



Lee Laitinen

Materiaalivirtojen ja varastonhallinnan kehittäminen infrarakentamisen megahankkeissa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Rakennusmestari (AMK)

Rakennusalan työnjohto

Opinnäytetyö

3.12.2025

Tiivistelmä

Tekijä:	Lee Laitinen
Otsikko:	Materiaalivirtojen ja varastohallinnan kehittäminen infrarakentamisen megahankkeissa
Sivumäärä:	43 sivua + 0 liitettä
Aika:	3.12.2025
Tutkinto:	Rakennusmestari (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Rakennusalan työnjohto
Ammatillinen pääaine:	Talonrakennustekniikka
Ohjaajat:	Projektipäällikkö Mikail Kesenci Työmaainsinööri Niko Tainio Lehtori Simo Hoikkala

NRC Group Finland Oy toteuttaa suuria raitiotie-, silta- ja ratahankeita, joissa materiaalivirtojen ja varastohallinnan toimivuus on kriittistä. Nykyisessä Kruunusillat-hankkeessa on havaittu puutteita erityisesti materiaalivirtojen reaaliaikaisessa seurannassa, vastuunjaossa, varastoalueiden järjestelyissä sekä työkalujen hallinnan ja laskutuksen systemaattisuudessa. Jotta tulevien megahankkeiden toimintaa voidaan tehostaa, tarvitaan selkeämpiä prosesseja, yhtenäisiä käytäntöjä ja parempaa tiedonhallintaa.

Opinnäytetyön tutkimusongelmana oli selvittää, miten materiaalivirrat, varastohallinta ja laskutettavien työkalujen seuranta voidaan toteuttaa tehokkaasti ja reaaliaikaisesti infrarakentamisen megahankkeissa. Tavoitteena oli tunnistaa nykyiset käytännön haasteet, kehityskohteet ja vastuunjaon puutteet sekä arvioida materiaalivirtojen reaaliaikaisen seurannan tarvetta. Lisäksi työssä tarkasteltiin, miten laskutettavien työkalujen laskutus ja hallinta voidaan tehdä järjestelmällisemmin. Tavoitteena oli laatia toimintamalliehdotus, joka parantaa materiaalivirtojen ja varastohallintaa sekä tehostaa resurssien käyttöä ja kustannusten hallintaa.

Tutkimus toteutettiin haastatteleamalla NRC Groupin työntekijöitä, jotka työskentelevät materiaalilogistiikan, varastohallinnan tai työkalujen laskutuksen parissa. Haastattelujen perusteella saatiin selvitys nykytilan ongelmakohdista ja kehittämismahdollisuuksista. Lopputuloksena syntyi yhteenveto keskeisistä kehitystarpeista sekä toimintamalliehdotus, jota NRC Group voi hyödyntää tulevissa raitiotiehankeissaan.

Avainsanat: infrarakentaminen, logistiikka, materiaalivirrat, varastohallinta, reaaliaikainen seuranta, megahankkeet

Tämän opinnäytetyön alkuperä on tarkastettu Turnitin Originality Check -ohjelmalla.

Abstract

Author: Lee Laitinen
Title: Development of Material Flows and Inventory Management in Infrastructure Construction Megaprojects
Number of Pages: 43 pages + 0 appendices
Date: 3 December 2025

Degree: Bachelor of Construction Management
Degree Programme: Construction Management
Professional Major: Building Construction Technology
Supervisors: Mikail Kesenci, Project Manager
Niko Tainio, Site Engineer
Simo Hoikkala, Senior Lecturer

NRC Group Finland Oy implements large tramway, bridge, and railway projects in which the functionality of material flows and warehouse management is critical. In the current Kruunusillat project, shortcomings have been identified particularly in the real-time monitoring of material flows, the division of responsibilities, the organization of warehouse areas, and the systematic management and billing of tools. To enhance the operations of future megaprojects, clearer processes, standardized practices, and improved information management are required.

The study question of this thesis was to determine how material flows, warehouse management, and the monitoring of billable tools can be carried out efficiently and in real time in large-scale infrastructure projects. The objective was to identify the existing practical challenges, development needs, and gaps in responsibility, as well as to assess the need for real-time monitoring of material flows. In addition, the thesis examined how the billing and management of billable tools can be conducted more systematically. The goal was to create an operational model proposal that improves material flow and warehouse management while enhancing resource efficiency and cost control.

The study was conducted by interviewing NRC Group employees who work with material logistics, warehouse management, or tool billing. The interviews provided insights into the current challenges and development opportunities. As a result, a summary of the key development needs and an operational model proposal was conducted. NRC Group can utilize the summary in its future tramway projects.

Keywords: infrastructure construction, logistics, material flows, inventory management, real-time monitoring, megaproject

Sisällys

1	Johdanto	1
1.1	Opinnäytetyön tausta	1
1.2	Tutkimuskysymykset	2
1.3	Tutkimusmenetelmä	2
2	Teoreettinen viitekehys	4
2.1	Varastonhallinta ja materiaalivirrat	4
2.1.1	Logistiikan materiaali-, tieto- ja rahavirrat	4
2.1.2	Varastonhallinta ja -ohjaus	5
2.1.3	Rakennustyömaan varastointi	7
2.1.4	Varastonhallinnan merkitys ja haasteet	7
2.1.5	Materiaalilogistiikan haasteet ja tehostaminen rakennusalalla	8
2.2	Reaaliaikainen logistiikka ja digitaaliset työkalut	10
2.2.1	Varastonhallintajärjestelmät	10
2.2.2	Viivakoodit	11
2.2.3	Digitaalinen varasto-ottojärjestelmä varastonhallinnan tukena	12
2.3	Vastuunjaon merkitys varastonhallinnassa	13
3	Haastattelujen tulokset	14
3.1	Materiaalivirtojen ja varastonhallinnan nykytila ja haasteet	14
3.2	Materiaalivirtojen ja varastonhallinnan kehitysehdotukset	16
3.3	Varastosaldon ja laskutettavien työkalujen seuranta ja vastuutahot	17
3.4	Varastosaldon ja laskutettavien työkalujen seurannan ja vastuunjaon kehitysehdotukset	18
3.5	Laskutettavien työkalujen laskutuksen toiminta ja vastuutahot	23
3.6	Laskutettavien työkalujen laskutuksen toiminnan ja vastuunjaon kehitysehdotukset	24
3.7	Yhteenveto tuloksista	26
4	Toimintamalli tulevia megahankkeita varten	27
4.1	Materiaalivirtojen ja varastonhallinnan periaatteet	27
4.2	Roolit ja vastuut	28
4.3	Ydintoiminnot	29
4.4	Data ja nimikkeistö	31
4.5	Järjestelmät ja työkalut	32

4.6	Koulutus ja käyttöönoton seuranta	32
5	Johtopäätökset ja pohdinta	33
5.1	Vastaukset tutkimuskysymyksiin	33
5.2	Pohdinta	38
	Lähteet	40

1 Johdanto

1.1 Opinnäytetyön tausta

NRC Group Finland Oy on infrarakentamiseen erikoistunut yritys, joka toteuttaa muun muassa raitiotie-, silta- ja ratahankkeita Suomessa. Yhtiön toiminta edellyttää tarkkaa materiaalivirtojen hallintaa sekä tehokasta varastointia, sillä hankkeet ovat usein laajoja, pitkäkestoisia ja niihin liittyy useita urakoitsijoita. Suurimpia hankkeita voidaan kutsua megahankkeiksi, koska ne ovat erittäin kalliita ja monimutkaisia useamman vuoden kestäviä projekteja, joissa on mukana monia eri sidosryhmiä (Flyvbjerg, 2014). Nykyisessä Kruunusillat hankkeessa, on havaittu haasteita raitiotien ratatekniikan materiaalivirtojen ja varastonhallinnan reaaliaikaisuudessa, vastuunjaossa ja varastoalueiden järjestelyssä. Lisäksi tiettyjen työkalujen seuranta ja laskutus ei ole systemaattista, mikä vaikeuttaa kokonaiskuvan hallintaa. Näiden puutteiden vuoksi tarvitaan kehitystyötä, jotta tulevaisuudessa hankkeissa materiaalien ja työkalujen hallinta ja laskutus olisi tehokkaampaa ja paremmin ennakoitavissa.

Opinnäytetyön tutkimusongelma liittyy siihen, miten materiaalivirrat, varastonhallinta ja laskutettavien työkalujen laskutus ja seuranta voidaan toteuttaa tehokkaasti ja reaaliaikaisesti infrarakentamisen megahankkeissa. Tutkimuksen tavoitteena on tunnistaa nykyiset varastonhallinnan käytännön ongelmat ja kehityskohteet ja saada kehitysehdotuksia toiminnan tehostamiseksi. Tavoitteena on myös selvittää digitaalisen työkalun tarvetta varaston materiaalivirtojen reaaliaikaiseen seurantaan ja onko yrityksessä jo olemassa tähän tarkoitukseen sopivaa työkalua. Lisäksi tavoitteena on selvittää, miten tällä hetkellä laskutettavien työkalujen laskutus ja hallinta toimii ja miten sitä voitaisiin tulevaisuudessa toteuttaa tehokkaasti ja reaaliaikaisesti. Tavoitteena on myös selvittää, miten vastuut on tällä hetkellä jaettu varastonhallinnan ja laskutettavien työkalujen suhteen ja millainen olisi optimaalinen vastuunjako.

Tutkimuksen lopputuotoksena syntyy yhteenveto NRC Groupin nykyisen raitiotien ratatekniikan osaprojektin varastohallinnan kehityskohteista ja mahdollisista ratkaisuksista, sekä niiden pohjalta laadittu ehdotus toimintamallista, jonka avulla NRC Group voi kehittää materiaalivirtojen ja varastohallintaa sekä työkalujen laskutusta ja hallintaa tulevaisuudessa raitiotiehankkeissa. Tulosten käyttöarvo näkyy kustannustehokkuuden parantumisena, resurssien parempana hyödyntämisena sekä työnjohdon ja työntekijöiden arjen helpottumisena.

Opinnäytetyöraportin kieliasun muotoilussa ja tarkistamisessa on käytetty apuna OpenAI:n ChatGPT:n versiota 5.1. Tekijänä olen vastuussa kaikesta opinnäytetyön sisällöstä ja muotoilusta.

1.2 Tutkimuskysymykset

Tutkimuskysymykset ovat:

1. Mitä haasteita materiaalivirtojen ja varastohallinnassa on tällä hetkellä?
2. Miten materiaalien ja varastohallintaa voidaan kehittää tehokkaammaksi ja reaaliaikaisemmaksi?
3. Miten laskutettavien työkalujen laskutus ja hallinta voidaan toteuttaa tehokkaasti ja reaaliaikaisesti?
4. Miten varastohallinnan ja työkalujen laskutuksen vastuunjako tulisi tehdä, jotta se olisi tehokasta?

1.3 Tutkimusmenetelmä

Tutkimusmenetelmänä on NRC Groupin materiaalivirtojen ja varastohallinnan sekä työkalujen laskutuksen parissa työskentelevien työntekijöiden haastattelut. Tavoitteena on muodostaa analyysi nykyisistä ongelmakohtista ja tunnistaa

kehittämismahdollisuuksia. Haastatteluilla selvitetään myös kehitysehdotuksia ilmenneisiin ongelmiin. Tulosten perusteella laaditaan yhteenveto havaituista kehityskohteista ja niiden ratkaisuehdotuksista ja näiden pohjalta voidaan kuvata toimintamalli, joka parantaa materiaalivirtojen ja varaston hallintaa sekä laskutettavien työkalujen hallintaa tulevissa hankkeissa.

2 Teoreettinen viitekehys

2.1 Varastohallinta ja materiaalivirrat

2.1.1 Logistiikan materiaali-, tieto- ja rahavirrat

Materiaalivirta on logistiikkaan kuuluva termi, joka käsittää materiaalien ja tuotteiden kuljettamisen sekä niiden säilyttämisen eli varastoinnin. Logistiikka muodostuu useista eri toiminnoista, joiden tavoitteena on ohjata materiaalivirrat raaka-aineiden alkulähteiltä tuotantoon ja loppuasiakkaalle. Keskeisiä osa-alueita logistiikassa ovat hankinta, kuljetus ja varastointi. Tehokkaasti toimiva logistiikka on kustannustehokasta, ympäristöystävällistä sekä turvallisuusnäkökulmat huomioivaa, ja varmistaa, että tuote on toimitettu oikeaan aikaan oikeaan paikkaan. (Logistiikan maailma, 2025a.) Materiaalivirtaan kuuluu myös siihen liittyvä tieto ja tiedonhallinta. Ilman tiedon tehokasta siirtymistä ei materiaalivirtojakaan voi hallita tehokkaasti. Tieto pitää aina liittää materiaaliin ja tuotteeseen. Hyvin toimiva materiaalivirta näkyy tuotteen lyhyenä toimitusaikana sekä asiakastyytyväisyytenä. (Logistiikan maailma, 2025b.)

Tietovirrat, joilla materiaalivirtoja ohjataan, ovat oleellisia hyvin tehokkaasti toimivalle logistiikalle. Tietovirroilla tarkoitetaan kaikkea sitä tietoa, joka liikkuu toimitusketjussa mm. tilausten, materiaalien ja tuotteiden mukana, kuten tarjouspyynnöt, rahtikirjat, varastosaldot ja pakkausmerkinnät. Onkin tärkeää, että kaikki toimitusketjun osapuolet saavat riittävän tiedon, jotta logistiikan tavoite tuotteen olemisesta oikeassa paikassa oikeaan aikaan toteutuisi. (Logistiikan maailma, 2025b.)

Jotta logistiikka olisi kustannustehokasta, tulee sen toimintojen, kuten kuljetus- ja varastointikustannusten olla hallinnassa. Edellä mainittujen lisäksi logistisia kustannuksia ovat hallinto-, pakkaus- ja pääomakustannukset. Logistiikan pääomavirta koostuu vastikkeesta, joka maksetaan raaka-aineista ja tuotteista. Logistiseen ketjuun sitoutuu huomattava määrä pääomaa kuljetuksiin ja

varastoihin, joka tulee ottaa huomioon suunnittelussa. (Logistiikan maailma, 2025b.)

2.1.2 Varastonhallinta ja -ohjaus

Varastonhallinta keskittyy hallitsemaan varastotasoja ja varastoinnin kustannuksia. Varastonohjaus on osa varastonhallintaa ja sen tarkoituksena on ohjata varaston täydennyksiä. (Ritvanen ym. 2011, 61-62.) Varastonohjaus tarkoittaa yrityksen varastojen hallintaa siten, että materiaalivirrat ja niihin sitoutunut pääoma pysyvät hallinnassa. Tavoitteena on varmistaa, että tarvittavia raaka-aineita ja tarvikkeita on aina riittävästi, mutta ettei varasto sido liikaa rahaa. Varastonohjausprosessi koostuu yksinkertaisimmillaan kolmesta päävaiheesta: tavaran vastaanotosta, varastoinnista ja toimituksesta eteenpäin. Jokainen vaihe aiheuttaa kustannuksia, joten varastonohjaus pyrkii tekemään materiaalien liikkumisesta mahdollisimman tehokasta. (Fikuro, 2023a.)

Varastonhallintaan on olemassa varastonhallintajärjestelmiä, joiden avulla voidaan hallita ja ohjata mm. materiaalien ja tuotteiden siirtelyä, vastaanottoa, toimitusta ja muita varaston keskeisiä toimintoja, sekä määrittää tuotteiden varastopaikka ja sijainti. Varastonhallinnassa hyödynnetään esimerkiksi tuotteisiin kiinnitettäviä viivakoodeja ja RFID-tarroja (Radio Frequency Identification Data), joiden avulla voidaan vähentää tuotteisiin liittyvää käsittelyä ja virheiden määrää, tehostaa henkilöstön käyttöä ja parantaa näin palvelutasoa ja toiminnan laatua. (Ritvanen ym. 2011, 61-62.)

Varastonohjauksessa käytetään useita tunnuslukuja, kuten varaston kiertonopeus, toimitusvarmuus, hävikin määrä ja varaston riittävyys, joilla seurataan varaston tehokkuutta ja toimintaa. Varaston kiertonopeus kertoo, kuinka monta kertaa varasto vaihtuu vuoden aikana. (Fikuro, 2023a.) Varastoon hankittujen tuotteiden myynti asiakkaille kasvattaa yrityksen tuottoja ja parantaa varaston kiertoa. Yrityksen tavoitteena onkin mahdollisimman nopea varaston kierto, sillä hidas tai pysähtynyt varaston kierto voivat johtaa siihen, että varastoon jää

seisomaan tuotteita, joista ei saada tuottoa. Tämä puolestaan voi heikentää yrityksen maksuvalmiutta, sillä varastossa seisova tavara sitoo pääomaa. (Jylhä & Viitala 2013, 316–317.) Toimitusvarmuus mittaa, kuinka suuri osa toimituksista saadaan perille ajallaan. Se kuvaa toimitusketjun sujuvuutta ja vaikuttaa suoraan asiakastyytyvyyteen. (Fikuro, 2023a.)

Hävikki tai hukka tarkoittaa menetettyjä tuotteita tai materiaaleja, jotka eivät päädy myyntiin esimerkiksi pilaantumisen tai rikkoutumisen takia. Hävikin määrän kasvu lisää yrityksen kustannuksia, joten sen syyt on tärkeä selvittää ja minimoida. Varaston riittävyys ilmaisee, kuinka monen päivän tarpeisiin varaston sisältö riittää. Jos jälkitoimituksia esiintyy paljon, se voi viitata puutteisiin kysynnän ennustamisessa tai tuotannon häiriöihin. (Fikuro, 2023a.)

Inventaarion avulla voidaan selvittää hävikin määrää ja varastojen riittävyttä. Inventaariolla tarkoitetaan varastossa olevien tuotteiden ja raaka-aineiden fyysisistä laskemista, jolla varmistetaan varastosaldojen oikeellisuus. Inventointia käytetään erityisesti silloin, kun tuotteiden myyntimäärät vaihtelevat huomattavasti tai varastossa olevan materiaalin määrän seuranta on muutoin haastavaa (Haverila ym. 2009, 452).

Varastohallinnan keskeinen osa on materiaali- tai tuotetilauksen ajankohdan ja eräkoon määrittäminen. Oikean tilausajankohdan ja eräkoon valinta tehostavat koko varastohallintaprosessia ja auttavat vähentämään kustannuksia. Eräkoon määrittämiseen on kehitetty useita matemaattisia malleja, mutta tilanteissa, joissa kysyntä pysyy tasaisena, voidaan päätöksiä tehdä myös kokemuksen perusteella. (Hokkanen & Karhunen 2014, 204, 207–208.)

Kysynnän vaihtelun ja toimitusviiveiden vuoksi yrityksellä on hyvä olla varmuusvarasto, joka varmistaa tuotteen toimitusvarmuuden myös silloin, kun esiintyy kysynnän vaihtelua tai toimitusviiveitä. Varmuusvaraston suunnittelu ja sen koon määrittäminen ovatkin olennainen osa varastohallintaa. Täydellisen, eli 100-prosenttisen toimitusvarmuuden tavoittelu ei kuitenkaan ole kannattavaa, sillä se kasvattaa kustannuksia merkittävästi. Toimitusvarmuuden ja

kustannusten välillä on aina yhteys: kun toimitusvarmuus on riittävä ja kustannukset pysyvät kohtuullisina, yrityksen toiminta on taloudellisesti kestäväällä pohjalla. (Hokkanen & Karhunen 2014, 204, 207–208.)

2.1.3 Rakennustyömaan varastointi

Rakennustyömaan varastoa käytetään rakennusmateriaalien varastoimiseen. Varaston rakenne ja suuruus riippuu työmaasta ja rakennusprojektin tarpeista. Työmaavarastoinnin sijaan rakennusyrietysten materiaalivarastona voi myös toimia logistiikkakeskus, jonka toimintoja ovat suora toimitus työmaalle, toimitus logistiikkakeskukselle, lisäarvopalvelut logistiikkakeskuksessa ja kuljetus logistiikkakeskuksesta työmaalle. Esimerkiksi suurikokoiset elementit voidaan kuljettaa suoraan työmaalle. Materiaalin toimituksessa ensin logistiikkakeskukselle materiaalit vastaanotetaan ja rekisteröidään, sekä mahdollisesti yhdistetään ja varastoidaan. (Janné & Fredriksson, 2022.)

Rakennusyrietykset käyttävät usein täsmätoimitusta (JIT, engl. just-in-time-delivery) varmistamaan, että materiaalit toimitetaan oikeaan aikaan suoraan haluttuun työvaiheeseen. Täsmätoimitusten avulla voidaan tehostaa rakennuslogistiikkaa, sillä ne vähentävät varastoinnista sekä materiaalin käsittelystä ja kuljetuksista aiheutuvia kustannuksia. (Akintoye, 1995.)

2.1.4 Varastonhallinnan merkitys ja haasteet

Varaston toimivuus ja hallinta vaikuttavat merkittävästi yrityksen koko liiketoimintaan, erityisesti myyntiin, ostoihin, tuotantoon ja taloushallintoon. Myynnin on tiedettävä varastosaldojen perusteella, mitä tuotteita voidaan toimittaa ja milloin. Jos tuotteita tai materiaaleja puuttuu, tieto on tärkeä myös ostotoiminnan kannalta, jotta tavaraa osataan hankkia ajoissa. Valmistavassa teollisuudessa varastotilanteen hallinta on kriittistä, sillä raaka-aineiden loppuminen voi pysäyttää tuotannon. Taloushallinnon näkökulmasta varaston arvo vaikuttaa yrityksen

taseeseen ja tulokseen, ja siten myös verotukseen. Säännöllinen varaston seuranta auttaa pitämään kirjanpidon ajan tasalla ja tukee liiketoiminnan kannattavuutta. (Fikuro, 2023b.)

Hyvin suunnitellut varastoprosessit tuovat sekä taloudellisia että toiminnallisia hyötyjä. Ennustettavuus paranee, kun varastohallintajärjestelmä auttaa ajoittamaan tilaukset oikein ja varmistamaan materiaalien riittävyyden. Läpinäkyvyys puolestaan varmistaa, että varastotiedot ovat kaikkien tarvitsijoiden saatavilla, mikä vähentää virheitä ja tehostaa toimintaa. (Fikuro, 2023b.)

Khan, Huda ja Zaman (2022, 6) havaitsivat tutkimuksessaan, että varastohallinnan merkittävimpiä haasteita ovat yrityksen sisäinen viestintä, valmiiden tuotteiden hallinta sekä varastojen ja tilausten seuranta. Näiden osa-alueiden puutteet voivat heikentää toiminnan tehokkuutta ja aiheuttaa viiveitä toimitusketjussa. Varastohallinnan haasteet liittyvät siis usein varastotasojen, varastonvalvonnan ja varastointikäytäntöjen optimointiin. Tavoitteena on löytää tasapaino kustannusten ja optimaalisen varastotason välillä. Yrityksen nopea reagointi kysynnän muutoksiin ja tilausten täyttötarpeisiin edellyttää joustavaa varastohallintaa ja luotettavaa seurantajärjestelmää, joka mahdollistaa ennakoivan päätöksenteon (Ünal ym. 2023).

2.1.5 Materiaalilogistiikan haasteet ja tehostaminen rakennusalalla

Rakennustyömaan materiaalilogistiikan suurimpia ongelmia ovat materiaalien toimitusten ajoituksen virheet, puutteellinen tiedonkulku eri osapuolten välillä, työmaan rajallinen tila, materiaalien rikkoutuminen tai katoaminen, varastointitilan riittämättömyys sekä se, että työntekijöiltä kuluu paljon aikaa materiaalien etsimiseen (Donyavi & Flanagan, 2009). Koska rakennusprojektissa materiaalit muodostavat keskeisen osan kokonaisuutta, niiden tehottomasta hallinnasta syntyy ylimääräisiä kustannuksia. Mikäli materiaaleja tilataan tai toimitetaan liian aikaisin, ne vievät turhaa varastotilaa, sitovat pääomaa ja aiheuttavat lisäkuluja korkojen muodossa (Kulkarni ym., 2017).

Kojalan (2024) mukaan rakentamisen materiaalilogistiikan tehostaminen edellyttää useiden toisiinsa kytkeytyvien haasteiden hallintaa koko toimitusketjun eri vaiheissa. Jokainen ratkaisematon logistinen ongelma, kuten viivästyksset, virheelliset toimitukset tai varastointiongelmat, heijastuu lopulta valmiin rakennusprojektin laatuun, aikatauluun ja kustannuksiin. Yksittäinen viivästys toimitusketjun yhdessä kohdassa voi aiheuttaa ketjureaktion, joka viivästyttää työn etenemistä ja lisää kokonaiskustannuksia.

Tärkeimpiä tekijöitä Kojalan (2024) mukaan on tiedonkulku. Rakennusprojektin eri toimijoiden, kuten urakoitsijoiden, toimittajien ja suunnittelijoiden välinen reaaliaikainen ja kaksisuuntainen viestintä on välttämätöntä, jotta poikkeamiin voidaan reagoida nopeasti ja estää niiden vaikutusten leviäminen ketjun muihin osiin. Tiedonvaihdon sujuvuus mahdollistaa aikataulujen ja resurssien hallinnan tehokkaammin, mikä puolestaan vähentää hukkaa ja seisokkeja työmaalla. Kun tieto kulkee avoimesti ja ajantasaisesti, voidaan varmistaa, että logistiikkaprosessi tukee rakennusprojektin tavoitteita parhaalla mahdollisella tavalla, kustannustehokkaasti, aikataulun mukaisesti ja laadukkaasti.

Huomioon otettava tekijä on myös toimittajavalintojen vaikutus logistiikan tehokkuuteen. Toimittajien kyky sitoutua Just-in-Time (JIT) -ajatteluun ja täsmätoimituksiin määrittää pitkälti sen, kuinka sujuvasti materiaalit saadaan työmaalle oikeaan aikaan ja oikeassa järjestyksessä. Mikäli toimittaja ei pysty noudattamaan sovittuja aikatauluja, syntyy häiriöitä jo toimitusketjun alkuvaiheessa, mikä heijastuu kaikkiin seuraaviin työvaiheisiin. Toimittajavalinta ja yhteistyön kehittäminen ovat siten keskeisiä logistiikan onnistumisen edellytyksiä. (Kojola, 2024.)

Infrarakentamisessa logistiikan onnistuminen näkyy suoraan aikataulujen pitävyydessä ja kustannustehokkuudessa. Epäonnistunut logistiikka voi aiheuttaa viivästyksiä, lisäkustannuksia ja turvallisuusriskejä. Yksi keskeinen haaste on materiaalien toimitusten synkronointi työmaan etenemiseen, liian aikainen toimitus johtaa varastointiongelmiin, kun taas myöhästyminen pysäyttää tuotannon (Vrijhoef & Koskela, 2000, 171).

2.2 Reaaliaikainen logistiikka ja digitaaliset työkalut

2.2.1 Varastohallintajärjestelmät

Varastohallintajärjestelmä (Warehouse Management Systems, WMS) on tietojärjestelmä, jonka avulla yritys voi tehostaa varastohallintaprosessiaan ja seurata varastotilannettaan reaaliaikaisesti. Jotta yritys voisi saavuttaa korkeat tehokkuustavoitteet on hukan määrä minimoitava, toimintaa sujuvoitettava ja tehokkuutta parannettava kaikissa vaiheissa. WMS-järjestelmä on tehokas apu tähän, sillä se nopeuttaa tilausten käsittelyä, parantaa varastosaldojen tarkkuutta, tarjoaa reaaliaikaista tietoa tilausten tilasta, optimoi varastotilan käyttöä ja lisää työntekijöiden tuottavuutta. (Min, 2006.)

Andiyappillain (2020) tutkimuksen mukaan onnistuneen WMS-käyttöönoton vaikutukset ovat merkittäviä: varastohallinnan reaaliaikaisuus paranee, virheet vähenevät, tilausten käsittely nopeutuu ja työvoiman tuottavuus kasvaa. Lisäksi järjestelmä parantaa varastotilan käyttöä ja asiakastytyvyyttä.

WMS-järjestelmän onnistunut käyttöönotto yrityksessä vaatii kokonaisvaltaista suunnittelua, laadukasta dataa, käyttäjien sitouttamista sekä jatkuvaa järjestelmän kehittämistä. Kun WMS järjestelmä otetaan käyttöön yrityksessä, on käyttäjien koulutus ja osaamisen kehittäminen keskeisiä onnistumisen edellytyksiä. Jokaisella käyttäjäryhmällä, varastotyöntekijöistä johtoon, tulee olla riittävä ymmärrys järjestelmän käytöstä ja sen vaikutuksista omaan työhön. Hyvin suunniteltu koulutus vähentää virheitä ja parantaa järjestelmän käyttöastetta. Käyttöönoton jälkeen järjestelmän jatkuva seuranta ja auditointi varmistavat, että WMS toimii suunnitellulla tavalla ja että kehityskohteet voidaan tunnistaa ajoissa. (Andiyappillain, 2020.)

Varastohallinta on useimmiten osa yrityksen laajempaa toiminnanohjausjärjestelmää (Enterprise Resource Planning, ERP), mikä mahdollistaa varastotilanteen vertaamisen suoraan ostoihin ja myynteihin. Tietojärjestelmän avulla voidaan lisäksi seurata tuotteiden tarkkaa sijaintia ja varastopaikkaa.

Toiminnanohjausjärjestelmä kokoaa yhteen yrityksen keskeiset toiminnot, kuten myynnin ja ostojen hallinnan, varastonhallinnan, tuotannonohjauksen sekä taloushallinnon. Sen avulla saadaan kokonaiskuva yrityksen resursseista ja niiden käytöstä, mikä mahdollistaa toiminnan seurannan ja tehostamisen. (Fikuro, 2023c.)

Hyvä toiminnanohjausjärjestelmä on joustava ja laajennettavissa yrityksen kasvun myötä. Sen moduuleja voi valita tarpeen mukaan, ja useimmissa järjestelmissä on rajapintoja, joiden kautta voidaan yhdistää muita ohjelmia, kuten työajanseuranta- tai taloushallintajärjestelmiä. ERP-järjestelmän hankinta vaatii huolellista suunnittelua. Yrityksen tulisi samalla arvioida omia ydinprosessejaan ja pohtia, millainen järjestelmä tukee parhaiten sen toimintaa ja henkilöstön työskentelyä. Uuden ohjelmiston käyttöönotto on myös hyvä tilaisuus kehittää ja tehostaa omia prosesseja, joskus se tarkoittaa myös toimintatapojen uudistamista ohjelmiston mukaisiksi. Nykyisin suositut toiminnanohjausjärjestelmät ovat pilvipohjaisia ja helppokäyttöisiä, mutta niiden ominaisuudet ja toimintaperiaatteet vaihtelevat. Siksi järjestelmä on tärkeää valita yrityksen omien tarpeiden ja tavoitteiden perusteella. (Fikuro, 2023c.)

2.2.2 Viivakoodit

Viivakooditekniikka on tehokas menetelmä tietojen tallentamiseen ja yksittäisten tuotteiden tunnistamiseen. Se perustuu maailmanlaajuisesti standardoituun teknologiaan, jossa viivakoodit toimivat optisesti luettavina merkkijonoina ja sisältävät tuotetta koskevaa tietoa. Viivakoodien tärkeimpiä etuja ovat tallennettujen tietojen oikeellisuus, nopea tiedonsyöttö, helppokäyttöisyys sekä edullinen hinta. (Logistiikan maailma, 2025c.)

Tietojen syöttö viivakoodin avulla on vaivatonta. Koodi voidaan lukea esimerkiksi käsilukijalla tavaraa luovutettaessa, jolloin tieto siirtyy automaattisesti varastonhallintajärjestelmään. Varastonhallinnan sovellus toimii niin, että työntekijä saa käsipäätteelle keräyslistat tai tilaukset ja voi seurata niitä näytöltä. Laite ilmoittaa, mitä tuotteita seuraavaksi kerätään, ja työntekijä kuittaa tehtävän

suoritetuksi viivakoodilla tai näppäimistön kautta. Mahdollisimman suuri osa toiminnoista pyritään tekemään viivakoodien avulla, jotta virheet vähenevät. Syötetyt tiedot päivittyvät välittömästi toiminnanohjausjärjestelmään. (Logistiikan maailma, 2025c.)

2.2.3 Digitaalinen varasto-ottojärjestelmä varastohallinnan tukena

Yksi käytännön sovellus tästä on mobiilipohjainen varasto-ottojärjestelmä, jonka avulla varastosta otettavat materiaalit voidaan kirjata suoraan sähköisesti työnumerolle. Järjestelmä automatisoi varastosaldojen päivittymisen ja vähentää manuaalisen kirjaamisen tarvetta, mikä parantaa tietojen ajantasaisuutta ja vähentää virheiden riskiä. (Suni, 2022.)

Järjestelmä perustuu viivakooditeknologiaan. Varaston tuotteille luodaan yksilölliset viivakoodit, jotka kiinnitetään hyllypaikoille. Työntekijä voi lukea koodin mobiilisovelluksella, jolloin tuotteen tiedot ja määrä tallentuvat suoraan järjestelmään. Kun materiaali liitetään tiettyyn työkohteeseen, varastosaldo päivittyy automaattisesti taustajärjestelmään. Samalla työntekijän ei tarvitse enää erikseen ilmoittaa varastohenkilölle otetuista tuotteista, mikä nopeuttaa prosessia ja vähentää paperityötä. (Suni, 2022.)

Sovellus sisältää perustoimintoja, kuten varasto-oton, palautuksen ja keräilytietojen hallinnan. Näiden avulla voidaan hallita varaston tapahtumia ja tarkastella ajantasaisia tietoja varastotilanteesta. Käyttäjä voi myös hakea tuoterekisteristä tarvittavat materiaalitiedot ja tarkistaa työkohteen, jolle materiaalit kirjataan. Keräilytiedot siirtyvät palvelimelle automaattisesti, jolloin varastokirjaukset pysyvät ajan tasalla. (Suni, 2022.)

Digitaalisen varasto-ottojärjestelmän tavoitteena on poistaa manuaaliseen ilmoittamiseen liittyviä virheitä ja varmistaa, että materiaalien liikkeet tulevat rekisteröidyiksi heti tapahtumahetkellä. Tämä vähentää varastohävikkiä ja helpottaa inventointia. Samalla järjestelmä tukee työnjohdon ja materiaalihallinnan toimintaa tarjoamalla reaaliaikaisen näkymän varastotilanteeseen ja työmaiden materiaalitarpeisiin. (Suni, 2022.)

Järjestelmän käyttöönotto edellyttää kuitenkin huolellista suunnittelua. Käyttäjille on tarjottava koulutusta ja varmistettava, että varastopaikat, viivakoodit ja työnumerot ovat ajan tasalla. Lisäksi tietojärjestelmien yhteensopivuus ja tietoturva on varmistettava ennen laajempaa käyttöönottoa. Käyttäjäkokemusten perusteella järjestelmän toimivuutta voidaan edelleen kehittää ja sovittaa yrityksen tarpeisiin. (Suni, 2022.)

2.3 Vastuunjaon merkitys varastohallinnassa

Toimiva varastohallinta edellyttää sekä toimivia teknisiä ratkaisuja että selkeää vastuunjakoja. Tutkimuskirjallisuus korostaa, että varastohallinnan onnistuminen on riippuvainen siitä, kuinka selkeästi vastuut, roolit ja prosessit on määritetty varastossa työskenteleville. Varastohallinta on kokonaisuus, joka sisältää ennakoitua, koordinoitua ja jatkuvaa seuranta, minkä vuoksi sen johtaminen ei voi perustua satunnaiseen toimintaan tai hajautettuihin vastuisiin. Kun varaston ohjaus on keskitetty ja roolit määritetty, varaston kokonaiskuva säilyy paremmin hallinnassa ja materiaalivirtojen suunnittelu onnistuu tehokkaammin. (Faber, de Koster ja Smidts, 2013.)

Myös Verma, Tripathy ja Singhal (2023) tutkimuksen mukaan varastohallinnan laiminlyönnit, kuten epäselvä vastuunjako, lisäävät kustannuksia ja heikentävät toimitusvarmuutta. Selkeästi nimetty varasto- tai logistiikkavastaava parantaa läpinäkyvyyttä, vähentää virheitä ja varmistaa, että varastoon liittyvä tieto kulkee järjestelmällisesti oikeille tahoille.

Jotta varastohallintajärjestelmän (WMS) käyttöönotosta saisi kaiken hyödyn irti, on varastohallinnan vastuut oltava selkeästi määritettyjä. Järjestelmää on ylläpidettävä johdonmukaisesti ja siihen kirjattavan tiedon tulee kulkea vastuuhenkilön kautta, muutoin järjestelmän tiedot vanhenevat ja sen tuoma tehokkuus menetetään. (Alamsah ym. 2025.)

3 Haastattelujen tulokset

3.1 Materiaalivirtojen ja varastonhallinnan nykytila ja haasteet

Miten materiaalien vastaanotto, varastointi ja jakelu toteutuvat tällä hetkellä työmailla tai varastoalueilla?

NRC Groupin pääkaupunkiseudun infrarakennushankkeiden tämän hetken materiaalivarastona toimii isolle hiekkakentälle rakennettu aidattu varastoalue, sekä yksi pienempi lämmitetty varasto. Varaston toiminta kuvaillaan näin: Materiaalien vastaanotto tapahtuu niin, että toimitukset ottaa vastaan se henkilö, joka sattuu olemaan paikalla. Pyöräkuormaaja purkaa kuormat. Kuormakirjat valokuvataan ja lähetetään WhatsApp-ryhmään, jota käytetään varastoliikenteen tiedonvälitykseen. Osa toimituksista, erityisesti ulkomailta tulevat, saapuvat epäsystemaattisesti ilman ennakoilmoitusta.

Varastoalueella on alustavasti määritelty paikkoja eri materiaaleille, mutta alue ei ole täysin täydellisesti suunniteltu. Materiaalit eivät aina mahdu omille paikoilleen ja sijoittelussa joudutaan välillä soveltamaan. Tavaraa on myös tullut eri paikkoihin ilman selkeää ohjausta, jolloin niitä on jouduttu etsimään ja kyselemään.

Varastoinnille ja materiaalien käsittelylle ei ole nimetty yhtä vastuuhenkilöä, vaan toimintaa ”hoidetaan sen mukaan, kuka ehtii”. Työnjohtajat hoitavat materiaaliasioita muiden tehtäviensä ohella. Joillakin henkilöillä on omatoimista seuranta materiaalien riittävydestä, ja he ilmoittavat puutteista eteenpäin hyvissä ajoin.

Menekin seuranta tehdään työmaiden toimesta, ja joskus uusi tilaus tehdään vasta, kun huomataan materiaalien olevan loppumassa. Materiaaliseuranta tehdään Excelissä, mutta tiedot eivät ole reaaliaikaisia. Materiaalien kotiinkutsut eli työmaille vienti hoidetaan projektikohtaisesti yhden nimetyn henkilön kautta. Henkilö on yhteydessä kuljetusyhtiöön, joka noutaa materiaalin varastosta. Varastolla pyöräkuormaaja lastaa tarvittavat materiaalit.

Mitkä ovat suurimmat haasteet materiaalivirtojen ja varastonhallinnan nykytilassa?

Haastatteluissa keskeisimpinä haasteina nousivat esiin reaaliaikaisen materiaaliseurannan puute ja vastuiden epäselvyys. Nykytilanteessa ei ole selkeää käsitystä siitä, paljonko materiaalia on ja missä se sijaitsee, koska seuranta tehdään Excelissä, joka ei ole ajantasainen.

Varastonhoito ei ole kenenkään päätoimi, vaan sitä hoidetaan sen mukaan, kuka ehtii. Kun vastuita ei ole määritelty, toimintatavat vaihtelevat henkilöiden mukaan, eikä varastolla ole pysyvää vastuuhenkilöä. Varaston kokonaisuutta ei myöskään pystytä seuraamaan keskitetysti.

Materiaalit ovat erikoisluonteisia ja niiden toimitusajat pitkiä, mikä edellyttää suuria varastomääriä sekä isoa varastoaluetta. Tämä korostaa haasteita tilanteissa, joissa menekkiä ei seurata systemaattisesti ja materiaalivaje huomataan vasta käyttöhetkellä.

Nimikkeet ja toimintatavat eivät ole vakioituja, mikä aiheuttaa epäselvyyttä: sama tuote saattaa esiintyä eri nimillä eri projekteissa. Toimitusketjussa on ollut ongelmia, kuten väärän mittaisia komponentteja, jotka ovat aiheuttaneet jälki-työtä.

Toimittajat eivät aina ilmoita etukäteen toimituksista. Tämä saattaa aiheuttaa tilanteita, joissa kuormaa ei voida purkaa, jos pyöräkuormaajan kuljettaja ei ole saatavilla. Toimitusten hallinta on siten epävarmaa. Inventaarioita ei tehdä riittävän usein, mikä voi johtaa siihen, että materiaalin riittämättömyys todetaan vasta, kun sitä tarvitaan.

Varastolla on paljon toimijoita, mutta kokonaisvastuu puuttuu. Vaikka yksittäisiä henkilöitä hoitaa varastoa parhaansa mukaan, varastonhallinnalle ei ole nimetty pysyvää vastuuhenkilöä, joka seuraisi kokonaisuutta jatkuvasti.

3.2 Materiaalivirtojen ja varastonhallinnan kehitysehdotukset

Miten materiaalien vastaanotto, varastointi ja jakelu voitaisiin toteuttaa paremmin, jotta se olisi tehokkaampaa, toimivampaa ja seuranta olisi reaaliaikaista? Kuvaa prosessi ja määrittele vastuutahot.

Haastateltavien mukaan materiaalien hallintaa voitaisiin parantaa siten, että tieto olisi yhdessä paikassa ja mahdollisimman reaaliaikaista. Materiaalihallinnalle tulisi määritellä selkeä vastuuhenkilö, jotta toiminta ei perustu siihen, kuka sattuu ehtimään. Prosessin toivottiin olevan kuvattu selkeästi, sisältäen materiaalin tilauksen, vastaanoton, kirjanpidon, varastoinnin, kotiinkutsut työmaille sekä roolit ja vastuut.

Haastateltavat korostivat tarvetta nimetä varastolle oma vastuuhenkilö, jolle varastonhoito olisi päätoimi. Nykyisestä mallista, jossa varastotyö jakautuu useille, haluttaisiin siirtyä malliin, jossa varastotyö kulkee yhden henkilön kautta. Haastatteluissa todettiin, että nykyinen hajautettu malli ei toimi ja prosessi tulisi keskittää yhdelle vastuuhenkilölle.

Vastuuhenkilön tulisi tietää materiaalien liikkeet sisään ja ulos, olla yhteydessä toimittajiin, varmistaa toimitusajat sekä tarkastaa ja dokumentoida kuormakirjat ja laatudokumentit. Hänen tulisi myös olla tietoinen tulevista työvaiheista, jotta materiaalien riittävyys voidaan varmistaa. Työryhmät voisivat tilata materiaalit tämän vastuuhenkilön kautta, ja hänen kauttaan kulkisi myös työmaille jaettava materiaali. Vastuuhenkilön tulisi osallistua aikataulu- ja viikkopalaveriin sekä tuntea radan rakentamisen materiaalit tai opetella ne projektin alussa. Esimerkkinä mainittiin, että aiemmassa projektissa (Raidejokeri) oli erillinen henkilö huolehtimassa vastaavista tehtävistä.

Lisäksi haastateltavat toivoivat, että hiljainen tieto esimerkiksi sopivista kuormamääristä tulisi jakaa avoimemmin ja hintatietoutta esimerkiksi kuljetusten kustannuksia tulisi levittää turhan työn vähentämiseksi. Haastateltavat mainitsivat vaihtoehtoina myös konttikohtaiset työmaasetit sekä ulkoisen kumppanin tai kuriiripalvelun, joka toimittaisi työkalut ja tarvikkeet työmaille tarpeen mukaan.

Heidän mukaansa tärkeintä on, että joku vastaa kokonaisuudesta ja kalusto on kunnossa. Tällä hetkellä tällaista roolia ei ole.

3.3 Varastosaldon ja laskutettavien työkalujen seuranta ja vastuutahot

Miten varastosaldoa ja laskutettavia työkaluja seurataan nykytilassa?

Haastatteluissa kerrottiin, että varastosaldoa seurataan Excelin avulla, joka ei ole reaaliaikainen, vaan jonkun on päivitettävä se käsin. Varastoinventaarioita tehdään muutaman kerran vuodessa, jolla varmistetaan materiaalien riittävyys. Tämän lisäksi materiaalien riittävyys perustuu pitkälti työntekijöiden omiin havaintoihin ja keskinäiseen viestintään. Osa henkilöstöstä seuraa omatoimisesti omiin töihinsä liittyvien tavaroiden riittävyttä ja ilmoittaa puutteista eteenpäin.

Eräs haastateltavista kertoi, että pienkoneyksikön laskutettavia työkaluja seurataan ePiko-järjestelmällä. Järjestelmään kirjataan työkalun vuokraaja, kustannus, littera ja vuokra-ajanjakso, joiden perusteella tehdään kuukausittainen laskutus ja kustannusten kohdistus. Osa työkaluista/laitteista on divisioonan omistamia, ja näiden kustannusten seurannasta vastaa Controller, joka kerää projektihenkilöstöltä oikeat litterat ja kohdistaa kulut kuukausittain. Seuranta ei kuitenkaan ole kaikissa tapauksissa järjestelmällistä. Osa laskutettavista työkaluista on kulkenut käytännössä yksittäisten henkilöiden kautta, ja niiden tarve sekä käyttö ovat perustuneet työsuunnitelmiin ja henkilökohtaiseen koordinointiin, eivät keskitettyyn järjestelmään.

Haastattelujen perusteella voidaan todeta, että työkaluissa ei ole yhtenäistä toimintatapaa. Vuokrakalusto on käytännössä hakijan vastuulla, eikä kaikista käytössä olevista vuokratarvikkeista tai työkaluista ole täydellistä kokonaiskuvaa. Hankkeen alussa hankittu työkalumäärä on muuttunut projektin aikana työkalujen rikkoutuessa ja uusia hankittaessa, mutta näistä muutoksista ei ole pidetty systemaattista kirjaa. Työryhmät ovat voineet hankkia tarvitsemiaan välineitä oma-aloitteisesti, mutta tämä ei välttämättä näy missään keskitetysti.

Ketkä ovat vastuutahot varastosaldon ja laskutettavien työkalujen seurannassa?

Haastatteluissa kävi ilmi, että varastosaldon seurannasta on käytännössä vastannut yksi henkilö muiden työtehtäviensä ohella. Selkeitä tai tarkasti määriteltyjä vastuita ei ole ollut, ja varastohallinta on jäänyt helposti sivurooliin. Varastovastaavan rooli on ollut nimellisesti olemassa, mutta se on ollut insinöörillä tai mestarilla, joilla on ollut paljon muita vastuita, mikä on vaikuttanut siihen, että varasto on pyörinyt ”tarpeeksi hyvin” ilman systemaattista ohjausta.

Eräässä haastattelussa todettiin, että laskutettavien työkalujen osalta projektin vastuulla on lopettaa työkalun vuokraus, huolehtia laitteen palauttamisesta, varmistaa oikeat litterat ja vastata rikkoutumisista. Pienkoneyksikkö omistaa koneet ja työkalut, vuokraa ne hankkeelle ja hallinnoi ePiko-järjestelmää. Controllerin vastuulla on kohdistaa kustannukset oikeille litteroille ja pyytää projektin henkilöstöltä tarvittavat tiedot kuukausittain.

Haastattelujen perusteella voidaan todeta, että laskutettavien työkalujen vastuut eivät ole olleet selkeästi määriteltyjä. Työmaapäälliköt hyväksyvät laskut, joten heidän tulisi olla tietoisia työkaluista ja niiden kustannuksista, mutta käytännössä kokonaisvastuu ei ole ollut selkeä.

3.4 Varastosaldon ja laskutettavien työkalujen seurannan ja vastuunjaon kehitysehdotukset

Mitä muutoksia nykyiseen varastosaldon ja laskutettavien työkalujen seurannan toimintamalliin tarvittaisiin, jotta se olisi toimivampi? Kuvaile prosessi ja määrittele vastuutahot.

Haastateltavien mukaan keskeinen muutos olisi reaaliaikaisen seurannan käyttöönotto. Nykyinen Excel-pohjainen malli ei riitä, koska varastosaldo ei pysy ajan tasalla, eikä laskutettavien työkalujen seurannasta ole selvyyttä. Haastatteluissa kuvattiin tilannetta näin:

“Paljon meillä on, mitä meillä on, missä meillä on... ei ole reaaliajassa.”

“Ei ole selvyyttä, miten sitä seurataan.”

“Tässä hävitään rahaa.”

Haastateltavat eivät kuvanneet konkreettista järjestelmäratkaisua, mutta korostivat tarvetta mallille, jossa tiedot ovat yhdessä paikassa, reaaliaikaisia, selkeitä ja läpinäkyviä.

Haastateltavien mukaan tarvitaan henkilö, joka vastaa varastotiedoista ja työkalujen seurannasta. Hänellä tulisi olla käytössään yksinkertainen seurantamalli, johon kirjataan liikkuva tavara. Työkalut tulisi vastuuttaa työntekijöille, ja heiltä tulisi pyytää säännöllisesti tilannekatsauksia vastuullaan olevista työkaluista sekä niiden kunnosta. Uusia hankintoja varten tulisi pyytää lupa työmaapäälliköltä ja logistiikkavastaavalta.

Haastattelussa ehdotettiin, että toimintamallissa

- Olisi mahdollisimman yksinkertainen seurantatapa
- Vain yksi vastuhenkilö voisi muuttaa määriä
- Kaikki materiaalimenekki kulkisi vastuhenkilön kautta
- Kirjanpito pysyisi aina ajan tasalla
- Määriteltäisiin selkeästi, mitkä materiaalit ja tarvikkeet kuuluvat seurantaan
- Työryhmille yksilöitäisiin tietyt työkalut, joista he ovat vastuussa.

Haastateltavien mukaan nimikkeet ja toimintatavat tulisi vakioida. He korostivat, ettei voi olla niin, että asiat tehdään eri tavalla eri projekteissa. Seurannan tulisi olla yhtenäistä ja läpinäkyvää, eikä riippua yksittäisen työntekijän muistista tai tavasta toimia.

Vastuunjaon tulisi olla selkeä. Haastateltavien mukaan prosessilla tulisi olla yksi selkeä vastuuhenkilö, joka hallinnoi ja päivittää tietoja. Prosessin on myös toimitettava, vaikka henkilöt vaihtuvat.

Erytisesti kalliille työkaluille tarvittaisiin keskitetty ja jatkuva seuranta. Vastuuhenkilö tulisi nimetä erikseen (eikä esimerkiksi työmaapäällikön ”sivuhommana”), ja hänen tehtävänään olisi:

- Seurata työkaluja
- Päivittää vastuutietoja työkalujen siirtyessä lohkolta toiselle
- Pitää kirjaa pitkäaikaisessa käytössä olevista laitteista.

Haastateltavat painottivat tarvetta työkalulistalle tai muulle jatkuvalla seurannalle, jotta kustannuksia voidaan kohdistaa oikein, taloustarkastuksissa tiedot löytyvät ja nähdään, kenen omistuksessa laitteet ovat (hanke / divisioona / tilaaja). Kustannusten ja omistajuuden läpinäkyvyys nousi keskeiseksi teemaksi.

Millaisia ominaisuuksia tai toimintoja pidätte tärkeimpinä, jos otettaisiin käyttöön uusi reaaliaikainen työkalu materiaalivirtojen ja työkalujen seurantaan?

Haastateltavat korostivat, että järjestelmän ei tule lisätä työmaiden työkuormaa. Varastoliikenteen ja materiaalien riittävyyden seurannan tulisi hoitua tukitiimin kautta, ei työmaahenkilöstön töiden lisääntymisenä.

Haastateltavien mukaan uuden järjestelmän tärkein periaate olisi se, että kaikki tieto olisi koottuna yhteen paikkaan ja että seuranta tapahtuisi mahdollisimman reaaliaikaisesti. Reaaliaikaisuutta pidettiin selkeänä hyötynä, ja järjestelmän tulisi olla sekä yksinkertainen että helposti ylläpidettävä.

Käytännön toiminnallisuuksilta toivottiin helppokäyttöisyyttä: projektin valinnan pitäisi onnistua vaivattomasti, ja järjestelmän tulisi ohjata käyttäjää niin, että oikeat tiedot tulee kirjattua. Samalla järjestelmän on pysyttävä vakaana eikä sen tulisi ”herkkänä kaatua tai seota pienestä muutoksesta”.

Materiaalivirtojen hallinnan osalta toivottiin erityisesti reaaliaikaista materiaali-seuranta ja menekintarkastelua, jota mestarit voisivat päivittää työn etenemisen mukaan. Myös nopeus ja yksinkertaisuus korostuivat, jos järjestelmä koetaan raskaaksi, sitä ei käytetä.

Työkalujen seurantaan kaivattiin selkeää näkyvyyttä työkalujen käyttöön, palautuksiin, rikkoutumisiin ja lunastuksiin, sekä tietoa siitä, missä arvokkaat työkalut kulloinkin sijaitsevat. Järjestelmän pitäisi tarjota läpinäkyvää kustannusdataa ja kertoa, kenellä vastuu kulloinkin on. Kuittaukset toivottiin tehtäväksi helposti, mielellään puhelimella. Lisäksi haastateltavat nostivat esiin tarpeen kirjata työkaluihin liittyviä taustatietoja, kuten sarjanumerot, hankintapäivä ja huoltohistoria, jotta työkalujen elinkaarta voidaan seurata paremmin.

Lopuksi korostettiin, että uuden järjestelmän ei tule lisätä työmaiden työmäärää. Varastoliikenteen, materiaaliseurannan ja työkalujen liikkeiden seurannan tulisi olla tukitiimin vastuulla, ei työmaahenkilöstön lisäkuormana.

Oletteko kuulleet, että muissa NRC:n yksiköissä (Suomessa tai ulkomailla) olisi käytössä sovelluksia tai järjestelmiä, joilla seurataan materiaaleja tai työkaluja? Jos on, mitä niistä voisi soveltaa teillä?

Haastateltavien mukaan heillä ei ole juurikaan tietoa siitä, millaisia järjestelmiä muissa NRC:n yksiköissä käytetään materiaalien tai työkalujen seurantaan. Vastaukset perustuivat vain heidän omiin kokemuksiinsa.

Yksi haastateltava viittasi ePikoon ja pohti, onko se käytössä ja voisiko sitä hyödyntää laajemmin, mutta ei tiennyt sen käytöstä tarkemmin. Toinen haastateltava kertoi, ettei hänellä ole tietoa muiden yksiköiden järjestelmistä eikä mitään konkreettista esimerkkiä ollut antaa. Yksi haastateltava kertoi, että aikaisemmin oli käytössä järjestelmä, jossa oli tuntikirjaus ja työkalujen käytön seuranta, mutta hän ei tiennyt, onko järjestelmää enää olemassa. Hän mainitsi myös ePikon, mutta ei tiennyt, miten sitä käytetään muissa yksiköissä. Lisäksi mainittiin, että Exceliä on nähty käytettävän nykyisellään, mutta sitä kuvailtiin "tönköksi" ja vanhentuneeksi.

Miten varastosaldon ja laskutettavien työkalujen seurannan vastuunjako voisi kehittää, jotta se olisi mahdollisimman toimiva? Kuvaile prosessi ja määrittele vastuutahot.

Haastateltavien mukaan vastuunjaon kehittämisen lähtökohtana on, että prosessi on selkeästi kuvattu ja että vastuut ja roolit määritellään osaksi kokonaisuutta. Tällä hetkellä vastuut ovat hajautuneita, ja niiden toivottiin olevan selkeämpiä. Haastateltavat eivät kuvanneet yksityiskohtaista prosessia.

Yksi haastateltavista totesi, että varastosaldon vastuun tulisi olla nimeämällä määrättyllä vastuuhenkilöllä. Laskutettavien työkalujen osalta korostettiin avoimuutta työryhmien välillä, jotta esimerkiksi tietoa työkalujen käytöstä voidaan jakaa ja tarpeita yhdistää. Toisten haastateltavien mukaan prosessin tulisi olla keskitetty, ei hajautettu, ja varastolla tulisi olla yksi selkeä vastuuhenkilö. Heidän mukaansa jokaisen projektin tulisi toimia samalla mallilla, eikä niin, että jokainen hanke rakentaa oman toimintatapansa. Haastateltavat korostivat, että vastuuhenkilö tulee nimetä selkeästi. Vastuita ei tulisi antaa henkilölle, joka ei seuraa työkaluja aktiivisesti. Työkalujen siirtymiset tulee merkitä järjestelmään aina kun ne vaihtavat paikkaa.

Haastatteluissa mainittiin myös, miten työnjakoa voisi kehittää:

- Työryhmillä tulisi olla oma vastuuhenkilö, joka huolehtii ryhmän työkalujen tallessaolosta ja kunnosta
- Varastoalueen inventaarioista vastaisi logistiikka/varastovastaava
- Materiaalien riittävyyden varmistaminen olisi logistiikka/varastovastaavan ja/tai työmaapäällikön yhteistä vastuuta
- Yhteistyötä tehtäisiin hankintojen kanssa, jotta mahdollisiin materiaali-
puutteisiin pystytään reagoimaan ajoissa

3.5 Laskutettavien työkalujen laskutuksen toiminta ja vastuutahot

Miten laskutettavien työkalujen laskutus toimii nykytilassa?

Laskutettavien työkalujen laskutus ei toteudu nykytilassa järjestelmällisesti. Osaa työkaluista ei välttämättä laskuteta lainkaan, ja haastatteluissa todettiin, että laskutettavia työkaluja ei ole hyödynnetty täysimääräisesti, mikä aiheuttaa taloudellisia menetyksiä.

Laskutusprosessilla ei ole selkeää omistajaa. Työkaluja ei kirjata projekteille, palautuksia ei kuitata, rikkoutumisia ei seurata eikä ole yhtenäistä käytäntöä siitä, miten laskutus aloitetaan tai päätetään. Tämän seurauksena työkaluja voi jäädä laskuttamatta, työkaluja kadota tai jäädä palauttamatta, eikä ole varmuutta siitä, mitä välineitä projekteilla on käytössään tai tarvitaanko uusia.

Pienkoneyksikössä laskutus tehdään kuukausikustannuksena Pienkoneyksikön toimesta omakustannehintaan, koska allianssimallissa sisäistä katetta ei käytetä. Vuokraus jatkuu automaattisesti, ellei sitä erikseen lopeteta. Jos työkalu rikkoutuu väärän käytön vuoksi, kustannus kohdistuu projektille.

Työkaluja vuokrataan vuokrafirmoilta, josta lasku saapuu projektille. Työmaapäällikkö tai työmaamestari tarkastaa laskun ja varmistaa, että työkalun käyttö on perusteltua ja että väline on ollut työmaalla. Laajempaa tai jatkuvaa seuranta ei kuitenkaan ole ollut, poikkeuksena yksittäiset hankkeen osat, joissa käytäntö on toiminut paremmin.

Ketkä ovat vastuutahot laskutettavien työkalujen laskutuksessa?

Haastattelujen perusteella laskutettavien työkalujen laskutuksen vastuut eivät ole selkeät. Yhtään yksittäistä nimettyä vastuuhenkilöä ei ole, eikä prosessille ole määritelty selkeää vastuutahoa. Haastateltavan mukaan kenelläkään ei ole kokonaisvastuuta laskutuksesta, eikä sen toteutumista seurata järjestelmällisesti.

Laskutuksen eri osa-alueet toimivat tällä hetkellä hajautetusti:

- Projekti vastaa työkalun vuokrauksen lopettamisesta ja kustannusten oikeasta kohdistamisesta
- Työmaapäälliköt tarkastavat vuokrafirmojen laskut ja varmistavat niiden oikeellisuuden
- Controller kohdistaa kustannukset järjestelmään projektin antamien tietojen perusteella
- Pienkoneyksikkö omistaa laitteet, hallinnoi niitä ja vuokraa ne hankkeille.

Haastateltavan mukaan prosessissa on merkittäviä vastuukuiluja: työkaluja ei kirjata projekteille, palautuksia ei kuitata eikä rikkoutumisia seurata. Laskutus voi katketa helposti, koska prosessilla ei ole selkeästi määriteltyä vastuuhenkilöä. Haastateltava sanoi:

“Vastuut puuttuvat täysin.”

“Kukaan ei vastaa prosessista kokonaisuutena.”

3.6 Laskutettavien työkalujen laskutuksen toiminnan ja vastuunjaon kehitysehdotukset

Mitä muutoksia työkalujen laskutuksen nykyiseen toimintamalliin tarvittaisiin, jotta se olisi toimivampi? Kuvaile prosessi ja määrittele vastuutahot.

Haastateltavien mukaan työkalujen laskutuksen tärkein muutos olisi tehdä laskutuksesta järjestelmällistä. Palauttamattomista ja rikkoutuneista työkaluista tulisi aiheutua kustannus projektille. Ilman laskutusta työkalut katoavat helpommin, eikä niiden hallinta pysy kunnossa.

Haastattelujen perusteella laskutusmallia ei sinällään tarvitse muuttaa yhtä paljon kuin työkalujen seurantaa. Suurin haaste on se, ettei laskutettavia työkaluja seurata eikä hyödynnetä, minkä seurauksena työkaluja katoaa ja laskut jäävät

tekemättä. Todettiin, että seuraavalla hankkeella tämän on tarkoitus muuttua ratatuotannon osalta.

Eräs haastateltavista totesi, että nykyinen malli on kokonaisuutena "ihan ok", ja haasteet johtuvat ennen kaikkea seurannasta. Esille tuotiin esimerkiksi tilanteet, joissa vuokrausta ei lopeteta, litterat menevät kiinni tai kustannusten selvittely vie aikaa. Uutta mallia ei ehdotettu, mutta korostettiin, että ongelmat liittyvät käytännön toteutukseen.

Haastatteluissa mainittiin myös tarve selkeämmälle tavaralistalle, josta näkyy, mitä työkaluja on käytössä sekä niiden hankinta- ja luovutuspäivämäärät. Näiden avulla voidaan varmistaa, onko työkalu edelleen projektin käytössä vai ei.

Miten työkalujen laskutuksen vastuunjakoa voisi kehittää, jotta se olisi mahdollisimman toimiva? Kuvaile prosessi ja määrittele vastuutahot.

Haastattelujen mukaan työkalujen laskutuksen toimivuus edellyttää selkeästi määriteltyä vastuuta. Prosessilla tulisi olla yksi taho, joka vastaa kokonaisuudesta. Tämän tahon tulisi jakaa työkalut, kuitata niiden käyttö ja palautus sekä seurata rikkoutumiset. Samalla taholla tulisi olla vastuu myös laskutuksesta. Ilman selkeää keskitettyä vastuuta työkalut katoavat, eikä laskutus pysy käynnissä. Haastatteluissa korostettiin, että vastuuhenkilön tulee olla sellainen, joka seuraa työkaluja aktiivisesti. Projektin vastuulla on varmistaa, että kustannukset kohdistetaan oikein, ja kun työkalujen seuranta toimii, laskutuskin toimii paremmin.

Haastatteluissa mainittiin myös tarve koontilistalle tai muulle vastaavalle seurannalle, jota ylläpidettäisiin esimerkiksi logistiikkavastaavan toimesta. Logistiikkavastaava voisi varmistaa työryhmien omilta vastuuhenkilöiltä, että työkalut ovat tallessa ja että listan tiedot ovat ajan tasalla. Haastateltavat eivät kuvanneet tarkempaa prosessia, mutta korostivat vastaavasti selkeän vastuun ja keskitetyn seurannan tarvetta.

3.7 Yhteenveto tuloksista

Haastattelujen perusteella NRC Groupin megahankkeiden materiaalivirrat ja varastohallinta ovat tällä hetkellä hajautettuja ja pitkälti henkilöistä riippuvaisia. Materiaalien vastaanottoa ja varastointia hoitaa se, kuka sattuu olemaan paikalla, varastoalueen paikkajako on vain osin suunniteltu ja menekkiä seurataan Excelissä, jolla ei pysty seuraamaan reaaliaikaisesti varastosaldoja. Varastonhoito ei ole kenenkään päätoimi, nimikkeet ja toimintatavat vaihtelevat projekti-kohtaisesti, inventointeja tehdään harvoin ja materiaalipuutteet havaitaan joskus vasta käyttöhetkellä.

Myös laskutettavien työkalujen seuranta ja laskutus ovat hajanaisia: osa työkaluista kulkee yksittäisten henkilöiden kautta, kaikkia ei kirjata projekteille, eikä prosessilla ole selkeästi nimettyä omistajaa, mikä johtaa sekä kustannusten karkaamiseen että välineiden katoamiseen.

Kehitysehdotuksissa korostuivat tarve nimetä varastolle ja työkaluille oma logistiikka-/varastovastaava, kuvata materiaalivirran prosessi kokonaisuutena sekä ottaa käyttöön yksinkertainen, reaaliaikainen seurantajärjestelmä, jossa kaikki tieto on yhdessä paikassa. Lisäksi toivottiin nimikkeiden ja toimintatapojen vakiointia, työryhmäkohtaista työkaluvastuuta, selkeää koontilistaa käytössä olevista työkaluista sekä järjestelmällistä laskutuksen mallia, jossa kustannusten kohdistus ja omistajuus ovat läpinäkyviä.

4 Toimintamalli tulevia megahankkeita varten

Tämän opinnäytetyön tulosten perusteella voidaan mallintaa materiaalivirtojen ja varastonhallinnan toimintamalliehdotus NRC Groupin tulevien megahankkeiden käyttöön. Toimintamalli sisältää toiminnan periaatteet, selkeät roolit ja vastuut ja ydintoimintojen kuvaukset. Lisäksi toimintamallissa on kuvattu data ja nimikkeistö, järjestelmät ja työkalut sekä koulutus ja käyttöönoton seuranta.

Uuden toimintamallin myötä nykyinen hajautunut ja osin epäselvä toimintamalli muuttuu keskitetyemmäksi ja hallittavammaksi. Toiminta ja resurssien käyttö tehostuu kauttaaltaan ja kustannukset laskevat. Suurimpia hyötyjä saavutetaan, kun Excel-pohjaisesta, viiveitä aiheuttavasta seurannasta siirrytään reaaliaikaiseen kirjaukseen, jossa tiedot pysyvät jatkuvasti ajan tasalla ja samalla epäyhtenäiset nimikkeet korvataan selkeällä ja standardoidulla koodistolla. Työn teko on sujuvampaa, kun vastuut tarkentuvat. Satunnaisen "kuka ehtii" -mallin sijaan tehtäviin nimetään varastovastaava sekä työryhmäkohtaiset vastuuhenkilöt. Työkalujen hallinta tehostuu, kun laskutus ja kohdistus tehdään jatkossa 100 % kattavasti yksilöityjen työkalujen perusteella.

4.1 Materiaalivirtojen ja varastonhallinnan periaatteet

- Selkeät vastuut: varastosta ja materiaalivirrasta vastaa nimetty varasto-/logistiikkavastaava (päätoimi)
- Reaaliaikainen tieto: kaikki tieto kirjataan heti, ei Excel-pohjaisia jälkikirjauksia
- Yhtenäinen tapa: samat nimikkeet, koodit, prosessit ja dokumentit kaikissa hankkeissa
- Kevyt käyttäjälle: työmaan arki ei kuormitu, kirjaus ja seuranta hoidetaan pääosin vastuussa olevien henkilöiden toimesta
- Laskutuksen kattavuus: laskutettavat työkalut ja kustannuskohdistus 100 % kattavuudella

4.2 Roolit ja vastuut

Taulukossa 1. on kuvattu ehdotus materiaalivirtojen ja varastonhoitoon kuuluvista tehtävistä ja vastuutahoista sekä omistajasta (kokonaisvastuu), osallistujista ja informoitavista.

Taulukko 1. Roolit ja vastuut materiaalivirtojen ja varastonhoidossa.

Tehtävä	Vastuu	Omistaja	Osallistujat	Informoitavat
Prosessin omistus ja ohjeistus	Varasto/logistiikka-vastaava	Projektipäällikkö	Työnjohto	Hankejohto
Nimikkeistö ja koodisto	Varasto/logistiikka-vastaava	Varasto/logistiikkavastaava	Hankinta	Työnjohto
Tilaukset ja kotiinkutsut	Hankinta / nimetty kotiinkutsuja (työnjohtajat ja työmaapäällikkö)	Projektipäällikkö	Varasto/logistiikkavastaava / Varaston kuormaaja	Työnjohto
Vastaanotto ja tarkastus	Varasto/logistiikka-vastaava	Varasto/logistiikkavastaava	Työnjohto / Varaston kuormaaja	
Varastointi ja layout	Varasto/logistiikka-vastaava	Varasto/logistiikkavastaava	Varaston kuormaaja	Työnjohto
Siirrot työmaalle	Varasto/logistiikka-vastaava	Varasto/logistiikkavastaava	Kuljetus, Työnjohto	Työryhmät
Työkalujen luovutus ja palautus	Varasto/logistiikka-vastaava	Projektipäällikkö	Työryhmän vastuuhenkilö	
Laskutus (pienkonneet / vuokrat)	Pienkoneyksikkö, Controller	Projektipäällikkö	Työnjohto	Hankejohto
Inventoinnit	Varasto/logistiikka-vastaava	Varasto/logistiikkavastaava,	Työnjohto	
Poikkeamat ja hävikki	Varasto/logistiikka-vastaava	Projektipäällikkö	Työnjohto	Hankejohto

Varasto/logistiikkavastaavan tehtävät tiivistetysti:

- Vastaanottaa materiaalityömitukset sekä tarvittaessa on yhteydessä toimittajiin ja varmistaa toimitusajat
- Huolehtii materiaalien purkamisesta silloin, kun ne saapuvat sovitusti
- Tarkastaa ja dokumentoi kuormakirjat ja laatudokumentit
- Vastaa materiaalien varastoinnista ja sijoittelusta varastoalueelle
- Ylläpitää materiaalikirjaukset ja varastosaldot reaaliaikaisesti (ei Excel-viiveitä)
- Huolehtii inventaarioiden toteutumisesta ja siitä, että puutteet huomataan ajoissa
- Osallistuu tarvittaviin kokouksiin, jotta on tietoinen tulevista työvaiheista, ja voi varmistaa materiaalien riittävyyden
- Tuntee radan rakentamisen materiaalit tai opettelee ne projektin alussa
- Ottaa vastaan materiaalityömitukset
- Huolehtii materiaalityömituksilla (kotiinkutsut) sovitun prosessin mukaisesti
- Huolehtii laskutettavien työkalujen seurannasta, mm. luovutuksesta ja palautuksesta
- Varmistaa, että tiedonkulku tapahtuu keskitetysti
- Huolehtii, että nimikkeistö on yhtenäinen projektissa
- Puuttuu virheellisiin tai vääränlaisiin toimituksiin sekä seuraa hävikkiä ja raportoi niistä
- Varmistaa, että toimintatapaa noudatetaan ja että toimitaan yhteisesti sovitun mallin mukaan, esimerkiksi tiedottaa ja valvoo osaltaan oikeita toimintatapoja.

4.3 Ydintoiminnot

Hankinta ja kotiinkutsu

- Työvaihe- ja menekkiarvio (viikko-/aikataulupalaverit): työnjohto + varastovastaava

- Nimike ja kooditus
- Tilaus/kotiinkutsu: nimetty kotiinkutsuja; toimitusikkuna sovitetaan työvaiheeseen
- Toimittajalta ennakoilmoitus vaadittava aina.

Vastaanotto

- Vastaanottotarkastus: määrä, laatu, vauriot, dokumentit
- Kirjaus reaaliajassa: skannaus viivakoodista (mahdollisesti kuormakirjan kuva liitteeksi)
- Poikkeamat / vauriot kirjataan (vastuuhenkilö, korjaustoimi, aikataulu).

Varastointi ja layout

- Varastosijainnin mukaan A-B-C-D jne. omille paikoilleen, arvokkaat (pienet) lukittuina kontteihin tmv.
- Merkinnot: jokaisella nimikkeellä nimiketarra (viivakoodi).

Siirrot työmaalle

- Pyyntö järjestelmän kautta / standardilomakkeella (projekti, littera, määrä, aika, toimituspiste), varasto/logistiikkavastaava kuittaa
- Varastovastaava / varaston kuormaaja kerää, skannaa siirtokuittauksen ja lastaa
- Vastaanottaja kuittaa vastaanoton (mobiilisovellus, nimi + aika).

Työkalujen hallinta

- Yksilöinti: jokaiselle laskutettavalle / arvokkaalle työkalulle oma ID, sarjanumero, QR/viivakoodi
- Luovutus: kirjataan työkalukortille (kenelle, projekti/littera, kunto, lisävarusteet, luovutuspäivä)

- Sijainti/siirrot: työryhmäkohtainen vastuuhenkilö; siirrot lohkolta toiselle skannauksella tai manuaalisesti kirjaamalla mobiilisovelluksen kautta
- Palautus/huolto/romutus: kirjataan, kuittaus, valokuva tarvittaessa
- Laskutus: kuukausiraportti (omistus: hanke/divisioona/vuokra), käyttöpäivät, rikkoutumiset, lunastukset.

Palautukset, reklamaatiot ja ylijäämä

- Palautukset omalla palautusprosessilla (syy, kunto, hyvitys)
- Lopuksi ylijäämäkierros: myynti/siirto muille hankkeille/romutus, päätös ja hyväksyntä.

Inventointi ja valvonta

- Esim. syklisesti A-alue viikottain, B kuukausittain, C kvartaaleittain.
- Täysi inventaario: min. 3x vuodessa tai hanke-etapeissa
- Hävikki: analyysi, toimenpiteet, juurisyy.

Poikkeamien hallinta

- Poikkeamat kirjataan kevyellä lomakkeella (kuka, mitä, missä, miksi, korjaus)
- Viikkopalaverissa käsittely, kuukausittain katsaus.

4.4 Data ja nimikkeistö

- Nimikerakenne: Ryhmä-Alaryhmä-Nimike (esim. RAT-KISK-60E1).
- Pakolliset kentät: Nimike-ID, kuvaus, mittayksikkö, varastopaikka, min/max määrät, projekti/littera, omistus, tiliöinti
- Yksilöinti: viivakoodi/QR kaikille nimikkeille, arvokkaissa mahdollisesti myös RFID

- Vakioasiakirjat: vastaanottokuva/kuormakirja, laatu- ja CE-dokumentit liitteeksi.

4.5 Järjestelmät ja työkalut

Vähimmäisvaatimus reaaliaikaiselle seurannalle:

- Mobiiliskannaus (viivakoodi/QR) kirjaa tiedon tietojärjestelmään esim. Microsoftin pilvipohjaiseen reaaliaikaiseen SharePoint/Dataverse -listaan tai mahdollisesti suoraan NRC Groupilla olevaan nykyiseen järjestelmään (varastomoduliin)
- Tarratulostus varastolle (viivakoodi/QR)
- Tietojärjestelmässä reaaliaikaiset näkymät: mm. saldot, siirrot, hälytysrajat, työkalujen käyttö ja laskutuksen kattavuus
- Sähköiset lomakkeet mobiili/tietokone: siirtopyyntö, palautus ja poikkeama.

Laajempi malli reaaliaikaiselle seurannalle:

- WMS/ERP-varastomodulin käyttöönotto
- Integraatit: hankinta, talous, projektinhallinta (litterat, kustannuspaikat)
- Periaate: työmaalle vain yksi helppo käyttöliittymä (mobiili).

4.6 Koulutus ja käyttöönoton seuranta

- Koulutusta pitää järjestää kaikille, jotka mahdollisesti joutuvat järjestelmää käyttämään
- Tärkeää on myös käyttöönoton seuranta ja mahdollisista muutoksista ilmoittaminen: esim. kuukausipalaverit ja auditoinnit.

5 Johtopäätökset ja pohdinta

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää NRC Groupin raitiotien ratatekniikan osaprojektin materiaalivirtojen, varastonhallinnan ja laskutettavien työkalujen seurannan nykytila sekä tunnistaa keskeiset kehitystarpeet. Tutkimuskysymyksiin vastattiin analysoimalla haastatteluaineistoa. Haastattelut toivat esiin selkeitä puutteita erityisesti vastuunjaossa, reaaliaikaisessa seurannassa ja toimintatapojen yhtenäisyydessä. Samalla ne tarjosivat konkreettisia kehitysehdotuksia prosessien selkeyttämiseksi ja toiminnan tehostamiseksi. Tutkimuksen tulosten perusteella kehitettiin ehdotus uudesta materiaalivirtojen ja varastonhallinnan toimintamallista, jota NRC Group voi hyödyntää tulevilla raitiotiehankkeissaan. Toimintamallissa kuvataan toiminnan periaatteet, roolit ja vastuut, ydintoiminnot, data ja nimikkeistö, järjestelmät ja työkalut sekä koulutus ja käyttöönoton seuranta.

5.1 Vastaukset tutkimuskysymyksiin

Seuraavaksi esitetään koonti tutkimuskysymysten vastauksista. Tutkimuskysymykset ovat:

1. Mitä haasteita materiaalivirtojen ja varastonhallinnassa on tällä hetkellä?

Haastattelujen perusteella materiaalivirroissa ja varastonhallinnassa esiintyy useita merkittäviä haasteita, jotka liittyvät erityisesti tiedonkulkuun, vastuunjaakoon ja järjestelmien toimimattomuuteen. Keskeiset haasteet ovat:

Reaaliaikaisen materiaaliseurannan puute: Varastosaldo ei ole ajantasainen, ja käytössä oleva Excel ei vastaa nykyisen toiminnan tarpeita. Tieto materiaalien määrästä, sijainnista ja riittävydestä on epäluotettavaa.

Vastuiden epäselvyys: Varastonhoitoa hoidetaan sen mukaan, kuka ehtii, eikä selkeää vastuuhenkilöä ole. Varastotyö ei ole kenenkään päätehtävä, mikä johtaa toimintatapojen vaihteluun.

Hajautunut ja epävirallinen tiedonkulku: Materiaalitietoa ja toimitusviestejä jaetaan esimerkiksi WhatsApp-ryhmissä, eikä tiedonkulku pysy koottuna yhdessä paikassa.

Suunnittelematon ja vaihteleva toiminta varastoalueilla: Varastoalueita ei ole suunniteltu riittävän tarkasti. Materiaalit eivät aina mahdu niille varatuille paikoille, mikä saattaa aiheuttaa soveltamista.

Epäluotettavat toimitukset ja puutteellinen ennakkotieto: Toimittajilta ei aina saada etukäteisilmoituksia toimituksista. Ulkomailta tulevat kuormat saapuvat vaihtelevasti, mikä vaikeuttaa resursointia ja vastaanottoa.

Puutteellinen materiaaliseuranta ja inventoinnin harvuus: Inventaarioita ei tehdä riittävän usein, minkä seurauksena materiaali puutteet saatetaan huomata vasta työvaiheen käynnistyessä.

Nimikkeiden ja toimintatapojen epäyhtenäisyys: Sama materiaali voi olla eri nimillä eri projekteissa, ja toimintatavat vaihtelevat henkilöittäin.

Toimitusketjun ongelmat: Esimerkiksi vääränlaisia tai virheellisiä komponentteja on saapunut, mikä on aiheuttanut jälkityötä ja viivästyksiä.

Kokonaiskuvan puuttuminen: Kenelläkään ei ole selkeää kokonaisnäkemyksiä materiaalivirroista, varastotilanteesta ja tulevista tarpeista.

2. Miten materiaalien ja varastonhallintaa voidaan kehittää tehokkaammaksi ja reaaliaikaisemmaksi?

Haastattelujen perusteella materiaalien ja varastonhallinnan kehittämisessä korostuivat selkeät vastuut, keskitetty toimintamalli ja reaaliaikaisen tiedon saatavuus. Nykyinen hajautettu malli ei toimi, ja toiminnan tehostaminen edellyttää muutoksia. Keskeiset kehitystarpeet ovat:

Selkeä varaston vastuuhenkilö: Varastolle tulee nimetä yksi henkilö, jonka päätehtävä on materiaalien vastaanotto, varastointi, kirjanpito ja jakelu työmaalle. Toiminnan ei tulisi enää riippua siitä, kuka sattuu ehtimään.

Yhdenmukainen ja kuvattu prosessi: Materiaalivirran tulee perustua selkeään prosessiin, joka määrittelee vaiheet materiaalin tilauksesta aina työmaalle jakeluun asti. Tämä sisältää tilauksen, vastaanoton, kirjaamisen, varastoinnin, kotiinkutsut ja vastuut.

Reaaliaikainen tiedonhallinta: Materiaalien määrän ja riittävyyden tulee olla tarkasteltavissa reaaliaikaisesti yhdestä paikasta. Tiedon hajautuminen eri viestintäkanaviin ja epävirallisiin käytäntöihin tulisi poistaa.

Keskitetty materiaaliliikenne: Kaiken materiaalin liikkumisen tulisi kulkea vastuuhenkilön tai logistiikkavastaavan kautta. Tämä mahdollistaa ajantasaisen varastosaldon ja vähentää materiaalien katoamista.

Parempi ennakointi ja yhteistyö työmaiden kanssa: Vastuuhenkilön tulee osallistua aikataulu- ja viikkopalaverihin, jotta materiaalitarpeet tiedetään ajoissa ja riittävyys voidaan varmistaa ennen työvaiheita.

Selkeä vastuunjako työryhmien välillä: Työryhmillä tulee olla omat vastuuhenkilönsä, jotka varmistavat materiaalien ja työkalujen tallessa olon ja kunnon. Tämä tukee kokonaisprosessin toimivuutta.

Hiljaisen tiedon näkyväksi tekeminen: Kuormamäärät, materiaalitarpeet ja muut käytännön asiat ovat tällä hetkellä pitkälti hiljaista tietoa. Haastateltavien mukaan nämä tulisi dokumentoida ja jakaa läpinäkyvästi.

Yhtenäiset käytännöt kaikissa hankkeissa: Kehityksen tulee koskea koko organisaatiota. Ei saisi olla tilannetta, jossa jokainen hanke toimii omalla tavallaan.

3. Miten laskutettavien työkalujen laskutus ja hallinta voidaan toteuttaa tehokkaasti ja reaaliaikaisesti?

Haastattelujen perusteella laskutettavien työkalujen hallinnan keskeiset kehitystarpeet liittyvät selkeään vastuuseen, järjestelmälliseen seurantaan ja ajantasaisiin tietoihin. Haastateltavat korostivat, että itse laskutusmalli ei ole suurin ongelma, vaan se, ettei työkaluja seurata riittävästi. Keskeiset kehityskohteet ovat:

Selkeä vastuuhenkilö laskutettaville työkaluille: Laskutuksen ja työkalujen hallinnan tulee olla yhden tahon vastuulla. Tämän henkilön tulee jakaa työkalut, kuittaa käyttö ja palautus sekä seurata rikkoutumiset. Ilman keskitettyä vastuuta työkalut katoavat ja laskutus jää tekemättä.

Järjestelmällinen ja reaaliaikainen seuranta: Haastateltavien mukaan laskutus toimii vain, jos työkalujen liikkeet ovat koko ajan tiedossa. Suurin puute on se, ettei työkaluja kirjata, palautuksia kuitata tai siirtymiä merkitä. Kun seuranta on kunnossa, myös laskutus toimii.

Selkeä ja ajantasainen työkalulista: Tarvitaan koontilista tai muu vastaava näkymä siitä, mitä työkaluja on käytössä, kenen vastuulla ne ovat ja milloin ne on otettu käyttöön. Listassa tulisi näkyä myös hankinta- ja luovutuspäivämäärät sekä tieto, onko työkalu edelleen projektilla.

Laskutuksen automaattinen jatkuminen ja päättäminen: Nykyiset ongelmat liittyvät siihen, että vuokrausta ei lopeteta ajoissa ja kustannusten selvittely vie aikaa. Prosessin tulee sisältää selkeä käytäntö vuokrauksen aloittamisesta ja lopettamisesta.

Kustannusten kohdistaminen oikein: Projektin vastuulla on varmistaa litterat ja kustannusten kohdistus. Läpinäkyvä seuranta helpottaa tätä ja vähentää myöhempää selvittelyä.

Yhtenäinen toimintamalli kaikilla hankkeilla: Haastateltavien mukaan työkalujen laskutusta ja hallintaa ei saa hoitaa eri tavalla eri projekteissa, vaan käytännön tulee olla yhdenmukainen.

Logistiikkavastaavan rooli seurannassa: Haastatteluissa tuotiin esiin, että logistiikkavastaava voisi ylläpitää koontilistaa ja varmistaa työryhmien vastuuhenkilöiltä, että työkalut ovat tallessa.

4. Miten varastohallinnan ja työkalujen laskutuksen vastuunjako tulisi tehdä, jotta se olisi tehokasta?

Haastattelujen perusteella varastohallinnan ja työkalujen laskutuksen toimintamallissa tehokkuus edellyttää selkeää ja keskitettyä vastuunjako. Nykyinen hajautettu toimintatapa ei tue seurantaa, aiheuttaa epäselvyyksiä ja johtaa materiaalien sekä työkalujen katoamiseen ja laskutuksen puutteisiin. Keskeisiä asioita tehokkaalle vastuunjaolle ovat:

Yksi selkeä vastuuhenkilö varastolle ja työkalujen hallinnalle: Varastolla ja työkaluseurannalla tulee olla yksi nimetty vastuuhenkilö, joka seuraa materiaalien ja työkalujen liikkeitä aktiivisesti. Hänen päätehtävänä on huolehtia, että tavara otetaan vastaan, kirjataan, varastoidaan ja jaetaan järjestelmällisesti.

Keskitetty prosessi, ei hajautettu malli: Haastateltavien mukaan prosessin tulee kulkea yhden henkilön tai tahon kautta. Kun työkalujen jakaminen, palautusten kuittaus ja rikkoutumisten seuranta ovat keskitettyjä, myös laskutus pysyy hallinnassa.

Vastuut työryhmätasolle selkeästi määriteltyinä: Työryhmillä tulisi olla omat vastuuhenkilönsä, jotka huolehtivat ryhmän työkalujen tallessa olosta ja kunnosta. Näin tieto työkalujen käyttöpaikoista ja tilanteesta pysyy ajan tasalla.

Projektin vastuu kustannusten kohdistamisesta: Projektiorganisaation tehtävä on varmistaa, että laskut ja kustannukset kohdistetaan oikein. Tämä edellyttää selkeää seurantatietoa ja ajantasaisia kirjauksia.

5.2 Pohdinta

Tämän opinnäytetyön perusteella kriittisin kehitystoimenpide on selkeän varasto- ja/tai logistiikkavastaavan nimeäminen, jolle materiaalivirtojen ja työkalujen hallinta on päätoimi. Haastatteluissa korostui, että suurin osa ongelmista, kuten epäselvä vastuunjako, puutteellinen tiedonkulku, materiaalien katoaminen, virheelliset toimitukset sekä laskutuksen epäjärjestelmällisyys, johtuvat lopulta siitä, ettei ole yhtä selkeää vastuuhenkilöä, joka hallitsisi kokonaisuutta ja varmistaisi prosessin toimivuuden päivittäisellä tasolla.

Riskinä on, että jos materiaalien ja varastonhallintaan ei nimetä yhtä selkeää vastuuhenkilöä, toiminta jatkuu nykyisen kaltaisena hajautettuna mallina, jossa materiaalien vastaanotto, varastointi ja seuranta riippuvat siitä, kuka sattuu tietämään, ehtimään tai olemaan paikalla. Tällöin on todennäköistä, että varastosaldojen epäluotettavuus jatkuu, mikä voi aiheuttaa materiaalipuutteita, kiirehankintoja, töiden viivästymistä ja sitä kautta kustannusten nousua. Taloudellista tappiota tulee myös, jos työkalujen liikkeitä ei seurata järjestelmällisesti ja laskutettavien työkalujen laskutus jää vajaaksi. Yleisesti toiminnan tehokkuus heikkenee, kun materiaalin etsitään, siirtelyyn ja tarkistamiseen kuluu aikaa. Epäselvät vastuut voivat lisäksi lisätä virheiden määrää ja työntekijöiden tyytymättömyyttä.

Kriittistä on myös reaaliaikaisen materiaaliseurannan käyttöönotto. Ilman sitä tiedot pysyvät hajanaisina, tiedonkulku tapahtuu eri kanavissa ja kirjaaminen jää yksittäisten työntekijöiden muistista riippuvaiseksi. Reaaliaikainen tieto mahdollistaa paremman ennakkoinnin, vähentää virheitä ja tuo läpinäkyvyyttä materiaalien ja työkalujen käyttöön sekä laskutukseen. Riskinä on, että jos materiaalivirran ja varastosaldon reaaliaikaista seuranta ei oteta käyttöön kustannukset

nousevat materiaalihukan, selvittelyyn käytetyn ajan ja töiden viivästymisen vuoksi.

Uuden toimintamallin käyttöönoton suurimmat esteet liittyvät resurssien osoittamiseen, henkilöstön sitoutumiseen ja johdon päätöksentekoon. Vastuuhenkilön rooli edellyttää, että tehtävään varataan riittävästi aikaa ja resursseja, mikä voi vaatia rekrytointia tai organisaation sisäistä uudelleenjärjestelyä. Lisäksi henkilöstön on omaksuttava yhtenäiset käytännöt ja luovuttava totutuista toimintatavoista, mikä voi aiheuttaa muutosvastarintaa. Myös uuden digitaalisen työkalun käyttöönotto edellyttää koulutusta ja selkeää ohjeistusta.

Jotta tässä opinnäytetyössä ehdotettu materiaalivirtojen ja varastonhallinnan toimintamalli voidaan toteuttaa, tarvitaan vielä lisäselvityksiä erityisesti käytettävästä tietojärjestelmästä, sen kustannuksista ja siitä, voidaanko olemassa olevia NRC Groupin työkaluja hyödyntää. Lisäksi on arvioitava varastovastaavan roolin resursointi ja tehtävä tarkempi prosessikuvaus materiaalivirran eri vaiheista. Näiden selvitysten avulla voidaan muodostaa realistinen ja toteutuskelpoinen malli, joka parantaa varastonhallintaa, materiaalivirtojen läpinäkyvyyttä ja laskutettavien työkalujen seuranta tulevilla hankkeilla.

Lähteet

Akintoye, A. 1995. Just-in-Time application and implementation for building material management. *Construction Management and Economics*, 13(2), 105-113. [Viitattu 20.10.2025]. Saatavilla: <https://doi.org/10.1080/01446199500000013>

Alamsah, R., ym. 2025. Warehouse Management System to Increase Productivity and Stock Accuracy. [Viitattu 22.10.2025]. Saatavilla: [https://www.researchgate.net/publication/387742169 Warehouse Management System to Increase Productivity and Stock Accuracy](https://www.researchgate.net/publication/387742169_Warehouse_Management_System_to_Increase_Productivity_and_Stock_Accuracy)

Andiyappillai, N. 2020. Factors Influencing the Successful Implementation of the Warehouse Management System (WMS). *International Journal of Applied Information Systems (IJ AIS)*, 12(35), 1-7. [Viitattu 20.10.2025]. Saatavilla: <https://www.ijais.org/archives/volume12/number35/andiyappillai-2020-ijais-451896.pdf>

Donyavi, S. & Flanagan, R. 2009. The impact of effective material management on construction site performance for small and medium sized construction enterprises. *Proceedings of the 25th Annual ARCOM Conference*, Nottingham, UK, 11–20.

Faber, N., de Koster, R. & Smidts, A. 2013. Organizing warehouse management. [Viitattu 20.10.2025]. Saatavilla: [https://www.researchgate.net/publication/263590784 Organizing warehouse management](https://www.researchgate.net/publication/263590784_Organizing_warehouse_management)

Fikuro 2023a. Varastonohjaus – mitä tarkoittavat JIT, FIFO, MRP ja työntöohjaus? [Viitattu 17.10.2025]. Saatavilla: <https://www.fikuro.fi/blogi/varastonohjaus>

Fikuro 2023b. Varastohallinta: kattava opas pk-yritykselle. [Viitattu 16.10.2025]. Saatavilla: <https://www.fikuro.fi/blogi/varastohallinta#mita-on-varastohallinta-1>

Fikuro 2023c. Mikä on toiminnanohjausjärjestelmä eli ERP? [Viitattu 20.10.2025]. Saatavilla: <https://www.fikuro.fi/blogi/toiminnanohjausjarjestelma>

Flyvbjerg, B. 2014. What you should know about megaprojects and why: An overview. *Project Management Journal*, 45(2), 6–19. [Viitattu 25.11.2025]. Saatavilla: https://www.pmi.org/-/media/pmi/documents/public/pdf/research/research-summaries/flyvbjerg_megaprojects.pdf

Haverila, M., Uusi-Rauva, E., Kouri, I. & Miettinen, A. 2009. *Teollisuustalous*. 6. p. Tampere: Infacs.

Hokkanen, S. & Karhunen, J. 2014. *Johdatus logistiseen ajatteluun*. 7. uud. p. Jyväskylä: Sho Business Development Oy.

Janné, M. & Fredriksson, A. 2022. Construction logistics in urban development projects – learning from, or repeating, past mistakes of city logistics? *The International Journal of Logistics Management*, 33(5), 49–68. [Viitattu 25.10.2025]. Saatavilla: <https://doi.org/10.1108/IJLM-03-2020-0128>

Josephson, P.-E. & Saukkoriipi, L. 2007. *Waste in construction projects: call for a new approach*. Chalmers University of Technology.

Jylhä, E. & Viitala, R. 2013. *Liiketoimintaosaaminen: Menestyvän yritystoiminnan perusta*. 6. uud. p. Porvoo: Edita.

Khan, M., Huda, N. & Zaman, U. 2022. Smart warehouse management system: Architecture, realtime implementation and prototype design. *Machines*, 10(2), 150. [Viitattu 20.10.2025]. Saatavilla: <https://www.mdpi.com/2075-1702/10/2/150>

Kojola, H. 2024. *Rakentamisen materiaalilogistiikan tehostaminen*. Kandidaatintutkielma. Turun yliopisto. [Viitattu 16.10.2025]. Saatavilla: <https://www.utu-pub.fi/handle/10024/179625>

Kulkarni, V., Sharma, R. & Hote, M. 2017. Factors Affecting Material Management on Construction Site. International Research Journal of Engineering and Technology, 4(1).

Logistiikan maailma 2025a. Logistiikka. [Viitattu 17.10.2025]. Saatavilla:

<https://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/>

Logistiikan maailma 2025b. Logistiikka ja toimitusketju: tieto-, raha- ja materiaalivirrat. [Viitattu 17.10.2025]. Saatavilla: <https://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/logistiikka-ja-toimitusketju/tieto-raha-ja-materiaalivirrat/>

Logistiikan maailma 2025c. Varastonhallintajärjestelmät ja viivakooditekniikka. [Viitattu 17.10.2025]. Saatavilla: <https://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/ohjausjarjestelmat/varastonhallintajarjestelmat/viivakooditekniikka/>

Min, H. 2006. The applications of warehouse management systems: an exploratory study. International Journal of Logistics Research and Applications, 6(2), 111–126.

Ritvanen, V., Inkiläinen, A., von Bell, A. & Santala, J. 2011. Logistiikan ja toimitusketjun hallinnan perusteet. Helsinki: Suomen Huolintaliikkeiden Liitto ry; LOGY ry. [Viitattu 17.10.2025]. Saatavilla: https://www.logistiikanmaailma.fi/wp-content/uploads/2018/06/Logistiikan_ja_toimitusketjun_hallinnan_perusteet.pdf

Suni, J. 2022. Sähkö- ja varmuusvaraston toiminnan kehittäminen. Opinnäytetyö. Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu. KSS Rakennus Oy.

Ünal, Ö.A., Erkayman, B. & Usanmaz, B. 2023. Applications of artificial intelligence in inventory management: A systematic review of the literature. Archives of Computational Methods in Engineering, 30(4), 2605–2625. [Viitattu 26.10.2025]. Saatavilla: <https://doi.org/10.1007/s11831-022-09879-5>

Verma, A., Tripathy, S. & Singhal, A. 2023. The significance of warehouse management in supply chain. DMAME Journal. [Viitattu 27.10.2025]. Saatavilla: <https://dmame-journal.org/index.php/dmame/article/view/417>

