

Roope Mantere

**WEB-POHJAISEN VARASTONHALLIN-
TAJÄRJESTELMÄN KEHITTÄMINEN
MAAHANTUONTIYRITYKSELLE**

Tehokkuuden ja kilpailukyvyn parantaminen
digitaalisten ratkaisujen avulla

Kandidaatintutkielma
Informaatioteknologian ja viestinnän tiedekunta
Helmikuu 2024

TIIVISTELMÄ

Roope Mantere: Web-pohjaisen varastohallintajärjestelmän kehittäminen
maahantuontiyritykselle
Kandidaatintutkielma
Tampereen yliopisto
Tietojenkäsittelytieteet
Helmikuu 2024

Varastohallintajärjestelmät ovat keskeisessä asemassa yrityksissä, jotka käsittelevät suuria määriä tavaraa. Nämä järjestelmät mahdollistavat tuotteiden saatavuuden hallinnan ja varmistavat, että suosituimpia tuotteita on aina saatavilla. Varastohallinta voidaan toteuttaa kuitenkin monella eri tapaa, yhtä oikeaa tapaa ei ole. Tässä tutkielmassa tarkastellaan erityisesti web-pohjaisten varastohallintajärjestelmien hyötyjä ja haasteita maahantuontiyrityksissä.

Tässä tutkielmassa tarkastellaan kirjallisuuskatsauksen kautta varastohallintajärjestelmien hyötyjä maahantuontiyritykselle ja miten tällainen järjestelmä voidaan toteuttaa web-pohjaisena sovelluksena. Tutkielmassa tarkastellaan erilaisten teknologisten ratkaisuiden hyötyjä ja haasteita varastohallintajärjestelmän kehityksessä. Tutkielmassa korostetaan pilvipohjaisten ratkaisujen, automaation ja ennustamisen merkitystä varastohallinnassa. Web-teknologiat kuten React.js ja Vue.js sekä tietokantaratkaisut kuten PostgreSQL ja MongoDB ovat avainasemassa järjestelmän kehittämisessä, tarjoten skaalautuvuutta sekä turvallisuutta.

Tutkielma osoittaa, että teknologisten ratkaisuiden huolellinen valinta on keskeisessä asemassa varastohallintajärjestelmän onnistuneessa toteutuksessa. Analysoimalla ensin järjestelmän tarpeet ja tavoitteet voidaan valita optimaaliset teknologiat, jotka tukevat yrityksen liiketoimintaa ja parantavat sen kilpailukykyä. Erityisesti pilvipohjaisten ratkaisuiden ja automaation käyttöönotto mahdollistaa tehokkaamman sekä ennakoivamman varastohallinnan, mikä on ratkaisevaa globaalissa kilpailuympäristössä.

Tutkielman tulokset korostavat, että varastohallintajärjestelmän teknologiset ratkaisut voivat tarjota merkittäviä liiketoiminnallisia etuja, mutta niiden valinta ja käyttöönotto vaativat kattavaa analyysiä ja suunnittelua. Tutkielmassa todetaan, että tehokkaasti toteutettu varastohallinta voi parantaa yrityksen mahdollisuuksia saavuttaa kilpailuetua. Järjestelmä tukee liiketoimintaa vähentämällä varastointikustannuksia, tehostamalla toimitusketjun hallintaa ja mahdollistamalla nopeamman reagoinnin markkinoiden muutoksiin.

Avainsanat: Varastohallintajärjestelmä, maahantuontiyritys, digitaaliset ratkaisut, teknologiset valinnat, liiketoiminnalliset hyödyt, web-pohjaiset sovellukset.

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck –ohjelmalla.

TEKOÄLYN KÄYTTÖ OPINNÄYTTEESSÄ

Opinnäytteessäni on käytetty tekoälysovelluksia:

- Ei
- Kyllä

Olen tietoinen siitä, että olen täysin vastuussa koko opinnäytteeni sisällöstä, mukaan lukien osat, joissa on hyödynnetty tekoälyä, ja hyväksyn vastuun mahdollisista eettisten ohjeiden rikkomuksista.

SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO	1
2. LIIKETOIMINNALLISET HYÖDYT	3
2.1 Tehokkuuden ja tuottavuuden parantaminen	3
2.2 Kustannussäästöt	4
2.3 Päätöksenteon tukeminen	5
2.4 Strateginen kilpailuetu	6
3. TEKNOLOGISET VALINNAT	7
3.1 Tietokantaratkaisut	7
3.2 Web-tekniologiat	8
3.3 Back-end tekniologiat	10
3.4 Pilvipalvelut ja skaalautuvuus	10
3.5 Turvallisuus ja tietosuojat	11
4. POHDINTA	13
5. YHTEENVETO	14
LÄHTEET	15

1. JOHDANTO

Varastohallintajärjestelmät ovat nykypäivän liiketoiminnan kulmakivi, erityisesti maahantuonnissa missä dynaaminen ja joustava varaston seuranta on kriittisen tärkeää. Maahantuontiyritysten toimintaympäristö on digitalisaation ja globaalien markkinoiden kehittymisen myötä muuttunut merkittävästi. Tämän muutoksen myötä varastohallinnan rooli yrityksen logistiikkaketjussa on noussut entistä keskeisemmäksi, kun tarve nopeaan reagointikykyyn ja kustannustehokkuuteen kasvaa (Wang ja Chen, 2022). Nykyajan haastavassa liiketoimintaympäristössä, jossa tuotekykyisyys ja kuluttajien mieltymykset voivat muuttua nopeasti on välttämätöntä, että yritykset kykenevät hallitsemaan varastojaan entistä tehokkaammin. Tämä ei ainoastaan tue päivittäistä operatiivista toimintaa, vaan mahdollistaa myös strategisen suunnittelun ja markkina-aseman vahvistamisen.

Varastohallintajärjestelmän päätavoitteena on siirtyä pois työläästi käsiteltävistä ja vaikeasti päivitettävistä Excel-taulukoista kohti yhtenäistä järjestelmää. Tämä siirtymä mahdollistaa monipuolisten tietokantojen käytön, joiden avulla voidaan tehokkaasti tallentaa ja hallinnoida laajan valikoiman tuotteiden tietoja ja saldoja. Tietokantakeskeinen lähestymistapa tarjoaa joustavuuden nopeisiin tietopäivityksiin ja tietojen poistoihin, mikä puolestaan ratkaisee yhden Excel-pohjaisen varastohallinnan merkittävimmistä haasteista eli tietojen manuaalisen muokkaamisen (Agboola *et al.*, 2022).

Varastohallintajärjestelmien kehittyessä on olennaisen tärkeää tunnistaa uusien teknologioiden rooli ja mahdollisuus hyödyntää niitä varastohallinnan tehostamisessa. Nykyaikaiset järjestelmät tarjoavat mahdollisuuden reaaliaikaiseen tiedonkeruuseen ja analyysiin, mikä on merkittävä etu perinteisiin menetelmiin verrattuna. Ran H. (2021) korostaa, kuinka pilvireunalaskentatekniikoiden integrointi varastohallintaan voi merkittävästi parantaa toimitusketjun tehokkuutta ja varastoresurssien käyttöä. Tämä on erityisen tärkeää maahantuontiyrityksille, joissa tuotteiden saatavuuden ja toimitusaikojen ennustaminen on kriittistä.

Pilvireuna laskentateknologia tai "cloud-edge computing" viittaa tietojenkäsittelyn siirtämiseen pois keskitetyistä pilvipalvelimista ja lähemmäksi käyttäjien laitteita ja tietolähteitä eli "verkon reunalle" (Mir ja Loreto, 2017). Tämä mahdollistaa nopeamman tiedonsiirron, vähentää viivettä ja parantaa tietoturvaa siirtämällä datan käsittelyä lähemmäksi sen alkuperää mikä on erityisen hyödyllistä sovelluksissa, jotka vaativat nopeaa reagointia ja ovat herkkiä viiveelle, kuten reaaliaikaiset analyysit ja IoT-laitteiden ohjaus (Pan ja McElhannon, 2018).

Tämän päivän maahantuontiyritysten on myös vastattava yhä kasvaviin ympäristövaatimuksiin ja kestäväen kehityksen tavoitteisiin. Tehokas varastohallinta tukee kestävästä kehityksestä vähentämällä ylituotantoa ja tuotehävikkiä. Tämä ei ainoastaan säästä resursseja, vaan myös vähentää

ympäristövaikutuksia. Kembro ja Norrman (2019) toteavat, että kestävä kehityksen periaatteiden noudattaminen logistiikassa ja varastohallinnassa kasvaa yhä tärkeämmäksi yritysten sosiaalisen vastuun ja brändiarvon näkökulmasta.

Tämän kandidaatintutkielman tarkoituksena on tunnistaa parhaat käytännöt ja teknologiat, jotka mahdollistavat maahantuontiyrityksen varastohallintajärjestelmän kehittämisen tavalla, joka tukee yrityksen liiketoimintamallia, parantaa sen kilpailukykyä ja vastaa yrityksen vaatimuksiin. Tutkielma on toteutettu kirjallisuuskatsauksena, jossa on etsitty ja analysoitu aiheeseen liittyviä aineistoja. Kirjallisuuskatsauksen aineisto on kerätty käyttämällä hakukoneita ja tietokantapalveluita. Tämän työn kohdalla hakukoneiksi valikoitui Google Scholar, IEEE Xplore sekä Tampereen yliopiston Andor palvelu. Hakutermeinä käytettiin muun muassa ”inventory management systems”, ”web based inventory management systems”, ”web technologies”, ”react.js or vue.js” sekä muita aiheeseen liittyviä hakutermejä. Hakutuloksia rajattiin niiden relevanssin ja vertaisarvioinnin perusteella. Valitut aineistot koostuivat tieteellisistä artikkeleista, kirjoista sekä konferenssijulkaisuista.

Kirjallisuuskatsaus painottui varastohallintajärjestelmien hyötyjen, webteknologioiden, pilvipohjaisten ratkaisujen, automaation ja ennustamismenetelmien tarkasteluun. Näitä analysoitiin erityisesti maahantuontiyrityksen tarpeiden näkökulmasta, jotta löydettiin relevantit ratkaisut ja haasteet.

Tutkielmassa pyritään myös ymmärtämään, miten RFID-teknologiaa (Welt ja Emond, 2005) voidaan hyödyntää varastohallinnassa parantamaan tuotteiden seuranta ja hallintaa. RFID-teknologian avulla voidaan automatisoida varastoinnin ja varastosta poiston prosesseja, mikä vähentää manuaalisen työn tarvetta ja mahdollisuutta inhimillisiin virheisiin. Tämä teknologia tarjoaa myös mahdollisuuden tarkempaan ja läpinäkyvämpään varastotason seurantaan, mikä on olennaisen tärkeää globaalien toimitusketjujen hallinnassa.

Tutkielmassa tarkastellaan varastohallintajärjestelmän toteuttamisessa huomioitavia seikkoja teknologisessa ja liiketoiminnallisessa näkökulmassa. Tutkielman keskiössä käytettävä yritys on virvoitusjuomia, kuten limonadeja sekä maustettuja vesiä maahantuova pirkanmaalainen yritys. Yritys on oikeasti toiminnassa, joten näkökulmat esimerkiksi varastohallintajärjestelmältä vaadittavista ominaisuuksista tulevat suoraan tämän yrityksen tarpeista. Kun tekstissä mainitaan tämä yritys, käytetään siitä nimitystä Yritys X.

2. LIIKETOIMINNALLISET HYÖDYT

Varastohallintajärjestelmän kehittäminen ja optimointi on nykypäivän liiketoiminnalle kriittinen tekijä, joka tarjoaa lukuisia liiketoiminnallisia hyötyjä. Tehokkaan varastohallintajärjestelmän avulla yritykset voivat saavuttaa merkittäviä parannuksia operatiivisessa tehokkuudessa, kustannussäästöissä, päätöksenteon laadussa, asiakastyytyväisyydessä sekä kasvattaa strategista kilpailuetuaan (Wang ja Chen, 2023). Nämä hyödyt ovat olennaisia yrityksen menestyksen ja kasvun kannalta, erityisesti nopeasti muuttuvassa kilpailullisessa liiketoimintaympäristössä kuten maahantuontialalla.

2.1 Tehokkuuden ja tuottavuuden parantaminen

Kehittynyt varastohallintajärjestelmä mahdollistaa varastojen tarkan seurannan ja hallinnan, parantaen operatiivista tehokkuutta. Pandya ja Thakkar, (2016) korostavat, kuinka ABC-analyysin käyttäminen Excelissä voi auttaa yrityksiä priorisoimaan varaston kohteet niiden taloudellisen arvon perusteella tehostaen varastohallintaa ja parantaen päätöksentekoa. Kuitenkin Yritys X:än tapauksessa ABC analyysi integroidaan toteutettavaan varastohallintajärjestelmään suoraan, mutta Pandya ja Thakkar, (2016) esittelemää mallia voidaan helposti hyödyntää myös Yritys X:än kriteerit täyttävässä sovelluksessa.

ABC-analyysin avulla tuotteet jaetaan kolmeen luokkaan:

- **A-luokka:** Tähän luokkaan kuuluu pieni osa varaston nimikkeistä yleensä noin 20 %, jotka muodostavat suuren osan noin 80 % varaston kokonaisarvosta. Nämä ovat yrityksen kannalta kriittisiä tuotteita ja niitä tulisi hallita siten, että tämän luokan tuotteita on aina varastossa oikea määrä, eivätkä ne pääse missään tapauksessa loppumaan.
- **B-luokka:** Tämä luokka sisältää nimikkeitä, jotka ovat keskitasolla sekä varaston määrän että arvon suhteen. B-luokan nimikkeitä ovat usein noin 30 % varaston nimikkeistä ja niiden osuus kokonaisarvosta on noin 15–25 %.
- **C-luokka:** Tämä luokka sisältää suurimman osan varaston nimikkeistä eli noin 50 % koko varaston nimikkeistä, mutta näiden nimikkeiden arvo on vain noin 5–10 % varaston kokonaisarvosta. C-luokan tuotteiden hallinta voi olla löyhemmässä, koska niiden taloudellinen merkitys on vähäinen.

Kuten Pandya ja Thakkar, (2016) toteavat ABC-analyysin avulla yritys pystyy priorisoimaan varaston kohteet ja tekemään tarvittavia muutoksia varastosaldoihin analyysin perusteella. ABC analyysiin kykenevä varastohallinta järjestelmä voisi täten tuoda lisäarvoa yritykselle, mahdollistamalla tuotteiden automaattisen tilauksen ABC-analyysin perusteella. Täten tämänlaisten ominaisuuksien lisääminen on lähes välttämätöntä.

2.2 Kustannussäästöt

Varastohallintajärjestelmän kehittäminen yrityksen sisällä voi tarjota merkittäviä säästöjä hallinnollisissa ja operatiivisissa kustannuksissa, sillä se mahdollistaa tuotteiden tilauksen, vastaanoton ja lähettämisen prosessien tehostamisen. Lisäksi, kuten Yuvaraj et al., (2020) toteavat, automatisoidut järjestelmät voivat vähentää inhimillisiä virheitä ja parantaa varastosaldojen tarkkuutta, mikä johtaa alhaisempiin varastointikustannuksiin ja vähentää tarvetta ylimitoitetulle varastolle.

Kun varastohallintajärjestelmä kehitetään juuri Yritys X:n tarpeet huomioiden, tarjoaa se mahdollisuuden räätälöidä järjestelmä vastaamaan kaikkia rajatapauksia, joita maahantuonti yrityksellä voi olla. Tämä tarkoittaa, että järjestelmä sisältää vain tarpeellisia ominaisuuksia ilman tarpeettomia ylimääräisiä toiminnallisuuksia, joita useat kaupalliset järjestelmät tarjoavat. Tällainen lähestymistapa ei ainoastaan säästä kustannuksissa, vaan myös parantaa järjestelmän tehokkuutta ja käyttäjäkokemusta (Wang ja Chen, 2022).

Kaupallisten varastohallintajärjestelmien tarjoama yleispätevyys voi olla haasteellista yrityksille, jotka toimivat erikoistuneilla toimialoilla tai joilla on ainutlaatuisia varastohallinnan vaatimuksia. Esimerkiksi puutavarakaupan ja auton osien varastohallintaan tarvitaan erilaiset toiminnallisuudet ja ominaisuudet. Kehittämällä varastohallintajärjestelmän itse yritys voi varmistaa, että järjestelmä tukee parhaalla mahdollisella tavalla sen liiketoimintaprosesseja ja toimialan erityisvaatimuksia (Wang ja Chen, 2022).

Web-pohjaiset järjestelmät tarjoavat mahdollisuuden hyödyntää pilvipohjaisia ratkaisuja, mikä tuo mukanaan skaalautuvuuden edut. Yritykset voivat laajentaa järjestelmäänsä tarpeidensa mukaan ilman suuria investointeja fyysiseen infrastruktuuriin tai laitteisiin. Pilvipalvelut mahdollistavat myös resurssien dynaamisen skaalautuvuuden käyttötarpeen mukaan vähentäen ylimääräisten laitteiden ja palvelinten ylläpidon kustannuksia (Ran H., 2021).

Monet yritykset kohtaavat myös haasteita tietotekniikan kokonaiskustannusten hallinnassa erityisesti silloin, kun käytetään monimutkaisia kaupallisia ohjelmistoratkaisuja. Ohjelmistojen hankintakustannukset, lisenssit ja päivitykset voivat olla huomattavia erityisesti pitkällä aikavälillä. Kehittämällä oman web-pohjaisen ratkaisun Yritys X voi välttää nämä kustannukset ja keskittyä investoimaan vain niihin teknologioihin ja toimintoihin, jotka ovat kriittisiä yrityksen liiketoiminnalle (Agboola et al., 2022).

Varastohallintajärjestelmän optimointi voi myös vaikuttaa suoraan yrityksen liiketoiminnan jatkuvuuteen ja riskienhallintaan. Tehokas ja räätälöity järjestelmä vähentää inhimillisiä virheitä ja parantaa prosessien läpinäkyvyyttä. Tämä voi johtaa parempaan asiakastyytyvyyteen ja alhaisempiin kustannuksiin virheellisten toimitusten ja hävikin vähentyessä (Soegoto ja Palalungan, 2020). Näin ollen investointi varastohallintajärjestelmään voi tuottaa merkittäviä kustannussäästöjä ja parantaa yrityksen kilpailukykyä pitkällä aikavälillä.

2.3 Päätöksenteon tukeminen

Tehokas varastonhallinta tarjoaa tarkkaa tietoa varastotasosta ja kulutustrendeistä, jonka avulla voidaan tehdä tehokkaampia strategisia päätöksiä. Soegoto ja Palalungan (2020) kuvaavat, kuinka varastonhallintajärjestelmä voi parantaa päätöksentekoa tarjoamalla reaaliaikaista tietoa varaston tilasta, sillä tämä avulla voidaan ennakoita tulevia tarpeita ja vähentää hävikkiä.

Tämän lisäksi, Eraslan ja Iç (2020) kehittivät parannellun päätöksenteon tukijärjestelmän (IDSS) ABC-luokittelua varten, joka auttaa päätöksentekijöitä heidän varaston luokittelupäätöksissään tarjoamalla erilaisia ABC-luokittelumalleja, kuten vuosittainen dollarien käyttö (ADU), analyttinen hierarkiaprosessi (AHP) ja sumea C-keskiarvoalgoritmi (FCM). Tämä järjestelmä vähentää merkittävästi aikaa varaston luokitteluun ja on sovellettavissa eri toimialoille. Tämä mahdollistaa tarkemman ja helpommin muokattavan ABC-luokittelun todellisissa tapauksissa.

Yritys X on kohdannut merkittäviä haasteita varastonhallinnan ja tilauspäätösten tekemisessä johtuen vanhasta Excel-pohjaisesta järjestelmästä, jonka isoin ongelma on reaaliaikaisen päivityksen puuttuminen. Vanhaan järjestelmään on jouduttu käsin syöttämään myynnin menekki, joka on johtanut saldovirheisiin ja lisääntyneeseen työmäärään. Tämä on aiheuttanut ongelmia varastotasojen hallinnassa ja johtanut tilanteisiin, joissa varastosaldojen tiedot ovat olleet vanhentuneita tai epätarkkoja. Tämä taas on vaikeuttanut päätöksentekoa esimerkiksi varastoon tilattavien tuotteiden määrissä.

Web-pohjainen varastonhallintajärjestelmä ratkaisee tätä ongelmaa tarjoamalla reaaliaikaista tietoa varastotilanteesta mahdollistaen tarkempien ja nopeampien päätösten tekemisen. Reaaliaikainen varastotilanteen seuranta on keskeinen tekijä erityisesti silloin, kun yrityksen toiminta edellyttää nopeaa reagointia markkinoiden ja kysynnän muutoksiin. Varaston tietojen päivittyessä automaattisesti ja jatkuvasti voidaan varmistaa, että päätöksen tekijät voivat luottaa tietojen oikeellisuuteen ja tehdä paremmin informoituja päätöksiä. Tämä vähentää ylivarastoinnin ja varastoali jäämän riskiä (Soegoto ja Palalungan, 2020).

Järjestelmä voi myös sisältää automaattisia hälytyksiä ja raportteja, jotka ilmoittavat päätöksentekijöille, kun tiettyjen tuotteiden tilaaminen on ajankohtaista. Erilaisilla automaatioilla voidaan vähentää manuaalisen seurannan tarvetta ja parantaa varaston kiertoa (Yuvaraj *et al.*, 2020).

Yhteenvetona voidaan todeta, että siirtyminen Excel-pohjaisesta varastonhallinnasta web-pohjaiseen järjestelmään parantaa Yritys X:n päätöksentekoprosessia. Reaaliaikaisen datan saatavuus ja automaation mahdollisuudet eivät ainoastaan paranna varastonhallinnan tarkkuutta, vaan myös mahdollistavat strategisesti tärkeiden päätösten tekemistä luotettavan tiedon pohjalta. Tämä tukee yrityksen liiketoimintaa kokonaisvaltaisesti ja auttaa saavuttamaan kilpailuetua markkinoilla.

2.4 Strateginen kilpailuetu

Varastohallintajärjestelmän käyttöönotto tarjoaa Yritys X:lle merkittävän strategisen kilpailuedun erityisesti nykypäivän nopeasti muuttuvassa liiketoimintaympäristössä. Yritys X:n vanha Excel-pohjainen varastohallintajärjestelmä on ollut riittämätön tukemaan yrityksen kasvutavoitteita, koska se ei tarjoa tarvittavaa skaalautuvuutta, joustavuutta eikä reaaliaikaista tietoa. Nämä ovat välttämättömiä tekijöitä kilpailuedun saavuttamiseksi.

Varastohallintajärjestelmä mahdollistaa paremman varastohallinnan ja optimoinnin vähentäen varastoon sidotun pääoman määrää ja parantaen kassavirtaa, kun varastotasot voidaan optimoida reaaliaikaisen datan avulla. Tämä parantaa toimitusketjun tehokkuutta ja mahdollistaa nopeamman reagoinnin markkinamuutoksiin vahvistaen yrityksen asemaa markkinoilla (Wang ja Chen, 2022).

Varastohallintajärjestelmän optimointi auttaa yrityksiä saavuttamaan kilpailuedun tarjoamalla parempaa asiakaspalvelua ja optimoimalla varaston kiertoa. Welt ja Emond, (2019) toteavat RFID-tekniikan käytön edistävän varastohallinnan tehostumista, tämä ei ainoastaan paranna toimitusketjun läpinäkyvyyttä vaan myös mahdollistaa tarkemman varaston seurannan ja hallinnan, mikä vahvistaa yrityksen markkina-asemaa.

Lisäksi järjestelmä mahdollistaa Excel-tilinäkkoa paremmat analytiikka- ja raportointityökalut tukien strategista päätöksentekoa. Järjestelmän avulla voidaan analysoida historiallisen datan perusteella trendejä ja ennakoita tulevia kysyntäpiikkejä. Tämä antaa yritykselle mahdollisuuden valmistautua paremmin tuleviin haasteisiin proaktiivisesti. Tämä lähestymistapa auttaa yritystä optimoimaan resurssien käytön ja vähentämään hävikkiä parantaen kannattavuutta ja kilpailukykyä pitkällä aikavälillä (Eraslan ja IÇ, 2020).

Varastohallintajärjestelmä tarjoaa myös mahdollisuuden integroida muita liiketoiminnan osa-alueita, kuten asiakkuudenhallintajärjestelmän (CRM) tai toiminnan ohjausjärjestelmän (ERP) tehostaen koko liiketoimintaprosessia. Tällainen integroitu järjestelmä mahdollistaa tietojen tehokkaan jakamisen ja yhteiskäytön eri osastojen ja sidosryhmien välillä. Tämä parantaa yhteistyötä ja nopeuttaa liiketoimintaprosessien läpivientiä (Tong, Ming ja Zhang, 2023). Toisaalta täytyy pitää huoli siitä, että järjestelmän helppokäyttöisyys ei kärsi lisättyjen järjestelmien ja ominaisuuksien myötä. Tämä kokonaisvaltainen lähestymistapa voi auttaa Yritys X:ää hyödyntämään täysimääräisesti digitaalisen transformaation mahdollisuuksia ja vahvistaa sen kilpailuasemaa markkinoilla.

Yhteenvetona voidaan todeta, että siirtyminen Excel-tilinäköistä varastohallintajärjestelmään ei ainoastaan paranna operatiivista tehokkuutta ja asiakastyytyväisyyttä, mutta tarjoaa myös merkittäviä strategisia etuja, jotka auttavat Yritys X:ää saavuttamaan ja ylläpitämään kilpailuetua markkinoilla. Tämä teknologinen investointi tukee yrityksen pitkän aikavälin kasvutavoitteita vahvistaen sen asemaa johtavana toimijana maahantuontialalla.

3. TEKNOLOGISET VALINNAT

Teknologioiden valinta on kriittinen osa toimivan varastohallintajärjestelmän toteuttamista. Ensin tulee selvittää mitkä teknologiat toimivat yhteen yrityksen muun infrastruktuurin kanssa. Tässä tapauksessa Yritys X:llä ei vielä ole minkäänlaista varastohallintajärjestelmää. Tämä kävi ilmi, kun kartoitin Yritys X:n vaatimuksia varastohallintajärjestelmälle. Tähän mennessä varaston seuranta on toteutettu Excel-työkirjojen avulla. Täten uutta järjestelmää suunniteltaessa ei välttämättä tarvitse ottaa huomioon vanhan järjestelmän yhteensopivuutta. Teknologisissa valinnoissa on myös otettu huomioon järjestelmän toteuttajan jo tuntemat teknologiat. Tuttujen teknologioiden käyttö nopeuttaa järjestelmän toteuttamista, sillä kehittäjän ei tarvitse opetella uusia teknologioita.

3.1 Tietokantaratkaisut

Varastohallintajärjestelmän tietokantaratkaisujen valinnassa tulee huomioida useita tekijöitä, kuten järjestelmän vaatimat toiminnot, datan monimutkaisuus ja tulevaisuuden laajennettavuus. Relatiotietokantamallit kuten PostgreSQL tarjoavat vahvan datan eheyden, mikä varmistaa tietojen tarkkuuden ja luotettavuuden, erityisesti kriittisissä liiketoimintaprosesseissa. Monipuoliset kyselymahdollisuudet mahdollistavat tehokkaan datan analysoinnin. Transaktiotuki varmistaa, että useat samanaikaiset toimenpiteet suoritetaan turvallisesti ja ilman ristiriitoja. Relatiotietokantamallit siis soveltuvat erityisesti monimutkaisten liiketoimintasääntöjen ja suhteiden hallintaan, mikä on olennaista monissa varastohallintasovelluksissa, joissa tarkkuus ja luotettavuus ovat keskiössä (Soegoto ja Palalungan, 2020).

NoSQL-tietokannat kuten MongoDB ovat tehokkaita käsiteltäessä suuria määriä rakenteetonta tai puolirakenteista dataa. Ne tarjoavat horisontaalista skaalautuvuutta ja joustavuutta. Tämä mahdollistaa tietokannan laajentamisen lisäämällä uusia palvelimia. Tämä ei ainoastaan estä suorituskyvyn heikkenemistä, vaan myös parantaa suorituskykyä erityisesti tilanteissa, joissa käsitellään suuria datamääriä tai tarvitaan nopeaa tiedonhakua ja käsittelyä. NoSQL-tietokantojen kyky tallentaa monimuotoista dataa ja vastata nopeasti muuttuvaan kysyntään on erityisen arvokasta tilanteissa, joissa tietojärjestelmän on sopeuduttava erilaisiin datalähteisiin ja kasvaviin tietomääriin (Cao et al., 2019).

SQL- ja NoSQL-tietokantojen välillä valittaessa on tärkeä ymmärtää näiden tietokantatyyppeiden keskeiset erot ja niiden vaikutukset varastohallintajärjestelmän suorituskykyyn sekä joustavuuteen. SQL-tietokannat kuten PostgreSQL ovat ihanteellisia silloin, kun tarvitaan monimutkaisia kyselyitä ja tiukkaa datan eheyttä. Toisaalta NoSQL-tietokannat kuten MongoDB soveltuvat paremmin tilanteisiin, joissa tarvitaan laajamittaista tietojen käsittelyä ja joustavuutta datarakenteiden suhteen (Cao et al., 2019).

NoSQL tietokantojen merkitys on kasvanut tilanteissa, joissa tarvitaan erityisesti horisontaalista skaalautuvuutta ja suurten datamäärien nopeaa käsittelyä. Cao et al., (2019) esittelivät artikkelissaan Zidian-järjestelmän, joka on middleware-ratkaisu SQL-kyselyiden tehostamiseen NoSQL-ympäristössä. Zidianin avulla SQL-over-NoSQL-järjestelmien suorituskyky paranee merkittävästi. Tämä on erityisen hyödyllistä varastohallintajärjestelmissä, joissa suuria tietomääriä on käsiteltävä tehokkaasti.

Zidian-malli käyttää Block-as-a-value (BaaV) -lähestymistapaa. BaaV mahdollistaa relaatiotietojen käsittelyn NoSQL-ympäristöissä ilman tarvetta suorittaa laajoja taulukkoskannauksia. Tämä vähentää merkittävästi tietojen hakemiseen ja viestintään liittyvää resurssien, kuten ajan ja laskeutteen käyttöä, mikä tekee SQL-over-NoSQL-järjestelmistä tehokkaampia ja skaalautuvampia. BaaV-mallin avulla Zidian voi vastata kyselyihin tehokkaasti ja skaalautuvasti (Cao et al., 2019).

Tietokannan valintaan vaikuttavat myös Yritys X:än käytettävissä oleva osaaminen ja resurssit tietokannan ylläpitoon sekä järjestelmän yleiset suorituskykyvaatimukset. On tärkeä arvioida tietokantateknologian yhteensopivuutta muiden järjestelmäkomponenttien kanssa ja varmistaa, että valittu ratkaisu tukee liiketoiminnan kasvua ja muutoksia pitkällä aikavälillä (Yuvaraj et al., 2020).

Yhteenvetona voidaan todeta, että tietokantaratkaisuja valittaessa on tärkeää huomioida sekä järjestelmän nykyiset että tulevaisuuden vaatimukset. Kuten mahdollisuus verkossa maksamiseen, kuluttajamyyntitoimintojen integroimiseen tai asiakastietojen turvalliseen ja tehokkaaseen hallintaan. SQL-tietokannat kuten PostgreSQL tarjoavat vahvan tietojen eheyden ja monipuoliset kyselymahdollisuudet. NoSQL-tietokannat kuten MongoDB tarjoavat skaalautuvuutta ja joustavuutta suurten datamäärien käsittelyyn. Zidian-mallin kaltaiset ratkaisut voivat parantaa SQL-over-NoSQL-järjestelmien suorituskykyä tämä taas tekee niistä entistä houkuttelevampia varastohallintajärjestelmien taustalla olevina teknologioina (Cao et al., 2019).

3.2 Web-teknologiat

Web-teknologioiden osalta HTML, CSS ja JavaScript ovat perustana käyttöliittymien luomisessa. React.js ja Vue.js ovat molemmat nykyaikaisia kirjastoja, jotka tukevat mukautuvien ja dynaamisten käyttöliittymien rakentamista. Kehykset (framework) kuten Angular.js ovat myös laajasti käytössä (Wang ja Chen, 2022). Yritys X:än käytötapausta arvioitaessa todettiin, että web-pohjainen varastohallintajärjestelmä on vaihtoehtoista vartenotettavin. Kaikista saatavilla olevista kirjastoista päätettiin ottaa lähempään tarkasteluun React.js ja Vue.js, koska ne ovat laajalti käytettyjä, hyvin dokumentoituja ja aktiivisen kehittäjäyhteisön tukemia JavaScript-pohjaisia kirjastoja. Molemmat soveltuvat erityisesti mukautuvien ja dynaamisten käyttöliittymien rakentamiseen, mikä on olennainen vaatimus Yritys X:än web-pohjaisessa varastohallintajärjestelmässä. Lisäksi kehittäjätiimillä on aiempaa kokemusta React.js käytöstä, mikä tekee siitä luonnollisen vaihtoehdon toteutuksen sujuvoittamiseksi. Vue.js puolestaan tarjoaa valmiiksi integroidut työkalut, kuten reitityksen ja tilanhallinnan, mikä tekee siitä tehokkaan vaihtoehdon monimukaisempien sovellusten kehittämiseen.

React.js on Meta:n (entinen Facebook) kehittämä avoimen lähdekoodin JavaScript-kirjasto, joka julkaistiin vuonna 2013. React.js on suunniteltu erityisesti yksisivuisten verkkosovellusten toteuttamiseen. React.js nojaa komponenttipohjaiseen kehitykseen, jossa käyttöliittymä jaetaan pieniin, uudelleen käytettäviin komponentteihin eli moduuleihin. Yksi Reactin keskeisistä ominaisuuksista on sen virtuaalinen DOM eli "Document Object Model", joka mahdollistaa tehokkaan käyttöliittymän päivityksen. Virtuaalinen DOM luo kopion todellisesta DOM:ista. Tämä nopeuttaa sivun renderöintiä ja vähentää todelliseen DOM:iin tehtäviä päivityksiä parantaen suorituskykyä erityisesti suurissa sovelluksissa (Tuominen, 2023).

Reactin komponenttien käyttöön liittyvä syntaksi JSX (JavaScript XML) yhdistää JavaScriptin ja HTML-elementit saumattomasti yhdeksi kokonaisuudeksi. Tämä lähestymistapa tekee koodista luettavampaa ja selkeyttää käyttöliittymän kehittämistä, parantaen näin myös koodin ylläpidettävyyttä. Tämän ansiosta React.js on sopiva projekteihin, joissa halutaan yhdistää rakenne ja sen toiminnallisuudet yhdeksi kokonaisuudeksi. Kuitenkin, koska React.js on enemmän kirjastopohjainen kuin täysimittainen kehys se vaatii useiden työkalujen ja kirjastojen käyttöä täydellisen sovelluksen rakentamiseksi. Esimerkkejä näistä tilanteista ovat tilanhallinta kuten Redux tai reititys (React Router) (Tuominen, 2023).

Vue.js on Evan Youn kehittämä progressiivinen JavaScript-ohjelmistokehityskehys (framework), joka julkaistiin vuonna 2014. Vue.js on suunniteltu erityisesti yksisivuisten verkkosovellusten luomiseen ja se on alusta alkaen suunniteltu kehittäjän näkökulmasta helposti lähestyttäväksi kehikseksi. Kuten Reactin myös Vuen arkkitehtuuri perustuu komponenttipohjaiseen kehitykseen, mutta se eroaa Reactista kuitenkin siinä, että Vue tarjoaa valmiiksi integroidut työkalut esimerkiksi tilanhallintaan, reititykseen ja muihin tärkeisiin toimintoihin. Tämä tekee Vuesta kokonaisvaltaisemman ratkaisun monimutkaisen sovelluksen kehittämiseen (Tuominen, 2023).

Tuominen (2023) toteaa tutkielmassaan, että React.js ja Vue.js molemmat tarjoavat tehokkaita työkaluja yksisivuisten verkkosovellusten kehittämiseen, mutta ne lähestyvät ongelmanratkaisua eri näkökulmista. Reactin vahvuus on sen suuri kehittäjäyhteisö ja ekosysteemi, jotka tarjoavat laajan valikoiman lisäkirjastoja sekä työkaluja. Tämä tekee Reactista joustavan, mutta samalla se voi luoda haasteita aloittelijoille, koska Reactin tehokas käyttö edellyttää monien työkalujen integrointia keskenään.

Vue.js puolestaan tarjoaa integroidumman ja helpommin omaksuttavan ratkaisun, jossa monet Reactissa ulkopuoliset työkalut tulevat sisään rakennettuina. Tämä tekee Vuesta houkuttelevamman vaihtoehdon erityisesti niille, jotka arvostavat helppoa ja mutkatonta käyttöönottoa sekä sujuvaa kehitysprosessia ilman tarvetta etsiä ja yhdistää erillisiä kirjastoja. Vuen oppimiskäyrä on siis matalampi kuin Reactin tehden Vuesta suosituksen vaihtoehdon niin aloittelevien kuin myös kokeneempien kehittäjien keskuudessa (Tuominen, 2023).

Tuominen (2023) tulee siihen tulokseen, että Reactin ja Vuen erot ovat todellisuudessa hyvin pieniä. Molempien suorituskyky on hyvin samankaltainen, pelkästään suorituskykyä ei Reactin ja Vuen välillä kannata edes verrata. Toki tutkielmassa todetaan myös, että Reactin ja Vuen väliset suorituskyvyn eroavaisuudet voivat ilmetä vasta hyvin laajoissa ohjelmistoissa. Tuominen (2023)

kuitenkin nostaa esille, että kehystä valittaessa tulisi ottaa huomioon myös kehittäjien aikaisempi kokemus sekä preferenssit. Yritys X:lle toteutettavan varastohallintajärjestelmän tapauksessa päädyttiin käyttämään React.js kehystä sen kattavan kirjastovalikoiman takia. Toinen syy Reactin valintaan oli kehittäjien aikaisempi kokemus Reactin käytöstä.

3.3 Back-end teknologiat

Back-end teknologiat, kuten Node.js ja Django, mahdollistavat tehokkaan sovelluslogiikan ja API-rajapintojen kehittämisen. Spring Boot on Java-pohjainen kehys, joka tukee yritystason sovelluksia ja sopii erinomaisesti varastohallintajärjestelmien back-end kehittämiseen (Wang ja Chen, 2022). Kuten Wang ja Chen (2022) käyvät läpi artikkelissaan, Spring Boot mahdollistaa helpon konfiguroinnin ja antaa kehittäjille rauhan keskittyä itse kehitystyöhön konfigurointitiedostojen sijaan.

Spring Boot -ohjelmistokehityskehystä käytetään kerrokselliseen suunnitteluun (layered design), se sisältää pääasiassa pysyvyyskerroksen (persistence layer), liiketoimintakerroksen (business layer), kontrollikerroksen (control layer) ja entiteettikerroksen (entity layer). Pysyvyyskerros tekee suorat liiketoimintapyynnöt; liiketoimintakerros vastaa liiketoimintalogiikan käsittelystä ja suunnittelusta; kontrollikerros on rajapinta johon front end -puoli pääsee suoraan käsiksi. Entiteettikerros on entiteettiluokka, joka vastaa tietokantaa, jota muut kerrokset tarvitsevat tiedonhaussa ja kirjoittamisessa (Wang ja Chen, 2022). Tämä modulaarinen ohjelmointi tapa mahdollistaa Spring Boot -kehiksen hyödyntämisen monissa käyttötapauksissa sekä helpon ylläpidon.

Back-end teknologian valinta riippuu pitkälti järjestelmän vaatimuksista ja kehitystiimin osaamisesta. Node.js sopii hyvin sovelluksiin, joissa tarvitaan nopeaa suorituskykyä sekä asynkronista käsittelyä. (Soegoto ja Palalungan, 2020) Django ja Spring Boot tarjoavat molemmat vakaan ja joustavan pohjan laajamittaisille yrityssovelluksille. Yritys X:n tapauksessa kannattaa ottaa huomioon kehitystiimin jo aikaisempi kokemus, jotta uuden kehiksen opiskeluun ei kulu liian kauan arvokasta kehitysaikaa.

3.4 Pilvipalvelut ja skaalautuvuus

Pilvipalvelut, kuten Amazon Web Services (AWS) ovat yhä enemmän integroituneet varastohallintajärjestelmien keskeisiin toimintoihin. AWS:n kautta tarjottavat palvelut ovat erittäin joustavia, mahdollistaen resurssien dynaamisen skaalautumisen käyttötarpeen mukaan. Tämä tarkoittaa, että yritys voi sopeutua nopeasti muuttuviin kuormituspiikkeihin ilman, että on tarvetta investoida omaan infrastruktuuriin ja sen ylläpitoon (Ran H., 2021). Pilvipalvelujen käyttö voi tuoda huomattavaa säästöä pitkällä tähtäimellä, sillä ne vähentävät tarvetta fyysiselle laitteistolle ja siihen liittyvälle hallinnalle ja huollolle (Nanath ja Pillai, 2013).

Toisaalta pilvipalveluiden käyttöönotto ja jatkuva käyttö voivat tuoda mukanaan lisäkustannuksia, jotka saattavat kasvaa merkittävästi etenkin suurien datamäärien käsittelyn ja siirtämisen yhteydessä. AWS:n palvelumallin mukaan asiakkaat maksavat tyypillisesti käytönmukaisesti tallennustilan, tietoliikenteen ja eri palveluiden, kuten tietokantapalveluiden tai tekoälyn mukaan. Nämä kustannukset voivat vaihdella suuresti riippuen yrityksen käytöstä ja palvelusopimuksesta. On siis tärkeää, että yritykset arvioivat pilvipalveluiden käytön kokonaiskustannuksia ja niiden vaikutusta toiminnan tehokkuuteen ja kustannusrakenteeseen (Nanath ja Pillai, 2013).

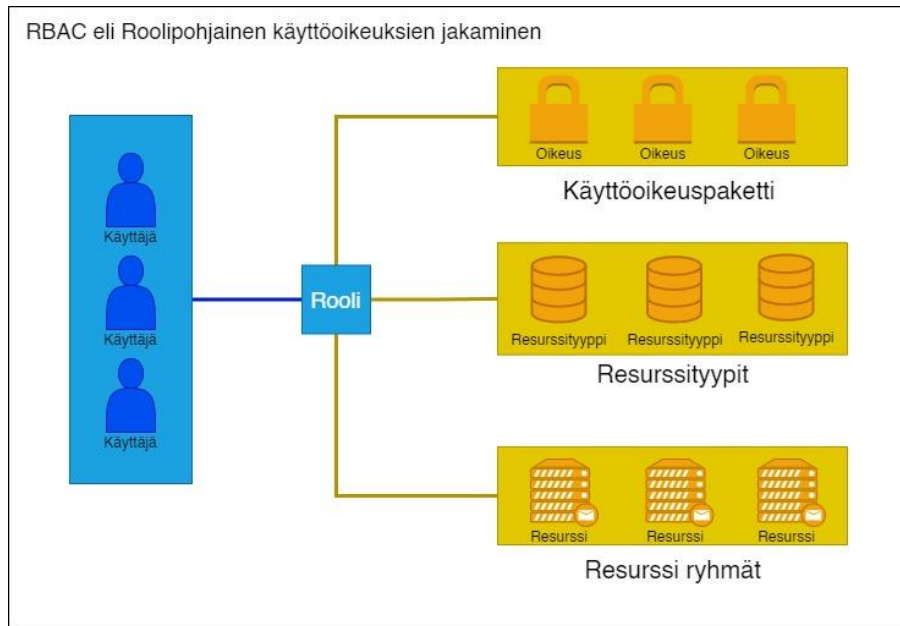
Jotta pilvipalvelut eivät muodostuisi kustannusten sudenkuopaksi, yritysten tulee olla tarkkoja palveluiden valinnassa ja käyttöönotossa. Esimerkiksi käyttämällä AWS:n kustannushallintatyökaluja yritykset voivat seurata ja optimoida resurssien käyttöään reaaliajassa, välttämällä näin tarpeettomia kuluja. Pilvipohjaiset ratkaisut tarjoavat etuja varastohallinnassa erityisesti silloin, kun ne integroidaan esimerkiksi toiminnanohjausjärjestelmiin. (Tong, Ming ja Zhang, 2023)

Lisäksi AWS tarjoaa erilaisia hinnoitteluvaihtoehtoja, kuten maksu käytön mukaan tai sitoutuminen tiettyyn palvelutasoon alennettuun hintaan, mikä voi auttaa yrityksiä hallitsemaan kustannuksia paremmin. Pilvipalveluiden käyttö edellyttääkin harkittua suunnittelua ja jatkuvaa seurantaa, jotta niiden hyödyt voidaan maksimoida ja kustannukset pitää kurissa.

3.5 Turvallisuus ja tietosuoja

Turvallisuus ja tietosuoja ovat ensiarvoisen tärkeitä tekijöitä web-pohjaisten varastohallintajärjestelmien suunnittelussa ja käytössä. RFID-teknologia mahdollistaa langattoman tiedonsiirron ja kohteiden tunnistamisen radioaalloilla. Tätä teknologiaa hyödyntämällä voidaan lisätä tuotteiden ja varastossa olevien nimikkeiden seurattavuutta ja hallintaa, parantaen toimitusketjun läpinäkyvyyttä ja tehostaen inventaarioprosesseja. RFID-teknologia mahdollistaa myös tietojen suojaamisen kattamalla useita keskeisiä osa-alueita kuten fyysisen turvallisuuden (esimerkiksi laitteen pääsyräjoitukset), tiedon eheyden (tietojen muuttumattomuus ja virheettömyys) sekä luottamuksellisuuden (pääsyn rajoittaminen vain valtuutetuille henkilöille) (Welt ja Emond, 2019).

Web-pohjaisen sovelluksen turvallisuudessa käyttäjätunnusten hallinta sekä tehokas autentikointimekanismi ovat kriittisiä. Yksinkertaiset käyttäjätunnukset ja salasanat eivät riitä suojaamaan arkaluontoisia tietoja, kuten varastotietoja ja asiakastietoja. Agboola *et al.*, (2022) käyvät läpi artikkelissaan, kuinka käyttäjähallinta on keskeisessä asemassa web-pohjaisen varastohallintajärjestelmän toteuttamisesta. Käyttäjätunnusten hallinnassa on hyvä varmistaa, että käyttäjillä on pääsy ainoastaan niihin tietoihin ja järjestelmän osiin, joita he tarvitsevat työnsä suorittamiseen. Käyttöoikeuksien tarkka hallinta ja roolipohjainen jakaminen (RBAC) ovat tehokkaita keinoja minimoida tietovuotojen ja väärinkäytösten riskiä (Ferraiolo *et al.*, 2016).



Kuva 1: RBAC, eli roolipohjainen käyttöoikeuksien jakaminen

RBAC eli roolipohjainen käyttöoikeuksien hallinta perustuu siihen, että käyttäjälle annetaan vain ne oikeudet, jotka ovat välttämättömiä työtehtävän suorittamiseksi. Kuva 1 havainnollistaa RBAC-mallin rakenteen, jossa käyttöoikeudet ja resurssit määritellään roolikohtaisesti. Tämä lähestymistapa parantaa tietoturva, koska se rajoittaa käyttäjien pääsyä vain niihin tietoihin ja toimintoihin, jotka ovat heidän tehtäviensä kannalta olennaisia. Kuvan 1 mukaisesti RBAC-järjestelmässä yksi rooli sisältää tarkkaan rajattuja oikeuksia ja resurssityyppejä (Ferraiolo *et al.*, 2016).

Web-pohjaisen varastohallintajärjestelmän tietosuoja korostuu entisestään, kun järjestelmään integroidaan asiakastietoja, kuten tilauksia, yhteystietoja tai maksutietoja. Asiakastietojen käsittelyssä on tärkeää noudattaa kansallisia ja kansainvälisiä tietosuojasäädöksiä kuten EU:n yleistä tietosuoja-asetusta eli GDPR:ää. GDPR edellyttää, että asiakastiedot suojataan riittävällä teknisillä ja organisatorisilla toimenpiteillä mukaan lukien tiedon salaaminen, pseudonymisointi ja rajoitettu pääsy tietoihin (Voigt ja Von Dem Bussche, 2017).

Asiakastietojen integrointi varastohallintajärjestelmään mahdollistaa entistä tarkemman ja personoidumman asiakaspalvelun, mutta myös lisää järjestelmän tietoturva-vaatimuksia. Tietojen keräämisessä ja säilyttämisessä on noudatettava periaatetta, jonka mukaan vain välttämättömät tiedot kerätään ja säilytetään niin kauan kuin se on tarpeellista (Voigt ja Von Dem Bussche, 2017). Tietojen salaaminen ja pseudonymisointi voivat olla tehokkaita keinoja suojata henkilötietoja siltä varalta, että järjestelmän tietoturva vaarantuu.

Voidaan siis todeta, että web-pohjaisen varastohallintajärjestelmän tietoturvasuuden ja tietosuojan varmistamiseksi on otettava käyttöön roolipohjainen käyttöoikeuksien hallinta sekä noudatettava tietosuojasäädöksiä asiakastietojen integroinnissa. Näiden toimenpiteiden avulla voidaan suojata yrityksen sekä asiakkaiden tietoja tehokkaasti.

4. POHDINTA

Tämä tutkielma osoitti, että Varastohallintajärjestelmät tarjoavat merkittäviä liiketoiminnallisia hyötyjä. Näitä hyötyjä ovat tehokkuuden parantaminen, kustannussäästöt ja asiakastyytyväisyyden lisääminen. Tehokkuus paranee, kun aikaa ja resursseja ei tarvitse käyttää Excel-taulukoiden täyttämiseen tai ylimääräisiin inventaarioihin. Tuotteiden jatkuva seuranta vähentää hävikkiä ja virheellisiä tilauksia tuoden näin kustannussäästöjä. Asiakastyytyväisyys paranee, kun tuotteet voidaan toimittaa nopeasti ilman, että niitä tarvitsee ensin tilata tukkurilta. Tulokset korostavat myös oikeiden teknologisten ratkaisuiden, kuten tietokanta- ja web-teknologioiden merkitystä järjestelmän toimivuuden ja skaalautuvuuden kannalta. Työn aikana ilmeni myös useita kysymyksiä, jotka vaativat syvällisempää tarkastelua ja mahdollisesti jatkotutkimusta.

Yksi merkittävä huomio on, että vaikka teknologioiden valinta on kriittistä, ei se yksinomaan riitä takaamaan järjestelmän onnistunutta käyttöönottoa. Yrityksen sisäisten prosessien, kuten käyttäjien koulutuksen ja tietosuojaosäädösten noudattamisen merkitys korostuu. Esimerkiksi GDPR-asetuksen vaatimukset voivat lisätä kehitysprosessin monimutkaisuutta ja kustannuksia. Tämä asettaa paineita erityisesti pienille ja keskisuurille yrityksille, joilla ei välttämättä ole resursseja kattavaan järjestelmän suunnitteluun ja ylläpitoon.

Toinen keskeinen pohdinnan aihe on varastohallintajärjestelmien nopea kehitys ja siihen liittyvä teknologinen murros. Esimerkiksi tekoälyä ja koneoppimista hyödyntävät ratkaisut ovat nousmassa osaksi varastohallintaa, mutta nämä teknologiat jäävät vielä tämän työn ulkopuolelle. Jatkossa olisi hyödyllistä tutkia, miten uudet teknologiat voisivat täydentää perinteisempiä järjestelmiä ja parantaa varastohallinnan ennustettavuutta sekä tehokkuutta.

Työn laajuus asetti rajoituksia joidenkin osa-alueiden käsittelyyn. Esimerkiksi web-teknologioista keskityttiin vain React.js- ja Vue.js-kirjastoihin, mutta muita suosittuja ratkaisuja, kuten Angular.js:ää, ei käsitelty. Tämä rajoittaa johtopäätösten yleistettävyyttä ja korostaa tarvetta laajemmalle teknologiselle vertailulle. Samoin RFID-teknologiaa käsiteltiin vain yleisellä tasolla, vaikka sen käytännön soveltamisesta voisi antaa tarkempia esimerkkejä. Kuitenkin todettiin, että Yritys X:än kannalta on järkevää valita sellaisia teknologioita, joihin löytyy jo valmiiksi osaamista järjestelmän toteuttavalta taholta. Järjestelmän käytettävyyden kannalta ei havaittu suuria eroja eri teknologioiden välillä.

Yritys X näkökulmasta työ tarjoaa arvokkaita suosituksia ja lähtökohtia web-pohjaisen varastohallintajärjestelmän kehittämiseen. Kuitenkin jokaisen yrityksen tarpeet ja resurssit ovat yksilöllisiä. Tämä voi vaikuttaa järjestelmän toteutustapaan ja valittuihin teknologioihin. Tutkielmassa käsiteltiin vain murto-osaa saatavilla olevista teknologioista, joten jatkotutkimuksen voisi toteuttaa saatavilla olevista web-teknologioista ja niiden eroista. Myös tekoälyn hyödyntämistä varastohallinta järjestelmissä voisi tutkia tässä kontekstissa.

5. YHTEENVETO

Tämä kandidaatintutkielma käsitteli web-pohjaisen varastohallintajärjestelmän kehittämistä maahantuontiyrityksen tarpeisiin. Tavoitteena oli tunnistaa tehokkaat teknologiset ratkaisut ja parhaat käytännöt, joiden avulla järjestelmä voisi tukea yrityksen liiketoimintaa ja strategista kilpailuetua. Työssä tarkasteltiin järjestelmän tarjoamia hyötyjä, kuten tehokkuuden parantamista, kustannussäästöjä ja reaaliaikaisen tiedonkäsittelyn merkitystä. Lisäksi huomioitiin tietoturvan, tietosuojan ja nykyaikaisten teknologioiden, kuten pilvipohjaisten ratkaisujen sekä automaation roolia järjestelmän kehityksessä.

Tutkielmassa analysoitiin yleisellä tasolla varastohallintajärjestelmän hyödyllisyyttä, toteutusmenetelmiä sekä tehokkuuden parantamista. Tarkemmassa käsittelyssä oli kuitenkin web-pohjainen ratkaisu. Ennen teknologisia ratkaisuja tarkasteltiin varastohallintajärjestelmän liiketoiminnallisia hyötyjä ja perehdyttiin varastohallinnan kustannuksiin. Tutkielma osoitti, että varastohallintajärjestelmä tarjoaa merkittäviä liiketoiminnallisia etuja, sillä se mahdollistaa reaaliaikaisen varastotiedon hallinnan, mikä johtaa parempaan operatiiviseen tehokkuuteen ja vähentää ylivarastoinnin sekä varastoalijäämän riskiä. Lisäksi reaaliaikainen varastotieto parantaa yrityksen kykyä vastata asiakkaiden odotuksiin, mikä puolestaan lisää asiakastytyvääsyyttä ja asiakasuskollisuutta (Wang ja Chen, 2022).

Vaikka web-pohjainen varastohallinta järjestelmä tarjoaa monia etuja, sen käyttöönotto voi myös luoda haasteita. Yksi suurimmista haasteista on järjestelmän integroiminen olemassa olevaan IT-infrastruktuuriin. (Yuvaraj et al., 2020). Käyttäjien koulutus uuteen järjestelmään on myös hyvin olennainen osa uuden järjestelmän käyttöönottoa, sillä järjestelmän tehokas hyödyntäminen edellyttää, että käyttäjät osaavat käyttää järjestelmää sen täyteen potentiaaliin asti (Yuvaraj et al., 2020).

Teknologiset valinnat vaikuttavat lähinnä järjestelmän toteuttamisen vaikeustasoon. Sillä tässä käyttötapauksessa järjestelmä toteutetaan yrityksen sisäisiä resursseja hyödyntäen, eikä esimerkiksi kolmannen osapuolen toimesta.

Kokonaisuudessaan tutkielma osoittaa, että web-pohjaisen varastohallintajärjestelmän kehittäminen ja käyttöönotto voivat tuoda merkittäviä etuja maahantuontiyritykselle. Järjestelmä ei ainoastaan paranna operatiivista tehokkuutta ja asiakaspalvelun laatua, vaan myös vähentää kustannuksia ja tarjoaa mahdollisuuden skaalautuvaan kasvuun. Tulevaisuudessa teknologian kehittyessä varastohallintajärjestelmien merkitys vain kasvaa ja yritysten on tärkeää pysyä ajan tasalla uusista mahdollisuuksista ja haasteista, joita teknologinen kehitys tuo mukanaan.

LÄHTEET

- Agboola, F.F. *et al.* (2022) 'DEVELOPMENT OF A WEB-BASED PLATFORM FOR AUTOMATING AN INVENTORY MANAGEMENT OF A SMALL AND MEDIUM ENTERPRISE', *FUDMA JOURNAL OF SCIENCES*, 6(5), pp. 57–65. Available at: <https://doi.org/10.33003/fjs-2022-0605-1064>.
- Cao, Y., Fan, W. and Yuan, T. (2019) 'Block as a value for SQL over NoSQL', *Proceedings of the VLDB Endowment*, 12(10), pp. 1153–1166. Available at: <https://doi.org/10.14778/3339490.3339498>.
- Edwin, N.M. (2014) 'Software Frameworks, Architectural and Design Patterns', *Journal of Software Engineering and Applications*, 07(08), pp. 670–678. Available at: <https://doi.org/10.4236/jsea.2014.78061>.
- Eraslan, E. and İÇ, Y.T. (2020) 'An improved decision support system for ABC inventory classification', *Evolving Systems*, 11(4), pp. 683–696. Available at: <https://doi.org/10.1007/s12530-019-09276-7>.
- Ferraiolo, D.F. *et al.* (2016) *A Comparison of Attribute Based Access Control (ABAC) Standards for Data Service Applications*. NIST SP 800-178. National Institute of Standards and Technology, p. NIST SP 800-178. Available at: <https://doi.org/10.6028/NIST.SP.800-178>.
- Kembro, J. and Norrman, A. (2019) 'Exploring trends, implications and challenges for logistics information systems in omni-channels: Swedish retailers' perception', *International Journal of Retail & Distribution Management*, 47(4), pp. 384–411. Available at: <https://doi.org/10.1108/IJRDM-07-2017-0141>.
- Margate, A.M.N. *et al.* (2020) 'Seiton: A Mobile Inventory Management System Application for Micro, Small and Medium-sized Enterprise', in *2020 IEEE 7th International Conference on Engineering Technologies and Applied Sciences (ICETAS)*. *2020 IEEE 7th International Conference on Engineering Technologies and Applied Sciences (ICETAS)*, Kuala Lumpur, Malaysia: IEEE, pp. 1–5. Available at: <https://doi.org/10.1109/ICETAS51660.2020.9484183>.
- Mikko, T. (2023) *REACT.JS JA VUE.JS YKSISIVUISTEN VERKKOSOVELLUSTEN KEHITYKSESSÄ*. Bachelors Thesis. Tampere University. Available at: <https://urn.fi/URN:NBN:fi:tuni-202306086605>.
- Mir, N. and Loreto, S. (2017) 'Cloud and Edge Computing', *IEEE Communications Standards Magazine*, 1(4), pp. 40–40. Available at: <https://doi.org/10.1109/MCOMSTD.2017.8258597>.
- Nanath, K. and Pillai, R. (2013) 'A Model for Cost-Benefit Analysis of Cloud Computing', *Journal of International Technology and Information Management*, 22(3). Available at: <https://doi.org/10.58729/1941-6679.1017>.
- Pan, J. and McElhannon, J. (2018) 'Future Edge Cloud and Edge Computing for Internet of Things Applications', *IEEE Internet of Things Journal*, 5(1), pp. 439–449. Available at: <https://doi.org/10.1109/JIOT.2017.2767608>.
- Pandya, B. and Thakkar, H. (2016) 'A Review on Inventory Management Control Techniques: ABC-XYZ Analysis'.
- Ran, H. (2021) 'Construction and optimization of inventory management system via cloud-edge collaborative computing in supply chain environment in the Internet of Things era', *PLOS ONE*. Edited by H. Lv, 16(11), p. e0259284. Available at: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0259284>.

- Shi, W. *et al.* (2016) 'Edge Computing: Vision and Challenges', *IEEE Internet of Things Journal*, 3(5), pp. 637–646. Available at: <https://doi.org/10.1109/JIOT.2016.2579198>.
- Soegoto, E.S. and Palalungan, A.F. (2020) 'Web Based Online Inventory Information System', *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 879(1), p. 012125. Available at: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/879/1/012125>.
- Tong, Q., Ming, X. and Zhang, X. (2023) 'Construction of Sustainable Digital Factory for Automated Warehouse Based on Integration of ERP and WMS', *Sustainability*, 15(2), p. 1022. Available at: <https://doi.org/10.3390/su15021022>.
- Voigt, P. and Von Dem Bussche, A. (2017) *The EU General Data Protection Regulation (GDPR)*. Cham: Springer International Publishing. Available at: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-57959-7>.
- Wang, J. and Chen, S. (2022) 'Design of Enterprise Inventory Management Program Based on Java EE Programming', in *Proceedings of the 2022 6th International Conference on Electronic Information Technology and Computer Engineering. EITCE 2022: 2022 6th International Conference on Electronic Information Technology and Computer Engineering*, Xiamen China: ACM, pp. 936–940. Available at: <https://doi.org/10.1145/3573428.3573597>.
- Welt, B.A. and Emond, J.-P. (2019) 'RFID – Making It So...With Some Help From the University of Florida', *EDIS*, 2005(13). Available at: <https://doi.org/10.32473/edis-ae286-2005>.
- Wu, H. *et al.* (2017) 'A Workflow-Driven Web Inventory Management System for Reprocessing Businesses', in L. Uden, W. Lu, and I.-H. Ting (eds) *Knowledge Management in Organizations*. Cham: Springer International Publishing (Communications in Computer and Information Science), pp. 321–335. Available at: https://doi.org/10.1007/978-3-319-62698-7_27.
- Yuvaraj, K. *et al.* (2020) 'Design And Development Of An Application For Database Maintenance In Inventory Management System Using Tkinter And Sqlite Platform', *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 995(1), p. 012012. Available at: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/995/1/012012>.