

## DIRBTINIO INTELEKTO SVARBA LOGISTIKOS SEKTORIUJE

**Simona KALPOKAITĖ**, Vytauto Didžiojo universitetas, Žemės Ūkio akademija, Bioekonomikos plėtros fakultetas, el.paštas: [simona.kalpokaite@vdu.lt](mailto:simona.kalpokaite@vdu.lt)

### Santrauka

Logistikos sektorius nuolat yra veikiamas technologijų pokyčių, įstatymų pakeitimų, konkurencijos, pokyčių rinkoje ir aplinkos. Tačiau šio sektoriaus augimas ypatingai yra veikiamas inovacijų, viena iš jų yra dirbtinis intelektas. Nuo 2022 m. apie šią inovaciją pradėta kalbėti įvairiuose forumuose. Logistikoje inovacijos padeda lengviau įgyvendinti projektus, užsakymus, transporto judėjimą, dokumentacijos tvarkymą ir kt. Šio straipsnio tikslas – nustatyti dirbtinio intelekto įtaką logistikos sektoriuje.

**Reikšminiai žodžiai:** logistika, dirbtinis intelektas, inovacijos.

### Įvadas

Išmaniosios technologijos logistikos sektoriuje yra dažnas reiškinys. Pagal Pasaulinio ekonomikos forumo ataskaitą, procesų automatizavimas ir tvarumas tapo populiariausiomis temomis logistikos sektoriuje 2023 m. Daliai šio sektoriaus atstovų tai prognozuoja darbų vietų sumažinimą. Mokslininkai analizuoja ir teigia, kad dirbtinis intelektas kardinaliai gali pakeisti logistiką ir tiekimo grandinės valdymą. Taip pat ši daug žadanti naujovė sutinkama su moksliniu diskursu, kovojančiu su perspektyvių galimybių ir galimų trūkumų saveika (Yogesh K. Dwivedi, 2023). Tačiau ar dirbtinis intelektas ir išmaniosios technologijos gali atstoti žmogaus darbą ir iš esmės pakeisti procesus logistikoje? Todėl šio straipsnio tikslas yra išanalizuoti dirbtinio intelekto svarbą logistikos sektoriuje.

**Tyrimo tikslas** – išanalizuoti dirbtinio intelekto svarbą logistikos sektoriuje, nustatyti, kokią įtaką daro dirbtinis intelektas ir kaip jį galima panaudoti šiame sektoriuje.

Išsikeltam tikslui pasiekti sprendžiami šie **uždaviniai**:

1. Išanalizuoti priežastis, lėmusias dirbtinio intelekto panaudojimą logistikos sektoriuje.
2. Ivertinti dirbtinio intelekto pritaikymo galimybes ir būdus logistikos sektoriuje.

### Tyrimų objektas ir metodai

**Tyrimų objektas** – dirbtinis intelektas logistikos sektoriuje.

**Tyrimų metodas.** Tyrimui pasirinkta mokslinių šaltinių analizė ir sisteminė literatūros apžvalga. Atrinkta trylika straipsnių, kuriuose nagrinėjama dirbtinio intelekto panaudojimas ir įtaka logistikos sektoriuje. Mokslinių šaltinių analizė pasirinkta siekiant išsiaiškinti, kaip autoriai supranta dirbtinio intelekto panaudojimą ir kaip dirbtinis intelektas daro įtaką procesams. Naudota sąvoka – dirbtinio intelekto panaudojimas logistikoje, dirbtinio intelekto įtaka logistikos sektoriuje, dirbtinio intelekto įtaka žmoniškųjų išteklių srityje ir kt. Ieškant straipsnių naudoti du pagrindiniai raktažodžiai „AI in logistic sector“ ir „smart technologies“. Paieškos metu buvo naudota raktinių žodžių kombinacija: „smart technologies in logistics“, ar „smart technology solutions in logistics“, ar „smart logistics and AI“ ir kt.

### Dirbtinio intelekto panaudojimo galimybės verslo procesuose

Įvairios dirbtinio intelekto apraiškos, įskaitant robotų procesų automatizavimą (pavyzdžiui, bendradarbiaujančius robotus) kompiuterinio matymo, kalbos atpažinimo, mašininio ir giluminio mokymosi bei natūralios kalbos apdorojimo metodus, atvėrė naujus būdus efektyviai valdyti sudėtingų sprendimų priėmimą ir operacijas (Pessot ir kt., 2023). Į paveikslė pavaizduotos esamų dirbtinio intelekto programų galimybės verslo ekosistemoje. Šie pažangiausi išteklių gali potencialiai plėtoti dinamines galimybes, organizacijoms leidžiančias iš naujo sukurti struktūras, lanksčią politiką, diegti naujoves, procesus ir pasiūlyti naujų idėjų kuriant pridėtinę vertę (Richey ir kt., 2022).

Vis dėlto dirbtinis intelektas yra paradoksas, nes sumažina žmonių dalyvavimą supaprastinant užduotis, tuo pačiu žmones apkraunant naujomis sprendimų priėmimo pareigomis, atsirandančiomis dėl jo generuojamos informacijos (Dwivedi, 2023).

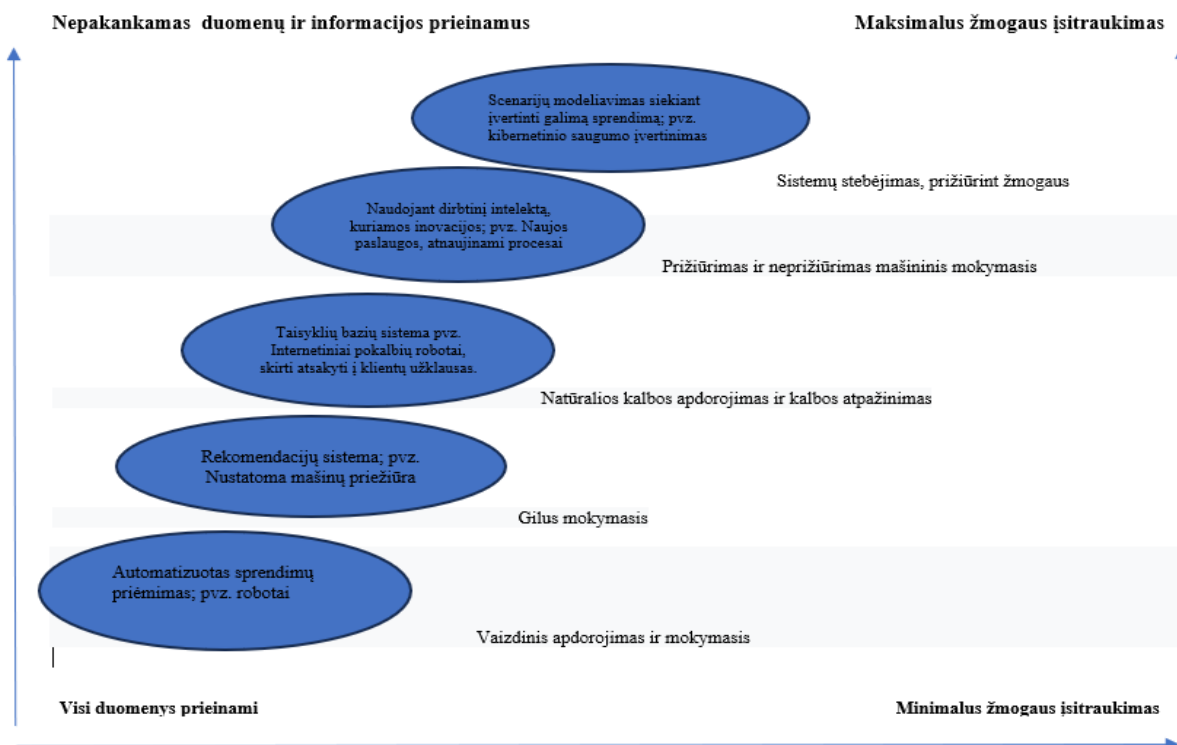
### Pagrindiniai dirbtinio intelekto panaudojimo būdai logistikos sektoriuje

Pagal Akkaya, Kaya (2019), kiekvienas logistikos procesas yra pertvarkomas technologinėmis naujovėmis, technologijos sparčiai pradėjo formuoti logistikos sektoriaus ateitį, naudojant taikomąsias programas.

Analizuojant mokslinius straipsnius autoriai Richey Jr. ir Soumyadeb (2023) nagrinėdami dirbtinio intelekto panaudojimą logistikoje išskiria keturis pagrindinius panaudojimo būdus, kurie palengvina tiekimo grandinės, sandėliavimo, sistemų ir darbuotojų darbą. Pagrindiniai panaudojimo būdai yra šie:

1. Tiekimo grandinės rizikų vertinimas

Dirbtinis intelektas leidžia analizuoti didelius duomenų kiekius, sparčiai keičia tiekimo grandinės valdymą. Galima greitai matyti pardavimų prognozes ir analizę, atsargas.



Sudaryta pagal Richey ir kt., 2022.

**1 pav.** Dirbtinio intelekto panaudojimo galimybės verslo sistemoje

**1 Figure.** AI capabilities in existing business applications

## 2. Sandėliavimo operacijų gerinimas

Pažangūs robotai, aprūpinti kompiuterinio matymo ir mašininio veikimo algoritmais, dabar gali automatizuoti įvairias sandėlio užduotis, įskaitant rinkimą, rūšiavimą ir pakavimą. Šie robotai ne tik naudingi gamybinėse įmonėse, viena iš naujausių tendencijų šiuos robotus naudoti organizacijose, kurios teikia pakavimo ar 3PL paslaugas.

## 3. Išmaniosios technologijos transporto sistemose

Dirbtinis intelektas gali analizuoti duomenis iš įvairių šaltinių, įskaitant eismo modelius, kelionės laikus, oro sąlygas ir kelių tinklus, tai padeda optimizuoti maršruto planavimą, transporto priemonių paskirstymą ir pristatymo išsiuntimą. Bene dažniausia priežastis įmonėms efektyvinti šiuos procesus yra tvarumo didinimas.

## 4. Greitesnis sprendimų priėmimas

Taikant dirbtinį intelektą logistikos specialistai gali greičiau ir tiksliau priimti duomenimis pagrįstus sprendimus. Dirbtinio intelekto valdoma analizė suteikia realaus laiko įžvalgas, padedančias nustatyti modelius, sumažinti riziką, pagerinti klientų pasitenkinimą ir sumažinti išlaidas (Jekyll, 2023).

Atsižvelgiant į šiuos dirbtinio intelekto panaudojimo būdus, galima teigti, kad dirbtinis intelektas leidžia pagreitinti procesus ir gerinti paslaugų kokybę, tačiau pastebima tendencija, jog sistemų valdyme būtini ir žmogiškieji išteklių.

Specialistų teigimu, dirbtinis intelektas keičia logistikos sistemą, spartina procesus ir leidžia lengviau pasiekti reikiama informaciją, gerina kokybę ir klientų pasitenkinimą. Pagal Pasaulinio ekonomikos forumo (2023) ataskaitas padarytaišvada, kad dirbtinis intelektas negali pakeisti visų darbuotojų funkcijų ir žmogiškieji išteklių yra reikalingi. Automatizavus įmonės veiklos procesus ryškėja analitinio mąstymo turinčių specialistų poreikis. Tai reiškia, kad dirbtinis intelektas gali būti naudojamas tam, kad automatiškai atliktų logistikos vadybininko techniškai vykdomas užduotis, tačiau negali būti pritaikomas atlikti visų specialisto užduočių. Remiantis specialistų prognozėmis, iki 2027 m. dirbtinio intelekto taikymas logistikos srityje gali pakeisti apie 28 % specialistų darbo vietų. Svarbu pabrėžti, kad į šį skaičių patenka ir persikvalifikavę darbuotojai, nes kartu su išaugusiais darbuotojų kvalifikacijos poreikiais versle padidėja ir naujų darbo vietų skaičius rinkoje. Todėl viena iš ryškiausių specialistų rekomendacijų logistikos specialistams – nuolat tobulinti savo kvalifikaciją.

Chowdhury (2023) nuomone, analizuojant dirbtinio intelekto panaudojimą ir grėsmę, laikui bėgant pakeisti žmogiškąją darbo jėgą galimybė yra tik apie 34 %. Dirbtinis intelektas gali pakeisti žmogiškuosius veiksmus, tačiau laikui bėgant šis skaičius gali augti, ir yra kelios asmeninės savybės, kurių dirbtinis intelektas nepakeis:

- Analitinis mąstymas;
- Naujų idėjų generavimas;
- Gebėjimas valdyti dirbtinį intelektą;
- Vadovavimas ir lyderio savybių atsiskleidimas.

## Priežastys, lėmusios dirbtinio intelekto panaudojimą logistikoje

Vienos iš pagrindinių priežasčių, lėmusios dirbtinio intelekto panaudojimą logistikoje, yra pagalba, kuriant naujos kartos produktus ir paslaugas logistikos sektoriuje. Diegiant naujoves verslui yra galimybė augti ir greitinti esamus procesus, greičiau gauti reikiamą informaciją, bet mažinti sąnaudas. Pavyzdžiui, laikui bėgant transporto sektoriuje vilkikų neberekėtų vairuoti žmonėms, jau šiuo metu yra išbandomi nauji vilkikai, kurie valdomi automatiškai gali pristatyti siuntas patys.

Dirbtinis intelektas yra vienas iš pagrindinių elementų einant tvarumo link. Europos Parlamento formuose apie dirbtinį intelektą imta kalbėti jau nuo 2021 m. ir pradėta vertinti jo keliamos grėsmės ir galimybės. Jų teigimu, tarp 11–37 % numatomas su dirbtiniu intelektu susijusio darbo našumo padidėjimas (EP darbo grupė, 2020 m.). 1,5–4 % numatoma, kad iki 2030 m. dirbtinis intelektas gali padėti sumažinti šiltnamio efektą sukeliančių dujų išmetimą nuo 1,5 % iki 4 % (EP darbo grupė, 2020 m.). Ir tai tik keli rodikliai, kurie prisideda prie dirbtinio intelekto panaudojimo logistikos sektoriuje.

Rinke (2023) išskiria tris pagrindinius kriterijus, kurie gali palengvinti logistikos procesus.

### 1. Efektyvus duomenų panaudojimas

Kiekvienais metais mažiausiai 60 milijonų konteinerių (25 % visų gabenimo konteinerių) išvežami tušti. Pagrindinė problema yra tai, kad įmonės paprastai savo atsargų, gamybos, užsakymų valdymo ir siuntimo procesus vykdo atskirai. Kitaip tariant, siuntimo programinė įranga nežino, ar yra kitų užsakymų, skirtų užpildyti likusią talpą. Užtuot leidusi konteineriams keliauti tuštiesiems, organizacija galėtų naudoti technologiją, kad sujungtų visų procesų išvalgas, jog realiu laiku galėtų stebėti gabenimo pajėgumus ir dinamiškai koreguoti, pavyzdžiui, sugrupuoti užsakymą. Tai naudinga visiems: mažiau konteinerių reiškia mažiau išlaidų ir mažiau anglies dvideginio. Pavyzdžiui, „Celonis“ plataus vartojimo pakuotų prekių įmonė būtent tai ir daro, todėl per savaitę jiems reikia 300 sunkvežimių pervežimų mažiau nei anksčiau.

Wolfgang ir kt. (2017) teigia, kad suskaitmeninta logistikos integracija be drastiškai mažėjančio rankų darbo atveria duris naujiems logistikos procesų ir transporto maršrutų optimizavimo būdams. Tai taip pat leidžia realiu laiku stebėti transporto srautus, kad būtų galima dinamiškai reaguoti į netikėtas aplinkybes. Dėl to naujausių informacinių ir ryšių technologijų (IRT) integravimas suteikia didelį potencialą pagerinti logistikos ekonominį efektyvumą.

### 2. Dirbtinio intelekto informacijos analizavimas

Dirbtinio intelekto galimybės vis labiau įtraukiamos į tiekimo grandinės valdymą, kad žmonėms padėtų priimti sprendimus atliekant sudėtingas planavimo veiklas, tokias kaip paklausos prognozavimas, pirkimo pristatymo laiko nustatymas ir daugelis kitų. IBM atlikto tyrimo duomenimis, daugiau nei pusė tiekimo grandinės vadovų jau naudoja dirbtinį intelektą. Kadangi dirbtinis intelektas sparčiai vystosi, procesų veikimas tampa žymiai galingesnis. Pagal Rahman ir kt. (2021), didelių duomenų ir išmaniųjų technologijų plėtra paskatino išmaniosios logistikos plėtrą. Išmaniosios logistikos platformos kūrimas padeda kontroliuoti išlaidas, didinti efektyvumą, sumažinti energijos suvartojimą ir pan. Tobulėjant informacinėms technologijoms, esamoms modernios logistikos technologijoms, tokioms kaip dirbtinis intelektas, galima žymiai sparčiau išanalizuoti informaciją.

### 3. Tvaresni tiekimo grandinės procesai

Atsiranda poreikis kurti savo tiekimo grandines taip, kad jos būtų tvaresnės. Pavyzdžiui: infliacijos spaudimą galima sumažinti taikant tvarius tiekimo grandinės metodus, kurie sumažina išmetamųjų teršalų ir atliekų sąnaudas, tuo pačiu didinant pajamas dėl klientų lojalumo ir išvengiant baudų, taikomų vis griežtesniems reguliavimo reikalavimams. Logistikos optimizavimas naudojant mašininį mokymąsi užtikrina tikslų pristatymo laiką, kad klientai sugrįžtų.

Panašiai įmonės gali sumažinti žmogiškųjų klaidų riziką ir pagerinti užsakymų tikslumą bei ciklo trukmę naudodamos procesų efektyvumą. Dėl to grąžinama ir atšaukiama minimali suma, o tai sumažina atliekų ir transporto išmetamųjų teršalų kiekį.

Nuolat auganti konkurencija įmonėms daro didelį spaudimą greitai reaguoti į tiekimo grandinės problemas, pavyzdžiui, su trūkumais susijusias prekes ar netinkamus gaminius ir medžiagas dėl saugos ir visuomenės sveikatos pažalinti. Todėl verslo aplinkai tampant vis nepastovesnei, dinamiškesnei ir nestabilesnei, įmonės vis dažniau kreipiasi į technologines naujoves, siekdamos, kad jų tiekimo grandinės būtų atsparesnės ir reaguotų į klientų poreikius bei galimus rinkos sutrikimus. Issaoui ir kt. (2019) taip pat teigia, kad verslo klimatas tapo konkurencingesnis, klientų poreikiai taip pat konkretesni. Šie sunkumai ir problemos verčia įmones ieškoti sprendimų, kaip pagerinti savo darbo procesus bei įgyvendinimo metodus.

## Išvados

1. Naudojant išmaniąsias technologijas verslo sektoriai turi galimybę sukurti efektyvias, duomenimis grindžiamas, skaidrias ir tvarias tiekimo grandines. Nustatyta, kad pagrindinės priežastys, kurios lemia dirbtinio intelekto panaudojimą logistikoje, yra:

- noras vystyti verslą ir augti bei sukurti tvarius procesus;
- sumažinti klientų nepasitikėjimą, gerinti ir greitinti krovinių gabenimo greitį ir kokybę;
- dirbtinis intelektas leidžia greičiau išanalizuoti duomenis ir tai padeda priimti greitesnius sprendimus, spręsti problemas ir ištaisyti klaidas;
- esant globalinėms problemoms dėl klimato užterštumo ir šilumos efekto, dirbtinio intelekto panaudojimas geba ir ateityje vis labiau bus naudojamas norint užtikrinti tvaresnius procesus, kurie leis sumažinti išmetamųjų dujų kiekį, vandenyno užterštumą, klimato atšilimą ir kt.

2. Išskiriant pagrindinius dirbtinio intelekto panaudojimo būdus, apibrėžiami keturi būdai:

- rizikų vertinimas tiekimo grandinėje;
- sandėliavimo operacijų gerinimas;
- efektyvesnis transporto sistemų veikimas;
- greitesnis sprendimų priėmimas logistikos specialistams.

### Literatūra

1. Akkaya, M., Kaya, H. 2019. Innovative and Smart Technologies in Logistics. Akkaya, M., & Kaya, H. (2019, October). Innovative and smart technologies in logistics. In *17th International Logistics and supply chain congress* (pp. 97-105).
2. Dirbtinis intelektas: grėsmės ir galimybės. Prieiga per internetą: <https://www.europarl.europa.eu/topics/lt/article/20200918STO87404/dirbtinis-intelektas-gresmes-ir-galimybes>.
3. Dirbtinis intelektas jau ir logistikoje – Lietuviai pristatė novatorišką DI sprendimą krovinių apdorojimui Prieiga per internetą: <https://www.vz.lt/inovacijos/2023/07/05/dirbtinis-intelektas-jau-ir-logistikoje---lietuviai-pristate-novatoriska-di-sprendima-kroviniu-apdorojimui#ixzz8Tc8SwU5d>
4. Jurgens, J. 2023. AI and emerging technology at Davos 2024: 5 surprising things to know. Prieiga per internetą: <https://www.weforum.org/search/?query=AI>.
5. Richey Jr., R. G., Chowdhury, S., Davis-Sramek, B., Giannakis, M., Dwivedi, Y. K. 2023. Artificial intelligence in logistics and supply chain management: A primer and roadmap for research. *Journal of Business Logistics*, Vol. 44(4), p. 532-549.
6. Rinke, A. 2023. 3 ways technology can help to strengthen supply chains. Prieiga per internetą: <https://www.weforum.org/agenda/2023/01/3-ways-technology-strengthen-supply-chains-davos2023/>.
7. Wolfgang, K., Thorsten, B., Christian, R. 2017. Digitalization in Supply Chain Management and Logistics: Smart and Digital Solutions for an Industry 4.0 Environment. *Proceedings of the Hamburg International Conference of Logistics (HICL)*, No. 23. Prieiga per internetą: <http://hdl.handle.net/10419/209192>.
8. Rahman, A., Dwiyantri, V., Nurlayli, A. 2021. Readiness to Implement Smart Logistics from an International Perspective: A Review. *Journal of Logistics and Supply Chain*, Vol. (1), p. 31–38. [ejournal.upi.edu/index.php/JLSC](http://ejournal.upi.edu/index.php/JLSC).
9. Tadesse, M., Gebresenbet, G., Tavasszy, L., Ljungberg, D. 2021. Assessment of Digitalized Logistics for Implementation in Low-Income Countries. *Future Transportation*, Vol. 1(2), p. 227–247. [doi.org/10.3390/futuretransp1020014](https://doi.org/10.3390/futuretransp1020014).

## THE IMPACT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE ON HUMAN RESOURCES IN THE LOGISTICS SECTOR

### Summary

The logistics sector is constantly affected by changes in technology, changes in laws, competition, changes in the market and the environment. However, the growth of this sector is particularly affected by innovations, one of which is artificial intelligence. From 2022 starts talking about this innovation in various forums. Various innovations in logistics make it easier to implement projects, orders, transport movement, documentation management, etc. The purpose of this article is to determine the impact of artificial intelligence in the field of human resources in the logistics sector.

**Keywords:** logistics, artificial intelligence, innovation.