

## SUMANIŲJŲ TECHNOLOGIJŲ SPRENDIMŲ TAIKYMAS LOGISTIKOS ĮMONĖSE

**Edita KAVALIAUSKAITĖ**, Vytauto Didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija, Bioekonomikos plėtros fakultetas, el. paštas: [edita.kavaliauskaite@vdu.lt](mailto:edita.kavaliauskaite@vdu.lt)

### Santrauka

Logistikos įmonės susiduria su dideliu išūkiu – veikti kuo efektyviau. Logistikos procesai visada turi būti optimaliai derinami tarpusavyje. Jei viename taške iškyla problema, tai turi įtakos visai tiekimo grandinei, kartu ir verslo rezultatams. Ateities logistikos galimybės yra neribotos dėl nuolatinės sumaniųjų technologijų plėtros. Sumanūs jutikliai, viename tinkle sujungtos sistemos, realiu laiku renkami ir apdorojami duomenys, nuolatinis prekių ir procesų atsekamumas gali padėti užtikrinti efektyvius logistikos procesus. Šio darbo tikslas – išanalizuoti taikomus sumaniųjų technologijų sprendimus logistikos srityje. Sisteminė literatūros analizė buvo naudojama siekiant nustatyti moderniausias skaitmeninio ir automatizavimo technologijas logistikos grandinėje. Atlikus literatūros analizę nustatytos dažniausiai minimos sumaniosios technologijos: daiktų internetas, RFID technologija, intelektinės transporto sistemos ir „Blockchain“. Tyrimas padėjo atskleisti sumaniųjų technologijų naudą visoms logistikos įmonių sritims, pavyzdžiui, krovinių gabenime, tiekimo grandinės valdyme, tarptautiniuose pervežimuose, siuntų sekime ir pan.

**Reikšminiai žodžiai:** logistika; logistikos valdymas; technologijos; sumaniosios technologijos.

### Įvadas

Naujos technologijos lengvina kasdienes darbus, keičia įpročius ir nukelia į kažkada net neįsivaizduotą realybę. Technologijos ir inovacijos yra pagrindiniai verslo konkurencijos veiksniai visuose sektoriuose, įskaitant logistiką. Logistikos pasaulis yra viena iš tų sričių, kurioms technologijos turi labai didelį poveikį, o per artimiausią dešimtmetį numatomi radikalūs pokyčiai. Pavyzdžiui, dirbtinis intelektas jau dabar gali numatyti paklausos padidėjimą ir leisti iš anksto tam pasirengti, gali suteikti daugiau saugumo kelyje, greičiau nugabenti krovinius, parenkant optimalų maršrutą. Kelių jutikliai ir kameros gali surinkti didžiulį kiekį informacijos apie eismą, šie duomenys gali būti kaupiami debesyje, kur jie analizuojami, o radus tendencijas galima iš anksto numatyti eismą ir optimizuoti maršrutus. Ir čia tik maža dalis naujausių technologijų, padedančių efektyviau dirbti kasdien. Technologijų diegimo būtinybė yra lemiantis veiksnys įmonėms, jos gali padėti organizacijai išlikti, užtikrinti spartesnę vystymąsi bei konkurencingumą.

**Tyrimo tikslas** – identifikavus sumaniųjų technologijų taikymo veiksnius logistikos įmonėse pateikti galimus jų sprendimus.

Tikslui pasiekti sprendžiami šie **uždaviniai**:

1. Atskleisti sumaniųjų technologijų taikymą lemiančius veiksnius;
2. Pateikti sumaniųjų technologijų sprendimus ir naudą.

### Tyrimų objektas ir metodai

Tyrimo tikslui pasiekti buvo pasirinktas tyrimo metodas – sisteminė literatūros apžvalga. Pagal A. Nightingale (2009), sisteminė literatūros apžvalga siekiama nustatyti visus tyrimus, kuriuose nagrinėjamas konkretus klausimas, o metodika sukurta siekiant sumažinti atrankos, publikavimo ir duomenų gavimo šališkumo poveikį. Šiame tyrime buvo analizuojami straipsniai, registruoti tarptautiniuose žurnaluose per pastaruosius dešimt metų, nuo 2011 iki 2021 metų. Straipsniai buvo renkami iš MDPI (Multidisciplinary Digital Publishing Institute), kuris yra vienas iš didžiausių atviros prieigos mokslo žurnalų leidėjas pasaulyje. Ieškant straipsnių naudoti du pagrindiniai raktažodžiai „smart technologies“ ir „logistics“. Paieškos metu buvo naudota raktinių žodžių kombinacija: „smart technologies in logistics“ OR „smart technology solutions in logistics“ OR „smart logistics“. Pagal taikytas raktinių žodžių kombinacijas identifikuotos 305 publikacijos. Moksliniai straipsniai nagrinėti trimis etapais:

1. Pavadinimo peržiūra. Šiame etape atmesti pagal pavadinimą netinkantys straipsniai, taip pat ir pasikartojantys straipsniai.
  2. Santraukos peržiūra. Šiame etape atmesti tie straipsniai, kurių santraukose pristatomi rezultatai neapima sumaniųjų technologijų analizės ar jų daromos įtakos logistikos įmonėms ar kuriai nors logistikos sričiai.
  3. Viso teksto peržiūra. Šiame etape atmesti pagal turinį neatitinkantys straipsniai.
- Atlikus visus tris išvardintus žingsnius liko 40 tinkamų mokslinių straipsnių, įtrauktų į sisteminę analizę.

## Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas

Transportas ir logistika (T&L) šiuo metu susiduria su didžiuliais pokyčiais, kurie, kaip ir visi pokyčiai, kelia ir riziką, ir suteikia galimybes. Naujos technologijos, nauji rinkos dalyviai, nauji klientų lūkesčiai ir nauji verslo modeliai. Yra daug būdų, kaip sektorius galėtų vystytis, kad galėtų įveikti šiuos iššūkius. M. Ghobakhloo ir kt. (2012) sumaniųjų technologijų taikymui įtaką darančius veiksnius suskirstė į dvi pagrindines veiksmų grupes ir subkategorijas: vidinius ir išorinius. Vidiniai veiksniai apibrėžiami kaip įmonės technologinio ir organizacinio konteksto veiksniai. Technologinis kontekstas apibūdina įmonei aktualias vidines technologijas. Organizacinis kontekstas reiškia aprašomuosius organizacijos matmenis, tokius kaip įmonės dydis ir apimtis, valdymo struktūra ir vidiniai išteklių. Išoriniai veiksniai reiškia veiksmus aplinkos kontekste, apibūdinančius vietą, kurioje įmonė vykdo savo verslą: jos pramonę, konkurentus ir santykius su vyriausybe. Pagal A. Barczak ir kt. (2019), naudojant sumaniąsias technologijas galima pagerinti ir palengvinti darbą visose logistikos srityse: transporte, sandėliuose, gamyboje ir tiekimo grandinės valdyme. A. Tipping, P. Kauschke (2016) aptarė pagrindines sritis, į kurias logistikos įmonės turi sutelkti dėmesį dabar, pavyzdžiui, didėjančius klientų lūkesčius. Gamyba tampa vis labiau pritaikyta individualiems poreikiams, o tai naudinga klientams, bet sunkus darbas logistikai. Sudėjus viską, sektorius patiria didelį spaudimą teikti geresnes paslaugas už vis mažesnę kainą. M. Teodorescu, E. Korchagina (2021) teigia, kad įmonės susiduria su didesne reguliavimo kontrole, o tai padidina jų reguliavimo ir atitikties išlaidas. Be to, nuolat auganti konkurencija daro įmonėms didelį spaudimą greitai reaguoti į tiekimo grandinės problemas, pavyzdžiui, su trūkumais susijusias prekes ar netinkamus gaminius ir medžiagas, dėl saugos ir visuomenės sveikatos. Todėl verslo aplinkai tampant vis nepastovesnei, dinamiškesnei ir nestabilesnei, įmonės vis dažniau kreipiasi į technologines naujoves, siekdamas, kad jų tiekimo grandinės būtų atsparesnės ir reaguotų į klientų poreikius bei galimus rinkos sutrikimus. Y. 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.

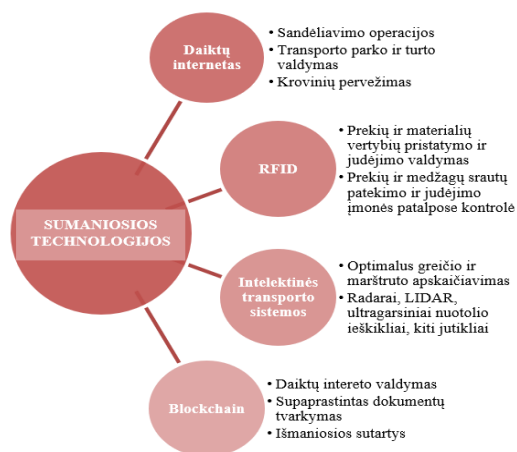
V. Arrendo-Mendez ir kt. (2021) atliktas tyrimas patvirtino jų iškeltas hipotezes, kad naujos sumanosios technologijos teigiamai veikia verslo rezultatus, taip pat skatina nuolatinį tobulėjimą, kuris veda į aukštesnius verslo rezultatus. H. Eimesmary, G. Said (2019) nagrinėjo sumaniųjų technologijų pritaikymą: debesų kompiuteriją, didelių duomenų analizę, daiktų internetą ir „Blockchain“. Autoriai nustatė, kad išmanieji sprendimai suteikia galimybę efektyviai dalytis informacija apie prekių ir procesų būklę, vietą ir aplinką bet kuriuo metu ir bet kur, taip pat padeda gauti vertingos informacijos iš didžiulio duomenų kiekio, palengvina duomenimis pagrįstų sprendimų priėmimą, padidina skaidrumą, spartina operacijas, sumažina sąnaudas, patobulina paslaugų tinklą tiekimo grandinės valdyme. Taip pat N. Silva ir kt. (2021) išanalizavo, kad didėjant generuojamų duomenų kiekiui, greičiui ir įvairovei, organizacijos ieško duomenų analizės infrastruktūros ir naujų būdų, kaip pagerinti duomenų surinkimą.

Pastaraisiais metais krovinių gabenimo pramonės specialistai pradėjo tyrinėti, kaip sumaniąsias technologijas galima panaudoti veiklai gerinti, pavyzdžiui, įpareigojant transporto įmones naudoti elektroninius vairuotojų darbo valandų registravimo įrenginius (ELD) Jungtinėse Amerikos Valstijose. Sumaniųjų technologijų plėtra verčia įmonės rinkti skaitmeninius duomenis ir panaudoti juos taip, kad būtų sukurta daugiau pridėtinės vertės (Keepers, Wuest, 2019). K. 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. Pagal A. 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, esamos modernios logistikos technologijos gali būti patobulintos, kad būtų pateikiama išmatuojama ir maksimali produkcija. Be abejo, COVID-19 pandemija pabrėžė būtinybę labiau automatizuoti logistikos tinklus. B. Nitsche (2021) pabrėžia, kad reikia daugiau automatizavimo, kad padidėtų reagavimas, taip pat būtų įgyjamas dalinis nepriklausomumas nuo personalo, o tai buvo viena iš svarbiausių tendencijų, kurią logistikos ir tiekimo grandinės vadovai jau pripažino pandemijos pradžioje.

D. McFarlane ir kt. (2016) teigimu, išmanioji logistika yra apie planavimą ir valdymą išmaniaisiais įrankiais ir metodais. Logistikos pramonė deda dideles pastangas taikydama pažangias informacines technologijas, tokias kaip radijo dažnio identifikavimo prietaisų (RFID) žymos, „Blockchain“, didelių duomenų analizė, dirbtinis intelektas (AI) ir bepiločiai orlaiviai, siekdami realizuoti automatizavimą, vizualizavimą, atsekamumą ir protingą logistikos procesų sprendimų priėmimą (Liu et al., 2018). Pavyzdžiui, pirmaujanti logistikos bendrovė UPS pastaruoju metu investavo po milijardą JAV dolerių per metus į savo logistikos technologijų plėtrą. Viena didžiausių elektroninės prekybos platformų „Amazon“ už 7750 mln. USD nusipirko robotų gamintoją „Kiva Systems“, kad sukurtų savo išmaniąją logistikos sistemą. Kinijos rinkoje išmaniųjų logistikos sistemų kūrimas tapo svarbiausia pagrindinių Kinijos logistikos įmonių, tokių kaip „Alibaba“, „Shunfeng“ ir „JD“, strategija. Išmaniąją logistiką taip pat visapusiškai remia vyriausybės su susijusia politika ir programomis. Išsivysčiusios šalys, tokios kaip JAV, JK ir Prancūzija, vis daugiau dėmesio skiria išmaniosios logistikos infrastruktūrai (Feng, Ye, 2021). Pagal A. Rejeb ir kt. (2020), technologijos buvo ir tebėra esminė veiksmingo tiekimo grandinės valdymo priemonė.

### Sumaniosios technologijos ir jų tipai

Atlikus mokslinės literatūros šaltinių analizę išskirti dažniausiai analizuoti sumaniųjų technologijų sprendimai logistikoje: daiktų internetas, RFID technologija, intelektinės transporto sistemos ir „Blockchain“ (1 pav.).



**1 pav.** Sumaniosios technologijos, taikomos logistikos įmonėse (sudaryta autorės)  
**Fig. 1.** Smart technology solutions applied in logistic companies (composed by the author)

### **Daiktų internetas**

Daiktų interneto technologija yra viena iš naujausių ir sparčiai besivystančių informacinių ir komunikacinių technologijų krypčių. Kaip rodo pasaulinė šių technologijų taikymo patirtis ir naujausi tyrimai, daiktų interneto paslaugų ir taikymų mastai versle per pastaruosius metus nepaliaujamai didėja ir ateityje tik didės. Didžioji dalis verslo įmonių pripažįsta, kad daiktų interneto technologija gali vienaip ar kitaip padėti efektyviau organizuoti veiklą, spartinti technologinius ir verslo komunikacinius procesus, didinti veiklos efektyvumą (Zalieckaitė, Žilinskas, 2015). Logistikos sektorius turi naudoti novatoriškas daiktų interneto technologijas, kad automatizuotų, supaprastintų ir padidintų savo procesų efektyvumą (Sergi et al., 2021). Pasenusios sistemos, kurios remiasi tiesiogine visų transporto ekosistemoje dalyvaujančių veikėjų integracija, susiduria su dideliais keitimosi informacija iššūkiais. Tuo tarpu daiktų internetu pagrįstos paslaugos, kurios sukurtos kaip įrenginiai, sekantys prekes ir tiesiogiai susisiekiantys su debesies pagrindu veikiančiomis sistemomis, gali teikti paslaugas, kurių anksčiau net nebuvo (Jevinger, Olsson, 2021). Galima automatizuoti verslo procesus, kad būtų išvengta rankinių intervencijų, pagerinti kokybę ir nuspėjamumą bei sumažinti išlaidas (Macaulay et al., 2018). Pagal M. Akkaya, H. Kaya (2019) logistikos įmonės, turėdamos tinkamus daiktų interneto sprendimus, gali prijungti savo įrenginius prie centrinės debesų platformos, dalytis svarbiais duomenimis ir gauti veiklos informaciją realiu laiku.

O. Efthymiou, S. Ponis (2021) teigia, kad logistikos pramonė yra viena iš tinkamiausių sričių daiktų internetui klestėti. Nuo rankinių skaitytuvų, skaitmeninančių sandėliavimo ir pristatymo procesus, įdiegimo iki kelių jutiklių, stebėtinai krovinių vieningumą ir pristatymo sunkvežimio veikimą. J. Byabazaire ir kt. (2020) pabrėžė, kaip svarbu yra dalytis kokybiškais duomenimis įvairiose daiktų interneto srityse ir paaiškinti to pranašumus. N. Lei (2021) taip pat teigia, kad daiktų interneto technologijos naudojimas išmaniojoje logistikoje leidžia geriau sinchronizuoti ir dalytis informacija.

J. Macaulay ir kt. (2018) išskyrė tris daiktų interneto panaudojimo būdus logistikoje:

- **Sandėliavimo operacijos.** Sandėliai visada buvo gyvybiškai svarbus prekių srauto centras tiekimo grandinėje. Sandėlyje plačiai paplitęs padėklų arba elementų žymėjimas, naudojant nebrangius, nedidelius identifikavimo įrenginius, tokius kaip RFID, kurie suteikia galimybę daiktų internetu pagrįstam išmaniajam atsargų valdymui.

- **Krovinių pervežimas.** Vagystės siuntėjams ir logistikos paslaugų tiekėjams kasmet kainuoja milijardus eurų, dėl vėluojančių atsargų ir dėl pavogtų prekių kainos. Naudodami daiktų internetą, logistikos paslaugų teikėjai gali gauti aiškų prekių judėjimo matomumą – metrą po metro ir sekundę po sekundės – taip pat prekių lygio ir būklės stebėjimą, kad prekės būtų pristatytos laiku, į reikiamą vietą ir nepažeistos.

- **Transporto parko ir turto valdymas,** dar viena svarbi daiktų interneto galimybių sritis. Jutikliai gali padėti stebėti, kaip dažnai sunkvežimis ar konteineris yra naudojami ar ne. Tada jutikliai perduoda šiuos duomenis optimalaus panaudojimo analizei.

### **RFID technologija**

Nors konkretūs technologijų tikslai ir pranašumai skiriasi, viena iš pagrindinių vertybių, kurių technologinės naujovės gali suteikti logistikoje, yra fizinių ir informacijos srautų atsekamumo ir matomumo visoje tiekimo grandinėje gerinimas. Remiantis šiais pranašumais, siekiama padidinti veiklos efektyvumą ir sumažinti išlaidas, galiausiai siekiant optimizuoti visą tiekimo grandinę (Choi, Song, 2018). Pramonėje vienu metu egzistuoja daug skirtingų automatizavimo lygių, kurie daugiausia priklauso nuo įmonės dydžio, tačiau pagrindinis elementas visada buvo produkto ar turto atsekamumas (Franko et al., 2020). Siekiant įmonėms užtikrinti aiškų produkto informacijos matomumą įsigyjant, sandėliuojant, gaminant ir siunčiant, minėtiems pakeitimams įgyvendinti reikia naudoti turto sekimo įrankius, palaikomus visų pirma jutikliais, teikiančiais informaciją beveik realiu laiku (Issaoui et al., 2019). Viena iš šių technologijų yra radijo dažnio identifikavimo technologija (RFID). Radijo dažnio identifikavimo technologija leidžia įmonėms dalytis tikslia informacija apie atsargų duomenis ir tiekimo grandinės tinklo produktų srautą tarp tiekėjų ir mažmenininkų. RFID technologija leidžia atlikti beklaidį automatinį nuskaitymą, o tai gali sumažinti nuskaitymo klaidų dažnį ir gaminiams nuskaityti reikalingą darbo jėgą. Ši technologija taip pat gali sumažinti riziką nepakankamam atsargų kiekiui, o tai gali pagerinti klientų pasitenkinimą ir sumažinti pajamų praradimą (Shin, Eksioğlu, 2014). Logistikoje RFID atlieka gyvybiškai svarbų vaidmenį sandėliavimo

kontroleje ir valdyme, gamybos ir maršrutų planavime, gamybos sąlygų ir kokybės problemų atsekime, medžiagų ir gaminių sekime transportavimo metu, brangių prekių vagysčių prevencijai, atsargų nepakankamumo mažinimui ir klientų aptarnavimo lygio gerinimui, užkirsti kelią trumpalaikiams daiktams ir maisto produktams sugesti (Usama, Ramish, 2020). I. Popova ir kt. (2021) pabrėžia, kad vienas iš pagrindinių RFID ir anksčiau egzistavusių sistemų skirtumų yra perrašymo galimybė. Skirtingai nei brūkšninio kodo skaitytuvas, RFID skaitytuvas gali gauti informaciją iš kelių žymų vienu metu.

#### ***Intelektinės transporto sistemos (ITS)***

Informacinių technologijų (IT) raida suvaidino pagrindinį vaidmenį gerinant prekių, paslaugų ir informacijos srautų bei saugojimo planavimą, įgyvendinimą ir kontrolę nuo kilmės vietos iki vartojimo vietos, siekiant padidinti klientų pasitenkinimą (Rejeb et al., 2020). Transporto priemonių ir visko (V2X) ryšys leidžia realiuoju laiku keistis informacija tarp transporto priemonių ir infrastruktūros, o tai išplečia transporto priemonių suvokimo diapazoną už borto jutiklių ribų ir taip palengvina kooperatyvų prijungtą ir automatizuotą mobilumą, kuris pagerins kelių saugumą ir eismo efektyvumą (Sedar et al., 2021). N. Drop, D. Garlinska (2021) atliktas tyrimas parodo, kad tarp naudingiausių ir dažniau naudojamų intelektualinių transporto sistemų priemonių ir paslaugų, kurias nurodė sunkvežimių vairuotojai, yra: GPS ir maršruto planuotojai, kintamo turinio ženklai, segmentinis greičio matavimas ir greičio kameros.

Pagrindiniai iššūkiai logistikoje yra susiję su transportu ir jo valdymu, laikant transportą pagrindine ekonomikos, tvarumo ir regionų vystymosi problema. Taigi pažangiosios transporto sistemos (ITS) atlieka pagrindinį vaidmenį reaguodamos į šiuos scenarijus. Atsižvelgiama į tokius aspektus kaip: eismo valdymas, ryšiai tarp transporto priemonių ir infrastruktūros bei saugumas (Gamboa - Rosales et al., 2020). Šiuolaikinės transporto priemonės palaipsniui virsta sudėtingais skaičiavimo įrenginiais, galinčiais rinkti, apdoroti ir keistis informacija su kitais prijungtais objektais. Juose paprastai bus įrengtos itin didelės raiškos kameros, radarai, LiDAR, ultragarsiniai nuotolio ieškliai ir kitų tipų jutikliai, leidžiantys aptikti transporto priemonių artumą. Be to, šiuolaikinėse transporto priemonėse yra sumontuotas borto blokas (OBU), skirtas V2X ryšiui, kuris leidžia transporto priemonėms efektyviai keistis vietiniais duomenimis su kitais išoriniais subjektais belaidžio ryšio pagalba. V2X ryšys praplečia suvokimo diapazoną už transporto priemonės jutiklių ribų, taip remiant naujas transporto paslaugas, kurios padidins eismo efektyvumą ir kelių saugumą (Sedar et al., 2021).

C. Wang ir kt. (2021) tyrimas siūlo naujas prekių pristatymo planavimo galimybes, atsirandančias dėl geresnio tam tikrų technologijų, pavyzdžiui, dronų, naudojimo, siekiant pagerinti paskutinės mylios pristatymo našumą. M. Ahangar ir kt. (2021) teigia, kad pagrindinė transporto efektyvumo programos užduotis apima optimalaus greičio ir maršruto, kuriuo transporto priemonė gali nukeliauti į tikslą, apskaičiavimas, atsižvelgiant į eismo informaciją.

#### ***„Blockchain“ technologija***

„Blockchain“ technologija gali užtikrinti duomenų saugumą, patikimumą, atsekamumą ir autentiškumą, o tai – padidinti pasitikėjimą tarp tiekimo grandinės dalyvių ir galutinio vartotojo, teikiant patikimą informaciją apie bendrinamus produktus per viešą „Blockchain“ (Issaoui et al., 2019). „Blockchain“ įrodė savo veiksmingumą ne tik finans sektoriuje, bet ir logistikos bei tiekimo grandinės valdyme. Diegiant „Blockchain“ technologiją galima sumažinti didelius iššūkius logistikos sektoriuje, tokius kaip užsakymų vėlavimas, prekių sugadinimas, klaidos ir pakartotinis duomenų įvedimas. Ši technologija gali būti naudojama rizikos valdymui, daiktų internetui (įskaitant logistikos valdymą naudojant RFID, išmaniosius tinklus, jūrų pramonę ir kt.), taip pat gali labai sumažinti vėlavimus, papildomas išlaidas ir žmogiškąsias klaidas (Tijan et al., 2019). Taip pat ši technologija leidžia automatizuoti kai kurias dažnai atliekamas užduotis, pavyzdžiui, išmaniųjų sutarčių naudojimas, periodinis skenavimas, siekiant patikrinti, ar prekės yra konteineryje arba valdžios institucijų atliekamą prekių kontrolę ir pan. (Rivero-Garcia et al., 2019).

Išmaniosioms tiekimo grandinėms būdingiausias vidinių objektų tarpusavio ryšys su suinteresuotomis šalimis, taip pat optimalus sprendimų priėmimas naudojant intelektualiąsias sistemas ir procesų integravimą. „Blockchain“ transformacija iš esmės leis kanalų valdytojams optimizuoti apkrovą, procesų ir operacijų greitį ir efektyvumą, klientų pasitenkinimą ir suteiks didesnę pelningumą. „Blockchain“ gali būti naudojama įgyvendinant sutartų taisyklių rinkinį, kurio niekas – nei vartotojai, nei sistemos operatoriai – negali pažeisti. Jie remiasi vienos sistemos architektūros platforma kelių dalių programoms, kurioms reikia mažai abipusio pasitikėjimo. „Blockchain“ technologija pasižymi duomenų decentralizavimu, užtikrinant aukštesnį duomenų saugumo lygį (Issaoui et al., 2019).

R. Sahal ir kt. (2021) pateikta konceptuali sistema parodo, kaip „Blockchain“ technologija pagrįsti skaitmeniniai dvyniai bendradarbiauja išmanioje paskirstytoje gamyboje. Skaitmeninių dvynių bendradarbiavimas palaiko interakcijos mechanizmą, leidžiantį suprasti skaitmeninių dvynių būseną, dalytis tikslais ir informacija, sąveikauti tarpusavyje, mokytis ir prisitaikyti.

„Blockchain“ integracija išmaniojoje logistikoje leidžia tobulinti logistikos procesus, duomenų rinkimas ir jų perdavimas beveik realiu laiku suteikia vadovams aiškų visų procesų veiklos būklės matomumą ir leidžia laiku priimti sprendimus remiantis patikimais duomenimis. „Blockchain“ taikymas informacijos grupėms apima kiekvieno turto registravimą, kai jis praeina per tiekimo grandinės mazgus, užsakymų sekimą, kvitus, sąskaitas faktūras, mokėjimus ir kitus oficialių dokumentų bei skaitmeninio turto stebėjimą (Issoui et al., 2019). K. Wolfgang ir kt. (2017) išskiria šias „Blockchain“ logistikos ir tiekimo grandinės valdymo perspektyvas: supaprastintas dokumentų tvarkymas gabenant vandenynu, padirbtų gaminių nustatymas, palengvintas produkto kilmės stebėjimas, daiktų interneto valdymas.

## **Išvados**

1. Atlikus literatūros analizę atskleista, kad sumaniųjų technologijų taikymą lemiančius veiksnius galima suskirstyti į vidinius ir išorinius. Pagrindiniai išoriniai literatūroje pastebimi veiksniai, skatinantys įmones taikyti naujausias technologijas, yra: nuolatos augantys klientų lūkesčiai ir spaudimas tiekti vis geresnius produktus ar paslaugas už mažesnę kainą, didėjanti konkurencija, vyriausybės politika ir programos. Pagrindiniai literatūroje išskiriami vidiniai

veiksniai yra šie: lengvesnis tiek informacinių, tiek fizinių srautų kontroliavimas, lengvesnis duomenimis pagrįstų sprendimų priėmimas, sumaniosios technologijos gali padėti pasiekti trumpalaikius įmonės rezultatus.

2. Remiantis sisteminė literatūros analize išskirti šie keturi dažniausiai pasitaikantys sumaniųjų technologijų tipai: daiktų internetas, RFID technologija, intelektinės transporto sistemos ir „Blockchain“. Sumaniosios technologijos siūlo skaitmenines platformas didelių duomenų kiekių analizei, debesų kompiuterijai, dirbtiniam intelektui, realiu laiku teikiamų duomenų analizei.

## Literatūra

1. Ahangar, M., Ahmed, Q., Khan, F., Hafeez, M. 2021. A Survey of Autonomous Vehicles: Enabling Communication Technologies and Challenges. *Sensors*, Vol. 21(3), 706. [doi.org/10.3390/s21030706](https://doi.org/10.3390/s21030706).
2. Akkaya, M., Kaya, H. 2019. Innovative and Smart Technologies in Logistics. *17th International Logistics and Supply Chain Congress*. Prieiga per internetą: [https://www.researchgate.net/publication/338423597\\_INNOVATIVE\\_AND\\_SMART\\_TECHNOLOGIES\\_IN\\_LOGISTICS](https://www.researchgate.net/publication/338423597_INNOVATIVE_AND_SMART_TECHNOLOGIES_IN_LOGISTICS).
3. Arrendo-Mendez, V., Para Gonzalez, L., Mascaraque-Ramirez, C., Dominguez, M. 2021. The 4.0 Industry Technologies and Their Impact in the Continuous Improvement and the Organizational Results: An Empirical Approach. *Sustainability*, Vol. 13(17), 9965. [doi.org/10.3390/su13179965](https://doi.org/10.3390/su13179965).
4. Barczak, A., Dembinska, I., Marzantowicz, L. 2019. Analysis of the Risk Impact of Implementing Digital Innovations for Logistics Management. *Processes*, Vol. 7(11), 815. [doi.org/10.3390/pr7110815](https://doi.org/10.3390/pr7110815).
5. Byabazaire, J., O'Hare, G., Delaney, D. 2020. Data Quality and Trust: Review of Challenges and Opportunities for Data Sharing in IoT. *Electronics*, Vol. 9(12), 2083. [doi.org/10.3390/electronics9122083](https://doi.org/10.3390/electronics9122083).
6. Choi, D., Song, B. 2018. Exploring Technological Trends in Logistics: Topic Modeling-Based Patent Analysis. *Sustainability*, Vol. 10(8), 2810. [doi.org/10.3390/su10082810](https://doi.org/10.3390/su10082810).
7. Committee on Transport and Tourism. 2020. The impact of emerging technologies on the transport systems. Prieiga per internetą: <https://bit.ly/32hJzpH>.
8. Drop, N., Garlinska, D. 2021. Evaluation of Intelligent Transport Systems Used in Urban Agglomerations and Intercity Roads by Professional Truck Drivers. *Sustainability*, Vol. 13(5), 2935. [doi.org/10.3390/su13052935](https://doi.org/10.3390/su13052935).
9. Efthymiou, O., Ponis, S. 2021. Industry 4.0 Technologies and Their Impact in Contemporary Logistics: A Systematic Literature Review. *Sustainability*, Vol. 13(21), 11643. [doi.org/10.3390/su132111643](https://doi.org/10.3390/su132111643).
10. Eimesmary, H., Said, G. 2019. Smart Solutions for Logistics and Supply Chain Management. *International Journal of Recent Technology and Engineering*, Vol. 8(4), p. 2277-3878. [doi:10.35940/ijrte.D7374.118419](https://doi.org/10.35940/ijrte.D7374.118419).
11. Feng, B., Ye, Q. 2021. Operations management of smart logistics: A literature review and future research. *Frontiers of Engineering Management*, Vol. 8, 344-355. [doi.org/10.1007/s42524-021-0156-2](https://doi.org/10.1007/s42524-021-0156-2).
12. Franko, A., Vida, G., Varga, P. 2020. Reliable Identification Schemes for Asset and Production Tracking in Industry 4.0. *Sensors*, Vol. 20(13), 3709. [doi.org/10.3390/s20133709](https://doi.org/10.3390/s20133709).
13. Gamboa-Rosales, N., Celaya-Padilla, J., Hernandez-Gutierrez, A., Moreno-Baez, A., Galván-Tejada, C., Galván-Tejada, J., ... López-Robles, J. 2020. Visualizing the Intellectual Structure and Evolution of Intelligent Transportation Systems: A Systematic Analysis of Research Themes and Trends. *Sustainability*, Vol. 12(21), 8759. [doi.org/10.3390/su12218759](https://doi.org/10.3390/su12218759).
14. Ghobakhloo, M., Hong, T., Sabouri, M., Zulkifli, N. 2012. Strategies for Successful Information Technology Adoption in Small and Medium-sized Enterprises. *Information*, vol. 3(1), p. 36–67. [doi.org/10.3390/info3010036](https://doi.org/10.3390/info3010036).
15. Issaoui, Y., Khiat, A., Bahnasse, A., Ouajji, H. 2019. Smart Logistics: Study of the application of blockchain technology. *Procedia Computer Science*, Vol. 160, 266–271. [doi.org/10.1016/j.procs.2019.09.467](https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.09.467).
16. Jevinger, A., Olsson, C. 2021. Introducing an Intelligent Goods Service Framework. *Logistics*, Vol. 5(3), 54. [doi.org/10.3390/logistics5030054](https://doi.org/10.3390/logistics5030054).
17. Keepers, M., Wuest, T. 2019. Smart Trucking – Status of Digital Transformation of the Trucking Industry: A Bibliometric Analysis. *Elsevier*, Vol. 86, p. 26–30. [doi.org/10.1016/j.procir.2020.01.003](https://doi.org/10.1016/j.procir.2020.01.003).
18. Khatib, E., Barco, R. 2021. Optimization of 5G Networks for Smart Logistics. *Energies*, Vol. 14(6), 1758. [doi.org/10.3390/en14061758](https://doi.org/10.3390/en14061758).
19. Lei, N. (2021). Intelligent logistics scheduling model and algorithm based on Internet of Things technology. *Alexandria Engineering Journal*, 61(1), 893–903. [doi.org/10.1016/j.aej.2021.04.075](https://doi.org/10.1016/j.aej.2021.04.075).
20. Macaulay, J., Buckalew, L., Chung, G. 2018. Internet of Things in Logistics. *DHL Trend Research*. Prieiga per internetą: [www.discover.dhl.com](http://www.discover.dhl.com).
21. McFarlane, D., Giannikas, V., Lu, W. 2016. Intelligent Logistics: Involving the Customer. *Computers in Industry*, Vol. 81, p. 105–115. [doi.org/10.1016/j.compind.2015.10.002](https://doi.org/10.1016/j.compind.2015.10.002).
22. Nightingale, A. 2009. A guide to systematic literature reviews. *Surgery (Oxford)*, Vol. 27(9), p. 381–384. [doi:10.1016/j.mpsur.2009.07.005](https://doi.org/10.1016/j.mpsur.2009.07.005).
23. Nitsche, B. 2021. Exploring the Potentials of Automation in Logistics and Supply Chain Management: Paving the Way for Autonomous Supply Chains. *Logistics*, Vol. 5(3), 51. [doi.org/10.3390/logistics5030051](https://doi.org/10.3390/logistics5030051).
24. Popova, I., Abdullina, E., Danilova, I., Aleksandr, M., Alexey, M., Ruchkina, I., Shemayakin, A. 2021. Application of the RFID technology in logistics. *Transportation Research Procedia*, Vol. 57, p. 452–462. [doi.org/10.1016/j.trpro.2021.09.072](https://doi.org/10.1016/j.trpro.2021.09.072).

25. Rahman, A., Dwiyantri, V., Nurlayli, A. 2021. Readiness to Implement Smart Logistics from an International Perspective: A Review. *Journal of Logistics and Supply Chain*, p. 31–38. [ejournal.upi.edu/index.php/JLSC](http://ejournal.upi.edu/index.php/JLSC).
26. Rejeb, A., Simske, S., Rejeb, K., Treiblmaier, H., Zailani, S. 2020. Internet of Things research in supply chain management and logistics: A bibliometric analysis. *Elsevier*, Vol. 12(2020), 100318. [doi.org/10.1016/j.ijot.2020.100318](https://doi.org/10.1016/j.ijot.2020.100318).
27. Rivero-Garcia, A., Santos-Gonzales, I., Caballero-Gil, C., Molina-Gil, J., Hernandez-Goya, C., Caballero-Gil, P. 2019. Blockchain-Based Ubiquitous Transport and Logistics Monitoring System. *Proceedings*, Vol. 31(1), 9. [doi.org/10.3390/proceedings2019031009](https://doi.org/10.3390/proceedings2019031009).
28. Sahal, R., Alsamhi, S., Brown, K., O’Shea, D., McCarthy, C., Guizani, M. 2021. Blockchain-Empowered Digital Twins Collaboration: Smart Transportation Use Case. *Machines*, Vol. 9(9), 193. [doi.org/10.3390/machines9090193](https://doi.org/10.3390/machines9090193).
29. Sedar, R., Vazquez-Gallego, F., Casellas, R., Vilalta, R., Munoz, R., Silva, R., ... Alonso-Zarate, J. 2021. Standards-Compliant Multi-Protocol On-Board Unit for the Evaluation of Connected and Automated Mobility Services in Multi-Vendor Environments. *Sensors*, Vol. 21(6), 2090. [doi.org/10.3390/s21062090](https://doi.org/10.3390/s21062090).
30. Sergi, I., Montanaro, T., Benvenuto, F., Patrono, L. 2021. A Smart and Secure Logistics System Based on IoT and Cloud Technologies. *Sensors*, Vol. 21(6), 2231. [doi.org/10.3390/s21062231](https://doi.org/10.3390/s21062231).
31. Shin, S., Eksioglu, B. 2014. Effects Of RFID Technology On Efficiency And Profitability In Retail Supply Chains. *Journal of Applied Business Research*, Vol. 30(3), p. 633–646. [doi.org/10.19030/jabr.v30i3.8582](https://doi.org/10.19030/jabr.v30i3.8582).
32. Silva, N., Barros, J., Santos, M., Costa, C., Cortez, P., Carvalho, M., Goncalves, J. 2021. Advancing Logistics 4.0 with the Implementation of a Big Data Warehouse: A Demonstration Case of the Automotive Industry. *Electronics*, Vol. 10(18), 2221. [doi.org/10.3390/electronics10182221](https://doi.org/10.3390/electronics10182221).
33. 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).
34. Teodorescu, M., Korchagina, E. 2021. Applying Blockchain in the Modern Supply Chain Management: Its Implication on Open Innovation. *Journal of Open Innovation*, Vol. 7(1), 80. [doi.org/10.3390/joitmc7010080](https://doi.org/10.3390/joitmc7010080).
35. Tijan, E., Aksentijevic, S., Ivanic, K., Jardas, M. 2019. Blockchain Technology Implementation in Logistics. *Sustainability*, Vol. 11(4), 1185. [doi.org/10.3390/su11041185](https://doi.org/10.3390/su11041185).
36. Tipping, A., Kauschke, P. 2016. Shifting patterns: The future if the logistics industry. *PwC’s future in sight series*. Prieiga per internetą: [www.pwc.com/futureinsight](http://www.pwc.com/futureinsight).
37. Usama, M., Ramish, A. 2020. Towards a sustainable Reverse Logistics framework / typologies based on Radio Frequency Identification (RFID). *Operations and Supply Chain Management*, Vol. 13(3), p. 222–232. [doi.org/10.31387/oscm0420264](https://doi.org/10.31387/oscm0420264).
38. Wang, C., Lan, H., Saldanga-da-Gama, F., Chen, Y. 2021. On Optimizing a Multi-Mode Last-Mile Parcel Delivery System with Vans, Truck and Drone. *Electronics*, Vol. 10(20), 2510. [doi.org/10.3390/electronics10202510](https://doi.org/10.3390/electronics10202510).
39. Woschank, M., Rauch, E., Zsifkovits, H. 2020. A Review of Further Directions for Artificial Intelligence, Machine Learning, and Deep Learning in Smart Logistics. *Sustainability*, Vol. 12(9), 3760. [doi.org/10.3390/su12093760](https://doi.org/10.3390/su12093760).
40. 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>.
41. Zalieckaitė, L., Žilinskas, R. 2016. Daiktų interneto technologijos taikymo versle nauda ir rizika. *Informacijos mokslai*, Vol. 720, p. 102–117. doi: 10.15388/Im.2015.72.9223.

## APPLICATION OF SMART TECHNOLOGY SOLUTIONS IN LOGISTICS ENTERPRISES

### Summary

Logistics companies face a great challenge - to operate as efficiently as possible. Logistics processes must always be optimally coordinated with each other. If there is a problem at one point, it affects the entire supply chain along with the results. The logistics opportunities of the future are limitless due to the continuous development of smart technologies. Smart sensors, connected systems in one network, data collected and processed in real time, and continuous traceability of goods and processes can help ensure efficient logistics processes. The aim of this study is to analyze smart technology solutions applied in the field of logistics. A systematic literature review was used to identify state-of-the-art digitization and automation technologies in the logistics chain. The smart technologies identified in the literature review were the Internet of Things, RFID technology, intelligent transport systems, and Blockchain. The study helped to reveal the benefits of smart technologies for all areas of logistics companies, such as freight forwarding, supply chain management, international shipments, shipment tracking, and so on.

**Keywords:** logistics; logistics management; technologies; smart technologies.