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

Saturs

[Ievads 3](#_Toc13220368)

[Tehnoloģijas apraksts 3](#_Toc13220369)

[Tehnoloģiju izraisītās sociālekonomiskās pārmaiņas 6](#_Toc13220370)

[Starptautiskā tehnoloģijas pielietošanas pieredze un perspektīvas 8](#_Toc13220371)

[Latvijas pieredze un perspektīvas 10](#_Toc13220372)

[Starptautiskie dokumenti 14](#_Toc13220373)

[Novērtējuma rādītāji 18](#_Toc13220374)

[Izglītība un pētniecība 20](#_Toc13220375)

[Datu un skaitļošanas jaudu pieejamība 24](#_Toc13220376)

[Normatīvais regulējums 29](#_Toc13220377)

[Starptautiskā sadarbība 33](#_Toc13220378)

[Turpmākie darbības virzieni valsts pārvaldē 33](#_Toc13220379)

# 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 politikas plānošanas dokuments Latvijā, kurā tiek apskatīts MI.

Informatīvā ziņojuma aktualitāte izriet no Eiropas Komisijas 2018. gada
7. decembra pieņemtā dokumenta “Mākslīgā intelekta koordinētais plāns” (COM(2018) 795 *final*), kur dalībvalstis tiek aicinātas sagatavot nacionālās stratēģijas MI jomā līdz 2019. gada vidum[[1]](#footnote-1). Nacionālie politikas dokumenti MI jomā šobrīd ir 18 valstīm, tai skaitā sešām Eiropas Savienības (turpmāk – ES) dalībvalstīm. MI politikas plānošanas dokumenti ir Kanādai, Ķīnai, Somijai, Francijai, Itālijai, Japānai, Korejai, Lielbritānijai un ASV. Dānijā un Vācijā ar MI saistītie jautājumi ietverti plašākās informācijas un komunikācijas tehnoloģiju (turpmāk – IKT) un ekonomikas stratēģijās[[2]](#footnote-2). Lietuva ir apstiprinājusi savu MI stratēģiju 2019. gada martā, Igaunija plāno to izdarīt līdz 2019. gada vidum.

# Tehnoloģijas apraksts

MI apraksta sistēmas ar inteliģentu uzvedību, kas balstās spējā analizēt apkārtējo vidi un veikt darbības vai pieņemt lēmumus ar zināmu patstāvības līmeni, lai sasniegtu konkrētus mērķus. MI sistēmas var būt gan tīri programmātiskas (piemēram, virtuālie asistenti, attēlu analīzes sistēmas, meklētājprogrammas, runas un sejas atpazīšanas sistēmas), gan arī aparatūrā iegultas sistēmas kā roboti, autonomas mašīnas, bezpilota gaisa kuģi vai lietu interneta lietotnes[[3]](#footnote-3).

MI sistēmu attīstība tika uzsākta jau 20. gs. 50-tajos un 60-tajos gados, bet tolaik to turpmākā attīstība apstājās. Tam par iemeslu bija tā laika datoru zema veiktspēja un elektroniski pieejamo datu 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 veiktspējas 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 kvalificējamas pie šaurām MI sistēmām. No vispārīga MI izstrādes cilvēci vēl šķir daudzas neatrisinātas zinātniskas un tehniskas problēmas. Galvenā no tām – mēs joprojām līdz galam nezinām kā strādā mūsu pašu intelekts.

Pieaugot MI metožu lomai programmatūras attīstībā rodas būtiski savādākas problēmas 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 no ārējās pasaules 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 savādāki. 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 industrijā. Dažādu jēdzienu nošķīrums MI jomā parādīts 1. attēlā. Ar terminu “datu izrace” ir jāsaprot datu iegūšana, ar terminu “reversā smadzeņu inženērija” – smadzeņu darbības izzināšanas process. Jāņem vērā, ka akadēmiskajās aprindās nav vienotas MI definīcijas un viennozīmīgas robežšķirtnes, kas nodalītu MI sistēmas no tīri cilvēku ieprogrammētām sistēmām.



1. attēls. MI jēdzienu nošķīrums.

Ekspertsistēma[[4]](#footnote-4) 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 no jaunajiem datiem. MI sistēmas apmācīšana parasti prasa ievērojami mazāku resursu nekā ieprogrammēšana, kā arī sistēma spēj pastāvīgi mācīties un pilnveidoties.

Mākslīgā intelekta risinājumi savā attīstībā cieši mijiedarbojas ar citām strauji progresējošām tehnoloģijām: lietu internetu (*IoT* – *Internet of Things*), 5G sakariem, blokķēdi (*blockchain*), augstas veiktspējas skaitļošanas risinājumiem (*Hight Performance Computing, turpmāk - HPC*), mākoņskaitļošanu (*Cloud Computing*) u.c.

# Tehnoloģiju izraisītās sociālekonomiskās pārmaiņas

Pirmās un otrās industriālās revolūcijas rezultāts bija lielas daļas cilvēka veiktā fiziskā darba aizvietošana ar mašīnām. Trešās industriālās revolūcijas rezultātā tika aizvietota daļa cilvēka intelektuālā darba, ceturtās industriālās revolūcijas rezultātā tiks aizvietota liela daļu cilvēka intelektuālo darbu. MI būs vadošā tehnoloģija[[5]](#footnote-5), kas līdzās tādām tehnoloģijām kā 3D[[6]](#footnote-6) un 4D[[7]](#footnote-7) druka, gēnu inženierija, materiālu zinātne, lietu internets, 5G sakari, blokķēde, kvantu skaitļošana, nanoinženierija, virtuālā un papildinātā (*augmented*) realitāte, un citas, ievadīs ceturto industriālo revolūciju, kas izmainīs ne tikai pasaules ekonomiku, bet arī sabiedrību, līdzīgi kā pasaules ekonomiku un sabiedrību izmainīja tvaika dzinēju, elektrības, datoru un interneta izplatība. Izmaiņas ietekmēs jau šobrīd dzīvojušos cilvēkus. 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, jo emocionālo inteliģenci ir krietni grūtāk “iemācīt” MI sistēmām. Līdz ar tehnoloģiskām pārmaiņām notiks arī sociālās pārmaiņas. Produktivitāte pieaugs vairākkārtīgi. MI ieviešana veicinās virknes veco profesiju novecošanos, kuru vietā radīsies jaunas. Piemēram, autonomo iekārtu treneris vai virtuālās realitātes režisors.[[8]](#footnote-8)

Pastāv uzskats, ka puse mūsdienu skolnieku strādās profesijās, kuras šobrīd vēl nepastāv. Tā valsts/sabiedrība, kura spēs izstrādāt labākas MI sistēmas un izmantot jau esošās, iegūs lielas attīstības priekšrocības. 2. attēlā shematiski parādīti industriālās revolūcijas etapi.



1. attēls. Ceturtā industriālā revolūcija [[9]](#footnote-9)

 3. attēlā parādīta uzņēmuma *Accenture* prognoze par attīstīto valstu MI pienesumu 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 pie bāzes scenārija un izaugsme, aktīvi integrējot MI līdz 2035. gadam[[10]](#footnote-10)

Eiropas Savienības (turpmāk – ES) lielo datu ekonomikas ietekme pie straujas izaugsmes scenārija pieaugs no 50 miljardiem *euro* jeb 1,8% no ES IKP 2015. gadā līdz 111 miljardiem 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 tempa[[11]](#footnote-11). Šobrīd Latvijā nav viena politikas plānošanas dokumenta, kas fokusētos uz ceturtās industriālas revolūcijas ietekmes izvērtēšanu un turpmākas politikas definēšanu.

# Starptautiskā tehnoloģijas pielietošanas pieredze un perspektīvas

Tehnoloģijas pielietošanas piemēri, kas darbojas jau šobrīd:

1. Lēmumu pieņemšanas automatizācija un atbalsts:
	1. kredītņēmēju profilēšana;
	2. apdrošināšanas prēmiju izmaksa;
	3. aviācijas un jūras transporta kustības organizācija un drošība;
	4. lauksaimniecības, mežsaimniecības un lopkopības produkcijas ražošanas organizācija.
2. Mašīntulkošana.
3. Virtuālais asistents (čatbots, sarunbots, tērzēšanas bots). Var strādāt gan teksta režīmā, gan balss sakaros. Aizvieto cilvēku standarta saziņas formātos.
	1. Uzņēmuma *Deloitte* un Oksfordas Universitātes pētījumi norāda, ka līdz 2030. gadam Apvienotajā Karalistē 18% valsts pārvaldes darbinieku aizvietos ar MI[[12]](#footnote-12);
	2. Uzņēmums *Gartner* norāda, ka 2020. gadā 40% no datu zinātnieku darbībām tiks automatizētas[[13]](#footnote-13);
	3. Uzņēmums *Business Insider* norāda, ka 2020. gadā 80% uzņēmumu saziņai ar klientiem vēlās izmantot virtuālos asistentus[[14]](#footnote-14).
4. Lielu datu masīvu analīze un uz tās balstīta prognozēšana:
	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 izvēlētājos uzņēmumos pārkāpumi tiek atklāti 9% gadījumu[[15]](#footnote-15);
	2. kontekstuālā personalizētā reklāma. Patērētājs tiek analizēts pēc uzvedības tīmeklī (apmeklētajām lapām, meklēšanas pieprasījumiem u.c.), un viņam tiek piedāvāta personalizētā reklāma, preces un pakalpojumi;
	3. preču piegādes maršrutu optimizācija;
	4. *IBM Watson Analytics* rīks nozīmē vēža pacientiem to pašu ārstēšanas plānu, ko 99% ārstu[[16]](#footnote-16);
	5. Adelaidas universitātes (Austrālija) zinātnieki izstrādājuši MI, kas pēc izmeklējumu rezultātiem ar 69% precizitāti spēj paredzēt cilvēka nāvi tuvāko piecu gadu laikā[[17]](#footnote-17);
	6. Lielu teritoriju vai detalizētu ģeotelpisko datu masīvu un kopu analīze dažādu pētījumu, automatizētu prognožu vai pārvaldes uzdevumu izstrāžu vajadzībām.
5. Attēlu analīze:
	1. Bostonas (ASV) 2013. gada teroraktu izmeklēšanā tika iesaistīts MI, lai analizētu visus tuvumā tapušos videomateriālus[[18]](#footnote-18);
	2. Ķīnas policija izmanto papildinātās realitātes brilles, lai atpazītu meklēšanā esošās personas[[19]](#footnote-19);
	3. Morfildas (Lielbritānija, Londona) acu klīnika izmanto MI, lai diagnosticētu acu saslimšanas[[20]](#footnote-20);
	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*[[21]](#footnote-21).
6. Mašīnmācīšanās un robotika:
	1. automatizētie auto un lidaparāti;
	2. noliktavu roboti.

Sasniegumi privātajā sektorā, ko izdevās panākt, izmantojot MI risinājumus[[22]](#footnote-22):

1. par 30% samazināt preču piegādes termiņu un par 20% samazināt noliktavu noslodzi, ja izmanto MI vadītos autonomos robotus noliktavās;
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 civillietās, kurās prasību summa nepārsniedz 7 tūkst. *euro*14, turklātIgaunijas publisko pakalpojumu sniedzējiem ir pieejams atsevišķs finansējums, lai pilotprojektu formā izmēģinātu jaunus elektroniskos risinājumus publisko pakalpojumu sniegšanā.

Pielietojumu apkopojums tabulas veidā pieejams šī informatīvā ziņojuma
1. pielikumā.

# Latvijas pieredze un perspektīvas

Starptautiskajā Digitālās ekonomikas un sabiedrības indeksā (*The Digital Economy and Society Index*, turpmāk – DESI)[[23]](#footnote-23) 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.gadam[[24]](#footnote-24) 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 darbību[[25]](#footnote-25) cita starpē 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”;
* 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, gan 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 apkalpošanai[[26]](#footnote-26). 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 izmanto virtuālo asistentu “Varis”[[27]](#footnote-27). Kultūras ministra pakļautībā esoša tiešās pārvaldes iestāde “Kultūras informācijas sistēmu centrs” (turpmāk – KISC) sācis vienotu valsts pārvaldes virtuālā asistenta platformas attīstību[[28]](#footnote-28). KISC izveidojis un turpina pilnveidot valsts pārvaldes valodas tehnoloģiju platformu [Hugo.lv](http://www.kis.gov.lv/2017/05/pilnveidos-latvijas-iedzivotajiem-izstradato-masintulku-hugo-lv/www.hugo.lv). Hugo.lv tīmekļvietne nodrošina mašīntulkošanu, runas atpazīšanu un sintēzi. Valsts pārvaldes iestādēm nāksies saskarties ar būs izaicinājumiem, uzsākot virtuālā asistenta lietošanu, jo tām būs jāiemācās to pielāgot. Jāņem vērā, ka normatīvais regulējums bieži mainās un iestādēm būs jāuztur aktuāla virtuālā asistenta zināšanu bāze. Tālākā nākotnē paredzams, ka specifiskie virtuālie asistenti zaudēs aktualitāti, jo cilvēki negribēs lietot dažādus asistentus. Attīstīsies universālie asistenti (piem. *Google Assistant, Siri, Cortana* u.c.) un tiem varēs pieslēgt dažādas zināšanu bāzes.

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. Spriežot pēc CSDD datiem, 2016. gadā vidēji ceļu satiksmes negadījumu skaits uz stacionāro radaru uzstādītajām vietām ir sarucis par 42%, savukārt ievainoto skaits par 21%, kā arī pats galvenais – nav neviena bojā gājušā ātruma pārsniegšanas dēļ. Pēc Eiropas Komisijas rīcībā esošajiem datiem laika posmā no 2015. līdz 2016. gadam, Latvija ir ierindojusies pirmajā trijniekā visas Eiropas mērogā ar lielāko samazinājumu bojā gājušo skaita ziņā.

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 tādejādi ļauj ekspertiem veltīt laiku tikai tādu deklarāciju pārbaudei, kurās atklātas neatbilstības. Nākotnē liels potenciāls ir MI risinājumiem, kas palīdzēs cīnīties pret 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 tūkst. plaušu 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 (LIAA) ir apstiprināti divi stratēģiski komercializācijas projekti programmā "Atbalsts tehnoloģiju pārneses 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, 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 robotu[[29]](#footnote-29). Sistēmas izstrādes un ieviešanas izmaksas kopā veidoja 9000 *euro*. Tiesu administrācija 2018. gadā aktīvi piedalījusies 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 mašīnapmācītus 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 (Aerolāzerskenēšana (LIDAR - LIght Detection And Ranging) ir tālizpētes 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 apstrādi[[30]](#footnote-30). Pēc pilotprojekta noslēgšanās VZD darbus nav turpinājis, bet risinājumam ir perspektīva. Latvijas ģeoinformācijas produktu veidotāji jau sāk lietot automatizētu un pusautomatizētu tālizpētes 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 ĢIS pētījumu laboratorija ar mērķi sagatavot digitālos telpiskos datus MI darbības telpiskās lokācijas nodrošinājumam. Laboratorija izveidota pārrobežu projekta realizācijas ietvarā. Tajā tiek intensīvi apmācīti studenti no Zemes ierīcības un mērniecības, Būvniecības, Vides pārvaldības u.c. studiju programmām.

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 licis nopietnu pamatu tās veiksmīgai turpmākai attīstībā. Realizētie valsts pārvaldes un privātā sektora komersantu kopīgie projekti ir apliecinājums sadarbībai un spējai izstrādāt inovatīvus risinājumus, kas jau guvuši Eiropas atzinību. Tālākas sadarbības izvēršana ir tas virziens, kura attīstīšanu 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 tautsaimniecības, piemēram, zemkopības un ražošanas attīstīšanai, atbilstoši 4 industriālās evolūcijas prasībām, nodrošinās Latvijas turpmāko attīstību un sabiedrības kopējo ekonomisko izaugsmi.

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.

# Starptautiskie dokumenti

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

2018. gada 10. aprīlī ES dalībvalstis parakstījušas deklarāciju par sadarbību MI jomā[[31]](#footnote-31). Ar šo deklarāciju ES dalībvalstis vienojās sadarboties, risinot svarīgākos ar MI saistītos jautājumus, sākot no Eiropas konkurētspējas nodrošināšanas pētniecības un izvēršanas 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”[[32]](#footnote-32), kas apskata nākotnes sociālekonomiskas izmaiņas ko izraisa MI attīstība. Dokumentā tiek uzsvērta liela loma, ko MI spēlē ekonomikas pārveidošanā, ieteikts uzlabot MI statistikas uzskaiti un izstrādāt iekļaujošo ES programmu MI jomā, ievērot pārredzamības principu, iesakts 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 vajadzēs mazāk. Kā publisko iestāžu uzdevums ir norādīta digitalizācijas negatīvo seku mazināšana. 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, jārīkojas saskaņā ar ētiskās un sociālās atbildības kritērijiem. Šajā nolūkā piemērots risinājums var būt ētikas un humanitāro zinātņu iekļaušana inženierzinātņu mācību programmās.

2018. gadā Eiropas Komisija izvēlētie 52 augsta līmeņa eksperti (*High-Level Expert Group on Artificial Intelligence*[[33]](#footnote-33)) sagatavoja Eiropas MI ētikas vadlīnijas, kuras apstiprināja 2019. gada aprīlī[[34]](#footnote-34). Vadlīnijās definēti šādi principi MI izmantošanā: atbildība, caurspīdīgums, drošība, noturīgums, nediskriminācija un fundamentālo tiesību ievērošana, kas akcentē Eiropā radīto mākslīgā MI zīmolu “ētisks un cilvēkorientēts MI”.

2018. gada beigās Eiropas Komisijas Apvienotais pētījumu centrs ir publicējis dokumentu “Mākslīgais intelekts. Eiropas perspektīva”[[35]](#footnote-35). Dokumentā apskatīta MI attīstība dažādos pasaules reģionos, ētiskās, sociālās un ekonomiskās perspektīvas, regulējuma politika, izaicinājumi izglītības sistēmai. Uzsvērta nepieciešamība pēc skaitļošanas jaudām un datu pieejamības.

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*)[[36]](#footnote-36). 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.

2019. gada 18. februārī ES Padome pieņēma secinājumus[[37]](#footnote-37) 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 sektorā. 2019. gadam ir izstrādāts darba plāns un plānots uzsākt konkrētus 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 attīstību[[38]](#footnote-38) un formulējusi vēlamos 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 vai cilvēka iestatītas. Iemesli kāpēc MI pieņem noteiktos “nepareizos” lēmumus ir vairāki: apmācības kopas nepilnības, nereprezentatīvas vai diskriminējošas apmācības kopas, nepareizi izvēlētā arhitektūra. Ir iespēja veikt atgriezenisko neronu tīklu testēšanu, lai saprast, 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.

Jo tālāk attīstīsies MI sistēmas, jo komplicētākās un tuvākas cilvēka smadzeņu darbībai tās paliks. Bet, vienlaicīgi tās būs arvien grūtāk izskaidrojamas, vēl jo mazāk tas iespējams, ja MI sistēma pastāvīgi pašapmačās uz saņemtas atgriezeniskās saites no cilvēka vai vides (dinamisks modelis pretstata statiskam modelim) un pilnveidojas līdzīgi kā neironi cilvēka smadzenēs. Zinātnieki līdz galam neizprot visus procesus, kas notiek cilvēka smadzenēs. Lēmums tiek pieņemts smadzeņu “melnā kastē” un mēs paši ne vienmēr spēsim saprast kāpēc viens vai otrs lēmums tika pieņemts.

2019. gada 19. maijā OECD apstiprināja dokumentu “MI principi”[[39]](#footnote-39). 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, droši un aizsargāti, 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 jomā:

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.

Eiropas stratēģiju un politikas analizēs sistēmas publikācijā “Globālie trendi līdz 2030. gadam – iespējas un izvēlēs Eiropai”[[40]](#footnote-40) 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 lielie 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”[[41]](#footnote-41) norādījusi uz nepieciešamību kliedēt ES atpalicību no Ķīnas un Amerikas Savienotajām Valstīm MI jomā, lai veicinātu tādu nozaru attīstību kā veselibas aprūpe, enerģētika, lauksaimniecība, izglītība un vide. Mākslīgā intelekta nozīme akcentēta arī Daudzgadu budžeta shēmā 2021. – 2027. kurā Digitālās Eiropas programmas ietvarā paredzēti vairāk nekā 2 miljardi eiro, 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 antropocentriskam MI”[[42]](#footnote-42). Paziņojumā norādīts, ka MI tehnoloģija jāattīsta tā, ka centrā nonāk cilvēks un tādējādi tā nopelna sabiedrības uzticēšanos. Uzsvērts, ka Eiropas Komisija turpinās ES pieeju izplatīt pasaules arēnā un veidot vienprātību jautājumā par antropocentrisku MI, tādēļ stiprinās sadarbību ar līdzīgi noskaņotiem partneriem un turpinās aktīvi piedalīties starptautiskās apspriedēs un iniciatīvās.

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 ņemti 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.

# 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”[[43]](#footnote-43) skata trīs komponentus: 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*)[[44]](#footnote-44)**

 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.

1. **Uzņēmuma *Capgemini* MI novērtējuma indekss (*AI performance Benchmark*)**[[45]](#footnote-45)



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.

1. ***The Economist* automatizācijas indekss.**

Tuvs MI tēmai ir izdevuma *The Economist* automatizācijas indekss[[46]](#footnote-46). Tieši uz MI attiecas divi rādītāji. Pārējie rādītāji atspoguļo uzņēmējdarbības, izglītības, zinātnes, IKT un institucionālo vidi kopumā.

1. **Publikācija MI Eiropas perspektīva (*Artificial intelligence a European perspective*)[[47]](#footnote-47).**

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.

1. **MI industrijas Austrumeiropas pārskats-2018** (*AI in Eastern Europe artificial intelligence industry landscape overview 2018*)[[48]](#footnote-48). 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 nodrošināšanā[[49]](#footnote-49). 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.

# Izglītība un pētniecība

Latvija DESI 2019. gada rangā ieņem 17. vietu[[50]](#footnote-50), 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 iekļaujošus darba tirgus, kā arī paaugstināt to uzņēmumu produktivitāti, kuri patlaban visai maz izmanto digitālās priekšrocības.



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

Šobrīd 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) atbalstītā 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 testēšanai[[51]](#footnote-51).

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; daudzaģentu 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.

RTU Mākslīgā intelekta un sistēmu inženierijas katedra veic pētījumus vispārējā lēmumu pieņemšanā, optimizācijā – ģenētiskā, klasiskā; mašīnapmācībā 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 analīzē 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 projekts “Izkliedēta heterogēnu karšu apvienošana daudzu robotu sistēmās”[[52]](#footnote-52) 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 aparātbūves 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 mikroshēmas 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, 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, inteliģentās transporta sistēmas). Savukārt, bezvadu sensoru tīklu gadījumā EDI MI metodes pielieto sensoru signālu apstrādei reālā laikā, ļaujot uzlabot sistēmu veiktspēju un paplašināt ar sensoriem iegūstamo derīgo informāciju.

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

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*[[53]](#footnote-53) (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.

Elektroautomobiļu komponenšu izstrādei veltītā “Apvārsnis2020” projektā "*Integrated Components for Complexity Control in Affordable Electrified Cars" (3Ccar)* EDI veic neironu tīkla īstenošanu „sistēma vienā čipā” SoC (*System on Chip*) tehnologijā. Šogad iesāktā Apvārsnis2020 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, lidars), gan arī lēmumu pieņemšanā par automašīnas turpmākām darbībām.

Apvienojot EDI ilggadējo pieredzi bezvadu sensoru tīklu jomā ar pieredzi MI, Apvārsnis2020 projekta "*Intelligent Motion Control Platform for Smart Mechatronic Systems*" (*I-Mech*) ietvaros tiek izstrādāti viedu bezvadu sensoru tīklu risinājumi un reāla laika signālu apstrādes algoritmi mahatronisku sistēmu veiktspējas 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 projekta Nr. 1.2.1.1/16/A/002 pētījumā "Pētījums par datorredzes paņēmienu 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 Nr. 1.2.1.1/16/A/007 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.

**Helsinku 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*)**[[54]](#footnote-54)**. 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 Nīderlande[[55]](#footnote-55).

# 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 pamatnostādnēm 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;
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 vienotos datu centrus[[56]](#footnote-56). 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 Datos balstītas sabiedrības (*Data driven nation*) memorands starp Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministriju (turpmāk – 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 – 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 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 pārvaldes darbiniekiem 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 indeksā. 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.

Piemērs lielo datu izmantošanai cilvēku plūsmu analīzei. Gan valsts, gan privātais sektors būtu ieinteresēts saņemt informāciju par cilvēku pārvietošanos dienas griezumā. Vislabāk šim mērķim varētu noderēt anonimizētie mobilo tālruņu pārvietošanas dati. Mobilie tālruņi ir aptuveni 90% iedzīvotāju un tas ir visizplatītākais sensors, ko cilvēki ikdienā nēsā līdzi. Šādu datu esamība sniegtu valsts sektoram iespēju labāk plānot ceļu remontus un jaunu ceļu būvniecību, labāk plānot satiksmi, tai skaitā sabiedrisko transportu. Privātajam sektoram šādi dati sniegtu iespēju labāk plānot savus pakalpojumus, piemēram, labāk saprast, kuras ir ārvalstu tūristu iecienītākās vietas, kur labāk izvietot tirdzniecības punktus, kuros apvidos varētu būt lielāks pieprasījums pēc vienam vai otrām precēm vai pakalpojumiem. Latvijas pozicionēšanas sistēmas (LATPos) precīzas pozicionēšanas sistēmas izmantošanas statistika pa nozarēm dotu pārskatu par lauku darbu uzsākšanas laiku pavasarī, mežistrādes vietām u.c.

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:

* + 1. 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.
	* 1. MI sistēmu attīstībai nepieciešamie dati no valsts pārvaldes un sistēmas no kurām šie dati varētu tikt iegūti:
4. VZD – Valsts adrešu reģistra informācijas sistēma.
5. Uzņēmumu reģistrs – dati par iesniegtajiem gada pārskatiem, valdes locekļiem un īpašniekiem.
6. Zemesgrāmatu aktuālā un vēsturiskā informācija (šobrīd pieejami kā maksas dati).
7. Finanšu ministrija - valsts budžets un tā izpilde (strukturētā, mašīnlasāmā formā, nevis kā xls faili ar neatsekojamu struktūru vai pdf dokumenti).
8. Būvniecības valsts kontroles birojs - būvniecības informācijas sistēmas dati (piem., būvniecības atļaujas, būvniecības ieceres u.tml. ar piesaisti pie konkrētām atrašanās vietām).
9. VSIA "Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centrs" meteoroloģiskā radara attēli, meteostaciju mērījumu un prognožu dati strukturētā, mašīnlasāmā formātā.
10. Valsts meža dienests - meža inventarizācijas dati, kontekstā ar nocirsto apjomu.
	* 1. MI sistēmu attīstībai nepieciešamie dati no privātā sektora un sistēmas no kurām šie dati varētu tiek iegūti:
11. Mobilo sakaru operatoru abonentu atrašanās vietas dati, anonimizēti, definējot minimāli pieļaujamo agregācijas līmeni, lai katrā atsevišķā datu punktā nevarētu izšķirt atsevišķu abonentu. Piemēram, minimālais attēlojamais maršruts satur ne mazāk kā desmit cilvēku maršrutus. Daļā gadījumā varētu būt pieejama papildu informācija, piemēram, atsevišķi varētu pētīt skolas vecuma bērnu, pensionāru un ārzemnieku pārvietošanās paradumus.
12. Sabiedriskā transporta pakalpojumu sniedzēju transportlīdzekļu atrašanās vietas dati, pieturvietu/maršrutu dati, dati par piemērotajām atlaidēm (valsts/pašvaldību kompensējamām).
13. Sadzīves atkritumu apsaimniekošanas dati: pieņemšanas punktu un poligonu atrašanās vietas; savākto, sašķiroto, pārstrādāto atkritumu apjoma dati; mājsaimniecību atkritumu daudzumu pa administratīvajām teritorijā 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*”[[57]](#footnote-57). Ir norādīts, ka vitāli svarīgi izveidot vienotus noteikumus un vienotu datu telpu MI “treniņiem”. Pirmais pilotprojekts, ko plāno ES līmenī paredzēts finansēt programmas Horizon2020 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)[[58]](#footnote-58). 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.

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

1. Ventspils Starptautiskais Radioastronomijas Centrs (turpmāk - VSRC)[[59]](#footnote-59) augstas veiktspējas skaitļošanas nodaļas 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.

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

Skaitļošanas pārnešana no serveriem uz gala iekārtām (edge device) - IoT, telefoni, kameras, interneta pārlūks (Tensorflow in browser), arhitektūras mikročipu līmenī.

Mašīnmācīšanās platformu izvede, kas ar minimālu programēšanas zināšanu bāzi (low code) ļauj veidot mašīnmācīšanos.

Tekstuālo Virtuālo aģentu / botu griestu sasniegšana – patērētāju pieprasījums pēc gudrākiem asistentiem.

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).

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 (*reenforced learning*) sistēmas un simulēt sarežģītus bioloģiskos procesus. Arī MI var būtiski uzlabot kvantu skaitļošanas efektivitāti, veicot kļūdu korekcijas, kas rodas kvantu datoros[[60]](#footnote-60). Uzņēmumam *Alphabet (Google)* ir uzsākta programma *Quantum AI*[[61]](#footnote-61), kas virzīta uz procesoru un algoritmu izstrādi kvantu datoriem MI attīstībai. Latvijā kvantu skaitļošana tiek pētīta Latvijas Universitātē.

# 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. 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 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 grūtāk konstatēt kāpēc MI sistēma ir pieņēmusi vienu vai otru lēmumu. Ir situācijas, kad no upuriem izvairīties nav iespējams, jautājums tikai 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.Arī publiskajos pakalpojumos MI rīki pieņems arvien vairāk lēmumu, kas varētu novest pie tiešajiem zaudējumiem. Piemēram, MI dēļ formāla iemesla var atteikt 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 preci, tas tomēr neliecina, ka jaunās tehnoloģijas un jo īpaši MI var radīt mazāku apdraudējumu drošumam, cilvēka dzīvībai un veselībai[[62]](#footnote-62). 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 sistēmas un pats cilvēks (daudzi MI risinājumi jau šobrīd pārsniedz cilvēka precizitāti). MI strādā uz varbūtībām 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.

Pasaulē MI standarti vēl tikai veidojas, aktīvi tiek realizēti pilotprojekti un, ja nepieciešams, speciāli pilotprojektiem (valsts vai privātajā sektorā) tiek radīta “regulējuma smilškaste” (*regulatory sandbox*). Regulējuma smilškaste 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 “smilškaste” sāka lietot, runājot par izolēto vidi (fizisko vai virtuālo), kur testēt programmas izolēti no produkcijas vides izstrādes un testēšanas procesā[[63]](#footnote-63). 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 analoģija 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 civlēka iesaisti lēmumu pieņemšanas kontrolē.

2018. gadā Eiropas Komisija izvēlētie 52 augsta līmeņa eksperti (*High-Level Expert Group on Artificial Intelligence*[[64]](#footnote-64)) sagatavoja Eiropas MI ētikas vadlīnijas, ko apstiprināja 2019. gada aprīlī[[65]](#footnote-65). 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 atšķirīgas problēmas:

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 objektīvuma.
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 nepieciešama cilvēka inteliģence.
4. Ar MI palīdzību radīta/ 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/ kaitīgu MI sistēmu attīstības risks, kas galvenokārt saistīts ar nekvalitatīvu datu izmantojumu MI apmācībā. Piemēram, ja MI sistēmu apmāca rasistiskiem tekstiem, šī sistēma rasistiski īstenos ieprogrammēto uzdevumu. Uztveres riski – MI risinājumi interneta vidē rada t.s. “burbuļus” (vai *“echo chamber”*).

 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*[[66]](#footnote-66)) (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 vispārējas 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.

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.

# Starptautiskā 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 Interneta tehniskās kopienas iesaisti) organizāciju darba kārtībā. Latvijai skaidri jānoformulē savas intereses, ņemot vērā iespējamo MI attīstību un ietekmi uz sabiedrību.

Somija norādījusi, ka MI jautājuma virzība ES kontekstā būs viens no tās prezidentūras ES Padomē 2019.gada otrajā pusgadā svarīgākajiem uzdevumiem. Somija uzskata, ka Eiropas MI joma jāattīsta, nodrošinot datu pieejamību; jāpārveido iekšējais tirgus, sasaistot to ar MI risinājumu attīstību; nepieciešams paplašināt un nostiprināt MI ētikas vadlīniju[[67]](#footnote-67) 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 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 veiksmīgu pieredzi. Piemēram, Somijas projekts *Aurora*[[68]](#footnote-68) 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.

 *Diplo Foundation* pētījuma “Iezīmējot izaicinājumus un iespējas MI izmantošanai diplomātijā”[[69]](#footnote-69) 26. lpp. aprakstīts Pasaules tirdzniecības organizācijas darba efektivizācijai izstrādāts MI rīks “Kognitīvais tirdzniecības padomnieks“ (*The Cognitive Trade Advisor*). Tā priekšrocība ir tieši iespēja ātri un ļoti kvalitatīvi izanalizēt lielu starptautisko līgumu teksta apjomu.

# Turpmākie darbības virzieni valsts pārvaldē

Latvijai 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. Turpmākas nepieciešamās rīcības virzieni no valsts pārvaldes puses:

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. MI tematiku jāintegrē vispārizglītojošā sistēmā. Augstākajā izglītībā datu analītikas kurss ir jāintegrē visu specialitāšu programmās. 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. Nepieciešams celt valsts pārvaldes darbinieku kvalifikāciju MI jomā, tāpēc jāizveido klātienes MI kurss valsts pārvaldes darbiniekiem. Jāsagatavo Valsts pētījumu programma (turpmāk – VPP) IKT jomā, paredzot atsevišķu finansējumu MI pētījumiem. Nepieciešams turpināt un pastiprināt pētījumus kvantu skaitļošanas jomā, ko šobrīd veic LU.

1. Datu pieejamība.
	1. VARAM līdz 2019.gadā trešajam ceturksnim izstrādās Informatīvo ziņojumu “Latvijas atvērto datu stratēģija”, kura ietvers konkrētus uzdevumus 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. 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. Sīkāks šis jautājums izklāstīts ES direktīvā par valsts sektora informācijas atkalizmantošanu (PSI Directive)[[70]](#footnote-70).
2. 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, 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 izvērtēšanu var daļēji automatizēt, ja dokumentācija tiek iesniegta mašīnlasāmā formā. 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.

* 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. Zināšanu bāzes, kas tiek sagatavotas valsts virtuālajam asistentam, ir nepieciešams pielāgot tam, lai tās būtu viegli savietojama ar citām virtuālo asistentu platformām, tai skaitā ar privātā sektora risinājumiem. Attiecīgi Tieslietu ministrijai būs nepieciešams izvērtēt normatīvo regulējumu, kas atļautu izmantot personas datus citu virtuālo asistentu izstrādātājiem. Plānojot tālāku valsts IKT infrastruktūras pilnveidi, ir jāpaplašina virtuālā asistenta projektu ar personalizācijas funkcionalitāti.
	2. Attīstot vienotu valsts pārvaldes virtuālo asistentu būtu jāparedz tā pielāgošana konsulāro pakalpojumu automatizētai sniegšanai gan pa Ārlietu ministrijas Konsulārā departamenta diennakts tālruni (Rīgā) un Ārlietu ministrijas tīmekļvietnē, kā arī pa Latvijas Republikas vēstniecību un konsulātu un diplomātisko pārstāvniecību konsulārajiem pakalpojumiem paredzētajām tālruņu līnijām un tīmekļvietnēs.
	3. 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.

* 1. 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 dokumenta, ja šajos dokumentos izvērtē funkcijas, kuras var automatizēt vai kuru veikšanā var izmantot mākslīgo intelektu,pie izstrādes vai būtiskas papildināšanas nepieciešams iekļaut izvērtējumu par automatizāciju un MI izmantošanu, ja tas nav izvērtēts jau iepriekš.

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

* + 1. Ceļa satiksmes negadījumu profilakse.

Jau šobrīd līdzīgus principus izmanto auto ātruma un kustības kontrolei.

* + 1. Noziedzīgu nodarījumu izmeklēšana.

Noziegumu izmeklēšanas un prognozēšanas asistents. Turpmāk ir iespējams ieviest MI sistēmas, kas atpazīst meklēšanā esošās personas videoierakstos.

* + 1. 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.

* + 1. Kultūra.

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

* + 1. Satiksme.

Īstenot Latvijas inteliģento 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.

* + 1. Tieslietas.

Atbalsta sistēma lēmuma pieņemšanai prokuratūrai un tiesai, atbalsta sistēma normatīvo aktu izstrādei – konsekventa terminu un saīsinājumu lietošana, automatizēta pretrunu meklēšana. Tiktu ietaupīts laiks atbilžu, tiesas lēmumu, normatīvo aktu izstrādei.

* + 1. Finanses.

Situāciju modelēšana dažādiem nodokļu izmaiņu scenārijiem. Cīņa pret naudas atmazgāšanu un terorisma finansēšanu. Grāmatvedība (automatizēta rēķinu apstrāde, atskaišu sagatavošana, algu aprēķins).

* + 1. Sarakste.

Atbilžu sagatavju izveide uz iedzīvotāju iesniegumiem.

* + 1. Būvniecība.

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

* + 1. 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.

* + 1. 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 ugusngrēku dzēšanā, aizsargājamo teritoriju novērošanā.

* + 1. 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.

* + 1. Lauksaimniecība.

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

* + 1. 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, hindu u.c.) un latviešu valodu.

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

* 1. 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.
1. Finansējums.
	1. Eiropas komisijas Eiropas līmeņa attīstības plāns (*Coordinated Plan on the development of Artificial Intelligence Made in Europe – 2018*)[[71]](#footnote-71). 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. Pārrēķinot 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 Eiropas Savienības *Horizon2020* 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.
	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)[[72]](#footnote-72). 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 iespējām. Latvijā šobrīd DIH statusā darbojas Ventspils augsto tehnoloģiju parks, biedrība “Latvijas IT klasteris” un EDI[[73]](#footnote-73).
	3. Igaunijā publisko pakalpojumu sniedzējiem ir pieejams atsevišķs finansējums, lai pilotprojektu formā izmēģinātu jaunus elektroniskos risinājumus publisko pakalpojumu sniegšanā. Latvijai būtu vērtīgi pārņemt šo pieredzi un izveidot analoģisko programmu.
	4. Plānojot 2021.-2027. gadu ERAF līdzekļu sadali IKT jomā, VARAM kā vienu no prioritātēm noteiks 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.
2. 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 vēra, 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.

1. Tiesiskai regulējums un ētika.

Jaunās tehnoloģijas radīs jaunos izaicinājumus normatīvā regulējuma jomā. Tieslietu ministrijai jāveic izvērtējums par nepieciešamību pilnveidot normatīvo regulējumu un izstrādāt vadlīnijas normatīvā regulējuma piemērošanai, lai nepieciešamības gadījumā vienoti tiktu adaptēts tiesiskais regulējums attiecībā uz MI pielietojumiem, tai skaitā attiecībā uz strīdu izšķiršanu.

* 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[[74]](#footnote-74)*).
	2. MI sistēmu izstrādē vēlams vadīties no ES MI ētikas vadlīnijām, kuras apstiprināja 2019. gada 8. aprīlī[[75]](#footnote-75).
	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.
	4. MI sistēmas nav pilnībā uzticamas, tāpat kā jebkādas citas sistēmas un pats cilvēks (tomēr daudzi MI risinājumi pārsniedz cilvēka spējas). MI strādā uz varbūtībām un lietotājs jābrīdina par iespēju, kas MI sistēma var kļūdīties un kā jārīkojas, lai kļūdu labotu. Analoģiski kā ārsts brīdina pacientu par ārstēšanas sekmīguma iespējamību, iespējamām sekām, komplikācijām un blaknēm. Piemēram, ja sistēma kaut kādu iemeslu dēļ saka, ka māju šai vietā celt nedrīkst, bet klients skaidri zina, ka drīkst, tad jābūt skaidrai norādei kā ziņot par kļūdu. MI sistēmu lietotājiem jāņem vērā, ka kļūmes MI sistēmu darbībā var izraisīt gan nepareizs algoritms, gan nepareiza datu kopā uz kā veic algoritma “treniņu”.
	5. 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 iespējamos diskriminācijas vai citus riskus.
	6. 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.
1. Aktīva MI ieviešana tautsaimniecībā.
	1. 2018.gadā balstoties uz Eiropas Komisijas iezīmētajiem prioritārajiem virzieniem, Ekonomikas ministrija (turpmāk – EM) identificēja trīs stratēģiskās jomas, uz kā pamata attiecīgi tika izveidotas biomedicīnas, viedās pilsētas un viedo materiālu 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 stratēģiskajās 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 progresa, inovācijas un digitalizācijas prizmu. Būtiska spēcīgas ekosistēmas priekšrocība ir investīciju piesaiste un vienota pieeja ilgtermiņa mērķu definēšanā. Līdz ar to, MI ieviešanā arī būtu jābalstās uz ekosistēmu pieeju un integrēšanos stratēģiskajās vērtību ķēdēs.
	2. Industriju turpmāka digitalizācija un MI risinājumu ieviešana tiks veicināta arī caur tādu horizontālo plānošanas dokumentu un to saistīto rīcības plānu aktivitātēm kā Datos balstītas nācijas koncepts. VARAM līdz 2021. gada otrajam ceturksnim sagatavos atsevišķu dokumentu “Digitālās transformācijas pamatnostādnes”, kur tiks plašāk aprakstīs nepieciešamos pasākumus digitālai transformācijai tautsaimniecībā, valsts pārvaldē un sabiedrībā.
	3. Lai veicinātu MI izmantošanu industrijā, 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).

1. Starptautiskā sadarbība. Starptautiskā sadarbība būtu jānostiprina kā:
	1. aktīva Ārlietu ministrijas iesaiste Latvijas sasniegumu MI jomā starptautiskā prezentācijā, izmantojot to kā platformu Latvijas nacionālo interešu īstenošanai valsts atpazīstamības, investīciju piesaistes, ekonomiskās un politiskās sadarbības jomās;
	2. iesaiste starptautiskā regulējuma izstrādē attiecībā uz MI sistēmām;
	3. iespēja ar MI algoritmu palīdzību apkarot organizētas dezinformācijas kampaņas;
	4. latviešu diasporas ārvalstīs iesaiste investīciju piesaistē;
	5. resursu apvienotu pētījumiem un tehnoloģijas attīstībai;
	6. piekļuves nodrošināšanu liela apjoma datiem;
	7. piedalīšanās reģionālu un globālu standartu un normu izstrādāšanā attiecībā uz MI.
2. Komunikācija.

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

Rīcības kopsavilkums tabulas veidā pievienots šī informatīvā ziņojuma 2. pielikumā.

1. 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.] [↑](#footnote-ref-1)
2. Pasaules valstu aktuālie plānošanas dokumenti MI jomā. *OECD tīmekļvietne.* Pieejams: <http://www.oecd.org/going-digital/ai/initiatives-worldwide/> [aplūkots 02.05.2019.] [↑](#footnote-ref-2)
3. 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.] [↑](#footnote-ref-3)
4. 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.] [↑](#footnote-ref-4)
5. Fourth Industrial Revolution. *Vikipēdija.* Pieejams: <https://en.wikipedia.org/wiki/Fourth_Industrial_Revolution> [aplūkots 02.05.2019.] [↑](#footnote-ref-5)
6. 3D drukāšana. *Vikipēdija.* Pieejams: <https://lv.wikipedia.org/wiki/3D_druk%C4%81%C5%A1ana> [aplūkots 06.06.2019.] [↑](#footnote-ref-6)
7. 4D printing. *Vikipēdija.* Pieejams: <https://en.wikipedia.org/wiki/4D_printing> [aplūkots 06.06.2019.] [↑](#footnote-ref-7)
8. 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.] [↑](#footnote-ref-8)
9. 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.] [↑](#footnote-ref-9)
10. 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.] [↑](#footnote-ref-10)
11. Žurnāls “Innovations” 5. numurs. *RTU tīmekļvietne.* Pieejams: <https://www.rtu.lv/lv/universitate/masu-medijiem/innovation> 02.05.2019. [↑](#footnote-ref-11)
12. 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.] [↑](#footnote-ref-12)
13. 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.] [↑](#footnote-ref-13)
14. 80% of businesses want chatbots by 2020. *Business insider tīmekļvietne.* Pieejams: <https://www.businessinsider.com/80-of-businesses-want-chatbots-by-2020-2016-12> [aplūkots 02.05.2019.] [↑](#footnote-ref-14)
15. 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.] [↑](#footnote-ref-15)
16. 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.] [↑](#footnote-ref-16)
17. 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.] [↑](#footnote-ref-17)
18. 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.] [↑](#footnote-ref-18)
19. 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.] [↑](#footnote-ref-19)
20. 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.] [↑](#footnote-ref-20)
21. 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.] [↑](#footnote-ref-21)
22. 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.] [↑](#footnote-ref-22)
23. The Digital Economy and Society Index (DESI). Eiropas komisijas tīmekļvietne. Pieejams: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/desi> [aplūkots 05.07.2019.] [↑](#footnote-ref-23)
24. Latvijas ilgtspējīgas attīstības stratēģija 2030.gadam. Politikas plānošanas dokumentu datubāze. Pieejams: <http://polsis.mk.gov.lv/documents/3323> [aplūkots 06.06.2019.] [↑](#footnote-ref-24)
25. 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.] [↑](#footnote-ref-25)
26. Virtuālais asistents – UNA. *Uzņēmumu reģistra tīmekļvietne.* Pieejams: <https://www.ur.gov.lv/lv/par-mums/una/> [aplūkots 06.06.2019.] [↑](#footnote-ref-26)
27. 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.] [↑](#footnote-ref-27)
28. Kultūras informācijas sistēmu centrs sācis vienotu valsts pārvaldes virtuālā asistenta platformas attīstību. *Latvijas avīze. 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.] [↑](#footnote-ref-28)
29. Tiesu administrācijā uzsāk ieviest robotizācijas procesus. *Tiesu administrācijas tīmekļvietne.* Pieejams: <https://www.ta.gov.lv/lv/aktualitates_17/tiesu_administracija_uzsak_ieviest_robotizacijas_procesus.html_C1647> [aplūkots 06.06.2019.] [↑](#footnote-ref-29)
30. 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.] [↑](#footnote-ref-30)
31. 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.] [↑](#footnote-ref-31)
32. Eiropas Ekonomikas un sociālo lietu komitejas atzinums par tematu “Mākslīgais intelekts: prognozēt tā ietekmi uz nodarbinātību, lai nodrošinātu taisnīgu pāreju” (pašiniciatīvas atzinums). *Eiropas Savienības 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.] [↑](#footnote-ref-32)
33. 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.] [↑](#footnote-ref-33)
34. 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.] [↑](#footnote-ref-34)
35. 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.] [↑](#footnote-ref-35)
36. 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.] [↑](#footnote-ref-36)
37. Koordinēts Eiropas plāns attiecībā uz mākslīgo intelektu. *Eiropadomes tīmekļvietne.* Pieejams: <https://www.consilium.europa.eu/lv/press/press-releases/2019/02/18/european-coordinated-plan-on-artificial-intelligence/> [aplūkots 21.02.2019.] [↑](#footnote-ref-37)
38. Artificial intelligence. *OECD tīmekļvietne.* Pieejams: <http://www.oecd.org/going-digital/ai/> [aplūkots 22.02.2019.] [↑](#footnote-ref-38)
39. What are the OECD Principles on AI? *OECD tīmekļvietne.* Pieejams: <http://www.oecd.org/going-digital/ai/principles/> [aplūkots 04.06.2019.] [↑](#footnote-ref-39)
40. 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.] [↑](#footnote-ref-40)
41. Eiropas Komisija, Pārdomu dokuments “Ceļā uz ilgtspējīgu Eiropu līdz 2030. gadam”, <https://ec.europa.eu/commission/sites/beta-political/files/rp_sustainable_europe_lv_v2_web.pdf>, 22. [↑](#footnote-ref-41)
42. 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.] [↑](#footnote-ref-42)
43. 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=7E52BDC678BF798968974C834F118D7A#_ga=2.257487433.399316007.1559824888-760773235.1554892506> [aplūkots 06.06.2019.] [↑](#footnote-ref-43)
44. Artificial Intelligence Benchmark. *Capgemini tīmekļvietne.* Pieejams: <https://www.capgemini.com/wp-content/uploads/2018/07/AI-Readiness-Benchmark-POV.pdf> [aplūkots 06.06.2019.] [↑](#footnote-ref-44)
45. 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.] [↑](#footnote-ref-45)
46. THE AUTOMATION READINESS INDEX. *The Economist.* Pieejams: <http://www.automationreadiness.eiu.com/> [aplūkots 02.05.2019.] [↑](#footnote-ref-46)
47. 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.] [↑](#footnote-ref-47)
48. 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. [↑](#footnote-ref-48)
49. Latvijas E-indekss. *“Mana Latvija” tīmekļvietne.* Pieejams: <https://mana.latvija.lv/e-indekss/> [aplūkots 06.06.2019.] [↑](#footnote-ref-49)
50. Eiropas Komisija, Digitālās ekonomikas un sabiedrības indekss 2019. Pieejams: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/scoreboard/latvia> [↑](#footnote-ref-50)
51. 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.] [↑](#footnote-ref-51)
52. Izkliedēta Heterogēnu Karšu Apvienošana Daudzu Robotu Sistēmās. *RTU tīmekļvietne.* Pieejams: <http://misik.rtu.lv/2018/02/1596/> [aplūkots 06.06.2019.] [↑](#footnote-ref-52)
53. *ECSEL tīmekļvietne.* Pieejams: <https://www.ecsel.eu/> [aplūkots 06.06.2019.] [↑](#footnote-ref-53)
54. Elements of AI. *Elements of AI tīmekļvietne.* Pieejams: <https://www.elementsofai.com/> [aplūkots 02.05.2019.] [↑](#footnote-ref-54)
55. [↑](#footnote-ref-55)
56. 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 [↑](#footnote-ref-56)
57. 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.] [↑](#footnote-ref-57)
58. 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.] [↑](#footnote-ref-58)
59. Augstās veiktspējas skaitļošana. *Ventspils starptautiskā radioastronomijas centra tīmekļvietne.* Pieejams: <http://virac.eu/petnieciba/petniecibas-virzieni/augstas-veiktspejas-skaitlosanas/> [aplūkots 06.06.2019.] [↑](#footnote-ref-59)
60. 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.] [↑](#footnote-ref-60)
61. QuantumAI. *QuantumAI tīmekļvietne.* Pieejams: <https://ai.google/research/teams/applied-science/quantum-ai/> [aplūkots 02.05.2019.] [↑](#footnote-ref-61)
62. 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.] [↑](#footnote-ref-62)
63. Sandbox (software development). *Vikipēdija.* Pieejams: [https://en.wikipedia.org/wiki/Sandbox\_(software\_development)](https://en.wikipedia.org/wiki/Sandbox_%28software_development%29) [aplūkots 02.05.2019.] [↑](#footnote-ref-63)
64. 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.] [↑](#footnote-ref-64)
65. Ethics Guidelines for Trustworthy AI. *Eiropas komisijas tīmekļvietne.* Pieejams: <https://ec.europa.eu/futurium/en/ai-alliance-consultation/guidelines#Top> [aplūkots 02.05.2019.] [↑](#footnote-ref-65)
66. 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.] [↑](#footnote-ref-66)
67. Ethics Guidelines for Trustworthy AI. *Eiropas komisijas tīmekļvietne.* Pieejams: <https://ec.europa.eu/futurium/en/ai-alliance-consultation/guidelines#Top> [aplūkots 02.05.2019.] [↑](#footnote-ref-67)
68. 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.] [↑](#footnote-ref-68)
69. 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.] [↑](#footnote-ref-69)
70. 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.] [↑](#footnote-ref-70)
71. [↑](#footnote-ref-71)
72. Coordinated 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.] *AI Digital Innovation Hubs Network tīmekļvietne.* Pieejams: <https://ai-dih-network.eu/> [aplūkots 05.07.209.] [↑](#footnote-ref-72)
73. *SMART SPECIALISATION PLATFORM.* *Eiropas Komisijas tīmekļvietne.* Pieejams: <http://s3platform.jrc.ec.europa.eu/digital-innovation-hubs-tool> [aplūkots 05.07.209.] [↑](#footnote-ref-73)
74. 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.] [↑](#footnote-ref-74)
75. 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.] [↑](#footnote-ref-75)