



Santtu Pönniö

# Työmaan materiaalien siirto- ja nostosuunnitelma

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Rakennusmestari (AMK)

Rakennusalan työnjohdon tutkinto-ohjelma

Opinnäytetyö

10.11.2022

# Tiivistelmä

Tekijä: Santtu Pönniö  
Otsikko: Työmaan materiaalien siirto- ja nostosuunnitelma  
Sivumäärä: 51 sivua + 1 liite  
Aika: 10.11.2022

Tutkinto: Rakennusmestari (AMK)  
Tutkinto-ohjelma: Rakennusalan työnjohto  
Ammatillinen pääaine: Talonrakennustekniikka  
Ohjaajat: Juuso Haatainen, Työpäällikkö  
Markus Immonen, Lehtori

---

Opinnäytetyössä tutkittiin rakennustyömaan sisäistä materiaalien liikkuvuutta ja siihen liittyviä siirto- ja nostotöitä. Teoriaosuudessa tutkittiin voimassa olevaa työturvallisuuslakia perehtyen sieltä suoraan siirto- ja nostotöihin liittyvään säädäntöön sekä säädäntöön, mikä liittyy vahvasti näihin töihin.

Tutkimusosuudessa tutkittiin aluesuunnittelussa huomioitavia seikkoja siirtotöissä sekä materiaalien saapumista työmaalle toimitusten näkökulmasta. Käsin tehtäviä siirtoja ja nostoja tutkittiin ergonomian näkökulmasta. Siirtomenetelmissä tutkittiin, miten käsin tehtäviä siirtoja voidaan minimoida hyödyntämällä apuvälineitä sekä käsi-voimaisen siirtotyön korvaamista ensisijaisesti teknisillä ratkaisuilla. Työssä esiteltiin erilaista siirto- ja nostotyössä käytettävää kalustoa. Tärkeimpinä lähteinä työssä toimi lainsäädäntö, RT-tietoväylän ohje- ja suunnittelukortit, työturvallisuuskirjallisuus sekä erilaiset verkkojulkaisut.

Työhön haastateltiin Lujatalon työnjohtajia, joilta saatiin heidän oman kokemuksensa pohjalta näkökulmaa työmaiden sisäisestä logistiikasta sekä siirtojen- ja nostojen suunnittelusta työmaalla. Haastateltiin myös Lujatalon työturvallisuuspäällikköä, saaden näkökulmaa muun muassa siirtoihin ja nostoihin liittyvien työtapaturmien luonteesta.

Opinnäytetyön tuloksena syntyi työmaiden käyttöön tarkoitettu siirto- ja nostotöiden suunnittelussa hyödynnettävä suunnitelmapohja. Mallipohja tehtiin, jotta työmaalla pystytään hankkeen erityispiirteiden ja hankekohtaisuuden valossa suunnitella materiaalien siirto- ja nostotöitä.

Avainsanat: työturvallisuus, työturvallisuuslaki, siirto- ja nostotyö, työmaakuljetukset, kalusto

## Abstract

Author: Santtu Pönniö  
Title: Plan For Moving And Lifting Materials on a Construction Site  
Number of Pages: 51 pages + 1 appendices  
Date: 10 November 2022

Degree: Bachelor of Engineering  
Degree Programme: Construction Management  
Professional Major: Construction Technology  
Supervisors: Juuso Haatainen, Site Engineer  
Markus Immonen, Senior Lecturer

---

This thesis examines the mobility of materials within a construction site as well as the related moving and lifting work. The theory part studies the current occupational safety law, focusing on the parts directly related to moving and lifting work.

The research part inspects matters in regional planning related to transportation work. In addition, the delivery of materials at the construction site was researched. Manual transfers and lifts were studied from the perspective of ergonomics. The section on material transfer methods investigates how material transfers can be minimized by using various tools and replacing manual transfers primarily with technical solutions. The thesis presents a variety of equipment used in moving and lifting work. The most important sources in the thesis were legislation, RT instruction and planning cards, occupational safety literature and various online publications.

Lujatalo foremen were interviewed for this thesis. Their first-hand experience offered a perspective into the internal logistics of construction sites as well as planning of transfers and lifting on sites. Lujatalo's occupational safety manager was also interviewed to collect viewpoint on occupational accidents related to moving and lifting.

As a result of this thesis, a plan template for construction sites was created to be used in the planning of moving and lifting works. The template was created to plan material transfer and lifting work on the construction site, considering the special features of the project.

Keywords: occupational safety, Occupational Safety and Health Act, relocation and lifting work, site transportation, transport equipment

# Sisällys

## Lyhenteet

1	Johdanto	1
1.1	Työn tausta ja tavoitteet	1
1.2	Näkökulma ja rajautuminen	1
1.3	Tutkimusmenetelmät ja rakenne	2
2	Siirto- ja nostotöissä huomioitavaa työturvallisuuslainsäädäntöä	3
2.1	Työsuojelu rakennusalalla	3
2.2	Työturvallisuuslaki 738/2002	4
2.3	Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 205/2009	6
2.3.1	Työturvallisuuden ja työterveyden huomioon ottaminen rakennushankkeessa, asetuksen luku 2	7
2.3.2	Koneet, työvälineet ja nostolaitteet, asetuksen luku 5	8
2.3.3	Työmaan yleiset turvallisuusmääräykset, asetuksen luku 6	12
2.3.4	Työolosuhteiden järjestäminen, asetuksen luku 13	14
2.4	Valtioneuvoston päätös käsin tehtävistä nostoista ja siirroista työssä 1409/1993	15
2.4.1	Päätöksen viitetiedot	16
3	Työmaan aluesuunnittelu ja materiaalijakauma	18
3.1	Aluesuunnittelu sisäisessä logistiikassa	18
3.1.1	Kulkureitit	19
3.1.2	Nostopaikat ja pystysiirtojen järjestelyt	19
3.1.3	Purku-, lastaus- ja varastointialueet	20
3.1.4	Jätehuollon toteutus	20
3.2	Hankita yleisesti sekä materiaalijakauma ja toimitukset	22
3.2.1	Materiaali- ja tuotetyypit	23
3.2.2	Toimitustavat ja toimituskanavat	25
4	Käsin tehtävä kanto- ja siirtotyö	26
4.1	Kuormitus kantotyössä	26
4.2	Ergonomian parantaminen	28
4.3	Apuvälineet ihmisvoimaisessa siirtotyössä	29
5	Työmaan nosto- ja siirtokaluston käyttö työmaakuljetuksissa	30

5.1	Työmaakuljetukset	30
5.2	Siirto- ja nostokalustojärjestelmän määrittäminen työmaalle	31
5.2.1	Päänostokalusto	31
5.2.2	Muu siirto- ja nostokalusto	33
5.2.3	Nostoapuvälineet	40
5.3	Alamiestyöskentely	41
6	Haastattelut	42
6.1	Työturvallisuuspäällikön haastattelu	42
6.2	Työnjohtajien haastattelut	44
7	Yhteenveto ja pohdinta	47
	Lähteet	50
	Liitteet	
	Liite 1: Materiaalien siirto- ja nostosuunnitelma -täydennettävä mallipohja	

## **Lyhenteet**

RATU Rakennusalan tuotantosuunnittelun yleistiedosto

TULES Tuki- ja liikuntaelinsairaus

# 1 Johdanto

## 1.1 Työn tausta ja tavoitteet

Opinnäytetyön aihe tulee Lujatalo Oy:ltä. Lujatalo on suomalainen rakennusalan yritys, joka toimii asunto-, toimitila- sekä korjausrakentamisessa. Lujatalo on osa Luja-yhtiöt konsernia, joka on yksi Suomen suurimpia rakennusalan toimijoita. Luja-yhtiöt työllistää yli 1900 henkilöä, joista noin 900 työskentelee Lujatalolla.

Opinnäytetyön aihe valikoitui sen ajankohtaisuuden ja tärkeyden takia. Rakennustyömaalla materiaalin, tavaran ja ihmisten liikkuminen on välttämätöntä rakennustyön etenemisen kannalta. Materiaalien ja tavaran liikkumisen takia työmaan yksi keskeisimpiä töitä on siirto- ja nostotyöt. Koska siirto- ja nostotyötä tehdään työmaalla täyspäiväisesti itse asennustyön ohella, liittyy siihen myös suuri tapaturmien riski.

Opinnäytetyön tavoitteena on tuoda esille seikkoja, mitkä vaikuttavat materiaalien liikkumiseen työmaalla. Työn tavoitteena on parantaa työmaan sisäiseen tavaran ja materiaalien liikkumiseen liittyvää suunnittelua ja on auttaa työmaita huomioimaan hankkeiden erityispiirteitä siirto- ja nostotyön suunnittelussa sekä toimeenpanemaan näitä töitä työturvallisesti huomioiden lainsäädännön.

## 1.2 Näkökulma ja rajautuminen

Työn tutkimusosuuden näkökulma on tavanomaisen kerrostalotyömaan siirto- ja nostotöiden toteutuksessa. Opinnäytetyön lainsäädännöllinen teoria rajautuu laista löytyvään nosto- ja siirtotöissä huomioitavaan säädäntöön ja määräyksiin. Aluesuunnittelun tutkiminen rajautuu aluesuunnitelman sisällön vaikutukseen ja sen huomioimiseen siirtotöissä. Aluesuunnitelman luomista ei tutkita tässä työssä. Kalustojärjestelmän näkökulma on yleisimmin käytetyn kaluston soveltuvuudessa materiaalien nostoihin ja siirtoihin. Työssä ei perehdytä henkilönostoihin eikä työssä tutkita nosturien pystytys- tai asennusteknisiä seikkoja.

### 1.3 Tutkimusmenetelmät ja rakenne

Työn tutkimusmenetelmänä toimii materiaalien liikkumiseen sekä siirto- ja nostotöihin liittyvään lainsäädäntöön ja kirjallisuuteen perehtyminen. Lainsäädäntöä tutkitaan voimassa olevan työturvallisuuslainsäädännön pohjalta.

Opinnäytetyö koostuu teoriaosuudesta, tutkimusosuudesta sekä liitteenä olevasta täydennettävästä mallipohjasta. Teoriaosuudessa, joka on työn ensimmäinen pääluku, käsitellään lainsäädäntöä työturvallisuuslaissa säädetyn siirto- ja nostotöihin liittyvän säädännön pohjalta. Tutkimusosuudessa käsitellään muun muassa RATU-kortiston sisältämien ohje- ja suunnittelukorttien pohjalta siirto- ja nostotöissä huomioitavia seikkoja.

Tutkimusosuuden ensimmäisessä kappaleessa, joka on työn kolmas pääluku, käsitellään työmaan aluesuunnittelua materiaalien liikkuvuuden kannalta sekä materiaalien jakaumaa ja lyhyesti materiaalien toimituksia työmaalle. Neljännessä luvussa käsitellään käsin tehtävää kantotyötä. Viidennessä luvussa käsitellään työmaan kalustoa tuomalla esille työmailla yleisimmin käytössä olevaa siirto- ja nostokalustoa sekä tuodaan esille alamiehen roolia nostotyössä. Työn lopussa on haastatteluosio. Haastatteluosio sisältää koottuna työnjohtajien sekä työturvallisuuspäällikön mieteitä käytännön toteutuksesta.

## 2 Siirto- ja nostotöissä huomioitavaa työturvallisuuslainsäädäntöä

Tässä luvussa esitellään työsuojelun merkitys työpaikalla ja keskitytään työturvallisuuslain olennaisimpiin määräyksiin ja säädöksiin, jotka liittyvät siirto- ja nostotyöhön työmaalla. Näihin töihin liittyvää työturvallisuuslaissa olevaa säädäntöä avataan tarkemmin käsittelemällä asetusta ”Valtioneuvoston asetusta rakennustyön turvallisuudesta”. Käsin tehtävissä siirto- ja nostotöissä huomioitavia tekijöitä käsitellään päätöksen ”Valtionneuvoston päätös käsin tehtävistä siirroista ja nostoista työssä” pohjalta.

### 2.1 Työsuojelu rakennusalalla

Työturvallisuuden näkökulmasta rakennusala on haasteellinen. Rakennustyö on liikkuvaa ja aktiivista työtä, mikä erottaa sen vahvasti muista aloista. Rakennustyömaiden jatkuvasti muuttuvan ympäristön takia rakennusalalla tapahtuu paljon työtapaturmia. [1].

Työsuojelulla pyritään ehkäisemään, vähentämään ja poistamaan työn aiheuttamia työtapaturmia ja terveydelle haitallista kuormitusta. Pakottavana tekijänä työsuojelun toteutumiseen työpaikalla on sitä varten säädetty työsuojelulainsäädäntö. Työsuojelulainsäädäntöä noudattamalla taataan yleisen edun toteutuminen kaikille työpaikan osapuolille, niin työnantajalle kuin työntekijälle. Jotta yleinen etu saavutetaan, vaatii se työnantajalta vähintään niitä toimia, mitä lakipykälissä määrätään.

Huono työturvallisuus ja työntekijöille työstä aiheutunut huono terveellisyys käy työnantajalle kalliiksi. Tutkimusten mukaan hyvistä työoloista huolehtiminen ja työturvallisuuteen panostaminen rahallisesti parantaa yrityksen tulosta. Työsuojelua valvoo, säätää ja johtaa sosiaali- ja terveysministeriö. [2].

## 2.2 Työturvallisuuslaki 738/2002

Työturvallisuustoiminnassa on tavoitteena ylläpitää ja edistää työntekijän terveyttä, turvallisuutta sekä työkykyä työssä. Työturvallisuustoimintaa ohjaa lainsäädäntö, joka tuo toiminnalle lakisääteiset minimivaatimukset. Työpaikan työturvallisuustoiminnan lähtökohtana toimii työturvallisuuslaki. [2.]

Työturvallisuuslaki on annettu 26.6.1958. Tällä hetkellä ajankohtaisena lainsäädäntönä työturvallisuudessa toimii 23.8.2002 säädetty ja 1.1.2003 voimaantullut työturvallisuuslaki 738/2002. [3.]

### 1§ Tarkoitus

Tämän lain tarkoituksena on parantaa työympäristöä ja työolosuhteita työntekijöiden työkyvyn turvaamiseksi ja ylläpitämiseksi sekä ennalta ehkäistä ja torjua työtapaturmia, ammattitauteja ja muita työstä ja työympäristöstä johtuvia työntekijöiden fyysisen ja henkisen terveyden, jäljempänä terveys, haittoja. [3, 1§].

### 2 luku, Työnantajan yleiset velvollisuudet. Pykälät 10§ ja 13§.

#### 10 § Työn vaarojen selvittäminen ja arviointi

Työnantajan on työn ja toiminnan luonne huomioon ottaen riittävän järjestelmällisesti selvitettävä ja tunnistettava työstä, työajoista, työtilasta, muusta työympäristöstä ja työolosuhteista aiheutuvat haitta ja vaaratekijät sekä, jos niitä ei voida poistaa, arvioitava niiden merkitys työntekijöiden turvallisuudelle ja terveydelle. Tällöin on huomioitava:

2) esiintyneet tapaturmat, ammattitaudit ja työperäiset sairaudet sekä vaaratilanteet;

4) työn kuormitustekijät; [3, 10§]

#### 13 § Työn suunnittelu

Työn suunnittelussa ja mitoituksessa on otettava huomioon työntekijöiden fyysiset ja henkiset edellytykset, jotta työn kuormitustekijöistä työntekijän turvallisuudelle tai terveydelle aiheutuvaa haittaa tai vaaraa voidaan välttää tai vähentää. [3, 13§].

5 luku, Työtä ja työolosuhteita koskevat tarkemmat säädökset. Pykälät 24§ ja 35§.

#### 24 § Työpisteen ergonomia, työasennot ja työliikkeet

Työpisteen rakenteet ja käytettävät työvälineet on valittava, mitoitettava ja sijoitettava työn luonne ja työntekijän edellytykset huomioon ottaen ergonomisesti asianmukaisella tavalla. Niiden tulee mahdollisuuksien mukaan olla siten säädettävissä ja järjestettävissä sekä käyttöominaisuuksiltaan sellaisia, että työ voidaan tehdä aiheuttamatta työntekijän terveydelle haitallista tai vaarallista kuormitusta. Lisäksi on otettava huomioon, että:

2) työtä kevennetään tarvittaessa apuvälinein;

3) terveydelle haitalliset käsin tehtävät nostot ja siirrot tehdään mahdollisimman turvallisiksi, milloin niitä ei voida välttää tai kevennättää apuvälinein; ja

4) toistorasituksen työntekijälle aiheuttama haitta vältetään tai, jollei se ole mahdollista, se on mahdollisimman vähäinen. [3, 24§.]

#### 35 § Työpaikan sisäinen liikenne ja tavaroiden siirtäminen

Työpaikan ajoneuvo- ja jalankulkuliikenne tulee järjestää turvallisiksi. Työnantajan on tarvittaessa laadittava työpaikan sisäisen liikenteen järjestämistä varten tarkoituksenmukaiset liikenneohjeet.

Tavaran nosto, kuljetus, käsittely ja varastointi sekä tavaran käsittely- ja kuormauspaikat on suunniteltava ja järjestettävä siten, että nosto- ja siirtolaitteista tai tavaran siirroista tai putoamisesta ei aiheudu haittaa tai vaaraa työntekijöiden turvallisuudelle tai terveydelle.

Valtioneuvoston asetuksella voidaan antaa tarkempia säännöksiä työpaikan liikenteestä sekä nosto- ja siirtotöiden turvallisuudesta sekä tavaran kuormaus- ja lastauspaikoista. [3, 35§.]

6 luku, Erityiset työn teettämisen tilanteet. Pykälä 51§

51 § Pääasiallista määräysvaltaa käyttävän työnantajan velvollisuudet yhteisellä työpaikalla

Yhteisellä työpaikalla tulee pääasiallista määräysvaltaa käyttävän työnantajan työn ja toiminnan luonne huomioon ottaen huolehtia:

2) työpaikan liikenteen ja liikkumisen järjestelyistä;

3) työpaikan yleisesti turvallisuuden ja terveellisyyden edellyttämästä järjestyksestä ja siisteydestä;

5) työolosuhteiden ja työympäristön yleisestä turvallisuudesta ja terveellisyydestä. [3, 51§.]

### 2.3 Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 205/2009

Tämän asetuksen on säätänyt sosiaali- ja terveysministeriö työturvallisuuslain 738/2002 nojalla. Asetus on säädetty 26.3.2009 ja asetusta sovelletaan koko rakennusallalla. [5.]

Asetusta sovelletaan hyvinkin laajasti kaikkiin rakennustyömaan toimintoihin. Asetuksen soveltamisalana on kaikki rakennustekninen ja suunnittelua koskeva toiminta rakennustyömaalla. [24, s.157.]

#### 1 § Soveltamisala

Tätä asetusta sovelletaan maan alla ja päällä sekä vedessä tapahtuvaan rakennuksen ja muun rakennelman uudis- ja korjausrakentamiseen ja kunnossapitoon sekä näihin liittyvään asennustyöhön, purkamiseen, maa- ja vesirakentamiseen sekä rakentamista koskevaan suunnitteluun. Lisäksi asetusta sovelletaan näitä töitä koskevan rakennushankkeen valmisteluun ja suunnitteluun. [5, 1§.]

Tässä opinnäytetyössä ei käsitellä asetusta kokonaisuudessaan sen laaja-alaisuuden takia, vaan perehdytään asetuksesta löytyvään suoraan siirto- ja nostotöihin liittyviin määräyksiin. Työmaalla tapahtuvasta siirto- ja nostotyöstä sekä siihen liittyvästä suunnittelusta ja työmaa-alueellisista seikoista säädetään asetuksen luvuista 2, 5, 6 ja 13.

Asetuksen 2. luvun pykälä 11§ käsittelee rakennushankkeen työmaa-alueen suunnittelua.

Asetuksen luku 5 käsittelee koneita, työvälineitä ja nostolaitteita. Luvussa käsitellään nostolaitteiden ja nostoapuvälineiden kuormitusta, vaikeita nostoja ja nostotyösuunnitelman laatimista sekä henkilönostoja ja torninosturia koskevia vaatimuksia. [24, s.155.] Tässä opinnäytetyössä käsitellään 5. luvun pykäläiä 19§, 20§ ja 21§.

Asetuksen luku 6 käsittää työmaan yleiset turvallisuusmääräykset. Materiaalin liikkumiseen työmaalla vaikuttaa varastointiin, liikennöintiin ja työmaan alue-suunnitelmaan sekä kulkuteihin liittyvät määräykset. [24, s.155.]

Asetuksen luku 13 käsittää työolosuhteiden järjestämisen. Luvussa käsitellään työntekijän fyysistä kuormitusta ja ergonomiaa, mikä on osa varsinkin ihmisvoimaisesti suoritettavaa taakan nostoa. [24, 156.]

### 2.3.1 Työturvallisuuden ja työterveyden huomioon ottaminen rakennushankkeessa, asetuksen luku 2

#### *11§ Rakennustyömaa-alueen käytön suunnittelu*

Päätoteuttajan on esitettävä rakennuttajalle tässä pykälässä tarkoitettut rakennustyömaa-alueen käytön suunnitelmat.

Päätoteuttajan on tehtävä kirjallinen rakennustyömaa-alueen käytön suunnitelma. Päätoteuttajan on riittävän järjestelmällisesti selvitettävä ja tunnistettava kyseessä olevan työmaa-alueen yleiseen järjestelyyn, toteutukseen ja käyttöön liittyvät vaara- ja haittatekijät. Tällöin on otettava huomioon myös rakennuttajan turvallisuusasiakirjan tiedot. Vaara- ja haittatekijät on poistettava asianmukaisesti sekä milloin niitä ei voida poistaa, arvioitava niiden merkitys työmaalla työskentelevien ja muille työn vaikutuspiirissä olevien turvallisuudelle ja terveydelle.

Rakennustyömaa-alueen käytön suunnittelussa on kiinnitettävä erityistä huomiota tapaturmavaaran ja terveyden haitan poistamisessa ja vähentämisessä ainakin seuraaviin seikkoihin:

- 1) toimisto-, henkilöstö- ja varastotilojen määrä ja sijainti;*
- 2) nostureiden, koneiden ja laitteiden sijoitus;*

3) kaivuu- ja täyttömassojen sijoitus;

4) rakennustarvikkeiden ja -aineiden sekä elementtien lastaus-, purkaus- ja varastointipaikkojen sijoitus;

5) elementtirakentamisessa nostureiden nostopaikkojen perustus ja maapohjan vahvistus, nostureiden nostosäteet ja -kapasiteetit, nosturinkuljettajien mahdollisimman esteetön näköyhteys elementtivarastoon ja asennuskohteeseen;

6) työmaaliikenne sekä sen ja yleisen liikenteen liittymiskohdat;

7) kulku-, nousu- ja kuljetustiet sekä niiden kunnossapito;

8) työmaan järjestys ja siisteys sekä pölyn torjuntaan ja hallintaan tarvittavien rakenteiden ja laitteiden sijoitus;

9) jätteiden sekä turvallisuudelle ja terveydelle vaaraa tai haittaa aiheuttavien materiaalien kerääminen, säilyttäminen, poistaminen ja hävittäminen;

10) palontorjunta;

11) varastointialueiden rajaaminen ja järjestäminen, erityisesti kun käsitellään turvallisuudelle ja terveydelle vaaraa tai haittaa aiheuttavia materiaaleja tai aineita.

Rakennustyömaa-alueen käytön suunnittelun keskeiset osat on esitettävä työmaasuunnitelmana kirjallisesti, tarvittaessa rakennus- ja työvaiheittain. Suunnitelmat on tarkistettava olosuhteiden muuttuessa, ja ne on muutenkin pidettävä ajan tasalla. [5, 11§.]

### 2.3.2 Koneet, työvälineet ja nostolaitteet, asetuksen luku 5

#### 19§ Turvallisuus ja sijoittaminen

Rakennustyössä käytettävien koneiden ja muiden teknisten laitteiden on oltava rakennustyömaalla käyttötarkoitukseen sopivia, riittävän lujarakenteisia rakennustyön olosuhteisiin ja siten suojattuja, etteivät ne aiheuta vaaraa käyttäjilleen eivätkä muille työmaalla olleille.

Ajoneuvo- tai kuormausnosturia käytettäessä on erityisesti varmistauduttava, että maapohjan kantavuus on riittävä nosturin sijoituspaikalla. Nostolaitteet on perustettava ja ankkuroitava tai tuettava siten, etteivät ne käytettäessä liiku niin, että siitä aiheutuu vaaraa. Maapohjan kantavuus nosturin alla on selvitettävä ja ryhdyttävä sellaisiin toimenpiteisiin, ettei nosturin vakavuus vaarannu.

Tie- ja katualueilla sekä muilla liikenteeseen käytetyillä paikoilla koneiden on erotuttava liikenteestä. Työkoneiden ja liikenteen välissä on oltava riittävät suojavyöhykkeet.

Jos on erityistä syytä varoa rakennustyössä käytettävää konetta tai laitetta, on se vaara-alueineen erotettava sopivalla aitauksella tai muulla tavoin muusta ympäristöstä. Jos näin ei voida tehdä, kone tai laite on varustettava sopivaan paikkaan asetetuilla näkyvillä, kestävillä ja asianmukaisilla varoitusmerkinnöillä. [5, 19§.]

Koska koneilla on tietty kyseistä konetta varten suunniteltu käyttöalue, on koneiden oltava rakenteeltaan ja käyttötarkoitukseltaan sellaisia, että ne kestävät työmaakäytössä aiheutuvan rasituksen ja että niitä on turvallista käyttää. [24, s.178.]

Maapohjan kantavuus on selvitettävä huomioimalla maakerrosten ja maalajien ominaisuudet. Maaperä tulee tiivistää kantavaksi niiltä alueita, joille raskas nostokalusto suunnitellaan toimimaan. Kantavuus on tarvittaessa selvitettävä asiantuntijalausunnolla. Varsinkin ajoneuvonostureille suunnitellut toiminta-alueet työmaalla on usein jouduttu perustamaan erikseen. Torninosturin pohja ja mahdollinen nosturirata on perustettava sellaiseksi, että rataa ei tule painumia aiheuttamaan nosturille vakauden vaarantumista ja lisärasitusta sen rakenteelle. [24, s.178.]

Varsinkin sellaisilla työmailla, missä osana työmaajärjestelyjä joudutaan koneilla liikkua myös tie- ja katualueilla, ovat työn tekijät alttiita koneiden ja muun liikenteen vaaroille. Tämä vaatii työmaalta liikenteen ohjausta ja työkohteiden erottamista muusta liikenteestä. Työmaalle voi olla perehdyttynä henkilö, jonka tehtävä on huolehtia työnaikaisesta liikennejärjestelystä ja valvoa liikennejärjestelyjen ajantasaisuutta. Työmaan ulkopuolisilla tie- ja katualueilla ainoastaan tienpi-

täjällä ja poliisilla on oikeus asettaa liikenteenohjaukseen tarkoitettuja ratkaisuja. Osana turvallista työmaaliikenteen suunnittelua on liikenteen ohjauksen menettelytavoista sovittava tie- tai katualueen pitäjän kanssa jo ennen kuin työmaa aloitetaan. [24, s.178.]

Taakkoja nostettaessa on taakkojen siirtoreiteillä oltava riittävästi turvaväliä taakkojen aiheuttaman vaaran vuoksi. Taakan noston aiheuttama vaara-alue täytyy merkittä esimerkiksi aitaamalla. Jos koneiden toiminta on vaarallista silloin kuin vaara-aluea ei voida eristää, on koneet varustettava kilvellä, joka varoittaa, ettei konetta saa lähestyä, kun se on liikkeessä tai toiminnassa. [24, s.178.]

#### *§20 Nostolaitteiden ja -apuvälineiden kuormitus*

Nostolaitteessa ja -apuvälineessä, kuten nostoraksissa, -palkissa, -saksissa tai vastaavissa, on oltava turvallisen käytön kannalta tarpeelliset merkinnät. Nostolaitetta tai -apuvälinettä, josta puuttuu suurinta sallittua kuormaa osoittava merkintä, ei saa käyttää.

Nostolaitetta ja -apuvälinettä ei saa ylikuormittaa. [5, 20§.]

Työmaalle valittavat nosturit ja muut nostolaitteet on valittava siten, että niiden nostokapasiteetti ei ole liian pieni, sillä muuten syntyy ylikuormausta. Nostolaitteen tai nostoapuvälineen valmistaja on määrittänyt laitteelle sallitun kuormauksen määrän, jota ei saa ylittää. [24, s.179.]

Nostureiden ja erilaisten nostolaitteiden ylikuormittuminen on suuri vaaratekijä. Ylikuormittuminen syntyy muun muassa, kun laitetta käytetään muilla tavoilla kuin mihin sen käyttö on suunniteltu. Ylikuormituksen ehkäisemiseksi nostoissa on työmaalle tarpeen valita sellainen nosturi, joka on suoristusarvoltaan tehokkaampi kuin suurimpien suunniteltujen taakkojen paino ja niille määritetty nostosäde. [24, s. 179.]

## 21§ Nostot

Vaikeita nostotöitä varten on tarvittaessa laadittava erillinen kirjallinen nostotyösuunnitelma.

Nostotyösuunnitelma on aina laadittava käytettäessä samanaikaisesti useampaa kuin yhtä nosturia taakan nostamiseen.

Jos nosturin tai muun nostolaitteen käyttäjä ei voi jatkuvasti valvoa taakan liikkumista, on käyttäjän apuna oltava merkinantaja.

Sääolosuhteiden vaikutus nostotyön turvallisuuteen on ennen nostotyön aloitusta erikseen selvitettävä.

Taakan teossa on noudatettava erityistä huolellisuutta taakan puutoamisen ja hajoamisen estämiseksi. [5, §21.]

Vaikeilla nostotöillä tarkoitetaan esimerkiksi tilannetta, jossa työmaalla on käytössä useampi kuin yksi nostolaite, joita käytetään saman aikaisesti nostamaan taakka. Varsinkin tällaisia nostotöitä varten tulee laatia nostotyösuunnitelma. Nostotyösuunnitelman tulee olla kirjallinen ja siinä on huomioitava kuormituksen jakautuminen oikealla tavalla nostureiden ja nostoapuvälineiden kesken. Suunnitelmassa on myös tarpeellista esitellä käytettävä nostokalusto, nostojen ajoittaminen sekä nostojen ohjaamisen kannalta tärkeät tiedot. Nostotyössä syntyvät vaarat on tunnistettava, ehkäistävä ja poistettava kokonaan nostotyön eri vaiheissa. [24, s.180.]

Nostotyön suoritus vaatii jatkuvaa yhteistyötä nostoa suorittavien osapuolten väliltä varsinkin tilanteissa, joissa nostolaitetta ei olla voitu sijoittaa siten, että nosturin kuljettajalla on koko ajan näköyhteys taakkaan. Nostotyön osapuolilla tarkoitetaan nostolaitteen kuljettajaa ja merkinantajaa eli niin sanottua alamiestä. Alamiehen ja nostolaitteen kuljettajan välillä on oltava jatkuvasti näkö- ja kuuloyhteys, joista kuuloyhteys mahdollistetaan esimerkiksi radiopuhelimella. Alamiehenä toimiva merkinantaja täytyy nimetä erikseen kyseiseen nostotyöhön ja hänellä täytyy olla pätevyys osata tarvittavat merkinannot. [24, s.180.]

Nostotöissä täytyy noudattaa erityisen paljon varovaisuutta ja huolellisuutta. Tämä on tärkeää varsinkin sääolosuhteiden kannalta. Sää on huomioitava nostotyötä toimeenpantaessa erityisesti tuulen osalta. Tuulella on suuri vaikutus nosturin toimintaan varsinkin nostaessa suurikokoisia taakkoja, joilla on paljon tuulipintaa. Tällaisia taakkoja ovat varsinkin seinäelementit. [24, s.180.]

Nostopaikan turvallisuus ja taakan paino on varmistettava ennen nostotyön aloitusta. Taakan paino on ilmoitettu nostettavan taakan tiedoissa. Taakan putoaminen tai hajoaminen johtuu usein nostoapuvälineen kiinnitys- tai asennusvirheestä. Taakka on kiinnitettävä ja tuettava tasaisesti nostoapuvälineeseen. [24, s.180.]

### 2.3.3 Työmaan yleiset turvallisuusmääräykset, asetuksen luku 6

#### *25§ Työmaan sisäisen liikenteen järjestäminen sekä purkaus, lastaus ja varastointipaikat*

Liikennejärjestelyjä, kuten ajoteitä, kulkuteitä ja muita liikennepaikoja rakennustyömaalla toteutettaessa, on otettava huomioon 11 §:ssä tarkoitettu työmaasuunnitelma.

Ajotiet sekä purkaus-, lastaus- ja varastointipaikat on tehtävä kestävästi liikenteestä ja nostureista aiheutuvat kuormitukset. Ajotiet on järjestettävä siten, että ne eivät tarpeettomasti risteä työmaan muiden kulkuteiden kanssa. Liikenerajoitukset on osoitettava liikenne-merkeillä.

Rakennustarvikkeiden purkaus-, lastaus- ja varastointipaikat on sijoitettava siten, että elementtejä, muotteja ja rakennustarvikkeita ei nosteta työntekijöiden ylitse.

Ajoneuvoliikennettä varten tarkoitettujen ajoteiden välittömään läheisyyteen on järjestettävä erilliset kulkutiet jalankulkijoita varten.

Työskenneltäessä yleisessä liikenteessä, on huolehdittava työkohteen havaittavuudesta liikenteen ohjauksella, liikennemerkeillä, turvalaitteilla ja valaistuksella. [5, 25§.]

Työmaa-alueen käyttö on suunniteltava rakennusvaiheittain asetuksen 11§ säädettyjen työmaasuunnitelmaan kuuluvat osa-alueet huomioiden. Työmaalla tapahtuva materiaalien siirtoon liittyvä toiminta eli materiaalikuljetukset ovat alttiita erilaisille vaaratilanteille. Myös rakennustyön muulla suunnittelulla on vaikutus materiaalikuljetusten suunnitteluun. Työmaa-alueen käytön suunnittelulla pyritään ennaltaehkäisemään materiaalikuljetuksiin liittyviä vaaratekijöitä ja edistämään työturvallisuutta. Muun muassa työmaan ajotiet ja kulkureitteihin liittyvä aluesuunnittelu on perusta materiaalikuljetusten järjestämistavalle.

Työmaa-alueen ajoteiden, varastointipaikkojen ja muun liikenteen suunnittelussa ja toteutuksessa on otettava huomioon työmaalle käyttöön valittu kalusto ja näiden koneiden aiheuttama rasitus niiden käyttämien alueiden maaperän kantavuuteen. Työmaan liikennejärjestelyissä on huomioitava myös muu liikenne ja nopeusrajoitukset siten, että työmaan ajotiet aiheuttavat mahdollisimman vähän risteämistä ja täten törmäysvaaraa työmaalla liikennöitsijöiden välillä.

Varastopaikkojen sijoittelu on tehtävä työmaalle siten, että materiaaleja ei tarvitse nostaa kulkureittien päällä. Materiaalien nosto nosturilla kulkureittien ja ajoteiden yli aiheuttaa riskin tavaran putoamiselle työntekijöiden päälle. Varastointi- sekä purkaus- ja lastauspaikat on suunniteltava rakennusvaiheittain ja silloinkin on huomioitava edellä mainitut seikat.

Jalankulkua varten on työmaalle toteutettava jalankulkijoille omat reitit. Kun reitit suunnitellaan kulkemaan ajoneuvoliikenteen läheisyydessä, on ne erotettava toisistaan. Tavaraliikenteelle ja jalankululle suunnitellut reitit täytyy järjestää käyttäjämäärän mukaan, eli näitä reittejä suunnitellessa on huomioitava työmaan työntekijöiden määrä. Kulkureittien täytyy olla tarpeeksi tilavia varsinkin silloin, kun niitä käytetään tavaraliikenteen ja materiaalikuljetusten toteutukseen jalankulun ja ajoneuvoliikenteen yhteydessä. [24, s.182.]

### *29§ Suojaus putoavilta esineiltä, 1 momentti*

Jos työskentelypaikoille tai kulkuteille voi pudota rakennustarvikkeita tai -jätteitä, on suojaksi järjestettävä tarkoituksenmukaisia kaiteita, aitauksia, suojakatoksia tai muita turvallisuuslaitteita [5, 29§].

Putoavat esineet aiheuttavan vaaran, kun kulkureitit kulkevat työskentelyalueiden alla. Vastakkaisesti myös materiaalin ja tavaran kuljetus aiheuttaa putoamisvaaran, kun tavaraa kuljetetaan työskentelyalueiden yläpuolella. Tavaran ja esineiden putoamiselta voidaan työmaalla suojautua järjestämällä kulkureiteille esimerkiksi umpinaisia suojakaiteita kulkureittien reunoille ja katoksia kulkureittien päällä. Aitaamalla voidaan estää työntekijöiden pääsy kokonaan sellaisille vaara-alueille, joissa esineiden putoamiselta ei pystytä suojautua. [24, s.185.]

### 2.3.4 Työolosuhteiden järjestäminen, asetuksen luku 13

#### *69 § Fyysinen kuormitus ja ergonomia*

Työt tulee suunnitella siten, että käsin tehtävien nostojen ja siirtojen vaarat tunnistetaan ja poistetaan. Materiaalien siirtovälineiden käyttö on suunniteltava 10 ja 11 §:ssä tarkoitetuissa suunnitelmissa.

Työmenetelmät, rakennusmateriaalit ja työvälineet tulee valita siten, että nostojen ja huonojen työasentojen aiheuttamia vaaroja ja haittoja ehkäistään. Raskaat vaakasiirrot tulee tehdä sopivan kuljetusvälineen avulla. Työpisteet tulee pitää hyvässä järjestyksessä, jotta kuljetusvälineitä voidaan käyttää. Pystysirroissa tulee käyttää nostojen ja siirtojen keventämiseen siirtolaitteita ja -apuvälineitä. Työntekijän käyttöön on annettava mekaanisia laitteita, jotta työntekijän ei käsin tarvitse kannatella korkealle asennettavia materiaaleja.

Työvälinettä käytettäessä on otettava huomioon sitä käyttävän työntekijän työolosuhteet ja työasento sekä ergonomisten toimenpiteiden toteutus. Työnantajan on valittava työntekijän käyttöön rakennustyön työolosuhteisiin turvalliset sekä ergonomisesti tarkoituksenmukaiset työvälineet.

Tarvittaessa työnantajan tulee käyttää ergonomisten riskien ja kuormituksen arviointiin ja vähentämiseen työterveyshuollon asiantuntijoita siten kuin siitä erikseen säädetään.

Jo rakennushankkeen suunnittelussa tulee huomioida ja tiedostaa työntekijöihin kohdistuva fyysinen kuormitus työssä ja ergonomia. Työmaasuunnittelussa täytyy huomioida ja ottaa tässä vaiheessa jo esille työmaalle sopiva siirtovälineistö kuormituksen vähentämiseksi.

Varsinkinkin raskaita vaakasiirtoja varten tulee työmaalle ottaa käyttöön kuljetusvälineitä, kuten siirtovaunuja ja muita apuvälineitä. Pystysiiroja varten tulee työmaalla olla käytössä nostolaitteita esimerkiksi tavarahissit.

Siirtovälineistön täytyy olla työhön sopivaa ja laitteiden tulee sellaisia, että niillä parannetaan ergonomiaa sekä kevennetään siirtotyötä. Työterveyshuollon asiantuntijoilta täytyy tarpeen mukaan pyytää opastusta välineiden käyttöön ja työn fyysisen kuormituksen minimoimiseen.

Ihmisvoimaisesti suoritettavassa siirto- ja nostotyössä huomioitavista riskeistä ja vaaratekijöistä on annettu päätös valtioneuvoston päätöksessä käsin tehtävistä nostoista ja siirroista työssä. [24, s. 209-210.]

#### 2.4 Valtioneuvoston päätös käsin tehtävistä nostoista ja siirroista työssä 1409/1993

Päätös koskee ihmisvoimin käsillä tehtävää siirto- ja nostotyötä. Päätös annettu 22.12.1993 ja se on annettu työturvallisuuslain 299/58 nojalla. Päätöksessä on kaksi liitettä, jotka toimivat viitetietoina päätökselle. [4.]

##### *1§ Soveltamisala*

Tätä päätöstä sovelletaan nostoihin ja siirtoihin sekä muuhun taa-kan käsittelyyn, jotka tehdään käsin ja joista työn luonteesta tai epäsuotuisista ergonomisista olosuhteista johtuen aiheutuu erityisesti työntekijän selän vahingoittumisen vaara. [4, 1§.]

## *2§ Yleiset velvollisuudet; 1 ja 2 momentit*

Työnantajan on ryhdyttävä asianmukaisiin järjestelyihin tai annettava työntekijän käyttöön asianmukaisia välineitä, erityisesti mekaanisia laitteita, jotta työntekijän ei käsin tarvitse käsitellä taakkoja.

Milloin käsin tehtävää nostoa tai siirtoa ei voida välttää, työnantajan on vaaran vähentämiseksi, liite 1 huomioon ottaen, ryhdyttävä asianmukaisiin toimenpiteisiin tai annettava työntekijän käyttöön asianmukaisia noston ja siirron apuvälineitä. [4, 2§.]

## *3§ Opetus ja ohjeet; 1 ja 2 momentit*

Työnantajan on, liitteet 1 ja 2 huomioon ottaen, varmistauduttava siitä, että työntekijät saavat riittävästi opetusta ja tarvittavat ohjeet taakkojen oikeasta käsittelystä sekä vaaroista, joille he saattavat olla alttiina, jos nostoja ja siirtoja ei suoriteta oikein.

Työntekijöille on annettava, jos mahdollista, tieto taakan painosta ja epäkeskisesti pakatun taakan painopisteen sijainnista. [4, 3§.]

### 2.4.1 Päätöksen viitetiedot

Päätöksen ensimmäinen liite, Viitetiedot -liite, listaa asioita, jotka on huomioitava päätöksen pykälän 2§ momenteissa 1 ja 2 sekä pykälän 3§ momentissa 2. Päätöksen soveltamisessa siirto- ja nostotyössä on huomioitava taakan erityispiirteet, tarvittava fyysinen ponnistus, työympäristön erityispiirteet sekä toiminnan asettamat vaatimukset. [4.]

#### *Taakan erityispiirteet*

Koska työntekijälle syntyvän fyysisen vamman, esimerkiksi selän vahingoittumisen riski on suuri käsin tehdyssä siirto- ja nostotyössä, on päätöksen mukaan huomioitava:

- Kannettavan kuorman paino, muoto ja koostumus
- Kuorman sijainti, jos kuorman käsittelyyn liittyy sen käsittely etäältä sekä työntekijä joutuu kiertämään tai taivuttamaan vartaloaan

- Kuorman koostumus, jos kuorma on muodoltaan sellainen, että se todennäköisesti törmäyksen yhteydessä aiheuttaa kantajalleen vamman.

#### *Tarvittava fyysinen ponnistus*

Fyysisessä ponnistuksessa on vaarana varsinkin selän vahingoittuminen. Päätöksen mukaan on huomioitava fyysisestä ponnistuksesta aiheutuva vamman riski, joka syntyy kun:

- Kuorman on liian rasittava
- Siirto- tai nostotyö pystytään tehdä vain vartaloa kiertämällä tai epävakaa asennossa
- Kantotyö saa taakan todennäköisesti yhtäkkiä liikkumaan

#### *Työympäristön erityispiirteet*

Työympäristön erityispiirteet voivat lisätä varsinkin selän vahingoittumisen vaaraa työntekijälle. Päätöksen mukaan riski työntekijän vahingoittumiselle syntyy kun:

- Työskentelytila on ahdas ja erityisesti tilaa ei ole riittävästi pystysuunnassa.
- Työalueen lattia on epätasainen ja epävakaata, mikä aiheuttaa kompastumisen tai liukastumisen
- Nostoa ei pystytä suorittaa työympäristön vuoksi hyvässä asennossa ja oikealla nostokorkeudella
- Työskentelypinnoissa on korkeuseroja, jonka takia taakan käsittelyä joudutaan tehdä erikorkuisilla tasoilla
- Ilmastolliset seikat, joita on lämpötilan, kosteuden ja ilmanvaihdon sopimattomuus

#### *Toiminnan asettamat vaatimukset*

Toiminnan asettamien vaatimusten pohjalta päätöksen mukaan selänvahingoittumisen vaara syntyy varsinkin, kun siihen liittyy:

- Liian usein tai kauan kestävä fyysinen kuormitus selälle

- Levon ja toipumisajan riittämättömyys
- Liian pitkät siirto- ja nostoetäisyydet
- Prosessin määräämä työtahti, mihin työntekijä ei voi itse vaikuttaa

#### *Yksilölliset vaaratekijät*

Päätöksen toisessa liitteessä, joka tukee 3§ 2 momenttia, listataan yksilöllisiä vaaratekijöitä. Tekijöitä, jotka aiheuttavat työntekijälle vaaraa ovat työntekijän fyysinen sopimattomuus tiettyyn kantotehtävään, puutteelliset tai sopimattomat henkilökohtaiset varusteet sekä tietämättömyys eli opastuksen ja perehdytyksen puute. [4.]

### **3 Työmaan aluesuunnittelu ja materiaalijakauma**

Tässä luvussa keskitytään työmaan sisäiseen logistiikkaan aluesuunnittelun ja materiaalien hankinnan näkökulmasta. Luvun ensimmäisessä alaluvussa tuodaan esille aluesuunnitelman tärkeimmät osat työmaan materiaalivirtojen kannalta. Toisessa alaluvussa keskitytään karkeasti hankintaan sekä keskitytään yleisesti tuotetyyppiryhmiin ja toimitustapoihin.

#### **3.1 Aluesuunnittelu sisäisessä logistiikassa**

Aluesuunnittelu on tuotantosuunnittelun tehtävä, jossa työmaatoiminnot ja -järjestelyt suunnitellaan sujuviksi kaikkiin rakentamisen eri vaiheisiin. Aluesuunnittelussa työmaalle tehdään aluesuunnitelma. Aluesuunnitelmassa suunnitellaan työmaa-alueen käyttö koko rakennustyön toteutuksen ajaksi. Aluesuunnitelma ja työmaa-alueen käyttö suunnitellaan hankkeen tuotantotapojen ja -menetelmien, hankkeen laajuuden ja rakennusalueen ominaisuuksien sekä ympäristön perusteella. Aluesuunnitelma toimii työmaalla tiedonvälitysvälineenä hankkeen kaikille osapuolille. Aluesuunnitelmaa päivitetään ja pidetään ajan tasalla sitä mukaa, kun työmaalla yleisesti tapahtuu muutoksia taikka työmaan järjestelyt muuttuvat. Aluesuunnitelma tulee olla esillä ja kaikkien osapuolien nähtävissä työmaalla. [6, s.1.]

Aluesuunnitelma on tehtävä huolellisesti työmaan materiaalivirtojen ja logistiikan kannalla. Työmaan sisäisen logistiikan ja materiaalivirtojen osalta aluesuunnittelussa määritetään työmaan liikenneväylät ja kulkutiet, työmaan siirto- ja nosto järjestelyt sekä purku-, lastaus- ja varastointialueet. Myös työmaan jätehuoltojärjestelyt suunnitellaan ja esitetään aluesuunnitelmaan. Nämä asiat aluesuunnittelussa vaikuttavat suoraan työmaan siirtojen ja nostojen suunnitteluun ja toimeenpanoon. [6, s.5 ja 6.]

### 3.1.1 Kulkureitit

Työmaalle on rakennettava sisäiset jalankulku- sekä ajoneuvotiet, jotka mahdollistavat työmaalle varastointialueiden ja rakennettavan kohteen välisen liikkumisen. Koska työmaan kulkureitit palvelevat suureksiosaksi työmaan sisäistä logistiikkaa, materiaalien kantoa ja jätehuoltoa, on kulkuväylät rakennettava turvallisiin paikkoihin ja merkittävä selkeästi. Ajoneuvoilla ja raskaalla kalustolla tehtävien materiaalin purkujen ja siirtojen takia työmaan liikenneväylät on tehtävä tarpeeksi kantaviksi ja tilaviksi. [6.]

### 3.1.2 Nostopaikat ja pystysiirtojen järjestelyt

Työmaalla tarvitaan varsinkin runkovaiheessa raskasta nostokalustoa. Nostokaluston valinta määräytyy rakennustavan ja nosturin tarpeen mukaan, mutta esimerkiksi torninosturin sijainti on suunniteltava työmaalle hyvinkin keskelle palvelemaan mahdollisimman laajaa aluetta, huomioiden kuitenkin sen kapasiteetti ja ulottuvuudet. Esimerkiksi torninosturi palvelee työmaalla sen päätyötehtävän, eli runkovaiheen ohella myös materiaalin nostoissa kerroksiin rungon tahdissa sekä yleisesti materiaalin siirroissa nostamalla tavaraa varastointialueilta haluttuihin paikkoihin. Päänostokalustona voidaan käyttää myös ajoneuvonostureita, joiden etu on niiden liikuteltavuus työmaalla. Ajoneuvonosturille on suunniteltava ja tehtävä tarpeeksi kantavat nostoalueet sekä huomioitava ajoneuvonosturin kantokyky ja ulottuma.

Työmaalle voidaan asentaa myös työnaikaisia henkilö- ja tavarahissejä. Henkilö- ja tavarahissit palvelevat varsinkin pienkaluston ja -materiaalin kuljetuksessa sekä haalaustöissä kerroksiin. Hissien sijoittelussa tulee huomioida niiden liittyminen työmaan kulkuteihin, jotta hisseille pääsy materiaalin kanssa on turvallista ja käytännöllistä. [6, s.6.]

### 3.1.3 Purku-, lastaus- ja varastointialueet

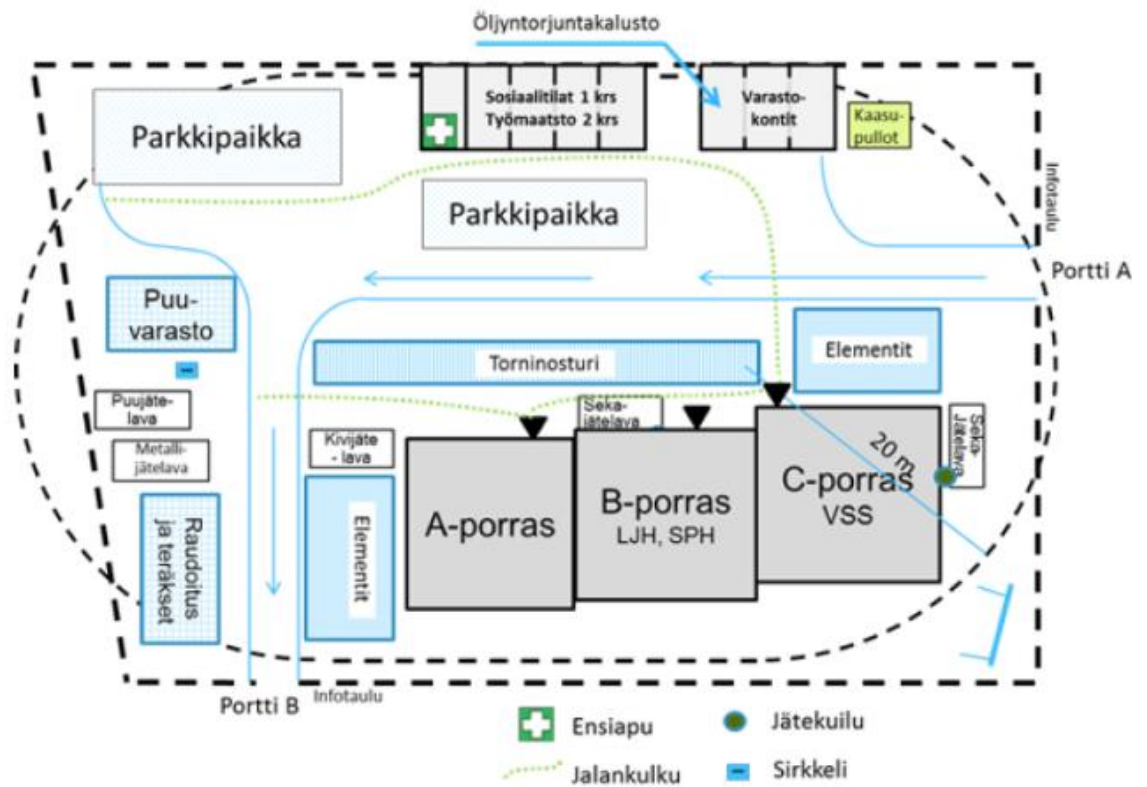
Materiaalin ja rakennustarvikkeiden vastaanottamista ja purkamista sekä lastausta varten työmaalle on suunniteltava riittävästi ja keskeisille alueille purkupaikkoja. Työmaan nosturikaluston on pystyttävä palvelemaan purkupaikkoja, jotta tavara saadaan nostettua ja jaettua työmaan sisäisesti suoraan työkohteisiin ja varastoalueille. Purkupaikat sijoitetaan varastointialueiden läheisyyteen tai viereen, jotta materiaalin varastointi ja varastosta poistaminen olisi vaivatonta.

Varastointialueiden ja työmaan sisäisen kuljetustieverkoston yhdistämisen suunnittelussa ja toteutuksessa on huomioitava materiaalin vastaanottoaikkojen lisäksi myös nostokaluston sijainti, kapasiteetti ja ulottuma sekä työmaan nousutiet. Varastointialueiden koko ja määrä on suunniteltava huomioiden ja kartoittamalla varastoinnin ja työmaasäilytyksen tarve. Työmaan ympäristölliset tekijät, esimerkiksi tontin koko ja muodot määrittävät myös varastointialueiden sijoittelua. [6, s.7.]

### 3.1.4 Jätehuollon toteutus

Rakennustyömaalle saapuvan materiaalin lisäksi työmaalla syntyy jatkuvasti jätettä ja roskaa, jota joudutaan siirtämään ja kuljettamaan työmaan sisäisesti. Osana tuotantosuunnittelua työmaalle järjestetään jätehuolto, joka yleensä on pääurakoitsijan vastuulla, ellei sopimusteknisesti jätehuollolle ole määritetty esimerkiksi työmaapalveluista vastaavaa urakoitsijaa. Jätehuollon toteutumiseksi työmaalla on kierrätyspisteet eri jätetyypeille. [7, s.4.]

Työmaalle järjestetään eri jätelajeille omat jäte- ja roskalavat. Työmaan alue-suunnitelmassa esitetään jätteen keräys- ja lajittelualueet, jonne jätelavat sijoitetaan. Jätteiden kuljetusreitit on suunniteltava rakennusvaiheittain ja suunnittelussa on huomioitava, ettei jätettä jouduta kuljettamaan valmiiden osakohteiden läpi rakennustyön edetessä. Jätteen siirtoreitit on suunniteltava myös siten, että jätteen kerääminen ja siirtäminen jätelavoille ei häiritse eikä aiheuta vaaraa rakennustyön keskellä. [6, s.6.]



Kuva 1: Esimerkki työmaan runkotyövaiheen aluesuunnitelmasta. Aluesuunnitelma määrittää selkeästi kulkureitit ja varastointialueet. Tällä työmaalla ollut käytössä torninosturirata. Nosturin ulottuvuuden säde merkitään aluesuunnitelmaan. [18].

### 3.2 Hankita yleisesti sekä materiaali-jakauma ja toimitukset

Työmaan sisäiseen tavarankuljetukseen vaikuttaa materiaalitilauksien ja tavarankuljetuksen suunnittelu heti hankkeen alussa sellaisella tarkkuudella, että sen pohjalta pystytään samanaikaisesti suunnitella käytettävät henkilöstöresurssit työmaakuljetuksiin sekä siirto- ja nostokalusto. Jotta siirtotyössä saadaan säästettyä aikaa ja rahaa, tulee materiaalihankinnat suunnitella ja sopia yhteisesti kokonaisuuksiksi.

Materiaalien tilaus ja purku tulee suunnitella työmaalla siten, että materiaalit saadaan mahdollisimman vähillä siirtokertoilla siirrettyä haluttuun sijaintiinsa niiden asennusjärjestys huomioiden. Siirtokertojen minimoimisen lisäksi on siirtomenetelmät suunniteltava ja valittava mahdollisimman yksinkertaisiksi, jotta välletään muun muassa tavarankuljetuksen vaurioitumisen ja työvoimakulujen aiheuttamaa kustannusten nousua. [19, s.12.]

Materiaalien saapuminen työmaalle oikeaan aikaan määrittyy toimitusten ohjauksella. Hyvällä toimitusten ohjauksella työmaan materiaalihukka ja materiaalikustannukset pienenevät sekä aikataulunpito parantuu. Hankkeelle on luotu toimitusketju, joka muodostuu hankinta- ja toimitusvaiheesta. Hankintavaiheessa tehdään materiaalitilauksiin liittyvät sopimukset ja tilaukset. Toimitusvaiheessa työmaan ja materiaalitilauksien välille tehdyt sopimukset ja tilaukset ovat valmiina ja toimitukset on aloitettu. Toimitusvaihe alkaa siitä, kun materiaalitilauksittaja valmistaa tai valmisteleo tuotteen ja päättyy siihen, kun tuote on otettu käyttöön tai asennetaan työmaalla. Materiaalien hankintatapaan vaikuttaa yrityksen hankintapolitiikka, tilaajan vaatimukset ja rakennettavan kohteen tyyppi. Laajimmat materiaalihankinnat työmaalle tekee pääurakoitsija. Hankinnoja voidaan sisällyttää aliurakoihin ja varsinkin tuotesakauppoihin. Tuotesakaupat sisältävät materiaalin valmistuksen ja suunnittelun lisäksi sen toimituksen ja asennuksen. [9, s.1.]

Toimitusten varmistus on pääurakoitsijan työmaaorganisaation tehtävä. Työnjohto on yhteydessä toimittajiin ja järjestee materiaalien saapumisen työmaalle oikeaan aikaan. Koska työnjohdon tehtävä on myös organisoida työmaalle saapuneen materiaalin siirto työkohteille ja osa-alueilleen, on työmaan eri materiaalityyppien ja toimitustapojen tunnistaminen tärkeää siirtotyön suunnittelussa työmaalla. [9.]

### 3.2.1 Materiaali- ja tuotetyypit

Työmaalle tuleva materiaali voidaan jakaa kolmeen päätuotetyyppiryhmään. Nämä ryhmät ovat projektikohtaiset tuotteet, vakiotuotteet ja pientarvikkeet. [9, s.4.]

#### *Projektikohtaiset tuotteet*

Projektikohtaisilla tuotteilla tarkoitetaan rakennusosia ja -tuotteita, jotka on valmistettu yksilöllisesti kohdetta varten. Projektikohtaisia tuotteita on muun muassa elementit ja julkisivumateriaalit, ikkunat ja erikoisovet sekä kalusteet. Projektikohtaisten tuotteiden logistiikka vaatii yhteistyötä suunnittelijoiden, toimittajien ja työmaan urakoitsijoiden välillä. [9, s.3.]

#### *Vakiotuotteet*

Vakiotuotteet ovat materiaaleja, joilla ei ole hankekohtaisesti erityispiirteitä. Vakiotuotteet ovat niin sanotusti ”rautakauppatavaraa”, eli niitä tilataan suoraan työmaalle rautakaupasta, tehtailta, maahantuojilta ja tukkuliikkeistä. Työmaiden vakiotuotteita ovat esimerkiksi puutavara, levytuotteet sekä lattia- ja seinäpintojen päällysteet. Betonimassat, kuivabetonit ja laastit ovat vakiotuotteita, joita tuodaan suoraan tilauksesta työmaalle. [9, s.3.]

## Pientarvikkeet

Pientarvikkeilla tarkoitetaan rakennustyön apuvälineitä, jotka ovat kohteesta riippumattomia tarvikkeita ja kooltaan ja hankinnaltaan pieniä. Pientarvikkeita tilataan työmaalle aina tarpeen mukaan. Tyypillisesti pientarvikkeet ovat työkaluja, työkalujen osia esimerkiksi poranterät ja katkaisulaikat, apuvälineitä ja yleisimpiä kiinnikeitä eli esimerkiksi ruuveja, muttereita, ankkureita ja niin edelleen. Pientarvikkeita työmaalle toimittaa tilauksesta rautakaupat ja työkaluvalmistajat. [9, s.3.]

Taulukko 1. Erilaisten materiaalien jakauma kerrostalotyömaan päävaiheissa

PERUSTUSVAIHE	RUNKOTYÖ	SISÄTYÖ
<ul style="list-style-type: none"> <li>- elementit; perustukset, anturat, laatat</li> <li>- eristeet</li> <li>- putket</li> <li>- muottitavara</li> <li>- puutavara</li> <li>- raudoitteet</li> <li>- betonimassat</li> <li>- työkalut, koneet, laitteet</li> <li>- täyttömassat</li> <li>- rakennusjäte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- elementit: pilarit, palkit, laatat, seinät</li> <li>- ovet ja ikkunat</li> <li>- julkisivu materiaalit esim. tiilet</li> <li>- muottitavara</li> <li>- raudoitteet</li> <li>- betonimassat</li> <li>- eristeet</li> <li>- puutavara</li> <li>- rakennuslevyt</li> <li>- laastit</li> <li>- LVIS tarvikkeet</li> <li>- työkalut, koneet, laitteet</li> <li>- kiinnikkeet; ruuvit, mutterit tms.</li> <li>- rakennusjäte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- sähkötarvikkeet ja -kalusteet</li> <li>- LVI-tarvikkeet ja -kalusteet</li> <li>- IV-tarvikkeet ja -laitteet</li> <li>- kiintokalusteet ja varusteet</li> <li>- tekniset laitteet</li> <li>- erikoisovet</li> <li>- seinä- ja lattia-päällysteet</li> <li>- rakennuslevyt; kipsilevyt, lastulevyt tms.</li> <li>- puutavara</li> <li>- tiilet, kevyiden väliseinien elementit</li> <li>- laastit</li> <li>- eristeet</li> <li>- työkalut, koneet, laitteet</li> <li>- kiinnikkeet; ruuvit, mutterit tms.</li> <li>- rakennusjäte</li> </ul>

### 3.2.2 Toimitustavat ja toimituskanavat

Materiaalin saapumiselle työmaalle on erilaisia tapoja. Näitä tapoja on suoratoimitukset, täsmätoimitukset sekä nouto suoraan työmaalle. [9, s.4.]

#### *Suoratoimitus*

Suoratoimituksessa, joka on toimitustavoista perinteisin, tavara kuljetetaan työmaalle tilauksesta. Suoratoimituksissa ei ole yleensä tiedossa tarkkaa toimituskohdetta työmaalla eikä tarkkaa toimitusaikaa. Suoratoimituksessa kuljetuksen suorittaa ja järjestää sopimuksessa määritelty osapuoli eli työmaa tai tavarantoimittaja. Suoratoimituksella tuotteita toimitetaan rautakaupoista, tukkuliikkeistä sekä myös tehtailta. Vakiotuotteet sekä pientarvikkeet ovat usein suoratoimituksella saapuvaa tavaraa. [9, s.4.]

#### *Täsmätoimitus*

Täsmätoimituksessa materiaalit ja tuotteet on sovittu toimitettavaksi tiettyyn aikaikkunaan ja paikkaan. Täsmätoimitukset tulevat usein suoraan tehtaalta tai sovitusti varastosta tai terminaalista. Toimittaja pakkaa, merkitsee ja toimittaa tuotteen tilaajan eli työmaan ohjeistuksen mukaan esimerkiksi lohkon, kerroksen tai tilan tarkkuudella. Täsmätoimitusten onnistuminen, esimerkiksi kerrostarkkuudella runkotyön aikana, vaatii työmaalta tarkkaa aikataulusuunnittelua sekä työmaan ja tavarantoimittajan välistä toimivaa viestintää. Täsmätoimitustuotteita on varsinkin projektikohtaiset tuotteet, sillä niiden toimitusajat ovat usein pitkiä. [9, s.4.]

#### *Noudot*

Työmaan itse noutamana tuotteen saapuminen työmaalle on harvinaista ja tätä hyödynnetäänkin vain hyvin harvoin tarvittavien, pienten sekä hyvin erikoilaatui-

sen tuotteen hankinnassa. Yleensä työmaalla on pientarvikkeita varten oma varasto, johon tuotteet tilataan suoratoimituksena tai sitä sopimuksen mukaan ylläpitää esimerkiksi rautakauppa. [9, s.4.]

## **4 Käsin tehtävä kanto- ja siirtotyö**

Rakennustyömaalla käsin tehtävä kanto-, siirto- ja nostotyö on luonteeltaan toistonomaista työskentelyä, jota joudutaan tekemään hyvinkin vaihtuvassa työympäristössä. Vaikka työmaalla on käytössä hyvät siirtoapuvälineet ja -kalusto, joudutaan materiaalien siirroissa tekemään käsin lastausta ja valmistelemaa työtä. Lastaus tapahtuu käsivoimaisesti nostoina ja kantoina siirtolaitteen kyytiin ja kuorma joudutaan taas käsivoimin purkaa työkohteessa. [26, s.9.]

### **4.1 Kuormitus kantotyössä**

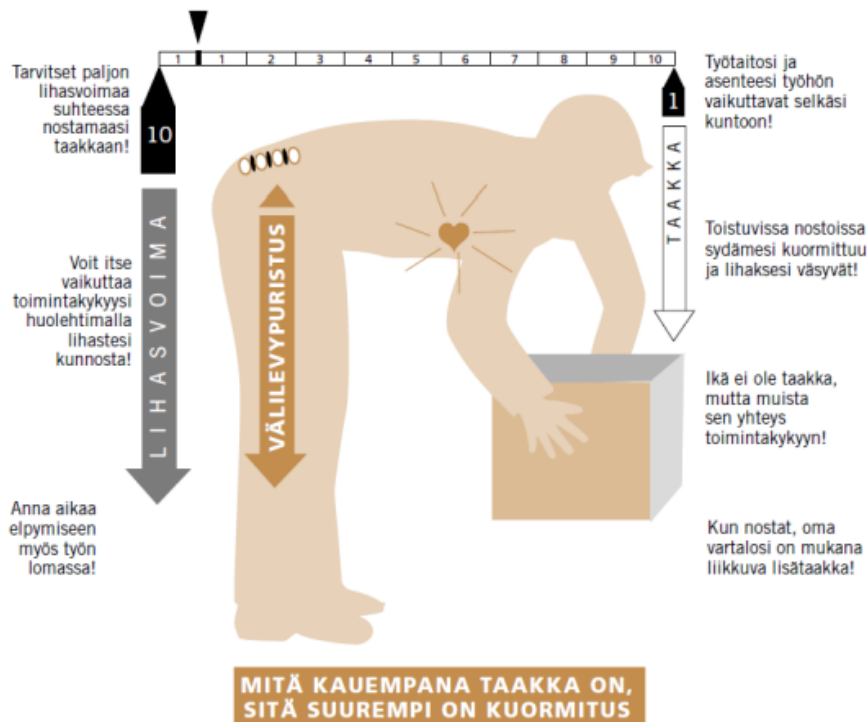
Raskas käsin tehtävä siirtotyö aiheuttaa fyysistä kuormitusta. Raskas fyysinen työ on myös usein osasyynä työntekijöiden ennen aikaiseen eläköitymiseen. Lainsäädäntö ei määrittele rajaa käsin nostettavan taakan kilopainolle, minkä takia taakankäsittelyn aiheuttamia haittoja ja vaaratekijöitä on arvioitava kokonaisuutena, sillä taakan paino on vain osatekijä käsin suoritettavassa siirtotyössä. [10.]

Koska käsin tehtävistä nostoista ja siirroista syntyy suuri riski työntekijän terveydelle ja työkyvylle, työvaiheisiin liittyvät nostot ja siirrot tulee suunnitella siten, että niitä ei tarvitse tehdä käsin kuin vain välttämättömästi. Siirtojen ja nostojen toteutukseen tulee hyödyntää teknisiä ratkaisuja kuormituksen vähentämiseksi. [10.]

Vaikka työmaan logistiikkasuunnittelu on toteutettu työmaalla hyvin, ovat käsin suoritettavat nostot ja siirrot välttämättömiä työmaakuljetuksissa [26, s.21]. Ras-

kas käsin tehtävä siirtotyö aiheuttaa fyysistä kuormitusta, mikä lisää tuki- ja liikuntaelinsairauksien vaaraa [10]. Riski TULE-sairauksiin altistumiseen syntyy, kun altistutaan hankalille työasennoille, kuten toistonomaiseen selän taivuttamiseen, kyykistelyyn sekä kiertyneihin työasentoihin [26, s.9].

Työntekijöillä ei myöskään ole usein tarpeeksi tietoa työn ergonomiasta, joka näkyy vähättelevänä asenteena omia ergonomisia kykyjä kohtaan. Tämä tarkoittaa sitä, että työntekijä usein luottaa liikaa omaan fyysiseen voimaansa ja altistuu täten henkilökohtaiselle riskille. Kun työntekijä ei tiedosta ergonomiaa työssä, voi fyysinen ponnistus esimerkiksi nosto- tai kantotehtävässä aiheuttaa tuki- ja liikuntaelimeen vaivan. [26, s.8.]



Kuva 2. Käsin tehtävän noston aiheuttama kuormitus. [27].

### *Fyysinen ergonomia*

Fyysinen ergonomia tarkoittaa ihmisen anatomisia kykyjä ja ominaisuuksia fyysisessä, eli kehoa liikutettavassa toiminnassa. Työasento, toistoliikkeet sekä

materiaalien käsittely käsin nostamalla on keskeisesti työmaalla fyysistä ergonomiaa haastavaa toimintaa. [26, s.4.]

## 4.2 Ergonomian parantaminen

### *Oikeanlainen nostotekniikka*

Nostoissa tulee käyttää mahdollisuuksien mukaan apuvälineitä. Kuormaa nostessa selkää ei saa kumartaa eikä nostoa saa tehdä vartalo kiertyneenä. Taakkaa täytyy mahdollisuuksien mukaan pilkkoa pienempiin kokonaisuuksiin, jottei tarvitse nostaa kerralla yhtä suurta kuormaa. Taakkaa tulee nostaa jaloilla selkä suorana tasaisella voimalla sekä pitää taakka mahdollisimman lähellä kehoa. Nostot tulee tehdä tukevalla otteella ja kannon yhteydessä nostaa ja pitää kuormaa niin sanotulla rystykorkeudella. Noston ja siirron suorittamista lattiatasossa sekä hartioiden yläpuolella tulee välttää. [27.]

### *Aliurakoinnin hyödyntäminen*

Työmailla otetaan usein vuokratyövoimaa tai erillinen aliurakoitsija hoitamaan työvaiheita, jotka ovat ergonomisesti hankalia. Vuokratyövoiman ja aliurakoitsijoiden käytössä on huomioitava, että työn tilaajaa koskee samat turvallisuusvastuut kuin omiakin työntekijöitä käyttäessä. Rakennuttajan ja pääurakoitsijan tehtävänä on jo hankkeen alussa varmistua, että käytettävät urakoitsijat työskentelevät ergonomisesti oikein ja turvallisesti. Aliurakoitsijat voivat esittää työmaalla tarvitsevan siirto- ja nostotarpeensa aikataulun ja oman tehtäväsuunnittelun kautta. Näin saadaan työmaalle kartoitettua muun muassa aliurakoitsijoiden käyttämän siirtokaluston toiminta. Logistiikkayrityksillä ja erikoisurakoitsijoilla, joilla pääosaaminen on työmaakuljetuksissa, on usein erikoisvälineet sekä osaaminen tehdä materiaalin siirtoja turvallisemmin. [26, s.17.]

### 4.3 Apuvälineet ihmisvoimaisessa siirtotyössä

#### *Kantokahvat*

Kantokahva on varsinkin levytavarain ja myös ovien sekä ikkunoiden kantamiseen tarkoitettu apuväline. Kantokahvalla pystytään kuljettamaan käsivoimaisesti esimerkiksi levyjä lyhyitä matkoja. Kantokahvoilla kantamiseen tarvitaan yleensä kaksi henkilöä, että taakkaan voidaan tarttua sen molemmista päistä, jolloin taakan paino saadaan tasaiseksi molemmille kantajille.

Kantokahvojen käyttö nopeuttaa ovien, ikkunoiden sekä levyjen kantamista sekä tekee niiden sijoittelusta tarkempaa samalla vähentäen siirron aikaisia mahdollisia vaurioita materiaalille. Kantokahva mahdollistaa raskaiden levyjen sekä hankalien materiaalien siirtotyön pienemmällä lihastyöllä. Kantokahvat vähentävät myös kumartumisen ja kehon taivuttamisen tarvetta taakan nostossa. [14, s.32.]

#### *Porraskärryt*

Porraskärry on sähkömoottorilla toimiva laite, joka on tarkoitettu tavaroiden kuljettamiseen portaissa ja porraskäytävissä. Porraskärryihin on mahdollista liittää erilaisia lisä- ja apulaitteita erilaisia kuormia varten. Laite on tarkoitettu varsinkin raskaiden materiaalien ja esineiden siirtämiseen. Porraskärryillä yksi työntekijä pystyy haalaamaan esimerkiksi kalusteita porraskäytävien kautta haluttuihin sijainteihin rakennuksessa. Sähkömoottori pienentää työntötyön kuormitusta, jolloin käyttäjän tarvitsee vähemmän lihasvoimaa siirtotyön tekemiseen. [14, s.32.]

#### *Kippaava allasvaunu*

Kippaava allasvaunu on työnnettävä varsinkin työmaakäyttöön tarkoitettu apuväline siirtoihin. Allasvaunua pystytään käyttämään työmaalla varsinkin rakennusjätteen ja maa-aineksen kuljetukseen ihmisvoimaisesti. Sitä voidaan käyttää esimerkiksi jäteastian työpisteessä. Allasvaunun kippausominaisuuden ansiosta kuorma pystytään purkamaan kaatamalla, mikä helpottaa sen tyhjentämistä ilman

erillistä nostotyötä. Allasvanu on usein varustettu nostolenkeillä, mikä mahdollistaa sen siirtämisen pitkillä matkoilla nosturilla, varsinkin kun vaunu on kuormattu. Vaunussa on isommat pyörät, mikä keventää sen työntämistä. [14, s.32.]

### *Rullakanget ja mattorullan siirtoväline*

Rullakanki on vipuvarrella toimiva sauvamainen laite, jossa on pienet renkaat ja taivutettu kärki sen alapäässä. Rullakangella pystytään nostaa raskaita taakkoja irti alustasta ja siirtää niitä lyhyellä matkalla.

Mattorullan siirtoväline on raskaiden mattorullien siirtoon tarkoitettu apuväline. Se koostuu metallirungosta sekä tartuntakahvoista ja kulkee pyörillä. Rullan kuljettamiseen tarvitaan siirtoväline rullan molempiin päihin. Tällöin rullan paino on tasainen molemmille siirtotyötä tekeväälle. Laite vähentää fyysistä kuormitusta ja voiman tarvetta, sillä se tuo siirtäjille pystymmän asennon ja poistaa rullan nostotyöhön liittyvän kuormituksen. [14, s.32.]

## **5 Työmaan nosto- ja siirtokaluston käyttö työmaakuljetuksissa**

Työmaan nostot ja siirrot laitteilla on suunniteltava siten, että ne voidaan toteuttaa työmaan aluesuunnitelman ja työturvallisuussuunnitelmien ja määräysten mukaisesti [19, s.13].

Tässä luvussa keskitytään kaluston valintaan sekä esitellään käsin ja ihmisvoimaisesti tehtävien siirtotöiden korvaavia yleisimpiä teknisiä ratkaisuja.

### **5.1 Työmaakuljetukset**

Työmaakuljetuksilla tarkoitetaan kaikkea työmaan sisällä tapahtuvaa tavaraliikennettä, suoritettiin se sitten käsin tai laitteilla. Työmaan sisäinen tavaraliikenne koostuu materiaalien eli rakennustarvikkeiden sekä pientarvikkeiden, koneiden ja laitteiden siirroista. Käyttömateriaalien ja tavaran lisäksi työmaalla joudutaan kuljettamaan paljon jätettä. [19, s.12.]

## 5.2 Siirto- ja nostokalustojärjestelmän määrittäminen työmaalle

Kalustojärjestelmä sisältää kaiken kaluston, jota työmaalla käytetään siirtojen ja nostojen tekemiseen. Työmaalle suunnitellaan pääkalusto nostoille ja siirroille sekä pääkalustoa tukeva muu kalusto. Kalusto muuttuu, vaihtuu ja täydentyy työmaan edetessä, sillä rakennustyön eri vaiheissa tarvitaan erilaisia siirto- ja nostomenetelmiä. Tämä tuo tarpeen suunnitella työmaalle käytettäväksi erilaisia siirtokoneita ja -laitteita, jotka soveltuvat työmaan eri työvaiheisiin. [20, s.2.]

Kaluston valinta työmaan siirto- ja nostotöihin perustuu työmaan siirto- ja nostotarpeen arvioimiseen. Siirtojen ja nostojen määrän ja tapojen arvioimisessa käytetään rakennushankkeen luonnetta kuvaavia tietoja. Näitä tietoja ovat jo hankkeen alussa saatavat rakentamisen lähtötiedot eli piirustukset, määräluettelot, aikataulut sekä myös työmaan alueelliset olosuhteet. Alueelliset olosuhteet koostuvat työmaan fyysisestä ympäristöstä, ympäröivistä rakenteista ja maaperän koostumuksesta. Aikataulujen ja määräluettelon pohjalta pystytään arvioida työmaalla tapahtuvien nostomäärien tarve. Piirustukset ja työmaan olosuhteet määrittävät käytettävälle kalustolle rajat, joiden pohjalta työmaalle pystytään valita työmaan ominais- ja erityispiirteisiin sopiva kalusto. [20, s.3-4.]

### 5.2.1 Päänostokalusto

Päänostokalusto eli päänostokoneet ovat työmaan merkittävin voimavara rakennustuotteiden, -materiaalien ja tavaran siirtojen kannalta. Päänostokoneella tehdään työmaan merkittävimmät nostot ja siirrot. [20, s.2.]

Päänosto- ja siirtokaluston valintaan vaikuttaa rakennettavan kohteen tyyppi, hankkeelle suunnitellut tuotantomenetelmät ja varsinkin runkovaiheen kesto. Elementtien ja nostokalustolla suoritettavien betonivalujen määrä vaikuttaa päänostokaluston kuormitukseen, minkä pohjalta määräytyy vähimmäisvaatimukset nostokaluston suorituskyvylle. Runkovaiheen kesto määräytyy aikataulun pohjalta ja vaikuttaa lähinnä työmaalla käytettävän suurimman päänostolaitteen tyyppiin.

Päänosto- ja siirtokalusto suunnitellaan työmaalle hoitamaan lähtökohtaisesti kaikki raskaimmat ja laajimmat nostotyöt eli pääosa kaikista nostoista. Päänostokaluston tyyppiä ei kuitenkaan kannata valita ainoastaan maksimikuormien ja suurimman mahdollisen nostosäteen pohjalta. Työmaalle ei siis tarvitse suunnitella toimimaan ainoastaan yhtä nosturia esimerkiksi isoa torninosturia, vaan on huomioitava myös muun päänostokalustoa tukevan kaluston käyttö. [20, s. 3-4.]

Päänostokoneena tyyppillisesti työmailla toimii torni- tai ajoneuvonosturi [11, s.20].

Kohteen ominaisuus/ laitteen soveltuvuus	Päänosto- tai siirtokone		
	torni- nosturi	ajon. nosturi	Soveltuvuuden arviointiin vaikuttavia seikkoja
Työmaan laajuus			
– pieni	•••	••	– pisterakentamiskohteet, vähän nostopaikkoja, kiinteä nosturi
– keskisuuri	••	••	– useita rakennuksia, torninost. radalla
– laaja	•••	•••	– aluerakentamiskohteet, useampi nosturi, torninosturi radalla
Työmaan tyyppi			
– elementti	••	•••	– raskaita nostoja
– puolielementti	•••	•••	– raskaat nostot suunniteltava erikseen
– paikalla tehty	•••	••	– paljon pieniä nostoja
Runkovaiheen kesto			
– lyhyt < 6 kk	•	•••	– nosturiaikatarve vähäinen, nosturin pystytyksen suhteellinen osuus suuri
– keskipitkä 6 kk...12 kk	••	••	– nosturiaikatarve ei ratkaiseva
– pitkä > 12 kk	•••	•	– nosturiaikatarve suuri, nosturin pystytyksen suhteellinen osuus pieni
Ulottumatarve			
– pieni < 20 m	•	•••	– ei tarvita isoa nosturia eikä useita nostopaikan siirtoja
– keskisuuri 20 m...50 m	••	••	– ota huomioon taakan paino
– suuri > 50 m	•••	•	– taakan paino/nostopaikat
Tarvittava nostokorkeus			
– pieni < 10 m	•	•••	– ei tarvita isoa nosturia eikä pitkää puomia
– keskisuuri 10 m...40 m	•••	••	– ota huomioon vaadittava ulottuma
– suuri > 40 m	•••	•	– ota huomioon vaadittava ulottuma
Tarvittava nostomomentti			
– pieni < 100 tm	••	•••	– ei tarvita isoa nosturia
– keskisuuri 100...200 tm	•••	••	– ota huomioon ulottuman ja taakan painon suhde
– suuri > 200 tm	•••	•	– vaadittava ulottuma/taakan paino
Suurin nosto			
– pieni < 8 t	•••	••	– paljon pieniä nostoja
– keskisuuri 8 t...16 t	••	•••	– joitakin erikoisnostoja
– suuri > 16 t	••	•••	– erikoiselementit, erikoisnostot

Soveltuvuus: • = voidaan käyttää, •• = soveltuu, ••• = soveltuu hyvin.

Kuva 3. Torni- ja ajoneuvonosturin soveltuvuus kohteen ominaisuuksien mukaan. [20, s.8, kuva 9].

## 5.2.2 Muu siirto- ja nostokalusto

Teknisten ratkaisujen eli koneiden ja laitteiden hyödyntäminen siirroissa ja nostoissa keventää ja nopeuttaa työtä. Raskaisiin vaakasiirtoihin tulee käyttää kuljetus- ja siirtokoneita päänostokaluston ohella. [11, s.20.]

Päänostokaluston ohella toimiva muu kalusto suunnitellaan ja valitaan siten, että sillä voidaan hoitaa sellaiset nostot ja siirrot, joita päänostokalusto ei pysty tekemään ja että työmaalla pystytään suorittamaan tarvittavat nostot ja siirrot myös sen jälkeen, kun runkovaiheen aikainen päänostolaite on poistunut työmaalta. [20, s.9.]

Pyöräkuormaajat, kurottajat ja erilaiset siirtotyöhön soveltuvat maanrakennuskoneet ovat hyvä ratkaisu työmaan ulkotiloissa tehtävien vaakasiirtojen toteuttamiseen. Rakennuksen sisällä pystytään käyttää mekaanisia apuvälineitä siirtoihin, joita on muun muassa erilaiset kärkyt sekä muut vastaavat.

Pystysiirtoihin on olemassa erilaisia nostolaitteita, jotka palvelevat päänostokaluston rinnalla. Pystysiirtoja varten työmaalle voidaan asentaa esimerkiksi työmaahissejä. [11, s.20.]

Päänostokaluston ohella työskentelevää apunostokalustoa tarvitaan varsinkin silloin, kun päänostokalustolla ei ole resursseja taikka se ei ehdi hoitaa työmaan kaikkia nostoja. Päänostokaluston apuna voidaan käyttää esimerkiksi toista torninosturia sekä ajoneuvonosturia torninosturin rinnalla. [20, s.2.]

### *Kurottaja*

Kurottaja on nelipyöräinen teleskooppipuumilla varustettu nostolaite. Kurottaja on ajoneuvonosturiin verrattuna pienikokoinen ja täten soveltuu toimimaan ketterästi monipuolisessa maastossa. [12.]

Kurottajat soveltuvat rakennustyömaille hoitamaan sisäistä logistiikkaa. Kurottajilla pystytään purkaa työmaalla raskaitakin kuormia, siirtää tavaraa ja jätettä sekä tehdä rakennustarvikkeiden nostoja kerroksiin, asuntoihin ja katoille.

Konevuokraamoilla on tarjolla erikokoisia ja erilaisiin siirto- ja nostotöihin tarkoitettuja kurottajia. Pienimmät kurottajat pystyvät työskennellä matalissa ja ahtaissa tiloissa, jonka takia ne soveltuvat hyvin pienille ja ahtaille uudisrakennus-

työmaille ja esimerkiksi parkkihalleihin sekä saneerauskohteisiin. Pienet kurottajat ovat usein tukijalattomia, mikä tuo niille ketteryyttä aktiiviseen siirtotyöhön, rajoittaen kuitenkin nostokorkeutta ja vakautta.

Kurottajia on saatavana myös jopa 32 metriin nostavalla puomilla. Raskaat kurottajat on varustettu tukijaloilla, mikä tuo niihin vakautta, mahdollistaen suuren nostokyvyn pidemmälle asti. Raskaita kurottajia on saatavana myös ympäriryörivinä. Ympäriryörivät kurottajat soveltuvat hyvin raskaiden ja kookkaiden rakennustarvikkeiden ja -osien haalauksiin. [13.]

Kurottajiin on saatavilla erilaisia työvälineitä siirto- ja nostotarpeen mukaan. Sora- ja lumikauhalla kurottajalla pystytään tehdä työmaalla lumitöitä sekä auttaa maa-aineksien siirroissa. Trukkihaarukat mahdollistavat kurottajan toimimaan kuormanpurussa sekä nostamaan lavakuormia rakennuksiin. Kalustelavan avulla kurottajalla pystytään tehdä esimerkiksi kaluste, kodinkone ja pien-tarvike haalauksia asuntokohtaisesti. Kalustelava soveltuu myös jätteen purkuun esimerkiksi parvekkeiden kautta. [14, s.146.] Henkilönostokorin avulla kurottajan kyydistä pystytään työskennellä esimerkiksi paikkamuurauksissa ja julkisivun asennustöissä [13].



Kuva 4. Ympäripyörivä kurottaja Dieci Pegasus 45.30 työssään [15, kuva lehti-  
jutusta].

#### *Pyörä- ja pienkuormaaja*

Pyöräkuormaaja toimii työmaalla yleiskoneena, sillä pyöräkuormaajalla pystytään tehdä vaakasiirtoja ja siirtää tavaraa työmaan ulkotiloissa nopeasti. Pyöräkuormaajalla pystytään purkaa ja lastata kuormia. [16, s.11.]

Pyöräkuormaaja toimii rakennustyömaalla hyvin trukkina materiaalin kuljetuksessa. Varsinkin minipyöräkuormaajista on hyötyä työmaalla logistiikan hoidossa, sillä ne mahtuvat ahtaille alueille ja niitä on mahdollisuuksien mukaan mahdollista nostaa työskentelemään rakennuksien kerroksiin tai katolle. [17.]

Pienkuormaajan koko, niiden määrä ja koneen suorituskyky pystytään arvioida ja määrittää perustus- ja sisätyövaiheen aikana siirrettävien materiaalien tyyppin ja määrän mukaan. [20, s. 9.]



Kuva 5. Avant -pienkuormaaja raivaustyössä. [Kuvan ottanut Santtu Pönniö].

### *Kuormanosturi*

Tavarankuljetukseen käytettäviin kuorma-autoihin on usein asennettu kuormanosturi. Kuormanosturi sijoittuu autossa joko ohjaamon takaosaan tai lavan perälle. Kuormanosturin avulla auto pystytään purkaa hyvinkin nopeasti ja helposti. Kuormanosturilla purkamisen tapahtuu kauko-ohjatusti kuljettajan toimesta, mikä mahdollistaa tavarankuljetuksen siirron hyvinkin tarkasti kohteeseensa ilman ylimääräistä avustajaa tai merkinantajaa.

Kuormanostureita on saatavilla niinkin isoina, että niillä pystytään kuljettaa, purkaa ja nostaa esimerkiksi kokonaisia talo-osia suoraan paikalleen. Tämän ansiosta kuormanosturilla varustetulla ajoneuvolla on mahdollista suorittaa pienen työmaan kaikki nostotyöt. [16, s.32.]

### *Tavara- ja henkilöhissit*

Tavarahissi on varsinkin uudisrakentamisessa runkotyön loppuvaiheen ja sisävalmistusvaiheen aikana käytettävä ratkaisu materiaalien ja tavaroiden nostoihin ja siirtoihin rakennuksen pystysuuntaisesti. Tavarahissejä käytetään yksinomaisesti ainoastaan tavaroiden kuljetuksiin ja siirtoihin kerroksiin ja telineille. Henkilöhissit toimivat samalla periaatteella kuin tavarahissit, mutta niillä on mahdollista kuljettaa myös henkilöstöä.

Tavara- ja henkilöhissit koostuvat nostomastosta ja nostokorista. Hissejä on mahdollista korottaa rungon mukana rakennuksen runkotyön edetessä maston jatko-osien avulla. Hissejä ohjataan joko sen alaosassa sijaitsevalla, kerroksissa tai itse hississä sijaitsevalla käyttöpainikkeella. Tavarat on lastattava hissiin tasaisesti ja huolellisesti. [14, s.154-157.]

Rakennushissien tarve, asennus ja käyttö sijoittuu ajallisesti usein runkovaiheen loppuun ja sittemmin sisätyövaiheeseen. Hissien ajallinen tarve määrittyy runko- ja sisätyövaiheiden aikatauluista. Hissien määrän, koon ja nostokyvyn määrittää sisätyövaiheen aikana käytettävien materiaalien määrä, koko ja paino. Materiaaleja, joiden perusteella hissien ominaisuudet voidaan määrittää ovat esimerkiksi kipsilevyt ja lattiapinnoitteet. [20, s. 9.]

### *Tikasnostin*

Tikasnostimet ovat sähkökäyttöisiä johderadalla kulkevia nostolaitteita. Tikasnostinta käytetään rakennusmateriaalin siirtoon kerroksiin, telineille ja vesikatolle. Tikasnostimia pystytään käyttää uudisrakennustyömailla runko- ja sisätöiden aikana sekä ne soveltuvat myös korjauskohteeseen. Tikasnostimet on tar-

koitettu ainoastaan materiaalin nostoon- ja siirtoon eikä niillä saa kuljettaa henkilöitä. Tikasnostinta ohjataan sen alku- tai loppupäässä sijaitsevasta kytkimestä. [14, s.160.]



Kuva 6. GEDA Lift 250 Comfort -tikasnostin asennettuna telineeseen palvelemaan ikkuna-asennusta. [22].

### *Teline nostimet ja nostotaljat*

Teline nostimet ovat varsinkin telinetyöskentelyssä käytettäviä nostolaitteita. Teline nostin soveltuu rakennustarvikkeiden ja työkalujen pystysuuntaiseen nostoon telineille ja sen kautta kerroksiin.

Nostotalja soveltuu pystysuuntaisten rakennustarvikenostojen tekemiseen. Taljaa pystytään käyttämään myös tilakohtaisesti tavarantoimitukseen vaakatasossa käyttämällä taljassa palkkia pitkin kulkevaa vaunua. [14, s.160.]

### 5.2.3 Nostoapuvälineet

Nostoapuvälineet ovat laitteita, joilla taakka voidaan kiinnittää tai sitoa nostolaitteen nostoelimeen. Nostoapuväline ei ole nostolaitteen kiinteä osa vaan sen tarkoitus on toimia nostoelimen ja kuorman välissä taakan kiinnityksessä. Nostoapuvälineiden käytössä on huomioitava niille annettu suurin sallittu kuorma, mitä niillä saa nostaa. Nostoapuvälineen valmistaja on merkannut suurimman sallitun kuorman välineeseen. [24, s.243.]

Yleisimpiä erilaisia nostoapuvälineitä on muun muassa:

- nostoastiat, nostopalkit ja nostohaarukat
- kettinkiraksit, teräsköysiraksit
- nostovyöt.

Nostoapuvälineen rinnalla voidaan käyttää myös irrallisia nostotarvikkeita, joita on muun muassa kuorman kiinnittävää silmukkaruuvi tai -mutteri sekä sakkelit. [24, s.243.]



Kuva 7. Nostoastia, jota voidaan käyttää esim. torninosturissa siirtämään jätteitä roskalavoille [25].

### 5.3 Alamiestyöskentely

Alamiehen tehtävänä on kiinnittää taakka nostoelimeen oikeaoppisesti ja turvallisesti käyttäen oikeanlaisia nostoapuvälineitä. Alamiehen on tiedettävä, miten erilaisia nostoapuvälineitä käytetään turvallisesti ja tunnettava taakan nostoon ja apuvälineisiin liittyvät rajoitukset. Alamies ohjaa nostotyötä kommunikoiden nostolaitteen kuljettajan kanssa nosto- ja siirtotyötä suorittaessa.

Alamiehenä toimiminen on työturvallisuuden näkökulmasta vaativaa työtä, sillä taakan kiinnittämiseen ja ohjaamiseen liittyy paljon riskejä. Alamiehenä toimimiseen tarvitaan lupa, jonka myöntää työnantaja. Lupa on pakollinen varsinkin sellaisissa nostotöissä, jossa työmaan päänostolaitteella suoritetaan asennustyötä. Jotta luvan voi myöntää on varmistettava, että alamiehenä työskentelevä työntekijä on saanut tarvittavan koulutuksen työhön. Alamiehenä toimivan työntekijän aikaisempi työkokemus alamiestoiminnasta on toiminnan kannalta suotavaa.

Taakankiinnittämistä varten myönnettävästä luvasta määrätään työturvallisuuslainsäädännössä. ”Valtioneuvoston asetus työvälineiden turvallisesta käytöstä ja tarkastamisesta 403/2008” määrää sen pykälässä 14§, että lupa on pakollinen, kun taakkaa kiinnitetään asennuskäyttöön tarkoitettuun nosturiin. Kirjallinen lupa vaaditaan myös trukkien käytössä. Kirjallinen lupa ei poista työnantajan vastuuta nostotyön turvallisen suorittamisen valvonnasta. Kirjallista lupaa ei kuitenkaan vaadita tilanteessa, jossa työmaalla puretaan varastoon tilapäisesti esimerkiksi toimituksen yhteydessä tavaraa purettavan materiaalin toimittajan toimesta. [28.]

## 6 Haastattelut

Osana opinnäytetyötä haastateltiin Lujatalon työturvallisuuspäällikköä sekä työnjohtajia. Työturvallisuuspäällikön haastattelussa pyrittiin saamaan mietteitä ja näkökulmaa siirtotöihin liittyvistä tapaturmista ja näiden luonteesta. Työnjohtajien haastattelulla pyrittiin saamaan näkökulmaa siitä, miten työmailla on suunniteltu siirtotöitä.

Haastatteluiden tarkoituksena on herättää tämän opinnäytetyön lukijoissa mietteitä ja saada täten työssä esiintyvien haastattelukysymysten pohjalta pohtimaan materiaalien siirtoihin liittyvää työturvallisuutta.

### 6.1 Työturvallisuuspäällikön haastattelu

Työturvallisuuspäällikön haastattelun tarkoituksena oli saada näkökulmaa siitä, kuinka suuri osa raportoiduista tapaturmista liittyy tavarankantoon ja haalauksiin, millaisia tapaturmat ovat luonteeltaan ja kysyttiin, että raportoidaanko kanto- ja siirtotöissä tapahtuneita tapaturmia tarpeeksi. Kysyttiin myös, että väheneekö tapaturmat siirto- ja nostotöissä, jos näitä töitä suunnitellaan tarkemmin kirjallisesti heti työmaan alussa.

Ensimmäinen kysymys oli: ”Tavara liikkuu työmaalla jatkuvasti. Kuinka suuri osa raportoiduista työtapaturmista liittyy tavarankantoon ja haalauksiin?”

Vastaus: ”Tapaturmia ei tilastoida niin yksityiskohtaisesti, että vastausta kysymykseen voitaisiin määrittää tarkasti huomioiden vain haalaus- ja kantotyöt. Liikkumisen osuus tapaturmista kaikissa vakavuusasteissa on noin 50 %. Haalaus, kantaminen ja liikkuminen, joko kannettavan tavarankanssa tai ilman, on suurin yksittäinen tapaturmatekijä Lujatalon työmailla ja rakennusalueilla yleisestikin. Jopa ilman tarkempaa tietoa voidaan sanoa, että näiden haalaus- ja kantotöiden yhteydessä vahinkojen määrä on korkeahko ja tapaturmat ovat yleisiä.”

Toinen kysymys oli: ”Entä millaisia haalauksissa ja materiaalsiirroissa tapahtuneet turmat ovat tilastollisesti luonteeltaan? Liittyykö tapaturmiin usein myös työkone?”

Vastaus: ”Vahingot ovat usein liukastuminen/kompastuminen ja tästä aiheutuva nyrjähdys, venähdys, murtuma tai muu vastaava. Siirrettävien taakkojen alle tai väliin jääminen on hieman tätä harvinaisempaa. Seurauksiltaan liukastumiset ja kompastumiset voivat olla mitä vain mustelmista hengenlähtöön. Tavaralle jääminen on usein erittäin vakavaa ja se on yksi yleisimmistä kuolemaan johtaneiden tapaturmien syistä. Tavaraa ja materiaalia siirreltäessä syntyy jonkin verran sormen puristumisen kaltaisia vammoja, jotka ovat toisinaan vakavia (amputaatio ja pitkä sairauspoissaolo). Tarkkaa tilastoa ei ole, oliko tapaturmassa mukana työkone. Arvioni mukaan työkoneen kanssa tapaturmien määrä on vähäisempi kuin käsin tehtävissä siirroissa. Yksi syy tähän on se, etteivät työmaiden kulkutiet ole usein sellaisessa kunnossa, että suuren tavaramäärän käsin kantaminen olisi turvallista.”

Kolmas kysymys oli: ”Raportoidaanko mielestänne kanto- ja nostotyössä aiheutuneita tapaturmia tarpeeksi?”

Vastaus: ”Määrällisesti tarpeeksi kyllä (Lujatalon työmailla kaikki tapaturmat tulee raportoida, oli kyseessä sitten miten lievä vahinko tahansa). Raportoinnin laatu, eli miten seikkaperäisesti ja huolellisesti raportissa kerrotaan tapahtuneesta vahingosta ja siihen johtaneista syistä sekä korjaavista toimenpiteistä on heikkoa ja siinä on merkittävästi parantamisen varaa. Raportointia tärkeämpää on selvittää syyt tapahtuneeseen, jotta tapauksesta voidaan oppia ja jotta turvallisuutta voidaan parantaa. Korjaavien toimenpiteiden käyttöönotto, tiedottaminen ja valvominen ontuu. Siinä rakentajilla on valtavasti parannettavaa.”

Viimeinen kysymys oli: ”Väheneekö materiaalien siirroissa ja nostoissa aiheutuneet tapaturmat, jos työmailla tavaralle liikkumisesta luodaan hankkeen erityispiirteet huomioiva suunnitelma jo työmaan alussa? Kenen työnjohto-organisaatiosta olisi fiksuinta luoda tällainen suunnitelma?”

Vastaus: ”Pelkkä paperille tehty suunnitelma ei paranna turvallisuutta ja vähennä tapaturmia, mutta tätä suunnitelmaa oikealla tavalla hyödyntämällä turvallisuus-hyödyt ovat ilmeisiä. Suunnitelman avulla voidaan kartoittaa työssä olevia vaa-roja ja vaaroista aiheutuvia riskejä. Riskeistä keskustelu avoimesti sekä kutakin riskiä vastaavien korjaustoimenpiteiden määrittäminen ja niistä tiedottaminen työ-hön osallistuvalla henkilöstölle parantaa henkilöstön kykyä mitigoida riskejä. Tämä parantaa turvallisuutta. Suunnitelman laatimiseen osallistuvat henkilöt riip-puvat aina kohteesta. Vähintään tähän tulee osallistua kaikkien niiden, joiden työ-hön kuuluu merkittäviä määriä nostoja ja siirtoja tai niiden työnjohtoa/valvomista. Lujatalon näkökulmasta tämä tarkoittaa aina vähintään aluesuunnitelmasta vas-taavaa työnjohtajaa tai työmaan vastaavaa työnjohtajaa sekä näiden lisäksi nosto-, siirto- ja logistiikkatöihin osallistuvia työnjohtajia, urakoitsijoita tai omia työntekijöitä. Erityistapauksissa myös tilaajaosapuolta tulee hyödyntää suunnitel-man laatimisessa.”

Haastattelun lopussa työturvallisuuspäällikkö antoi vielä hyvän sivuhuomautuk-sen: ”Rakentaminen on keskimäärin melko tehotonta toimintaa. Valtaosa työpäi-västä menee joko ihmisten tai tavaroiden siirtelyyn. Tarkalla suunnittelulla, työ-vaiheiden aikataulutuksella, tavarantoimittajien määrälaskelmilla, täsmätoimituksilla sekä erittäin tarkalla jätteen ja ylimääräisen tavarantoimittamisen poistamisella pystytään saavutta-maan säästöjä aikataulussa ja kustannuksissa, samalla parantaen työturvalli-suutta. LEAN-mallin käyttö rakennusurakassa tehostaa tämän toteutumista. Muun muassa näitä asioita tulee miettiä työmaan logistiikka/siirtosuunnitelmaa laatiessa.”

## 6.2 Työnjohtajien haastattelut

Työhön haastateltiin kahta Lujatalon työnjohtajaa. Kummatkin haastateltavat toi-mivat uudisasuntorakentamisen työmailla. Työnjohtajat esitetään työssä nimi-merkeillä Työnjohtaja 1 ja Työnjohtaja 2.

Haastattelun ensimmäisessä kysymyksessä kysyttiin, onko työmailla esiintynyt erityispiirteistä, jotka ovat vaikuttaneet huomattavasti työmaan sisäiseen logistiikkaan sekä millaisia nämä erityispiirteet ovat olleet luonteeltaan. Työnjohtaja 1 työmaalla sisäiseen logistiikkaan vaikutti se, että työmaalla jouduttiin viikoittain mittaamaan happamuuksia lähipurosta siihen asti, että kaikki pihan pintatäytöt on saatu valmiiksi. Työmaa sijaisti puron alajuoksulla, jonka takia viikoittain jouduttiin siivoamaan ojasta irtoroskaa, jota alajuoksulle kertyi myös yläjuoksulla sijaitsevalta toiselta työmaalta. Työnjohtajan 2 työmaalla ainoana haasteena oli maaperän kantavuus.

Toisessa kysymyksessä tiedusteltiin, kuinka tarkasti työmaalla on suunniteltu materiaalien siirto- ja nostomenetelmiä yksittäisen materiaalityypin tarkkuudella ja onko siirtomenetelmistä tehty kirjallista suunnitelmaa. Työnjohtajan 1 mukaan suunnittelua ei ole tehty materiaalitarkkuudella kuin ainoastaan täsmätoimituksista. Täsmätoimituksina hänen työmaallaan oli ikkunat ja asuntojen väliseinämateriaalit. Työmaalla oli myös suunniteltu toteutettavaksi omia nostohetkiä eri aliurakoitsijoille. Erilliselle materiaalsiirtojen suunnittelulle ei ole ollut hänen mukaansa tarvetta, mainiten kuitenkin, että kääntökivien nostot täytyi suunnitella erikseen, sillä käytössä oli kaksi nosturia suorittamaan nostoa. Työnjohtajan 2 työmaalla kaikki täsmätoimitukset suunniteltiin ja aikataulutettiin. Muista materiaalien siirtomenetelmistä ei tehty erillistä suunnittelua.

Kolmannessa kysymyksessä kysyttiin, että onko työmailla ollut käytössä erillistä logistiikkaurakoitsijaa, jonka tehtävä on ollut hoitaa työmaan kaikki haalaukset ja materiaalsiirrot varastoalueilta kohteisiinsa. Työnjohtajan 1 aikaisemmilla työmailla on ollut käytössä aliurakoitsija, jonka tehtävänä on ollut osittain hoitaa haalaustyöt. Hän lisäsi vielä, että varsinkin Helsingin alueella käytetään usein erillistä logistiikkaurakoitsijaa suorittamaan työmaan sisäiset kuljetukset, sillä tilaa on usein vähän ja työmaan ympäröivää liikennettä ei voida usein pysäyttää. Työnjohtajan 2 eräällä työmaalla oli käytössä logistiikkapalvelu, joka koostui vuokratyöntekijöistä. Tämä logistiikkapalvelu ei kuitenkaan toiminut kyseisellä työmaalla, sillä toiminta vaati kehitystä, että se olisi saatu soveltumaan työmaa

tarpeisiin. Työnjohtajan 2 työmaalla on ollut päänostolaitteen poistuttua täysipäiväinen kurottaja palvelemassa nostoissa ja siirroissa.

Haastattelun neljännessä kysymyksessä kysyttiin, että onko työmaalla ollut selkeys siirtojen ja nostojen vastuista ja, että onko työnjohdolla ollut keskenään epätietoutta siitä, kenelle aliurakoitsijalle kuuluu mitkään nostotyöt. Työnjohtajan 1 vastaus oli selkeä, sillä hän totesi, että nämä vastuut on aina mainittu aliurakkasopimuksissa. Työnjohtajan 2 työmaalla on ollut välillä epäselvyyttä nostovastuista, mutta aliurakkasopimuksista tuon tiedot on kylläkin saanut helposti löydettyä.

Haastattelun viimeisissä kysymyksissä kysyttiin, että selkeneekö työmaan sisäinen logistiikka, jos koko rakennusaikana tarvittavat nosto- ja siirtotyöt sekä niihin käytettävä kalusto arvioidaan ja suunnitellaan kokonaisuutena heti työmaan alussa kirjallisesti. Työnjohtajan 1 mielestä tämä ei vaikuta työmaan sisäisen logistiikan selkeyttämiseen, sillä työmaan aikana ehtii tapahtua paljon muutoksia. Päänostot ja -siirrot suunnitellaan kuitenkin aina etukäteen. Työnjohtajan 2 oli myös sitä mieltä, että koko työmaan aikainen logistiikka on turha suunnitella heti työmaan alussa. Logistiikan suunnittelu on parempi tehdä tehtäväsuunnittelun tai kolmiviikkosuunnittelun tarkkuudella. Kuitenkin rungon mukana nostettavat materiaalit kannattaa suunnitella ja aluesuunnitelmaan on hyvä suunnitella eri urakoitsijoille varastointipaikat.

Kysyttiin myös, mitä työmaalle tehtävässä materiaalien siirto- ja nostosuunnitelmassa olisi haastateltavien mielestä erityisen tärkeää tuoda esille heti työmaan alussa. Työnjohtajan 1 mukaan materiaalien liikkuvuuden kannalta suunnitelmassa olisi hyvä kartoittaa välivarastoinnin mahdollisuus työmaalla sekä logistiikkakeskuksen hyödyntäminen varastoinnissa. Suunnitelmassa olisi myös hänen mielestään hyvä miettiä, miten toimitaan, kun materiaalityömaalla on häiriöitä. Potentiaalisia häiriöitä hänen mukaansa on esimerkiksi ruuhkat ja kuljetusauton hajoaminen. Hän mainitsi vielä lopussa, että varsinkin runkovaiheessa pitää olla aina puskuria, jotta tapahtumiin voidaan reagoida ajoissa. Hä-

nen mukaansa varsinkin runkovaiheessa pitää aina olla materiaalin siirtomenetelmälle vaihtoehto ”ihan näppäimillä”. Työnjohtaja 2 mukaan kyseessä olevassa suunnitelmassa on tärkeää suunnitella varastointipaikat sekä miten täsmänostot sijoitetaan holville. Hyvänä esimerkkinä täsmänostojen sijoittelusta hän antoi, että esimerkiksi väliseinäpönttilavojen sijoittelu ikkunapakettien ja ulkoseinien väliin on typerä ratkaisu.

## 7 Yhteenveto ja pohdinta

Työssä kartoitettiin suhteellisen laaja-alaisesti työmaan sisäiseen logistiikkaan liittyvää materiaalien siirto- ja nostotyötä. Työssä käsiteltävää materiaalien siirto- ja nostotöissä huomioitavaa lainsäädäntöä tutkittiin työturvallisuuslain pohjalta, tuoden sieltä työhön esille olennaisimpia ja tärkeimpiä kohtia. Lainsäädäntöä käsiteltiin laajimmin asetuksen ”Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta” pohjalta. Asetuksesta tuotiin esille määräyksiä liittyen rakennustyömaa-alueen suunnitteluun ja työmaan sisäisen liikenteen järjestämiseen, nostolaitteiden sijoittamiseen, nostolaitteiden kuormittamiseen, nostojen suunnitteluun sekä fyysiseen kuormitukseen ja ergonomiaan. Lainsäädännöstä käsiteltiin myös käsin tehtävää kantotyötä päätöksen ”Valtioneuvoston päätös käsin tehtävistä nostoista ja siirroista työssä” pohjalta.

Lainsäädännön lisäksi työssä kartoitettiin aluesuunnittelun, materiaalitoimituksien ja materiaalityyppien merkitystä materiaalien siirroissa työmaalla. Aluesuunnitelman sisältöä materiaalien liikkuvuudessa kartoitettiin kulkureittien, nostopaikkojen, varastointialueiden sekä jätehuollon toteutuksen näkökulmasta. Työssä esiteltiin lyhyesti hankinnan merkitys materiaalien saapumisessa työmaalle. Materiaalityyppejä käsiteltiin työssä esittelemällä materiaalipäryhmät. Toimituksista esiteltiin yleisimmät toimituskanavat ja -tavat työmaalle.

Siirtomenetelmiä tutkittiin käsin sekä koneilla ja laitteilla tehtävän siirto- ja nostotyön pohjalta. Käsin tehtävän kanto- ja siirtotyön tutkiminen pohjautui lähinnä sen kuormittavuuden tutkimiseen ja ergonomiaan. Työssä esitettiin teknisiä ratkaisuja eli apulaitteiden käyttöä käsin tehtävän kantotyön vähentämiseen tai

poistamiseen kokonaan. Esiteltiin yleisintä kalustoa, jota voidaan hyödyntää muun muassa rakennuksen sisätiloissa tehtävään materiaalsiirtojen suorittamiseen.

Työssä tutkittiin työmaakuljetusten toteutusta käyttäen työmaan päänostolaitteita ja muuta työmaalle soveltuvaa siirto- ja nostokalustoa. Käsiteltiin päänostokaluston sekä muun kaluston määritystä työmaalle perehtyen torninosturin ja ajoneuvonosturin soveltuvuuteen tyypillisissä rakennuskohteissa. Työssä esiteltiin yksityiskohtaisesti erilaista kalustoa nostojen sekä pysty- ja vaakasiirtojen toteuttamiseen. Esiteltiin myös lyhyesti yleisimpiä nostoapuvälineitä, jota käytetään taakan kiinnittämiseen nostotyössä. Alamiestyöskentelyä käsiteltiin sen merkityksen ja tärkeyden pohjalta tuoden esille alamiestyön toteutuksessa huomioitavat seikat.

Osana työtä haastateltiin Lujatalon työturvallisuuspäällikköä sekä kahta Lujatalon työnjohtajaa. Haastatteluiden pohjalta työhön saatiin tietoa siirtotöihin liittyvien tapaturmien laajuudesta ja esiintyvyydestä käytännön toteutuksessa. Työnjohtajien haastatteluiden pohjalta työhön saatiin esimerkkejä erityispiireistä ja seikoista, jotka ovat tuoneet haastavuutta heidän kohteissaan työmaan sisäiseen logistiikkaan. Haastattelukysymysten pohjalta työnjohtajilta saatiin mietteitä materiaalsiirtojen toteutuksesta ja siitä, mitä työmaan materiaalsiirtojen suunnittelussa olisi hyvä huomioida hankkeen alussa.

Työn tutkimuksen pohjalta osaksi työtä syntyi suunnitelmamallipohja materiaalien siirtojen- ja nostojen suunnitteluun. Mallipohja luotiin, jotta työmailla pystytään suunnitella ja kartoittaa kaluston käyttöä eri rakennusvaiheissa sekä tyypillisimpien materiaalikokonaisuuksien siirtomenetelmiä heti työmaan alussa.

### *Pohdinta*

Aihe oli hyvin laaja ja sen käsittely kokonaisuutena oli osittain haastavaa. Työ saatiin kuitenkin pilkottua osakokonaisuuksiin, joissa ilmenee materiaalien siirto- ja nostotöissä huomioitava olennaisin lainsäädäntö sekä suunnitteluun liittyvät

seikat. Työssä näitä osakokonaisuuksia käsiteltiin hyvin laaja-alaisesti ja yleispiirteittäin. Aiheen laajuuden takia vaarana oli, että työ olisi paisunut hyvinkin pitkäksi, sillä lähes jokainen osakokonaisuus soveltuisi laajuudeltaan omaksi opinnäytetyön aiheeksi.

Mielestäni työn aihe on tärkeä ja pysyy aina ajankohtaisena, sillä materiaalien nostot, siirrot ja ympäriinsä liikuttaminen on rakennustyömaan voimavara. Asuntorakentamisen ollessa menetelmiltään hyvinkin samanlaista toistoa työmaalla kerrallaan, on jokaisella työmaalla kuitenkin omia erityispiirteitä. Työmaakoh- taisten erityispiirteiden, olkoot ne ympäristöstä tai materiaalivalinnoista johtuvia, kartoittaminen materiaalsiirtojen valossa on hyvinkin merkityksellistä työturvalli- suuden kannalta. Kun materiaalsiirrot ja -nostot suunnitellaan toteutettavaksi aina kyseiselle työmaalle soveltuvilla menetelmillä ja kalustolla, vähentää se ris- kiä työtapaturmille.

## Lähteet

- 1 Työsuojelu.fi, Työsuojeluhallinnon verkkopalvelu, työolot rakennusalalla <https://www.tyosuojelu.fi/tyoolot/rakennusala>
- 2 Työsuojelu.org verkkosivusto, etusivu, <https://www.tyosuojelu.org/>
- 3 Työturvallisuuslaki (738/2002), <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20020738>
- 4 Valtioneuvoston päätös käsin tehtävistä nostoista ja siirroista työssä (1409/1993), <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1993/19931409>
- 5 Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta (205/2009), <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2009/20090205>, luettu 9.9.2022
- 6 RATU C2-0454 Rakennustyömaan aluesuunnittelu
- 7 RT 69-11183 Rakentamisen jätehuolto
- 8 Ratu TT 05-01305, Rakennustyömaan aluesuunnittelu (Työturvallisuuskeskus)
- 9 Ratu S-1227 Työmaan toimitusten suunnittelu ja ohjaus
- 10 Tyosuojelu.fi, fyysinen kuormitus, <https://www.tyosuojelu.fi/tyoolot/fyysinen-kuormitus/nostot-kasin>
- 11 Työturvallisuuskeskuksen julkaisu, rakennustyömaan aluesuunnittelu <https://kortistot.rakennustieto.fi/resource/juha/content/25999#page=1>
- 12 E.Helaankoski Oy verkkosivut, <https://www.helaankoski.com/kalusto/kurottajat/>
- 13 Kurottaja.fi konevuokraamon verkkosivut, <https://kurottaja.fi/blogi/rakentaminen-kurottajat>
- 14 Raturva– rakennustöiden ja koneiden turvallisuusohjeet <https://kortistot-rakennustieto-fi.ezproxy.metropolia.fi/resource/juha/content/24153#page=1>
- 15 Kuva 3 : Konepörssiin lehtijuttu, <https://koneporssi.com/tyokoneet-2/mahdottomasta-mahdollinen-romastorin-pyorivilla-trukkipiikeilla/>

- 16 Suomen Maanrakentajien Keskusliitto ry:n teos: Maanrakennuskoneet <https://www.maansiirtorikamat.fi/wp-content/uploads/2015/01/maarakennuskoneetpdf.pdf>
- 17 Avant Suomi verkkosivu, <https://www.avanttecno.com/fi/kayttokohteet/rakentaminen-ja-purku>
- 18 Kuva 1: <https://www.ymparistoosaava.fi/rakennusala/index.php?k=22799>
- 19 Ratu 1214-S Työmaatekniikka. Työmaan aputyöt ja huolto
- 20 Ratu TT 6.2. Nosto- ja siirtokalusto, suunnitteluohje Ratu 04-3009
- 21 Lehtijuttu Hiabista <https://koneporssi.com/kuljetuskalusto/hiab-valmistaa-puolassa-nostureita-suomeen/>
- 22 ByggVärmeManisken AB verkkosivusto, <https://bvm.se/lyftutrustning/bygghissar/materialhissar/geda-lift-250-comfort/geda-lift-250-comfort/>
- 23 Kuva: Ramirent konevuokraamon verkkosivut, <https://www.ramirent.fi/vuokraa/hissit-mastolavat-nosturit/torninosturit-ja-tarvikkeet/torninosturit/894258/torninosturi>
- 24 Rakennushankkeen työturvallisuus e-kirja, <https://kortistot.rakennustieto.fi/resource/juha/content/25230#page=1>
- 25 Renta easy -konevuokraamon verkkosivu, <https://www.rentaeasy.fi/tuote/roska-nostoastia>
- 26 Ergonomiaopas rakentajille, Tarja Mäkelä, Hannu Kauranen. Työsuojelujulkaisuja 82. Työsuojeluhallinto 2007
- 27 Työsuojelu.fi, Muistilista nostojen suunnitteluun PDF, <https://www.tyosuojelu.fi/documents/14660/338901/Muistilista+nostojen+suunnitteluun/7edd8a77-66ff-403f-9ee8-f71c91bbcb2b> + kuva 2.
- 28 Työsuojelu.fi, verkkouutiset <https://www.tyosuojelu.fi/-/taakan-kiinnittaminen-asennusnosturiin-vaatii-kirjallisen-luvan>
- 29 Betoni.com alamiesohje, [https://betoni.com/wp-content/uploads/2020/08/Alamiesohje\\_20200804.pdf](https://betoni.com/wp-content/uploads/2020/08/Alamiesohje_20200804.pdf)

## Materiaalien siirto- ja nostosuunnitelma -täydennettävä pohja

Työmaa: \_\_\_\_\_

Työnro: \_\_\_\_\_

Laatija(t): \_\_\_\_\_ pvm: \_\_\_\_\_

Tällä suunnitelmalla voidaan kartoittaa työmaan nosto- ja siirtokaluston käyttöä sekä työmaan erilaisten materiaalien nostomenetelmiä. Suunnitelman lopussa on erillinen taulukko, jota voidaan hyödyntää vaikeiden nostotöiden suunnittelussa.

Suunnitelma on hankekohtainen.

### 1. Päänostokalusto

Työmaan päänostolaitteen tyyppi ja ajoitus. Materiaalit, joiden nostoissa se palvelee. Nostolaitteen sijoitus selvennetään aluesuunnitelmassa.

#### Nosturityyppi

Torninosturi perustettuna       Torninosturi radalla       Ajoneuvonosturi

Nosturien yhdistelmä

Muu, mikä? *Kirjoita nosturityyppi tähän.*

**Nosturin malli:** *Kirjoita nosturin/nosturien malli tähän*

---

#### Nosturin ajoitus

Päänostolaite saapuu työmaalle: *Ajankohta; viikko/pvm*

päänostolaite poistuu: *Arvioitu poistumisajankohta; viikko/pvm*





## 2. Muun siirto- ja nostokaluston käytön arviointi

### Päänostolaitteen poistumisen jälkeen käytettävä nosturikalusto

Kirjoita tekstiä tähän. *esim. Kurottaja ja tarvittaessa hiab -auto sisätyövaiheen aikana suoritettavissa materiaali- ja haalauksissa.*

### Kalusto/menetelmät vaakasiirroissa ulkotiloissa

Kirjoita tekstiä tähän. *esim. työmaalle vuokrataan sisätyövaiheen ajaksi täysipäiväiseksi pyöräkuormaaja siivoamaan, raivaamaan ja purkamaan kuormia...*

### Kalusto/menetelmät ulkona pystysirroissa kerroksiin

Kirjoita tekstiä tähän. *esim. henkilö- ja tavararahissi siihen asti, kunnes lopullinen asukaskäyttöön tuleva hissi on käytettävissä. Sijoitus tarkennettu aluesuunnitelmassa. Ulkopuolen hissin poistuttua kurottajalla parvekkeiden kautta...*

### Kalusto/menetelmät pystysirroissa rapuissa

Kirjoita tekstiä tähän. *esim. lopullisella asukaskäyttöön tulevalla hissillä pientarvikkeet ja hissiin mahtuvat materiaalit...*

### Rapuissa/sisätiloissa hyödynnettävät apuvälineet lähisiirroissa

Kirjoita tekstiä tähän. *esim. pumppukärryt, levykärryt, tms...*

### 3. Yleisimpien suurien materiaalikokonaisuuksien siirtojen suunnittelu

Taulukossa esitettynä yleisimpiä paljon siirtotyötä vaativia materiaalityyppejä. Taulukkoon lisätään sellaisia materiaaleja, jotka eivät listasta löydy ja vaativat huomiota säilytyksessä sekä siirtotyössä yleisesti (taulukon lopussa).

Materiaali	varastointi/säilytys	siirto-/nostomenetelmä kohteeseen	lähisiirrot kohteessa
laastit, tasoitteet, kuivabetonit. Piensäkit			
märkätilavedeneristepurkit			
seinä- ja lattialaatat			
kiinnityslaastit			
maalipurkit ja tasoitesäkit			
keittiö- ja komerokalusteet			
KPH/WC kalusteet			
suihkuseinät			
parketti-/laminaattipaketit			
mattorullat ja -paketit			
listat			
paneelit			
eristevillat ja -levyt			
alakattolevyt			
kodinkoneet			
asuntojen ovet			
väliovet			
yleistilojen ovet			
<b>Talotekniikkaurakoitsijat</b>			
	<b>sijoittelu/varastointi työmaalla</b>		<b>AU: n tärkeimmät omat materiaalinostot</b>
<b>SÄH</b> materiaalit ja tarvikkeet			
<b>LVIA</b> materiaalit ja tarvikkeet			
<b>IV</b> materiaalit ja tarvikkeet			



## 4. Vaikea nostotyö

VAIKEAN NOSTOTYÖN SUUNNITTELUTAULUKKO				
<i>Vaikeat nostotyöt suunnitellaan tarvittaessa yhdessä rakennesuunnittelijan kanssa.</i>				
Käytettävät nostolaitteet:	Nosturi 1: <i>Nosturin tyyppi</i>		<i>Muu kalusto:</i>	
	Nosturi 2: <i>Nosturin tyyppi</i>			
Apuvälineet taakankiinnityksessä				
Noston ajoitus:	<i>PVM</i>			
Nostettava taakka:				
Taakkojen suurin paino:				
Nostokohdat taakassa:				
Nostomenetelmä:				
Nostotyön vaiheet:				
Nostopaikat:				
Noston suunta:				
Maanpohjan ja/tai rakenteiden vahvistuksen tarve:				
Nostotyön suorittajat				
Tehtävä	Nimi	Veronumero	Yritys	Pätevyys tarkastettu
Nostolaitteen kuljettaja/-t:				<input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>
Taakankiinnittäjät/alamiehet:				<input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>
Merkinantaja:				<input type="checkbox"/>
Nostotyön vastuhenkilö:				