

**Informatīvais ziņojums “Par mākslīgā intelekta
risinājumu attīstību”**

Saturs

Saturs.....	2
Ievads	3
1. Tehnoloģijas apraksts	3
2. Tehnoloģiju izraisītās sociālekonomiskās pārmaiņas	6
2. Starptautiskā tehnoloģijas pielietošanas pieredze un perspektīvas.....	9
3. Latvijas pieredze un perspektīvas	12
4. Starptautiskie dokumenti un sadarbība	18
5. Novērtējuma rādītāji	24
6. Izglītība un pētniecība	26
7. Datu un skaitļošanas jaudu pieejamība.....	31
8. Riski un normatīvais regulējums	36
9. Turpmākie darbības virzieni	42

Ievads

Informatīvā ziņojuma mērķis ir sniegt ieskatu mākslīgā intelekta (turpmāk – MI) tehnoloģijā, šī brīža situācijā ar MI risinājumu izmantošanu pasaulē un Latvijā, aprakstīt izaugsmes potenciālu un riskus, veidot izpratni, veicināt MI tehnoloģiju ieviešanu gan valsts pārvaldē, gan Latvijas tautsaimniecībā kopumā. Definēta turpmākā rīcība attiecībā uz MI izmantošanas veicināšanu tuvāko trīs gadu periodā. Šis informatīvais ziņojums ir pirmais dokuments publiskajā pārvaldē Latvijā, kurā tiek apskatīts MI. Pirmais plānošanas dokuments, kurā tiks ietvertas pārresoru aktivitātes MI jomā, būs “Digitālās transformācijas pamatnostādnes 2021.-2027. gadam” ko Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministrija (turpmāk – VARAM) plāno izstrādāt līdz 2020. gada 30. decembrim. “Digitālās transformācijas pamatnostādnes 2021.-2027. gadam” būs turpinājums dokumentam “Informācijas sabiedrības attīstības pamatnostādnes 2014.-2020.gadam”¹.

Informatīvā ziņojuma aktualitāte izriet no Eiropas Komisijas 2018. gada 7. decembrī pieņemtā dokumenta “Mākslīgā intelekta koordinētais plāns”, kurā Eiropas Savienības (turpmāk – ES) dalībvalstis tiek aicinātas sagatavot nacionālās stratēģijas MI jomā līdz 2019. gada vidum². Valdības rīcības plāna Deklarācijas par Artura Krišjāņa Kariņa vadītā Ministru kabineta iecerēto darbību 42.3. apakšpunkts nosaka “Noteiktas Latvijas mākslīgā intelekta attīstības prioritātes un stratēģija (MK iesniegts dokumenta projekts) līdz 2019. gada 31. jūlijam”. Nacionālie politikas dokumenti MI jomā šobrīd ir 18 valstīm, tai skaitā sešām ES dalībvalstīm. MI politikas plānošanas dokumenti ir Kanādai, Ķīnai, Somijai, Francijai, Itālijai, Japānai, Korejai, Lielbritānijai un Amerikas Savienotām Valstīm (turpmāk – ASV). Dānijā un Vācijā ar MI saistītie jautājumi ietverti plašākās informācijas un komunikācijas tehnoloģiju (turpmāk – IKT) un ekonomikas stratēģijās³. Lietuva ir apstiprinājusi savu MI stratēģiju 2019. gada martā.

1. Tehnoloģijas apraksts

MI sistēmas ir cilvēku izstrādātas programmatūras un aparatūras sistēmas, kas, ņemot vērā uzstādīto mērķi, darbojas fiziskajā vai digitālajā dimensijā, uztverot vidi no datiem, interpretējot savāktos strukturētos vai nestrukturētos datus, veidojot cēloņsakarības vai apstrādājot informāciju, kas iegūta no šiem datiem, un pieņemot lēmumu par labāko darbību, kas jāveic, lai sasniegtu uzstādīto mērķi. MI sistēmas var izmantot noteikumus vai apgūt skaitlisku modeli, un tās var pielāgot savu rīcību, analizējot, kā vidi ietekmē to iepriekšējās darbības.

¹ Informācijas sabiedrības sadaļa. *VARAM tīmekļvietne*. Pieejams:

http://www.varam.gov.lv/in_site/tools/download.php?file=files/text/dokumenti/pol_doc/elietas/IS_pamatnostadnes_2013.pdf [aplūkots 06.08.2019.]

² Coordinated Plan on Artificial Intelligence (COM(2018) 795 final). *Eiropas Komisijas tīmekļvietne*. Pieejams: https://ec.europa.eu/knowledge4policy/publication/coordinated-plan-artificial-intelligence-com2018-795-final_en [aplūkots 06.06.2019.]

³ Pasaules valstu aktuālie plānošanas dokumenti MI jomā. *OECD tīmekļvietne*. Pieejams: <http://www.oecd.org/going-digital/ai/initiatives-worldwide/> [aplūkots 02.05.2019.]

MI kā zinātniska disciplīna ietver vairākas pieejas un metodes, piemēram, mašīnmācīšanu (no kurām īpašie gadījumi ir dziļā mācīšanās un stimulētā mācīšanās), mašīnu argumentāciju (kas ietver plānošanu, zināšanu atspoguļošanu un cēloņsakarību noteikšanu, meklēšanu un optimizāciju) un robotiku (kas ietver kontroli, uztveri, sensorus un izpildmehānismus, kā arī visu citu metožu integrēšanu kiberfiziskajās sistēmās)⁴.

MI sistēmu attīstība tika uzsākta jau 20. gs. vidū, bet tolaik to turpmākā attīstība apstājās. Tam par iemeslu bija tā laika datoru zema veikspēja un elektroniski pieejamo datu maza izplatība, kas noteica, ka daudz praktiskāk bija izmantot programmējamās sistēmas. Situācija mainījās 21. gs. pirmās desmitgades beigās, kad parādījās daudz elektronisko datu un plašai izmantošanai kļuva pieejami augstas veikspējas datori.

Galvenās MI pētījumu apakšnozares ir šādas:

1. spriešana, plānošana un lēmumu pieņemšanas teorija, intuitīvas saskarnes attīstība;
2. zināšanu reprezentācijas teorija;
3. mašīnmācīšanās, uzvedības apguve no ārējiem datiem, ietverot pēdējā laika sasniegumus neirālu sistēmu lietojumos;
4. datorredze un citu sensoru signālu interpretēšana;
5. dabiskās valodas apstrāde;
6. robotika, kustību un manipulāciju veikšana.

Ir būtiski nošķirt šauru MI pielietojumu no vispārīga (*narrow AI vs general AI*). Šauras MI pielietojuma sistēmas ir pielāgotas konkrētiem uzdevumiem, kuriem nepieciešama inteliģenta uzvedība. Vispārīga MI sistēma spējīga veikt vairumu intelektuālo aktivitāšu, kuras spēj veikt cilvēki. Visas pašlaik lietotās MI sistēmas ir klasificējamās pie šaurām MI sistēmām. No vispārīga MI izstrādes cilvēci vēl šķir daudzas neatrisinātas ētiskās, zinātniskas un tehniskas problēmas, lai veidotu spējas, kas būtu nepieciešamas, lai sasniegtu vispārīgo MI, piemēram, veselā saprāta esība, pašapziņa un iekārtas spēja definēt savu mērķi. Zinātne joprojām līdz galam neatrisināja kā strādā cilvēka intelekts, lai gan mūsdienīgu zinātne ir būtiski pārvirzījusies uz priekšu šīs izpratnes iegūšanā. Kā piemēru var minēt profesora Tomasa Metzingeru darbu *The Ego Tunnel – Zinātne par prātu un mīts par esību*.⁵ Profesors Tomas Metzingers ir arī viens no Eiropas Komisijas izvēlētajiem 52 augsta līmeņa MI ekspertiem (*High-Level Expert Group on Artificial Intelligence*)⁶.

Pieaugot MI metožu lomai programmatūras attīstībā rodas būtiski atšķirīgi izaicinājumi nekā tās bija ar risinājumiem bez MI:

1. Aizvien vairāk lēmumu pieņemšanas loģiku definē nevis cilvēki tiešā veidā, bet gan MI sistēma tiek cilvēka vai vides apmācīta balstoties uz ārējās pasaules

⁴ A definition of Artificial Intelligence: main capabilities and scientific disciplines. *Eiropas Komisijas tīmekļvietne*. Pieejams: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/definition-artificial-intelligence-main-capabilities-and-scientific-disciplines> [aplūkots 02.05.2019.]

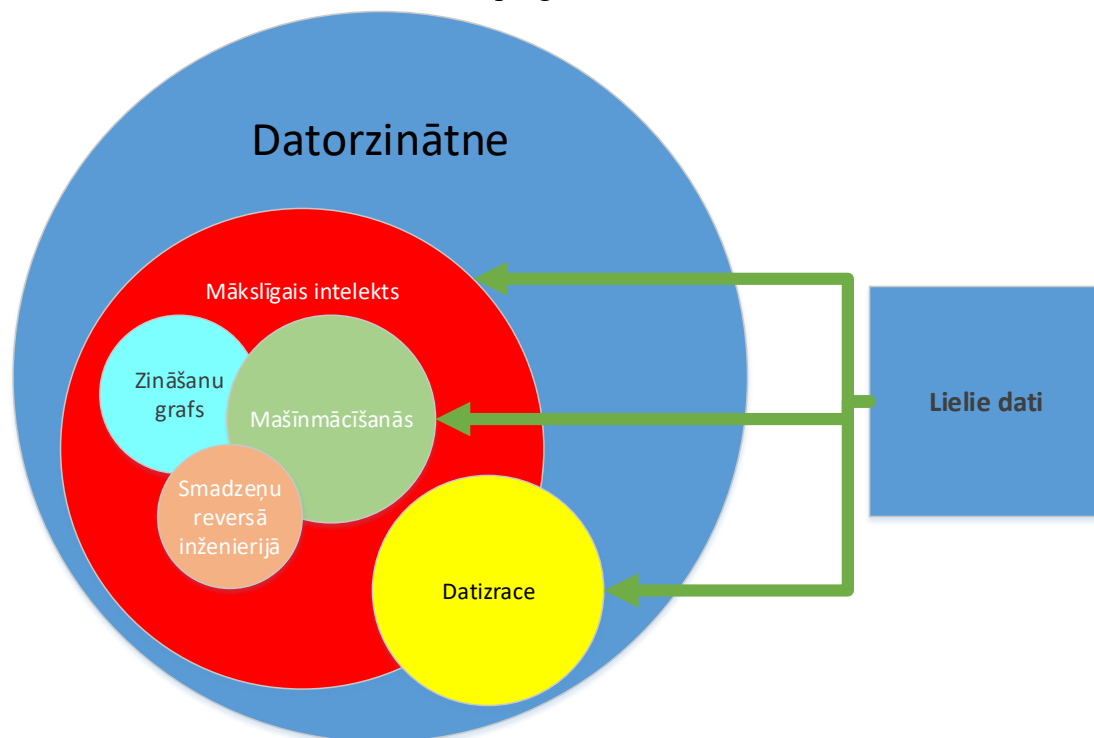
⁵ The Ego Tunnel: The Science of the Mind and the Myth of the Self. 2009. Thomas Metzinger.

⁶ Have your say: European expert group seeks feedback on draft ethics guidelines for trustworthy artificial intelligence. *Eiropas Komisijas tīmekļvietne*. Pieejams: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/have-your-say-european-expert-group-seeks-feedback-draft-ethics-guidelines-trustworthy> [aplūkots 20.02.2019.]

datiem vai arī cilvēka veidotās vides apmācības datiem, tādējādi pieņemtie lēmumi un to kvalitāte kļūst tieši atkarīga no šo datu avota, kvalitātes un objektivitātes.

2. Daļa mašīnmācīšanās metožu ir grūti interpretējamas, tādējādi bieži tiek veidotas MI sistēmas, kuru pieņemtie lēmumi nav izskaidrojami. Proti, neviens nevar pateikt kādēļ lēmumi ir tieši tādi un ne citādi. Pašlaik arī nav precīzi izstrādāto vadlīniju izskaidrojamības būtībai.

Minēto aspektu dēļ šī informatīvā ziņojuma kontekstā galvenā starpība starp MI elementiem un cilvēku ieprogrammētām programmām bez pašmācības funkcionalitātes ir tieši mašīnmācīšanās risinājumu iekļaušana lēmumu pieņemšanā, kas arī pašreiz ir galvenais MI lietojums programmatūras nozarē. Dažādu jēdzienu nošķirums MI jomā parādīts 1. attēlā. Ar terminu “datizrace” ir jāsaprot datu iegūšana, ar terminu “smadzeņu reversā inženierija” – smadzeņu darbības izzināšanas process. Jāņem vērā, ka akadēmiskajās aprindās nav vienotas MI definīcijas un viennozīmīgas robežšķirtnes, kas nodalītu MI sistēmas no cilvēku ieprogrammētām sistēmām.



1. attēls. MI jēdzienu nošķirums⁷.

Ekspertsistēma⁸ pieņem lēmumus, pamatojoties uz cilvēku ieprogrammētiem/definētiem noteikumiem/procedūrām. Savukārt mašīnmācīšanās sistēma izveido noteikumus un procedūras no datiem un atgriezeniskās saites no iepriekš pieņemtajiem lēmumiem. Tas dod iespēju MI vadītas sistēmas apmācīt, nevis ieprogrammēt. MI sistēmas radītie noteikumi var tikt izmantoti rezultātu ģenerēšanai

⁷Machine Learning & Data-Related Buzzwords Explained. *Medium tīmekļvietne*. Pieejams: [aplūkots 22.10.2019.]

⁸ Ekspertsistēma. *Akadēmiskā terminu datubāze*. Pieejams: <http://termini.lza.lv/term.php?term=ekspertsist%C4%93ma&list=ekspertsist%C4%93ma&lang=LV> [aplūkots 05.07.2019.]

no jaunajiem datiem. MI sistēmas apmācīšana parasti prasa ievērojami mazāku resursu nekā ieprogrammēšana, kā arī sistēma spēj pastāvīgi mācīties un pilnveidoties. Detalizētāka klasifikācija pēc problēmas tipa un pielietojumu veida atrodama Frančesko Korea rakstā “MI zināšanu karte: kā klasificēt MI tehnoloģijas”⁹.

Mākslīgā intelekta risinājumi savā attīstībā cieši mijiedarbojas ar citām strauji progresējošām tehnoloģijām: augstas veiktspējas skaitļošanas risinājumiem (*High Performance Computing, turpmāk - HPC*), mākoņskaitļošanu (*Cloud Computing*) u.c. Turpmāk arvien ciešāka mijiedarbībā būs arī ar lietu internetu (LI) (*IoT – Internet of Things*), 5G sakariem, blokķēdi (*blockchain*), kvantu skaitļošanu (*quantum computing*).

2. Tehnoloģiju izraisītās sociālekonomiskās pārmaiņas

Trešās rūpnieciskās revolūcijas rezultātā manuāli darbināmās un vadāmās ierīces ir aizstātas ar skaitliski vadāmām un programmvadības ierīcēm. Visas trīs iepriekšējās industriālās revolūcijas ir radījušas radikālas ražošanas apstākļu izmaiņas, kas ietekmējušas visu sabiedrību.

Viedā industrija jeb “Industrija 4.0” atsaucas uz tehnoloģisko evolūciju un digitalizācijas izrāvienu, ko apzīmē arī kā „ceturto industriālo revolūciju”. Industrija 4.0 fokusējas uz to, kā esošās un jaunās iekārtas var pielietot inovatīvā veidā: roboti, autonomas līnijas, sensoru tīkli un sakaru tehnoloģijas, intelligentas mašīnas/iekārtas un programmatūra. Pasaules tendences saistās ar visaptverošu IKT nozares izmantošanu, tādejādi IKT plašā lietojumā kļūst par pamata infrastruktūru. MI būs vadošā tehnoloģija, kas līdzās tādām tehnoloģijām kā 3D¹⁰ un 4D¹¹ druka, gēnu inženierija, materiālu zinātne, lietu internets, 5G sakari, blokķēde, kvantu skaitļošana, nanoinženierija, virtuālā un papildinātā (*augmented*) realitāte, un citas, būs par pamatu ceturtai rūpnieciskai revolūcijai¹², kas izmainīs ne tikai pasaules ekonomiku, bet arī sabiedrību MI tehnoloģijas jau šobrīd kļūst par vienu no galvenajiem līdzekļiem, ar kuriem uzņēmumi visā pasaulē uzlabo klientu apkalpošanu, piedāvā individualizētus pakalpojumus un ceļ darba efektivitāti. MI lielā mērā ir automatizācija jaunā kvalitātē. Pieaugs to specialitāšu vērtība, kur būs nepieciešama cilvēka emocionālā inteliģence. Līdz ar tehnoloģiskām pārmaiņām notiks arī sociālās pārmaiņas. Efektivitāte pieaugs vairākkārtīgi. MI ieviešana veicinās virknes veco profesiju izzušanu, kuru vietā radīsies jaunas. Piemēram, autonomo iekārtu treneris vai virtuālās realitātes režisors.¹³

⁹ AI Knowledge Map: how to classify AI technologies. *Medium tīmekļvietne*. https://medium.com/@Francesco_AI/ai-knowledge-map-how-to-classify-ai-technologies-6c073b969020 [aplūkots 23.10.2019.]

¹⁰ 3D druka. *Encyclopaedia Britannica tīmekļvietne*. Pieejams: <https://www.britannica.com/technology/3D-printing> [aplūkots 09.08.2019.]

¹¹ Tibbits, Skylar. *4D Printing: Multi-Material Shape Change*. *Architectural Design*. 01.04.2014.

¹² Ceturtā industriālā revolūcija (Industrija 4.0). *Biedrības “Mašīnbūves un metālapstrādes rūpniecības asociācija” tīmekļvietne*. Pieejams: <https://www.masoc.lv/jaunumi/masoc-zinas/ceturta-industriala-revolucija-industrija-40> [aplūkots 09.09.2019.]

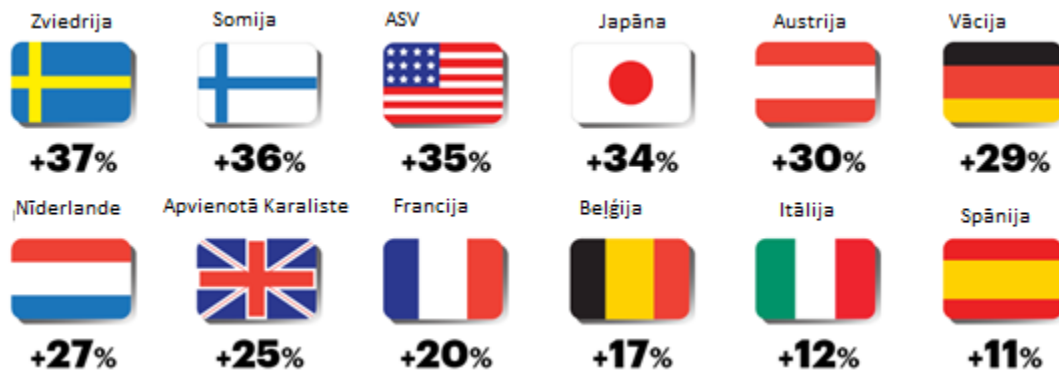
¹³ Ten HR Trends In The Age Of Artificial Intelligence. *Forbes tīmekļvietne*. Pieejams: <https://www.forbes.com/sites/jeannemeister/2019/01/08/ten-hr-trends-in-the-age-of-artificial-intelligence/#4d615dce3219> [aplūkots 05.02.2019.]

Pastāv uzskats, ka puse mūsdienu skolēnu strādās profesijās, kuras šobrīd vēl nepastāv. Tā valsts un sabiedrība, kura spēs izstrādāt labākas MI sistēmas un izmantot jau esošās, iegūs lielākas attīstības priekšrocības pret tām valstīm, kuras nebūs izstrādājušas un ieviesušas tik labas mākslīgā intelekta sistēmas. 2. attēlā shematiski parādītas rūpnieciskās revolūcijas.



3. attēls. Rūpnieciskās revolūcijas¹⁴.

3. attēlā parādīta uzņēmuma *Accenture* prognoze par attīstīto valstu MI piesešumu ekonomikai līdz 2035. gadam. Par Latviju šādas prognozes nav, bet droši var teikt, ka jebkuras valsts atpalikšana MI attīstības jomā nozīmēs visas valsts ekonomikas būtisku atpalikšanu, līdzīgi kā 19. gadsimtā rūpnieciskās revolūcijas neīstenošana Ķīnā noveda pie šīs valsts būtiskas atpalicības no Eiropas un ASV, kas turpinājās līdz pat 20. gs. beigām.



3. attēls. Ekonomikas izaugsme, aktīvi integrējot MI līdz 2035. gadam¹⁵.

ES lielo datu (*big data*) ekonomikas ietekme pie straujas izaugsmes scenārija pieaugs no 50 miljardiem *euro* jeb 1,8% no ES IKP 2015. gadā līdz 111 miljardiem

¹⁴ Accelerating success in the 4th industrial revolution. *Huawei tīmekļvietne*. Pieejams: <https://www.huawei.com/nz/about-huawei/publications/winwin-magazine/29/accelerating-success-in-the-4th-industrial-revolution> [aplūkots 02.05.2019.]

¹⁵ ARTIFICIAL INTELLIGENCE IS THE FUTURE OF GROWTH. *Accenture tīmekļvietne*. Pieejams: <https://www.accenture.com/us-en/insight-artificial-intelligence-future-growth> [aplūkots 02.05.2019.]

euro jeb 4,7% no IKP 2020. gadā, liecina uzņēmuma *International Data Corporation* (IDC) dati. Pie līdzīga scenārija Latvijā lielo datu ekonomikas ietekmes apjoms 2020. gadā būs 1,26 līdz 1,38 miljardi euro – atkarībā no IKP kopēja pieauguma tempa¹⁶.

Šobrīd tiek strādāts pie “Latvijas Industriālās digitalizācijas attīstības ceļveža” un platformas “Industrijas 4.0” ieviešanas stratēģijas, lai veicinātu Latvijas uzņēmumu digitālo transformāciju. Platforma nosaka iesaistīto pušu aktuālas informācijas apmaiņu, veicinot starpsektoru sadarbību dažādu attīstības projektu realizācijā, piemērojot digitālus risinājumus, kā arī veicina starpnacionālu sadarbību ar mērķi pārstāvēt Latvijas uzņēmēju intereses. Ņemot vērā, ka starpdisciplināra sadarbība ir viens no labvēlīgiem tautsaimniecības attīstošajiem priekšnosacījumiem, platforma paredz zinātniskā sektora, valsts un industrijas savstarpēju mijiedarbību.

Industrijas 4.0 ieviešanas pasākumu kopuma mērķis Latvijā ir veicināt izpratni par Industrija 4.0 konceptu un radīt rīcībai atbilstošus apstākļus sekmējot starpsektoriālo sadarbību, kas balstīta uz digitālu risinājumu izmantošanu inovāciju attīstībai sadarbībā ar viedu un zināšanām bagātu cilvēkkapitālu. Industrijas 4.0 pievienotā vērtība ir ražošanas uzņēmumu, piegādātāju un potenciālo pircēju sadarbība tīklā, kas palīdz radīt maksimālu darba ražīgumu. Tāpēc lielākais izaicinājums sistemātiskā ekosistēmas funkcionalitātē ir savietojamībai starp visiem iesaistītajiem sistēmas veidotājiem, kas nodrošina ideju, investīciju, zināšanu un tehnoloģisko procesu plūsmu.

Industriālā digitalizācija - Industrija 4.0, nozīmē nozares pilnīgu datorizāciju, izmantojot MI risinājumus, kuru galvenais princips ir savietot mehānismus un to sistēmas, lai attīstītu viedos tīklus kopējā ķēdē, kur var organizēt, kontrolēt pašapkalpošanos, ražošanas procesu vadīšanu, liela apjoma informācijas apstrādi, kas palīdz analizēt un optimizēt ražošanu un palielināt gala patērētāja kopējo produktivitāti.

Paredzamās darba tirgus izmaiņas ir viens no būtiskajiem izaicinājumiem, ar ko sastapsies valstis attīstoties MI risinājumiem. Vairāku pētnieku veiktā analīze liecina, ka apmēram puse no visiem darba uzdevumiem un aptuveni 5% no visām profesijām varētu tikt automatizētas¹⁷. Tajā pašā laikā MI jomas attīstības rezultātā tiks radītas ne tikai jaunas darba vietas, bet arī profesijas, kas ļaus vairāk koncentrēties uz uzdevumiem, kas prasa cilvēciskās īpašības un noteiktas zināšanas. Eiropā digitālā ekonomika aug septiņas reizes ātrāk nekā tradicionālā, 60% profesijās ir vairāk nekā 30% darbību, kuras var veikt ar informācijas tehnoloģiju atbalstu un digitālās ekonomikas īpatsvars tiek vērtēts ap 20-22% (2017.g.) līmenī no globālā IKP (iekšzemes kopprodukts). Tehnoloģiju ietekme tuvākajā nākotnē var iespaidot līdz 50% no pasaules ekonomikas. Tā iemesla dēļ būtisks priekšnoteikums šīm pārmaiņām ir savlaicīgi veikti noteikti uzdevumi darba spēka sagatavošanai jaunajām darba tirgus prasībām, galvenokārt veicot nozīmīgas investīcijas iedzīvotāju prasmju attīstībā, īpaši domājot par mūsdienām atbilstošām IKT prasmēm. Šis aspekts ir uzsvērts EK augsta līmeņa ekspertu grupas izstrādātajās uzticama MI rīcībpolitikas un investīciju

¹⁶ Žurnāls “Innovations” 5. numurs. RTU tīmekļvietne. Pieejams: <https://www.rtu.lv/lv/universitate/masu-medijiem/innovation> [aplūkots 02.05.2019.]

¹⁷ McKinsey Global Institute. *AI, automation, and the future of work: Ten things to solve for*. Pieejams: <https://www.mckinsey.com/featured-insights/future-of-work/ai-automation-and-the-future-of-work-ten-things-to-solve-for> [aplūkots 10.09.2019.]

rekomendācijās. Saskaņā ar Ekonomikas ministrijas vidēja un ilgtermiņa darba tirgus prognozēm, darbaspēka rezerves nākamajos gados turpinās izsīkt, tādējādi saasinot jau tā akūto darbaspēka nepietiekamības problēmu un radot riskus turpmākai ekonomikas izaugsmei. Ņemot vērā to, būtiski ir domāt kā efektīvāk nodrošināt augošās nozares ar tām nepieciešamajiem cilvēkresursiem.

2. Starptautiskā MI tehnoloģijas pielietošanas pieredze un perspektīvas

MI tehnoloģijas pielietošanas piemēri, kas darbojas jau šobrīd:

1. Lēmumu pieņemšanas automatizācija un atbalsts:
 - 1.1. kredītņēmēju profilēšana¹⁸;
 - 1.2. apdrošināšanas prēmiju izmaksa;
 - 1.3. aviācijas un jūras transporta kustības organizācija un drošība;
 - 1.4. lauksaimniecības, mežsaimniecības un lopkopības produkcijas ražošanas organizācija;
 - 1.5. ASV sauszemes spēki 2015. gadā sāka izmantot MI, lai atbalstītu militāro lēmumu pieņemšanas procesu (MDMP – Military decision making process) operatīvajā un taktiskajā līmenī^{19 20};
 - 1.6. Igaunijas uzņēmums Texta (www.texta.ee) piedāvā risinājumu, kas valsts pārvaldes iestādēm automatizē personas datu svītrotāšanu no publicējamajiem dokumentiem, metadatu iegūšanu no e-pastiem, autoatbildētāja ierakstiem, papīra iesniegumiem (ja ir bijis iespējams automātiski atpazīt tekstu), pārsūta dokumentus speciālistiem atkarībā no dokumenta tematikas.
2. Mašīntulkošana.
3. Balss tehnoloģijas – balss sintēze un runas pārveide tekstā.
4. Virtuālais asistents (čatbots, sarunbots, tērzēšanas bots). Var strādāt gan teksta režīmā, gan balss sakaros. Aizvieto cilvēku standarta saziņas formātos:
 - 4.1. uzņēmuma *Deloitte* un Oksfordas Universitātes pētījumi norāda, ka līdz 2030. gadam Apvienotajā Karalistē 18% valsts pārvaldes darbinieku aizvietos ar MI²¹;

¹⁸ Artificial intelligence. OPPORTUNITIES, RISKS AND RECOMMENDATIONS FOR THE FINANCIAL SECTOR. *Luksemburgas finanšu sektora pārraudzības komisijas tīmekļvietne*. Pieejams: www.cssf.lu/fileadmin/files/Publications/Rapports_ponctuels/CSSF_White_Paper_Artificial_Intelligence_201218.pdf. [aplūkots 07.08.2019.]

¹⁹ Army applies computer automation to operational decision making. *ASV sauszemes spēku tīmekļvietne*. Pieejams: https://www.army.mil/article/148549/army_applies_computer_automation_to_operational_decision_making [aplūkots 07.08.2019.]

²⁰ Mission Command on Semi-Automatic. *ASV sauszemes spēku tīmekļvietne*. Pieejams: https://www.army.mil/article/184031/mission_command_on_semi_automatic [aplūkots 07.08.2019.]

²¹ How much time and money can AI save government? *Deloitte tīmekļvietne*. Pieejams: https://www2.deloitte.com/content/dam/insights/us/articles/3834_How-much-time-and-money-can-AI-save-government/DUP_How-much-time-and-money-can-AI-save-government.pdf [aplūkots 02.05.2019.]

- 4.2. uzņēmums *Gartner* norāda, ka 2020. gadā 40% no datu zinātnieku darbībām tiks automatizētas²²;
- 4.3. saskaņā ar uzņēmuma *Oracle Corporation UK Ltd.* pētījumu 80% pārdošanas un mārketinga vadītāji norādījuši, ka 2020. gadā klientu apmierinātības pētīšanai izmantos virtuālos asistentus²³;
- 4.4. Virtuālie asistenti tiek izmantoti kā veselības diagnožu noteicēji, apdrošināšanas aģenti, finanšu konsultanti²⁴.
5. Lielu datu masīvu analīze un uz tās balstīta prognozēšana:
 - 5.1. iedzīvotāju apmierinātības mērīšana vadoties pēc sociālo tīklu ierakstu satura. Piemēram, Lasvegasas veselības inspekcija izvēlas, kuras ēstuves pārbaudīt, lietojot automatizēto sociālo tīklu monitoringu. Pielietojot šo tehniku, atrasti pārkāpumi 15% gadījumu, tikmēr vienkārši pēc nejaušības principa izvēlētajos uzņēmumos pārkāpumi tiek atklāti 9% gadījumu²⁵;
 - 5.2. viedokļu līderu ierakstu analīze *Twitter* tīklā Kenijā sniedz iespēju prognozēt politiskās vardarbības samazināšanos vai palielināšanos 50 līdz 150 dienas iepriekš ar 85% precizitāti²⁶;
 - 5.3. kontekstuālā personalizētā reklāma. Patērētājs tiek analizēts pēc uzvedības tīmeklī (apmeklētajām lapām, meklēšanas pieprasījumiem u.c.), un viņam tiek piedāvāta personalizētā reklāma, preces un pakalpojumi;
 - 5.4. preču piegādes maršrutu optimizācija;
 - 5.5. *IBM Watson Analytics* rīks nozīmē vēža pacientiem to pašu ārstēšanas plānu, ko 99% ārstu²⁷;
 - 5.6. Adelaidas universitātes (Austrālija) zinātnieki izstrādājuši MI risinājumu, kas pēc izmeklējumu rezultātiem ar 69% precizitāti spēj paredzēt cilvēka nāvi tuvāko piecu gadu laikā²⁸.
6. Attēlu analīze:

²² Gartner Top 10 Strategic Technology Trends for 2019. *Gartner tīmekļvietne*. Pieejams: <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/gartner-top-10-strategic-technology-trends-for-2019/> [aplūkots 02.05.2019.]

²³ Oracle. 80% of businesses want chatbots by 2020. *Oracle tīmekļvietne*. Pieejams: https://www.oracle.com/webfolder/s/delivery_production/docs/FY16h1/doc35/CXResearchVirtualExperiences.pdf [aplūkots 05.08.2019.]

²⁴ The Chatbot Landscape – 20 Chatbot Applications Across Industries. *Emerj tīmekļvietne*. Pieejams: https://emerj.com/ai-sector-overviews/chatbot-landscape/?utm_term=43697&utm_medium=chatbot-landscape&utm_campaign=broadcast&utm_source=email&utm_content=&ke=eyJrbF9lbWFpbCI6ICJqYW5pcy5yYXRrZXZpY3NAZ21haWwuY29tIiwgImtsX2NvbXBhbnlfaWQiOiAiTWp4WnFnIn0%3D [aplūkots 21.06.2019.]

²⁵ Fighting food poisoning in Las Vegas with machine learning. *National science foundation tīmekļvietne*. Pieejams: https://www.nsf.gov/news/news_summ.jsp?cntn_id=137848 [aplūkots 06.06.2019.]

²⁶ The relationship between influential actors' language and violence: A Kenyan case study using artificial intelligence. *Starptautiskā izaugsmes centra tīmekļvietne*. Pieejams: www.theigc.org/wp-content/uploads/2019/02/Language-and-violence-in-Kenya_Final.pdf. [aplūkots 06.06.2019.]

²⁷ IBM's Watson AI Recommends Same Treatment as Doctors in 99% of Cancer Cases. *Futurism tīmekļvietne*. Pieejams: <https://futurism.com/ibms-watson-ai-recommends-same-treatment-as-doctors-in-99-of-cancer-cases> [aplūkots 06.06.2019.]

²⁸ Artificial Intelligence Systems Can Now Predict When You Will Die. *Interesting engineering tīmekļvietne*. Pieejams: <https://interestingengineering.com/artificial-intelligence-can-now-predict-when-you-will-die> [aplūkots 06.06.2019.]

- 6.1. Bostonas (ASV) 2013. gada teroraktu izmeklēšanā tika iesaistīts MI risinājums, lai analizētu visus tuvumā tapušos videomateriālus²⁹;
- 6.2. Ķīnas policija izmanto papildinātās (*augmented*) realitātes brilles, lai atpazītu meklēšanā esošās personas³⁰;
- 6.3. Morfildas (Lielbritānija, Londona) acu klīnika izmanto MI risinājumu, lai diagnosticētu acu saslimšanas³¹;
- 6.4. Igaunijas lauksaimniecības subsīdijas administrējošā iestāde pieņem daudzus lēmumus balstoties uz informāciju, kas iegūta no satelītattēliem. 2018. gadā minētais risinājums ļāva ietaupīt 665 tūkstošus *euro*³²;
- 6.5. datorredzes risinājumi asistē cilvēkiem ar redzes traucējumiem, ar balsi aprakstot apkārt esošo vidi³³.
7. Mašīnmācīšanās un robotika:
 - 7.1. automatizētie auto un lidaparāti;
 - 7.2. noliktavu roboti;
 - 7.3. ASV Aizsardzības departaments plāno izmantot MI sistēmas, lai stiprinātu kiberdrošību³⁴.

ASV Aizsardzības departamenta MI stratēģijā²⁸ norādīti šādi militārā pielietojuma piemēri:

 1. Uzlabot situācijas izpratni un lēmumu pieņemšanu.
 2. Uzlabot aprīkojuma drošību.
 3. Ieviest iepriekš paredzēto (*predictive*) tehnikas uzturēšanas un apgādes darbību sistēmu.
 4. Optimizēt biznesa procesus.

Sasniegumi privātajā sektorā, ko izdevās panākt, izmantojot MI risinājumus³⁵:

 1. par 30% samazināt preču piegādes termiņu un par 20% samazināt noliktavu noslodzi, ja izmanto MI vadītos autonomos robotus noliktavās;

²⁹ FBI Uses Big Data & Crowdsourcing To Hunt The Boston Bomber. *Silicon angle tīmekļvietne*. Pieejams: <https://siliconangle.com/2013/04/17/fbi-uses-big-data-crowdsourcing-to-hunt-the-boston-bomber/> [aplūkots 06.06.2019.]

³⁰ Chinese Police Add Facial Recognition Glasses to Their Surveillance Arsenal. *Futurism tīmekļvietne*. Pieejams: <https://futurism.com/chinese-police-facial-recognition-glasses-surveillance-arsenal/> [aplūkots 02.05.2019.]

³¹ DeepMind and Moorfields Eye Hospital NHS Foundation Trust. *Deepmind tīmekļvietne*. Pieejams: <https://deepmind.com/applied/deepmind-health/working-partners/health-research-tomorrow/moorfields-eye-hospital-nhs-foundation-trust/> [aplūkots 06.06.2019.]

³² CAN AI BE A FAIR JUDGE IN COURT? ESTONIA THINKS SO. *Wired tīmekļvietne*. Pieejams: <https://www.wired.com/story/can-ai-be-fair-judge-court-estonia-thinks-so/> [aplūkots 02.05.2019.]

³³ Seeing AI. *Microsoft tīmekļvietne*. Pieejams: <https://www.microsoft.com/en-us/seeing-ai> [aplūkots 06.06.2019.]

³⁴ SUMMARY OF THE 2018 DEPARTMENT OF DEFENSE ARTIFICIAL INTELLIGENCE STRATEGY. *ASV aizsardzības departamenta tīmekļvietne*. Pieejams: <https://media.defense.gov/2019/Feb/12/2002088963/-1/-1/1/SUMMARY-OF-DOD-AI-STRATEGY.PDF> [aplūkots 08.08.2019.]

³⁵ ARTIFICIAL INTELLIGENCE THE NEXT DIGITAL FRONTIER? *Mckinsey tīmekļvietne*. Pieejams: <https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/industries/advanced%20electronics/our%20insights/how%20artificial%20intelligence%20can%20deliver%20real%20value%20to%20companies/mgi-artificial-intelligence-discussion-paper.ashx> [aplūkots 02.05.2019.]

2. transporta loģistikas organizācijas izmaksas samazinās par 20-30%, lietojot transporta MI plānošanas un vadības moduļus savietojumā ar augstas izšķirtspējas un aktualitātes ģeotelpisko datu informāciju;
3. par 10-20% palielināt iekārtu produktivitāti, ja izmanto MI kļūmju prognozēšanai;
4. par 30-50% palielināt medmāsu produktivitāti, ja izmanto MI asistentu.

No iepriekš minētajiem piemēriem secināms, ka daudzās aktivitātēs MI tehnoloģijas strauji tuvojas vai jau pārspēj cilvēka spēju līmeni.

Igaunijā plāno ieviest automatizēto strīdu izšķiršanu civilietās, kurās prasību summa nepārsniedz 7 tūkst. *euro*³², turklāt Igaunijas publisko pakalpojumu sniedzējiem ir pieejams atsevišķs finansējums, lai pilotprojektu formā izmēģinātu jaunus elektroniskos risinājumus publisko pakalpojumu sniegšanā.

Pielietojumu apkopojums no pasaules pieredzes atrodams šī informatīvā ziņojuma 1. pielikumā.

3. Latvijas pieredze un perspektīvas

Starptautiskajā Digitālās ekonomikas un sabiedrības indeksā (*The Digital Economy and Society Index*, turpmāk – DESI)³⁶ Latvija 2019. gada rangā ieņem 17. vietu no 28 valstīm. Eiropas Komisija Latviju identificēja starp tām valstīm, kuras DESI ir spējušas uzrādīt vislielāko progresu pēdējo piecu gadu laikā. Sadaļā “Digitālo tehnoloģiju integrācija”, kas norāda uz tehnoloģiju izmantošanu privātajā sektorā, Latvija ieņem tikai 23. vietu. Līdz ar to Latvijas ekonomikas privātajam sektoram ir lielas iespējas palielināt savu konkurētspēju, sākot izmantot digitālo tehnoloģiju sniegtās iespējas. Savukārt DESI 2019. gada sadaļā “Digitālie publiskie pakalpojumi” Latvija ieņem augsto septīto vietu, kas norāda uz labu publisko pakalpojumu piedāvājumu un izmantošanas intensitāti. Latvijas ilgtspējīgas attīstības stratēģijā 2030.gadam³⁷ kā viena no iekļautajām jomām, kuras attīstīšanai jāpievērš īpaša uzmanība, ir “E-pārvaldība un sabiedriskā inovācija” – jaunrade ir cieši saistīta ar e-pārvaldības attīstību, ar to saprotot nevis vienkārši esošās administratīvās prakses digitalizāciju, bet gan valsts institūciju darbības efektivitātes paaugstināšanu, izmantojot jaunu informācijas tehnoloģiju radītas efektīvākas pārvaldības iespējas.

Deklarācijā par Artura Krišjāņa Kariņa vadītā Ministru kabineta iecerēto darbību³⁸ citstarp norādītas šādas prioritātes:

- 42. punktā “Produktivitātes kāpināšana” noteikts: “*Panāksim, ka publiskā atbalsta instrumenti ir vērsti uz automatizāciju, pētniecību un attīstību, digitalizāciju, procesu optimizāciju, energoefektivitāti un eksportu*”. 42.3. punkts nosaka “*Noteiktas Latvijas mākslīgā intelekta attīstības prioritātes un stratēģija (MK iesniegts dokumenta projekts) līdz 2019. gada 31. jūlijam*”;

³⁶ The Digital Economy and Society Index (DESI). Eiropas komisijas tīmekļvietne. Pieejams: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/desi> [aplūkots 05.07.2019.]

³⁷ Latvijas ilgtspējīgas attīstības stratēģija 2030.gadam. Politikas plānošanas dokumentu datubāze. Pieejams: <http://polsis.mk.gov.lv/documents/3323> [aplūkots 06.06.2019.]

³⁸ Deklarācija par Artura Krišjāņa Kariņa vadītā Ministru kabineta iecerēto darbību. Ministru kabineta tīmekļvietne. Pieejams: https://www.mk.gov.lv/sites/default/files/editor/kk-valdibas-deklaracija_red-gala.pdf [aplūkots 06.06.2019.]

- 177. punktā “Bezkompromisu tiesiskums un likuma vara” noteikts: “Attīstīsim modernus tehnoloģiskus risinājumus tieslietu sistēmas nodrošināšanā, veicinot iestāžu resursu efektīvu izmantošanu un mūsdienīgu, uz cilvēku vērstu, ērtu un saprotamu tieslietu nozares pakalpojumu nodrošināšanu”;
- 208. punktā “Valsts aizsardzība” noteikts: “Stiprināsim valsts kiberdrošību un nacionālās kiberaizsardzības spējas, lai pilnveidotu noturību pret kiberuzbrukumiem un mazinātu digitālās drošības riskus. Lai apturētu ekspertu aizplūšanu un padarītu informācijas tehnoloģiju drošības incidentu novēršanas institūcijas konkurētspējīgas, veicināsim atalgojuma celšanu”;
- 244. punktā “IKT, e-pārvalde un publiskie pakalpojumi” noteikts: “Digitalizēsim un modernizēsim valsts un pašvaldību pārvaldes procesus, tai skaitā virzot vienotu valsts digitālo pakalpojumu atbalsta centra modeli, kas cels pakalpojumu kvalitāti”.

Tieši MI attīstība būs svarīga komponente visu iepriekš minēto prioritāšu attīstīšanai, kā arī kopumā sekmīgai visa valdības rīcības plāna ieviešanai.

Latvijā jau šobrīd veiksmīgi izmanto MI tehnoloģijas. Ir izstrādāti un izmantoti virtuālie asistenti, tai skaitā valsts iestādēs. Uzņēmumu reģistrs sācis izmantot virtuālo asistentu “Una” (Uzņēmēju Nākotnes Atbalsts) klientu apkalpošanai³⁹. Kā liecina Uzņēmumu reģistra pieredze, darbinieku-konsultantu slodze nav būtiski mazinājusies, bet sniegto atbilžu daudzums un ātrums ir palielinājies, turklāt darbiniekiem ir iespēja koncentrēties uz sarežģītākiem jautājumiem, vienkāršākos atstājot virtuālā asistenta ziņā. Lauku atbalsta dienests (turpmāk – LAD) izmanto virtuālo asistentu “Varis”⁴⁰. “Varis” LAD datu bāzē pārskata visus atbalsta pretendētus, pēc tam Lursoft datu bāzē iegūst informāciju par uzņēmuma atbildīgajām personām. Sodu reģistrā “Varis” pārbauda, vai atbalsta saņēmējs nav sodīts. Iegūto informāciju “Varis” ievieto LAD datu bāzē. Kultūras ministra pakļautībā esoša tiešās pārvaldes iestāde “Kultūras informācijas sistēmu centrs” (turpmāk – KISC) sācis vienotu valsts pārvaldes virtuālā asistenta platformas attīstību⁴¹. KISC izveidojis un turpina pilnveidot valsts pārvaldes valodas tehnoloģiju platformu Hugo.lv. Hugo.lv tīmekļvietne nodrošina mašīntulkošanu, runas atpazīšanu un sintēzi. Valsts pārvaldes iestādēm nāksies saskarties ar izaicinājumiem, uzsākot virtuālā asistenta lietošanu, jo tām būs jāiemācās to pielāgot savām vajadzībām. Jāņem vērā, ka normatīvais regulējums bieži mainās un iestādēm būs jāuztur aktuāla virtuālā asistenta zināšanu bāze. Paredzams, ka paralēli attīstīsies gan specifiskie virtuālie asistenti, kas pilda konkrētas funkcijas, gan universālie asistenti (piemēram *Google Assistant*, *Siri*, *Cortana* u.c.), kuriem varēs pieslēgt dažādas zināšanu bāzes.

³⁹ Virtuālais asistents – UNA. Uzņēmumu reģistra tīmekļvietne. Pieejams: <https://www.ur.gov.lv/lv/par-mums/una/> [aplūkots 06.06.2019.]

⁴⁰ Lauku atbalsta dienestā darbu ir uzsācis robots Varis. Lauku atbalsta dienesta tīmekļvietne. Pieejams: <http://www.lad.gov.lv/lv/aktualitates-un-kalendars/aktualitates/lauku-atbalsta-dienesta-darbu-ir-uzsacis-robots-varis-889> [aplūkots 06.06.2019.]

⁴¹ Kultūras informācijas sistēmu centrs sācis vienotu valsts pārvaldes virtuālā asistenta platformas attīstību. Latvijas avīze. 2019. 24. maijs. Pieejams: <http://www.la.lv/kulturas-informacijas-sistemu-centrs-sacis-vienotu-valsts-parvaldes-virtuala-asistenta-platformas-attistibu> [aplūkots 06.06.2019.]

Valsts akciju sabiedrība "Ceļu satiksmes drošības direkcija" (turpmāk – CSDD) izmanto ceļu satiksmes uzraudzības risinājumu *FITS (Future Intelligent Transport Systems) ITEMS*, kas būtiski uzlabo ceļu satiksmes drošību un glābj cilvēku dzīvības. *FITS ITEMS* nodrošina vienotu transporta nozares sensoru un datu pārvaldību un apstrādi, izmantojot jaunākās mākoņskaitļošanas un MI sniegtās priekšrocības. Projekta ietvaros vienuviet tiek apkopoti daudzu ražotāju dažādu sensoru savāktie dati. Tos apkopojot un vadot datoram tiek iemācīts "saprast" transporta plūsmas un notikumus. Piemēram, Latvijas ātruma kameru sniegtajos fotoattēlos konstatēt transportlīdzekļus, nosakot to raksturiezīmes, atpazīstot numura zīmes u.tml.

2018.gadam noslēdzoties, ceļa posmos, kuros ir uzstādīti un darbojas fotoradari, ceļu satiksmes negadījumu skaits samazinājies par 43 %, salīdzinot ar to skaitu pirms fotoradaru uzstādīšanas (pirms fotoradaru uzstādīšanas – 1 084, pēc – 613). Savukārt, šajos ceļa posmos ceļu satiksmes negadījumos bojāgājušo skaits samazinājies par 87 % (pirms uzskaites periodā bojā gāja 32 cilvēki, fotoradaru darbības periodā - 4). Valstī kopumā ceļu satiksmes negadījumos bojā gājušo skaits kopš 2014.gada samazinājies no 184 līdz 148, t.i. par 20 %. Šajā laikā valsts autoceļu tīklā satiksmes intensitāte ir pieaugusi par 15-20%. Latvijas Transportlīdzekļu apdrošinātāju birojs (turpmāk – LTAB) uzskata, ka fotoradaru tīkla izveide visā Latvijā ir efektīvs rīks, kā ikdienā ierobežot ātruma pārsniegšanu, tādējādi sekmējot arī satiksmes drošības situācijas uzlabošanu. LTAB veiktajā aptaujā secināts, ka 30% autovadītāju, kuri tendēti pārsniegt ātruma ierobežojumu, pirms fotoradariem to samazina. Jāatzīmē, ka fotoradaru ieviešana nav vienīgais faktors, kas pozitīvi ietekmē satiksmes drošības stāvokļa izmaiņas.⁴²

Valsts ieņēmumu dienesta Elektroniskās deklarēšanas sistēma izmanto lēmumu pieņemšanas automatizēšanas elementus automātiski pārbaudot iesniegtās deklarācijas. Tas ļauj apstiprināt līdz 2/3 iesniegto deklarāciju, kurās netiek atklātas neatbilstības, un tādējādi ļauj ekspertiem veltīt laiku tikai tādu deklarāciju pārbaudei, kurās atklātas neatbilstības. Nākotnē liels potenciāls ir MI risinājumiem, kas palīdzēs izziņāt valsts pārvaldes klientu, sekmējot efektīvāku pakalpojumu sniegšanu iedzīvotājiem, mazināt ēnu ekonomiku un naudas atmazgāšanu.

Latvijā top pilotprojekts lielo datu analīzē balstītās plaušu vēža riska izvērtēšanas, agrīnas diagnostikas un prognozēšanas metodes izstrādei. Latvijā ir ap 77,3 tūkst. vēža slimnieku un katru gadu tiek diagnosticēti aptuveni 1000 jaunu saslimšanas gadījumu. Ārsti atzīst, ka ārstēšana ir efektīvāka, ja tā konstatēta pēc iespējas ātrāk. Projekta gaitā ir paredzēts izmantot MI, lai diagnosticētu vēzi. Šajā jomā Latvijas Investīciju un attīstības aģentūrā (turpmāk - LIAA) ir apstiprināti divi stratēģiski komercializācijas projekti programmā "Atbalsts tehnoloģiju pārnesei sistēmas pilnveidošanai" par kopējo summu 600 tūkstoši *euro*. Veiksmīgas sadarbības gadījumā Latvijā var veidoties genomikas centrs ar tam nepieciešamo tehnisko un pētniecības infrastruktūru, kas, izmantojot "datu ezerā" (*data lake*) uzkrātos datus,

⁴² Informatīvais ziņojums "Par tehnisko līdzekļu (fotoradaru) turpmākās darbības nodrošināšanu (atjaunošanu) un tās finansēšanas avotiem". *MK tīmekļvietne*. <http://tap.mk.gov.lv/mk/tap/?pid=40468758> [aplūkots 06.08.2019.]

spētu sasniegt Eiropas mēroga izcilību lietišķos pētījumos un sniegtajos pakalpojumos. Savukārt genomikas centra darbības rezultātā rastos jauni un unikāli dati.

Tieslietu ministra pakļautībā esoša tiešās pārvaldes iestāde - Tiesu administrācija 2017. gadā īstenoja pilotprojektu procesu automatizācijai, kura ietvaros robotizēts rēķinu pārneses process starp resursu vadības sistēmu Horizon un Tiesu informācijas sistēmu, aizvietojot cilvēka darbu ar programmatisku robotu⁴³. Sistēmas izstrādes un ieviešanas izmaksas kopā veidoja 9000 *euro*. Tiesu administrācija 2018. gadā aktīvi piedalījies tiesvedības termiņu prognožu modeļu izstrādē, kura ietvaros, izmantojot mašīnmācīšanos un neironu ķēdes, veikta lietu izskatīšanas termiņu prognozēšana un iegūti desmit dažādi, praksē pielietojami modeļi. Tiesvedības termiņu prognozes rīka izstrāde noritēja Latvijas Universitātes (turpmāk - LU) Inovāciju centra rīkota izaicinājuma ietvaros, kur vairākas komandas, izmantojot Tiesu administrācijas piedāvātos datus par lietām un to izskatīšanas termiņiem, veiksmīgi izveidoja vairākus mašīnāpmācītus modeļus, kuri prognozēja lietu izskatīšanas termiņus.

Tieslietu ministra pārraudzībā esoša tiešās pārvaldes iestāde Valsts zemes dienests (turpmāk – VZD) sadarbībā ar Rēzeknes tehnoloģiju akadēmiju (turpmāk - RTA) 2016.gadā īstenoja pilotprojektu būvju atpazīšanas iespējām izmantojot LIDAR (*Light Detection And Ranging*). Aerolāzerskenēšana ir tālīzpētes tehnoloģija, kas mēra attālumu no skenera, kas novietots uz lidaparāta, līdz mērķim ar lāzera stara impulsu un analizē atstaroto gaismu) datus, kura ietvaros RTA divās teritorijās veica LIDAR datu apstrādi⁴⁴. Pēc pilotprojekta noslēgšanās VZD darbus nav turpinājis, bet risinājumam ir perspektīva. Latvijas ģeoinformācijas produktu veidotāji jau sāk lietot automatizētu un pusautomatizētu tālīzpētes attēlu un skanējumu informācijas analīzi zemes telpisko datu informācijas ieguvei, sistematizēšanai un uz tiem bāzētu automatizētu situācijas un procesu analīzi, prognozi un dažādu nozaru procesu vadības organizāciju, kontroli.

Laika periodā no 2017. līdz 2019. gadam Latvijas Lauksaimniecības Universitātes (turpmāk – LLU) Zemes pārvaldības un ģeodēzijas katedrā tika izveidota Ģorgrāfiskās informācijas sistēmu (ĢIS) pētījumu laboratorija ar mērķi sagatavot digitālos telpiskos datus MI darbības telpiskās lokācijas nodrošinājumam. Laboratorija izveidota pārrobežu projekta ietvaros. Tajā tiek intensīvi apmācīti studenti no Zemes ierīcības un mērniecības, Būvniecības, Vides pārvaldības u.c. studiju programmām.

Latvijas informāciju tehnoloģiju uzņēmumiem ir pieredze datorredzes tehnoloģijās, kas pielietojamas dažādās jomās – sākot no mikrobioloģijas un beidzot ar mediju vidi. Piemēram, izstrādāts Baltijā pirmais tiešsaistes televīzijas reklāmas un auditorijas analītikas rīks, kas datus apstrādā, izmantojot videoredzi jeb algoritmu, kas spēj patstāvīgi noteikt reklāmu televīzijas kanālos, atrast līdzības citās reklāmās,

⁴³ Tiesu administrācijā uzsāk ieviest robotizācijas procesus. *Tiesu administrācijas tīmekļvietne*.

Pieejams:

https://www.ta.gov.lv/lv/aktualitates_17/tiesu_administracija_uzsak_ieviest_robotizācijas_procesus.html_C1647 [aplūkots 06.06.2019.]

⁴⁴ RTA lektors Sergejs Kodors izvirzīts Eižena Āriņa balvai datorikā 2016. *Rēzeknes tehnoloģiju akadēmijas tīmekļvietne*. Pieejams: <https://www.rta.lv/aktualitates/479> [aplūkots 06.06.2019.]

piesaistot tās konkrētai nozarei. Tas atpazīst reklāmas vienlaicīgi vairākos desmitos kanālu, spējot vienā stundā apstrādāt līdz pat 90 stundām televīzijas satura. Tas reālajā laikā apkopo vairāk nekā 200 000 Latvijas mājsaimniecību statistiku, sniedzot līdz šim precīzākos reklāmu datus par iecienītāko televīzijas kanālu skatījumiem uzreiz pēc to parādīšanās ēterā. Reklāmdevēji statistikai tiešsaistes režīmā var sekot interneta vietnē ērtā un pārskatāmā veidā.

2017. gada septembrī Latvijā sadarbībā ar LU tika atklāts pirmais LU *Microsoft* Inovāciju centrs Baltijā un Ziemeļeiropā. Viens no šī centra darbības virzieniem ir vērsts arī uz MI risinājumiem.

Šobrīd Valsts pārvaldes pakalpojumu portālā Latvija.lv un arī valsts pārvaldes iestāžu tīmekļvietņu vienotajā platformā projekta ietvaros plānots izmantot KISC izstrādāto virtuālo asistentu. Plānotie pilotēšanas scenāriji projekta ietvaros:

1. Valsts pārvaldes pakalpojumu portāls Latvija.lv;
2. Valsts pārvaldes iestāžu tīmekļvietņu vienotajā platformā;
3. Bibliotēku informācijas sistēmā.

Latvijas pieredze un zināšanas MI tehnoloģiju izstrādē un komercializācijā ir lisis nopietnu pamatu tās veiksmīgai turpmākai attīstībā. Īstenotie valsts pārvaldes un privātā sektora komersantu kopīgie projekti ir apliecinājums sadarbībai un spējai izstrādāt inovatīvus risinājumus, kas jau guvuši Eiropas atzinību. Tālākas sadarbības izvērsšana ir virziens, ko ir nepieciešams veicināt, lai Latvija būtu starp tām valstīm, kuras pirmās sasniedz teicamus rezultātus un ir kā paraugs citām valstīm. Tieši MI komercializēšana un tādu risinājumu izveide, kas ir svarīgi uz zināšanām balstītas ekonomikas attīstībā, galvenokārt, augstas pievienotās vērtības produktu ražošanā un pakalpojumu sniegšanā, atbilstoši ceturtnās rūpnieciskās revolūcijas prasībām, nodrošinās Latvijas turpmāko attīstību un sabiedrības kopējo ekonomisko izaugsmi. Šobrīd paredzētajā ES Digitālo Inovācijas centru (*Digital Innovation Hubs*) programmā ļoti nozīmīga loma ir piešķirta arī MI attīstībai, atbalstot reģionālos izcilības centrus, kā arī sekmējot mazo un vidējo uzņēmumu digitālo transformāciju, tai skaitā ieviešot MI risinājumus savos biznesa procesos.

2019. gada *PricewaterhouseCoopers SIA* Baltijas valstu uzņēmumu vadītāju aptaujā tika noskaidrots, ka:

- 36% Latvijas uzņēmumu šobrīd vispār neizskata automatizācijas iespējas (Igaunijā – 17%, Lietuvā – 54%);
- 91% Latvijas uzņēmumu ir būtiska datu ieguve un analīze (Igaunijā – 92%, Lietuvā – 79%);
- 14% Latvijas uzņēmumu jau šobrīd aktīvi izmanto MI risinājumus (Igaunijā aptuveni 7%, Lietuvā aptuveni 3%) un vēl 34% tās plāno ieviest tuvāko trīs gadu laikā;
- 17% Latvijas uzņēmumu jau izmanto procesu robotizāciju un automatizāciju (Igaunijā aptuveni 20%, Lietuvā aptuveni 7%), plāno to darīt tuvāko trīs gadu laikā vēl 20%.

Pēc aptaujas datiem secināms, ka Latvijas uzņēmumi šobrīd aktīvāk par kaimiņvalstu uzņēmumiem izmanto MI risinājumus, diemžēl vairāk nekā trešdaļa Latvijas uzņēmumu vispār neizskata automatizācijas iespējas.

1.tabulā ir parādīta Latvijas stipro pušu, vājo pušu, iespēju un draudu analīze (SVID) MI kontekstā.

1. Tabula. SVID analīze.

Iekšējie faktori	
Stiprās puses	Vājās puses
<ul style="list-style-type: none"> • Samērā labi rādītāji digitālajiem publiskajiem pakalpojumiem⁴⁵. • Samērā labas svešvalodu zināšanas iedzīvotājiem⁴⁶. • Labs interneta, sevišķi mobilā interneta, ātrums⁴³. • IKT nozares strauja izaugsme⁴⁷. • Ir daži pasaules mēroga izcili uzņēmumi MI jomā, sevišķi valodu tehnoloģiju sfērā. • Specializēts regulējums jaunuzņēmumiem (Jaunuzņēmumu darbības atbalsta likums)⁴⁸. • Labi rādītāji Atvērto datu atkalizmantošanas indeksā⁴⁹. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mazs iekšējais tirgus. • Iedzīvotāju skaita samazināšanās. • Relatīvi mazs datu apjoms. • Mazs IKT jomā studējošo īpatsvars. • Viens no sliktākajiem rādītājiem ES digitālo tehnoloģiju integrācijā privātajos uzņēmumos⁴³. • Sliktas iedzīvotāju digitālās prasmes⁴³. • Viens no sliktākajiem rādītājiem ES ieguldījumiem zinātnē un inovācijās⁵⁰. • Slikta valsts reputācija dēļ naudas atmazgāšanas darījumiem, līdz ar to slikta investīciju vide. • Viena no zemākajām biržas kapitālizācijām pret IKP Eiropā⁵¹.

⁴⁵ The Digital Economy and Society Index (DESI). Eiropas komisijas tīmekļvietne. Pieejams: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/desi> [aplūkots 05.07.2019.]

⁴⁶ Foreign language skills statistics. Eurostat tīmekļvietne. Pieejams: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Foreign_language_skills_statistics [aplūkots 26.08.2019.]

⁴⁷ IKT sektora uzņēmumu galvenie uzņēmējdarbības rādītāji. Centrālās statistikas pārvaldes tīmekļvietne. Pieejams: https://data1.csb.gov.lv/pxweb/lv/zin/zin_ikt_sektors/ITG230.px/table/tableViewLayout1/ [aplūkots 26.08.2019.]

⁴⁸ Jaunuzņēmumu darbības atbalsta likums. Likumi.lv tīmekļvietne. <https://likumi.lv/ta/id/287272-jaunuznemumu-darbibas-atbalsta-likums> [aplūkots 26.08.2019.]

⁴⁹ Open Data in Europe. European data portal. <https://www.europeandataportal.eu/en/dashboard#2018> [aplūkots 22.10.2019.]

⁵⁰ R&D expenditure in the EU increased slightly to 2.07% of GDP in 2017. Eurostat tīmekļvietne. Pieejams: <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/2995521/9483597/9-10012019-AP-EN.pdf> [aplūkots 26.08.2019.]

⁵¹ Informatīvais ziņojums "Latvijas nacionālā kapitāla tirgus attīstība un tā loma Latvijas ekonomikas izaugsme". Ministru kabineta tīmekļvietne. Pieejams: <http://tap.mk.gov.lv/mk/tap/?pid=40452796> [aplūkots 26.08.2019.]

	<ul style="list-style-type: none"> • Zemi starptautiskie reitingi Latvijas augstskolām^{52 53}. • Nav vietējo pasaules vai Eiropas mēroga lielo IKT uzņēmumu vai to nozīmīga mēroga filiāļu. • Grūtības īstenot horizontālu politiku pārresoru līmenī, tai skaitā MI jomā.
Ārējie faktori	
Iespējas	Draudi
<ul style="list-style-type: none"> • Ceturtā rūpnieciskā revolūcija paver iespēju būtiski transformēt ekonomiku, paaugstināt labklājību un uzlabot publisko pārvaldību, plaši integrējot MI risinājumus. • Piesaistīt lielus starptautiskos uzņēmumus, lai tie izveido filiāli Latvijā. • Zināšanas kļūst arvien pieejamākas ikvienam, kam ir dators un interneta pieslēgums, neatkarīgi no atrašanās vietas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Arvien lielāka resursu koncentrācija dažos MI izcilības centros gan pasaules, gan Eiropas mērogā nozīmēs mazākus resursus perifērijā (speciālistu emigrācija, investīciju pieejamība, tuvums noieta tirgiem). • Veiksmīgo vietējo uzņēmumu pārpirkšana no starptautisko uzņēmumu puses un biznesa pārcelšana ārpus Latvijas. • Ģeopolitiskās situācijas pasliktināšanās reģionā atturēs investorus.

Pirmais plānošanas dokuments, kurā tiks ietvertas pārresoru aktivitātes MI jomā, būs “Digitālās transformācijas pamatnostādnes 2021.-2027. gadam” ko VARAM plāno izstrādāt līdz 2020. gada 30. decembrim. “Digitālās transformācijas pamatnostādnes 2021.-2027. gadam” būs turpinājums dokumentam “Informācijas sabiedrības attīstības pamatnostādnes 2014.-2020.gadam”⁵⁴.

4. Starptautiskie dokumenti un sadarbība

MI, tāpat kā ar to saistītie izaicinājumi un riski, ir globāla tendence un nav skatāma atsevišķi tikai Latvijas mērogā. Ar MI saistītie jautājumi turpina ieņemt arvien nozīmīgāku vietu starpvaldību un starptautisko (ar dažādu ieinteresēto pušu, t.sk. privātā sektora un nevalstisko organizāciju iesaisti) organizāciju darba kārtībā. Latvijai skaidri jānoformulē savas intereses, ņemot vērā iespējamo MI attīstību un ietekmi uz sabiedrību.

Latvija, aktīvi strādājot starptautiskajā kontekstā, ir apņēmusies ievērot virkni starptautisko organizāciju izstrādāto principu MI jomā.

⁵² QS pasaules universitāšu reitings. *Top universities tīmekļvietne*. Pieejams: <https://www.topuniversities.com/university-rankings> [aplūkots 26.08.2019.]

⁵³ Ranking Web of universities. *Webometrics tīmekļvietne*. Pieejams: <http://www.webometrics.info/en/Europe/Latvia%20> [aplūkots 26.08.2019.]

⁵⁴ Informācijas sabiedrības sadaļa. *VARAM tīmekļvietne*. Pieejams: http://www.varam.gov.lv/in_site/tools/download.php?file=files/text/dokumenti/pol_doc/elietas/IS_pamatnostadnes_2013.pdf [aplūkots 06.08.2019.]

2018. gada 10. aprīlī ES dalībvalstis parakstīja deklarāciju par sadarbību MI jomā⁵⁵. Ar šo deklarāciju ES dalībvalstis vienojās sadarboties, risinot svarīgākos ar MI saistītos jautājumus, sākot no Eiropas konkurētspējas nodrošināšanas pētniecības un inovāciju jomā līdz sociālo, ekonomisko, ētisko un juridisko jautājumu risināšanai.

2018. gada 19. septembrī ES Ekonomikas un sociālo lietu komiteja apstiprināja atzinumu par tematu “Mākslīgais intelekts: prognozēt tā ietekmi uz nodarbinātību, lai nodrošinātu taisnīgu pieeju”⁵⁶, kas apskata nākotnes sociālekonomiskās izmaiņas ko izraisa MI attīstība. Dokumentā tiek uzsvērtā liela loma, ko ieņem MI ekonomikas pārveidošanā, ieteikts uzlabot MI statistikas uzskaiti un izstrādāt iekļaujošo ES programmu MI jomā, ievērot pārredzamības principu, ieteikts nepieļaut “digitālā teilorisma” (ļoti strikta, MI veidota un uzraudzīta darba reglamentācija) veidus. Tiek norādīts, ka darbaspēka nodokļi joprojām ir galvenais budžeta ienākumu avots, bet līdz ar plašāku robotizāciju, darbinieku skaits samazināsies. Negatīvu digitalizācijas seku mazināšana tiek norādīts kā viens no publiskās pārvaldes uzdevumiem. Uzsvērtā tiek arī mākslīgā intelekta un tā lietojuma radītās iespējas, jo īpaši tādās jomās kā veselības aprūpe, drošība transporta un enerģētikas nozare, klimata pārmaiņu apkarošana un apdraudējuma prognozēšana kibersdrošības jomā. Eksperti uzsvēruši, ka viens no riskiem ir darbvietu polarizācija starp “superzvaigznēm”, kam ir digitālajā ekonomikā noderīgas prasmes, un “zaudētājiem”, kuru prasmes, pieredze un zinātība digitalizācijas apstākļos pakāpeniski kļūs nevajadzīgas. Eiropas pētniekiem, inženieriem, projektētājiem un uzņēmējiem, kuri sekmē MI sistēmu attīstīšanu un ieviešanu tirgū, jārikojas saskaņā ar ētiskās un sociālās atbildības kritērijiem. Šajā nolūkā piemērots risinājums var būt ētikas un humanitāro zinātņu iekļaušana inženierzinātņu mācību programmās.

2018. gadā Eiropas Komisijas izvēlētie 52 augsta līmeņa eksperti (*High-Level Expert Group on Artificial Intelligence*⁵⁷) sagatavoja Eiropas Savienības MI ētikas vadlīnijas⁵⁸, kuras tika apstiprinātas 2019. gada aprīlī⁵⁹. Vadlīnijās tiek definēti šādi principi MI izmantošanā: atbildība, caurspīdīgums, drošība, noturīgums, nediskriminācija un fundamentālo tiesību ievērošana, kas akcentē Eiropas Savienībā radīto mākslīgā MI zīmolu - “ētisks un cilvēkorientēts MI”. Turklāt tiek norādīts, ka

⁵⁵ EU Member States sign up to cooperate on Artificial Intelligence. *Eiropas komisijas tīmekļvietne*. Pieejams: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/eu-member-states-sign-cooperate-artificial-intelligence> [aplūkots 21.02.2019.]

⁵⁶ Eiropas Ekonomikas un sociālo lietu komitejas atzinums par tematu “Mākslīgais intelekts: prognozēt tā ietekmi uz nodarbinātību, lai nodrošinātu taisnīgu pieeju” (pašiniciatīvas atzinums). *ES tiesību aktu tīmekļvietne*. Pieejams: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/LV/TXT/?uri=uriserv:OJ.C_.2018.440.01.0001.01.LAV&toc=OJ:C:2018:440:TOC [aplūkots 08.04.2019.]

⁵⁷ Have your say: European expert group seeks feedback on draft ethics guidelines for trustworthy artificial intelligence. *Eiropas komisijas tīmekļvietne*. Pieejams: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/have-your-say-european-expert-group-seeks-feedback-draft-ethics-guidelines-trustworthy> [aplūkots 20.02.2019.]

⁵⁸ Ethics guidelines for trustworthy AI. *Eiropas komisijas tīmekļvietne*. Pieejams: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/ethics-guidelines-trustworthy-ai> [aplūkots 16.09.2019.]

⁵⁹ Building trust in human-centric AI. *Eiropas komisijas tīmekļvietne*. Pieejams: <https://ec.europa.eu/futurium/en/ai-alliance-consultation/guidelines#Top> [aplūkots 02.05.2019.]

dzīves kvalitāti būtiski uzlabos mākslīgā intelekta sekmētās attīstības iespējas attiecībā uz autonomajiem transportlīdzekļiem, veselības aprūpi, mājokļu/pakalpojumu robotiem, izglītību un kiberdrošību.

2018. gada beigās Eiropas Komisijas Apvienotais pētījumu centrs ir publicējis dokumentu “Mākslīgais intelekts. Eiropas perspektīva”⁶⁰. Dokumentā apskatīta MI attīstība dažādos pasaules reģionos, ētiskās, sociālās un ekonomiskās perspektīvas, regulējuma politika, izaicinājumi izglītības sistēmai. Uzsvērtā nepieciešamība pēc skaitļošanas jaudām un datu pieejamības. Viena sadaļa veltīta kiberdrošībai. Tajā norādīts, ka MI palīdzēs cīņai pret noziedzību, tai skaitā kibernetizāciju, bet vienlaikus radīs jaunus izaicinājumus šajās jomās. Norādīts, ka MI sistēmas var kļūt par uzbrukumu mērķi un progresīvu instrumentu kiberuzbrukumu arsenālā. MI integrācija plaši lietotos digitālos produktos, lietotnēs, kiberdrošības kontrolē var ieviest jaunus, konceptuāli atšķirīgus un vēl neizskaidrojamus trūkumus, kurus var izmantot ļaunprātīgi dalībnieki. Atšķirībā no uzbrukumiem tradicionālām sistēmā, MI sistēmu gadījumā uzbrukumi varētu tikt vērsti ne tikai pret algoritmu, bet arī pret datiem, kas tiek izmantoti MI sistēmu “treniņam”. Uzvērtā nepieciešamība kiberdrošības sistēmu pētījumiem par MI kiberpreventīvo spēju attīstīšanu tā aizsargājot pret ļaunprātīgu AI lietošanu.

2018. gada 7. decembrī apstiprināts Eiropas Komisijas izstrādātais Eiropas līmeņa MI attīstības plāns (*Coordinated Plan on the development of Artificial Intelligence Made in Europe – 2018*)⁶¹. Pie šī plāna strādājuši lielākā daļa ES dalībvalstu pārstāvji. Plāna būtiskie elementi ir stratēģiskā koordinācija, investīcijas, pētniecības ekselences veidošana, prasmes un mūžizglītība, dati un to pieejamība, valsts sektors un tā pakalpojumi MI pielietojuma kontekstā, kā arī starptautiskā sadarbība. Apskatīti jautājumi kā izmantot MI kibernetizācijas apkarošanai un kā sargāt MI sistēmas no kiberuzbrukumiem. Norādīts uz starpvalstu sadarbības nepieciešamību kiberdrošības nodrošināšanai.

2019. gada 18. februārī ES Padome pieņēma secinājumus⁶² par koordinēto Eiropā radīta MI izstrādes un izmantošanas plānu. Secinājumos ES Padome uzsver, ka ir izšķirīgi svarīgi veicināt MI izstrādi un lietošanu Eiropā, palielinot ieguldījumus šajā jomā, sekmējot MI tehnoloģiju un lietotņu izcilību un stiprinot rūpniecības un akadēmisko aprindu sadarbību pētniecībā un inovācijā.

MI tēma 2018. gadā tika iekļauta arī Ziemeļvalstu ministru padomes darba kārtībā un tika parakstīta deklarācija par ciešāku sadarbību tā ieviešanā valsts un privātajā sektorā⁶³. 2019. gadam ir izstrādāts darba plāns un plānots uzsākt konkrētus

⁶⁰ Artificial Intelligence: A European Perspective. *Eiropas komisijas tīmekļvietne*. Pieejams: <https://ec.europa.eu/jrc/en/publication/eur-scientific-and-technical-research-reports/artificial-intelligence-european-perspective> [aplūkots 21.02.2019.]

⁶¹ Coordinated Plan on Artificial Intelligence. *Eiropas komisijas tīmekļvietne*. Pieejams: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/coordinated-plan-artificial-intelligence> [aplūkots 20.02.2019.]

⁶² Koordinēts Eiropas plāns attiecībā uz mākslīgo intelektu. *Eiropas padomes tīmekļvietne*. Pieejams: <https://www.consilium.europa.eu/lt/press/press-releases/2019/02/18/european-coordinated-plan-on-artificial-intelligence/> [aplūkots 21.02.2019.]

⁶³ AI in the Nordic-Baltic region. *Ziemeļvalstu Ministru padomes tīmekļvietne*. Pieejams: <https://www.norden.org/en/declaration/ai-nordic-baltic-region> [aplūkots 09.08.2019.]

sadarbības projektus. Paredzēta sadarbība izglītības jomā, datu pieejamībā, pieredzes apmaiņa regulējuma un ētikas vadlīniju jomā.

Ekonomiskās sadarbības un attīstības organizācija (turpmāk – OECD) ir publicējusi vairākus pārskatus par MI attīstību⁶⁴ un formulējusi vēlamās attīstības virzienus. Galvenās MI sistēmām izvirzītās prasības ir ilgtspējīga un iekļaujoša attīstība, cilvēkorientācija un godīgums, caurspīdīgums un darbību izskaidrojamība, drošība, atbildība.

Nepieciešams atzīmēt, ka absolūtā izskaidrojamība MI sistēmās ir komplicēta dēļ to sarežģītības. Jo vairāk ir neironu līmeņu un jo lielāka datu kopa no kuras notiek apmācība, jo grūtāk ir konstatēt kāpēc MI sistēma ir pieņēmusi vienu vai otru lēmumu. Lēmumi iekš MI tiek pieņemti balstoties uz neironu aktivācijas funkciju parametriem, kas tiek iegūti apmācības ceļā vai cilvēka iestatītas. Iemesli kāpēc MI pieņem noteiktos “nepareizos” lēmumus ir vairāki: apmācības kopas nepilnības, nereprezentatīvas vai diskriminējošas apmācības kopas, nepareizi izvēlēta arhitektūra. Ir iespēja veikt atgriezenisko neironu tīklu testēšanu, lai saprastu, kuri neironi, kā reaģē uz noteiktiem datu atribūtiem. Ir nepieciešams veidot izskaidrojamības standartus, lai visas valsts pārvaldē un lēmumu pieņemšanā iesaistītās MI sistēmas spētu paskaidrot, kuri parametri un atribūti, kā ir ietekmējuši lēmumu.

2019. gada 19. maijā OECD apstiprināja dokumentu “MI principi”⁶⁵. Dokumentu parakstīja 42 valstu pārstāvji. Ir noteikti pieci uz vērtībām balstīti principi uzticamas MI atbildīgai pārvaldībai:

1. MI vajadzētu dot labumu cilvēkiem un planētai, veicinot iekļaujošu izaugsmi, ilgtspējīgu attīstību un labklājību.
 2. MI sistēmas būtu jāveido tā, lai tiktu ievērots tiesiskums, cilvēktiesības, demokrātiskās vērtības un daudzveidība un tajās būtu jāiekļauj atbilstīgi aizsardzības pasākumi, piemēram, vajadzības gadījumā nodrošinot cilvēka iejaukšanos, lai nodrošinātu taisnīgumu.
 3. Ir jābūt pārredzamībai un atbildīgai informācijas atklātībai par MI sistēmām, lai nodrošinātu, ka cilvēki saprot MI spriedumu iegūšanas ceļu un var to apstrīdēt.
 4. MI sistēmām visā to dzīves ciklā jādarbojas stabili un droši, iespējamie riski pastāvīgi jānovērtē un jāpārvalda.
 5. Organizācijām un privātpersonām, kas izstrādā, izvērš vai ekspluatē MI sistēmas, jābūt atbildīgam par to pareizu darbību saskaņā ar iepriekš minētajiem principiem.
- OECD iesaka dalībvalstīm šādas aktivitātes MI jomā⁶⁵:
1. Investēt MI pētniecībā un attīstībā.
 2. Veidot MI ekosistēmu.
 3. Izveidot normatīvo regulējumu MI.
 4. Sagatavot atbilstošu personālu un sagatavoties sociālekonomiskām pārmaiņām.
 5. Sadarboties starptautiskajā līmenī uzticamo MI sistēmu veidošanā, izstrādājot kopējos standartus.

⁶⁴ Artificial intelligence. *OECD tīmekļvietne*. Pieejams: <http://www.oecd.org/going-digital/ai/> [aplūkots 22.02.2019.]

⁶⁵ What are the OECD Principles on AI? *OECD tīmekļvietne*. Pieejams: <http://www.oecd.org/going-digital/ai/principles/> [aplūkots 04.06.2019.]

Eiropas stratēģiju un politikas analizēs sistēmas publikācijā “Globālie trendi līdz 2030. gadam – iespējas un izvēlēs Eiropai”⁶⁶ sadaļā “Ja mēs nerīkosimies” norādīts: “Mūsdienu tehnoloģiju nereglamentēti sasniegumi rada neparedzētas sekas. Piemēram, robotizēto sistēmu izmantošana karadarbībā noved pie neizvēlīgās nogalināšanas; nepārbaudītais “superintelekts” aizstāj cilvēku intelektu; tiek ļaunprātīgi izmantoti lieli dati, lai grautu demokrātiju un pat brīvu gribu. Darbavietas tiek zaudētas un jaunas netiek radītas. Eiropas zemi ieguldījumi pētniecībā un attīstībā noved pie tās atpalicības no Ķīnas inovāciju jomā.”

Eiropas Komisija (EK) pārdomu dokumentā “Ceļā uz ilgtspējīgu Eiropu līdz 2030. gadam”⁶⁷ norādījusi uz nepieciešamību kļiedēt ES atpalicību no Ķīnas un ASV MI jomā, lai veicinātu tādu nozaru attīstību kā veselības aprūpe, enerģētika, lauksaimniecība, izglītība un vide. Norādīts, ka “ES ir apņēmības pilna veidot spējas un zināšanas tādās svarīgās digitālās tehnoloģijās kā savienojamība, lietu internets, kibernetika, blokķēdes un augstas veiktspējas skaitļošana, vienlaikus veltot uzmanību digitālās infrastruktūras potenciālajai negatīvajai ārējai ietekmei.” Mākslīgā intelekta nozīme akcentēta arī Daudzgaļu budžeta shēmā 2021. – 2027. gadam kurā Digitālās Eiropas programmas ietvarā paredzēti vairāk nekā 2 miljardi *euro*, lai atvieglotu publiskā sektora iestāžu un uzņēmumu, īpaši mazo uzņēmumu, iespējas piekļūt MI testēšanas un izmēģināšanas iekārtām dalībvalstīs.

2019. gada 8. aprīlī pieņemts Eiropas Komisijas paziņojums Eiropas Parlamentam, Padomei, Eiropas ekonomikas un sociālo lietu komitejai un Reģionu komitejai “Vairojot uzticēšanos cilvēkorientētam MI”⁶⁸. Paziņojumā norādīts, ka MI tehnoloģija jāattīsta tā, ka centrā nonāk cilvēks un tādējādi tā nopelna sabiedrības uzticību. Uzsvērts, ka Eiropas Komisija turpinās ES pieeju izplatīt pasaules arēnā un veidot vienprātību jautājumā par cilvēkorientēto MI, tādēļ stiprinās sadarbību ar līdzīgi noskaņotiem partneriem un turpinās aktīvi piedalīties starptautiskās apspriedēs un iniciatīvās.

Starptautiskā arodbiedrību apvienība UNI definējusi 10 principus MI ētiskai izmantošanai⁶⁹. Būtiskākie punkti ir caurspīdīgums, cilvēka kontroles saglabāšana, dalīšanās ar MI ieguvumiem.

Dokuments “Priekšlikumā Eiropas Parlamenta un Padomes regulai ar ko laikposmam no 2021. līdz 2027. gadam izveido Digitālās Eiropas programmu”⁷⁰. Tajā

⁶⁶ Global trends to 2030. Challenges and choices for Europe. *Eiropas komisijas tīmekļvietne*. Pieejams: https://ec.europa.eu/epsc/sites/epsc/files/espas_report2019.pdf [aplūkots 06.06.2019.]

⁶⁷ Eiropas Komisija, Pārdomu dokuments “Ceļā uz ilgtspējīgu Eiropu līdz 2030. gadam”. Pieejams: https://ec.europa.eu/commission/sites/beta-political/files/rp_sustainable_europe_lv_v2_web.pdf, [aplūkots 06.06.2019.]

⁶⁸ Building Trust in Human Centric Artificial Intelligence. *Eiropas komisijas tīmekļvietne*. Pieejams: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/communication-building-trust-human-centric-artificial-intelligence> [aplūkots 02.05.2019.]

⁶⁹ TOP 10 PRINCIPLES FOR ETHICAL ARTIFICIAL INTELLIGENCE. *The future world of work*. Pieejams: http://www.thefutureworldofwork.org/media/35420/uni_ethical_ai.pdf [aplūkots 29.07.2019.]

⁷⁰ Priekšlikums Eiropas Parlamenta un Padomes regula, ar ko laikposmam no 2021. līdz 2027. gadam izveido Digitālās Eiropas programmu. *Eiropas Eiropas Savienības Oficiālais Vēstnesis*. Pieejams: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/LV/TXT/?uri=COM:2018:434:FIN> [aplūkots 12.08.2019.]

norādīts, ka papildus ieguldījumiem pētniecībā un inovācijā lietderīgi var izrādīties publiskā sektora pasākumi ar mērķi atbalstīt "augšupējus ieguldījumus" strauji augošās tehnoloģiju jomās, lai radītu vērtību, vienlaikus risinot publiskā sektora vajadzības. Tas neapšaubāmi attiecas uz galvenajām jomām, kas būs pamatā ekonomikas un sabiedrības digitālajai pārveidei vēl vismaz nākamajos desmit gados, t. i., uz mūsdienīgu datošanu un datu apstrādi, kibernetiku un mākslīgo intelektu. Atgādināts, ka Tallinas samitā Eiropas Savienības valstu un to valdību vadītāji noteica spēcīgas digitālās ekonomikas galvenos pīlārus: kibernetika, mākslīgais intelekts, pasaules līmeņa infrastruktūra, kas ietver augstas veiktspējas datošanu, digitālās prasmes un publiskā sektora digitālā pārveide. Eiropas Savienības digitalizācijas programmas mērķis ir nodrošināt finansēšanas instrumentu, kas būtu pielāgots spēju veidošanas operatīvajām vajadzībām Eiropadomes noteiktajās jomās, un izmantot to sinerģiju. Tādēļ tā būs vērsta uz Eiropas spēju stiprināšanu augstas veiktspējas datošanas, mākslīgā intelekta, kibernetikas un augsta līmeņa digitālo prasmju jomā un uz to plašas izmantošanas nodrošināšanu ekonomikā un sabiedrībā. Ja visas šīs jomas veicinās vienlaikus, tās palīdzēs panākt datu ekonomikas uzplaukumu. Latvija savā 2018. gada 9. oktobra pozīcijā ir atbalstījusi paziņojumā dokumentā ietvertos pasākumus.

2019. gada 28. - 29.jūnijā G20 foruma Osakas Līderu deklarācijā⁷¹ minēta "humāni centrēta pieeja mākslīgajam intelektam". Norādīts, ka atbildīga MI attīstība un pielietošana varētu būt dzinējspēks, lai sasniegtu ilgtspējīgas attīstības mērķus un izveidotu ilgtspējīgu un iekļaujošu sabiedrību, uzvērto arī drošības aspektu digitālajā ekonomikā.

Visi iepriekš minētie starptautiskie dokumenti ir definējuši MI kopējās vērtības un skaidri iezīmē tādus svarīgākos MI attīstības elementus kā datu drošība, cilvēkorientētība (human centric) un uzticamība. Tieši šie pamatprincipi ir jāņem vērā arī izstrādājot MI risinājumus Latvijā un plānojot to tālāko attīstību. Prasmes būs tas elements, kas vitāli ietekmēs MI ieviešanas efektivitāti un pielietojumu, tāpēc to turpmāka pilnveide un mūžizglītība ir tie aspekti, kuriem visaugstākajā līmenī ir nepieciešams veidot gan koordinētu (starptautiska līmeņa), gan valstu individuālu atbalstu.

Somijas pārstāvji norādījuši, ka MI jautājuma virzība ES kontekstā ir viens no Somijas prezidentūras ES Padomē 2019.gada otrajā pusgadā svarīgākajiem uzdevumiem. Somijas pārstāvji uzskata, ka Eiropas Savienības MI joma jāattīsta:

1. nodrošinot datu pieejamību MI sistēmu treniņam;
2. jāpārveido iekšējais tirgus, sasaistot to ar MI risinājumu attīstību;
3. nepieciešams paplašināt un nostiprināt MI ētikas vadlīniju⁷² ievērošanu, lai mazinātu iespējamo negatīvo ietekmi uz sabiedrību.

Eiropas Komisijas Komunikācijas tīklu, satura un tehnoloģiju ģenerāldirektorāts norādījis, ka nākamās Eiropas Komisijas viena no prioritātēm būs

⁷¹ G20 līderu deklarācija. *G20 valstu 2020. gada sammita tīmekļvietne.*

https://g20.org/en/documents/final_g20_osaka_leaders_declaration.html [aplūkots 12.08.2019.]

⁷² Ethics Guidelines for Trustworthy AI. *Eiropas komisijas tīmekļvietne.* Pieejams:

<https://ec.europa.eu/futurium/en/ai-alliance-consultation/guidelines#Top> [aplūkots 02.05.2019.]

turpināt stiprināt ne-personu datu brīvu apriti un pieejamību, kas ir būtisks priekšnosacījums MI attīstībai.

Kopīgu projektu realizēšana ļautu ietaupīt izmaksas un pārņemt citu valstu veiksmīgo pieredzi. Piemēram, Somijas projekts *Aurora*⁷³ paredz personalizēta virtuālā asistenta izveidi, kas strukturēti nodrošinās pakalpojumus katram Somijas iedzīvotājam atbilstoši dzīves situācijām, neatkarīgi no tā, cik iestādes nepieciešams iesaistīt kāda atsevišķa pakalpojuma sniegšanai.

MI tehnoloģijas attīstība un pētniecība nav iespējama vienā valstī, tādēļ starptautiskās sadarbības formāts ir īpaši nozīmīgs. Latvijai primāri nepieciešams attīstīt sadarbību Ziemeļvalstu un Baltijas valstu mērogā, kā arī Eiropas Savienības līmenī. Kopīgi projekti veicina Latvijas izcilāko tehnoloģiju eksportu uz citām ES valstīm. Latvijā radītās mašintulkošanas tehnoloģijas, kas uzvarējušas pasaules mašintulkošanas sacensībās WMT2017 (latviešu valodai), WMT2018 (igauņu valodai) un WMT2019 (lietuviešu valodai) ieviestas ES prezidentūru darbā. Latvijas uzņēmums kopā ar attiecīgo valstu partneriem ir ieviesis mašintulkošanas risinājumus, kuri tika izmantoti Igaunijas, Bulgārijas, Austrijas un Somijas prezidentūrās, kā arī strādā pie mašintulka Horvātijas prezidentūrai.

Diplo Foundation pētījuma “Iezīmējot izaicinājumus un iespējas MI izmantošanai diplomātijā”⁷⁴ aprakstīts Pasaules tirdzniecības organizācijas darba efektivizācijai izstrādāts MI rīks “Kognitīvais tirdzniecības padomnieks” (*The Cognitive Trade Advisor*). Tā priekšrocība ir iespēja ātri un ļoti kvalitatīvi izanalizēt lielu starptautisko līgumu teksta apjomu.

Starptautiskajā vidē ir aktīvi jāpopularizē Latvijas sasniegumu MI jomā, lai veicinātu valsts atpazīstamību, eksportu, investīciju piesaisti, tai skaitā kopīgu projektu ietvaros. Būtiska ir arī latviešu diasporas iesaiste. Primārie starptautiskās sadarbības virzieni ir piekļuves nodrošināšana lielajiem datiem, jo Latvijas mērogā datu ir par maz; organizēto dezinformācijas kampaņu atklāšana un apkarošana; resursu apvienošana pētījumiem un tehnoloģiju attīstībai. Latvijai jāturpina aktīvi piedalīties diskusijās par starptautisku vadlīniju nepieciešamību, kā arī regulējuma un vadlīniju izstrādē tādos līdzīgi domājošu valstu formātos kā ES un OECD.

5. Novērtējuma rādītāji

Šobrīd nav vienotas starptautiskas metodoloģijas kā novērtēt un salīdzināt dažādu valstu sniegumu MI jomā. Eksperti ir aktualizējuši šo jautājumu OECD un ES līmenī, kas liek domāt, ka tuvākā gada vai divu laikā rezultāts (metodoloģija) varētu būt. OECD darba dokumentā “Mērot digitālo transformāciju”⁷⁵ skata trīs komponentus:

⁷³ Meet Aurora: Finland's AI assistant aims to give each citizen tailored advice. *Zdnet*. 2019. 7. februāris. Pieejams: <https://www.zdnet.com/article/meet-aurora-finlands-ai-assistant-aims-to-give-each-citizen-tailored-advice/> [aplūkots 02.05.2019.]

⁷⁴ Mapping the challenges and opportunities of artificial intelligence for the conduct of diplomacy. *Diplo foundation*. Pieejams: <https://www.diplomacy.edu/sites/default/files/AI-diplo-report.pdf> [aplūkots 06.06.2019.]

⁷⁵ Measuring the Digital Transformation A Roadmap for the Future. *OECD tīmekļvietne*. Pieejams: <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/9789264311992-en.pdf?expires=1559828990&id=id&accname=oid048312&checksum=7E52BDC678BF798968974C8>

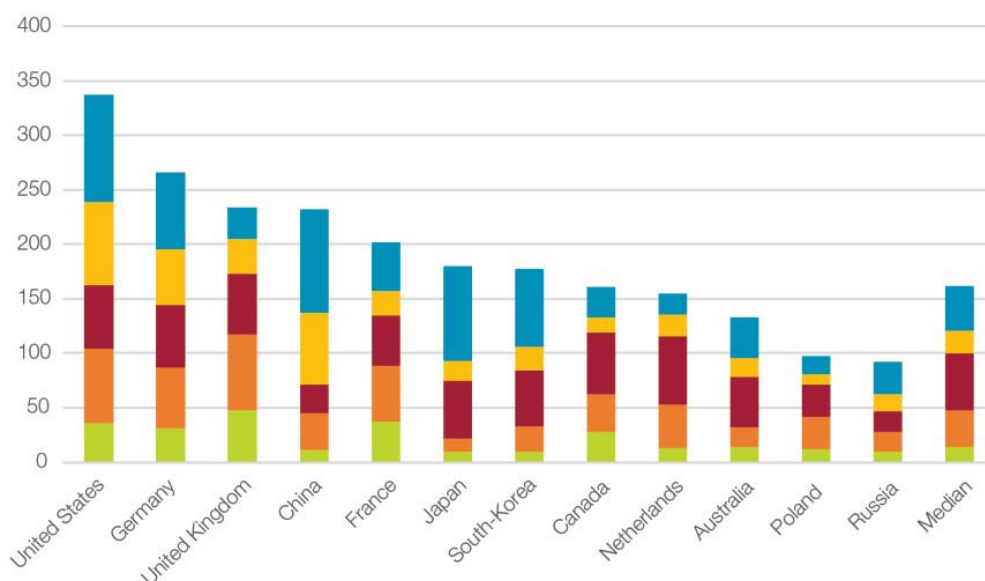
MI saistītās zinātniskās publikācijas, MI izmantojums atvērtā koda programmatūrā, patenti MI jomā.

Daži piemēri novērtējuma rādītājiem un Latvijas vieta tajos:

1. **Uzņēmuma Capgemini MI gatavības indekss (*AI Readiness Benchmark*)⁷⁶**

Šajā indeksā Latvija ierindojas mazāk attīstīto valstu vidū, atpaliekot arī no kaimiņvalstīm. No 19 rādītājiem uz MI attiecas tikai klientu attiecību pārvaldības (*Customer Relationship Management – CRM*) rīki. Viss pārējais vairāk attiecas un IKT attīstību kopumā, nevis specifiski uz MI.

2. **Uzņēmuma Capgemini MI novērtējuma indekss (*AI performance Benchmark*)⁷⁷**



4. attēls. Capgemini MI snieguma indekss.

Capgemini MI novērtējuma indekss ir aprēķināts tikai salīdzinoši lielajām valstīm. Kā var redzēt 4. attēlā, vislabākie MI snieguma rādītāji ir ASV, sliktākie – Krievijai. No šī indeksa 31 rādītāja uz MI tieši attiecas 16 rādītāji. Pārējie 15 rādītāji attiecas uz IKT vispārēji, daļa par inovācijām, vidi un vispārējo ekonomisko attīstību.

3. ***The Economist* automatizācijas indekss.**

Tuvs MI tēmai ir izdevuma *The Economist* automatizācijas indekss⁷⁸. Tieši uz MI attiecas divi rādītāji. Pārējie rādītāji atspoguļo uzņēmējdarbības, izglītības, zinātnes, IKT un institucionālo vidi kopumā.

[34F118D7A#_ga=2.257487433.399316007.1559824888-760773235.1554892506](#) [aplūkots 06.06.2019.]

⁷⁶ Artificial Intelligence Benchmark. *Capgemini tīmekļvietne*. Pieejams:

<https://www.capgemini.com/wp-content/uploads/2018/07/AI-Readiness-Benchmark-POV.pdf> [aplūkots 06.06.2019.]

⁷⁷ Artificial Intelligence Readiness and -Performance Benchmark. *Capgemini tīmekļvietne*. Pieejams:

<https://www.capgemini.com/2018/07/artificial-intelligence-readiness-and-performance-benchmark/> [aplūkots 02.05.2019.]

⁷⁸ THE AUTOMATION READINESS INDEX. *The Economist*. Pieejams:

<http://www.automationreadiness.eiu.com/> [aplūkots 02.05.2019.]

4. Publikācija MI Eiropas perspektīva (*Artificial intelligence a European perspective*)⁷⁹.

Šajā publikācijā Latvija norādītā kā valsts ar mazāko MI dalībnieku skaitu no ES valstīm, bet MI uzņēmumu pievienotā vērtība attiecība pret kopējo valsts IKP ir vidējā ES līmenī.

5. **MI industrijas Austrumeiropas pārskats-2018** (*AI in Eastern Europe artificial intelligence industry landscape overview 2018*)⁸⁰. Pārskatā ir ietvertas Krievija, Baltkrievija, Kazahstāna, Armēnija, Gruzija, Rumānija, Lietuva, Latvija, Igaunija, Ukraina, Polija. Saskaņā ar to, Latvijā ir 26 uzņēmumi kas darbojas MI jomā un 11 investori (Lietuvā attiecīgi 29 un 5, Igaunijā - 46 un 27). Tas veido 5,2% no Austrumeiropas uzņēmumiem MI jomā un 4,8% investoru MI jomā (Lietuvā attiecīgi 5,8% un 2,2%, Igaunijā – 9,2% un 11,7%). Līderis ir Krievija, bet tālu neatpaliek Polija. Reģiona griezumā Latvija ir priekšā citām valstīm proporcionāli ekonomikas lielumam un iedzīvotāju skaitam, bet atpaliek no Igaunijas un Lietuvas.

Snieguma mērīšanai IKT jomā Latvijas iekšienē ir izveidots Latvijas e-indekss. Tas ir digitālās vides brieduma novērtējums valsts pārvaldes iestāžu un pašvaldību darbā un pakalpojumu nodrošināšanā⁸¹. Tas paredzēts dažādu Latvijas iestāžu salīdzināšanai savā starpā.

Vienotā novērtējuma neesamība apgrūtina iespēju mērīt politikas efektivitāti un salīdzināt valsti ar citām valstīm. Rādītāju trūkums par Latviju nozīmēs arī mazākas investīcijas, jo investori orientējas uz reitingiem kā vienu no kritērijiem investīciju veikšanai.

6. Izglītība un pētniecība

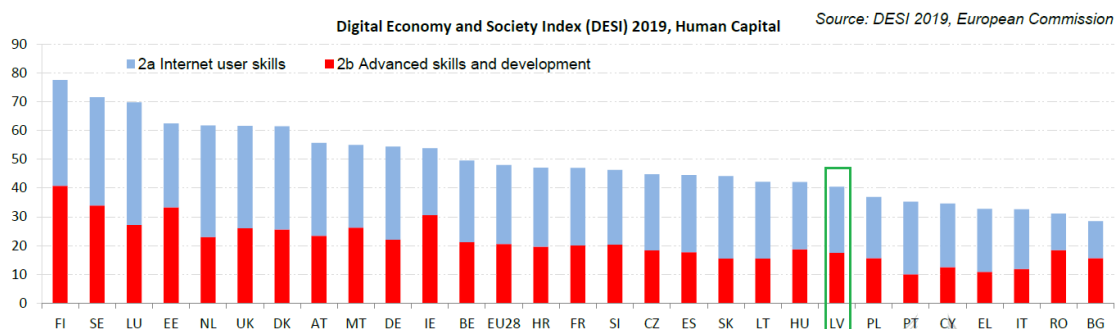
Latvija DESI 2019. gada rangā ieņem 17. vietu⁸², bet sadaļā “Cilvēkkapitāls”, kas norāda uz cilvēku digitālām prasmēm, tikai 21. vietu (skat. piekto attēlu). Pusei Latvijas iedzīvotāju nav digitālo prasmju vai to līmenis ir zems, augstākas par pamata prasmēm ir vien ceturtdaļai iedzīvotāju, lai gan samērā daudzi izmanto internetbankas un e-pārvaldes pakalpojumus. Izpratnes par digitalizācijas sniegtām iespējām, tai skaitā MI, trūkst gan valsts pārvaldē, gan privātajā sektorā, gan mācību iestāžu absolventiem. Iedzīvotāju digitālo prasmju uzlabošana ir priekšnosacījums, lai varētu izveidot iekļaujošu darba tirgu, kā arī paaugstināt to uzņēmumu produktivitāti, kuri patlaban visai maz izmanto digitālās priekšrocības.

⁷⁹ Artificial Intelligence: A European Perspective. Eiropas komisijas tīmekļvietne. Pieejams: <https://ec.europa.eu/jrc/en/publication/eur-scientific-and-technical-research-reports/artificial-intelligence-european-perspective> [aplūkots 02.05.2019.]

⁸⁰ AI in Eastern Europe ARTIFICIAL INTELLIGENCE INDUSTRY LANDSCAPE OVERVIEW 2018. Pharma Division tīmekļvietne. Pieejams: <http://analytics.dkv.global/data/pdf/AI-in-EE/AI-in-Eastern-Europe-Teaser.pdf> 02.05.2019.

⁸¹ Latvijas E-indekss. “Mana Latvija” tīmekļvietne. Pieejams: <https://mana.latvija.lv/e-indekss/> [aplūkots 06.06.2019.]

⁸² Eiropas Komisija, Digitālās ekonomikas un sabiedrības indekss 2019. Pieejams: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/scoreboard/latvia>



5.attēls. Latvijas vieta Eiropas DESI indeksa sadaļā “Cilvēkkapitāls”.

Šobrīd Latvijā vairākas augstskolas nodarbojas ar MI pētniecību.

LU Matemātikas un informātikas institūta (turpmāk – LU MII) tiek veikti pētījumi un izstrāde vairākos MI un mašīnmācīšanās virzienos: dabiskās valodas apstrādē, datorredzē un attēlu analīzē, robotikā un cilvēka un robota saskarsmē, kā arī bioinformātikā šādos pētniecības virzienos:

1. teksta semantiskā analīze un teksta sintēze daudzvalodu informācijas izguvei un strukturēšanai, jautājumu atbildēšanai, viedu virtuālo asistentu izveidei u.c. lietojumiem, īpašu uzmanību veltot latviešu valodas atbalstam;
2. latviešu valodas runas atpazīšana (transkribēšana) un runas sintēze;
3. dziļās mašīnmācīšanās un stimulētās mašīnmācīšanās lietojumi dabiskās valodas analīzē, datorredzē, robotikā un bioinformātikā.

LU MII MI jomā sadarbojas gan ar zinātniskām organizācijām, gan ar uzņēmējiem. Eiropas Reģionālā attīstības fonda (turpmāk – ERAF) 1.1.1.specifiskā atbalsta mērķa “Palielināt Latvijas zinātnisko institūciju pētniecisko un inovatīvo kapacitāti un spēju piesaistīt ārējo finansējumu, ieguldot cilvēkresursos un infrastruktūrā” 1.1.1.1.pasākuma “Praktiskās ievirzes pētījumi” pētniecības projektā Nr.1.1.1.1/16/A/135 “Uz grafiem balstītas sistēmbioloģijas datu modelēšanas un analīzes metodes” ietvaros LU MII pētnieki dziļās mašīnmācīšanās metodes pielieto dažādu bioinformātikas problēmu risināšanā. LU MII ir veikti pētījumi un eksperimenti arī automatizēto transportlīdzekļu izveidē. Satiksmes ministrijas darba grupa ir izstrādājusi vadlīnijas automatizēto transportlīdzekļu testēšanai⁸³.

Rīgas Tehniskās universitātes (turpmāk – RTU) Datorzinātnes un informācijas tehnoloģijas fakultāte (turpmāk – DITF) veic pētījumus MI jomā vai ar to saistītās jomās: vispārējais MI – likumos un ontoloģijās sakņotas sistēmas; intelektuālas mācību sistēmas un zināšanu pārbaudes sistēma; daudzāģentu paradigmā sakņotas sistēmas; autonomas sistēmas un roboti (galvenā koncentrācija uz sauszemes robotiem un daudzu robotu sistēmām); mašīnapmācība, t.sk. attēlu automātiska apstrāde, skaņas apstrāde, anomāliju noteikšana u.c.; lielo datu apstrāde, analīze un likumsakarību izgūšana; aparatūrā sakņoti neironu tīkli un to pielietojumi robotu vadībā; gudrās sensoru sistēmas un dažādas automātikas jomās.

⁸³ Vadlīnijas automatizētu transportlīdzekļu tehnoloģiju testēšanai. *Satiksmes ministrijas tīmekļvietne*. Pieejams: http://www.sam.gov.lv/images/modules/items/PDF/item_7222_test_vadlinijas.pdf [aplūkots 06.06.2019.]

RTU Mākslīgā intelekta un sistēmu inženierijas katedra veic pētījumus vispārējā lēmumu pieņemšanā, optimizācijā – ģenētiskā, klasiskā; mašīnāpmācībā un datizracē (*data mining*); autonomas sistēmas kopumā ar koncentrāciju uz sauszemes robotiem; vizuālajā un skaņas datu apstrādē un atpazīšanā; sensoru datu sapludināšanā, anomāliju noteikšanā un apstrādē; teksta apstrādē (*text mining*); laikrindu analizē un anomāliju noteikšanā; intelektuālu mācību sistēmu – automātiskā satura pielāgošanā, automātiskā zināšanu pārbaudē.

RTU Industriālās elektronikas un elektrotehnikas institūts koordinē Valsts pētījumu programmas “Nākamās paaudzes informācijas un komunikāciju tehnoloģiju” (*NexIT*) projektu. Projekta īstenošanā piedalās RTU zinātnieki no vairākām fakultātēm: no DITF Lietišķo datorsistēmu institūta, no Informācijas tehnoloģiju institūta Modelēšanas un imitācijas katedras, no Būvniecības fakultātes Siltuma, Gāzes un Ūdens Tehnoloģijas institūta Ūdens inženierijas un tehnoloģijas katedras. Ar RTU komandu sadarbojas Transporta un sakaru institūta zinātnieki. Projekta ietvaros izstrādātais metožu, praktiski izmantojamo rīku un aparatūras kopums ļaus iegūt būtiski kvalitatīvāku un apjomīgāku informāciju par pilsētvides procesiem kā normālos, tā arī krīzes apstākļos. Būs iespēja radīt jaunus IKT pakalpojumus valsts un pašvaldības institūcijām, kā arī komersantiem. Izveidojot jaunus datu konsolidācijas un apstrādes līdzekļus, tiek radīta iespēja izstrādāt modernus sensoru tīklus un uz tiem balstītus jaunus pakalpojumus.

RTU ar ERAF atbalstu laikā no 2017.-2020. gadam tiek realizēts 1.1.1.specifiskā atbalsta mērķa “Palielināt Latvijas zinātnisko institūciju pētniecisko un inovatīvo kapacitāti un spēju piesaistīt ārējo finansējumu, ieguldot cilvēkresursos un infrastruktūrā” (turpmāk – 1.1.1.SAM) 1.1.1.2.pasākuma “Pēcdoktorantūras pētniecības atbalsts” projekts Nr.1.1.1.2/16/I/001 “Atbalsts pēcdoktorantūras pētniecības īstenošanai” projekts “Izkliedēta heterogēnu karšu apvienošana daudzu robotu sistēmās”⁸⁴ ar mērķi izstrādāt izkliedētu karšu apvienošanas ietvaru heterogēnām daudzu robotu sistēmām, paplašinot iepriekš izstrādātu sistēmu heterogēnu robotu gadījumam. Rezultātā tiks iegūta daudzu robotu sistēmas, kurā katrs robots būs spējīgs patstāvīgi sastādīt apkārtējās vides karti.

Elektronikas un datorzinātņu institūts (turpmāk - EDI) ir neatkarīgs valsts zinātniskais institūts, kas veic fundamentālus un lietišķus pētījumus datorzinātnes, informāciju, komunikāciju un elektronisko tehnoloģiju un aparātubūves jomās. MI modernos dziļās apmācības (*deep learning*) rīkus jau kopš 2015. gada. EDI izmanto savos pētījumos signālu, attēlu un video apstrādei vairākos pielietojumos. EDI veiktie pētījumi ietver gan MI metožu (pārsvarā dziļo neironu tīklu) veidošanu un uzlabošanu, gan arī to efektīvu implementēšanu. Īpaši atzīmējams, ka 2018.gadā EDI ir izdevies iebūvēt mākslīgo neironu tīklu vienas mikroskāmas programmējamā loģiskā masīvā (*FPGA - Field-Programmable Gate Array*), kas tālāk jau tiek izmantots elektroautomobiļu piedziņas vadības risinājumu attīstīšanā. Attēlu un video signālu gadījumā EDI izstrādātie datorredzes risinājumi veic dažādu objektu atklāšanu,

⁸⁴ Izkliedēta Heterogēnu Karšu Apvienošana Daudzu Robotu Sistēmās. RTU tīmekļvietne. Pieejams: <http://misik.rtu.lv/2018/02/1596/> [aplūkots 06.06.2019.]

lokalizēšanu, klasificēšanu un identificēšanu, kas ļauj paplašināt esošu kiberfizikālu sistēmu iespējas, kā arī ļauj automatizēt dažādus cilvēku veiktos uzdevumus (industrijas roboti, automatizētās automašīnas, drošības sistēmas, intelligentās transporta sistēmas). Savukārt, bezvadu sensoru tīklu gadījumā EDI MI metodes pielieto sensoru signālu apstrādei reālā laikā, ļaujot uzlabot sistēmu veikspēju un paplašināt ar sensoriem iegūstamo derīgo informāciju.

Mašīnmācīšanās modeļu apmācībai tiek lietots EDI augstas veikspējas dators, un lielu apmācības datu iegūšanai tiek pētīti un veidoti jauni datu marķēšanas un datu ģenerēšanas paņēmieni, tajā skaitā pilnībā vai daļēji automatizēti.

IT Kompetences centra ietvaros tiek veikti lietišķie pētījumi neironu tīklu izmantošanā dabīgās valodas apstrādei, virtuālo asistentu apmācībai, uzņēmumu darbības prognozēšanai (LU, RTU, Ventspils Augstskola).

ERAF 1.1.1.SAM 1.1.1.1.pasākuma "Praktiskās ievirzes pētījumi" projekta Nr.1.1.1.1/18/A/148 "Daudzvalodu cilvēka-datora komunikācijas modelēšana, izmantojot mākslīgā intelekta metodes" praktiskas ievirzes pētījumu programmas ietvaros tiek īstenots apjomīgs pētījums par daudzvalodu cilvēka datora komunikācijas modelēšanu, izmantojot mākslīgā intelekta metodes.

Nozīmīga iespēja ir ar ES lielākās pētniecības un inovāciju programmas "Apvārsnis2020" atbalstu attīstīt publiskās un privātās partnerības MI pētniecības un inovāciju projektus kompetences celšanai. Ir pieejams atbalsts un iesaistīšanās kopējās tehnoloģiskās ierosmes *Electronic Components and Systems for European Leadership*⁸⁵ (turpmāk – ECSEL) kopuzņēmuma programmās. Tā, piemēram, šobrīd starp atvērtiem projekta pieteikumu uzsaukumiem ir izdalīts speciāls ar MI saistīts uzsaukums ar kodu H2020-ECSEL-2018-2-RIA-Special-Topic „*Implementing AI and Machine Learning, to detect anomalies or similarities and to optimize parameters*”. Arī ECSEL stratēģiskā plānā MI ir ierādīta ievērojama vieta visās prioritātēs.

Programmas "Apvārsnis 2020" ietvaros tiek īstenots liela mēroga sadarbības projekts starp vadošajiem Eiropas mākslīgā intelekta centriem AI4EU. Tā mērķis ir izveidot vienotu tehnoloģisko platformu mākslīgā intelekta attīstības veicināšanai, kā arī ar to saistītos rīkus, metodoloģiju, stratēģiskos plānus, apmācības programmas. Kā vienīgais dalībnieks no Baltijas valstīm šajā projektā ir iekļauts Latvijas uzņēmums.

Elektroautomobiļu komponentu izstrādei veltītā "Apvārsnis 2020" projektā "*Integrated Components for Complexity Control in Affordable Electrified Cars*" (3Ccar) EDI veic neironu tīkla īstenošanu „sistēma vienā čipā” SoC (*System on Chip*) tehnoloģijā. 2018. gadā iesāktā "Apvārsnis 2020" projektā "*Programmable Systems for Intelligence in Automobiles*" (PRYSTINE) MI metodes tiks lietotas automatizētās automašīnas izveidē, gan apkārtējās vides apzināšanas uzdevumam caur dažādiem sensoriem (kamera, radars, LIDAR), gan arī lēmumu pieņemšanā par automašīnas turpmākām darbībām.

Apvienojot EDI ilggadējo pieredzi bezvadu sensoru tīklu jomā ar pieredzi MI, "Apvārsnis 2020" projekta "*Intelligent Motion Control Platform for Smart Mechatronic Systems*" (I-Mech) ietvaros tiek izstrādāti viedu bezvadu sensoru tīklu

⁸⁵ ECSEL tīmekļvietne. Pieejams: <https://www.ecsel.eu/> [aplūkots 06.06.2019.]

risinājumi un reāla laika signālu apstrādes algoritmi mahatronisku sistēmu veikspējas uzlabošanai. ERA-NET FlagERA projektā "*Frictionless Energy Efficient Convergent Wearables For Healthcare and Lifestyle Applications*" (*Convergence*) signāli no valkājamas bezvadu sensoru platformas ar MI palīdzību tiek analizēti, lai veiktu cilvēka aktivitāšu monitoringu.

ERAF 1.2.1.specifiskā atbalsta mērķa "Palielināt privātā sektora investīcijas P&A" (turpmāk – 1.2.1.SAM) 1.2.1.1.pasākuma "Atbalsts jaunu produktu un tehnoloģiju izstrādei kompetences centru ietvaros" (turpmāk – 1.2.1.1.pasākums) projekts Nr.1.2.1.1/16/A/002 "Latvijas elektrisko un optisko iekārtu ražošanas nozares kompetences centrs" pētījumā "Pētījums par datorredzes paņēmieni attīstību industrijas procesu norises automatizācijai" datorredze tiek pielietota industriālā robota rokai ērti paņemamu objektu lokalizēšanai haotiski sabērtu objektu kaudzē, un paņemto objektu klasificēšanai. Papildus tiek pētīti paņēmieni mākslīgu apmācības datu ģenerēšanai, lai īstenotos MI modeļus būtu iespējams ātri pārmācīt dažādu rūpniecībā sastopamu objektu gadījumiem.

ERAF projekta 1.2.1.SAM 1.2.1.1.pasākuma projekts Nr. 1.2.1.1/16/A/007 projekta Nr.1.2.1.1/16/A/007 "Informācijas un komunikācijas tehnoloģiju kompetences centrs" pētījumā "Dziļo neironu tīklu metode auto transporta numura zīmju lokalizācijas un klasifikācijas precizitātes uzlabošanai" uz MI balstītie modeļi tika veidoti un apmācīti precīzai transportlīdzekļu numurzīmju lokalizēšanai un atpazīšanai kā arī transportlīdzekļu klasificēšanai uz ceļa uzņemtos attēlos.

Uz dziļiem neironu tīkliem balstīti inteliģento transporta sistēmu risinājumi tika veidoti arī valsts pētījuma programmā "Kiberfizikālās sistēmas, ontoloģijas un biofotonikas drošai & viedai pilsētai un sabiedrībai" projektā "Tehnoloģijas drošai un uzticamai pilsētai". MI metodes tika izmantotas uz lētām iekārtām īstenojamai automašīnu un cilvēku detektēšanai, kā arī cilvēku seju identificēšanai. Tika veidotas arī jaunas pieejas marķētu datu ieguvei, kuru esamība bieži ir izšķirošs nosacījums uz mašīnmācīšanos balstītu MI metožu veiksmīgam pielietojumam.

Helsinki Universitāte un somu tehnoloģiju uzņēmums "*Reaktor*" paziņojuši, ka vēlas padarīt Somiju par pasaulē izglītotāko valsti MI jomā, tāpēc šobrīd piedāvā ikvienam interesentam – gan Somijā, gan ārpus tās – bez maksas apgūt MI veltītu tiešsaistes kursu "Mākslīgā intelekta elementi" (*Elements of AI*)⁸⁶. Kurss ir bez maksas un pieejams ikvienam ar interneta pieslēgumu. Tas ir angļu valodā, un kursa apgūšana aizņem aptuveni 30 stundas. Pēc beigšanas iespējams saņemt sertifikātu, ko publicēt savā "LinkedIn" profilā. 2019. gada februārī kursam jau bija pieteikušies 170 tūkstoši cilvēku. Somijas pārstāvji 2019. gada 26.-27. martā Helsinkos notikušajā konferencē par tiesiskuma risinājumiem MI sistēmās norādīja, ka viņi ies uz to, ka 1% iedzīvotāju ir jāiegūst pamatzināšanas MI jomā. Somijas piemēram seko arī Zviedrija un Nīderlande⁸⁷.

⁸⁶ Elements of AI. *Elements of AI tīmekļvietne*. Pieejams: <https://www.elementsofai.com/> [aplūkots 02.05.2019.]

⁸⁷ Finnish online AI course draws more than 140,000 students. *yle.fi tīmekļvietne*. Pieejams: https://yle.fi/uutiset/osasto/news/finnish_online_ai_course_draws_more_than_140000_students/10763603 [aplūkots 02.05.2019.]

MI kā rīks var tikt izmantots vispārējās izglītības uzlabošanai. Pamatā var akcentēt trīs izglītības atbalsta funkcijas, ko var veikt MI⁸⁸:

1. Viedais saturs — tehnoloģija, kas no grāmatas satura var izveidot konspektu vai sagatavot testu zināšanu pārbaudei. Piemēram *Cram101*⁸⁹ vai *Netex learning*⁹⁰ rīki.
2. Viedās apmācības sistēmas (virtuālais mācību asistents) – personalizēta elektroniskā apmācība, kas pielāgota skolēna vai studenta vajadzībām, mācību stilam, vēlmēm. Piemēram *Carnegie Learning*⁹¹ rīks.
3. Virtuālā mācību vide kā palīg līdzeklis informācijas apgūšanai. Piemēram *Victoryxr*⁹² rīks.

MI sistēmas varētu tikt izmantotas arī kā virtuālais skolotāja asistents, lai pārbaudītu un apkopotu apmācāmo zināšanas.

Technavio analītiķi prognozē, ka laikā no 2018. līdz 2022. gadam MI tirgus lielums ASV izglītības sektorā pieaugs par 48%⁹³.

7. Datu un skaitļošanas jaudu pieejamība

Lielākai daļai MI sistēmu “treniņam” (apmācībai) kritiski svarīga ir datu pieejamība. It sevišķi vērtīgi ir lielie dati (*big data*).

Ar Ministru kabineta 2013.gada 14.oktobra rīkojumu Nr.486 “Par Informācijas sabiedrības attīstības pamatnostādņēm 2014.-2020.gadam” (turpmāk – Pamatnostādnes) kā viens no e-pārvaldes plānošanas pamatprincipiem ir publiskās pārvaldes dati tautsaimniecības izaugsmei. Pamatnostādnes nosaka, ka:

1. Veidojot jaunas informācijas sistēmas un attīstot esošās, atvērto datu principa ievērošana ir jāietver sistēmas pamatos, izvērtējot datu kopu iespējamo izmantošanu, lietotāju grupas, datu kvalitātes un atjaunošanas iespējas.
2. Valsts rīcībā esošajiem datiem ir jābūt gan tiesiski, gan tehnoloģiski pieejamiem kopīgai izmantošanai un atkalizmantošanai, ievērojot personas datu aizsardzības un ierobežotas pieejamības informācijas aspektus, kā arī atkalizmantošanas nosacījumus.
3. Informācijas resursi (digitalizēti materiāli, datu kopas), kuru iegūšanu, sagatavošanu, apstrādi, uzturēšanu un piegādi lietotājam pilnībā nodrošina publiskā finansējuma ietvaros (valsts vai pašvaldību budžeta dotācijas, ES struktūrfondu finansējums) ir pieejami kopizmantošanai publiskās pārvaldes iestādēm bez maksas.

⁸⁸ Examples of Artificial Intelligence in Education. *Emerj Artificial Intelligence Research* tīmekļvietne. Pieejams: <https://emerj.com/ai-sector-overviews/examples-of-artificial-intelligence-in-education/> [aplūkots 14.08.2019.]

⁸⁹ Cram101. *Cram101* tīmekļvietne. Pieejams: <http://cram101.com/facts101/wwwroot/hm.asp> [aplūkots 18.08.2019.]

⁹⁰ Netex learning tīmekļvietne. Pieejams: <https://www.netexlearning.com/en/learningcloud/> [aplūkots 14.08.2019.]

⁹¹ Carnegie Learning tīmekļvietne. Pieejams: <https://www.carnegielearning.com/products/software-platform/mathiau-learning-software/> [aplūkots 14.08.2019.]

⁹² Victoryxr virtuālās izglītības risinājums. *Victoryxr* tīmekļvietne. Pieejams: <https://www.victoryxr.com/> [aplūkots 14.08.2019.]

⁹³ Artificial Intelligence Market in the US Education Sector 2018-2022. *Technavio* tīmekļvietne. Pieejams: <https://www.technavio.com> [aplūkots 14.08.2019.]

4. Gadījumā, ja par valsts sektora iestāžu rīcībā esošās informācijas izmantošanu, ko veic fiziskas vai juridiskas personas komerciāliem vai nekomerciāliem mērķiem tiek pieprasīta samaksa, tā nepārsniedz šo resursu reproducēšanas, nodrošināšanas un izplatīšanas robežizmaksas (specifisku izņēmumu kārtā šo nosacījumu var nepiemērot).
5. Publiskās pārvaldes iestāžu pamatdarbībai nepieciešamais finansējums jāplāno un jānodrošina neatkarīgi no ieņēmumiem, kas var rasties no iestāžu rīcībā esošās informācijas nodošanas atkalizmantošanai vai kopizmantošanai.
6. Lai nodrošinātu valsts pārvaldes datu apstrādāšanas jaudas palielināšanos, nepieciešams izveidot vienotus datu centrus⁹⁴. Līdz ar to izveidi potenciāli valsts pārvaldei būtu iespēja sekmīgāk integrēt vienotus MI risinājumus.

Kopš 2015.gada, kad spēkā stājās grozījumi Informācijas atklātības likumā, Latvija ir spērusi soli valsts pārvaldes rīcībā esošo datu publicēšanā.

2016.gada decembrī tika noslēgts Dato balstītas sabiedrības (*Data driven nation*) memorands starp VARAM un IKT nozari, ko pārstāv Latvijas Informācijas un komunikācijas tehnoloģijas asociācija (turpmāk – LIKTA), kur viena no būtiskām memoranda ieviešanas sastāvdaļām ir tieši valsts pārvaldes rīcībā esošo datu nodošana sabiedrībai bez maksas ar mērķi sekmēt inovatīvu un jaunu vai jau esošo produktu un pakalpojumu izstrādi, izveidi.

2017.gada jūnijā tika atklāts Latvijas Atvērto datu portāls (turpmāk – ADP) data.gov.lv. Kopš tā laika, sadarbībā ar Latvijas Atvērto tehnoloģiju asociāciju un LIKTA ir noritējis darbs pie portāla satura piepildīšanas. Līdz 2018.gada septembrim VARAM valdībā ir iesniegusi trīs informatīvos ziņojumus ar mērķi sekmēt arvien vairāk datu kopu publicēšanu ADP:

1. Ministru kabineta 2018. gada 6.februāra sēdē tika izskatīts informatīvais ziņojums “Par Ministru kabineta 2017.gada 25.jūlija sēdes protokollēmumā (prot. Nr.37 1.§) "Noteikumu projekts "Latvijas Ģeotelpiskās informācijas aģentūras maksas pakalpojumu cenrādis un tā piemērošanas kārtība"" 3.punktā dotā uzdevuma izpildi”” (turpmāk – 2018.gada 6.februāra informatīvais ziņojums). Informatīvā ziņojuma protokollēmuma 2. un 3.punktā Tieslietu ministrijai (turpmāk – TM) un Aizsardzības ministrijai tika dots uzdevums, rast finansējumu konkrētu ģeotelpisko datu kopu publicēšanai Latvijas ADP;
2. Ministru kabineta 2018. gada 3.aprīļa sēdē tika izskatīts informatīvais ziņojums "Par veicamajiem pasākumiem Digitālās ekonomikas un sabiedrības indikatora Latvijas rādītāju uzlabošanai", kura protokollēmuma 2. punktā dotais uzdevums paredzēja visām ministrijām izstrādāt un iesniegt VARAM grafiku par ministriju un to padotības iestāžu atkalizmantošanai paredzētām brīvi izvēlētām datu kopām, kuras plānots publicēt ADP līdz 2018. gada 1. oktobrim;
3. Ministru kabineta 2018. gada 17. jūlija sēdē apstiprināja informatīvo ziņojumu “Par prioritāri atveramajām datu kopām, kas ir valsts iestāžu rīcībā”, kura

⁹⁴ IKT pārvaldība un optimizācija. *Ministru kabineta tīmekļvietne*.

https://www.mk.gov.lv/sites/default/files/editor/IS_padomes_sedes/isp_23052019_ikt_parvaldiba_un_optimizacija.pdf

protokollēmuma 2. punktā dotais uzdevums paredz Valsts kasei, Iekšlietu ministrijas Informācijas centram, Lauku atbalsta dienestam, VARAM, Autotransporta direkcijai, Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centram un Dabas aizsardzības pārvaldei publicēt informatīvajā ziņojumā norādītās datu kopas ADP informatīvajā ziņojumā noteiktajos termiņos.

2018. gada 6. februāra informatīvais ziņojums noteica VARAM kā atbildīgo valsts iestādi Atvērto datu jomā. VARAM jau kopš 2015. gada, organizējot izglītojošus seminārus valsts pārvaldē nodarbinātajiem un interesentiem, ir veicinājusi Atvērto datu politikas un iniciatīvu īstenošanu valsts pārvaldē. Līdz ar ADP nodošanas ekspluatācijā Latvija divu gadu laikā ir pakāpusies uz 12.vietu Atvērto datu atkalizmantošanas indeksā⁹⁵. Atvērto datu politikas jomā Latvija uz citu ES dalībvalstu fona izcēlusies tieši licencēšanas normu piemērošanas sadaļā, pārsniedzot Eiropas vidējo rādītāju. Portāla novērtēšanas nodaļā Latvija par 24% apsteigusi ES dalībvalstu rādītājus datu nodrošināšanas (*Data provision*) sadaļā. Datu nodrošināšanas rādītājs aplūko datu dažādību (pieejami valstu portālos), izdevēju skaitu, pieejamos datu domēnus un to, cik lielā mērā portāls nodrošina piekļuvi datiem, kas apkopoti reāllaikā. Papildus rādītājā tiek vērtēta pieejamo datu kopu un datu domēnu popularitāte.

MI sistēmu “treniņam” būtiska ir datu kvalitāte. Jo kvalitatīvāki dati, jo labāk tie noder.

Latvijas uzņēmēju vidū 2019. gadā martā tika veikta aptauja par uzņēmējdarbībā nepieciešamajiem datiem. Ieteikumi bija šādi:

A. Vispārīgie principi:

1. Ieviest principu “atvērts pēc noklusējuma” (politikas plānošanas dokumentos, projektu pieteikumos, budžeta pieprasījumos u.tml. iestādes pamato datu nepublicēšanu, nevis atsevišķu datu kopu publicēšanu).
2. Publicēt datus strukturētā, mašīnlasāmā veidā.
3. Ievērot data.gov.lv publikācijas metadatos noteikto datu atjaunošanas biežumu.

B. MI sistēmu attīstībai nepieciešamie dati no valsts pārvaldes un sistēmas no kurām šie dati varētu tikt iegūti:

1. VZD – Valsts adrešu reģistra informācijas sistēma.
2. Uzņēmumu reģistrs – dati par iesniegtajiem gada pārskatiem, valdes locekļiem un īpašniekiem.
3. Zemesgrāmatu aktuālā un vēsturiskā informācija (šobrīd pieejami kā maksas dati).
4. Finanšu ministrija - valsts budžets un tā izpilde (strukturētā, mašīnlasāmā formā, nevis kā xls faili ar neatsekojamu struktūru vai pdf dokumenti).
5. Būvniecības valsts kontroles birojs - būvniecības informācijas sistēmas dati (piemēram, būvniecības atļaujas, būvniecības ieceres u.tml. ar piesaisti pie konkrētām atrašanās vietām).

⁹⁵ Open Data in Europe. *European data portal*. <https://www.europeandataportal.eu/en/dashboard#2018> [aplūkots 22.10.2019.]

6. VSIA "Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centrs" meteoroloģiskā radara attēli, meteostaciju mērījumu un prognožu dati strukturētā, mašīnlasāmā formātā.
 7. Valsts meža dienests - meža inventarizācijas dati, kontekstā ar nocirsto apjomu.
- C. MI sistēmu attīstībai nepieciešamie dati no privātā sektora un sistēmas no kurām šie dati varētu tiek iegūti:
1. Sabiedriskā transporta pakalpojumu sniedzēju transportlīdzekļu atrašanās vietas dati, pieturvietu/maršrutu dati, dati par piemērotajām atļaidēm (valsts/pašvaldību kompensējamām).
 2. Sadzīves atkritumu apsaimniekošanas dati: pieņemšanas punktu un poligonu atrašanās vietas; savākto, sašķiroto, pārstrādāto atkritumu apjoma dati; mājāsaimniecību atkritumu daudzumu pa administratīvajām teritorijām līdz pagastu un ciematu līmenim.

Svarīgi ir uzkrāt arī nestruktūrētos valodas datus valodas rīku attīstībai. Datu koplietošana ir būtiska ES mērogā, it sevišķi mazajām valstīm, jo tikai apvienojot datus ES var sacensties ar ASV, kuru starptautiskajām korporācijām ir pieejami dati no visas pasaules, un Ķīnu, kur ir liels iedzīvotāju skaits un valdība var rīkoties ar cilvēku datiem bez ierobežojumiem. Nepieciešamība veidot Eiropas datu telpu ir pieminēta ES koordinētā darbības plānā “*Coordinated Plan on the development of Artificial Intelligence Made in Europe – 2018*”⁹⁶. Plānā ir norādīts, ka vitāli svarīgi izveidot vienotus noteikumus un vienotu datu telpu MI “treniņiem”. Pirmais pilotprojekts, ko plāno ES līmenī paredzēts finansēt programmas “Apvārsnis 2020” ietvaros, ir datortomogrāfijas attēli vēža diagnostikai.

Lielie dati, kas tiek izmantoti MI sistēmu “treniņam”, rada lielus glabājamo datu apjomus, kas prasa īpašus risinājumus. Piemēram, 90% no visiem esošajiem digitalizētiem datiem ir radīti pēdējo divu gadu laikā (pēc stāvokļa 2018. gada pavasarī)⁹⁷. Nākamo divu gadu laikā tiks radīti 40 zetabaiti datu – līdzinās četriem miljoniem gadu augstas izšķirtspējas video ierakstu jeb piecu miljardu ASV kongresa bibliotēku grāmatu krājumiem. Latvijā šobrīd ir pieejamas brīvas digitalizētu datu uzglabāšanas jaudas, bet datu apjoms augs eksponenciāli, tāpēc būs nepieciešams arī straujš uzglabāšanas jaudu pieaugums. Latvijā datu uzglabāšanas trūkumu samēra viegli var kompensēt, jo ir pieejams ātrdarbīgs internets, kas dod iespēju izmantot datu glabāšanas centrus, kas atrodas ārpus Latvijas. Jāņem vērā, ka ārvalstu datu uzglabāšanas un skaitļošanas resursu izmantošana var radīt papildu drošības risku ne tikai MI sistēmas datu drošībai, bet arī valsts drošībai, tāpēc vienmēr ir nepieciešams vērtēt vai konkrētos datus ir pieļaujams izvietot ārpus Latvijas.

MI sistēmu “treniņam” ir nepieciešamas ievērojamas skaitļošanas jaudas. Šobrīd Latvijā darbojas šādi augstās veiktspējas skaitļošanas centri:

⁹⁶ Coordinated Plan on Artificial Intelligence. Eiropas komisijas tīmekļvietne. Pieejams: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/coordinated-plan-artificial-intelligence> [aplūkots 06.06.2019.]

⁹⁷ How Much Data Do We Create Every Day? The Mind-Blowing Stats Everyone Should Read. *Forbes* tīmekļvietne. Pieejams: <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2018/05/21/how-much-data-do-we-create-every-day-the-mind-blowing-stats-everyone-should-read/#1cd1928f60ba> [aplūkots 06.06.2019.]

1. Ventspils Starptautiskais Radioastronomijas Centra (turpmāk - VSRC)⁹⁸ augstas veiktspējas skaitļošanas nodaļa. Tās pamata uzdevums ir nodrošināt liela apjoma vai skaitliski ietilpīgas datu apstrādes iespējas Ventspils augstskolā, tai skaitā VSRC radio teleskopu pielietojumiem, skaitlisku inženiertehnisku uzdevumu un problēmu risināšanā, kā arī fizikas un matemātikas problēmu risināšana un atbilstošo pētījumu veikšana.
2. RTU Zinātniskās skaitļošanas centrs ir Zinātņu prorektora paspārnē esoša struktūrvienība, kuras mērķis ir sniegt atbalstu e-zinātnes tehnoloģiju lietošanai pētniecībā.
3. LU Matemātikas un informātikas institūta mākoņskaitļošanas komplekss E-spiets2.
4. LU Cietvielu fizikas institūta skaitļošanas klasteris LACS (Latvian Super Cluster).
5. Latvijas Organiskās sintēzes institūta skaitļošanas klasteris.

Mašīnmācīšanās tehnoloģija attīstās un tajā notiek virkne izmaiņu. Būtiskās tendences pēdējos pāris gados ir:

1. Skaitļošanas pārvešana no serveriem uz gala iekārtām (*edge device*) – LI (IoT), telefoni, kameras, interneta pārlūks (*Tensorflow in browser*), arhitektūras mikročipu līmenī.
2. Mašīnmācīšanās platformu izveide, kas ar minimālu programmēšanas zināšanu bāzi (*low code*) ļauj veidot mašīnmācīšanos.
3. Tekstuālo Virtuālo aģentu / botu griestu sasniegšana – patērētāju pieprasījums pēc gudrākiem asistentiem.

Kopējā skaitļošanas jauda Latvijā (akadēmiskajā sektorā) lēšama zem 200 teraflops un zinātnisko datu glabāšanas vieta aptuveni 2 patebaiti. Esošās HPC infrastruktūras veiktspēja nopietniem pasaules līmeņa pētījumiem ir nepietiekama un arī izteikti sadalīta pa daudziem centriem, kas liek zinātniekiem meklēt iespējas veikt aprēķinus saviem pētniecības projektiem ārpus Latvijas.

Līdz ar mākoņskaitļošanas (*cloud computing*) attīstību, vajadzība pēc "savas" vai "lokālas" skaitļošanas jaudas ir kļuvusi mazāk nozīmīga. Jebkurš uzņēmums vai pētnieks, kuram nepieciešams glabāšanas vai skaitļošanas jaudas, var tās noīrēt kādā no lielajiem mākoņskaitļošanas pakalpojumu sniedzējiem. Attiecīgi resursu pieejamība ir atkarīga nevis no iekšzemes datu centru kapacitātes, bet tīri no tā, vai attiecīgajam pētījumam/eksperimentam ir pieejams atbilstošs finansējums un ātrdarbīgs Interneta pieslēgums. Jautājums par to, vai īrēt resursus "mākonī" vai pirkt savas komponentes kļūst par ekonomisku lēmumu atkarībā no tā, vai pētījumu vajadzības ir ilgtermiņā vienmērīgas (tad lētāk pirkt) vai arī ar īstermiņa vajadzību pīķiem (tad lētāk īrēt mākonī).

2018.gada 17.jūlijā Latvija pievienojās deklarācijai par sadarbību HPC jomā. 2018.gada janvārī Eiropas Komisija nāca klajā ar priekšlikumu Eiropas sadarbībai superdatoru jomā – *EuroHPC*, lai veicinātu augstas veiktspējas skaitļošanas tehnoloģiju

⁹⁸ Augstās veiktspējas skaitļošana. *Ventspils starptautiskā radioastronomijas centra tīmekļvietne.*

Pieejams: <http://virac.eu/petnieciba/petniecibas-virzieni/augstas-veiktspejas-skaitlosanas/> [aplūkots 06.06.2019.]

attīstību, zinātnisko izcilību un inovatīvu un konkurētspējīgu industriju Eiropā, kā arī nodrošinātu zinātniekiem un pētniecības organizācijām piekļuvi superdatoru infrastruktūrai. Pievienojoties deklarācijai, Latvija kļuva par sadarbības valsti ar iespēju būt starp *EuroHPC* kopuzņēmuma dibinātājvalstīm. Valstis varēs veikt ieguldījumus atbilstoši savām interesēm un prioritātēm.

Atsevišķi ir jāizceļ kvantu skaitļošanu kā tehnoloģiju ar lielu potenciālu, lai arī pilnvērtīgu kvantu datoru parādīšanās nav gaidāma īstermiņā. Kvantu dators ir skaitļošanas ierīce, kuras darbības pamatā ir tādas kvantu mehānikas parādības kā kvantu superpozīcija (*quantum superposition*) un sapīti stāvokļi (*entangled states*). Kvantu dators spēs krietni ātrāk veikt daļu no matemātiskām operācijām, piemēram, ļoti ātri “trenēt” stimulētās apmācības (*reinforced learning*) sistēmas un simulēt sarežģītus bioloģiskos procesus. Arī MI var būtiski uzlabot kvantu skaitļošanas efektivitāti, veicot kļūdu korekcijas, kas rodas kvantu datoros⁹⁹. Uzņēmumam *Alphabet* (*Google*) ir uzsākta programma *Quantum AI*¹⁰⁰, kas virzīta uz procesoru un algoritmu izstrādi kvantu datoriem MI attīstībai. Latvijā kvantu skaitļošana tiek pētīta Latvijas Universitātē.

8. Riski un normatīvais regulējums

MI sistēmu izplatība radīs vairākus jaunus izaicinājumus normatīvā regulējuma jomā. Nākotnē MI sistēmas pieņems arvien sarežģītākus un atbildīgākus lēmumus. Fundamentāls MI normatīvā regulējuma jautājums ir atbildība par nepareizu, kaitīgu vai prettiesisku rīcību (darbību vai bezdarbību), ko veikusi MI vadītā sistēma, procesā kur **nav** bijis iesaistīts cilvēks (*human in the loop*). Šeit uzreiz būtu jānodala asistējošās MI sistēmas, kuras tikai iesaka darbību un asistē cilvēkam (lēmums jāpieņem pašam cilvēkam), no sistēmām, kuras pašas pieņem kādu lēmumu no kura var iestāties negatīvas sekas. Šobrīd atbildība par kādu objektu jāuzņemas objekta īpašniekam un arī ES ekspertu līmenī šobrīd tiek rekomendēts palikt pie šī uzstādījuma. Piemēram, ja brauciena laikā vilciens noiet no sliedēm un cieš cilvēki, tad atbildīgs ir vilciena vai sliežu īpašnieks atkarībā no tā, kur bija tehniskā kļūme. MI vadīto sistēmu gadījumā būs domstarpības par atbildīgo, jo īpašnieks saņem no ražotāja jau apmācītu sistēmu un ne vienmēr ir kompetents par MI tehniskajām niansēm. No otras puses MI sistēmas bieži tiek “trenētas” nepārtraukti, pats MI sistēmas īpašnieks turpina sistēmas “treniņu” un pielāgošanu konkrētiem apstākļiem. Arī servisa kompānijas var veikt izmaiņas MI sistēmā. Ja MI vadīts auto nodara kaitējumu, tad, iespējams, būs nepieciešami pilnveidojumi normatīvajā regulējumā, lai noteiktu vainīgo, vai tas būtu ražotājs, servisa pakalpojumu sniedzējs, īpašnieks vai lietotājs atkarībā no auto autonomitātes pakāpes. Jo vairāk MI sistēmai ir neironu līmeņu un jo lielāka datu kopa no kuras notiek sistēmas apmācība, jo neiespējamāk konstatēt kāpēc MI sistēma ir pieņēmusi vienu vai otru lēmumu. Ir situācijas, kad no avārijām izvairīties nav iespējams, jautājums tikai

⁹⁹ Artificial intelligence controls quantum computers. *Science Daily* tīmekļvietne. 2018. 25. oktobris. Pieejams: <https://www.sciencedaily.com/releases/2018/10/181025113215.htm> [aplūkots 02.05.2019.]

¹⁰⁰ QuantumAI. *QuantumAI* tīmekļvietne. Pieejams: <https://ai.google/research/teams/applied-science/quantum-ai/> [aplūkots 02.05.2019.]

par to, kurš kļūst pa upuri. Piemēram, mēģinot izvairīties no sadursmes ar pa ielu skrienošo cilvēku, auto var iebraukt grāvī un nodarīt kaitējumu pasažieriem. Šādu gadījumu būs arvien vairāk un būs nepieciešams izšķirt strīdu. MI sistēmai būs jālemj par mazāko kaitējumu arī, piemēram, glābšanas dronu gadījumā, kad sistēmai būs jāpieņem lēmums, kuru no slīkstošajiem cilvēkiem glābt pirmo, ņemot vērā, ka pārējie var noslīkt. Viens no vērtēšanas kritērijiem varētu būt slīkstoša cilvēka iespēja izdzīvot. Arī publiskajos pakalpojumos MI rīki pieņems arvien vairāk lēmumu, kas varētu novest pie tiešajiem zaudējumiem privātpersonām. Piemēram, MI dēļ formāla iemesla var atteikties būvniecības atļauju, kaut gan cilvēks tādu lēmumu nekad nebūtu pieņēmis. Šādos procesos, vismaz sākumā, atbildes verifikācijai ir obligāti jāiesaista arī cilvēks. Galvenās prasības attiecībā uz preču un pakalpojumu drošumu un atbildību par to trūkumiem Latvijā atrunātas Preču un pakalpojumu drošuma likumā un likumā "Par atbildību par preces un pakalpojuma trūkumiem", ar kuriem pārņemti arī attiecīgie šo jomu regulējošie ES tiesību akti, proti, Eiropas Parlamenta un Padomes 2001. gada 3. decembra direktīva 2001/95/EK par produktu vispārēju drošību un Padomes 1985. gada 25. jūlija direktīva 85/374/EEK par dalībvalstu normatīvo un administratīvo aktu tuvināšanu attiecībā uz atbildību par produktiem ar trūkumiem jeb Produktatbildības direktīva. Tāpat kā minētie ES tiesību akti, arī Latvijas nacionālie tiesību akti ir piemērojami attiecībā uz arī jaunāko tehnoloģiju precēm un pakalpojumiem – tai skaitā MI jomā, kaut arī šādi pakalpojumi un preces vēl nebija apzinātas to pieņemšanas laikā. Lai gan saskaņā ar Eiropas Komisijas pasūtītu pētījumu laika posmā no 2000. līdz 2016. gadam no 798 ES dalībvalstu tiesās iesniegtām patērētāju prasībām par preču un pakalpojumu trūkumiem tikai vienā gadījumā prasība bijusi saistīta ar jauno tehnoloģiju precī, tas tomēr neliecina, ka jaunās tehnoloģijas un jo īpaši MI var radīt mazāku apdraudējumu drošumam, cilvēka dzīvībai un veselībai¹⁰¹. Visticamāk mazs pieteikumu skaits saistīts ar to, ka patērētāji var neapzināties jauno tehnoloģiju un MI izraisīto risku, kā arī to, kā uz šādām precēm un pakalpojumiem attiecināt pastāvošajā regulējumā paredzētās tiesības. Eiropas Komisija sadarbībā ar ES dalībvalstīm un iesaistītajām trešajām pusēm turpina analizēt nepieciešamību veikt izmaiņas ES un tās dalībvalstu normatīvajā regulējumā, kas šobrīd nav viennozīmīgi skaidrs. Tomēr, ņemot vērā MI straujo attīstību, ir nepieciešams nodrošināt skaidrību gan patērētājiem, gan ražotājiem MI preču un pakalpojumu trūkumu gadījumos.

MI sistēmas nav 100% drošas, tāpat kā jebkādas citas tehniskas sistēmas, tomēr daudzi MI risinājumi jau šobrīd pārsniedz cilvēka precizitāti. MI apstrādā varbūtības un jāpieņem, ka MI vadīta sistēma var kļūdīties (tāpat kā cilvēks). Piemēram, sistēma var rekomendēt izkaisīt noteiktu daudzumu mēslojuma uz lauka, ņemot vērā laika prognozi, bet, ja laika prognoze būs neprecīza, tad arī lēmums par mēslošanu var būt nepareizs. Jāņem vērā, ka kļūmes MI sistēmu darbībā var izraisīt gan nepareizs algoritms, gan nepareiza datu kopa, kura tiek izmantota algoritma "treniņa" procesā.

¹⁰¹ Evaluation of Council Directive 85/374/EEC on the approximation of laws, regulations and administrative provisions of the Member States concerning liability for defective products. *Eiropas komisijas publikāciju tīmekļvietne*. Pieejams: <https://publications.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/d4e3e1f5-526c-11e8-be1d-01aa75ed71a1/language-en/format-PDF/source-73598901>, 24., 36. [aplūkots 02.05.2019.]

Pasaulē MI standarti vēl tikai veidojas, aktīvi tiek realizēti pilotprojekti un, ja nepieciešams, speciāli pilotprojektiem (valsts vai privātajā sektorā) tiek radīta “regulējuma smilškaiste” (*regulatory sandbox*). “Regulējuma smilškaiste” ir īpaša tiesiska vide kādai ierobežotai nozarei, uzņēmumam, ģeogrāfiskai teritorijai, kur darbojas no parastā atšķirīgs regulējums. Veiksmīgas realizācijas gadījumā regulējums var tikt vai netikt iestrādāts vispārējos normatīvajos aktos. IKT jomā terminu “smilškaiste” sāka lietot, runājot par izolēto vidi (fizisko vai virtuālo), kur testēt programmas izolēti no produkcijas vides izstrādes un testēšanas procesā¹⁰². Piemēram, speciāls regulējums varētu būt kāda valsts vai pilsētas teritorijas daļa, kur būtu atļauta automatizēto auto satiksme. Šobrīd regulējuma smilškastes pasaulē visplašāk izmanto finanšu tehnoloģiju (*fintech*) sektorā. Zināma analogija ir ar speciālām ekonomiskām zonām, kur noteiktā teritorijā darbojas no pārējās valsts atšķirīga nodokļu sistēma.

IKT nozarē ir izstrādāti sistēmu ieviešanas soļi, kas pieņemti kā standarts un kurus nepieciešams nostiprināt arī MI sistēmu izstrādes vadlīnijās:

1. Pilotprojekts (izmēģinājuma versija).
2. Pirmais ieviešanas raunds ierobežotam lietotāju lokam ar cilvēka kontroli.
3. Otrais raunds plašākam lietotāju lokam ar papildus lēmumu kontroli.
4. Trešais raunds - pilnā ieviešana ar cilvēka iesaisti lēmumu pieņemšanas kontrolē.

2018. gadā Eiropas Komisijas izvēlētie 52 augsta līmeņa eksperti (*High-Level Expert Group on Artificial Intelligence*¹⁰³) sagatavoja Eiropas MI ētikas vadlīnijas, ko apstiprināja 2019. gada aprīlī¹⁰⁴. Vadlīnijās definēti šādi principi MI izmantošanā: atbildība, caurspīdīgums, drošība, noturīgums, nediskriminācija un fundamentālo tiesību ievērošana, kas akcentē Eiropā radīto MI produktu zīmolu “ētisks un cilvēkorientēts MI”. Ētika ir būtiska, jo MI sistēmas sniedz lielas iespējas, bet arī rada lielus riskus. Pieaugot MI metožu lomai programmatūras attīstībā, rodas būtiski atšķirīgi izaicinājumi:

1. Aizvien vairāk lēmumu pieņemšanas loģiku definē nevis cilvēki tiešā veidā, bet gan iemācās ar mašīnmācīšanās palīdzību no ārējās pasaules datiem, tādējādi pieņemtie lēmumi un to kvalitāte kļūst tieši atkarīgi no šo datu avota kvalitātes un objektivitātes.
2. Daļa mašīnmācīšanās metožu ir efektīvas, taču grūti interpretējamas, tādējādi bieži tiek veidotas sistēmas, kuras nespēj izskaidrot, kādēļ pieņemts tieši šāds lēmums.
3. Kvalitatīvas MI sistēmas spēj atsevišķās šaurās jomās imitēt vai pat pārspēt cilvēka rīcību, tādējādi paverot iespējas automatizēt pienākumus, kuriem līdz šim nenovēršami bija nepieciešams cilvēka intelekts.

¹⁰² Sandbox. *Microsoft Language portal*. Pieejams: <https://www.microsoft.com/en-us/language> [aplūkots 14.05.2019.]

¹⁰³ Have your say: European expert group seeks feedback on draft ethics guidelines for trustworthy artificial intelligence. *Eiropas komisijas tīmekļvietne*. Pieejams: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/have-your-say-european-expert-group-seeks-feedback-draft-ethics-guidelines-trustworthy> [aplūkots 20.02.2019.]

¹⁰⁴ Ethics Guidelines for Trustworthy AI. *Eiropas komisijas tīmekļvietne*. Pieejams: <https://ec.europa.eu/futurium/en/ai-alliance-consultation/guidelines#Top> [aplūkots 02.05.2019.]

4. Ar MI palīdzību radīta un izplatīta dezinformācija, pretlikumīga un kļūdaina informācija.
5. Kiberdrošības riski – piemēram, palielinoties sabiedrības atkarībai no MI būs izšķiroši svarīgi nodrošināt kritiskās infrastruktūras drošību – piemēram, alternatīvus elektrības avotus vitāli nozīmīgām sistēmām strāvas pārtraukuma gadījumā u.tml.
6. Neobjektīvu un kaitīgu MI sistēmu attīstības risks, kas galvenokārt saistīts ar nekvalitatīvu datu izmantojumu MI apmācībā. Piemēram, ja MI sistēmu apmāca rasistiskiem tekstiem, šī sistēma rasistiski īstēnos ieprogrammēto uzdevumu. Uztveres riski – MI risinājumi interneta vidē rada t.s. “burbuļus” (vai “*echo chamber*”).
7. Straujā MI attīstība var paplašināt tehnoloģisko plaisu starp mazajām un lielajām valodām, jo vairums globālo uzņēmumu risinājumu neatbalsta latviešu valodu (piemēram, *Amazon Alexa, Apple Siri, Google Assistant, Microsoft Cortana*). Neattīstot latviešu valodu MI tehnoloģijās, būtiski samazinās latviešu valodas lietojuma sfēra un ilgtermiņā rodas tā saucamās digitālās izzušanas risks.

Eiropas Padomes Komisija Tiesu efektivitātei (*Council of Europe European Commission for the efficiency of justice - CEPEJ*) 31. plenārsēdes laikā Strasbūrā 2018. gada 2.-4. decembrī pieņēma dokumentu “Eiropas Ētikas harta par MI izmantošanu tiesu sistēmā” (*European Ethical Charter on the Use of Artificial Intelligence in Judicial Systems and their environment*¹⁰⁵) (turpmāk – Harta). Kā noteikts Hartā, CEPEJ uzskata, ka MI piemērošana tiesiskuma jomā var palīdzēt uzlabot efektivitāti un kvalitāti, un tā jāīsteno atbildīgi, ievērojot pamattiesības, kas jo īpaši garantētas Eiropas Cilvēktiesību konvencijā un Eiropas Padomes Konvencijā par personas datu aizsardzību attiecībā uz personas datu automātisko apstrādi.

Attiecībā uz CEPEJ ir svarīgi nodrošināt, ka MI joprojām ir līdzeklis vispārējās nozīmes pakalpojumu sniegšanai un ka tā izmantošana ievēro indivīda tiesības.

CEPEJ ir noteikusi šādus pamatprincipus, kas jāievēro MI un tiesiskuma jomā:

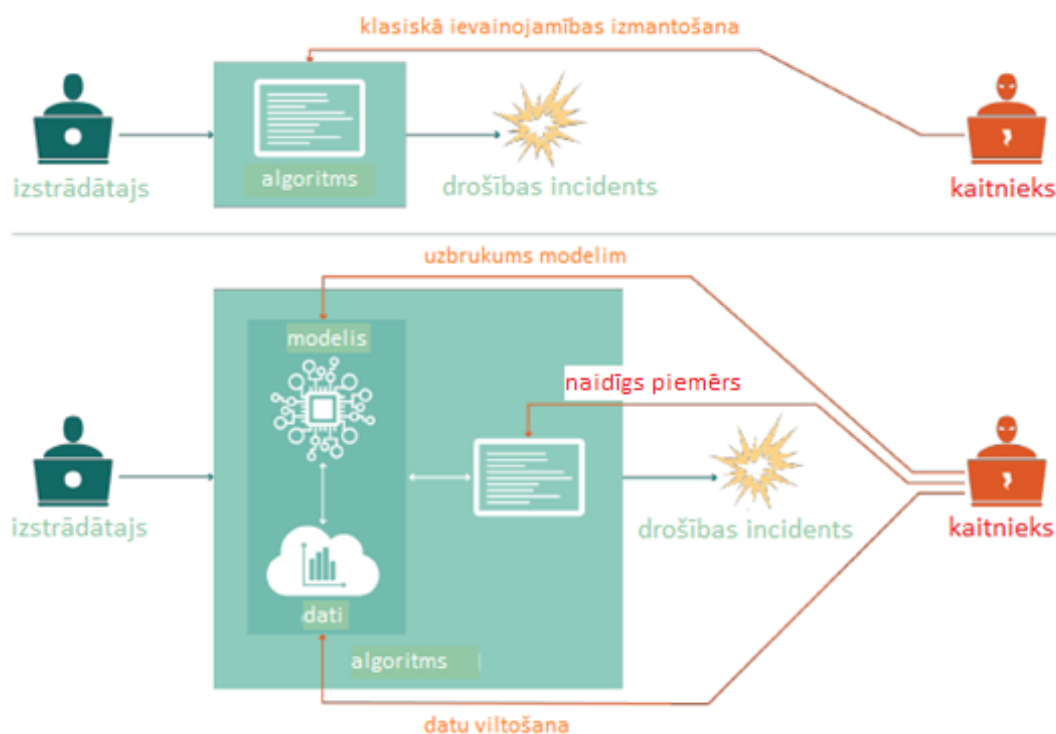
1. pamattiesību ievērošanas princips: nodrošināt MI rīku un pakalpojumu izstrādi un ieviešanu saskaņā ar pamattiesībām;
2. nediskriminācijas princips: īpaši novērst jebkādas diskriminācijas attīstību vai pastiprināšanos starp indivīdiem vai personu grupām;
3. kvalitātes un drošības princips: attiecībā uz tiesas nolēmumu un datu apstrādi, izmantojot sertificētus datu avotus drošā tehnoloģiskā vidē;
4. pārredzamības, objektivitātes un taisnīguma princips: padarīt datu apstrādes metodes pieejamas un saprotamas, atļaujot ārējās revīzijas;
5. princips “lietotāju kontrolē”: aizliegt preskriptīvu pieeju (MI sistēmas izvēlēto risinājumu, kas tiek pasniegta kā vienīgā pareizā) un nodrošināt, ka lietotāji ir informēti dalībnieki un kontrolē savu izvēli.

¹⁰⁵ CEPEJ European Ethical Charter on the use of artificial intelligence (AI) in judicial systems and their environment. Eiropas Padomes tīmekļvietne. Pieejams: <https://www.coe.int/en/web/cepej/cepej-european-ethical-charter-on-the-use-of-artificial-intelligence-ai-in-judicial-systems-and-their-environment> [aplūkots 02.05.2019.]

CEPEJ gadījumā ir jānodrošina šo principu ievērošana tiesas nolēmumu un datu apstrādē ar algoritmiem un to izmantošanā. CEPEJ hartai ir pievienots padziļināts pētījums par MI izmantošanu tiesu sistēmās, jo īpaši par MI pieteikumiem, kas apstrādā tiesas lēmumus un datus.

Ar MI funkcionalitāti aprīkota ļaunatūra, izspiedējprogrammas un vīrusi būs krietni graujošāki nekā līdz šim pieejamie, tie spēs krietni efektīvāk mainīt izskatu un slēpties no antivīrusu programmatūras. MI dod iespēju automatizēt daudzas uzlaušanas darbības: mērķa izlūkošanu, analīzi, daudzvektoru uzbrukumus (eksploiti, sociālā inženierija u.c.). Piemēram, MI sistēmas jau šobrīd spēj individuāli pielāgot e-pasta sūtījumus, ģenerēt viltus tīmekļvietnes un viltus profilus sociālajos tīklos, veikt zvanus un izkļūties par cilvēkiem, lai izvilinātu vajadzīgo informāciju.

MI sistēmas, tāpat kā visas citas, tiks pakļautas uzbrukumiem. Cilvēku izveidotā programma bez mašīnmācīšanas funkcijas var būt ievainojama, uzbrūkot algoritmam. MI sistēmu gadījumā kaitnieks var arī viltot datus, kas tiek izmantoti algoritma trenēšanai vai lēmuma pieņemšanai. Shematiski salīdzinājums ir parādīts 6. attēlā.



6.attēls. Uzbrukumu iespējas MI sistēmām¹⁰⁶.

Līdz ar to ir nepieciešama arī cita pieeja MI sistēmu aizsardzībai. Pamata punkti:

1. Nodrošināt ieejas datu nemainīgumu. Tam var izmantot datu elektronisko parakstu vai zīmogu, bezatslēgas paraksta infrastruktūru (*Keyless Signature Infrastructure – KSI*)¹⁰⁷ vai blokķēdes tehnoloģiju.

¹⁰⁶ Artificial Intelligence: A European Perspective. Eiropas komisijas tīmekļvietne. Pieejams: <https://ec.europa.eu/jrc/en/publication/eur-scientific-and-technical-research-reports/artificial-intelligence-european-perspective> [aplūkots 21.02.2019.]

¹⁰⁷ What is Keyless Signature Infrastructure (KSI). Guardtime Federal tīmekļvietne. Pieejams: <https://www.guardtime-federal.com/ksi/> [aplūkots 22.10.2019.]

2. Pārskatīt datus pirms sistēmas apmācības, lai konstatētu iespējamus kaitīgos piemērus.
3. Izmantot stingrinātos (*robust*) apmācības modeļus, kas spēj atpazīt ļaunprātīgos piemērus.

Kiberaizsardzības sistēmas ar MI funkcionalitāti var būtiski uzlabot aizsardzības potenciālu, taču jāņem vērā, ka parasti uzbrukuma ieroči attīstās nedaudz ātrāk kā pretlīdzekļi. MI sistēmas mācās no iepriekšējās pieredzes un var ātrāk reaģēt uz draudiem, bet ir mazāk efektīvas pret nezināmiem draudiem. Tās spēj uzturēt konstantu modrību, bet var radīt lielāku viltus trauksmju daudzumu. Piemēram, uzņēmums IBM (*International Business Machines*) piedāvā QRadar¹⁰⁸ risinājumu ar MI funkcionalitāti, kas spēj atpazīt esošos un potenciālos draudus IKT sistēmām.

Līdz ar lielāku MI un citu digitālo rīku izplatību mazināsies privātums. Arvien vairāk cilvēku, it sevišķi jaunieši, iegūst jaunākās ziņas sociālajos tīklos. Savukārt sociālie tīklu filtri primāri rāda tās ziņas, kuras varētu interesēt tieši konkrēto personu, ņemot vērā personas darbību vēsturi internetā un šīs personas draugu preferences. Līdz ar to persona nokļūst t.s. “filtru vai informatīvā burbulī”, ļaujot citiem lietotājiem, sociālo tīklu draugiem un algoritmiem, izlemt, kuras realitātes daļas un kādā rakursā viņi var redzēt. Analogiski darbojas arī tīmekļa meklētāji, kas pielāgojas lietotāja jau esošajām interesēm un iepriekšējiem meklējumiem, tāpēc ar vienu un to pašu meklēšanas frāzi no dažādiem lietotāja kontiem var nonākt pie atšķirīgiem rezultātiem. Ilgtermiņā tas pastiprina sabiedrības dezintegrāciju, jo sabiedrība var sākt dzīvot dažādās informatīvajās telpās un nemaz nedzirdēt pretējos argumentus. Vēl nebijušus apmērus sasniedz viltus ziņu izplatīšana, kas ir pielāgota individuāli atbilstoši konkrētās personas uztverei un vēlmēm.

MI problemātika aktualizējas arī aizsardzības nozarē, piemēram, jautājumā par letālo autonomo ieroču sistēmu attīstību. Jau vairākus gadus Ženēvā sanāk valdību ekspertu darba grupa, kura Atsevišķu konvencionālo ieroču konvencijas¹⁰⁹ kontekstā diskutē par starptautiska regulējuma nepieciešamību letālajām autonomajām ieroču sistēmām, lai jau sākotnēji novērstu kaitniecisku MI pielietojumu. Uzskatām, ka aizsardzības nozarē, izstrādājot MI risinājumus un plānojot to tālāko attīstību, ir sevišķi svarīgi ņemt vērā tādus pamatprincipus kā datu drošība, cilvēkorientētība (*human centric*) un uzticamība.

¹⁰⁸ IBM QRadar. *IBM tīmekļvietne*. Pieejams: https://www.ibm.com/security/security-intelligence/qradar?cm_mmc=Search_Google-_-Security_Detect+threats++-+QRadar-_-WW_EP-_-%2Bqradar_b&cm_mmca1=000000MI&cm_mmca2=10000099&cm_mmca7=9062307&cm_mmca8=aud-382859943482:kwd-295901328379&cm_mmca9=Cj0KCQjw0brtBRDOARIsANMDykZ8OO_-OdtclA7yY_QReyrdhMffnEaQguYm2Gx1ryJmOUVL0h6SfboaAnABEALw_wcB&cm_mmca10=326203476377&cm_mmca11=b&gclid=Cj0KCQjw0brtBRDOARIsANMDykZ8OO_-OdtclA7yY_QReyrdhMffnEaQguYm2Gx1ryJmOUVL0h6SfboaAnABEALw_wcB&gclid=aw.ds [aplūkots 22.10.2019.]

¹⁰⁹ Konvencija par tādu konkrētu ieroču veidu lietošanas aizliegšanu vai ierobežošanu, kurus var uzskatīt par ieročiem, kas nodara ārkārtīgus postījumus vai kam ir neselektīva darbība. *Likumi.lv tīmekļvietne*. Pieejams: <https://likumi.lv/ta/lv/starptautiskie-ligumi/id/1335> [aplūkots 08.10.2019.]

9. Turpmākie darbības virzieni

Ir jārēķinās, ka Latvija nevarēs sacensties ar ASV vai Ķīnu izpētes vai lielo datu jomā kopumā, bet Latvija var būt līdere specifiskos MI risinājumos. Latvijas galvenā priekšrocība ir spēja ātrāk ieviest risinājumus gan privātajā sektorā, gan valsts pārvaldē. Tātad MI lietošanas prasmes jāapgūst ne tikai IKT speciālistiem, bet arī plašākam lietotāju un vadītāju lokam. Turpmāk nepieciešams izvērtēt šādus rīcības virzienus:

1. Izglītība un zinātne.

Jāveicina izpratnes līmeņa celšana par MI un prasmju attīstība, nodrošinot MI spējīga (tāda, kurš prot veidot, apmācīt uz izmantot MI) darbaspēka pieejamību Latvijā. Līdz 2020.gada pirmajai pusei ir plānots veikt Augstskolu digitalizācijas izvērtējumu, kas sagatavos 2021 - 2027.gada plānošanas perioda ieguldījumu priekšnosacījumu izpildes nodrošināšanai. Pētījuma mērķis ir izvērtēt augstākās izglītības iestāžu digitalizācijas aspektus, ņemot vērā digitālās transformācijas un digitālās ekonomikas kontekstu. Eiropā un pasaulē strauji attīstās inovatīvu mācīšanās tehnoloģiju izmantošana un noris studiju attīstība un izglītības procesa pārvaldība e-vidē. Eiropas Komisijas publicētais Digitālās izglītības rīcības plāns nosaka šādas prioritārās darbības: (1) labāku digitālo tehnoloģiju izmantošanu izglītībā un apmācībā; (2) digitālo kompetenču attīstītu digitālās transformācijas kontekstā; (3) izglītības uzlabošana caur datu analīzi un pārvaldību.

Augstskolu digitalizācijas izvērtējums tiks sagatavots Eiropas Savienības fondu 2021.–2027.gada plānošanas perioda Eiropas Parlamenta un Padomes Regulas, *ar ko paredz kopīgus noteikumus par Eiropas Reģionālās attīstības fondu, Eiropas Sociālo fondu Plus, Kohēzijas fondu un Eiropas Jūrlietu un zivsaimniecības fondu un finanšu noteikumus attiecībā uz tiem un uz Patvēruma un migrācijas fondu, Iekšējās drošības fondu un Robežu pārvaldības un vīzu instrumentu, priekšlikums* (turpmāk – Regula)¹¹⁰. Izvērtējums paredzēts Regulas III pielikumā noteikto ieguldījumu priekšnosacījumu izpildes nodrošināšanu. Vienlaikus vēršam uzmanību, ka atbilstoši Ministru kabineta 2019.gada 20.augusta sēdes protokola Nr.35 19.§ “Informatīvais ziņojums “Par Eiropas Reģionālās attīstības fonda, Eiropas Sociālā fonda plus un Kohēzijas fonda ieviešanu 2021.–2027.gadā Latvijā”” 4.punktā noteiktajam, ieguldījumu priekšnosacījumu izpilde ir jānodrošina līdz 2020.gada 30.jūnijam.

Izglītības un zinātnes ministrijas (IZM) plānotais Augstskolu digitalizācijas izvērtējums sagatavos rekomendācijas un priekšlikumus par prioritāriem darbības virzieniem augstākās izglītības digitalizācijas sekmēšanai, identificēs atbilstošākās investīciju jomas un finansējuma apjomu vidējā termiņā (3-5 gadi) un ilgtermiņā (5-10 gadi). Tādējādi MI tehnoloģiju attīstība un ieviešana tiks skatīta šī pētījuma ietvaros.

¹¹⁰ Priekšlikums EIROPAS PARLAMENTA UN PADOMES REGULA, ar ko paredz kopīgus noteikumus par Eiropas Reģionālās attīstības fondu, Eiropas Sociālo fondu Plus, Kohēzijas fondu un Eiropas Jūrlietu un zivsaimniecības fondu un finanšu noteikumus attiecībā uz tiem un uz Patvēruma un migrācijas fondu, Iekšējās drošības fondu un Robežu pārvaldības un vīzu instrumentu. *Eiropas Savienības tiesību aktu tīmekļvietne*. Pieejams: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/LV/ALL/?uri=CELEX%3A52018PC0375> [aplūkots 02.10.2019.]

- 1.1. Apzinoties MI un citu tehnoloģiju straujo attīstību, augstākās izglītības sektoram būs jāspēj izstrādāt studiju programmas, kas sagatavos speciālistus profesijās, kuras radīsies nākotnē, šeit jāveido elastīgi starptautiskās sadarbības modeļi un konsorcijs, lai izstrādātu kopīgās studiju programmas. MI tematiku jāintegrē vispārējā izglītības sistēmā. Detalizētāku izvērsumu varētu ietvert topošajā dokumentā “Izglītības attīstības pamatnostādnes 2021.-2027. gadiem”.
- 1.2. Augstākajā izglītībā datu analītikas kurss ir jāintegrē lielākajā daļā programmu.
- 1.3. Vadītāju un speciālistu izpratnes līmeņa celšanai par MI ir jāizveido tiešsaistes kurss latviešu valodā pēc Somijas kursa “MI elementi” parauga, iespējams, nošķirot tehnisko, lietotāju un vadītāju apakškursus. Vēlams iesaistīt šajā apmācībā vismaz 1% no valsts iedzīvotāju skaita. Absolūtos skaitļos tie būtu apmēram 19 tūkstoši Latvijas iedzīvotāju.
- 1.4. Publiskā sektora darbinieku kvalifikācijas MI jomā celšanai nepieciešams izveidot specializēto MI apmācību kursu publiskajā sektorā nodarbinātajiem.
- 1.5. Jāsagatavo Valsts pētījumu programma IKT jomā, paredzot atsevišķu finansējumu MI pētījumiem.
- 1.6. Turpināt un pastiprināt pētījumus kvantu skaitļošanas jomā, ko šobrīd veic LU.
- 1.7. Nepieciešama visas valsts pārvaldes mērķtiecīga darbība, lai uzlabotu iedzīvotāju digitālās prasmes.
- 1.8. Turpināt uzlabot cilvēku medijpratību, lai padarītu tos noturīgākus pret dezinformācijas kampaņām.

2. Datu pieejamība.

- 2.1. MK 20. augustā tika apstiprināts VARAM informatīvais ziņojumu “Latvijas atvērto datu stratēģija”, kurā ietverti konkrēti uzdevumi valsts pārvaldes rīcībā esošo datu atvēršanai un publicēšanai atvērto datu veidā ADP, cita starpā paredzot izstrādāt katras institūcijas datu publicēšanas grafiku un publicēt identificētos datus ADP līdz 2022. gada beigām.
- 2.2. Nepieciešama starptautiskā sadarbība datu apmaiņai, jo Latvijai pieejamo datu daudzums MI “trenēšanai” daudzās nozarēs ir par maz. Nepieciešams harmonizēt ar citām valstīm atveramo datu klāstu. Sīkāk šis jautājums izklāstīts ES direktīvā par valsts sektora informācijas atkalizmantošanu (*PSI Directive*)¹¹¹.

3. MI izmantošana valsts sektorā.

Valsts pārvaldē primāri jāorientējas uz esošo risinājumu adaptāciju un ieviešanu, ne tik daudz uz pilnībā jaunu risinājumu izstrādi. Turpmāk MI iekļaujošo risinājumu attīstība ir jāprioritizē publiskās pārvaldes attīstības procesos. Nozaru ministrijām nepieciešams izvērtēt automatizācijas un MI sistēmu integrāciju savos procesos, tai skaitā izmantojot esošo informācijas sistēmu uzturēšanas budžetu. IKT projektos publiskās pārvaldes modernizācijas ietvaros, izvērtēt, un, ja tas ir tehniski un tiesiski iespējams un lietderīgi,

¹¹¹ European legislation on the re-use of public sector information. Eiropas komisijas tīmekļvietne. Pieejams: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/european-legislation-reuse-public-sector-information> [aplūkots 06.06.2019.]

nodrošināt funkcionalitāti, kas dod iespēju publiskam sektoram ilgākais divu darba dienu laikā kopš brīža, kad ir bijusi pieejama visa lēmuma pieņemšanai nepieciešamā informācija, neprasot to obligāti iesniegt pašam iedzīvotājam vai uzņēmējam, pieņemt un izpildīt lēmumu, vai nu tā būtu vienkārša atbilde uz iesniegumu vai pabalsta piešķiršana, nodokļa pārmaksas atmaksa vai jebkas cits. Piemēram, ja ģimenei piedzimst bērns, tad automātiski, divu darba dienu laikā pabalsts ir pārskaitīts uz mātes kontu u.tml. Tas neatceļ noteiktās prasības sabiedriskai apspriešanai, sabiedrības informēšanai utt. Attiecībā uz pakalpojumu sniegšanas automatizāciju uzņēmējiem jāņem vērā, ka lēmumu varēs pieņemt ātrāk, ja uzņēmējs iesniedz mašīnlasāmos datus. Piemēram, būvniecības projektu atbilstības būvniecības prasībām izvērtēšanu var daļēji automatizēt, ja dokumentācija tiek iesniegta mašīnlasāmā formā (iespējams piekļūt projekta atsevišķiem elementiem un modificēt tos) un standartizētos formātos. Mašīnlasāmo dokumentu pārbaude arī ir lētāka, jo mazāk jāiesaista cilvēki. Tāpēc jāstimulē būvniecības ierosinātāji iesniegt dokumentus mašīnlasāmā formātā. Lai stimulētu šādu praksi, var noteikt mašīnlasāmiem dokumentiem īsākus pārbaudes termiņus un mazākas nodevas. Daļai objektu, piemēram, būvēm ar lielu kultūrvēsturisko vērtību, valsts un pašvaldību objektiem var noteikt obligātu dokumentu iesniegšanu mašīnlasāmā formātā. VARAM, plānojot digitalizācijas stratēģiju, izvirzīt šādu principu IKT projektu prioritizācijā.

3.1. Virtuālais asistents. KISC ir izveidojis un projekta “Virtuālo asistentu platformas izveide” ietvaros turpina attīstīt virtuālā asistenta platformu, ko varēs izmantot un integrēt savos risinājumos jebkura valsts pārvaldes iestāde, kur fiziskām un juridiskām personām tiek sniegta informācija un citi pakalpojumi. Zināšanu bāzes, kas tiek sagatavotas valsts virtuālajam asistentam, ir nepieciešams pielāgot tam, lai tās būtu savietojamas ar citām virtuālo asistentu platformām, tai skaitā ar privātā sektora risinājumiem, balstoties uz starptautiskiem standartiem. Attiecīgi Tieslietu ministrijai būs nepieciešams izvērtēt normatīvo regulējumu, kas atļautu izmantot personas datus citu virtuālo asistentu izstrādātājiem, ievērojot ES regulējumu personas datu aizsardzībā. Plānojot tālāku valsts IKT infrastruktūras pilnveidi, ir jāpaplašina virtuālā asistenta projektu ar personalizācijas funkcionalitāti. Attīstot vienotu valsts pārvaldes virtuālo asistentu, būtu jāizskata iespēja to pielāgot arī vispārēju uzziņu sniegšanai konsulārajos jautājumos, piemēram, Ārlietu ministrijas un Latvijas diplomātisko un konsulāro pārstāvniecību tīmekļvietnēs.

3.2. Veselības aprūpe.

Šobrīd Neatliekamās medicīniskās palīdzības dienestā plānošanas procesā ir projekts mašīnmācīšanās tehnoloģiju izmantošanai dažādos Neatliekamās medicīniskās palīdzības (turpmāk - NMP) dienesta procesos. Nepieciešami uzlabojumi brigāžu noslodzes plānošanai un uzdevumu sadalei, informācijas ievades precizitātes kontrolei informācijas sistēmās, klientu atsauksmju apkopošanai. Risinājums ļaus pilnveidot un pielāgot sistēmas algoritmus, kas tiek izmantoti dažādu procesu atbalstam, piemēram, NMP brigāžu pārvaldībā, ievadāmo datu kvalitātes nodrošināšanā, sniegtā NMP pakalpojuma kvalitātes kontrolē. Salīdzinot ar esošo situāciju, kad informācijas sistēmas pamatā tiek izstrādātas un pielāgotas manuāli, mašīnmācīšanās tehnoloģija ļaus pilnveidot

izmantojamos algoritmus daudz efektīvākā veidā, ļaujot atbrīvot NMP dienesta resursus, kurus novirzīt NMP pakalpojuma kvalitātes pieauguma nodrošināšanai. Šī lietošanas scenārija tiešie lietotāji būs NMP dienesta darbinieki.

3.3. MI kā horizontālais aspekts nozaru plānošanas dokumentos.

MI ir horizontāla aktivitāte un iekļausies teju ikvienā procesā, līdzīgi kā datori vai internets. Līdz ar to jebkurā nacionālajā vai nozares plānošanas dokumentā, ja šajos dokumentos izvērtē uzdevumus, kurus var automatizēt vai kuru veikšanā var izmantot MI, pie izstrādes vai būtiskas papildināšanas nepieciešams iekļaut izvērtējumu par automatizāciju un MI izmantošanu, ja tas nav izvērtēts jau iepriekš. VARAM, vērtējot citu iestāžu plānošanas dokumentus, ņems vērā automatizācijas un MI izmantošanas aspektu līdzās citiem IKT jautājumiem.

Sagatavojot dokumentu, svarīgi analizēt citu iestāžu, valstu un privātā sektora pieredzi MI izmantošanā. Vērtēšanas kritēriji varētu iekļaut sekojošos punktus MI izmantošanai, ko iestādei jāidentificē savos biznesa procesos līdzās parastai automatizācijai, bez MI izmantošanas:

3.3.1. Atkārtotojās darbības, kuras ir automatizējamas ar dažādu autonomitātes pakāpi, balstoties uz iepriekšējiem datiem. Ir procesi ar augstu automatizācijas iespēju, kur cilvēka dalība ir minimāla un ir procesi, kur MI risinājums ir tikai padomdevējs un cilvēka darba paātrinātājs, bet lēmums jāpieņem cilvēkam.

Pirmajā gadījumā piemēri ir auto numuru atpazīšana, ienākošās korespondences šķirošana, ienākuma deklarāciju sākotnējā pārbaude, čatbotu darbība. Šie risinājumi var darboties ar minimālu cilvēka uzraudzību.

Otrajā gadījumā piemēri ir novērošanas kameras, kas spēj pamanīt aizdomīgas darbības un pievērst cilvēka uzmanību turpmāka lēmuma pieņemšanai; lēmumu projektu un atbilžu ģenerēšana uz privātpersonu iesniegumiem; diagnožu uzstādīšana medicīnā un ārstēšanas plāna projekta sagatavošana.

3.3.2. Proaktīvie un personalizētie pakalpojumi. MI sniedz iespēju mācīties no lietotāju pieredzes komunikācijā ar valsts pārvaldi un prognozēt kādi pakalpojumi, kādā secībā (tai skaitā dažādu iestāžu sniegtie pakalpojumi) var būt nepieciešami konkrētam cilvēkam vai uzņēmumam atkarībā no viņu sociālekonomiskā profila un dzīves situācijas.

Piemēram, ja bērnam tuvojas skolas vecums, tad automatizēti vecākiem to var atgādināt un piedāvāt pieteikt bērnu dzīvesvietai tuvākajā skolā. Tiklīdz bērns ir pieteikts, seko piedāvājums skolēnam pieteikt arī bezmaksas braukšanas karti sabiedriskajā transportā.

3.3.3. Iestādes darba un nozares pārvaldības uzlabošana, izmantojot iestādes un nozares datus. Vēsturiski datu uzkrāšana, apkopošana un analīze ir bijusi ļoti dārga, bet mūsdienās līdz ar datu uzkrāšanu

pamatā informācijas sistēmās un plašu sensoru izplatību, šie dati kļūst pieejami. Manuāla datu analīze mēdz būt ļoti darbietilpīga. Modernie biznesa analītikas rīki sniedz iespēju analizēt lielu datu apjomu automatizēti, meklēt sakarības un pamanīt novirzes.

Piemēram, pilsētā ir problēmas ar auto sastrēgumiem un pārpildīto sabiedrisko transportu, vienlaikus nepieciešamas arvien jaunas dotācijas sabiedriskajam transportam. Būtiska infrastruktūras pārbūve ir dārga un dažos gadījumos arī nav iespējama, jo ielu platumu ierobežo mājas. Viens no risinājumiem ir auto un cilvēku kustības analīze pilsētas mērogā, kas sniedz iespēju optimizēt transporta organizāciju (piemēram, ieviest reversīvās kustības joslas, kuras tiek izmantotas vienā virzienā no rīta un pretējā virzienā vakarā), uzlabot sabiedriskā transporta maršrutus un grafikus, lai nogādātu cilvēkus gala mērķi pa pēc iespējas īsāku un konkrētajā laikā mazāk noslogoto maršrutu.

Cits piemērs ir analītikas rīks korupcijas apkarošanai, kas var konstatēt, ka konkrēts celtniecības uzņēmums regulāri uzvar pašvaldību konkursos tieši tajās pašvaldībās, kur pie varas ir partija, kurai regulāri ziedo celtniecības uzņēmuma īpašnieks.

Ja arī MI ieviešana nekavējoties nav plānota ir būtiski sākt strukturēto datu uzkrāšanu MI sistēmu treniņam nākotnē. Piemēram, uzkrāt iedzīvotāju jautājumus un iestāžu sniegtās atbildes strukturētā veidā.

VARAM kā vadošā valsts pārvaldes iestāde MI risinājumu attīstības un ieviešanas jautājumos sniegs konsultatīvu atbalstu citām iestādēm MI ieviešanā un plānošanas dokumentu sadaļu sagatavošanā par automatizāciju un MI ieviešanu. VARAM, sagatavojot plānošanas dokumentu “Digitālās transformācijas pamatnostādnes 2021.-2028. gadam”, līdz 2020. gada 30. decembrim noteiks MI risinājumu ieviešanu kā vienu no publiskās pārvaldes prioritātēm.

3.4. Valsts aizsardzība.

MI valsts aizsardzībai tiks lietots militāro spēju attīstībai un operāciju vajadzībām, tostarp tādiem nolūkiem kā izlūkdatu apstrāde, operatīvā un taktiskā komandvadības līmeņa lēmumu pieņemšanas atbalsta rīkiem to izstrādē un ieviešanā cieši sadarbojoties ar sabiedrotajiem.

3.5. Citi MI risinājumi. Ņemot vērā starptautisko pieredzi dažādu MI risinājumu ieviešanā, uzskatāms, ka ir augsts potenciāls Latvijā ieviest arī šādus MI pielietojumus:

3.5.1. Sociālo tīklu monitorings.

Var lietot, lai mērītu iedzīvotāju sociālo grupu viedokļus ļoti dažādos jautājumos, piemēram: ielu tīrību, trokšņu līmeni, sabiedriskā transporta darbu, apmierinātību ar dažādu iestāžu darbu.

3.5.2. Ceļa satiksmes negadījumu profilakse.

Novērošanas kameras, kas patstāvīgi spējīgas atpazīt dažādus ceļu satiksmes pārkāpumus, ne tikai ātruma pārsniegšanu, piemēram, braukšana uz sarkano gaismu, nepārtrauktas līnijas šķērsošanu, tālruņa lietošanu pie stūres, drošības jostu nelietošanu. Vēlams uzsākt sistēmu izstrādi, kas ir spējīgas pēc auto kustības noteikt, ka vadītājs varētu būt slims, pārguris, atrodas alkohola vai narkotisko vielu reibumā. Šajā gadījumā sods nav automātisks, bet policija saņemtu signālu par nepieciešamību pārbaudīt konkrēto auto.

3.5.3. Noziedzīgu nodarījumu izmeklēšana.

Noziedzīgu nodarījumu izmeklēšana un noziedzības tendenču prognozēšana. Turpmāk ir iespējams ieviest MI sistēmas, kas atpazīst meklēšanā esošās personas pēc to balss, foto vai video attēla.

3.5.4. Politikas plānošana.

Reģionālās attīstības analīze, pašvaldību uzraudzība, iepirkumu analīze. Interaktīvais rīks attīstības plānošanai, kas dod iespēju modelēt scenārijus un novērtēt intervenci. Politikas prognozēšana, plānošana, rezultātu analīze. *Ex ante* un *ex post* analīze.

3.5.5. Kultūra.

Autortiesību aizsardzība, patenti. Piemēram, MI sistēma varētu meklēt vai līdzīgs autortiesību objekts (mūzika, glezniecība) jau ir starp esošajiem autoru darbiem, vai konkrētais pieteiktais patents jau nav starp esošajiem patentiem.

3.5.6. Satiksme.

Īstenot Latvijas inteligēnto transporta sistēmu (ITS) arhitektūras vadlīnijas, ieviešot koplietošanas platformu, lai balstoties uz faktiskajiem ceļu tīkla noslodzes datiem veiktu satiksmes plūsmu optimizēšanu, sabiedriskā transporta maršrutu uzlabošanu, ceļu infrastruktūras ieguldījumu prioritizēšanu u.c. vadlīnijās noteiktos uzdevumus.

3.5.7. Tieslietas.

Atbalsta sistēma lēmuma pieņemšanai prokuratūrai un tiesai, atbalsta sistēma normatīvo aktu izstrādei – konsekventa terminu un saīsinājumu lietošana, tai skaitā Latvijas Nacionālo terminoloģijas portāla attīstība, automatizēta pretrunu meklēšana. Tiktu ietaupīts laiks atbilžu, tiesas lēmumu un normatīvo aktu izstrādei. Turpmāk atbalsta sistēma lēmumu pieņemšanai varētu tikt ieviesta visās iestādēs, kuras izdod administratīvos aktus.

Kriminālsodu izpilde. MI varētu tikt pielietots pētnieciskās un analītiskās kapacitātes attīstīšanai, resocializācijas pasākumu plānošanai, atbalsta sniegšanai notiesātajām personām un to ģimenes locekļiem, kā arī lielapjoma informācijas sistēmu (piemēram, "Probācijas lietu uzskaites sistēma") pārvaldības un drošības pilnveidošanai.

3.5.8. Finances.

Situāciju modelēšana dažādiem nodokļu izmaiņu scenārijiem. Nodokļu un muitas lietās klientu izzināšanas pasākumi uz klientu orientēto pakalpojumu sniegšanai (MI kā pakalpojumu neatņemama sastāvdaļa). Cīņa pret naudas atmazgāšanu un

terorisma finansēšanu. Grāmatvedība (automatizēta rēķinu apstrāde, atskaišu sagatavošana, algu aprēķins).

3.5.9. Sarakste.

Atbilžu sagatavju izveide uz uzņēmumu un iedzīvotāju iesniegumiem.

3.5.10. Būvniecība.

Būvniecības dokumentu sākotnēja pārbaude būvprojektiem, pieteikumiem dažādām atļaujām, licencēm.

3.5.11. Uzņēmēju atbalsta rīks investīciju plānošanai.

Piemēram, uzņēmums plāno pārdot pārtikas piedevas, kas uzlabo organisma noturību pret saaukstēšanas slimībām. Sistēma automatizēti norāda, ka vislabāk pārdot šādu produkciju ir apvidos ar augstāku saslimstību ar saaukstēšanas slimībām.

3.5.12. Vides aizsardzība.

Satelītattēlu attēlu analīze, lai pamanītu bīstamo vielu klātbūtni vidē. Noteiktos gaismas spektros var pamanīt izmaiņas augsnē un lapotnē, kas var liecināt par piesārņojumu. Dronu (bezpilota lidaparātu) izmantošana ugunsgrēku dzēšanā, aizsargājamo teritoriju novērošanā.

3.5.13. Dezinformācijas apkarošana.

MI rīks varētu veikt automatizēto ziņu salīdzināšanu, apskatot viedokļus un sentimentu pret notikumiem, kas tajos tiek pausti, identificēt ziņas avotu, sekot ziņas izplatīšanas ceļam.

3.5.14. Lauksaimniecība.

Automatizēta subsīdiu saņēmēju kontrole pēc satelītattēliem un bezpilota gaisa kuģu uzņemtiem attēliem.

3.5.15. Tulkošana.

MI neironu tīklos balstītu mašīntulkošanas pakalpojumu izmantošana no un uz dažādām valodām (īpaši tādām lielajām valodām, kuras Latvijā pārvalda ierobežots cilvēku skaits, piemēram, ķīniešu, japāņu, arābu, hindi u.c.) un latviešu valodu. Materiālu tulkošana kriminālprocesā, kas Iekšlietu ministrijas iestādēm ir ļoti nozīmīga un pašreizējā izpildījumā ir laika un finanšu ietilpīga darbība.

3.5.16. Balss apstrāde un tehnoloģijas cilvēkiem ar īpašām vajadzībām.

Automātiska sanāksmju un sēžu audioierakstu stenografēšana. Automātiski ģenerētu subtitru nodrošināšana televīzijas pārraidēm un publiskos pasākumos cilvēkiem ar dzirdes ierobežojumiem. Balss tehnoloģiju integrēšana publiskā sektora mājaslapās un e-pakalpojumos cilvēkiem ar redzes ierobežojumiem.

3.5.17. Valsts valodas centrs un Latvijas Zinātņu akadēmijas Terminoloģijas komisija (turpmāk - LZA TK) sadarbībā ar Kultūras informācijas sistēmu centru ir izstrādājis resursu – Latvijas Nacionālo terminoloģijas portālu (turpmāk – LNTP) (<https://termini.gov.lv/>), kurā apkopota Valsts valodas centra un LZA TK izstrādāta un apstiprināta nozaru terminoloģija, kas ir pieejama gan tiešsaistē, gan, ievērojot labo praksi atvērto datu jomā, lejupielādējama ikvienam interesantam. LNTP attīstība uzskatāma par būtisku MI ieviešanas un kapacitātes stiprināšanas priekšnoteikumu valsts pārvaldē, tāpēc ir jāparedz MI elementu integrācija LNTP turpmākos attīstības posmos.

Plānojot turpmāku valsts IKT arhitektūras attīstību, ir jāizvērtē iespēja īstenot IKT projektus, ieviešot augstāk minētos MI risinājumu pielietojumus publiskajā pārvaldē.

3.6. Publiski-privātā partnerība (PPP) MI projektos. MI risinājumu ieviešanā lietderīgi sadarboties valstij un privātajam sektoram. Piemēram, valsts varētu nodrošināt datus un regulējumu, savukārt privātais sektors – tehnoloģisko risinājumu. Piemērs ir iepriekš minēts LIAA atbalstīto projektu agrīnai vēža diagnosticēšanai. Projekti varētu būt ar starptautisko mērogu, kas samazinātu izmaksas katrai valstij atsevišķi, jo risinājumu vajadzētu tikai adaptēt, nevis vieniem pašiem radīt pilnībā no jauna.

4. Finansējums.

4.1. Eiropas komisijas Eiropas līmeņa attīstības plāns (*Coordinated Plan on the development of Artificial Intelligence Made in Europe – 2018*)¹¹². Viena no šī plānā izteiktajām vīzijām ir palielināt izdevumus MI pētniecības un attīstībai Eiropā. 2018.-2020. gados rekomendē sasniegt 20 miljrd. *euro* ieguldījumu (trīs gadu periodā), bet līdz 2029. gadam ieguldījumiem jāsasniedz 20 miljrd. *euro* gadā (publiskajā un privātā sektorā kopā). Ja izdala finansējumu ar iedzīvotāju skaitu, tad uz vienu Eiropas iedzīvotāju būtu jātērē 39 *euro* gadā kopumā vai 14 *euro* valsts sektorā. Pārreķinot uz iedzīvotāju skaitu Latvijā tie būtu 74 milj. gadā kopā. Valsts sektora ieguldījumiem ES jāsasniedz 7 miljrd. *euro* gadā, Latvijas gadījumā tie ir 25 milj. *euro* gadā. Šos skaitļus visām valsts iestādēm nepieciešams ņemt vērā, sagatavojot attiecīgo gadu budžetu. Tāpat atsevišķa sadaļa būtu jāiestrādā ES struktūrfondu plānošanas dokumentos un jāizmanto ES "Apvārsnis 2020" un "Digitālā Eiropa" sniegtās iespējas. Valsts iestādēm nepieciešams pievērst uzmanību, ka ne vienmēr iespējams nošķirt finansējumu tieši MI risinājumiem, jo bieži tā būs tikai daļa no MI sistēmas izmaksām un MI risinājumi arvien biežāk tiks iestrādāti visdažādākās sistēmās. Iespējams jau nākošās desmitgades laikā, MI sistēmas būs integrētas tik daudz kur, ka to vairs neizcels kā atsevišķu pozīciju.

4.2. ES būs pieejams centralizēts finansējums MI izstrādei un ieviešanai. Daļa finansējuma tiks virzīta kā atbalsts MI Digitālās Inovācijas centriem (*AI Digital Innovation hubs*, turpmāk - DIH)¹¹³. Joprojām tikai viens no pieciem Eiropas maziem un vidējiem komersantiem (turpmāk – MVK) ir augsti digitalizēts, ir krasas atšķirības digitalizācijas līmenī ES dalībvalstu un to nozaru starpā. DIH palīdzēs nodrošināt, ka ikviens uzņēmums, mazs vai liels, augsto vai zemo tehnoloģiju, varēs izmantot digitalizācijas iespējas. Iesaistot augstskolas vai pētniecības organizācijas, DIH darbosies kā vienas pieturas aģentūras, kur uzņēmumi, jo īpaši MVK un jaunuzņēmumi, varēs piekļūt tehnoloģiju izmēģināšanai, finanšu konsultācijām, tirgus informācijai un tīklu veidošanas

¹¹²Coordinated Plan on the development of Artificial Intelligence Made in Europe – 2018. *Eiropas Komisijas tīmekļvietne*. Pieejams: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/coordinated-plan-artificial-intelligence> [aplūkots 05.07.2019.]

¹¹³ *AI Digital Innovation Hubs Network tīmekļvietne*. Pieejams: <https://ai-dih-network.eu/> [aplūkots 05.07.2019.]

iespējām. Latvijā šobrīd DIH statusā darbojas Ventpils augsto tehnoloģiju parks, biedrība “Latvijas IT klasteris” un EDI¹¹⁴.

4.3. Latvijai būtu nepieciešamas atsevišķs finansējums, lai pilotprojektu formā izmēģinātu jaunus elektroniskos risinājumus publisko pakalpojumu sniegšanā pēc Igaunijas parauga.

4.4. Plānojot 2021.-2027. gadu ERAF līdzekļu sadali IKT jomā, VARAM kā vienu no prioritātēm plāno noteikt MI risinājumu ieviešanu publiskās pārvaldes procesos, vienlaicīgi izvirzot mērķi izvērtēt, un, ja tas ir tehniski un tiesiski iespējams un lietderīgi, nodrošināt funkcionalitāti, kas dod iespēju publiskam sektoram ilgākais divu darba dienu laikā kopš brīža, kad ir bijusi pieejama visa lēmuma pieņemšanai nepieciešamā informācija, pieņemt un izpildīt lēmumu, īpaši gadījumos, kad informāciju lēmuma subjekts iesniedz mašīnlasāmā formā.

5. Novērtējuma sistēma.

Lai salīdzinātu savu veikumu MI jomā gan starptautiski, gan laika gaitā progresa mērīšanai ir nepieciešams sagatavot statistisko rādītāju kopumu, kas atspoguļotu progresu. Ņemot vērā, ka šobrīd ir atvērts jautājums par novērtēšanas sistēmu, ir būtiski, ka Latvijas eksperti aktīvi piedalās Latvijas digitālizācijas un novērtēšanas metodiku izstrādē un viedokļa veidošanā. Latvijas ekspertiem jāizstāv nepieciešamībā visaptverošai valstu MI snieguma novērtēšanas sistēmai.

Lai pievērstu iestāžu uzmanību un vienlaikus mērītu sniegumu MI pielietojumā publiskajā pārvaldē, VARAM plāno papildināt e-indeksu ar MI komponenti.

6. Tiesiskais regulējums un ētika.

Jaunās tehnoloģijas radīs jaunus izaicinājumus normatīvā regulējuma jomā.

6.1. MI sistēmu lietošanā tieslietu jomā vēlams ievērot CEPEJ 31. plenārsēdes laikā Strasbūrā 2018. gada 2.-4. decembrī pieņemto dokumentu “Eiropas Ētikas harta par MI izmantošanu tiesu sistēmā” (*European Ethical Charter on the Use of Artificial Intelligence in Judicial Systems and their environment*¹¹⁵).

6.2. MI sistēmu izstrādē vēlams vadīties no ES MI ētikas vadlīnijām, kuras apstiprināja 2019. gada 8. aprīlī¹¹⁶.

6.3. MI sistēmu pasūtītājiem un izstrādātājiem, kuri izmanto MI sistēmas komunikācijai ar klientiem, būtu jābrīdina cilvēks, ja konkrētā situācijā klients komunicē ar virtuālo asistentu nevis dzīvu cilvēku. MI sistēmām arī vienmēr būtu jābrīdina cilvēks, ja cilvēka rīcība var apdraudēt viņu pašu, citus cilvēkus vai apkārtējo vidi.

¹¹⁴ SMART SPECIALISATION PLATFORM. Eiropas Komisijas tīmekļvietne. Pieejams: <http://s3platform.jrc.ec.europa.eu/digital-innovation-hubs-tool> [aplūkots 05.07.2019.]

¹¹⁵ CEPEJ European Ethical Charter on the use of artificial intelligence (AI) in judicial systems and their environment. Eiropas Padomes tīmekļvietne. Pieejams: <https://www.coe.int/en/web/cepej/cepej-european-ethical-charter-on-the-use-of-artificial-intelligence-ai-in-judicial-systems-and-their-environment> [aplūkots 06.06.2019.]

¹¹⁶ Ethics guidelines for trustworthy AI. Eiropas komisijas tīmekļvietne. Pieejams: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/ethics-guidelines-trustworthy-ai> [aplūkots 06.06.2019.]

- 6.4. Ievērojot prognozēto plašo MI izplatību, no sabiedrības drošības un veselības viedokļa būtu svarīgi ieviest standartizētu MI risinājumu drošības marķējumu, kas attiecīgā risinājuma lietotājam dotu iespēju izprast būtiskākos MI risinājuma kvalitātes rādītājus un tā izveidē izmantoto datu sadalījuma īpatnības. Marķējums apliecinās, ka katrs risinājums tiek auditēts no MI apmācības kopas analīzes viedokļa, lai saprastu cik homogēni un reprezentatīvi bija parametri un savāktie dati. Tādējādi potenciālais lietotājs varēs novērtēt sagaidāmo risinājuma atbilstību konkrētajiem darbināšanas apstākļiem un izveidot kopējo pakalpojuma piegādes procesu, kas novērš iespējamās diskriminācijas vai citus riskus.
- 6.5. MI sistēmas, kurām ir liels risks nodarīt kādu kaitējumu, jānodrošina ar sava veida “melnās kastes” analogu, lai fiksētu visas darbības un ar to saistīto informāciju vēlākai analīzei.
7. Aktīva MI ieviešana tautsaimniecībā.
2014. - 2020. gadu periodā tiek realizēta Viedās specializācijas stratēģija (turpmāk – RIS3), kurā noteikti tautsaimniecības transformācijas virzieni un viedās specializācijas jomas, paredzot mērķtiecīgu pētniecības un inovāciju resursu koncentrēšanu. Viena no RIS3 specializāciju jomām ir tieši Informāciju un komunikācijas tehnoloģijas, kura ir tiešā veidā sasaistīta ar MI jomu. 2018. gadā balstoties uz Eiropas Komisijas iezīmētajiem prioritārajiem virzieniem EM identificēja trīs stratēģiskās jomas, uz kā pamata attiecīgi tika izveidotas biomedicīnas, viedās pilsētas un viedo materiālu vērtību ķēdes ekosistēmas, iezīmējot katras ekosistēmas attīstības potenciālu un iespējas jaunu produktu un/vai pakalpojumu radīšanai. Lai nodrošinātu procesa nepārtrauktību un ilgtspēju, nākamā plānošanas perioda būtiskāko tautsaimniecības un ekonomiskās izaugsmes plānošanas dokumentu izstrāde tiks balstīta uz ekosistēmu pieeju, to izveidi un kapacitātes stiprināšanu, kā arī globālo tendenču izvērtēšanu un nepieciešamību iesaistīties globālajās vērtību ķēdēs. Ekosistēma ir instruments, ar kura palīdzību veicināt sadarbību starp privāto, publisko un akadēmisko sektoru. Tā ir iespēja stiprināt arī starpnozaru sadarbību, kas jo īpaši būtiska turpmākās tautsaimniecības izaugsmes nodrošināšanā caur tehnoloģiskā progresā, inovācijas un digitalizācijas prizmu. Būtiska spēcīgas ekosistēmas priekšrocība ir investīciju piesaiste un vienota pieeja ilgtermiņa mērķu definēšanā. Tāpat arī ekosistēmas pieeja sekmēs jaunu MI risinājumu izstrādi un ieviešanu, kas sniegs būtisku ieguldījumu attiecīgo ekosistēmu attīstībā un to integrāciju globālajās vērtību ķēdēs. Vienlaikus MI sniegs būtisku ieguldījumu arī citu tautsaimniecības jomu attīstībā, nodrošinot digitālās transformācijas priekšrocības.
- 7.1. Rūpniecības turpmāka digitalizācija un MI risinājumu ieviešana tiks veicināta arī caur tādu horizontālo plānošanas dokumentu un to saistīto rīcības plānu aktivitātēm kā Dato balstītas nācijas koncepts. VARAM līdz 2020. gada otrajam ceturksnim sagatavos atsevišķu dokumentu “Digitālās transformācijas pamatnostādnes 2021.-2027. gadam”, kur tiks plašāk aprakstīts nepieciešamos pasākumus digitālai transformācijai tautsaimniecībā, valsts pārvaldē un sabiedrībā.

7.2. Lai veicinātu MI izmantošanu rūpniecībā, jāaicina uzņēmumi, kuri veiksmīgi integrējuši MI savā uzņēmumā, dalīties ar savu pieredzi.

Gatavojoties nākamajam finanšu plānošanas periodam 2021.-2027.gadam, nepieciešams izvērtēt iespēju ieviest atbalsta programmas, kas vērstas uz zinātnes, pētniecības un inovāciju attīstību MI jomā (piemēram, inovāciju vaučers komersantiem MI risinājumu attīstībai). Būtiska ir arī kopējā inovāciju vide, pie kā cieši kopā strādā EM un IZM.

7.3. Izmantošana uzņēmumos.

Uzņēmumiem primāri būtu jāizvērtē MI un citu automatizācijas risinājumu pielietošana šādos virzienos:

7.3.1. Personāla kvalifikācijas celšana. Kvalificēts personāls būs vajadzīgs gan gatavo produktu izmantošanai, gan prasību definēšanā jaunajiem produktiem un biznesa paplašināšanai.

7.3.2. Biznesa inteligences rīki analītikai, plānošanai, prognozēšanai, modelēšanai.

7.3.3. Darbību automatizācijas rīki, gan ražošanas roboti, gan autonomie auto un virtuālie asistenti.

8. Starptautiskā sadarbība. Starptautiskā sadarbība būtu jānostiprina kā:

8.1. aktīva Ārlietu un Ekonomikas ministriju iesaiste Latvijas sasniegumu MI jomā starptautiskā prezentācijā, izmantojot to kā platformu Latvijas nacionālo interešu īstenošanai valsts atpazīstamības, investīciju piesaistes, ekonomiskās un politiskās sadarbības jomās;

8.2. ĀM, TM un VARAM iesaiste diskusijās par starptautiskā regulējuma attiecībā uz MI sistēmām nepieciešamību;

8.3. aktīva iesaiste reģionālu standartu izstrādē līdzīgi domājošu valstu formātos ES un OECD, kā arī globālu vadlīniju gatavošanā;

8.4. iespēja ar MI algoritmu palīdzību apkarot organizētas dezinformācijas kampaņas;

8.5. latviešu diasporas ārvalstīs iesaiste investīciju piesaistē;

8.6. resursu apvienošana pētījumiem un tehnoloģiju attīstībai;

8.7. piekļuves nodrošināšanu liela apjoma datiem;

8.8. Latvijas mākslīgā intelekta risinājumu eksporta veicināšana.

9. Komunikācija.

Lai starptautiski popularizētu Latvijas panākumus un plānus MI jomā, tādā veidā prezentējot Latviju kā modernu un konkurētspējīgu valsti, ir nepieciešams izstrādāt komunikācijas rekomendācijas starptautiskajā sadarbībā iesaistītām institūcijām.

Būtiskāko rīcību kopsavilkums tabulas veidā pievienots šī informatīvā ziņojuma 2. pielikumā. Apkopojums nav visaptverošs, bet parāda tendences ieskata gūšanai.