



Vaasan yliopisto
UNIVERSITY OF VAASA

Onni Luoma

ERP-järjestelmien rooli liiketoiminnan digitalisaatiossa ja Teollisuus 4.0-mallin mukaisessa kehityksessä

Tekniikan ja innovaatiojohtamisen akateeminen yksikkö
Kandidaatintutkielma
Tuotantotalous

Vaasa 2026

VAASAN YLIOPISTO**Tekniikan ja innovaatiojohtamisen akateeminen yksikkö**

Tekijä:	Onni Luoma		
Tutkielman nimi:	ERP-järjestelmien rooli liiketoiminnan digitalisaatiossa ja Teollisuus 4.0-mallin mukaisessa kehityksessä		
Tutkinto:	Tekniikan kandidaatti		
Koulutusohjelma:	Kestävä energia ja älykäs teknologia		
Opintosuunta:	Tuotantotalous		
Työn ohjaaja:	Tauno Kekäle		
Valmistumisvuosi:	2026	Sivumäärä:	39

TIIVISTELMÄ:

Tämä tutkielma käsittelee ERP-järjestelmien merkitystä liiketoiminnan digitalisaatiossa ja niiden roolia yritysten siirtyessä kohti Teollisuus 4.0 -mallia. Tutkielman tavoitteena on selvittää, miten ERP-järjestelmät tukevat yritysten digitalisoitumista ja millä eri ominaisuuksilla ne tehostavat liiketoimintaprosessien tiedonhallintaa ja ohjaavat niiden toimintaa sekä auttavat yrityksiä hyödyntämään Teollisuus 4.0 -mallin periaatteita ja teknologiamalleja.

Tämä kandidaatintutkielma toteutetaan kirjallisuuskatsauksena ja vertailututkimuksena. Lisäksi tutkielma on toteutettu toimeksiantona Lemonsoft Oyj:lle. Kirjallisuuskatsauksen avulla tässä työssä kartoitetaan olemassa olevia tutkimuksia ja teoreettisia viitekehyksiä ERP-järjestelmistä, digitalisaatiosta sekä Teollisuus 4.0-mallista, kun taas vertailututkimuksessa analysoidaan ja vertaillaan kahta ERP-järjestelmää käytännön näkökulmista, ja niiden vaikutuksia yrityksen toiminnan tehostamiseen ja digitalisaatioon. Toimeksiannon rooli tässä kandityössä on konkretisoida ERP-järjestelmien ominaisuuksia ja hyötyjä perustuen Lemonsoftin omaan kehittelymään ERP-järjestelmään. Tämä tutkielma yhdistää teoreettisen pohjan ja käytännön havainnot, mikä mahdollistaa nykytilan kuvaamisen ja tutkimusaukkojen tunnistamisen.

AVAINSANAT: ERP-järjestelmä, liiketoiminta, digitalisaatio, Teollisuus 4.0, yritykset, tekoäly, tiedonhallinta, järjestelmäintegraatio

Sisällys

1 Johdanto	5
1.1 Tutkimuksen tausta, tavoitteet ja rajaukset	6
1.2 Tutkimusmenetelmät ja tutkielmanrakenne	7
2 Teollisuus 4.0 ja liiketoiminnan digitalisaatio	8
2.1 Teollisuuden murros ja digitalisaation kehitysvaiheet	9
2.2 Teollisuus 4.0 -mallin periaatteet ja teknologiat	10
2.3 Teollisuus 4.0 -mallin vaikutukset tuotantotalouteen ja yrityksiin	12
3 ERP-järjestelmien perinteinen rooli yritystoiminnassa	14
3.1 ERP-järjestelmien kehitys	14
3.2 ERP-järjestelmä liiketoimintojen ohjauksen välineenä	16
3.3 ERP-järjestelmän hyödyntäminen tiedolla johtamisessa ja prosessien tehostamisessa	17
4 ERP-järjestelmät Teollisuus 4.0 -ympäristössä	19
4.1 ERP-järjestelmä liiketoimintadatan jalostajana	19
4.2 ERP-järjestelmä Teollisuus 4.0 -mallin teknologioiden ja menetelmien hyödyntämisessä	22
4.2.1 Data-analytiikka, tekoäly ja koneoppiminen	22
4.2.2 IoT ja pilvipalvelut	24
4.2.3 Kyberfysiset järjestelmät ja älykäs automaatio	26
5 Lemonsoft & SAP – ERP-järjestelmien vertailu	28
5.1 Yleisvertailu	28
5.2 Vertailu Teollisuus 4.0 -mallin näkökulmasta	30
6 Yhteenveto ja jatkotutkimuskysymys	33
Lähteet	35

Kuvat

Kuva 1. ERP-järjestelmien kehitys	15
Kuva 2. Tuotantodatan visualisointi BI-työkalulla	21
Kuva 3. ERP-järjestelmän yleisnäkymä IoT-pohjaisessa tuotannon seurannassa .	25

Taulukot

Taulukko 1. Lemonsoft- ja SAP-järjestelmien keskeisten ominaisuuksien vertailu	29
Taulukko 2. Lemonsoft- ja SAP-järjestelmän teknologiset valmiudet Teollisuus 4.0 - ympäristössä.	31

1 Johdanto

Teollisuuden digitalisaatio on viime vuosikymmenen aikana muuttanut merkittävästi liiketoimintaympäristöjä sekä tapoja, joilla yritykset suunnittelevat, ohjaavat ja kehittävät toimintaansa. Nämä muutokset näkyvät erityisesti tiedonhallinnan ja päätöksenteon digitalisoitumisena, jossa uusilla teknologiamalleilla on merkittävä rooli liiketoiminnan tehokkuuden ja yritysten kilpailukyvyn parantamisessa. Tätä kehitysvaihetta kutsutaan Teollisuuden 4.0 -malliksi, jossa digitalisaatio ja järjestelmien välinen integraatio mahdollistavat aiempaa reaaliaikaisemman, verkottuneemman ja joustavamman liiketoimintaympäristön (Ghobakhloo, 2018).

ERP (Enterprise Resource Planning) -järjestelmät ovat digitaalisia alustoja ja keskeinen osa Teollisuus 4.0-mallin kehitystä, sillä ne yhdistävät yrityksen eri liiketoimintaprosessit yhdeksi kokonaisuudeksi ja mahdollistavat niiden sisältämien tietojen reaaliaikaisen hyödyntämisen. ERP-järjestelmien rooli ei rajoitu enää pelkästään operatiiviseen toiminnanohjaukseen, vaan ne toimivat yhä useammin strategisina työkaluina, jotka edistävät yrityksen digitalisaatiota, automaatiota ja tiedolla johtamista osana Teollisuus 4.0 -mallin mukaista kehitystä (Morawiec & Soltysik-Piorunkiewicz, 2023).

1.1 Tutkimuksen tausta, tavoitteet ja rajaukset

Aiemmissa tutkimuksissa ERP-järjestelmiä on tarkasteltu laajasti osana yritysten järjestelmäarkkitehtuuria ja operatiivisten toimintojen tehostamista. Viime vuosina tutkimuksen painopiste on siirtynyt yhä enemmän ERP-järjestelmien rooliin digitalisaation ja Teollisuus 4.0 -mallin mahdollistajana. ERP-järjestelmien avulla yritykset voivat integroida eri liiketoimintojen tietoja samaan järjestelmään, parantaa tiedon laatua sekä lisätä päätöksenteon ajantasaisuutta, mitkä ovat keskeisiä digitaalisessa ja verkottuneessa tuotantoympäristössä.

Tämän kandidaatintutkielman tavoitteena on selvittää, miten ERP-järjestelmät tukevat kokonaisuutena liiketoiminnan digitalisaatiota ja millainen rooli niillä on yritysten siirtyessä kohti Teollisuus 4.0 -mallin mukaista toimintaa. ERP-järjestelmien roolia tarkastellaan erityisesti liiketoimintaprosessien tehostamisen, liiketoimintadatan hyödyntämisen sekä tiedolla johtamisen näkökulmista. Tutkielma rajautuu teollisuusyritysten näkökulmaan ja käsittelee ERP-järjestelmien roolia liiketoimintaprosessien ohjauksessa, tiedonhallinnassa sekä Teollisuus 4.0 -mallin teknologioiden mahdollistajana.

Tämän kandidaatintutkielman päätutkimuskysymys on:

Miten ERP-järjestelmä tukee yritysten digitalisaatiota ja Teollisuus 4.0 -mallin mukaista kehitystä?

Päätutkimuskysymykseen vastataan seuraavien alatutkimuskysymysten avulla:

1. Miten Teollisuus 4.0 -malli muuttaa yritysten toimintaympäristöä?
2. Mikä on ERP-järjestelmän perinteinen rooli yrityksen liiketoiminnassa?

3. Miten ERP-järjestelmä tukee Teollisuus 4.0 -siirtymää yrityksissä?
4. Miten Lemonsoft- ja SAP ERP-järjestelmät eroavat Teollisuus 4.0 -mallin mahdollistajina?

1.2 Tutkimusmenetelmät ja tutkielmanrakenne

Tämä tutkielma toteutetaan kirjallisuuskatsauksena ja vertailututkimuksena. Kirjallisuuskatsauksen avulla kartoitetaan olemassa olevia tutkimuksia ja teoreettisia viitekehyksiä, jotka käsittelevät ERP-järjestelmiä, liiketoiminnan digitalisaatiota ja Teollisuus 4.0 -mallia. Vertailututkimuksessa analysoidaan ja vertaillaan kahta ERP-järjestelmää, eli pk-yrityksissä käytössä olevaa Lemonsoft-järjestelmää sekä kansainvälisesti suurten yritysten käytössä olevaa SAP-järjestelmää käytännön näkökulmista, ja niiden roolia tarkastellaan liiketoimintaprosessien tukemisessa ja digitalisaation edistämisessä.

Tutkielman rakenne etenee siten, että aluksi käsitellään yleisesti Teollisuus 4.0 -mallia sekä sen keskeisiä periaatteita ja teknologioita. Tämän jälkeen käsitellään ERP-järjestelmien perinteistä roolia yritysten toiminnassa. Seuraavaksi syvennyttään ERP-järjestelmien merkitykseen liiketoiminnan digitalisaation ja Teollisuus 4.0 -mallin mukaisen kehityksen mahdollistajina. Tämän jälkeen esitetään ERP-järjestelmien vertailuosio ja lopuksi kootaan yhteenveto tutkielman keskeisimmistä havainnoista sekä esitetään jatkotutkimuskysymys.

2 Teollisuus 4.0 ja liiketoiminnan digitalisaatio

Teollisuus 4.0, eli neljäs teollinen vallankumous perustuu liiketoiminnan digitalisoitumiseen, järjestelmien integrointiin ja älykkäiden teknologioiden hyödyntämiseen yritysten liiketoimintaprosessien kehittämisessä. Lisääntyvä automaatio sekä älykkäiden koneiden ja tehtaiden käyttö tuottavat jatkuvaa dataa, jotka auttavat tuottamaan tuotteita ja palveluita tehokkaammin ja tuottavammin koko yrityksen arvoketjussa (Jamwal ym., 2021).

Teollisuus 4.0 -mallissa yhdistetään fyysiset toimintaa ohjaavat menetelmät sekä digitaaliset järjestelmät siten, että tieto saadaan kulkemaan sujuvammin yrityksen prosessien ja eri yksiköiden välillä. Tashkinov (2025, s. 1) korostaa, että tällainen integraatio mahdollistaa yrityksen päätöksenteon, operatiivisten toimintojen ohjauksen, tiedonkulun läpinäkyvyyden ja resurssien käytön optimoinnin reaaliaikaisesti ja tehokkaasti. Tällaisen toimintamallin toteuttaminen edellyttää kuitenkin laadukasta dataa, yhteensopivia tietojärjestelmiä sekä riittävää osaamista, ja ilman näitä integraation tarjoamat hyödyt eivät välttämättä toteudu suunnitellulla tavalla.

Teollisuus 4.0 -mallissa digitaalisten teknologioiden hyödyntäminen mahdollistaa paremman tuottavuuden sekä joustavamman ja ketterämmän toiminnan (IBM, n.d). Lisäksi digitaalisten teknologioiden tuottaman datan avulla yritykset voivat kehittää uusia liiketoimintamahdollisuuksia ja palveluja, kuten ennakoivaa kunnossapitoa (Ghobakhloo, 2018, s. 919). Näillä tavoilla Teollisuus 4.0 yhdistää teknologian, tiedon ja liiketoiminnan tavoitteet luoden samalla vahvan perustan tehokkaalle, joustavalle ja digitalisaatiota hyödyntävälle liiketoiminnalle.

2.1 Teollisuuden murros ja digitalisaation kehitysvaiheet

Aikaisemmat teolliset vallankumoukset ovat perustuneet mekanistumisen, sähköistymisen ja automaation kehitykseen. Viimeisimmässä teollisuuden kehitysvaiheessa nähdään digitalisaatioon perustuva murros, jossa reaaliaikaisella tiedolla, järjestelmien välisellä integraatiolla ja digitaalisten ratkaisujen hyödyntämisellä on keskeinen rooli teollisessa toiminnassa (Sharma & Singh, 2020). Teollisuuden kehitystä on perinteisesti kuvattu erilaisten murrosvaiheiden kautta, joissa teollisten yritysten ja organisaatioiden tuotantotavat, teknologiat ja toimintamallit ovat muuttuneet merkittävästi.

Digitalisaation myötä teollinen toiminta ei perustu enää pelkästään fyysisiin tuotantoprosesseihin, vaan sen vastapainoksi on tullut tiedon kerääminen, käsittely ja hyödyntäminen osana päätöksentekoa ja toiminnan ohjausta. Machado ym. (2020, s. 1462) kertovat, kuinka digitalisaatiolla on ollut merkittävä vaikutus yrityksen toimintaympäristön muutokseen mahdollistamalla aiempaa paremman näkyvyyden tuotantoon, resurssien käyttöön ja prosessien suorituskykyyn. Parempi näkyvyys ei kuitenkaan johda automaattisesti tehokkaampaan toimintaan, mikäli yritys ei kykene käsittelemään kerättyä tietoa yhtä tehokkaasti kuin sitä kerätään, jolloin suuri tiedon määrä voi jopa vaikeuttaa olennaisen tiedon tunnistamista ja hidastaa päätöksentekoa.

Teollisuuden digitalisaation kehitysvaiheisiin liittyy liiketoimintojen entistä tiiviimpi kytkeytyminen toisiinsa. Digitaaliset ratkaisut mahdollistavat tiedon yhdistämisen eri toimintojen ja organisaation osien välillä, mikä tukee kokonaisvaltaista toiminnan ohjausta ja päätöksentekoa yrityksissä. Fan ym. (2025, s. 1484) korostavat, että digitalisaatio ei vaikuta ainoastaan tuotantoon, vaan sillä on laajempia vaikutuksia myös etenkin toimitusketjujen hallintaan ja koko yrityksen arvoketjuun.

2.2 Teollisuus 4.0 -mallin periaatteet ja teknologiat

Teollisuus 4.0 -mallin keskeisimpiä periaatteita ovat yhteentoimivuus, reaaliaikaisuus, virtualisointi, hajautettu päätöksenteko sekä vertikaalinen ja horisontaalinen integraatio. Näitä periaatteita toteutetaan erilaisten teknologioiden ja niitä tukevien menetelmien avulla, joita Teollisuus 4.0 -mallissa ovat muun muassa esineiden internet (Internet of Things, IoT), pilvipalvelut, älykäs automaatio, tekoäly (Artificial Intelligence, AI), koneoppiminen (Machine Learning, ML), kyberfyysiset järjestelmät (Cyber-Physical Systems, CPS) ja data-analytiikka (Ghobakhloo, 2018, s. 914; Jamwal ym., 2021, s. 2).

IoT-teknologian avulla verkkoon liitetyt laitteet ja järjestelmät keräävät ja välittävät jatkuvaa dataa yrityksen eri toiminnoista. Pilvipalvelut toimivat tämän datan keskitettynä käsittely- ja tallennusympäristönä, mikä mahdollistaa sen tehokkaan hallinnan. Älykäs automaatio hyödyntää tätä dataa operatiivisten prosessien ohjaamiseen ja toistuvien tehtävien automatisointiin, kun taas data-analytiikka, tekoäly ja koneoppiminen auttavat muuttamaan suuria ja monimutkaisia datamassoja tunnistamalla niistä olennaisia malleja hyödynnettäväksi tiedoksi (Ghobakhloo, 2018; Rahman ym., 2023).

IoT:n avulla fyysiset koneet, laitteet ja tuotantoprosessit pystyvät tuottamaan toimintansa aikana reaaliaikaista tietoa, jota voidaan kerätä, tallentaa ja hyödyntää toiminnan jatkuvassa kehittämisessä (Zhong ym., 2017, s. 616–619). IoT auttaa seuraamaan yksityiskohtaisemmin koneiden suorituskkyä ja reagoimaan nopeammin tuotannossa tapahtuviin muutoksiin. Tuotantoympäristön muutokset voivat olla ennakoitua laajempia, jolloin IoT:hen nojaava ongelmanratkaisu voi osoittautua haasteelliseksi, jos kerätyn tiedon yhteensovittaminen niitä kerääviin järjestelmiin on toteutettu puutteellisesti. Jos IoT-laitteiden avulla kerätty data jää liian irralliseksi, tuotannon ohjaukseen liittyvät ongelmanratkaisut perustuvat vain

yksittäisiin signaaleihin ilman selkeää tilanteen kokonaiskuvaa, jolloin tuotantohäiriöiden juurisyys jäävät kokonaan tunnistamatta.

IoT:n tuottaman datan käsittely ja tallentaminen edellyttää keskitettyä ja skaalautuvaa tiedonhallintaa, jonka pilvipalvelut mahdollistavat. Zhong ym. (2017, s. 618–620) mukaan pilvipohjaiset ratkaisut mahdollistavat IoT-datan hyödyntämisen siten, että esimerkiksi tuotannon valmistusresursseihin liittyviä tietoja voidaan virtualisoida palveluiksi ja jakaa verkon välityksellä eri toimintojen hyödynnettäväksi. IoT- ja pilvipohjaiset järjestelmät muodostavat monikerroksisen rakenteen, joka tekee myös tiedon yhdistämisestä monivaiheisen prosessin ja luo rajoitteita IoT-datan hyödyntämiselle resurssienhallinnassa.

IoT:n ja pilvipalveluiden avulla kerätty data muodostaa pohjan kyberfyysisten järjestelmien käytölle. Kun fyysiset laitteet ja tuotantoprosessit tuottavat reaaliaikaista tietoa, sitä hyödyntämällä voidaan rakentaa järjestelmiä, jotka kykenevät toiminnan seuraamisen lisäksi myös ohjaamaan ja automatisoimaan sitä älykkäästi (Jiang ym., 2020, s. 109). Kyberfyysiset järjestelmät toimivat tässä keskeisessä roolissa, sillä ne yhdistävät fyysiset prosessit ja ohjausjärjestelmät toisiinsa mahdollistaen datan integroinnin digitaalisiin päätöksentekojärjestelmiin, jonka toiminnallisuus edellyttää järjestelmien yhteentoimivuutta ja datasiirron luotettavuutta (Jiang ym., 2020, s. 108).

Kun IoT:n, pilvipalveluiden ja kyberfyysisten järjestelmien teknologioita täydennetään data-analytiikalla ja koneoppimisella, yritykset voivat muuttaa laitteiden ja koneiden tuottamia datamääriä helpommin hyödynnettäväksi tiedoksi (Rahman ym., 2023, s. 2). Data-analytiikan avulla dataa voidaan järjestellä ja visualisoida tarkemmin, ja tuotantoprosessien toimintamalleista voidaan tunnistaa entistä yksityiskohtaisempia kehityskohteita, sekä ennakoida mahdollisia ongelmia ennen kuin ne ehtivät vaikuttamaan koko liiketoimintaan (Boppiniti, 2019, s. 20).

Koneoppiminen tukee data-analytiikan prosessia analysoimalla, että millaiset mallit ja poikkeamat ovat merkityksellisimpiä ja helpoiten ennakoitavissa. Koneoppiminen hyödyntää laajaa datahistoriaa, jota se käyttää tuotetun datan opettelussa ja uuden tiedon luomisessa siihen rakennettujen algoritmien avulla (Rahman ym., 2023, s. 9–10). Koneoppimisen avulla analyysit muuttuvat paljon tarkemmiksi, koska sen avulla järjestelmät pystyvät itse tunnistamaan tuttuja kaavoja sekä ehdottamaan optimointimenetelmiä, jotka voisivat ihmisten luomassa analyysissa jäädä huomaamatta. Koneoppiminen tehostaa data-analytiikan toimintaa tuottamalla tarkempia havaintoja kerätyistä tiedoista. Tämän avulla yritykset voivat käsitellä valtavia tietomääriä tehokkaammin, tehdä ennakoivia päätöksiä helpommin ja kehittää toimintaansa reaaliaikaisen ja historiapohjaisen tiedon avulla (Boppiniti, 2019, s. 19–20).

Kaikki aiemmin käsitellyt teknologiat luovat yhdessä pohjan älykkäälle automaatiolle, joka pystyy suorittamaan toistuvia tehtäviä itsenäisesti ja vähentämään manuaalisen työn tarvetta sekä parantamaan resurssien käyttöä muuttuvissa tuotanto-olosuhteissa. Teollisuus 4.0-mallin teknologiat mahdollistavat myös sen, että esimerkiksi teollisuusyrityksessä käytettävä automaatio ei rajoitu vain ennalta määritettyihin toimintoihin, vaan se pystyy mukautumaan itsenäisesti toimintaympäristön muutoksiin ja tunnistamaan itse sellaisia kohteita, jotka hidastavat toimintojen tehokkuutta tai aiheuttavat mahdollisia häiriöitä liiketoimintaketjussa (Rahman ym., 2023, s. 1).

2.3 Teollisuus 4.0 -mallin vaikutukset tuotantotalouteen ja yrityksiin

Fyysisten tuotantojärjestelmien integrointi digitaalisiin alustoihin mahdollistavat sen, että yritykset voivat seurata ja optimoida prosessien kustannustehokkuutta, laatua sekä läpimenoaikoja tarkemmin. Digitalisaatioon perustuvan digital twin -

ratkaisumenetelmän avulla yritykset voivat seurata kaikkia toimintojaan virtuaalisessa eli tietokoneella toteutetun digitaalisen mallin ympäristössä (Tashnikov, 2025, s. 2). Digitaaliset alustat mahdollistavat myös innovatiivisten palvelujen kehittämisen, kuten ennakoivan kunnossapitopalvelun, tuotelaadun parantamisen ja suunnittelun optimoinnin (Ghobakhloo, 2018, s. 919).

Kun yrityksen liiketoimintaprosesseja ohjaaminen siirtyy yhä enemmän verkkoon yhdistettyihin järjestelmiin, niiden käyttöönottamisen myötä myös kyberuhkien riskit kasvavat (Gaba, 2025). Turvallisuusriskien kasvun myötä yritysten on panostettava entistä enemmän tietoturvaan, salaustekniikoihin ja jatkuvaan järjestelmien valvontaan, jotta yrityksen liiketoimintaprosessien sisältämä data ei vaarannu. Turvallisuusasioiden huomioiminen mahdollistaa luotettavan datan keräämisen ja analysoinnin, mikä on keskeisin asia reaaliaikaisen ja hajautetun päätöksenteon sekä automaation onnistumisessa (Gaba, 2025, s. 8867). Automaation ja tekoälyn käytön lisääntyminen yrityksissä vaikuttavat myös työpaikkojen rakenteeseen ja henkilöstön rooleihin, mitkä saattavat edellyttää yrityksiltä työntekijöiden uudelleenkoulutusta ja uudenlaista henkilöstöjohtamista (da Silva ym., 2022). Tällöin uusien teknologioiden käyttöönotto ei ole yritykselle kannattava vaihtoehto, jos yritys joutuu tehdä massiivisia rakenneuudistuksia ja käyttämään liikaa resurssitarpeita muutosten kustantamiseen.

Teollisuus 4.0 -mallin siirtymä tuo mukanaan myös eettisiä haasteita yrityksille, sillä niiden on jatkuvasti varmistettava, että uusien teknologiamallien avulla kerättyä dataa käytetään läpinäkyvästi ja työntekijöiden yksityisyyttä kunnioittaen. Monet digitaaliset järjestelmät voivat tehostaa merkittävästi päätöksentekoa ja tuottaa reaaliaikaisia analyyskejä, mutta ilman eettisiä huomioita ne voivat johtaa epäreiluihin henkilöstöpäätöksiin. Tämän vuoksi yritysten on tasapainotettava tehokkuus, läpinäkyvyys ja oikeudenmukaisuus ja samalla huomioitava työntekijöiden ja sidosryhmien hyvinvointi (Fleddermann, 2012).

3 ERP-järjestelmien perinteinen rooli yritystoiminnassa

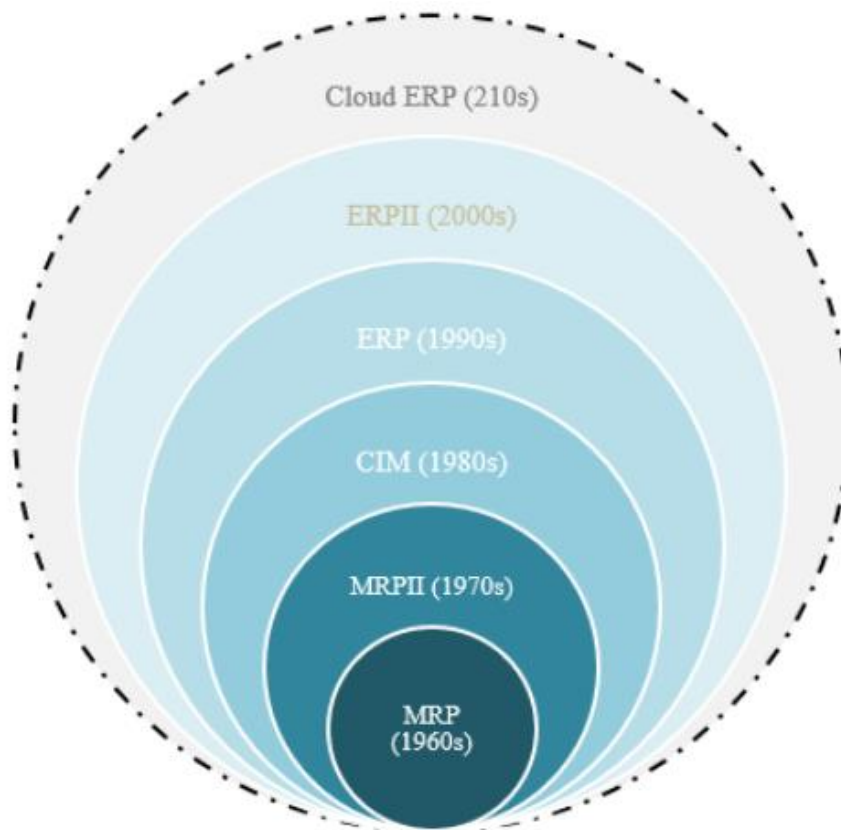
ERP-järjestelmät ovat ohjelmistopohjaisia toiminnanohjausjärjestelmiä, jotka tukevat monipuolisesti nykyaikaisten yritysten ja organisaatioiden johtamista ja kehittämistä. ERP-järjestelmät mahdollistavat keskeisten liiketoimintojen ja niihin liittyvien tietojen integroinnin yhtenäiseksi kokonaisuudeksi, jolloin esimerkiksi tuotannon, taloushallinnon, logistiikan, projektinhallinnan, asiakkuudenhallinnan ja henkilöstöhallinnon toimintoja voidaan ohjata kokonaisvaltaisesti ja keskitetysti digitaalisen järjestelmän kautta (Morawiec & Soltysik-Piorunkiewicz, 2023).

3.1 ERP-järjestelmien kehitys

Nykyiset ERP-järjestelmät ovat kehittyneet pitkän ajan kuluessa tuotannon materiaalitarpeiden suunnittelujärjestelmistä laajasti integroituiksi ja pilvipohjaisiksi liiketoiminnanohjausjärjestelmiksi. ERP-järjestelmien historia ulottuu 1960-luvulle, jolloin ERP kehitettiin alun perin materiaalitarpeiden laskentaan ja tuotannon resurssien hallintaan käytettynä MRP (Material Requirement Planning) -järjestelmänä (Al-Amin ym., 2023, s. 36). 1970-1980-lukujen vaihteessa MRP:n kehitys laajeni MRP II (Manufacturing Resource Planning) -järjestelmiin, jolloin tuotannon materiaalitarpeiden laskenta laajeni kattamaan tuotannon ja materiaalivirtojen synkronoinnin sekä tuotannon suunnittelun ja optimoinnin (Katu, 2020, s. 40). 1980-luvulla yritysten järjestelmiä alettiin integroida laajemmin valmistusympäristöihin CIM (Computer Integrated Manufacturing) -ajattelun kautta, jolloin tuotannon automaatio ja tietojärjestelmät yhdistyivät entistä tiiviimmin toisiinsa (Al-Amin ym., 2023, s. 39).

Varsinainen ERP-järjestelmä kehittyi 1990-luvulla, jolloin yritysten eri liiketoimintaprosesseja integroitiin yhteen keskitettyyn järjestelmään. 2000-luvulla

ERP-järjestelmän toiminnallisuudet laajenivat sisäisten toimintojen ulkopuolelle kattamaan myös laajempien toimitusketjujen ja asiakkuudenhallinnan (Katu, 2020, s. 40). Viimeisimpänä ERP-järjestelmien kehitysvaiheena on ollut pilvipohjaiset ERP-ratkaisut, jotka ovat mahdollistaneet järjestelmien joustavamman käyttöönoton, reaaliaikaisemman tiedon saatavuuden sekä paremman integroitavuuden muihin pilvipalveluihin, IoT-ratkaisuihin ja tekoälyyn (Lee ym., 2024; Önden, 2026)



Kuva 1. ERP-järjestelmien kehitys (lähde: Al-Amin ym., 2023)

3.2 ERP-järjestelmä liiketoimintojen ohjauksen välineenä

ERP-järjestelmän keskeinen tehtävä on mahdollistaa tiedon yhtenäinen hallinta ja jakaminen koko organisaation eri toimintojen välillä (Tobón Valencia ym., 2018, s. 1212). ERP-järjestelmän integraatio tehostaa merkittävästi liiketoimintojen välistä ohjattavuutta vähentämällä tiedon hajanaisuutta sekä tuottamalla tietoa samanaikaisesti eri prosesseissa, jolloin yrityksen toiminnot toimivat ajantasaisen tietopohjan varassa. ERP-järjestelmän avulla esimerkiksi tuotanto, taloushallinto, hankinta, myynti ja asiakkuudenhallinta voivat hyödyntää yhteistä tietovarastoa mahdollistaen paremman päätöksenteon tukemisen liiketoimintojen välillä (Ouiddad, A. ym., 2021).

ERP-järjestelmällä voidaan ohjata yrityksen tuotantotoimintaa yhdistämällä tuotannonsuunnittelun, kapasiteetinhallinnan ja materiaalivirtojen koordinoinnin toiminnot (Katu, 2020; Jodlbauer & Strasser, 2019). Kun tuotantokoneet ja niiden oheislaitteet kytketään tietoa keräävillä antureilla samaan digitaaliseen järjestelmään, yritys voi kerätä laajemmin reaaliaikaista tietoa tuotantoprosessien toiminnasta (Zhong ym., 2017, s. 616–618). ERP-järjestelmien rakenteellisuus voi kuitenkin myös rajoittaa tuotannosta kerätyn datan tarkkuutta, mikäli kaikki kerätty tieto pitää sovittaa ERP:n ennalta määritettyihin tietomalleihin, jolloin osa tuotannon yksityiskohtaisesta tiedosta voi jäädä hyödyntämättä.

ERP-järjestelmään kerätty tuotantodata toimii tärkeänä tukena erityisesti yrityksen taloushallinnolle, sillä se täydentää järjestelmään tallennettua liiketoimintatietoa ja mahdollistaa taloudellisen raportoinnin tuottamisen aiempaa nopeammin ja systemaattisemmin (Rom & Rohde, 2007). Systemaattinen toiminta lisää kuitenkin riskiä siinä, että taloudellinen raportointi rakentuu liian standardoitujen prosessien varaa, jolloin laskentatoimen käytännöt nojaavat liikaa järjestelmän vakioraporttien pohjiin sen sijaan, että käytäntöjä muokattaisiin joustavasti muuttuvien tilanteiden mukaan.

ERP-järjestelmä mahdollistaa myös oston, myynnin, projektin- ja asiakkuudenhallinnan ohjauksen sekä näiden liiketoimintatietojen integroinnin (Roh & Hong, 2015, s. 617–624). Yksittäisen tuotantojonolla olevan työn tieto voi olla kytkettynä muihin liiketoimintaprosesseihin yhteisten tunnisteiden avulla, jolloin se ei ole irrallisena tietona tuotantojononäkymässä, vaan samaan tietoriviin sisältyy myös myyntitilausnumero, asiakas- ja toimitustiedot sekä tuotantotyön eri vaiheet, josta taas pääsee näkemään materiaaleihin liittyvät hankinta- ja varaustiedot. Tämän ominaisuuden avulla voidaan tehostaa tuotannon hallintaa ja seurantaa (Lemonsoft, 2026a). Saman ominaisuuden avulla voidaan myös tukea asiakaspalvelun kehittämistä ja tarkempaa myynnin ja hankintojen ennustamista (Lemonsoft, 2025b; Adabala, 2024, s. 2465–2466).

Nykyisessä liiketoimintaympäristössä yrityksiltä edellytetään aiempaa suurempaa joustavuutta ja kykyä reagoida nopeasti toimintaympäristön muutoksiin. Tämän vuoksi ERP-järjestelmät painottavat aiempaa joustavampaa liiketoimintojen ohjaamista ja integraatiota, jossa liiketoimintojen tietoja voidaan yhdistää samaan järjestelmäkokonaisuuteen sujuvammin, minkä avulla voidaan myös parantaa tiedonhallinnan selkeyttä ja järjestelmäratkaisujen kustannustehokkuutta (Lee ym., 2024; Lemonsoft integraatiot, n.d).

3.3 ERP-järjestelmän hyödyntäminen tiedolla johtamisessa ja prosessien tehostamisessa

ERP-järjestelmän avulla yrityksen operatiivisista prosesseista saadaan ajantasaisempaa ja yksityiskohtaisempaa tietoa, minkä ansiosta yrityksen toimintoja voidaan tarkastella selkeämpinä kokonaisuuksina sekä kehittää prosesseja tietoon perustuvan päätöksenteon avulla (Ouidad, A. ym., 2021). ERP-järjestelmän hyödyntäminen näkyy esimerkiksi manuaalisen työn vähenemisenä ja

tiedonkulun nopeutumisena, mitkä parantavat liiketoimintaprosessien sujuvuutta ja luotettavuutta (Chopra ym., 2022). Nämä edellyttävät kuitenkin onnistunutta ERP:n käyttöönottoa sekä sen tehokasta ja suunnitelmallista käyttöä.

Yksi ERP-järjestelmän keskeisin hyöty on tiedolla johtaminen, mikä mahdollistaa päätöksenteon perustamisen selkeästi käsiteltyyn tietoon. ERP-järjestelmän raportointityökalut tukevat johdon kykyä hyödyntää reaaliaikaista tietoa toimintojen analysoinnissa, mikä parantaa myös päätöksenteon laatua (Ouiddad, A. ym., 2021, s.1144–1145). Tiedolla johtaminen ERP-järjestelmän avulla perustuu siihen, että dataa ei ainoastaan kerätä, vaan sitä myös hyödynnetään eri toimenpitein, kuten ennustavan analytiikan avulla, mikä tukee yritysten siirtymää kohti ennakoivampaa ja dataohjautuvaa johtamista (Adabala, 2024).

ERP-järjestelmä tarjoaa reaaliaikaisen tiedon siitä, milloin prosessit on suoritettu ja kuinka kauan niiden suorittamiseen on käytetty aikaa, mikä parantaa prosessien seuranta ja hallintaa (Madanhire & Mbohwa, 2016). ERP-järjestelmällä toteutettu prosessien tehostaminen näkyy esimerkiksi tuotannon työvaiheiden välisten odottelujen vähenemisenä, sillä ERP-järjestelmän työntekijänäkymän kautta on saatavilla kaikki työhön liittyvät tiedot, kuten työssä tarvittavat materiaalit ja työvaihetiedot, joiden avulla työntekijä voi edetä itsenäisesti seuraaviin työvaiheisiin ilman esimiehen erillistä ohjeistusta (Lemonsoft Tuotannonohjaus, Työntekijän näkymä, n.d). ERP tarjoaa reaaliaikaisen näkymän työn materiaalivarauxsiin, varastotilanteeseen ja mahdollisiin puuttuviin materiaaleihin, joiden avulla voidaan tehostaa materiaalien oikea-aikaista saatavuutta tuotantoon.

4 ERP-järjestelmät Teollisuus 4.0 -ympäristössä

ERP-järjestelmät ovat kehittyneet vuosien saatossa yhä enemmän operatiivisista ohjausjärjestelmistä yrityksen kokonaisvaltaiseksi liiketoimintojen datalähteeksi. Digitalisaation edetessä ERP-järjestelmistä on tullut keskeinen liiketoiminnan digitalisaatiota mahdollistava teknologia yrityksille (Al-Amin. ym., 2023). Tämän myötä ERP-järjestelmät muodostavat perustan älykkäämmille ja verkottuneille liiketoimintaratkaisuille, joita Teollisuus 4.0-malli edellyttää (Morawiec & Soltysik-Piorunkiewicz, 2023).

Teollisuus 4.0-mallissa yritysten toiminta perustuu reaaliaikaisen tiedon hyödyntämiseen ja datalähtöiseen päätöksentekoon (Ghobakhloo, 2018). ERP-järjestelmät mahdollistavat näiden toimintamallien käytännön toteuttamisen tarjoamalla keskitetyn alustan, jonka kautta yritys voi hyödyntää liiketoiminnoista kerääntyvää tietoa yhtenä kokonaisuutena (Tobón Valencia ym., 2018). ERP-järjestelmät toimivat järjestelmällisenä alustana Teollisuus 4.0-mallin teknologioiden hyödyntämiselle, minkä vuoksi ne muodostavat teknisen perustan, jonka varaan yritysten digitalisaatio ja Teollisuus 4.0 -mallin mukainen kehitys rakentuvat.

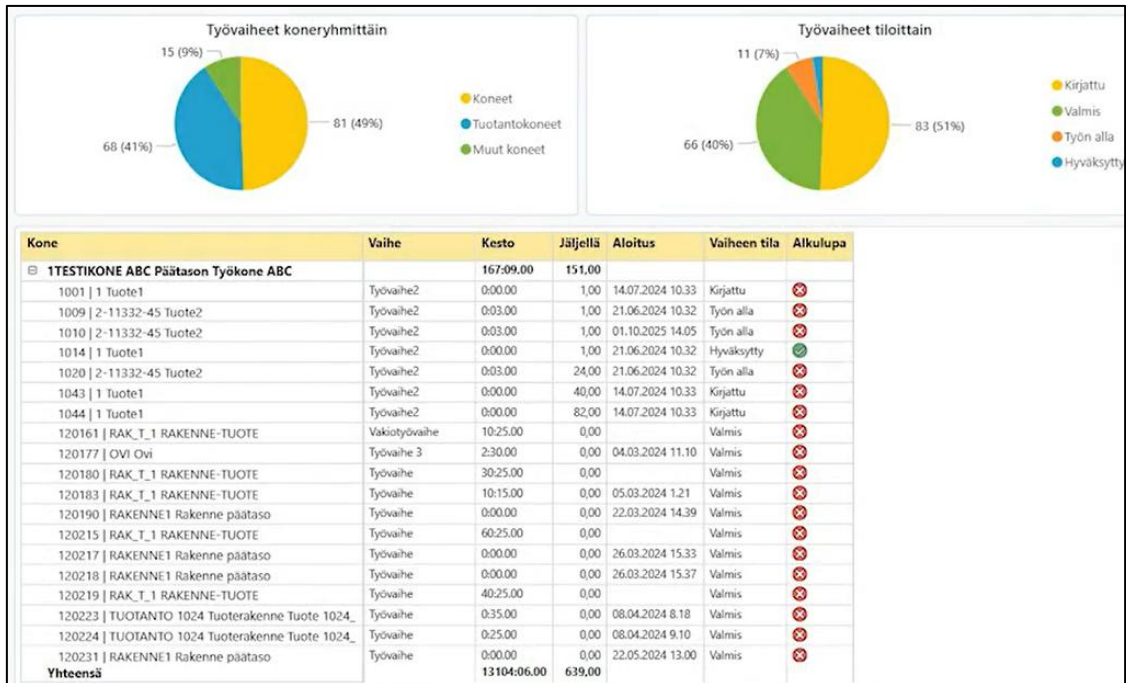
4.1 ERP-järjestelmä liiketoimintadatan jalostajana

Teollisuus 4.0 -mallissa digitaaliset teknologiat tuottavat jatkuvasti suuria määriä dataa, jonka hallinta ja hyödyntäminen edellyttävät aiempaa kehittyneempiä ominaisuuksia ERP-järjestelmissä (Morawiec & Soltysik-Piorunkiewicz, 2023). ERP-järjestelmien rooli ei rajoitu pelkästään datan tallentamiseen, vaan sen tehtävänä on integroida eri lähteistä syntyvä tieto selkeäksi kokonaisuudeksi sekä jalostaa sitä käyttökelpoiseen muotoon. Ilman tehokasta tiedonhallintaa datan määrän kasvu

aiheuttaa vaikeuksia olennaisen datan tunnistamisessa, jolloin myös tietoon perustuva päätöksenteko hidastuu (Bandara ym., 2023). ERP-järjestelmän analytiikka- ja visualisointiominaisuuksien avulla suurista datamassoista (Bigdata) voidaan tunnistaa liiketoiminnan kannalta olennainen tieto (Adabala, 2024), jolloin hukkadatan osuus vähenee ja tiedon hyödyntäminen tehostuu.

ERP-järjestelmä sisältää monia integraatio-ominaisuuksia, joiden avulla tietoa voidaan hyödyntää ja siirtää eri ohjelmistojen, asiakasportaaleiden sekä sähköpostien kautta (Lemonsoft, 2025c; Lemonsoft integraatiot, n.d). Integraatioiden avulla liiketoimintatietoa voidaan käsitellä useissa eri järjestelmissä ilman manuaalista tiedonsiirtoa, mikä vähentää päällekkäistä tiedonkäsittelyä ja mahdollistaa sen, että eri lähteistä kerätty tieto muodostaa ajantasaisen ja yhtenäisen tietopohjan.

ERP-järjestelmän sisäinen BI-toiminnallisuus mahdollistaa eri tietosarakkeisiin tallennetun datan yhdistämisen ja visualisoinnin siten, että liiketoiminnan tietoja voidaan tarkastella yhdestä näkymästä ilman erillisiä taulukkosovelluksia. ERP-järjestelmän BI-työkalu visualisoi eri liiketoimintaprosessien tuottamat tiedot yhdeksi raportointinäkymäksi, minkä avulla tekstimuodossa olevaa dataa voidaan esittää mittareina ja dashboardeina, joissa yhdistyvät liiketoimintatietojen keskeisimmät tunnusluvut (Lemonsoft, BI, n.d). Tämä mahdollistaa sen, että yrityksen eri toiminnot eivät tarkastele omaa dataansa erillään, vaan samaa tietopohjaa voidaan tarkastella eri näkökulmista (Morawiec & Soltysik-Piorunkiewicz, 2023).



Kuva 2. Tuotantodatan visualisointi BI-työkalulla (lähde: Lemonsoft, BI, n.d)

ERP-järjestelmät ovat muuttaneet paljon yritysten tiedonkäsittelymenetelmiä digitalisaation myötä. Aiempien menetelmien kautta tietoa on tallennettu erillisiin paperisiin työmääräimiin, lomakkeisiin tai käsin kirjoitettuihin muistilappuihin, jolloin tiedon hyödyntäminen eri toimintojen välillä on ollut hidasta ja virheille altista. ERP-järjestelmän avulla tietoa voidaan tallentaa suoraan digitaalisesti, jolloin se on myös välittömästi muiden toimintojen käytettävissä (Madanhire & Mbohwa, 2016, s. 228–229).

4.2 ERP-järjestelmä Teollisuus 4.0 -mallin teknologioiden ja menetelmien hyödyntämisessä

4.2.1 Data-analytiikka, tekoäly ja koneoppiminen

ERP-järjestelmien datan käsittely on siirtynyt kohti älykkäämpää analytiikkaa jossa datasta ei luoda pelkästään raportteja liiketoimintatuloksien analysointia varten, vaan tiedon hyödyntämiseen ja analysointiin luodaan vähitellen uusia automatisoituja menetelmiä, joita toteutetaan tekoälyn ja koneoppimisen avulla (Önden A., 2026). Data toimii keskeisimpänä resurssina älykkäiden koneiden ohjaamisessa, jonka vuoksi sitä pitää osata käsitellä ja luokitella käyttötarkoituksen mukaisesti aina tietyn toiminnan ohjauksessa. ERP-järjestelmän suurten datamäärien käsittely voi aiheuttaa haasteita oikean ja asianmukaisen tiedon löytämisessä (Bandara ym., 2023), joka on haasteellinen ongelma etenkin sellaisille käyttäjille, jotka eivät tunne ERP:n teknisiä ominaisuuksia riittävän hyvin.

ERP-järjestelmien kehityksessä hyödynnetään yhä enemmän luonnollisen kielen käsittelyä, jonka avulla voidaan analysoida ja hyödyntää ERP:n jäsentymätöntä dataa käyttäjäkyselyiden tukena (Önden, 2026, s. 177). ERP-järjestelmiin integroidut tekoälytyökalut hyödyntävät datan analysoinnissa suuria kielimalleja (LLM), joiden avulla käyttäjän luonnollisella kielellä esittämät kyselyt voidaan tulkitella ilman ennalta määriteltyjä hakutermejä (Dwivedi ym., 2023). Jos esimerkiksi tuotannon työnumeroa tai ostotilausnumeroa ei ole saatavilla, käyttäjä voi kuvailla järjestelmän tekoälylle yleisillä käsitteillä tai hakusanoilla, mitä hän etsii, ja koneoppimisen avulla tekoäly tunnistaa tarvittavan tiedon aiempaa nopeammin esimerkiksi tuotteiden nimikkeiden tai päivämäärien perusteella (Lemonsoft, LemonAI, n.d). LLM-tekoäly vaatii luotettavien vastauksien tekemiseen sen, että ERP-järjestelmän data on tallennettu yhtenäisten tietorakenteiden ja luokittelujen mukaisesti. Tällöin tekoäly pystyy hyödyntämään järjestelmän tietoa

johdonmukaisemmin, mikä parantaa myös sen kykyä tuottaa liiketoiminnan kannalta käyttökelpoisia hakutuloksia ja analyysejä.

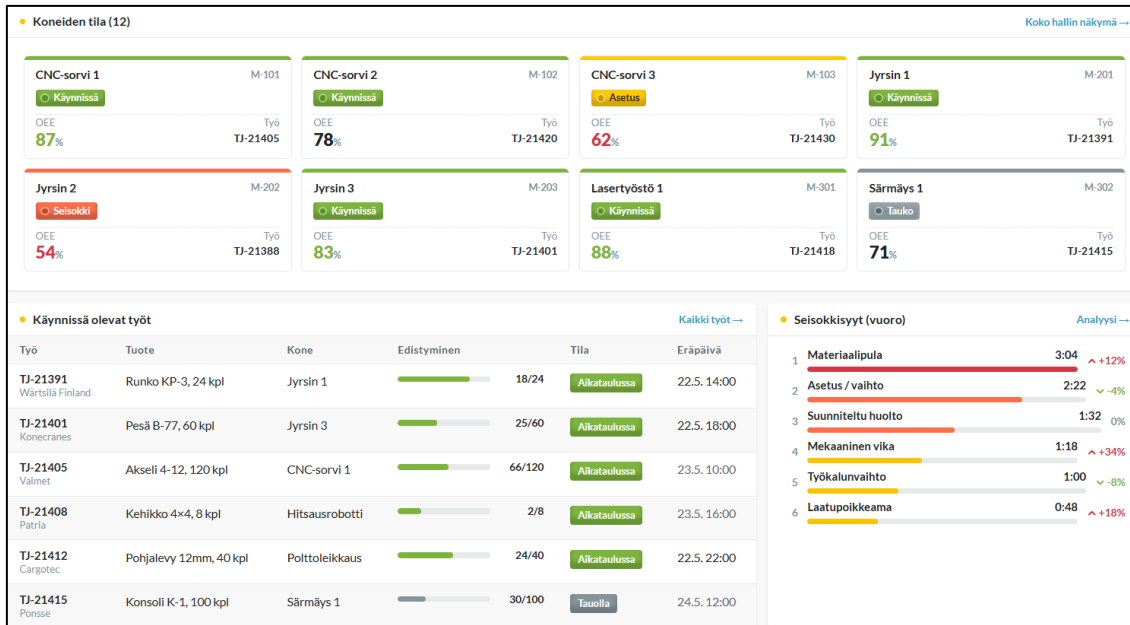
ERP-järjestelmän keskitetty tietokanta mahdollistaa laajempien tietopohjien hyödyntämisen tekoälypohjaisessa data-analytiikassa (Önden, 2026; Bandara ym., 2023). Tämä muodostaa laajemman datapohjan automaattisia tehtäviä hoitavalle tekoälyagentille, joka analysoi ja käsittelee dataa autonomisena ohjelmistokomponenttina (Önden, 2026; Lemonsoft, LemonAI, n.d). ERP:n tekoälytoiminnot hyödyntävät jaettua liiketoimintatietoa, jonka avulla hajallaan olevaa dataa voidaan yhdistää ja tunnistaa sen välisiä yhteyksiä paremmin (Dwivedi ym., 2023). Laajempi tietopohja ei yksin takaa tehokkaampaa data-analytiikkaa, sillä tekoälyn suorituskky riippuu datan määrän lisäksi myös siitä, kuinka hyvin tekoäly pääsee hyödyntämään eri liiketoimintaprosesseista muodostuvaa tietokokonaisuutta eikä vain yksittäisiä tietolähteitä.

Koneoppimista hyödyntävä tekoäly muodostaa ERP-järjestelmässä oppimiskerroksen, jossa järjestelmä analysoi aiempaa datahistoriaa ja tunnistaa toistuvia malleja, joita voidaan hyödyntää uusien toimintojen automatisoinnissa (Boppiniti, 2019). Tätä voidaan hyödyntää esimerkiksi projektivalmistukseen perustuvan tuotannon tuoterakenteiden luomisessa. Projektipiirroksiin perustuvat tuoterakenteet luodaan usein lisäämällä tarvittavat materiaalitiedot järjestelmään manuaalisesti, mikä voidaan automatisoida tekoälyn avulla siten, että käyttäjä syöttää vain valmiin tuotteen tuotekoodin tuoterakennetyökaluun (Lemonsoft, LemonAI, n.d). Koneoppimista hyödyntävä tekoäly analysoi datahistoriaa ja tunnistaa samassa tuotteessa aiemmin käytetyt materiaalit, ja ehdottaa niiden perustella tuoterakenteen uudelle tuotteelle.

4.2.2 IoT ja pilvipalvelut

Chopra ym. (2022) ja Bandara ym. (2023) mukaan ERP:n rooli IoT-ympäristössä ei rajoitu pelkästään datan vastaanottamiseen, vaan ERP toimii järjestelmänä, jonka avulla sensoridataa voidaan yhdistää liiketoimintaprosesseista muodostuvaan tietoon. Tällöin älykkäiltä tuotantokoneilta kerättyä dataa voidaan yhdistää esimerkiksi ERP-järjestelmän työtilauksiin, tuotantosuunnitelmiin ja kunnossapitotietoihin. IoT:n ja ERP:n välinen vuorovaikutus mahdollistaa sen, että tieto ei tallennu ja kulkeudu yksisuuntaisesti vain tuotantokoneista ERP-järjestelmään, vaan tieto kulkee vuorovaikutuksellisesti myös järjestelmästä koneisiin (Jiang ym., 2021).

Verkkoyhteyden kautta kulkeva IoT-data on laajaa ja jatkuvaa (Zhong ym., 2017), minkä vuoksi ERP-järjestelmän data-analytiikkaa tukevat toiminnot auttavat tunnistamaan, mitä dataa hyödynnetään esimerkiksi tuotantotilausten tai huoltokohteiden kanssa (Bandara ym., 2023). Tämän avulla pystytään tunnistamaan kapasiteettirajoitteita paremmin ja ennakoimaan huoltotarpeita ERP-järjestelmässä olevan tuotantosuunnitelman mukaisesti. Tällöin sensoridata ei toimi irrallisena mittaustietona, vaan ERP-järjestelmän ansiosta se voidaan yhdistää tietyn tuotantokoneen tai työvaiheen ohjaamiseen verkkoyhteyden kautta (Zhong ym., 2017; Lemonsoft, Tuotannonohjaus, n.d).



Kuva 3. ERP-järjestelmän yleisnäkymä IoT-pohjaisessa tuotannon seurannassa (lähde: Lemonsoft, LemonAI demo)

ERP-järjestelmä ja IoT-laitteet sisältävät yhdessä erittäin suuren määrän dataa, joten sen tallentaminen yhteen paikkaan kuormittaisi järjestelmiä niin, että tiedonhakuun ja järjestelmän näkymien muodostumisiin tulisi ylimääräisiä viiveitä (Rahman ym., 2023; Bandara ym., 2023). Tämän vuoksi IoT-laitteiden ja ERP:n data voidaan tallentaa yhtenäisiin pilvipohjaisiin palveluihin, jotka tarjoavat skaalautuvaa tallennus- ja laskentakapasiteettia sekä mahdollistavat tiedon tehokkaan jakamisen eri järjestelmien välillä (Zhong ym., 2017, s. 618–619).

ERP-järjestelmien laajentuneet tiedonhallinta- ja integraatiotarpeet ovat siirtäneet niiden toteutusta yhä enemmän pilvipohjaisiin ympäristöihin myös niiden käytettävyyden parantamiseksi, jolloin käyttäjillä on pääsy samaan järjestelmään eri laitteista ja sijainneista riippumatta (Lee ym., 2024). Pilvipohjainen ERP-järjestelmä toteutetaan usein selainpohjaisen käyttöliittymän kautta, jolloin järjestelmää voidaan käyttää ilman erillisiä ja paikallisia ohjelmistoasennuksia. Selainpohjainen käyttöliittymä helpottaa myös pilvipalveluun tallennetun datan käyttöä, kun käyttäjällä on pääsy ERP-järjestelmään verkkoselaimen kautta.

Pilvipohjaisessa ERP-järjestelmässä sovellus, data ja laskentakapasiteetti sijaitsevat palveluntarjoajan ylläpitämässä ympäristössä, jossa ne ovat käytettävissä verkkoyhteyden kautta (Lemonsoft, 2025d).

Pilvipohjaiseen ympäristöön tallennetun tiedon suurin haaste on tietoturva, sillä liiketoimintakriittisen tiedon tallentaminen yrityksen oman tietokantaympäristön ulkopuolelle kasvattaa merkittäviä vaatimuksia tiedon suojaamiselle (Gaba ym., 2025). Yritysverkostoissa ERP-järjestelmä sisältää usein asiakkaisiin ja muihin yhteistyökumppaneihin liittyvää luottamuksellista tietoa, minkä vuoksi mahdollisen tietoturvaloukkauksen vaikutukset voivat ulottua yksittäistä yritystä laajemmalle. Tämän vuoksi ERP-järjestelmän yhteydessä käytävien pilvipalveluiden hyödyntämistä on arvioitava niiden saavutettavuushyötyjä suhteessa tietoturvan ja tiedonhallinnan vaatimuksiin. Mikäli yrityksen omat palvelin- ja verkkoratkaisut kykenevät käsittelemään ERP-järjestelmän kasvavia tietomääriä tehokkaasti, liiketoimintakriittisen tiedon säilyttäminen yrityksen omassa tietojärjestelmäympäristössä voi tarjota optimaalisemman ratkaisun.

4.2.3 Kyberfyysiset järjestelmät ja älykäs automaatio

Kyberfyysisissä järjestelmissä fyysiset laitteet ja digitaaliset järjestelmät toimivat vuorovaikutuksessa reaaliaikaisen ohjauksen kautta. Kun fyysisiä laitteita ohjataan digitaalisilla järjestelmillä, niiden sisältämä tieto vaatii tarkasti valikoitua ja asianmukaista dataa, jotta fyysisiä laitteita voidaan käyttää virheettömästi (Jiang ym., 2021). ERP-järjestelmä toimii merkittävänä ohjausalueena kyberfyysisille järjestelmille, koska ERP:n tietorakenne mahdollistaa niiden sujuvan ohjaamisen (Morawiec & Soltysik-Piorunkiewicz, 2023).

Kyberfyysisen järjestelmän digitaalisessa osassa fyysisiä prosesseja ohjataan ERP-järjestelmästä tulevien työtilauksien, kuten tuotannon työnumeroiden

tuoterakenteiden tai ostotilaukantojen sisältämien tietojen perusteella (Morawiec & Soltysik-Piorunkiewicz, 2023; Jodlbauer & Strasser, 2019). Fyysinen toteutus tapahtuu esimerkiksi robottien tai varastoautomaattien kautta, jotka suorittavat digitaalisesta ohjausjärjestelmästä annettuihin tietoihin perustuvat toiminnot (Jiang ym., 2021).

Kyberfyysisen järjestelmän digitaalinen ohjaus perustuu ohjelmistopohjaisiin ohjausratkaisuihin, jotka voidaan integroida ERP-järjestelmään osana laajempaa järjestelmien yhteistoimintaa (Roh & Hong, 2015). Digitaalinen ohjausjärjestelmä hyödyntää sille ennalta määriteltyjä sääntöjä ja tunnisteita, joiden avulla se tulkitsee ERP:stä tulevat työtilaukset ja ohjaa niiden kautta fyysisten laitteiden toimenpiteitä (Jiang ym., 2021).

Älykäs automaatio rakentuu ERP-järjestelmästä saadun lähtötiedon ja kyberfyysisen digitaalisen ohjausjärjestelmän välisestä vuorovaikutuksesta, jossa tietty työtilaustieto siirtyy fyysisten prosessien toimenpiteeksi (Morawiec & Soltysik-Piorunkiewicz, 2023; Tobón Valencia, 2018). Tämä järjestelmäintegraatio muodostaa haasteeksi fyysisten toimintojen ohjauksen ERP-järjestelmässä olevaan tiedon varaan, sillä virheellinen työtilaustieto ERP:ssä voi edetä pienenä digitaalisena virheenä muita kyberfyysisen järjestelmän kerroksia pitkin laajaksi operatiiviseksi virheeksi. Älykkään automaation yleistyessä fyysisten järjestelmien toiminta määräytyy yhä enemmän datan laadun ja järjestelmäintegraation toimivuuden perusteella kuin yksittäisten laitteiden paikallisen ohjauksen kautta (Zhong ym., 2017; Rahman ym., 2023). Tämä siirtymä laitteiden paikallisesta ohjauksesta dataan perustuvaan ohjaukseen korostaa sitä, että ERP-järjestelmän tiedon laadulla ja data-analytiikalla on keskeinen merkitys Teollisuus 4.0 -teknologioiden käyttöönotossa.

5 Lemonsoft & SAP – ERP-järjestelmien vertailu

5.1 Yleisvertailu

Lemonsoft ja SAP muodostavat kaksi erilaista lähestymistapaa ERP-järjestelmien toteutukseen, joiden väliset eroavaisuudet liittyvät pääasiassa järjestelmien arkkitehtuuriin, datan hallintamalleihin ja integraatiokyvykkyyksiin, jotka määrittävät miten tehokkaasti nämä ERP-järjestelmät tukevat liiketoimintaprosessien ohjausta ja organisaation digitaalista kehitystä. Vertailu antaa myös selkeämmän kuvan siitä, miten erikokoiset ja eri käyttötarkoitukseen suunnatut ERP-järjestelmät tehostavat yritysten siirtymää kohti Teollisuus 4.0-mallia.

SAP-järjestelmän ratkaisu perustuu laajaan ERP-ekosysteemiin, jossa ERP toimii useiden liiketoimintaprosessien ja tietojärjestelmien yhdistävänä alustana. Tämä mahdollistaa korkean skaalautuvuuden ja laajamittaisen integraation, mutta samalla kasvattaa järjestelmän monimutkaisuutta sekä käyttöönoton ja ylläpidon vaatimuksia (SAP Cloud ERP, n.d). Lemonsoft-järjestelmä painottaa enemmän keskitettyä, joustavaa ja operatiivisesti tehokasta ERP-mallia, jossa tavoitteena on liiketoimintaprosessien hallinta yhden järjestelmän sisällä. Tämä ratkaisu vähentää integraatioarkkitehtuurin monimutkaisuutta ja tukee nopeampaa käyttöönottoa, mutta samalla sen kyky hyödyntää laajoja järjestelmäekosysteemejä jää paljon rajallisemmaksi kuin SAP-järjestelmässä.

Taulukko 1. Lemonsoft- ja SAP-järjestelmien keskeisten ominaisuuksien vertailu

	Lemonsoft	SAP
Kohderyhmä	Pk-yritykset	Suuryritykset ja globaalit konsernit
Arkkitehtuuri	Modulaarinen ERP-kokonaisuus	Laaja ERP-ekosysteemi
Integraatiot	Valmiit API-rajapinnat ja perusintegraatiot	Laaja integraatio- ja sovellusympäristö (SAP BTP)
Prosessien monimutkaisuus	Keskitaso – operatiivinen ohjaus	Erittäin korkea – monivaiheiset ja globaalit prosessiketjut
Kustannustaso	Matalampi	Korkeampi
Keskeinen vahvuus	Käytettävyys ja hallittavuus	Integraatio ja laaja toiminnallisuus

Vertailun perusteella SAP-järjestelmän selkeä vahvuus on kyky hallita laajoja ja monimutkaisia liiketoimintaverkostoja, joka tarjoaa yritykselle laajat mahdollisuudet toimintojen hallintaan ja kehittämiseen, mutta samalla järjestelmän käyttöönotto ja ylläpito vaativat enemmän resursseja. Lemonsoft-järjestelmä painottaa taas enemmän keskitettyä toiminnanohjausta ja järjestelmän käytettävyttä, minkä vuoksi sen käyttöönotto ja hyödyntäminen on paljon suoraviivaisempaa.

Järjestelmien välinen ero on näkyä myös selkeästi siinä, painotetaanko järjestelmissä laajaa toiminnallisuutta vai järjestelmän helppoa hallittavuutta. SAP tarjoaa enemmän mahdollisuuksia laajamittaiseen integraatioon, kun taas Lemonsoft painottaa enemmän kustannustehokkuutta ja operatiivista hallittavuutta. Näiden erojen vuoksi järjestelmien soveltuvuus määräytyy suurilta osin yrityksen koon sekä toimintaympäristön monimutkaisuuden perusteella.

5.2 Vertailu Teollisuus 4.0 -mallin näkökulmasta

Teollisuus 4.0 -mallissa järjestelmien välisiä eroja tarkastellaan enemmän datan roolista, sillä tämä näkökulma käsittelee sitä, miten tehokkaasti järjestelmät kykenevät hyödyntämään dataa osana verkottunutta ja reaaliaikaista toimintaympäristöä. SAP-järjestelmässä data toimii organisaatioiden, tuotantojärjestelmien ja digitaalisten palveluiden yhdistävänä resurssina, kun taas Lemonsoftissa dataa hyödynnetään ensisijaisesti operatiivisen toiminnan tehostamiseen ja päätöksenteon tukemiseen organisaation sisällä. Tämän vuoksi SAP-järjestelmän tuottama hyöty kasvaa toimintaympäristön monimutkaistuessa, ja Lemonsoftin vahvuus korostuu tilanteissa, joissa toiminnan tehokkuus perustuu selkeään ja keskitettyyn operatiiviseen ohjaukseen (SAP Cloud ERP, n.d).

Merkittävä ero järjestelmien välillä näkyy pilvipohjaisten ERP-ratkaisujen hyödyntämisessä. Selainpohjainen ERP-ratkaisu kuvastaa vahvasti kehityssuuntaa, jossa järjestelmän käyttöä ei enää sidota tiettyyn työasemaan tai käyttöympäristöön vaan siihen, että liiketoimintatiedon hyödyntäminen tuodaan entistä lähemmäksi niitä prosesseja, joissa päätöksiä tehdään. SAP-järjestelmän vastaavat ominaisuudet ovat osa laajempaa digitaalista infrastruktuuria, jossa selainpohjaisuus toimii yhtenä keinona tukea laajamittaista integraatiota (SAP Cloud ERP, n.d). Tämä kuvastaa myös järjestelmien erilaista lähestymistapaa, jossa Lemonsoft painottaa teknologioiden käytännön saavutettavuutta, kun taas SAP niiden laajempaa yhteensovittamista. Selainpohjainen ERP on yksi merkittävä edistysaskel järjestelmien kehityksessä, mutta sen ominaisuuden osalta järjestelmän kyky integroitua muihin teknologioihin ja hyödyntää dataa laajoissa verkostoissa muodostuu edelleen keskeisimmäksi kilpailutekijäksi (SAP BTP, n.d).

Järjestelmien ero näkyy myös siinä, miten Teollisuus 4.0 -teknologiat asettuvat osaksi ERP-järjestelmää. Data-analytiikan, tekoälyn, IoT-ratkaisujen ja kyberfyysisten järjestelmien merkitys perustuu niiden kykyyn hyödyntää samaa

tietopohjaa. Tällöin ERP:n merkitys määräytyy sen perusteella, kuinka tehokkaasti se kykenee yhdistämään eri lähteistä muodostuvan datan yhtenäiseksi ja tarjoamaan sen muiden teknologioiden hyödynnettäväksi (SAP BTP, n.d). Tässä SAP-järjestelmän tuottama arvo kasvaa sitä enemmän, mitä laajemmaksi ja verkottuneemmaksi yrityksen toimintaympäristö muodostuu. Lemonsoftin tuoma arvo perustuu enemmän erillisten ratkaisujen kautta muodostuvaan integraatiomalliin, jolloin yritys voi ottaa uusia teknologioita käyttöön porrastetummin ja enemmän omien tarpeidensa mukaisesti. Edellä tarkastellut erot näkyvät myös siinä, miten Teollisuus 4.0 -mallin teknologiat ja menetelmät on toteutettu osana järjestelmiä. Taulukko 2 kokoaa keskeiset teknologiset valmiudet ja havainnollistaa, miten Lemonsoftin ja SAP:n lähestymistavat eroavat toisistaan.

Taulukko 2. Lemonsoft- ja SAP-järjestelmän teknologiset valmiudet Teollisuus 4.0 -ympäristössä.

	Lemonsoft	SAP
Data-analytiikka	LemonBI	SAP Analytics Cloud
Tekoäly ja koneoppiminen	LemonAI	SAP Business AI, SAP Joule
IoT-ratkaisut	Ulkoiset integraatiot	Edge computing
Pilvipalvelut	LemonOnline (selainpohjainen ERP), Microsoft Azure (pilviympäristö)	SAP S/4HANA Cloud (pilvipohjainen ERP), AWS, Google Cloud (suurimpia pilviympäristöjä)
Kyberfyysiset järjestelmät	API-pohjainen automaatiointegraatio	SAP Digital Manufacturing

(Lähteet: Lemonsoft integraatiot; Liiketoimintatiedon hallinta (BI); LemonAI – Tekoäly Lemonsoft ERP:ssä; LemonOnline - Selainpohjainen toiminnanohjausjärjestelmä; SAP Analytics Cloud; SAP Business AI, SAP BTP; SAP Cloud ERP; SAP Digital Manufacturing.)

Järjestelmien väliset erot näkyvät tilanteissa, joissa yritys hyödyntää tuotannossa paljon automaattiseen ohjaukseen ja reaaliaikaisen tiedonsiirtoon fyysisten ja digitaalisten järjestelmien välillä. SAP:n vahvuus liittyy tällöin kykyyn liittää ERP-järjestelmä osaksi laajempaa teknologista kokonaisuutta, jossa automaattinen tuotannon ohjaus ja analytiikka hyödyntävät yhteistä tietopohjaa (SAP Digital Manufacturing, n.d; SAP BTP, n.d). Lemonsoftissa vastaava toimintamalli perustuu enemmän erillisten integraatioiden hyödyntämiseen, minkä vuoksi järjestelmän rooli painottuu enemmän liiketoimintaprosessien hallintaan. Tämän vuoksi Lemonsoftin lähestymistapa painottuu uusien teknologioiden hyödyntämiseen yrityksen sisäisten liiketoimintaprosessien kehittämisessä, missä joustavuus ja käyttöönoton hallittavuus korostuvat laajan järjestelmäekosysteemin sijaan.

Vertailun perusteella SAP lähestyy digitalisaatiota laajan ja verkottuneen järjestelmäekosysteemin näkökulmasta, jossa kilpailuetu perustuu tiedon hyödyntämiseen yli organisaatio- ja järjestelmärajojen (SAP BTP, n.d). Lemonsoft puolestaan painottaa käytännönläheisempää lähestymistapaa, jossa teknologioiden tuottama hyöty pyritään kohdistamaan suoraan yrityksen päivittäiseen toimintaan.

Vertailun perusteella voidaan myös havaita, että järjestelmien väliset erot eivät muodostu vain niiden teknisten ominaisuuksien määrästä, vaan niiden integroitumisasteesta sekä soveltuvuudesta uusiin teknologiamalleihin. Tämä näkyy erityisesti tuotantoympäristöissä, joissa ERP-järjestelmästä saatavaa tietoa hyödynnetään suoraan tuotannon tai kyberfyysisten järjestelmien ohjaamisessa. Mitä enemmän yrityksen tuotanto perustuu reaaliaikaiseen tiedonkulkuun, automaattiseen ohjaukseen ja kyberfyysisten järjestelmien hyödyntämiseen, sitä suurempi merkitys ERP-järjestelmän kyvyllä toimia osana tätä teknologista kokonaisuutta on (Zhong ym., 2017, s. 625; Tobón Valencia ym., 2018).

6 Yhteenveto ja jatkotutkimuskysymys

Tämän tutkielman tavoitteena oli selvittää, miten ERP-järjestelmät tukevat yritysten digitalisaatiota ja millainen rooli niillä on Teollisuus 4.0 -mallin mukaisessa kehityksessä. Kirjallisuuskatsauksen perusteella ERP-järjestelmien rooli on laajentunut perinteisestä toiminnanohjauksesta yritysten keskeiseksi tiedonhallinnan ja digitalisaation alustaksi. ERP-järjestelmät eivät enää toimi ainoastaan liiketoimintaprosessien ohjausvälineinä, vaan niiden tehtävänä on yhdistää eri liiketoiminnoista muodostuva data yhtenäiseksi kokonaisuudeksi ja mahdollistaa sen hyödyntäminen päätöksenteossa, analytiikassa ja automaatioissa.

Teollisuus 4.0 -ympäristössä ERP-järjestelmien merkitys korostuu erityisesti niiden kyvyssä toimia dataa yhdistävänä ja välittävänä alustana. Digitaalisten teknologioiden ja menetelmien tehokas hyödyntäminen edellyttää yhtenäistä tietopohjaa, jonka muodostamisessa ERP-järjestelmällä on keskeinen rooli. Tutkielman perusteella voidaan todeta, että ERP-järjestelmä muodostaa teknisen perustan, jonka varaan Teollisuus 4.0 -mallin mukaiset toimintamallit rakentuvat. Lemonsoftin ja SAP-järjestelmien vertailu osoitti, että molemmat ERP-järjestelmät tukevat digitalisaatiota ja Teollisuus 4.0 -teknologioiden käyttöönottamista, mutta niiden lähestymistavat eroavat siinä, kuinka laajasti teknologiat integroidaan osaksi ERP-järjestelmää ja sitä ympäröivää toimintaympäristöä. Tämän vuoksi ERP-järjestelmän valinta on yritykselle merkittävä investointipäätös, sillä se vaikuttaa pitkälle yrityksen digitaaliseen kehitykseen ja teknologisten ratkaisujen hyödyntämiseen.

Tämän tutkielman perusteella ERP-järjestelmien merkitys Teollisuus 4.0 -ympäristössä perustuu yhä enemmän niiden kykyyn yhdistää dataa ja älykkäitä teknologioita osaksi yrityksen liiketoimintaprosesseja. Teknologisten valmiuksien kehittyessä keskeiseksi kysymykseksi nousee kuitenkin se, kuinka tehokkaasti

organisaatiot kykenevät hyödyntämään järjestelmien ominaisuuksia käytännön työssä. Tämän vuoksi jatkotutkimuksessa olisi perusteltua tarkastella ERP-järjestelmien käyttöä Human-Computer Interaction (HCI) -tutkimusalueen näkökulmasta, jossa tutkitaan ihmisen ja tietokonejärjestelmien välistä vuorovaikutusta sekä sen vaikutusta järjestelmien käytettävyyteen.

Mahdollinen jatkotutkimuskysymys on:

Miten ERP-järjestelmän käytettävyyttä ja käyttäjän päätöksenteon tukemista voidaan kehittää HCI:n näkökulmasta siten, että käyttäjät voivat hyödyntää liiketoimintadataa tehokkaammin osana päivittäistä työskentelyä sekä saada enemmän hyötyä tekoäly-, automaatio- ja RPA-ratkaisuista Teollisuus 5.0 -mallin periaatteiden mukaisesti?

Lähteet

- Al-Amin, M., Hossain, M. T., Islam, M. J., & Biwas, S. K. (2023). History, features, challenges, and critical success factors of enterprise resource planning (ERP) in the era of Industry 4.0. *European Scientific Journal*, 19(6), 31. <https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n6p31>
- Adabala, P. K. (2024). Utilizing predictive analytics to improve efficiency and decision-making in ERP-connected supply chains. *International Journal of Intelligent Systems and Applications in Engineering*, 12(22s), 2464–2476. <https://ijisae.org/index.php/IJISAE/article/view/8206>
- Bandara, F., Jayawickrama, U., Subasinghage, M., Olan, F., & Alamoudi, H. (2023). Enhancing ERP responsiveness through big data technologies: An empirical investigation. *Information Systems Frontiers*, 26, 251–275. <https://doi.org/10.1007/s10796-023-10374-w>
- Boppiniti, S. T. (2019). Machine learning for predictive analytics: Enhancing Data-Driven Decision-Making Across Industries. *International Journal of Sustainable Development in Computing Science*, 1(3), 18–22. Noudettu 26.2.2026 osoitteesta <https://ijsdcs.com/index.php/ijsdcs/article/view/586/224>
- Chopra, R., Sawant, L., Kodi, D., & Terkar, R. (2022). Utilization of ERP systems in manufacturing industry for productivity improvement. *Materials Today: Proceedings*, 62, 1238–1245. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.04.529>
- Da Silva, L. B. P., Soltovski, R., Pontes, J., Treinta, F. T., Leitão, P., Mosconi, E., de Resende, L. M. M., & Yoshino, R. T. (2022). Human resources management 4.0: Literature review and trends. *Computers & Industrial Engineering*, 168, Article 108111 <https://doi.org/10.1016/j.cie.2022.108111>
- Dwivedi, Y. K., Kshetri, N., Hughes, L., Slade, E. L., Jeyaraj, A., Kar, A. K., Baabdullah, A. M., Koohang, A., Raghavan, V., Ahuja, M., Albanna, H., Albashrawi, M. A., Al-Busaidi, A. S., Balakrishnan, J., Barlette, Y., Basu, S., Bose, I., Brooks, L., Buhalis, D., ... Wright, R. (2023). So what if ChatGPT wrote it? Multidisciplinary perspectives on opportunities, challenges and implications

- of generative conversational AI for research, practice and policy. *International Journal of Information Management*, 71, 102642
<https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2023.102642>
- Fan, W., Wu, X., & He, Q. (2025). Digitalization drives green transformation of supply chains: A two-stage evolutionary game analysis. *Annals of Operations Research*, 355, 1483–1502. <https://doi.org/10.1007/s10479-024-06050-0>
- Fleddermann, C. B. (2012). Engineering Ethics, 4th edition. *Prentice Hall*. Noudettu 1.3.2026 osoitteesta
https://www.iqytechnicalcollege.com/Engineering%20Ethics_Fleddermann.pdf
- Gaba, G. S., Sari, A., Butun, I., Singh, P., Gurtov, A., & Liyanage, M. (2025). A survey on security and privacy of Industry 4.0 and beyond: Technical aspects, use cases, challenges, and research directions. *IEEE Open Journal of the Communications Society*, 6, 8865–8929. Noudettu 28.2.2026 osoitteesta
<https://ieeexplore.ieee.org/document/11187305>
- Ghobakhloo, M. (2018). The future of manufacturing industry: A strategic roadmap toward Industry 4.0. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 29(6), 910–936. <https://doi.org/10.1108/JMTM-02-2018-0057>
- IBM. (n. d). Industry 4.0: The fourth industrial revolution. *IBM*. Noudettu 15.1.2026.
- Jamwal, A., Agrawal, R., Sharma, M., & Giallanza, A. (2021). Industry 4.0 Technologies for Manufacturing Sustainability: A Systematic Review and Future Research Directions. *Applied Sciences*, 11(12), 5725.
<https://doi.org/10.3390/app11125725>
- Jiang, C., Ma, Y., Chen, H., Zheng, Y., Gao, S., & Cheng, S. (2020). Cyber physical system: A review. *Library Hi Tech*, 38(1), 105–116. <https://doi-org.proxy.uwasa.fi/10.1108/LHT-11-2017-0256>
- Jodlbauer, H., & Strasser, S. (2019). Capacity-driven production planning. *Computers in Industry*, 113, 103126
<https://doi.org/10.1016/j.compind.2019.103126>

- Katuu, S. (2020) Enterprise Resource Planning: Past, Present, and Future, *New Review of Information Networking*, 25:1, 37–46.
<https://doi.org/10.1080/13614576.2020.1742770>
- Lee, C., Kim, H. F., & Lee, B. G. (2024). A systematic literature review on the strategic shift to cloud ERP: Leveraging microservice architecture and MSPs for resilience and agility. *Electronics*, 13(14), 2885.
<https://doi.org/10.3390/electronics13142885>
- Lemonsoft. (2025b). Asiakkuudenhallinta liidistä diiliin – miksi CRM kuuluu osaksi ERP:iä. Noudettu 15.5.2026.
- Lemonsoft. (2025c). Lemonsoft CRM for Outlook. Noudettu 17.5.2026.
- Lemonsoft. (2025d). LemonOnline - Selainpohjainen toiminnanohjausjärjestelmä. Noudettu 20.5.2026.
- Lemonsoft. (2026a). Tie parempaan tuotannon hallittavuuteen. Noudettu 15.5.2026.
- Lemonsoft. (n.d). Lemonsoft integraatit. Noudettu 17.5.2026.
- Lemonsoft. (n.d). Liiketoimintatiedon hallinta (BI). Noudettu 20.5.2026.
- Lemonsoft. (.n.d). LemonAI – Tekoäly Lemonsoft ERP:ssä. Noudettu 21.5.2026
- Lemonsoft. (n.d). Tuotannonohjaus. Noudettu 27.5.2026.
- Lemonsoft. (n.d). LemonAI demo. Noudettu 29.6.2026.
- Machado, C. G., Winroth, M. P., & Ribeiro da Silva, E. H. D. (2020). Sustainable manufacturing in Industry 4.0: An emerging research agenda. *International Journal of Production Research*, 58(5), 1462–1484.
<https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1652777>
- Madanhire, I. Mbohwa, C. (2016). Enterprise resource planning (ERP) in improving operational efficiency: Case study. *Procedia CIRP*, 40, 225-229.
<https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.01.108>
- Morawiec, P., & Sottysik-Piorunkiewicz, A. (2023). ERP system development for business agility in Industry 4.0: A literature review. *Sustainability*, 15(3), 1–18.
<https://doi.org/10.3390/su15054646>

- Ouiddad, A., Okar, C., Chroqui, R., & Beqqali Hassani, I. (2021). Assessing the impact of enterprise resource planning on decision-making quality: An empirical study. *Kybernetes*, 50(5), 1144–1162. <https://doi.org/10.1108/K-04-2019-0273>
- Önden, A. (2026). Integrating artificial intelligence and enterprise resource planning systems: A structured review of decision support capabilities, constraints, and governance. *Management Science Advances*, 3(1), 172–186. <https://doi.org/10.31181/msa31202643>
- Rahman, M. S., Ghosh, T., Aurna, N. F., Kaiser, M. S., Anannya, M., & Hosen, A. S. M. (2023). Machine learning and internet of things in industry 4.0: A review. *Measurement: Sensors*, 28, 100822. <https://doi.org/10.1016/j.measen.2023.100822>
- Roh, J. J., & Hong, P. (2015). Taxonomy of ERP integrations and performance outcomes: An exploratory study of manufacturing firms. *Production Planning & Control*, 26(8), 617–636. <https://doi.org/10.1080/09537287.2014.950624>
- Rom, A., Rohde, C. (2007). Management accounting and integrated information systems: A literature review. *International Journal of Accounting Information Systems*, 8(1), 40–68. <https://doi.org/10.1016/j.accinf.2006.12.003>
- SAP. (n.d). SAP Cloud ERP. Noudettu 10.6.2026.
- SAP. (n.d). SAP Business Technology Platform (BTP). Noudettu 11.6.2026.
- SAP. (n.d.). SAP Analytics Cloud. Noudettu 16.6.2026.
- SAP. (n.d.). SAP Business AI. Noudettu 16.6.2026.
- SAP. (n.d.). SAP Digital Manufacturing. Noudettu 17.6.2026.
- Sharma, A., & Singh, B. J. (2020). Evolution of Industrial Revolutions: A review. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*, 9(11), 66–73. <http://doi.org/10.35940/ijitee.I7144.0991120>
- Tashnikov, A. G. (2025). The application of Industry 4.0 into the company's production activities through effective decision-making. *Scientific Reports*, 15, 34202. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-15688-0>

- Tobón Valencia, E., Lamouri, S., Pellerin, R., Dubois, P., & Moeuf, A. (2018). The integration of ERP and inter-intra organizational information systems: A Literature Review. *IFAC-PapersOnLine*, 51(11), 1212–1217.
<https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2018.08.425>
- Zhong, R. Y., Xu, X., Klotz, E., & Newman, S. T. (2017). Intelligent Manufacturing in the Context of Industry 4.0: A Review. *Engineering*, 3(5): 616–630
<https://doi.org/10.1016/J.ENG.2017.05.015>