Turinys

[Santrumpos 4](#_Toc507417212)

[Įvadas 5](#_Toc507417213)

[Literatūros apžvalga 6](#_Toc507417214)

[1 Įrenginių našūmą lemiantys veiksniai 6](#_Toc507417215)

[2 trumpiausio maršruto paieškos problematika 9](#_Toc507417216)

[2.1.1 Lentele. Eksponentinio augumo pavyzdys 9](#_Toc507417217)

[3 trumpiausio maršruto paieškos sprendimai dideliems duomenims 10](#_Toc507417218)

[3.1 Euristiniai metodai 10](#_Toc507417219)

[3.1.1 Nearest Neighbor Algorithm (NNA) 10](#_Toc507417220)

[3.1.2 Repeated Nearest Neighbor Algorithm (RNNA) 10](#_Toc507417221)

[3.1.3 Sorted Edges Algorithm 10](#_Toc507417222)

[3.2 Meta euristiniai metodai 10](#_Toc507417223)

[3.2.1 Šakų ir rėžių metodas (Branch and Bound) 10](#_Toc507417224)

[3.2.2 Genetiniai algoritmai (Genetic algorithm) 10](#_Toc507417225)

[3.2.3 Particle swarm optimization (PSO) 10](#_Toc507417226)

[3.2.4 Simulated annealing (SA) 10](#_Toc507417227)

[4 Klasterinė analizė ir taikymo metodai 10](#_Toc507417228)

[Medžiagos ir tyrimų metodai 11](#_Toc507417229)

[5 Žvalgomoji duomenų analizė 11](#_Toc507417230)

[6 Duomenų klasterizavimas 11](#_Toc507417231)

[7 Trumpiausio maršruto paieška 11](#_Toc507417232)

[Tyrimo rezultatai ir jų aptarimas 12](#_Toc507417233)

[8 Tyrimo rezultatai 12](#_Toc507417234)

[8.1 Klasterizavimo metodų vertinimas, klasterių interpretavimas 12](#_Toc507417235)

[8.2 Trumpiausio maršruto paieškos metodų vertinimas 12](#_Toc507417236)

[Išvados 13](#_Toc507417237)

[Literatūros sąrašas 14](#_Toc507417238)

[Priedai 15](#_Toc507417239)

****Sąntrauka****

****Summary****

Lentelių Sąršas

Paveikslų sąrašas

Santrumpos

* TSP – Keliaujančio pirklio uždavinys (Travel salesman problem);
* 5S – Nuostolių šalinimo principas organizuojant darbo vietą;
* PDCA – Planuoti, vykdyti, tikrinti, dokumentuoti (Plan, do, check, act);
* SMED – Įrankių keitimas per minutę (Singel Minute Exchange of Die);
* TPM – Pilna gamybos priežiūra (Total productive maintenance);
* MRP – Medžiagų poreikio planavimas (Material Requitement Planning);
* GA – Genetiniai algoritmai *(Genetic algorithm);*
* PSO – Particle swarm optimization (PSO);
* SA – Simulated annealing (SA);
* NNA – Artimiausio kaimyno metodas (Nearest Neighbor Algorithm);
* RNNA – Kartotinas artimiausio kaimyno metodas (Repeated Nearest Neighbor Algorithm);

Įvadas

Keliama problematika yra siejama su gamybinėmis įmonėmis. Darbui naudojami duomenis „IKEA INDUSTRY Lietuva“ įmonės.

Nuo seno žinoma, kad gamybinis pajėgumas priklauso nuo silpniausios grandies įmonėje. Kiekvienam gamybiniam sraute yra darbo centras / apdirbimo linija ar kt. kas apriboją gamybines apimtis. Vienas esminių klausimų yra kaip sukelti efektyvumą mažiausiai pralaidžioje vietoje. Dažniausi metodai pasitelkiami taikant LEAN modelius modernizuojant darbo centrus taikant 5S, KAIZEN metodologijas ir kt. Darbo tikslas peržvelgti taikomus metodus ir pateikti sprendimus taikant duomenų analitikos priemones, išnaudojant tik esamus duomenis.

Besivystant duomenų analitikos mokslui jis neatsiejamai paliečia ir tokias sferas kaip pramonės sektorius. Platesnis matematikos mokslo panaudojimas siejamas su parametrų derinimų, rizikų vertinimų. Gamybos srautų planavimas iki šiol dažnai atliekamas taikant MPR/MRP2 sistemas kurios tik suderina paralelinius srautus laike ir taikomos apskaitos sekimui.

**Analizuojama veikla ir/ar projekto priežastys: Gamybos sektorius, korpusinių baldų gamyba. Padidinti gamybos pralaidumą ribojančiuose srauto taškuose.**

**Tikslai: Optimizuoti gamybos srautą darbo centruose apribojančiuose gamybos apimtis naudojant duomenų analitikos priemones.**

**Uždaviniai**

* **Išanalizuoti pramonėje taikomas metodikas gamybos efektyvumo didinimui;**
* **Išsiaiškinti optimizavimo priemones taikomas didelės apimties duomenims trumpiausio maršruto uždaviniui spręsti;**
* **Atrinkti technines charakteristikas (požymius) kurių pagrindu galima sudaryti panašumo matricą;**
* **Padalyti gamybos srautą klasterizuojant gaminius remiantis jų techninėmis charakteristikomis;**
* **Parinkti tinkamus metodus trumpiausio maršruto problemai spręsti;**

Literatūros apžvalga

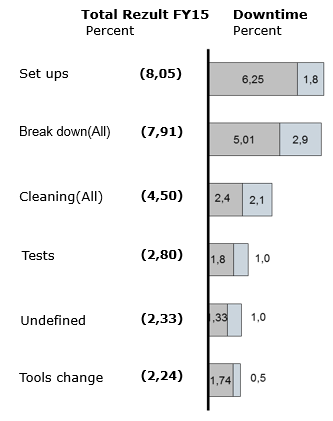
# Įrenginių našūmą lemiantys veiksniai

Keliama problema pagrysta „IKEA INDUSTRY Lietuva“ įmonės duomenimis. Remiantis žinoma informacija išskiriamas gamybos srautą ribojantis darbo centras – HOMAG4 (Gręžimo ir briaunavimo apdirbimo linija). Idėja paremta LEAN metodologija „Išnaudojant esamus išteklius ir žinias kurti pridėtinę vertę ir konkurencinį pranašumą“ Esminiai LEAN principai „Nuolatinis esamų procesų efektyvinimas ir nereikalingų veiklų nuostolių šalinimas“ remiantis šiais principais galima bet kūrę veiklą suskaldyti į pagrindines grupes tokias kaip:

* Efektyvus darbo laikas (laikas kuriuo metu vykdomas procesas nešą pridėtinę vertę įmonei) t.y mūsų pasirinktuoju atveju bus kai įrenginys atlieka operacijas: gręžimo ir briaunavimo. Įrenginio efektyvumą galima pagerinti optimizuojant parametrus kiekvienai apdirbamai detalei ir/ar fiziškai peržvelgiant modernizavimą silpniausių gamybinės linijos mazgų, kurie daro lemiama įtaką detalių apdirbimo greičiui;
* Veiksniai nenešantys tiesioginės pridėtinės vertės, bet gamybos procese be jų veikla neatsiejama. Analizuojamoje veikloje galima išskirti tokias grupe:
  + Įrenginio reguliavimo laikas pereinant iš vienos detalės prie kitos;
  + Įrankių (įrangos komponentų) keitimas;
  + Įrangos valymas ir priežiūra;
  + Įrangos testavimo trukmė (atliekama po įrankių keitimo ir/ar jos reguliavimo);
* Pašaliniai veiksniai kurie pasitaiko gamybos procese:
  + Įrenginių gedimai;
  + Kiti veiksniai.

Atsižvelgiant į sritis kuriose galima pritaikyti duomenų analitika išskiriamos grupės įtakojančios gamybinio srauto prastovos laiką ir peržvelgiama labiausiai išsiskiriantys segmentai:

Reikia parsuosti reprezentacinius grafikelius su informacija apie tas sritis



Peržvelgiant istorinius duomenimis aktualiausia vieta yra įrenginio reguliavimo laikas pereinant iš vienos detalės prie kitos. LEAN metodikoje teigiama, kad geriausi sprendimai pagerinti tokius kritinius taškus yra taikyti tokius metodus kaip :

* 5S – Metodo principai šalinti nuostolius organizuojant darbo vietą. Laikomasi penkių pagrindinių principų: rūšiuok, sutvarkyk, išvalyk, standartizuok, laikykis (vertinamas iš japoniškų žodžių)[1];
* Kaizen – Terminas kilęs iš japonų kalbos, termino reikšmė – nuolatinis tobulėjimas. Šis metodas taikomas darbo vietos stebėjimui, ir joje vykstančio proceso ir idėjų siūlymas jos/jo tobulinimui. Pasiūlymai koncentruojasi apie kitų LEAN metodų panaudojimą atitinkamai problemai;
* PDCA - Problemų sprendimo technika arba pastovaus tobulinimo modelis, susidedantis iš logiškos keturių žingsnių sekos: Planuoti (Plan), Įgyvendinti (Do), Patikrinti (Check), Įtvirtinti/Priderinti (Act/Adjust) ir skirtas išmokyti darbuotojus sprendžiant problemas kovoti ne su jų pasekmėmis, o priežastimis.  Taip pat vadinamas Demingo ratu. Metodo taikymo sritis rutininis ciklas darbe;
* Standartizuotas darbas – Geriausias galimas darbo atlikimo būdas, kuris yra nustatomas, kaip sektinas standartas kitiems. Darbo standartizavimas leidžia užtikrinti, kad veikla būtų visada atliekama vienodu būdu, per vienodą laiką ir su tokiu pačiu rezultatu, nepriklausomai nuo to kas ir kada šį darbą atlieka;
* SMED - Antgalio pakeitimas per minutę - Metodai, kaip sureguliuoti stakles per mažiau nei dešimt minučių. Ilgalaikis tokių metodų tikslas - sumažinti nustatymo laiką iki nulio, kai staklės sureguliuojamos akimirksniu, nenutraukiant nuolatinio srauto;
* TPM - gamybinė priežiūra. Jos tikslas - padidinti įrangos efektyvumą ir tarnavimo laiką, daugiau dėmesio skiriant jos priežiūrai ir įtraukiant į tai operatorius. Įvairiais metodais siekiama, kad įranga niekada nesustotų ir gamybos srautas nenutrūktų;
* Kanban - Japoniškas terminas, reiškiantis „signalą“. Kanban naudojama detalių gamybai ir pristatymui valdyti traukos sistemoje;
* ir kiti.

Išnagrinėjus šias metodikas, matomas koncentruotas požiūris į darbo vieta ir proceso gerinimą esamoje darbo aplinkoje, standartizavimą procesų. Norint pritaikyti konkrečiai problemai esamus LEAN įrankius turėtume imtis darbo vietų peržiūrai, jų tvarkymui ir esamo proceso standartizavimui. Tokiu būdu tikimasi išgauti geresnius rezultatus našume. Visais atvejais nėra keičiamas pats srautas o yra prisitaikoma prie jo. T.y yra efektyvus metodai tačiau paralelei su jų vykdymų galima taikyti ir metodus kurie sutrumpintu bendra perstatymų laiką koreguojant apdirbamų detalių srautą. Detalių perstatymo trukmė priklauso nuo veiksmų kiekio kuriuos reikia atlikti reguliuojant įrenginius iš vienos detalės į kitą. Veiksmų kiekis priklauso nuo detalių panašumo iš kurios į kūrę pereinama. Detalių panašumas apsprendžiamas įvairiais technologiniais parametrais konkrečiu atveju galima išskirti:

* Gręžimo įranga. Pagrindiniai parametrai:
  + Gręžimo galvų modeliai (Priskiriami pagal gręžimo angų išsidėstymą ir skaičių);
  + Gręžimo koordinatės (Pateikiama projektuojant gaminį, technologinėje dokumentacijoje/brėžiniuose);
* Briaunavimo įranga. Pagrindiniai parametrai:
  + Briaunų profilio tipai;
  + Briaunų pločiai
* Pagalbinė įranga. Pagrindiniai parametrai:
  + Pakėlimo liftas;
  + Detalių dalinimas.

# trumpiausio maršruto paieškos problematika

Norint atlikti optimizavimą detalių srautuose remsimės metodai skirtais trumpiausio maršruto paieškai, plačiau tai žinoma kaip TSP – Keliaujančio pirklio uždavinys. Tai grafų teorijos uždavinys kai ieškomas mažiausio svorio Hamiltono kelias pilname svoriniame grafe. Tyrimo metų grafų teorijos terminai siejami taip:

* Taškai – gaminio detalės apdirbamos darbo centre;
* Tiesės – įrenginio reguliavimo laikas pereinant iš vienos detalės prie kitos;
* Ciklas – detalių gamybos eiliškumas darbo centre.

Iš pirmo žvilgsnio paprasčiausias metodas šio uždavinio sprendimui yra visų galimų kombinacijų perrinkimas. Tačiau remiantis gamybos asortimentu išskiriamos 795 skirtingos detalės. Kurias galima suskirstyti į 4 – 5 savaičių intervalą pagal gaminius. Taip atliekama dėl to kad vienu kartu visas esamas asortimentas nėra užleidžiamas. Toks detalių skaičius apsunkina uždavinio sprendimą.

Remiantis grafų teorija ciklų skaičius yra:

* Pilname grafe N taškų sudarys ;
* Kai pusė tiesių tarp taškų yra pasikartojantys atvirkštine tvarka, tai yra unikalūs ciklai. [2]

Remiantis nagrinėjamais duomenimis ir ekspertine nuomone nustatoma, kad detalių perstatymas atvirkštine seka yra lygus t.y. ; tokiu atveju taikoma: .

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Taškai |  |  |
| 5 | 60 | 120 |
| 6 | 360 | 720 |
| 10 | 1,814,400 | 3,628,800 |
| 11 | 19,958,400 | 39,916,800 |
| 20 | 1,216,451,004,088,320,000 | 2,432,902,008,176,640,000 |
| 21 | 25,545,471,085,854,700,000 | 51,090,942,171,709,400,000 |

#### Lentele. Eksponentinio augumo pavyzdys

Kaip matoma iš pavyzdžio, skirtingų sekų skaičius auga eksponentiškai. Jei per sekundę kompiuteris atliktu vieną milijardą veiksmų, visoms galimoms sekoms ištirti 20-ies taškų sekas prireiktu dvejų metų.[2]. Tokiais atvejais perrinkimo metodas yra netinkamas ir šiam uždaviniui spęsti taikomi:

* Euristiniai metodai;
* Meta Euristiniai metodai.

# trumpiausio maršruto paieškos sprendimai dideliems duomenims

## Euristiniai metodai

### Nearest Neighbor Algorithm (NNA)

### Repeated Nearest Neighbor Algorithm (RNNA)

### Sorted Edges Algorithm

## Meta euristiniai metodai

### Šakų ir rėžių metodas (Branch and Bound)

### Genetiniai algoritmai (Genetic algorithm)

### Particle swarm optimization (PSO)

### Simulated annealing (SA)

# Klasterinė analizė ir taikymo metodai

* Kinta
* Kokia seka klasterines analizes
* Kokie metodai yra
* Aptarimas kiekvieno metodo privalumai trūkumai mano darbui

Medžiagos ir tyrimų metodai

# Žvalgomoji duomenų analizė

# Duomenų klasterizavimas

# Trumpiausio maršruto paieška

Tyrimo rezultatai ir jų aptarimas

# Tyrimo rezultatai

## Klasterizavimo metodų vertinimas, klasterių interpretavimas

## Trumpiausio maršruto paieškos metodų vertinimas

Išvados

Literatūros sąrašas

[1] D. Fleming, *Lean Logic: A Dictionary for the Future and How to Survive It*. 2016.

[2] *Graph Theory and Network Flows*. .

Priedai