

### Vingrinājums 1:

Ninai jāiedod viņas draugam Metam kāda populāra dziesma MP3 formātā, kas ir 4,6 megabaitus liela. Metam nav interneta savienojuma tādēļ Ninai fails jāieraksta datu nesējā. Viņas USB disks ir salūzis, tādēļ viņa nolemj izmantot kompaktdisku. Atverot atvilkni, Nina apjauš, ka visus tukšos kompaktdiskus viņa jau ir izlietojusi un viņai atlicis vienīgi DVD. Mēģiniet izveidot faila nodošanas Vielas – lauka modeli.



### Atbilde 1:

Pirmajā solī ir jaidentificē visas iesaistītās vielas: šajā gadījumā ir dators ( $S_1$ ), DVD ( $S_2$ ) un MP3 dziesma ( $S_3$ ) (Attēls 1.2.1.e).

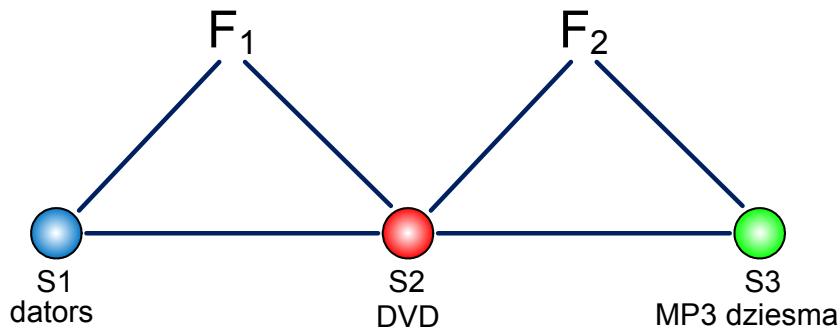


# tETRIS



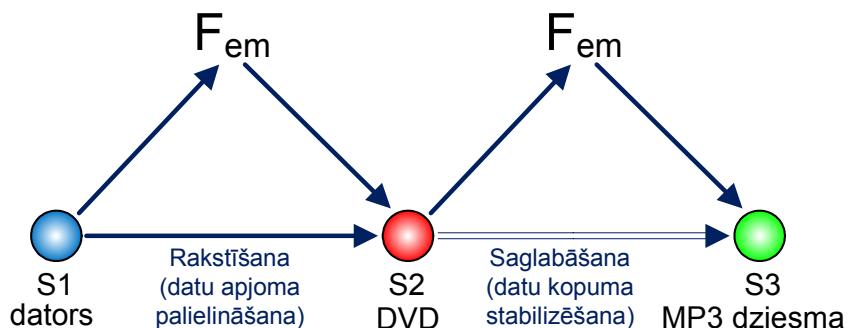
Attēls 1.2.1.e – Trīs darbībā iesaistītās vielas.

Lai modeli pabeigtu, jāidentificē arī mijiedarbības lauki starp vielām (attēls 1.2.1.f). Modeļa pirmā daļa apraksta faila pārnesi no datora uz DVD, jeb “rakstīšanas” darbību, bet otrā daļa parāda, ka fails ir ierakstīts DVD.



Attēls 1.2.1.f – Pirmais solis, veidojot Vielas – lauka modeli.

Tagad jānoskaidro, kāda veida lauki ir  $F_1$  un  $F_2$ . Dators failu DVD ieraksta ar lāzeru, tādēļ  $F_1$  var uzskatīt par elektromagnētisko lauku; DVD satur magnētisko ierakstu jeb failu, tādēļ  $F_2$  var uzskatīt par magnētisko lauku. Rakstīšanas darbība, ko dators veic attiecībā pret DVD, ir lietderīga darbība un ir pietiekama; arī DVD veic lietderīgu darbību, “saturot failu”, tomēr šajā gadījumā to var uzskatīt par pārmērīgu – Nina ir izlietojusi 4,7 gigabaitu DVD, lai pārnestu tikai 4,6 megabaitus lielu failu (attēls 1.2.1.g).



Attēls 1.2.1.g – Galīgais Vielas – lauka modelis.



## Atsauce

- [1] VV.AA.: *A thread in the labyrinth* (in Russian). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3.



## 4.2 - STANDARTA RISINĀJUMI

### Definīcija

Standarta risinājums ir tipisks ar Vielas – lauka mijiedarbībām izveidots tipiskas problēmas risinājuma modelis.



### Teorija

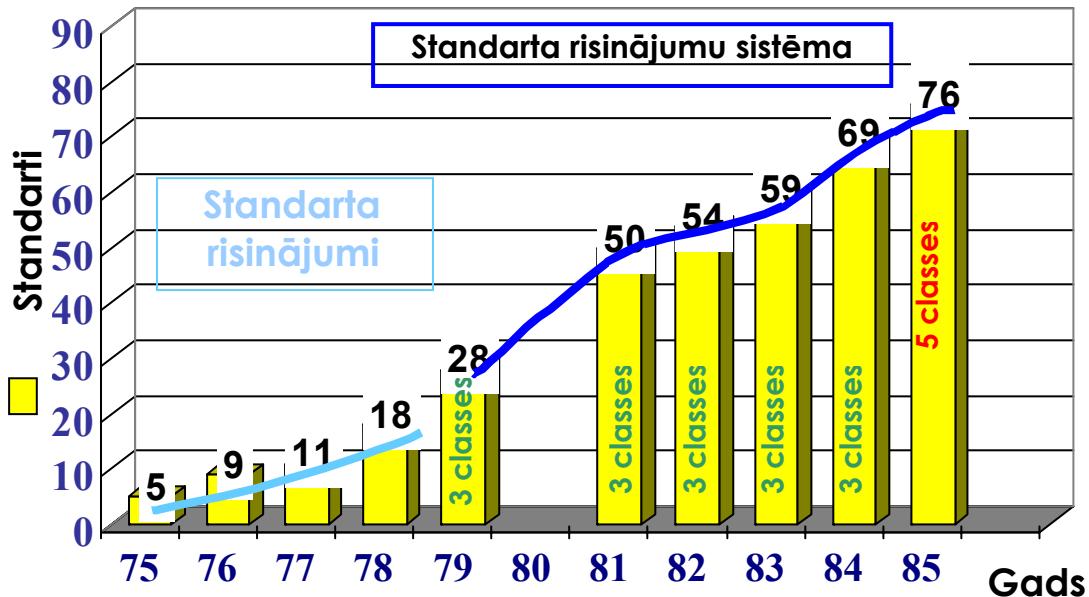
Standarta risinājumi (dažkārt īsi dēvēti par standartiem) ir tehnisku sistēmu 76 sintēzes un pārveides modeļi atbilstoši Tehnisko sistēmu attīstības likumiem.

Līdz ar ARIZ, Efektu datu bāzi un Tehnisko sistēmu attīstības likumiem standarta risinājumi veido klasiskā TRIZ visattīstītāko un efektīvāko instrumentu kopumu, aizstājot Altšullera tehnisko pretrunu matricu un Izgudrojumu principus.

Standarti tika izveidoti laikā no 1975. līdz 1985. gadam ar mērķi nodrošināt strukturētu pieeju tehnisku problēmu risināšanai, sistemātiski pētot indivīdu pieredzi un fizikālu, ķīmisku, ģeometrisku efektu datubāzes.

Sākotnēji standarti tika uzskaitīti kā atsevišķi risinājumu modeļi, kas numurēti to formulēšanas secībā.

1979. gadā Altšullers prezentēja un publicēja 28 integrētu un trīs galvenajās apakšsistēmās iedalītu standartu sistēmu [1]. Turpmākajos gados tika pievienoti vēl citi standarti un tika publiskota galīgā piecu klašu struktūra (Attēls 2) [2].



Attēls 2 – standarta risinājumu attīstības vēsture.

### Metode

Standarta risinājumus jāizmanto, lai atrisinātu lielāko daļu “tradicionālu jeb tipisku” problēmu, ko var aprakstīt ar Vielas – lauka modeļu palīdzību, piemēram, situācijās, kad starp divām vai vairāk apakšsistēmām pastāv nepietiekama vai nevēlama mijiedarbība.



Tie ļauj pārvarēt vai apiet pretrunas bez nepieciešamības identificēt un formulēt pašu pretrunu. Standartus ir lietderīgi izmantot arī indivīda zināšanu pētišanai sistemātiskā procesā.

Lai pielietotu Standarta risinājumus, nepieciešams:

izveidot problēmas Vielas – lauka modeli;

izvēlēties vispiemērotākos Standartus;

ievērot izvēlēto Standartu vadlīnijas.

## Atsauces



- [1] Altshuller, G.S., Selutskii, A.B.: *Wings for Icarus* (Krievu val.). Petrozavodsk: Karelia, 1980.
- [2] VV.AA.: *A thread in the labyrinth* (Krievu val.). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3.



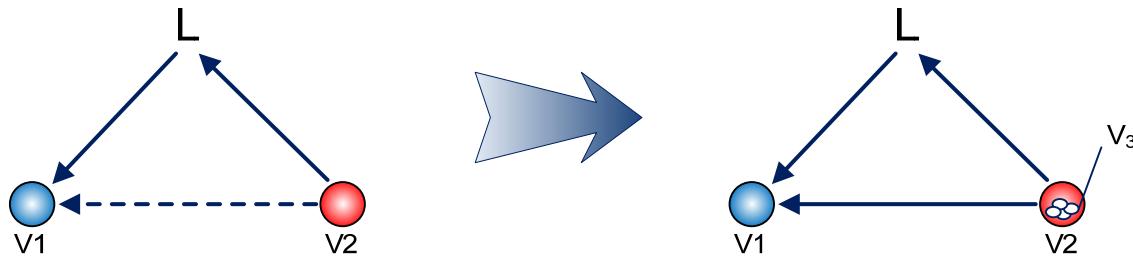
Izglītības un kultūras ģD  
Programma mūžizglītības jomā

## 4.2.1 - STANDARTA RISINĀJUMA STRUKTŪRA

### Teorija

Katrs standarta risinājums ir strukturēts kā sākotnēja “problemātiska” Vielas – lauka modeļa pārveide modificētā Vielas – lauka modelī, kur apakšsistēmu mijiedarbību nevēlamās īpašības pazūd (Attēls 2.1.a).

### Modelis



*Attēls 2.1.a – Standarta risinājuma paraugmodelis: Vielas – lauka nevēlama mijiedarbība (šajā gadījumā – nepietiekama mijiedarbība) pazuda, pārveidojot Vielas – lauka modeli.*

### Metode

Standarta risiājumu veido trīs galvenie elementi:

- A: (Apraksts) tradicionālas problēmas situācijas apraksts, kad standarts ir piemērojams.
- V: (Vadlīnijas) vadlīnijas modifikāciju veikšanai sistēmā, lai atrisinātu tradicionālu problēmu.
- M: (Modelis, kad pieejams) ar Vielas - lauka modeļa palīdzību vizualizēts pārveidojuma apraksts (Attēls 2). Pārveidojumu vizuāls modelis ne vienmēr ir pieejams; precīzāk sakot, tas netiek izmantots, ja Vielas – lauka modeļa pārveide skar vielas vai lauka kvalitatīvu modifikāciju nevis ievieš sistēmā jaunus / modificētus elementus.
- P: (Piezīmes) dažkārt vadlīnijas tiek papildinātas ar piezīmēm, kas sniedz tālākus skaidrojumus par vadlīniju īstenošanu.

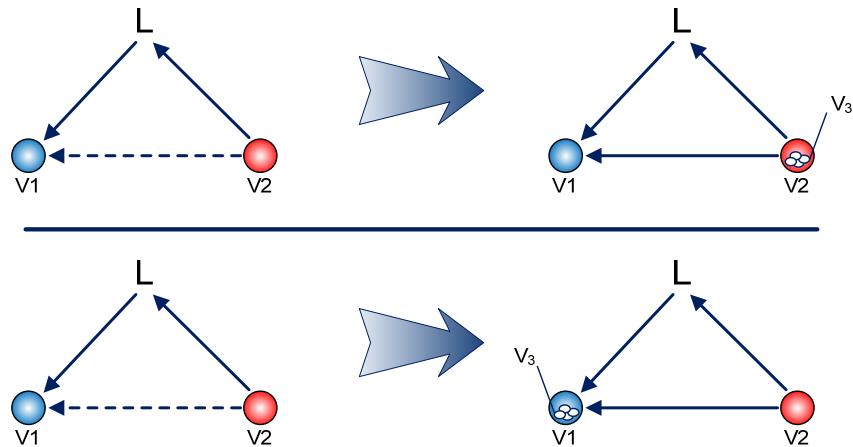


### Piemērs

Standarta 1-1-2 trīs elementi ir:

- A: tradicionālas problēmas situācijas apraksts, kad šis standarts ir piemērojams:  
“ja Vielas – lauka modelī ir nepieciešams uzlabot mijiedarbības pozitīvo ietekmi un nosacījumi neierobežo papildus elementu pievienošanu vismaz vienai no vielām”;
- V: tradicionālas problēmas atrisināšanai nepieciešamās sistēmas modificēšanas vadlīnijas:  
“problēmu risina ar pāreju (pastāvīgu vai pagaidu) uz sarežģītu Vielas – lauka sistēmu, esošajām vielām pievienojot papildus elementus. Šie papildelementi uzlabo vadāmību vai piešķir Vielas – lauka sistēmai nepieciešamās īpašības;
- M: skat. Attēlu 2.1.b.





Attēls 2.1.b – Standarta 1-1-2 modelis.

## Pašnovērtējums

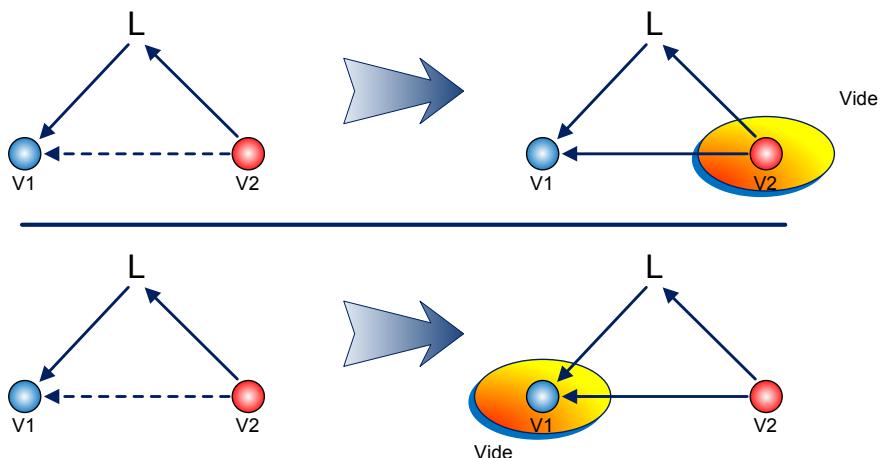
### Vingrinājums 1:



Aplūkojiet sekojošo Standarta risinājumu un identificējet to veidojošos elementus.

#### STANDARTS 1-1-4

Ja Vielas – lauka sistēmā nepieciešams uzlabot mijiedarbības pozitīvo ietekmi un nosacījumiem ir ierobežojums ieviest papildus vielas vai papildelementus, problēmu var atrisināt, izmantojot esošo vidi kā vielu esošas mijiedarbības efektivitātes uzlabošanai.



Attēls 2.1.c – Standarta 1-1-4 modelis.

### Atbildē 1:

- A: Ja Vielas – lauka sistēmā nepieciešams uzlabot mijiedarbības pozitīvo ietekmi un nosacījumiem ir ierobežojums ieviest papildus vielas vai papildelementus,  
 V: problēmu var atrisināt, izmantojot esošo vidi kā vielu esošas mijiedarbības efektivitātes uzlabošanai.  
 M: (Attēls 2.1.c. trūkst attēla)



## Vingrinājums 2:

Aplūkojiet sekojošo Standarta risinājumu un identificējiet to veidojošos elementus.

### STANDARTS 2-2-2

Vielas – lauka sistēmas efektivitāti var uzlabot, palielinot tā elementa fragmentācijas pakāpi, kas mijiedrabībā darbojas kā instruments.



Standarts atspoguļo vienu no galvenajām tehnoloģiju attīstības tendencēm – elementa vai tā daļas, kas mijiedarbojas ar izstrādājumu (“instrumentu”), fragmentāciju. Process beidzas, kad instrumentu aizstāj jauns lauks, kas spēj veikt savu funkciju.

Tādejādi instrumenta attīstība piedzīvo šādas fāzes: nefragmentēts objekts; fragmentēts objekts; pulveris; šķidrums; gāze; jauns lauks.

## Atbilde 2:

A: Vielas – lauka sistēmas efektivitāti var uzlabot,

V: palielinot tā elementa fragmentācijas pakāpi, kas mijiedrabībā darbojas kā instruments.

P: Standarts atspoguļo vienu no galvenajām tehnoloģiju attīstības tendencēm – elementa vai tā daļas, kas mijiedarbojas ar izstrādājumu (“instrumentu”), fragmentāciju. Process beidzas, kad instrumentu aizstāj jauns lauks, kas spēj veikt savu funkciju. Tādejādi instrumenta attīstība piedzīvo šādas fāzes: nefragmentēts objekts; fragmentēts objekts; pulveris; šķidrums; gāze; jauns lauks.



## **Atsauce**

[1] VV.AA.: *A thread in the labyrinth* (Krievu val.). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3.



## 4.2.1.1 – VIELAS – LAUKA SISTĒMAS PĀRVEIDE

### Teorija

Atbilstoši standarta risinājumu sistēmai Vielas – lauka sistēmai var piemērot sekojošu pārveidojumu:

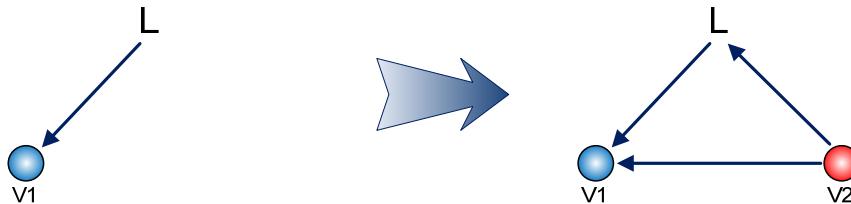
- \* Jaunas Vielas ieviešana
  - jauns elements (Attēls 2.1.1.a-b)
  - iekšējs papildus elements
  - arējs papildus elements
  - vidē jau pieejams resurss.
- \* Jauna Lauka ieviešana(Attēli 2.1.1.c-d)
- \* Vielas pārveidošana
  - Instrumenta pārveidošana/modificēšana (Attēls 2.1.1.e)
  - Priekšmeta modificēšana
  - Vielas – lauka sistēmas vielas aptverošās vides modificēšana.
- \* Lauka modificēšana (Attēls 2.1.1.f)
- \* Fizikālu, ķīmisku, ģeometrisku efektu pielietošana;
- \* Jebkuru iepriekšējo pārveidojumu kombinācija.
- \* Augstāk minētās modifikācijas var piemērot visam elementam vai tā daļai jebkura resursa tādu izmaiņu izpratnē, kā:

Telpa: dimensiju skaits, topoloģija, forma, izmērs;

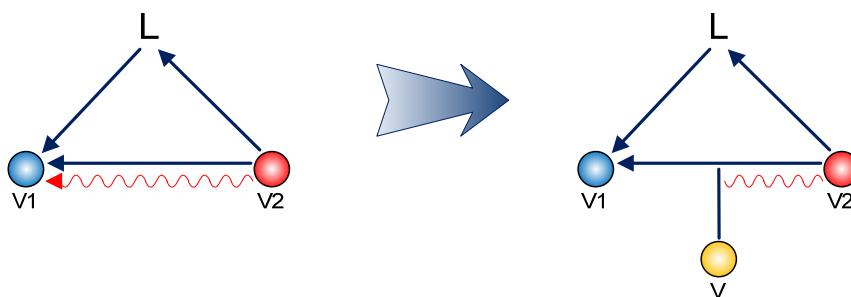
- \* Laiks: darbības laiks, darbības ilgums, darbības biežums;
- \* Pazīmu vērtības: ķīmiskās vērtības, fiziskās (elektriskās, magnētiskās, optiskās, u.c.) vērtības;
- \* Energija: enerģijas daudzums, enerģijas veids (kinētiskā, termiskā, elektriskā, u.c.).

### Modelis

Vielas – lauka sistēmas pārveides modeļu piemēri:

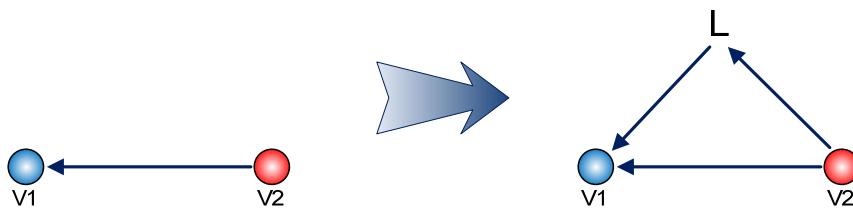


Attēls 2.1.1.a – Jaunas vielas ieviešana.

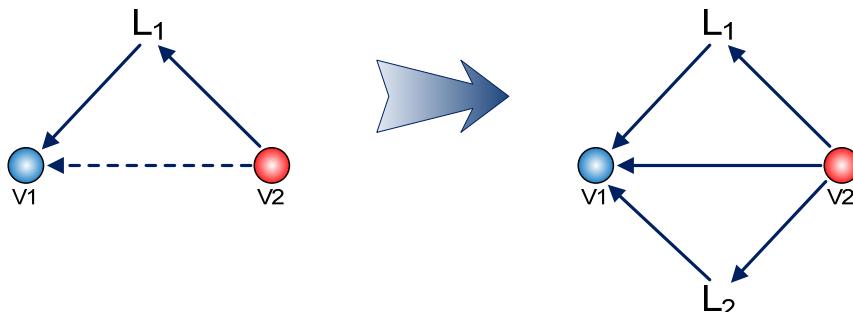


Attēl 2.1.1.b – Jaunas vielas ieviešana.

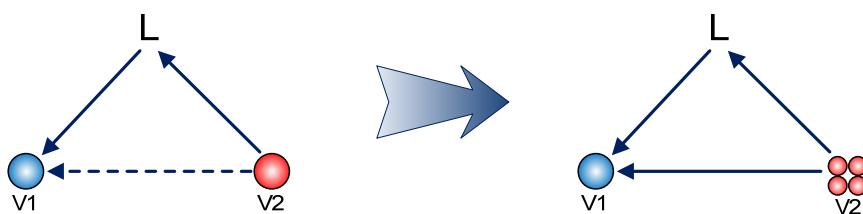
# t<sub>E</sub>TRIS



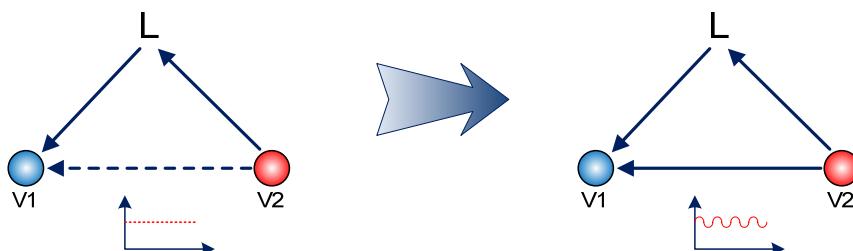
Attēls 2.1.1.c – Jauna lauka ieviešana.



Attēls 2.1.1.d – Jauna lauka ieviešana.



Attēls 2.1.1.e – Instrumenta pārveidošana/ modificēšana.



Attēls 2.1.1.f – Lauka pārveidošana/ modificēšana.

## Metode

Standarta risinājuma piemērošana nozīmē izvēlētā standarta norādījumu ievērošanu, lai oriģinālo Vielas – lauka sistēmu, ko raksturo vaja efektivitāte un/vai nevēlami efekti, pārveidotu citā Vielas – sistēmā, kurā problēmas vairāk nav.

Izvēlētā standarta ieteiktā pārveide jāveic, ņemot vērā sistēmā jau pieejamos Vielas – lauka resursus un sekundāri arī jaunos / modificētos resursus, ko paredzēts integrēt sistēmā.

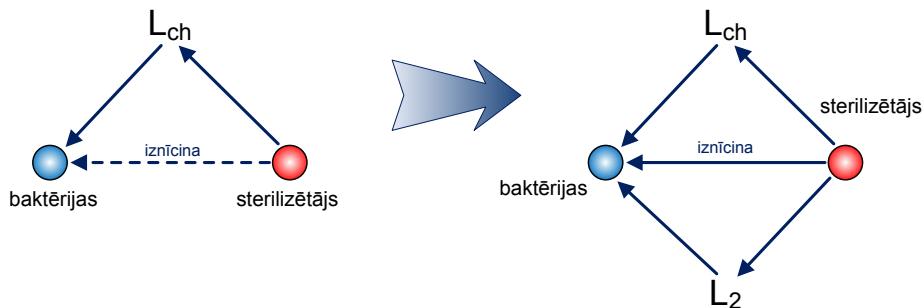
Uzdevuma īztenošanu var atvieglot efektu datubāzes izmantošana, kas ļauj papildināt individuālās un grupas zināšanas strādājot ar šiem efektiem.



## Piemērs

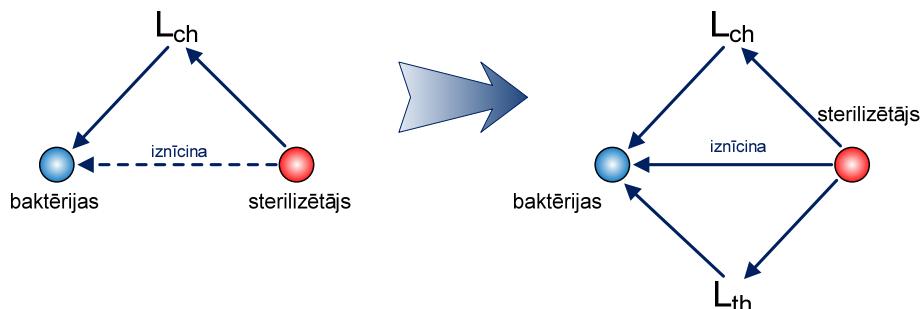


Ar ķimisko reāgentu palīdzību nepieciešams paātrināt pārtikas tvertnes sterilizēšanu. Pēc situācijas Vielas – lauka modeļa izveidošanas viens no šīs problēmas risināšanai izmantojamajiem standartiem piedāvā šādu pārveidi (Attēls 2.2.2.g).



Attēls 2.1.1.g – Ieteiktā pārveide sterilizēšanas procesa efektivitātes uzlabšanai.

Pieejamo resursu analīze, ieskaitot meklēšanu efektu datubāzē, kā iespējamo risinājumu procesa efektivitātes uzlabošanai iesaka hipertermiju (Attēls 2.1.1.h).



Attēls 2.1.1.h – Hipertermijas kā papildus darbības ieviešana baktēriju iznīcināšanai.

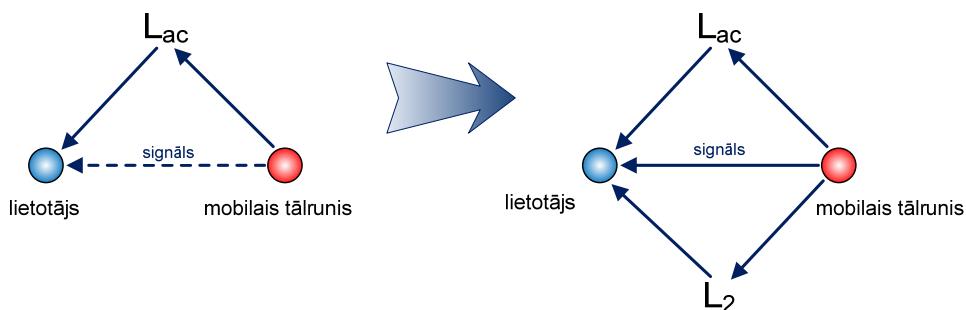
## Pašnovērtējums



### Vingrinājums 1:

Kad skaņa ir atslēgta (piemēram, sanāksmes laikā), mobilais tālrunis par ienākošu zvanu signalizē ar vibrēšanu, taču, ja tālrunis ir nolikts uz mīkstas virsmas (ādas mapes, laikraksta, utml.), vibrācija nerada nekādu troksni un lietotājs zvanu nepamana. Pēc situācijas Vielas – lauka modeļa izveidošanas, viens no šīs problēmas risināšanai izmantojamajiem standartiem piedāvā šādu pārveidi (Figure 2.2.2.i).

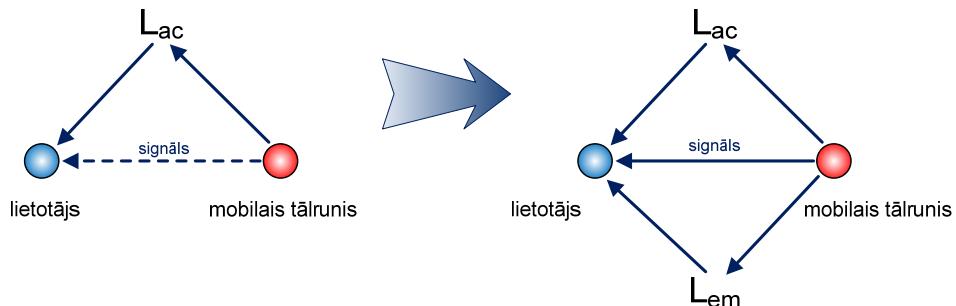
Izveidojiet risinājumu atbilstoši ieteiktajām norādēm.



Attēls 2.1.1.i – Ieteicamā pārveide mobilā tālruņa zvana efektivitātes uzlabošanai.

## Risinājums 1:

Lai papildinātu sistēmā jau esošo vibrācijas / akustisko lauku, mobilajā tālrunī iespējams ieviest papildus optisko signālu (piemēram, mirgojošu tālruņa ekrānu, attēls 2.1.1.j).



*Attēls 2.1.1.j – Optiskā signāla kā papildu sigāla ieviešana lietotāja informēšanai par ienākošu zvanu.*

## 4.2.2 – STANDARTA RISINĀJUMU KLASIFIKĀCIJA



### Definīcija

Klasiskajā TRIZ standarta risinājumi ir iedalīti piecās kategorijās:

Uzlabo mijiedarbību un novērš kaitīgos efektus;

Sistēmu attīstība;

Pārveide uz makro vai mikro līmeni;

Noteikšanas un mērījumu problēmas;

Meta-risinājumi, „palīgi”.

### Teorija

Standarta risinājumi attīstīti kopš 1970-to gadu otrās puses, apkopojot “tradicionālus” risinājumus tehniskām problēmām. Sākotnēji tie tika vienkārši numurēti atblstoši to atklāšanas secībai.

1979.gada martā Altšullers izveidoja pirmo Standartu sistēmu ar trīs kategorijām:

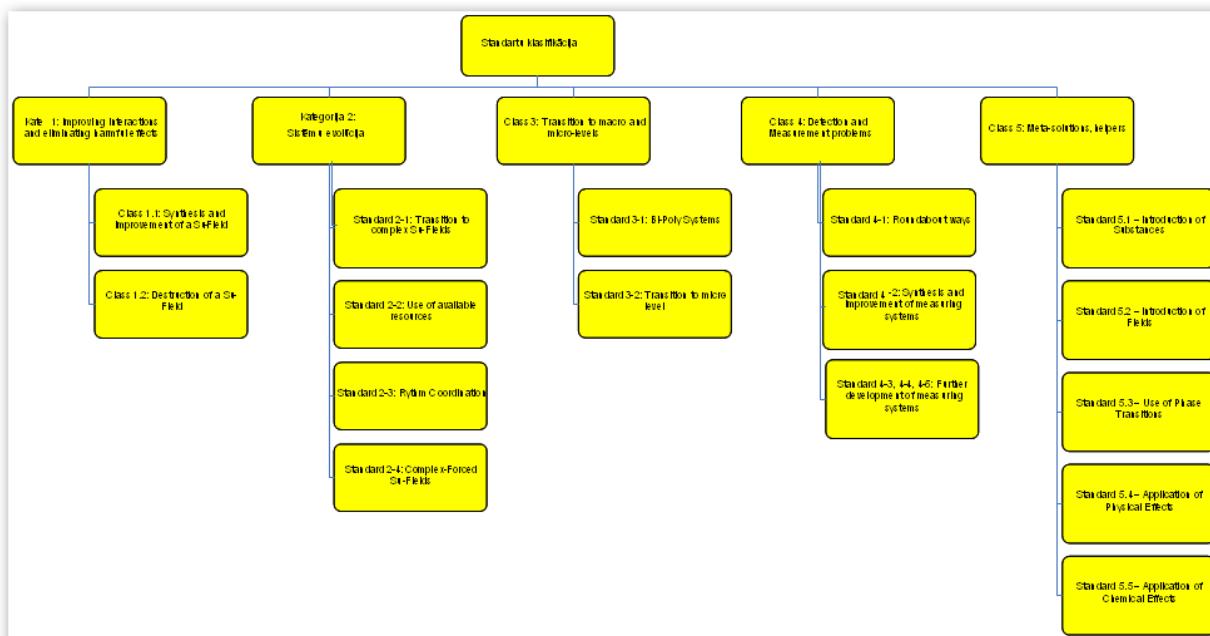
3. Sistēmu modificēšanas standarti;
4. Noteikšanas un mērīšanas standarti;
5. Standartu piemērošanas standarti.

Līdz 1984. gada beigām vairums TRIZ akadēmisko skolu bijušajā Padomju Savienībā bija pieņēmušas šādu Standartu sistēmu un pielietoja to jebkuras “parastas” problēmas risināšanai, kamēr ARIZ tika pielietota nestandarta (ar izgudrošanu saistītu) problēmu analīzē, kā arī turpmāku standartu atzīšanai.

Pēc Tehnisko sistēmu attīstības likumu (TSAL, 1983-1986) noteikšanas un apkopošanas, Altšullers piedāvāja jaunu 76 standarta risinājumu klasifikāciju piecās kategorijās ar mērķi tos harmonizēt ar TSAL:

3. Uzlabo mijiedarbības un novērš kaitīgos efektus;
4. Sistēmu attīstība;
5. Pāreja uz makro un mikro līmeni;
6. Noteikšanas un mērīšanas problēmas;
7. Meta-risinājumi, „palīgi”.

## Modelis



## KATEGORIJA 1: MIJIEDARBĪBU UZLABOŠANA UN KAITĪGO EFEKTU LIKVIDĒŠANA

### Teorija

Izgudrojumu principu pirmā kategorija ir veltīta Vielas – lauka mijiedarbības sintēzei, Vielas – lauka mijiedarbības pozitīvas ietekmes uzlabšanai, vai Vielas – lauka mijiedarbības negatīvas ietekmes likvidēšanai ar Vielas – lauka pārveides palīdzību (Sadaļa 2.1.1).

### Atsauce

[1] VV.AA.: *A thread in the labyrinth* (Krievu val.). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3.

## KATEGORIJA 1.1: VIELAS – LAUKA SINTĒZE UN UZLABOŠANA

### Definīcija



Vielas – lauka sintēze sastāv no pabeigtas trijotnes Viela 1 – Lauks – Viela 2, kas ir tehniskas sistēmas minimālais modelis.

Vielas – lauka uzlabošana nozīmē funkcionālās mijiedarbības starp Vielu 2 (Instruments) un Vielu 1 (Izstrādājums) uzlabošanu.

### Metode

Pirmais standarts (1-1-1) ir paredzēts jaunas Vielas – lauka mijiedarbības radīšanai, ieviešot sistēmā trūkstošos elementus.

Pielietojot citus Kategorijas 1-1 (1-1-2 līdz 1-1-8) standartus, ir jāsaglabā galvenais lauks starp instrumentu  $S_2$  un izstrādājumu  $S_1$  un papildus pievienotajām vielām esošo mijiedarbību ir jāuzlabo esošā lauka ietvaros.



### Atsauce

[1] VV.AA.: *A thread in the labyrinth* (Krievu val.). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3.

## STANDARTS 1-1-1: VIELAS – LAUKA SISTĒMAS SINTĒZE

### Definīcija

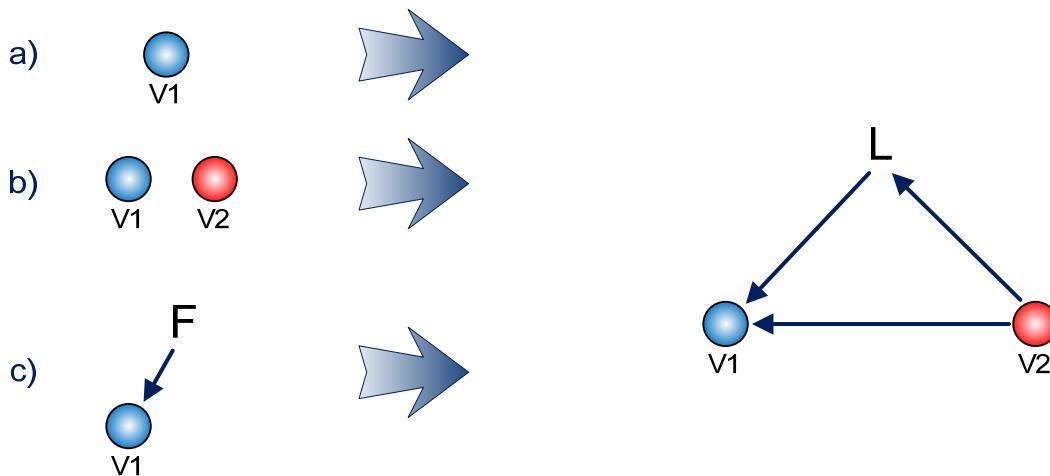
Vielas – lauka sintēze sastāv no pabeigtas trijotnes Viela 1 – Lauks – Viela 2, kas ir tehniskas sistēmas minimālais modelis.



### Teorija

Ja nepieciešams radīt pozitīvu efektu uz izstrādājumu (Viela 1), veicot lietderīgu darbību, t.i., modifīcējot paša objekta pazīmi vai pazīmes vērtību, un nav nekādu ierobežojošu nosacījumu vielu un/vai lauku ieviešanai, problēmu atrisināja sintezējot pilnu Vielas – lauka modeli: izstrādājums tiek pakļauts fiziska lauka darbībai, kas rada objektā nepieciešamās izmaiņas.

### Modelis



Attēls 2.2.1.1.1.a – STANDARTS 1-1-1: vielas – lauka sistēmas sintēze.

### Metode

Šos standartu pielieto, ja pret izstrādājumu ( $S_1$ ) ir jāīsteno lietderīga funkcija, bet trūkst objekta sagaidāmo modifikāciju radīt spējīgas mijiedarbības.



Ir iespējamas trīs dažadas situācijas (Attēls 2.2.1.1.1.a, pa kreisi):

- \* nav neviens cita elementa;
- \* ir darbības elements ( $S_2$ ) bet nav lauka, kas nodrošinātu mijiedarbību ar izstrādājumu ( $S_1$ );
- \* Lauks ( $F$ ) ir, bet nav darbības elementa.

Lai radītu lietderīgu funkciju, sistēmu jāpapildina ar trūkstošajiem elementiem (Attēls 2.2.1.1.1.a, pa labi), t.i., ieviešot sistēmā vielu un/vai lauku.

Lai sistēmai pievienojamā vielas/lauka meklēšanu veiktu sistematizēti, ieteicams pārlūkot Vielas/lauka resursu tabulas.

### Piemērs

Lai samazinātu siltumapmaiņu, saldētavas durvis ir jātur cieši aizvērtas.

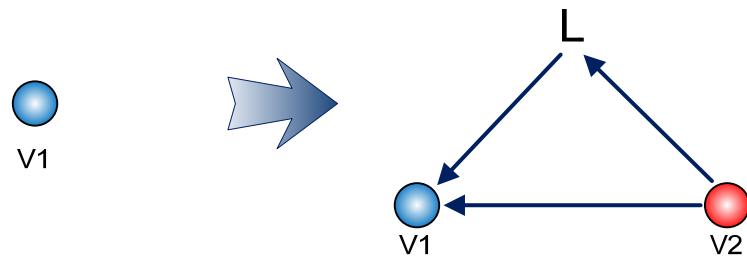


Vispirms ir jānosaka panākamā liederīgā funkcija: durvju turēšanu aizvērtā stāvoklī var pārformulēt funkcijā “turēt durvis”, t.i., “stabilizēt to orientāciju aizvērtā sāvoklī”. Ja ir skaidri zināmas kontrolējamā izstrādājuma pazīmes (palielināt, samazināt, mainīt stabilizēt), nav sarežģīti funkciju noformulēt pareizi.

Sākotnējo situāciju veido tākai viens priekšmets (durvis), jo neviens cits elements nav pieminēts (Attēls 2.2.1.1.1.a, a variants).

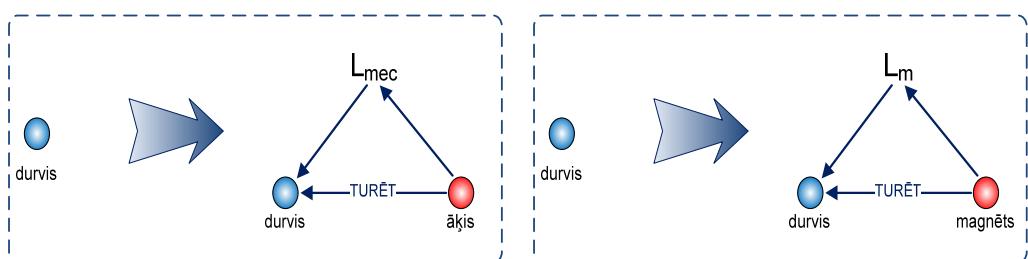
# tETRIS

Atbilstoši Standartam 1-1-1, jāievieš viela un lauks (Attēls 2.2.1.1.1.b).



Attēls 2.2.1.1.1.b – STANDARTS 1-1-1: Vielas – lauka sistēmas sintēze.

Pārlūkojot Vielas – lauka resursu tabulas vai arī vienkārši koncentrējoties uz problēmu risināšanas pieredzi, iespējams rast vairākus risinājumus: var radīt mehānisku lauku ar āķa (darbības elementa) palīdzību; ar magnēta palīdzību var radīt magnētisko lauku utt. (Attēls 2.2.1.1.1.c).



Attēls 2.2.1.1.1.c – Standarta 1-1-1 pielietošaans piemērs, lai nodrošinātu funkciju “turēt durvis”.

## Pašnovērtējums

### Vingrinājums 1:

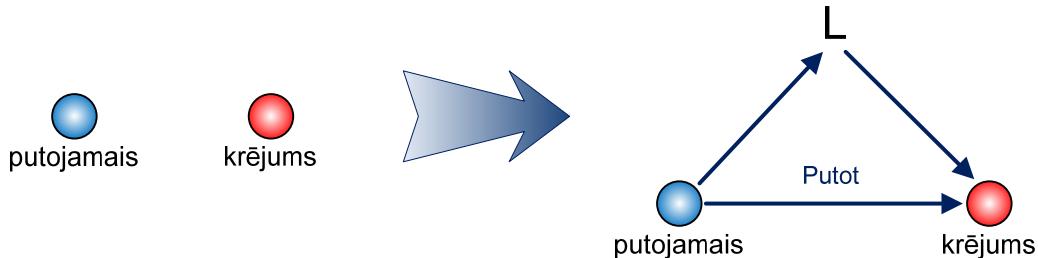


Nina ir virtuvē un kopā ar māti gatavo vakariņām kūku. Viņām nepieciešams mazliet putukrējuma, tādēļ Ninas mamma sagatavo blōdu ar krējumu un putojamo un atstāj uz galda. Saprotams, ka krējums saglabājas šķidrs. Kad ierodas Nina, viņa veikli izveido Vielas – lauka modeli. Ko viņa dara?



## Atbilde 1:

Šī problēma acīmredzami ir ļoti vienkārša, taču tā tiek atrisināta, izveidojot nepilnīgu minimodeli (Attēls 2.2.1.1.1.d, pa kreisi). Uz galda ir divas vielas: krējums bļodā un putojamais. Atbilstoši Standartam 1-1-1, skaidri pamanāms, ka trūkst lauka. Ninai par nelaimi labs risinājums varētu būt mehāniskais lauks, tādēļ viņa paņem putojamo un puto krējumu (Attēls 2.2.1.1.1.d, pa labi).



Attēls 2.2.1.1.1.d – Standarta 1-1-1 pielietošanas vienkāršs piemērs: krējuma putošana.

## Atsauce

- [1] VV.AA.: *A thread in the labyrinth* (Krievu val.). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3.



## STANDARTS 1-1-2: MIJIEDARBĪBU UZLABOŠANA, PIEVIENOJOT ELEMENTUS PRIEKŠMETIEM

### Definīcija



Vielas – lauka uzlabošana nozīmē funkcionālās mijiedarbības pozitīvā efekta uzlabošanu starp Vielu 2 (Instruments) un Vielu 1 (Izstrādājums), nemainot starp vielām pastāvošo galveno lauku.

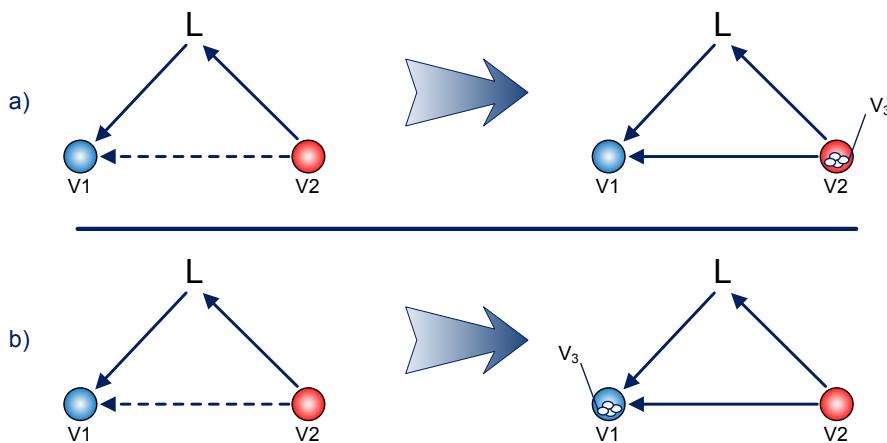
Mijiedarbību var uzlabot, ieviešot iekšēju papildinājumu vielai.

### Teorija

Ja nepieciešams uzlabot lietderīgas funkcijas pozitīvo efektu uz priekšmetu un nav nekādu ierobežojošu nosacījumu papildinājumu ieviešanai esošajās vielās, problēmu var atrisināt, ieviešot jaunus papildinājumus esošajās vielās, kas Vielas – lauka mijiedarbībā rada nepieciešamās izmaiņas.

Papildinājumu uzdevums ir pastiprināt esošo mijiedarbību starp vielām esošā lauka ietvaros vai arī palielināt mijiedarbības vadamības iespējas. Tādēļ nav atļauta starp divām vielām esošā lauka būtības mainīšana.

### Modelis



Attēls 2.2.1.1.2.a – STANDARTS 1-1-2: mijiedarbību uzlabošana, pievienojot objektiem elementus.

### Metode

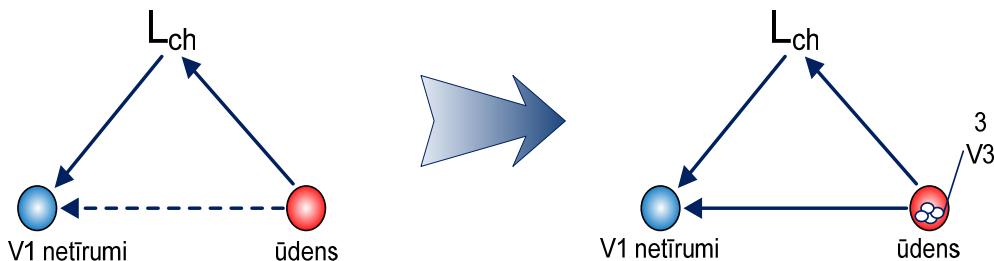
Šo standartu piemēro, ja lietderīgā funkcija nav pietiekama, t.i., izstrādājumā izdarītās izmaiņas nenodrošina gaidīto efektu un ir atļauts ieviest papildvielas instrumentā (Attēls 2.2.1.1.2.a, augstāk) vai izstrādājumā (Attēls 2.2.1.1.2.a, zemāk).

1. Jāveic šādi soļi:
  2. izveidojiet nepietiekamas lietderīgas funkcijas Vielas – lauka modeli; identificējet uzlabojamās pazīmes modifikāciju;
  3. noskaidrojiet, vai instrumentā un/vai izstrādājumā ir iespējams pievienot papildus elementus;
  4. atrodiet vielas, kas varētu uzlabot esošā lauka efektivitāti;
  5. noskaidrojiet, vai konkrētās vielas ieviešanai tehniskajā sistēmā ir kādi ierobežojumi.
- Piezīme: trešo soli var veikt ar vielas resursu tabulas palīdzību.

## Piemērs

Lai virtuvē notīrītu gāzes plīti, izmanto mitru sūkli ar mērķi izšķidināt netīrumus. Ja sūklis satur tikai ūdeni, process ir lēns un uz plīts paliek taukaini traipi. Atbilstoši Standartam 1-1-2, šādu nepietiekamu mijiedarbību var uzlabot, ieviešot iekšēju papldvielu (Attēls 2.2.1.1.2.b).

Tā kā ir salīdzinoši sarežģīti pievienot iekšējas papildvielas netīrumiem, parasts risinājums ir pievienot ūdenim šķīdinātāju ( $V_3$ ), lai palielinātu tā spēju šķīdināt netīrumus.



*Attēls 2.2.1.1.2.b – Standarta 1-1-2 pielietošanas piemērs, lai uzlabotu lietderīgu funkciju “šķīdināt netīrumus”.*

## Pašnovērtējums

### Vingrinājums 1:

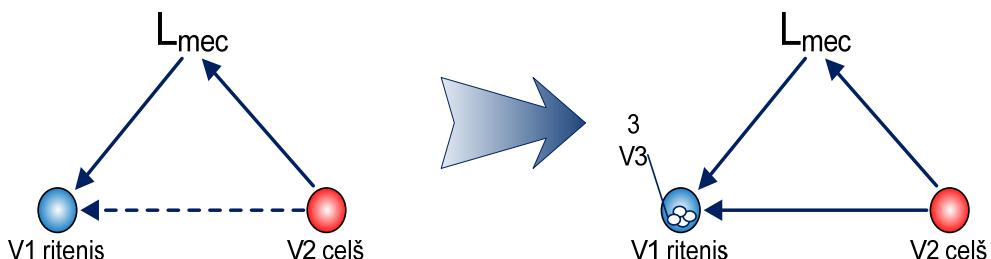
Braukt ar auto, kad ceļu klāj sniegs, var būt bīstami, jo ceļa un riepas saķere ir samērā slikta (Sadaļas 2.2.1.1.3 piemērs).

Izveidojiet risinājumu, izmantojot standartu 1-1-2 (un nevis standartu 1-1-3!).



### Atbildē 1:

Nepietiekamas mijiedarbības starp ceļu un riteni modelis ir attēlots attēlā 2.2.1.1.2.c pa kreisi. Pazīme, kas tiks izmainīta (palielināta) ir berze starp riteni un ceļu; lai uzlabotu saķeri, var pielietot standarta 1-1-2 norādījumus: instrumentam un/vai izstrādājumam pievieno papildus elementus ar mērķi uzlabot mijiedarbības efektivitāti (Attēls 2.2.1.1.2.c, pa labi).



*Attēls 2.2.1.1.2.c – Standarta 1-1-2 pielietošana, lai uzlabotu lietderīgu funkciju “stiprināt riteni (rieпу)”.*

Instead of introducing internal additives into the road, it is more convenient to add a substance  $S_3$  to the wheel.

Tā vietā, lai pievienotu papildelementus ceļam, ir daudz ērtāk pievienot vielu  $V_3$  ritenim (riepei).

Labi zināms piemērs ir ziemas riepas ar radzēm (Attēls 2.2.1.1.2.d).



*Attēls 2.2.1.1.2.d – standarta 1-1-2 pielietošanas piemērs ziemas riepās (iekšājie papildus elementi = radzes).*

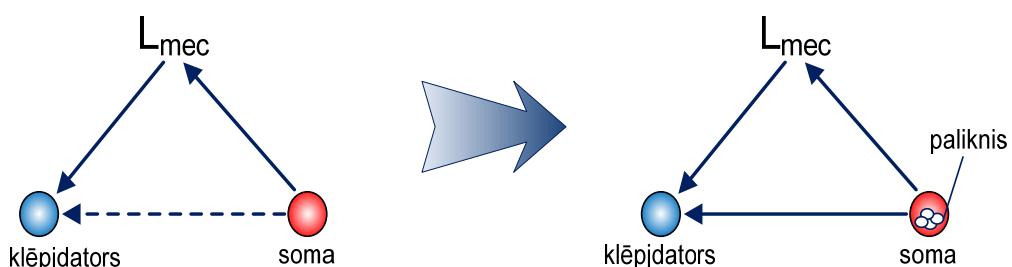
### Vingrinājums 2:



Ikvienam mūsdienās ir klēpjulators. To iespējams pārnēsāt no mājām uz darbu vai skolu. Datora pārnēšanai mēs izmantojam auduma somu, kam nokrītot, ir risks datoru sabojāt. Tas nozīmē, ka dažkārt auduma soma datoru pasargā nepietiekami. Kā uzlabot šo situāciju?

### Atbilde 2:

Sākotnējā situācijā mums ir soma ( $V_1$ ), kas ar mehāniskā lauka palīdzību satur un aizsargā otru vielu (klēpjulatoru) (skat. Attēlu 2.2.1.1.2.e, pa kreisi). Uzlabojamā pazīme ir somas aizsargspēja. Tātad, lai to uzlabotu, atbilstoši Standartam 1-1-2, jāpievieno jauna viela  $V_3$ . Varam izvēlēties kaut ko ievietot somā vai klēpjulatorā: šajā gadījumā pirmā izvēle ir noderīgāka. Pievienojamā viela varētu būt putugumija starp auduma kārtām (Attēls 2.2.1.1.2.e, pa labi).



*Attēls 2.2.1.1.2.e – Klēpjatoria somas Vielas – lauka modelis.*

### Atsauce

[1] VV.AA.: *A thread in the labyrinth* (Krievu val.). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3.



## STANDARTS 1-1-3: MIJIEDARBĪBU UZLABOŠANA, PIEVIENOJOT SISTĒMAI PAPILDUS ELEMENTUS

### Definīcija

Vielas – lauka uzlabošana nozīmē funkcionālās mijiedarbības pozitīvo efektu uzlabošanu starp Vielu 2 (Instruments) un Vielu 1 (Izstrādājums), nemainot starp vielām pastāvošo galveno lauku.

Mijiedarbību iespējams uzlabot, ieviešot iekšēju papildinājumu vielai.

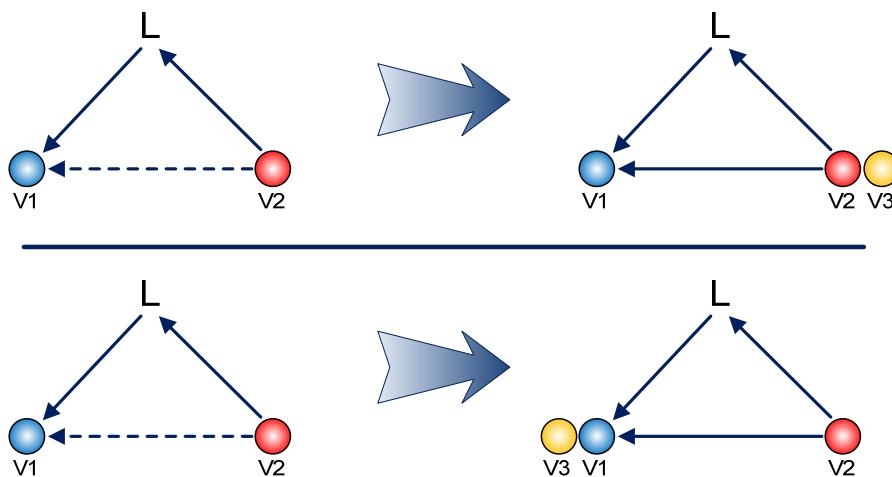


### Teorija

Ja nepieciešams uzlabot lietderīgas funkcijas pozitīvo efektu uz izstrādājumu un nav nekādu ierobežojošu nosacījumu papildinājumu ieviešanai esošajās vielās, problēmu var atrisināt, ieviešot jaunus papildinājumus esošajās vielās, kas Vielas – lauka mijiedarbībā rada nepieciešamās izmaiņas.

Papildinājumu uzdevums ir pastiprināt esošo mijiedarbību starp vielām esošā lauka ietvaros vai arī palielināt mijiedarbības vadāmības iespējas. Tādēļ starp divām vielām esošā lauka būtības mainīšana nav atļauta.

### Modelis



Attēls 2.2.1.1.3.a – STANDARTS 1-1-3: mijiedarbību uzlabošana, pievienojot sistēmai papildus elementus.

### Metode

Šo standartu piemēro, ja lietderīga funkcija nav pietiekama, t.i., izstrādājumā izdarītās izmaiņas nenodrošina gaidīto efektu un instrumentā (Attēls 2.2.1.1.3.a, augstāk) vai izstrādājumā (Attēls 2.2.1.1.3.a, zemāk) ir atļauts ieviest papildus vielas).



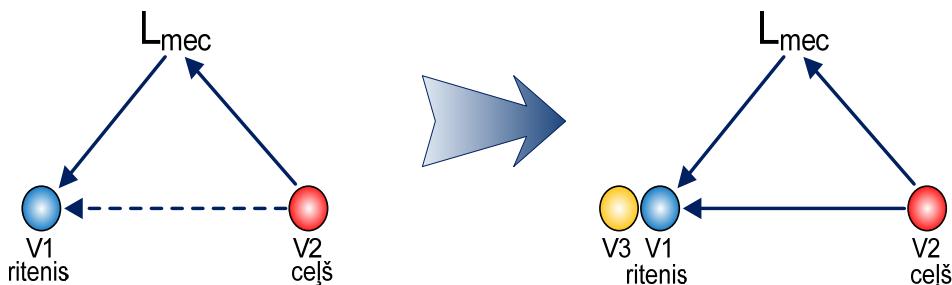
Jāveic šādi soļi:

1. izveidojiet nepietiekamas lietderīgas funkcijas Vielas – lauka modeli; identificējiet uzlabojamās pazīmes modifikācijas;
  2. noskaidrojiet, vai instrumentā un/vai izstrādājumā ir iespējams pievienot papildus elementus;
  3. atrodiet vielas, kas varētu uzlabot esošā lauka efektivitāti;
  4. noskaidrojiet, vai konkrētās vielas ieviešanai tehniskajā sistēmā ir kādi ierobežojumi.
- Piezīme: trešo soli var veikt ar vielas resursu tabulas palīdzību.

## Piemērs



Braukt ar auto, kad ceļu klāj sniegs, var būt bīstami, jo ceļa un riepas saķere ir samērā slikta. Situāciju aprakstošs vielas – lauka modelis ir attēlots Attēlā 2.2.1.1.3.b pa kreisi.



*Attēls 2.2.1.1.3.b – Standarta 1-1-3 pielietošanas piemērs, lai uzlabotu lietderīgu funkciju “stiprināt riteni (riepu) ”.*

Lai uzlabotu lietderīgo mijiedarbību starp ceļu (ko klāj sniegs) un riteni, Standarts 1-1-3 iesaka pievienot ārēju vielu ceļam vai ritenim (Attēls 2.2.1.1.3.a). Lai gan lai uzlabotu saķeri, teorētiski ir iespējams pievienot ārēju vielu arī ceļam, skaidrs, ka ir nesalīdzināmi ērtāk ārēju papildus elementu pievienot ritenim (Attēls 2.2.1.1.3.b, pa labi).

Labi zināms risinājums ir sniega kēdes.

## Pašnovērtējums

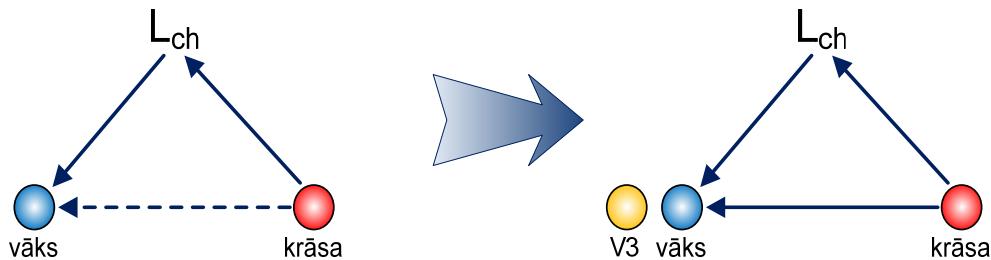


### Vingrinājums 1:

Jānokrāso plastmasas vāks, taču tas ir ļoti gluds un nemaz nav porains, tādēļ krāsa tam nepielīp un nenoklāj pietiekami plašu plastmasas virsmu. Pamēģiniet atrisināt šo problēmu, lietojot Standartu 1-1-3.

## Atbilde 1:

Šī situācija ir kārtējais lietderīgas, bet nepietiekamas V<sub>2</sub> (kāsas) iedarbības uz V<sub>1</sub> (krāsojamo detaļu) piemērs, kas parādīts Attēlā 2.2.1.1.3.c pa kreisi.



Attēls 2.2.1.1.3.c – Vielas – lauka modelis plastmasas vāka nokrāsošanai.

Pazīme, ko nepieciešams uzlabot ir krāsas liptspēja pie vāka. Lai atrisinātu šo problēmu ar Standarta risinājuma 1-1-3 palīdzību, krāsai vai plastmasas vākam jāpievieno ārēja viela V<sub>3</sub> kā parādīts Attēlā 2.2.1.1.3.c pa kreisi. Kāda elementa pievienošana krāsai nozīmē rīkošanos atbilstoši Standarta 1-1-2 norādēm. Tādejādi ārējo vielu jānovieto blakus vai pāri vākam. Risinājums varētu būt fiksējošas vielas izsmidzināšana pār vāku pirms tā krāsošanas (Attēls 2.2.1.1.3.c, pa labi).

## Atsauce

- [1] VV.AA.: *A thread in the labyrinth* (Krievu val.). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3.



## STANDARTS 1-1-4: MIJIEDARBĪBU PILNVEIDOŠANA, IZMANTOJOT VIDI



### Definīcija

Vielas – Lauka pilnveidošana nozīmē funkcionālas mijiedarbības starp Vielu 2 (Instruments) un Vielu 1 (Izstrādājums) pozitīvās iedarbības pilnveidošanu, neizmainot galveno lauku, kas atrodas starp abām vielām.

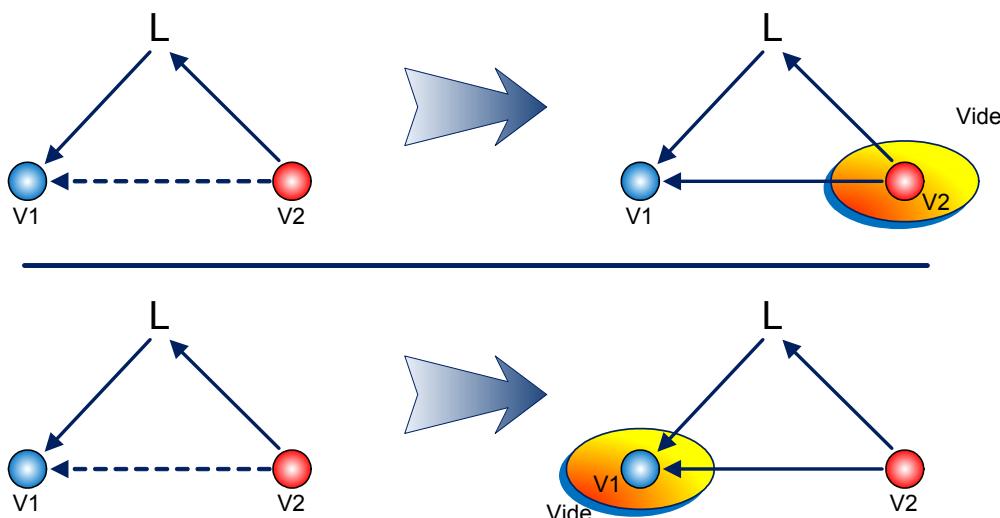
Mijiedarbību var pilnveidot arī, kā trešo vielu, izmantojot vidi, kas var paaugstināt sistēmas efektivitāti.

### Teorija

Ja nepieciešams pilnveidot kāda izstrādājuma kādas lietderīgas funkcijas pozitīvo iedarbību, un ir ierobežojumi nosacījumos par papildus elementu ieviešanu dotajās vielās, problēmu var risināt, kā trešo vielu izmantojot vidi, lai palielinātu vadāmību vai sniegtu nepieciešamās īpašības Vielas – Lauka mijiedarbībai.

Vides loma ir pastiprināt esošās starpvielu mijiedarbības iedarbību saskaņā ar lauku vai palielināt mijiedarbības kontroles pakāpi. Tādēļ nav atlauts pārveidot starp divām vielām esošā lauka būtību.

### Modelis



*Attēls 2.2.1.1.4.a – STANDARTS 1-1-4: Mijiedarbību pilnveidošana, izmantojot vidi. Use of the environment to improve interactions.*

### Metode

Šo standartu pielieto, kad ir nepietiekama lietderīgā funkcija, proti, izstrādājuma modifikācija neatbilst gaidītajai, un instrumentam nav atlauts pievienot ārējas vielas. Tādā gadījumā ir jāpārbauda, vai laukam nepieciešamās īpašības nevar nodrošināt vide, kas aptver kādu no mijiedarbības vielām.

Jāpielieto sekojoši soļi:

1. izveidojiet nepietiekamās lietderīgās funkcijas Vielas – Lauka modeli; identificējiet pazīmi, kurai nepieciešama modifikācija;
2. definējiet potenciālās pazīmju vērtības, kas spētu pilnveidot esošā lauka efektivitāti;
3. analizējiet pazīmes, kas piemīt videi ap instrumentu (attēls 2.2.1.1.4.a, augšā) vai izstrādājumu (attēls 2.2.1.1.4.a, apakšā) un pārbaudiet, vai iespējams pielietot kādu no 2. solī definētām pazīmju vērtībām;

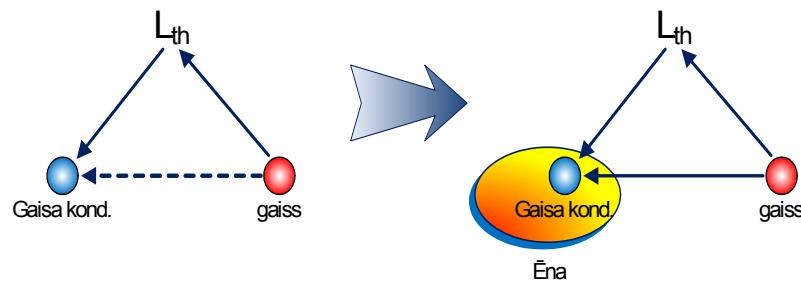


4. pārbaudiet, vai pastāv jebkāda veida ierobežojumi vides kā Vielas – Lauka mijiedarbības trešās vielas apgūšanai.

Piezīme: otrs un trešais soļi var tikt ieviesti, izmantojot vielas resursu tabulu.

## Piemērs

Lai uzlabotu gaisa kondicionēšanas sistēmas efektivitāti, ēkas ziemeļu pusē tika ierīkoti āra ventilatori, šādā veidā izmantojot ēnainās vides priekšrocību (attēls 2.2.1.1.4.b).



*Attēls 2.2.1.1.4.b – Gaisa kondicionēšanas sistēmas izvietošana ēkas ēnainajā pusē.*

## Pašnovērtējums

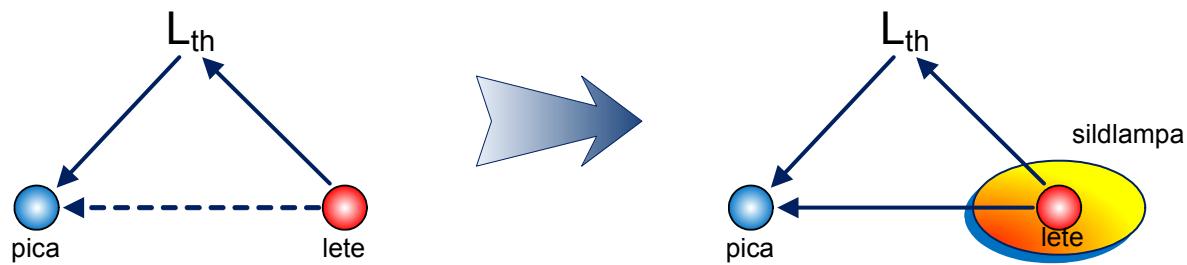
### Vingrinājums 1:

Cik reižu nav gadījies, ka nopērkot picas šķēli līdzīgi nemšanai ātrās apkalošanas ēstuvē, tā nav bijusi pārāk laba, jo ir atdzisusi? Pārāk bieži. Kā varētu izvairīties no pārmērīgas picas atdzišanas saskaņā ar standaru 1-1-4?



## Atbilde 1:

Problēma ir ļoti vienkārša un to var paskaidrot, izmantojot minimālu modeli. Ir divas vielas – pica un ātrās apkalpošanas lete. Lauks, kas atrodas starp tām ir termisks; varam aplūkot nepietiekamo izolēšanas darbību pie apkalpošanas letes (attēls 2.2.1.1.4.c, pa kreisi). Acīmredzami, nevaram būvēt apkalpošanas leti ar siltināto grīdu, jo tas izmaksātu pārāk dārgi, tāpēc mums jāizmanto kāda viela, kas jau ir klātesoša picas un apkalpojošas letes apkārtnē; vadoties pēc standarta risinājuma ieteikuma, veiksmīgs risinājums būtu sildlampas uz grīdas (attēls 2.2.1.1.4.c, pa labi).



Attēls 2.2.1.1.4.c – picas apkalpošanas lete, modelēta ar Vielas – Lauka modeli.

## Atsauce

- [1] VV.AA.: *A thread in the labyrinth* (Krievu val.). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3

## STANDARTS 1-1-5: VIDES MODIFICĒŠANA, LAI PILNVEIDOTU MIJIEDARBĪBAS

### Definīcija

Vielas – Lauka pilnveidošana nozīmē funkcionālas mijiedarbības starp Vielu 2 (Instruments) un Vielu 1 (Izstrādājums) pozitīvās iedarbības pilnveidošanu, neizmainot galveno lauku, kas atrodas starp abām vielām.



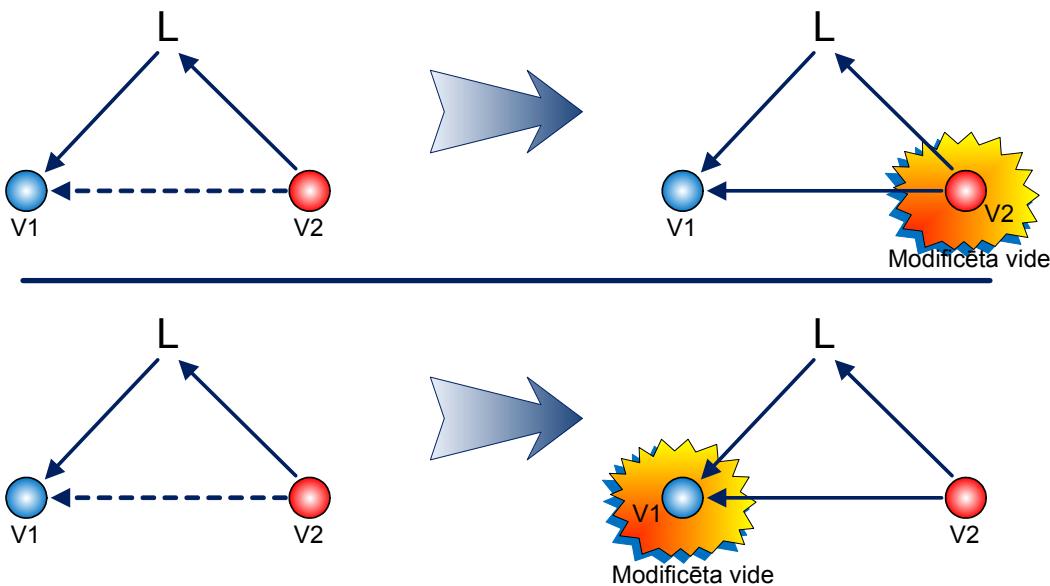
Mijiedarbību var pilnveidot arī, pārveidojot vidi par trešo vielu, tādā veidā paaugstinot sistēmas efektivitāti.

### Teorija

Ja nepieciešams pilnveidot kādas lietderīgas funkcijas pozitīvu iedarbību uz kādu izstrādājumu, un nosacījumi paredz ierobežojumus attiecībā pret papildinājumu ieviešanu starp dotajām vielām, bet esošajā vidē nav vielu ar piemērotām pazīmēm, problēmu var risināt, aizvietojot esošo vidi ar citu, vai to sadalot, vai arī ieviešot papildinājumus esošajā vidē tādā veidā, ka modifīcētā vide var būt kā trešā viela ar mērķi paaugstināt vadāmību vai sniegt Vielas – Lauka mijiedarbībai nepieciešamās pazīmju vērtības.

Modificētā Vides loma ir pastiprināt esošās starpvielu mijiedarbības iedarbību saskaņā ar lauku vai palielināt mijiedarbības kontroles pakāpi. Tādēļ nav atļauts pārveidot starp divām vielām esošā lauka būtību.

### Modelis



Attēls 2.2.1.1.5.a – STANDARTS 1-1-5: Vides modifikācija, lai pilnveidotu mijiedarbību.

### Metode

Šo standartu pielieto, kad ir nepietiekama lietderīgā funkcija, proti, objekta modifikācija neatbilst gaidītajai, un instrumentam nav atļauts pievienot ārējas vielas un esošai videi/ apkārtnei pietrūkst piemērotu pazīmju vērtību, lai pilnveidotu mijiedarbību starp divām vielām. Tādā gadījumā ir jāpārbauda, vai laukam nepieciešamās pazīmju vērtības nevar nodrošināt vides, kas aptver kādu no mijiedarbības vielām, modifikācija.



Jāpiemēro sekojoši soļi:

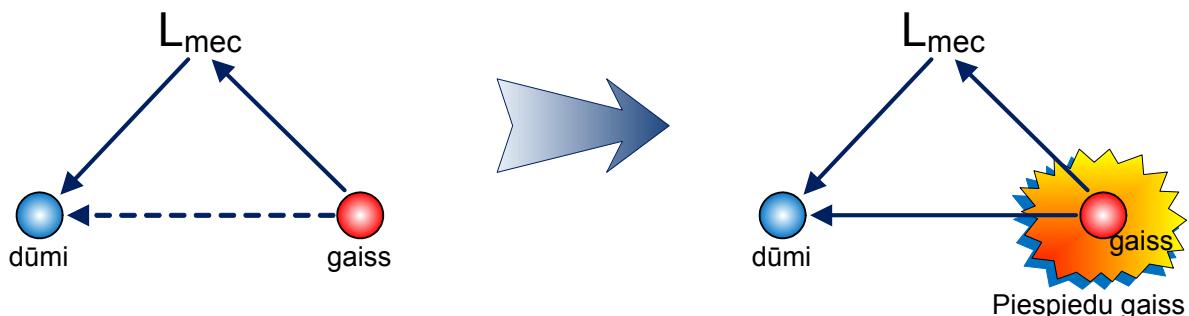
1. izveidojiet nepietiekošās lietderīgās funkcijas Vielas – Lauka modeli; identificējiet pazīmi, kurai nepieciešama modifikācija;

2. definējiet potenciālās pazīmju vērtības, kas spētu pilnveidot esošā lauka efektivitāti;
3. analizējiet pazīmes, kas piemīt videi ap instrumentu (attēls 2.2.1.1.5.a, augšā) vai izstrādājumu (attēls 2.2.1.1.5.a, apakšā), un pārbaudiet, vai var pielietot kādu no 2.solī definētām vērtībām:
  - \* ieviešot vidē trešo vielu; *introducing a third substance into the environment*;
  - \* sadalot vidi to veidojošās vielās;
  - \* aizvietojot vidi;
4. pārbaudiet, vai izvēlētajai vides modifikācijai ir kādi ierobežojumi.

Piezīme: otrs un trešais soļi var tikt ieviesti, izmantojot vielas resursu tabulu.

### Piemērs

Smēķētāju telpā pat pēc ūsa laika sprīža gaiss kļūst neelpojams pat kaislīgam smēķētājam, jo ap smēķētāju esošais gaiss pietiekami neizkliedējas (attēls 2.2.1.15.b, pa kreisi).



Attēls 2.2.1.1.5.b – paraugmodelis Standarta risinājumam 1-1-5.

Aplūkojot vidi, varam atrast, piemēram, tīru gaisu, kas varētu palīdzēt ātri izklidēt dūmus. Bet, ja gan gaisa tīrā, gan piesārņotā daļa ir nekustīgas, problēmas situācija būtiski nemainās. Tāpēc var iztēloties tīra, piespiedu gaisa ievadīšanu telpā, ar mērķi ūsa laikā piesmēķēto gaisu izvēdināt - likvidēt (attēls 2.2.1.1.5.b, pa labi).

### Pašnovērtējums

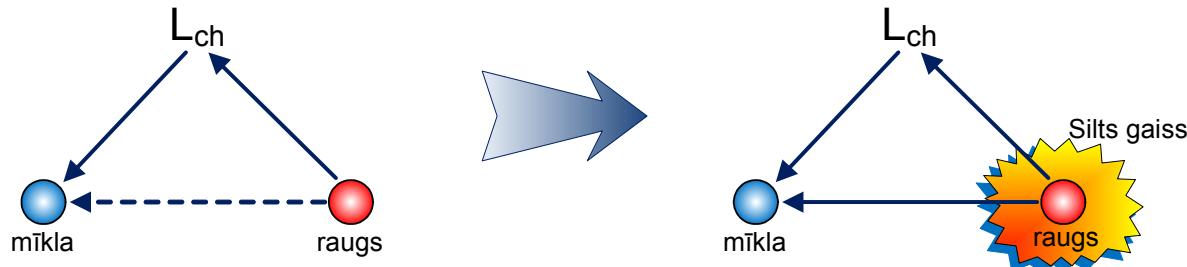


#### Vingrinājums 1:

Nina uzaicinājusi draugus vakariņās, lai nobaidītu mājās gatavotu itālu picu. Viņa izlasa kulinārijas grāmatā recepti un gatavo mīklu. Tikko pabeigusi, viņa atskārst, ka tā pietiekami ātri neceļas, lai pagūtu to pagatavot līdz vakariņām, jo raudzēšanas laiks ir samērā ilgs. Nēmot vērā tikko Standartā 1-1-5 apgūto, kā varētu Ninai palīdzēt?

## Atbilde 1:

Ninas sākotnēji satraucošā situācija ir atainota attēlā 2.2.1.1.5.c, pa kreisi, kur  $V_2$  ir raudzēšanas laiks un kas nav pietiekami ātrs, lai ar ķīmiskā lauka palīdzību pietiekami un laikus paceltu  $V_1$ .



Attēls 2.2.1.1.5.c – modelis raudzēšanas laika uzlabošanai.

Pilnveidojamā pazīme ir mīklas celšanās laiks, un tas ir atkarīgs arī no temperatūras. Saskaņā ar Sandartu 1-1-5, mums jāaplūko mīklas vide un jācenšas to izmainīt. Ja mīklu aptvers siltāks gaišs, tā pacelsies ātrāk (attēls 2.2.1.1.5.c, pa labi).

## Atsauce

- [1] VV.AA.: *A thread in the labyrinth* (Krievu val.). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3



## STANDARTS 1-1-6: KĀDAS DARBĪBAS MINIMĀLĀS IEDARBĪBAS NODROŠINĀŠANA

### Definīcija

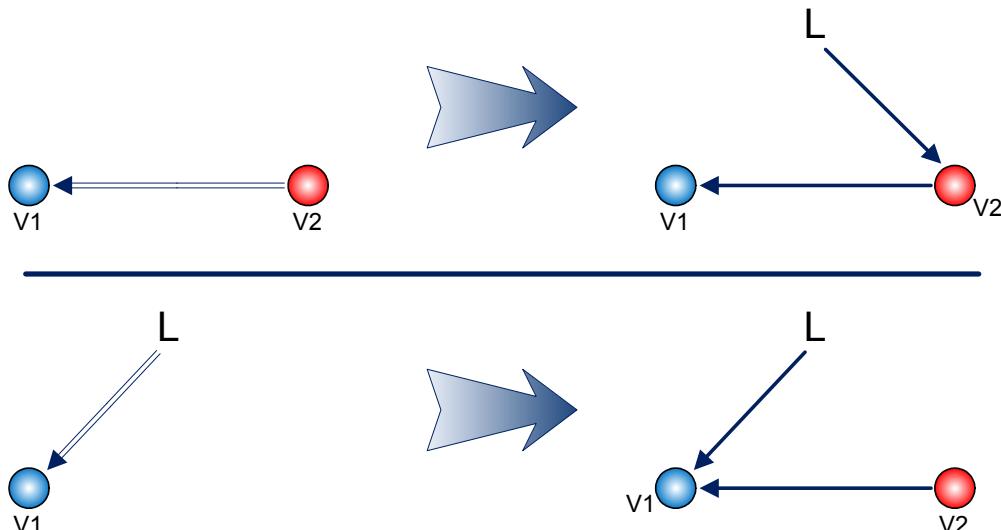


Darbības minimālās iedarbības nodrošināšana nepieciešama, kad norisinās kāda lietderīga pārmērīga darbība, tādējādi ir nepieciešams samazināt Instrumenta ietekmi uz Izstrādājumu vai Vielas – Lauka mijiedarbību.

### Teorija

Ja ir kādas vielas vai lauka pārpalikums (to apjoms ir liels un ir grūti nodrošināt to kontrolētu (vienmērīgu, optimālu) apjomu), rekomendē noturēt pārmērīgas vielas vai lauka statusu un sekundāri likvidēt lieko vielu. Vielas pārpalikumu likvidē ar lauka (attēls 2.2.1.1.6.a, augšā), bet lauka pārpalikumu ar vielas palīdzību (attēls 2.2.1.1.6.a, lejā).

### Modelis



Attēls 2.2.1.1.6.a – STANDARTS 1-1-6: Darbības minimālās iedarbības nodrošināšana. Providing the minimum effect of an action.

### Metode

Šo standartu pielieto, kad sistēmā ir kādas vielas pārmērīgs apjoms vai, kad kāda lietderīga mijiedarbība ir pārmērīga (1.1.2 – Mijiedarbību tipi un saistītie simboli).

Ja ir pārāk grūti vai pat neiespējami samazināt un kontrolēt vielas/lauka apjomu, vēlams pielietot sekojošus solus:

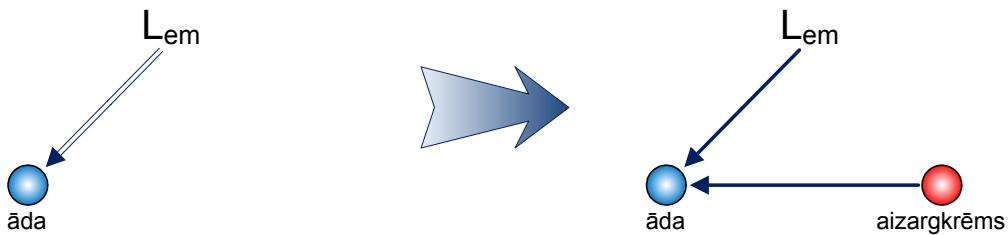
1. izveidojiet pārmērīgas lietderīgās mijiedarbības Vielas – Lauka modeli;
2. identificējiet to pazīmi, kuras vērtība ir pārmērīga;
3. ieviesiet modifikāciju, kas spētu likvidēt lieko:
  - \* ja pazīmes pārmērīgā vai liekā vērtība saistīta ar vielu  $V_2$ , meklējiet lauka resursus, kurus var piemērot  $V_2$ , kuri varētu radīt  $V_2$  pazīmes vēlamo vērtību;
  - \* ja pazīmes pārmērīgā vai liekā vērtība ir saistīts ar lauka  $L$  ietekmi uz vielu  $V_1$ , meklējiet tādus vielas resursus, kurus varētu piemērot  $V_1$ , un kuri varētu radīt vēlamo ietekmi uz lauku  $F$ .

Piezīme: trešais solis var tikt ieviests, izmantojot vielas - lauka resursu tabulu.

### Piemērs



Nina pludmalē saulojas, lai iegūtu iedegumu un kļūtu vēl skaistāka. Bet kā zināms, pārmērīgi daudz saules ir bīstami mūsu ādai, īpaši bīstami ir UV-B starī. Tā kā Nina ir TRIZ studente, līdz ar to nekavējoties apzinās, ka, lai atrisinātu šo problēmu, viņai jāpielieto kāds standarta risinājums. Saule ir saule un viņa nevar ietekmēt tās elektomagnētisko lauku, pat, ja tas ir pārmērīgs. Bet viņa vēlas sauloties. Tādēļ sākotnējā situācija ir tāda, kā atainots attēlā 2.2.1.1.6.b, pa kreisi.



Attēls 2.2.1.1.6.b – saules apdeguma problēmas risinājums ar Vielas – Lauka palīdzību.

Pielietojot Standarta risinājumu 1-1-6, otrai vielai  $V_2$  ir jāmazina saules radītā iedarbība. Šī viela ir saules aizsargkrēms, kas mazina saules staru radīto ietekmi uz Ninas ādu (attēls 2.2.1.1.6.b, pa labi).

### Pašnovētējums

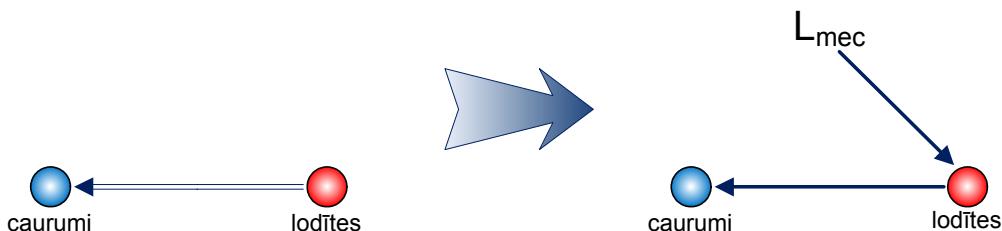
#### Vingrinājums 1:

Bils ir darbā un viņam ir jāizstrādā ierīce, kas aizpildītu ar mazām lodītēm visus sešdesmit caurumus, kas radiālā veidā izvietoti ap asi rotējošā riteņveida plaknē. Ratiņam ir horizontāla ass un tas rotē ļoti lielā ātrumā. Caurumiņi palīdz lodītes pa vienai nogādāt uz citu ierīci, kas to izgrūž ārā un nogādā uz konveijera lentes. Pašu rotējošās virsmas piepildīšanas sistēmu veido tvertne, kas piepildīta ar lodītēm; rotējošā virsma iet caur šo tvertni un lodītes ar gravitācijas un gaisa plūsmas palīdzību iekrīt caurumiņos. Tomēr noteiktā darbības ātrumā ir augsts kļūdas procents. Kā Bils varētu pilnveidot ierīci, izmantojot Standartu 1-1-6?



#### Atbilde 1:

Prmais solis, kas ved pie risinājuma, ir ieraudzīt, ka rats ir piepildīts ar lielāku daudzumu lodīšu kā nepieciešams. Tādējādi tiek apgūta sākotnējā situācija, atbilstoša Standarta 1-1-6 prasībām: pārmērīgs lodīšu daudzums ( $V_2$ ) piepilda rata ārējo daļu ( $V_1$ ), kā tas ir attēlots attēlā 2.2.1.1.6.c.



Attēls 2.2.1.1.6.c – Risinājuma shēma lodīšu piepildīšanas efektivitātes pilnveidošanai, izmantojot Standartu 1-1-6.

Lodīšu skaits ir pazīmes lielā vērtība, ko nodrošina viela, lai nogādātu pie citas vielas. Tālab jāatrod lauks, kas garantētu, ka izvēlētajai pazīmei ir pareizā vērtība. Ir lielā ātrumā rotējoša virsma: centrībēdzes spēki varētu būt resurss, kas atbilst standartu modelim.

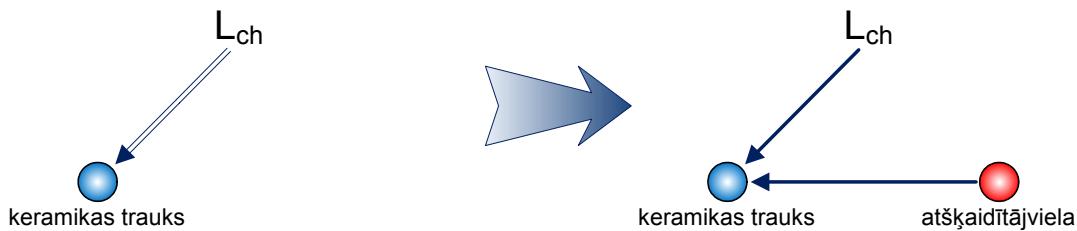
#### Vingrinājums 2:

Reizēm, lai notīrītu vannasistabas virsmas no kaļķakmens vai cita veida traipiem, jāizmanto skābe. Bet tās ķīmiskā iedarbība var izrādīties pārmērīga attiecībā pret keramiku, kas var tikt saēsta. Kā jūs varētu atrisināt šo situāciju saskaņā ar Standartu 1-1-6?



## Atbilde 2:

Sākumā jāmodelē pamata situācija: ir tikai lauks ( $L_{ch}$ ), kas attiecībā pret keramiku ( $V_1$ ) veic pārmērīgu darbību, kā tas atainots attēlā 2.2.1.1.6.d., pa kreisi. Mums jāizvēlas pazīme ar pārmērīgu vērtību, proti, tūrišanas līdzekļa pH (skābums). Saskaņā ar Standartu 1-1-6, mums jāatrod kāda otrā viela, tā, lai darbība kļūtu lietderīga un pietiekama. Šī otrā viela varētu būt skādinātājviela, kas absorbē tās kodinošo spēku un palielina pH līmeni (attēls 22.1.1.6.d., pa labi).



*Attēls 2.2.1.1.6.d – iespējamais risinājums pārmērīgi aktīvam laukam. a possible solution for an excessive active field.*

## **Atsauce**



- [1] VV.AA.: *A thread in the labyrinth* (Krievu val.). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3.

## STANDARTS 1-1-7: DARBĪBAS MAKSIMĀLĀS IEDARBĪBAS NODROŠINĀŠANA



4.1.1.2 – MIJIEDARBĪBU VEIDI UN TO SIMBOLI

### Definīcija

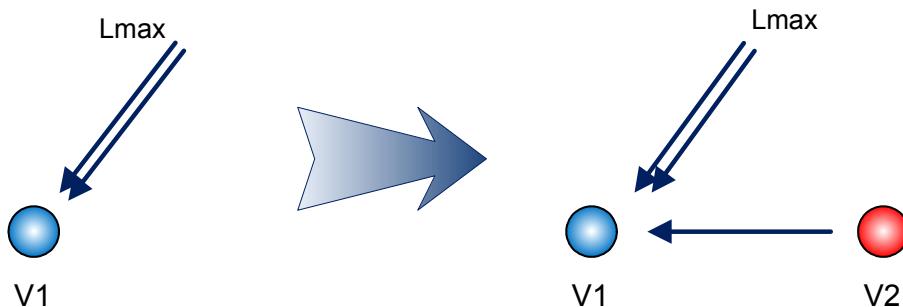
Ja nepieciešama kādas darbības uz kādu vielu (Izstrādājumu) maksimāla iedarbība, un tā nav atļauta, maksimāla darbība ir jāsaglabā, bet jānovirza uz kādu citu vielu, kas pievienota pašam objektam.



### Teorija

Kad uz kādu objektu nepieciešams iedarboties ar maksimālu iedarbību, bet sistēmas nosacījumi nosaka kavēkļus šāda stipra lauka tiešai ietekmei uz pašu izstrādājumu (attēls 2.2.1.1.7.a, pa kreisi), ir ieteicams to pašu lauku vērst uz citu vielu ar mērķi saglabāt tās priekšrocības, nepārkāpot kādus sistēmas ierobežojumus un/vai nenodarot nekādu kaitējumu (attēls 2.2.1.1.7.a, pa labi).

### Modelis



Attēls 2.2.1.1.7.a – STANDARTS 1-1-7: Darbības maksimālas iedarbības nodrošināšana.

### Metode

Šo standartu piemēro, kad kāda lietderīga mijiedarbība ir vēlama tās maksimālā apjomā, bet nav veicama vienlaikus (savietojama ar otru) un tādējādi rezultāti ir pārmērīgi (1.1.2 – Mijiedarbību tipi un saistītie simboli).



Ja nav plānots samazināt un kontrolēt lauka apjomu, vēlams piemērot sekojošus soļus:

izveidojiet pārmērīgas lietderīgas mijiedarības Vielas – Lauka modeli;

identificējiet pazīmi, kam piemīt liekā vērtība;

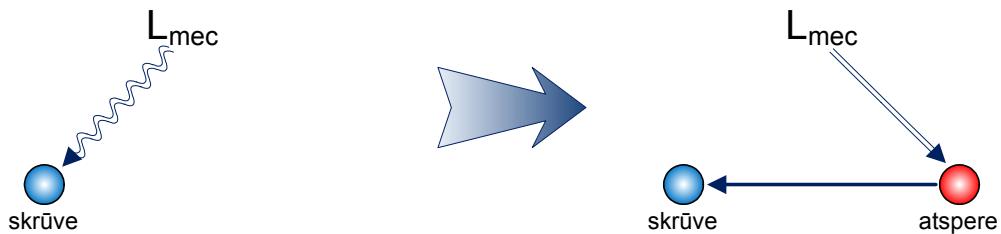
atrodiet vielas, kuras var iekļaut tajā pašā lietderīgajā mijiedarībā un var panest maksimālo iedarbību;  
identificējiet iespējamos vielas  $V_1$  resursus (pazīmes), kurus var sasaistīt ar pievienoto vielu  $V_2$ .

Piezīme: trešo un ceturto soli var ieviest, izmantojot vielas – lauka resursu tabulu.

### Piemērs

Lai savilktu skrūvi, bieži nepieciešams griezējspēks. Ja veicot griezienu, tiek pielietots neliels spēks, nav iespējamss sasniegt plānoto rezultātu. Ja tiks piemērots pārlieku liels spēks, var tikt pārsniegtas vēlamās griezējspēka iedarbības uz skrūvi robežas, riskējot salauzt skrūves galviņu. Tulkojot šo situāciju Vielas - Lauka valodā, skrūve ir viela  $V_1$ , uz kuru iedarbojas mehāniskais lauks (attēls 2.2.1.1.7.b, pa kreisi).





Attēls 2.2.1.1.7.b – mehāniskās problēmas modelis, kas atrisināts, izmantojot Standartu 1-1-7.

Lai sasniegtu mērķi, laukam ir jābūt tā maksimālajā līmenī, bet ir neiespējami to piemērot, jo pastāv risks pārsniegt skrūves iestiepuma spriegumu. Tādēļ starp  $L_{mec}$  un  $V_1$ , ir nepieciešama otra viela  $V_2$ : šī viela varētu būt atspere, kas griezējspēkam ļauj darboties līdz kādai noteiktai vērtībai, tad tā sagriežas tā, ka pat, izmantojot maksimālo spēku, skrūve paliek vesela (attēls 2.2.1.1.7.b, pa labi).

### Pašnovērtējums

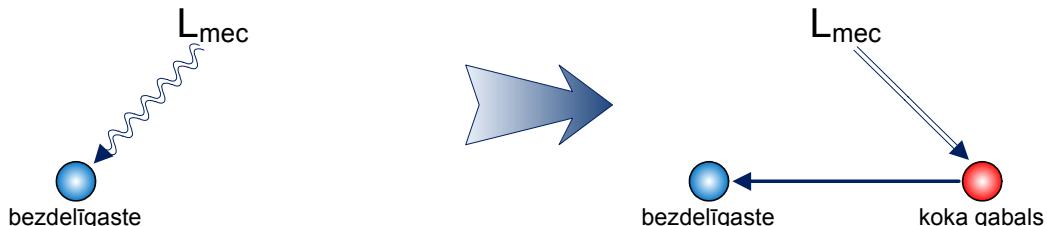
#### Vingrinājums 1:



Ninas vectēvs ir galdnieks. Viņš taisa koka sienas skapi un koka dekoram – bezdelīgai – jāsastiprina aste. Lai to paveiktu, viņam koks jāsīt ar āmuru, jo tam nepieciešams daudz spēka, bet āmurs var koku sadauzīt. Vai varat galdniekam palīdzēt?

#### Atbilde 1:

Sākuma stuācija jāmodelē ar āmura veidoto lauku, tātad mehānisko lauku, kas ar koka bezdelīgasti ( $V_1$ ) mijiedarbojas pārmērīgā, kaitīgā veidā (skat. attēlā 2.2.1.1.7.c, pa kreisi). Saskaņā ar standartu 1-1-7, jāatrod otra viela, kas būtu pievienota pirmajai, kas saglabātu lauka maksimālo iedarbību (attēls 2.2.1.1.7.c, pa labi). Tas varētu būt koka gabals virs bezdelīgastes, kas, izplatot spēku uz lielāku virsmu, nodotu salaidumam āmura sitienu spēku, izvairoties no jebkādām kaitīgām sitenā sekām..



Attēls 2.2.1.1.7.c – galdniecībā piemērots standarta risinājums.

### Atsauce

- [1] VV.AA.: *A thread in the labyrinth* (Krievu val.). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3.



## STANDARTS 1-1-8: SELEKTĪVĀS IEDARBĪBAS/EFEKTA NODROŠINĀŠANA

### Definīcija

Kādas darbības selektīvās iedarbības nodrošināšana nepieciešama, kad kāda noteikta lauka iedarbībai uz kādu vielu (izstrādājumu) jāpiemīt dažādām pazīmju vērtībām dažādās paša izstrādājuma daļās.



### Teorija

Kad kādam noteiktam objektam tiek piemērots kāds lietderīgs lauks, bet nav vēlams, ka šādam laukam būtu atšķirīga ietekme uz dažādām paša objekta daļām, iespējamas divas izvēles:

- \* piemērot maksimālo lauku, šajā gadījumā vietās, kur nepieciešama minimāla iedarbība, tiek ieviesta aizsargviela (skat. 2.2.1.1.8.1);
- \* piemērot minimālu lauku, šajā gadījumā jāievieš tāda jauna viela, kas spētu pastiprināt lokālo iedarbību vietās, kur nepieciešama maksimāla iedarbība (skat. 2.2.1.1.8.2).

### Atsauce

[1] VV.AA.: *A thread in the labyrinth* (Krievu val.). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3.





4.1.1.2 – MIJEDARBĪBU VEIDI UN TO SIMBOLI



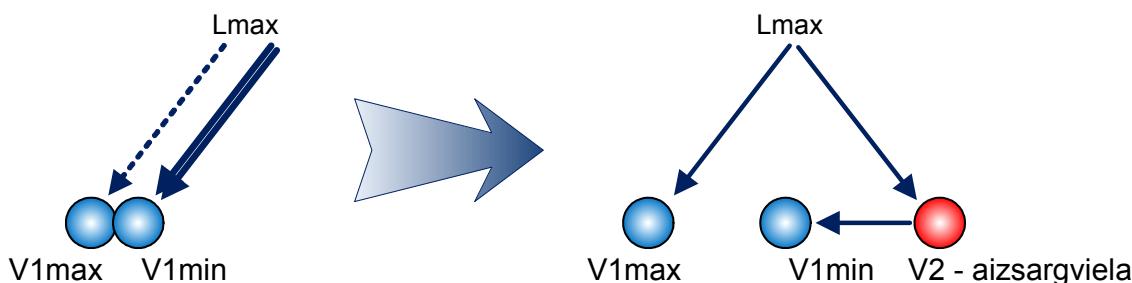
### Definīcija

Kādas darbības selektīvā iedarbība nepieciešama, kad kāda noteikta lauka iedarbībai uz kādu vielu (izstrādājumu) jābūt dažādām pazīmju vērtībām paša izstrādājuma dažādās daļās.

### Teorija

Kad kādam noteiktam izstrādājumam tiek piemērots kāds lietderīgs lauks, bet ir vēlams, lai šādam laukam paša objekta dažādās daļās būtu atšķirīga iedarbība, ir iespējams visam objektam piemērot maksimālu lauku un vietās, kur nepieciešama minimāla iedarbība, tiek ieviesta aizsargviela.

### Modelis



Attēls 2.2.1.1.8.1.a – STANDARTS 1-1-8-1: selektīvas iedarbības nodrošināšana ar maksimāla lauka un aizsargviela palīdzību.

### Metode

Šis standarts tiek pielietots, kad lietderīga mijiedarbība ir vēlama kāda maksimālā apjomā, bet to nevar piemērot visam izstrādājumam, tādējādi kādā paša izstrādājuma daļā tā ir pārmērīga vai pat lieka (1.1.2- Mijiedarbību tipi un saistītie simboli).

Ja nav vēlams samazināt vai kontrolierēt lauka apjomu, piemērojami sekojoši soli:

izveidojiet pārmērīgas lietderīgas mijiedarbības Vielas – Lauka modeli;

- \* identificējiet mijiedarbības darbības lauku un atšķiriet tās Vielas  $V_1$  daļas, kur nepieciešamas tās pašas pazīmes atšķirīgas vērtības;
- \* meklējiet vielas, kas varētu spēlēt Vielas  $V_1$  aizsargloku, vai vēl precīzāk – to daļu aizsargloku, kur nepieciešama minimāla iedarbība.
- \* identificējiet iespējamos resursus (pazīmes, pazīmu vērtības), lai savienotu vielas  $V_1$  un  $V_2$ .

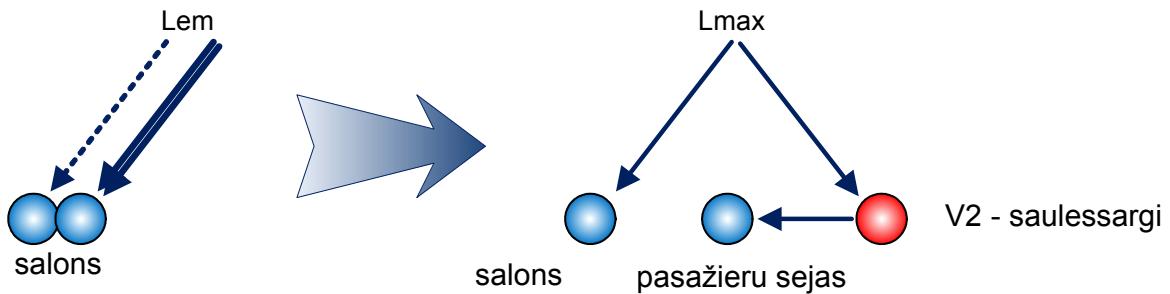
Piezīme: trešo un ceturto soli var ieviest, izmantojot Vielas – Lauka resursu tabulu.

### Piemērs

Modernām automašīnām ir plati logi un vējstikli, lai palielinātu ārējās vides redzamību. Tomēr, īpaši vasaras laikā, kad saule ir ausgtu un tās gaisma ir ļoti spoža, liels vējstikls ielaiž pārāk daudz gaismas uz vadītāja un pasažieru sejām.

Veidosim situācijas modeli: ir saule, kas ir elektromagnētiskais lauks, kurš caur vējstiklu ietekmē visu salonu (attēls 2.2.1.1.8.1.b, pa kreisi).





Attēls 2.2.1.1.8.1.b – Standarta risinājuma 1-1-8-1 pielietojums, lai atrisinātu kādu ikdienas problēmu.

Tā kā daļai salona gaisma ir pārlieku spoža (īpaši uz vadītāja un pasažieru sejām), saskaņā ar Standartu 1-1-8-1, vadot automašīnu šādos apstākļos starp lauku un acīm ir jāpielievo ārēja aizsargviela, kas absorbē pārmērīgo lauka iedarbību, kur tas ir apgrūtinošs. Risinājums var būt saules aizsargjosla vējstikla augšdaļā, kas ir caurredzama, bet apstādina pārmērīgo saulesgaismas spožumu, kā tas attēlots attēlā 2.2.1.1.8.1.b pa labi un attēlā 2.2.1.1.8.1.c pa kreisi.



Attēls 2.2.1.1.8.1.c – saules aizsargjosla ir redzama aizsargstikla augšdaļā; tā ir caurredzama, bet saule nav vairs apgrūtinoša, jo ir tumšāka nekā caurspīdīgais aizsargstikla stikls.

## Pašnovērtējums

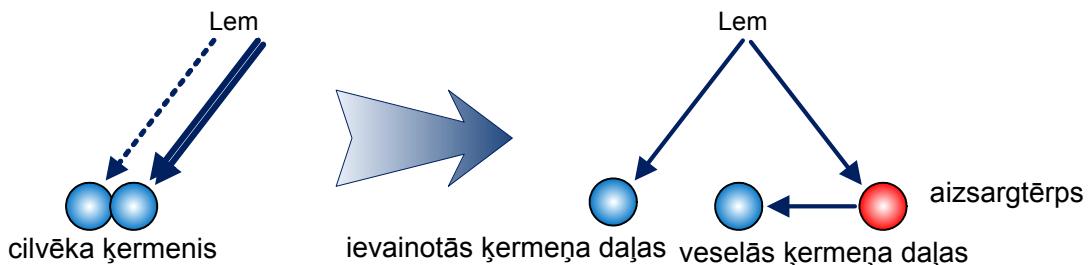
### Vingrinājums 1:

Esam viesnīcā. Ninas brālis ir cietis negdījumā un viņam jāveic rentgenogrāfiska analīze. Ārstam nepieciešams izmeklēt nevis visu viņa ķermenī, bet tikai dažas kritiskās vietas. Kā zināms, rentgena stari nav veselīgi, tāpēc Nina ierosina atjautīgu risinājumu. Vai jums ir kādas idejas saskaņā ar Standartu 1-1-8-1?



## Atbilde 1:

Sākotnējā situācija būtu jāmodelē sekojoši: Ninas brāļa ķermenī skar stiprs elektromagnētiskais lauks, dažās vietās tas ir lietderīgs, citās tas var būt ļoti bīstams. Skatiet attēlu 2.2.1.1.8.1.d, pa kreisi.



*Attēls 2.2.1.1.8.1.d – Standarta 1-1-8-1 pielietojums sanitārā vidē.*

Tas pats lauks dažiem laukumiem ir nepieciešams, bet citiem pavisam nav vēlams. Tāpēc, sekojot Standarta 1-8-1-1 ieteikumiem, ir nepieciešama viela, kas, lai arī elektromagnētriskā lauka skarta, sniedz aizsardzību no rentgena stariem visās vietās, kur tas vajadzīgs (attēls 2.2.1.1.8.1.d, pa labi). Šī otrā viela varētu būt speciāls tērps, kas veidots no rentgena staru absorbējoša vai atstarojoša materiāla, ar caurumiem vietās, kur nepieciešams veikt izmeklējumus.

## **Atsauce**



- [1] VV.AA.: *A thread in the labyrinth* (Krievu val.). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3.



4.1.1.2 – MIJEDARBĪBU VEIDI UN TO SIMBOLI



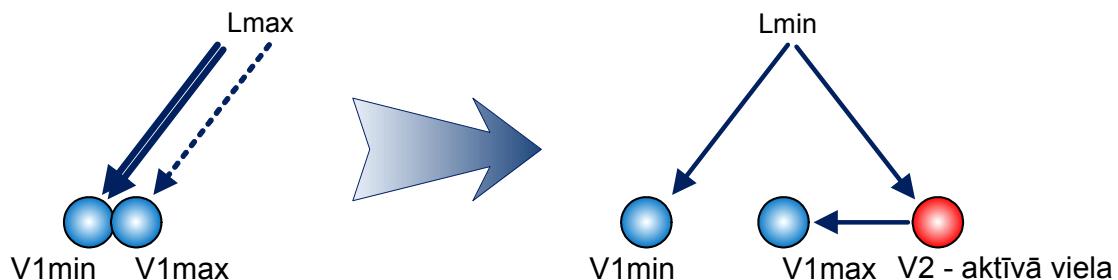
### Definīcija

Selektīva darbības ietekme ir nepieciešama gadījumos, kad, lai nodrošinātu kāda noteikta lauka ietekmi uz kādu vielu (izstrādājumu), ir nepieciešams, lai dažādām šī izstrādājuma daļām piemistu atšķirīgas pazīmju vērtības.

### Teorija

Kad kādam noteiktam izstrādājumam piemērots kāds lietderīgs lauks, bet nepieciešams, lai uz dažādām tāda objekta daļām būtu atšķirīga minētā lauka iedarbība, ir iespējams pielietot minimālu lauku un tad ieviest jaunu vielu, kas varētu pastiprināt vietāja mēroga iedarbību vietās, kur nepieciešams maksimāls efekts.

### Modelis



Attēls 2.2.1.1.8.2.a – STANDARTS 1-1-8-2: selektīvas iedarbības nodrošināšana ar minimāla lauka un aktīvas vielas palīdzību



### Metode

Šis standarts tiek piemērots gadījumos, kad ir nepieciešama maksimāli lietderīga mijiedarbība, bet kādai izstrādājuma daļai tā kļūst lieka, jo to nevar piemērot visam izstrādājumam pilnībā. (1.1.2. – Mijiedarbību tipi un ar tiem saistītie simboli

Ja nav nodoma samazināt un kontrolēt lauka apjomu, nepieciešams piemērot sekojošus solus:

1. izveidojiet Vielas – Lauka modeli lietderīgās mijiedarbības liekajai daļai;
  2. identificējiet mijiedarbības lauku un nošķiriet tos vielas  $V_1$  apgabalus, kur vajadzīgas tās pašas pazīmes vērtības;
  3. meklējiet vielas, kas var spēlēt aktīvu (pastiprinošu) lomu attiecībā pret vielu  $V_1$ , un jo īpaši pret tiem tās apgabaliem, kur ir nepieciešama maksimāla iedarbība;
  4. identificējiet iespējamos resursus (pazīmes, pazīmju vērtības), lai savienotu vielas  $V_1$  un  $V_2$ .
- Piezīme: trešais un ceturtais solis var tikt ieviests, izmantojot vielas – lauka resursu tabulu.

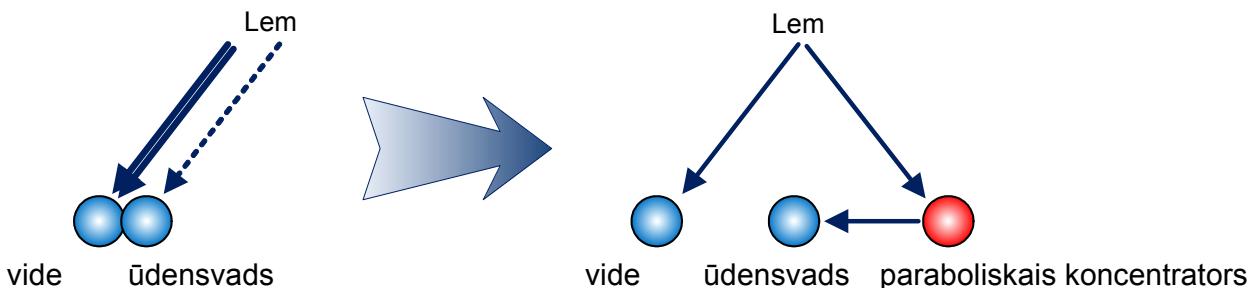
### Piemērs

Lai arī izklausās dīvaini, dažām iekārtām, kas ražo aukstu gaisu – sauktām par tiešdedzes absorbcijas dzesētājiem - ir nepieciešams ūdens, kas sakarsēts virs 100 grādiem pēc Celsija. Gaisa kondicionēšanas sistēmas lielākoties tiek izmantotas vasaras laikā, kad ir daudz Saulainu dienu. Kādēļ lai ūdens sasildīšanai nevarētu izmantot sauli? Kā zināms, ūdens baseinā nesasniedz vārīšanās temperatūru, pat,



# tETRIS

ja saule virs tā atrodas veselu karstas vasaras dienu. Tajā pat laikā krietiņi vienkāršāk ir sasildīt nelielu ūdens daudzumu, piemēram, izmantojot sildkatla cauruli, bet saule šādu rezultātu sasniegt nevar. Tādējādi ir saules elektromagnētiskais lauks, kas ir pietiekams, lai nodrošinātu dzīvību uz zemes, bet nepietiekams, lai uzsildītu ūdeni tvertē līdz 100 grādiem pēc Celsija. Tāds ir šī standarta sākuma modelis, kas attēlots arī pa kreisi attēlā 2.2.1.1.8.2.b.



Attēls 2.2.1.1.8.2.b – Standarta 1-1-8-2 piemērs: paraboliskais koncentrators.

Tā kā saules izstarošanas spēku paaugstināt nevar, jāatrod kāda viela  $V_2$ , kas to varētu paveikt (attēls 2.2.1.1.8.2, pa labi). Paraboliskais spogulis, kura centrā nofokusēta caurule, saules enerģijas jaudu var pavairot vairākkārt, līdz ar to ūdeni caurulē ne tikai strauji uzsildot, bet arī uzkarsējot virs 100 grādiem Celsija.

## Pašnovērtējums

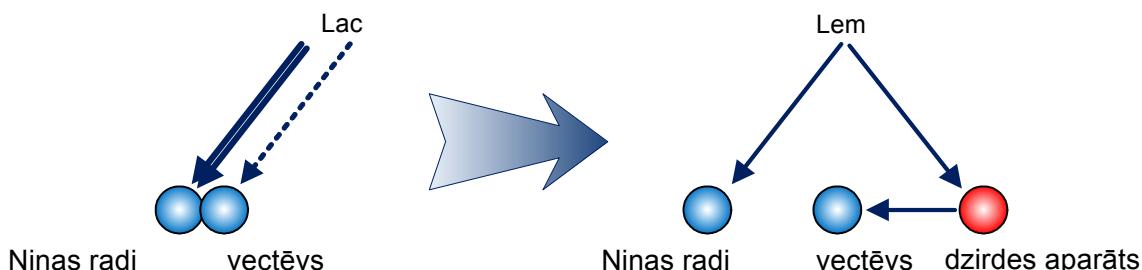


### Vingrinājums 1:

Ninas vectēvam ir 91 gads, un viņam ir dzirdes problēmas, līdz ar to viņa radinieki ir spiesti sarunāties skaļā balsī, lai vectēvs viņus sadzirdētu. Ninai tas nepatīk, tādēļ viņa šo problēmu ir rūpīgi izstudējusi un atklājusi labu risinājumu saskaņā ar standartu 1-1-8-2. Vai nojaušat kāds ir šis risinājums?

### Atbilde 1:

Pirmais Ninas rīcības solis bija pamata situācijas modelēšana. Ir lauks, akustiskais lauks, ko cilvēki rada, runājot, un tas ir pietiekams, lai ikviens to sadzirdētu ( $V_2$ ), bet nepietiekams, lai to sadzirdētu Ninas vectēvs ( $V_1$ ) (skat. attēlu 2.2.1.1.8.2.c, pa kreisi). Standarta risinājums 1-1-8-2 nosaka, ka, ir nepieciešams tāds lauks, kas noteiktās zonās ir augsts, bet citās zems, tam jābūt zemākajā līmenī un ārējai vielai, kas mijiedarbojas ar lauku, ir jābūt novietotai vietā, kur ir nepieciešams maksimāls efekts. Pareizais risinājums ir dzirdes aparāts, kas tiek ievietots vectēva ausī un kas pastiprina ārējo akustisko lauku, līdz ar to cilvēkiem nav jākliedz, lai tos sadzirdētu.



Attēls 2.2.1.1.8.2.c – šis standarta risinājums varētu tikt izmantots visur, arī attiecībā pret vectēvu: šis ir problēmas modelis ar nedzirdīgu cilvēku.



## Atsauce

- [1] VV.AA.: *A thread in the labyrinth* (Krievu val.). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3.



## KATEGORIJA 1.2: KAITĪGAS MIJIEDARBĪBAS NOVĒRŠANA

### Definīcija

Kaitīgas mijiedarbības novēršana sastāv no Vielas – Lauka sistēmas modifikācijas, lai izvairītos no tā, ka kāds negatīvs Instruments nevēlami iedarbojas uz mijiedarbības Izstrādājumu.



### Metode

Standarti 1-2-1–1-2-5 dod norādījumus, kā novērst vai vismaz mazināt kaitīgo ietekmi, kas rodas no nevēlamas funkcionālas mijiedarbības starp divām vielām.



### Atsauce

[1] VV.AA.: *A thread in the labyrinth* (Krievu val.). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3.



## STANDARTS 1-2-1: KAITĪGAS MIJEDARBĪBAS NOVĒRŠANA AR ĀRĒJAS VIELAS PALĪDZĪBU

### Definīcija

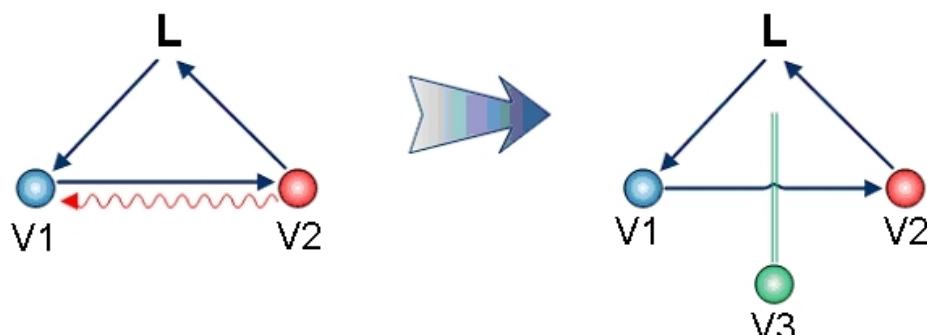


Kaitīgas mijedarbības novēršana sastāv no Vielas – Lauka sistēmas modifikācijas, lai izvairītos no tā, ka kāds negatīvs Instruments nevēlamī iedarbojas uz mijedarbības Izstrādājumu.

### Teorija

Ja starp divām vielām VLM (vielas – lauka modelī) parādās gan liederīga, gan kaitīga ietekme, un starp šīm vielām nav nepieciešams uzturēt saikni, problēma tiek risināta, ieviešot starp tām trešo vielu.

### Modelis



*Attēls 2.2.1.2.1.a – STANDARTS 1-2-1: Kaitīgas mijedarbības novēršana ar ārējas vielas palīdzību.*

### Metode

Šis standarts tiek piemērots, kad divām vielām piemīt gan pozitīva, gan negatīva mijedarbība (t.i. norisinās gan pozitīvas, gan negatīvas darbības), un kad starp šiem elementiem ir atļauts ieviest papildinājumus (attēls 2.2.1.2.1.a).

Soli, kas jāpiemēro:

1. izveidojiet kaitīgās darbības Vielas – Lauka modeli; identificējet to pazīmes modifikāciju, kas jānovērš;
2. pārbaudiet, vai ir iespējams ieviest papildvielas starp instrumentu un izstrādājumu, t.i. starp abām vielām nav obligāti jāsaglabā kontakts;
3. meklējiet tādas vielas, kuru ieviešana pārtrauktu esošo kaitīgo mijedarbību;
4. pārbaudiet, vai ir kādi ierobežojumi tam, lai tehniskā sistēmā ieviestu specifisku vielu.

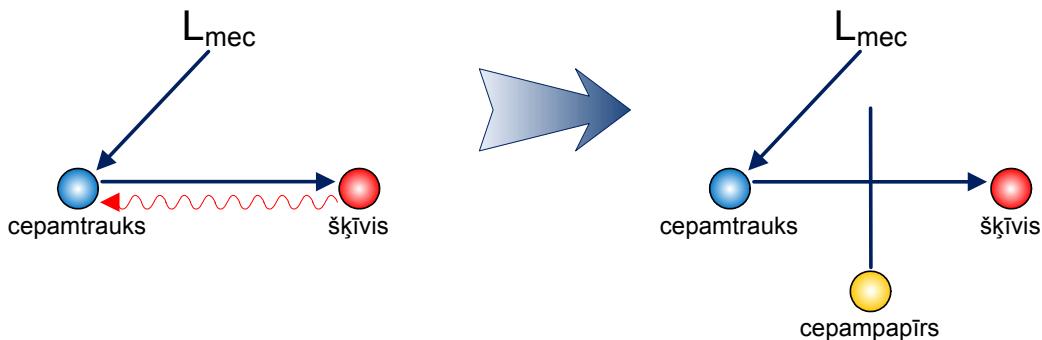
Piezīme: trešais solis var tikt ieviests, izmantojot vielas resursu tabulu.

### Piemērs

Ninas māte reizēm izmanto cepeškrāsni, lai pagatavotu ēdienu, tomēr viņai ne pārāk patīk šī gatavošanas metode, jo trauki, kuros gatavo ēdienu, klūst ļoti nefīri, ir grūti nomazgāt eļļas atlikumus. Mēģinot modelēt šo situāciju, redzam, ka rezultāts varētu būt tāds kā atainots attēlā 2.2.1.2.1.b pa kreisi, kur cepamtrauks ( $V_1$ ) ar mehāniska lauka palīdzību nodrošina lietderīgu darbību, saturot ēdienu ( $V_2$ ), bet vienlaikus arī padarot nefīru cepamo trauku. Mums būtu jāatrod kāda ārēja viela, kas varētu novērst šo kaitīgo darbību. Risinājums varētu būt cepamais papīrs, kuru paklājot zem ēdiena, panna saglabājas tīra (attēls 2.2.1.2.1.b, pa labi).



# tēTRIS



Attēls 2.2.1.2.1.b – paraugs, kā lietot Standartu 1-2-1, lai novērstu papildus kaitīgo efektu, ko rada  $V_2$  starp  $V_1$  un  $V_2$  tiek ieviesta trešā viela

## Pašnovērtējums

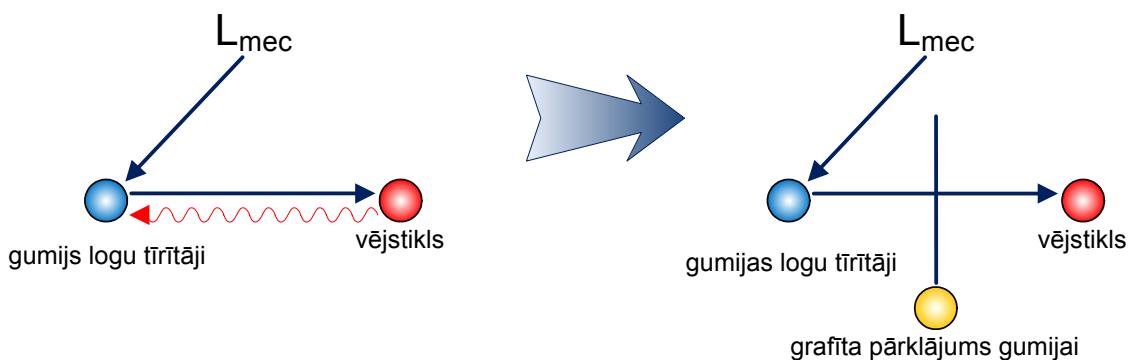
### Vingrinājums 1:

Atrodamies automašīnā un ārā līst lietus. Lai notīrītu automašīnas aizsargstiklu, var izmantot stikla tīrītāju. Tomēr berzes spēks starp gumiju un stiklu, kas ir lietderīgs tīrīšanai, ir arī kaitīgs, jo stikla tīrītāju slotīņas nolietojas. Mēginiet rast problēmas risinājumu, sekojot Standarta risinājumam 1-2-1.



### Atbildē 1:

Pamata situācija varētu būt attēlotā mini modelī, kas sastāv no pirmās vielas  $V_1$  jeb stikla logu tīrītāju gumijas slotīņām, kas ar mehāniskā lauka palīdzību tīra vielu  $V_2$  jeb automašīnas aizsargstiklu. Tomēr papildus lietderīgajai tīrīšanas funkcijai mums jāataino arī kaitīgā iedarbība - logu tīrītāju gumijas nodilšana, ko izraisa tie paši berzes spēki, kas darbina tīrīšanas funkciju (attēls 2.2.1.2.1.c, pa kreisi). Standarta risinājums 1-2-1 iesaka nodrošināt sistēmu ar trešo vielu, kas varētu apstādināt kaitīgo mehāniskā lauka ietekmi; skat. attēlu 2.2.1.2.1.c, pa labi. Praktiskais risinājums ir noklāt gumiju ar grafitu pārklājumu.



Attēls 2.2.1.2.1.c –Standarta 1-2-1 pielietošana, lai atrisinātu problēmu ar logu tīrītāju.

## Atsauce

[1] VV.AA.: *A thread in the labyrinth* (Krievu val.). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3.

of an undesired functional interaction between two substances.



## STANDARTS 1-2-2: KAITĪGĀS MIJIEDARĪBAS NOVĒRŠANA, MODIFICĒJOT ESOŠO VIELU



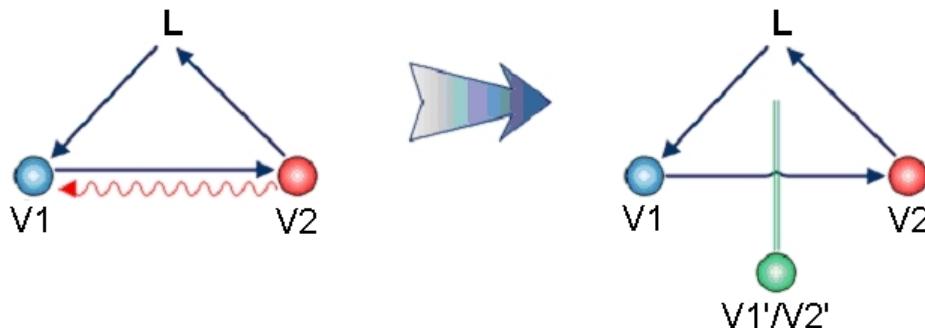
### Definīcija

Kaitīgas mijiedarbības novēršana sastāv no Vielas – Lauka sistēmas modifikācijas, ar mērķi izvairīties no tā, ka kāds negatīvs Instruments nevēlami iedarbojas uz mijiedarbības Izstrādājumu.

### Teorija

Ja starp divām vielām VLM (Vielas – Lauka modelī) novērojama gan lietderīga, gan kaitīga iedarbība, un nav nepieciešams starp vielām uzturēt tiešu kontaktu, problēma risināma, ieviešot starp abām vielām trešo, kas ir abu pirmo modifikācija.

### Modelis



*Attēls 2.2.1.2.2.a – STANDARTS 1-2-2: Kaitīgas mijiedarbības novēršana, ar esošās vielas modificēšanas palīdzību.*

### Metode

Šis standarts tiek pielietots situācijās, kad starp divām vielām ir gan pozitīva, gan negatīva mijiedarbība (proti, norisinās lietderīgas un kaitīgas darbības), un kad starp šiem elementiem ir atļauts ieviest papildinājumus (attēls 2.2.1.2.2.a).

Nepieciešams piemērot sekojošus soļus:

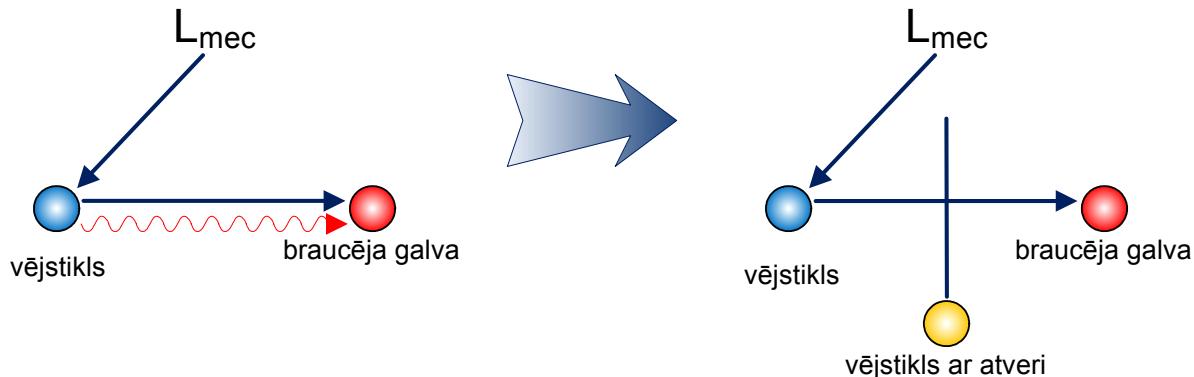
1. izveidojiet kaitīgās funkcijas Vielas – Lauka modeli, identificējet to pazīmes modifikāciju, kas jānovērš;
2. pārbaudiet, vai starp instrumentu un izstrādājumu var ieviest papildus elementus, proti, uzturēt divu vielu savstarpēju kontaktu nav obligāti;
3. atrodiet mijiedarbojošos vielu  $V_1$  and  $V_2$  pieļaujamās modifikācijas, kuras varētu tikt izmantotas kā trešā viela, kas iestarpināma, lai pārtrauktu esošo kaitīgo mijiedarbību;
4. pārbaudiet, vai pastāv kādi ierobežojumi, lai šādu specifisku vielu ieviestu konrētajā tehniskajā sistēmā.

Piezīme: trešais solis var tikt ieviests, izmantojot vielas resursu tabulu.

### Piemērs

Braucot ar motociklu, var sajust ātruma izraisītu gaisa spiedienu. Tādēļ reizēm ir lietderīgi uzmontēt nelielu aizsargstiklu, lai gaisu novirzītu pāri braucēja ķiverei. Tomēr šāda darbība savukārt izraisa traucējošu turbulenci. Modelējot situācijas pamata stāvokli, ir aizsargstikls ( $V_1$ ), kas ar mehāniskā lauka palīdzību aizsargā braucēja galvu no gaisa spiediena ( $V_2$ ), bet vienlaikus arī rada turbulenci. Saskaņā ar Standartu 1-2-2, lai novērstu aizsargstikla kaitīgo

darbību, ir jāmodificē vai nu  $V_1$  vai  $V_2$ . Viens no iespējamiem problēmas risinājumiem ir aizsargstikla lejas daļā izveidot atvērumu, lai gaiss var novirzīties pa aizsargstikla profili no abām pusēm, kas savukārt samazinātu virpuļa veidošanos stikla augšējā daļā.



*Attēls 2.2.1.2.2.b – Standarta 1-2-2 piemērošana, lai novērstu  $V_1$  izraisītu sekundāru kaitīgu efektu.*

## Pašnovērtējums

### Piemērs 1:

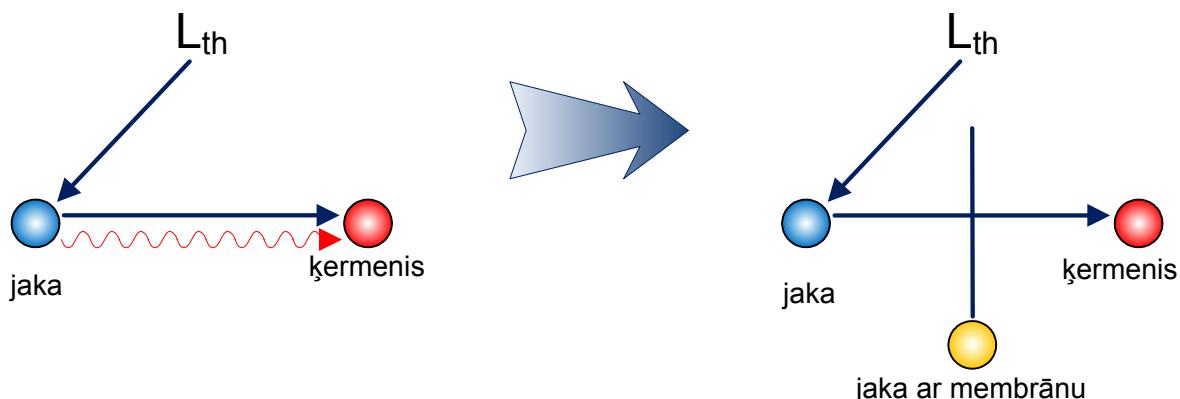
Vēsā laikā parasti valkā jakas vai lietusmēteļus u.tml. Patiesībā cilvēka ķermenis ir labs siltuma avots un jakas funkcija ir izolēt no aukstā ārējā gaisa. Tomēr atsevišķās situācijās, piemēram, fiziskas piepūles rezultātā iekšējā temperatūra paaugstinās un tādējādi izraisa svīšanu. Mitrums saglabājas vietās, kur jaka ir tuvāk ķermenim. Vai ir iespējams atrisināt šo situāciju ar standarta risinājuma 1-2-2 palīdzību?



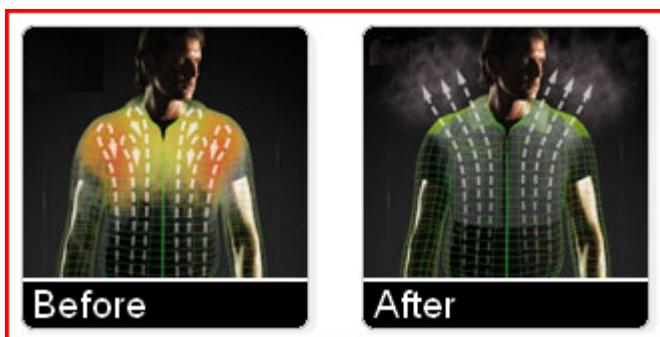
# tETRIS

## Atbilde 1:

Šajā situācijā mums ir jaka, kas pilda divas funkcijas: pirmā, lietderīgā funkcija – izolēt ķermenī no ārējā gaisa; otrā jeb kaitīgā funkcija – novērst mitruma iztvaikošanu. Vielas – lauka izpratnē šo varētu skaidrot kā atainots attēlā 2.2.1.2.2.c, pa kreisi, kur jaka ir  $V_1$ , kas ar termiskā lauka palīdzību gan izolē, gan sviedrē ķermenī. Nemot vērā, ka ir samērā sarežģīti izmainīt jebkādas ķermeņa īpašības, varam strādāt vienīgi pie  $V_1$ , atrodot tā modifikācijas iespēju ar mērķi pārtraukt mitruma iztvaikošanas aizkavēšanos (attēls 2.2.1.2.2.c, pa labi). Zinot, ka silts gaiss ceļas augšup, jakas pleca daļā speciāli iestrādāta membrāna varētu šo problēmu atrisināt (attēls 2.2.1.2.2.d).



Attēls 2.2.1.2.2.c – Standarta 1-2-2 piemērošana, lai novērstu  $V_1$  izraisītu sekundāru kaitīgu efektu.



Attēls 2.2.1.2.2.d – Iepriekšējā uzdevuma komerciālais risinājums .

## Atsauce

- [1] VV.AA.: *A thread in the labyrinth* (Krievu val.). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3.



## STANDARTS 1-2-3: LAUKA KAITĪGĀS IETEKMES NOVĒRŠANA

### Definīcija

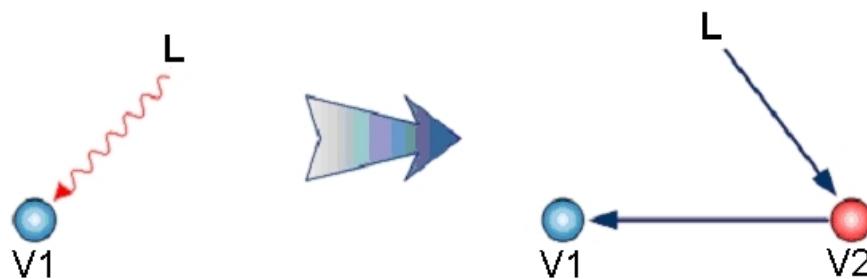
Kaitīgā lauka novēršana sastāv no Vielas – Lauka sistēmas modifīcēšanas, lai novērstu nevēlamas ietekmes iedarbību uz kādu noteiktu vielu.



### Teorija

Ja nepieciešams novērst kāda lauka kaitīgo ietekmi uz kādu vielu, problēma jārisina, ieviešot otru vielu, kas patstāvīgi novērš lauka kaitīgo iedarbību.

### Modelis



Attēls 2.2.1.2.3.a – STANDARTS 1-2-3: Lauka kaitīgās iedarbības novēršana.

### Metode

Standarts tiek piemērots, kad uz kādu noteiktu izstrādājumu tiek īstenota kāda kaitīga ietekme, un sistēmā ir atļauts ieviest papildus elementus (attēls 2.2.1.2.3.a).



Piemērojami sekojoši rīcības soli:

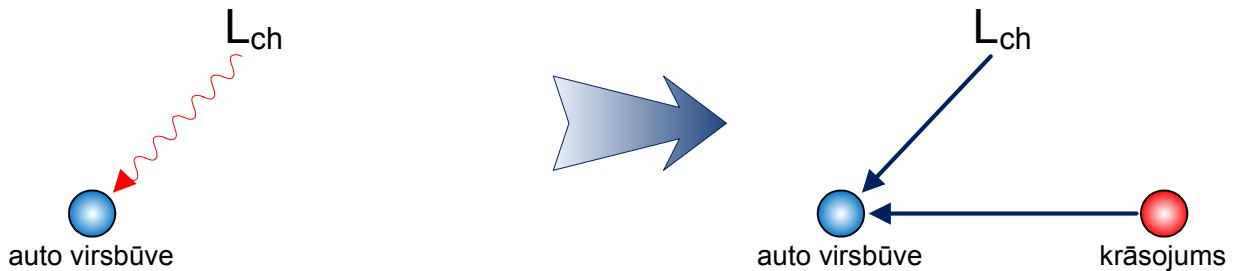
1. izveidojiet kaitīgās darbības Vielas – Lauka modeli; identificējiet to pazīmes modifikāciju, kas jānovērš;
2. pārbaudiet, vai sistēmā ir iespējams ieviest papildus elementus;
3. meklējiet papildu vielu  $V_2$ , kas spētu piesaistīt esošo kaitīgo mijiedarbību un pasargāt sistēmu;
4. pārbaudiet, vai pastāv kādi ierobežojumi šādas specifiskas vielas ieviešanai konkrētajā tehniskajā sistēmā.

Piezīme: trešais solis var tikt ieviests, izmantojot vielas resursu tabulu.

### Piemērs

Automašīnas korpus parasti ir veidots no metāla, un to var saēst rūsa. Ja veido Vielas – Lauka modeli, ir ķīmiskais lauks ( $L_{ch}$ ), kas kaitīgi iedarbojas uz mašīnas korpusu ( $V_1$ ) (skat. attēlu 2.2.1.2.3.b, pa kreisi). Šis efekts ir jānovērš. Saskaņā ar Standarta risinājumu 1-2-3, lai novērstu lauka kaitīgo iedarbību, ir jāpievieno cita viela. Acīmredzot, vēlamā viela ir krāsa, kas klāj automašīnas korpusu, pasargājot to no mitruma korozijas (attēls 2.2.1.2.3.b, pa labi).





Attēls 2.2.1.2.3.b – Standarta 1-2-3 piemērošana, lai novērstu lauka „ķīmiskā korozija” kaitīgo iedarbību.

## Pašnovērtējums

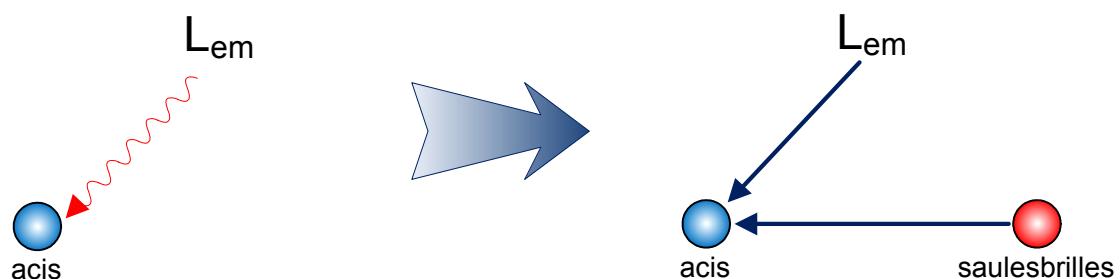
### Vingrinājums 1:



Saulainā dienā saules gaisma acīm var būt pārāk spilgta. Mēģiniet modelēt šo vienkāršo situāciju un atrast risinājumu saskaņā ar Standartu 1-2-3.

### Atbilde 1:

Lai izveidotu Vielas – Lauka modeli, šīs problēmas aprakstā ir sekojoši elementi: saules gaisma, ko var uzskatīt par elektromagnētisko lauku; saules gaisma kaitīgi iedarbojas uz acīm, kas šajā gadījumā būs viela ( $V_i$ ) (attēls 2.2.1.2.3.c, pa keisi). Otras vielas uzdevums ir pārtraukt šo lauka efektu. Risinājums ir saulesbrilles, kurās ļauj redzēt, bet vienlaikus arī samazina saules gaismas spožumu (attēls 2.2.1.2.3., pa labi).



Attēls 2.2.1.2.3.c – Standarta 1-2-3 piemērošana, lai novērstu elektromagnētiskā lauka „apžilbināt” kaitīgo iedarbību.

## Atsauce

[1] VV.AA.: *A thread in the labyrinth* (Krievu val.). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3.



## STANDARTS 1-2-4: KAITĪGAS IEDARBĪBAS NOVĒRŠANA AR JAUNA LAUKA PALĪDZĪBU

### Definīcija

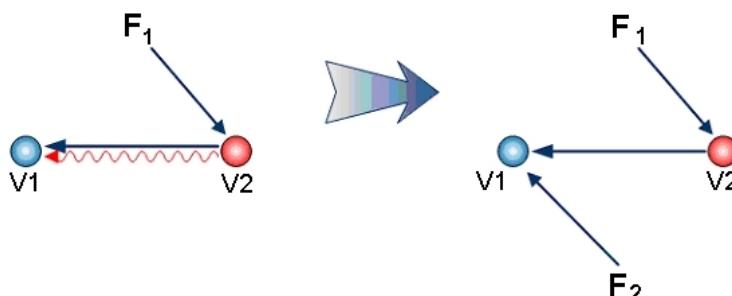
Kaitīgā lauka novēršana sastāv no Vielas – Lauka sistēmas modifikācijas, lai izvairītos no nevēlamas iedarbības uz kādu noteiktu vielu.



### Teorija

Ja starp divām vielām Vielas – Lauka sistēmā parādās lietderīga un kaitīga iedarbība, un starp vielām ir jāuztur tiešs kontakts, problēmu var risināt, pārejot uz divkāršu Vielas – Lauka sistēmu, kuras ietvaros esošais lauks nodrošina lietderīgo iedarbību, bet jaunais lauks neutralizē kaitīgo iedarbību (vai pārveido to lietderīgā).

### Modelis



Attēls 2.2.1.2.4.a – STANDARTS 1-2-4: kaitīgas iedarbības novēršana, izmantojot jaunu lauku.

### Metode

Šis standarts tiek pielietots, kad kāda kaitīga iedarbība ietekmē kādu noteiktu izstrādājumu, un sistēmā ir atļauts ieviest jaunu lauku (attēls 2.2.1.2.4.a).



Pielietošanas soļi:

1. izveidojiet kaitīgās iedarbības Vielas – Lauka modeli; identificējiet to pazīmes modifikāciju, kas jānovērš;
2. pārbaudiet, vai ir iespējams sistēmā ieviest jaunu lauku;
3. meklējiet papildu lauku  $L_2$ , kas spētu neutralizēt esošo kaitīgo ietekmi un saglabāt sistēmu; *search for a further field  $F_2$ , capable of neutralizing the existing harmful effect and to preserve the system;*
4. pārbaudiet, vai pastāv kādi ierobežojumi šāda specifiska lauka iekļaušanai tehniskajā sistēmā.

Piezīme: trešais solis var tikt ieviests, izmantojot vielas resursu tabulu.

### Piemērs

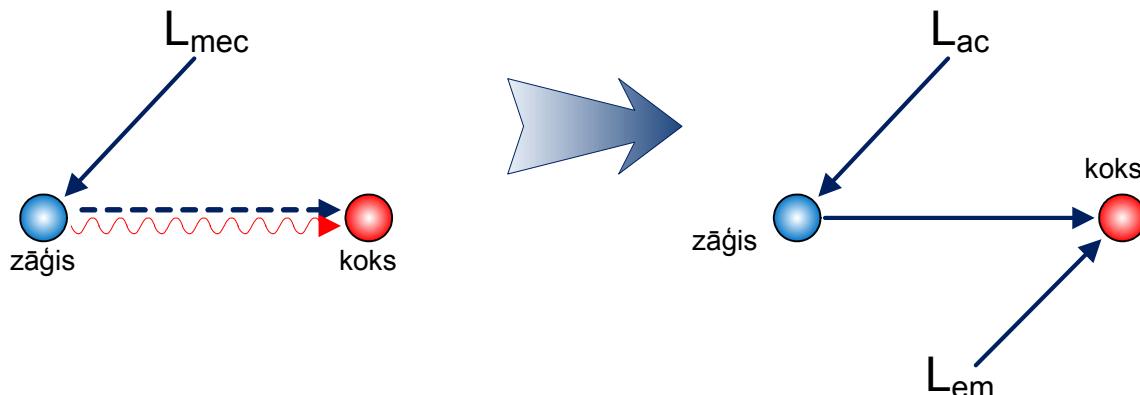
Mets strādā galdnika darbnīcā. Viņam bieži jāveic taisni griezumi ar svārsta finierzāgi, tādēļ sākumā viņš ar zīmuli uzzīmē taisnu līniju, kas norāda griezuma līniju uz tās koka daļas, kas jāzāgē. Tomēr, uzsākot zāgēšanu, līnija pārklajas ar zāgu skaidām un Mets ir spiests tās nopūst. Vai ir iespējams palīdzēt Džino, pielietojot standartu 1-2-4?



Vispirms jāizveido Vielas – Lauka modelis: no apraksta redzams, ka ir zāgis ( $V_1$ ), kurš ar mehāniskā lauka ( $L_{mech}$ ) palīdzību veic lietderīgu darbību, sazāgējot koka gabalu ( $V_2$ ) (skat. attēlu 2.2.1.2.4.b, pa kreisi). Zāgis veic arī kaitīgu darbību, proti, skaidas pārklāj uz koka novilkto atzīmes līniju. Atzīmes redzamība ir kaitīgās iedarbības bojātā pazīme, tādejādi saskaņā ar standartu 1-2-4, jāatrod otrs lauks, lai līniju varētu attīrīt no skaidām vai arī tikt galā

# tETRIS

ar skaidu esamību. Laba atbilde ir elektromagnētiskais lauks; faktiski lāzerstars, kas varētu problēmu atrisināt, projicējot taisnu līniju (attēls 2.2.1.2.4.b, pa labi).



Attēls 2.2.1.2.4.b – Standarta 1-2-4 piemērošana: *lai novērstu pirmā lauka radīto kaitīgo ietekmi, tiek izveidots otrs Vielas – Lauka modelis.*

## Pašnovērtējums

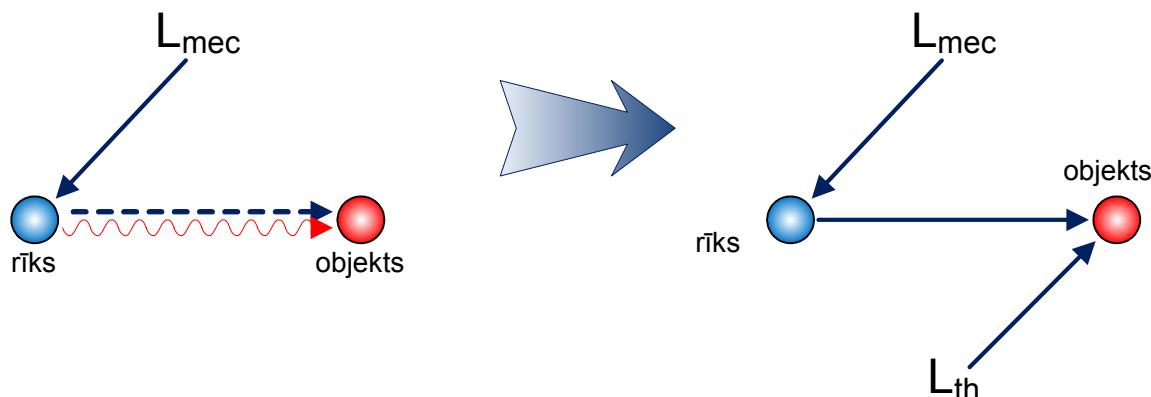
### Vingrinājums 1:



Darbnīcā atrodas daudz mehānisku instrumentu. Viens no tiem darbojas teicami ar augstiem apgriezieniem minūtē, bet starp instrumentu un apstrādājamo izstrādājumu radusies berze var izraisīt pārkaršanu un sekojoši - iespējamu objekta deformāciju, kā rezultātā veicamais darbs ir neprecīzs. Mēģiniet atrisināt radušos problēmu, izmantojot Standarta risinājumu 1-2-4.

### Atbilde 1:

Vispirms jāizveido situācijas pamata modeli. Ir mehāniskais instruments ( $V_1$ ), kurš ar mehāniskā lauka palīdzību apstrādā kādu izstrādājumu ( $V_2$ ), tādējādi radot lietderīgu un pietiekamu darbību. Tomēr kā minēts aprakstā, berze starp  $V_1$  and  $V_2$  jeb minētā lietderīgā mehāniskā apstrāde, izraisa objekta pārkaršanu, kas acīmredzami ir kaitīga darbība, jo tā deformē objektu, tādējādi zaudējot ražošanas precizitāti (attēls 2.2.1.2.4., pa kreisi). Standarts 1-2-4 rosina ieviest jaunu lauku (attēls 2.2.1.2.4., pa labi) ar mērķi neutralizēt lauka kaitīgo ietekmi, vienlaikus izveidojot lietderīgu sistēmas funkciju. Šis, piemēram, varētu būt termiskais lauks, kas iedarbojas vai nu tikai uz izstrādājumu vai arī uz instrumentu un izstrādājumu, lai tos atvēsinātu un izvairītos no objekta deformācijas un precizitātes zaudēšanas.



Attēls 2.2.1.2.4.c – *Mehāniskā instrumenta sistēmas sākotnējā situācija un situācijas risinājums.*

## Atsauce

[1] VV.AA.: *A thread in the labyrinth* (Krievu val.). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3.



## STANDARTS 2-1-1: VIELAS – LAUKA ĶĒDES SISTĒMAS SINTĒZE

### Definīcija

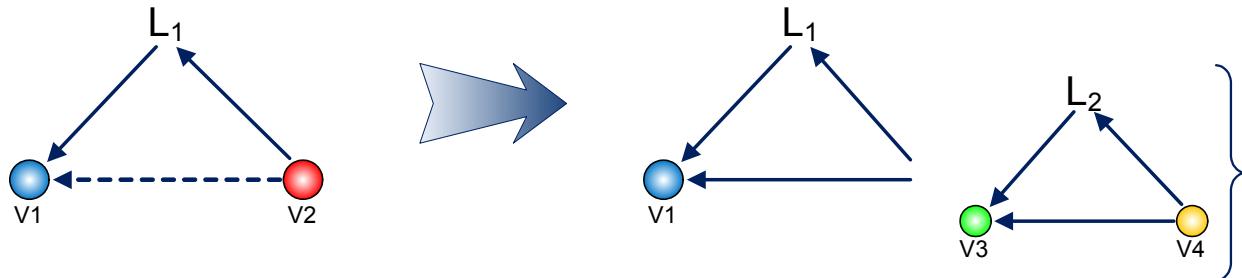
Vielas – Lauka ķēdes sistēma ir kompleksa sistēma, kur vismaz viena viela kaut ko rada un ir pakļauta diviem dažādiem laukiem.



### Teorija

Vielas – Lauka modeļa efektivitāte var tikt paaugstināta, pārveidojot vienu no Vielas – Lauka mijiedarbības daļām par neatkarīgi vadāmu Vielu – Lauku, tādējādi radot Vielas – Lauka ķēdes sistēmu.

### Modelis



Attēls 2.2.2.1.1.a – STANDARTS 2-1-1: Vielas – Lauka ķēdes sistēmas sintēze.

### Metode

Standarts tiek piemērots, kad lietderīgā funkcija ir nepietiekama, i.e. izstrādājuma modifikācija neatbilst gaidītajam rezultātam, un nav atļauts sistēmā ieviest papildus elementus.



Piemērojamās rīcības soli:

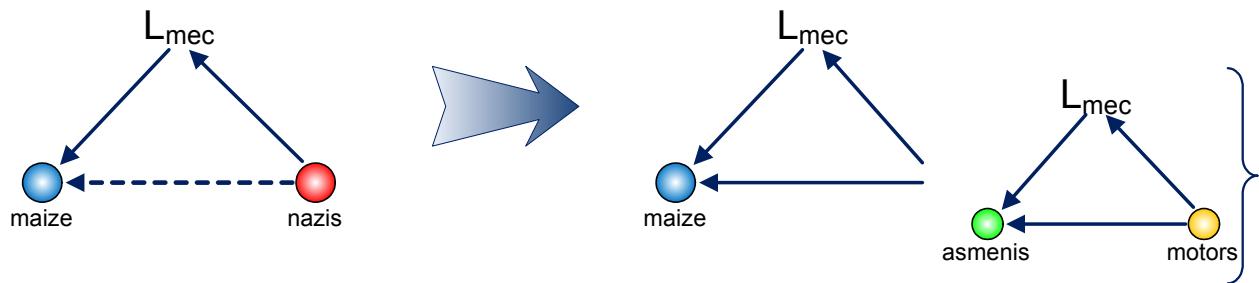
1. izveidojiet nepietiekami lietderīgās funkcijas Vielas – Lauka modeli; identificējiet to pazīmes modifikāciju, kas ir jāuzlabo;
2. pārbaudiet, vai ir iespējams aizstāt priekšmeta instrumentu vai izstrādājumu ar neatkarīgi vadāmu Vielas – Lauka apakšsistēmu;
3. meklējiet resursus, kas var uzlabot esošā lauka efektivitāti;
4. pārbaudiet, vai pastāv kādi ierobežojumi, lai tehniskajā sistēmā ieviestu šādas specifiskas vielas un lauku.

Piezīme: trešais solis var tikt ieviests, izmantojot vielas resursu tabulu.

### Piemērs

Nina ballītei gatavo kaudzi ar sviestmaizēm. Griežot maizes šķēli no veselās bagetes, viņa apjauš, ka nazis varētu tikt pilnveidots, jo viņai, lai nogrieztu šķēli, pārmaiņus ar roku ir jāveic gan horizontālas, gan vertikālas kustības, un bieži griezums izdodas neprecīzi. Veidojot Vielas – Lauka modeli šai situācijai, ir bagete ( $V_1$ ), nazis ( $V_2$ ), un mijiedarbojošais mehāniskais lauks (attēls 2.2.2.1.2.b, pa kreisi). Darbību veic nazis, kas ar mehāniskā lauka palīdzību sagriež maizi šķēlēs, šī darbība ir lietderīga, bet nepietiekama. Saskaņā ar Standarta risinājumu 2-1-1, lai pilnveidotu sākotnējo modeli, instruments jeb šajā gadījumā nazis mums ir jāpārveido jaunā atsevišķā Vielas – Lauka modelī. Tādējādi ir jāpievieno vēl viena viela ( $V_3$ ) un vēl viens lauks, kas saistīts ar asmeni (attēls 2.2.2.1.1.b, pa labi). Iespējams arī pievienot arī motoru ( $V_4$ ), kas mainīgas kustības veikšanai nodrošina asmeni ar mehānisko lauku, atstājot Ninai tikai jaunā naža vadības funkciju (attēls, 2.2.2.1.1.c).





Attēls 2.2.2.1.1.b – Problēmas Vielas – Lauka modelis



Attēls 2.2.2.1.1.c – elektriskais nazis.

## Pašnovērtējums

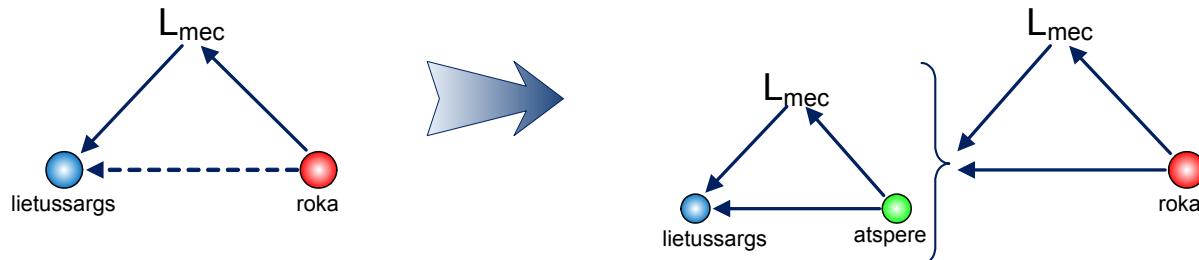


### Vingrinājums 1:

Nina atrodas tirdzniecības centrā. Ejot mājup, sāk līt. Viņa no rokassomiņas izņem lietussargu, bet mēģinot to atvērt, viņa nonāk nepatīkamā situācijā, jo ar vienu roku viņa ir satvērusi iepirkumu somu, bet, izmantojot tikai vienu roku, nebūt nav vienkārši atvērt lietussargu. Mēģiniet atrisināt šo lietussarga atvēršanas problēmu saskaņā ar Standartu 2-1-1.

## Atbilde 1:

Lai izprastu problēmu, sākotnēji jāizveido Vielas – Lauka modelis. Pamata situāciju var attēlot sekojošs mini modelis: lietusargs ( $V_1$ ), un kāda roka ( $V_2$ ), kurai ar mehāniskā lauka palīdzību ir grūtības atvērt  $V_1$ . Līdz ar to atvēršanas funkcija kā tāda ir vērtīga, bet nepietiekama (attēls 2.2.2.1.1.d, pa kreisi). Tagad, sekojot Standarta 2.1.1. ieteikumam, viena no vielām ir jāpārveido jaunā, atsevišķā Vielas – Lauka modeli. Ir grūti pārveidot roku, vienkāršāk ir strādāt ar lietussargu. Tādejādi, lai pilnveidotu esošo sistēmu, ir jāpievieno vēl viena viela un jauns lauks. Trešā viela varētu būt atspere, kas atver lietussargu un tas ir izdarāms ar vienu roku; tas arī ir jaunais mehāniskais lauks (attēls 2.2.2.1.1.d, pa labi)



Attēls 2.2.2.1.1.d – Standarta risinājums 2-1-1, kas piemērots lietussargam.

## Atsauce

- [1] VV.AA.: *A thread in the labyrinth* (Krievu val.). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3.



## STANDARTS 2-1-2: DUĀLĀS VIELAS – LAUKA SISTĒMAS SINTĒZE

### Definīcija

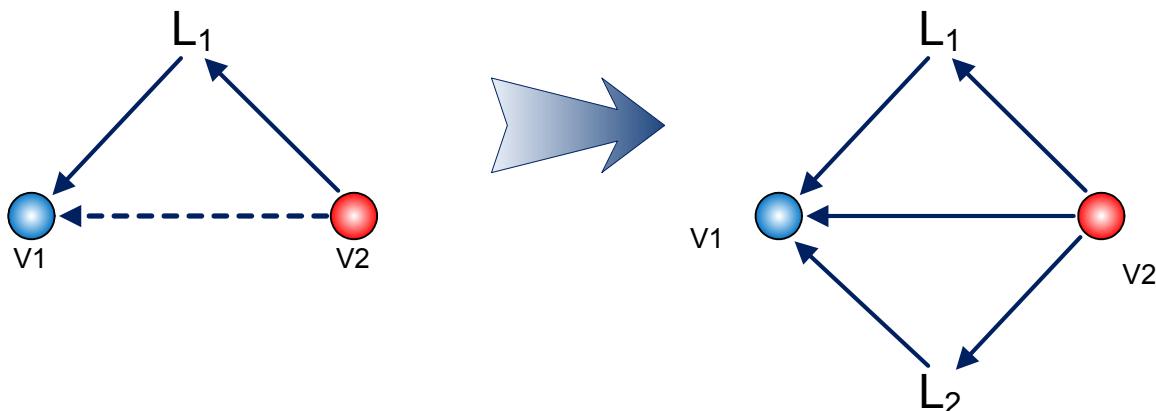


Duālā Vielas – Lauka sistēma ir kompleksa sistēma, kur vielas mijiedarbojas caur paralēliem laukiem.

### Teorija

Ja ir nepieciešams pilnveidot Vielas – Lauka sistēmas efektivitāti, un nav atļauta Vielas – Lauka sistēmas elementu aizstāšana, problēmu var atrisināt ar duālās Vielas – Lauka sistēmas palīdzību, ieviešot otru lauku, kas ir viegli kontrolējams.

### Modelis



Attēls 2.2.2.1.2.a – STANDARTS 2-1-2: Duālās Vielas – Lauka sistēmas sintēze.

### Metode

Šis standarts tiek pielietots, kad ir nepietiekama lietderīgā funkcija, proti, izstrādājuma modifikācija neatbilst gaidītajiem rezultātiem, un nav atļauts sistēmā ieviest papildus elementus.

Piemērojamie soli:

1. izveidojiet nepietiekami lietderīgās funkcijas Vielas – Lauka modeli; identificējet to pazīmes modifikāciju, kas ir pilnveidojama;
2. pārbaudiet vai sistēmai ir iespējams pievienot jaunu lauku;
3. meklējiet jaunus laukus, ko varētu ierīkot starp sākotnējām vielām, un kas var pilnveidot esošās mijiedarbības efektivitāti;
4. pārbaudiet, vai pastāv kādi ierobežojumi šāda specifiska lauka iekļaušanai tehniskajā sistēmā.

Piezīme: trešais solis var tikt ieviests, izmantojot vielas resursu tabulu.

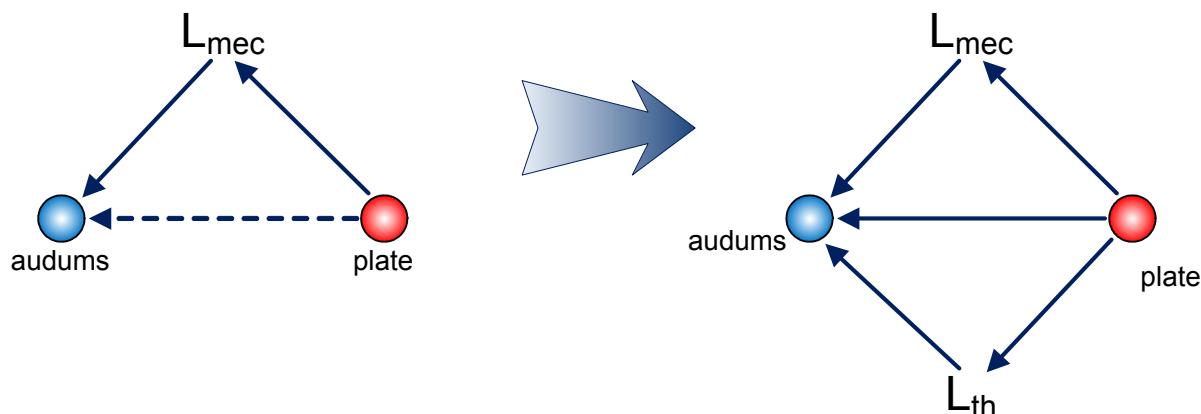
### Piemērs



Nina un viņas puisis Mets devās brīvdienās. Ierodoties viesnīcā, viņus sagaidīja jauka istaba ar visām ērtībām, tādām kā minibārs, gaisa kondicionētājs, satelīttelevīzija un bikšu prese (skat. attēlā 2.2.2.1.2.c, pa kreisi). Pirms gulētiešanas Mets vēlējās izmēģināt bikšu presi, lai nākamajā dienā bikses būtu pilnīgā kārtībā. Nākošajā rītā viņš izņēma bikses no preses, tomēr, lai arī tās bija gludākas kā iepriekš, tās nebija tik gludas, kā viņš bija iedomājies. Tādējādi viņš nodomāja: „Kādēļ lai nepilnveidotu šo ērto, tomēr neapmierinošo sistēmu?”. Vispirms jāveido modelis: šajā gadījumā ir bikšu prese ( $V_2$ ), kura ar mehāniskā lauka palīdzību izgludina bikses lietderīgā, tomēr nepietekošā veidā ( $V_1$ ) (skat. attēlu 2.2.2.1.2.b, pa kreisi).

Standarta risinājums 2-1-2 iesaka sākotnējā modelī, paralēli jau esošajam, ieviest jaunu lauku,

lai nepietiekošo darbību padarītu pietiekošu (attēls 2.2.2.1.2.b, pa labi). Izvēloties no visu iespējamo lauku saraksta, vispiemērotākais pievienošanai šķiet termiskais lauks. Tādejādi, tā vietā, lai tikai lietotu spiedienu jeb mehānisko lauku, viesnīcas bikšu preses pilnveidošanai paralēli varētu ieviest arī termisko lauku (attēls 2.2.2.1.2.c, pa labi).



Attēls 2.2.2.1.2.b – problēmas modelis.



Attēls 2.2.2.1.2.c – pa kreisi: pirmais bikšu preses modelis, kas strādā ar mehānisko lauku. Pa labi: pilnveidotais risinājums, kuram ir gan mehāniskais, gan termiskais lauks.

## Pašnovērtējums

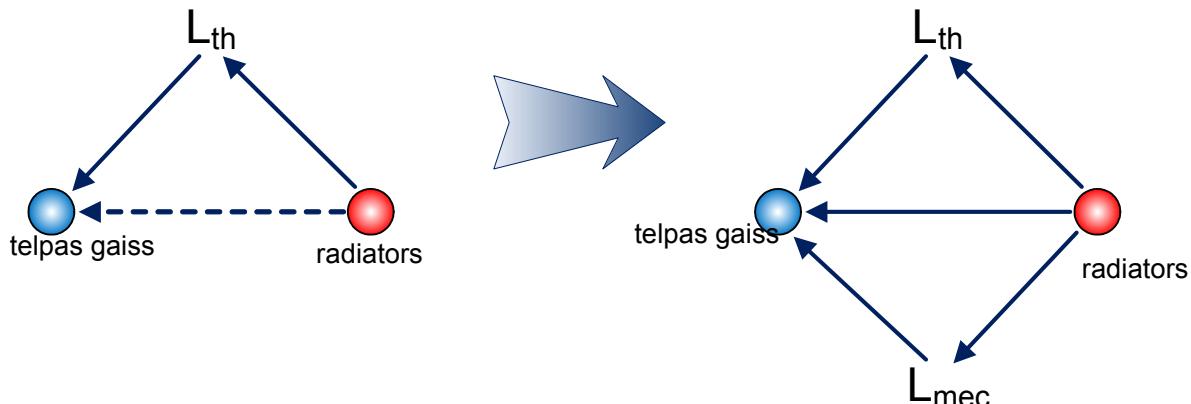
### Vingrinājums 1:

Lai sasildītu istabu, parasti izmanto radiatoru. Tas sasilda istabas gaisu, pateicoties konvekcionālai kustībai: gaiss uzsāk kustību no radiatoria virsējās daļas, virzoties apkārt pa istabu un vienlaikus atdziestot, un tad atkal no apakšas ieklūst radiatoria zonā. Šī sistēma nodrošina istabas sasilšanu, bet tas prasa daudz laika. Kā varētu pilnveidot radiatoru, izmantojot Standarta risinājuma 2-1-2 ieteikumus?



## Atbilde 1:

Vispirms jāizveido sākotnējās situācijas Vielas – lauka modelis. Par pirmo vielu uzskatīsim istabu, ko nepieciešams sasildīt ( $V_1$ ), par otro – radiatoru ( $V_2$ ), kas ir sistēmas liederīgās darbības instruments, un vēl ir termālais lauks (attēls 2.2.2.1.2.d, pa kreisi). Šis modelis ir jāpilnveido, pievienojot jaunu lauku, kas strādātu paralēli esošajam laukam (attēls 2.2.2.1.2.d, pa labi). Istabas sasilšanas laika posmam ir jāsamazinās: ņemot vērā, ka karsto gaisu pārvieto konvekcija, ir jāatrod veids, kā patrināt tās kustību. Labs risinājums varētu būt ventilatora radīts mehāniskais lauks (attēls 2.2.2.1.2.e).



Attēls 2.2.2.1.2.d – sākotnējā situācija un beigu situācija, kas modelēta ar Vielas – lauka modeli.



Attēls 2.2.2.1.2.e – pa kreisi: radiators, pa labi, konvektors, kuram iekšpusē ir radiators un ventilators, lai sasildītais gaisss ātrāk izplatītos.

## Atsauce

- [1] VV.AA.: *A thread in the labyrinth* (Krievu val). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3.

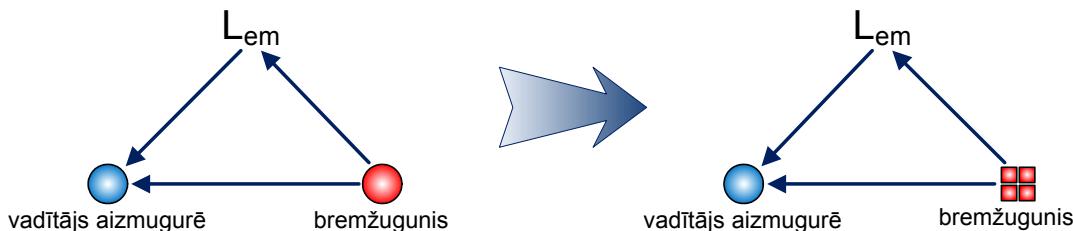


## STANDARTS 2-2-2: VIELAS KOMPONENTU FRAGMENTĒŠĀNAS PAKĀPES PAAUGSTINĀŠANA

### Teorija

Vielas – Lauka sistēmas efektivitāti var pilnveidot, paaugstinot izstrādājuma, kurš Vielas – Lauka sistēmā darbojas kā instruments, fragmentēšanas pakāpi un kas šīs evolūcijas rezultātā var tikt aizstāts ar jaunu lauku, kurš var pildīt šī instrumenta funkciju.

### Modelis



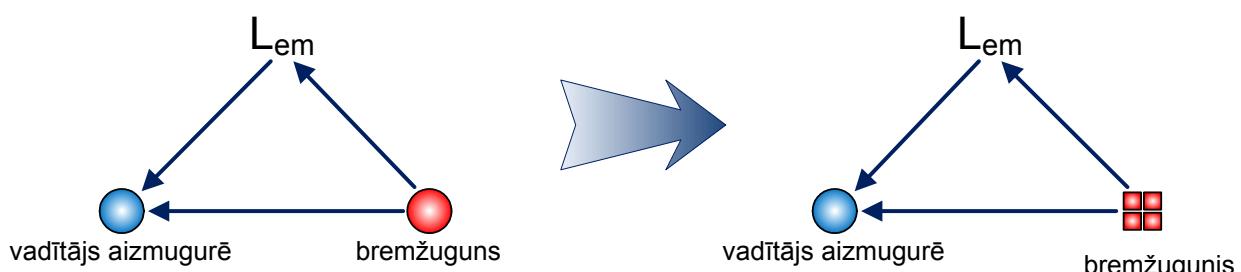
Attēls 2.2.2.2.2.a – STANDARTS 2-2-2: Vielas komponentu fragmentēšanas pakāpes paaugstināšana.

### Metode

skat. iepriekš.

### Piemērs

Kad, vadot automašīnu, spiežam bremžu pedāli, automašīnas aizmugurē iedegas bremžu ugunis, informējot aiz mums braucošo autovadītāju, ka mēs bremzējam. Parasti bremžu ugunis ir divas, pa vienai automašīnas labajā un kreisajā sānā un viena pa vidu. Lai pilnveidotu šo sistēmu, izmanto Standarta 2-2-2 ieteikumus un veido minimodeli, kas ataino sākotnējo situāciju. Bremžu uguņu funkcija ir aizmugurē braucoša vadītāja informēšana, līdz ar to vadītājs atainots kā izstrādājums vai  $V_1$ , bet bremžu ugunis ir instruments –  $S_2$ , šajā situācijā mijiedarbības lauks ir elektromagnētisks (attēls 2.2.2.2.b, pa kreisi). Standarts 2-2-2 iesaka paaugstināt vielas, kas modelī darbojas kā instruments, fragmentēšanas pakāpi, tādejādi ir jāfragmentē bremžu ugunis. Tas nozīmē, ka tā vietā, lai katrā pusē būtu pa vienai lampai, bremžu ugunis var būt veidotas kā nelielu lampiņu, kas līdzīgas diodēm, komplekts, ļaujot bremžu ugunīm būt atšķirīgā formā (attēls 2.2.2.2.b, pa labi).



Attēls 2.2.2.2.2.b – sistēmas modelis un tā pilnveide.

### Pašnovērtējums

#### Vingrinājums 1:

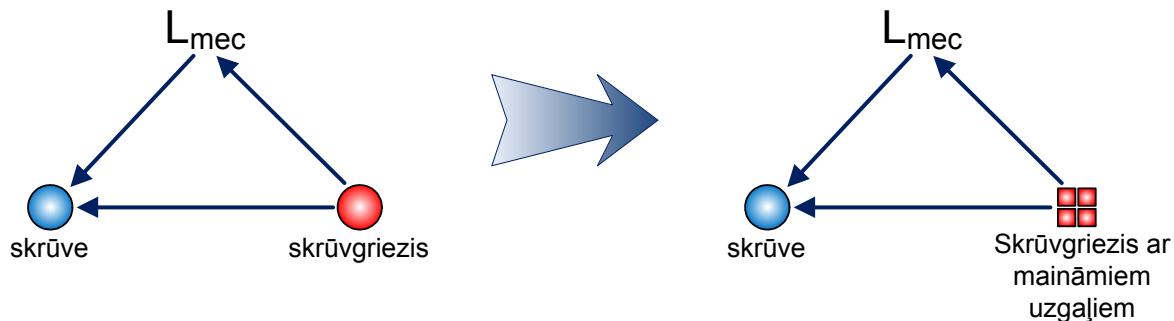
Ninas tēvam patīk visu meistarot savām rokām, garāžā viņam ir daudz dažādu instrumentu: dažādu izmēru atslēgas, skrūvgrieži, urbji, āmuri, skrūves, naglas, zāgi utt. Liela daļa no tiem ir pakāpta pie sienas, līdz ar to ir viegli izvēlēties nepieciešamo. Strādājot garāžā, vai pie tās viņam nav nekādu problēmu, bet tiklīdz kaut kas ir labojams mājās, viņam ir jānes līdzi visi nepieciešamie instrumenti, vai arī periodiski jāiet pēc kāda instrumenta uz garāžu. Izmantojot, piemēram, skrūvgriežus, kā pilnveidot šo modeli saskaņā ar Standartu 2-2-2?



## Attēle 1:



Minimodela izveide ir ļoti vienkārša: uzmanīgāk jāaplūko skrūvgrieži. Tie acīmredzot mijiedarbojas ar skrūvēm, tādēļ modelī pirmā viela ir skrūves, otrā – „skrūvgriezis” un mijiedarbības lauks, kas šajā gadījumā ir mehānisks (attēls 2.2.2.22.c, pa kreisi). Ieteikums liek mums palielināt modeļa instrumenta jeb šajā gadījumā skrūvgrieža fragmentēšanu (attēls 2.2.2.2.2.c, pa labi). Ko nozīmē skrūvgrieža fragmentēšanas palielināšana? Iespējamais risinājums varētu būt atdalīt rokturi no galviņas un izgatavot rīkus, lai tie būtu aizstājami.



Attēls 2.2.2.2.2.c – Vielas – Lauka modelis skrūvgriezim.



Attēls 2.2.2.2.2.d – pa kreisi: skrūvgriežu komplekts ar dažādām galviņām; pa labi: viens skrūvgriezis ar aizstājamu galviņu komplektu dažādam pielietojumam.

## Atsauce

[1] VV.AA.: *A thread in the labyrinth* (Krievu val.). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3.

windshield lower part so that the air can follow the windshield profile from both its sides and reduces whirls formation at the upper part of the glass.

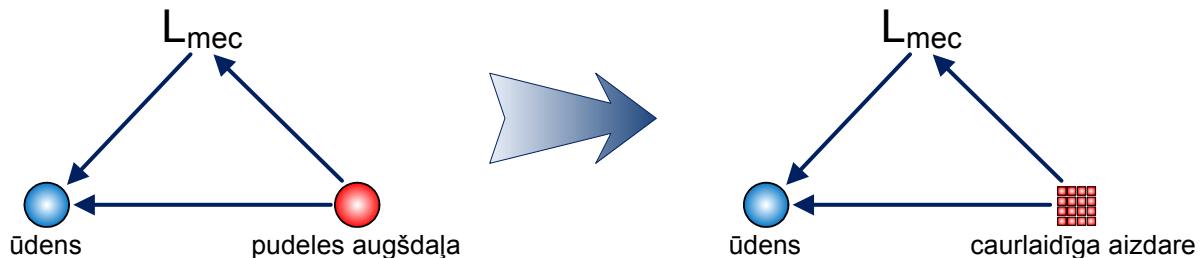


## STANDARTS 2-2-3: PĀREJA UZ KAPILĀRI PORAINIEM OBJEKTIEM

### Teorija

Vielas – Lauka sistēmas efektivitāti var pilnveidot, aizvietojot veselu Vielas – Lauka sistēmas izstrādājumu ar kapilāri porainu objektu.

### Modelis



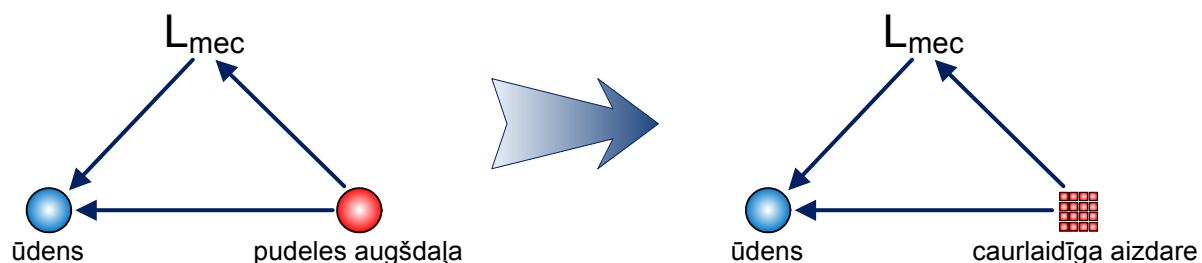
Attēls 2.2.2.2.3.a – STANDARTS 2-2-3: Pāreja uz kapilāri porainiem objektiem.

### Metode

skat. iepriekš.

### Piemērs

Izbraucot ar velosipēdu, Nina allaž ņem līdzī īdens pudeli. Lai izvairītos no noplūdes, īdens pudelei jābūt aiztaisītai. Bet, kad Nina vēlas dzert, viņai ir jāpārtrauc braukšana. Ja vēlamies pilnveidot „īdens pudeles” sistēmu, sekojot Standartam 2-2-3, sākotnēji jāizveido situācijas pamata modelis: instrumenta viela ir pudeles augšdaļa ( $V_2$ ), izstrādājums ir īdens. Mijiedarbības laiks ir mehāniskais laiks (attēls 2.2.2.3.b, pa kreisi): pudeles augšdaļa aptur īdeni un ir mehāniska darbība. Standarts 2-2-3 iesaka pāriet no vesela objekta uz porainu (attēls 2.2.2.3.b, pa labi). Tas nozīmē, ka aizdarei jābūt porainai, proti, tai jābūt veidotai no membrānas, kas aptur īdens plūsmu, ja spiediens ir zem noteikta līmeņa, bet ļauj tam plūst, ja spiediens pārsniedz noteiktu slieksni. Spiediens varētu tikt palielināts, piemēram, pudeli saspiežot.



Attēls 2.2.2.2.3.b – sistēmas pilnveidošana, paaugstinot tās porainību.

### Pašnovērtējums

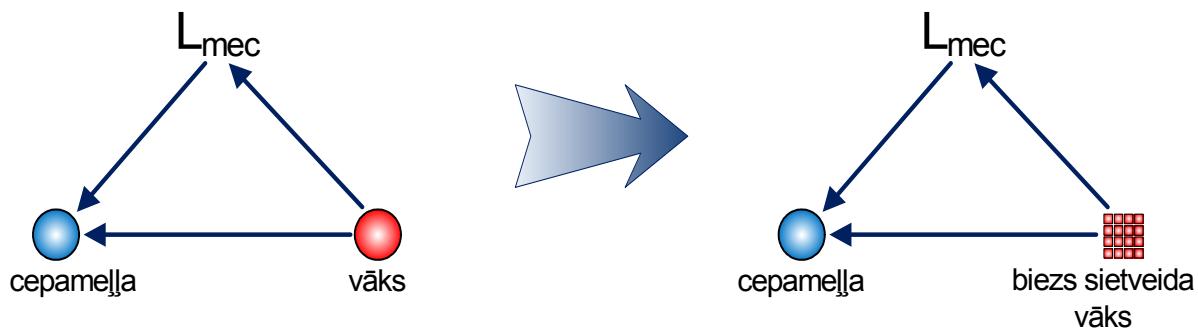
#### Vingrinājums 1:

Nina atrodas virtuvē, viņas māte cep saldētu zivi, bet problēmas sagādā karstā eļļa. Tiklīdz zivs tiek uzlikta uz pannas, eļļa sāk sprakšķēt, padarot netīru gatavošanas virsmu un riskējot apdedzināt Ninu un viņas māti. Drošs risinājums ir uzlikt pannai vāku, bet, ja vāks tiek uzlikts, dūmi paliek iekšpusē un piešķir zivij sliktu garšu. Vai iespējams esošo sistēmu pilnveidot ar jaunu, saskaņā ar Standarta risinājumu 2-2-3?



## Atbilde 1:

Vispirms jākoncentrējas uz pilnveidojamo sistēmu: lai izvairītos no karstās eļļas nokļūšanas āpus pannas, ir pannas vāks. Tātad viena viela ir eļļa ( $V_1$ ), otra – vāks ( $V_2$ ), tās mijiedarbojas ar mehāniskā lauka palīdzību (attēls 2.2.2.2.3.c, pa kreisi). Standarts rosina pārveidot veselo izstrādājumu par caurdurtu vai pilnībā porainu (attēls 2.2.2.2.3.c, pa labi). Labs risinājums šai situācijai būtu vāks, kas izgatavots no ļoti bieza sieta, kas varētu ne tikai uztvert karstās eļļas piles, bet arī ļautu dūmiem tikt cauri (attēls 2.2.2.2.3.d).



Attēls 2.2.2.2.3.c – sākotnējais un beigu Vielas – Lauka modelis pannas vākam.



Attēls 2.2.2.2.3.d – pirmajā attēlā – klasiskais stikla vāks, pa labi – no bieza sieta izstrādāts vāks.

## Atsauce

- [1] VV.AA.: *A thread in the labyrinth* (Krievu val.). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3.

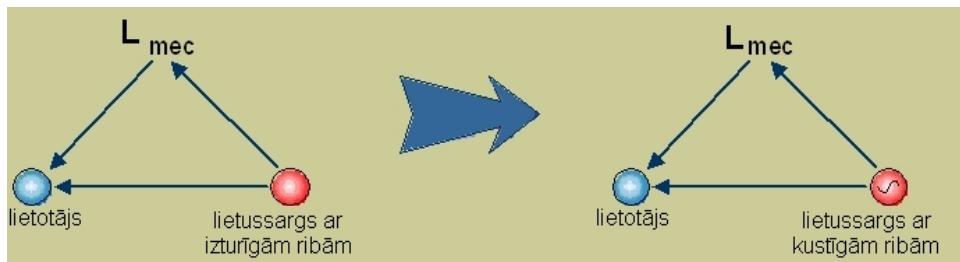


## STANDARTA 2-2-4: SISTĒMAS DINAMIKAS PAKĀPES PAAUGSTINĀŠANA

### Teorija

Vielas – Lauka sistēmas efektivitāti var pilnveidot, paaugstinot Vielas – Lauka sistēmas dinamikas pakāpi (t.i. brīvas izmantošanas pakāpi), tādejādi pārejot uz elastīgāku, strauji mainošos sistēmas struktūru.

### Modelis



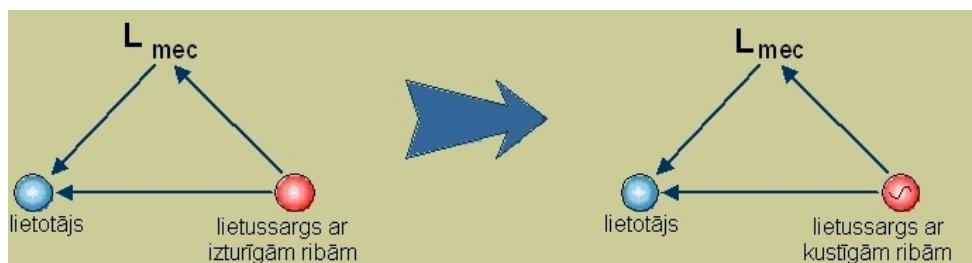
Attēls 2.2.2.4.a – STANDARTS 2-2-4: Sistēmas dinamikas pakāpes palielināšana.

### Metode

Skat. iepriekš.

### Piemērs

Nina, izmantodama lietussargu, pastaigājas lietus laikā. Staigājot viņa pēta lietussarga struktūru. Tam ir garš rokturis, kas savienots ar virkni stingru ribu, kas notur blīvi nostieptu ūdensnecaurlaidīgu audeklu. Kad lietussargs ir atvērts, ir nepieciešams liels laukums, lai varētu pasargāt no lietus, tas arī sagādā pietiekošus apgrūtinājumus, kad tas ir aizvērtā veidā. Lietussarga funkcija ir pasargāt tā lietotāju no lietus, un modelējot Vielas Lauka modeli, Ninai jāizsecina, ka pirmā viela ir lietotājs, otrā – lietussargs, un mijiedarbības lauks acīmredzami ir mehānisks. Izejot no šīs pozīcijas, viņa vēlas pilnveidot izveidoto modeli, izmantojot Standartu 2-2-4: ir jāuzlabo sistēmas rīka dinamika. Kā jau minēts, lietussargu veido divas izturīgas un nelokāmas daļas: rokturis un ribas un elastīgā vienlaikus arī dinamiskā daļa – audeklis. Līdz ar to kāda vai abas no šīm daļām ir jāpārveido par dinamiskām. Lai nekustīgu ķermenī padarītu dinamisku, tam ir jādod kāda brīvas kustības pakāpe, līdz ar to Nina nekustīgu ribu vietā iztēlojās ribas ar vienu vai vairākiem savienojumiem, kas līdz ar to aizņemtu arī mazāk vietas, kad lietussargs ir aizvērts. Tāda pati koncepcija var tikt pielietota attiecībā pret rokturi



Attēls 2.2.2.4.b – nelokāma lietussarga dinamikas palielināšana.

### Pašnovērtējums

#### Vingrinājums 1:

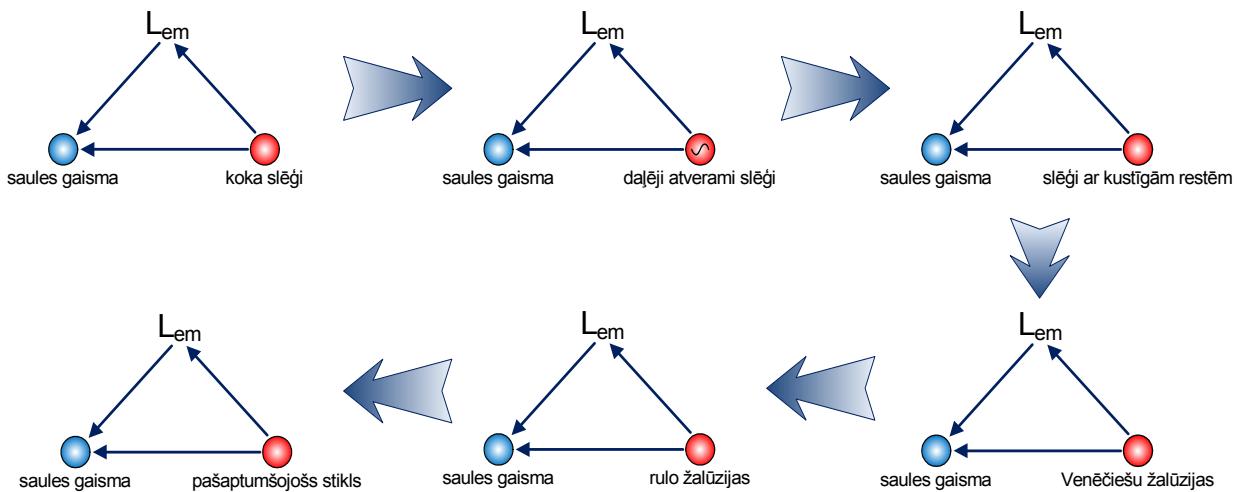
Vērojot māju logus, redzam, ka dažās mājās, lai novērstu saules gaismas ieklūšanu telpās, ir izmantotas koka žalūzijas. Sekojot Standarta 2-2-4 norādēm, mēģiniet rast dažus risinājumus, lai paaugstinātu žalūziju dinamikas pakāpi.



## Atbilde1:



Kā parasti, vispirms jāizveido Vielas - Lauka modelis. Pirmā viela ir saules gaisma, otrā – koka žalūzijas, kas ar elektromagnētiskā lauka palīdzību aptur gaismas plūsmu (attēls 2.2.2.2.4.c, pa kreisi un attēls 2.2.2.2.4.d.1). Standarts rosina izveidot elastīgāku un līdz ar to dinamiskāku modeli. Acīm redzams, ka nav iespējams pārveidot saules gaismu, jo tā jau atrodas maksimālā savas elastības pakāpē, un tā ir lauks. Tādejādi jārod risinājums žalūzijai. Tā kā tā ir nekustīga koka žalūzija, pirmkārt, tai būtu jādod lielāka brīvas kustības pakāpe. Tas varētu nozīmēt, ka tā var būt atvērta (attēls 2.2.2.2.4.d.2), lai ielaistu nedaudz gaismas. Bet tas nav pietiekami; faktiski mēs palielinām dinamikas pakāpi tādējādi, ka visas žalūzijas restes ir nolaižamas (attēls 2.2.2.2.4.d.3). Nākamais solis ved mūs pie venēciešu žalūzijām, kurā visas restītes ir kustināmas un aptumšošanas pakāpe ir precīzāka (attēls 2.2.2.2.4.d.4). Ja tas nav pietiekami, nākamā dinamikas pakāpe ir izveidot pilnībā elastīgas žalūzijas, kā tas ir romiešu žalūzijās, kas atainotas attēlā 2.2.2.2.4.d.5; savukārt pēdējais dinamikas palielināšanas procesa solis ir lēciens laukā, kas ir uz loga stiklu pārnesta aptumšošanas iespēja, kas ar elektriskā lauka palīdzību rada paš-aptumšojošu stiklu (attēls 2.2.2.2.4.d.6).



Attēls 2.2.2.2.4.c – dažādi veidi kā pilnveidot žalūziju, izmantojot dažādus Vielas – Lauka modeļus.



Attēls 2.2.2.4.d – žalūzijas dinamiskās pakāpes paaugstināšanas process: 1) klasiski koka slēģi; 2) daļēji atverami slēģi; 3) slēģi ar kustīgām restītēm; 4) venēciešu žalūzijas; 5) rullo žalūzijas, 6) pašaptumšojošs stikls.

## Atsauce

[1] VV.AA.: *A thread in the labyrinth* (Krievu val). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3.



## STANDARTS 3-1-1: DIVU ELEMENTU UN DAUDZ-ELEMENTU SISTĒMU VEIDOŠANA

### Teorija

Sistēmas efektivitātē ikvienā tās attīstības pakāpē var tik pilnveidota, kombinējot vienu sistēmu ar vēl kādu (vai vairākām), lai izveidotu divu elementu vai daudz-elementu sistēmu.

### Metode

Lai izveidotu vienkāršu divu elementu vai daudz-elementu sistēmu, ir jāapvieno divas vai vairākas sastāvdalas.

Apvienojamie elementi var būt vielas, lauki, vielas – lauku pāri un veselas Vielas – Lauka sistēmas.

### Piemērs

Padomājiet par kravas automašīnām: tās var pārvadāt ļoti smagas lietas, bet reizēm tās ir tik smagas, ka mašīnas asīm var rasties problēmas noturēt kravu. Saskaņā ar standartu 3-1-1, sistēmu var attīstīt un izvērst par daudz-elementu sistēmu, līdz ar to, lai sadalītu smagumu, var radīt kravas mašīnu ar vairākām asīm un maziem riteņiem (attēls 2.2.3.1.1.b).



Attēls 2.2.3.1.1.b – šajā attēlā kravas automašīna ar asīm ir attīstīta daudz-elementu sistēmā.

### Pašnovērtējums

#### Vingrinājums 1:

Uz Ninas biroja galda ir izvietots viss, kas viņai nepieciešams darbam: dators, telefons, fakss, printeris, skeneris u.tml. Bet reizēm Ninai nepieciešams, lai uz galda būtu vairāk brīvas vietas, kur darboties ar dokumentiem. Kā jūs varētu viņi palīdzēt, izmantojot Standarta 3-1-1 ieteikumus?



## Atbilde 1:

Sistēmas efektivitātes pilnveidošanai, tā jāapvieno ar vienu vai vairākām citām sistēmām, lai izveidotu divu elementu vai daudz-elementu sistēmu. Tā vietā, lai uz viņas galda izvietotu virkni dažādu biroja priekšmetu, dažus no tiem varētu apvienot atsevišķā daudz-elementu sistēmā: piemēram, printeris, skeneris un fakss varētu tikt aizstāts ar daudzfunkcionālu printeri, kas spētu veikt visas minēto individuālo instrumentu funkcijas (attēls 2.2.3.1.1.c).



Attēls 2.2.3.1.1.c – daudzfunkcionāls printeris: daudz-elementu sistēma, ko veido printeris, skeneris un fakss.

## **Atsauce**

- [1] VV.AA.: *A thread in the labyrinth* (Krievu val.). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3.



## STANDARTS 3-1-2: SAVIENOJUMU IZSTRĀDE DIVU ELEMENTU UN DAUDZ-ELEMENTU SISTĒMU IETVAROS

### Teorija

Divu elementu un daudz-elementu sistēmu efektivitāti var pilnveidot, veidojot starp sistēmu elementiem savienojumus.

### Metode

Savienojumus starp divu elementu un daudz-elementu sistēmām var veidot gan stingrākus, gan elastīgākus.

### Piemērs

Automašīnu pēdējā paaudzē daudzas elektroniskās ierīces bija izvēles ierīces. Klasiska divu elementu sistēma sastāv no mašīnas stereo un *Bluetooth* savienojuma, kas paredzēta mobilā tālruņa zvaniem, un kas izmanto to pašu skaļruni, ko brīvroku sistēmas komplekts. Saskaņā ar standarta 3-1-2 norādījumu, šīs sistēmas attīstība jāīsteno, veidojot savienojumus starp sistēmas elementiem. Viena no mijiedarbībām varētu būt mūzikas skaņas līmeņa pazemināšanās brīdī, kad pienāk ienākošais zvans.

### Pašnovērtējums

#### Vingrinājums 1:

Apskatot motociklu, redzams, ka tā atbalsta sistēmu veido divas pekas – centrālā un sānu. Tādējādi tā ir divu elementu sistēma. Mēģiniet šo sistēmu attīstīt saskaņā ar Standartu 3-1-2.

#### Atbilde 1:

Standarts 3-1-2 rosina veidot savienojumu jeb „mijiedarbību” starp divu elementu sistēmas daļām – divām motocikla pekām. Paskaidrojošais risinājums varētu būt šāds: kad motocikls balstās uz centrālās pekas, blakus peku atvēršana novērš centrālās pekas aizvēršanos (attēls 2.2.3.1.2.b).



Attēls 2.2.3.1.2 – attēlā redzamas divas pekas: pirmā (centrālā peka) balsta motociklu, bet otrā novērš pirmās pekas aizvēršanos.

### Atsauce

[1] VV.AA.: *A thread in the labyrinth* (Krievu val.). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3



## STANDARTS 3-1-3: SISTĒMAS SASTĀVDAĻU ATŠĶIRĪBAS PALIELINĀŠANA

### Teorija

Divu elementu un daudz-elementu sistēmas var pilnveidot, palielinot atšķirību starp sistēmas elementiem. Ieteicama sekojoša attīstības kārtība:

- \* līdzīgi elementi;
- \* elementi ar neobjektīvām pazīmēm;
- \* atšķirīgi elementi
- \* „elementa + elementa ar pretēju darbību” apvienojums.

### Metode

Skat. iepriekš.

### Piemērs

Visi zina, kas ir akumulatora lādētājs, piemēram, mobilā telefona lādētājs. Tā lādiņu var atjaunot ar baterijas lādētāju. Ja attīstām baterijas lādētāju, izmantojot Standartu 3-1-3, jāveido divu elementu vai daudz-elementu sistēma, kuras sastāvdaļas būtu ļoti atšķirīgas vai pat ar pretēju funkciju. Iztēlojieties baterijas lādētāju, kam pievienots baterijas izlādētājs (attēls 2.2.3.1.3.b).



Attēls 2.2.3.1.3 – sistēma, kurai pievienota pretēja sistēma: baterijas lādētājs/baterijas izlādētājs.

### Pašnovērtējums

#### Vingrinājums 1:

Kad automašīnas sākotnēji tika aprīkotas ar radio, tajās tika ierīkoti divi priekšējie skaļruņi – viens labajā pusē, otrs kreisajā. Tādejādi šī sistēma tika izveidota kā divu elementu sistēma. Vēlāk mašīnā ierīkoja arī citus skaļruņus, piemēram, aizmugurējos sēdekļos. Mēģiniet pilnveidot šo daudz-elementu sistēmu saskaņā ar Standartu 3-1-3.



#### Atbilde 1:

Mašīnas audio skaļruņu attīstība bija sekojoša: divi skaļruņi (divu elementu sistēma), četri skaļruņi (daudz-elementu sistēma), seši skaļruņi utt. Tomēr, ja neskaita skaļruņu skaita atšķirības, tie faktiski ir vienādi. Standarts 3-1-3 iesaka elementus diferencēt, vai, ja tie jau ir atšķirīgi, palielināt to atšķirības. Tādejādi var īstenot skaņas sistēmu, kur katrs skaļrunis vai katrs skaļruņu pāris atskaņo atšķirīgas skaņas: piemēram, divi skaļruņi augstākām frekvencēm, divi – zemākām (basu skaļruņi) un divi vidējām frekvencēm.



### Atsauce

[1] VV.AA.: *A thread in the labyrinth* (Krievu val.). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3.



## STANDARTS 3-1-4: ATSEVIŠKU ELEMENTU INTEGRĒŠANA VIENĀ VESELĀ ELEMENTĀ

### Teorija

Divu elementu un daudz-elementu sistēmas iespējams pilnveidot ar konvolūcijas (atsevišķu elementu integrēšana vienā veselā elementā), samazinot palīgelementus. Pēc konvolūcijas divu elementu un daudz-elementu sistēmas atkal kļūst par monosistēmām jeb viena elementa sistēmām, un attīstību var atkārtot citā sistēmas līmenī.

### Metode

Skat. iepriekš.

### Piemērs



Nina gatavojas doties uz ballīti kopā ar savu puisi, tādēļ viņa vēlas labi izskatīties, lai viņam patiktu. Viņa dodas iepirkt šo to no kosmētikas: lūpu krāsu, vaigu sārtumu, skropstu tušu, acu kontūrzīmuli u.tml. Pētot lūpu krāsas, viņa pamana lielisku priekšmetu, kas līdzinās zīmulim, kam vienā galā ir lūpu krāsa, otrā lūpu kontūrzīmulis (attēls 2.2.3.1.b, pa kreisi). Viņa nolej to iegādāties. Viņa ir ļoti apmierināta par savu pirkumu, bet atgriežoties mājās, Ninai rodas ideja šo divu elementu sistēmu pilnveidot: kādēļ lai to nepaveiktu, nemot vērā Standarta 3-1-4 ieteikumu? Divu elementu sistēmas ietveršana ir iespējama, izgatavojot lūpu krāsu, kurā iekļauts lūpu kontūrzīmulis (attēls 2.2.3.1.4.b, pa labi).



*Attēls 2.2.3.1.4.b – pa kreisi – divu elementu sistēma lūpu krāsa un lūpu kontūrzīmulis, pa labi – iekļautā divu elementu sistēma.*

### Pašnovērtējums

#### Vingrinājums 1:



Pavisam nesen bija pieejami tikai galda datori, un līdzīgi kā tagad, tos veidoja monitors, korpusss, klaviatūra un pele. Tā kā datori ir kļuvuši nepieciešami un tie jālieto birojos, ir radīta divu elementu sistēma: proti, radās ideja par pārnēsājamu datoru. Šī jaunā sistēma sevī apvieno iepriekšējā sistēmā atsevišķi pastāvošos elementus. Attīstiet šo sistēmu, izmantojot Standarta 3-1-4 ieteikumu.

## Atbilde 1:

Standarta risinājums 3-1-4 iesaka esošās divu elementu vai daudz-elementu sistēmas efektivitātes pilnveidošanai izmantot ietveršanas procesu. Tas nozīmē, ka jāatrod jauna sistēma, kam ir visas daudz-elementu sistēmas atsevišķu elementu funkcijas. Tādejādi nepieciešama melna kaste, kas varētu būt monitors, pele, klaviatūra un centrālā procesora korpuss. Labs risinājums šim uzdevumam ir jaunākās paaudzes planšetdators, kur visas darbības var veikt uz skārienjūtīga monitora, kas izvietots kastes augšpusē, un kas satur visu datora elektroniku (attēls 2.2.3.1.4.c).



Attēls 2.2.3.1.4.c – jaunākās paaudzes pārnēsājamais planšetdators: visas ietvertās funkcijas tiek veiktas uz skārienjūtīga monitora virsmas.

## Atsauce

[1] VV-AA.: *A thread in the labyrinth* (Krievu val.). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3.



## STANDARTS 3-1-5: NESADERĪGU VĒRTĪBU SADALIŠANA SISTĒMĀ UN TĀS DALĀS

### Teorija

Divu elementu un daudz-elementu sistēmu efektivitāte var tikt pilnveidota, sadalot nesaderīgās vērtības sistēmā un tās dalās. To var sasniegt, izmantojot divu līmeņu struktūru, kurā veselai sistēmai ir kāda noteikta pazīmes vērtība A, bet tās dalām (elementiem) ir pazīmes vērtība anti-A.



### Metode

Skat. iepriekš.

### Piemērs

Nina dodas kaut ko iegādāties vakariņām, pa ceļam iegriežoties arī gaļas veikalā. Viņa ienāk veikalā brīdī, kad miesnieks no liela gaļas gabala atdala kaulus. Pēkšni miesnieks zaudē kontroli pār nazi un savaino sev roku. Nina viņam vaicā, kā tas nākas, ka viņš nelieto aizsargcimdu ar dzelzs iestarpinājumiem. Viņš atbild, ka to nedara dēļ cimdu nekustīgajām dalām, kas vienlaikus būdamas aizsargājošas, ir neērtas darbam, jo ierobežo kustību. Nina skaidro, ka cimds ar dzelzs iestarpinājumiem ir divu elementu sistēma un, lai pilnveidotu tās efektivitāti starp tās dalām ir jāveic nesaderīgu vērtību sadalīšana starp sistēmas dalām: sistēmas veselumam ir sava noteikta vērtība, bet atsevišķu elementu dalām tā var būt pretēja. Tādejādi ir nepieciešams speciāls cimds, kas, raugoties ar neapbruņotu aci, ir elastīgs un ar to ir ērti strādāt, bet mikroskopiskā līmenī tas ir nekustīgs un spēj pasargāt no savainojumiem (attēls 2.2.3.1.5.b, pa kreisi).

Šo risinājumu jau daudzus gadus atpakaļ bija apguvuši viduslaiku karavīri, aizvietojot nekustīgos bruņutērpus, lai pasargātu sevi no zobenu asmens briesmām (attēls 2.2.3.1.5, pa labi).



Attēls 2.2.3.1.5.c – pa kreisi – speciāls cimds, paredzēts miesnieka darbam; pa labi – bruņinieka bruņukrekls.

### Pašnovērtējums

#### Vingrinājums 1:



Vecajā melnbaltajā televizorā augsti lādētu elektronu staru kūlis, pareizi noregulēts un fokusēts, inducēja fosforizējoša pārklājuma slāni uz ekrāna un tas izstaroja gaismu. Taču, acīm redzot, šis attēls bija pelēko toņu skalā, bez krāsām. Kā, saskaņā ar Standartu 3-1-5 būtu iespējams atveidot pilnu krāsu attēlu?



## Atbilde 1:

Lai izmantotu standartu 3-1-5, pirmkārt ir jābūt divu elementu vai daudz-elementu sistēmai. Ir zināms, ka visas krāsas var iegūt, dažādās proporcijās sajaucot trīs pamatkrāsas – sarkanu, zaļu un zilu. Tādejādi var veidot ekrānu, kas sastāv no trīs dublējošām kārtām, kurā katrā kārtā rada attēlu savā krāsu gammā, vai arī kas sastāv no vienas kārtas ar īpaši krāsotu matricu, kura var tikt inducēta no trīs atsevišķu elektronu kūļiem, katrs no kuriem ir savai krāsai. Abos gadījumos, attēls ir pilnā krāsu gammā, bet tā daļas (pikselji) ir vienkāršaini (aplūkojiet TV attēlu no ļoti tuva attāluma un jūs skaidri redzēsiet RGB (sarkanzaļzilā) krāsu modeļa punktus).



## **Atsauce**

- [1] VV.AA.: *A thread in the labyrinth* (Krievu val.). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3



## STANDATS 3-2-1: PĀREJA UZ MIKRO LĪMENI

### Teorija

Sistēmas efektivitāte jebkurā tās attīstības stadijā var tikt pilnveidota, izmantojot pāreju no makro līmeņa uz mikro līmeni: sistēma vai tās elementi tiek aizstāti ar kādu vielu, kas, mijiedarbojoties ar lauku, spēj nodrošināt nepieciešamo funkciju.

Ir vērts atzīmēt, ka pastāv liels vielas mikro līmeņu stāvokļu daudzums (kristāla režģis, molekulas, joni, sfēras, atomi, elementārdaļiņas, lauki utt.). Tādēļ, risinot kādu problēmu, jāņem vērā dažādās pāreju iespējas uz kādu mikro līmeni, kā arī dažādas pāreju iespējas no viena mikro līmeņa uz citu, zemāku līmeni.

### Metode

Skat. iepriekš.

### Piemērs



Izvēloties kādu elektrisku ierīci, piemēram, kādu elektrokāru (ar elektrību darbināms auto) – tai tas varētu darboties, tam nepieciešama enerģija, ko piegādā elektrisks akumulēšanas elements (lādētājs). Acīmredzami, tas pakāpeniski izlādējas, un ir jāuzlādē. Standarts 3-2-1 iesaka sistēmas pilnveidošanai nomainīt tikai visus vai tikai vienu sistēmas elementu un aizvietot to ar jaunu vielu, kas, mijiedarbojoties ar lauku, spētu šo funkciju pildīt. Šajā gadījumā, attiecībā uz mikro līmeni, ir jāatrod kāda jauna viela, ko ieviest elektrokārā ar mērķi piegādāt motoram nepieciešamo enerģiju. Einšteins atklāja, ka daži materiāli, kad uz tiem iedarbojas gaismas vilni, ražo elektroenerģiju. Izmantojot šo principu, mēs varam apgādāt ierīci ar saules baterijām, lai uzpildītu akumulatoru.

### Pašnovērtējums

#### Vingrinājums 1:



Nina tīra savu istabu, izmantojot vienkāršu putekļsūcēju. Strādājot, viņa domā, kā darbojas šis instruments. Rezultātā viņai rodas doma pilnveidot tīrišanas sistēmu, izmantojot Standarta Risinājumu 3-2-1. Vai jums ir kādas idejas?

#### Atbilde 1:

Ninas pielietotais standarts iesaka pāreju no makro uz mikro līmeni, proti, jāatrod kāda viela, kas spētu paveikt putekļu un citu sīku un vieglu daļiņu aizvākšanas funkciju, kad tā ir pakļauta kādam laukam. Daži audumi, piemēram, vilna vai sintētika, ja tos saberzē, kļūst elektrostatiski uzlādēti, un tādēļ tiem piemīt putekļu savākšanas funkcija.



### Atsauce

[1] VV.AA.: *A thread in the labyrinth* (Krievu val.). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3

## STANDARTS 5-1-1-1: VIELU IEKŁAUŠANA SISTĒMĀ AR IEROBEŽOTIEM NOSACIJUMIEM

### Teorija

Ja sistēmā nepieciešams ieviest kādu vielu, bet tas nav atļauts, vielas vietā var izmantot „tukšumu” jeb neievietot neko.



### Metode

Piezīme: „tukšums” parasti ir gāzveida viela, kā gaiss vai tukša telpa, kas izveidota saliedētā objektā.

Atsevišķos gadījumos „tukšumu” var veidot no citām vielām, tādām kā šķidrums (putas).



### Piemērs

Katrā mājā ir logi. To funkcija ir nodrošināt telpā gaisa cirkulāciju, kā arī ielaist tajā gaismu. Ja temperatūra ārā un iekštelpās ir atšķirīga, logiem jāpilda arī telpas izolēšanas funkcija. Tomēr reizēm logu stikls šīs funkcijas nodrošināšanai nav piemērots. Viens no iespējamiem problēmas risinājuma veidiem ir palielināt stikla biezumu, bet tādejādi tas kļūst smagāks un dārgāks. Cits risinājums ir ieviest termoizolējoša materiāla slāni, piemēram, koka slāni, bet tad logs vairs nebūs caurspīdīgs. Standarta risinājums 5-1-1-1 iesaka situācijās, kad kāda mērķa sasniegšanai nav atļauts sistēmā ieviest jaunu vielu, ieviest tukšumu. Mūsu problēmas gadījumā būtu jāievieš vēl kāda viela (stikls vai koks vai kas cits), bet dažu negatīvu sekū dēļ jāatrod veids, kā risināt problēmu ar tukšuma, gaisa vai tukšas telpas palīdzību. Labs risinājums būtu, piemēram, divas plānas stikla loksnes, starp kurām būtu ar gaisu pildīta sprauga: gaiss ir labs termoizolators un logs paliek gaišs un caurspīdīgs (attēls 2.2.5.1.1.b, pa kreisi).



Attēls 2.2.5.1.1.b – loga šķērsgriezums ar izolējošu stiklu un atstarpi starp tiem.

### Pašnovērtējums

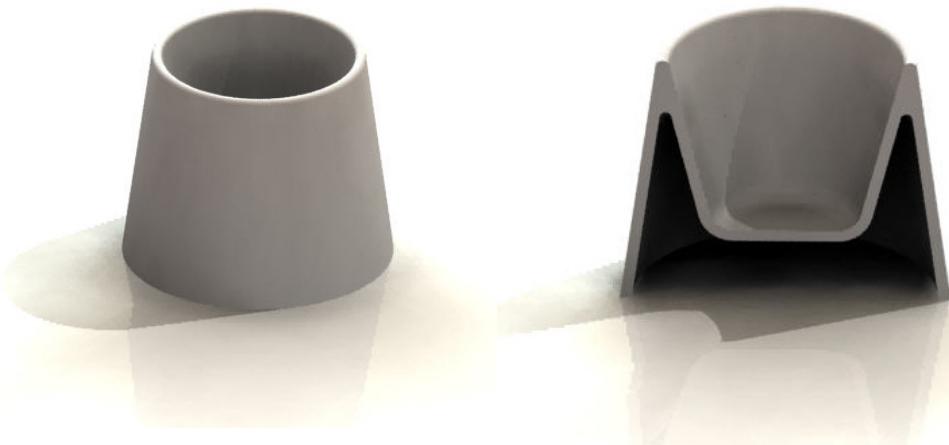
#### Vingrinājums 1:

Nina dzer ļoti karstu kafiju, tik karstu, ka pat krūzīte ir dedzinoši karsta. Tāpēc viņa sāk domāt, kādā veidā un vai ir iespējams pilnveidot šo sistēmu tā, lai novērstu lietotāja pirkstu apdedzināšanu. Vai jums ir kāda doma, kā atrisināt šo problēmu, lietojot standarta risinājumu 5-1-1-1?



## Attēls 1:

Ja dažādu iemeslu dēļ nav atļauts ieviest kādu citu vielu, šis standarts rosina ieviest, piemēram, tukšumu. Ninas kafijas krūze ir ļoti karsta no ārpuses. Vispārpieņemts uzskats būtu, piemēram, ieviest jaunu vielu, kas būtu vairāk izolējoša nekā krūzes keramika. Bet tas ir krietni dārgāk un ražošanas process ir sarežģītāks. Tādēļ būtu ieteicams sekot standarta risinājumam un mēģināt kaut kādā veidā ieviest tukšumu. Zināms, ka gaiss ir labs termoizolators, tādēļ starp iekšējo virsmu, kas ir tiešā saiknē ar karsto kafiju un ārējo virsmu, kas ir kontaktā ar lietotāja pirkstiem, jāievieš gaiss. Vienkāršs risinājums būtu līdzīgs attēlā 2.2.5.1.1.c redzamajai krūzei.



*Attēls 2.2.5.1.1.c – pa kreisi, kafijas krūze, kas pasargā pirkstus no apdegšanas. Pa labi, tās šķērsgriezums. a*

## **Atsauce**

[1] VV.AA.: *A thread in the labyrinth* (Krievu val.). Petrozavodsk: Karelia, 1988. ISBN 5-7545-0020-3.



1.3 OTSM-TRIZ vārdu krājums:  
Risinājumi

#### 5.1 – Pretrunu definīcijas

##### Definīcija

Pretruna burtiskā nozīmē izsaka “Nē”, tomēr vispārīgi tā attiecas uz priekšlikumu, kas aizstāv acīmredzami nesavienojamas vai pretējas lietas.



##### Teorija

TRIZ var tikt apkopots kā rezultāts apjomīgam empīriskam pētījumam un prezentēts trijos galvenajos postulātos – viens no tiem formulē pretrunu būtiskumu problēmu risināšanas un izgudrojumu nozarē. Šie trīs postulāti ir:

- Pastāv attīstības likumu kopums;
- Pretrunas koncepcija ir kā atslēgas barjera, kas ierobežo sistēmas attīstību līdz brīdim, kad parādās izgudrojums;
- Konkrētās situācijas koncepcija nosaka specifiskos apstākļus un resursus, kas iespaido tehniskās sistēmas attīstību.

Visefektīvākais radošais problēmas risinājums, saskaņā ar TRIZ, ir tas, kurš pārvar visas pretrunas.

##### Metode

Pretruna uzrāda, kurā vietā (TRIZ dēvētajā darbības zonā) un kad (TRIZ dēvētajā darbības laikā) notiek konflikts jeb pretruna.



Pretrunas parādās, kad vienas tehniskās sistēmas pazīmes uzlabošanās negatīvi ietekmē šīs pašas sistēmas citu pazīmi.

##### Piemēri

Pretrunu klātbūtni iespējams atspoguļot dažādos laukos:

- Matemātikā: plus un mīnus, diferenciālis un integrālis.
- Fizikā: mehāniska darbība un reakcija, pozitīvais un negatīvais elektriskais lādiņš.
- Ķīmijā: atomu savienojumi un disociācijas.



#### 5.1.1 – Pretrunu veidi

##### Definīcija

Altšullers un viņa laikabiedri izšķīra trīs veidu pretrunas:

- Administratīvā pretruna – kad nepieciešams veikt kaut ko, bet nav zināms, kā tas paveicams.
- Tehniskā pretruna – kad uzlabo kādu tehniskās sistēmas elementu (vērtēšanas pazīmi) ar zināmu metožu palīdzību, bet šie uzlabojumi izraisa cita šīs sistēmas elementa ( citas vērtēšanas pazīmes) paslīktināšanos.
- Fiziskā pretruna – kad izmanto abpusēji pretstatītas prasības vienai sistēmas kontroles pazīmei.



Tālākas definīcijas šiem trim veidiem apskatītas tālākās nodaljās.

## Teorija

Saskaņā ar Altšulleru, radošā vai izgudrojumu situācija parasti sevī slēpj vairākas pretrunas. Šādā situācijā pirms solis uz risinājumu ir pretrunu, kas kavē Visvēlamākā rezultāta sasniegšanu, noteikšana. (Skatiet arī Piltuves modeli). Parasti veiksmīgs fiziskās pretrunas formulējums uzrāda problēmas būtību. Kad pretruna tiek pastiprināta, bieži vien problēmas situācija kļūst pavisam vienkārša.

## Metode

Skatiet 2. nodaļu “Paņemieni Tehnisko Pretrunu atrisināšanai” un 3. nodaļu “Paņemieni Fizisko Pretrunu atrisināšanai”.

## Piemēri

### Administratīvā Pretruna:

Nepieciešams noteikt mazo daļiņu skaitu šķidrumā, kam ir augsta optiskā skaidrība.

Daļiņas slikti atstaro gaismu, pat ja izmanto lāzeru. Kā rīkoties?



### Tehniskā Pretruna:

Ja daļiņas ir pavisam nelielas, šķidrums paliek optiski skaidrs, BET daļiņas ir neriedzamas. VAI arī, ja daļiņas ir ļoti lielas, tās var noteikt, BET šķidrums nav optiski skaidrs.

### Fiziskā Pretruna:

Daļiņu izmēram jāpalielinās, lai tās būtu atspoguļojamas, BET izmēram jāpalielinās vien tiktāl, lai būtu iespējams saglabāt šķidruma optisko skaidrumu.

## 5.1.1.1 – Administratīvā Pretruna

### Definīcija

Administratīvā Pretruna izsaka, ka pastāv problēma ar nezināmu risinājumu.



### Modelis

Lai izvairītos no nevēlamas parādības, ir jāveic kaut kas vai jāsaņem kāds rezultāts, bet nav zināms, kā šo rezultātu sasniegt.



### Piemērs

Nepieciešams paaugstināt ražošanas kvalitāti un samazināt izejmateriālu izmaksas.

Šāda veida problēmai nepieciešams radošs risinājums.

Administratīvā pretruna pati par sevi ir provizoriska, tai nav heirostiskas vērtības un tā risinātāju nevada atbildes virzienā.

### Piezīme

Vairums to, kas TRIZ pielieto praksē, pilnībā ignorē administratīvo pretrunu tās taustāmās nozīmes trūkuma dēļ.

## 5.1.1.2 – Tehniskā Pretruna

### Definīcija

Tehniskā pretruna parādās, kad divas dažādas vērtēšanas pazīmes atrodas konfliktā viena ar otru.



Vērtēšanas pazīme attēlo vēlamo risinājumu nozari.

Vērtēšanas pazīmes un to nepieciešamās vērtības nosaka atrisināšanas mērķi.

Tas nozīmē, ka šīs pazīmes apzīmē to, ko tas cilvēks, kurš saskāries ar šo problēmu, vēlas no šī risinājuma. Tā varētu būt uzlabota darbība, paaugstināts resursu izmantojums, samazināts kaitīgo efektu daudzums (Skatiet OTSM – Vispārējās efektīvās domāšanas teorijas pretrunu modeli) u.c.



## Teorija

Tehniskā pretruna attēlo konfliktu starp divām apakšsistēmām vai starp apakšsistēmu un ārējo vidi.

Šādas tehniskās pretrunas parādās, ja:

- lietderīgās funkcijas izstrāde vai pastiprināšana kādā no apakšsistēmām rada jaunu vai pastiprina jau esošu kaitīgo funkciju citā apakšsistēmā (vai vidē);
- Kaitīgās funkcijas ierobežošana vai samazināšana kādā no apakšsistēmām pasliktina esošo funkciju kādā citā apakšsistēmā;
- Pastiprinot esošo funkciju vai samazinot kaitīgo funkciju kādā no apakšsistēmām, rodas nepieņemamas komplikācijas citās apakšsistēmās vai visā sistēmā kopumā. Arī tad, ja vienkārši veidojas nepieņemams resursu patēriņš.

## Modelis

Tehniskās pretrunas definēšanai pastāv vairāki modeļi:

- OTSM pretrunas modelis (Vispārējās efektīvās domāšanas teorijas modelis, aprakstīts secīgi nodaļā par Fizisko Pretrunu);
- Darbība, kas vienlaikus ir noderīga un kaitīga;
- Darbība, kas izraisa lietderīgu un kaitīgu funkciju;
- Lietderīgās darbības ieviešana vai kaitīgo efektu atkāpšanās ved pie dažu apakšsistēmu vai visas sistēmas pasliktināšanās.

## Metode

Skatiet 2. nodaļu "Paņēmieni Tehnisko pretrunu risināšanai".

## Piemērs

Jo izturīgāks kļūst konteiners, jo tas kļūst smagāks.

Nepieciešama augsta izturība un neliels svars.

Nepieciešams palielināt jonu iespiešanos pusvadītājā un samazināt elektrisko strāvu (enerģijas avotu), kas nepieciešams jonu ieviešanas operācijai.



### 5.1.1.3 – Fiziskā Pretruna

#### Definīcija

Fiziskā pretruna nosaka situāciju, kurā ir vienas "kontroles pazīmes" konfliktējošas vērtības.

Kontroles pazīmes iespaido sistēmu un tādējādi pārstāv mainīgo lielumu iespējamo nozari.

Kontroles pazīmes un to vērtības nosaka veidus, kā iedarboties uz problēmu.

Tas nozīmē, ka šīs pazīmes atspoguļo, ko iespējams mainīt sistēmas ietvaros.



#### Teorija

Šādas fiziskās pretrunas parādās, ja:

- Lietderīgās funkcijas pastiprināšana apakšsistēmā vienlaikus pastiprina arī jau esošo kaitīgo funkciju šajā pašā apakšsistēmā;
- Samazinot kaitīgo funkciju apakšsistēmā vienlaikus samazinās arī lietderīgā funkcija šajā pašā apakšsistēmā;
- Ja tā var būt lietderīga pret citu lietderīgu funkciju vai kaitīga pret citu kaitīgu funkciju utt.

Skatiet arī "OTSM pretrunas modeli".

## Modelis

Skatiet "OTSM pretrunas modeli", kas secīgi aprakstīts.

Dotajai apakšsistēmai (elementam) jāpiemīt pazīmes vērtībai A, lai veiktu nepieciešamo

funkciju un pazīmes vērtībai ne-A vai anti-A, lai apmierinātu problēmas apstākļus.  
Fiziskā pretruna satur nekonsekventas prasības tehniskās sistēmas tās pašas apakšsistēmas (elementa) fiziskai pretrunai.

## Metode

Skatiet 3. nodaļu “Paņēmieni Fiziskās pretrunas atrisināšanai”.

## Piemērs



Nepieciešams iegūt lielu svaru un nelielu svaru.

Nepieciešams, lai izolācijai pusvadītajā mikroshēmā būtu zema dielektriskā konstante k, lai samazinātu parazitārās kapacitātes – un nepieciešams, lai izolācija būtu ar augstu dielektrisko konstanti k, lai labāk uzglabātu informāciju.

### 5.1.1.4 – TRIZ, un Tehniskās un Fiziskās pretrunas

#### Definīcija



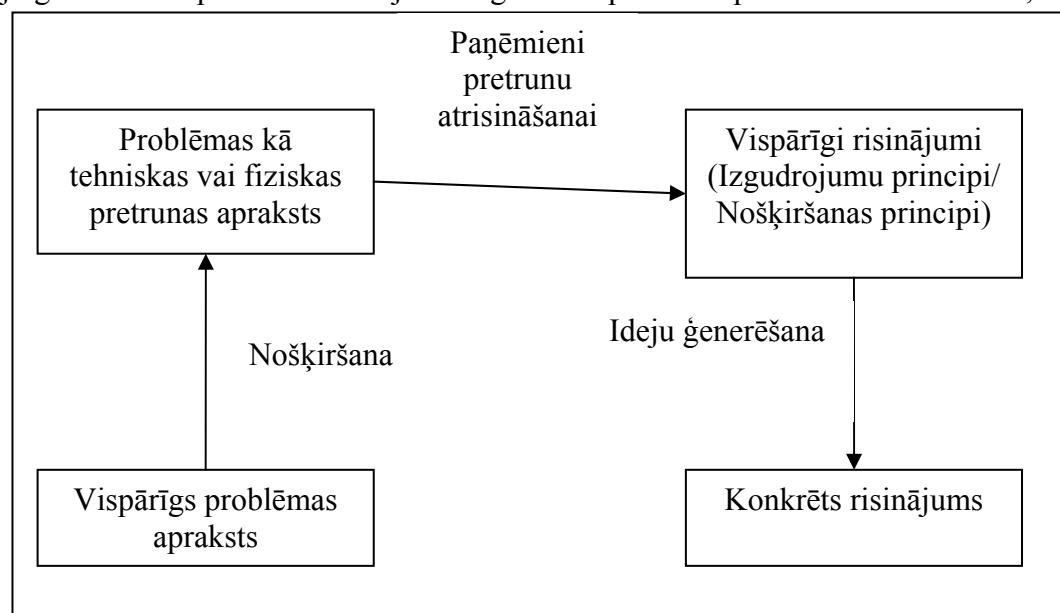
TRIZ nosaka, ka radošie jeb izgudrojumu risinājumi drīzāk izslēdz pretrunas nekā meklē kompromisus, turklāt ir noteikts izgudrojumu principu kopums, lai palīdzētu pretrunas izslēgt. Altšullers atklāja, ka pretrunas ne vien iespējams atrisināt, bet ir pavisam ierobežots veidu skaits, kā tās atrisināt.

Tehniskie risinājumi pārsvārā tiek atrasti meklējot atbildi pēc nejaušības principa (izmēģinājumu – kļūdu metode) vai arī balstoties uz personīgajām zināšanām un analogijām. TRIZ piedāvā sistemātisku procesu, kas balstīts uz nošķiršanas principu, kurā problēmas risinātājs attēlo konkrētu problēmu vispārējos ietvaros, no kā rodas vispārīgs risinājums, kas prasa pārveidošanu uz specifisku risinājumu. (Kalna problēmu risināšanas modelis).

Pretrunas noteikšana, izpāršana un atrisināšana sistēmas ietvaros, ir iedarbīgs veids, kā uzlabot sistēmu. Veids, kā noteikt un atrisināt tehnisku un fizisku pretrunu sistēmas ietvaros aprakstīts tekstā nedaudz tālāk.

#### Teorija un modelis

- „Kalna modelis” skaidri attēlo vispārīgos tā pielietošanas soļus:
- Problēmas vispārīgs apraksts;
- Problēmas nošķiršana – problēmas kā tehniskas vai fiziskas pretrunas definēšana;
- TRIZ paņēmienu pielietošana, lai atrisinātu (tehniskas vai fiziskas pretrunas) – standarta risinājumi;
- Ideju ģenerēšana specifisku risinājumu iegūšanai specifisku problēmu atrisināšanai;



## Metode

Skatiet 2. un 3. nodaļu

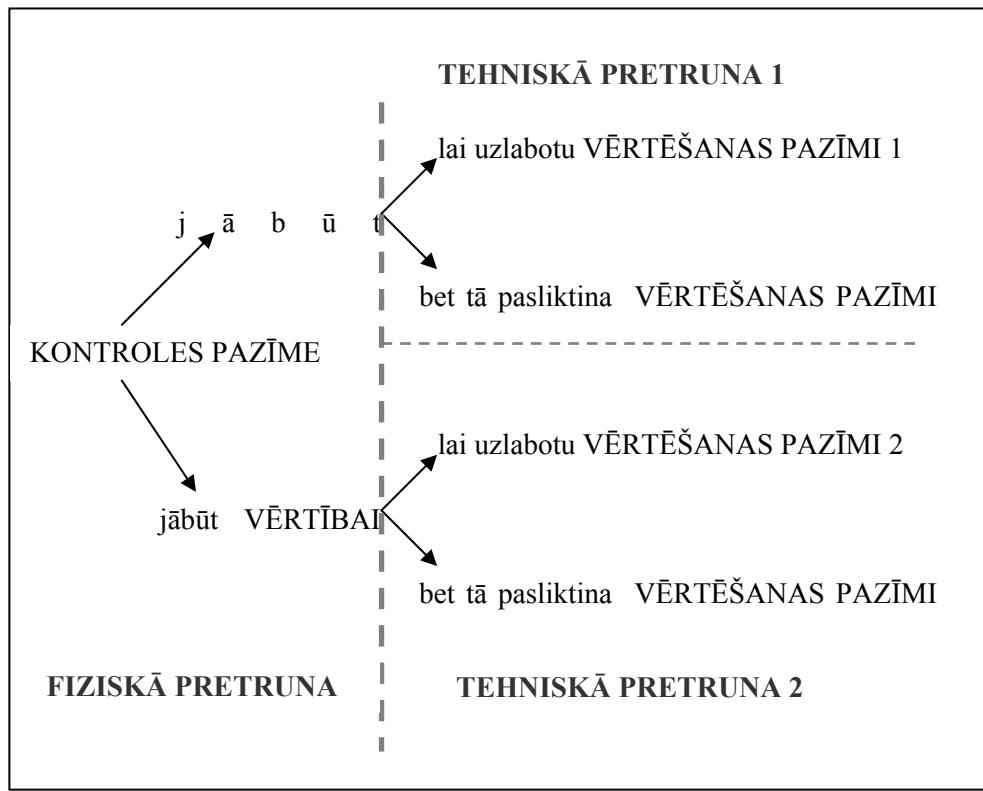
### OTSM (Vispārējās efektīvās domāšanas teorijas) pretrunas modelis:

Šī pretrunu sistēma ir balstīta uz fiziskas pretrunas un divu tehnisko pretrunu eksistences. Šīs tehniskās pretrunas attaisno nepieciešamību pēc diviem dažādiem fizisko pretrunu veidiem.

Divas tehniskās pretrunas ir viena otru papildinošas, atbilstoši pirmās vērtēšanas pazīmes pieaugumam, kas netieši norāda uz otras vērtēšanas pazīmes samazināšanos, un otras palielināšanos, samazinoties pirmajai.

Divas tehnisko pretrunu vērtēšanas pazīmes definētas kā tādas, kas piedalās mērķu aprakstīšanā, kamēr fiziskās pretrunas kontroles pazīme ir veids, kā likt situācijai mainīties.

A physical contradiction implies inconsistent requirements to a physical condition of the same subsystem (element) of the technical system.



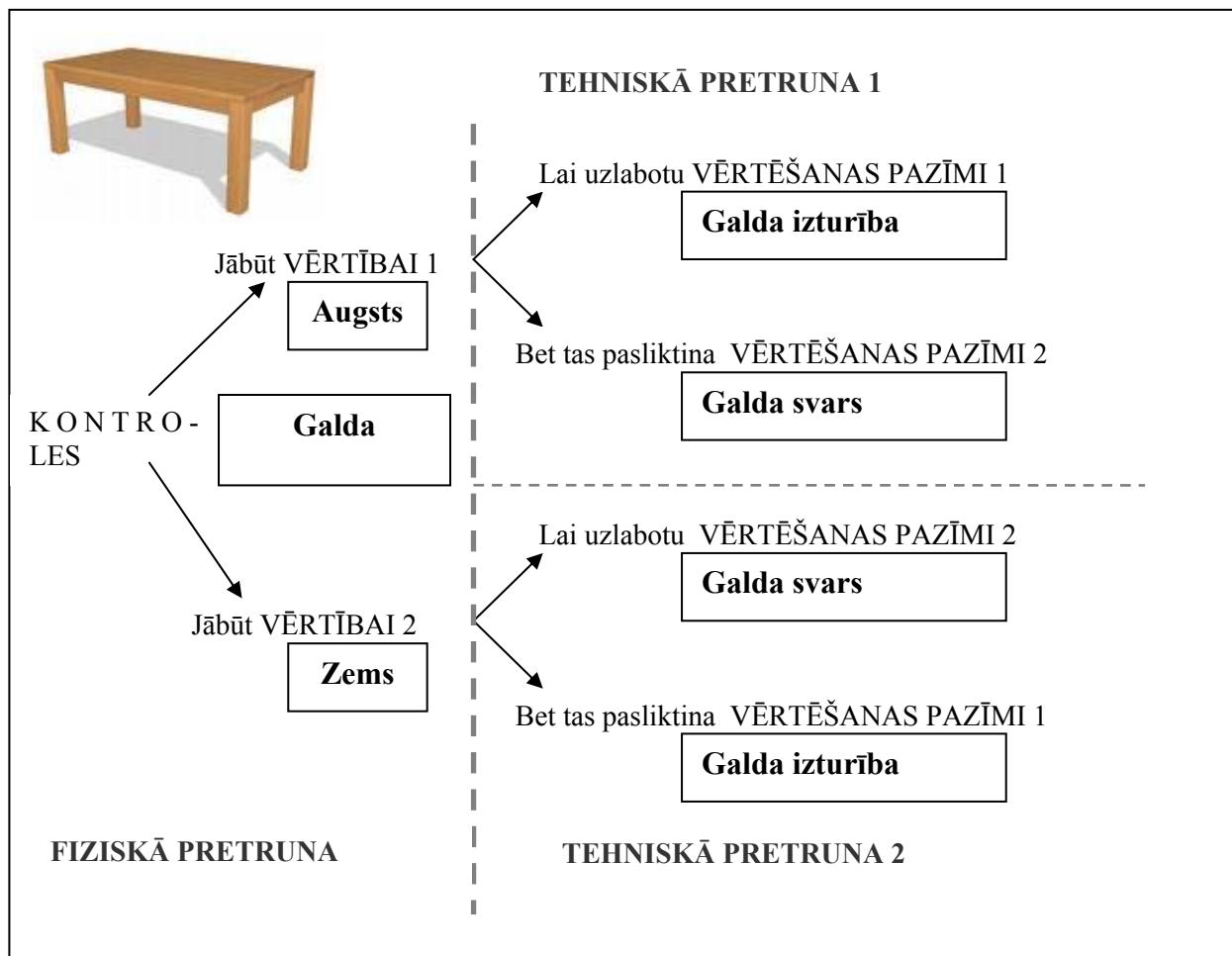
OTSM pretrunas modeļa grafiskais attēlojums padara šo modeli skaidrāku. Nepieciešams noteikt vienu sistēmas kontroles pazīmi un divas vērtēšanas pazīmes. Grafiskais attēls ir vienkāršs veids parauga izmantošanai, kur labajā pusē pieejamas divas tehniskās pretrunas, bet kreisajā – fiziskā pretruna.

## Modelis:

Noteiktais kontroles pazīmei jābūt vērtībai 1, lai uzlabotu noteiktu vērtēšanas pazīmi 1, bet tā pasliktina noteiktu vērtēšanas pazīmi 2. Savukārt kontroles pazīmei jābūt vērtībai 2, lai uzlabtu vērtēšanas pazīmi 2, bet tā pasliktina noteiktu vērtēšanas pazīmi 1. Ir skaidrs, ka V1 un V2 var būt arī pretējas vērtības kā klātesošs/ iztrūkstošs, patiess/nepatiess.



## Pretrunu piemērs – OTSM modelis



Tehniskā pretruna 1: Nepieciešams uzlabot galda izturību, bet līdz ar to palielinās (pasliktinās) galda svars.

Tehniskā pretruna 2: Ja uzlabo galda svaru (padarām to vieglāku) pasliktinās izturība.

Iespējams definēt divas vērtēšanas pazīmes:

VP1: galda izturība;

VP2: galda svars.

Nākamais solis ir meklēt kontroles pazīmi: galda biezums.

Biezuma vērtība var būt „liela” vai „maza”.

Ja biezums ir liels, izturība ir augsta (laba), bet arī svars ir liels (kas pasliktina situāciju).

Ja biezums ir neliels, svars ir mazs (labs), bet izturība arī ir maza (kas pasliktina situāciju).

Tātad nepieciešams risinājums, kā iegūt „lielu” UN „nelielu” biezumu.

## 5.2. – Paņēmieni tehnisko pretrunu atrisināšanai

### Definīcija

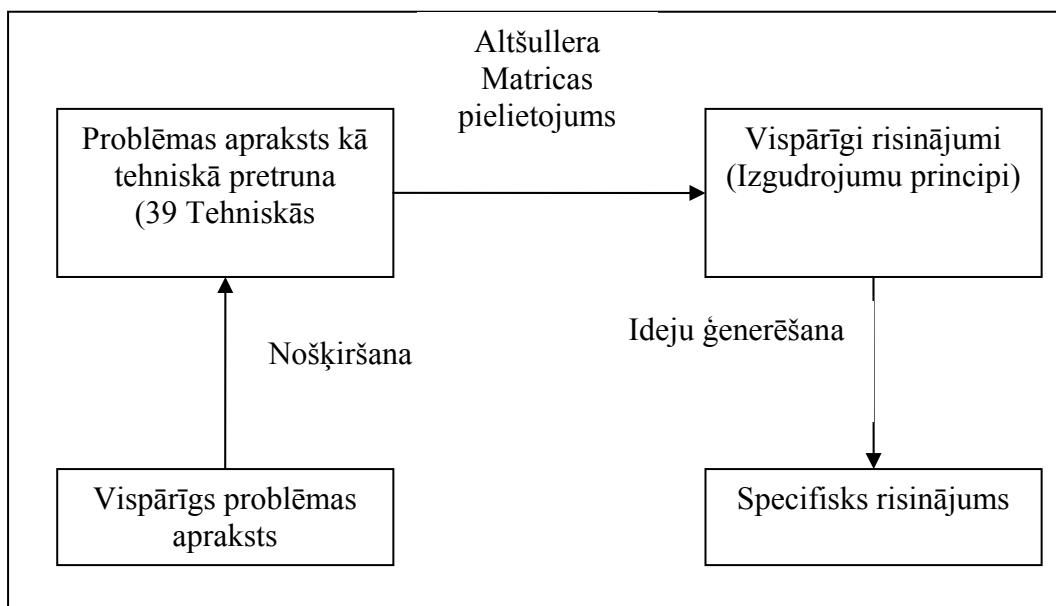
Tehniskā pretruna ir konflikta situācija starp sistēmas elementiem, kurā vienas pazīmes uzlabošana nozīmē citas pazīmes paslītināšanos.

Altšullers noteica 40 principus, kas izmantojami, lai novērstu tehniskās pretrunas. Viņš arī izšķīra 39 Tehnisko Sistēmu pazīmes, tā sauktās – tehniskās pazīmes, kas izmantojamas, lai attīstītu un aprakstītu tehnisko pretrunu.

Strukturēt problēmu kā pretrunu ir būtisks problēmas analīzes solis. Tehniskās pretrunas formulēšana ļauj labāk izprast problēmas būtību un ātrāk rast risinājumus. TRIZ nosaka: ja nav (tehniskās) pretrunas, tad risināmā problēma nav radoša, neatbilst izgudrojumu problēmas būtībai (Skatiet 2.2.3.1 Problēmas apraksts).



### Modelis



Piemērs:

Palielinot motora jaudu (vēlamais efekts), var pieaugt motora svars (negatīvs efekts).

### 5.2.1 – 40 Izgudrojumu principi

#### Definīcija

Izgudrojumu principi ir vienkārši TRIZ instrumenti ideju meklēšanai un tehnisko pretrunu risināšanai.

Izgudrojumu principu pielietošana neprasā īpašas zināšanas un tos var izmantot kā profesionāļi, tā arī bērni.

Altšullera Matrica ir izstrādāta, lai noformētu un atvieglotu šī TRIZ instrumenta pielietošanu praksē. Līdz ar to Izgudrojumu principu pielietošana savienojumā ar Altšullera Matricu (pretrunu tabula) prasa zināmas praktiskas iemaņas.



#### Teorija

Henrihs S. Altšullers piedāvāja pieeju izgudrojumu principu izstrādei 1950-to gadu beigās. Viņš izvēlējās spēcīgus principus, ar kuriem, analizējot lielu skaitu patentu, saskārās visbiežāk. Katrs no šiem principiem efektīvi darbojās vismaz 80 – 100 izgudrojumos. Tā rezultātā, 40 visbiežāk izmantotie izgudrojumu principi tika publicēti.

## Modelis

40 izgudrojumu principi:

1. Segmentācija
2. Ekstrakcija (izvilkšana)
3. Iekšējā kvalitāte
4. Asimetrija
5. Apvienošana
6. Universālums (vispārīgums)
7. Ietveršana (piemērs: koka lellītes matrjoškas, ko ievieto vienu otrā)
8. Pretvars (Anti-svars)
9. Primārā neutralizācija (pretdarbība – anti-darbība)
10. Primārā darbība
11. Iepriekšēja nodrošināšanās
12. Vienāda potencialitāte
13. Darīt otrādi (“pretēji”)
14. Sfēriskums (izliekums)
15. Dinamika
16. Daļēja vai pārmērīga darbība
17. Pāreja jaunā dimensijā (cita dimensija)
18. Mehāniskā vibrācija
19. Periodiska darbība
20. Lietderīgas darbības nepārtrauktība
21. Izlaišana (pārskriet pāri kādam posmam)
22. Kaitējuma pārvēršana priekšrocībā
23. Atgriezeniskā saite
24. Starpniecība (“Starpnieks”)
25. Pašapkalpošanās
26. Kopēšana
27. Atbrīvošanās (lēti priekšmeti ar īsu dzīves ciklu)
28. Mehāniskās sistēmas aizvietošana
29. Pneimatiskas vai hidrauliskas konstrukcijas
30. Fleksiblas membrānas vai plānas plēves
31. Porains materiāls
32. Krāsas mainīšana
33. Viendabīgums
34. Elementu noraidīšana un pārstrāde (likvidēšana un atjaunošana)
35. Pazīmju izmaiņas
36. Fāzu pāreja
37. Termiskā izplešanās
38. Paātrināta oksidācija
39. Inerta vide (inerta atmosfēra)
40. Kompozītmateriāli

## Metode

Katram no 40 izgudrojumu principiem Altšullers un viņa kolēģi izstrādāja detalizētu aprakstu (Skatiet pielikumu).

Katra principa modelī ietilpa:

- Nosaukums;
- vadlīniju skaits;
- (iespējams) piemēru skaits.



## Izgudrojumu princips 01 – Segmentācija

1. Priekšmeta sadalīšana neatkarīgās daļās.
2. Padarīt priekšmetu viegli izjaucamu/ demontējamu.
3. Palielināt segmentācijas vai fragmentācijas pakāpi.

Kopš tā laika tikuši publicēti vairāki piemēru apraksti. Pēdējo gadu laikā tikuši izstrādāti arī parauga apraksti par Izgudrojumu Principu pielietošanu visdažādākajās nozarēs (arhitektūrā, bioloģijā, kīmijā, būvniecībā, uzņēmējdarbībā un finanšu vadībā u.c.).

## Piemērs

### Izgudrojumu princips (IP) 01 – Segmentācija

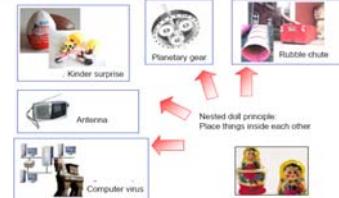
- Sadalīt priekšmetu neatkarīgās daļās.
  - Aizvietot lieldatoru ar personālajiem datoriem.
  - Aizvietot lielu kravas auto ar auto, kam pievienots treilers.
  - Izmantot darba pārrāvuma struktūru liela projekta izstrādē.
- Padarīt priekšmetu viegli izjaucamu.
  - Moduļu mēbeles.
  - Ātri savienojamas caurules, cauruļu uzstādīšanā.
- Palielināt segmentācijas vai fragmentācijas pakāpi.
  - *Aizvietot smagnējas žalūzijas ar venēciešu žalūzijām.*
  - *Izmantot folijas vietā jaudīgu metināmo metālu, lai nostiprinātu savienojuma izolāciju.*



**IP 03 - Local Quality**

- Change an object's structure from uniform to non-uniform, change an external environment (or external influence) from uniform to non-uniform.
  - Use a temperature, density, or pressure gradient instead of constant temperature, density or pressure
- Make each part of an object function in conditions most suitable for its operation.
  - Lunch box with special compartments for hot and cold solid food items
- Make each part of an object fulfill a different and useful function.
  - Pencil with eraser
  - Hammer with nail puller
  - Multi-function tool that scales fish, acts as a pliers, a wire stripper, a flat blade screwdriver, a Phillips screwdriver, manicure set, etc.

**IP 07- Nested Doll**



TRIZ piemēri – Spēļu kārtis : (Teksti un ilustrācijas)

## IP 03 – Iekšējā kvalitāte

Izmainīt objekta struktūru no vienmērīgas uz nevienmērīgu, izmainīt ārējo vidi (vai ārējo ietekmi) no vienmērīgas uz nevienmērīgu.

- izmantot temperatūras, blīvuma vai spiediena novirzi konstantu lielumu vietā.

Likt katram no priekšmeta elementiem funkcionēt apstāklos, kas ir vispiemērotākie tā darbībai.

- pusdienu kastīte ar īpašiem nodalījumiem siltiem un vēsiem cietajiem pārtikas produktiem un šķidrumiem.

Likt katram priekšmeta elementam pildīt citu lietderīgo funkciju.

- Zīmulis ar dzēšgumiju
- Āmurs ar naglu vilcēju
- Daudzfunkcionāls instruments, kas notīra zivju zvīņas, darbojas kā knaibles un izņem makšķerauklu, plakanā asmens skrūvgriezis, *Phillips* skrūvgriezis, manikūra komplekts u.c.

## IP 07 – Ietvertā lellīte

Ietvertās lellītes princips ir ievietot lietas vienu otrā:

- Datorvīruss
- Antena
- Kinder Surprise šokolādes ola
- Teleskops
- Izbīdāmās caurules

Piezīme: Saite uz atbilstošiem TRIZ instrumentiem vai standarta risinājumiem (5. nodaļa – Vielas-lauki un Standarti),

piemēram:

- IP 01 un 15 saistīti ar atbilstošiem standartiem 2. kategorijā;
- IP 13 saistīts ar standartu 3.1.3;
- IP 10 un IP 13 saistīti ar Sistēmas Operatoru;

### 5.2.1.1 – Izgudrojumu principu pielietojums

Pastāv divas metodes 40 izgudrojumu principu pielietošanai problēmas risināšanas procesā:

- Vienkāršākā metode ir t.s. principu apgūšana – izmēģinām katru no principiem vai to kombinācijas, lai atrisinātu tehnisko pretrunu konkrētai problēmai. (Piezīme: šis ir ieteikums, lai iepazītos ar izgudrojumu principiem, jo tas neatbilst galvenajai Altšullera idejai – izvairīties no izmēģinājumu – kļūdu metodes.)
- Otra iespēja ir tehniskās pretrunas formulēšana un Altšullera Matricas izmantošana, lai iegūtu ieteicamo principu izlasi konkrētās problēmas risināšanai (Skatiet 2.2).

Vēl kāds ieteikums ir stingrāk pārskatīt Izgudrojumu Principus, kas saistīti ar nošķiršanu telpā, jo tie palielina skatu uz iespējamajiem izmantojamiem resursiem (vēl vairāk – tie samazina vispārīguma līmeni no ideālā risinājuma uz tehnisko risinājumu).

### 5.2.1.2 – Principu iepazīšana/ prāta vētra

#### Metode

Vienkāršākā metode ir t.s. principu iepazīšana – meklējot katra principa vai to kombināciju pielietojumu, redzams, kur tie izmantoti produktos vai procesos.

Jo vairāk lietotājs iepazīst šos principus, jo labāk spēj tos saskatīt ikdienas dzīvē darbībā ap sevi un pielietot tos problēmu risināšanā.

Otrs solis ir izmantot izgudrojumu principus un/vai to kombinācijas kā rosinošus vārdus veiksmīgām prāta vētru sesijām. Labs ieteikums iepriekšējam solim ir definēt t.s. „darbības telpu” un „darbības laiku”, kas nozīmē noteikt, kur un tieši kad problēma radusies.

### 5.2.1.3 – Tehnisko pretrunu vai Altšullera Matrica

(Skatiet 2.2 Altšullera matrica)

#### Definīcija

Pretrunu matrica ir viens no pirmajiem Altšullera un viņa kolēgu darbiem.

Altšullers nošķira un klasificēja 40 izgudrojumu principus un noteica 39 tehniskās pazīmes, kas apraksta visas dažādās pretrunas, ko bija risinājis. (skatiet 2.2.2 39 Tehniskās pazīmes).

Šīs tehniskās pazīmes tika izteiktas 39x39 matricā, kur x-ass ir pazīme, kas pasliktina pretrunu, kamēr pazīme uz y-ass pretrunu uzlabo.



## Modelis

- ↓ Lietderīgā pazīme/Pazīmes vērtība, kas jāuzlabo/Pazīmes, kas jāuzlabo  
 → Kaitīgā pazīme/Nevēlamais rezultāts/Pazīme, kas pasliktinās

- ↓ Useful Parameter / Feature to improve / Characteristics to be improved  
 → Harmful Parameter / Undesired Result / Characteristic that is getting worse

	1 harmful parameter → useful parameter	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
1	weight of mobile object	-	15, 8, 29, 34	-	29, 17, 38, 34	-	29, 2, 40, 23	-	2, 8, 15, 39	8, 10, 19, 37	10, 36, 37, 40	10, 14, 13, 29	1, 35, 13, 10,	28, 27, 26, 39	5, 34, 8, 35	-	6, 29, 4, 36	19, 1, 32	
2	weight of stationary object	-	+ -	10, 1, 29, 35	-	35, 30, 13, 2	-	5, 35, 14, 2	-	8, 10, 19, 35	13, 29, 10, 18	13, 10, 29, 14	28, 2, 1, 40	28, 2, 10, 27	-	2, 27, 19, 6	28, 19, 32, 22	19, 35	
3	length of mobile object	8, 15, 29, 34	-	+	-	15, 17, 4	-	7, 17, 4, 35	-	13, 4, 8, 2, 14	17, 10, 1, 8, 35	1, 8, 10, 29	8, 35, 15, 34	19	-	10, 15, 19	32		
4	length of stationary object	35, 28, 40, 29	-	+	-	17, 7, 10, 40	-	35, 8, 2, 14	-	28, 10	1, 14, 35, 35	13, 14, 15, 7	39, 37, 35	16, 14, 28, 26	-	1, 10, 35	3, 35, 38, 18	3, 25	
5	area of mobile object	2, 17, 29, 4	-	14, 15, 18, 4	-	+ -	7, 14, 17, 4	-	29, 30, 4, 34	19, 30, 35, 2	10, 15, 38, 28	6, 34, 29, 4	11, 2, 13, 39	3, 15, 40, 14	6, 3	-	2, 15, 18	16, 32, 19, 13	
6	area of stationary object	-	30, 2, 14, 18	-	26, 7, 9, 39	-	+	-	-	1, 18, 35, 36	10, 15, 36, 37	-	2, 38	40	-	2, 10, 19, 30	35, 39, 38		
7	volume of mobile object	2, 28, 29, 40	-	1, 7, 4, 35	-	1, 7, 4, 17	-	+	-	29, 4, 38, 34	15, 35, 36, 37	6, 35, 36, 37	1, 15, 29, 4	28, 10, 1, 39	9, 14, 15, 7	6, 35, 4	-	34, 39, 10, 18	2, 13, 10
8	volume of stationary object	-	35, 10, 19, 14	19, 14	35, 8, 2, 14	-	-	-	+	-	2, 18, 24, 35	24, 35	7, 2, 35	34, 28, 35, 40	9, 14, 17, 15	-	35, 34, 38	35, 6, 4	
9	velocity	2, 28, 13, 38	-	13, 14, 8	-	29, 30, 34	-	7, 29, 34	-	13, 28, 15, 19	6, 18, 38, 40	35, 15, 18, 34	28, 33, 1, 18	8, 3, 26, 14	3, 19, 35, 5	-	28, 30, 36, 2	10, 13, 19	

Fragments no Altšullera matricas

## Piemērs

Altšullera matricas pielietojums: skatiet 2.2.



### Atšifrējums:

Kaitīgā pazīme

→

Lietderīgā pazīme

↓

### Vertikāli:

1. Kustīga priekšmeta svars
2. Nekustīga priekšmeta svars
3. Kustīga priekšmeta garums
4. Nekustīga priekšmeta garums
5. Kustīga priekšmeta apgabals
6. Nekustīga priekšmeta apgabals
7. Kustīga priekšmeta apjoms
8. Nekustīga priekšmeta apjoms
9. Ātrums

### Horizontāli:

1. Kustīga priekšmeta svars
2. Nekustīga priekšmeta svars
3. Kustīga priekšmeta garums
4. Nekustīga priekšmeta garums
5. Kustīga priekšmeta apgabals
6. Nekustīga priekšmeta apgabals

7. Kustīga priekšmeta apjoms
8. Nekustīga priekšmeta apjoms
9. Ātrums
10. Spēks
11. Spiediens
12. Forma
13. Priekšmeta stabilitāte
14. Izturība
15. Kustīga priekšmeta izturīgums
16. Nekustīga priekšmeta izturīgums
17. Temperatūra
18. Spilgtums

Izgudrojumu principi PB 1–10	Izgudrojumu principi PB 11–20	Izgudrojumu principi PB 21–30	Izgudrojumu principi PB 31–40
35	26	14	38
10	03	22	08
01	27	39	05
28	29	04	07
02	34	30	21
15	16	37	23
19	40	36	12
18	24	25	33
32	17	11	09
13	06	31	20

### **Izyele pēc S. Fajera pieejas**

S. Fayer iesaka četras problēmu grupas, kurās izgudrojumu principi var tikt iedalīti:

- 1. grupa:** Izmaiņas vielā (kvantitāte, kvalitāte, struktūra, forma)  
Izgudrojumu principi: 1, 2, 3, 4, 7, 14, 17, 30, 31, 40
- 2. grupa:** Kā rīkoties ar kaitīgiem efektiem  
Izgudrojumu principi: 9, 10, 11, 12, 13, 19, 21, 23, 24, 26, 33, 39
- 3. grupa:** Kā palielināt efektivitāti un tuvināt risinājumu ideālam  
Izgudrojumu principi: 5, 6, 15, 16, 20, 25, 26, 34
- 4. grupa:** Zinātnisko efektu, speciālu vielu un lauku izmantošana  
Izgudrojumu principi: 8, 18, 28, 29, 32, 35, 36, 37, 38, 30, 31, 40

## 5.2.2 – Altšullera matrica/ Pretrunu matrica

### 5.2.2.1 – Altšullera matricas struktūra

#### Definīcija

Pretrunu matrica vai Altšullera matrica, ko izstrādājis H.S. Altšullers, ierosina Izgudrojumu Principu pielietošanu pretrunu risināšanā, kas rodas cenšoties uzlabot jebkura izstrādājuma, procesa vai sistēmas pazīmes. Pretrunu matrica bija viens no pirmajiem Altšullera un viņa kolēgu darba augļiem. Lai arī tas ir pats vecākais TRIZ elements, tas joprojām ir noderīgs priekšdarbiem problēmas risināšanā.



Altšullers nošķira un klasificēja izgudrojumu risinājumus (izgudrojumu principus) un izstrādāja 39 tehniskās pazīmes, kas var tikt aprakstītas kā dažādas pretrunas, kas jāatrisina (skatiet 2.2.2 39 Tehniskās pazīmes).

Šīs tehniskās pazīmes izkārtotas 39 x 39 matricā, kur x-ass ir pazīme, kas pasliktina pretrunu, savukārt pazīme, ko apzīmē y-ass, uzlabo pretrunu.

Altšullera matrica (tehnisko pretrunu tabula) izveidota, lai atvieglotu šī TRIZ instrumenta pielietošanu praksē. Matrica piedāvā 39 sistēmas pazīmes vai “tehniskās pazīmes”, kas raksturo konfliktējošo vērtēšanas pazīmi (OTSM).

Pretrunīgo pazīmju pāri veido matricu. Pirmais elements pārī atrodas kreisajā matricas slejā un tiek dēvēts par lietderīgo pazīmi (uzlabojošo pazīmi). Otrs pāra elements atrodas augšējā matricas joslā un tiek dēvēts par kaitīgo pazīmi (pasliktinošo pazīmi, nevēlamo rezultātu). Ne katram pretrunīgam pazīmju pārim ir principu kopums, kas ar to saistīti.

#### Modelis

↓ Lietderīgā pazīme/Pazīmes vērtība, kas jāuzlabo/Pazīmes, kas jāuzlabo

→ Kaitīgā pazīme/Nevēlamais rezultāts/Pazīme, kas pasliktinās

- ↓ Useful Parameter / Feature to improve / Characteristics to be improved  
 → Harmful Parameter / Undesired Result / Characteristic that is getting worse

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
harmful parameter → useful parameter ↓	weight of mobile object	weight of stationary object	length of mobile object	length of stationary object	area of mobile object	area of stationary object	volume of mobile object	volume of stationary object	velocity	force	tension/ pressure	shape	stability of composition	strength	durability of mobile object	durability of stationary object	temperature	illumination
1 weight of mobile object	+	-	15, 8, 29, 34	-	29, 17, 38, 34	-	29, 2, 40, 28	-	2, 8, 15, 38	8, 10, 18, 37	10, 36, 37, 40	10, 14, 35, 40	1, 35, 19, 39	28, 27, 18, 40	6, 34, 31, 35	-	6, 29, 4, 38	19, 1, 32
2 weight of stationary object	-	+	-	10, 1, 29, 35	-	35, 30, 13, 2	-	5, 35, 14, 2	-	8, 10, 19, 35	13, 29, 10, 18	13, 10, 29, 14	26, 39, 1, 40	28, 2, 10, 27	-	2, 27, 19, 6	28, 19, 32, 22	19, 35
3 length of mobile object	8, 15, 29, 34	-	+	-	15, 17, 4	-	7, 17, 4, 35	-	13, 4, 8, 4	17, 10, 1, 8, 35	1, 8, 10, 29	1, 8, 15, 34	8, 35, 29, 34	19	-	10, 15, 19	32	
4 length of stationary object	35, 28, 40, 29	-	+	-	17, 7, 10, 40	-	35, 8, 2, 14	-	28, 10, 35	1, 14, 15, 7	13, 14, 35, 37	36, 37, 15, 14	-	1, 10, 35	3, 35, 38, 18	3, 25		
5 area of mobile object	2, 17, 29, 4	-	14, 15, 18, 4	-	+ -	-	7, 14, 17, 4	-	29, 30, 4, 34	19, 30, 35, 2	10, 15, 36, 28	5, 34, 29, 4	11, 2, 13, 39	3, 15, 40, 14	6, 3	-	2, 15, 16	15, 32, 19, 13
6 area of stationary object	-	30, 2, 14, 18	-	26, 7, 9, 39	-	+	-	-	-	1, 18, 35, 36	10, 15, 36, 37	2, 38, 29, 4	40	-	2, 10, 19, 30	35, 39, 38		
7 volume of mobile object	2, 26, 29, 40	-	1, 7, 4, 35	-	1, 7, 4, 17	-	+	-	29, 4, 38, 34	15, 35, 38, 37	6, 35, 36, 37	1, 15, 29, 4	28, 10, 1, 39	9, 14, 15, 7	6, 35, 4	-	34, 39, 10, 18	2, 13, 10, 18
8 volume of stationary object	-	35, 10, 19, 14	35, 8, 2, 14	-	-	-	+	-	2, 18, 37	24, 35	7, 2, 35	34, 28, 35, 40	9, 14, 17, 15	-	35, 34, 38	35, 6, 4		
9 velocity	2, 28, 13, 38	-	13, 14, 8	-	29, 30, 34	-	7, 29, 34	-	13, 28, 15, 19	6, 18, 38, 40	35, 15, 18, 34	28, 33, 1, 18	8, 3, 28, 40	3, 19, 1, 18	-	28, 30, 38, 2	10, 13, 19	

Fragments no Altšullera matricas

#### Atšifrējums:

Kaitīgā pazīme

→

Lietderīgā pazīme

↓

## Vertikāli:

1. Kustīga priekšmeta svars
2. Nekustīga priekšmeta svars
3. Kustīga priekšmeta garums
4. Nekustīga priekšmeta garums
5. Kustīga priekšmeta apgabals
6. Nekustīga priekšmeta apgabals
7. Kustīga priekšmeta apjoms
8. Nekustīga priekšmeta apjoms
9. Ātrums

## Horizontāli:

1. Kustīga priekšmeta svars
2. Nekustīga priekšmeta svars
3. Kustīga priekšmeta garums
4. Nekustīga priekšmeta garums
5. Kustīga priekšmeta apgabals
6. Nekustīga priekšmeta apgabals
7. Kustīga priekšmeta apjoms
8. Nekustīga priekšmeta apjoms
9. Ātrums
10. Spēks
11. Spiediens
12. Forma
13. Priekšmeta stabilitāte
14. Izturība
15. Kustīga priekšmeta izturīgums
16. Nekustīga priekšmeta izturīgums
17. Temperatūra
18. Spilgtums

## 5.2.2.2 – 39 Tehniskās pazīmes

### Definīcija

Lai atrastu aprakstošu un skaidri sakārtotu instrumentu izgudrojumu principu pielietošanai, Altšulleram bija jādefinē un jānošķir tehnisko sistēmu pazīmes. TRIZ šīs pazīmes tiek dēvētas par 39 tehniskajām pazīmēm.



Katrai no 39 tehniskajām pazīmēm Altšullers izstrādāja arī detalizētāku aprakstu (Pielikumā).

Viens no pamata jautājumiem bija izzināt, vai pastāv vairāki izgudrojumu principi, kas izmantoti biežāk par citiem specifisku izgudrojumu vai radošo problēmu risināšanā.

### Metode

#### 39 Tehniskās pazīmes

1. Kustīga priekšmeta svars
2. Nekustīga priekšmeta svars
3. Kustīga priekšmeta garums
4. Nekustīga priekšmeta garums
5. Kustīga priekšmeta apgabals
6. Nekustīga priekšmeta apgabals
7. Kustīga priekšmeta apjoms



8. Nekustīga priekšmeta apjoms
9. Ātrums
10. Spēks
11. Spiediens
12. Forma
13. Priekšmeta stabilitāte
14. Izturība
15. Kustīga priekšmeta izturīgums
16. Nekustīga priekšmeta izturīgums
17. Temperatūra
18. Spilgtums
19. Kustīga priekšmeta patērētā enerģija
20. Nekustīga priekšmeta patērētā enerģija
21. Jauda
22. Enerģijas zaudējumi
23. Vielas zaudējumi
24. Informācijas zaudējumi
25. Laika zaudējumi
26. Vielas daudzums
27. Izturība
28. Mērījumu precizitāte
29. Izstrādes precizitāte
30. Priekšmetu ietekmējošie kaitīgie faktori
31. Kaitīgie blakusefekti
32. Izstrādes iespējamība
33. Lietošanas ērtums
34. Salabošanas iespējamība
35. Spēja pielāgot
36. Iekārtas sarežģītība
37. Iekārtas vadības sarežģītība
38. Automātikas līmenis
39. Produktivitāte

## Piemērs

### **TP 01 – Kustīga priekšmeta svars**

Gravitācijas radītais mērāmais spēks, ko kustīgs priekšmets iedarbina, atrodoties uz kādas virsmas, paglābj to no krišanas. Kustīgs priekšmets maina pozīciju pats par sevi vai kāda ārēja spēka ietekmē.



### **TP 02 – Nekustīga priekšmeta svars**

Gravitācijas mērāmais spēks, ko stacionārs priekšmets iedarbina uz virsmas, uz kurās tas novietots.

Stacionārs priekšmets ir tāds, kas nevar mainīt pozīciju pats vai arī kāda ārēja spēka ietekmē.

### **TP 17 – Temperatūra**

Siltuma pieaugums vai zaudējums priekšmetam, veicot tam paredzētās funkcijas, var izraisīt potenciāli nevēlamas izmaiņas objektā, sistēmā vai ražošanas procesā.

### **TP 18 – Spilgtums**

Gaismas enerģijas deva apsildāmajā apgabalā tiek iedegta ar sistēmas starpniecību vai sistēmas ietvaros. Spilgtums ietver gaismas kvalitāti, apgaismojuma pakāpi un citas gaismas vērtības.

### 5.2.2.3 – Altšullera matricas pielietojums

#### Teorija

Matricas lietojums prasa pienācīgu problēmas analīzi, jo tehniskajai pretrunai (vai pat vairākām) jābūt definētai sistēmas ietvaros.

Galvenie soļi Altšullera matricas pielietošanai:

1. Problemas apraksts;
2. Tehniskās pretrunas definēšana;  
(Problēmas modelēšanas veidi – tehnisko pretrunu atrašana);
3. Tehniskās pretrunas pārveidošana tehniskajā pazīmē (uzlabojot vai pasliktinot tās vērtības);
4. Izgudrojumu principu noteikšana no Altšullera matricas;
5. Ideju ģenerēšana kopā ar izgudrojumu principiem;

Pirmais solis ir apkopot risināmo problēmu un tās kontekstu.

Šajā fāzē ir lietderīgi datēt problēmu un uzdot sev jautājumu – kas kavē problēmas atrisināšanu. Tādējādi nonākam vai nu pie ierobežojumiem, kas jānovērtē, vai atklājam, ka pastāv pretruna, kuru nepieciešams atrisināt.

Pēc tam problēmas analīzi nepieciešams pārveidot atsevišķos pretrunu apgalvojumos. Vēlamais stāvoklis nevar tikt sasniegti, jo kāds sistēmas elements to nepieļauj. Citiem vārdiem – kad kaut kas klūst labāks, kaut kas cits pasliktinās.

*Piemēram:*

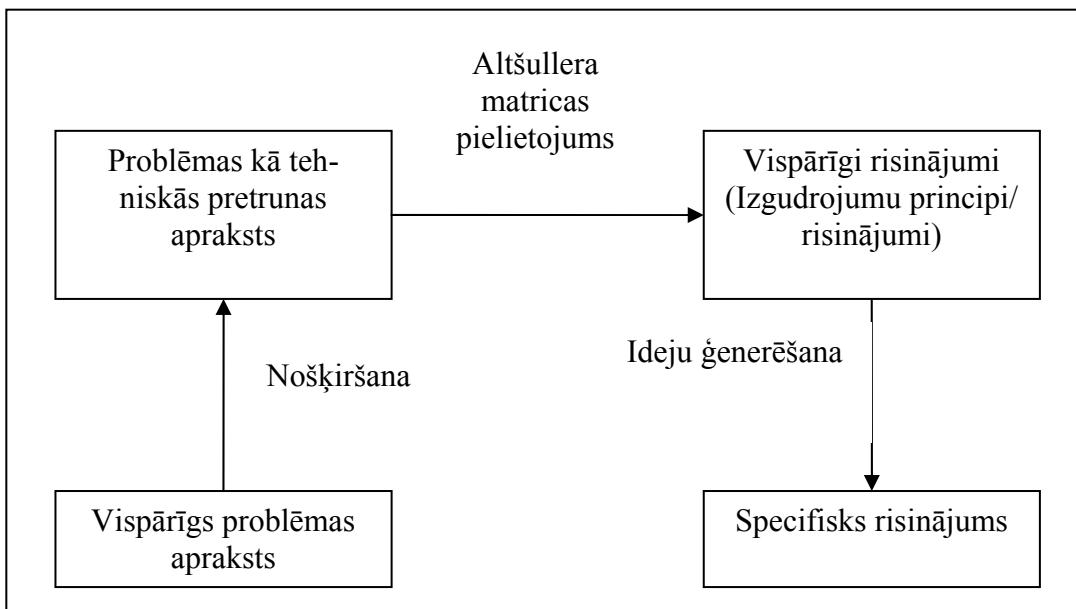
*Frekvenču joslas platums palielinās (kas ir labi), taču tas prasa vairāk jaudas (kas ir slīkti).*

*Serviss ir pielāgots katram klientam (kas ir labi), tomēr servisa piegādes sistēma klūst arvien sarežģītāka (kas ir slīkti).*

Nākamais solis ir pārfrāzēt apgalvojumu tehniskajā pretrunā, saskaņojot pazīmes ar atbilstošajām tehniskajām pazīmēm.

*Piezīme:* Šis solis var būt sarežģītāks, kā sākotnēji šķiet; ir būtiski iepazīties ar pazīmēm, kas nozīmē izpētīt pazīmes un pievienot tām savus piemērus.

Pēc tam uzmeklējiet uzlabotās pazīmes pret pasliktinošajam pazīmēm Altšullera matricā. Nosakiet izgudrojumu principu numurus, kas varētu palīdzēt risināt tehnisko pretrunu. Numuri atrodami šūnās, krustojoties rindiņām un kolonnām. Sameklējiet principus un pielietojiet katra no tiem, lai radītu risinājumu un piefiksētu jaunās risinājumu idejas. Katra principa apraksts un papildu informācija ļaus noprast iespējamo risinājumu.



## Piemērs

Altšullera matricas pielietojums: Skatiet 2.2.

### Problēmas apraksts

#### Teorija

Profesionāli problēmu risināšanā apgalvo, ka labi definēta problēma jau ir puse no atrisinājuma. Nepieciešama laba izpratne par sistēmu, kas veidojas ap problēmu. Tādējādi dažādi aspekti, kas saistīti ar problēmu, ir sistemātiski jādokumentē.

Detalizētam problēmas un problēmu aptverošās vides aprakstam, TRIZ piedāvā tā dēvēto „Inovācijas situācijas aptauju” (ISA) vai inovācijas pārbaudes veidlapu. ISA tika izstrādāta TRIZ skolā Kišiņevā, Moldovā (kuras īpašnieks ir *Ideation International Inc.*).

ISA veikšana nav obligāta prasība, strādājot ar Altšullera Matricu, tomēr tā palīdz izdarīt secinājumus un definēt būtiskas pretrunas sistēmā.

Būtiska piezīme:

ARIZ ietver un nosaka darbu soli pa solim, lai izstrādātu tehniskās pretrunas un pārtulkotu tās par fiziskām pretrunām.

### Metode

„Inovācijas situācijas aptaujas” – struktūra:

Informācija par sistēmu, kuru nepieciešams uzlabot vai radīt tās vidi

Sistēmas nosaukums (sistēmas pazīme)

Primārā lietderīgā informācija par sistēmu

Esošā vai vēlamā sistēmas struktūra

Sistēmas funkcionēšana

Sistēmas vide

Pieejamie resursi (Skatiet vielas-lauka resursus)

Informācija par problēmas situāciju

Vēlamie sistēmas uzlabojumi vai trūkumi, kurus nepieciešams novērst

Mehānisms, kas izraisa trūkuma parādīšanos, ja tas ir skaidri zināms

Citas problēmas, kas jārisina

Sistēmas izmaiņšana

Sistēmā pieļaujamās izmaiņas

Ierobežojumi sistēmas izmaiņās



Kritēriji risinājumu koncepciju izvēlei

Vēlamās tehnoloģiskās pazīmes

Vēlamās ekonomiskās pazīmes

Vēlamais grafiks/ realizācijas periods

Gaidāmā jauninājuma pakāpe ieviestajam risinājumam

Citi kritēriji

Problēmai pielietoto risinājumu vēsture

Iepriekšējie mēģinājumi atrisināt problēmu

Cita sistēma/-s(s), kur eksistē līdzīga problēma

ISA piemēri: *Systematic Innovation – an Introduction to TRIZ*. John Terninko, Alla Zusman, Boris Zlotin, (also available on books.google.com).

## Tehniskās pretrunas definēšana

### (Problēmas modelēšanas veidi – Tehnisko pretrunu atrašana)

Pastāv vairāki veidi un modeļi, kā atklāt pretrunas sistēmā, kas aprakstīti TRIZ.

Definēt „kas uzlabojas – kas pasliktinās”;

OTSM Vispārējās efektīvās domāšanas teorijas pretrunu modelis (Skatiet nodaļu 1.1.4);

ARIZ (skatiet nodaļu par ARIZ);

## Teorija & Metode

### Definēt „kas uzlabojas – kas pasliktinās” vai „ja-tad-bet“ princips

Visvienkāršākais veids atrast pretrunīgās pazīmes sistēmā ir pēc problēmas formulēšanas vienā teikumā atbildēt uz sekojošiem jautājumiem:

Formulēt risināmo problēmu un tās kontekstu vienā teikumā

Kas uzlabojas? (kas ir pozitīvais aspekts?)	Kas pasliktinās? (kas ir negatīvais aspekts?)
Šis sistēmas aspekts uzlabojas...	Uz šī aspekta rēķina...

OTSM Vispārējās efektīvās domāšanas teorijas Pretrunu modelis  
Skatiet nodaļu 1.1.4.

## Piemērs

1. Piemērs: „Palielināt produkta kalpošanas ilgumu“



### Definējot "Kas uzlabojas – kas pasliktinās" vai "ja-tad-bet" princips

Formulēt risināmo problēmu un tās kontekstu vienā teikumā
---

Vairums dizaina risinājumu, kas risina produkta kalpošanas laika problēmu, pārspīlē ar materiāla veidu vai tā daudzumu. Tradicionālākais risinājums termiņa pagarināšanai ir pievienot materiālu, lai kādu pazīmi padarītu spēcīgāku.
---

Kas uzlabojas? (kas ir pozitīvais aspekts?)	Kas pasliktinās? (kas ir negatīvais aspekts?)
Šis sistēmas aspekts uzlabojas...	Uz šī aspekta rēķina...
Produkts kļūst izturīgāks	...taču pieaug tā svars



Rezultāts:

Ja vēlamies produktu padarītu izturīgāku, tā svars pasliktinās (palielinās). Šī ir tehniskā pretruna.



## Pārveidošana tehniskā pazīmē (Uzlabojošās un pasliktinošās pazīmes)

### Modelis

Nākamais solis ir pārtulkot vispārīgo pretrunas apgalvojumu tehniskā pretrunā, izmantojot jau definētās 39 tehniskās pazīmes.

Šis solis var sākotnēji šķist vienkāršs, taču tas ir būtisks, lai iepazītu pazīmes, kas nozīmē apgūt pazīmes un sākt apkopot savus piemērus risinājumiem.

(Skatiet pielikumu).



### Metode

39 tehnisko pazīmju saraksts (ar skaidrojumiem);

### Piemērs

Piemērs 1: „Palielināt produkta kalpošanas ilgumu”

Formulēt risināmo problēmu un tās kontekstu vienā teikumā	
<i>Vairums dizaina risinājumu, kas risina kalpošanas laika problēmu, pārspīlē ar materiāla veidu vai tā daudzumu. Tradicionālākais risinājums lietošanas termina pagarināšanai ir pievienot materiālu, lai kādu pazīmi padarītu spēcīgāku.</i>	

Kas uzlabojas? (kas ir pozitīvais aspekts?)	Kas pasliktinās? (kas ir negatīvais aspekts?)
Šis sistēmas aspeks uzlabojas...	Uz šī aspeka rēķina...
<i>Produkts kļūst izturīgāks</i>	<i>...taču pieaug tā svars</i>

Tehniskā pazīme – Pazīme, kas uzlabojas	Tehniskā pazīme – Pazīme, kas uzlabojas
<i>Produkts kļūst izturīgāks ...</i>	<i>...taču pieaug tā svars</i>
Izturība/ Stiprība – IP 14	Nekustīga priekšmeta svars – IP 02

### Altšullera matricas Izgudrojumu principu noteikšana

Uzmeklējiet uzlabojošās pazīmes attiecībā pret pasliktinošajām pazīmēm Altšullera matricā. Nosakiet numurus Izgudrojumu principu klasifikatorā, kas varētu palīdzināt atrisināt šo tehnisko pretrunu. Numuri norādīti šūnā, kur krustojas līnijas un kolonas.

Ja Altšullera matricā šajā krustpunktā atrodams tukšums, pamēģiniet pretēju pretrunu vai pārdefinējiet pazīmes.

### Metode

Altšullera matrica (pielikumā)



### Piemērs

1. Piemērs: „Palielināt produkta kalpošanas ilgumu”

### Altšullera matricas Izgudrojumu principu noteikšana

Uzmeklējiet uzlabojošās pazīmes attiecībā pret pasliktinošajām pazīmēm Altšullera matricā. Nosakiet numurus Izgudrojumu principu klasifikatorā, kas varētu palīdzināt atrisināt šo tehnisko pretrunu. Numuri norādīti šūnā, kur krustojas līnijas un kolonas.

Ja Altšullera matricā šajā krustpunktā atrodams tukšums, pamēģiniet pretēju pretrunu vai pārdefinējet pazīmes.

## Metode

Altšullera matrica (pielikumā)



## Piemērs

1. Piemērs: „Palielināt produkta kalpošanas ilgumu“

If I want to get the product "stronger" the "weight" would get worse. (technical contradiction)

Formulēt risināmo problēmu un tās kontekstu vienā teikumā

*Vairums dizaina risinājumu, kas risina kalpošanas laika problēmu, pārspīlē ar materiāla veidu vai tā daudzumu. Tradicionālākais risinājums lietošanas termiņa pagarināšanai ir pievienot materiālu, lai kādu pazīmi padarītu spēcīgāku.*

Kas uzlabojas? (kas ir pozitīvais aspekts?)	Kas pasliktinās? (kas ir negatīvais aspekts?)
Šis sistēmas aspekts uzlabojas...	Uz šī aspekta rēķina...
Produkts kļūst izturīgāks	...taču pieaug tā svars

Tehniskā pazīme – Pazīme, kas uzlabojas	Tehniskā pazīme – Pazīme, kas uzlabojas
Produkts kļūst izturīgāks ...	...taču pieaug tā svars
Izturība/ Stiprība – IP 14	Nekustīga priekšmeta svars – IP 02

Radošo principu numuri no Altšullera matricas:

**(līnija 14) pret (kolonnu 2 à ) Izgudrojumu principi: 40, 26, 27, 1**

Atšifrējumi:

Kaitīgā pazīme



Lietderīgā pazīme



### Vertikāli:

1. Kustīga priekšmeta svars
2. Nekustīga priekšmeta svars
3. Kustīga priekšmeta garums
4. Nekustīga priekšmeta garums
5. Kustīga priekšmeta apgabals
6. Nekustīga priekšmeta apgabals
7. Kustīga priekšmeta apjoms
8. Nekustīga priekšmeta apjoms
9. Ātrums
10. Spēks
11. Spiediens
12. Forma
13. Priekšmeta stabilitāte
14. Izturība

### Horizontāli:

1. Kustīga priekšmeta svars
2. Nekustīga priekšmeta svars

	1	2	
harmful parameter			
useful parameter			
1 weight of mobile object	+	-	1: 2:
2 weight of stationary object	-	+	
3 length of mobile object	8, 15, 29, 34	-	
4 length of stationary object		35, 28, 40, 29	
5 area of mobile object	2, 17, 29, 4	-	14
6 area of stationary object	-	30, 2, 14, 18	1
7 volume of mobile object	2, 26, 29, 40	-	1,
8 volume of stationary object	-	35, 10, 19, 14	18
9 velocity	2, 28, 13, 38	-	13
10 force	8, 1, 37, 18	18, 13, 1, 28	9
11 tension/ pressure	10, 36, 37, 40	13, 29, 10, 18	35
12 shape	8, 10, 29, 40	15, 10, 2, 3	29
13 stability of composition	21, 35, 2, 39	26, 39, 1, 40	13
14 strength	1, 8, 40, 15	40, 26, 15, 27, 1	8
	19, 5	-	

## Ideju ģenerēšana ar Izgudrojumu principu palīdzību

Pēdējā solī ideju ģenerēšana tiek veikta, izmantojot noteiktos izgudrojumu principus.

### Piezīmes:

- Izgudrojumu princips jāizmanto kā precīza norāde atbilstošās tehniskās pretrunas atrisināšanai.
- Tradicionāla kļūda:** iesācēji bieži vien pielieto izgudrojumu principus visai sistēmai, nevis konkrētajam elementam, kurā radusies tehniskā pretruna.
- Izgudrojumu principu vadlīniju interpretēšanai jābūt pēc iespējas precīzākai, lai izvairītos no ideāla apstiprināšanas, kas lietotājam jau zināms vai padomā.
- Norādes, ko Altšullera matricā vienā šūnā sniedz dažādi principi, var kombinēt jo dažkārt tās nodrošina papildu noderīgus ierosinājumus.

### Metode un piemērs

1. Piemērs: "Palielināt produkta kalpošanas ilgumu"

Formulēt risināmo problēmu un tās kontekstu vienā teikumā	
<i>Vairums dizaina risinājumu, kas risina kalpošanas laika problēmu, pārspīlē ar materiāla veidu vai tā daudzumu. Tradicionālākais risinājums lietošanas termiņa pagarināšanai ir pievienot materiālu, lai kādu pazīmi padarītu spēcīgāku.</i>	

Kas uzlabojas? (kas ir pozitīvais aspekts?)	Kas pasliktinās? (kas ir negatīvais aspekts?)
Šis sistēmas aspekts uzlabojas...	Uz šī aspeks rēķina...
<i>Produkts kļūst izturīgāks</i>	<i>...taču pieaug tā svars</i>

Tehniskā pazīme – Pazīme, kas uzlabojas	Tehniskā pazīme – Pazīme, kas uzlabojas
<i>Produkts kļūst izturīgāks ...</i>	<i>...taču pieaug tā svars</i>
Izturība/ Stiprība – IP 14	Nekustīga priekšmeta svars – IP 02

Radošo principu numuri no Altšullera maticas:

**(līnija 14) pret (kolonnu 2 à ) Izgudrojumu principi: 40, 26, 27, 1**

Risinājumu idejas	
<b>IP 40 – Kompozītmateriāli</b>	<i>Izmantot vieglus kompozītmateriālus produktiem, kam paredzams ilgs mūžs, kas ļauj iegūt nelielu svaru vai radīt jaunus kompozītmateriālus no atkritumiem.</i>
<b>IP 26 – Kopēšana</b>	<i>Dematerializēt elektroniskās vides mehāniskās daļas, izmantojot atgādinājumus uz ekrāna un mazāk norāžu, vai arī izmantot tikai robustus skārienjūtīgus ekrānus.</i>
<b>IP 27 – Lēti produkti ar ūsu dzīves ciklu</b>	<i>Novērtēt, vai produktiem tiešām nepieciešams būt ar ilgu dzīves ciklu. Izmantot jau esošu logistiku un stimulus, lai paaugstinātu produktu atgriešanu, tad izstrādāt produktus un komponentus atkārtotai lietošanai, uzlabojot pārstrādi.</i>
<b>IP 1 – Segmentācija</b>	<i>Padarīt priekšmetu daudzdaļīgu, lai to viegli saliktu un izjauktu tā dzīves beigās. Gandrīz visas ūsā dzīves cikla stratēģijas balstās uz vieglu komponentu un materiālu atdalīšanu.</i>



## 5.3. Paņēmieni fizisko pretrunu atrisināšanai



### Definīcija

Fiziska pretruna ir konflikts starp divām abpusēji izslēdzošām fiziskām prasībām vienai un tai pašai sistēmas elementa pazīmei. Precīzāk – saskaņā ar EPV modeli (skatiet nodaļu 1c) fiziska pretruna parādās, kad dažadas vērtības nepieciešamas vienai kontroles pazīmei.

Problēmu risināšanai, pretrunas formulējumam ir formāts: “Dotajam sistēmas elementam jāpiemīt pazīmei A, lai realizētu nepieciešamo funkciju (atrisinātu problēmu) UN šim elementam jāpiemīt pazīmei anti-A, lai apmierinātu esošos ierobežojumus un prasības”.

Piemērs: Elementam jābūt karstam un aukstam

Elementam jābūt cietam un mīkstam

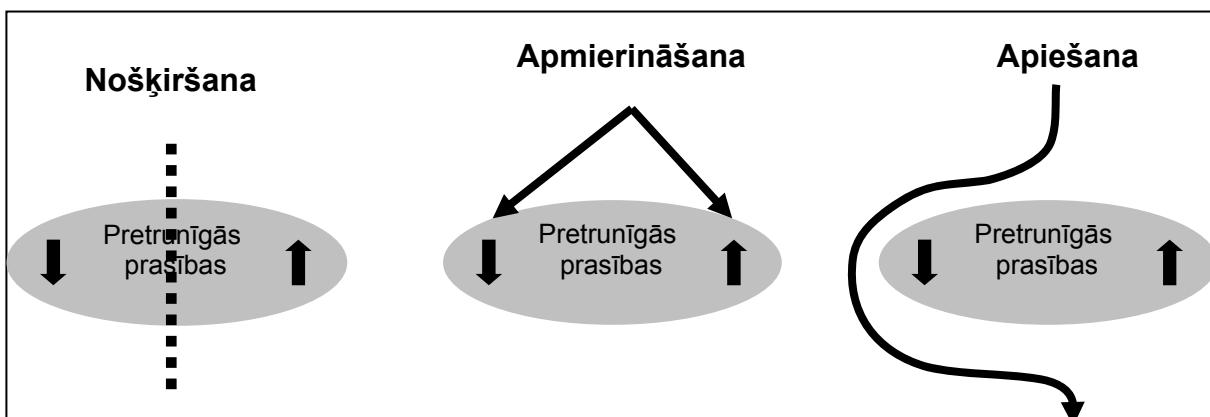
Principā, fizisku pretrunu var atrisināt vadoties pēc trim koncepcijām:

Pretrunīgo prasību nošķiršana (skatiet Četru nošķiršanas principus);

Pretrunīgo prasību apmierināšana ;

Pretrunīgo prasību apiešana ;

### Modelis



### 5.3.1 – Četri nošķiršanas principi

#### Definīcija

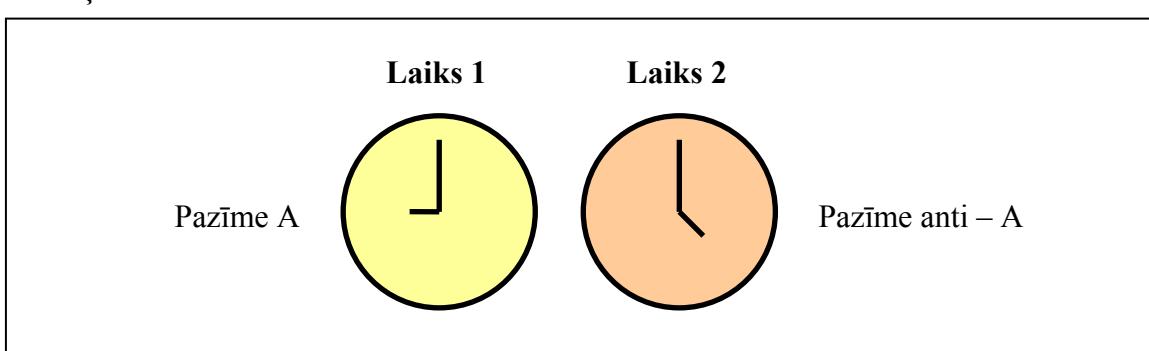
Ja ir darīšana ar zināmu fizisku pretrunu – un principi apmierināt vai apiet šo pretrunu nedarbojas, iespējams izmantot vienu no Četriem nošķiršanas principiem, lai pārvarētu šādu veidu pretrunas:

1. Nošķiršana laikā;
2. Nošķiršana telpā;
3. Nošķiršana pēc apstākļiem/ saiknēm ar citiem elementiem;
4. Nošķiršana sistēmas līmeņos;



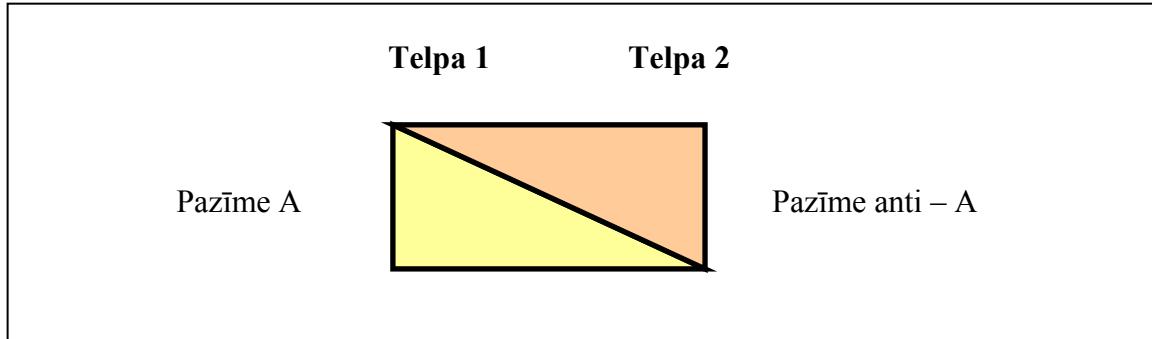
### Modelis

- Nošķiršana laikā

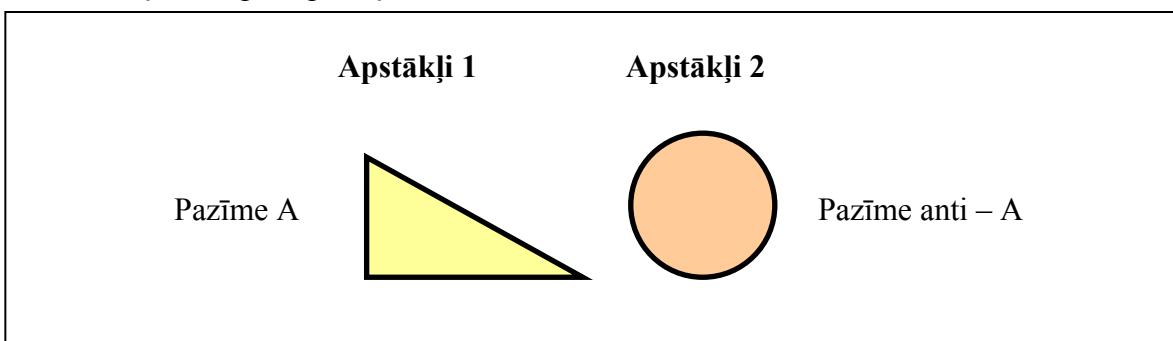


# tetris

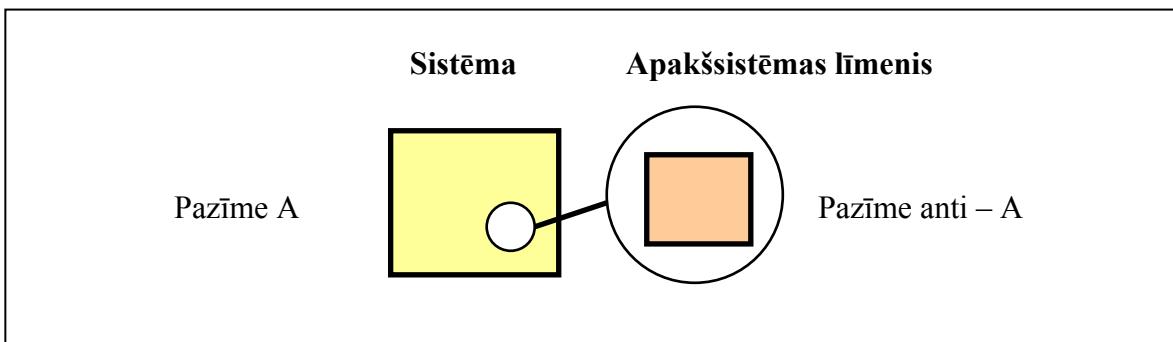
- Nošķiršana telpā



- Nošķiršana pēc apstākļiem/ saiknēm ar citiem elementiem



- Nošķiršana sistēmas līmenos



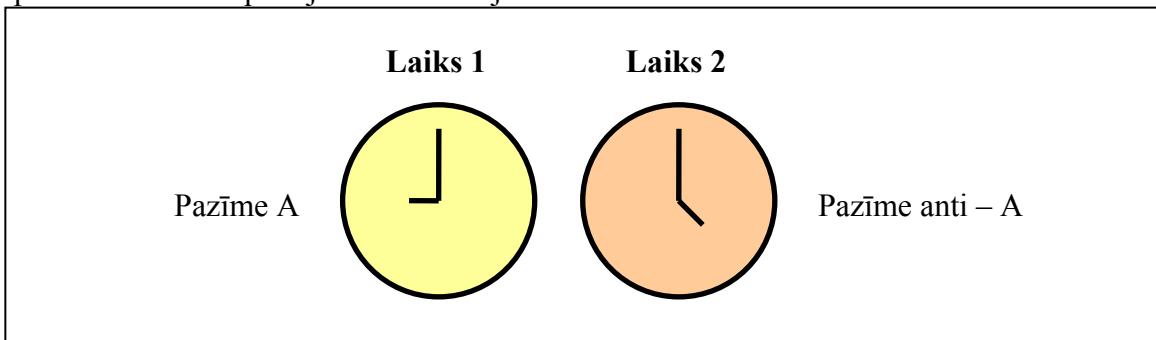
## 5.3.1.1 – Nošķiršana laikā

### Definīcija

Šīs koncepcijas mērķis ir nošķirt pretējās prasības laika griezumā.

Ja sistēmai vai procesam jāapmierina pretrunīgas prasības, jāveic pretrunīgas funkcijas vai jāstrādā pretrunīgos apstākļos, jācenšas saplānot sistēmas darbību tā, lai prasības, funkcijas un darbības, kas savā starpā rada konfliktu, notiku dažādos laikos.

“Nošķiršanas laikā” ideja ir balstīta uz darbības laika definīcijas, kas nozīmē noskaidrot, precīzi kurā laikā pretējām darbībām jānotiek.



Jāuzdod jautājums:

Vai pazīme A nepieciešama jebkurā laikā vai tā nepieciešama tikai kādā noteiktā laikā?

Ja pazīme A ne vienmēr ir nepieciešama, jācenšas to nošķirt laikā.

## Metode

Izgudrojumu principi, kas atbalsta nošķiršanu laikā (šis saraksts nav pilnīgi izsmēlošs)

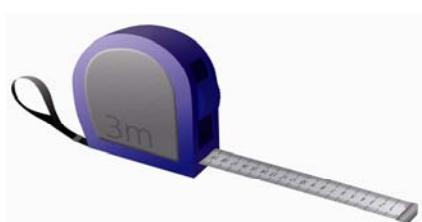
- IP 15 – Dinamika
- IP 34 – Elementu noraidīšana un pārstrāde
- IP 10 – Primārā darbība
- IP 09 – Primārā pretdarbība
- IP 11 – Iepriekšēja nodrošināšanās



## Piemērs – Produkts

Lineālam (mērinstrumentam) jābūt garam, lai spētu izmērit arī garus priekšmetus un tālas distances, tomēr tam jābūt arī nelielam, lai to būtu ērti pārnēsāt.

Izgudrojumu princips 15 iesaka palielināt dinamiku t.i., palielināt mērinstrumenta iekšējās lietošanas brīvības robežas. Produkts, kurā izmantots šīs princips, ir metra mērs.



## Piemērs

Problēmas formulējums:

Cīņas laikā lielgabali jāuzlādē ļoti ātri.

Kad šaujampulveris tiek strauji iepildīts lielgabala stobrā, tas var aizdegties dēļ karstajām daļiņām, kas jau atrodas stobrā. Tāpēc ātra lielgabala uzlādēšana no jauna ir ļoti bīstama.

Uzdevums ir izstrādāt ātru un drošu lielgabala uzlādēšanas metodi.

To iespējams formulēt fiziskā pretrunā:

- Uzlādēšanas laikam jābūt ļoti īsam, lai būtu iespējams ātri atsākt šaušanu UN
- Uzlādēšanas laikam jābūt ilgākam, lai tas būtu droši.

Funkcijas “ātra šaušana” darbības laiks var tikt pilnībā nošķirts no darbības laika, kad tiek veikta funkcija “lielgabala uzlādēšana”.

Šeit iespējams izmantot principu “Nošķiršana laikā”, lai iegūtu dažādas idejas.

Viens no ierosinātajiem izgudrojumu principiem, kas atbalsta nošķiršanu laikā, ir IP 10 – primārās darbības noteikšana.



(Photo: R. Adunka)

## Princips 10 – Primārā darbība (Pirmā veicamā darbība)

A. Veikt nepieciešamās izmaiņas priekšmetam pilnībā vai daļēji jau iepriekš.

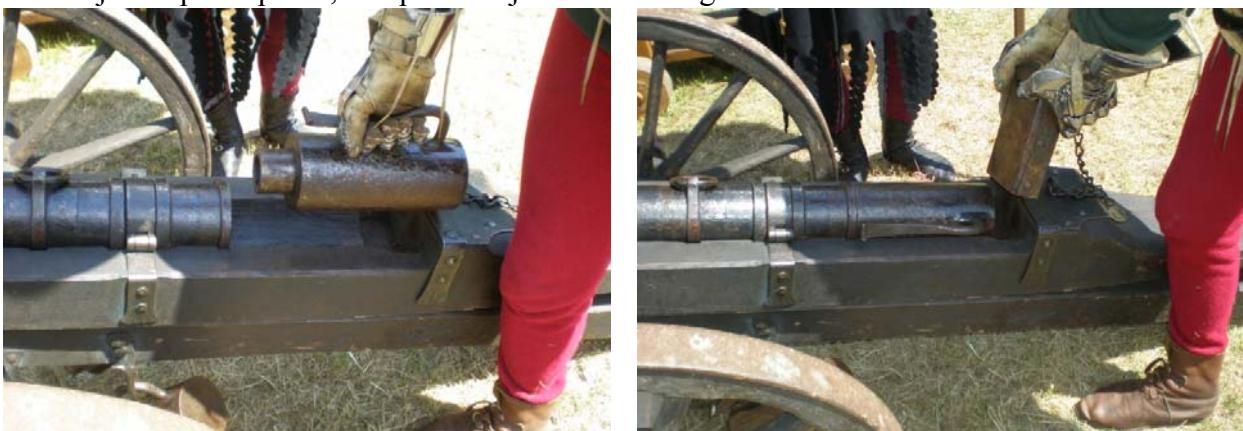
Novietot priekšmetus jau iepriekš nepieciešamajās pozīcijās, lai tie varētu sākt darbību no izdevīgākās atrašanās vietas.

Risinājums:

Noliktavā, kur glabājas šaujampulveris un aizdegs, tie atrodas atsevišķos nodalījumos. Šādi nodalījumi tika ieviesti arī katram papildu šāvienam lielgabalā. Lielis skaits šo nodalījumu var tikt sagatavoti cīņai jau iepriekš – tajos sagatavots šaujampulveris jau gatavs lietošanai. Lode



stobrā tiek ievietota no priekšpuses – tādējādi ievērojami samazinās aizdegšanās risks, lodi ievietojot no priekšpuses, kad pulveris jau atrodas lielgabalā.



(Photo R. Adunka)

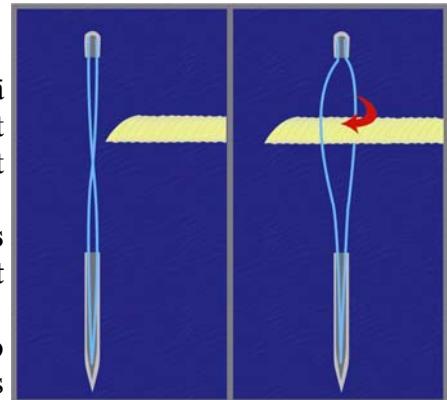
### Piemērs: Adata ar dinamisko aci

Šaurā adatas acī ir grūti ievietot apjomīgāku diegu. Šādā situācijā iespējams formulēt fizisko pretrunu: Adatai jābūt lielai acij, lai atvieglotu diega ievietošanu un acij jābūt mazai, lai atvieglotu šūšanu.

Nošķirot pretrunu laikā, problēmu var formulēt šādi: **adatas acij jābūt lielai, kad tajā tiek ievietots diegs, un tai jābūt mazai šūšanas laikā:**

R. Pace no Lielbritānijas ir izstrādājis adatu, kas izveidota no divām smalkām, atspērīgām stieplēm, kas savienotas abos galos. Tās savienotas vienā galā, pagrieztas trīs ceturtdaļu apgriezenā un tad savienotas otrā galā. Rezultātā adata izskatās gluži kā tradicionālā šujamadata, tomēr, kad tā ir pagriezta un atvērta, adatas acs kļūst plaša un tajā ir ērti ievietot pat apjomīgu diegu. Adatu atlaižot, tā savērpjas iepriekšējā formā un sakļaujas ap diegu.

(Avots: Ideju ģenerēšana, TRIZ apmācību materiāls)



### 5.3.1.2 – Nošķiršana telpā

#### Definīcija

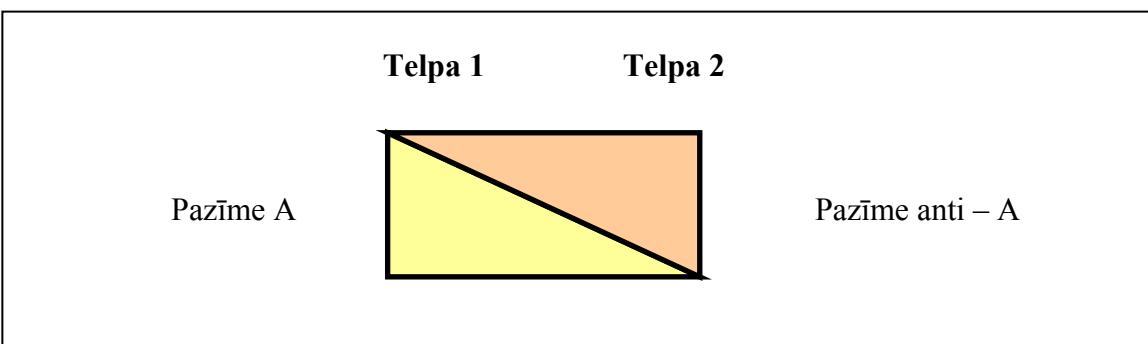
Koncepcijas galvenais mērķis ir nošķirt pretrunīgās prasības telpā.

Ja sistēmai jāveic pretrunīgas funkcijas vai jādarbojas pretrunīgos apstākļos, ieteicams sadalīt sistēmu apakšsistēmās. Tad katras pretrunīgās funkcijas izpilde jāuztic citai apakšsistēmai.

“Nošķiršanas telpā” koncepcija balstīta uz “darbības telpas” definīciju, kas nozīmē precīzi noteikt, kurā vietā nepieciešama katras pretrunīgajās darbības veikšana.



#### Modelis



Vai pazīme A nepieciešama it visur vai arī tā nepieciešama tikai konkrētās vietās?  
Ja pazīme A nav nepieciešama it visur, to iespējams nošķirt telpā.

## Metode

Izgudrojumu principi, kas atbalsta nošķiršanu laikā (šis saraksts nav pilnīgi izsmēlošs)

- IP 1 – Segmentācija
- IP 2 – Izslēgšana/ Izvilkšana
- IP 3 – Iekšējā kvalitāte
- IP 7 – Ietveršana
- IP 4 – Asimetrija
- IP 17 – Pāreja uz citu dimensiju
- IP 13 – Darīt otrādi



## Piemērs – Produkts



Kafijas krūzītei jāsaglabā kafija silta noteiktu laika periodu, taču krūzīte nedrīkst būt karsta, lai neapdedzinātu pirkstus.

Izgudrojumu princips 07 iesaka ietveršanas principu.

Šo ideju izmanto, piemēram, *Starbucks* kafejnīcās Lielbritānijā:

## Piemērs



(Photo R. Adunka)

Problēmas formulējums:

Viduslaikos bruņinieku turnīros bruņām bija jāpasargā bruņinieku no ievainojumiem. Lai apmierinātu publikas prasības, bruņām (bruņinieka ietērpam) bija arī jāizskatās pievilcīgi.

Tātad uzdevums bija izstrādāt “atraktīvas bruņas”.

To iespējams formulēt fiziskā pretrunā:

Bruņām jābūt pagatavotām no metāla, lai pasargātu bruņinieku UN

Bruņas nedrīkstēja būt metāla, lai izskatītos pievilcīgi.

Funkcijas “aizsargāt bruņinieku” darbības telpa ir skaidri nošķirama no funkcijas “nodrošināt pievilcīgu izskatu” darbības telpas.

Iespējams izmantot koncepciju “nošķirt telpā”, lai iegūtu dažādas idejas.

Viens no ieteicamajiem izgudrojumu principiem, kas atbalsta nošķiršanu telpā, ir IP 03 – iekšējā kvalitāte.

## 3. Izgudrojumu princips – iekšējā kvalitāte

A. Pāreja no priekšmeta vai apkārtējās vides viendabīgas struktūras uz neviendabīgu struktūru.

B. Dažādām priekšmeta detaļām jāveic dažādas funkcijas.

Katra priekšmeta detaļa jānovieto atbilstošos apstākļos, kuri tai ir vislabvēlīgākie tās svarīgākās funkcijas veikšanai.



(Photo R. Adunka)

Risinājums:

“Brigandine” bruņas bija kā 15. gadsimta bruņu veste – tās sastāvēja no smalkiem metāla riņķīšiem, kas piešūti iekšpusē ādas vai izturīga auduma mētelim).



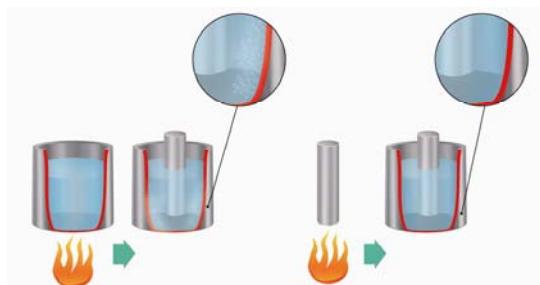
### Piemērs: Metāla izstrādājumu pārklājumi

Metāla virsmas tiek kīmiski pārklātas: metāla izstrādājums tiek ievietots tvertnē, kas pildīta ar metāla un sāls šķidumu (niķeli, kobaltu u.c.). Sekojošas redukcijas rezultātā, metāls no šķiduma nogulsnējas uz izstrādājuma virsmas. Jo augstāka šķiduma temperatūra, jo ātrāk process notiek, tomēr pie pārmērīgi augstas temperatūras šķidums var sadalīties, un līdz pat 75 % kīmisko vielu var iet zudumā, nogulsnējoties uz tvertnes sienām. Stabilizatoru pievienošana nav efektīva, un procesa veikšana pie zemas temperatūras ievērojami samazina rezultāta kvalitāti.

Lai pielietotu principu “nošķiršanu telpā”, piemēram, nepieciešams uzdot sev jautājumu: Vai šī pazīme – augstā un zemā temperatūra – šajā situācijā nepieciešama it visur vai tikai noteiktās vietās? Ja temperatūrai nav jābūt gan augstai, gan zemai it visur, iespējams nošķirt pretrunīgās prasības telpā.

Šajā gadījumā temperatūrai jābūt augstai tikai tuvumā elementiem nevis it visā tvertnē. Kā to sasnieg?

Atbilde ir sekojoša: izstrādājums tiek sakarsēts līdz nepieciešamajai augstajai temperatūrai tieši pirms iegremdēšanas šķidumā, bet process notiek pie zemākas temperatūras. Tādējādi šķidums ir karstāks tuvumā izstrādājumam, bet vēsāks pārējā tvertnē. (Vēl viens veids, kā to sasniegt, ir pievadīt elektrisko strāvu izstrādājumam, kamēr tas tiek pārklāts.)



#### 5.3.1.3 – Nošķiršana pēc apstākļiem

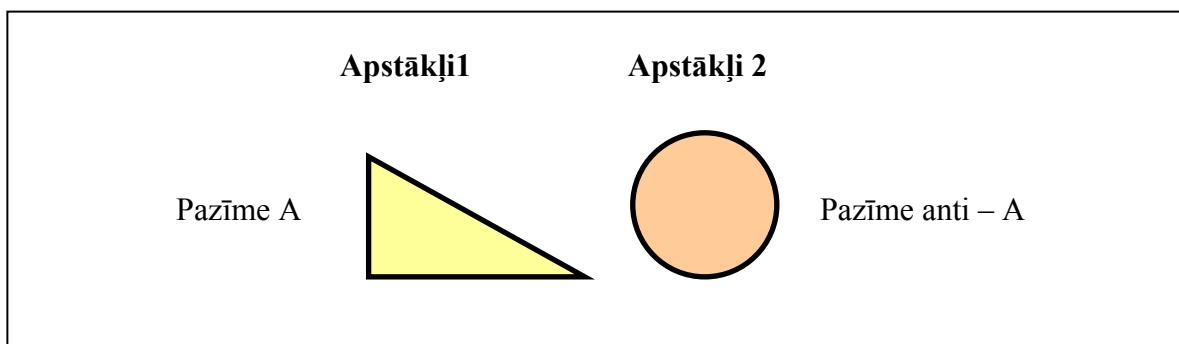
##### Definīcija

Pretēju prasību nošķiršanas koncepcija var atrisināt pretrunas, kurās ir lietderīgi, ka procesi notiek noteiktos apstākļos. Apsveriet sistēmas vai vides maiņu, lai tikai nepieciešamais process notiku.



Piemērs: Strādājot virtuvē – siets var apturēt makaronus no izkrišanas tam cauri, taču nevar apturēt ūdeni.

##### Modelis



Jautājums, kas jāuzdod:

Vai iespējams izmainīt vai pārveidot sistēmas, vai to aptverošās vides apstākļus tā, lai abas pazīmes: gan A, gan anti – A tiktu izpildītas.

## Metode

Izgudrojumu principi, kas atbalsta nošķiršanu pēc apstākļiem (šis saraksts nav pilnīgi izsmēlošs)

- IP 40 – Kompozītmateriāli
- IP 31 – Poraini materiāli
- IP 32 – Krāsas maiņa
- IP 3 – Iekšējā kvalitāte
- IP 19 – Periodiska darbība
- IP 17 – Pāreja citā dimensijā

Piezīme: Šajā gadījumā saikne starp nošķiršanas koncepciju un izgudrojumu principiem nav tik acīmredzama.

## Piemērs:

Problēmas formulējums:



Kokzāgētavas klients vēlas iegādāties tīras zāgu skaidas. Lai savāktu skaidas apgalvotā apkārt zāga asmenim, tiek izmantots vakuums. Pa metāla cauruli, kurā skaidas iesūktas, tās tiek nogādātas konteinerā. Diemžēl konteinerā nokļūst arī mazi koka gabaliņi un konteinera saturs vairs nav izmantojams bez attīrišanas.

Iespējams formulēt pretrunu:

Vakuma spēkam jābūt pietiekami stipram, lai savāktu visas skaidas (arī smalkos koka gabaliņus), tomēr vakuma spēkam jābūt drīzāk vājam, lai nesavāktu mazos koka gabaliņus.

Risinājums:

Palielinot vakuma caurules šķērsgriezuma diametru noteiktā garumā (izliekumā), plūsmas apstākļi var tikt izmainīti tā, lai lielākās daļīnas (mazie koka gabaliņi) uzkrājas šajā izliekumā un nenonāk tālāk savācēja caurulē un skaidu tvertnē.

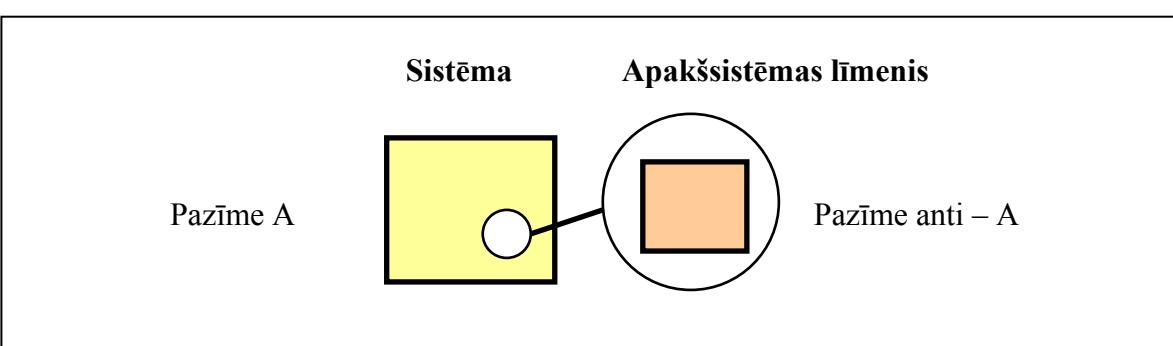
### 5.3.1.4 – Nošķiršana sistēmas līmenos, pārejot uz apakšsistēmu vai virssistēmu

#### Definīcija

Koncepcijas mērķis ir nošķirt pretējās prasības visa priekšmeta vai tā elementu ietvaros.

Ja sistēmai jāveic pretrunīgas funkcijas vai arī jādarbojas pretrunīgos apstākļos, ieteicams sistēmu sadalīt, katra no pretrunīgajām funkcijām vai apstākļiem uzticot apakšsistēmai (vai vairākām apakšsistēmām). Žaujot kopējai sistēmai saglabāt atlikušās funkcijas un apstākļus.

#### Modelis



Jautājums, kas jāuzdod:

Vai iespējams apmierināt pazīmi A un pazīmi anti – A, uzdodot vienu no tām kā funkciju visai sistēmai, otru kādam tās elementam?

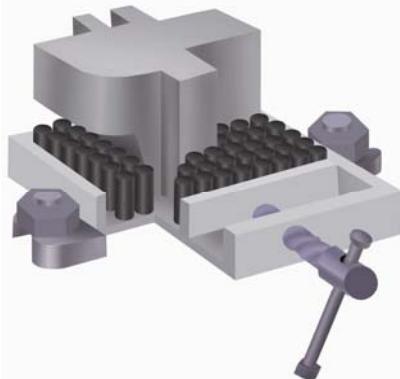


## Piemērs: Sarežģītas formas priekšmetu satveršana

Lai satvertu priekšmetus, kas ir sarežģītas formas, skrūvspīlēm jābūt atbilstošas formas. Tomēr ir pārāk dārgi izstrādāt unikālu instrumentu, katram priekšmetam, ko paredzēts apstrādāt. Turklat skrūvspīles ar maināmu formu būs viegli pielāgot katram priekšmetam, tomēr ar katu reizi pasliktināsies tā atbalsta funkcija, satvēriena stiprums.

Fiziskā pretruna ir sekojoša: skrūvspīļu satvērienam ir jābūt stingram, lai noturētu priekšmetus precīzā leņķī, tomēr tam jābūt mīkstam, lai tā ģeometriju varētu pielāgot katra priekšmeta uzbūves īpatnībām.

Atbildē ir sekojoša: Jāizmanto skrūvspīles ar tradicionālām spīlēm, taču jāpievieno vairākas cietas apaļas detaļas apkārt detaļai, kuru nepieciešams apstrādāt. Šīs cilindriskās formas detaļas, novietotas vertikāli, precīzi pielāgosies formām un aptvers priekšmetu, ļaujot to noturēt vietā (augsta deformācijas spēja sistēmas līmenī, taču zema – apakšsistēmas līmenī.)



### 5.3.2 – Efektu apmierināšana un apiešana (pārstrādāšana)

#### Apmierināšana:

Ja fizisko pretrunu nav iespējams atrisināt ar vienu no nošķiršanas principiem, iespējams izpildīt abas prasības, bet izmantojot jaunu efektu/risinājumu.

Vairumā gadījumu tā ir radikāla pārmaiņa sistēmas struktūrā. TRIZ attīstības likumi ļauj noteikt virzienu, kurā nepieciešams pārvarēt pretrunu ar šādu paradigma pārbīdi:

Pāreja uz virssistēmu: iekļaujot

tendenci mono-bi-poly (viena elementa – divu elementu – vairāku elementu sistēma);

tendence palielināt atšķirību starp integrētajām sistēmām;

→ Atsauce: Tehnisko sistēmu attīstības likumi 6. un 7.

Pāreja uz mikro līmeni vai apakšsistēmu: t.i. pāreja uz alternatīvu sistēmu.

→ Atsauce: Fiziskie, ķīmiskie un ģeometriskie efekti;

Izgudrojumu principi, kas atbalsta pāreju uz apakšsistēmu vai virssistēmu (šis saraksts nav pilnīgi izsmēlošs)

- IP 1 – Segmentācija
- IP 5 – Apvienošana
- IP 33 – Viendabīgums
- IP 12 – Vienāds potenciāls

Piezīme: Šajā gadījumā saikne starp nošķiršanas koncepciju un izgudrojumu principiem nav tik acīmredzama.

#### Apiešana:

Ja fizisko pretrunu nav iespējams atrisināt ar vienu no nošķiršanas principiem, iespējams apiet abas prasības. Jaunais risinājums var padarīt pretrunu nebūtisku.

To iespējams paveikt aplūkojot dažādus ekrānus (plaknes) sistēmas operatorā jeb daudzekrānu shēmā. Ekrāni ļauj atrast alternatīvas, kā apiet problēmu, saglabājot tā paša mērķa sasniegšanu.

	PAGĀTNES	TAGADNE	NĀKOTNE
VIRSSISTĒMA	Kas jāveic <jebkuram virssistēmas resursam> lai izvairītos problēmas parādīšanās, sasniegtu visvēlamāko rezultātu?	Kas jāveic <jebkuram virssistēmas resursam> lai <sistēma> veiktu lietderīgo funkciju kā nākas bez kaitīgo un nevēlamo blakusefektiem, un sasniegtu visvēlamāko rezultātu?	Ja problēma nav atrisināta, kas jādara <jebkuram virssistēmas resursam> lai <sistēma> sasniegtu visvēlamāko rezultātu?
SISTĒMA	Kas jādara <sistēmai> izvairītos problēmas parādīšanās sasniegtu visvēlamāko rezultātu?	Kas jādara <sistēmai> lai veiktu lietderīgo funkciju kā nākas un sasniegtu visvēlamāko rezultātu bez nevēlamiem un kaitīgiem blakus efektiem?	Ja problēma nav atrisināta, kas jādara <sistēmai>, lai sasniegtu visvēlamāko rezultātu?
APAKŠSISTĒMA	Kas <jebkurai no apakšsistēmām> jādara, lai izvairītos no problēmas parādīšanās un sasniegtu visvēlamāko rezultātu?	Kas <jebkurai no apakšsistēmām> jādara, lai <sistēma> veiktu lietderīgo funkciju kā nākas bez nevēlamiem un kaitīgiem blakus efektiem un sasniegtu visvēlamāko rezultātu?	Ja problēma nav atrisināta, kas jādara <jebkurai no apakšsistēmām>, lai <sistēma> sasniegtu visvēlamāko rezultātu?

→ Atsauce: Sistēmas Operators

→ Atsauce: Pāreja uz virssistēmu un mikro līmeni

## 5.4. Efekti

### Definīcija

Zinātnisko efektu izmantošana palīdz izgudrotājiem izstrādāt risinājumus augstākajā inovācijas līmenī, kopš formulēta problemātiskā pretruna ir atrisināta tās fiziskajā līmenī.

Lai atrastu piemērotos efektus, Altšullers uzsāka apkopot fiziskās parādības un strukturēja tās atkarībā no nepieciešamā rezultāta vai to pazīmes. Tādējādi radās īpaša zināšanu datu bāze. No šiem laika gaitā izveidojās programmatūras instrumenti un tiešsaistes pakalpojumi.

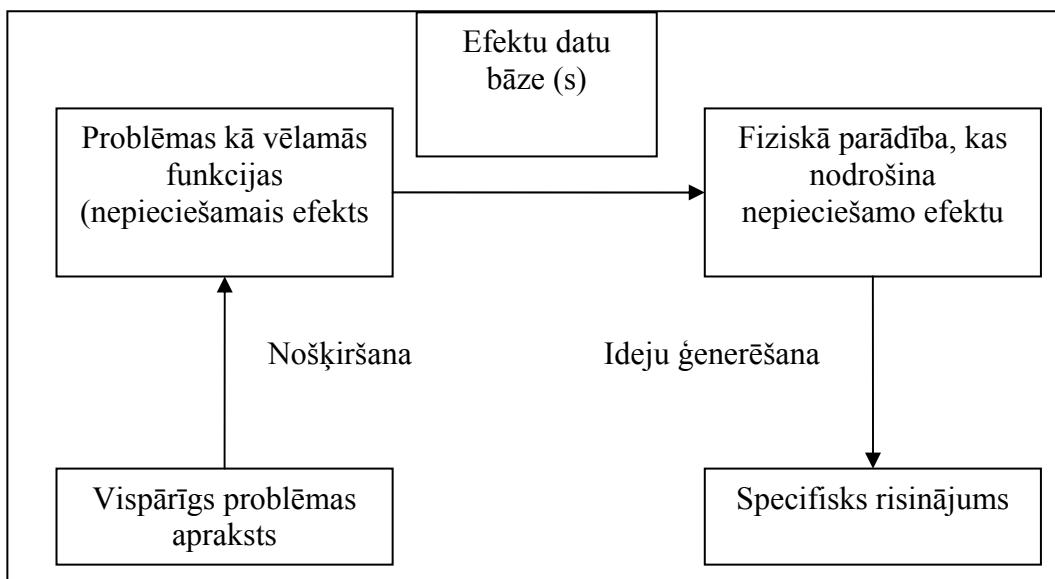
Tradicionālā efektu klasifikācija TRIZ ir šķirošana pēc fiziskajām, ķīmiskajām un ģeometriskajām īpašībām.

- Fiziskie efekti: ļauj pārveidot vienu enerģijas formu citā.
- Ķīmiskie efekti: ļauj iegūt vielas no citām vielām ar enerģijas uzsūkšanas vai izplūdes starpniecību.
- Ģeometriskie efekti: organizēt un izplatīt enerģijas un vielu plūsmas, kas jau pieejamas sistēmā.
- Ģeometriskie efekti sāk darbu, kad fiziskie un ķīmiskie efekti darbu beidz.

Piezīme: TRIZ literatūras ietvaros visaptverošāko un visatzītāko pētījumu par Ģeometriskajiem efektiem (GE) publicējis zinātnieks Vikentjevs.



### Modelis



### Metode

Fizikālās parādības, kas nodrošina sekojošu “nepieciešamo efektu vai pazīmju vērtību” apvienošanu:



(skatiet pielikumu).

1. Mērīt temperatūru
2. Samazināt temperatūru
3. Palielināt temperatūru
4. Temperatūras stabilizēšana
5. Priekšmeta atrašanās vieta
6. Priekšmeta pārvietošana
7. Šķidruma vai gāzes pārvietošana
8. Aerosola vai gaisīgas parādības pārvietošana (putekļu daļīnas, dūmi, dūmaka etc.)
9. Mikstūru pagatavošana
10. Mikstūru nošķiršana

11. Priekšmeta pozīcijas stabilizēšana
  12. Spēka radīšana un manipulēšana
  13. Berzes maiņa
  14. Priekšmetu sagraušana
  15. Mehāniskās un termiskās enerģijas uzglabāšana
  16. Enerģijas pārnese caur mehānisko, termisko, starojuma vai elektrisko deformāciju
  17. Kustīga priekšmeta ietekmēšana
  18. Dimensiju noteikšana, mērīšana
  19. Dimensiju variēšana, maiņa
  20. Virsmas pazīmju vērtību un/vai stāvokļa noteikšana
  21. Virsmas pazīmju vērtību mainība
  22. Apjomu pazīmju vērtību un/vai apstākļu noteikšana
  23. Apjomu pazīmju vērtību mainība
  24. Noteiktu struktūru izstrāde, struktūru stabilizēšana
  25. Elektrisko un magnētisko lauku noteikšana
  26. Starojuma noteikšana
  27. Elektromagnētiskā starojuma radīšana
  28. Elektromagnētisko lauku kontrole
  29. Gaismas modulāciju kontrole
  30. Ķīmisko reakciju iniciēšana un pastiprināšana

Šajā nozarē izstrādātas vairākas programmatūras un tiešsaistes interneta darba instrumenti:

***Software Invention Machine Inc.*** produkts: TechOptimizer/Goldfire Innovator

**Untitled\* - TechOptimizer [Effects]**

File Edit User View Tool Navigator Bookmarks Help

I want to:

Search

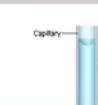
Function Groups

Substance : Eliminate  
Substance : Form  
Substance : Move  
lift loose substances  
lift solid substances  
move gas  
move liquid substances  
move liquid substances  
Battery filling with oil  
Battery filling with electrolyte  
**Capillary effect**  
Capillary effect (influence of diameter of ...  
Capillary effect (influence of surface tensi...  
Continuous rise of seawater  
Control over presence of oil  
Cooling  
Cooling system of nuclear reactor  
Displacing liquid from pump  
Electric wave in walls of tube moves liquid  
Electric contact using porous solid  
Electro-osmotic pump in device for injection...  
Electrosyphyl indicator  
Electrolyte circulation in aluminum batteries  
Flow in porous medium under adiabatic ...  
Fluids conversion  
Free convection  
Gel roller using porous solid  
Hydraulic drivers pump  
Hydrostatic pump moves electrolyte  
Improved liquid penetration into pores of ...  
Ink  
Ink-supply to printing head by capillaries  
Liquid in reservoir II  
Liquid transport by concentration gradient  
Miscellaneous phenomena (MHP) applications

Capillary effect

Description Conditions Advantages Formula Limitations Materials References See Also

**Description**  
A liquid is in a large open vessel. One end of a **capillary** whose material is wettable by the liquid is immersed into the liquid. The liquid rises inside the capillary.



The liquid surface in the capillary is concave, since the liquid wets the capillary walls. As a result, all small segments of the free surface are concave. The **surface tension** forces from the neighboring segments act on each segment of the free surface. These forces are directed along the tangents to the surface at the corresponding points. The vector sum of these forces for each segment is directed along the normal to the segment toward its concavity. These vector sums for all the segments make up the resultant surface tension force that acts on the liquid in the capillary.

The resultant surface tension force raises the liquid in the capillary. The weight of the liquid column in the capillary counteracts the lifting. The lifting force stops when the weight balances the resultant surface tension force.

**Conditions**  
The liquid should wet the **capillary** walls.

**Advantages**  
The lifting of liquids by capillaries is used to saturate porous solids with the liquids.

**Formula**

$$h = \frac{\gamma \cos \theta}{\rho g r}$$

**Limitations**  
 $0 < h < 30 \text{ cm}$

Add Concept

For Help, press F1

**Funkciju datu bāze CREAХ : [http://function.creax.com](http://fuction.creax.com)**

The screenshot shows a software window titled 'CREA-X - Function Database'. In the top-left corner, there's a navigation bar with tabs like 'File', 'Edit', 'View', 'Insert', 'Format', 'Tools', 'Help', and 'Database'. Below the title bar, there's a toolbar with icons for 'New', 'Open', 'Save', 'Print', etc. The main area has a blue header bar with the text 'Coanda Effect'. Underneath, there's a 'Function Definition' section with dropdown menus for 'Function Name' (set to 'Mold'), 'Function Type' (set to 'Process'), and 'State' (set to 'On'). A large text box contains the following text:

The Coanda Effect is the tendency of a stream of fluid to stay attached to a curved surface.

**Example:** Wind is accelerated towards the surface of a flat plate. If the air is moving slowly enough, it will follow the curve of the plate and attach itself to the surface. This is called the 'Coanda effect'. As the wind picks up, the air begins to move faster than the surface of the plate. At a certain point, the air can no longer follow the curve of the plate and it separates from the surface. This is called 'flow separation' or 'detachment'. After separation, the air continues to move in a straight line away from the surface.

Below this text is a diagram of a jet engine. The diagram shows air entering from the front, passing through a nozzle, and then curving around the engine body. Labels indicate 'Air flow', 'Mach cone', 'Boundary layer', and 'Flow separation after body'.

At the bottom of the screen, there's a question: 'Do you know another way to move a solid?'. Below it are input fields for 'Name', 'Model', 'URL', and 'Comments', followed by a 'Submit' button.

## 5.5. Vielas-lauka resursi

### Definīcija

Problēmu risināšanā TRIZ iesaka izmantot esošas sistēmas iekšējos, ārējos, blakusproduktu un kompleksos vielas-lauka resursus. Tās atbilst ideālas sistēmas prasībām un ved pie efektīviem risinājumiem ar minimālām pārmaiņām kā labāko rezultātu.



Tiklīdz noteikta tehniskā sistēma un definēta pretruna, jāizvērtē, kādi resursi ir pieejami, lai pretrunu pārvarētu. Lai atrisinātu pretrunu, TRIZ iesaka izmantot esošas sistēmas vielas-lauka resursus. Tas atbilst ideālas sistēmas prasībām.

TRIZ teorijā resurss ir jebkas, kas var tikt izmantots problēmas risināšanā un sistēmas uzlabošanā bez lielām izmaksām. Resursiem jābūt viegli sasniedzamiem, bezmaksas vai lētiem. Resursi var būt iekšēji vai ārēji sistēmai vai virsstāvēmai. Resursi var būt vielas vai lauki. Citi resursi ietver telpu un laiku, vai pat citas tuvu esošas sistēmas.

Šo resursu noteikšana nodrošina daudz iespēju risinājumu konceptiem, kas var tikt attīstīti. Katrs resurss ir potenciāls risinājums problēmai. Jo vairāk resursu, kas pieejami lietošanai, jo lielāks risinājumu laukums, lai radītu jaunas risinājumu koncepcijas.

Esošas sistēmas un tās elementu resursi ir pamats spēcīgākajiem un efektīvākajiem risinājumiem. Šo resursu noteikšana nodrošina daudz iespēju risinājumu konceptiem, kas var tikt attīstīti. Katrs resurss ir potenciāls risinājums problēmai. Jo vairāk resursu, kas pieejami lietošanai, jo lielāks risinājumu laukums, lai radītu jaunas risinājumu koncepcijas. Izmantojot resursus nav nepieciešams pievienot elementus, kas atrodas ārpus sistēmas un joprojām sasniegta labus rezultātus.

Resursiem ir būtiska nozīme arī divās citās TRIZ koncepcijās:

- Sistēmas Operatora izmantošana, lai vadītu/ uzlabotu un meklētu resursus
- Resursu meklēšana kā veids pārformulēt fizisko pretrunu (skatiet ARIZ 3. daļu)

### Modelis

Kādi resursu veidi tiek izmantoti problēmu risināšanā? Resursi var tikt iedalīti kā vielas, enerģija, telpa, laiks, funkcijas, informācija un kombinētie resursi.

**Vielas resursi** ir visas vielas un vielu pazīmju vērtības (t.i. fāzu pārejas, Kirī punkts – temperatūra, ko sasniedz viela, kad tā zaudē savu magnētismu, termiskā, elektriskā, optiskā vadāmība u.c.), kas izmatotas analizētajā sistēmā un ārējā vidē.

**Enerģijas resursi** ir visi zināmie enerģijas un lauku veidi (elektriskais, elektromagnētiskais, termiskais lauks u.c.). Šie resursi ir klātesoši uzlabotajā sistēmā vai ārējā vidē, kur sistēma atrodas.

**Telpas resursi** ir neaizņemtā telpa, kas var tikt izmantota konkrētās sistēmas mainīšanai, lai paaugstinātu efektivitāti un funkcionalitāti.

**Laika resursi** ir, pirmkārt, laiks, kas būtisks kāda ražošanas procesa uzsākšanai, un, otrkārt, tas var būt laiks starp atsevišķiem ražošanas procesa posmiem. Abi šie intervāli var tikt izmantoti, lai uzlabotu sistēmas pamata darbību.

**Informācijas resursi** parasti tik izmantoti problēmu risināšanā, kas saistītas ar mērījumiem, noteikšanu un nošķiršanu. Tālab informācijas resursi ir dati par vielu, lauku pazīmēm, pazīmju vērtību maiņām. Jo vairāk atšķirību nosaka vienai vielai no otras, jo efektīvāk iespējams veikt mērījumu vai noteikšanu.

**Funkcionālie resursi** ir iespēja izmantot objekta zināmās funkcijas atšķirīgiem nolūkiem, vai jaunas sistēmas funkcijas noteikšanai. Tā ir iespēja veikt papildu funkcijas pēc izmaiņām – tas ir vērtīgi resursu izmantošanai, jo dažādo pazīmju vērtību zināšanas un pielietojums ar tās pašas vielas jaunām funkcijām var sniegt pat spēcīgu izgudrojumu.

Piezīme: Funkcionālo resursu meklēšana dažkārt rada apjukumu, jo parasti tie ir jau uzrādīti.

**Kombinētie resursi** ir iepriekš minēto resursu apvienojums. Dažkārt sistēmā nav resursu ar nepieciešamo pazīmi, kas vajadzīga problēmas risināšanai. To iespējams viegli labot mainot sistēmas esošās vielas. Zināms, ka šķidrums var kļūt par cietvielu un otrādi, atkarībā no temperatūras (ūdens – ledus, ledus - ūdens), metāls var kļūt par magnētu un cietvielas var mainīt izmērus siltuma vai aukstuma ietekmē.

### Kā pielietot resursus problēmu risināšanā:

Īss darba apraksts resursu izmantošanai problēmu risināšanā:

Formulējiet problēmu;

Sagatavojet resursu sarakstu sekojošā secībā: iekšējie, ārējie, blakusprodukta un kompleksie resursi;

Definējiet resursu veidu, kas nepieciešams problēmas risināšanai;

Novērtējiet katru no esošajiem resursiem un efektu, ko sniedz tā izmantošana;

Ierosiniet, kā izmantot iegūto resursu.

### **Metode**

Skatiet pielikumu Vielas-lauka resursi.

Sistēmas Operators ir noderīgs instruments resursu meklēšanai, sistemātiski pārbaudot sistēmu, tās elementus un tās vidi pastāvēšanas periodā.

## 5.6 Pielikumi

### 5.6.1 40 Izgudrojumu principi

Avots:

G. Altshuller – Lev Shulyak, Steven Rodman, The Innovation Algorithm, TRIZ, Systematic Innovation and Technical Creativity, Technical Innovation Center, 2000)



#### Princips 01 – Segmentācija

- A. Sadaliet priekšmetu neatkarīgās detalās.
- B. Padariet priekšmetu viegli izjaucamu un komplektējamu.
- C. Palieliniet fragmentācijas un segmentācijas līmeni.

#### Princips 02 – Izvilkšana (izņemšana, atjaunošana)

- A. Izņemiet traucējošo elementu vai pazīmi no priekšmeta.
- B. Izņemiet tikai nepieciešamo elementu vai pazīmi no pārējā priekšmeta.

#### Princips 03 – Iekšējā kvalitāte

- A. Pāreja no priekšmeta vai ārējās vides (darbības) viendabīgas struktūras uz neviendabīgu struktūru.
- B. Dažādiem priekšmeta elementiem jāveic dažādas funkcijas.
- C. Katram priekšmeta elementam jābūt novietotam tādos apstākļos, kas tā funkcijas veikšanai ir vislabvēlīgākie.

#### Princips 04 – Asimetrija

- A. Aizvietojiet simetriskās formas ar nesimetriskām.
- B. Ja priekšmets jau ir nesimetrisks, palieliniet tā asimetrijas līmeni.

#### Princips 05 – Apvienošana

- A. Apvienojiet telpā viendabīgus priekšmetus vai priekšmetus, kas paredzēti secīgu darbību veikšanai.
- B. Apvienojiet laikā viendabīgas vai secīgas darbības.

#### Princips 06 – Universālums

- A. Priekšmets var veikt vairākas funkcijas; tālab citi elementi var tikt likvidēti;

#### Princips 07 – Ietveršana (spēļu lellīte matrjoška)

- A. Viens priekšmets tiek ievietots otrā, pēc tam trešajā utt.
- B. Priekšmets iziet cauri atverei, lai ievietotos citā priekšmetā.

#### Princips 08 – Pretsvars (anti-svars)

- A. Kompensējiet priekšmeta svaru, to savietojot ar citu priekšmetu, kas nodrošina pacelšanas spēku.
- B. Kompensējiet priekšmeta svaru ar aerodinamisko vai hidrodinamisko spēku, ko ietekmē apkārtējā vide.

#### Princips 09 – Primārā pretdarbība (prioritārā anti-darbība)

- A. Pavērsiet pretdarbību uz priekšmetu, lai kompensētu pārmērīgo vai nevēlamo uzsvaru.

#### Princips 10 – Primārā darbība

- A. Jau iepriekš veiciet priekšmetam nepieciešamās izmaiņas pilnībā vai daļēji.
- B. Novietojiet priekšmetus jau iepriekš tā, lai tie varētu nekavējoties iesaistīties darbībā no to visērtākās atrašanās vietas.

## Princips 11 – Iepriekšēja nodrošināšanās

- A. Kompensējet relatīvi zemo priekšmeta uzticamību ar laikus veiktiem mērījumiem.

## Princips 12 – Vienāda potencialitāte

- A. Mainiet darba apstākļus tā, lai tas neprasītu priekšmeta pacelšanu vai pazemināšanu.

## Princips 13 – Darīt otrādi (“pretēji”)

- A. Tā vietā, lai problēmas diktēto darbību veiktu tieši, veiciet pretēju darbību (atdzesēšanu sildīšanas vietā).  
B. Padariet priekšmeta kustīgo daļu stacionāru un nekustīgo kustīgu.  
C. Apgrieziet priekšmetu otrādi.

## Princips 14 – Sfēriskums (izliekums)

- A. Aizvietojiet lineāros elementus ar izliektiem, plakanas virsmas ar sfēriskām virsmām un kvadrāta formas ar riņķa līnijām.  
B. Izmantojiet rullīsus, bumbiņas, spirāles.  
C. Aizvietojiet lineāru kustību ar rotāciju; izmantojiet centrtieces spēku.

## Princips 15 – Dinamika

- A. Priekšmeta vai ārējās vides pazīmēm jābūt pārveidotām, lai nodrošinātu optimālu darbību katrā darbības veikšanas līmenī.  
B. Ja priekšmets nav pārvietojams, padariet to pārvietojamu. Padariet to savstarpēji maināmu.  
C. Sadaliet objektu elementos, kas spējīgi mainīt to pozīciju attiecībā viens pret otru.

## Princips 16 – Daļēja vai pārmērīga darbība

- A. Sasniegt 100 % no vēlamā rezultātā ir sarežģīti, sasniedziet pēc iespējas vairāk no vēlamā.

## Princips 17 – Pāreja uz jaunu dimensiju (citu dimensiju)

- A. Pārveidojiet kustību vai priekšmetu izvietojumu vienā dimensijā uz divām vai trim dimensijām.  
B. Izmantojiet priekšmetu kombinēšanu vairākos līmeņos.  
C. Paugstiniet priekšmetu vai novietojiet to savā pusē/otrā pusē.  
D. Izmantojiet dotās virsmas pretējo pusī.  
E. Projektējiet optiskās līnijas blakus esošajos apgabalos vai priekšmeta pretējā pusē.

## Princips 18 – Mehāniskā vibrācija

- A. Izmantojiet svārstības.  
B. Ja svārstības pastāv, palieliniet to biežumu līdz virsskaņas līmenim.  
C. Izmantojiet rezonances frekvenci.  
D. Aizvietojiet mehāniskās vibrācijas ar pjezoelektriskajām vibrācijām.  
E. Izmantojiet virsskaņas vibrācijas savienojumā ar elektromagnētisko lauku.

## Princips 19 – Periodiska darbība

- A. Aizvietojiet nepārtrauktu darbību ar periodisku darbību (impulsīvu).  
B. Ja darbība jau ir periodiska, izmainiet tās frekvenci.  
C. Izmantojiet pauzes starp impulsiem, lai nodrošinātu papildu darbību.

**Princips 20 – Nepārtraukta lietderīga darbība**

- A. Veiciet darbību bez pārtraukumiem. Visiem priekšmeta elementiem nepārtraukti jādarbojas ar maksimālu atdevi.
- B. Likvidējet neizmantotās vai vāji izmantotās darbības.
- C. Aizvietojiet kustību “uz priekšu un atpakaļ” ar rotējošu kustību.

**Princips 21 – Izlaišana**

- A. Kaitīgo un bīstamo darbību paātriniet.

**Princips 22 – Pārvērtiet kaitējumu vai negatīvo efektu priekšrocībā**

- A. Izmantojiet kaitīgos efektus – jo īpaši vidi – lai sasniegtu pozitīvu efektu.
- B. Likvidējet vienu kaitīgo efektu, kombinējot to ar citu kaitīgo efektu.
- C. Palieliniet kaitīgā efekta darbību līdz tādai pakāpei, ka tas pārstāj kļūt kaitīgs.

**Princips 23 – Atgriezeniskā saite**

- A. Ieviesiet atgriezenisko saiti.
- B. Ja atgriezeniskā saite jau pastāv, izmainiet to.

**Princips 24 – Starpnieks**

- A. Izmantojiet priekšmetu kā mediatoru vai starpnieku, lai pārnestu vai veiktu darbību.
- B. Uz laiku pievienojiet oriģinālo priekšmetu tam, ko ir viegli noņemt.

**Princips 25 – Pašapkalpošanās**

- A. Priekšmetam jāapkalpo pašam sevi un jāveic papildu funkcijas un remonta darbības.
- B. Pielietojiet ražošanas pārpalikumus un energiju, kas aiziet zudumā.

**Princips 26 – Kopēšana**

- A. Vienkāršotu un lētu kopiju ieteicams izmantot trauslā oriģināla vietā vai tās iekārtas vietā, ar kuru ir neērti strādāt.
- B. Ja tiek izmantota redzama optiskā kopija, to ieteicams aizvietot ar infrasarkano vai ultravioleto staru kopiju.
- C. Aizvietojiet priekšmetu (vai priekšmetu sistēmu) ar to optisko attēlu. Tādējādi iespējams samazināt un palieināt tā izmēru.

**Princips 27 – Atbrīvoties - izmest (lēti priekšmeti ar īsu dzīves ciklu)**

- A. Dārgu priekšmetu aizvietojiet ar lētāku, piekāpjoties attiecībā uz citām vērtībām (dzīves cikla garums).

**Princips 28 – Mehāniskās sistēmas aizvietošana**

- A. Mehānisko sistēmu aizvietojiet ar optisko, akustisko, termisko vai ožas sistēmu.
- B. Mijiedarbībai ar priekšmetu izmantojiet elektrisko, magnētisko vai elektromagnētisko lauku.
- C. Aizvietojiet laukus:
  - o Stacionāros ar pārvietojamiem
  - o Fiksētos ar laikā mainīgajiem
  - o Nejaušos ar strukturētajiem
- D. Izmantojiet laukus savienojumā ar feromagnētiskajām dalīnām.

**Princips 29 – Pneimatiskas un hidrauliskas konstrukcijas**

- A. Aizvietojet priekšmeta cietos elementus ar gāzi vai šķidrumu. Tagad šie elementi amortizācijai var izmantot gaisu vai ūdeni, pneimatisko vai hidrostatisko amortizāciju.

**Princips 30 – Fleksiblās membrānas un plānās plēves**

- A. Aizvietojet standarta konstrukcijas ar fleksiblām membrānām vai plānu plēvi.  
B. Izolējiet priekšmetu no apkārtējās vides ar fleksiblo membrānu vai plēves palīdzību.

**Princips 31 – Porains materiāls**

- A. Padariet priekšmeta struktūru porainu vai izmantojet papildu porainus elementus (ieliktni, pārklāji).  
B. Ja priekšmets jau ir porains, aizpildiet poras jau laikus ar kādu vielu.

**Princips 32 – Krāsas maiņa**

- A. Izmainiet priekšmeta vai to aptverošās vides krāsu.  
B. Izmainiet priekšmeta vai to aptverošās vides gaismas caurlaidību.  
C. Izmantojet krāsu piedevas, lai novērotu priekšmetu vai procesu, ko citādi ir grūti novērot.  
D. Ja šādas piedevas jau tiek izmantotas, izmantojet luminiscentus novilkumus.

**Princips 33 – Viendabīgums**

- A. Priekšmetiem, kas mijiedarbojas ar galveno priekšmetu, jābūt izgatavotiem no tāda paša materiāla (vai materiāla ar līdzīgām pazīmēm un vērtībām) kā galvenajam priekšmetam.

**Princips 34 – Elementu likvidēšana un pārstrāde**

- A. Pēc tam, kad elements pabeidzis funkciju vai kļuvis nelietderīgs, priekšmeta elements tiek likvidēts vai modificēts tā darbības procesā.  
B. Priekšmeta nolietotie elementi jāatjauno tā darbības laikā.

**Princips 35 – Elementu pazīmju izmaiņas**

- A. Sistēmas fiziskā stāvokļa izmaiņas.  
B. Koncentrācijas vai blīvuma izmaiņas.  
C. Fleksibilitātes pakāpes izmaiņas.  
D. Temperatūras vai apjoma izmaiņas.

**Princips 36 – Fāzu pāreja**

- A. Izmantojot fāzu izmaiņu priekšrocības (izmaiņas apjomā, siltuma izdalīšanā vai uzkrāšanā).

**Princips 37 – Termiskā izplešanās**

- A. Izmantojet materiāla izplešanos vai kontrakcijas, tam mainot temperatūru.  
B. Izmantojet dažādus materiālus, kam ir atšķirīgs termiskās izplešanās koeficients.

**Princips 38 – Paātrināta oksidācija (spēcīgi oksidanti)**

- A. Veidojiet pāreju no viena oksidācijas līmeņa uz nākamo:  
o apkārtnes gaiss – ar skābekli bagātināts gaiss  
o ar skābekli bagātināts gaiss - skābeklis  
o skābeklis – jonizēts skābeklis  
o jonizēts skābeklis – ar ozonu bagātināts gaiss  
o ar ozonu bagātināts gaiss – ozons  
o ozons – molekulārais skābeklis

## **Princips 39 – Inerta vide (inerta atmosfēra)**

- A. Aizvietojiet tradicionālu vidi ar inertu vidi.
- B. Ieviesiet priekšmetā neutrālu vielu vai piedevas.
- C. Veiciet procesu vakuumā.

## **Princips 40 – Kompozītmateriāli**

Aizvietojiet viendabīgus materiālus ar kompozītmateriāliem.

- A. Replace mechanical vibrations with piezo-vibrations.
- B. Use ultrasonic vibrations in conjunction with electromagnetic field.

## 5.6.2. – 39 Tehniskās pazīmes

39 Tehniskās pazīmes/ īpašības

Avots:

G. Altshuller – Lev Shulyak, Steven Rodman, *The Innovation Algorithm, TRIZ, Systematic Innovation and Technical Creativity, Technical Innovation Center, 2000*)

### TP 01 – Kustīga priekšmeta svars

Mērāms spēks, kas rodas no gravitācijas, ar ko kustīgs priekšmets iedarbojas uz virsmu, kas pasargā to no nokrišanas. Kustīgs priekšmets ir viens no tiem, kas maina pozīciju pats no sevis vai kāda ārēja spēka ietekmē.

### TP 02 – Nekustīga priekšmeta svars

Mērāms spēks, kas rodas no gravitācijas, ar ko nekustīgs priekšmets iedarbojas uz virsmu, uz kurās tas atrodas. Nekustīgs priekšmets nevar mainīt pozīciju pats no sevis vai ārēja spēka ietekmē.

### TP 03 – Kustīga priekšmeta garums

Priekšmeta garuma, platuma vai augstuma lineārais mērījums priekšmeta novērotās kustības virzienā. Kustības iemesls var būt iekšēja vai ārēja spēka ietekme.

### TP 04 – Nekustīga priekšmeta garums

Priekšmeta garuma, platuma vai augstuma lineārais mērījums virzienā, kurā netiek novērota nekāda kustība.

### TP 05 – Kustīga priekšmeta darbības apgabals

Plaknes vai plaknes daļas kvadrāta mērvienība priekšmetam, kurš iekšējā vai ārējā spēka ietekmē maina savu pozīciju telpā.

### TP 06 – Nekustīga priekšmeta darbības apgabals

Plaknes vai plaknes daļas kvadrāta mērvienība priekšmetam, kurš iekšējā vai ārējā spēka ietekmē nevar mainīt savu pozīciju telpā.

### TP07 – Kustīgā priekšmeta apjoms

Mērījums kubos priekšmetam, kurš var mainīt savu pozīciju telpā, kad uz to iedarbojas iekšējs vai ārējs spēks.

### TP08 – Nekustīgā priekšmeta apjoms

Mērījums kubos priekšmetam, kurš nevar mainīt savu pozīciju telpā, kad uz to iedarbojas iekšējs vai ārējs spēks.

### TP09 – Ātrums

Temps, kurā darbība vai process ir paveikts noteiktā laika periodā.

### TP10 – Spēks

Spēks, kas rada fiziskas izmaiņas priekšmetā vai sistēmā. Izmaiņas var būt pilnīgas vai daļējas un pastāvīgas vai īslaicīgas.

### TP11 – Spiediens

Spēka intensitāte, kas iedarbojas uz priekšmetu vai sistēmu, kas tiek mērīta kā spiediena spēks uz vienu apgabala vienību.



## **TP12 – Forma**

Priekšmeta vai sistēmas ārējais veidols vai kontūras. Forma var būt pilnīga vai daļēja un ieviest pilnīgas vai daļējas izmaiņas pateicoties spēkam, kas iedarbojas uz priekšmetu vai sistēmu.

## **TP13 – Priekšmeta stabilitāte**

Priekšmeta vai sistēmas pretestība izmaiņām, ko rada ar priekšmetu vai sistēmu saistītie priekšmeti un sistēmas.

## **TP 14 – Izturība**

Definējamos apstākļos un ierobežojumos priekšmeta vai sistēmas spēja absorbēt spēka, ātruma un uzsvara ietekmi, saglabājot spēju darboties.

## **TP 15 – Kustīga priekšmeta izturīgums**

Laika periods, kurā priekšmets, kas spēj mainīt pozīciju telpā, spēj pilnvērtīgi pildīt tā funkciju.

## **TP 16 – Nekustīga priekšmeta izturīgums**

Laika periods, kurā priekšmets, kas nespēj mainīt pozīciju telpā, spēj pilnvērtīgi pildīt tā funkciju.

## **TP 17 – Temperatūra**

Siltuma zudumi vai pārpalikumi, kas rodas priekšmetam vai sistēmai pildot nepieciešamo funkciju, kas var radīt potenciāli nevēlamas izmaiņas priekšmeta vai sistēmas darbībā.

## **TP 18 – Spilgtums**

Gaismas energijas proporcija, kas nepieciešama, lai apsildītu apgabalu, kas tiek apgaismots konkrētajā sistēmā. Spilgtums ietver gaismas kvalitāti, apgaismošanas pakāpi un citas gaismas pazīmes.

## **TP 19 – Kustīga priekšmeta patērētā enerģija**

Priekšmetam vai sistēmai nepieciešamā enerģija, lai mainītu pozīciju telpā ar saviem spēkiem vai ārējo spēku ietekmē.

## **TP 20 – Nekustīga priekšmeta patērētā enerģija**

Priekšmetam vai sistēmai nepieciešamā enerģija, kas nemaina pozīciju telpā ne ar saviem spēkiem, ne ārējo spēku ietekmē.

## **TP 21 – Jauda**

Darba apjoms, kas nepieciešams lai paveiktu nepieciešamo darbu noteiktā laikā. To izmanto, lai mērītu laiku, kas nepieciešams darba veikšanai, kad potenciāli nevēlamās izmaiņas jaudā ir redzamas dotajos apstākļos anti-sistēmā.

## **TP 22 – Enerģijas zaudējumi**

Priekšmeta vai sistēmas palielināta nespēja izrādīt spēku, īpaši, kad netiek veikts darbs.

## **TP 23 – Vielas zaudējumi**

Priekšmeta vai sistēmas materiāla samazinājums vai likvidēšana, īpaši, kad netiek veikts darbs.

## **TP 24 – Informācijas zaudējumi**

Sistēmas datu vai ieguldījuma samazināšanās vai iztrūkums.

## T25 – Laika zaudējumi

Dotās darbības īstenošanai patērētā laika pieaugums.

## TP26 – Vielas daudzums

Elementu skaits vai elementa daudzums, kas izmantots priekšmeta vai sistēmas radīšanai.

## TP27 – Izturība/drošums

Priekšmeta vai sistēmas spēja adekvāti veikt nepieciešamo funkciju noteiktā laika periodā.

## TP28 – Mērījumu precizitāte

Pakāpe, līdz kurai mērījumi ir tuvi patiesajai mērāmā daudzuma vērtībai.

## TP29 – Izstrādes precizitāte

Priekšmeta vai sistēmas elementu atbilstības pakāpe tās izstrādes specifikācijai.

## TP30 – Priekšmetu ietekmējošie kaitīgie faktori

Ārēji radītās ietekmes, kas iedarbojas uz priekšmetu vai sistēmu un mazina efektivitāti vai kvalitāti.

## TP31 – Kaitīgie blakus efekti

Iekšēji radīta ietekme, kas iedarbojas uz priekšmetu vai sistēmu un samazina tā kvalitāti vai efektivitāti.

## TP32 – Izstrādes iespējamība

Ērtums un iespējamība saražot priekšmetu vai sistēmu.

## TP33 – Lietošanas ērtums

Ērtums un iespējamība produktu vai sistēmu pielietot.

## TP34 – SALABOŠANAS IESPĒJAMĪBA

Ērtums un iespējamība pēc bojājuma atjaunot produktu vai sistēmu darbības apstākļos.

## TP35 – Pielāgojamība

Spēja priekšmetu vai sistēmu pārstrukturēt vai mainīt tā formu ar ārējo apstākļu (vides, funkciju u.c.) izmaiņu ietekmē.

## TP36 – Iekārtas sarežģītība

Elementu daudzums un dažādība, kas veido priekšmetu vai sistēmu, ieskaitot saikni starp elementiem. Sarežģītība var arī apzīmēt priekšmeta vai sistēmas vadības sarežģītību.

## TP37 – Vadības sarežģītība

Elementu daudzums un dažādība, kas izmantoti, lai mērītu un novērotu priekšmeta vai sistēmas vadību, ka arī pieņemamо kļūdu mērījumu noteikšana.

## TP38 – Automātikas līmenis

Priekšmeta vai sistēmas spēja veikt dažādas darbības bez cilvēka iedarbības.

## TP39 – Produktivitāte

Saikne starp veikto darbību skaitu un laiku, ko tas patērē.

### 5.6.3. – Altšullera matrica

Dala 1/2

- ↓ Lietderīgā pazīme/Pazīmes vērtība, kas jāuzlabo/Pazīmes, kas jāuzlabo  
 → Kaitīgā pazīme/Nevēlamais rezultāts/Pazīme, kas pasliktinās



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	harmful parameter ↓ useful parameter	weight of mobile object	weight of stationary object	length of mobile object	length of stationary object	area of mobile object	volume of mobile object	velocity	force	tension/ pressure	shape	stability of composition	strength	durability of mobile object	durability of stationary object	temperature	illumination	energy consumption of mobile object	energy consumption of stationary object	
1 weight of mobile object	+	-	15, 8, 29, 34	-	29, 17, 38, 34	-	29, 2, 40, 28	-	2, 8, 15, 38	8, 10, 18, 37	10, 36, 37, 40	10, 14, 19, 39	11, 35, 18, 40	28, 27, 31, 35	-	6, 29, 4, 38	19, 1, 32	35, 12, 34, 31	-	
2 weight of stationary object	-	+	-	10, 1, 29, 35	-	35, 30, 13, 2	-	5, 35, 14, 2	-	8, 10, 19, 35	13, 29, 10, 18	26, 39, 29, 14	28, 2, 14, 10	-	2, 27, 19, 6	28, 19, 32, 22	19, 32, 35	-	18, 19, 28, 1	
3 length of mobile object	8, 15, 29, 34	-	+	-	15, 17, 4	-	7, 17, 4, 35	-	13, 4, 8	17, 10, 4	1, 8, 35	1, 8, 15, 34	8, 35, 29, 34	19	-	10, 15, 19	32	8, 35, 24	-	
4 length of stationary object	35, 28, 40, 29	-	+	-	17, 7, 10, 40	-	35, 8, 2, 14	-	28, 10, 35	1, 14, 15, 7	13, 14, 35, 28	15, 14, 28, 26	-	1, 10, 35	3, 35, 38, 18	3, 25	-			
5 area of mobile object	2, 17, 29, 4	-	14, 15, 18, 4	-	+	-	7, 14, 17, 4	-	29, 30, 4, 34	10, 15, 35, 2	5, 34, 29, 4	11, 2, 13, 39	3, 15, 40, 14	6, 3	-	2, 15, 16	15, 32, 19, 13	19, 32	-	
6 area of stationary object	-	30, 2, 14, 18	-	26, 7, 9, 39	-	+	-	-	1, 18, 35, 36	10, 15, 36, 37	-	2, 38	40	-	2, 10, 19, 30	35, 39, 38	-			
7 volume of mobile object	2, 26, 29, 40	-	1, 7, 4, 35	-	1, 7, 4, 17	-	+	-	29, 4, 38, 34	15, 35, 36, 37	6, 35, 29, 4	1, 15, 1, 39	28, 10, 34, 28	9, 14, 15, 7	6, 35, 4	-	34, 39, 10, 18	2, 13, 35	-	
8 volume of stationary object	-	35, 10, 19, 14	35, 8, 2, 14	-	-	-	-	+	-	2, 18, 37	24, 35	7, 2, 35	34, 28, 35, 40	9, 14, 17, 15	-	35, 34, 38	35, 6, 4	-		
9 velocity	2, 28, 13, 38	-	13, 14, 8	-	29, 30, 34	-	7, 28, 34	-	+ 13, 28, 15, 19	6, 18, 38, 40	35, 15, 38, 40	28, 33, 29, 4	8, 3, 1, 18	3, 19, 35, 5	-	28, 30, 36, 2	10, 13, 19	8, 15, 35, 38	-	
10 force	8, 1, 37, 18	18, 13, 1, 28	17, 19, 9, 36	28, 10	19, 10, 36, 37	1, 18, 12, 37	15, 9, 18, 37	2, 36, 15, 12	13, 28, 11	+ 16, 21, 10, 40	35, 10, 30, 43	35, 10, 21, 14	35, 10, 19, 27	19, 2	35, 10,	-	19, 17, 21	1, 16, 10	36, 37	
11 tension/ pressure	10, 36, 37, 40	13, 29, 10, 18	35, 10, 36	35, 1, 14, 16	10, 15, 36, 37	10, 15, 35	6, 35, 10	36, 35, 21	35, 4, 15, 10	+ 35, 4, 2, 30	35, 33, 27, 35	9, 18, 1, 24	19, 3, 19, 2	35, 39,	-	14, 24, 19, 2	-	10, 37		
12 shape	8, 10, 29, 40	15, 10, 26, 3	29, 34, 5, 4	13, 14, 10, 7	5, 34, 4, 10	14, 4, 15, 22	7, 2, 35	34, 18, 37, 40	35, 15, 37, 40	35, 10, 10, 14	34, 15, 18, 4	+ 33, 1, 10, 40	14, 26, 9, 25	22, 14, 19, 32	13, 15, 32	2, 6, 34, 14				
13 stability of composition	21, 35, 2, 39	26, 39, 1, 40	13, 15, 1, 28	37, 13	2, 11, 13	39	28, 10, 19, 39	34, 28, 35, 40	33, 15, 28, 18	10, 35, 21, 16	2, 35, 40	+ 22, 1, 18, 4	17, 9, 15	32, 27, 10, 35	39, 3, 35, 23	35, 1, 32, 3	32, 27, 13, 19	27, 4, 29, 18		
14 strength	1, 8, 40, 15	20, 26, 27, 1	15, 15, 8, 35	15, 14, 28	3, 34, 40, 29	9, 40, 28	10, 15, 14, 7	1, 14, 17, 15	10, 18, 26, 14	10, 18, 3, 14	10, 3, 18, 30	13, 17, 15, 30	+ 27, 3, 26	30, 10, 40	35, 19	19, 35,	10	35		
15 durability of mobile object	19, 5, 34, 31	-	2, 19, 9	-	3, 17, 19	-	10, 2, 19, 30	-	3, 35, 5	19, 2, 16	21, 27, 28, 25	13, 3, 35	27, 3, 10	+ 10	-	19, 35, 39	2, 19, 4, 35	35, 18		
16 durability of stationary object	-	6, 27, 19, 16	-	1, 40, 35	-	-	-	35, 34, 38	-	-	-	39, 3, 35, 23	-	+ 19, 18,	-					
17 temperature	36, 22, 6, 38	22, 35, 32	15, 19, 9	15, 19, 9	3, 35, 39	35, 38	34, 39, 40, 18	35, 6, 4	2, 28, 36, 30	35, 10, 3, 21	35, 39, 19, 2, 40	14, 22, 19, 32	1, 35, 32, 22	10, 30, 39	19, 13, 36, 40	19, 18, 36, 40	+ 32, 30, 21, 16	19, 15, 3, 17		
18 illumination	19, 1, 32	2, 35, 32	19, 32, 16	-	19, 32, 26	-	2, 13, 10	10, 13, 19	26, 19, 6	19, 6	32, 30, 27	35, 19, 1, 19	2, 19, 6	32, 35, 19	+ 32, 1, 19	32, 35, 1, 15				
19 energy consumption of mobile object	12,18,2	-	12, 28	-	15, 19, 25	-	35, 13, 18	-	8, 35, 35	16, 26, 21, 2	23, 14, 25	12, 2, 29	19, 13, 17, 24	5, 19, 9, 35	28, 35, 6, 18	-	19, 24, 3, 14	2, 15, 19	+ -	
20 energy consumption of stationary object	-	19, 9, 6, 27	-	-	-	-	-	-	-	36, 37	-	27, 4, 29, 18	35	-			19, 2, 35, 32	-	+ -	
21 power	8, 36, 38, 31	19, 26, 17, 27	1, 10, 35, 37	-	19, 38	17, 32, 13, 38	35, 6, 38	35, 6, 25	2, 28, 36, 30	35, 10, 3, 21	35, 39, 19, 2, 40	14, 22, 19, 32	1, 35, 32, 22	10, 30, 39	19, 13, 36, 40	19, 18, 36, 40	+ 32, 30, 21, 16	19, 15, 3, 17		
22 waste of energy	15, 6, 19, 28	19, 6, 18, 9	7, 2, 6, 13	6, 38, 7	15, 26, 17, 30	17, 7, 30, 18	7, 18, 23	7, 16, 38	10, 18, 11, 28	10, 18, 3, 14	10, 30, 14, 20	13, 17, 15, 31	+ 27, 3, 35	30, 10, 40	35, 19, 31	35, 1, 32, 35	32, 35, 19	32, 1, 1, 15		
23 waste of substance	35, 6, 23, 40	35, 6, 22, 32	14, 29, 10, 39	10, 35, 22	10, 18, 39, 31	1, 29, 30, 36	3, 39, 18, 40	3, 36, 37, 10	10, 13, 3, 36	14, 15, 3, 36	29, 35, 30, 40	28, 26, 30, 40	27, 14, 31, 30	28, 27, 31, 36	27, 16, 39, 31	21, 36, 1, 6, 13	35, 18, 24, 5	28, 27, 12, 31		
24 loss of information	10, 24, 35	10, 35, 5	1, 26	26	30, 26	30, 16	-	2, 22	26, 32	-	-	-	10	10	-	19	-			
25 waste of time	10, 20, 37, 35	10, 20, 26, 5	15, 2, 29, 14	30, 24, 14, 5	26, 4, 5, 16	10, 35, 17, 4	2, 5, 34, 10	35, 16, 32, 18	10, 37, 36, 35	37, 34, 17	4, 10, 22, 5	35, 3, 22, 5	29, 3, 28, 18	10, 16, 10, 16	28, 20, 28, 18	35, 29, 1, 19	35, 38, 19, 18	1		
26 amount of substance	35, 6, 18, 31	27, 26, 18, 35	19, 14, 35, 18	15, 14, 29	2, 18, 40	15, 20, 29	1, 28, 3, 4	28, 15, 34, 28	10, 36, 14, 3	35, 29, 14, 3	35, 14, 17, 40	35, 1, 17, 40	35, 14, 31, 40	35, 1, 32, 40	35, 29, 10, 40	35, 29, 3, 31	34, 29, 16, 18	3, 35, 16, 18		
27 reliability	3, 8, 10, 40	3, 10, 8, 28	15, 9, 14, 4	15, 29, 28, 11	17, 10, 14, 16	32, 35, 40, 4	3, 10, 4, 2	2, 35, 24	21, 35, 11, 28	8, 28, 10, 3	10, 24, 35, 19	35, 1, 16, 11	35, 1, 11, 28	35, 1, 32, 40	35, 1, 3, 25	34, 27, 6, 40	3, 35, 10, 10	11, 32, 13	27, 19	
28 accuracy of measurement	32, 35, 26, 28	28, 26, 26, 28	28, 26, 28, 28	28, 26, 26, 28	28, 26, 26, 28	32, 13, 32, 13	28, 13, 32, 3	32, 24	6, 28, 32	6, 28, 32	32, 35, 32	28, 6, 32	28, 6, 32	28, 6, 32	28, 6, 32	28, 6, 32	28, 6, 32	3, 35, 3, 35		
29 manufacturing precision	28, 32, 13, 18	28, 35, 27, 29	10, 28, 18, 27	2, 32, 10	28, 33, 29, 32	2, 29, 18, 36	2, 35, 2	35, 10, 32	10, 28, 32	18, 19, 8, 1	35, 12, 13, 17	35, 1, 13, 17	35, 1, 10, 32	35, 1, 10, 32	35, 1, 27, 1, 4	35, 16, 17	27, 26, 18	28, 24, 27, 1	27, 2, 1, 4	
30 harmful factors acting on object	22, 21, 27, 39	22, 22, 13, 24	17, 1, 39, 4	1, 18	22, 1, 33, 28	22, 23, 39, 35	34, 39, 37, 35	29, 17, 19, 27	22, 23, 35, 28	34, 19, 37, 35	22, 2, 22, 23	35, 24, 35, 28	18, 39, 37, 32	35, 2, 35, 1	35, 28, 39, 30	35, 29, 31	35, 29, 16, 22	22, 33, 15, 22	1, 19, 19, 22	
31 harmful side effects of the object	19, 22, 15, 39	25, 22, 13, 39	17, 15, 16, 22	17, 2, 18, 39	22, 1, 40	17, 2, 35, 4	17, 2, 3, 23	10, 18, 14, 20	35, 28, 35, 14	2, 33, 14, 20	35, 1, 14, 20	35, 1, 17, 40	35, 1, 17, 40	35, 1, 27, 39	35, 1, 22, 22	35, 1, 23, 31	35, 1, 16, 22	22, 35, 15, 22	19, 24, 2, 35, 6	18
32 manufacturability	28, 29, 15, 16	27, 29, 13, 17	1, 29, 13, 17	15, 17, 26, 12	1, 29, 16, 40	15, 17, 1, 40	1, 29, 1, 40	35, 12, 1, 40	35, 13, 1, 40	35, 1, 1, 40	35, 1, 1, 40	35, 1, 1, 40	35, 1, 1, 40	35, 1, 1, 40	35, 1, 1, 40	35, 1, 1, 40	35, 1, 1, 40	35, 1, 1, 40	35, 1, 1, 40	
33 operation convenience	25, 2, 13, 15	6, 13, 1, 15	1, 17, 1, 17	1, 17	18, 16, 16, 40	1, 16, 1, 40	1, 16, 1, 40	1, 16, 1, 40	18, 13, 1, 40	18, 13, 1, 40	18, 13, 1, 40	18, 13, 1, 40	18, 13, 1, 40	18, 13, 1, 40	18, 13, 1, 40	18, 13, 1, 40	18, 13, 1, 40	18, 13, 1, 40	18, 13, 1, 40	
34 repairability	2, 27, 35, 11	1, 28, 10, 25	1, 28, 32	1, 28, 32	1, 28, 32	1, 28, 32	1, 28, 32	1, 28, 32	1, 28, 32	1, 28, 32	1, 28, 32	1, 28, 32	1, 28, 32	1, 28, 32	1, 28, 32	1, 28, 32	1, 28, 32	1, 28, 32	1, 28, 32	
35 adaptability	1, 6, 15, 8	19, 15, 29, 16	35, 1, 16, 2</																	

## Atšifrējums:

### Vertikāli:

1. Kustīga priekšmeta svars
2. Nekustīga priekšmeta svars
3. Kustīga priekšmeta garums
4. Nekustīga priekšmeta garums
5. Kustīga priekšmeta apgabals
6. Nekustīga priekšmeta apgabals
7. Kustīga priekšmeta apjoms
8. Nekustīga priekšmeta apjoms
9. Ātrums
10. Spēks
11. Spiediens
12. Forma
13. Priekšmeta stabilitāte
14. Izturība
15. Kustīga priekšmeta izturīgums
16. Nekustīga priekšmeta izturīgums
17. Temperatūra
18. Spilgtums
19. Kustīga priekšmeta patērētā enerģija
20. Nekustīga priekšmeta patērētā enerģija
21. Jauda
22. Enerģijas zaudējumi
23. Vielas zaudējumi
24. Informācijas zaudējumi
25. Laika zaudējumi
26. Vielas daudzums
27. Izturība
28. Mēriju precizitāte
29. Izstrādes precizitāte
30. Priekšmetu ietekmējošie kaitīgie faktori
31. Kaitīgie blakusefekti
32. Izstrādes iespējamība
33. Lietošanas ērtums
34. Salabošanas iespējamība
35. Spēja pielāgot
36. Iekārtas sarežģītība
37. Iekārtas vadības sarežģītība
38. Automātikas līmenis
39. Produktivitāte

## Atšifrējums:

### Horizontāli:

1. Kustīga priekšmeta svars
2. Nekustīga priekšmeta svars
3. Kustīga priekšmeta garums
4. Nekustīga priekšmeta garums
5. Kustīga priekšmeta apgabals
6. Nekustīga priekšmeta apgabals
7. Kustīga priekšmeta apjoms
8. Nekustīga priekšmeta apjoms
9. Ātrums
10. Spēks
11. Spiediens
12. Forma
13. Priekšmeta stabilitāte
14. Izturība
15. Kustīga priekšmeta izturīgums
16. Nekustīga priekšmeta izturīgums
17. Temperatūra
18. Spilgtums
19. Kustīga priekšmeta patērētā enerģija
20. Nekustīga priekšmeta patērētā enerģija

## Daļa 2/2 Altšullera matrica

↓ Lietderīgā pazīme/Pazīmes vērtība, kas jāuzlabo/Pazīmes, kas jāuzlabo  
→ Kaitīgā pazīme/Nevēlamais rezultāts/Pazīme, kas pasliktinās

	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39						
	harmful parameter → useful parameter ↓		waste of energy	waste of substance	loss of information	waste of time	amount of substance	reliability	accuracy of measurement	manufacturing precision	harmful factors acting on object	harmful side effects of the object	manufacturability	operation convenience	reliability	adaptability	complexity of device	complexity of control	level of automation	productivity					
1	weight of mobile object	12, 36, 18, 31	6, 2, 34, 19	5, 35, 3, 31	10, 24, 35	10, 35, 20, 28	3, 26, 18, 31	1, 3, 11, 27	28, 27, 35, 26	25, 35, 26, 18	22, 21, 18, 27	22, 35, 31, 39	27, 28, 1, 36	35, 3, 2, 24	2, 27, 28, 11	29, 5, 15, 8	26, 30, 36, 34	28, 29, 26, 32	26, 35, 18, 19	35, 3, 24, 37					
2	weight of stationary object	15, 19, 18, 15	18, 19, 28, 15	5, 8, 13, 30	10, 15, 35	10, 20, 35, 26	19, 6, 18, 26	10, 28, 8, 3	26, 10, 28	32, 10, 35, 17	15, 22, 29, 40	1, 15, 4, 29	17, 15, 17, 24	1, 28, 17	14, 15, 35, 4	1, 10, 1, 16	25, 28, 21, 24	1, 19, 17, 15	26, 39, 35	1, 28, 15, 35					
3	length of mobile object	1, 35 35, 39	7, 2, 15, 29	4, 29, 1, 24	15, 2, 29	29, 35 10, 29	10, 14, 29	18, 28, 4	32, 10, 29, 37	28, 15, 17, 24	1, 15, 17	1, 29, 17	1, 28, 1, 18	14, 15, 1, 18	1, 19, 10, 16	35, 1, 26, 24	35, 1, 26, 24	17, 24, 26, 16	14, 4, 28, 29						
4	length of stationary object	12, 8	6, 28	10, 28, 24, 35	24, 26	30, 29, 14	15, 29, 28	2, 32, 10	32, 28, 3	15, 17, 10	1, 18	15, 17, 27	2, 25	3	1, 35	1, 26	26	30, 14, 7, 26							
5	area of mobile object	19, 10, 32, 18	15, 17, 30, 26	10, 35, 2, 39	30, 26	26, 4	29, 30, 6, 13	29, 9, 32, 3	26, 28, 2, 32	22, 33, 28, 1	17, 2, 18, 39	13, 1, 26, 24	15, 17, 13, 16	15, 13, 10, 1	14, 1, 15, 30	2, 36, 13	14, 30, 26, 18	28, 23	34, 2						
6	area of stationary object	17, 32	17, 7, 30	10, 14, 18, 39	30, 16	10, 35, 4, 18	2, 18, 40, 4	32, 35, 40, 32	26, 28, 18, 36	22, 27, 39, 35	22, 1, 40	21, 1, 39	15, 29, 17, 24	1, 16, 10	16, 4	16	15, 16	1, 18, 30, 18	10, 15, 17, 7						
7	volume of mobile object	35, 6, 13, 18	7, 15, 13, 18	36, 39, 34, 10	2, 22	2, 6, 34, 10	29, 30, 7	14, 1, 21, 11	26, 25, 28	22, 21, 27, 35	17, 22, 40, 1	1, 15, 40	15, 13, 30, 12	10	15, 29	26, 1	29, 26, 4, 16	35, 34, 16, 24	10, 6, 2, 34						
8	volume of stationary object	30, 6	10, 39, 35, 34			35, 16, 32, 18	35, 3, 25	2, 35, 25	35, 10, 16	34, 39, 19, 27	30, 18, 35, 4	1, 16, 16	35	1	1, 31	2, 17, 26	35, 37, 10, 2								
9	velocity	19, 35, 38, 2	14, 20, 19, 35	10, 13, 28, 38	13, 26	10, 19, 29, 36	11, 35, 27, 28	28, 32, 1, 24	10, 28, 32, 25	1, 28, 35, 21	2, 24, 8, 1	35, 13, 13, 12	32, 28, 13, 12	34, 2, 28, 27	15, 10, 26	10, 28, 4, 34	3, 34, 27, 16	10, 18							
10	force	19, 35, 18, 37	8, 35, 40, 5			10, 37, 18, 36	14, 29, 13, 21	3, 35, 23, 24	28, 29, 37, 36	1, 35, 40, 18	1, 35, 36, 24	1, 28, 18, 1	15, 37, 3, 25	1, 28, 11	15, 17, 18, 20	26, 35, 10, 18	36, 37, 10, 19	2, 35	3, 28, 35, 37						
11	tension/ pressure	10, 35, 14	2, 36, 25	10, 36, 3, 37	37, 36, 4	10, 14, 36	13, 6, 19, 35	2, 28, 25	16, 28, 32	2, 22, 30, 29	2, 33, 16	1, 35, 27	2, 27, 18	11	2	35	19, 1, 35, 37	35, 24							
12	shape	4, 6, 2	14	35, 29, 3, 5		14, 10, 34, 17	36, 22	10, 40, 16	28, 32, 1, 40	32, 30, 2, 35	22, 1, 35, 1	1, 32, 17, 28	32, 15, 2, 29	1, 15, 1, 28	16, 29, 1, 28	15, 13, 32, 10	15, 1, 34, 10	17, 26, 34, 10							
13	stability of composition	32, 35, 27, 31	14, 2, 36, 30			35, 27	15, 32, 35		13	18	35, 24, 30, 18	35, 40, 27, 39	35, 19, 30	32, 35, 10, 16	2, 35, 34, 2	35, 30, 22, 26	35, 22, 39, 23	1, 8, 35							
14	strength	10, 26, 35, 28	35	35, 28, 31, 40		29, 3, 28, 10	29, 10, 27	11, 3, 16	3, 27, 16	18, 35, 32, 29	15, 35, 22, 22	11, 3, 10, 32	32, 40, 25, 2	15, 3, 3, 32	2, 13, 25, 28	27, 3, 15, 40	29, 35,	10, 14							
15	durability of mobile object	19, 10, 35, 38	28, 27, 3, 18	10	20, 10, 40, 13	3, 35, 13	11, 2, 3, 16	3, 27, 16, 40	22, 15, 33, 28	21, 39, 16, 22	1, 27, 27	1, 4, 13	29, 10, 29, 15	1, 35, 39, 35	10, 4, 6, 10	19, 29, 35, 17									
16	durability of stationary object	16		27, 16, 18, 38	10	28, 20, 10, 16	3, 35, 31	34, 27, 6, 40	10, 26, 24	17, 1, 40, 33	22, 22	35, 10	1	1	2	25, 34, 6, 35	1, 20, 10								
17	temperature	2, 14, 17, 25	21, 17, 35, 38	21, 36, 29, 31		35, 28, 21, 18	3, 17, 30, 39	19, 35, 31, 10	32, 19, 24	22, 33, 35, 2	22, 35, 2, 24	26, 27, 2, 24	26, 27	26, 27	4, 10, 16	2, 18, 27	3, 27, 35, 31	26, 2,							
18	illumination	32	13, 16, 1, 6	13, 1, 26, 17		19, 1, 1, 19	1, 19, 32	11, 15, 32	3, 32	15, 19, 32, 39	15, 19, 28, 26	28, 26, 19	15, 17, 13, 16	1, 19, 1, 19	6, 32, 13	15, 1, 32, 15	2, 26, 1, 25	23, 35, 40, 3							
19	energy consumption of mobile object	6, 19, 37, 18	12, 22, 15, 24	35, 24, 18, 5		35, 38, 19, 18	34, 23, 16, 11	19, 21, 1, 27	3, 1, 32	1, 35, 6, 27	2, 35, 6, 30	28, 26, 30	19, 35	1, 15, 17, 28	15, 17, 22, 28	35, 38, 32, 2	12, 28, 35								
20	energy consumption of stationary object			28, 27, 18, 31			3, 35, 31	10, 36, 23		10, 2, 22, 37	19, 22, 18	1, 4					19, 35, 16, 25	1, 6							
21	power	+	10, 35, 38	28, 27, 18, 38	10, 19	35, 20, 10, 6	4, 34, 19	19, 24, 26, 31	32, 15, 2	32, 2	21, 22, 31, 2	2, 35, 34	26, 35, 10, 34	35, 2, 30, 34	19, 17, 30, 34	20, 19, 30, 34	28, 2, 17	28, 35,							
22	waste of energy	3, 38	+	35, 27, 2, 37	19, 10	10, 18, 32, 27	7, 18, 25	11, 10, 35	32	21, 22, 35, 2	21, 35, 2, 22		35, 32, 1	2, 19		7, 23	35, 3, 15, 23	28, 10, 29, 35							
23	waste of substance	28, 27, 18, 38	35, 27, 2, 31	+		15, 18, 35, 10	6, 3, 10, 24	10, 29, 35	16, 34, 31	33, 22, 31, 28	10, 1, 31, 28	1, 4	32, 28, 30, 40	26, 35, 33, 29	35, 2, 34, 27	35, 18, 30, 13	35, 18, 10, 23	35, 18, 10, 23							
24	loss of information	10, 19	19, 10		+	24, 26, 28, 32	24, 28, 35	10, 28, 23	22, 10, 23	20, 21, 1, 22	21, 21, 32	32	27, 22				35, 33	35							
25	waste of time	35, 20, 10, 6	10, 5, 18, 32	35, 18, 10, 39		24, 26, 28, 32	35, 38, 18, 16	10, 30, 4	24, 34, 28, 32	24, 26, 18, 34	35, 18, 34, 19	35, 22, 34, 19	35, 28, 34, 10	4, 28, 10, 34	32, 1, 10	35, 28	6, 29	18, 28, 32, 10							
26	amount of substance	35	7, 18, 25	6, 3, 10, 24	24, 28, 35	35, 38, 18, 16		13, 2, 28, 40	3, 35, 30	35, 33, 29, 31	3, 35, 40, 39	29, 1, 35, 35, 27	35, 28, 25, 10	2, 32, 10, 25	15, 3, 29	3, 27, 27, 10	8, 35	13, 29, 3, 27							
27	reliability	21, 11, 26, 31	11, 10, 35	10, 35, 29, 39		10, 30, 4	21, 28, 40, 3		32, 3, 11, 23	35, 25, 1, 24	35, 25, 40, 26		27, 17, 40	1, 11, 8, 24	1, 11, 1, 28	15, 13, 1, 27	20, 11, 29, 38								
28	accuracy of measurement	3, 6, 32	26, 32, 27, 31	10, 16, 31, 28		24, 34, 28, 32	2, 6, 32	5, 11, 1, 24	3, 27, 10, 34	28, 24, 39, 10	3, 33, 17, 34	6, 35, 11, 12	27, 35, 13, 11	1, 32, 1, 34	25, 32, 30, 34	25, 35, 28, 32	35, 32, 30, 34								
29	manufacturing precision	32, 2	13, 32, 10, 24	35, 31, 10, 24		32, 26, 28, 28	32, 30	11, 32, 1, 1		26, 28, 10, 36	4, 17, 34, 26	1, 32, 35, 23	25, 10	2, 26, 1, 18		26, 28, 18, 23	26, 32, 33, 29								
30	harmful factors acting on object	19, 22, 31, 2	21, 22, 35, 2	33, 22, 19, 40		22, 10, 3, 24	35, 18, 29, 31	27, 24, 2, 40	28, 33, 23, 26	26, 28, 10, 18		+ 24, 35, 2, 28, 39	35, 10, 11, 10	35, 11, 22, 31	35, 10, 29, 40	35, 11, 34	22, 19, 34	32, 35							
31	harmful side effects of the object	2, 35, 18	21, 15, 2, 22	25, 31, 34, 27		10, 1, <td>10, 21</td> <td>3, 24, 1, 22</td> <td>2, 33, 39, 1</td> <td>35, 5, 40, 39</td> <td>35, 11, 34, 26</td> <td></td> <td>+ 19, 1,<td>31</td><td>19, 1,<td>31</td><td>19, 1,<td>31</td><td>22, 35</td></td></td></td>	10, 21	3, 24, 1, 22	2, 33, 39, 1	35, 5, 40, 39	35, 11, 34, 26		+ 19, 1, <td>31</td> <td>19, 1,<td>31</td><td>19, 1,<td>31</td><td>22, 35</td></td></td>	31	19, 1, <td>31</td> <td>19, 1,<td>31</td><td>22, 35</td></td>	31	19, 1, <td>31</td> <td>22, 35</td>	31	22, 35						
32	manufacturability	27, 1, <td>19, 35</td> <td>15, 34,<td>33</td><td>32, 24,<td>18, 16</td><td>35, 25,<td>34, 4</td><td>25, 1,<td>1, 24</td><td>24, 2,<td>12, 18</td><td></td><td>+ 13, 16</td><td>35, 1,<td>11, 9</td><td>2, 25,<td>1, 11</td><td>2, 26,<td>1, 11</td><td>35, 1,<td>11, 1</td></td></td></td></td></td></td></td></td></td>	19, 35	15, 34, <td>33</td> <td>32, 24,<td>18, 16</td><td>35, 25,<td>34, 4</td><td>25, 1,<td>1, 24</td><td>24, 2,<td>12, 18</td><td></td><td>+ 13, 16</td><td>35, 1,<td>11, 9</td><td>2, 25,<td>1, 11</td><td>2, 26,<td>1, 11</td><td>35, 1,<td>11, 1</td></td></td></td></td></td></td></td></td>	33	32, 24, <td>18, 16</td> <td>35, 25,<td>34, 4</td><td>25, 1,<td>1, 24</td><td>24, 2,<td>12, 18</td><td></td><td>+ 13, 16</td><td>35, 1,<td>11, 9</td><td>2, 25,<td>1, 11</td><td>2, 26,<td>1, 11</td><td>35, 1,<td>11, 1</td></td></td></td></td></td></td></td>	18, 16	35, 25, <td>34, 4</td> <td>25, 1,<td>1, 24</td><td>24, 2,<td>12, 18</td><td></td><td>+ 13, 16</td><td>35, 1,<td>11, 9</td><td>2, 25,<td>1, 11</td><td>2, 26,<td>1, 11</td><td>35, 1,<td>11, 1</td></td></td></td></td></td></td>	34, 4	25, 1, <td>1, 24</td> <td>24, 2,<td>12, 18</td><td></td><td>+ 13, 16</td><td>35, 1,<td>11, 9</td><td>2, 25,<td>1, 11</td><td>2, 26,<td>1, 11</td><td>35, 1,<td>11, 1</td></td></td></td></td></td>	1, 24	24, 2, <td>12, 18</td> <td></td> <td>+ 13, 16</td> <td>35, 1,<td>11, 9</td><td>2, 25,<td>1, 11</td><td>2, 26,<td>1, 11</td><td>35, 1,<td>11, 1</td></td></td></td></td>	12, 18		+ 13, 16	35, 1, <td>11, 9</td> <td>2, 25,<td>1, 11</td><td>2, 26,<td>1, 11</td><td>35, 1,<td>11, 1</td></td></td></td>	11, 9	2, 25, <td>1, 11</td> <td>2, 26,<td>1, 11</td><td>35, 1,<td>11, 1</td></td></td>	1, 11	2, 26, <td>1, 11</td> <td>35, 1,<td>11, 1</td></td>	1, 11	35, 1, <td>11, 1</td>	11, 1		
33	operation convenience	35, 34, <td>2, 19</td> <td>28, 32,<td>4, 10</td><td>10, 28,<td>12, 35</td><td>27, 27,<td>8, 40</td><td>25, 1,<td>2, 34</td><td>2, 25,<td>35, 23</td><td></td><td>+ 1, 32</td><td>2, 12,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>11, 1</td><td>26, 28,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>11, 1</td></td></td></td></td></td></td></td></td></td>	2, 19	28, 32, <td>4, 10</td> <td>10, 28,<td>12, 35</td><td>27, 27,<td>8, 40</td><td>25, 1,<td>2, 34</td><td>2, 25,<td>35, 23</td><td></td><td>+ 1, 32</td><td>2, 12,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>11, 1</td><td>26, 28,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>11, 1</td></td></td></td></td></td></td></td></td>	4, 10	10, 28, <td>12, 35</td> <td>27, 27,<td>8, 40</td><td>25, 1,<td>2, 34</td><td>2, 25,<td>35, 23</td><td></td><td>+ 1, 32</td><td>2, 12,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>11, 1</td><td>26, 28,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>11, 1</td></td></td></td></td></td></td></td>	12, 35	27, 27, <td>8, 40</td> <td>25, 1,<td>2, 34</td><td>2, 25,<td>35, 23</td><td></td><td>+ 1, 32</td><td>2, 12,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>11, 1</td><td>26, 28,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>11, 1</td></td></td></td></td></td></td>	8, 40	25, 1, <td>2, 34</td> <td>2, 25,<td>35, 23</td><td></td><td>+ 1, 32</td><td>2, 12,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>11, 1</td><td>26, 28,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>11, 1</td></td></td></td></td></td>	2, 34	2, 25, <td>35, 23</td> <td></td> <td>+ 1, 32</td> <td>2, 12,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>11, 1</td><td>26, 28,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>11, 1</td></td></td></td></td>	35, 23		+ 1, 32	2, 12, <td>1, 16</td> <td>35, 1,<td>11, 1</td><td>26, 28,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>11, 1</td></td></td></td>	1, 16	35, 1, <td>11, 1</td> <td>26, 28,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>11, 1</td></td></td>	11, 1	26, 28, <td>1, 16</td> <td>35, 1,<td>11, 1</td></td>	1, 16	35, 1, <td>11, 1</td>	11, 1		
34	repairability	15, 10, <td>15, 1</td> <td>2, 35,<td>10</td><td>10, 28,<td>27, 22</td><td>28, 28,<td>32</td><td>1, 28,<td>2, 26</td><td>1, 25,<td>20</td><td></td><td>+ 1, 11</td><td>1, 12,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td></td></td></td></td></td></td></td></td></td>	15, 1	2, 35, <td>10</td> <td>10, 28,<td>27, 22</td><td>28, 28,<td>32</td><td>1, 28,<td>2, 26</td><td>1, 25,<td>20</td><td></td><td>+ 1, 11</td><td>1, 12,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td></td></td></td></td></td></td></td></td>	10	10, 28, <td>27, 22</td> <td>28, 28,<td>32</td><td>1, 28,<td>2, 26</td><td>1, 25,<td>20</td><td></td><td>+ 1, 11</td><td>1, 12,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td></td></td></td></td></td></td></td>	27, 22	28, 28, <td>32</td> <td>1, 28,<td>2, 26</td><td>1, 25,<td>20</td><td></td><td>+ 1, 11</td><td>1, 12,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td></td></td></td></td></td></td>	32	1, 28, <td>2, 26</td> <td>1, 25,<td>20</td><td></td><td>+ 1, 11</td><td>1, 12,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td></td></td></td></td></td>	2, 26	1, 25, <td>20</td> <td></td> <td>+ 1, 11</td> <td>1, 12,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td></td></td></td></td>	20		+ 1, 11	1, 12, <td>1, 16</td> <td>35, 1,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td></td></td></td>	1, 16	35, 1, <td>1, 16</td> <td>35, 1,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td></td></td>	1, 16	35, 1, <td>1, 16</td> <td>35, 1,<td>1, 16</td></td>	1, 16	35, 1, <td>1, 16</td>	1, 16		
35	adaptability	19, 1, <td>18, 15</td> <td>15, 10,<td>2, 13</td><td>10, 1,<td>1, 21</td><td>3, 24,<td>1, 22</td><td>2, 33, 39, 1</td><td>4, 17,<td>1, 20</td><td>35, 5,<td>32, 31</td><td></td><td>+ 1, 11</td><td>1, 13,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td></td></td></td></td></td></td></td></td></td>	18, 15	15, 10, <td>2, 13</td> <td>10, 1,<td>1, 21</td><td>3, 24,<td>1, 22</td><td>2, 33, 39, 1</td><td>4, 17,<td>1, 20</td><td>35, 5,<td>32, 31</td><td></td><td>+ 1, 11</td><td>1, 13,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td></td></td></td></td></td></td></td></td>	2, 13	10, 1, <td>1, 21</td> <td>3, 24,<td>1, 22</td><td>2, 33, 39, 1</td><td>4, 17,<td>1, 20</td><td>35, 5,<td>32, 31</td><td></td><td>+ 1, 11</td><td>1, 13,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td></td></td></td></td></td></td></td>	1, 21	3, 24, <td>1, 22</td> <td>2, 33, 39, 1</td> <td>4, 17,<td>1, 20</td><td>35, 5,<td>32, 31</td><td></td><td>+ 1, 11</td><td>1, 13,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td></td></td></td></td></td></td>	1, 22	2, 33, 39, 1	4, 17, <td>1, 20</td> <td>35, 5,<td>32, 31</td><td></td><td>+ 1, 11</td><td>1, 13,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td></td></td></td></td></td>	1, 20	35, 5, <td>32, 31</td> <td></td> <td>+ 1, 11</td> <td>1, 13,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td></td></td></td></td>	32, 31		+ 1, 11	1, 13, <td>1, 16</td> <td>35, 1,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td></td></td></td>	1, 16	35, 1, <td>1, 16</td> <td>35, 1,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td></td></td>	1, 16	35, 1, <td>1, 16</td> <td>35, 1,<td>1, 16</td></td>	1, 16	35, 1, <td>1, 16</td>	1, 16	
36	complexity of device	20, 19, <td>10, 35</td> <td>35, 10,<td>28, 29</td><td>24, 28,<td>15, 33</td><td>35, 29,<td>13, 30</td><td>11, 27,<td>1, 24</td><td>26, 24,<td>32, 31</td><td></td><td>+ 1, 13</td><td>22, 19,<td>2, 24</td><td>35, 1,<td>1, 16</td><td>27, 26,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td>	10, 35	35, 10, <td>28, 29</td> <td>24, 28,<td>15, 33</td><td>35, 29,<td>13, 30</td><td>11, 27,<td>1, 24</td><td>26, 24,<td>32, 31</td><td></td><td>+ 1, 13</td><td>22, 19,<td>2, 24</td><td>35, 1,<td>1, 16</td><td>27, 26,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td></td></td></td></td></td></td></td></td></td>	28, 29	24, 28, <td>15, 33</td> <td>35, 29,<td>13, 30</td><td>11, 27,<td>1, 24</td><td>26, 24,<td>32, 31</td><td></td><td>+ 1, 13</td><td>22, 19,<td>2, 24</td><td>35, 1,<td>1, 16</td><td>27, 26,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td></td></td></td></td></td></td></td></td>	15, 33	35, 29, <td>13, 30</td> <td>11, 27,<td>1, 24</td><td>26, 24,<td>32, 31</td><td></td><td>+ 1, 13</td><td>22, 19,<td>2, 24</td><td>35, 1,<td>1, 16</td><td>27, 26,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td></td></td></td></td></td></td></td>	13, 30	11, 27, <td>1, 24</td> <td>26, 24,<td>32, 31</td><td></td><td>+ 1, 13</td><td>22, 19,<td>2, 24</td><td>35, 1,<td>1, 16</td><td>27, 26,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td></td></td></td></td></td></td>	1, 24	26, 24, <td>32, 31</td> <td></td> <td>+ 1, 13</td> <td>22, 19,<td>2, 24</td><td>35, 1,<td>1, 16</td><td>27, 26,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td></td></td></td></td></td>	32, 31		+ 1, 13	22, 19, <td>2, 24</td> <td>35, 1,<td>1, 16</td><td>27, 26,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td></td></td></td></td>	2, 24	35, 1, <td>1, 16</td> <td>27, 26,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td></td></td></td>	1, 16	27, 26, <td>1, 16</td> <td>35, 1,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td></td></td>	1, 16	35, 1, <td>1, 16</td> <td>35, 1,<td>1, 16</td></td>	1, 16	35, 1, <td>1, 16</td>	1, 16
37	complexity of control	18, 1, <td>15, 19</td> <td>1, 35,<td>18</td><td>18, 28,<td>27, 22</td><td>3, 27,<td>28, 8</td><td>27, 40,<td>2, 26</td><td>28, 26,<td>32, 28</td><td></td><td>+ 1, 21</td><td>2, 22,<td>1, 24</td><td>35, 1,<td>1, 16</td><td>27, 26,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td>	15, 19	1, 35, <td>18</td> <td>18, 28,<td>27, 22</td><td>3, 27,<td>28, 8</td><td>27, 40,<td>2, 26</td><td>28, 26,<td>32, 28</td><td></td><td>+ 1, 21</td><td>2, 22,<td>1, 24</td><td>35, 1,<td>1, 16</td><td>27, 26,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td></td></td></td></td></td></td></td></td></td>	18	18, 28, <td>27, 22</td> <td>3, 27,<td>28, 8</td><td>27, 40,<td>2, 26</td><td>28, 26,<td>32, 28</td><td></td><td>+ 1, 21</td><td>2, 22,<td>1, 24</td><td>35, 1,<td>1, 16</td><td>27, 26,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td></td></td></td></td></td></td></td></td>	27, 22	3, 27, <td>28, 8</td> <td>27, 40,<td>2, 26</td><td>28, 26,<td>32, 28</td><td></td><td>+ 1, 21</td><td>2, 22,<td>1, 24</td><td>35, 1,<td>1, 16</td><td>27, 26,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td></td></td></td></td></td></td></td>	28, 8	27, 40, <td>2, 26</td> <td>28, 26,<td>32, 28</td><td></td><td>+ 1, 21</td><td>2, 22,<td>1, 24</td><td>35, 1,<td>1, 16</td><td>27, 26,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td></td></td></td></td></td></td>	2, 26	28, 26, <td>32, 28</td> <td></td> <td>+ 1, 21</td> <td>2, 22,<td>1, 24</td><td>35, 1,<td>1, 16</td><td>27, 26,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td></td></td></td></td></td>	32, 28		+ 1, 21	2, 22, <td>1, 24</td> <td>35, 1,<td>1, 16</td><td>27, 26,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td></td></td></td></td>	1, 24	35, 1, <td>1, 16</td> <td>27, 26,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td></td></td></td>	1, 16	27, 26, <td>1, 16</td> <td>35, 1,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td></td></td>	1, 16	35, 1, <td>1, 16</td> <td>35, 1,<td>1, 16</td></td>	1, 16	35, 1, <td>1, 16</td>	1, 16
38	level of automation	28, 2, <td>23, 28</td> <td>35, 10,<td>18, 25</td><td>24, 28,<td>15, 33</td><td>11, 27,<td>1, 24</td><td>28, 26,<td>1, 24</td><td>26, 24,<td>32, 28</td><td></td><td>+ 2, 23</td><td>2, 21,<td>1, 24</td><td>35, 1,<td>1, 16</td><td>27, 26,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td>	23, 28	35, 10, <td>18, 25</td> <td>24, 28,<td>15, 33</td><td>11, 27,<td>1, 24</td><td>28, 26,<td>1, 24</td><td>26, 24,<td>32, 28</td><td></td><td>+ 2, 23</td><td>2, 21,<td>1, 24</td><td>35, 1,<td>1, 16</td><td>27, 26,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td></td></td></td></td></td></td></td></td></td>	18, 25	24, 28, <td>15, 33</td> <td>11, 27,<td>1, 24</td><td>28, 26,<td>1, 24</td><td>26, 24,<td>32, 28</td><td></td><td>+ 2, 23</td><td>2, 21,<td>1, 24</td><td>35, 1,<td>1, 16</td><td>27, 26,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td></td></td></td></td></td></td></td></td>	15, 33	11, 27, <td>1, 24</td> <td>28, 26,<td>1, 24</td><td>26, 24,<td>32, 28</td><td></td><td>+ 2, 23</td><td>2, 21,<td>1, 24</td><td>35, 1,<td>1, 16</td><td>27, 26,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td></td></td></td></td></td></td></td>	1, 24	28, 26, <td>1, 24</td> <td>26, 24,<td>32, 28</td><td></td><td>+ 2, 23</td><td>2, 21,<td>1, 24</td><td>35, 1,<td>1, 16</td><td>27, 26,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td></td></td></td></td></td></td>	1, 24	26, 24, <td>32, 28</td> <td></td> <td>+ 2, 23</td> <td>2, 21,<td>1, 24</td><td>35, 1,<td>1, 16</td><td>27, 26,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td></td></td></td></td></td>	32, 28		+ 2, 23	2, 21, <td>1, 24</td> <td>35, 1,<td>1, 16</td><td>27, 26,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td></td></td></td></td>	1, 24	35, 1, <td>1, 16</td> <td>27, 26,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td></td></td></td>	1, 16	27, 26, <td>1, 16</td> <td>35, 1,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td></td></td>	1, 16	35, 1, <td>1, 16</td> <td>35, 1,<td>1, 16</td></td>	1, 16	35, 1, <td>1, 16</td>	1, 16
39	productivity	35, 20, <td>28, 10</td> <td>28, 10,<td>13, 15</td><td>10, 28,<td>18, 16</td><td>34, 4,<td>1, 24</td><td>17, 27,<td>1, 24</td><td>25, 1,<td>1, 24</td><td></td><td>+ 1, 22</td><td>2, 21,<td>1, 24</td><td>35, 1,<td>1, 16</td><td>27, 26,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td>	28, 10	28, 10, <td>13, 15</td> <td>10, 28,<td>18, 16</td><td>34, 4,<td>1, 24</td><td>17, 27,<td>1, 24</td><td>25, 1,<td>1, 24</td><td></td><td>+ 1, 22</td><td>2, 21,<td>1, 24</td><td>35, 1,<td>1, 16</td><td>27, 26,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td></td></td></td></td></td></td></td></td></td>	13, 15	10, 28, <td>18, 16</td> <td>34, 4,<td>1, 24</td><td>17, 27,<td>1, 24</td><td>25, 1,<td>1, 24</td><td></td><td>+ 1, 22</td><td>2, 21,<td>1, 24</td><td>35, 1,<td>1, 16</td><td>27, 26,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td></td></td></td></td></td></td></td></td>	18, 16	34, 4, <td>1, 24</td> <td>17, 27,<td>1, 24</td><td>25, 1,<td>1, 24</td><td></td><td>+ 1, 22</td><td>2, 21,<td>1, 24</td><td>35, 1,<td>1, 16</td><td>27, 26,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td></td></td></td></td></td></td></td>	1, 24	17, 27, <td>1, 24</td> <td>25, 1,<td>1, 24</td><td></td><td>+ 1, 22</td><td>2, 21,<td>1, 24</td><td>35, 1,<td>1, 16</td><td>27, 26,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td></td></td></td></td></td></td>	1, 24	25, 1, <td>1, 24</td> <td></td> <td>+ 1, 22</td> <td>2, 21,<td>1, 24</td><td>35, 1,<td>1, 16</td><td>27, 26,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td></td></td></td></td></td>	1, 24		+ 1, 22	2, 21, <td>1, 24</td> <td>35, 1,<td>1, 16</td><td>27, 26,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td></td></td></td></td>	1, 24	35, 1, <td>1, 16</td> <td>27, 26,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td></td></td></td>	1, 16	27, 26, <td>1, 16</td> <td>35, 1,<td>1, 16</td><td>35, 1,<td>1, 16</td></td></td>	1, 16	35, 1, <td>1, 16</td> <td>35, 1,<td>1, 16</td></td>	1, 16	35, 1, <td>1, 16</td>	1, 16

#### 5.6.4 Efekti

Avots:

*G. Altshuller – Lev Shulyak, Steven Rodman, The Innovation Algorithm, TRIZ, Systematic Innovation and Technical Creativity, Technical Innovation Center, 2000)*

Nepieciešamais efekts vai pazīmes vērtība	Fiziskā parādība, kas nodrošina vēlamo efektu vai pazīmes vērtību;
Temperatūras mērišana	Termiskā izplešanās un tās ietekme uz dabiskajām svārstībām vai frekvencēm. Termoelektriskās īpatnības. Starojuma apjoms. Izmaiņas optiskajās, elektriskajās un magnētiskajās vielu pazīmju vērtībās. Pāreja uz Kirī punktu. Hopkinsa, Barkhauzena and Sībeka efekti.
Temperatūras pazemināšana	Fāzu pārejas. Džaula – Tomsona efekts. Klasifikācijas efekts. Magnētisko kaloriju efekts. Termoelektriskās īpatnības.
Temperatūras paaugstināšana	Elektromagnētiskā indukcija. Fuko strāva. Virsmas efekts. Dielektriskā sildīšana. Elektroniskā sildīšana. Elektriskā izlādēšanās. Radiācijas absorbcija ar vielu starpniecību. Termoelektriskās īpatnības.
Temperatūras stabilizēšana	Fāzu pārejas, ieskaitot pāreju uz Kirī punktu.
Priekšmeta atrašanās vieta	Vielu ieviešana, kas spēj pārveidot esošos laukus (kā luminoforas) vai radīt jaunus laukus (kā feromagnētiskie materiāli), tādēļ tiem ir viegli noteikt gaismas foto efekta deformācijas atstarošanu un izdalīšanu. Radioaktīvais un rentgenu starojums Luminiscence. Izmaiņas elektriskajā un magnētiskajā laukā. Elektriskā izlādēšanās. Doplera efekts.
Priekšmeta pārvietošana	Magnētiskais lauks, kas izmantots, lai ietekmētu priekšmetu vai magnētu, kas pievienots priekšmetam. Magnētiskais lauks, kas izmantots, lai ietekmētu vadītāju ar tiešo caurplūsmu. Elektriskais lauks, kas izmantots, lai ietekmētu elektriski uzlādētu priekšmetu. Spiediena pāreja šķidrumā vai gāzē Mehāniskās svārstības. Centrīieces spēks. Termiskā izplešanās. Gaismas spiediens.



Šķidruma vai gāzes pārvietošana	Kapilārais spēks. Osmoze. Tomsa efekts. Viļņi. Bernulli efekts.
Aerosola jeb gaisīgas vielas pārvietošana (putekļu daļīnas, dūmi, migla utt.)	Elektrizācija. Pielietojams elektriskais vai magnētiskais lauks. Gaismas spiediens.
Maisījumu veidošana	Ultrasonogrāfija. Kavitācija. Difūzija. Pielietojams elektriskais lauks. Magnētiskais lauks, ko pielieto kopā ar magnētisku materiālu. Elektroforēze.
Maisījumu nošķiršana	Elektriskā un magnētiskā nošķiršana. Elektriskā un magnētiskā lauka pielietošana, lai mainītu šķidruma pseido-viskozitāti. Centrtieces spēks. Sorbcija. Difūzija.
Priekšmeta pozīcijas stabilizēšana	Pielietojams elektriskais vai magnētiskais lauks. Šķidruma aizturēšana, to sacietējot ar elektriskā vai magnētiskā lauka starpniecību. Žiroskopa efekts. Reaktīvais spēks.
Spēka radīšana un/vai manipulēšana	Augsta sprieguma radīšana. Magnētiskā lauka pielietošana ar magnētiska materiāla starpniecību. Fāzu pāreja. Termiskā izplešanās. Centrtieces spēks. Hidrostatisko spēku maiņa, iespaidojot magnētiskā šķīduma, kas atrodas magnētiskajā laukā, elektrovadāmības pseido-viskozitāti. Sprāgstvielu izmantošana. Elektrohidrauliskais efekts. Optiskais hidraulikas efekts.
Berzes maiņa	Džonsona – Rabeka efekts. Radiācijas efekts. Pārlieku zemas berzes efekts. <i>No-wear</i> berzes efekts.

Priekšmetu sadursme	Elektriskā izlādēšanās. Elektrohidrauliskais efekts. Rezonanse. Ultrasonogrāfija. Kavitācija.
Mehāniskās un termiskās energijas uzkrāšana	Elastīgā deformācija. Žiroskops. Fāzu pārejas.
Enerģijas pārnese ar mehāniskās, termiskās, starojuma vai elektriskās deformācijas starpniecību.	Svārstības. Aleksandrova efekts. Viļni, ieskaitot triecienviļņus. Radiācija. Termiskā vadāmība. Konvekcijs. Gaismas atstarošana. Šķiedru optika. Lāzeri. Elektromagnētiskā indukcija.
Kustīga objekta ietekmēšana	Pielietojams elektriskajam vai magnētiskajam laukam, bez fiziska kontakta ietekmes.
Mērījumu dimensijas	Dabisko svārstību frekences mērījumi. Magnētisko vai elektrisko izgatavotāju noteikšana.
Mainīgas dimensijas	Termiskā izplešanās. Deformācija. Magnetostrikcija Pjezoelektrika.
Virsmas pazīmju un/vai apstākļu noteikšana	Elektriskā izlādēšanās. Gaismas atstarošana. Elektroniskā emisija. Muarē efekts. Starojums.

Mainīgas pazīmes	virsmu	Berze. Uzsūkšana. Difūzija. Baušingera efekts. Elektriskā izlādēšanās. Mehāniskās vai akustiskās svārstības.
Apjomu vērtību un/vai apstākļu noteikšana		Atzīmju ieviešana; Vielas, kas spēj pārveidot esošos laukus (kā luminoforas) vai radīt jaunus laukus (kā feromagnētiskie materiāli) atkarībā no materiāla pazīmju vērtībām. Elektriskās pretestības maiņa, kas atkarīga no struktūras un/vai pazīmju vērtību mainības. Mijiedarbība ar gaismu. Elektriskā un/vai magnētiski optiskā parādība. Polarizēta gaisma. Radioaktivitāte un rentgenstarojums. Elektroniski paramagnētiskā vai kodolmagnētiskā rezonanse. Magnētiski – elastīgais efekts. Pāreja aiz Kirī punkta. Hopkinsa and Barkhauzena efekts. Ultrasonogrāfija. Mezbauera efekts.
Mainīgas vērtības	apjomu	Elektriskais vai magnētiskais lauks, kas pielietots lai mainītu šķidrumu pazīmju vērtības (speido-viskozitāti, šķidruma nepastāvību). Iespaidošanās no magnētiskā lauka ar ieviesta magnētiskā materiāla starpniecību. Sildīšana. Fāzu pāreja. Jonizācija ar elektriskā lauka palīdzību. Ultravioletais, rentgena vai radioaktīvais starojums. Deformācija. Difūzija. Elektriskais vai magnētiskais lauks. Baušingera efekts. Termoelektriskais, termomagnētiskais vai magnētiski-optiskais efekts. Kavitācija. Fotochromātiskais efekts.
Noteiktu struktūru izveide un stabilizēšana		Traucējumi/ iejaukšanās. Stāvoši vilņi Muarē efekts. Magnētiskie vilņi. Fāzu pārejas. Mehāniskās un akustiskās svārstības.

Elektrisko magnētisko noteikšana un lauku	Osmoeze. Elektrizēšana. Elektriskā izlādēšanās. Pjezo- un segneto-elektriskie efekti. Elektreti. Elektroniskā emisija. Elektro-optiskā parādība. Hopkinsa and Barkhauzena efekti. Holla efekts. Kodolmagnētiskā rezonanse.
Starojuma noteikšana	Optiskais akustikas efekts. Termiskā izplešanās. Fotoefekts Luminiscence. Fotoplastiskais efekts.
Elektromagnētiskā starojuma radīšana	Džozefsona efekts. Starojuma indukcija. Tuneļa efekts Luminiscence. Hanna efekts.
Elektromagnētisko lauku kontrole	Ekrānu izmantošana. Pazīmju vērtību maiņa (piemēram, dažāda elektriskā vadāmība). Priekšmetu formu maiņa.
Gaismas un gaismas modulācijas kontrole	Gaismas refrakcija un atstarošana. Elektriskā un magnētiski optiskā parādība Foto elastīgums. Kera un Faradeja efekts Hanna efekts.
Ķīmisko reakciju izraisīšana un pastiprināšana	Ultrasonogrāfija. Kavitācija. Ultravioletais, rentgena un radioaktīvais starojums. Elektriskā izlādēšanās. Triecienvilņi.

## Vielas-lauka resursi

*Avots:*

*G. Altshuller – Lev Shulyak, Steven Rodman, The Innovation Algorithm, TRIZ, Systematic Innovation and Technical Creativity, Technical Innovation Center, 2000)*

## Vielas resursi

- Atkritumi
- Izejvielas un izstrādājumi
- Sistēmas elementi
- Lētas vielas
- Vielu plūsma
- Vielu pazīmju vērtības

## Lauka resursi

- Enerģija sistēmā
- Vides enerģija
- Veidoti uz iespējamām enerģijas platformām
- Sistēmas atkritumi kļūst par sistēmas enerģiju

## Telpas resursi

- Tukša telpa
- Cita dimensija
- Vertikāls izkārtojums
- Ietveršana

## Laika resursi

- Priekšdarbi
- Plānošana
- Paralēlie darbi
- Pēc-darbi

## Informācijas resursi

- Vielas dotā informācija
- Raksturīgās pazīmes vērtības
- Pārvietojamā informācija
- Pagaidu informācija
- Pamatā informācijas maiņa

## Funkcionālie resursi

- Primārās funkcijas iekšējie resursi
- Kaitīgo efektu izmantošana
- Sekundāri radīto funkciju izmantošana



## 5.6.5 Vārdū krājums: Pretrunas/Efekti/Resursi

### **Pretruna**

Viens no galvenajiem TRIZ postulātiem un izšķirošs faktors radošajiem uzdevumiem.

Galvenokārt pretējas prasības vienam priekšmetam.

Pretrunas tiek iedalītas administraīvajās, tehniskajās un fiziskajās pretrunās.

#### **Administratīvā pretruna:**

Administratīvā pretruna ir nepieciešama, lai paveiktu kādu darbību, bet nav zināms, kā to paveikt.

(Pretruna starp vajadzībām un iespējām.)

#### **Tehniskā pretruna:**

Tehniskā pretruna ir, kad nepieciešams uzlabot vienu elementu (vai vienu pazīmi) tehniskajā sistēmā ar zināmu metožu palīdzību, bet tas ir saistīts ar cita tehniskās sistēmas elementa (vai pazīmes) daļu.

Pretruna ir konflikts starp sistēmas pazīmēm: vienas pazīmes uzlabošana sistēmā ved pie citas pazīmes paslīktināšanās.

(pretēja atkarība starp iekārtas vai tehnoloģijas pazīmēm)

#### **Fiziska pretruna:**

Fiziska pretruna, kad izmanto abpusēji pretējas prasības vienai un tai pašai pazīmei vienam un tam pašam sistēmas elementam.

(Pretējas/ pretrunīgas fiziskās prasības vienam priekšmetam)

#### **40 izgudrojumu principi:**

Altšullera izstrādāti 40 principi, ko izmantot tehnisko pretrunu likvidēšanai.

#### **Nošķiršanas principi:**

Lai pārvarētu fizisko pretrunu, pastāv četri “fiziskie” principi – fizisko parādību un efektu datu bāze.

#### **Altšullera pretrunu matrica**

Izstrādājis G.S.Altšullers .

Matrica piedāvā izgudrojumu principus, lai risinātu pretrunas, kas rodas uzlabojot kāda produkta, procesa vai sistēmas pazīmi.

#### **Tehniskie parametri**

Altšullers arī izstrādājis 39 pazīmes vai tehniskās sistēmas īpašības, kas var palīdzēt izstrādāt un aprakstīt tehnisko pretrunu. Līdz ar šīm pazīmēm iespējams izmantot Pretrunu matricu.



## 5.6.6 Atsaues - Pretrunas/Efekti/Resursi



- Altshuller, G.S., *Creativity as an exact science* (tulkojis Anthony Williams).
- Savransky, Seymon, *Engineering of Creativity*, 2000.
- Terninko, J., Zusman, A., Zlotin, B., *Systematic Innovation, an Introduction to TRIZ*, 1998.
- Mann, Darrell, *Hands-on Systematic Innovation*, 2002.
- Valery Krasnoslobodtsev, *TRIZ Lessons*, [www.triz.org/index.htm](http://www.triz.org/index.htm)
- Larry K. Ball, *TRIZ Journal* 2004/01, Supplement to Breakthrough Thinking with TRIZ, 2nd Edition.
- Adunka, R., TRIZ Lecture (Prezentāciju slaidi), 2008.
- Tomasi, F., Mann, D. et al., *SUPPORT Training Materials*, 2005.
- Dubois, S., Rasovska, I., De Guio, R., *Comparison of non solvable problem solving principles issued from CSP and TRIZ in Computer Aided Innovation*, 2008.
- Vikentiev, I. L., Yefremov, V. I., Index of Geometric Effects, first published in the collection *Rules of a Game Without Rules*, Petrozavodsk, Karelia, 1989, ISBN 5-7545-0108-0 (Krievu val.).
- Zusman, A., Zlotin, B., TRIZ Tutorial, Homepage Ideation International Inc.



## PAPILDU UZDEVMI TETRIS MATERIĀLIEM. (IGORS KAIKOVS)

### Ievads

Visi sekojošie uzdevumi sniegti vienkāršotā un pielāgotā formā. Kā piemēri izvēlētas vienkāršas tehniskās sistēmas, kas ir visiem zināmas. Piemēros atrisinātas inženiertehniskas problēmas, kas var tikt izmantots kā izglītojošs materiāls vairākiem TRIZ principiem un likumiem. Tomēr šī apmācību kursa nolūkiem šie piemēri jāvienkāršo tādā līmenī, lai studentiem neradītu nepareizu priekšstatu par vielu un reālās problēmas sarežģības līmeni.

Vienkāršā forma, bez atbilstošiem problēmas situācijas aprakstiem, tās pārveide no juceklīgas situācijas precīzi definētā problēmā, ir nepiemērota un pat kaitīga šī apmācību kursa mērķiem. Vēlākās apmācību kursa versijās tiks dotas reālas individuālas ražošanas problēmas ar atbilstošiem metožu skaidrojumiem pārejai no plašas situācijas uz problēmas formulējumu.

Šajā apmācību kursā apraksti novienkāršoti līdz izglītojošiem piemēriem. Tie analizēti detaļās, ar komentāriem un padomiem, un iespējamie atbilstoši varianti. Tomēr studentiem ir ļauts arī neatkarīgi analizēt problēmas un meklēt risinājumus saskaņā ar TRIZ likumiem.

Atcerieties, ka vienu un to pašu risinājumu iespējams ierosināt dažādi, izmantojot dažādus TRIZ instrumentus. Instruments, kas tieši Jums šķitīs vispiemērotākais un efektīvākais, atkarīgs no problēmas veida, un Jūsu prasmju un zināšanu līmeņa. Spēja pielietot dažādus TRIZ instrumentus ir viens no nosacījumiem veiksmīgā problēmu risināšanā. Ir vērts atcerēties, ka viens no TRIZ teorijas mērķiem ir nodrošināt domāšanas prasmes tādā līmenī, lai problēmas risinātājs spētu radīt pats savus problēmu risināšanas instrumentus.

Izgudrojumu problēmas ir nelineāras problēmas dažādās nozīmēs. Tādēļ, problēmas risinot, dažkārt ir vērts ielūkoties enciklopēdijās un mācību grāmatās, lai uzzinātu vairāk par tehniskās sistēmas attīstības vēsturi.

Kad problēma atrisināta, neapstājieties uzreiz. Domājiet – kas ir autoru ierosināto risinājumu trūkumi vai nepilnības? Slavenais franču dabaszinātnieks Džordzs Bufons (*Georges Buffon, Buffon, Georges-Louis Leclerc, (1707-1788)*) katru no savām grāmatām nobeidza ar neatrisināto problēmu sarakstu. Tas deva svaigu un plašu problēmas perspektīvu, kā arī piesaistot jaunus pētniekus, ļāva vienkāršāk nokļūt pie nākamā risinājuma soļa.  
Lai veicas arī Jums!

## 1. Problēma (trieciendroša atslēga)

### 1. Problēmas situācija

Slēdzenes ar plakanām atslēgām, kā demonstrēts attēlos 1, 2, 3 bieži tiek izmantotas atvilktnēm, skapjiem un arī durvīm (3. att.). Atslēgas augšējā daļa, ko turam pirkstos, lai atslēgu atslēgas caurumā pagrieztu, sauc par „galviņu”. Atslēgas apakšējo daļu, kas tiek ievietota atslēgas caurumā, lai slēdzeni aizslēgtu vai atslēgtu, sauc par vītni.



1. Attēls

<http://www.ps.com.ua/file.php?id=14>

2. Attēls

<http://keyservice.tomsk.ru/upload/avtorussia.JPG>

3. Attēls

<http://www.keyservice.ru/pics/keys/u5.gif>

Atslēga ir plāna un kabatā vai somiņā aizņem maz vietas. Tomēr šai īpašībai ir arī nozīmīgs trūkums – atslēga, kas nejaušības pēc aizmirsta slēdzenē, izsista, var arī viegli salūst. Šādā situācijā nolauzto detaļu ir grūti izņemt no slēdzenes, turklāt ir sarežģīti atslēgt durvis vai galda atvilktni. Tādā gadījumā slēdzeni nepieciešams uzlauzt, turklāt dažkārt tajā var arī tikt ievietotas dažadas sīklietas. Lai izbēgtu no šīs nepatīkamās situācijas, nepieciešama laba „trieciendroša atslēga”. Izveidojiet dizainu atslēgai, kas nesalūzīs pat ja tā saņemtu spēcīgu triecienu. Lai pārējie komponenti – galds vai durvis un slēdzene, paliek nemainīgi. Nepieciešams uzlabot tikai atslēgu, vēl precīzāk – atslēgas „galviņu”.

### \* Tradicionālās klūdas (pieļautas pirms problēmas risināšanas)

Ir dažas tradicionālās klūdas, ko studenti parasti pieļauj risinot šo problēmu. Visnozīmīgākā klūda ir svārstīties starp iespējām: un tad..., ja darīsim šādi... un ja darīsim citādi? Nemēģiniet uzminēt risinājumu. Šajā mācību procesā sekot likumiem ir pat būtiskāk nekā atrast atbildi. Problemas analīze, kas precīzi veikta, vadoties pēc likumiem, ir daudz noderīgāka un efektīvāka nekā nejauši atrasta atbilde. Turklāt, pārdomājiet, kādus risinājumus būtu ierosinājuši studenti, kas nezina TRIZ likumus. Biežākie nepareizie soļi uzskaņoti lejāk.

- Parasti tiek ierosināts izgatavot atslēgu no izturīgāka (cietāka) materiāla, piemēram, speciālas dzelzs.
- Nomainīt atslēgas formu, aizvietojot plakano atslēgu ar tādu, kura ir telpiska vai citas formas un nodrošinātu ilgāku lietošanas laiku un noturīgumu. Šādā gadījumā nepieciešams uzlabot arī slēdzeni.
- Brīdinājuma zīmes uzmanīties un neaizskart nejauši slēdzenēs atstātas atslēgas.
- Katrreiz atslēdzot vai aizslēdzot durvis, atslēgu izņemt, neļaujot tai palikt slēdzenē neuzmanītai.

Jūsu ziņā paliek atrast katram no šiem punktiem vājo posmu. Pēcāk savam risinājumam pielietojiet TRIZ likumus, lai radītu efektīvāku risinājumu.

## 2. Risinājums 1

Ideālais Gala rezultāts (IGR):

Atslēga pati sevi pasargā no salūšanas brīdī, kad to spiežam vai grūžam ar varu. Tomēr atslēga saglabā spēju veikt tās funkciju – atslēgt un aizslēgt slēdzeni.

## 3. Risinājums 2

Pretruna 1:

Atslēgai jāsalūst, ja tai pielieto spēku; atslēga nedrīkst lūzt, lai nebūtu nepieciešams mainīt slēdzeni vai durvis;

## 4. Instruments

### IGR

Atslēga pasargā sevi no salūšanas brīdī, kad to netīši pastumjam vai ar varu tai pieskaramies. Tomēr atslēga saglabā spēju veikt tās funkciju – atslēgt un aizslēgt slēdzeni.

#### Pretrunas:

Pretruna 1:

Atslēgai jāsalūst, ja tai pielieto spēku; taču atslēgai jāpaliek nesalauztai, lai nebūtu jāmaina slēdzene vai durvis.

Komentārs 1:

Vai vienmēr, kad pielietojam spēku, atslēga salūzt? Kad atveram durvis un pagriežam atslēgu atslēgas caurumā, arī tad pielietojam spēku. Ja spēks tiek pielietots pareizajā virzienā, atslēga netiek salauzta un veic savu funkciju t.i., atver slēdzeni. Šo tehnisko sistēmu (TS) nepieciešams saskaņot ar Likumu par elementu saskaņotību. (skatiet: Tehnisko sistēmu attīstības likumi).

Pretruna 2:

Atslēgai jāsalūst, lai pārnestu spēku, kas tiek pielietots pret atslēgu nejaušā grūdienā; atslēga nedrīkst salūzt, lai nebūtu jāmaina slēdzene vai durvis.

Komentārs 2:

Kad nejauši pielietotais spēks nesalauž atslēgu, bet pagriež to atslēgas caurumā, spiediena enerģija nerada atslēgas salūšanu, bet gan pagrieziena kustību. Taču rodas jauna problēma – nevēlama slēdzenes aizvēršanās – atvēršanās, kas rodas no regulāriem spiedieniem – uzsitieniem. Dažkārt šāda nevēlama slēdzenes atslēgšanās vai aizslēgšanās var radīt vēl bīstamākas sekas nekā atslēgas salūšana.

Analīze jāveic nosakot pēc iespējas vairāk nozīmīgu pretrunu, lai iegūtu pēc iespējas detalizētāku ideālā risinājuma profilu.

Pretruna 3:

Atslēgai nepieciešams griezties līdz ar regulāru slodzi uz to, izvairoties no bojāšanās; atslēgai nepieciešams negriezties līdz ar regulāru slodzi, lai izvairītos no atslēgas atslēgšanās vai aizslēgšanās.

Pretruna 4:

Atslēgas daļai nepieciešams atrasties ārpus atslēgas cauruma, lai to būtu iespējams lietot

(pagriezt, aizslēgt un atslēgt slēdzeni, izņemt atslēgu); atslēga nedrīkst būt izvirzīta ārpus atslēgas cauruma, lai to lieki nestumdītu vai nesalauztu.

Pretruna 5:

Atslēgas galviņai nepieciešams būt garai, lai atslēgu varētu ērti pagriezt un atslēgt slēdzeni, taču galviņai jābūt īsai, lai to nenolauztu regulāri uz to pielietojot spēku.

## “Knaibļu” modelis

1. SI – Situācijas apraksts: nevēlama (negatīva) situācija (Negatīvs Efekts – NE). Ko mainīt?

Ja plakana atslēga, kas atstāta slēdzenē, tiek netīši pagrūsta, tā salūzt. Nepieciešams, lai plakana atslēga, kad tā ievietota atslēgas caurumā, nelūzt pie regulāras slodzes.

2. Iedomājieties, ka Jūsu rokās ir buryju nūjiņa (Visvēlamākais rezultāts - VVR):

Atslēga pati sevi pasargā no lūšanas laikā, kad to netīši pagrūžot, iedarbojamies uz to ar spēku. Tomēr atslēga saglabā spēju veikt tās funkciju – atslēgt un aizslēgt slēdzeni.

3. Šķērslis (Pretruna) kas kavē negatīvā efekta pārvarēšanu (NE=SI) un sasnieg VVR:

Atslēgai nepieciešams griezties regulāri panesot spiedienu, taču nelūst; atslēgai nav nepieciešams griezties regulāri panesot spiedienu, lai regulāro spiedienu laikā atslēga patvaļīgi neatslēgtos vai neaizslēgtos.

Saskaņā ar ARIZ logiku (Rokasgrāmatas 3. nodaļa) nepieciešams noteikt pretrunas darbības telpu un darbības laiku. Šajā situācijā iespējams izmantot nošķiršanas principus, lai pārvarētu pretrunu (5. nodaļa).

Patiens – konfliktējošās prasības šajā gadījumā iespējams nošķirt telpā, jo dažādas atslēgas uzvedības pazīmes ir nepieciešamas, kā pielietotā spēka funkcijas virziens (grieziens, lai atvērtu vai aizvērtu, spēks no malas, lai nejauši uzsistu).

Nošķiršanas principa īstenošanai pielietojami divi izgudrojumu principi:

### Izgudrojumu princips № 1: “Segmentācija”

- A) Sadalīt priekšmetu neatkarīgos elementos.
- B) Padarīt priekšmetu viegli izjaucamu/saliecamu.
- C) Palielināt priekšmeta segmentācijas vai fragmentācijas līmeni.

### Izgudrojumu princips № 15: “Dinamika”

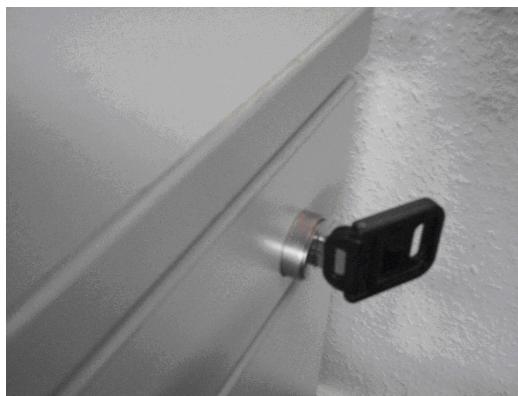
- A) Priekšmeta īpašības (vai ārējās vides īpašības) jāizmaina, lai pielāgotu optimālai darbībai katrā darbības posmā.
- B) Sadaliet priekšmetu elementos, kas spējīgi mainīt to pozīciju attiecībā viens pret otru.

## 5. Iespējamais risinājums

Atslēgas galviņai un vītnei jābūt saistītām ar eņģi vai viru. Kad atslēga tiek slēdzenē griezta, eņģe paliek nekustīga, jo šajā posmā gan galviņas, gan vītnes griešanās ir nepieciešama. Tie kustas kā vienota vienība. Rezultāts tiek sasniegts, saskaņojot pa pāriem divus elementus, kad tiek pielietots spēks.

Tomēr, ja pielietojam spēku attiecībā pret atslēgas galviņu, un šis spēks ir virzienā perpendikulāri pret atslēgas asi, galviņa virs vītnes pagriežas ar eņģes palīdzību. Šajā gadījumā saskaņošana pa pāriem izpaliek (4. Attēls).

Salīdziniet: pulksteņu metāla aproce ir labi ieliekta vienā virzienā – aproces posmiņi kustas viens otra virzienā ar eņģīšu palīdzību. Tā saglabājas stingra un cieta, ja spēku pielieto nostiepumā, kad savienojumi nedarbojas kā eņģes (5. Attēls).



4. Attēls (I. Kaikova foto)



5. Attēls. (I. Kaikova foto)

## 2. PROBLĒMA: LIETUSSARGS. (IGORS KAIKOVS)

### 1 Problēmas situācija

Šī situācija ir pazīstama katram. Liels lietussargs Jūs lieliski pasargās no lietus. Zem šāda lietussarga no lietus var patverties pat divi cilvēki... Taču spēcīgas vēja brāzmas mēdz to apgriezt otrādi. Dažreiz pat salauzt. Mazāks lietussargs ir noturīgāks pret vēju, taču pasargā no lietus daudz sliktāk. Protams, iespējams izgatavot lielu un robustu lietussargu ar resniem spiekiem un biezumiem, izturīgu audumu, taču to būs neērti nest pat divām personām. Šādos brīžos viss spēks jāpatērē, lai to tikai noturētu rokās. Ko darīt? Izdomājiet dizainu lietussargam ar lielu kupolu, lai tas labi aizsargātu pret lietu, taču nelūstu spēcīgās vēja brāzmās un būtu ērti lietojams un viegli pārnēsājams.



1. Attēls

### \* Tradicionālas kļūdas (pieļautas pirms problēmas risināšanas)

Parasti tiek piedāvāts lietussargu padarīt izturīgāku, padarīt to vieliskāku: ar resnākiem spiekiem un biezāku audumu. Saīdziniet šo risinājumu ar pirmo risinājumu iepriekšējā uzdevumā ar triecienizturīgo atslēgu (skatiet: Tradicionālās kļūdas, kas pieļautas pirms problēmas risināšanas). Vai pamanījāt līdzības šajā loģikā? Tradicionālā loģika mudina mūs izmantot nepiemērotus risinājumus, risinājumus, kas risina tikai vienu daļu no problēmas. Vējš var būt tik spēcīgs, ka pat izturīgāki spieki un biezāks audums nepalīdzēs izbēgt no problēmas. Dialektiskās loģikas paradokss, kas ir TRIZ pamatā, mudina rīkoties tieši pretēji – nepieciešams „pavājināt” lietussargu – padarīt to padevīgu un lokanu,

Viens no populāriem risinājumiem ir SENZ lietussargs – kas daļēji risina šo problēmu. «SENZ lietussargs izstrādāts, lai precīzi izpildītu noteiktu funkciju – izvairītos no lietussarga apvēršanās otrādi spēcīgās vēja brāzmās. SENZ komanda pārveidoja lietussarga dizainu, padarot to izturīgāku un aerodinamiskāku. (2. Attēls)



2. Attēls. <http://www.moreinspiration.com/Innovation.aspx?id=1473>

Tomēr šim lietussargam ir viens būtisks trūkums. Lietussarga kupols ir asimetriskas formas, tādēļ to nepieciešams izmantot kā laivu, tā šaurāko galu turot pretim vējam. Saskaņā ar izgudrotāju slēdzieniem tieši šādi lietussargs ir vismazāk pieejams vēja brāzmām. Papildus šāda lietussarga lietošanas sarežģītībai, radās nopietnas problēmas ar tā ražošanu. Tā spiekī ir dažāda garuma un tos precīzi jāizvieto asimetriskajā kupolā jau ražošanas procesā. Turklat šāda lietussarga diametrs ir neliels, tāpēc to ir neiespējami izmantot divām personām, turklāt sānu vējš lietotāju nesaudzēs tik un tā.

Vēl kāda ideja lietussarga dizaina stiprināšanai ir pievienot papildu elementus, lai palīdzētu lietussarga spiekīem izturēt vēja spēku. Protams, šāda lietussarga izmantošana ir stipri neērta, turklāt to nepieciešams precīzi uzstādīt un pēcāk arī noņemt. (3. Attēls)



3. Attēls

Vēl kāds populārs šīs problēmas risinājums ir elastīgs lietussarga kupols. Spēcīgās vēja brāzmās tas nelūzt, tas apvēršas otrādi. Taču šādā pozīcijā tas nekādi nepasargā lietotāju no lietus. Turklat pēc katras vēja brāzmas lietotājam pašam lietussarga elastīgais kupols jāapvērš sākotnējā stāvoklī.

Daži ražotāji izmisumā padevušies un nolēmuši ražot lietussargus, kas ir pietiekami lieli, lai nedaudz pasargātu no lietus un nelūztu salīdzinoši vājās vēja brāzmās. Stiprākās vēja brāzmās un spēcīgā lietū cilvēkiem labāk palikt mājās. Dažiem, iespējams, arī šis risinājums šķiet apmierinošs, taču ne mums!

## 2. Risinājums – 1

IGR:

Lietussargs pasargā sevi no vēja brāzmām, tā funkcija „pasargāt no lietus” nepasliktinās dizaina sarežģītības dēļ.

## 3. Risinājums – 2

Pretruna 1:

Lietussargam jābūt lielam, lai pienācīgi pasargātu no lietus.

Lietussargam jābūt mazam, lai vējš to nevarētu apvērst otrādi.

Pretruna 2:

Lietussargam jābūt ar atverēm, lai vējš to nevarētu piepūst un apvērst otrādi.

Lietussargam nav jābūt atverēm, lai pasargātu lietotāju no lietus.

Pretruna 3:

Lietussargam jābūt īpašas formas, lai pasargātu lietotāju no vēja brāzmām un lietussargam jābūt tradicionālas formas, lai to būtu vienkārši ražot.

Pretruna 4:

Lietussargam jābūt īpašas formas, lai izsargātos no vēja brāzmām, taču lietussargam jābūt tradicionālas (puslodes) formas, lai pasargātu no lietus vienmērīgi.

## 4. Instruments

**IGR:**

Lietussarga spēja pasargāt sevi no vēja brāzmām, nepasliktina tā funkciju pasargāt lietotāju no lietus.

### “Knaibļu” modelis

1. SI – Situācijas apraksts: nevēlama (negatīva) situācija (Negatīvs Efekts – NE). Ko mainīt? Liels lietussargs labi pasargā no lietus, taču spēcīgas vēja brāzmas to apvērš otrādi. Dažreiz vējš to pat salauž. Mazs lietussargs labāk panes vēja brāzmas, taču pasargā no lietus daudz sliktāk.

2. Iedomājieties, ka Jūsu rokās ir burvju nūjiņa (Visvēlamākais rezultāts - VVR): Lietussargs labi pasargā lietotāju no lietus un nelūzt vēja brāzmās. Lietussargs pasargā sevi no vēja brāzmām nepasliktinoties funkcijai pasargāt lietotāju no lietus.

3. Šķērslis (Pretruna) kas kavē negatīvā efekta pārvarēšanu (NE=SI) un sasniegt VVR: Liels lietussarga kupols darbojas kā bura vēja brāzmās, t.i., vēja plūsma kupola iekšienē ir visbīstamākā – tā apvērš lietussargu otrādi. Ārējās vēja brāzmas pārslīd lietussarga kupolam no ārpuses.

4. Sekojiet ARIZ soļiem vai tiem raksturīgajai loģikai, lai analizētu pretrunas, nosakot to darbības zonu, darbības laiku, pieejamos resursus, un meklējiet nošķiršanas iespējas.

Sekojiet ARIZ soļiem 1-3, kā aprakstīts 3.nodaļā un pielietojiet nošķiršanas principu, kā aprakstīts 5. nodaļā.

Apskatīsim dažus izgudrojumu principus, kas pielāgojami esošajām pretrunām.

### Izgudrojumu princips № 1 “Segmentācija “

- A) Sadalīt priekšmetu neatkarīgos elementos.
- B) Padarīt priekšmetu viegli izjaucamu/salieku.
- C) Palielināt priekšmeta segmentācijas vai fragmentācijas līmeni.

## Komentārs

Apskatām pretrunu 1: lietussargs ir liels – mazs. Rodas sekojoša ideja: sadalīt lietussargu divos lietussargos, piemēram, izmantot divus mazus lietussargus viena liela vietā (4. Attēls). Šī risinājuma acīmredzamais trūkums ir lietošanas neērtums. Līdzīgi kā divus nažus uzreiz nevar uzskatīt par šķērēm...



**4. Attēls.** Kā lietot divus mazus lietussargus viena liela vietā?  
[http://www.dvorec.ru/reg/foto/11455\\_1153293970.jpg](http://www.dvorec.ru/reg/foto/11455_1153293970.jpg)

## Izgudrojumu princips № 15: “Dinamika”

- A) Priekšmeta īpašības (vai ārējās vides īpašības) jāizmaina, lai pielāgotu optimālai darbībai katrā darbības posmā.
- B) Sadaliet priekšmetu elementos, kas spējīgi mainīt to pozīciju attiecībā viens pret otru.

## Komentārs

Joprojām apskatām pretrunu 1: lietussargs ir liels – mazs. Rodas sekojoša ideja:  
Lietus līst pastāvīgi, tādēļ, kamēr vien tas līst, lietussargs ir atvērts. Vēja brāzmas sasniedz lietussarga kupolu periodiski. Vēja brāzmu laikā lietussargs kļūst mazs, taču, kad brāzmas pāri, lietussargs kļūst liels.

## Izgudrojumu princips № 21 “Pārskriet pāri” (Izlaišana)

Veiciet kaitīgo vai bīstamo darbību vai tās posmus lielā ātrumā.

## Komentārs

Apskatām pretrunu 1: lietussargs ir liels – mazs; un pretrunu 2 : lietussarga kupolā ir atveres, lai novērstu piepūšanos vēja brāzmās un tam nav atveru, lai pasargātu lietotāju no lietus. Rodas sekojoša ideja :

Atveres parādās vienīgi vēja brāzmu laikā. Vējš pats atver sev „logu”. Šeit rodas jauns izaicinājums: kā pasargāt lietotāju no lietus, kamēr vēja atveres ir atvērtas? Lai arī laika sprīdis, kurā atveres ir valā, ir pavisam īss, tomēr šajā brīdī lietotājs nav pasargāts no lietus.

## Komentārs

Šis ir ļoti būtiski. Dažas problēmas ir risināmas divos soļos. Esam atraduši veidu, kā neutralizēt vēja brāzmas lietussarga kupola iekšpusē, taču nezinām kā šajā brīdī pasargāt lietotāju no lietus. Šī situācija jau ir aprakstīta pretrunas formā, tāpēc ir būtiski atrast veidu, kā šo pretrunu atrisināt.

## Izgudrojumu princips № 22: Pārvērtiet kaitējumu priekšrocībā (“pateikties nepatikā” vai atrast veidu, kā skābos citronus “pārvērst limonādē”)

- A) Izmantojiet kaitīgos efektus – īpaši vidi – lai iegūtu pozitīvu efektu.
- B) Likvidējiet vienu kaitīgo efektu to kombinējot ar citu kaitīgo efektu

## Komentārs

Apskatām pretrunu 2: lietussargam ir atvere, lai novadītu vēja brāzmas spēcīgo gaisa plūsmu un nav atveres, lai pasargātu no lietus. Rodas sekojoša ideja:

Vēja brāzmas rada pārlieku spiedienu lietussarga kupola iekšpusē. Gaisa plūsma neļauj lietus pilēm cauri atveri iekļūt lietussarga kupolā.

## Izgudrojumu princips № 25 “Pašapkalpošanās”

- A) Priekšmetam pašam jāapkalpo sevi un jāveic papildu un remonta funkcijas.
- B) Izmantojiet enerģijas un materiālu zudumus.

## Komentārs

Apskatām pretrunu 1: lietussargs ir liels – mazs; un pretrunu 2: lietussargam ir atvere, lai novadītu vēja brāzmas spēcīgo gaisa plūsmu un nav atveres, lai pasargātu no lietus. Rodas sekojoša ideja:

Liela diametra lietussargam ir atvere vārsta formā. Normālā pozīcijā atvere ir aizvērta, taču vēja brāzmās vēja plūsma izkustina vārstu un atvere atveras. Kad vēja brāzmas ir pāri, vārsts atveri aizver automātiski, piemēram, ar vārsta pārsega svara palīdzību. Vārsts var tikt izgatavots no auduma, kas uzstiepts uz atveres.

## 5. Iespējamais risinājums

Lietussarga kupols sastāv no divām daļām, kas novietotas viena virs otras ar nelielu pārklāšanos. Vēja brāzmas veido pārlieku spiedienu lietussarga kupola iekšpusē – lietussarga augšējās daļas robeža paceļas virs zemākās daļas, izlaižot cauri gaisu. Vēja brāzmas PAŠAS izkustina vārstu un atver atveri. Laikā, kad gaisa plūsma iet caur lietussarga kupolu, tas kļūst par „lietussargu ar atveri”, taču lietus lāses nevar iekļūt zem lietussarga, jo tās aiztur pārliekais gaisa spiediens.

Pēc tam, kad gaisa plūsma cauri lietussarga kupolam beigusies, kupola augšējās daļas audums ar savu svaru pieplok iepriekšējā stāvoklī, veidojot vienu veselu kupolu. Lietus lāses, kas līst pāri lietussarga kupolam, nevar pakļūt zem augšējās kupola daļas, jo tā pārklājas ar apakšējo daļu vairāku centimetru garumā.

(Līdzīgi kā plāksnes uz mājokļu jumtiem). Skatiet 5 – 8. Attēlu.



5. Attēls (I. Kaikova foto)



6. Attēls (I. Kaikova foto)



7. Attēls (I. Kaikova foto)



8. Attēls (I. Kaikova foto)

## INOVATĪVI “KLAŅI” AUGSTAS JAUDAS DZINĒJIEM

### Ievads

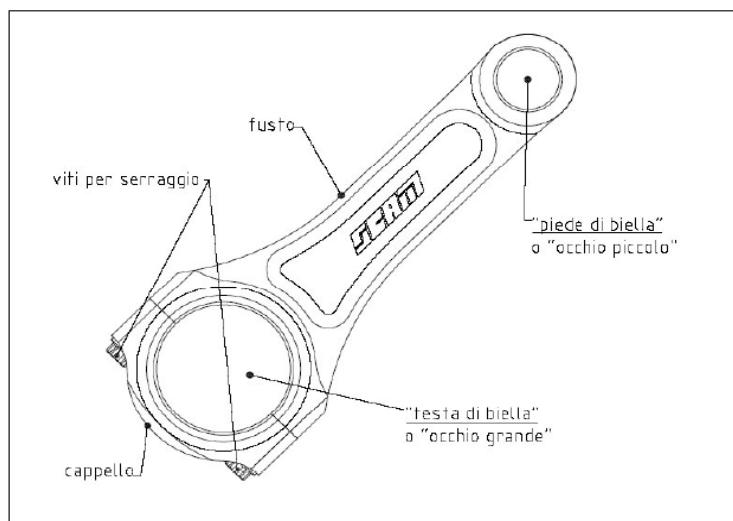
Klaņi (klaņi ir savienojumi, kas auto dzinējā savieno virzuli ar kloķvārpstu) 4 virzuļu dzinējiem pamatā sastāv no trim apakšsistēmām (1. Attēls): ilkss ar mazo stiprinājumu tā šaurākajā galā, kur virzuļa gals tiek ievietots; galviņas – pusapļa detaļas, kas kopā ar ilkss platāko galu, veido lielo stiprinājumu, kur klanis iestiprināts dzinēja asī; 2 skrūvēm, kas fiksē galviņu pie ilkss.

Klanis ir pakļauts maksimālajai slodzei, pateicoties mainīgajai inerces slodzei un degvielas spiedienam sadegšanas kamerā. Tā rezultātā skrūves iztur vidēji mainīgu slodzi augstas jaudas dzinējos (piemēram, F-1 auto dzinējos), kas ir viens no vājākajiem punktiem visā sistēmā.

Pēdējās desmitgades laikā tikušas ieviestas nozīmīgas izmaiņas, pateicoties speciāla tērauda un titāna sakausējumiem, kas ar augstu izturību panes maksimālo slodzi. Šīs tendences ietvaros ir izveidojusies atsevišķa tirgus niša speciālām tērauda skrūvēm ekstremāliem slodzes apstākļiem. Šo tirgu dala 2-3 galvenie ražotāji, kā rezultātā šie uzņēmumi var brīvi regulēt šo skrūvju cenas.

Mazs konkurētspējīgs uzņēmums, kas ražo asis un klaņus sporta dzinējiem, nespēj parakstīt ekskluzīvus piegādes līgumus ar iepriekš minētajiem skrūvju ražotājiem nelielu ražošanas apjomu dēļ. Turklat lielajiem konkurējošiem uzņēmumiem ir lielākas iespējas parakstīt ekskluzīvos piegādes līgumus. Tā rezultātā radās nepieciešamība radikāli mainīt klaņu uzbūvi, lai ražotu tos bez šādām skrūvēm.

Būtiski pieminēt, ka, pateicoties ārējiem ierobežojumiem, nav iespējams izstrādāt klaņus, kas ir vienā gabalā, tos uzstādot uz vairāku elementu ass. Ir arī skaidrs, ka, pateicoties īpašajam klaņa uzdevumam, tā svara samazināšana ir visbūtiskākā prasība, kas jāapmierina.



1. Attēls – Klanis 4 virzuļu dzinējiem.

Tā kā sistēma ir samērā vienkārša, funkcionālā analīze nenodrošina skaidru priekšstatu par dizaina iespējām, kas katrai detaļai ir individuālas. Tomēr, ņemot vērā dizaina pazīmes, iespējams noteikt vairākas pretrunas. Tās izmantojot, soli pa solim izveidota ARIZ analīze.

ARIZ-85C, solis 1.1

- TP-1 (tehniskā pretruna 1): ja klanis aprīkots ar mazām/vieglām skrūvēm, ilks un galviņa, kā arī pēc tam skrūves, ir pakļautas maksimālajai slodzei, kas pārsniedz klaņa maksimālo izturību.
  - TP-2: ja klanis ir aprīkots ar skrūvēm, kas spēj panest maksimālās slodzes, kas iedarbojas uz klani, to svars pārsniedz maksimālo pielaujamo vērtību.

ARIZ-85C, solis 1.2

Iepriekš aprakstītā tehniskā pretruna saistīta ar sekojošu konfliktējošu pāri:

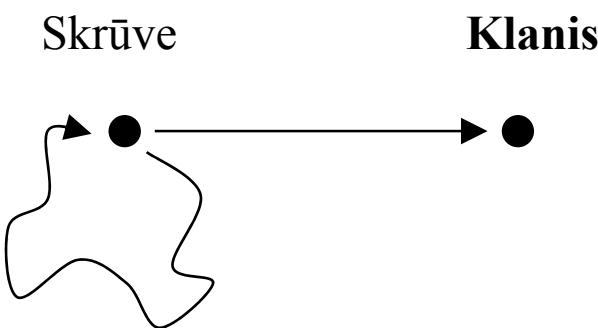
- Instruments: skrūve(s)
  - Izstrādājums: klanis

ARIZ-85C, solis 1.3

2. Attēlā pretrunas TP-1 un TP-2 aprakstītas, pieņemot, ka skrūvju pārliekais svars ir to kaitējums, pat ja tas būtu jādefinē kā inerces pārslodze (kaitējums) vispārējā sistēmā.



2. Attēls q. - ARIZ-85C - Solis 1.3: Tehniskā pretruna 1



3. Attēls b. – ARIZ-85C - Solis 1.3: Tehniskā pretruna 2

ARIZ-85C, solis 1.4

TP-1 tika izvēlēta kā papildu pretruna, kuru risināt, jo tā ir tuvāka ideālajam gala rezultātam (bez svara);

ARIZ-85C, solis 1.5

Šīs pretrunas pastiprināšana noved pie skrūves izslēgšanas no kopējās sistēmas: ja klanis aprīkots ar visvieglākajām/vismazākajām skrūvēm t.i., ilks savienojumā ar galviņu skrūvju nav, tad slodzes uz skrūvēm arī nav.

## ARIZ-85C, solis 1.5

Problēmas modelis var tikt apkopots sekojoši:

- Konflikts rodas starp skrūvi un klanī;
- Trūkstošā skrūve nepalielina sistēmas svaru, taču tā arī nepanes slodzi;
- Nepieciešams noteikt X-komponenta/lauka/pazīmes vērtību, kas var panest slodzi, kas iedarbojas uz klanī, nepalielinot kļaņa svaru.

## ARIZ-85C, solis 1.7

Iepriekš aprakstītā problēma var tikt risināta ar Izgudrojumu standartu palīdzību.

Patiesi – pastiprinātā konflikta formā ir pieejams nepabeigts vielas-lauka modelis, kurā atroda ma tikai viela (klanī). Tādējādi jāpielieto Standarts 1-1-1.

Pateicoties sistēmas dabai un neiespējamībai radikāli mainīt tās struktūru, ir jāsaglabā mehāni-skā lauka mijiedarbība.

Iespēja aizvietot skrūves, sastiprinot ilksi ar galviņu (piemēram, metinot vai sastiprinot), ir labi pārdomāta, taču beigās tika noraidīta citu sistēmas prasību dēļ.

## ARIZ-85C, solis 2.1

Darbības zona, kurā rodas konflikts rodas „lielajā actiņā“, t.i., tajā kļaņa daļā, kas tiek sastiprināta ar dzinēja asi.

## ARIZ-85C, solis 2.2

Intervāli, kad klanī ir pakļauts vilkšanas slodzei (T1’), laiks, kad tas ir pakļauts kompresijas slodzei (T1’’) un laiks, kad klanī ir iestiprināts asī (T2), apzīmē darbības laiku.

## ARIZ-85C, solis 2.3

Galvenie iekšējie resursi:

- Sistēmas resursi: ilkss, galviņa, skrūves un to formas, ģeometriskā pozīcija/orientācija, materiāls utt.;
- Apakšsistēmas resursi: mazais stiprinājums, skrūves galviņa, skrūves vītne;
- Virssistēmas resursi: virzuļa gals, virzulis, ass.

## ARIZ-85C, solis 3.1

IGR-1: X komponents, neradot konfliktu ar sistēmu un neradot kaitīgus blakus efektus (galvenokārt pārsniedzot maksimālo svaru), savieno kļaņa ilksi, pakļaujot to vilkšanas (T1’) un kompresijas slodzei (T1’’), rada stabilu slēgtu stiprinājumu, kas pievienots dzinēja asij un pasargā klanī no spēka pārneses.

## ARIZ-85C, solis 3.2

IGR var tikt pastiprināts, izvairoties no jaunu vielu/lauku ieviešanas un pielietojot solī 2.3 noteiktos resursus (pirmkārt, paša instrumenta resursus) kā X komponentu.

### IGR var formulēt saskaņā ar:

- Skrūves izmēru/formu/pozīciju, nepārsniedzot tās pieļaujamo svaru, apvienojot ilksi un kļaņa galviņu pie vilkšanas (T1’) un kompresijas slodzēm (T1’’), veidojot stabilu slēgtu stiprinājumu, kas pievienojams dzinēja asij un pasargā klanī no spēka pārneses.
- Ilkss/galviņa ir tādas formas, lai pieļautu vieglu skrūvju pielāgošanu, kas spēj savienot kļaņa ilksi un galviņu pie vilkšanas (T1’) un kompresijas slodzēm (T1’’), veidojot stabilu slēgtu stiprinājumu, kas pievienojams dzinēja asij un pasargā klanī no spēka pārneses.

## ARIZ-85C, solis 3.3

Makro līmenī fiziskās pretrunas var izteikt analizējot vēlamo katra iepriekš uzskaitītā resursa fiziskās pazīmes stāvokli/vērtību.

### Citu starp tika izvēlēta arī sekojoša pretruna:

- Skrūve T1' un T1'' laikā jānovieto ortogonāli klaņa asij, lai izvairītos no pakļaušanas maksimālajai slodzei un nedrīkst tikt novietota paralēli asij, lai savienotu klaņa rokturi un galviņu un pienācīgi pārnestu spēku.

## ARIZ-85C, solis 3.4

Fiziskā pretruna mikro līmenī var tikt formulēta sekojoši:

- T1' un T1'' laikā nepieciešams spēks, kas pārnes elementus (daļas) (šajā gadījumā daļas jāuztver kā lauks, nevis kā viela) lai skrūve, kas novietota ortogonāli klaņa asij, savieno ilksi un klaņa galviņu. Šajā situācijā jāizvairās no spēka, kas varētu pārnest daļas, lai izvairītos no maksimālās slodzes ietekmes uz skrūvi.

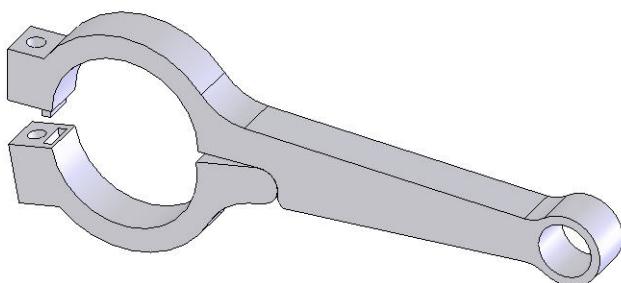
## ARIZ-85C, solis 3.5

Lielajam klaņa stiprinājumam nepieciešams spēks, kas var pārnest daļas, lai skrūve, kas novietota ortogonāli tās asij, savienotu ilksi un klaņa galviņu, nepielietojot maksimālo spēku uz skrūvi.

## ARIZ-85C, solis 3.6

Pēdējais fiziskās pretrunas formulējums rosina konceptuālu risinājumu nepielietojot nevienu no izgudrojumu principiem – vienkārši pārveidot IGR-2 reālā klaņa uzbūvē. Klaņa formas tiek pārveidotas, lai atbilstošā ilkss un galviņas virsma būtu paralēla tā asij. Līdz ar to skrūve, kas novietota ortogonāli tās asij, savieno tos kopā un sava novietojuma dēļ (ortogonāli pret spēka virzieni) nav pakļauta maksimālajai slodzei. Tādējādi var tikt pielāgoti tradicionāli tērauda sa-kausējumi pat samazinot skrūvju izmēru.

Risinājums ir gandrīz aprakstīts, taču joprojām nepieciešams skaidrs definējums, kā tiek pārnesti spēki starp lielo un mazo stiprinājumu. Ar mērķi pakļaut skrūvi statiski normālai slodzei un, izvairoties no bīdes pretestības (gan statiskās, gan mainīgās), nepieciešams ieviest sistēmā kādu jauninājumu. Mehāniķis-inženieris uzreiz prātā varētu iedomāties vairākus iespējamos risinājumus, taču šajā gadījumā tika ierosināts ieviest eņģi, kā demonstrēts 3. Attēlā.

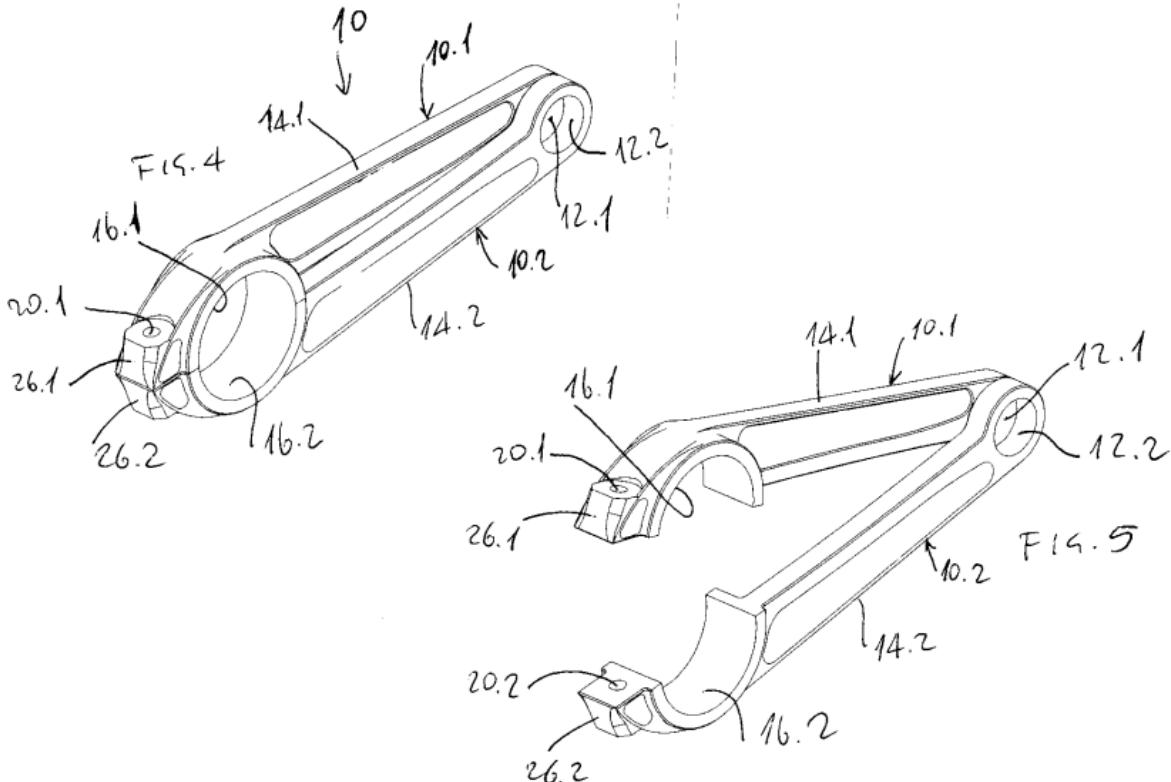


3. Attēls – Sākotnējais risinājums: Skrūve piestiprina lielo stiprinājumu pie klaņa, taču nav pakļauta maksimālajai slodzei.

Jaunas vielas (eņģes) ieviešana palielina sistēmas sarežģītību. Citiem vārdiem – eņģe nepieciešama, lai veiktu spēku pārneses lomu starp kļaņa lielo stiprinājumu un pārējo posmu, taču nav nepieciešama, lai samazinātu sistēmas sarežģītību.

Ar šo pašu loģiku, sekojot soljiem 3.1 un 3.2, tā vietā, lai ieviestu jaunas vielas, tiek ierosināts pieņemt pieejamos resursus. Starp pieejamajiem resursiem, kas noteikti solī 2.3, virzuļa gals var tikt izmantots kā eņģes atbalsta punkts, kas ļauj divām kļaņa daļām rotēt, kad tas iestiprināts dzinēja asī.

Tā rezultātā izstrādāts uzlabots kļaņa dizains, kas atspoguļots 4. Attēlā.



4. Attēls – Risinājums, kas attīstīts saskaņā ar paaugstinātu pieejamo resursu izmantošanas līmeni. Gala rezultātā klanis ir par 12 % vieglāks nekā oriģinālais un tā skrūves ir pakļautas fundamentāli statiskām slodzēm mainīgi velkošu un kompresijas slodžu vietā.

## Secinājumi

Gala secinājumi ļāva izstrādāt jaunas paaudzes kļaņus sporta dzinējiem: ar nedaudz sarežģītāku montāžu (niecīgs trūkums šajā konkrētajā jomā), taču tika sasniegta divtik nozīmīga priekšrocība: klanis ir par 12 % vieglāks nekā oriģinālais pateicoties samazinātai ilkss masai, kam pievienots skrūves ietvērums; jo vairāk – pateicoties maksimālās slodzes neesamībai speciālo sakausējumu vietā var tikt izmantota tradicionālā tērauda skrūve.

## INOVATĪVI “KLAŅI” AUGSTAS JAUDAS DZINĒJIEM

### Ievads

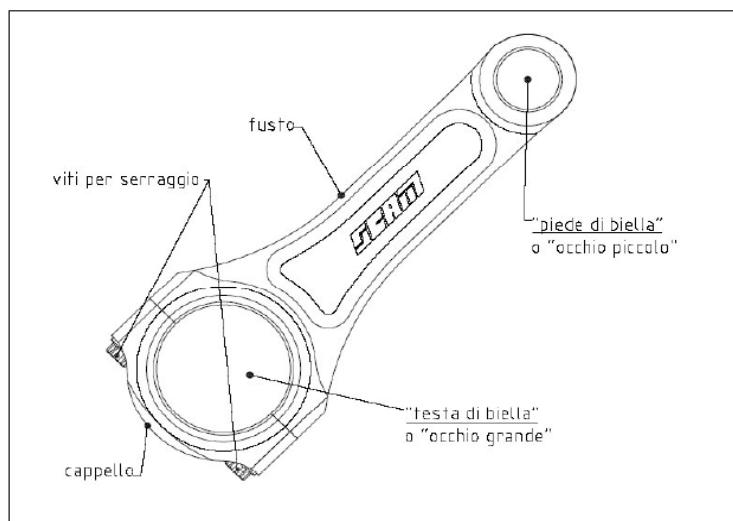
Klaņi (klaņi ir savienojumi, kas auto dzinējā savieno virzuli ar kloķvārpstu) 4 virzuļu dzinējiem pamatā sastāv no trim apakšsistēmām (1. Attēls): ilkss ar mazo stiprinājumu tā šaurākajā galā, kur virzuļa gals tiek ievietots; galviņas – pusapļa detaļas, kas kopā ar ilkss platāko galu, veido lielo stiprinājumu, kur klanis iestiprināts dzinēja asī; 2 skrūvēm, kas fiksē galviņu pie ilkss.

Klanis ir pakļauts maksimālajai slodzei, pateicoties mainīgajai inerces slodzei un degvielas spiedienam sadegšanas kamerā. Tā rezultātā skrūves iztur vidēji mainīgu slodzi augstas jaudas dzinējos (piemēram, F-1 auto dzinējos), kas ir viens no vājākajiem punktiem visā sistēmā.

Pēdējās desmitgades laikā tikušas ieviestas nozīmīgas izmaiņas, pateicoties speciāla tērauda un titāna sakausējumiem, kas ar augstu izturību panes maksimālo slodzi. Šīs tendences ietvaros ir izveidojusies atsevišķa tirgus niša speciālām tērauda skrūvēm ekstremāliem slodzes apstākļiem. Šo tirgu dala 2-3 galvenie ražotāji, kā rezultātā šie uzņēmumi var brīvi regulēt šo skrūvju cenas.

Mazs konkurētspējīgs uzņēmums, kas ražo asis un klaņus sporta dzinējiem, nespēj parakstīt ekskluzīvus piegādes līgumus ar iepriekš minētajiem skrūvju ražotājiem nelielu ražošanas apjomu dēļ. Turklat lielajiem konkurējošiem uzņēmumiem ir lielākas iespējas parakstīt ekskluzīvos piegādes līgumus. Tā rezultātā radās nepieciešamība radikāli mainīt klaņu uzbūvi, lai ražotu tos bez šādām skrūvēm.

Būtiski pieminēt, ka, pateicoties ārējiem ierobežojumiem, nav iespējams izstrādāt klaņus, kas ir vienā gabalā, tos uzstādot uz vairāku elementu ass. Ir arī skaidrs, ka, pateicoties īpašajam klaņa uzdevumam, tā svara samazināšana ir visbūtiskākā prasība, kas jāapmierina.



1. Attēls – Klanis 4 virzuļu dzinējiem.

Tā kā sistēma ir samērā vienkārša, funkcionālā analīze nenodrošina skaidru priekšstatu par dzaina iespējām, kas katrai detaļai ir individuālas. Tomēr, ņemot vērā dizaina pazīmes, iespējams noteikt vairākas pretrunas. Tās izmantojot, soli pa solim izveidota ARIZ analīze.

ARIZ-85C, solis 1.1

- TP-1 (tehniskā pretruna 1): ja klanis aprīkots ar mazām/vieglām skrūvēm, ilks un galviņa, kā arī pēc tam skrūves, ir pakļautas maksimālajai slodzei, kas pārsniedz klaņa maksimālo izturību.
  - TP-2: ja klanis ir aprīkots ar skrūvēm, kas spēj panest maksimālās slodzes, kas iedarbojas uz klani, to svars pārsniedz maksimālo pielaujamo vērtību.

ARIZ-85C, solis 1.2

Iepriekš aprakstītā tehniskā pretruna saistīta ar sekojošu konfliktējošu pāri:

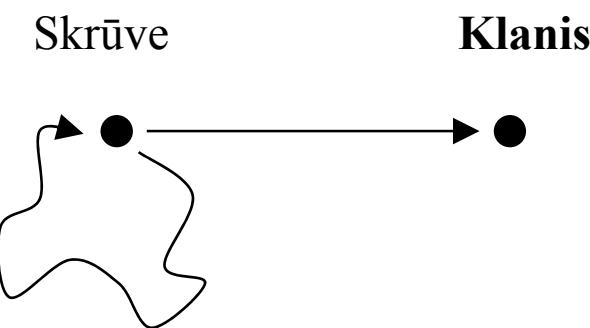
- Instruments: skrūve(s)
  - Izstrādājums: klanis

ARIZ-85C, solis 1.3

2. Attēlā pretrunas TP-1 un TP-2 aprakstītas, pieņemot, ka skrūvju pārliekais svars ir to kaitējums, pat ja tas būtu jādefinē kā inerces pārslodze (kaitējums) vispārējā sistēmā.



2. Attēls a. – ARIZ-85C - Solis 1.3; Tehniskā pretruna 1



2. Attēls b. – ARIZ-85C - Solis 1.3: Tehniskā pretruna 2

ARIZ-85C, solis 1.4

TP-1 tika izvēlēta kā papildu pretruna, kuru risināt, jo tā ir tuvāka ideālajam gala rezultātam (bez svara);

ARIZ-85C, solis 1.5

Šīs pretrunas pastiprināšana noved pie skrūves izslēgšanas no kopējās sistēmas: ja klanis aprīkots ar visvieglākajām/vismazākajām skrūvēm t.i., ilks savienojumā ar galviņu skrūvju nav, tad slodzes uz skrūvēm arī nav.

## ARIZ-85C, solis 1.5

Problēmas modelis var tikt apkopots sekojoši:

- Konflikts rodas starp skrūvi un klanī;
- Trūkstošā skrūve nepalielina sistēmas svaru, taču tā arī nepanes slodzi;
- Nepieciešams noteikt X-komponenta/lauka/pazīmes vērtību, kas var panest slodzi, kas iedarbojas uz klanī, nepalielinot kļaņa svaru.

## ARIZ-85C, solis 1.7

Iepriekš aprakstītā problēma var tikt risināta ar Izgudrojumu standartu palīdzību.

Patiesi – pastiprinātā konflikta formā ir pieejams nepabeigts vielas-lauka modelis, kurā atroda ma tikai viela (klanī). Tādējādi jāpielieto Standarts 1-1-1.

Pateicoties sistēmas dabai un neiespējamībai radikāli mainīt tās struktūru, ir jāsaglabā mehāni-skā lauka mijiedarbība.

Iespēja aizvietot skrūves, sastiprinot ilksi ar galviņu (piemēram, metinot vai sastiprinot), ir labi pārdomāta, taču beigās tika noraidīta citu sistēmas prasību dēļ.

## ARIZ-85C, solis 2.1

Darbības zona, kurā rodas konflikts rodas „lielajā actiņā“, t.i., tajā kļaņa daļā, kas tiek sastiprināta ar dzinēja asi.

## ARIZ-85C, solis 2.2

Intervāli, kad klanī ir pakļauts vilkšanas slodzei (T1’), laiks, kad tas ir pakļauts kompresijas slodzei (T1’’) un laiks, kad klanī ir iestiprināts asī (T2), apzīmē darbības laiku.

## ARIZ-85C, solis 2.3

Galvenie iekšējie resursi:

- Sistēmas resursi: ilkss, galviņa, skrūves un to formas, ģeometriskā pozīcija/orientācija, materiāls utt.;
- Apakšsistēmas resursi: mazais stiprinājums, skrūves galviņa, skrūves vītne;
- Virssistēmas resursi: virzuļa gals, virzulis, ass.

## ARIZ-85C, solis 3.1

IGR-1: X komponents, neradot konfliktu ar sistēmu un neradot kaitīgus blakus efektus (galvenokārt pārsniedzot maksimālo svaru), savieno kļaņa ilksi, pakļaujot to vilkšanas (T1’) un kompresijas slodzei (T1’’), rada stabilu slēgtu stiprinājumu, kas pievienots dzinēja asij un pasargā klanī no spēka pārneses.

## ARIZ-85C, solis 3.2

IGR var tikt pastiprināts, izvairoties no jaunu vielu/lauku ieviešanas un pielietojot solī 2.3 noteiktos resursus (pirmkārt, paša instrumenta resursus) kā X komponentu.

### IGR var formulēt saskaņā ar:

- Skrūves izmēru/formu/pozīciju, nepārsniedzot tās pieļaujamo svaru, apvienojot ilksi un kļaņa galviņu pie vilkšanas (T1’) un kompresijas slodzēm (T1’’), veidojot stabilu slēgtu stiprinājumu, kas pievienojams dzinēja asij un pasargā klanī no spēka pārneses.
- Ilkss/galviņa ir tādas formas, lai pieļautu vieglu skrūvju pielāgošanu, kas spēj savienot kļaņa ilksi un galviņu pie vilkšanas (T1’) un kompresijas slodzēm (T1’’), veidojot stabilu slēgtu stiprinājumu, kas pievienojams dzinēja asij un pasargā klanī no spēka pārneses.

## ARIZ-85C, solis 3.3

Makro līmenī fiziskās pretrunas var izteikt analizējot vēlamo katra iepriekš uzskaitītā resursa fiziskās pazīmes stāvokli/vērtību.

### Citu starp tika izvēlēta arī sekojoša pretruna:

- Skrūve T1' un T1'' laikā jānovieto ortogonāli klaņa asij, lai izvairītos no pakļaušanas maksimālajai slodzei un nedrīkst tikt novietota paralēli asij, lai savienotu klaņa rokturi un galviņu un pienācīgi pārnestu spēku.

## ARIZ-85C, solis 3.4

Fiziskā pretruna mikro līmenī var tikt formulēta sekojoši:

- T1' un T1'' laikā nepieciešams spēks, kas pārnes elementus (daļas) (šajā gadījumā daļas jāuztver kā lauks, nevis kā viela) lai skrūve, kas novietota ortogonāli klaņa asij, savieno ilksi un klaņa galviņu. Šajā situācijā jāizvairās no spēka, kas varētu pārnest daļas, lai izvairītos no maksimālās slodzes ietekmes uz skrūvi.

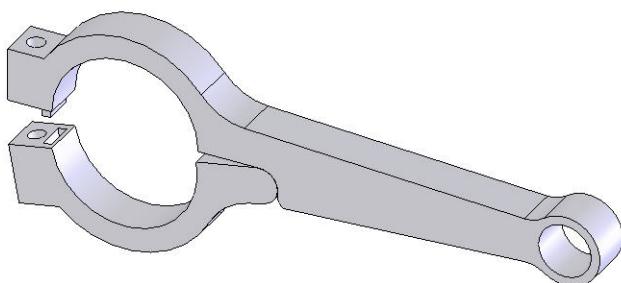
## ARIZ-85C, solis 3.5

Lielajam klaņa stiprinājumam nepieciešams spēks, kas var pārnest daļas, lai skrūve, kas novietota ortogonāli tās asij, savienotu ilksi un klaņa galviņu, nepielietojot maksimālo spēku uz skrūvi.

## ARIZ-85C, solis 3.6

Pēdējais fiziskās pretrunas formulējums rosina konceptuālu risinājumu nepielietojot nevienu no izgudrojumu principiem – vienkārši pārveidot IGR-2 reālā klaņa uzbūvē. Klaņa formas tiek pārveidotas, lai atbilstošā ilkss un galviņas virsma būtu paralēla tā asij. Līdz ar to skrūve, kas novietota ortogonāli tās asij, savieno tos kopā un sava novietojuma dēļ (ortogonāli pret spēka virzieni) nav pakļauta maksimālajai slodzei. Tādējādi var tikt pielāgoti tradicionāli tērauda sa-kausējumi pat samazinot skrūvju izmēru.

Risinājums ir gandrīz aprakstīts, taču joprojām nepieciešams skaidrs definējums, kā tiek pārnesti spēki starp lielo un mazo stiprinājumu. Ar mērķi pakļaut skrūvi statiski normālai slodzei un, izvairoties no bīdes pretestības (gan statiskās, gan mainīgās), nepieciešams ieviest sistēmā kādu jauninājumu. Mehāniķis-inženieris uzreiz prātā varētu iedomāties vairākus iespējamos risinājumus, taču šajā gadījumā tika ierosināts ieviest eņģi, kā demonstrēts 3. Attēlā.

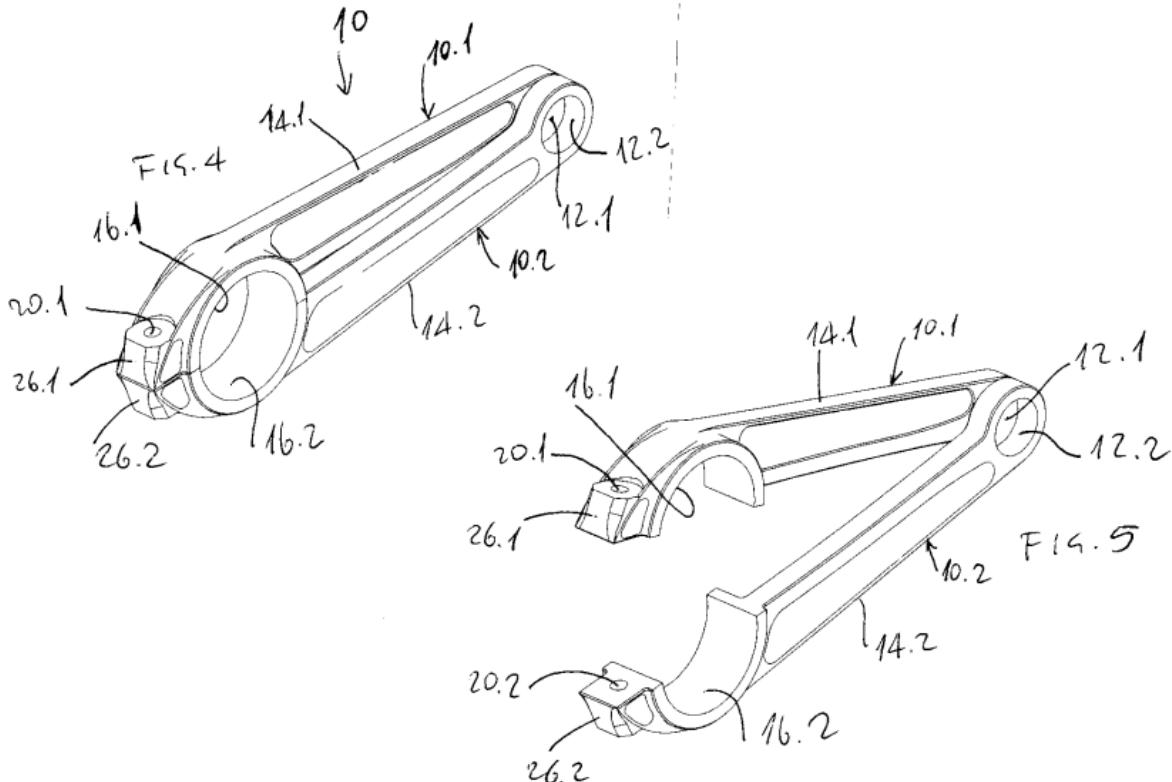


3. Attēls – Sākotnējais risinājums: Skrūve piestiprina lielo stiprinājumu pie klaņa, taču nav pakļauta maksimālajai slodzei.

Jaunas vielas (eņģes) ieviešana palielina sistēmas sarežģītību. Citiem vārdiem – eņģe nepieciešama, lai veiktu spēku pārneses lomu starp kļaņa lielo stiprinājumu un pārējo posmu, taču nav nepieciešama, lai samazinātu sistēmas sarežģītību.

Ar šo pašu loģiku, sekojot soljiem 3.1 un 3.2, tā vietā, lai ieviestu jaunas vielas, tiek ierosināts pieņemt pieejamos resursus. Starp pieejamajiem resursiem, kas noteikti solī 2.3, virzuļa gals var tikt izmantots kā eņģes atbalsta punkts, kas ļauj divām kļaņa daļām rotēt, kad tas iestiprināts dzinēja asī.

Tā rezultātā izstrādāts uzlabots kļaņa dizains, kas atspoguļots 4. Attēlā.



4. Attēls – Risinājums, kas attīstīts saskaņā ar paaugstinātu pieejamo resursu izmantošanas līmeni. Gala rezultātā klanis ir par 12 % vieglāks nekā oriģinālais un tā skrūves ir pakļautas fundamentāli statiskām slodzēm mainīgi velkošu un kompresijas slodžu vietā.

## Secinājumi

Gala secinājumi ļāva izstrādāt jaunas paaudzes kļaņus sporta dzinējiem: ar nedaudz sarežģītāku montāžu (niecīgs trūkums šajā konkrētajā jomā), taču tika sasniegta divtik nozīmīga priekšrocība: klanis ir par 12 % vieglāks nekā oriģinālais pateicoties samazinātai ilkss masai, kam pievienots skrūves ietvērums; jo vairāk – pateicoties maksimālās slodzes neesamībai speciālo sakausējumu vietā var tikt izmantota tradicionālā tērauda skrūve.

*Ir ziema. Atrodamies mazā ciematiņā kalna galā. Naktī gaiss ir dzestrs un temperatūra nokrītas pat zem 0° C. Šādos apstākļos mitrums gaisā sasalst un ledus pārklāj pilnīgi visu, tostarp arī elektrības vadus. Turklāt, dažkārt snieg un sniegs nosēžas arī uz elektrības vadiem. Ja pa dienu saulē sniegs izķūst, tad naktī tas jau atkal pārvēršas ledū. Ledus svars stiepj vadus un tos pavisam viegli var saraut. Ja tā notiek, ļaudīm no ciemata pārtrūkst elektroenerģijas padeve, kamēr vadi netiek atjaunoti. Šajā ciematā nepieciešams risinājums, lai nodrošinātu vienmērīgu elektroenerģijas padevi.*



1. Attēls: Ar ledu pārklāti elektrības vadi

*Viens no pirmajiem ierosinātājiem risinājumiem bija palielināt vara vadu diametru, taču varš ir ļoti dārgs un tādā gadījumā būtu jānomaina pilnīgi visas elektrolīnijas. Kāds cits risinājums piedāvā ierakt kabeļus zem zemes, lai tos pasargātu, taču šādas investīcijas nelielajam ciematam būtu par lielu tāpat kā elektrības stabu skaita divkāršošana. Viens no tehnīkiem ierosināja izmantot Džaula efekta radīto siltumu vadu sildīšanai, taču tādā gadījumā būtu nepieciešams palielināt esošo strāvas intensitāti, kas ievērojami palielinātu enerģijas patēriņu.*

*Nepieciešams nestandarda risinājums, tādēļ izmantosim TRIZ balstītu problēmas risināšanas procesu.*

Kad nav skaidrs, kā atrisināt problēmu, vai kura tieši ir risināmā problēma, pirms TRIZ instruments, kas jāizmanto, ir Sistēmas Operators (Nodaļa 1.3.3.5), jo tas ļauj izvēlēties pareizo problēmu, analizējot konkrēto situāciju arī no īslaicīga viedokļa kā cēloņu-seku virknī. Jāsāk ar tagadnes sistēmas definēšanu. Nav būtiski, kurš no līmeņiem tiek skatīts detalizēti un izvēlēts kā sākuma ekrāns Sistēmas Operatora analīzei. Turklat ir ārkārtīgi būtiski veikt sistemātisku analīzi, meklējot citos ekrānos problēmas, kas atkārtojas.

Esošā problēma ir liels ledus daudzums, kas veidojas uz elektrības vadiem un izraisa vadu saraūšanu. Tādējādi iespējams šo darbību izvēlēties kā sistēmas operatora centrālo ekrānu un elementi, kas jāuzskaita, būs vadi, ledus un strāva. Jāapskata šāds jautājums: kā sistēmas „tagadnes” elementi var neutralizēt ledus kaitīgo funkciju, kas izpaužas uz vadiem?

Tagad iespējams aizpildīt shēmu, kas redzama 2. Attēlā.

	<b>Elementi:</b> Piekartrose, stabi, gaiss, vide <b>Jautājums:</b> Kā piekartose, vadi, var neutralizēt ledus funkciju – saraut vadus?	
	<b>Elementi:</b> Vadi, strāva, ledus <b>Jautājums:</b> Kā vadi, strāva...var neutralizēt ledus funkciju – saraut vadus?	
	<b>Elementi:</b> Vadu materiāls, vadu forma, elektroni, ūdens <b>Jautājums:</b> Kā vadu materiāls, vadu forma... var neutralizēt ledus funkciju saraut vadus ?	

2. Attēls: Problēmu, kas atkārtojas, meklēšana: Sistēmas Operatora tagadnes sleja.

Atcerieties, ka visi ekrāni vienā slejā atrodas vienā laika joslā, kamēr ekrāni vienā rindā pārstāv vienu sistēmas līmeni. Ir vērts atcerēties, ka katrai slejai raksturīga viena problēma/jautājums, kamēr resursi, kā to risināt, mainās.

Koncentrējot uzmanību uz sleju kreisajā matricas pusē (pagātnē) nozīmē aplūkot nodrošināšanās iespējas jeb profilaksi: kreisās slejas ekrāni pārstāv laiku, kad lielais ledus daudzums vēl nav izveidojies uz vadiem, tas ir tikai ūdens, sniega vai mitruma līmenī.

Un otrādi – virzīt darbību uz matricas labo pusē jeb nākotni, nozīmē atzīt, ka problēma tagadnes slejā nav atrisināta, un nepieciešama kompensējoša pieeja nepieciešama nākotnē. Šajā gadījumā labajā slejā tiek pieņemts, ka ledus vadus ir jau sarāvis.

Tā rezultātā dažādi jautājumi un specifiskas problēmas tiek asociētas ar dažādiem Sistēmas Operators matricas ekrāniem. Aizpildīta shēma redzama 3. attēlā. Būtiski atzīmēt, ka standarta situācijā Sistēmas Operators var veidot vairāk kā 9 ekrānus, jo katra sistēma var tikt iedalīta apakšsistēmās, turklāt katram ekrānam ir pagātnes un nākotnes papildinājums.

Kad analīze sasniedz vēlamos rezultātus no problēmas risinātājam nepieciešamās nozares vietokļa, analīzi ieteicams pārtraukt.

<p><b>Elementi:</b> Piekartrose, stabi, gaiss, vide <b>Jautājums:</b> Kā piekartrose, stabi, var aizkavēt ledus veidošanos uz vadiem?</p>	<p><b>Elementi:</b> Piekartrose, stabi, gaiss, vide <b>Jautājums:</b> Kā piekartrose, stabi, var neutralizēt ledus funkciju – saraut vadus?</p>	<p><b>Elementi:</b> Piekartrose, stabi, gaiss, vide <b>Jautājums:</b> Kā piekartrose, stabi, var nodrošināt, lai strāva plūstu pa vadiem, pat ja tie ir sarauti?</p>
<p><b>Elementi:</b> Vadi, strāva, ūdens, mitrums - sniegs <b>Jautājums:</b> Kā vadi, strāva... var aizkavēt ledus veidošanos uz vadiem?</p>	<p><b>Elementi:</b> Vadi, strāva, ledus <b>Jautājums:</b> Kā vadi, strāva... var neutralizēt ledus funkciju – saraut vadus?</p>	<p><b>Elementi:</b> Sarauti vadi, ledus <b>Jautājums:</b> Kā sarautie vadi un ledus var nodrošināt, lai strāva plūstu pa vadiem, pat ja tie ir sarauti?</p>
<p><b>Elementi:</b> Vadu materiāls, vadu forma, elektroni <b>Jautājums:</b> Kā vadu materiāls, vadu forma... var aizkavēt ledus veidošanos uz vadiem?</p>	<p><b>Elementi:</b> Vadu materiāls, vadu forma, elektroni, ūdens <b>Jautājums:</b> Kā vadu materiāls, vadu forma... var neutralizēt ledus funkciju saraut vadus ?</p>	<p><b>Elementi:</b> Vadu materiāls, vadu forma, elektroni, ūdens <b>Jautājums :</b> Kā vadu materiāls, vadu forma... var nodrošināt, lai strāva plūstu pa vadiem, pat ja tie ir sarauti?</p>

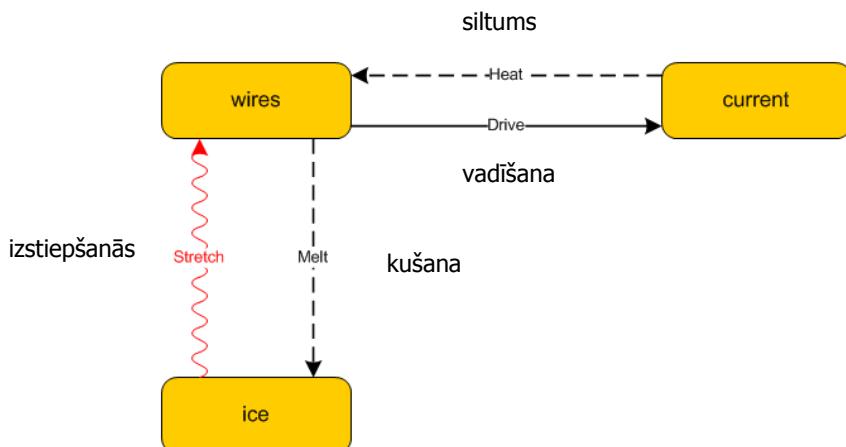
3. Attēls: Problēmu, kas atkārtojas, meklēšana: aizpildīta Sistēmas Operatora shēma

Tagad iespējams izvēlēties starp deviņām (iespējams pat vairāk) dažādām specifiskām problēmām, kurās visas cenšas panākt vienu un to pašu mērķi: nodrošināt kalnu ciemata iedzīvotājiem regulāru elektroenerģijas piegādi.

Sāksim ar centrālo ekrānu.

Lai labāk izprastu, kā sistēma darbojas un kā rodas problēma, ir lietderīgi izveidot sistēmas funkcionālo modeli, kas darbojas noteiktos apstākļos saskaņā ar Sistēmas Operatorā izvēlēto ekrānu.

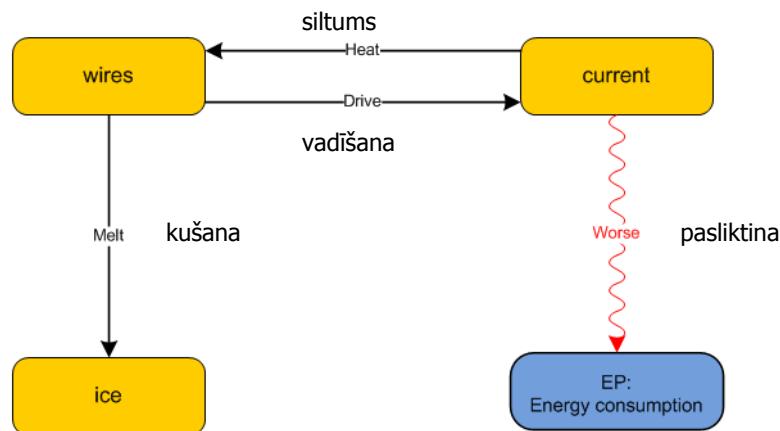
Šajā gadījumā modelis paveras gaužām vienkārši, jo tajā iekļauti tikai daži elementi. Jāsāk ar sistēmas lietderīgās funkcijas noteikšanu (LF): elektrības vadi vada strāvu. Tad iespējams pievienot visus pārējos elementus, kas ir klātesoši un piedalās LF vai ir tās sekas, un beigās tie, kas rada kaitīgo funkciju t.i., ledus pārrauj vadus. Kad uzskaņīti visi elementi, nepieciešams apsvērt darbības, kas tiek veiktas. Rezultāts redzams 4. Attēlā.



4. Attēls: Funkcionālais modelis, kas apraksta Sistēmas tagadnes ekrānu Sistēmas Operatorā

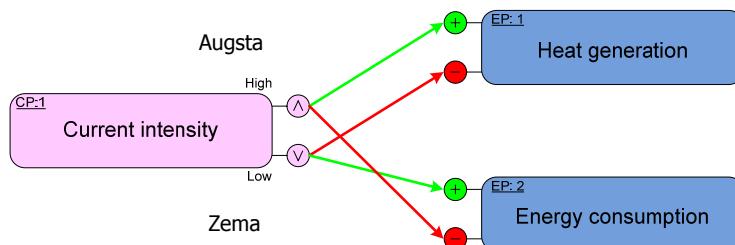
# TETRIS

Lai izvairītos no situācijas, kad ledus sarauj kabeļus, iespējams izmantot siltumu, ko rada strāva, par spīti tam, ka ledu kausēt ir visai neefektīvi. Tādējādi iespējams iztēloties strāvas intensitāti, lai palielinātu Džoula efektu un līdz ar to arī vadu temperatūru. Tagad nepieciešams izveidot funkcionālo modeli, pieņemot, ka pa vadiem plūst strāva ar augstu vērtību (5. Attēls).



5. Attēls: Sistēmas funkcionālais modelis, kad elektrolīnijai pielieto augsts priegumu

Kā attēlots 5. Attēlā, strāva ar augstu vērtību nerada tiešu kaitīgo funkciju uz to pašu elementu, taču paslktina tā vērtēšanas pazīmi. Tādējādi nonākam pie pretrunas: ja strāvas intensitātei ir augsta vērtība, problēma ar ledu ir atrisināta, taču rodas kaitīgā funkcija saistībā ar enerģijas patēriņu. Turklat, ja elektriskās strāvas jauda ir neliela, Džoula efekta radītais siltums nav pietiekiams, lai izkausētu ledu. Šīs pretrunas modelis ir atspoguļots 6. Attēlā.



6. Attēls: OTSM pretrunu modelis (Nodaļa 5.1.2)

Nepieciešams noteikt ARIZ (3. nodaļa) ierosināto darbības laiku un darbības zonu.

Darbības zonu var uzskatīt par vadu ārējās virsmas, ledus, kas atrodas kontaktā ar vadiem, virsmas, un vadu sektora, caur kuru iet strāva, virsmas kopsummu. Darbības laiks šajā gadījumā ir laika periods ledum veidojoties, ledum izstiepjot vadus un elektriskās strāvas vadīšanas laikā.

Tagad, kā skaidrots TETRIS rokasgrāmatas nodaļā 5.3, iespējams pielietot nošķiršanas principus, lai risinātu fizisko pretrunu. Pirmkārt jāveic nošķiršana laikā: šo principu iespējams pielietot, ja uz šādu apgalvojumu iespējams atbildēt negatīvi: vai nepieciešama augstas vērtības

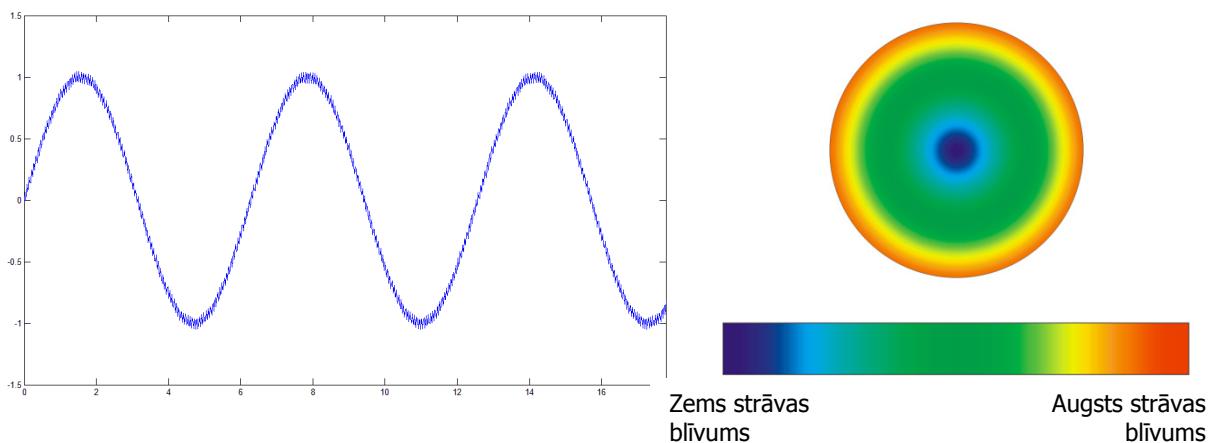
strāva visā darbības laikā un nepieciešama zema (normas robežas) strāvas vērtība visā darbības laikā? Atbilde, protams, ir „nē”.

Papildus strāva nepieciešama vien tad, kad ledus iestiepj vadus, savukārt normāla strāva nepieciešama visu pārējo laiku. Kuri ir virssistēmas vai tieši pieejamie resursi, kas spēj mainīt strāvas intensitāti, vadoties pēc vadu nosprieçojuma? Rodas jauna problēma: kā iespējams izmērīt vadu mehānisko spriegumu vai pārslodzi, lai mainītu strāvas intensitāti? Iespējamie risinājumi atrodami Standarta Risinājumu 4. klasē (4. nodaļa).

Otrs princips fiziskās pretrunas pārvarēšanai ir nošķiršana telpā. Līdzīgi iepriekšējam, princips ir būtisks specifiskā situācijā, ja uz sekojošu apgalvojumu iespējams atbildēt noraidoši: augsta strāvas vērtība nepieciešama visā darbības zonā un zema strāvas vērtība nepieciešama visā tās darbības zonā. Patiesi – augstas vērtības strāva nepieciešama vien uz vadu virsmas, lai tos uzsildītu un izkausētu ledu, kamēr normāla (zema) strāvas vērtība nepieciešama pārējā darbības zonā, lai nodrošinātu ciematu ar elektroenerģiju un izvairītos no energo zudumiem. Kādi resursi atrodami sistēmas ietvaros, vai ir pieejami virssistēmas ietvaros, lai radītu dažādu vērtību strāvas blīvumu uz vadu virsmas un to iekšējā sekcijā?

Ja esošās zināšanas nav pietekamas, lai atbildētu uz šādu jautājumu, iespējams apsvērt kāda no TRIZ teorijā balstītajiem instrumentiem, piemēram, Efektu datu bāzes izmantošanu (Nodaļa 5.6.4) kur iespējams atrast virsmas efektu, saskaņā ar kuru ja maiņstrāvai ir augsta frekvence, tās blīvums ir tuvāk vada virsmai ir lielāks nekā tā kodolā.

Tādēļ iespējas sildīt vadus, kad tas tiešām nepieciešams, bez papildu enerģijas patēriņa, papildus uzliekot augstas frekvences mazas intensitātes strāvu ar sistemātisku 50-60 Hz jaudu.



7.attēls: Pa kreisi – Maiņstrāvas sinusoīdais vilnis ar augstās frekvences papildu strāvas pārklājumu ; Pa labi: strāvas blīvuma izvietojums vadā (šķērsgriezums);