

LIMOWA:n toimintaympäristö ja sisällöt



Sisälogistiikan syvä pääty Automaatio & robotiikka

Kehityskaari eilisestä huomiseen – Ajurit, teknologia, sääntely ja EU AI Act –ympäristö

Limowa, Risto Sivonen

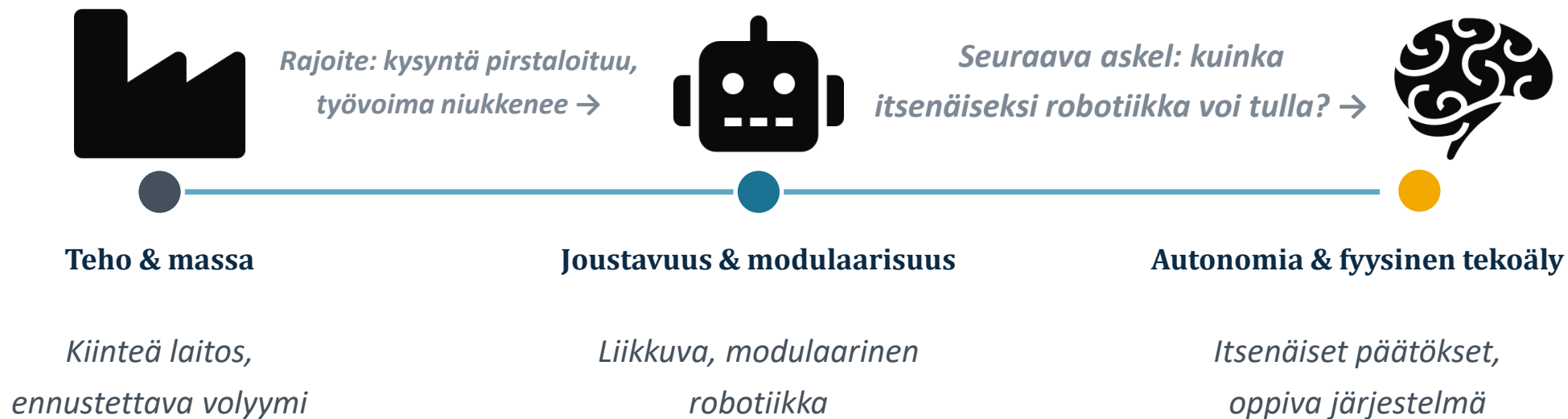
25.8.2026



LIMOWA

Logistiikkaverkosto

Yksi kehityskaari – yksi tarina



Sääntely seuraa samaa linjaa

Konedirektiivi 2006/42/EY → ISO 3691-4 → EU AI Act. Jokainen sääntelyvaihe syntyy vasta, kun edellisen aikakauden teknologia on kypsytynyt riittävän yleiseksi.

Teho → joustavuus → autonomia on yksi yhtenäinen jana, ei kolme erillistä trendiä.

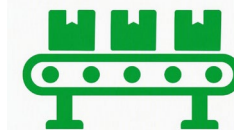
Kehityskaari

- **Kolme aikakautta & pääteemaa:**

- ***Menneisyys:*** Teho & Massa (Kiinteä suorituskyky, eristetyt laitteet, Konedirektiivi)
- ***Nykytila:*** Joustavuus & Modulaarisuus (Mobiilirobotiikka, VDA 5050 (saksalaisen autoteollisuuden määrittelemä AGV/AMR-yhteentoimivuusrajpinta), ISO 3691-4 (kuljettajattomien teollisuustrukkien turvallisuusstandardi))
- ***Uusi aikakausi (2026–2028):*** Autonomia, fyysinen tekoäly ja vaiheittain sovellettava tekoälysääntely: AI Act (Euroopan unionin tekoälyasetus) tuli voimaan 1.8.2024, pääosa säännöistä ja yleiset läpinäkyvyysvelvoitteet soveltuvat 2.8.2026, korkean riskin velvoitteet erillisiin Annex III -järjestelmiin 2.12.2027 ja tuotteisiin integroituihin Annex I -järjestelmiin 2.8.2028.

- **Linkit lisätietoihin:**

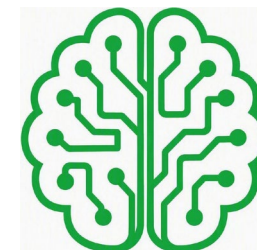
- [VDA 5050 \(AGV/AMR-yhteentoimivuusrajpinta: Automated Guided Vehicle / Autonomous Mobile Robot Interoperability\)](#)
- [EU AI Act \(Euroopan unionin tekoälyasetus\) – Virallinen lakiteksti](#)



Menneisyys



Nykytila

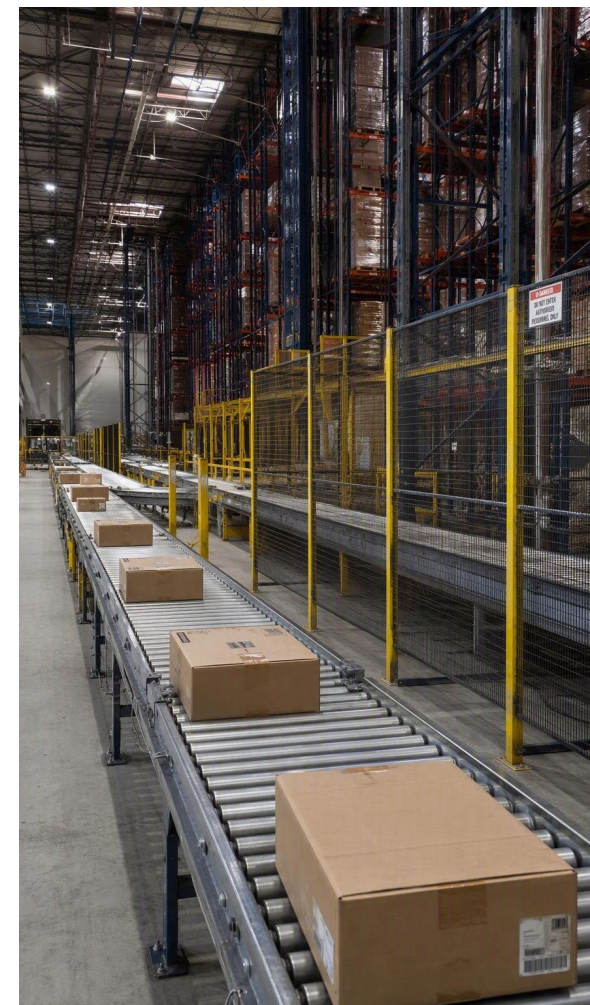


2026–2028



Menneisyys (10 – 15 v sitten) – tehoa, massaa ja teräsaitoja

- **Ajurit:** Volyymien kasvu, keräilyvirheiden kustannukset, perinteinen teollisuusautomaatio
- **Regulaatio:** Konedirektiivi (2006/42/EY, Euroopan yhteisön konedirektiivi) & Elintarvikesäätely (EU 178/2002, Euroopan unionin yleinen elintarvikeasetus jäljitettävyydestä)
- **Teknologia:** WMS-järjestelmät , kiinteät AS/RS-korkeavarastot (automaattinen varastointi- ja noutojärjestelmä), kuljetinradat, RF-päätteet (Radio Frequency, radiotaajuuteen perustuvat päätelaitteet)
- **Referenssi:** *S-Ryhmä Sipoo (PT-LOK, päivittäistavaran logistiikkakeskus)* – Massiivisen suorituskvyn ja kiinteän suuren volyymin edelläkävijä
- **Linkit lisätietoihin:**
 - [Konedirektiivi 2006/42/EY \(EUR-Lex\)](#)
 - [S-ryhmän Sipoo PT-LOK -logistiikkakeskus \(Inex Partners\)](#)



Nykytila – Miksi ja mihin suuntaan maailma muuttui

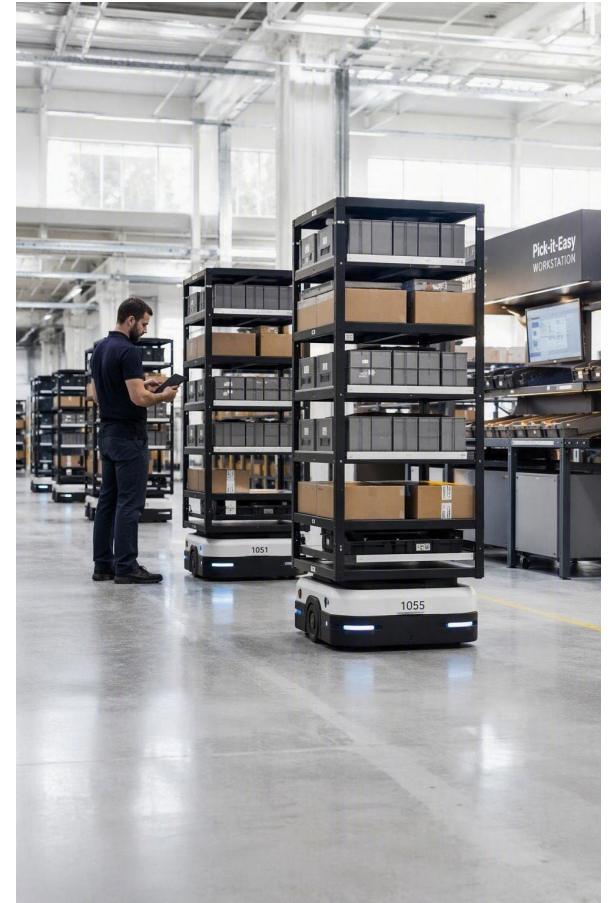
- **Pääajurit:**

- Kriittinen työvoimapula suorittavassa varastotyössä
- Pirstaloituneet tilauskoot & saman päivän toimitusvaatimukset
- Sopeutumiskyky (Resilience) & tarve joustaa kysyntäpiikeissä

- **Strateginen muutos:** Suurista kiinteistä CAPEX-investoinneista (pääomamenot) kohti modulaarisia OPEX/RaaS-ratkaisuja (käyttökulut / Robotics as a Service, robotiikka palveluna)

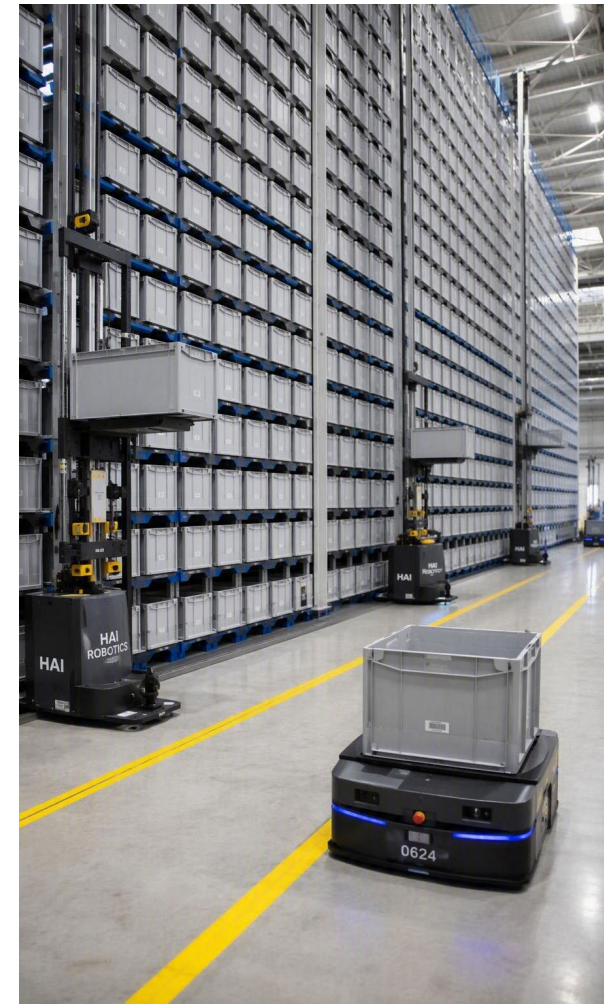
- **Linkit lisätietoihin:**

- [DHL Logistics Trend Radar – Robotics & Automation](#)
- [McKinsey: Automation in logistics – Big opportunity, bigger uncertainty](#)



Nykytila – Joustava robotiikka, rajapinnat, turvallisuus

- **Teknologiat:** Autonomiset mobiilirobotit (AMR / SLAM, Simultaneous Localization and Mapping), kubinen automaatio (AutoStore), RaaS (robotiikka palveluna)
- **Integraatiot & Standardit:** WMS/WES/WCS-kerrokset (varastohallinta-, varastonohjaus- ja laiteohjausjärjestelmät) & **VDA 5050** (AGV/AMR-yhteentoimivuusrajapinta) -laivueenhallinta
- **Turvallisuus & sääntely:** **ISO 3691-4** (standardi kuljettajattomien teollisuustrukkien turvallisuudesta) määrittää kuljettajattomien teollisuustrukkien ja automaattisten teollisuustrukkijärjestelmien turvallisuusvaatimuksia. Käytännössä se tukee AMR/AGV-ratkaisujen riskinarviointia, aluejakoa ja ihmisten kanssa jaetun työympäristön suunnittelua. Kyberturvan ja henkilötietojen osalta rinnalla huomioidaan mm. NIS2 (verkko- ja tietoturvadirektiivi 2) ja GDPR (yleinen tietosuoja-asetus).
- **Linkit lisätietoihin:**
 - [SFS-EN ISO 3691-4 -turvallisuusstandardi \(SFS\)](#)
 - [AutoStore System Overview](#)





LIMOWA

Logistiikkaverkosto

Suomessa – Miten teoria muuttui käytännöksi

- **Kesko (Hyvinkää):** Korkeavarasto + pientavara-automaatio laajan tuotteen joustavaan käsittelyyn
- **Posti (Sipoo/Vantaa):** Kubiikkiautomaatio & AMR-lajittelu tilan neliötehokkuuteen ja sesonkipiikkeihin
- **Broman Group (Kerava):** Automaattivarastointi & Goods-to-Person-asetat virheettömyyden ja ergonomian ehdoilla
- **POK (Pirkanmaan Osuuskauppa, Tampere) / IKEA (Kuopio):** Mikrotäyttökeskukset (MFC, Micro-Fulfillment Center) ja robottikeräily verkkokauppatoimitusten 6x-nopeutuksessa ilman irtisanomisia
- **Linkit lisätietoihin:**
 - [Kesko: Hyvinkään logistiikkakeskusinvestointi](#)
 - [Posti: Verkkokaupan AutoStore- ja robottilajittelu](#)
 - [Broman Group: Keravan keskusvarastolaajennus](#)





LIMOWA

Logistiikkaverkosto

Kesko –Onnela-logistiikkakeskus Hyvinkäällä

300 M€

kokonaisinvestointi

85 000 m²

12 jalkapallokentän verran

150 000

varastopaikkaa

2025–2030

vaiheittainen valmistuminen



Keskon historian suurin rakennushanke

Onnela palvelee Onnista (tekniinen kauppa) ja K-Autoa (varaosaliiketoiminta). Korkea automaatioaste nopeuttaa tilausten pakkaamista, merkintöjä ja toimituksia — hyllystöihin käytettiin 200 kuorma-autollista terästä. Hanke työllistää valmistuttuaan 400–500 logistiikka-ammattilaista.

Huom: julkiset lähteet eivät nimeä automaatiotoimittajaa tai tarkkaa järjestelmätyyppiä (esim. hyllystöhissi vs. shuttle).

LISÄTIETOA

[Kesko: Sijoittajablogi — Onnela-investointi](#)

[K-kauppiasliitto: Onnela on kasvun ja kehityksen symboli](#)



LIMOWA

Logistiikkaverkosto

Posti — Vantaan logistiikkakeskus & Reima-robotti

1999

Voutila avattiin

75 %

kotimaan paketeista

150/h

Reima-robotin nopeus

2024

Reima palkintofinalisti



Voutilan logistiikkakeskus ja lajittelurobotti Reima

Vantaan Voutilan logistiikkakeskus on käsitellyt Suomen pakettiliikennettä yli 25 vuotta — 2015 sinne tehtiin 20 M€ investointi robottiaavusteiseen hybridivarastoon. Postin oma lajittelurobotti "Reima" nostaa paketteja kuljettimilta kuljetusyksiköihin 16 kameran (8 niistä 3D) avulla.

Reima on pilotoitu Liedon logistiikkakeskuksessa, Postin ruotsalainen tytäryhtiö Aditro Logistics käyttää lisäksi AutoStore-kuutioautomaatiota mm. Cervera-asiakkaalle Ruotsissa.

LISÄTIETOA

[Posti: Vantaan logistiikkakeskuksen historia](#)

[Posti: Reima-lajittelurobotti](#)

[Posti: Aditro Logistics & AutoStore \(Ruotsi\)](#)



LIMOWA

Logistiikkaverkosto

Broman Group — Keravan logistiikkakeskus

70 M€

kokonaisinvestointi

46 000 m²

laajennuksen jälkeen

10

Goods-to-Person-asemaa

2024

täysi toiminnallisuus



Swisslog-kumppanuus 2019 alkaen

Ensimmäinen käyttöönotto alkuvuonna 2020 (CycloneCarrier-shuttle). Vuonna 2022 käynnistynyt laajennus lähes kaksinkertaisti varaston 21 000 m²:stä 46 000 m²:iin:

- Vectura-hyllystöhissit lavavaraston automaattiseen keräilyyn
- ProMove-kuljetinjärjestelmät varaston ja keräilyn välillä
- CarryPick-mobiilirobotit + 10 työasemaa pientavaran Goods-to-Person-keräilyyn
- SynQ-varastonhallintaohjelmisto ohjaa kokonaisuutta

LISÄTIETOA

[Swisslog: Broman Group jatkaa automatisointia \(2022\)](#)

[Swisslog: Broman Group valitsee automaatiokumppanin \(2019\)](#)



LIMOWA

Logistiikkaverkosto

POK — Kangasalan verkkokaupan keräilykeskus

2 000 m²

keräilykeskus

3x

keräilykapasiteetti

~50

uutta työpaikkaa

2024

tavoiteltu avaus



Robottiaivusteinen ruoan verkkokauppa Prisman yhteydessä

Pirkanmaan Osuuskaupan keräilykeskus sijaitsee Kangasalan Prisman yhteydessä, Swisslog automaatiokumppanina. Kuutiomaisessa "grid"-kehikossa liikkuvat "kaivaja"- ja "kuljettaja"-robotit palvelevat satoja tilauksia päivässä. Henkilöstö jatkaa keräilyä automaation tukemana — robotit eivät korvaa nykyisiä työntekijöitä.

Huom: POK:n oma ilmoitettu luku on keräilykapasiteetin kolminkertaistuminen (3x) — kuusinkertaistuminen (6x) koskee IKEA Kuopiota, ks. seuraava kalvo.

LISÄTIETOA

[Pirkanmaan Osuuskauppa: Robottivoimaa keräilyyn](#) · [Tamperealainen: Robotit Prisman keräilykeskuksessa](#)



LIMOWA

Logistiikkaverkosto

IKEA — Kuopion varasto ja robottipoiminta

6x

poiminnan nopeutus

180

uutta työpaikkaa

50

Kuopion varastoon

–50 %

pakettien kuljetuspäästöt



IKEA Suomi oli ensimmäinen IKEA-maa, joka siirsi kaikki asiakastilaukset suoraan paikallisista myymälöistä kansainvälisten jakelukeskusten sijaan. Kuopion varasto käsittelee nykyään valtaosan Suomen pakettitoimituksista. Robotit tukevat tuotepoimintaa — prosessi nopeutui kuusinkertaiseksi ja tarkkuus parani, mikä vähensi tuotepalautuksia. Logistiikkauudistus loi 180 uutta työpaikkaa (50 Kuopioon, 130 muihin myymälöihin) — ei yhtään irtisanomista.

LISÄTIETOA

[IKEA: Robotit aloittivat IKEA Kuopion varastolla](#)



Tulevaisuus & nykypäivä (2026+) – Fyysinen tekoäly ja autonomiset järjestelmät

- **Teknologia:** Fyysinen tekoäly (Physical AI, fyysiseen maailmaan kytkeytyvä tekoäly) & oppiva konenäkö, Digitaaliset kaksoiset (Digital Twins), Cobotit (yhteistyörobotit) & Humanoidit
- **Pääajurit:** Demografinen muutos, nollatoleranssi hukka-ajalle ja reaaliaikainen häiriönsieto
- **Tutkimuskytkös:** *Fraunhofer & LIMOWA (katsaukset – Ihmismäisten laitteiden ja oppivan robotiikan sovellukset nykyvarastoissa*
- **Linkit lisätietoihin:**
 - [Fraunhofer Institute for Material Flow and Logistics \(IML, materiaalivirtojen ja logistiikan tutkimusinstituutti\)](#)
 - [NVIDIA Isaac / Physical AI \(fyysinen tekoäly\) in Robotics](#)





EU AI Act (Euroopan unionin tekoälyasetus) – vaiheittaiset pelisäännöt sisälogistiikassa

- **Säätelyn nykytila:** EU:n tekoälyasetus (Regulation (EU) 2024/1689, Euroopan unionin tekoälyasetus) tuli voimaan 1.8.2024 ja sitä sovelletaan vaiheittain. Kiellettyjä tekoälykäytäntöjä ja tekoälylukutaitoa koskevat vaatimukset ovat olleet voimassa 2.2.2025 alkaen; GPAI-malleja (General-Purpose AI, yleiskäyttöinen tekoäly) koskevat vaatimukset 2.8.2025 alkaen; pääosa asetuksesta ja läpinäkyvyysvelvoitteet 2.8.2026 alkaen.
- **Vaikutukset varasto- ja logistiikkaratkaisuihin:**
 - **Korkean riskin tekoälyjärjestelmät:** Kaikki varastoautomaatio ei ole korkean riskin piirissä. Korkean riskin luokitus voi kuitenkin tulla kyseeseen esimerkiksi työvoiman hallintaan, työntekijöiden arviointiin, kriittiseen infrastruktuuriin tai turvallisuuskomponentteihin liittyvissä AI-järjestelmissä. Erillisten Annex III -järjestelmien velvoite astuu voimaan 2.12.2027 alkaen ja EU:n tuotesäätelyn piiriin kuuluvien tuotteisiin integroituihin Annex I -järjestelmiin liittyen 2.8.2028 alkaen.
 - **Läpinäkyvyys, data ja lokitus:** Konenäköä, optimointia tai poikkeamien automaattista käsittelyä käyttävissä WMS/WES/WCS-ratkaisuissa on pystyttävä kuvaamaan käyttötarkoitus, datan laatu, päätöksenteon logiikka, lokitus ja ihmisen valvontapisteet suhteessa järjestelmän riskitasoon.
 - **Rinnakkaissäätely:** AI Act ei korvaa muuta säätelyä. Sisälogistiikassa rinnalla kulkevat erityisesti uusi koneasetus (EU) 2023/1230, tuoteturvallisuus- ja työturvallisuusvaatimukset, kyberturvasäätely sekä GDPR (yleinen tietosuojasetus). CSRD (kestävyysraportointidirektiivi) liittyy ensisijaisesti kestävyysraportointiin, ei AI-järjestelmien tekniseen vaatimustenmukaisuuteen.
- **Linkit lisätietoihin:**
 - [Euroopan komissio: EU AI Act \(Euroopan unionin tekoälyasetus\) Implementation & Timelines](#)
 - [Uusi EU Koneasetus 2023/1230 \(EUR-Lex\)](#)
 - [EU CSRD \(Corporate Sustainability Reporting Directive, kestävyysraportointidirektiivi\) – Kestävyysraportointidirektiivi](#)

EU AI Act – aikajana

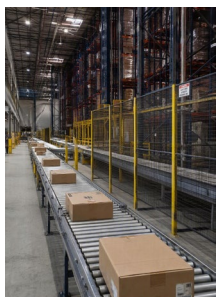




LIMOWA

Logistiikkaverkosto

Yhteenvedo – Kehityskaari yhdellä silmäyksellä



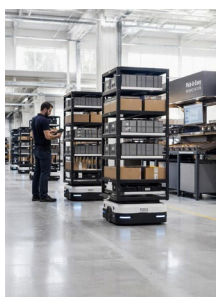
Menneisyys Kiinteä suorituskyky ja massavolyymit

Volyymien kasvu, keräilyvirheiden vähentäminen ja tasainen, ennustettava kysyntä.

Konedirektiivi 2006/42/EY ja toimialakohtainen jäljitettävyyys, esimerkiksi EU 178/2002 elintarvikeketjussa.

WMS (Warehouse Management System, varastohallintajärjestelmä), AS/RS (Automated Storage and Retrieval System, automaattinen varastointi- ja noutojärjestelmä), kuljettimet ja RF-päätteet (Radio Frequency, radiotaajuuspäätteet).

S-ryhmän Sipoon PT-LOK (päivittäistavaran logistiikkakeskus): suuri, pitkälle automatisoitu volyymilaitos.



Nykytila Joustavuus, modulaarisuus ja mobiilirobotiikka

Työvoimapula, pienemmät tilauskoot, verkkokaupan vaihtelu ja tarve skaalata kapasiteettia nopeasti.

ISO 3691-4 (kuljettajattomien teollisuusstruktuurien turvallisuusstandardi), GDPR (General Data Protection Regulation, yleinen tietosuojasetus) ja NIS2 (verkko- ja tietoturvadirektiivi 2).

AMR (Autonomous Mobile Robot, autonominen mobiilirobotti), AGV (Automated Guided Vehicle, automaattiohjattu ajoneuvo), VDA 5050 (AGV/AMR-yhteentoimivuusraja-arvo), AutoStore ja RaaS (Robotics as a Service, robotiikka palveluna).

Kesko, Posti, Broman Group, POK/IKEA sekä LOBRA (logistiikkalaboratoriohanke): modulaariset ratkaisut ja integroidut robottilaivueet.



Uusi aikakausi 2026–2028 Tekoäly, autonomia ja vaihteellinen sääntely

Demografinen muutos, reaaliaikainen häiriönsieto, nollatoleranssi hukalle ja autonomisempi päätöksenteko.

EU AI Act (: pääosa säännöistä ja läpinäkyvyysvelvoitteet 2.8.2026; korkean riskin Annex III (liite III) -velvoitteet 2.12.2027; tuotteisiin integroidut Annex I -järjestelmät 2.8.2028. Uusi koneasetus (EU) 2023/1230 soveltuu 20.1.2027 alkaen. CSRD (Corporate Sustainability Reporting Directive, kestävyysraportointidirektiivi) liittyy kestävyysraportointiin, ei AI-järjestelmien tekniseen vaatimustenmukaisuuteen.

Fyysinen tekoäly (Physical AI), digitaaliset kaksoiset (Digital Twins), oppiva konenäkö, yhteistyörobotit ja humanoidirobotiikan varhaiset sovellukset.

Painopiste siirtyy laitehankinnasta hallittuun käyttöönottoon: riskiluokitus, dokumentointi, lokitus, ihmisvalvonta ja toimittajavastuut.

Ihmisen rooli ja haaste

- **Ihmisen rooli:** Keräilijästä järjestelmä- ja robottioperaattoriksi – valvova ja vastuullinen rooli tekoälyaikakaudella (*Human Oversight, ihmisen suorittama valvonta*)
- **Haaste päivän esitysten ajaksi:** Tarkastelkaa automaatiota sekä liiketoiminnan että vaatimustenmukaisuuden näkökulmasta:
 - *Mikä on organisaatiomme oikea automaatiotaso tänään?*
 - *Olemmeko tunnistaneet, mitkä järjestelmämme ovat Euroopan unionin tekoälyasetuksen piirissä, mitkä voisivat olla korkean riskin järjestelmiä ja mitä dokumentointia, lokitusta, ihmisvalvontaa ja toimittajavastuita tarvitsemme ennen vuosien 2027–2028 määraaikoja?*
- **Linkit lisätietoihin:**
 - [Työterveyslaitos: Automaatio, tekoäly ja työn murros logistiikassa](#)
 - [Ota yhteyttä & liity LIMOWA-verkostoon](#)

