Harri Juntunen

UUDEN LOGISTIIKKAKESKUKSEN TOIMINTOJEN SUUNNITTELU

Logistiikan koulutusohjelma

2015

samk
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Satakunta University of Applied Sciences

UUDEN LOGISTIIKKAKESKUKSEN TOIMINTOJEN SUUNNITTELU

Juntunen, Harri
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Logistiikan koulutusohjelma
Marraskuu 2015
Ohjaaja: Heikkinen, Harri
Sivumäärä: 59
Liitteitä: 0

Asiasanat: logistiikkakeskukset, automaatio, tieto- ja viestintätekniikka, energialähteet, kustannukset

---

Opinnäytetyön aiheena oli suunnitella uuden logistiikkakeskuksen toimintoja. Kohdeyrityksen voimakas kasvu on nostanut esiin kysymyksen uuden logistiikkakeskuksen perustamisesta, minkä vuoksi tavoitteena oli selvittää mahdollisuuksia hajautettujen toimipisteiden keskittämiseen sekä antaa tietoja strategiseen päätöksentekoon logistiikkakeskuksen tarvekartoitusta ja sijaintia varten. Olennaisena osana työhön kuului selvittää nykyaikaisten automaatio- ja ICT-ratkaisujen käyttöönottomahdollisuuksia logistiikkakeskuksessa sekä tutkia energiatuotannon uusiutuvia ratkaisuja ja jätehuollon järjestämistä. Logistiikkakeskuksen perustamiseen liittyy aina investointeja ja hankintoja, minkä vuoksi ne yhdessä logistiikka-alan kustannusten jakautumisten kanssa, on otettu mukaan opinnäytetyöhön.

Tutkielman teoriaosuudessa avattiin logistiikkakeskuksen määritelmää ja kerrottiin eri logistiikkakeskustyypeistä. Logistiikkakeskuksen tarvekartoituksessa sekä sijainnin määrittelyssä huomioitavat asiat koottiin myös teoriaosuuteen. Eri lähteistä etsittiin tietoja varastoautomaation eduista sekä haitoista ja käsiteltiin vielä milloin on syytä keskittää, tai hajauttaa toimintoja.

Työn empiirinen osuus toteutettiin teoreettista tietoa soveltamalla käytäntöön ja haastattelemalla aiheeseen liittyviä henkilöitä. Tuloksissa selvitettiin mitä toimipisteitä siirretään ja mitä toimenpiteitä tulee ennen siirtoa tehdä. Tuloksista käy ilmi, että uusiutuvat energiamuodot ovat toistaiseksi hyviä tukikeinoja energiansaantiin sekä mitkä ovat logistiikkakeskuksen energiankulutuksen suurimmat yksittäiset tekijät. ICT-ratkaisujen tuloksissa kerrottiin tuotteiden tunnistamisen mahdollisuuksista ja nykyaikaisista keräilymenetelmistä. Automaation hankkimisessa huomioitavat asiat myös selvitettiin sekä hankinnan TCO-periaate ja ROI-tunnusluku kuvailtiin.

Työn tuloksia hyödynnetään logistiikkakeskusprojektin suunnittelun edetessä, vuosien 2015 ja 2016 aikana. Lopulliset päätökset sijainnin ja automaatioinvestointien suhteen tulee ratkeamaan toimeksiantajan strategisten lyhyen ja pitkän aikavälin tavoitteiden ja suunnitelmien mukaisesti. Toimeksiantajan mukaan työssä tutkitut ja esille otetut asiat ovat olleet jo nyt erinomaisena tukena päätöksenteolle, HUB logisticsin historian suurimman investoinnin suunnittelussa. Työssä on huomioitu toimeksiantajan kannalta oleelliset strategiset vaatimukset, joiden perusteella logistiikkakeskuskonseptia on helpompi suunnitella eteenpäin. Lisäksi tutkimustuloksia tullaan investointien osalta hyödyntämään yhtiön jatkotoimenpiteissä.

ENGINEERING OPERATIONS FOR THE NEW LOGISTICS CENTER

Juntunen, Harri
Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences
Degree Programme in Logistics
November 2015
Supervisor: Heikkinen, Harri
Number of pages: 59
Appendices: 0

Keywords: logistics center, automation, information and communication technology, energy sources, costs

---

HUB logistics Finland is a rapidly growing logistics service company, operating in multiple locations. This has raised the question of a new logistics center, where now scattered operations would be united into one hub. This thesis engineers operations for the new logistics center and gives information needed for strategic decision-making of the possible location and evaluates the need of a new logistics center. A substantial part of this thesis was also to explore the possibilities of using modern automation and ICT-solutions in the logistics center, as well as research of renewable energy sources and organisation of waste management. Establishing a logistics center involves investments and procurements, therefore they are included in this thesis.

The definition of a logistics center is clarified in the theoretical part of the thesis and different types of logistics centers are explained. The matters related to evaluating the need of a logistics center and location decision, are also summarized in the theory. A variety of resources are used to research the advantages and disadvantages of automation, and when to centralize or decentralize operations.

In the empirical part of the thesis theoretical information is applied into practice and personnel involved in the case are interviewed. The results clarify what branches are relocated and what measures should be taken before the transfers. The results also indicate that renewable energy sources have, so far, been good ways of supporting energy supply, and what are the main elements of the logistics center energy consumption. The results of ICT-solutions describes opportunities for the identification of products and modern picking methods. Remarks following the acquisition of automation are also explained and the principles of a TCO-analysis and ROI-indicator are described. The logistics cost breakdown is reported in general terms.

Results of the study are utilized in the logistics center project planning as it progresses, during the years 2015 and 2016. The final decisions about the location and automation investments are solved, according to short- and long-term strategic objectives and plans of HUB logistics. According to the client, examined issues have already been an excellent support in decision-making, when designing the largest investment in the history of HUB logistics. The work takes into account the relevant strategic criteria for the planning of the logistics center. Findings about investments will be utilized in the company's follow-up procedures.

SISÄLLYS

1 JOHDANTO ... 6
2 TUTKIMUKSEN TOIMEKSIANTAJA ... 8
3 LOGISTIIKKAKESKUKSEN SUUNNITTELU ... 9
3.1 Logistiikkakeskuksen määritelmä ... 10
3.2 Tarvekartoitus ... 12
3.3 Keskitetty ja hajautettu vaihtoehto ... 13
3.4 Logistiikkakeskuksen sijainti ... 14
3.4.1 Tavaraliikennemalli ... 15
3.4.2 Arvio logistisista toimintaedellytyksistä alueittain ... 16
3.5 Varastoautomaatio varastoinnissa ja keräilyssä ... 18
3.5.1 Varastointi- ja keräilyautomaation edut ... 19
3.5.2 Varastointi- ja keräilyautomaation haitat ... 21
3.5.3 High Bay-korkeavarasto ... 22
3.5.4 Miniload-hyllystöhissi ... 22
4 TYÖN TOTEUTUS JA TULOKSET ... 24
4.1 Haastattelu tiedonkeräysmenetelmänä ... 24
4.2 Logistiikkakeskukseen sijoitettavat toiminnot ... 25
4.3 Energiantuotannon uusiutuvat ratkaisut ... 26
4.3.1 Aurinkovoima ... 28
4.3.2 Maalämpö ... 29
4.3.3 Tuulivoima ... 29
4.3.4 Bioenergia ... 29
4.4 Energiatehokkaat ratkaisut valaistukseen ... 30
4.5 Jätehuolto ja jätehierarkia ... 30
4.6 ICT-ratkaisut ... 33
4.6.1 Yksilöinti ... 33
4.6.2 Viivakoodi- ja RFID-tekniikka ... 35
4.6.3 Optinen tunnistaminen ja paikannusteknologiat ... 37
4.6.4 IT-järjestelmät ... 39
4.6.5 Keräilymenetelmät ... 40
4.7 Investoinnit ja hankinnat ... 42
4.7.1 Hankinnan TCO-malli ... 43
4.7.2 ROI-sijoitetun pääoman tuottoprosentti ... 44
4.7.3 Automaatio ... 45
4.8 Logistiikkakustannukset Suomessa ... 46
5 JOHTOPÄÄTÖKSET ... 48

5.1 Tarvekartoitus, sijoittuminen ja toiminnot 49
5.2 Automaatio ja ICT-ratkaisut 50
5.3 Ympäristö ja jätehuolto 52
5.4 Nykyaikaiset keräilymenetelmät 53
5.5 Investoinnit ja hankinnat sekä pääoman tuottoprosentti 53
6 YHTEENVETO 55
LÄHTEET 57

1 JOHDANTO

Työn aiheena on suunnitella uuden logistiikkakeskuksen toimintoja. Logistiikkakeskuksen perustaminen on suuri päätös, joka vaatii huolellisen suunnittelun. Käsitteenä, kuten myös ilmiönä logistiikkakeskus on melko uusi. Lyhyesti ilmaistuna kyseessä on solmukohta, joissa tuotteiden varastointi ja kuljetukset kohtaavat. (Logistiikkakeskuksen kehittäjän käsikirja 2009-2012, 16.)

Työn toimeksiantaja on HUB logistics Finland Oy, joka on voimakkaasti kasvava logistiikka-alan yritys. HUB logisticsilla on useita toimipisteitä Suomessa ja ulkomailla. Tavoitteena on tutkia mahdollisuuksia logistiikkatoimintojen keskittämiseen sekä uuden logistiikkakeskuksen toteutukseen liittyviä asioita.

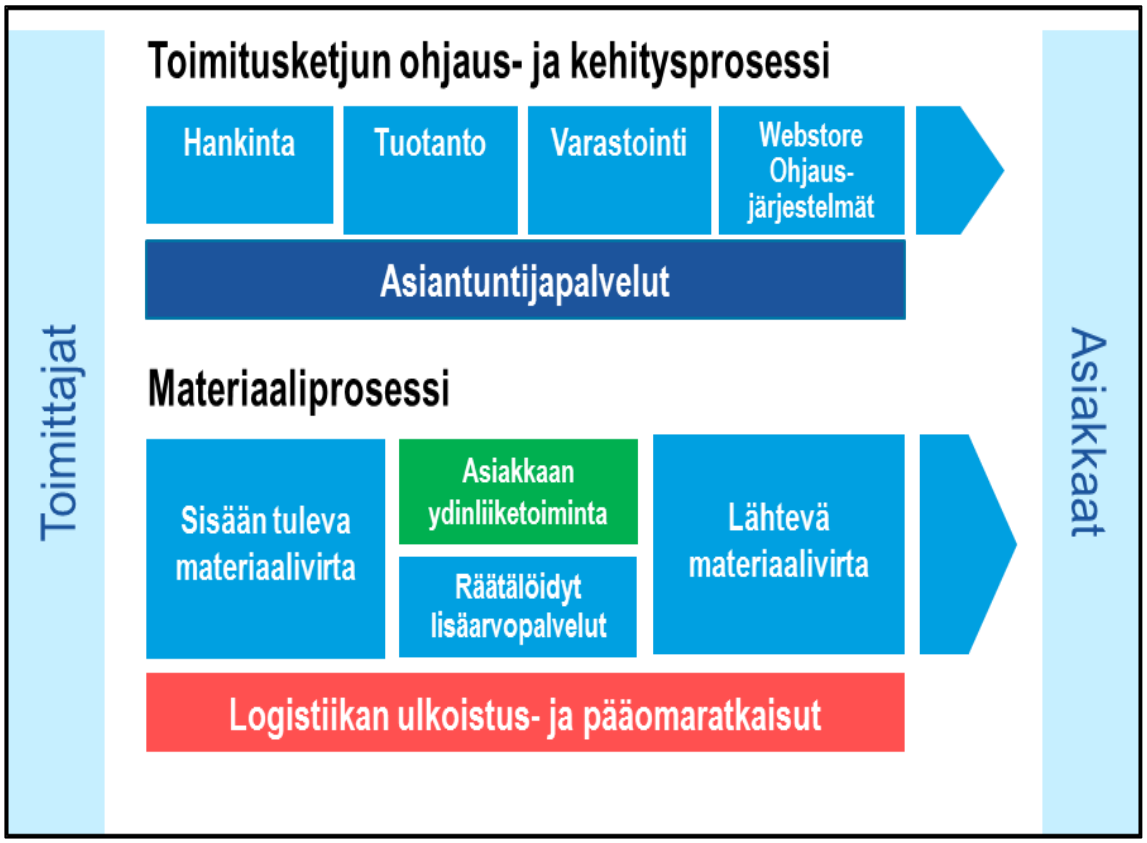
Opinnäytetyöhön liittyy selvitys, mitä toimintoja keskukseen sijoitetaan ja missä laajuudessa. Tätä kautta saadaan selville, mitä palveluita logistiikkakeskuksessa tarjotaan. Ensiksi tulee kuitenkin tehdä tarvekartoitus ja merkittävä päätös keskuksen sijainnin suhteen. Työ antaa pohjaa molempien strategisten päätösten tekemiseen. Logistiikkakeskuksen prosessit tullaan toteuttamaan nykyaikaisesti sekä tehokkaasti, jolloin tiedot tehokkuuseroista manuaalisen ja automaattisen varastoinnin välillä ovat tärkeitä. Näin ollen investointien takaisinmaksuajat voidaan laskea, mikäli hankintojen tuomat kustannushyödyt ovat tiedossa. ICT-ratkaisujen ja logististen teknologioiden mahdollisuuksista ja niiden tuomista hyödyistä tulee kerätä tietoja taktisen päätöksenteon tueksi. Toimeksiantajalle ympäristöystävällisyys on tärkeää, minkä vuoksi kestävän kehityksen mukaisia vaihtoehtoja logistiikkakeskuksen energian saantiin on kuvailtu esimerkkikohtein.

Varsinaisen rakennusprojektin kilpailutus ja muut kaupalliset asiat rajataan työstä pois. Työhön ei myöskään kuulu logistiikkakeskuksen yksityiskohtaiseen toteutukseen liittyviä asioita, vaan tutkimus halutaan tässä vaiheessa rajata koskemaan edellisessä kappaleessa kerrottuja asioita nimenomaan strategisesta ja johtamisen näkökulmasta. Sisällön luottamuksellisuuden osalta rajataan sellaiset osat pois, joita toimeksiantaja ei halua julkaista.

Asiantuntijoiden haastatteluilla kerätään alkuvaiheessa lähtötietoja toteutusta varten. Tämän jälkeen aiheeseen liittyvistä kokonaisuuksista etsitään teoriatietoa, jota sovelletaan omilla opiskeluista ja työelämästä saaduilla kokemuksilla. Näiden perusteella saadaan aikaan työn tulokset, joista tehdään vielä johtopäätökset uudesta logistiikkakeskuksesta.

2 TUTKIMUKSEN TOIMEKSIANTAJA

Toimeksiantaja HUB logistics Oy on voimakkaasti kasvava logistiikkapalveluyritys, joka kehittää aktiivisesti perinteisiä logistiikkaratkaisuja uusilla palveluinnovaatioilla (kuva 1). Asiakkaita yrityksellä on eri toimialoilta, kuten auto- ja konepajateollisuudesta, ICT-ja tietoliikennealalta, julkishallinnosta ja kaupanalalta. HUB logistics tarjoaa asiakkailleen toimintaa tehostavia logistiikkaratkaisuja ja pakkauspalveluita. HUB logisticsin liikevaihto on 37 miljoonaa euroa ja se työllistää yli 500 ihmistä. Toimipisteitä on tällä hetkellä yhteensä 19 ja ne sijaitsevat Suomessa, Saksassa, Virossa ja Venäjällä. HUB logisticsin toimintajärjestelmä on sertifioitu ISO 9001 ja ISO 14001 -laatustandardien mukaisesti. Toimintajärjestelmä kattaa HUB logisticsin liiketoiminnan, laatu- sekä ympäristöjärjestelmän. (HUB logistics Oy:n www-sivut 2014.)



Kuva 1. HUB logisticsin palvelukonsepti. (HUB logistics Oy 2015.)

3 LOGISTIIKKAKESKUKSEN SUUNNITTELU

Perustamispäätös logistiikkakeskukselle vaatii huolellisen suunnittelun. Täytyy olla mietittynä, mihin tarpeeseen se vastaa ja onko uuden keskuksen rakentaminen perusteltua vai tulisiko kehittää jo olemassa olevaa tilaa. Uusien tilojen suunnittelu ja hankintojen käynnistäminen kannattaa aloittaa ripeästi, sillä liian pitkään viivyteltäessä tilanne voi investointipäätöksen jälkeen olla se, että rakentaminen alkaa keskeneräisillä suunnitelmilla. Suunnittelussa tulisikin ottaa huomioon, että tiloja voidaan joutua muuntelemaan ajan kuluessa, tämän vuoksi monikäyttöisyyttä edistävät ratkaisut voivat olla viisaita valintoja. Kaavoitus tehdään huolellisesti ja mikäli valituksia tulee, se hyväksytään niiden käsittelyn jälkeen. Kaavoitetulle alueelle tulevat toimijat voivatkin vaihtua ja hakea poikkeuslupaa, jolloin aikaisemmat suunnitelmat voivat kärsiä. (ESlogC -hankkeen www-sivut 2009-2012.)

”Logistiikkapalveluja tarjoavilla operaattoreilla on vaikeuksia hallita uusien tilojen rakennuttamista ja hankintaa. Sitoutumisen puute, päätöksenteon hitaus ja projektinhallinta hankaloittavat hyvään lopputulokseen pääsemistä. Operaattoreilta puuttuu jossakin tapauksissa tietoa siitä, miten uusien logistiikkatilojen hankintaprojekti tulisi hoitaa.” (ESlogC -hankkeen www-sivut 2009-2012.). HUB logisticsilla on kokemusta logistiikkakeskusten perustamisen läpiviennistä tai jo olemassa olevien tilojen hyödyntämisestä. Uusimpana palveluna yrityksellä onkin tarjota kumppanuutta logistiikkakeskusten investointien rahoitusratkaisuissa, sekä toimintaan soveltuvien ja asiakastarpeen mukaisten tonttien kartoittamisessa ja hankinnassa. Rakentamiseen liittyvät lupaprosessit, viranomaisvaatimukset ja kilpailutus ovat myös hallussa. Tähän osa-alueeseen ei siten tässä työssä paneuduta sen tarkemmin.

Sijoittuminen on myös tärkeä strateginen päätös, jotta tiedetään missä ollaan niin kilpailijoihin kuin myös yhteistyökumppaneihin nähden (kuva 2). Tällöin ei tule päällekkäisyyksiä eri toimijoiden kanssa, mutta varmistetaan myös palveluiden vaivaton saatavuus. (Logistiikkakeskuksen kehittäjän käsikirja 2009-2012, 16.)

Kuva 2. HUB logistics Automotiven moderni logistiikkakeskus Uusikaupungissa sijaitsee asiakkaan välittömässä läheisyydessä. (HUB logistics Oy 2015.)

3.1 Logistiikkakeskuksen määritelmä

Logistiikkakeskus on alue, joka sisältää tuotteiden kuljetusta, varastointia ja jakelua koskevia toimintoja. Pääsääntöisesti kyse on alueesta, johon tällaisia toimintoja ylläpitävät ja harjoittavat yritykset sijoittuvat. Keski-eurooppalaisia logistiikka-alueita voidaan kutsua eri kielissä eri nimellä: Freight Village, Gütervehrkehrzentrum, Plataforma Logistica tai Interporto (kuva 3). Logistiikkakeskuksessa voidaan käsitellä intermodaalikuljetuksia ja ne voivat myös linkittää pitkät runkokuljetukset paikallisiin keruu- sekä jakelukuljetuksiin. (Logistiikkakeskuksen kehittäjän käsikirja 2009-2012, 17.)

Kuva 3. Interporto Verona, logistiikkakeskusten TOP 20 -rankingin ykkössijan haltija. (Interporto Quadrante Europa www-sivut.)

Logistiikkakeskus tarjoaa usein myös lisäarvopalveluja kuljetus- ja varastointitoimintojen lisäksi, kuten tavaroiden uudelleen pakkausta, hinnoittelua, kokoamista ja myyntikuntoon laittoa. Logistiikkakeskus voi muodostaa yhteistyöverkoston, jolla on suuri alueellinen merkitys. Sen taustalla voivat olla esimerkiksi elinkeinoelämä ja oppilaitokset. Tarkoituksena on vahvistaa koko alueen eri toimijoiden yhteistoimintaa ja markkinointia. Sen avulla voidaan lisätä ja saada uusia investointeja. (Logistiikkakeskuksen kehittäjän käsikirja 2009-2012, 17.)

Logistiikkakeskuksiin liittyy ammatti- ja puhekielessä sekä tutkimuskirjallisuudessa useita ala- ja lähikäsitteitä, kuten jakelukeskus (distribution center), keskusvarasto (central warehouse), rahtiliikennekeskus (freight village), logistiikkapuisto (logistics park), takamaan satama (hinterland port) ja terminaali (freight terminal). Keskusvarastoiksi kutsutaan usein solmukohtia, joissa tuotteet ovat varastosaldoilla ja täten varastoinnilla on suuri merkitys. Logistiikkapuistoon sijoittuu yleensä useita jakelukeskuk-

sia. Takamaan sataman puolestaan todetaan mahdollistavan usein paremman integroitumisen toimitusketjuihin ja lisäarvopalveluiden tuottamisen. Suomessa tällaisina keskittyminä voidaan nähdä esimerkiksi Keravan Kerca ja Lahden alue ikään kuin Vuosaaren sataman jatkona. Terminaalissa kaksi liikennemuotoa yhdistyy. Se ei tarkoita pelkästään erilaisten kuljetusmuotojen yhdistämistä, vaan kyseessä voi esimerkiksi olla saman kuljetusmuodon noutokuljetuksen yhdistyminen runkokuljetukseen. Terminaaliin saapuvalla tavaralla on kuitenkin jatko-osoite tiedossa. Läpivirtausterminaali (cross-docking) eroaa pelkästä terminaalista niin, että kuormia vain yhdistellään eikä tarkoitus ole varastoida tavaraa. (Logistiikkakeskuksen kehittäjän käsikirja 2009-2012, 17-18.)

3.2 Tarvekartoitus

”Eri tasoisten logistiikkakeskusten kehittämisen ideaaliprosesseissa on selkeitä eroavaisuuksia. Kuitenkin kaikille tarkastelluille luokille on yhteisenä tekijänä markkinalähtöisyys. Logistiikkakeskuksella on huonot menestymisedellytykset, jos sen sijainti, infrastruktuuri tai palvelut eivät kohtaa asiakkaiden tarpeita tai jos volyymit jäävät riittämättömiksi. Yhteistyö toisten logistiikkakeskusten sekä muiden sidosryhmien kanssa parantaa toimintaedellytyksiä.” (ESlogC -hankkeen www-sivut 2009-2012.)

Logistiikkakeskuksen parhaat käytännöt ovat
• markkinalähtöisyys
• avoin yhteistyö sidosryhmien kanssa
• toimijoiden tarpeiden huomiointi suunnitteluvaiheessa
• riittävä infrastruktuurin valmiusaste
• riittävät volyymit
• riittävän monipuoliset palvelut
(ESlogC -hankkeen www-sivut 2009-2012.)

Logistiikkakeskuksen perustamista suunniteltaessa tulee miettiä, miksi se on tarpeellista perustaa. Kysyntä tulee määrittää. ”Toisaalta tähän liittyy myös differointinäkökulma eli miten logistiikkakeskus eroaa muista vastaavista konsepteista, mikä siinä on

ainutlaatuista, miten se asemoidaan markkinoille tai miten se täydentää logistista verkostoa?” Tämän jälkeen suunnitellaan, mitä tarjotaan, kenelle, miksi ja millä tavalla? (Logistiikan Maailma www-sivut 2013.)

Tällaisissa projekteissa usein tarve logistiikkakeskukselle on jo valmiina tai ainakin koetaan että vaihtoehto on selkeästi ainoa oikea ratkaisu. Harvemmin ensin suunnitellaan logistiikkakeskuksen perustamista ja sen jälkeen mietitään, mitä tarvetta se palvelee. Kokonaan uutta logistiikkakeskusta suunniteltaessa, tilanne on kuitenkin usein se, että kaikki loppukäyttäjät ei vielä rakentamisen aloitusvaiheessa ole tiedossa. Tämä luonnollisesti rajoittaa, tai jopa estää yksityiskohtaisen suunnittelun esimerkiksi kokonaismitoituksen, layoutin ja liikennejärjestelyn osalta. Tarve logistiikkakeskukselle on silti hyvä tarkastaa ja näin ollen varmistua siitä, että rakentamispäätös on oikea toteutustapa tarpeen tyydyttämiseksi. (ESlogC -hankkeen www-sivut 2009-2012.)

3.3 Keskitetty ja hajautettu vaihtoehto

Hajautetun mallin etuihin yleensä kuuluvat kuljetukset. Tämä tarkoittaa nopeampia toimituksia ja sitä kautta hyvää asiakastyytyväisyyttä sekä alhaisempia kuljetuskustannuksia. Hajauttaminen on perusteltua, mikäli eri yksiköiden toiminnat eroavat suuresti toisistaan ja ne pystyvät myös yksin tehdä tuottoisaa liiketoimintaa. Hajauttaminen mahdollistaa paikallisten lähellä sijaitsevien palveluntarjoajien hyödyntämisen hankinnoissa. (Hankintatoimi.fi -palvelun www-sivut.)

Keskitetyssä mallissa asiakastyytyväisyys saavutetaan sillä, kun kaikki palvelut ovat samassa paikassa helposti saatavilla. Kustannushyöty tulee alhaisemmista kiinteistökustannuksista sekä suuremmista hankintavolyymeista, jotka antavat neuvotteluvoimaa sopimusneuvotteluissa palveluntarjoajien kanssa. Keskittäminen mahdollistaa myös henkilöstön erikoistumisen sekä keskittymisen vahvasti omaan erikoisosaamiseensa. Tämä selkeyttää organisaatiorakennetta ja helpottaa johtamista. (Hankintatoimi.fi -palvelun www-sivut.)

Aimo Inkiläinen toteaa kirjassaan ”Logistinen päätöksenteko” sivulla 21, että keskittäminen tulee muotiin 20 vuoden välein. Sitä seuraavan 10 vuoden jakson aikana päätökset kuitenkin kallistuvat takaisin hajautuksen kannalle, jakelun tehokkuutta parannettaessa. Kun hajautettu malli on ollut noin 10 vuotta käytössä, tarvitaan muutosta. Kustannukset halutaan alas ja matka kohti keskittämistä alkaa. Varastojen vuorovetoisuus hajautuksen ja keskityksen välillä, mitä ilmeisimmin tulee tasoittumaan ajan saatossa niin sanotuksi hajakeskitetyksi malliksi, jossa yksi logistiikkakeskus sijaitsee strategisesti keskeisellä paikalla ja paikallisten pienempien varastojen harva verkko tukee toimintaa. Tämä menetelmä yhdistää kustannustehokkuuden ja hyvän asiakaspalvelun.

3.4 Logistiikkakeskuksen sijainti

Logistiikkakeskuksen sijainnin määrittely on keskeinen strateginen päätös, jota täytyy tarkastella lyhyellä ja pitkällä aikavälillä. Sijoittumiseen vaikuttaa ennen kaikkea kuljetusjärjestelmän tehokas hyödyntäminen ja lisäarvon tuottaminen. Muita vaikuttavia tekijöitä ovat työvoiman ja palveluiden tehokas saatavuus, sijoittuminen muihin toimijoihin nähden (kuva 4), valmiudet rakentamiselle kuntien kaavoitus- ja maankäyttöpolitiikan osalta sekä tulevan toimitilan kustannukset. Hyvällä yhteistyöllä niin julkisen sektorin toimijoiden, kuin yritystenkin välillä, on mahdollista saada synergiaetuja. (Logistiikkakeskuksen kehittäjän käsikirja 2009-2012, 50-51.)

Esimerkkejä eri toimijoiden välisistä palvelutarpeista ovat

- Rekrytointi ja työvoimapalvelut, joilla voidaan varmistaa työvoiman saatavuus, logistiikalle tyypillisten kausivaihteluiden aikana.
- Hallinnolliset tietotekniikkaratkaisut, jotka pitävät sisällään atk-laitteiden ylläpidon, huollon ja hankinnan.
- Taloushallinto.
- Alueelliset ja yrityskohtaiset etätunnistamisen palvelut. Esimerkiksi ajoneuvojen tai ihmisten tunnistaminen ja ohjaaminen oikeaan paikkaan, voidaan järjestää alueellisesti. Yrityskohtaiset palvelut räätälöidään asiakkaan ja heidän toimitusketjujensa tarpeiden mukaisesti. Esimerkkinä tuotteiden RFID-tunnistuksen tiedonsiirto ja laputuspalvelu.

• Tullauspalvelut.

• Asiantuntijapalvelut. Logistiikkakeskittymässä voi toimia eri alojen asiantuntijapalveluita tuottavia toimijoita.

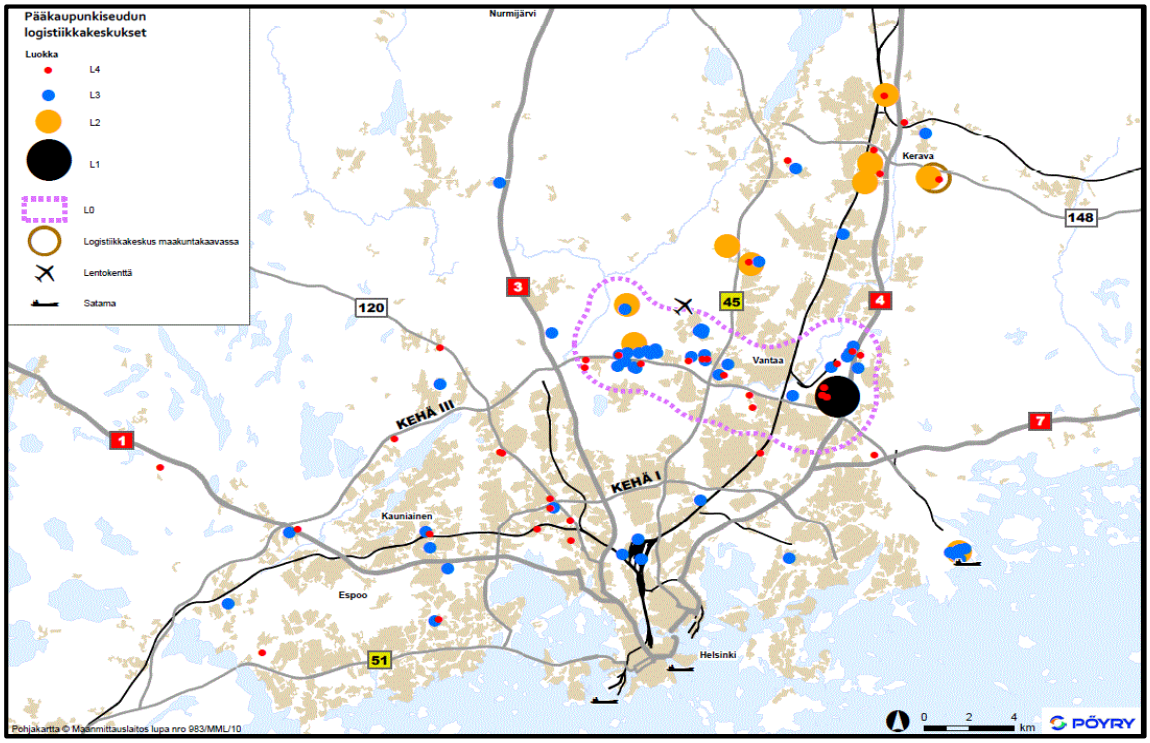
• Kiinteistöpalvelut, joihin kuuluvat kunnossapito, korjaus sekä huolto ja päivystys.

• Tekniset palvelut, kuten työkoneiden korjaamo-, huolto- ja hankintapalvelut.

• QHSE -toiminnat, kuten alueturvallisuus, työsuojelu, työterveys, ympäristöasiat ja palosuojelu. (Logistiikan Maailma www-sivut 2013.)

3.4.1 Tavaraliikennemalli

Esimerkiksi Matrex Oy:n yhteistyökumppaneineen rakentamaa tavaraliikennemallia voi käyttää avuksi, määritettäessä logistiikkakeskuksen sijoittumista logistisesti tärkeään solmukohtaan. Tavaraliikennemalli tarkastelee asiaa yksinomaan kuljetusjärjestelmän näkökulmasta minimoiden kansantalouden kokonaiskuljetuskustannukset. Ideana on nostaa esille kansallisesti tärkeimmät logistiikan solmukohdat (kuva 4), jotka ovat suurehkoja logistiikkakeskusalueita. (Logistiikkakeskuksen kehittäjän käsikirja 2009-2012, 52-53.)



Kuva 4. Pääkaupunkiseudun logistiikkakeskukset luokiteltuina. (Logistiikkakeskuksen kehittäjän käsikirja 2009-2012, 20.)

Tavoitetilana tulisi olla, että yritykset voivat halutessaan sijoittua tällaiselle alueella (taulukko 1), hyödyntää sen palveluita, osaavaa työvoimaa ja synergiaetuja sekä liittyä tehokkaalla tavalla muuhun kuljetusjärjestelmään. (Logistiikkakeskuksen kehittäjän käsikirja 2009-2012, 52-53.)

Taulukko 1. Logistiikkakeskusten luokittelu (Logistiikkakeskuksen kehittäjän käsikirja 2009-2012, 20.)

Luokka	Nimi	Määrittely
L0	Logistiikkavyöhyke	Logistiikkakeskittymien, alueiden ja keskusten muodostama, usein pääväylien suuntainen vyöhyke.
L1	Logistiikkakeskittymä	"Itsestään" muodostunut logistiikkakeskusten ja –alueiden tiivis ryhmä, usean hallinnoima, useita toimijoita.
L2	Logistiikka-alue	Järjestäytyneesti muodostunut, logistiikkatoiminnoille tarkoitettu alue, freight village, jossa useita logistiikkakeskuksia, varastoja yms. logistiikkatoimintoja lisäpalveluineen. Useita toimijoita.
L3	Logistiikkapalvelu-keskus	Kaikille asiakkaille avoin logistiikkakeskus. Tietyn tahon hallinnoima, mahdollisesti useita toimijoita.
L4	Logistiikkakeskus	"Suljetun piirin" eli tietyn kauppaketjun tai teollisuusyrityksen oma logistiikkakeskus tai keskusvarasto, josta tavaraa toimitetaan vain ko. yrityksen omiin tarpeisiin.
L5	Varasto, Terminaali	Yksityisten omistamia varastoja yms., pinta-ala alle 10 000 m².

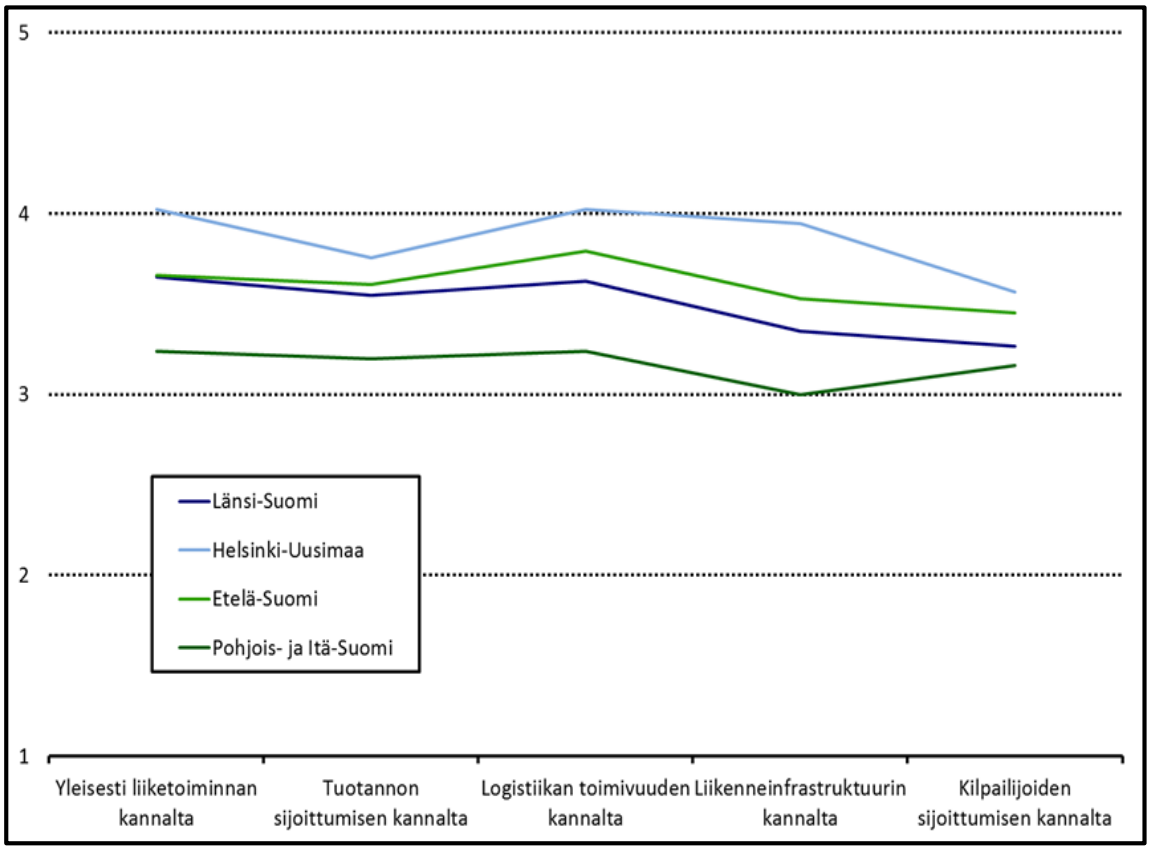
3.4.2 Arvio logistisista toimintaedellytyksistä alueittain

Vuosina 2006, 2010, 2012, ja 2014 toteutetussa logistiikkaselvityksessä on tiedusteltu yrityksiltä sijaintipaikkansa toimintaedellytyksiä seuraavilla tasoilla:

- yleinen liiketoiminta
- tuotannon sijoittuminen
- logistiikan toimivuus ja tehokkuus
- liikenneinfrastruktuuri

• kilpailijoiden sijoittuminen

Kyselyssä saamien vastausten perusteella (kuva 5) voidaan todeta, että Helsinki-Uusimaa-alueella toimivat yritykset kokevat toimintaedellytyksensä parhaimmiksi. Seuravana tulee Etelä- ja Länsi-Suomi, kun taas Pohjois- ja Itä-Suomalaiset yritykset näkevät toimintaedellytyksensä alueellaan heikoimpina. Toimintaedellytyksistä ”yleisesti liiketoiminnan kannalta” sai kaikilta parhaat arvosanat paitsi Etelä-Suomen alueelta, jonka yritykset näkivät toimintaedellytyksen ”logistiikan toimivuuden kannalta” parhaana. Heikommat arvosanat sai toimintaedellytys ”kilpailijoiden sijoittumisen kannalta” kaikkien alueiden osalta, poissulkien Pohjois- ja Itä-Suomi, joka antoi heikoimmat arvosanansa liikenneinfrastruktuurille. Etenkin teiden huono kunto tiputtaa arvosanaa Pohjois- ja Itä-Suomessa. Helsinki ja Uusimaa-alueella liikenneinfrastruktuuri toimii melko hyvin, mutta ongelmat eivät niinkään ole teiden kunnossa, vaan niiden välityskyvyssä. (Solakivi ym. 2014, 99-100.)



Kuva 5. Yritysten arviot toimintaedellytyksistään alueittain. (Solakivi ym. 2014, 100.)

3.5 Varastoautomaatio varastoinnissa ja keräilyssä

Varastoautomaatiota voidaan käyttää niin pienten, kuin isojenkin tuotteiden varastoinnissa, keräilyssä ja materiaalien siirroissa. Pientavaran osalta on tarjolla ratkaisuja kokonaisista automaattihyllystöistä, hissi- sekä vaaka- ja pystykaruselliautomaatteihin. Hyllystöhisseissä yksi tai useampi hissi noutaa oikean varastointiyksikön kerääjälle. Saman kierroksen aikana hissi noutaa uuden keräiltävän tuotteen ja paluumatkalla varastoi jo kerätyn tuotteen takaisin hyllyyn. Luvussa 3.5.4 on esimerkkiratkaisuna kerrottu miniload-järjestelmän toiminnasta. Rotaatioperiaatteella toimivat karuselliratkaisut, kierrättävät koko varastojärjestelmää tuoden oikean tason kerääjälle. Molemmissa toimintaa voidaan tehostaa käyttämällä monikeräilyä tai virheiden määrää vähentää ottamalla valo- tai ääniohjaus käyttöön. Isompien lavatuotteiden osalta on käytössä automaattisia korkeavarastoja ja hissiratkaisuja, sekä täys- tai puoliautomaattisia miehittämättömiä trukkeja. Luvussa 3.5.3 on esimerkkiratkaisuna kerrottu highbay-järjestelmän toiminnasta. (ESlogC -hankkeen www-sivut 2009-2012.)

Automaation avulla on luotavissa olennaista lisäarvoa sisälogistiikan järjestelmiin ja ihmisen sekä koneen välistä rajapintaa kehitetään jatkuvasti. Myös logistiikassa automaation merkitys on kasvussa, koska sen avulla voidaan vähentää ihmisten tekemiä työvaiheita. Automaation maine on nousussa eikä sitä pidetä enää työttömyyden aiheuttajana, vaan enemmänkin välttämättömyytenä globaalin kilpailukyvyn säilyttämiseksi, suurien volyymien käsittelyssä. Kaikkiin menetelmiin ei tarvita ihmistä operaattoriksi, kun hyödynnetään automaatiota. Tämän ansiosta liikkuvien laitteiden paino tippuu operaattorin sekä hytin painon verran ja suorituskyky, taloudellisuus, turvallisuus sekä virheettömyys kasvavat. Automaatiossa häiriöille herkkiä kohteita ovat perinteisempi mekaniikka, kuten kuljettimet. Vikaantumistietoa voidaan kuitenkin seurata automaattisesti ja samalla saadaan tietoa kunnossapidon suunnittelulle ja toteutukselle. Turvallisuuteen liittyvät viat ovat luonnollisesti vakavimpia, mutta tiedostamalla yleisimmät viat ja niihin liittyvät mekanismit, pystytään häiriötilanteita ennakoida ja kenties välttyä suuremmilta vahingoilta. Automaation luotettavuus on kuitenkin tällä hetkellä varsin hyvällä tasolla. (ESlogC -hankkeen www-sivut 2009-2012.)

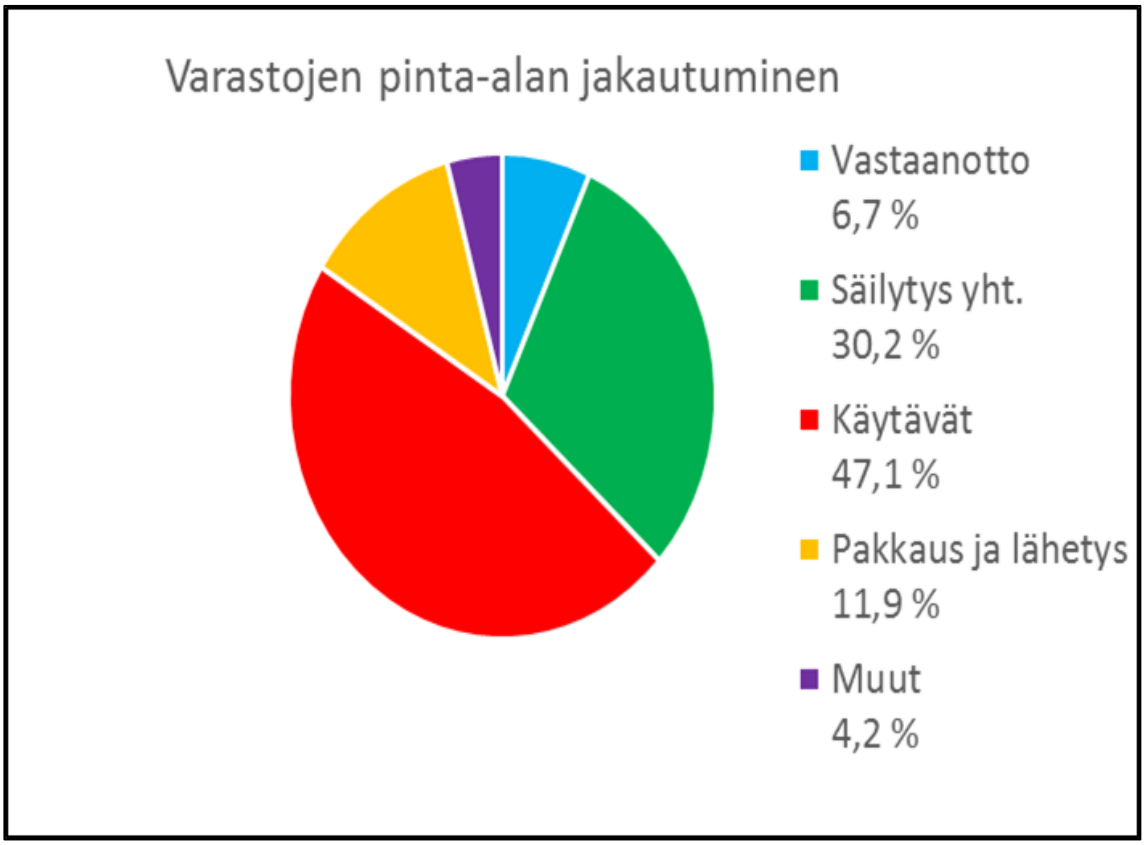
Varastointi- ja keräilyautomaation avustavina teknologioina voidaan käyttää erilaisia materiaalikuljettimia sekä robotteja, mutta näihin ei tässä työssä keskitytä sen tarkemmin.

3.5.1 Varastointi- ja keräilyautomaation edut

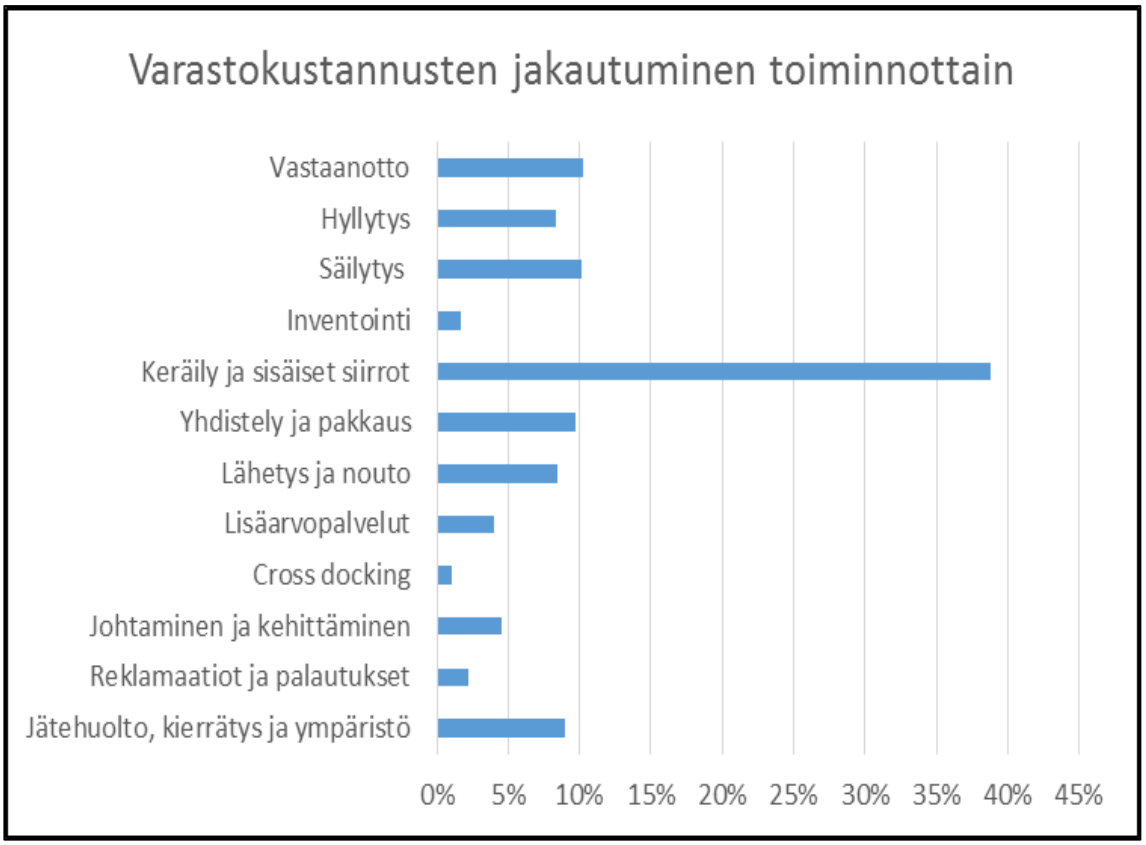
Yleisesti ottaen automaatiota käytettäessä etuina ovat pinta-alan tehokas hyödyntäminen, etenkin ylöspäin, mutta myös hukkatilaa vievien käytävien leveyden (kuva 6) kaventuminen tai niiden tarve poistuu kokonaan. Varastojen pinta-alasta noin 47 prosenttia menee käytäviin, jolloin tämän prosenttiosuuden pienentäminen ja parempi hyödyntäminen on hyvä tavoite. Automaatit mahdollistavat myös nopeat ja tehokkaat siirtymiset, mikä usein on varastokustannusten pullonkaula (kuva 7), sillä vajaa 40 prosenttia varaston kustannuksista kohdistuu keräilyyn ja sisäisiin siirtoihin. Eduiksi voidaan laskea vielä työturvallisuus, pieni virhemarginaali ja hävikki sekä inventoinnin tehostuminen. Automaatioratkaisuissa päädytään usein staattiseen keräilymetodiin, jossa tavara siirtyy kerääjän luokse. Tämä parantaa henkilöstön jaksamista ja mahdollistaa työpisteiden ergonomisen suunnittelun. (ESlogC -hankkeen www-sivut 2009-2012.)

Stuart Emmett kertoo kirjassaan Excellence in Warehouse Management, sivulla 138 lisää varastoautomaation hyötyjä, joita ovat toiminnan jatkuminen 24/7 ilman taukoja ja vähentäen henkilöstötarvetta, mutta myös minimoiden epäsuorien kustannusten osuutta lämmityksen ja valaistuksen osalta, sillä automaatit eivät tarvitse työskentelyyn välttämättä valoa lainkaan. Kirja tuo esiin mielenkiintoisen huomion siitä, kuinka tavaroiden sijoittelu varastoautomaattiin vähentää myös näpistelyä. Pääsy tavaroiden luo voi olla rajoitettu ja ilman pääsyoikeuksia tavarat ovat vaikeasti saatavilla. Kaikki otot/panot varastoon/varastosta myös kirjautuvat järjestelmään. Soveltaen edellä mainitun kirjan sisältöä, varastoautomaatioita voidaan hyödyntää ympäristöissä, joissa käsitellään vaarallisia aineita, sille ne eivät aina tarvitse jatkuvaa operaattoria toimiakseen. Myös vaarallisten aineiden varastoinnin kohdalla, automaattien ajattelisi hoitavan tehokkaasti ja tarkasti varovaista käsittelyä vaativien tuotteiden siirrot. Yrityksen on täytynyt myös yksilöidä automaateissa käsittelemänsä tuotteet ja kenties standardoida käytössä olevat mitat ja painot. Näin ollen HUB logisticsillakin käytössä olevan

PFEP (plan for every part) -menetelmän mukaiset, osien tarkat järjestelmätiedot ja tarvevaatimukset tulevat selvitettyä automaattien käyttöönoton yhteydessä.



Kuva 6. Varastotilojen pinta-alan jakautuminen (Hyppönen, Aminoff & Kettunen 2004, 4.)



Kuva 7. Varastokustannusten jakautuminen toiminnoittain. (Hyppönen, Aminoff & Kettunen 2004, 5.)

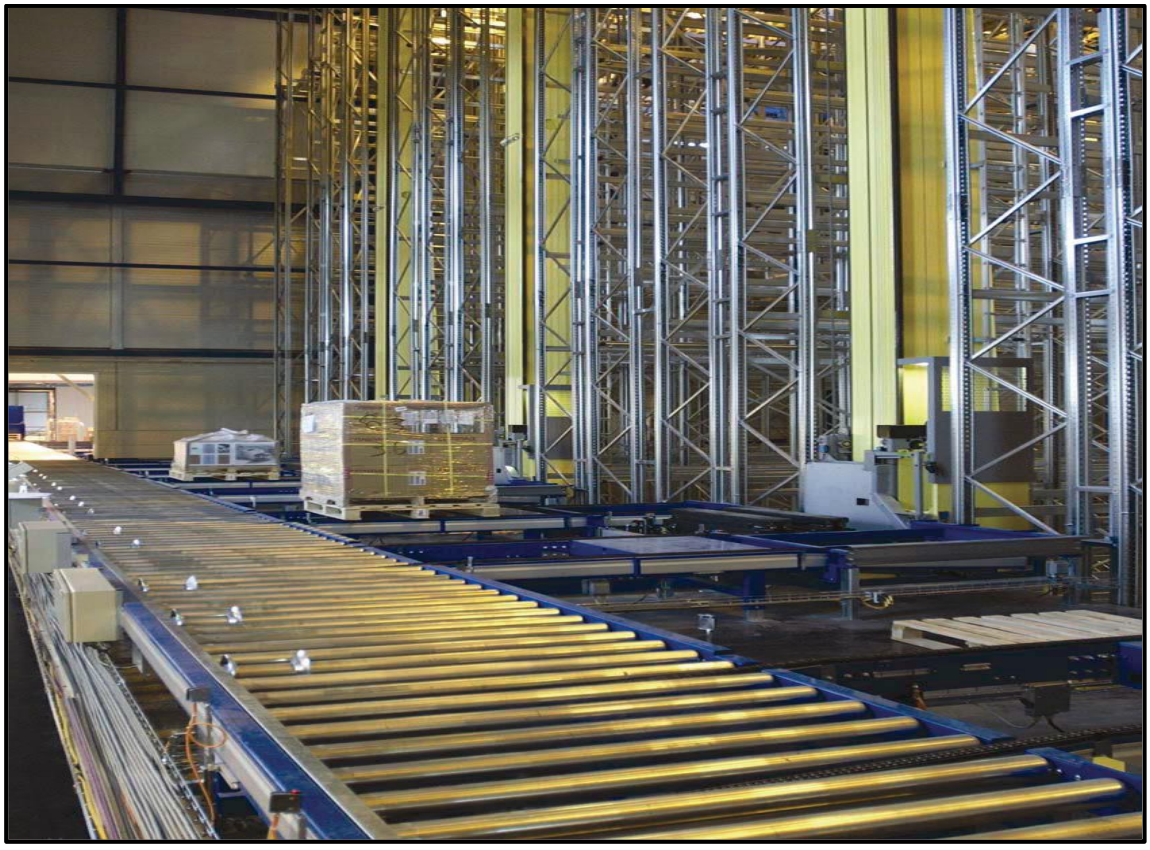
3.5.2 Varastointi- ja keräilyautomaation haitat

Varastoautomaation haitoiksi voidaan laskea kalliit investointikustannukset, jotka maksavat itsensä takaisin aikaisintaan 3-4 vuoden kuluessa ja niihin sitoutunut suuri pääoma, jonka voi maksaa itsensä takaisin hitaasti 7-10 vuodessa. Vaativa suunnittelutyö sekä ison kokonaisuuden käyttöönotto tuovat myös haasteita ja epäonnistuessaan voivat aiheuttaa isoja lisäkustannuksia. Jotkut automaatiojärjestelmät voivat olla heikosti muokattavia, ja niiden huolto on usein tehtävä suurelta osin ammattilaisten toimesta, mikä aiheuttaa riskin toimintavarmuudelle laitteiden rikkoutuessa, mitä tapahtuu kuitenkin melko vähän. (Emmett 2005, 138)

Seuraavassa kahdessa luvussa on kaksi esimerkkiä automaation hyödyntämisestä. Toinen ratkaisu soveltuu pienelle tavaralla ja toista voidaan käyttää kooltaan isomman lavatavaran hyödyntämiseen.

3.5.3 High Bay-korkeavarasto

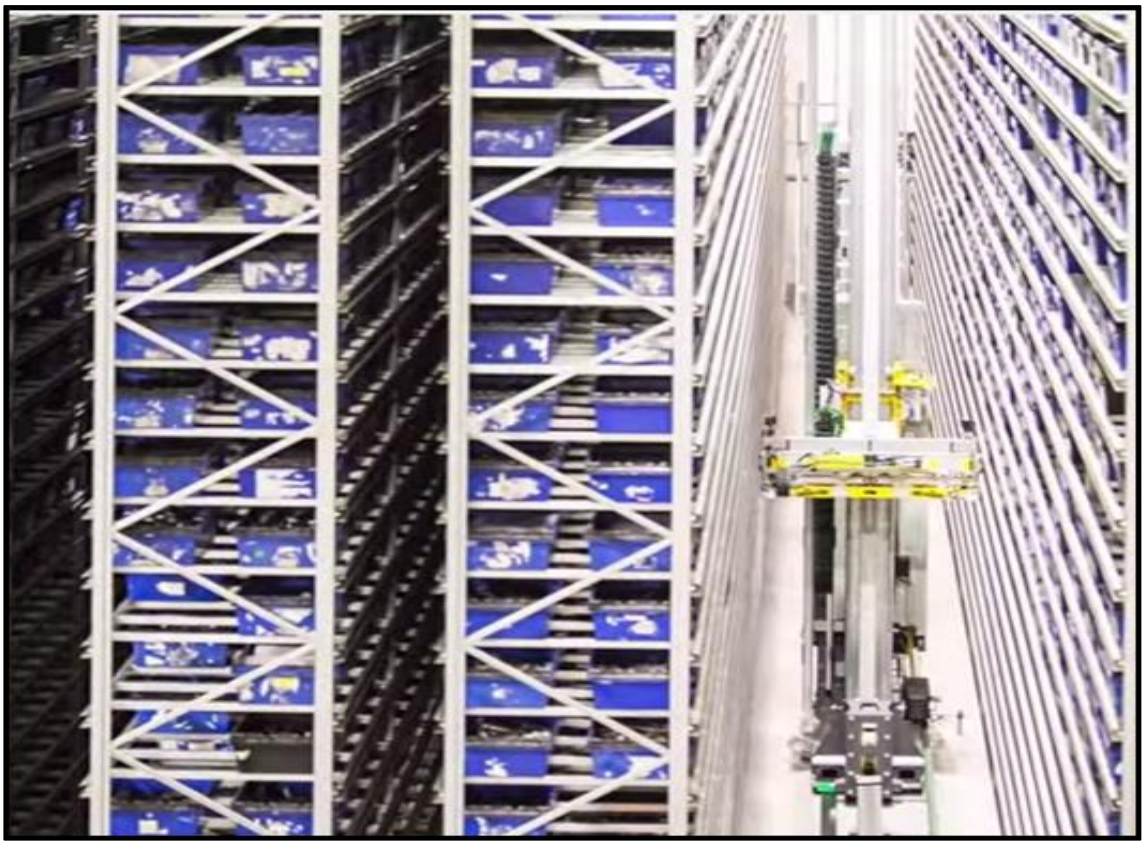
High Bay -lavavarasto (kuva 8) koostuu hisseistä sekä kuljetinkokonaisuudesta. Järjestelmässä on keruuasemia, joilla kerätään tuotteita lavoilta. Järjestelmään sisältyy myös lavojen sisään- ja uloslukuasema. (Kangasniemi 2010, 8.)



Kuva 8. High Bay-järjestelmä (Knabb Ab catalogue English, 5.)

3.5.4 Miniload-hyllystöhissi

Miniload-järjestelmä (kuva 9) on hyllystöhissikokonaisuus, joka sisältää useita hissejä ja keruuasemia. Siihen sisältyy myös sisäänluku- sekä lähtevien kollien täyttö- ja kiinniteippausasema. Miniloadissa käsitellään laatikoita, joissa tuotteet varastoidaan. (Kangasniemi 2010, 8.)



Kuva 9. HUB logisticsilla käytössä olevan Miniload-järjestelmän hissi. (HUB logistics Oy 2015.)

4 TYÖN TOTEUTUS JA TULOKSET

Opinnäytetyön tavoitteena on antaa pohjaa uuden logistiikkakeskuksen optimaalisen sijainnin määritykseen sekä mitä toimintoja sinne keskitetään ja missä laajuudessa. Tämän jälkeen saadaan tieto mitä palveluita logistiikkakeskuksessa tulee tarjota. Suunnittelussa on etsittävä tietoa automaation tuomasta tehokkuushyödystä, manuaaliseen käsittelyyn verrattuna. Energiantuotannon uusiutuvia ratkaisuja tulee myös käsitellä työssä. Aihealueen laajuuden vuoksi logistiikkakeskusten rakentamiseen ja työturvallisuuteen liittyvät asiat on rajattu pois. Logistiikkakeskuksen yksityiskohtaiseen toteutukseen liittyviä asioita ei myöskään ole käsitelty, sillä tarkoitus on antaa pohjaa johtamisen ja strategisen päätöksenteon tueksi.

Tässä työssä on kyse kvalitatiivisesta eli laadullisesta tutkimuksesta, jossa tyypillisesti käytetään induktiivista analyysiä. Tämä tarkoittaa, että tavoitteena on paljastaa ennalta odottamattomia seikkoja ja lähtökohtana ei ole teorian tai hypoteesien testaaminen, vaan aineiston monitahoinen ja yksityiskohtainen tarkastelu. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2001, 155.) Työ toteutettiin haastattelemalla asiantuntijoita, etsimällä tietoa alan kirjallisuudesta sekä opiskelun ja työelämän kautta saatua tietoa soveltamalla. Merkittävänä lähteenä toimi Teknologiakeskus TechVilla Oy:n ja LIMOWA Logistiikkaklusterin toimittama Logistiikkakeskuksen kehittäjän käsikirja, joka on osa vuosina 2009-2012 toteutettua Etelä-Suomen logistiikkakeskusjärjestelmän kehittäminenhanketta. Lähteessä on luotettavasti kerrottu myös tässä työssä tarvittavista aiheista tietoa, kuten logistiikkakeskuksen sijoittumisesta, automaatiosta, energiantuotannosta ja jätehuollosta sekä ICT-ratkaisuista.

4.1 Haastattelu tiedonkeräysmenetelmänä

Haastattelu tiedonkeräysmenetelmänä voi olla haasteellinen, etenkin jos keskusteluja ei nauhoiteta ja litteroida. Dialogi voi etenkin entuudestaan tuttujen haastateltavien kanssa ajautua helposti sivuraiteille ja ohi aiheesta. On myös mahdollista, että haastateltava voi ymmärtää kysymyksen väärin, kertoa tarvetta laajemmasta kokonaisuudesta tai antaa liian yksityiskohtaista tietoa. Haastattelijan tuleekin esittää kysymykset selkeästi ja pitää ohjat käsissään koko haastattelun ajan, rajoittamatta kuitenkaan haas-

tateltavaa liikaa. Keskustelua tulee ohjata siihen suuntaan, mikä lopputuloksen kannalta on tärkeää. Yllä olevia haasteita voi lieventää hyvällä ennakkovalmistautumisella. Kysymyspatteristo tulee olla huolellisesti mietittynä etukäteen ja selkeästi itselle jäsenneltynä, jotta keskustelu etenee loogisessa järjestyksessä. Tällöin myös muistiinpanojen kirjoittaminen on tehokasta eikä aiheuta katkoja dialogiin. Haastattelupyynnön yhteydessä on hyvä lähettää kysymykset, tai ainakin karkea runko, myös haastateltavalle, jotta hänelläkin on käsitys mitä asioita tullaan käsittelemään ja mahdollisuus valmistautua tilaisuuteen.

Kvalitatiivisessa tutkimuksessa haastattelu on yleensä päätiedonkeruumenetelmä. Tiedonkeruumenetelmä täytyy kuitenkin valita aina tapauskohtaisesti ja varmistua siitä, että se soveltuu kyseessä olevan ongelman ratkaisemiseen. Haastattelun suurimpana etuna pidetään joustavuutta aineistoa kerättäessä ja hyviä mahdollisuuksia tulkita vastauksia. Menetelmä valitaan usein sen vuoksi, että tutkimuksen aiheen tiedetään jo etukäteen tuottavan vastauksia moniin suuntiin ja monitahoisesti, tai haastattelun tulos halutaan sijoittaa laajempaan kontekstiin. Haastattelun heikkoutena on, että se vie aikaa. Alle puolentunnin haastatteluita ei välttämättä kannata edes pitää, jos ongelma on niin helposti ratkaistavissa. Tällöin kyselylomake voi olla paras ratkaisu. Haastattelutyypit voidaan jakaa kolmeen osaan, vapaaseen haastatteluun, teemahaastatteluun tai strukturoituun haastatteluun. Tässä työssä käytetty menetelmä oli eräänlainen puolistrukturoitu haastattelu, sillä kysymykset ja niiden järjestys oli mietitty etukäteen, mutta vastauksiin ei ollut vaihtoehtoja, vaan ne tulivat täysin vastaajan tietojen mukaan. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2001, 192-193.)

4.2 Logistiikkakeskukseen sijoitettavat toiminnot

Logistiikkakeskukseen tullaan näillä näkymin sijoittamaan HUB logisticsin kahden tällä hetkellä erillään olevan toimipisteen toiminnot. Näissä kahdessa toimipisteessä tarjotaan logistiikkapalveluja useille eri asiakkaille. Tarjottavat palvelut pitävät sisällään kaikki sisälogistiikan prosessit: tavaran vastaanoton, varastoinnin, keräilyn, pakkaamisen, lähettämisen sekä palautusten käsittelyt ja lisäarvopalvelut. Molemmissa toimipisteissä on myös asiakaspalvelupisteet. (Törmälä henkilökohtainen tiedonanto 27.5.2015)

Toimipisteissä toisen kohdalla haasteena on laaja-alainen asiakaskenttä, jonka vuoksi toimipisteen sisällä saman prosessin suorittaminen voidaan joutua tekemään eri tavalla, riippuen asiakkaasta. Tämä tarkoittaa että työohjeet ovat suurimmaksi osaksi asiakas- eikä prosessikohtaisia. Prosesseja tulisi suoraviivaistaa ja yksinkertaistaa, jotta ne voidaan suorittaa tehokkaasti logistiikkakeskuksessa, missä hoidetaan useiden eri asiakkaiden logistiikkatoimintoja. Toimenpiteet tulee tehdä kuitenkin yhteistyössä asiakkaiden kanssa, että asiakastyytyväisyys säilyy.

Logistiikkakeskuksen kapasiteetista noin puolet tulee nykyisten asiakkuuksien käyttöön (taulukko 2) ja loput jätetään reserviksi mahdollisille uusille asiakkaille. Suunnitelmissa logistiikkakeskuksen pinta-ala tulisi olemaan n. 20 000 neliömetriä ja korkeimmillaan rakennus olisi vajaa 12 metriä. (Törmälä henkilökohtainen tiedonanto 27.5.2015)

Taulukko 2. Uuteen logistiikkakeskukseen siirrettävien toimipisteiden varastointitarpeet

Varastointitarpeet	Toimipiste 1	Toimipiste 2	Yht.
Kokonaispinta-ala (m2)	4000	3700	7700
Lavapaikat (kpl)	2077	1580	3657
Pienkeräyspaikat (m)	783	60	843
Lattiavarastointi (m2)	350	1500	1850

4.3 Energiantuotannon uusiutuvat ratkaisut

EU:n tavoitteena on energiatehokkuuden parantaminen 27 prosentilla, kasvihuonekaasujen vähentäminen 40 prosenttia ja uusiutuvan energian osuuden kasvattaminen 27 prosenttiin, vuoteen 2030 mennessä. Vertailukohtana käytetään vuoden 1990 tasoa. (Euroopan komission viralliset www-sivut 2015.) Vuonna 2050 päästöttömien energialähteiden osuuden tulee yltää jo vähintään 80 prosenttiin. Päästötavoitteet edellyttävät 60 prosentin CO2-vähenemää vuoteen 2050 mennessä. Ajoneuvotekniikan kehitys, käyttöasteen paraneminen sekä autojen pieneneminen, yhdessä biopolttoaineiden sekä vaihtoehtoisten energiamuotojen yleistymisen kanssa, pitäisi mahdollistaa tavoit-

teiden saavuttamisen. Suomen energiankulutuksesta noin 40 prosenttia ja kasvihuonepäästöistä noin 32 prosenttia on rakennuksien aikaansaamaa. (ESlogC -hankkeen www-sivut 2009-2012.)

Logistiikkakeskusten perustaminen ja niiden välisten toimivien verkostojen luominen on jo itsessään kestävän kehityksen mukaista logistiikkaa. Uusien rakennusten tulisi kuitenkin tarkastella energiatuotannon mahdollisuuksia pitkällä tähtäimellä ja huomioida yhteiset päästötavoitteet. Rakennusmääräykset kehittyvät ja muuttuvat jatkuvasti ja energiatehokkuusvaatimukset tulevat myös kiristymään vielä entisestään ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi. Näin ollen myös uudisrakentaminen siirtyi kokonaisenergiatarkasteluun 1.7.2012 ja se koskee kaikkea rakennuksessa tapahtuvaa energiankulutusta. Tarkastelussa on huomioitu rakennuksen energiantarve, tekniset järjestelmät, lämmitystapa ja energiamuoto. E-luku ilmaisee rakennuksen kokonaisenergiankulutukselle määrätyn rakennustyyppikohtaisen ylärajan. Määräykset ovat tiukentuneet ja tämä tarkoittaa keskimäärin 20 prosentin parannusta nykyisiin energiatehokkuusvaatimuksiin verrattuna. Rakennusmateriaalit ympäristövaikutuksineen otetaan myös rakennusmääräyksissä huomioon. Rakennusvaiheen kasvihuonepäästöt voivat olla merkittäviä, vaikka ulkopuolista energiaa ei käyttöikänsä aikana rakennus kuluttaisikaan. On huomioitava, että eri rakennusmateriaaleista syntyy huoltamisesta, korjaamisesta ja purkamisesta erilaisia päästöjä. (Logistiikkakeskuksen kehittäjän käsikirja 2009-2012, 44-45.)

Ilmastonmuutoksen vaikutukset logistiikkakeskukseen rakennuksena

• Tulevaisuudessa rakennusten ulko-osat kuormittuvat kosteudesta ja tuulesta huomattavasti nykyistä enemmän.

• Sulamis-jäätymissyklit tulevat lisääntymään, mikä altistaa betonirakenteita rapautumiselle.

• Kosteuden lisäännyttyä myös maan vesipitoisuus lisääntyy, mikä vähentää maaperän lujuutta ja kantavuutta.

• Sadan vuoden aikana Etelä-Suomessa lumikuormat vähenevät noin 50 prosenttia. Kattojen lumikuormamitoitusta voi olla siten tarpeellista tarkistaa eteläisessä Suomessa.

• Lämmöneristyksen osalta tehostamisen hyöty vähenee rakennuksissa, jolloin energiatehokkaisiin lämmitys- ja jäähdytysratkaisuihin sekä passiivisiin jäähdytysratkaisuihin on fokusoitava enemmän. (Logistiikkakeskuksen kehittäjän käsikirja 2009-2012, 46.)

Logistiikkakeskuksen energiankulutuksen suurimmat tekijät ovat lämmitys, valaistus ja ilmastointi, mutta näihin voidaan jo rakennusvaiheessa vaikuttaa, energiaa säästäviä ratkaisuja suosimalla. Nämä voivat maksaa hieman enemmän, mutta ajan kuluessa ne maksavat itsensä takaisin kiinteistön alentuneilla energiakustannuksilla. Taloudellisen näkökulman lisäksi rakennusmääräykset ovat tiukentuneet ekologisuuden osalta sekä yleinen ympäristötietoisuus on lisääntynyt ja päästöjä halutaan vähentää. (Logistiikkakeskuksen kehittäjän käsikirja 2009-2012, 40-41.)

Yhteenvetona voidaan todeta, että hyvä suunnittelu on välttämättömyys toimivalle logistiikkakeskukselle ja energiatehokkuus tulee ottaa huomioon logistiikkakeskuksen suunnittelun jokaisessa vaiheessa. Myös esimerkiksi sijainnin merkitys korostuu ekologisesta näkökulmasta katsottaessa, jotta työmatkaliikenne ja muut keskuksiin liittyvät palvelut saadaan tehokkaasti ja keskistetysti hoidettua alhaisilla päästöillä. Energiantuotannossa tulee ottaa huomioon uusiutuvat energianlähteet, joita nykyään on jo laajasti saatavilla.

4.3.1 Aurinkovoima

Aurinkokennoilla ja -paneeleilla saadaan logistiikkakeskusten isot kattopinta-alat hyötykäyttöön. Koska Suomessa vuodenaikojen vaihtelut ovat suuria, soveltuu tämä ratkaisu jokin muun energiamuodon tukemiseen eikä yksin tuottamaan koko logistiikkakeskuksen energiantarvetta. Aurinkoenergiaa voidaan käyttää niin uudis- kuin saneerauskohteissakin. (Logistiikkakeskuksen kehittäjän käsikirja 2009-2012, 41-42.)

4.3.2 Maalämpö

Maalämpö eli geoenergia puolestaan hyödyntää logistiikkakiinteistön alla olevaa suurta maanalaista pinta-alaa. Geoenergiaa hyödyntävä tekniikka perustuu maahan porattaviin maalämpökaivoihin, joista lämpöä johdetaan rakennuksen käyttöön. Maalämpöä käytetään Suomessa jo talorakentamisessa ja jonkin verran myös suuremmissa kohteissa. Tästä esimerkkinä voidaan mainita SOK:n logistiikkakeskus Sipoossa, jonka yhteydessä oleva GEO-BIO -hybridilaitos tuottaa 95 % rakennuksen energiantarpeesta. (Logistiikkakeskuksen kehittäjän käsikirja 2009-2012, 42.)

4.3.3 Tuulivoima

Kiinteistöjen energiantuottamiseen tuulivoiman hyödyntäminen on vähäistä, mutta sen käyttöä pyritään lisäämään jatkuvasti. Kuten aurinkovoiman kohdalla, myös tuulivoimaa käytettäessä voidaan hyödyntää logistiikkakeskuksen isoa kattopinta-alaa. Tällöin kiinteistön katolle asennetaan pienvoimaloita tuottamaan alueen tuuliolosuhteiden mukaan energiaa. Suomessa HUB logisticsin Keravan logistiikkakeskus hyödyntää tuulivoimaa. (Logistiikkakeskuksen kehittäjän käsikirja 2009-2012, 42.)

4.3.4 Bioenergia

Bioenergia tarkoittaa biopolttoaineista saatavaa energiaa. Käytössä olevia biopolttoaineita Suomessa ovat pelloilla ja soilla kasvavat biomassat sekä yhdyskuntien, maatalouden ja teollisuuden energiantuotannon orgaaniset jätteet. (Bioenergia Ry:n www-sivut.)

Ilmastonmuutoksen vaikutukset energiantuotantoon ja -kulutukseen

- Vesivoima tulee lisääntymään vuotuisten sademäärien lisääntyessä.
- Aurinkovoiman käytettävyys voi heiketä lisääntyvän pilvisyyden takia.
- Tuulivoiman käytettävyys tulee kasvamaan Suomen eteläosissa varsinkin talvien osalta tuulennopeuksien kasvaessa.
- Biopolttoaineiden tuotanto helpottuu kasvukauden pidentyessä.
- Energian kysyntä laskee talvella lämmitystarpeen vähentyessä ja kasvaa

kesällä jäähdytystarpeen lisääntyessä. Kokonaisenergian tarve tulee silti vähenemään. (Logistiikkakeskuksen kehittäjän käsikirja 2009-2012, 47.)

Tiivistelmä energiaratkaisujen hyötykäytöstä

• Suomen sääolosuhteissa uusiutuvat energiamuodot ovat hyviä tukikeinoja energiansaantiin.

• Toistaiseksi niiden hyödyntäminen ainoana energialähteenä ei kuitenkaan ole ollut riittävää. Suurissa logistiikkakeskusten kaltaisissa kiinteistöissä, vaaditut energiamäärät ovat suuria eikä menetelmillä pystytä kattamaan kaikkia tarpeita.

• Investoinnit ovat usein kannattamattomia järjestelmien takaisinmaksuaikojen vuoksi.

• Ovien lokerointien, valaistuksen automatisoinnin, tehokkaan tilankäytön ja eristyksen kaltaisilla rakennusteknisillä ratkaisuilla, yhdistettynä energiatehokkuustoimenpiteisiin (lamput, lämmitys, sisälogistiikka, muu tekniikka) saadaan lisättyä logistiikkakeskuksen ekologisuutta.

• Ympäristöosaamisen kouluttamisella henkilöstölle, saadaan vähennettyä energiakuluja. (Logistiikkakeskuksen kehittäjän käsikirja 2009-2012, 42.)

4.4 Energiatehokkaat ratkaisut valaistukseen

Valaistuksessa sähköä voidaan säästää käyttämällä energiatehokkaita ratkaisuja. LED-lamppujen energiansäästöpotentiaali hehkulamppuihin verrattuna on noin 70-90 % (Jokakodin valaistusopas 2010, 14.). LED-lamput maksavat hieman normaalia enemmän, mutta kuluttavat vähemmän energiaa ja ovat pitkäikäisiä sekä ympäristöystävällisiä, sillä ne eivät sisällä elohopeaa. Valaistuksen ajoituksella vain käytössä olevat tilat pysyvät valaistuna ja siellä missä ei liikuta, valot ovat poissa käytöstä. Luonnonvaloa voi myös mahdollisuuksien mukaan hyödyntää, jolloin sähkö ei näiltä osin kulu valaistukseen. (Logistiikkakeskuksen kehittäjän käsikirja 2009-2012, 41.) Luonnonvalon hallittu pääsy työskentelytiloihin vaikuttaa myös työhyvinvointiin positiivisesti.

4.5 Jätehuolto ja jätehierarkia

Tärkeä osa ekologista logistiikkakeskusta on ympäristön, kustannukset ja turvallisuuden huomioon ottava, toimiva ja tehokas jätehuolto. Logistiikkakeskuksissa jätehuolto

tulee järjestää niin, että se ei aiheuta vaaraa tai haittaa terveydelle, ympäristölle tai omaisuudelle. Myös jätehuoltojen materiaalivirran hallinta on tärkeää. Logistiikkakeskukset ovat hektisiä ympäristöjä, joissa liikkuu paljon ihmisiä, koneita ja tuotteita. Jätehuollon tuleekin toimia sujuvasti eikä se saa häiritä muita toimintoja. Automaattisia kuljettimia ja siirtolaitteita on myös mahdollista hyödyntää niin, että ne siirtävät ja lajittelevat jätteet suoraan lopulliseen määränpäähänsä logistiikkakeskuksessa. Suomessa jätehuollon ohjauskeinoja ovat vuonna 2012 uudistunut jätelaki asetuksineen sekä sen nojalla annetut kunnalliset jätehuoltomääräykset. Taloudellisesti jätehuoltoa ohjataan kaatopaikalle sijoitettavan jätteen jäteverolla ja käsittelymaksuilla, joiden avulla jäte pyritään ohjaamaan hyötykäyttöön tai kierrätykseen. (Logistiikkakeskuksen kehittäjän käsikirja 2009-2012, 47.)

Logistiikkakeskuksen jätehuollon pääkohdat ovat

• Helposti liikuteltavia ja tyhjennettäviä lajitteluvälineitä on riittävästi, oikeissa paikoissa, selkeästi merkittynä.

• Lajitteluvälineet ovat oikean kokoisia sekä niiden tyhjentäminen on järjestetty, valtuutettu ja ohjeistettu oikein.

• Jätteiden keräyspisteet/-asemat on sijoitettu oikein ja niihin on helppoa ja turvallista kuljettaa jätteet.

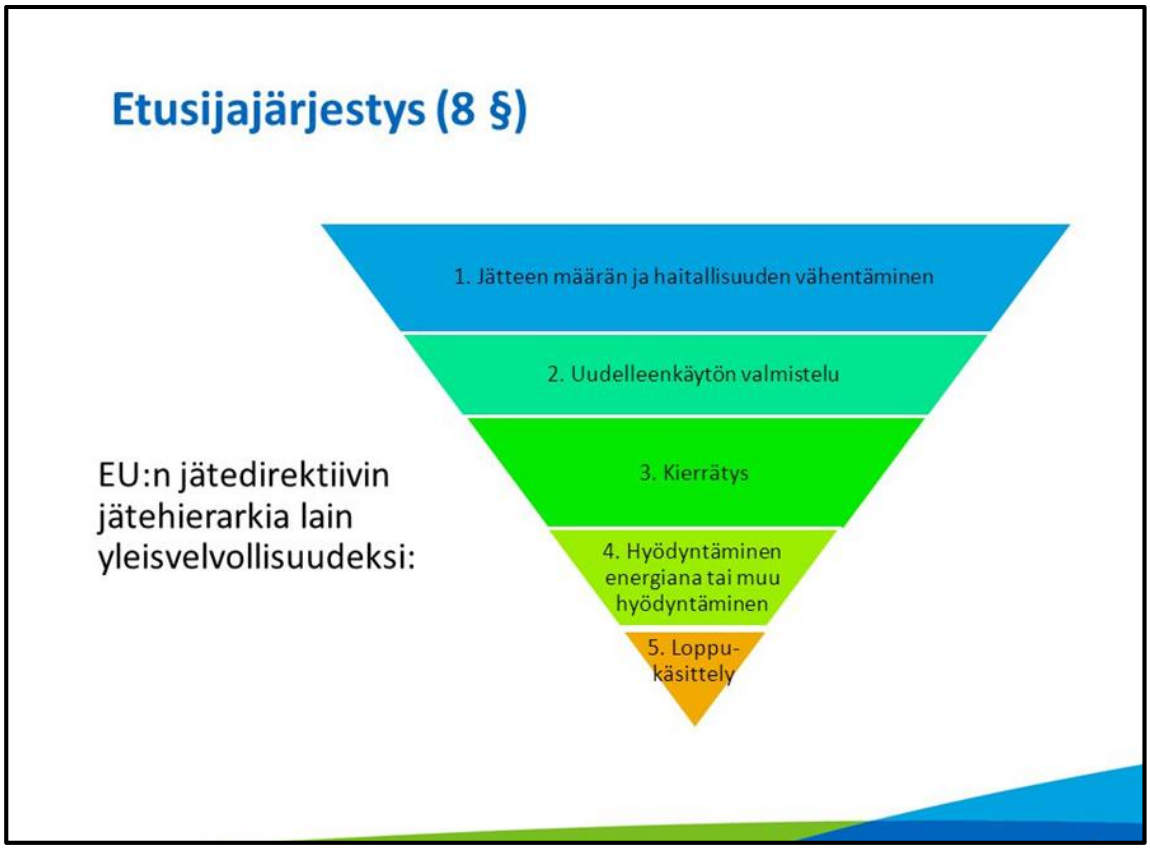
• Jätteen tuojilla ja viejillä on tilaa liikkua keräyspisteiden läheisyydessä, kalusto huomioiden.

• Keräyspisteellä koneet ja laitteet ovat asianmukaisesti merkitty ja niiden käyttö on koulutettu.

• Vaaralliset jätteet säilytetään erillään muista ja niille on järjestetty oma varasto jonka sisällöstä pidetään kirjaa

• Jätehuollosta ja sen kehittämisestä sekä toimivuudesta vastaava henkilö on määritelty. (Logistiikkakeskuksen kehittäjän käsikirja 2009-2012, 47.)

Jätelaissa on käytössä viisiportainen etusijajärjestys (jätehierarkia), jota tulee noudattaa siten, että ylimpiä vaihtoehtoja suositaan alempien sijaan (kuva 10). (Logistiikkakeskuksen kehittäjän käsikirja 2009-2012, 47.)



Kuva 10. Jätehierarkia. (Blauberg 2012.)

Kohta yksi jätteen määrän ja haitallisuuden vähentäminen on ensisijainen tavoite. Jo toiminnan suunnittelussa otetaan huomioon tehtävästä työstä syntyvät jätteet ja työntekijöitä perehdytetään materiaalitehokkuuteen. Vähennetään hävikkiä ja uusien pakkausmateriaalien hankkimista sillä, että puretaan toimitukset rikkomatta pakkausmateriaaleja, jotta niitä voidaan käyttää uudelleen. Vaarallisia aineita korvataan vaarattomilla ja koneiden sekä laitteiden vuokraamista suositaan itselle ostamisen sijaan. Kohdassa kaksi, uudelleenkäytön valmistelu, on olennaista aineiden ja esineiden uudelleenkäyttö. Kuormalavoja ja laatikoita käytetään uudelleen sekä pantilliset tuotteet palautetaan uudelleenkäyttöön. Uusien hankkimisen sijaan pyritään käyttämään vanhoja toimistokalusteita ja mikäli se ei ole mahdollista toimitetaan vanhat kierrätykseen. Tästä päästään kolmanteen kohtaan, mikä on kierrättäminen. Se tarkoittaa ennen kaikkea lajittelun tehostamista. Metalli, lasi, pahvi, kartonki, paperi sekä muovi ovat tyypillisiä logistiikkakeskuksen materiaalina kierrätettäviä jätejakeita ja ne pitää lajitella erikseen. Jätemääriä sekä lajittelua tulee seurata ja etsiä uusia mahdollisia kierrätyskohteita. Kohta neljä koskee uusiokäyttöön tai kierrätykseen soveltumattomien jätteiden hyödyntämistä. Puu, sekalainen muovi, likainen/märkä pahvi ja paperi voidaan

kaikki hyödyntää energiaksi. Viides ja viimeinen kohta on loppukäsittely, mihin pitäisi päätyä mahdollisimman vähän jätteitä. Keramiikka, PVC-muovi sekä pääosin lattialta kertynyt siivousjäte ja pöly ovat tyypillisiä kaatopaikalle sijoitettavia jätteitä. (Logistiikkakeskuksen kehittäjän käsikirja 2009-2012, 48.)

4.6 ICT-ratkaisut

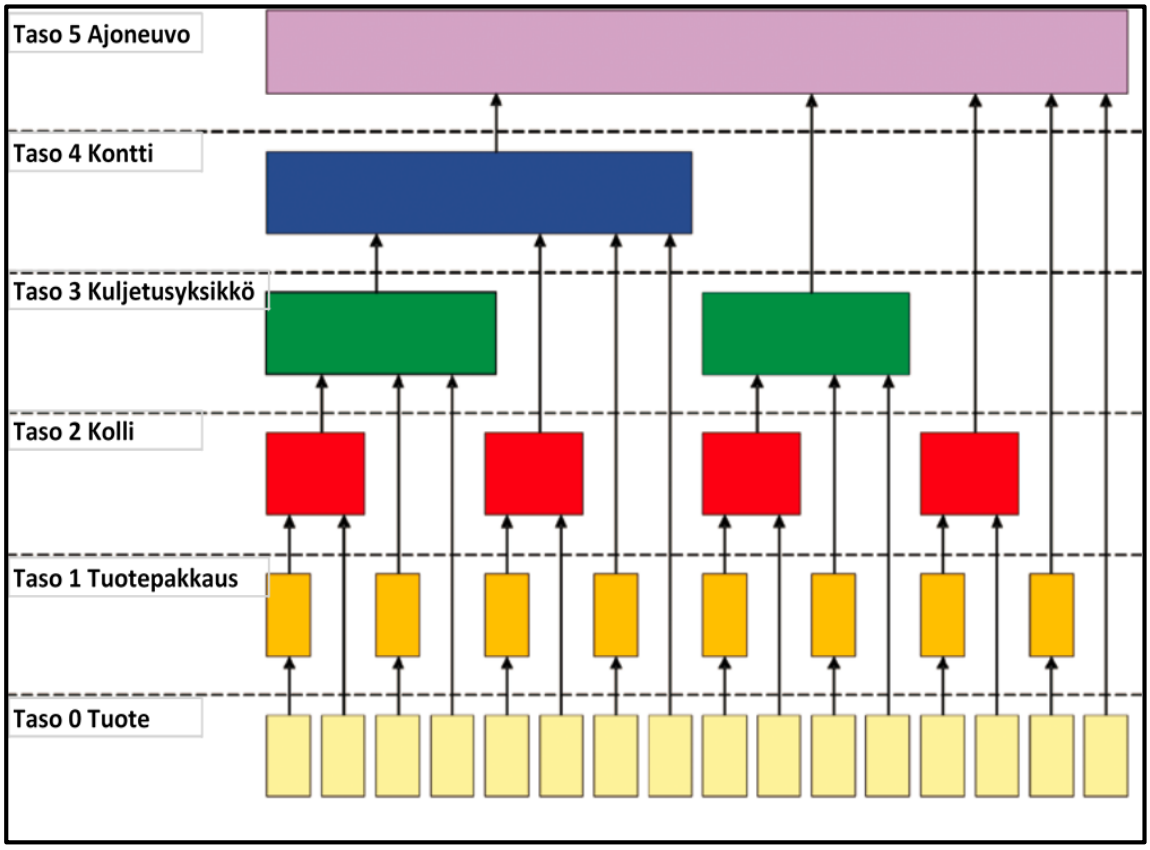
Logistiikkakeskuksessa liikkuu suuria tieto- ja tavaravirtoja. Näiden virtojen ohjaus sekä tilaus- toimitusprosessin hallinta vaatii tietoa tuotteista, määristä ja niiden sijainneista. Päällekkäisyyksien välttämiseksi, tuotteiden tulee olla yksilöitynä ja tunnistettavissa sekä tieto jaettavissa. (Logistiikkakeskuksen kehittäjän käsikirja 2009-2012, 92.) Tuote voidaan yksilöidä esimerkiksi pelkällä nimikenumerolla, viivakoodilla tai RFID-tunnisteeseen syötetyllä tiedolla. Tuotteen tunnistaminen onnistuu joko visuaalisesti katsomalla nimikenumero, lukemalla viivakoodi tai radioaaltojen välisellä kommunikaatiolla. Tunnistamisesta saatu tieto tulee vielä siirtää manuaalisesti tai automaattisesti, toteutustavasta riippuen, operatiivisiin tietojärjestelmiin kuten varastonhallintajärjestelmään (WMS). Varastonhallintajärjestelmä taas kommunikoi yhdessä yrityksen koko toiminnanohjausjärjestelmän (ERP) kanssa.

Nykyaikaisten teknologioiden ja tietojärjestelmien hyödyntäminen tiedonsiirrossa on suositeltavaa, sillä se tuo lisäarvoa ja toimitusketjut ovat kasvaneet pitkiksi, useiden eri toimijoiden ketjuiksi. Tuotannonohjausstrategiat myös pyrkivät tehokkuuden lisäämiseen ja hukan poistoon, jolloin tiedonkulun tulee olla nopeaa ja vaivatonta. Tarpeeksi kehittyneellä tiedonhallinnalla voidaan myös optimoida tilojen ja resurssien tarvetta. Lisäksi virheellisten toimitusten, hävikin ja reklamaatioiden määrä laskee sekä niiden selvittäminen tarkentuu. (GS1 Finland Oy, 1-5.)

4.6.1 Yksilöinti

Tuote eli objekti on ensin pystyttävä yksilöimään, mikäli se halutaan tunnistaa ja seurata. Nykyään tämä halutaan toteuttaa automaattisesti ja siksi ensin on valittava käyttötarkoitukseen parhaiten sopiva tunnistusmenetelmä. Tunnistusmenetelmän valintaan

vaikuttaa tunnistettava objekti ominaisuuksineen, tunnistuspaikka, vaadittava tunnistetieto sekä toimitusketjun ominaisuudet. Täytyy siis yksilöidä mitä halutaan tunnistaa, millä tarkkuudella ja missä tunnistus tapahtuu. Erilaisten logististen tasojen mukaan (kuva 11) on kehitelty erilaisia standardeja, joiden avulla tuote voidaan yksilöidä. Kansainvälisiä standardointiorganisaatiota ovat ISO, CEN, GS1 sekä toimiala-organisaatioita kuten IATA. Varastossa tapahtuvassa keräilyssä riittää usein tuotetyypin tasolla tapahtuva tunnistus, menemättä yksilötunnistuksen tasolle. Tuotetasolla tärkein käytössä oleva standardi on GS1:n GTIN-koodi eli EAN-koodi. SSCC-koodi on käytössä kuljetus- tai varastointiyksikön yksilöinnissä. GS1:n GLN on osapuolitiedon yksilöimiseen, jolloin yritysten toimipisteet voidaan tunnistaa toimituksia ja laskutusta varten. Suomen Osto- ja Logistiikkayhdistyksellä (LOGY) on käytössä yksilöity rahtikirjanumero, joten useista kolleista tai konteista koostuvan kokonaisen lähetyksen tunnistukseen on myös kehitetty erilaisia standardeja. Yksilöintikoodi koostuu yleensä kolmesta osasta: yksilöintikoodi kuten sarjanumero, yrityskoodi ja anto-organisaation tunniste. (Logistiikkakeskuksen kehittäjän käsikirja 2009-2012, 93-95.)



Kuva 11. Yksilöinti toimitusketjussa. (Logistiikkakeskuksen kehittäjän käsikirja 2009-2012, 94.)

Käytännössä tuotteiden ja lavojen yksilöiminen voidaan toteuttaa manuaalisesti tai automaattisesti. Automaattisesti se onnistuu merkintäasemia käyttämällä, jotka on mahdollista integroida tarpeen mukaan erilaisiin tuotantolinjoihin sekä ohjausjärjestelmiin. Merkintäasema kiinnittää haluttuun kohteeseen tarvittavat tiedot sisältävän tunnisteen, joko applikaattorilla tai robotilla (kuva 12). (ESlogC -hankkeen www-sivut 2009-2012.)

Kuva 12. Robotti kiinnittämässä tarraa merkintäasemalla. (ESlogC -hankkeen www-sivut 2009-2012.)

4.6.2 Viivakoodi- ja RFID-tekniikka

Tuotteita ja tavaroita voidaan tunnistaa joko manuaalisesti tai automaattisesti. Automaattisella menetelmällä voidaan parantaa tehokkuutta ja vähentää virheitä huomattavasti. Automaattinen tunnistus vähentää manuaalista työtä mikä nopeuttaa prosesseja ja karsii virheitä. Se myös integroi logistiikkakeskuksen toiminnot muihin IT järjestelmiin oikeassa muodossa ja reaaliaikaisesti sekä mahdollistaa tietojen hyödyntämisen esimerkiksi kehitystöissä. Automaattinen tunnistaminen on huikea parannus sellaiseen

menetelmään, jossa esimerkiksi vastaanotettaessa tavarat käydään kolleittain läpi, tunnistetaan visuaalisesti nimikkeet ja määrät, kirjataan ne kynällä paperille ja siirrytään työasemalle, jossa tiedot siirretään käsin tietojärjestelmään. Tämä kaikki voidaan suorittaa esimerkiksi RFID- tai viivakoodi-tekniikka käyttämällä merkittävästi nopeammin. Tunnistustekniikoita voidaan hyödyntää vastaanoton lisäksi myös muissa logistisissa prosesseissa, kuten keräilyssä ja hyllytyksessä tai vaikka kulunvalvonnassa, missä logistiikkakeskukseen saapuvia ihmisiä tai koneita täytyy tunnistaa.

Viivakoodi on tällä hetkellä suosituin kansainvälinen menetelmä tunnistuksessa. Viivakoodit muodostuvat valkoisista ja mustista raidoista, joita luetaan optisella laserskannerilla. Toiminta perustuu siihen, että viivakoodi absorboi skannerin lähettämät valonsäteet mustien raitojen kohdalla tai heijastaa valonsäteet takaisin valkoisista raidoista. Skanneri eli lukija muuttaa heijastuneen valon analogiseksi signaaliksi, josta saadaan viivakoodin sisältö. Viivakoodien haasteet ovat siinä, että lukijan ja viivakoodin välillä tarvitaan suora näköyhteys, lukunopeus on rajallinen ja lukuetäisyys on melko lyhyt, noin 0-50 senttimetriä. Viivakoodit ovat myös alttiita vahingoittumiselle, jolloin lukuvarmuus kärsii. Viivakoodilla ei ole omia spesifejä vahvuuksia, vaan ne ovat hyvin pitkälle samoja kuten kaikissa automaattisen tunnistuksen vaihtoehdoissa; nopea ja tarkka tiedonkeruu sekä toimintojen tehostumisen kautta saatavat kustannussäästöt. (SFS-käsikirja 301-1 RFID 2010, 19-20, 24)

RFID-järjestelmä toimii radioaalloilla ja koostuu kolmesta osasta: tunnisteesta, lukijasta ja tietojärjestelmästä. Tunnisteen ja lukijan välillä on ilmarajapinta ja lukija on yhteydessä tietojärjestelmään RFID-palvelimen kautta. Itse tunniste eli tägi koostuu antennista ja sirusta. Koko voi vaihdella millimetrin sadasosista, kymmeniin senttimetreihin ja se voidaan liittää objektiin joko sen valmistusvaiheessa tai vasta myöhemmin. RFID-teknologian etuina on, ettei tunnisteen ja lukijalaitteen tarvitse koskettaa toisiaan tai olla suorassa näköyhteydessä toisiinsa, vaan tietoa voidaan lukea parhaimmillaan jopa yli 100 metrin päästä, riippuen onko kyseessä passiivinen, semipassiivinen vai aktiivinen tunniste. Passiivinen tunniste ei sisällä omaa virtalähdettä vaan saa energian lukijan lähettämistä radioaalloista. Semipassiivisella tunnisteella on oma virtalähde, muttei lähetintä ja se kommunikoi lukijan kanssa kuten passiivinen tunniste. Kun virtalähteestä loppuu energia, tunniste toimii passiivisen tavoin. Aktiivisella tunnisteella on myös oma virtalähde, mikä usein on litiumparisto. Tällä tunnisteella on

kaikkein pisin lukuetäisyys ja suurin muisti. Tunnisteessa olevien antureiden avulla voidaan kerätä lisätietoja objektin tapahtumista. Pariston virran alkaessa käydä vähiin tulee se vaihtaa, sillä silloin tunniste saattaa lähettää puutteellista tai virheellistä tietoa. Tägit ovat usein myös uudelleenohjelmoitavissa. Tunnisteeseen pystytään tallentamaan paljon tietoa ja ne kestävät myös kulutusta esimerkiksi viivakoodeja paremmin. RFID-teknologia on esimerkiksi viivakoodia kalliimpi ratkaisu, minkä on todettu olevan yksi syy siihen, miksei se ole vielä maailmanlaajuisesti isossa mittakaavassa teollisuuden käytössä. Mitä useammat toimijat ottavat teknologian käyttöön, silloin myös sen hinta laskee. Tuotetason tunnistusta ei aina tarvita, jolloin esimerkiksi pelkällä kuljetusyksikön seurannalla saadaan tarvittavat tiedot ja teknologian käyttöönottoon liittyvät kustannukset pienenevät. Tunnisteita voidaan myös kierrättää niiltä osin, kun kuljetusyksiköt palautuvat kiertoon. Tietoturvan osalta RFID-tunnisteet vaativat vielä kehitystä, etteivät väärät osapuolet pysty vahingontekoon ja väärinkäytöksiin tietoja lukemalla tai muokkaamalla. (SFS-käsikirja 301-1 RFID 2010, 23,25,38-39)

Sensorien ja antureiden lisääminen tunnisteisiin, mahdollistaa toimitusketjussa tapahtuvien havaintojen kuten lämpötila, kosteus, valoisuus, koskemattomuus tai tärähtely, liittämisen objektiin. Joillain toimialoilla näiden tietojen kerääminen voi olla jopa lakisääteistä. Kansainvälisten yritysten välisessä kommunikaatiossa kaikkien toimijoiden on puhuttava samaa kieltä, jotta tieto saadaan siirrettyä ja tulkittua tehokkaasti. Standardit ohjaavat siis tunnisteteknologioiden käyttöä. Tämä tarkoittaa, että tieto ja toimintatavat yhtenäistetään globaalien standardiorganisaatioiden toimesta ja näiden paikallistoimijat jalkauttavat käytännöt kentälle. (Logistiikkakeskuksen kehittäjän käsikirja 2009-2012, 96, 98.)

4.6.3 Optinen tunnistaminen ja paikannusteknologiat

OCR (optical character recognition) eli optinen tunnistus tarkoittaa merkkien visuaalista tunnistamista, joka ei edellytä ylimääräisten tunnisteiden lisäämistä tunnistettavaan kohteeseen. Esimerkkinä voidaan mainita usein satamissa käytössä oleva menetelmä, jossa ajoneuvot voidaan tunnistaa nopeasti ja luotettavasti rekisterikilven perusteella, minkä lisäksi tiedot siirtyvät oikeassa muodossa IT-järjestelmiin. OCR-

teknologiaa on käytössä pääasiassa isoissa logistiikkakeskittymissä ja se soveltuu parhaiten kuljetusyksiköiden kuten ajoneuvojen tai konttien tunnistamiseen. (Logistiikkakeskuksen kehittäjän käsikirja 2009-2012, 98.)

Yksi menetelmä varaston hallintaan, varastotason alentamiseen ja varastoinnin sekä jakelun tehostamiseen on paikannusteknologioiden käyttö. Ne tuottavat ajantasaista tietoa tavaroiden liikkeistä toimitusketjussa. Paikannusteknologian avulla tuotteet ovat esimerkiksi keräiltäessä helposti tai kokonaan automatisoidusti löydettävissä. Paikannusteknologiat voidaan jakaa käyttö- ja sovelluskohteiden sekä paikannustarkkuuden perusteella kolmeen pääryhmään: satelliittipaikannus, verkkokohtainen paikannus ja lähipaikannus. Myös hybridiratkaisuja on saatavilla, joissa useampi ratkaisu on käytössä samanaikaisesti. Satelliittipaikannus hyödyntää GPS-satelliittijärjestelmää, mutta tulevaisuudessa käytössä voi olla myös muita satelliittijärjestelmiä: EU:n ja Euroopan avaruusjärjestön Galileo, Venäjän puolustusministeriön GLONASS ja Kiinan COMPASS. Satelliittipaikannusta käytettäessä tarkkuus on vain metrien luokkaa, jolloin se voi soveltua esimerkiksi suurten kuljetusyksiköiden paikantamiseen, mutta logistiikkakeskuksissa sillä ei päästä vaadittuihin tarkkuuksiin. (Logistiikkakeskuksen kehittäjän käsikirja 2009-2012, 99.)

Lähipaikannusteknologiat ovat logistiikkakeskuksessa keskeisimpiä käytössä olevia menetelmiä ja niiden avulla saavutettava tarkkuus on senttimetrien luokkaa. Käyttöalue ei rajoitu kuitenkaan pelkästään sisätiloihin, vaan ne ovat käytettävissä myös ulkoalueilla. Haasteita lähipaikannusteknologioille voivat aiheuttaa heikko signaalin vahvuus tai eri materiaaleista mahdollisesti aiheutuvat heijastukset. Lähiverkko-, ultrररääni-, GPS-pseudoliitti- ja Bluetooth-paikannus ovat tällä hetkellä tarjolla olevia teknologioita. Lähiverkkopaikannus on yleisin ja perustuu logistiikkakeskukseen perustettuihin langattomiin lähiverkkoihin, joihin kuuluu tukiasemat ja päätelaitteet. (Logistiikkakeskuksen kehittäjän käsikirja 2009-2012, 99.)

4.6.4 IT-järjestelmät

Tietotekniikan määrä on yhteiskunnassa yleisesti, sekä myös logistiikan alalla kasvussa. Yrityksien strategista ohjausta edustaa toiminnanohjausjärjestelmä eli ERP (enterprise resource planning). Toiminnanohjausjärjestelmässä voi olla erillinen varastonohjauselementti eli WMS (warehouse management system), tai sitten se tulee hankkia erikseen. (ESlogC -hankkeen www-sivut 2009-2012.)

Inventoinnin hallintaan on omia IMS (inventory management system) järjestelmiä, jotka kertovat muun muassa tuotteiden kysynnän, läpimenoajat, varastosaldon ja -paikan, toimittajan sekä paljonko tuotetta tulisi varastoida ja mikä on yhden varastonimikkeen eli SKU:n (stock keeping unit) kustannus. (Emmett 2005, 134)

Nykypäivänä suuri informaation määrä ja noussut automaatioaste edellyttävät WMS:n käyttöä, mikäli sisälogistiikka halutaan hoitaa tehokkaasti. Varastonhallintajärjestelmän kautta ohjaillaan sisälogistiikan toimintoja logistiikkakeskuksessa. Järjestelmä ohjaa logistiikkakeskuksen pääprosesseja vastaanotosta lähettämöön, maksimoimalla toimitusketjun tehon. Mikäli prosessit ovat pitkälle automatisoituja, järkevin vaihtoehto on integroida WMS-järjestelmä yhteen automaatiojärjestelmien kanssa, jolloin robotit, hissit, kuljettimet ja muut laitteet toimivat kaikki saman järjestelmän alla. Ohjelmisto- ja järjestelmäprojektien läpiviemiseen ja tietotekniseen toteutukseen kannattaa harkita ulkopuolista järjestelmäintegraattoria, joka ottaa kokonaisvastuun rajapintojen yhdistämisestä. WMS-järjestelmien alaisuuteen saadaan vielä yhdistettyä avustavia toimintoja, kuten keräilyn optimointijärjestelmät (reittisuunnittelu, navigointi, sijoittelusuunnittelu), puheohjaus sekä viivakoodi ja RFID-tunnisteet. (ESlogC -hankkeen www-sivut 2009-2012.)

Ennen IT-järjestelmän hankintaa tulee tietenkin miettiä sen aiheuttamia kustannuksia. Näitä aiheuttaa omien resurssien käyttö (kouluttaminen, tuki), ulkoiset kustannukset ja lisenssimaksut. Ulkoiset kustannukset ovat suurin kustannuserä ja niihin sisältyy konsultointi, asennustyö ja käyttöönotto sekä ylläpito. Lisenssimaksujen osuus voi olla jopa neljännes kokonaiskustannuksista, jotka voivat nousta miljoonaluokkaan. Siksi onkin tärkeä miettiä järjestelmähankinnan järkevyyttä suhteessa liikevaihtoon. Vaihtoehtoina ovat etenkin pienemmille yrityksille suunnatut pilvipalveluissa toimivat ja

vapaaseen lähdekoodiin perustuvat järjestelmät. (ESlogC -hankkeen www-sivut 2009-2012.)

IT-järjestelmää hankittaessa ensin arvioidaan tarjolla olevat vaihtoehdot logistiikka-keskuksen toimijoiden näkökulmasta. Riippuen yrityksen koosta, voidaan perustaa projektiryhmä, joka arvioi eri vaihtoehtoehdoissa seuraavat seikat

- kansainvälisyys
- käytettävyys
- joustavuus
- toiminnallisuus
- kokonaiskustannukset
- rajapinnat ja käyttöympäristö
- toimittajien ja implementoijien uskottavuus (ESlogC -hankkeen www-sivut 2009-2012.)

”Keskeiset haasteet ERP-järjestelmän käyttöönotossa liittyvät yrityksen omien prosessien ja järjestelmän yhteensovittamiseen, sillä järjestelmän toiminta perustuu prosessien seurantaan ja toteutumiseen. Jos nämä prosessit, joista keskeisimpiä logistiikka-keskusympäristössä ovat mm. saapuvan tavaran vastaanotto, varastointi, kustomointi ja tavaran lähetys, eivät ole selvästi kuvattuja tai niitä ei noudateta, on myös ERP-järjestelmän integrointi haastavaa.” (ESlogC -hankkeen www-sivut 2009-2012.) HUB logistics suorittaa toimipisteissään aktiivisesti työntutkimusta, joilla saadaan prosessien eri vaiheista tietoa. Tämä lieventää toiminnanohjausjärjestelmän integroinnin haasteita, kun prosessien työvaiheet ovat jo valmiiksi kuvattu.

4.6.5 Keräilymenetelmät

Tällä hetkellä yritykset toteuttavat keräilyprosessinsa suurimmaksi osaksi paperi- ja radiopääteavusteisia tekniikoita hyödyntäen. Siinä ei ole eroa hoitaako yritys itse omat logistiikkatoimintonsa vai logistiikkapalveluntarjoajaa käyttäen. Teollisuus kuitenkin toteuttaa useammin keräilyprosessinsa radiopääteavusteisilla tekniikoilla. Pienet muutaman keräilyrivin tilaukset on koettu haasteellisena, joista nettikauppa on hyvä esimerkki. Toimintaa tehostava, virheitä vähentävä ja ergonomiaa sekä työturvallisuutta

lisäävä puheohjaus on voimakkaasti lisääntymässä keräilykäytössä ja yleistymässä myös muissa prosesseissa, etenkin kokoluokaltaan 10 000-25 000 neliön logistiikkakeskuksissa. Tätä pienemmät varastot useimmiten hoitavat keräilynsä paperisia keräyslistoja käyttäen, sillä sähköisten menetelmien hyödyntäminen koetaan haasteelliseksi pienten volyymien takia. Nimikemäärä tai liikevaihto ei kuitenkaan ole oleellinen tieto, vaan päätökset tulee tehdä keräilymäärän mukaan. Puheohjauksen tarkkuuden ansiosta mahdollisen keräilyjen tuplatarkastamisen lopettamista voidaan myös vakavasti harkita. Tarkastaminen keräilyn ja vielä uudestaan pakkaamisen yhteydessä vie ihmiseltä aikaa ja on kallista. Mikäli siitä ei voida kokonaan luopua, yhtenä vaihtoehtona on tuotteiden tarkistaminen esimerkiksi punnitsemalla. Puheohjauksessa on usein yhdistettynä ryhmäkeräily, mikä parantaa tehokkuutta ja virheiden karsimista entisestään. Ergonomian ja työturvallisuuden kannalta puheohjaus on hyvä vaihtoehto, sillä kädet pysyvät vapaina ja silmien ei tarvitse olla kohdistettuna keräyslistaan. Suomessa päivittäistavarakauppa kerää tuotteensa jo yli 90 prosenttisesti puheohjausta hyödyntäen. (ESlogC -hankkeen www-sivut 2009-2012; Logistiikan Maailma www-sivut 2013.)

ARC Advisory Groupin ja Modern Materials Handling -aikakausilehden tutkimuksessa kävi ilmi, että 60 prosenttia vastaajista kokivat tuottavuuden nousseen yli kahdeksan prosenttia, kun puheohjaus oli otettu käyttöön. 26 prosenttia vastaajista kokivat tuottavuuden nousseen 4-8 prosenttia. Yli 83 prosenttia puheohjauksen käyttöönottaneista yrityksistä kokivat, että investointi oli kuitenkin täyttänyt taloudelliset tavoitteensa. (Gwynne 2014, 140)

Keräysmenetelmät voidaan jakaa kahteen osaan: manuaaliseen ja automaattiseen. Manuaalisessa menetelmässä keräys tapahtuu kerääjän siirtyessä tavaran luokse, tai tavaran siirtyessä kerääjälle. Kun kerääjä siirtyy tavaran luo, menetelmä voidaan toteuttaa tilauskohtaisesti, tuotekeräilynä tai näiden yhdistelmänä. Menetelmässä jossa tavara siirtyy kerääjän luokse, käytössä on usein automatiikkaa karuselliratkaisujen tai hyllystöhissien muodossa. Tähän menetelmään voidaan yhdistää vielä valo-ohjaus ja ryhmäkeräily, missä useita tilauksia kerätään samanaikaisesti ja työ tehostuu entisestään. Vandelande Industries omistaa suorituskykyisen Pick-Ease -työpisteen, jossa keräilijät voivat yrityksen mukaan saavuttaa 1000 tilausrivin käsittelynopeuden tunnissa. (ESlogC -hankkeen www-sivut 2009-2012.)

Automaattisessa menetelmässä keräys tapahtuu nimensä mukaisesti automaattisilla keräysjärjestelmillä. Näistä esimerkkinä voidaan mainita erilaiset keräysrobotit tai A-frame tyyppiset ratkaisut. Jo edellisessä kappaleessa mainittu Vanderlande Industries toimittaa myös automaattisia materiaalinkäsittelyjärjestelmiä. Yritys lupaa 40 prosenttia pienemmät keräilykustannukset, kun käytetään heidän tarjoamaa automaattista ACP (automated case picking) keräilyratkaisua. (ESlogC -hankkeen www-sivut 2009-2012.)

Oikean menetelmän valintaan vaikuttavia asioita ovat
• tilauksien kappalemäärä päivässä
• rivien määrä tilauksella
• kappalemäärä tilausrivissä
• tavaroiden kokojakauma
• kerättävän yksikön koko suhteessa painoon
(ESlogC -hankkeen www-sivut 2009-2012.)

4.7 Investoinnit ja hankinnat

Vallitseva teema uudessa logistiikkakeskuksessa on automaation hyödyntäminen. Esimerkiksi keräilyprosessi on suunniteltu toteutettavaksi menetelmällä, jossa keräiltävät tuotteet tulevat kerääjän luokse (staattinen), eikä niin että kerääjä liikkuu keräiltävien tuotteiden luokse (dynaaminen). Tämä ratkaisu vaatii investointeja automaation hankkimiseksi. Irtonaista pientavaraa voidaan varastoida ja liikutella esimerkiksi miniload-järjestelmällä. Highbay-korkeavarasto puolestaan soveltuu kuormalavojen varastointiin ja siirtelyyn. Nämä järjestelmät on kuvattu tarkemmin luvussa 3.5.

Teollisuusyrityksen liikevaihdosta noin 60-70 prosenttia menee tuotteiden ja palveluiden hankkimiseen. Myös logistiikkakeskukseen liittyvät investoinnit ovat suuria sijoituksia tulevaisuuteen. Investoinneista aiheutuu hankintamenoja, minkä vuoksi on hyvä tietää yleisesti hankinnoista, miten ne jaetaan ja mihin asioihin niissä tulisi kiinnittää huomiota. Jo muutamien prosenttien hankintasäästöillä voidaan parantaa yrityksen kannattavuutta. Erilaisia hankintoja johdetaan eri tavoin riippuen hankinnan käytön,

luonteen, taloudellisen merkityksen, ryhmän tai toimittajan mukaisesti. Hankinnat voidaan jakaa suoriin ja epäsuoriin hankintoihin. Suoria hankintoja ovat raaka-aineet ja komponentit, joita käytetään yrityksen päätuotteen tai palvelun tuottamiseen. Muut kuin edellä mainitut tuotannolliset hankinnat ovat epäsuoria. Näitä voivat olla esimerkiksi, niin sanotut MRO (maintenance, repair, operating) -hankinnat, kuten varaosat ja kunnossapidon tarvikkeet sekä IT- ja turvallisuuspalvelut. Keskimäärin noin 40 prosenttia yrityksen hankintakustannuksista on epäsuoria ja toimittajia epäsuorilla hankinnoilla on enemmän kuin suorilla hankinnoilla. Tämän vuoksi yritykset kiinnittävät enenevässä määrin myös epäsuoriin hankintoihin huomiota. (Ritvanen 2011, 33-35.)

4.7.1 Hankinnan TCO-malli

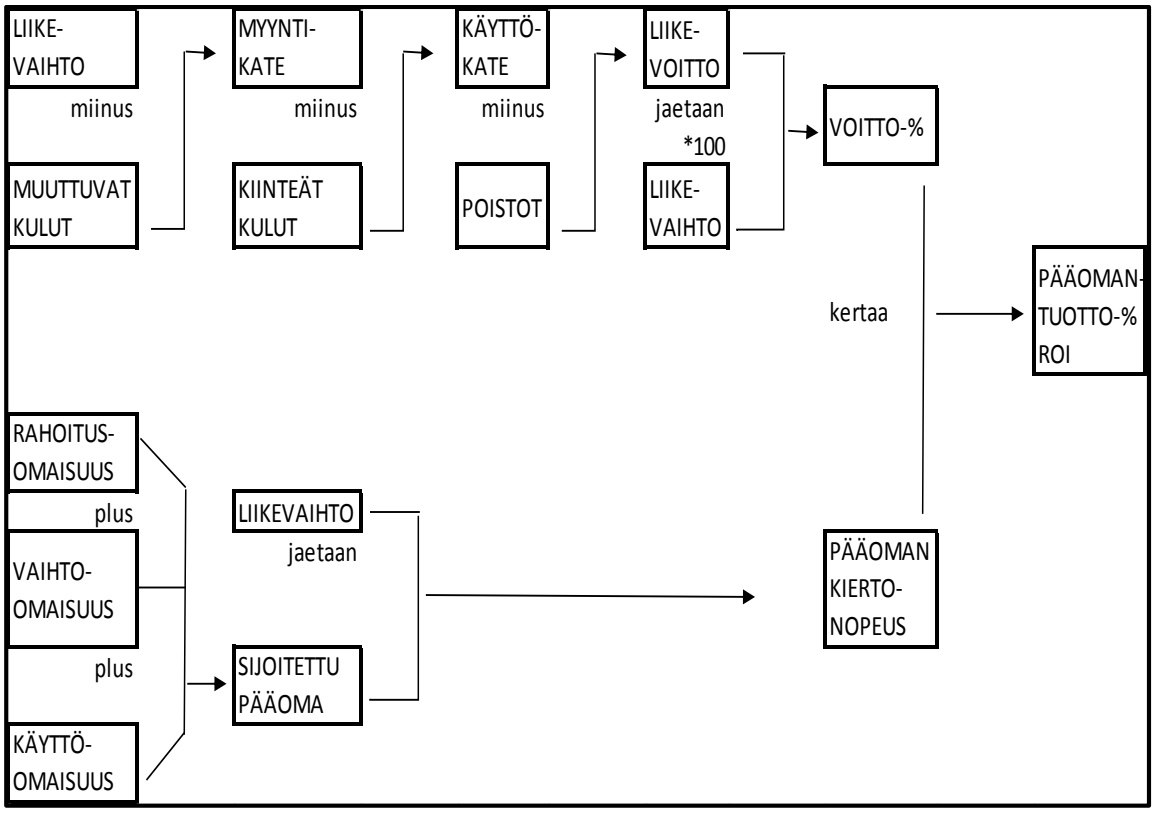
Investointeja tehtäessä hankintojen kokonaiskustannuksiin tulee kiinnittää huomiota. Pelkkä tuotteen tai palvelun hankintahinta on vain osa tuotteen eliniän kustannuksista. Etenkin mitä laajemmasta ja monimutkaisemmasta hankintakokonaisuudesta on kyse, sitä tärkeämpää on käyttää TCO (total cost of ownership) -periaatetta. Lisa Ellramin 1990-luvulla esittelemä periaate ottaa huomioon hankitun palvelun, tuotteen tai pääomahyödykkeen koko oletetun elinkaaren aikaisia kustannuksia. Perinteisesti huomio on painottunut vain ostohintaan, mutta nyt tarkasteltavassa mallissa kustannusten tarkastelu aloitetaan jo ennen ostopäätöstä ja jatketaan sitä aikajanalla ostohinnasta eteenpäin, aina hankinnan elinkaaren loppuun asti, arvioiden hankinnan aiheuttamat suorat ja epäsuorat kustannukset. TCO-ajattelumallissa huomioidaan siis jo luvussa 4.6 mainittujen, suorien ja epäsuorien hankintojen kustannukset, yhden hankintakokonaisuuden osalta. Periaate mahdollistaa vaihtoehtojen läpinäkyvän ja objektiivisen vertailun, mikä on sen isoin hyöty. Tällöin voidaan perustella kalliimman ostohinnan tuote, halvempiin vaihtoehtoihin nähden, alhaisempien kokonaiskustannuksien vuoksi. Haasteena tässä mallissa on, että kokonaiskustannuksia voi olla vaikea arvioida ja mitata, eikä organisaatioiden raportointijärjestelmät aina tue TCO-periaatetta. (Pajunen-Muhonen & Ritvanen 2007, 36-37)

Kokonaiskustannusmallissa hankinnan kustannuksien tarkastelu aloitetaan siis jo ennen hankintaa. Tämä tarkoittaa esimerkiksi tarpeen identifioimiseen, tarjouspyynnön valmisteluun ja toimittajan valintaan sekä yhteistyöhön kuluvia resursseja. Hankinnan

yhteydessä aiheutuvia kustannuksia ovat tietenkin hinta sekä muun muassa tilaamisesta, laaduntarkastuksesta ja toimitusjärjestelyistä koituvat kulut. Kun hankinta on tehty kustannuksia voivat aiheuttaa virheelliset tuotteet, korjaus ja kunnossapito sekä varaosat, ylläpito ja huollot, yhteistyö toimittajan kanssa, lisääntyneet kuten myös menetetyn myynnin kustannukset ja tuotteen elinkaaren päättyessä esimerkiksi kierrätykseen ja hävittämiseen liittyvät kulut. TCO-ajattelussa huomio siis kiinnittyy hankinnan lisäksi yrityksen muissa toiminnoissa tapahtuviin kustannuksiin. Kustannuserät voidaan jakaa neljälle tasolle, jotka ovat yksikkötason kustannukset (hinta), erätasokohtaiset kustannukset (hankinnan tekeminen), toimittajakohtaiset kustannukset (suhteen ylläpito) ja tuotetyyppikohtaiset kustannukset (tekninen tietämys). (Iloranta & Pajunen-Muhonen 2008, 187-188)

4.7.2 ROI-sijoitetun pääoman tuottoprosentti

Liiketoimintaan sitoutuneen pääoman kokonaiskannattavuus voidaan kuvata tunnusluvulla nimeltä ROI (return on investment), joka kuvaa pääoman tuottoa prosentteina. Yrityksen pääomaa sitoutuu käyttö-, vaihto- ja rahoitusomaisuuteen, joista jälkimmäiseen lasketaan kassavarat, myyntisaatavat ja myynnistä mahdollisesti saadut ennakkomaksut. Vaihto-omaisuutta ovat kauppatavarat, puolivalmisteet, raaka-aineet ja muut kulutettaviksi tarkoitetut tarvikkeet. Käyttöomaisuuteen kuuluvat maa-alueet, rakennukset, tuotantovälineet sekä koneet ja kalusto. Pääoman tuottoprosentti saadaan kertomalla yrityksen pääomatiedoista saatava pääoman kiertonopeus, yrityksen liikevaihdon ja kulujen erotuksesta muodostuvalla voittoprosentilla (kuva 13). Mikäli ROI-arvo on 20 tai yli on yrityksen kannattavuus kiitettävä. Jos luku sen sijaan on alle viisi, yrityksen toiminta on mitä ilmeisimmin vaikeuksissa. (Ritvanen 2011, 96-97.)



Kuva 13. Sijoitetun pääoman tuottoprosentin laskentakaava. (Logistiikan ja toimitusketjun hallinnan perusteet 2011, 96.)

4.7.3 Automaatio

”Logistiikan volyymit on meillä Suomessa alhaiset ja tästä seuraa erikoispiirteenä alhainen rivimäärä / tilaus. Jos keskimääräinen rivimäärä / tilaus on 5 riviä, tarkoittaa se käytännössä sitä, että 30-40% tilauksista on yksi rivisiä. ” (ESlogC -hankkeen www-sivut 2009-2012.)

Varaston tehokkuus voidaan määrittää yhden rivin käsittelyyn kuluvalla ajalla. Täten tahtotilana onkin kerätä mahdollisimman monta riviä kerralla. Tämän vuoksi automaatio on lisääntymässä ja etenkin uudiskohteet hyödyntävät automaation mahdollistamaa ylöspäin rakentamista, mikä on edullista ja näin ollen voi kattaa tietyn ajan kuluessa automaatiosta koituneet kulut. Ulkomailla rakennetaan jopa 60 metriä korkeita logistiikkakeskuksia, mutta Suomessa rakentaessa maksimikorkeus on vakiintunut käytännössä maksimissaan 30 metriin. Tätä korkeammissa logistiikkakeskuksissa tekniik-

kaan kohdistuu uusia haasteita, mikä nostaa kustannuksia. Vanhoja varastoja harvemmin automatisoidaan, sillä investointi koetaan isona ja jäykkänä ratkaisuna. Automaatiota harkittaessa on tärkeää, että yrityksen sisällä on ammattitaitoa aiheesta. Tällöin työn toteutus voi onnistua paremmin ja eri toimittajia pystytään vertailla, jolloin kokonaisuus voidaan hankkia usealta eri toimittajalta. Teknologiamahdollisuuksien tunnistaminen toimittajarajojen yli on kuitenkin haasteellista ja yritykselle soveltuvan oikean automaatiotason valintaan tulee käyttää aikaa. Automaatioon tehdyt investointipäätökset ovat pitkävaikutteisia ja siksi suunnittelun tärkeyttä ei voi korostaa liikaa. (ESlogC -hankkeen www-sivut 2009-2012.)

Varastoautomaation käyttöönotto vaatii aina investointeja. Jotta investointi maksaa itsensä takaisin ja on kannattava, tulee siitä koitua jollain tavalla kulujen vähenemistä. Sitä lyhempi takaisinmaksuaika investoinnilla luonnollisesti on, mitä tehokkaammin se vähentää kuluja.

4.8 Logistiikkakustannukset Suomessa

Investointeja tehdessä ja toimintaa kehitettäessä on hyvä olla jonkintasoinen kuva siitä, miten kustannukset yleisesti ottaen jakaantuvat. Tässä luvussa on lyhyesti kerrottu logistiikkakeskuksen suunnittelun kannalta huomionarvoisten kustannusten jakautumisesta. Tiedot on koottu liikenneviraston rahoittaman ja Turun kauppakorkeakoulun 2014 vuonna toteuttaman logistiikkaselvityksen pohjalta, jossa yhtenä osa-alueena oli arvioida logistiikkakustannuksia.

Teollisuuden ja kaupan alan yritysten logistiikkakustannukset olivat vuonna 2013 keskimäärin 13,4 prosenttia liikevaihdosta. Vuonna 2011 vastaava prosenttiluku oli 12,1. Muutos johtuu pääosin Suomen elinkeinorakenteessa tapahtuneista muutoksista, etenkin teollisuudessa, jossa korkean jalostusarvon ja suhteellisesti alhaisten logistiikkakustannusten teollisuuden osuus on laskenut merkittävästi. Vastavuoroisesti matalamman jalostusarvon ja suhteellisesti korkeampien logistiikkakustannusten teollisuuden osuus on kasvanut. Suomessa logistiikkakustannuksia arvioidaan olevan noin 22,9 miljardia euroa, jotka jakautuvat yrityksen itse järjestämiin ja toisaalta markkinoilta ostettuihin palveluihin. Noin 14,1 miljardia euroa on yrityksen sisäisiä kustannuksia.

Yritysten logistiikkakustannusten suurin yksittäinen kuluerä ovat kuljetukset, joiden koko on noin 4,4 prosenttia. Toiseksi suurimmat kustannukset syntyvät yrityksen sisäisissä prosesseissa, joista suurin yksittäinen osa-alue on varastoon sitoutunut pääoma, joka euromääräisesti on yli 10 miljardia. Bruttokansantuotteeseen suhteutettuna Suomen logistiikkakustannukset ovat noin 11,4 prosenttia. Vuonna 2013 logistiikkamarkkinoiden koon on sen sijaan arvioitu kokonaisuudessaan olevan Suomessa noin 8,8 miljardin euron luokkaa. Suurimman erän näistä muodostavat kuljetuspalvelut noin 6 miljardia euroa ja varastointipalvelut noin 2 miljardia euroa. (Solakivi ym. 2014, 11,15,17.)

5 JOHTOPÄÄTÖKSET

HUB logisticsilla on käynnissä hanke oman logistiikkakeskuksen perustamisesta. Jo alkuvaiheessa kävi useasta lähteestä ja omien havaintojen perusteella ilmi, että logistiikkakeskuksen perustaminen on laaja projekti. Yleisesti ottaen voidaan todeta, että lopputulemaltaan onnistuneessa projektissa on jo alkuvaiheessa määritelty tavoite, se on rajattu ja johdettu oikein, resursseja on riittävästi ja aikataulu sekä riskit ovat hallittuja. Karkeasti voidaan ilmaista, että projektit joko onnistuvat tai epäonnistuvat jo suunnitteluvaiheessa. Projektien lopputulokseen vaikuttaa siis suuresti alkuvaiheen päätökset. Toimeksiantaja on havainnut tämän, sillä onhan aiheeseen liittyvä opinnäytetyö osa hyvää suunnittelua ja ennakkovalmistautumista. Aina näin ei ole ja silloin on tärkeää, että virheet havaitaan ajoissa, niihin puututaan ja korjausliikkeet tehdään välittömästi.

Yhdessä opinnäytetyössä ei voi käsitellä kaikkia logistiikkakeskuksen perustamiseen liittyviä asioita, minkä vuoksi rajasimme kaupalliset ja rakentamiseen liittyvät asiat sekä logistiikkakeskuksen yksityiskohtaiseen toteuttamiseen liittyvät aiheet pois, jotka olisivat myös vaatineet tarkempia yksityiskohtaisia tietoja, joita ei vielä ollut saatavilla. Tämä opinnäytetyö käsittelee logistiikkakeskuksen toimintojen suunnitteluun liittyviä aiheita strategisen päätöksenteon ja johtamisen näkökulmasta. Käytännössä se tarkoittaa sitä, että esimerkiksi sijainnin määrittely ja tarvekartoitus ovat tärkeitä pitkän tähtäimen strategisia päätöksiä logistiikkakeskusta perustettaessa. Uuden toimipisteen perustaminen logistiikkakeskuksen muodossa, ja yhtälailla mahdollisesti jo olemassa olevien yksiköiden siirto voi esimerkiksi aiheuttaa muutoksia organisaatiorakenteisiin, mikä tulee johtamisessa ottaa huomioon. Näihin asioihin opinnäytetyössä otetaan kantaa ja on tuotu esiin tarvittavat tiedot päätöksentekoa varten. HUB logisticsilla on jo entuudestaan vahva ja tehokas päätöksenteon kulttuuri. Osa onnistunutta päätöksentekoa onkin tiedostaa, mistä asioista tarvitaan lisätietoja. Tämä opinnäytetyö syntyi tästä tarpeesta.

5.1 Tarvekartoitus, sijoittuminen ja toiminnot

Tarvekartoitusta tehdessä logistiikkakeskuksen perustamista tulee ajatella markkinalähtöisesti, onko sille kysyntää? Sijainnin, infrastruktuurin ja palveluiden tulee kohdata asiakastarpeiden kanssa. Jos volyymit jäävät pieneksi ja logistiikkakeskuksen käyttöaste on matalalla, se ei voi menestyä.

Sijoittuessaan pääkaupunkiseudulle logistiikkakeskuksen toimintaedellytykset tulevat olemaan hyvät. Kehä 3:n reunalla on Helsinki-Vantaan lentoaseman läheisyyteen muodostunut logistiikkakeskittymien muodostama, pääväylien suuntainen vyöhyke (kuva 4). Etenkin kuljetusjärjestelmän ja henkilöiden saatavuuden osalta tälle alueelle sijoittuminen antaa logistiikkakeskukselle hyvät lähtökohdat.

Logistiikkakeskukseen sijoitettavista toiminnoista kerättiin tietoja haastatteluilla. Näiden tietojen perusteella pystytään tehdä johtopäätös siitä, mitä palveluita logistiikkakeskuksessa tulee tarjota. Tarjottavat palvelut pitävät sisällään kaikki sisälogistiikan prosessit; tavaran vastaanotto, varastointi, keräily, pakkaaminen, lähettämötyöt sekä palautusten käsittelyt ja lisäarvopalvelut. Toinen johtopäätös on se, että mahdollisesti siirtyvien toimipisteiden tulee selkeyttää ja suoraviivaistaa toimintojaan mahdollisimman pitkälle, jo nykyisessä toiminnassaan. Useiden asiakkuuksien hoitaminen samassa tilassa, automaatiota hyödyntäen, ei välttämättä ole mahdollista, jos jokaisen asiakkaan kohdalla on yksityiskohtaisia ja monimutkaisia tarpeita prosessien suorittamiseen. Tässä tapauksessa ainakin tehokkuus kärsii ja automaation potentiaalia ei pystytä täysin hyödyntämään. Samalla voidaan joka tapauksessa kannustaa toimipisteiden sisällä prosessien virtaviivaistamiseen, sillä se voi tuoda parantuneen tehokkuuden kautta kustannussäästöjä ja helpottaa johtamista. Nämä toimenpiteet täytyy kuitenkin tehdä asiakastyytyväisyys huomioiden. Yksiköiden vastaavat henkilöt tietävät parhaiten onko toimipisteensä prosesseja mahdollista suoraviivaistaa niin, että asiakastyytyväisyys voidaan säilyttää. Tärkeää on aina myös kuunnella asiakasta ja hoitaa heidän tarpeensa ketterästi. On pidettävä mielessä, että myös asiakkaalle voi kohdistua suoria hyötyjä, kun toimintoja kehitetään ja yksinkertaistetaan.

5.2 Automaatio ja ICT-ratkaisut

Uusi logistiikkakeskus toimintoineen tulee olemaan terävintä kärkeä toimialallaan. Tämän vuoksi automatiikan ja eri ICT-ratkaisujen hyödyntämistä ja vaihtoehtoja tuli tutkia. Automaation mahdollisuuksista keräilyssä sekä varastoinnissa on kerrottu ja kahta esimerkkiä käyttäen on kuvattu pienen ja suuren tavaran käsittelyyn sopivia vaihtoehtoja. Automaation merkittävimpinä etuina voidaan mainita toiminnan tehostuminen, tarkkuus, työturvallisuus ja pinta-alan tehokas hyödyntäminen sekä rajoitettu pääsy tuotteisiin käsiksi. Suurimpia haittapuolia ovat korkeat hankintakustannukset, toteutukseen liittyvä vaativa suunnittelutyö, heikko muokattavuus ja laiterikkojen aiheuttamat katkoset toiminnassa. Automaatiota harkittaessa on tärkeää, että yrityksen sisällä on ammattitaitoa aiheesta ja suunnittelu tehdään huolella, sillä automaatioon tehdyt investointipäätökset ovat pitkävaikutteisia.

Automaation tuomista tehokkuushyödyistä manuaalisen menetelmään verraten ei löytynyt suoraa luotettavaa akateemista tutkimustietoa. Kaupallisia lähteitä aiheesta löytyi, joissa annettiin prosenttilukuja kaupiteltavan järjestelmän parannuksista tehokkuuteen, mutta myös näiden välillä oli eroja. Asiaan vaikuttavat myös käsiteltävä tavara ja käytettävä automaatiotekniikka, jolloin muuttujia on sen verran, että yleistä linjausta automaation tuomasta tehokkuushyödystä ei pysty sanoa.

Tuotteiden yksilöimisestä ja automaattisesta tunnistamisesta on kattavasti tietoa luvussa 4.6. Luvussa on kerrottu lisäksi varastonhallintajärjestelmistä ja nykyaikaisista keräilymenetelmistä.

Mikäli kohdetta halutaan seurata ja tunnistaa, tulee se ensin yksilöidä. Yksilöinti voidaan tehdä, kun tiedetään mitä tunnistusmenetelmää automaattisessa tunnistuksessa käytetään. Tunnistusmenetelmän valinnassa täytyy päättää mitä halutaan tunnistaa, millä tarkkuudella ja missä tunnistus tapahtuu. Logistiikan eri tasojen mukaan on kehitelty kansainvälisiä standardeja, joiden avulla tuotteet voidaan yksilöidä, niin että ne ovat tunnistettavissa tarvittaessa ympäri maailmaa. Tuotetasolla tärkein yksilöintistandardi on GTIN- eli EAN-koodi. Yksilöintikoodi koostuu yleensä kolmesta osasta, jotka ovat yksilöintikoodi kuten sarjanumero, yrityskoodi ja anto-organisaation tunniste.

Tunnistusmenetelmistä viivakoodi on yleisin ja halvin tuotetunnistuksessa. Haasteina sen kohdalla ovat lukijan ja viivakoodin välillä tarvittava suora näköyhteys, lyhyt lukuetäisyys, rajallinen lukunopeus sekä alttius vahingoittumiselle. Radioaaltojen välityksellä toimivan RFID-tekniikan etuina on, että lukija ei tarvitse suoraa näköyhteyttä tunnisteeseen vaan tiedot voidaan tunnistaa jopa satojen metrien päästä. Tunnisteet eli tägit eivät myöskään välttämättä tarvitse omaa virtalähdettä ja suureen muistiin voidaan tallentaa paljon tietoa. Tägit kestävät myös viivakoodeja paremmin kulutusta. RFID:n haitoiksi voidaan lukea viivakoodia korkeampi hinta ja mahdolliset haasteet tietoturvan säilyttämisessä.

Optinen tunnistaminen perustuu merkkien visuaaliseen tunnistamiseen, eikä edellytä erillisten tunnisteiden lisäämistä. Isoilla logistiikka-alueilla kuten satamissa tämä menetelmä on käytössä ajoneuvojen tunnistamisessa. Yksi menetelmä varaston hallintaan, varastotason alentamiseen ja varastoinnin sekä jakelun tehostamiseen on paikannusteknologioiden käyttö. Satelliittipaikannuksella ei päästä vielä logistiikkakeskuksen vaatimiin tarkkuuksiin, mutta lähipaikannusmenetelmät ovat logistiikkakeskuksessa keskeisimpiä käytössä olevia menetelmiä, joilla saavutettava tarkkuus on senttimetrien luokkaa. Lähiverkko-, ultraääni-, GPS-pseudoliitti- ja Bluetooth-paikannus ovat tällä hetkellä tarjolla olevia teknologioita. Lähiverkkopaikannus on yleisin ja perustuu logistiikkakeskukseen perustettuihin langattomiin lähiverkkoihin, joihin kuuluu tukiasemat ja päätelaitteet.

Nykyaikaisessa suurten tieto- ja tavaravirtojen logistiikkakeskuksessa tehokas varaston hallinta on tärkeää. Varastonhallintajärjestelmä ohjaa sisälogistiikan kaikki pääprosessit. Yrityksien strategista ohjausta edustaa toiminnanohjausjärjestelmä eli ERP (enterprise resource planning). Myös inventoinnin hallintaan on omia IMS (inventory management system) järjestelmiä. WMS-järjestelmä kannattaa integroida automaatiojärjestelmien kanssa, jolloin robotit, hissit, kuljettimet ja muut laitteet toimivat kaikki saman järjestelmän alla. Ohjelmisto- ja järjestelmäprojektien läpiviemiseen ja tietotekniseen toteutukseen kannattaa harkita ulkopuolista järjestelmäintegraattoria, joka ottaa kokonaisvastuun rajapintojen yhdistämisestä. WMS-järjestelmien alaisuuteen saadaan vielä yhdistettyä avustavia toimintoja, kuten keräilyn optimointijärjestelmät (reittisuunnittelu, navigointi, sijoittelusuunnittelu), puheohjaus sekä viivakoodi ja

RFID-tunnisteet. IT-järjestelmiä hankittaessa tulee arvioida eri toimittajien kansainvälisyys, käytettävyys, joustavuus, toiminnallisuus, kokonaiskustannukset, rajapinnat ja käyttöympäristö sekä toimittajien ja implementoijien uskottavuus. Näiden tietojen selvittäminen eri toimittajien välillä auttaa hankintapäätöksenteossa.

5.3 Ympäristö ja jätehuolto

HUB locisticsille ympäristön huomioiminen kaikessa toiminnassa on erittäin tärkeää. Tämän vuoksi uuden logistiikkakeskuksen energiantuotantoa varten tarvittiin tietoa uusiutuvista ratkaisuista. Työssä on kerrottu miten uusiutuvista ratkaisuista aurinko- ja tuulivoimaa, maalämpöä sekä bioenergiaa voidaan hyödyntää logistiikkakeskuksen energiantuotannossa. Vaihtoehtoisista ratkaisuista tietoa etsittäessä, kävi ilmi että toistaiseksi niillä ei pysty tuottamaan koko logistiikkakeskuksen tarvitsemaa energiatarvetta, mutta ne ovat loistavia tukikeinoja energianhankintaan. Poikkeuksiakin alkaa jo käytön lisääntyessä tulla ja 95 prosenttiseen tulokseen on jo päästy, mutta toistaiseksi 100 prosenttisesti uusiutuvalla energialla toimivaa logistiikkakeskusta ei Suomesta löydy.

EU:n ympäristöpolitiikan keskeiset tavoitteet on tuotu työssä ilmi, jotta uuden logistiikkakeskuksen suunnittelussa osataan ottaa huomioon yhteiset, pidemmän tähtäimen tavoitteet ympäristömme suojelemiseksi. Uudisrakentamisen kokonaisenergiatarkastelusta on myös kerrottu, joka käyttää E-lukua ilmaisemaan rakennustyypille määritellyn ylärajan kaikelle rakennuksessa tapahtuvalle energiankulutukselle. Logistiikkakeskuksessa eniten energiaa kuluttaa lämmitys, valaistus ja ilmastointi, mutta näihin voidaan vaikuttaa energiaa säästäviä ratkaisuja suosimalla. Edelleen korostuu suunnittelun tärkeys ja oikeiden päätösten teko. Energiaa säästävien ratkaisujen hankintahinnat voivat olla perinteisiä ratkaisuja kalliimpia, mutta niiden energiankulutus on alhaisempi, mikä tarkoittaa jatkossa pienempiä energiakustannuksia.

Työn tuloksissa kerrottiin tiiviissä paketissa, mitä asioita logistiikkakeskuksen jätehuollon järjestämisessä tulee ottaa huomioon. Ympäristön, kustannukset ja turvalli-

suuden huomioon ottava toimiva ja tehokas jätehuolto, on osa ekologista logistiikkakeskusta. Suomen jätelaissa oleva jätehierarkia (kuva 10) on viisiportainen etusijajärjestys, jota tulee noudattaa jätehuollossa, tämä on myös avattu opinnäytetyössä.

5.4 Nykyaikaiset keräilymenetelmät

Puheohjaus on voimakkaasti lisääntymässä keräilykäytössä etenkin kokoluokaltaan 10 000-25 000 neliömetrin logistiikkakeskuksissa. Tätä pienemmät varastot useimmiten hoitavat keräilynsä paperisia keräyslistoja käyttäen, sillä sähköisten menetelmien hyödyntäminen koetaan haasteelliseksi pienten volyymien takia. Nimikemäärä tai liikevaihto ei kuitenkaan ole oleellinen tieto, vaan päätökset tulee tehdä keräilymäärän mukaan. Suomessa päivittäistavarakauppa kerää tuotteensa jo yli 90 prosenttisesti puheohjausta hyödyntäen. Erään tutkimuksen mukaan (sivu 42) 60 prosenttia vastaajista kokivat tuottavuuden nousseen yli kahdeksan prosenttia, kun puheohjaus oli otettu käyttöön. Yli 83 prosenttia puheohjauksen käyttöönottaneista yrityksistä kokivat, että investointi oli täyttänyt taloudelliset tavoitteensa. Keräysmenetelmät voidaan jakaa vielä kahteen osaan: manuaaliseen ja automaattiseen. Manuaalisessa menetelmässä keräys tapahtuu kerääjän siirtyessä tavaran luokse, tai tavaran siirtyessä kerääjälle. Automaattisessa menetelmässä keräys tapahtuu nimensä mukaisesti automaattisilla keräysjärjestelmillä. Oikean menetelmän valintaan vaikuttavia asioita ovat: tilauksien kappalemäärä päivässä, rivien määrä tilauksella, kappalemäärä tilausrivissä, tavaroiden kokojakauma ja kerättävän yksikön koko suhteessa painoon.

5.5 Investoinnit ja hankinnat sekä pääoman tuottoprosentti

Teollisuusyrityksen liikevaihdosta noin 60-70 prosenttia menee tuotteiden ja palveluiden hankkimiseen. Näin ollen jo muutamien prosenttien hankintasäästöillä voidaan parantaa yrityksen kannattavuutta. Erilaisia hankintoja johdetaan eri tavoin riippuen hankinnan käytön, luonteen, taloudellisen merkityksen, ryhmän tai toimittajan mukaisesti. Hankinnat voidaan jakaa suoriin ja epäsuoriin hankintoihin. Keskimäärin noin 40 prosenttia yrityksen hankintakustannuksista on epäsuoria ja toimittajia epäsuorilla hankinnoilla on enemmän kuin suorilla hankinnoilla, tämän vuoksi yritysten tulee kiinnittää myös niihin huomiota.

Työssäni olen kertonut hankinnan kokonaiskustannusajattelusta. TCO-periaate ottaa huomioon hankitun palvelun, tuotteen tai pääomahyödykkeen koko oletetun elinkaaren aikaisia kustannuksia. Ennen hankintaa kuluja aiheuttaa esimerkiksi tarpeen identifioimiseen, tarjouspyynnön valmisteluun ja toimittajan valintaan, sekä yhteistyöhön kuluvia resursseja. Hankinnan yhteydessä aiheutuvia kustannuksia ovat tietenkin hinta sekä muun muassa tilaamisesta, laaduntarkastuksesta ja toimitusjärjestelyistä koituvat kulut. Kun hankinta on tehty kustannuksia voivat aiheuttaa virheelliset tuotteet, korjaus ja kunnossapito, varaosat, ylläpito ja huollot, yhteistyö toimittajan kanssa, lisääntyneet kuten myös menetetyn myynnin kustannukset sekä tuotteen elinkaaren päättyessä kierrätykseen ja hävittämiseen liittyvät kulut.

Liiketoimintaan sitoutuneen pääoman kokonaiskannattavuus voidaan kuvata tunnusluvulla nimeltä ROI (return on investment), joka kuvaa pääoman tuottoa prosentteina. Pääoman tuottoprosentti saadaan kertomalla yrityksen pääomatiedoista saatava pääoman kiertonopeus, yrityksen liikevaihdon ja kulujen erotuksesta muodostuvalla voittoprosentilla (kuva 13). Mikäli ROI-arvo on 20 tai yli on yrityksen kannattavuus kiitettävä. Jos luku sen sijaan on alle viisi, yrityksen toiminta on mitä ilmeisimmin vaikeuksissa. Hankintoja ja investointeja tehdessä syntyy pääomia, joten niiden kannattavuutta on tärkeä tarkastella.

Investointilaskelmamenetelmistä yleisimmin käytössä on takaisinmaksuajan menetelmä. Muitakin vaihtoehtoja löytyy, kuten nettonykyarvo menetelmä ja sisäisen korkokannan menetelmä. Investointiin liittyy aina riski ja mitä suurempi riski kyseessä olevassa investoinnissa on, sitä suurempi tuottovaade täytyy investoinnilla myös olla. Laskentamenetelmästä riippuen tuottovaadetta voidaan nostaa tai takaisinmaksuajan tavoitetta lyhentää.

6 YHTEENVETO

HUB logisticsin lopulliset päätökset sijainnin ja automaatioinvestointien suhteen tulee ratkeamaan yrityksen strategisten lyhyen ja pitkän aikavälin tavoitteiden ja suunnitelmien mukaan. Näihin liittyvät ratkaisut muun muassa verkkokauppaliiketoiminnasta, automaatioasteesta ja energiatehokkuudesta sekä logistiikkakeskuksen sijainnista eri kuljetusmuotoihin nähden, joista mahdollinen yhteys Helsinki-Vantaan lentokentälle on päätettävä. Korkea asiakastyytyväisyys on HUB logisticsille ykkösasia, minkä vuoksi logistiikkakeskuksen tulee vastata palvelu- ja liiketoimintatavoitteisiin, jotka määrittyvät usein yksilöllisten asiakasvaatimusten mukaan. Yleisellä tasolla vaatimuksissa korostuvat tällä hetkellä joustavuus, toiminnan korkea laatu sekä kustannustehokkuuden parantaminen. Nämä asiat ovat HUB logisticsilla korkeassa arvossa jo nyt ja korostuvat jatkossakin, niin sisäisessä toiminnassa kuin yhteistyössä asiakkaiden kanssa.

Opinnäytetyön avulla toimeksiantajalla on mahdollisuus selvittää mitkä ovat toimintaedellytykset uudelle logistiikkakeskukselle ja mikä on strategisesti merkittävä sijaintipaikka. Uusi logistiikkakeskus tulee todennäköisesti sijoittumaan työssäkin esitellylle logistiikkavyöhykkeelle, Vantaalle kehä 3:n läheisyyteen. Siirrettäville toimipisteille tehtävät toimenpiteet on myös tuotu esiin, jotta toiminta uusissa tiloissa olisi mahdollisimman tehokasta ja sujuvaa. Automaatio- ja ICT-ratkaisuista on kerätty kattavasti tietoa päätöksenteon tueksi. Logistiikkakeskuksen energiansaannin tukikeinoina käytettävistä uusiutuvista energianlähteistä ja niiden hyödynnettävyydestä on kerrottu esimerkein. Työssä selvitettyjen tietojen perusteella on päätettävissä, mitä tunnistus- ja seurantamenetelmiä logistiikkakeskuksessa otetaan käyttöön.

Toimeksiantajan mukaan työssä tutkitut ja esille otetut asiat ovat olleet jo nyt erinomaisena tukena päätöksenteolle, HUB logisticsin historian suurimman investoinnin suunnittelussa. Työn tuloksia tullaan käymään vielä läpi myös logistiikkakeskusprojektin suunnittelun edetessä vuosien 2015 ja 2016 aikana. Työssä on huomioitu toimeksiantajan kannalta oleelliset strategiset vaatimukset, joiden perusteella logistiikkakeskuskonseptia on helpompi suunnitella eteenpäin. Lisäksi tutkimustuloksia investointien osalta tullaan hyödyntämään yhtiön jatkotoimenpiteissä.

Opinnäytetyöntekijän oman oppimisen kannalta on tullut vahvaa osaamista työssä käsitellyistä aiheista, mutta myös selvinnyt mitä kaikkea ei vielä tiedä. Tietoa on kertynyt myös rajauksen ulkopuolelta, jonka vuoksi ideoita jatkotutkimuksille on noussut esiin. Jatkossa selvitettävänä on logistiikkakeskuksen toteutukseen liittyvät yksityiskohtaisemmat asiat, kuten rakennuttamisprojekti kokonaisuudessaan, logistiikkakeskuksen QHSE (quality, health, safety, environment) -toiminnot, logistiikkakeskuksen kalustaminen siirto- ja nostolaitteineen ja layout -suunnitelma sekä uuden logistiikkakeskuksen sisäinen materiaalinkäsittely. Myös yksityiskohtaisempien lisätietojen selvitys ICT-ratkaisuista voi olla aiheellista. Esimerkiksi opinnäytetöiksi nämä aiheet voivat olla hyviä, mutta aikataulullisesti toteutus voi tällä menetelmällä olla haasteellista.

LÄHTEET

Bioenergia Ry:n www-sivut. Viitattu 27.8.2015. http://www.bioenergia.fi/

Blauberg, T-R. 2012. Uuden jätelain vaikutukset kiinteistön jätehuollon järjestämiseen. Paperinkeräys Oy:n jätelakiseminaari 17.4.2012.

Emmett, S. 2005. Excellence in Warehouse Management: how to minimise costs and maximise value. Chichester, West Sussex: John Wiley & Sons Ltd. Viitattu 13.10.2015. https://www.dawsonera.com/readonline/9780470015698/startPage/146

ESlogC –hankkeen www-sivut 2009-2012. Viitattu 20.8, 17.9.2015 http://www.eslogc.fi/

Euroopan komission viralliset www-sivut. Viitattu 17.9.2015. http://ec.europa.eu/index_fi.htm

Gwynne, R. 2014. Warehouse Management: a complete guide to improving efficiency and minimizing costs in the modern warehouse. London: Kogan Page. Viitattu 13.10.2015. https://www.dawsonera.com/abstract/9780749469351

Hankintatoimi.fi –palvelun www-sivut. Suomen Osto- ja Logistiikkayhdistys LOGY ry. Viitattu 25.8, 22.9.2015. http://www.hankintatoimi.fi/

Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2001. Tutki ja kirjoita. 6. uud. p. Vantaa: Tammi.

HUB logistics Oy:n www-sivut 2014. Viitattu 15.7, 26,8.2015. http://www.hub.fi/index.php/fi/

HUB logistics Oy. 2015. Yritysesittely 2015.

Hyppönen, R., Aminoff, A. & Kettunen, O. 2004. Varastoteknologiat ja niiden hyödyntäminen. Espoo: Liikenne- ja viestintäministeriö.

Iloranta, K. & Pajunen-Muhonen H. 2008. Hankintojen johtaminen - ostamisesta toimittajamarkkinoiden hallintaan. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.

Inkiläinen, A. 2009. Logistinen päätöksenteko. Helsinki: Edita Prima Oy.

Inkiläinen, A., Ritvanen, V., Santala, J. & von Bell, A. 2011. Logistiikan ja toimitusketjun hallinen perusteet. Saarijärvi: Reijo Rautaluoman säätiö.

Interporto Quadrante Europa www-sivut. Viitattu 26.8.2015. http://www.quadranteeuropa.it/en.html

Jokakodin valaistusopas. 2010. Motiva. Viitattu 17.9.2015. http://www.lamputieto.fi/midcom-serveattachmentguid-1e05ea6ad16b1ee5ea611e087e37596b06a919d919d/joka_kodin_valaistusopas_2010.pdf

Kangasniemi, J. 2010. Hyllystöhissipöydän testilaitteisto. AMK-opinnäytetyö. Tampereen ammattikorkeakoulu. Viitattu 20.8.2015. http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/24866/Kangasniemi_Jukka.pdf?sequence=1

Knabb Ab. KNAPP AB catalogue English. Viitattu 21.8.2015. http://www.knapp.se/wp-content/uploads/2014/09/C-wwwKNAPP-SE-V3DownloadsCatalogueKnapp-AB-Catalogue_UK.pdf

Logistiikan Maailma www-sivut 2013. Viitattu 18.8.2015. http://www.logistiikan-maailma.fi

Logistiikkakeskuksen kehittäjän käsikirja. 2009-2012. Etelä-Suomen logistiikkakeskusjärjestelmän kehittäminen –hanke. Viitattu 5.8, 11.8, 25.8, 26.8, 27.8, 17.9, 30.9, 5.10.2015. http://www.eslogc.fi/images/stories/ESLogC_kasikirja_web.pdf

Pajunen-Muhonen, H. & Ritvanen, V. 2007. Hankintojen kokonaiskustannuksiin enemmän huomiota. Logistiikka-lehti 7, 36-37. Viitattu 3.10.2015. http://issuu.com/logistiikka

Solakivi, T., Ojala, L., Laari, S., Lorentz, H., Töyli, J., Malmsten, J. & Viherlehto, N. 2014. Logistiikkaselvitys 2014. Turku: Turun kauppakorkeakoulu. Sarja/Series KR-1:2014. Viitattu 7.10, 13.10.2015. http://www.doria.fi/handle/10024/101919

SSCC-koodin käyttö toimitusketjussa -esite. Helsinki: GS1 Finland Oy. Viitattu 1.10.2015. http://www.gs1.fi/gs1-jarjestelma/gs1-yksiloinnin-avaimet/sscc

SFS-käsikirja 301-1 RFID. Osa 1: Opas. Johdatus tekniikkaan. 2010. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. Helsinki: SFS.

Törmälä A. 2015. Hallituksen puheenjohtaja. Kerava. Puhelinhaastattelu 27.05.2015. Haastattelijana Harri Juntunen. Muistiinpanot haastattelijan hallussa.