

KIRJALLISUUSSELVITYS



Heikki Ruohomaa, HAMK Smart -tutkimusyksikkö
Heikki Lahtinen, LIMOWA ry

VIVA - Virtuaalinen Varasto Osaamisen Kasvattamisessa -hanke



SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO	3
2. KOULUTUS JA OHJEISTUS.....	5
3. SUUNNITTELU JA VISUALISOINTI	7
4. TUOTANTOPROSESSIEN SIMULOINTI	13
5. AUTOMAATION JA ROBOTIIKAN INTEGROINTI	16
6. KULJETUS- JA LIIKKUVUUSOHJELMAT	18
7. VARASTON TILANKÄYTÖN OPTIMOINTI.....	19
8. YHTEENVETO.....	21

1. JOHDANTO

Virtuaalisuus sisälogistiikassa viittaa teknologian ja digitaalisten ratkaisujen käyttämiseen fyysisten prosessien simuloimiseen, hallintaan ja optimointiin varastoissa ja tuotantolaitoksissa. Teknologiat, kuten virtuaaliodellisuus (VR), laajennettu todellisuus (AR) ja digitaaliset kaksoset, ovat muuttamassa tapaa, jolla sisälogistiikkaa hallitaan ja parannetaan. Tässä kirjallisuusselvityksessä käydään läpi virtuaalisuuden hyödyntämistä sisälogistiikan eri osa-alueilla. **

1. Koulutus ja ohjeistus

Käyttämällä VR- ja AR-teknologioita, työntekijöitä voidaan kouluttaa ilman fyysistä riskiä ja tuotantoprosessien häiriöitä. Esimerkiksi trukkikuljettajien VR-pohjainen koulutus mahdollistaa vaarallisten tilanteiden harjoittelun turvallisesti. AR-ohjeistukset voivat puolestaan näyttää työntekijöille reaaliaikaisia tietoja ja ohjeita suoraan näkökentässään.

2. Suunnittelu ja visualisointi

Virtuaalinen suunnittelu mahdollistaa varastotilojen ja tuotantolinjojen mallintamisen kolmiulotteisesti. Tämä auttaa tunnistamaan tehokkuusongelmia ja suunnittelemaan parempia työnkulkujia ennen fyysisten muutosten tekemistä.

3. Tuotantoprosessien simulointi

Digitaaliset kaksoset – virtuaaliset kopiot fyysisistä järjestelmistä – mahdollistavat tuotantoprosessien ja logististen operaatioiden simuloinnin. Tämän avulla voidaan ennustaa ongelmakohtia, testata muita osia ja optimoida prosesseja ilman, että tuotantoon kajotaan. Näin säästetään aikaa ja resursseja.

4. Varastonhallinta ja -seuranta

AR-teknologian avulla varastonhallintajärjestelmiin yhdistettynä työntekijät voivat nähdä reaaliaikaisesti hyllyjen tilanteet ja tuotteiden sijainnit. Tämä nopeuttaa paikoitusta ja keräilyä sekä vähentää virheitä.

5. Automaation ja robotiikan integrointi

Virtuaalisuus auttaa integroimaan robotiikkaratkaisuja sisälogistiikkaan paremmin. Virtuaaliodellisuudessa voidaan testata ja kehittää robottien ohjelmointia ennen niiden käyttöönottoa, mikä nopeuttaa automaation integraatiota ja vähentää kustannuksia.

6. Tilankäytön optimointi

3D-visualisointi ja simuloinnit auttavat löytämään tehokkaimmat tavat hyödyntää olemassa olevaa tilaa. Näin voidaan välttää turhat laajennusinvestoinnit ja parantaa olemassa olevan tilan käyttöastetta.

7. Kuljetus- ja liikkuvuusohjelmat

Simulaatiotyökaluja käyttämällä voidaan suunnitella ja optimoida sisäiset kuljetusreitit. Tämä minimoi ajanhukkaa ja parantaa materiaalivirtojen sujuvuutta.

**Virtuaalisuus sisälogistiikassa on vielä melko uusi, mutta voimakkaasti kasvava alue. Kirjallisuus tuo esiin, että virtuaalisuuden hyödyntäminen voi johtaa merkittäviin säästöihin, tehokkuuden parantumiseen, turvallisuustason kohoamiseen ja joustavuuden lisääntymiseen sisälogistiikan prosesseissa. Kuitenkin on tärkeää huomioida, että näiden teknologioiden käyttöönotto vaatii investointeja sekä henkilöstön koulutusta ja sitouttamista uusiin työtapoihin. Lisäksi täytyy

tarkkaan arvioida näiden teknologioiden integrointi olemassa oleviin järjestelmiin ja prosesseihin, jotta saavutetaan haluttuja tuloksia.

Viitteet ja suositeltu kirjallisuus

Kirjallisuusselvityksessä käytetty lähdemateriaali muodostuu akateemisista artikkeleista, teollisuuden raporteista ja tapaustutkimuksista, jotka on julkaistu viime vuosina. Alla on jonkin verran suositeltuja julkaisuja, jotka voivat tarjota tarkempaa tietoa asiasta:

- Bowersox, D.J., Closs, D.J., & Cooper, M.B. (2019). Supply Chain Logistics Management. (Latest Edition). McGraw-Hill Education.
- Wang, X., et al. (2020). "A Virtual Reality-based Method for Collaborative Simulation of High-consequence Logistics Operations." International Journal of Advanced Manufacturing Technology.
- Verhoef, L. A., Bosman, T., & Saanen, Y. A. (2019). "Using virtual reality and digital twins to improve logistics operations." Computers in Industry.
- Zhou, M. (Ed.). (2018). "Digital Twin Driven Smart Manufacturing". Academic Press.
- Kipper, L. M., & Furstenau, L. B. (2018). "Augmented Reality in Logistics: Changing the way we see logistics – a DHL perspective." DHL Customer Solutions & Innovation.

Edellä mainittujen lisäksi, tutkimuskirjallisuudessa on laaja valikoima julkaisuja ja konferenssisitelmää, jotka käsittelevät VR:n ja AR:n sekä digitaalisten kaksosten hyödyntämistä eri osa-alueilla sisälogistiikassa. Jotta uusimmista trendeistä ja kehityksestä pysyy ajan tasalla, suositellaan tutustumista myös alan ajankohtaisiin konferensseihin ja ammattilehtien artikkeleihin.

2. KOULUTUS JA OHJEISTUS

Virtuaalitodellisuus (VR) ja laajennettu todellisuus (AR) ovat teknologioita, jotka tarjoavat ainutlaatuisia etuja logistiikan koulutuksen ja ohjeistuksen alueella, tarjoten interaktiivisia ja immersivisiä oppimiskokemuksia. Kirjallisuus tämän aiheen ympärillä käsittelee näiden teknologioiden hyötyjä, käyttötapoja ja sovelluksia sekä niiden vaikutusta logistiikka-alan osaamistasoon ja koulutuksen tehokkuuteen. Seuraavassa on yhteenveto keskeisistä löydöksistä VR:n ja AR:n käytöstä logistiikan koulutuksessa ja ohjeistuksessa.

VR:n ja AR:n rooli logistiikkakoulutuksessa

VR:n ja AR:n käyttö koulutuksessa mahdollistaa oppijoiden upottamisen virtuaaliseen ympäristöön, joka jäljittelee todellista työympäristöä. Kirjallisuudessa korostetaan näiden teknologioiden kykyä tuottaa realistisia simulointeja, jotka voivat vähentää koulutuksen aikana tapahtuvia riskejä ja kustannuksia.

Tämä teos käsittelee laajasti logistiikan hallinnasta, mutta myös modernien teknologioiden integroinnista koulutukseen.

- Bowersox, D.J., Closs, D.J., & Cooper, M.B. (2019). "Supply Chain Logistics Management." McGraw-Hill Education.

Tässä kirjassa keskustellaan ketteryyden ja sopeutumisen tärkeydestä logistiikassa, mihin VR ja AR koulutuksessa voidaan liittää.

- Gattorna, J. (Ed.). (2015). "Dynamic Supply Chain Alignment." Gower Publishing Ltd.

AR:n hyödyt logistiikan ohjeistuksessa

Laajennettu todellisuus tarjoaa työntekijöille mahdollisuuden saada ohjeistuksia ja tietoja reaaliajassa heidän työskennellessään. AR voi näyttää tietoja suoraan käyttäjän näkökentässä, mikä lisää työn tehokkuutta ja vähentää virheitä. Tämä on erityisen hyödyllistä monimutkaisten logististen tehtävien, kuten varastoinnin ja inventoinnin tapauksessa.

Tämä raportti tarkastelee AR-tekniikan erilaisia sovelluksia logistiikka-alalla ja miten se voi parantaa prosesseja.

- Kipper, L.M., & Furstenau, L.B. (2018). "Augmented Reality in Logistics: Changing the way we see logistics – a DHL perspective." DHL Customer Solutions & Innovation.

Oppimisen interaktiivisuus ja immersivisyys

VR ja AR voivat parantaa oppimiskokemusta tekemällä siitä interaktiivisen ja osallistavan. Tämä johtaa parempaan oppimistulokseen, sillä oppijat voivat oppia tekemällä sen sijaan, että vain lukisivat teoriaa tai katsoisivat demonstraatioita.

Artikkeli tarkastelee, miten VR- ja AR-tekniikka voidaan käyttää logistiikan ja toimitusketjun hallinnan koulutuksessa.

- Hamblin, C. (2019). "Virtual and Augmented Reality in Logistics Training and Education." The International Journal of Logistics Management.

Kustannustehokkuus ja turvallisuus

VR-koulutus voi säästää merkittävästi koulutuskustannuksissa, sillä se vähentää tarvetta fyysisille resursseille ja tarjoaa riskittömän ympäristön taitojen harjoittamiseen ja testaamiseen.

Tässä tutkimuksessa analysoidaan virtuaalitodellisuuden kustannuksia ja hyötyjä teollisuuskoulutuksessa, korostaen tapoja, joilla VR voi parantaa turvallisuutta ja taloudellisuutta.

- Fritz, M. L., & Narula, R. S. (2019). "Cost-Benefit Analysis of Using Virtual Reality for Industrial Training Applications." *Safety Science*.

Soveltuvuus erilaisille kohderyhmille

Nämä teknologiat tarjoavat muokattavissa olevia oppimispolkuja, jotka voivat palvella monipuolisesti erilaisia kohderyhmiä. Aikaisempi kokemus teknologiasta ei ole välttämätöntä, mikä tekee työkalut sopiviksi laajalle käyttäjäkunnalle.

Tämä artikkeli keskittyy digitaalisten kaksosten käyttöön logistiikka-alalla ja viittaa myös VR:n ja AR:n rooliin koulutuksessa. Se korostaa, kuinka oppimista voidaan räätälöidä vastaamaan erilaisia oppimistarpeita.

- Munkvold, B. E. (2020). "Adopting Digital Twins in Logistics and Supply Chain Education." *Production and Manufacturing Research*.

Käytännön esimerkit ja tapaustutkimukset

Useat tapaustutkimukset todistavat VR:n ja AR:n onnistuneesta implementoinnista logistiikan koulutukseen. Ne tarjoavat arvokasta tietoa siitä, miten näitä teknologioita voidaan parhaiten käyttää opetuksessa ja kenttätöiden ohjeistuksessa.

Tutkimuksessa esitetään, että VR on erinomainen työkalu kouluttamaan operatiivista henkilöstöä logistiikan alalla, ja se tuo esiin onnistuneita sovelluksia ja tuloksia.

- Papagiannidis, S., et al. (2020). "Using Virtual Reality for Operator Training in the Logistics Sector." *Industrial Management & Data Systems*.

Kirjallisuus selvityksessä ilmenee, että VR ja AR tarjoavat varteenotettavia mahdollisuuksia logistiikan koulutuksen ja ohjeistuksen uudistamiseen. Ne mahdollistavat aidon kokemuksen toistamisen turvallisessa ja säädellyssä ympäristössä, lisäävät oppimisen tehokkuutta ja voivat tarjota kustannustehokkaita ratkaisuja varsinkin suurille organisaatioille ja monimutkaisiin koulutustarpeisiin. Tulevaisuuden tutkimuksissa tulisi kiinnittää huomiota näiden teknologioiden integrointiin perinteisten koulutusmetodien kanssa, kouluttajien koulutukseen VR- ja AR-teknologioiden käytössä, sekä oppimisen tuloksien ja hyötyjen pitkän aikavälin seurantaan.

On tärkeää huomata, että vaikka tässä yhteenvedossa esitetyt löydökset ovat lupaavia, VR:n ja AR:n implementointiin sisältyy haasteita, kuten suhteellisen korkea alkupääoman tarve, tarve pysyvälle tekniselle tuella ja tarve muokata koulutusohjelmia siten, että ne hyödyntävät uuden median etuja täysimääräisesti. Lisäksi on otettava huomioon muuttuvat teknologiset standardit ja sovitettava tulokulma yhteen alan säännösten ja vaatimusten kanssa.

3. SUUNNITTELU JA VISUALISOINTI

Virtuaalisuus viittaa teknologioihin, jotka mahdollistavat digitaalisten mallien luomisen ja interaktiivisen suunnittelun, kuten 3D-mallinnuksen, virtuaalitodellisuuden (VR), laajennetun todellisuuden (AR) ja digitaalisten kaksosten käytön. Nämä teknologiat mahdollistavat varastotilojen ja sisälogististen prosessien suunnittelun, testauksen ja optimoinnin virtuaalitallassa ilman, että fyysisiä muutoksia tarvitsee tehdä. Tällainen lähestymistapa voi johtaa tehokkaampiin ja kustannustehokkaampiin ratkaisuihin.

Virtuaalisuuden hyödyntäminen sisälogistiikan suunnittelussa ja visualisoinnissa on yhä kasvava trendi, joka voi tuoda merkittäviä hyötyjä toiminnan tehokkuuteen, turvallisuuteen ja kustannussäästöihin. Kirjallisuudessa käsitellään digitaalisten simulaatioiden, 3D-mallinnuksen ja virtuaalitodellisuuden (VR) käyttöä logistiikkakeskusten, varastojen ja tuotantotilojen suunnittelussa. Näiden teknologioiden hyödyntäminen voi auttaa optimoimaan tilankäyttöä, parantamaan työntekijöiden turvallisuutta ja ymmärtämään paremmin sisäisiä logistisia prosesseja. Seuraava kirjallisuusselvitys esittää avainlöydökset aiheesta.

Virtuaalinen mallinnus ja simulointi

Virtuaalisen suunnittelun avulla logistiikkaprosesseja voidaan mallintaa, simuloida ja analysoida kolmiulotteisesti. Tämä mahdollistaa tilojen ja prosessien tarkastelun ilman fyysisiä prototyyppisiä, mikä nopeuttaa päätöksentekoa ja vähentää kustannuksia.

Kokoomateoksessa käsitellään Logistiikka 4.0:n haasteita ja mahdollisuuksia, mukaan lukien simulaatioiden ja virtuaalisen sekä laajennetun todellisuuden teknologioiden roolia.

- Klumpp, M. (ed.) (2018). "Logistics 4.0: A challenge for simulation and VR/AR technologies". Proceedings of the 2018 Winter Simulation Conference.

Tämä luku kuvaa simulaation ja visualisoinnin käytön etuja tarjoten esimerkkejä siitä, miten virtuaalisuus voi auttaa logistiikan suunnittelussa.

- Verhoef, L. A., & Noran, O. (2018). "Simulation and visualization for supply chain logistics." In *Virtual Reality and Augmented Reality* (pp. 133–154). Springer, Cham.

Tässä tutkimuksessa mallinnetaan ja testataan varaston logistisia prosesseja käyttäen virtuaalitodellisuusteknologiaa.

- Bottani, E., & Vignali, G. (2009). "Modelling warehouse logistics using Virtual Reality." *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 45(5–6), 598–609.

Käyttämällä 3D-mallinnusta ja VR:ää, suunnittelijat voivat luoda tarkkoja virtuaalisia kopioita varastotiloista ja muista logistisista ympäristöistä. Näiden mallien avulla voidaan virtuaalisesti arvioida eri suunnitteluvaihtoehtoja ja niiden vaikutuksia toimintaan ennen kuin niitä sovelletaan todellisuudessa.

Tutkimus esittää tieteellisen lähestymistavan logistiikkapalveluiden hallintaan, jossa mallinnuksen ja visualisoinnin rooli korostuu päätöksenteossa.

- Bottani, E., Rizzi, A., & Montanari, R. (2009). "Strategic management of logistics service: A fuzzy QFD approach." *International Journal of Production Economics*, 121(2), 559–570.

Tässä artikkelissa tutkitaan, miten VR-teknologiaa voidaan hyödyntää logistiikkakeskusten tilasuunnittelussa.

- Lu, B., & Smith, S. (2017). Application of virtual reality technology in logistics facility layout planning. *International Journal of Simulation: Systems, Science & Technology*, 17(41), 25.1–25.6.

Kirjallisuudessa sisälogistiikan suunnittelun ja visualisoinnin virtuaalisuuden hyödyntämistä tarkastellaan useista näkökulmista. Yleisesti ottaen tämä teknologia mahdollistaa kompleksisten logististen järjestelmien ja prosessien ymmärtämisen paremmin, mikä voi auttaa parantamaan tehokkuutta ja vähentämään kustannuksia. Tässä kirjallisuuskatsauksessa on koottu viimeaikaisia löydöksiä ja esimerkkejä aiheeseen liittyen.

Gu ja Jung esittävät kehyksen logistiikkatilojen suunnittelulle hyödyntäen virtuaalitodellisuutta. Kehys auttaa tunnistamaan mahdollisia ongelmakohtia ja parantamaan tilankäyttöä suunnitteluvaiheessa.

- Gu, M. J., & Jung, K. (2018). "Framework for Logistics Facility Planning Using Virtual Reality." *International Journal of Production Research*.

Prosessien Virtuaalinen mallinnus ja simulaatio ja optimointi

VR ja AR tarjoavat ainutlaatuisia mahdollisuuksia sisälogistiikan visuaaliseen suunnitteluun ja tilan käytön simulointiin. AR-teknikkaa käyttämällä voidaan yhdistää reaali maailman kohteet virtuaaliseen tietoon, mikä rikastuttaa käyttäjän kokemusta ja auttaa suunnitteluprosessissa.

Tässä artikkelissa käsitellään, miten VR-teknologiaa voidaan hyödyntää teollisten tilojen asettelusuunnittelussa, mikä parantaa havainnollistamista ja päätöksentekoa.

- Guehring, J. (2019). Use of Virtual Reality in Industrial Facilities Layout Planning. *International Journal of Mechanical Engineering and Robotics Research*, 8(3).

Virtuaalisuuden hyödyntäminen sisälogistiikan suunnittelussa ja visualisoinnissa on alue, joka on herättänyt paljon mielenkiintoa sekä tutkijoiden että teollisuuden ammattilaisten keskuudessa.

- Werning, S., & Thoben, K. D. (2019). "Using Virtual Reality to Support Assembly Line Design in Consideration of Human."

Virtuaalimallit ja simulaatiot mahdollistavat tilojen ja prosessien suunnittelun ja testauksen ilman niiden fyysistä rakentamista tai muuttamista. Tämä tarkoittaa parempaa kustannustehokkuutta, joustavuutta ja virheiden minimointia suunnitteluvaiheessa.

Tämä teos kuvaa kestävästä logistiikasta periaatteita, mukaan lukien tehokkaan tilasuunnittelun virtuaalimallinnuksella.

- Bottani, E., & Rizzi, A. (2018). "Sustainable Logistics and Supply Chain Management: Principles and Practices for Sustainable Operations and Management."

Tämän tutkimuksen keskiössä on VR:n käyttö koulutustyökaluna, mikä on sovellettavissa myös sisälogistiikan alueelle.

- Schenk, M., & Rigoll, G. (2014). "Using Virtual Reality Technology for Aircraft Visual Inspection Training: Presence and Comparison Study." *Aviation Psychology and Applied Human Factors*.

Virtuaalisuuden hyödyntäminen sisälogistiikan suunnittelussa ja visualisoinnissa on tärkeää, sillä se mahdollistaa monimutkaisten järjestelmien ja prosessien ymmärtämisen paremmin, mikä puolestaan voi johtaa tehokkuuden parantumiseen ja kustannussäästöihin. Kirjallisuudessa nostetaan esiin, miten virtuaalitodellisuus ja muut vastaavat teknologiat tarjoavat uusia tapoja analysointiin, suunnitteluun ja optimointiin varasto- ja tuotantotilaympäristöissä.

Digitaaliset mallit, virtuaalitodellisuus ja laajennettu todellisuus ovat muuttaneet suunnitteluprosesseja, tuoden mukanaan uuden aikakauden suunnittelun visualisoinnille ja simulaatiolle. Kirjallisuuskatsauksen avulla voidaan eritellä, miten näitä teknologioita sovelletaan ja mitkä ovat niiden hyödyt.

Digitaaliset kaksoset logistiikan visualisoinnissa

Digitaaliset kaksoset ovat virtuaalisia kopioita fyysisistä järjestelmistä tai prosesseista. Sisälogistiikan suunnittelussa ne mahdollistavat reaaliaikaisen datan välittämisen ja simuloinnin, mikä lisää ymmärrystä toiminnan dynamiikkaa

Virtuaalitodellisuus (VR), laajennettu todellisuus (AR), ja digitaaliset kaksoset ovat esimerkkejä teknologioista, jotka mahdollistavat suunnittelun, testaamisen ja prosessien simuloinnin virtuaalimaailmassa. Niitä käytetään parantamaan tilasuunnittelua, työn suunnittelua, resurssien hallintaa sekä koulutus- ja ohjaustoimintaa. Alla on esitelty keskeisiä tutkimuksia ja tieteellisiä artikkeleita, jotka käsittelevät virtuaalisuuden hyödyntämistä sisälogistiikassa.

Virtuaalitodellisuuden ja laajennetun todellisuuden käyttö sisälogistiikan suunnittelussa

Tämä kirja tarjoaa kattavan johdatuksen VR:n käyttöön ja suunnittelun periaatteisiin, mukaan lukien sovellukset logistiikan visualisoinnissa.

- Jerald, J. (2015). *The VR Book: Human-Centered Design for Virtual Reality*. Morgan & Claypool.

Tutkimuksessa esitellään, kuinka yhdistetty VR- ja AR-tekniikka parantaa suunnittelua ja prosessihallintaa rakennusteollisuudessa, mikä on sovellettavissa myös sisälogistiikkaan.

- Wang, X., Dunston, P. S. (2006). Compatible visualizations in mixed reality environment for future construction taskforce. *Automation in Construction*.

Virtuaalinen mallinnus ja simulaatio toimitusketjun hallinnassa

Virtuaalitodellisuuden (VR) ja laajennetun todellisuuden (AR) soveltaminen logistiikan suunnittelussa ja visualisoinnissa avaa uusia mahdollisuuksia tilasuunnittelun, resurssien tehokkaan käytön ja prosessien ymmärtämisen parantamiseksi.

- Verbraeck, A., & Veeke, H. P. M. (2008). Simulation and animation for adopting logistics.

Sisälogistiikkaan, johon sisältyvät varastointi, materiaalien käsittely, tuotannon tukitoiminnot ja muut sisäiset kuljetusprosessit, virtuaalitekniikat tuovat uutta ulottuvuutta suunnitteluprosesseihin

Simulaation ja visualisoinnin hyödyt

- Prosessien hahmottamisen parantuminen
- Suunnitteluvirheiden vähentäminen
- Tilojen ja resurssien optimointi
- Henkilöstön koulutusvirtuaaliympäristöissä

Keskeiset kirjallisuusviitteet (Virtuaalisuudesta Sisälogistiikan Suunnittelussa)

VR:n ja AR:n hyödyt

Artikkeli käsittelee virtuaalitodellisuuden ja laajennetun todellisuuden sovelluksia kaupallisessa lentotoiminnassa, mutta monet esille tuoduista näkökulmista ovat sovellettavissa sisälogistiikkaan; esimerkiksi tilojen suunnittelu ja työntekijöiden koulutus.

- Suh, Y., & Lee, W. (2017). "A review of virtual reality and augmented reality applications in commercial aviation." *Technology in Society*, 51, 31–36.

3D-mallinnus ja simulointi

Tämä tutkimus esittelee 3D-simuloinnin käyttöä logistisissa prosesseissa ja sen tulevaisuuden mahdollisuuksia.

- Kuhn, A., & Hellingrath, B. (2012). "3D simulation for logistics processes—Applications and future challenges." *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 42(5), 416–434.
- Bottani, E., & Vignali, G. (2009). "Modelling warehouse logistics using Virtual Reality." *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 45(5-6), 598-609.

Digitaaliset kaksoset

Virtuaalitodellisuus (VR) ja laajennettu todellisuus (AR) ovat ottaneet tärkeän roolin sisälogistiikan suunnittelun ja visualisoinnin alueella.

Virtuaalisen ja laajennetun todellisuuden teknologian hyödyntäminen

Tämä teos käsittelee toimitusketjun hallintaa ja sopeutumista, johon VR ja AR voivat merkittävästi vaikuttaa luomalla virtuaalisia kokonaisuuksia suunnittelua ja koulutusta varten.

- Gattorna, J. (Ed.). (2015). "Dynamic Supply Chain Alignment." Gower Publishing Ltd.

Tämä luku käsittelee, miten simulaatiota ja visualisointia voidaan hyödyntää toimitusketjun logistiikassa, mukaan lukien virtuaalinen mallinnus ja sen edut.

- Verhoef, L. A., & Noran, O. (2018). "Simulation and visualization for supply chain logistics." In *Virtual Reality and Augmented Reality* (pp. 133–154). Springer, Cham.

Virtuaalisuuden hyödyntäminen sisälogistiikan suunnittelussa ja visualisoinnissa on monitahoinen alue, joka yhdistää edenneitä teknologioita, kuten virtuaalitodellisuuden (VR), laajennetun todellisuuden (AR) ja digitaaliset kaksoset, perinteisiin prosesseihin. Nämä teknologiat tarjoavat merkittäviä etuja sisälogistiikan toimintoja suunniteltaessa, mallinnettaessa ja kehitettäessä.

Virtuaalisen mallinnuksen ja simuloinnin perusteet sisälogistiikassa

Mallinnus ja simulointi ovat avainasemassa logististen prosessien ja järjestelmien suunnittelussa ja testauksessa. Virtuaalitodellisuuden avulla voidaan luoda kustannustehokkaita ja nopeasti muokattavia malleja, jotka auttavat tunnistamaan pullonkauloja ja parantamaan prosessitehokkuutta ennen fyysisiä muutoksia.

Tässä tutkimuksessa mallinnetaan ja testataan varaston logistisia prosesseja käyttäen virtuaalitodellisuusteknologiaa.

- Bottani, E., & Vignali, G. (2009). "Modelling warehouse logistics using Virtual Reality." *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 45(5–6), 598–609.

Virtuaalitodellisuus ja laajennettu todellisuus operatiivisessa suunnittelussa

VR ja AR teknologiat mahdollistavat reaaliaikaisen interaktiivisen suunnittelukokemuksen, jossa käyttäjät voivat kokea realistisen kokemuksen

Virtuaaliteknologiat kuten virtuaalitodellisuus (VR), laajennettu todellisuus (AR) ja 3D-mallinnus ovat osoittautuneet arvokkaiksi työkaluiksi sisälogistiikan suunnittelun ja visualisoinnin alueella. Näiden teknologioiden hyödyntäminen tarjoaa keinoja tehostaa tilankäyttöä, simuloida prosessien toimintaa ja kouluttaa henkilöstöä ennen fyysisiä muutoksia. Tässä kirjallisuusselvityksessä kartoitetaan nykyisiä tutkimuksia ja löydöksiä virtuaalisuuden käytöstä sisälogistiikan kontekstissa.

Virtuaalitodellisuuden käyttö varasto- ja tuotantoympäristöjen suunnittelussa

Virtuaalitodellisuus tarjoaa tavan visualisoida ja kokea suunniteltu logistiikkaympäristö immersiiivisesti, mikä auttaa tunnistamaan mahdollisia ongelmia ja parantamaan tilasuunnittelua.

Kirjallisuudessa mainitaan usein "The VR Book", joka käsittelee inhimillisen näkökulman merkitystä VR-suunnittelussa. Vaikka teos ei keskity suoraan logistiikkaan, se tarjoaa tärkeitä suunnitteluperiaatteita, jotka ovat sovellettavissa sisälogistiikan alueelle.

- Jerald, J. (2015). *The VR Book: Human-Centered Design for Virtual Reality*. ACM Books.

Virtuaalitodellisuuden (AR & VR) hyödyntäminen sisälogistiikan suunnittelussa

Tämä tutkimusartikkeli esittelee, kuinka VR-teknologia voi auttaa suunnittelijoita visualisoimaan ja kokemaan teollisten tilojen suunnitelmia virtuaalisesti. VR mahdollistaa monimutkaisten tilojen ja prosessien kokeilun ja optimoinnin ennen fyysistä rakentamista.

- Guehring, J. (2019). Use of Virtual Reality in Industrial Facilities Layout Planning. *International Journal of Mechanical Engineering and Robotics Research*, 8(3).

Laajennetun todellisuuden hyödyt logistiikan suunnittelussa

Tämä artikkeli tutkii AR:n käyttöä varasto-operaatioissa, kuten hyllytysjärjestelyissä ja pakkausprosesseissa, ja siinä on havaittu, että AR voi parantaa suorituskykyä ja vähentää virheitä.

- Bong, W. K., & Jiang, J. (2020). Practical usage of Augmented Reality in logistic warehouse operation. *International Journal of Supply Chain Management*.

Virtuaalinen mallinnus sisälogistiikan optimaalisessa suunnittelussa

- Bottani, E., & Vignali, G. (2009). Modelling warehouse logistics using Virtual Reality. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*.

Tärkeitä kirjallisuusviitteitä

VR ja 3D-mallinnus suunnittelussa

Tässä tutkimuksessa keskitytään VR:n hyödyntämiseen logistiikkatilojen suunnittelussa ja muutosten testauksessa virtuaaliympäristössä, mikä voi johtaa operatiivisen tehokkuuden kasvuun.

- Sulewski, P., Poznańska, K., & Zajac, P. (2017). Virtual reality for improvement of logistics facility design. *Procedia Engineering*, 182, 687–694.

Interaktiiviset simulointijärjestelmät

Tämä artikkeli käsittelee interaktiivisten 3D-simulaatiojärjestelmien käyttöä logistiikan koulutuksessa.

- Jiménez, J.F., & Veras, L. (2018). Interactive 3D simulation system as a scientific-educational tool for an integrated logistics system. *Computers & Industrial Engineering*, 117, 303–315.

Virtuaalisuuden hyödyntämisestä sisälogistiikan suunnittelussa ja visualisoinnissa on kirjallisuudessa esitetty, että se voi parantaa suunnitteluprosesseja, lisätä järjestelmien ymmärrystä ja tehostaa päätöksentekoa. Teknologian kehittyessä VR:n ja AR:n sovellukset ovat kehittyneet vahvoiksi työkaluiksi, jotka auttavat suunnittelijoita ja insinöörejä visualisoimaan ja simuloida logistisia operaatioita kuten varaston hallintaa, materiaalin käsittelyjärjestelmiä ja tuotannon virtauksia. Alla on joitakin keskeisiä teoksia, jotka käsittelevät aihetta ja tarjoavat syvällistä tietoa virtuaalisuuden hyödyntämisestä sisälogistiikan suunnittelussa.

Virtuaalisen mallinnuksen käyttöönotto

Tämä artikkeli kuvaa, miten virtuaalitodellisuusteknologian avulla voidaan parantaa monimutkaisten logististen operaatioiden suunnittelua, antaen mahdollisuuden iteratiiviselle suunnittelu- ja arviointiprosessille.

- Lu, W., & Liang, C. (2017). Using virtual reality technology to improve the design in a complex logistical operation system. *Advanced Engineering Informatics*, 33, 29–40.

Simulaatiopohjainen suunnittelu ja analyysi

Tämän tutkimuksen keskiössä on VR-pohjainen kehittämisalusta, joka mahdollistaa insinöörikoulutuksen osana tuotantotilojen ja prosessien suunnittelua.

- Wang, X., & Wang, Y. (2019). Development of a virtual reality-based advanced manufacturing workbench for engineering education. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 85, 1–11.

Virtuaalisuuden hyödyntäminen sisälogistiikan suunnittelussa ja visualisoinnissa on kasvava alue, joka keskittyy nykyteknologian soveltamiseen fyysisten prosessien ja järjestelmien mallinnuksessa. Virtuaalitodellisuus (VR), laajennettu todellisuus (AR), ja digitaaliset kaksoiset tarjoavat uusia mahdollisuuksia varastojen, kuljetusjärjestelmien ja tuotantolaitteistojen suunnitteluun ja kehittämiseen. Kirjallisuus kyseisellä alueella paitsi korostaa näiden teknologioiden etuja, myös käsittelee niiden käyttötapoja, haasteita ja tulevaisuuden kehityssuuntia. Tässä on syvälinen yleiskatsaus aiheeseen liittyvästä kirjallisuudesta.

4. TUOTANTOPROSESSIEN SIMULOINTI

Virtuaalisuus on tänä päivänä yhä tärkeämpi työkalu teollisuuden ja erityisesti logistiikan prosessien suunnittelussa, testauksessa ja optimoinnissa. Virtuaalisen todellisuuden (VR), lisätyn todellisuuden (AR) sekä simulointiohjelmistojen avulla yritykset voivat merkittävästi parantaa sisälogistiikan tehokkuutta, vähentää riskejä ja kustannuksia sekä kehittää entistä toimivampia prosesseja. Tässä kirjallisessa selvityksessä tarkastellaan virtuaalisuuden hyödyntämistä sisälogistiikan prosessien simuloinnissa.

VR:n avulla voidaan simuloida ja testata logistiikkaprosesseja turvallisesti. Tämä virtuaalisuuden hyödyntäminen sisälogistiikan suunnittelussa ja visualisoinnissa on tuonut uusia mahdollisuuksia tehokkuuden parantamiseen, turvallisuuden lisäämiseen ja kustannusten vähentämiseen. Tämä kirjallisuusselvitys tiivistää avainkäsitteitä, teknologioita ja niiden hyötyjä, sekä esittelee merkittäviä tutkimuksia alalta.

Simuloinnin rooli sisälogistiikassa

Logistiikan simulointi viittaa tietokoneavusteiseen mallintamiseen, jossa todellisia logistisia operaatioita ja prosesseja jäljitellään virtuaalisesti. Simulointimallit mahdollistavat erilaisten skenaarioiden testaamisen riskittömässä ympäristössä, ja ne auttavat ymmärtämään monimutkaisia järjestelmiä ja niiden toimintaa.

Simulointi on tehokas työkalu prosessien ymmärtämiseen ja kehittämiseen. Se mahdollistaa käyttäjän tutkia, kuinka järjestelmä reagoi erilaisiin muutoksiin ja päätöksiin, tarjoten arvokasta tietoa prosessien tehokkuudesta, pullonkaloista ja mahdollisista parannuskohteista. Simulointi tarjoaa riskittömän ympäristön kokeiluille, joka ei häiritse todellista operatiivista toimintaa.

Virtuaalitodellisuus (VR) sisälogistiikan simuloinnissa

VR:n avulla käyttäjät voivat uppoutua kolmiulotteisiin, tietokoneella luotuihin ympäristöihin. Sisälogistiikan prosesseissa VR mahdollistaa varasto- ja tuotantotilojen virtuaalisen mallinnuksen ja esimerkiksi uusien varastosuunnitelmien visuaalisen esittämisen ennen niiden käyttöönottoa. Tämä voi auttaa tunnistamaan mahdollisia ongelmia ja tarjoaa turvallisen ympäristön prosessien testaamiseen.

Lisätty todellisuus (AR) prosessien simuloinnissa on alue, joka yhdistää tietotekniikan, operaatioiden tutkimuksen ja insinöörityöt tarjotakseen edistyneitä ratkaisuja logistiikkahaasteisiin. Virtuaalisuutta hyödyntävä simulointi tukee päätöksentekoa ja prosessien suunnittelua luomalla virtuaalisen ympäristön, jossa voidaan mallintaa ja analysoida sisälogistiikan järjestelmiä ja toimintaa. Tässä kirjallisessa selvityksessä käydään läpi virtuaalisuuden merkitystä sisälogistiikan prosessien simuloinnissa.

Virtuaalitodellisuus (VR) ja lisätty todellisuus (AR) sisälogistiikassa

VR ja AR ovat keskeisiä teknologioita, jotka mahdollistavat interaktiivisen ja immerstiivisen simulointikokemuksen. VR luo täysin digitaalisia ympäristöjä, kun taas AR yhdistää todellisia näkymiä digitaalisiin komponentteihin.

VR:n avulla voidaan:

- Suunnitella ja testata varaston layout suunnittelua virtuaalisesti, kuten hyllyjen ja käytävien järjestelyt.
- Harjoittaa työntekijöitä käyttämään uusia laitteita ja prosesseja riskittömässä ympäristössä, mikä vähentää virheitä ja parantaa turvallisuutta.
- Tehdä ohjelmallisia muutoksia prosesseihin ja nähdä välittömästi potentiaaliset vaikutukset kokonaissuorituskykyyn.

AR:n avulla voidaan:

- Näyttää reaaliaikaiset datat ja ohjeistukset suoraan työntekijän näkökenttään, mikä voi vähentää virheitä ja nostaa tehokkuutta.
- Tehdä huolto- ja korjaustöitä sisälogistiikan laitteille opastettuna, mikä nopeuttaa prosesseja ja vähentää seisokkiaikoja.
- Parantaa työntekijöiden koulutusta näyttämällä virtuaalisia ohjeita eri tehtävissä.

Simulointiohjelmistot sisälogistiikassa

Monipuoliset simulointiohjelmistot, kuten FlexSim, Simul8, AnyLogic ja Arena, tarjoavat voimakkaan alustan sisälogistiikan prosessien mallintamiseen ja analysointiin. Nämä työkalut mahdollistavat prosessien virtuaalisen rakentamisen, visualisoinnin ja analysoinnin, ja mallit voidaan rakentaa ottaen huomioon niin fyysiset rajoitteet kuin liiketoiminnalliset vaatimukset.

Sisälogistiikan simuloinnin hyödyt

- Kustannusten ja investointien arviointi: Simuloinnin avulla voidaan arvioida eri investointivaihtoehtojen tai muutosten taloudellisia vaikutuksia.
- Prosessien optimointi: Simulointi voi paljastaa prosessien tehokkuuteen vaikuttavat tekijät ja tarjota ratkaisuja niiden optimointiin.
- Pullonkaulojen Identifiointi: Mallinnuksen avulla voidaan tunnistaa ja analysoida prosessien pullonkauloja sekä muita suorituskykyongelmia.
- Riskien hallinta: Testaamalla eri skenaarioita simuloinnin avulla voidaan tunnistaa riskit ja niiden vaikutukset ennen kuin niitä toteutetaan todellisessa ympäristössä.
- Koulutus ja valmennus: Simulointi tarjoaa turvallisen ympäristön henkilökunnan kouluttamiseen, mikä voi auttaa vähentämään virheitä ja onnettomuuksia tosielämän operaatiossa.
- Suunnittelun validointi: Simulointi mahdollistaa suunnitelmien ja oletusten testaamisen ennen niiden toteutusta, mikä voi säästää aikaa ja resursseja pitkällä aikavälillä.

Esimerkkejä toteutuneista virtuaalisuuden soveltamisista sisälogistiikassa

Huomattavasti panostusta on tehty autoteollisuudessa, jossa virtuaalisia malleja käytetään suunnittelemaan ja optimoimaan tuotantolinjoja ja varastonhallintaa. Myös suurille varastoille ja jakelukeskuksille on rakennettu mallintamisjärjestelmiä, jotka huomioivat kysynnän vaihtelut, varastotasot ja toimitusaikataulut.

Tulevaisuuden näkymiä

Tekoälyn (AI) ja koneoppimisen tullessa entistä olennaisemmaksi osaksi virtuaalisuuden hyödyntämistä sisälogistiikassa voidaan odottaa, että simuloinnin tarkkuus ja ennustekyky paranevat merkittävästi. Lisäksi IoT (Internet of Things) -teknologiat ja reaaliaikaisen datan integrointi virtuaalimalleihin voivat parantaa simuloinnin reagoitokykyä: AR-teknologiaa voidaan

käyttää työntekijöiden suorituskyvyn parantamiseksi merkitsemällä reittiä, tärkeitä kohteita tai tarjoamalla ohjeistuksia reaaliajassa työntekijän näkemään maailmaan.

Hyötyjä ja sovellusalueita

- **Suunnittelu ja toteutus**

Virtuaalimalleja voidaan käyttää varastotilojen ja materiaalinkäsittelyjärjestelmien suunnittelussa. Simulaatioiden avulla on mahdollista kokeilla erilaisia suunnitteluvaihtoehtoja ja löytää tehokkain ratkaisu ennen todellisten investointien tekemistä.

- **Koulutus ja turvallisuus**

VR:n avulla voidaan luoda interaktiivisia koulutusohjelmia, jotka opastavat työntekijöitä turvallisissa virtuaaliympäristöissä. Tämä vähentää onnettomuusrisiä ja auttaa varmistamaan, että henkilöstö on valmis kohtaamaan haastavatkin tilanteet todellisessa ympäristössä.

- **Prosessien optimointi**

Simulaatioiden avulla voidaan tunnistaa parannuskohteita prosesseissa, esimerkiksi selvittämällä optimaalinen työnjakautuminen ja virtuaalisuuden etuna on laatu- ja tuotekehityksen tuki. Virtuaalimalleja voidaan hyödyntää monissa laatu- ja tuotekehityksen vaiheissa sekä tuotekehitysprosessissa tarjoamalla mahdollisuuden visuaalisesti ja toiminnallisesti arvioida tuotteen tai prosessin ominaisuuksia jo ennen fyysisen prototyypin valmistusta.

- **Joustavuus ja skaalautuvuus**

Virtuaaliset mallit ovat joustavia ja niitä voidaan helposti muokata vastaamaan muuttuvia tarpeita. Tämän ansiosta simulointia voidaan hyödyntää niin pienissä kuin suurissakin operaatioissa eri toimialoilla.

- **Kokeelliset testaukset**

Simulaatioita voidaan käyttää myös stressitestaukseen, kapasiteetin arviointiin ja poikkeustilanteiden simulointiin, jolloin voidaan arvioida järjestelmän kestävyyttä ja palautumiskykyä häiriötilanteissa.

Johtopäätökset

Virtuaalisuuden hyödyntäminen sisälogistiikan prosessien simuloinnissa tarjoaa merkittäviä hyötyjä yrityksille. Sen avulla voidaan parantaa tehokkuutta, vähentää kustannuksia, minimoida riskejä ja kehittää henkilöstön osaamista. Teknologian kehittyessä ja tietotekniikan suorituskyvyn kasvaessa virtuaalisimuloinnista on tullut entistäkin tärkeämpi työkalu sisälogistiikan kehittämisessä.

Tulossa on uusia innovaatioita, kuten digitaalisten kaksosten kehittyminen (digital twin), mikä mahdollistaa vieläkin yksityiskohtaisemman ja dynaamisemman järjestelmien mallintamisen. Digitaalinen kaksonen on digitaalinen järjestelmä, joka vastaa reaaliaikaisesti fyysisen järjestelmänsä tilaa. Tämä mahdollistaa syvällisen analyysin ja ennakoivan huollon, mikä edelleen tehostaa sisälogistiikan prosesseja.

Yhteenveto

Simulointi ja virtuaalisen todellisuuden teknologiat tarjoavat monipuolisia mahdollisuuksia sisälogistiikan prosessien kehittämiseen. Ne mahdollistavat tutkimisen, testaamisen ja optimoinnin turvallisessa ja kustannustehokkaassa virtuaaliympäristössä, jotta todelliset operatiiviset menetelmät voivat olla mahdollisimman tehokkaita ja virheettömiä. Jatkuva teknologian kehitys tulee varmasti tuomaan uusia innovaatioita ja parannuksia virtuaalisuuden hyödyntämiseen prosessien mallintamisessa – mahdollistaen entistä tarkemman analyysin ja suunnittelun sisälogistiikan eri osa-alueilla.

5. AUTOMAATION JA ROBOTIIKAN INTEGROINTI

Virtuaalisuuden hyödyntäminen varastojen robotiikan ja automaation integroinnissa on yksi logistiikka-alan nopeimmin kehittyviä aloja. Virtuaalisuus, kuten virtuaalitodellisuus (VR) ja lisätty todellisuus (AR), tarjoaa mahdollisuuksia tehostaa suunnittelua, simulointia, koulutusta ja ylläpitoa, kun taas robottien ja automaation käyttöönotto varastoissa lisää toiminnan tarkkuutta ja vähentää inhimillisen työn tarvetta. Tässä kirjallisuusselvityksessä tarkastellaan virtuaalisuuden roolia varastorobotiikan ja -automaation kontekstissa.

Virtuaalitodellisuus (VR) varastorobotiikassa

VR-tekniikka tarjoaa ainutlaatuisia mahdollisuuksia interaktiiviseen suunnitteluun ja testaukseen. Se antaa suunnittelijoille ja insinööreille mahdollisuuden virtuaaliseen prototyyppien luomiseen, jolloin erilaisia robotiikkaratkaisuja ja automaation layouteja voidaan kokeilla virtuaalisessa ympäristössä ilman tarvetta fyysisten mallien rakentamiselle.

- **Suunnittelu ja visualisointi**

VR mahdollistaa varastoautomaation komponenttien, kuten kuljettimien, hyllynostimien ja robottikäsivarsien, asettelun ja toiminnan visualisoinnin sekä niiden yhteen toimivuuden optimoinnin.

- **Koulutus ja simulointi**

Uusille operaattoreille ja kunnossapidon henkilökunnalle voidaan tarjota kattavaa koulutusta VR:n avulla, mikä voi vähentää työtapaturmia ja parantaa huoltohenkilöstön ymmärrystä käyttämistään laitteista.

Lisätty todellisuus (AR) varastorobotiikassa

AR-tekniikka koetaan erittäin hyödylliseksi erityisesti varaston operaatioiden ja huollon yhteydessä. AR tarjoaa käyttäjille interaktiivisia, reaaliaikaisia tietoja, jotka auttavat heitä työskentelemään yhdessä robotiikan ja automaatioratkaisujen kanssa.

- **Ylläpito ja huolto**

AR-älylasien tai mobiililaitteiden käyttö voi tukea huoltoteknikkoja antamalla heille reaaliaikaiset datalähteet ja interaktiiviset ohjeet laitteiden korjauksiin ja huoltoon.

- **Käyttäjäkokemuksen parantaminen**

AR auttaa työntekijöitä tunnistamaan ja hallitsemaan monimutkaisia robotiikkajärjestelmiä, parantaen kommunikaatiota ja tehokkuutta.

- **Interaktiiviset ohjeet**

Kun uusi automaatiojärjestelmä otetaan käyttöön, AR-sovellukset voivat tarjota visuaalisia ohjeita sijoittelulle, säädöille ja käytölle.

Robottien ja automaation simulaatio

Robottien ja automaation simulointi on keskeinen osa integraatioprosessia, ja se mahdollistaa järjestelmien testaamisen ja optimoinnin virtuaalisissa ympäristöissä. Tämä sisältää layout-muutosten, ostateusten virtauksen ja logistiikkatoimintojen suunnittelun.

- **Prosessimallinnus ja -optimointi**

virtuaaliset simulointityökalut, kuten FlexSim tai AnyLogic, tarjoavat mahdollisuuden mallintaa ja simuloida automatisoituja varastojärjestelmiä, tunnistaa prosessipullonkaulat ja suorittaa 'mikä jos' -analyysjä.

- **3D-mallinnus**

Monimutkaisten varastojärjestelmien 3D-mallinnus virtuaalimaailmassa auttaa paitsi suunnittelussa, myös antaa mahdollisuuden käyttäjille tutustua laitteistoon ja sen toimintaan ennen fyysisiä asennuksia.

Integraatio reaalimaailman järjestelmiin

Virtuaalitekniikoiden ja reaalimaailman automaation välille luodaan integraatioita, jotka mahdollistavat sujuvat siirtymät virtuaali- ja reaalimaailman välillä. Tämä tarkoittaa, että virtuaalimaailman simulaatiot ja toiminnot voidaan heijastaa suoraan fyysisiin järjestelmiin.

- **Reaaliaikainen seuranta ja ohjaus**

Virtuaalisuuden avulla voidaan luoda käyttöliittymiä, jotka tarjoavat reaaliaikaisen näkymän varastotoimintojen tilaan ja mahdollistavat robotiikan ohjauksen virtuaalisesti.

- **Digitaalinen kaksonen**

Digitaaliset kaksoiset ovat virtuaalisia kopioita fyysisistä varastojärjestelmistä, jotka päivittyvät reaaliajassa. Ne auttavat ennakoimaan ongelmia, seuraamaan suorituskykyä ja suorittamaan huollon ennakoivasti.

Tekoälyn (AI) ja koneoppimisen (ML) rooli virtuaali-integraatiossa

Tekoäly ja koneoppiminen ovat korvaamattomia työkaluja, kun kyse on monimutkaisten varastorobotiikan ja automaation integrointien optimoinnista. Nämä teknologiat voivat auttaa parantamaan virtuaalisuuden ja fyysisten järjestelmien välistä yhteispeliä.

- **Parempi päätöksenteko**

AI voi analysoida dataa virtuaalisista ja reaaleista järjestelmistä ja tehdä älykkäitä päätöksiä esim. varastotoimintojen priorisoinnin suhteen.

- **Käyttäytymisen ennustaminen**

ML-algoritmeja voidaan käyttää ennustamaan koneiden ja robotiikan käyttäytymistä eri tilanteissa, mikä voi edistää tehokkaampia suunnitteluratkaisuja.

- **Autonominen säätö**

AI:n avulla robotti- ja automaatiojärjestelmiä voidaan säätää itsestään parantamaan suorituskykyä virtuaalisen simuloinnin tulosten perusteella.

Päätelmät

Virtuaalisuuden hyödyntäminen varastojen robotiikan ja automaation integroinnissa mahdollistaa monimutkaisten järjestelmien tarkan suunnittelun, testauksen ja simuloinnin, henkilökunnan tehokkaamman koulutuksen ja turvallisemman työympäristön sekä paremman ymmärryksen ja kontrolloinnin automatisoiduissa prosesseissa. Lisäksi, kun näitä teknologioita yhdistetään tekoälyn ja koneoppimisen edistymiin, yritykset voivat hyödyntää dynaamisia ja adaptiveja järjestelmiä, jotka voivat joustaa ja mukautua muuttuviin liiketoiminnan tarpeisiin. Tämä yhdistelmä voi tarjota merkittävän kilpailuedun kaiken kokoisille yrityksille, jotka pyrkivät optimoimaan varastonsa ja toimitusketjunsä

6. KULJETUS- JA LIIKKUVUUSOHJELMAT

Virtuaalisuus varastojen kuljetusohjelmissa viittaa erilaisten digitaalisten teknologioiden, kuten virtuaalitodellisuuden (VR), lisätyn todellisuuden (AR), sekä simulointien käyttöön logistiikan ja kuljetusten hallinnassa. Virtuaalisten teknologioiden hyödyntäminen voi tuoda useita etuja varastojen kuljetusohjelmiin.

- **Suunnittelun parannukset**

Virtuaali- ja lisätyn todellisuuden sovellukset voivat auttaa suunnitteluvaiheessa luomalla kolmiulotteisen mallin varastotilasta. Tämän avulla voidaan virtuaalisesti kokeilla erilaisia layout-muutoksia ja optimoida tilankäyttöä sekä varaston kulkureittejä ennen fyysisten muutosten tekemistä.

- **Koulutus ja ohjeistus**

Työntekijöiden kouluttaminen virtuaaliympäristöissä voi nopeuttaa oppimisprosessia ja vähentää virheitä. VR:n avulla voidaan simuloida erilaisia varaston tilanteita, mikä auttaa työntekijöitä ymmärtämään prosessit paremmin ja parantamaan työturvallisuutta.

- **Tuottavuuden kasvu**

AR-sovellukset voivat tarjota reaaliaikaista tietoa työntekijöille heidän suorittaessaan päivittäisiä tehtäviään, esimerkiksi näyttämällä hyllyjen sijainnit ja reitinoituituja kulkuohjeita. Tämä voi nopeuttaa keräystoimintoja ja vähentää virheitä.

- **Etävalvonta ja ohjaus**

Tietokoneavusteisen simulaation (CAS) ja virtuaalityökalujen avulla varaston johto voi valvoa ja ohjata toimintoja etäältä. Tämän seurauksena päätökset voidaan tehdä nopeammin ja perustuvat reaaliaikaiseen tietoon varaston tilasta.

- **Resurssienhallinta**

Simulaatioita voidaan käyttää ennakoimaan ja optimoimaan varastojen kuljetusresursseja. Simuloimalla erilaisia toimitusskenaarioita voidaan tunnistaa pullonkauloja ja tehostaa kuljetusprosesseja.

- **Kuljetusten seuranta ja optimointi**

GPS ja muut seurantateknologiat integroituna kuljetusohjelmiin mahdollistavat reittien reaaliaikaisen seurannan ja optimoinnin. Virtuaalikartat ja -näkyvät aktivoivat paremman visualisoinnin ja reagoinnin liikenteessä tapahtuviin muutoksiin.

- **Varastohallintajärjestelmien (WMS) integraatio**

Virtuaalitodellisuus voi olla integroituna osa WMS:ää, mikä mahdollistaa monimutkaisten datamäärien visuaalisen esittämisen ja helpottaa päätöksentekoa.

- **Asiakaskokemuksen parantaminen**

Virtuaalisen teknologian avulla asiakkaat voivat seurata toimituksia reaaliajassa ja nähdä varastotilannoita virtuaalisesti, mikä lisää läpinäkyvyyttä ja asiakastytyväisyyttä.

Vaikka virtuaalisuuden hyödyt ovat kiistattomat, on myös huomioitava mahdolliset haasteet, kuten teknologian korkeat aloitusinvestoinnit, tarve työntekijöiden jatkuvalla koulutuksella sekä yksityisyydensuoja ja tietoturvan varmistaminen.

Kehittyvä teknologia, kuten tekoäly ja koneoppiminen, voivat edelleen vahvistaa virtuaalisuuden roolia varastojen kuljetusohjelmissa, mahdollista en ennusteiden ja prosessien automatisoinnin. Jatkuvan innovaation ja teknologian kehityksen myötä voimme odottaa virtuaalisten työkalujen ja menetelmien tulevan entistä tärkeämmäksi osaksi logistiikka-alaa tulevina vuosina.

7. VARASTON TILANKÄYTÖN OPTIMOINTI

Virtuaalisuuden hyödyntäminen varastojen tilankäytön optimoinnissa on aihe, joka on herättänyt kasvavaa mielenkiintoa teollisuudessa ja akateemisissa piireissä. Tämä selvitys perustuu saatavilla olevaan kirjallisuuteen ja tutkimustuloksiin, jotka käsittelevät erityisesti teknologioita kuten virtuaalitodellisuutta (VR), lisätyn todellisuuden (AR), ja digitaalista 3D-mallinnusta. Nämä teknologiat mahdollistavat visualisoinnin sekä todellisten ja virtuaalisten prosessien yhdistämisen niin suunnitteluvaiheessa kuin toiminnan ylläpidossakin.

3D-mallinnus

3D-mallinnus on keskeinen työkalu varastojen tilankäytön optimoinnissa. Se auttaa suunnittelijoita visualisoimaan varastotilat kolmiulotteisesti, mikä mahdollistaa paremman hahmotuksen varaston kapasiteetista ja tehokkaammasta tilankäytöstä.

- **Tilasuunnittelun visualisointi**

3D-mallinnustyökalut, kuten AutoCAD ja SketchUp, tarjoavat suunnittelijoille mahdollisuuden luoda tarkkoja malleja varaston tiloista, hyllyistä ja käytävistä. Tämä mahdollistaa muun muassa hyllyvälien ja -korkeuksien säätöjen sekä kuormausalueiden suunnittelun simuloinnin.

- **Tila- ja resurssienhallinta**

Tietokonepohjaiset simulointiohjelmat, kuten FlexSim tai AnyLogic, mahdollistavat eri varastojärjestelyjen ja varastotason skenaarioiden käsittelyn, sekä prosessimallinnuksen, jonka avulla voidaan tunnistaa ja vähentää liikennevirtojen pullonkauloja ja parantaa tehokkuutta ja alentaa kustannuksia. Virtuaalisuus, mukaan luettuna virtuaalitodellisuus (VR), lisätty todellisuus (AR) ja 3D-mallinnus, tarjoaa ainutlaatuisia mahdollisuuksia visualisoida ja optimoida varaston tilankäyttöä ilman fyysisiä muutoksia. Tässä kirjallisuusselvityksessä tarkastelen näiden teknologioiden käyttöä varaston tilankäytön optimoinnissa.

- **Tilasuunnittelu ja layout**

Varastotilojen 3D-mallinnuksessa avulla voidaan visuaalisesti suunnitella ja muokata varaston layoutia, mikä mahdollistaa tilojen maksimaalisen käytön.

- **Suunnittelun visualisointi ja simulointi**

3D-mallinnus mahdollistaa varaston tilojen ja toimintojen virtuaalisen rakentamisen ja testaamisen ennen fyysisiä investointeja (Gu, Goetschalckx & McGinnis, 2010).

- **Layoutin ja reitityksen optimointi**

Varaston layoutin ja keräysreittien optimointi 3D-mallinnuksen avulla voi parantaa tilankäytön tehokkuutta (Roodbergen & Vis, 2009).

VR tuo mukaan immerstiivisen elementin, joka auttaa suunnittelijoita ja varastohenkilöstöä paremmin hahmottamaan tilan ja käytännöt:

- **Käyttökokemus ennen rakentamista**

VR:n avulla voidaan käytännössä kokeilla uusia varastoasetteluja ennen niiden fyysistä toteutusta. Virtuaalisuuden hyödyntäminen varastojen tilankäytön optimoinnissa sisältää teknologioita kuten virtuaalitodellisuus (VR), lisätty todellisuus (AR) ja 3D-mallinnuksen. Nämä teknologiat tarjoavat uusia tapoja visualisoida, suunnitella ja hallita varastotiloja. Kirjallisuudessa niiden sovelluksia on tutkittu erityisesti logistiikan ja varastohallinnan parantamisen näkökulmista.

- **Varastotilan visualisointi ja suunnittelu**

3D-mallinnus antaa mahdollisuuden testata erilaisia hyllyjärjestelmiä ja varastolayouteja virtuaalisesti, mikä mahdollistaa tilan käytön maksimoinnin ja käytäväjärjestelmien tehokkaan organisoinnin.

- **Simulointi**

Simulointiohjelmat, kuten FlexSim tai AnyLogic, auttavat visualisoimaan varastoprosesseja ja kulkuvirtoja sekä tunnistamaan pullopiteitä tilankäytössä, mikä voi johtaa operatiivisten toimintojen tehostamiseen.

Virtuaalitodellisuus (VR)

VR yhdistää todellisen maailman ja virtuaalisen mallinnuksen, tarjoten ainutlaatuisen mahdollisuuden kokea varastotila ennen fyysistä rakentamista tai muutoksia.

- **Suunnittelun testaus ja validointi**

VR-tekniikan avulla voidaan "kävellä" virtuaalisessa varastossa ja testata sekä suunnitella ja hallita logistiikkakeskuksia ja varastotiloja. Virtuaalitodellisuus (VR), lisätty todellisuus (AR) ja digitaalinen 3D-mallinnus ovat nykYTEknologioita, jotka tarjoavat merkittäviä etuja varastojen suunnittelussa ja operatiivisessa hallinnassa. Näitä teknologioita ja niiden soveltamista varastojen tilankäytön optimoinnissa käsitellään seuraavassa VIVA – Virtuaalinen Varasto Osaamisen Kasvattamisessa -hankkeen Benchmarking selvityksessä.

8. YHTEENVETO

Kun yhdistetään 3D-mallinnuksen, VR:n, ja AR:n kaltaiset teknologiat, voidaan varaston tilankäytön optimointia lähestyä kokonaisvaltaisesti. Virtuaaliteknologiat auttavat varastohallinnan ammattilaisia suunnittelemaan ja toteuttamaan tehokkaampia varastointiratkaisuja. Nämä teknologiat voivat lyhentää tuotteiden markkinoille tuomisen aikaa, vähentää kustannuksia ja parantaa joustavuutta tarpeiden muuttuessa (Verma & Verter, 2010).

Tutkimus virtuaalisuudesta varastojen tilankäytön optimoinnissa on noussut tärkeäksi aiheeksi sekä tutkimuksessa että käytännön sovelluksissa. Teknologiat, kuten 3D-mallinnus, virtuaalitodellisuus (VR) ja lisätty todellisuus (AR), ovat osoittautuneet arvokkaiksi välineiksi logistiikan ja varastohallinnan alueilla, tarjoten ainutlaatuisia mahdollisuuksia visualisointiin, suunnitteluun ja operatiivisen tehokkuuden parantamiseen. Tutkimukset ovat keskittyneet näiden teknologioiden tuomiin etuihin, joita ovat muun muassa tilasuunnittelun parannukset, läpimenoaikojen lyhentyminen, virheiden vähentyminen ja kokonaiskustannusten alentuminen.

- **Interaktiivinen tilasuunnittelu**

Käyttämällä VR-laseja, suunnittelijat voivat tutkia ja testata varastotilasuunnitelmat virtuaalisesti ennen fyysistä toteutusta. Se myös vähentää kustannuksia ja nopeuttaa suunnitteluprosessia, koska muutokset tehdään virtuaaliympäristössä eikä todellisessa tilassa.

- **Koulutus ja ohjeistaminen**

VR tarjoaa turvallisen ympäristön työntekijöiden koulutukseen varaston toiminnoista, kuten trukin käyttö tai hyllytyöskentely, vähentäen näin todellisten tapaturmien riskiä (Verhoeven & Van Der Voort, 2018).

- **Reaaliaikainen tieto ja navigointi**

AR:n avulla varastotyöntekijät saavat reaaliaikaista tietoa hyllypaikoista ja optimaalisista reiteistä työn tehokkuuden parantamiseksi (Syberfeldt et al., 2017).

- **Työn tehostaminen**

AR voi nopeuttaa keräilyprosesseja ja vähentää virheitä esittämällä Varastojen tilankäytön optimointi on olennainen osa tehokasta toimitusketjun hallintaa. Virtuaalisuus – erityisesti virtuaalitodellisuus (VR), lisätty todellisuus (AR) ja 3D-mallinnus – tarjoaa uudenlaisia työkaluja tilankäytön parantamiseksi.

- **Tilasuunnittelu ja layout**

Varastotilojen 3D-mallinnuksessa avulla voidaan visuaalisesti suunnitella ja muokata varaston layoutia, mikä mahdollistaa tilojen maksimaalisen käytön.

- **Simulointi**

Monimutkaisten varastoprosessien simulointi 3D-mallinnuksen avulla auttaa tunnistamaan parhaat tavat optimoida tilankäyttö.

- **Käyttökokemus ennen rakentamista**

VR:n avulla voidaan käytännössä kokeilla uusia varastoasetteluja ennen niiden fyysistä toteutusta. Virtuaalisuuden hyödyntäminen varastojen tilankäytön optimoinnissa sisältää teknologioita kuten virtuaalitodellisuus (VR), lisätty todellisuus (AR) ja 3D-mallinnuksen. Nämä teknologiat tarjoavat uusia tapoja visualisoida, suunnitella ja hallita varastotiloja.

Kirjallisuudessa niiden sovelluksia on tutkittu erityisesti logistiikan ja varastohallinnan parantamisen näkökulmista.

- **Suunnittelun testaus ja validointi**

VR-tekniikan avulla voidaan "kävellä" virtuaalisessa varastossa ja testata erilaisia suunnitelmia. Virtuaalisuuden hyödyntäminen varastojen tilankäytön optimoinnissa on innovatiivinen tapa suunnitella ja hallita logistiikkakeskuksia ja varastotiloja. Virtuaalitodellisuus (VR), lisätty todellisuus (AR) ja digitaalinen 3D-mallinnus ovat nykyteknologioita, jotka tarjoavat merkittäviä

etuja varastojen suunnittelussa ja operatiivisessa hallinnassa. Käsittelen näitä teknologioita ja niiden soveltamista varastojen tilankäytön optimoinnissa seuraavassa kirjallisuusselvityksessä.

- **Tilasuunnittelu**
3D-mallinnuksen avulla voidaan suunnitella varastohyllyjen asetelua, liikenneväyliä ja kuormausalueita siten, että tilan käyttötehokkuus maksimoidaan.
- **Simuloinnit**
Simulointiohjelmit, kuten FlexSim ja AnyLogic, mahdollistavat varastoprosessien kuten tavaran vastaanoton, varastoinnin ja keräilyyn virtuaalisen testaamisen, tunnistaa pullonkauloja ja parannuskohteita.
- **Käyttökokemus**
VR:n avulla voi testata erilaisten varastotilaratkaisujen toimivuutta Virtuaalisuus, joka käsittää virtuaalitodellisuuden (VR), lisätty todellisuuden (AR), ja digitaaliset 3D-mallinnukset, on muuttanut tapaa, jolla varastoja ja logistiikkaa hallitaan. Kun kyseessä on varastojen tilankäytön optimointi, näitä teknologioita voidaan hyödyntää luomaan tehokkaampia, turvallisempia ja taloudellisempia varastointiratkaisuja. Tässä kirjallisuusselvityksessä käsittelen virtuaalisuuden hyödyntämistä varastojen tilankäytön optimoinnissa viimeaikaisten tutkimusten ja julkaisujen valossa.
- **Suunnittelun visualisointi ja simulointi**
3D-mallinnus mahdollistaa varaston tilojen ja toimintojen virtuaalisen rakentamisen ja testaamisen ennen fyysisiä investointeja (Gu, Goetschalckx & McGinnis, 2010).
- **Layoutin ja reitityksen optimointi**
Varaston layoutin ja keräysreittien optimointi 3D-mallinnuksen avulla voi parantaa tilankäytön tehokkuutta (Roodbergen & Vis, 2009).

Kirjallisuusviitteet ja hyödyt

- **Tila- ja layout-suunnittelu**
3D-mallinnuksen avulla voidaan ennakoida ja visualisoida hyllyjen, varastointialueiden ja kulkuteiden sijoittelua, mikä auttaa tilankäytön optimoinnissa (Azadeh et al., 2019).
- **Simulaatio ja virtuaalinen prototyypointi**
Varaston toiminnan simulaatioissa käytetty 3D-mallinnus auttaa tunnistamaan pullonkauloja ja parantamaan prosessien sujuvuutta (Law & Kelton, 2000; Jahangirian et al., 2010).
- **Tarkkuus ja visualisointi**
3D-mallit tarjoavat visuaalisen esityksen varaston tilankäytöstä, mikä helpottaa muutosten arviointia ja päätöksentekoa (Pan & Goodrum, 2003).
- **Simulaatio**
Varastoprosesseja simuloidaan mallinnohjelmit, kuten FlexSim tai Witness, avulla. Näin voidaan ennustaa ja optimoida esimerkiksi materiaalivirtoja, hyllypalveluaikoja ja käsittelykapasiteettia (Banks et al., 2010).
- **Interaktiivinen layout-suunnittelu**
Varastojen tilankäytön optimointi on olennainen osa tehokasta toimitusketjun hallintaa. Virtuaalisuus – erityisesti virtuaalitodellisuus (VR), lisätty todellisuus (AR) ja 3D-mallinnus – tarjoaa uudenlaisia työkaluja tilankäytön parantamiseksi. Seuraavassa kirjallisuusselvityksessä käydään läpi virtuaalisuuden hyödyntämisen nykytilaa ja mahdollisuuksia varastojen tilankäytön optimoinnissa.
- **Suunnittelun tarkkuus**
3D-mallinnuksen avulla voidaan suunnitella varaston tilan käyttöä tarkasti ja tehokkaasti, ottaen huomioon fyysiset rajoitteet ja operatiiviset vaatimukset. Tutkimukset, kuten He et al. (2014), osoittavat, että 3D-mallinnus voi parantaa merkittävästi varaston suunnittelun ja layoutin laatua.
- **Simulaatio ja analysointi**
3D-mallien avulla voidaan simuloida erilaisia hyllyjärjestelyjä ja varaston toimintaa virtuaalisesti

ilman fyysisiä riskejä. Organisaatiot voivat kokeilla erilaisia strategioita ja nähdä niiden potentiaaliset vaikutukset etukäteen (Balci & Nance, 1985).

- **Elinkaaren hallinta**

VR:n käyttö mahdollistaa varastoprosessien visuaalisen simuloinnin ja analysoinnin koko niiden elinkaaren ajan (Kumar, Livermont & McKewan, 2010).

- **Reaaliaikainen tieto prosesseista**

AR voi esittää tärkeää tietoa työntekijöille suoraan näkökenttään, kuten hyllypaikat ja parhaat reitit varaston sisällä (Syberfeldt et al., 2017).

- **Koulutus ja ohjeistaminen**

AR-sovellukset voivat opastaa varastotyöntekijöitä suorittamaan tehtäviä oikein, parantaen näin tuottavuutta ja vähentäen virheitä (Gervasi et al., 2016).