

Eetu Salmela

# Maanläjityksen turvallisuuden parantaminen



Insinööri (AMK)

Kone- ja tuotantotekniikka

Kevät 2017



KAJAANIN  
AMMATTIKORKEAKOULU  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

## Tiivistelmä

**Tekijä(t):** Salmela Eetu

**Työn nimi:** Maanläjityksen turvallisuuden parantaminen

**Tutkintonimike:** Insinööri (AMK), kone- ja tuotantotekniikka

**Asiasanat:** maanläjitys, pehmeät maa-ainekset, työturvallisuus, kunnossapito

Tämän opinnäytetyön toimeksiantoi E. Hartikainen Oy. Opinnäytetyö toteutettiin Terrafamen kaivoksella keväällä 2017, jolloin kaivoksen alueella aloitettiin uuden sivukiven sijoituspaikan rakentaminen. Opinnäytetyön tavoitteena on yrityksen työturvallisuuden parantaminen uusilla ja turvallisilla maanläjityksen toimintaohjeilla. Nykyinen toimintaohje on tehty kovalla alustalla työskentelyä varten.

Opinnäytetyössä tarkasteltiin läjitysalueella tapahtuneita vaaratilanteita ja turvallisuuteen vaikuttavia asioita, kuten kalustoa, olosuhteita sekä henkilöstöä. Opinnäytetyötä suunniteltiin alueella työskentelyn ohessa, jolloin ongelmia havainnoitiin myös työntekijän näkökulmasta. Uusien työohjeiden tekemisessä huomioidaan läjitysalueiden yleinen suunnittelu sekä nykyinen työskentelyä koskeva työohje. Opinnäytetyö alkoi analysoimalla eri maa-ainesten ominaisuuksia sekä kaluston ja henkilöstön vaikutuksia turvallisuuteen.

Pehmeiden maa-ainesten läjittämisessä tulee huomioida materiaalin eloperäisyys, maatuneisuus, vesi- sekä mineraalipitoisuus, jotka vaikuttavat ennalta arvaamattomasti läjitysalueen käyttäytymiseen. Läjitysalueen reuna voi murtua, sortua sekä liukua alas. Tämä pyritään estämään läjitysalueiden paremmalla suunnittelulla ja uusilla työohjeilla. Vaaratilanteet aiheutuivat kiviauton painumisen seurauksena. Läjitysalueilla olevat kippauspaikat ovat olleet huonosti kantavia, mikä on aiheuttanut vaaratilanteet. Sattuneiden vaaratilanteiden perusteella arvioitiin mahdollisia parannuksia.

Läjitettävien materiaalien ominaisuudet ovat vaikeasti määriteltäviä, joten laskemisen sijaan jouduttiin miettimään turvallisempia työtapoja. Työtapojen määrittelyyn käytettiin hyödyksi olemassa olevaa työohjetta ja vaarojen arviointilomaketta. Opinnäytetyön tuloksena on E. Hartikaiselle uusi työohje pehmeiden maa-ainesten läjittämiseen ja läjitysalueiden tekemiseen. Uuden työohjeen toimivuutta voidaan analysoida vasta myöhemmin, kun nähdään, ovatko työtapaturmat ja vaaratilanteet vähentyneet läjitysalueilla. Työturvallisuus koostuu monista eri osa-alueista, joista kaikista löytyy aina jotakin parannettavaa. Tässä opinnäytetyössä näistä osa-alueista käsitellään kalustoa, olosuhteita, maa-aineksia sekä henkilöstöä.

## **Abstract**

**Author(s):** Salmela Eetu

**Title of the Publication:** Improvement of Safety at Landfill Area

**Degree Title:** Bachelor of Engineering, Mechanical and Production Engineering

**Keywords:** landfill area, soft land ingredients, work safety, maintenance

The thesis was commissioned by E. Hartikainen Ltd. The thesis was made during spring 2017 at Terrafame when the building of the new waste rock landfill area was started. The objective of the thesis was to improve corporate work safety with new and safe directives concerning landfill areas. The current directive has been made regarding hard land working.

The thesis examines incidents in the landfill areas and issues that affect work safety, like equipment, conditions and employees. The thesis was planned along with working, when problems were observed also from the employee perspective. The new working instructions will take into account general landfill planning and the current working instructions. The first thing to do was to analyze different land material qualities and ponder how equipment and employees influence work safety.

When heaping soft soil qualities, it should be taken into account if the material is organic, decomposed, as well as its water and mineral content that affect in an unforeseeable way. The landfill area side can break, collapse or slide down. This can be prevented by better landfill planning and with new working instructions. Dangerous situations were caused by a rock truck getting stuck. At the landfill area the dumping places have been badly supported, which has caused danger. The incidents were assessed with view of possible improvements.

Soft soil qualities are hard to specify. Calculating qualities would be hard, so it is necessary to think of safer working instructions. When determining the working methods, current working instructions and the danger evaluation form were utilized. The result of the thesis includes new working instructions for E. Hartikainen Ltd about landfill soft soil qualities and how a landfill area should be made. The functionality of the new working instructions can be analyzed later, after monitoring if occupational accidents have decreased at landfill areas. Work safety is comprised of many areas and always there will be something to improvement. The thesis covers equipment, conditions, soft soil ingredients and employee attitudes.

## Alkusanat

Haluan kiittää E. Hartikainen Oy:tä sekä erityisesti turvallisuuspäällikkö Pasi Karttusta mielenkiintoisen opinnäytetyön antamisesta. Uusista näkökulmista kiitokset työmaapäällikkö Marko Ahoselle, joka toi omia kokemuksiaan esille työn edetessä. Erityiskiitokset kaikille ystäväilleni sekä perheelleni, jotka tukivat minua koko projektin ajan.

Eetu Salmela

## Sisällys

1	JOHDANTO .....	1
2	TYÖSKENTELYPAIKKA JA OLOSUHTEET .....	2
2.1	Terrafamen kaivos .....	2
2.2	Työskentelyolosuhteet.....	3
2.3	Uusi sivukivialueurakka MRU 147 KL2.....	4
3	LÄJITYSALUEET .....	6
3.1	Läjitysalueen suunnittelu .....	6
3.2	Ongelma pehmeiden maiden läjitysalueella .....	8
3.3	Käytettävissä oleva kalusto .....	9
4	TURVALLISUUDEN NYKYTILANNE .....	12
4.1	Lainsäädäntö työturvallisuudesta .....	13
4.2	Nykyinen työohje.....	15
4.3	Tapahtuneet onnettomuudet ja vaaratilanteet .....	18
5	TURVALLISUUDEN PARANTAMINEN.....	21
5.1	Maa-ainesten ominaisuuksien tarkastelu.....	21
5.2	Kaluston vaikutukset turvallisuuteen.....	24
5.3	Henkilöstön vaikutukset turvallisuuteen .....	26
5.4	Uusi työohje pehmeiden maa-ainesten läjittämiseen.....	27
5.5	Läjitysalueen tekeminen.....	29
6	YHTEENVETO.....	30
	LÄHTEET.....	32
	LIITTEET	

## TERMILUETTELO

Elinkaari = Koneen käyttöaika tuotteena. Elinkaareen kuuluu tuotteen suunnittelu, valmistus, ylläpito ja käytöstä poisto.

Koheesio = Keskeiset vetovoimat, jotka pitävät aineksen koossa ja vastustavat sitä rikkovia voimia.

Kolloidi = Homogeenisen ja heterogeenisen seoksen välimuoto, jossa hiukkaset ovat hienojakoisempia kuin heterogeenisissä seoksissa ja suurempia kuin homogeenisissä seoksissa.

Kunnossapito = Teknisten toimenpiteiden kokonaisuus, jonka tarkoituksena säilyttää kone tai kohde tilassa, jossa se pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon koko elinkaarensa ajan.

Leikkauslujuus = Materiaalin kyky vastustaa muodonmuutosta, kun siihen kohdistetaan ulkoisia voimia.

LTI = Lost Time Injury. Turvallisuuden taajuuden määrittämiseen käytetty mittari, joka kertoo, kuinka monta vähintään yhden päivän sairauslomaan johtanutta työtapaturmaa on sattunut miljoonaa työtuntia kohden.

Morfologia = Morfologia on biologisten organismien tutkimista.

Siipikairaus = Maa-aineksen leikkauslujuuden määrittelyyn käytettävä menetelmä.

TRI = Total Recordable Injury. Turvallisuuden taajuuden määrittämiseen käytetty mittari, joka kertoo, kuinka monta tapaturmaa on sattunut miljoonaa työtuntia kohden.

Vikaantuminen = Koneeseen ajan saatossa syntyvä vika, joka estää koneen toiminnan.

## 1 JOHDANTO

Ensio Hartikainen perusti E. Hartikaisen vuonna 1965. Hän ryhtyi maanrakennusliiketoimintaan yhden miehen yrityksenä Outokummun seudulla Pohjois-Karjalassa. Yritys on sittemmin kasvanut yhdeksi Suomen suurimmaksi yksityiseksi maanrakennusalan yritykseksi työllistäen vuonna 2016 noin 460 työntekijää maanrakennuspuolella. Yhtiö harjoittaa lisäksi automyyntiä ja -huoltoa Joensuussa, Kuopiossa, Iisalmessa ja Kajaanissa. E. Hartikainen Oy suorittaa maanrakennustöitä pääsääntöisesti Suomessa sijaitsevilla kaivosalueilla. Yrityksen osaamiseen kuuluvat kaivosten aluerakentaminen, massojen käsittely, teollisuuden pohjarakentaminen sekä infrarakentaminen. [1.]

Tulin töihin E. Hartikaiselle marraskuussa 2016 uuden sivukivialueen tekoon. Sain opinnäytetyöaiheeni työskennellessäni yrityksessä ja keskustelemalla työmaapäällikön kanssa mahdollisesta opinnäytetyöaiheista. Esille nousi keskustelu maanläjitykseen liittyvistä turvallisuusongelmista pehmeitä maita ajettaessa.

Tämä opinnäytetyö käsittelee läjitysalueilla olevia yleisiä ongelmia sekä toimintakeinojen ja turvallisuuden parantamisen mahdollisuutta erityisesti huonosti kantavien maiden osalta. Työn tavoitteena on saada E. Hartikaiselle selkeä toimintaohje pehmeitä maa-aineksia läjitettäessä. Työturvallisuudessa huomioin kaluston kunnossapidon, henkilöstön asenteet sekä työskentelyolosuhteet.

## 2 TYÖSKENTELYPAIKKA JA OLOSUHTEET

Tässä luvussa esitellään toimipaikkaa, jossa opinnäytetyö on tehty, sekä hieman tarkemmin työskentelypaikan olosuhteita sekä maansiirtourakkaa, jossa massan ajoa on tehty. Esitellään taustatietoa Terrafamen kaivoksesta Sotkamossa, kuinka kaivos on perustettu, mitä se tuottaa ja mitkä ovat sen peruslähtökohdat. Lisäksi kuvataan turvallisuudelle haasteita tuottavia olosuhteita kaivosympäristössä. Kaivoksella työskennellään läpi vuoden, mikä täytyy ottaa huomioon kunnossapidossa sekä turvallisuusohjeissa. Luvun lopussa on kuvaus MRU 147 maansiirtourakasta, jonka perusteella olen pohtinut maanläjityksen turvallisuuteen liittyviä asioita.

### 2.1 Terrafamen kaivos

Terrafame on Sotkamon kunnan alueella toimiva monimetalliyhtiö, jonka tuotteita on nikkeli, sinkki, koboltti ja kupari. Alun perin kaivos tunnettiin nimellä Talvivaara, jonka kaivosoikeudet Pekka Perä osti Outokumpu Oyj:ltä vuonna 2003. Kaivos aloitti metallien talteenoton vuonna 2008. [2.] [3.]

Kaivoksen toiminta perustuu bioliuotusmenetelmään, jossa luonnollisia bakteereita käytetään sulfidimineraalien erotteluun. Malmi louhitaan Kuusilammen avolouhoksesta, jonka jälkeen malmi murskataan ja siirretään kiviautoilla sekä kuljettimilla primääriliuotuska-soille. Malmia liuotetaan primäärिकासoilla noin 9 kuukautta, jonka jälkeen kasat puretaan ja liuotettu malmikivi siirretään sekundääriliuotukseen. Sekundääriliuotuksella malmia liuotetaan noin 3 vuotta, jonka jälkeen malmikiveä ei enää siirretä. Bioliuotusmenetelmää käytetään, koska malmi on metallipitoisuudeltaan alhaista, eikä metallien talteenotto olisi kannattavaa perinteisillä rikastusmenetelmillä. [4.]

Terrafamen kaivosalueella sijaitsevien malmivarojen määräksi on arvioitu noin 2050 miljoonaa tonnia. Kaivos itsessään työllistää noin 660 henkilöä ja alueella toimivat aliurakoitsijat noin 620 henkilöä. Kuvassa 1 on esitetty Terrafamen kaivosalue ilmasta kuvattuna. [4.]





Kuva 1. Terrafamen kaivos Sotkamosassa [4.]

## 2.2 Työskentelyolosuhteet

Kaivosalueella olosuhteet vaihtelevat hyvin paljon riippuen vuodenajasta. Kun marras-kuussa 2016 tulin töihin E. Hartikaiselle, vallitsevat olosuhteet olivat pakkasten ansiosta hyvät. Kaivosalueella käytännössä kaikki kiviauto- ja kulkutiet ovat murskepintaisia ja alttiita sään muutoksille.

Talvella murskepintaiset tiet tiivistyvät hyvin liukkaiksi yli 100 tonnia painavien kiviautojen alla ja vaativat jatkuvaa kunnossapitoa. Talvikunnossapidossa on otettava huomioon lumen auraaminen pois ajoväyliltä sekä sopiva karhennus tai muu liukkauden esto. Liukkaudentorjunnassa käytettiin tiehöylää, jossa oli tappiterät ajoväylien karhennusta sekä murskeen levitystä varten.

Sään lämmitessä plussan puolelle ongelmaksi tulee ajourien pehmeneminen sekä ajoväylien liettyminen. Ajoväylien pehmeneminen tekee ajoväyliin reikiä, joihin sulamisvesi

kertyy. Vesilätäköstä ajaminen puolestaan liikuttaa vettä, joka suurentaa joka ajokerralla reikää entisestään. Suuret reiät tiessä rasittavat paljon kiviautojen runkorakenteita sekä ohjauslaitteita. Pahimman kelirikon aikana tien höylääminen ei korjaa tilannetta pitkäksi aikaa. Ajoväylien liettyminen on ongelmana etenkin läjitysalueen päässä. Läjitysalueen kulkuväylille kulkeutuu kiviauton renkaiden mukana ajettuja maita, ja loivassa rinteessä olevaan ramppiin valuu kiviauton lavalta märkää läjitysalueelle ajettavaa liejua. Lieju ja vettynyt hienoinen lentävät kiviautojen ajaessa tuulilaseihin sekä valoihin heikentäen näkyvyyttä.

### 2.3 Uusi sivukivialueurakka MRU 147 KL2

Terrafamen kaivoksella louhinnan tuloksena syntyy malmikiveä, sivukiveä sekä tarvekiveä. Malmin louhinta on vuotta kohti noin 7-12 miljoonaa tonnia. Sivukiveä vastaavasta malmin louhinnasta syntyy yli puolet eli vuodesta ja louhintamäärästä riippuen noin 15–20 miljoonaa tonnia. Sivukivi luokitellaan kaivannaisjätteeksi, ja sitä muodostuu määrällisesti eniten tuotantoprosessin aikana. Kuusilammen esiintymässä olevat sivukivilajit ovat mustaliuske, metakarbonaattikivi, kiilleliuske sekä kvartsiitti. Sivukivi sisältää mm. arseenia, kadmiumia, kobolttia, kromia, kuparia, rautaa, mangaania, nikkeliä, lyijyä, antimonia, sinkkiä sekä uraania. Sivukivi, joka sisältää yli 200 mg nikkeliä kilogrammaa kohden, sijoitetaan ainoastaan kalvotettujen rakenteiden päälle, joista kerätään suotovesi talteen. Suotovesi käytetään hyväksi kaivoksessa raakavetenä, jota tuotantoprosessi vaatii toimiakseen. Sivukiveä on ajettu toistaiseksi sekundäärilenttien pohjarakenteiksi. Sivukiven läjitys uudelle varsinaiselle läjitysalueelle on tarkoitus aloittaa aikaisintaan vuoden 2017 lopulla. Rakenteisiin kelpaamaton sivukivi suunnitellaan sijoitettavaksi uusille sivukiven läjitysalueille KL1 ja KL2. Niiden pinta-ala olisi yhteensä noin 590 hehtaaria. Nyt työn alla oleva alue on KL2:n ensimmäinen osio, jonka pinta-ala on noin 54 hehtaaria. [4.]

Sivukivialueiden pohjat on suunniteltu niin, että ne täyttävät ympäristöluvan mukaiset ehdot ja vaatimukset. Alueen pohja tasataan niin, etteivät pinta- tai pohjavedet pääse valumaan sivukivikasaan. Pohja tehdään tiiviiksi, ilmaa ja vettä läpäisemättömäksi muovikalvolla, jolle tehdään ala- ja yläpuolinen suojarakenne. Suojakerroksena käytetään geotekstiiliä eli suodatinkangasta tai bentoniittimattoa, hiekkaa, hienojakoista murskettua tai hienojakoista liuotusprosessin läpikäynyttä malmia. Kuvassa 2 näkyy sivukivialueen pohjarakenne kokonaisuudessaan. Sivukivialue täyttyy noin 50 metriä korkeaksi kasaksi ympä-

röivästä maanpinnasta. Toiminnan päättyessä tai sivukivialueen sulkeutuessa alue maaisemoidaan pintamailla, ja päälle istutetaan kasvillisuutta maaerosion ja syöpmisen välttämiseksi. [4.]

**Rakenne moreenin päällä**

Louhe 0...500, 1500 mm

Suojakerros sivukivestä 0...200, 500 mm

Suojakerros (ensimmäisen vaiheen liuotuskasalta seulottu malmimurske) 0...12 mm, 100 mm

Suodatinkangas geotekstiili 400g/m<sup>2</sup> B24

HPDE-kalvo 1,5 mm

Bentoniittimatto

---

Luettelo 1. Pohjarakenne sivukivialueelle moreenin päälle rakennettaessa [4.]

Ensimmäisen vaiheen sivukivialue KL2 tulee kaivoksen itäkaakko-puolelle. Uusi sivukivialue rakennetaan vuonna 2017. Ympäristien sisäpuolelta kaikki kantamaton maa-aines ajetaan kahdelle läjitysalueelle. Läjitysalueiden yhteenlaskettu pinta-ala on noin 15 hehtaaria. Eteläisempi maanläjitysalue on suurempi, noin 10 hehtaaria. Arvioitu maanlajitysmäärä näille kahdelle läjitysalueelle on noin miljoona kiintokuutiota. Määrä voi nousta, mikäli alueella joudutaan vaihtamaan massoja enemmän kantamattoman pohjan vuoksi.

### 3 LÄJITYSALUEET

Läjäytysalueet ovat sijoituspaikkoja rakentamisessa syntyville ylijäämämaaille. Rakentamisessa pyritään hyödyntämään kaikki maa-ainekset mahdollisimman hyvin, mutta kaikki prosessissa käytettävät maa-ainekset eivät sovellu käytettäväksi rakentamisessa. Rakenteissa kelpaamattomia maa-aineksia voidaan hyödyntää maisemoinnissa, viherrakentamisessa tai läjäytysalueiden kunnostamiseen. Läjäytysalueet suunnitellaan ja mitoitetaan niin, että rakennusurakassa ylijäämämaat saadaan tarkoituksenmukaisesti sijoitettua. [5]

#### 3.1 Läjäytysalueen suunnittelu

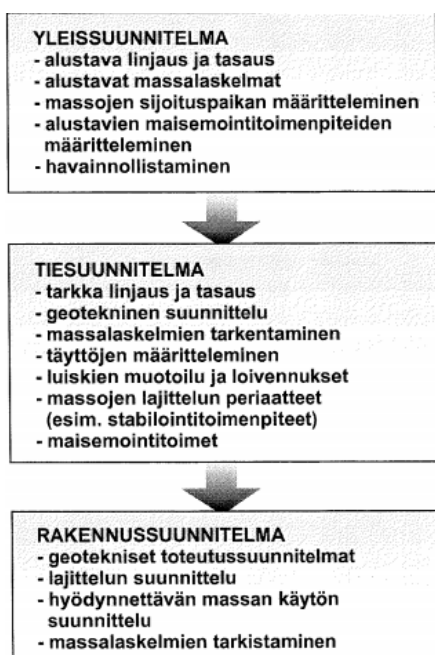
Läjäytysalueen tekeminen perustuu kolmilinjaiseen suunnitteluun, jossa pyritään ottamaan huomioon mahdollisimman tarkkaan läjäytysalueen sijainti, ajettavat massamäärät sekä hyödynnettävän massankäytön suunnittelu. Kuvassa 2 näkyy läjäytysalueen suunnittelussa huomioon otettavat asiat.



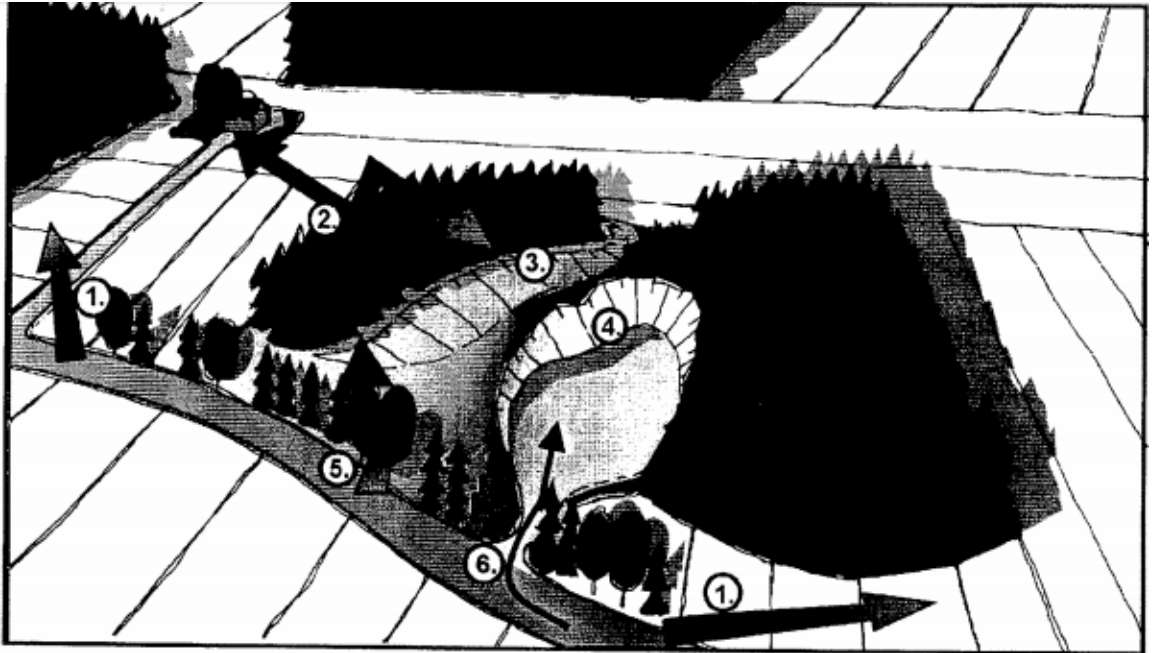
Kuva 2. Läjäytysalueiden suunnittelu [5.]

Tärkein suunnitteluvaihe on yleissuunnittelu, jolloin määräytyy läjitysalueelle menevän kulkuväylän suurpiirteinen sijainti eli millaiseen maastoon ja pohjaolosuhteisiin kulkuväylä tehdään. Yleissuunnitelmassa huomioidaan alueen pohjaolosuhteet sekä massojen määrä, jotta voidaan tehdä linjauksen ja tasauksen suunnittelussa kustannustehokkaita valintoja. Tiesuunnitelmavaiheessa määrätään tien lopullinen sijainti, jossa huomioidaan pohjaolosuhteet sekä topografia. Tässä vaiheessa on mahdollista vielä vaikuttaa poistettavien massojen sijoittamiseen. Rakennussuunnitelmassa tutkitaan maaperän geoteknisiä ominaisuuksia yksityiskohtaisempaa suunnittelua varten. Kuvassa 3 on esitetty kaikki suunnittelun eri vaiheet. Kaikki hyödynnettäväksi kelpaamaton maa-aines ajetaan läjitykseen, joka huomioidaan massalaskentaa ja lopullista läjitysalueen kokoa suunniteltaessa. Kaivosalueella rakentamisessa tarvittavaa käsittelemätöntä maa-ainesta, kuten moreenia voidaan varastoida erilliseen paikkaan jälkikäyttöä varten. Käytettävän moreenin on kuitenkin oltava vähän routivaa, jotta sitä voidaan käyttää esikuormitusrakenteena. [5.]

Rakennusvaiheessa laatuvaatimukset korostuvat, ja ne tulee ottaa huomioon suunnitteluvaiheessa. Myös turvallisuus ja turvallinen työskentely ovat tärkeässä osassa rakentamisessa, jotta mahdollisilta työtapaturmilta voidaan välttyä. Kokonaisurakassa läjitysalueen suunnittelu toimii myös urakan sopimusasiakirjana. Työn tilaaja esittää urakka-aineistossa vähimmäismäärän syntyvistä ylijäämämaista ja sopii ehdot toiminnasta poikkeustilanteissa. Mahdollisten lisämassojen läjittämiseen tulee olla myös valmiudet riippuen maanrakennustöiden laajuudesta. Kuvassa 4 on esitetty läjitysalueiden yleiset suunnitteluperiaatteet. [5.]



Kuva 3. Maanlajityksen suunnitelman tekeminen [5.]



#### LÄJITYSALUEIDEN SUUNNITTELUSSA NOUDATETTAVIA PERIAATTEITA:

1. Läjitysalueita ei sijoiteta avoimeen viljelysmaisemaan tai arvokkaille kulttuurimaisema-alueille. Erityisen herkkiä muutoksille ovat alueet, joiden maaston suhteelliset korkeuserot ovat pieniä.
2. Läjitysalueet sijoitetaan riittävän kauas asutuksesta. Työnaikaisia pöly- ja meluhaittoja voidaan vähentää työsuunnittelulla ja eri työvaiheita ajoittamalla.
3. Läjitysalueen muoto noudattaa lähiympäristössä olevia maastonmuotoja. Luiskakaltevuuksien on oltava vähintään 1:3. Läjityksen päätyttyä alue istutetaan esim. metsitystaimin.
4. Ylijäämämassoja voidaan käyttää maisemavaurioiden, kuten maa-ainesten ottoalueiden maisemoimiseen. Läjitys ei kuitenkaan saa vaikuttaa alueen pohjavesiolosuhteita huonontavasti. Vaikutukset pohjaveteen on tutkittava ja läjitykseen saa käyttää vain puhtaita maa-aineksia.
5. Maisemallisesti herkkillä alueilla tietä vasten on suositeltavaa jättää riittävät suojavyöhykkeet. Suojavyöhykkeiden leveys harkitaan tapauskohtaisesti. Aina vyöhykkeitä ei tarvita.
6. Työmaaliikenne läjitysalueelle järjestetään siten, että työstä aiheutuu luonnolle ja ihmiselle mahdollisimman vähän haittaa. Olemassaolevat tieyhteydet käytetään hyödyksi, mutta liikennettä asutusalueiden läpi on vältettävä.

Kuva 4. Yleiset läjitysalueen suunnittelun periaatteet [5.]

### 3.2 Ongelma pehmeiden maiden läjitysalueella

Ongelmana pehmeiden maa-ainesten läjitysalueilla on ollut ajoväylien ja kippauspaikkojen kantavuuden varmistaminen ja turvallisen työskentelyn takaaminen työntekijöille. Kun läjitysalueita on tehty talviaikaan, kulkureiteille sekä läjitysalueelle on kulkeutunut lunta ja jäätä. Kevään tullessa läjitysalueella voi syntyä vaarallisia sulia tyhjiöitä lumen ja jään

sulaessa kulkuteiltä sekä kippauspaikoilta. Ongelmana on myös saada kulkuväylät kantaviksi kelirikkoaikana painaville maansiirtokoneille. Pehmeät maa-ainekset ovat ominaisuuksiltaan vaikeasti määriteltäviä, mikä vaikeuttaa läjitysalueen kantavuuden määrittelyä. Pehmeiden maa-ainesten ominaisuuksia on tarkasteltu luvussa 5.1 tässä opinnäytetyössä.

### 3.3 Käytettävissä oleva kalusto

E. Hartikainen on erikoistunut kaivoksissa tehtävään maansiirtoon raskaalla kalustolla. Raskaaseen maansiirtokalustoon kuuluu yhteensä noin 200 koneyksikköä. Kalusto on pääasiassa maanrakennuspuolella hyvin raskasta. Terrafamen kaivoksella pienin käytettävä kaivinkone on 330D Caterpillar eli noin 35 tonnin painoinen. Kaivinkoneiden painoluokka on alueen urakassa 35–130 tonnia. Suurin käytettävä kaivinkone on EX1200-6 Hitachi, joka toimii louheen lastauksessa. Maanpoistossa toimivat kaivinkoneet ovat 390D- ja 390F-mallisia kaivinkoneita, joiden painoluokka on noin 100 tonnia. Maanpoistolla lastaaviin koneisiin on asennettu kauha pistoasentoon. Tämä takaa tehokkaamman työskentelyn maan lastauksessa kivipenkan päältä. Massan vastaanottopaikalla toimivat puskukoneet ovat Caterpillar D6- tai D8-malleja. Puskukoneiden painoluokka on noin 20–35 tonnia. Teiden kunnossapitoon käytetään Caterpillar 16M-tiehöylää, jonka omamassa on noin 35 tonnia.

Lähes kaikissa kaivinkoneissa ja puskukoneissa on nykyaikaiset koneohjausjärjestelmät, joiden avulla nähdään täyttö- ja kaivukorot. Koneohjausjärjestelmillä voidaan myös ottaa tarkkeita toteutuneesta täytöstä tai leikkauksesta laatukansiota varten. Höylään on asennettu nykyaikaisen automaattiajon mahdollistava koneohjausjärjestelmä. Koneohjausjärjestelmänä E. Hartikainen käyttää Leican järjestelmiä, jotka on todettu helppokäyttöisiksi ja varmatoimisiksi.

Käytettävät kiviautot ovat Caterpillar 773-, 775- ja 777-malleja, joiden omamassa on 39–65 tonnia ja kokonaismassa 99–166 tonnia. Osaan 773- ja 775-malleista on asennettu takalaita, jotta märät maa-ainekset pysyvät lavalla paremmin. Suuremmat 777-mallin kiviautot ajavat tarvekiveä uuden sivukivialueen pohjarakenteisiin. Taulukossa 1 on lueteltu läjitysalueelle maa-aineksia ajavien kiviautojen tarkemmat tekniset tiedot. Kuvissa 5,6 ja 7 on esitetty käytettävää ajo- sekä vastaanottokalustoa.



Caterpillar 773D Tekniset tiedot		Caterpillar 775E Tekniset tiedot	
Moottori koodi	Caterpillar 3412E	Moottorikoodi	Caterpillar 3412E
Nettoteho	485kW/ 650hv	Nettoteho	567kW/ 760hv
Rengas koko	24.00 R35	Rengas koko	24.00 R35
Omamassa	39500kg	Omamassa	44750kg
Maksimi kokonaispaino	99340kg	Maksimi kokonaispaino	108400kg
Lavan tilavuus	35m <sup>3</sup>	Lavan tilavuus	41m <sup>3</sup>
Maksimi ajonopeus kuormattuna	62km/h	Maksimi ajonopeus kuormattuna	62km/H
A) Pituus	8535mm	A) Pituus	8552mm
B) Lavan syvyys	1805mm	B) Lavan syvyys	1967mm
C) Lavan pituus	6400mm	C) Lavan pituus	6526mm
D) Korkeus lava ylhäällä	8787mm	D) Korkeus lava ylhäällä	8739mm
E) Lavan korkeus maasta tyhjänä	3773mm	E) Lavan korkeus maasta tyhjänä	3927mm
F) Jättökorkeus tyhjänä	676mm	F) Jättökorkeus tyhjänä	673mm
G) Jättökorkeus kuormattuna	566mm	G) Jättökorkeus kuormattuna	563mm
H) Taka-akselin keskeltä lavan takalaitaan	2782mm	H) Taka-akselin keskeltä lavan takalaitaan	2779mm
I) Lavasuojan korkeus tyhjänä	4393mm	I) Lavasuojan korkeus tyhjänä	4424mm
J) Lavasuojan korkeus kuormattuna	4350mm	J) Lavasuojan korkeus kuormattuna	4350mm

Taulukko 1. Caterpillar 773D ja 775E, tekniset tiedot [6.] [7.]



Kuva 5. Caterpillar 773D-kiviauto E. Hartikaisen varikolla





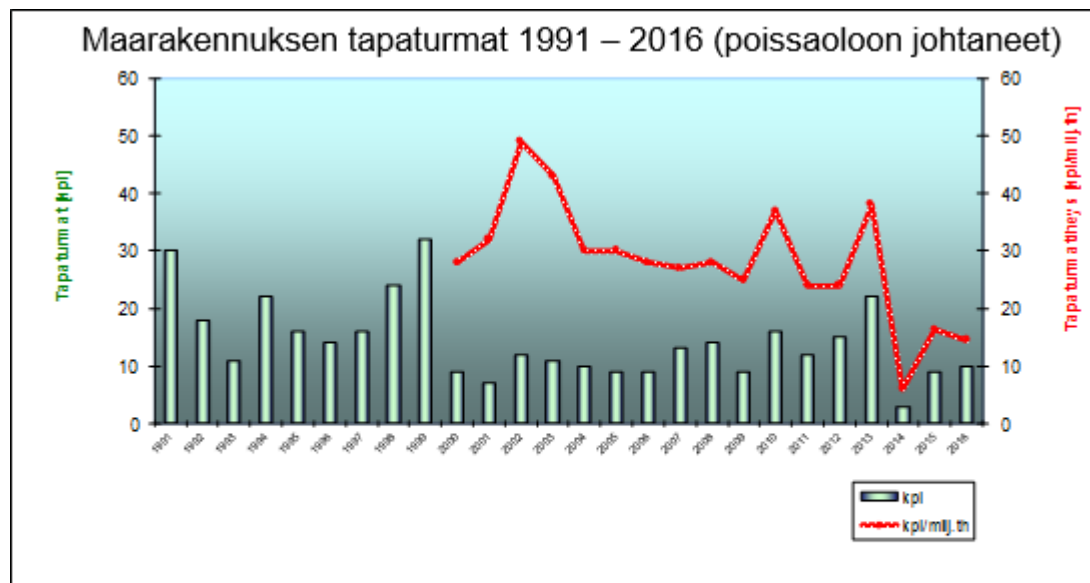
Kuva 6. Caterpillar 775E- ja 773B-kiviautot



Kuva 7. Caterpillar D8R-puskukone

#### 4 TURVALLISUUDEN NYKYTILANNE

Turvallisuuden kuvaukseen käytetään LTI- ja TRI-mittareita, jotka kertovat, kuinka monta työtapaturmaa on sattunut miljoonaa työtuntia kohden. TRI kertoo kaikkien vähintään yhden päivän pituiseen sairauspoissaoloon johtaneiden työtapaturmien määrän sekä työtapaturmat, jotka eivät ole johtaneet sairauslomaa. E. Hartikainen on asettanut vuodelle 2017 tavoitteen, että LTI-luku olisi korkeintaan 5,0, eli 5 työtapaturmaa, jotka ovat johtaneet vähintään yhden päivän sairauspoissaoloon miljoonaa työtuntia kohden. Vuonna 2016 tapahtui kymmenen sairauspoissaoloon johtanutta työtapaturmaa. LTI-taajuus oli 14,5 ja TRI-taajuus 18,8 kaikissa maanrakennuspuolen työkohteissa miljoonaa työtuntia kohden. Diagrammissa 1 on esitetty maanrakennuspuolella sattuneet työtapaturmat vuosina 1991-2016. Taulukossa 2 on esitetty lastaus- ja kippauspaikoilla sattuneet työtapaturmat vuosina 2000-2016, ja niistä aiheutuneiden sairauspoissaolojen määrä. [8.]



LTI 14,5  
TRI 18,8

Tapaturmia 10 kpl

Diagrammi 1. Sattuneet työtapaturmat vuosina 1991–2016 [8.]

	2000-2016 Tapaturmat	
Tapaturman laatu	Kpl	Työkyvyttömyyspäivät
Onnettomuudet kiviautoilla		
kuormauspaikoilla	3	71
kippauspaikoilla	6	333
<b>YHTEENSÄ</b>	<b>9</b>	<b>404</b>

Taulukko 2. Lastaus- ja kippausalueilla sattuneet tapaturmat 2000–2016 ja työkyvyttömyyspäivät [8.]

#### 4.1 Lainsäädäntö työturvallisuudesta

Työturvallisuuslaissa (2002/738) määrätään yleisistä työnantajan ja työntekijän velvollisuuksista ja vastuista. Laki määrää, että työnantaja on velvollinen huolehtimaan työntekijöiden työturvallisuudesta sekä työterveydestä. Työnantajan on otettava huomioon vallitsevat olosuhteet ja työympäristöön liittyvät seikat. Huolehtimisvelvoitteen ulkopuolelle jätetään epätavalliset ja arvaamattomat olosuhteet sekä poikkeukselliset tapahtumat, joihin ei varoitoimista huolimatta voi vaikuttaa. Työnantajan täytyy toteuttaa ja suunnitella työolosuhteet siten, että vaara- ja haittatekijät saadaan ennalta estettyä. Työsuojelutoimien tulee olla riittävät, ja vaihtoehtoiset työtekniikat tulee ottaa huomioon. Työnantaja on velvollinen tarkkailemaan työolosuhteita ja työtapojen turvallisuutta. Lisäksi työnantaja on velvoitettu huolehtimaan, että turvallisuutta ja terveellisyyttä koskevat toimet otetaan huomioon tarpeellisella tavalla koko organisaatiossa. [9,8§]

Työnantajan on työtehtävän luonteen mukaan selvitettävä ja otettava huomioon työajoista, työtiloista sekä muusta ympäristöstä aiheutuvat haitta- ja vaaratekijät sekä arvioitava tai poistettava niiden haitallinen vaikutus työntekijän terveyteen. Huomioon tulee ottaa myös tapahtuneet tapaturmat, ammattitaudit, työperäiset sairaudet, työntekijän ikä ja ammattitaito, työn kuormittavuus sekä muut vastaavat seikat. Jos työnantajalla itsellään ei ole riittävästi ammattitaitoa selvittää työn vaarallisuutta, tulee hänen käyttää ulkopuolista asiantuntijaa, jolla on tehtävään riittävä pätevyys ja ammattitaito. Työnantajalla on oltava hallussaan työn vaaroja arvioiva selvitys ja se on pidettävä ajan tasalla. [9,10§]

Työympäristön rakenteiden, työtilojen, työ- ja tuotantomenetelmien sekä työssä käytettävien koneiden ja laitteiden vaikutukset on otettava huomioon työntekijöiden turvallisuutta suunniteltaessa. Käytettävien koneiden ja laitteiden tulee olla soveltuvia tehtävään työhön ja työmenetelmien tulee olla turvallisia sekä lainmukaisia. Työolosuhteiden tulee vastata laissa määrättyjä vähimmäisvaatimuksia. Työolosuhteiden suunnittelussa täytyy ottaa huomioon työntekijöiden erityisvaatimukset esimerkiksi vammaiset, joiden työskentely vaatii erityistä turvallisuuden ja terveyden varmistamista. [9,12§]

Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta -laissa (2009/205) määrätään tarkemmin maanrakennuspuolen lainsäädännöstä. Rakennustyömaa-alueesta on tehtävä kirjallinen suunnitelma. Pääurakoitsijan on selvitettävä ja tunnistettava työmaata koskevat vaara- ja haittatekijät. Mahdolliset vaaraa aiheuttavat tekijät on poistettava, mikäli mahdollista. Jos vaarojen poistaminen on mahdotonta, täytyy tehdä vaarojen arviointi työmaalla työskentelevien henkilöiden terveyttä ja turvallisuutta koskien. Työmaan suunnittelussa on kiinnitettävä erityistä huomiota tapaturmavaaran ja terveyden haitan poistamiseen ainakin sosiaali- ja toimistotilojen sijaintiin ja määrään, koneiden sijoitukseen, maiden sijoitukseen, tarvikkeiden säilytykseen, työmaaliikenteeseen, kulkuteihin ja niiden kunnossapitoon, työmaan siisteyteen, jätehuoltoon sekä palontorjuntaan tapaturmavaaran ja terveyshaittojen minimoimisessa. Rakennustyömaan keskeiset osat on esitettävä kirjallisena rakennus- ja työvaiheittain. Suunnitelmien on oltava aina ajan tasalla. Rakennustyössä käytettäville koneille täytyy tehdä käyttöönottotarkastukset. Lisäksi laki sanoo, että koneille ja työmaalle on järjestettävä viikoittain kunnossapitotarkastus, jossa tarkastellaan työmaan yleistä järjestystä ja siisteyttä sekä työkoneiden ja -laitteiden kuntoa. Kunnossapitotarkastuksessa tulee ottaa huomioon kaikki työmaalla turvallisuuden kannalta merkittävät seikat. [10.]

Lain kuudes pykälä määrää työmaaliikenteen järjestelyvaatimuksista. Liikennejärjestelyjä tehtäessä on otettava huomioon aiemmin mainittu työmaasuunnitelma. Ajoväylät, kippaus- ja lastauspaikat on tehtävä kestämään niille kohdistetut kuormitukset. Ajotiet on tehtävä niin, etteivät ne tarpeettomasti risteä muiden kulkuväylien kanssa. Liikenteenohjaus sekä -rajaus on tehtävä ja näytettävä liikennemerkeillä. Maa-ainesten purku- ja lastauspaikat on suunniteltava niin, ettei maita nosteta työntekijöiden ylitse. Ennen maanrakennustöiden aloittamista on selvitettävä alueella olevien kaapeleiden, putkistojen ja joihtojen sijainnit. Lisäksi on selvitettävä maaperän ja kallion geotekniset ominaisuudet. Sortumavaarat sekä maa-ainesten kantavuus ja vakaus on arvioitava luotettavasti. Ennen töiden aloittamista tulee myös huomioida, etteivät maaperän biologiset ja kemialliset ominaisuudet vaaranna työntekijöiden turvallisuutta. [10.]

## 4.2 Nykyinen työohje

Nykyisen maanrakennusurakan KL2 MRU 147 työohje on tehty ennen töiden aloittamista 2.11.2016. Työohjeen ovat koonneet turvallisuuspäällikkö Pasi Karttunen ja työpäällikkö Marko Ahonen. Seuraavassa on lainaus pehmeän maan kuljetus- ja läjityskohdasta työohjeesta.

### PEHMEÄN MAAN KULJETUS + LÄJITYS

Maanpoistossa kuljetetaan maata läjitykseen ja mahdollisesti rakenteisiin.

Autonkuljettajan tehtävänä on kuljettaa maata vuorotyönjohtajan antamien ohjeiden mukaisesta lastauspaikalta läjitysalueelle tai mahdollisesti rakenteisiin.

Kuljettaja pitää kirjaa ajamistaan kuormista täyttämällä huolellisesti liitteen 3 mukaisen kuormakirjan ja antamalla sen vuoron loputtua vuorotyönjohtajalle.

Kuormakirjan yläosa tulee täyttää vuoron alussa ennen ajoon lähtöä. (yläosan tarkastuslista käsittää töihin liittyvän, työntekijän tekemän vaarojenarvioinnin).

Kuljetuksissa noudatetaan urakkasopimuksen työselitystä ja näitä työohjeita liitteineen.

Läjitysalueilla ja rakenteisiin kipattaessa kippauspaikan turvallisuus on varmistettava aina ennen kippaamista (kts. turvaohjeet, *Liite 8*).

Maanpoistoissa on kuljettajan kiinnitettävä erityistä tarkkaavaisuutta lastauspaikalla töiden yhteensovittamiseen, lastauspaikan kantavuuteen ja tasaisuuteen sekä teiden kuntoon. Läjityksessä huomiota on kiinnitettävä erityisesti läjitysalueen kantavuuteen, maan liikkumiseen, kippauspaikan tasaisuuteen. Huomioista on heti tiedotettava vuorotyönjohtajaa, lastauskoneen kuljettajaa tai vastaanottokoneen kuljettajaa. Yhteistyöllä varmistetaan työskentelyn turvallisuus. [11.]

Työohjeessa kerrotaan myös vastaanotolle omat työohjeet. Työohjeessa mainitaan, että vastaanottokuljettajan on noudatettava penkereelle määrättyä korkoa ja läjitysalueen rajoja. Vastaanottokuljettajan on tarkastettava penkan ja läjitysalueen turvallisuus ennen ajon aloittamista. Vastaanottokoneen kuljettaja seuraa autonkuljettajien ja työnjohdon kanssa pehmeän läjitysalueen turvallisuutta. Maiden vastaanottaja ei saa poistua koneelta vuoronvaihdossa ennen viimeisen autonkuljettajan tuomaa kuormaa. Periaatteina maiden vastaanotolle on, että vastaanottokoneen on aina oltava paikalla, kun maita ajetaan läjitykseen. Kuormat kipataan penkalle, josta ne työnnetään alas vastaanottokoneella. Kippauspaikan tulee olla tasainen ja kantava. Ajon loppuessa vastaanottokone muotoilee alueen siten, että se pääsee kuivumaan, ja mahdolliset penkan siirtymät havaitaan ajon uudelleen alkaessa. Vastaanottokone ajetaan kulkutielle estämään ajo läjitykseen, tai eristetään alue keiloin ja lippusiimalla ajon päättyessä. Ennen kuormien kippaamista alapuolella oleva vaarallinen alue eristetään lippusiimalla ja varoituskartioilla. [11.]

Kaikista alueella suoritettavista työtehtävistä on tehty vaarojen arviointi. Vaarojen arvioinnissa on määritelty seuraukset, todennäköisyys sekä riskin arviointi. Alla on Taulukko 3 jossa näkyy tehdyt vaarojen arvioinnit, jotka koskevat työtehtäviä läjitysalueella. Taulukossa on selitetty mahdollisia vaaranpaikkoja ja mitä riskejä se sisältää. Tapahtuman seuraus on arvioitu asteikolla 1-4, jossa 1 on vähäinen ja 4 katastrofaalinen. Todennäköisyys on arvioitu asteikolla 1-4, jossa 1 on epätodennäköinen ja 4 säännöllinen, usein satuttava. Seurauksen numeroarvo kerrotaan todennäköisyydellä ja saadaan riskin arvo selville. Vaarojen arvioinnissa on huomioitu keinoja vähentää tai poistaa olemassa olevia riskejä ja toimintaohjeita turvallisemmalle työskentelylle. [12.]

Taulukko 3. Vaarojen arviointi läjitysalueilla [12.]

Vastaanotto / Kippaaminen maanläjitysalueella	Mahdolliset riskit	Seuraus	Todennäköisyys	Risikin arvo	Toimenpideriskin hallinnalle	Risikintyyppi	jäänös
Tavaran toimittaminen läjitykseen	Koneen luisuminen penkalta alas	4	3	12	Sallittu vain vastaanotto-koneen ollessa penkalla	jatkuva	4
Läjityspenkan pehmeneminen	Koneen kaatuminen, uppoaminen, putoaminen penkalta	4	3	12	Kantavaa materiaalia otetaan penkalle aina tarpeen mukaan	jatkuva	4
Läjityspenkan pehmeneminen	Kosteus pehmentää penkan / penkan reunat - Liukastumiset, kaatumiset, koneiden kaatumiset jne	4	3	12	Kentän liippaaminen ja muotoilu työvuoron päätyttyä	jatkuva	4
Tavaran jäätyminen lavaan	Auto kaatuu kippauksen yhteydessä, (Painopiste liian korkealla)	4	3	12	Lavan ajoittainen puhdistaminen	jatkuva	4
Kippaaminen epätasaisella alustalla	Auto kaatuu kippauksen yhteydessä	4	3	12	Kippauspaikka kantava ja tasainen	jatkuva	4
Penkan tarkastaminen ennen ajon aloittamista	Katkeamat ja painumat penkalla	4	3	12	Vastaanotto-koneen tarkastettava penkan turvallisuus ennen ajon aloittamista	jatkuva	4
Penkan liukuminen	Koneiden liukuminen alas reunan mukana	4	3	12	Jatkuva tarkkailu jokaiselta.	jatkuva	4
Koneen luiskahtaminen penkalta alas	Putoaminen	4	2	8	Varovaisuus penkereellä työskentelyssä	Jatkuva	4

#### 4.3 Tapahtuneet onnettomuudet ja vaaratilanteet

Tässä osiossa esitellään E. Hartikaisella maanläjityksellä sattuneita onnettomuuksia ja vaaratilanteita. Esittelen tässä opinnäytetyössä kaksi vaaratilannetta, jotka ovat sattuneet läjitysalueilla Terrafamen kaivoksella vuosina 2008–2016. Ensimmäinen käsiteltävä tapaus on sattunut 26.9.2016 uuden sekundäärilohkon pohjarakenteen urakka-alueella. Kiviu auton kuljettaja oli peruuttanut 773E-kiviu autolla kuorma päällä läjitysalueelle, tarkoituksenaan kipata kuorma. Läjitysalueen pohja oli kuitenkin huonosti kantava, jolloin kivi auton toinen puoli upposi aiheuttaen mahdollisen kivi auton kaatumisen. Alla olevista kuvista selviää, millainen vaaratilanne tämä on ollut. [13.]

E. HARTIKAINEN OY		TOIMINTAJÄRJESTELMÄ		1/1	
VAHINKO- JA VAARATILANNE-ILMOITUS		Lomakkeet ja mallit			
		01.04.2016		EH6-L15	
Työmaa:	MRU140	Nro:	155		
Tapahtumapaikka:	Terrafame Sotkamo	Tapahtumaaika:	Pvm: 26.9.2016	Klo: 12:00	
<input type="checkbox"/> Turvallisuushavainto		<input type="checkbox"/> Parannusehdotus		<input checked="" type="checkbox"/> Lähetä piti-ilanne	
Lyhyt kuvaus:	MRU140 urakassa lohko 4:llä PL 550:n kohdalla, kivi auto Cat773E (kuljettaja: Mika Tuki) peruutti läjityspenkille ja auton vasen puoli upposi pehmeään maahan, tilanteesta aiheutui lähetä-piti-ilanne. Auto saatiin pois "upoksista" ohjain. Auto tarkastettiin ja todettiin ajokuntoiseksi. Tarkastuksen suoritti Jussi Kumpulainen.				
Tapahtuneeseen johtaneet syyt:	Läjitysalueen tie ei kantanut kivi autoa.				
Keinot, joilla tapauksen toistuminen estetään:	Rakennetaan kantavat ajotiet läjitysalueille				
Parannusehdotus:					
Muutostarpeet ohjeistukseen:					
Tapahtuneesta aiheutuneet seuraamukset ja kustannukset:	Työt keskeytyivät noin tunniksi. (KKH90, Cat773e ja KKH 25)				
Paikka ja aika:	Tähtivaarassa 26.9.2016				
Raportin tekijä:	Allekirjoitus ja nimen selvitys:  Matti Lievonen				
Toimitettu osaston työsuojelupäällikölle, pvm:	26.9.2016				

Kuva 8. Vahinko- ja vaaratilanne ilmoitus sattuneesta vaaratilanteesta [13.]







Kuva 9. Caterpillar 773E uponnut läjitysalueelle [13.]



Kuva 10. Caterpillar 773E-kiviauto uppoamisen jälkeen [13.]

Toinen esimerkki vaaratilanteesta on vuodelta 2008. Se on tapahtunut läjitysalueella Ter-  
rafamen kaivoksella. Kiviauto ajoi läjitysalueen penkalle kippaamaan kuormaansa, ja valui  
penkan reunalta alas niin, että vasen eturengas nousi noin 1,5 metriä ilmaan. Kiviauto

peruutti liian pitkälle, ja upposi kantavan alustan loputtua. Pahimmassa tapauksessa kivi-auto olisi voinut valunut penkalta alas kokonaan, jolloin henkilövahingot olisivat olleet mahdollisia. Läjitysalueiden kippauspenkat voivat olla kymmeniä metrejä korkeita, ja kun puhutaan 100 tonnin painoista, vakavan työtaturman tai kuoleman riski on mahdollinen. [13.]

E. HARTIKAINEN OY		1.12.2005	1.0	LJ 5 - L6
LÄHELTÄ PITI -TILANNE				
Työmaa:	TALVIVAACAT		Nro:	
Tapahtumapaikka:	LÄNIPYSÄLVE	Tapahtumaaika:	Pvm: 20.8-08	Klo: n. 35
Lyhyt kuvaus tapahtuneesta:	KIVIAUTO "VALUI" PENKALLA REUNALTA NIIN ETTÄ VASEN ETUPYÖRÄ NOUI N. 15 m YLÖS			
Tapahtuneeseen johtaneet syyt:	PERUUTETTU LIIAN LÄHELLE PENKALLA REUNAA			
Keinot, joilla vastaava tilanne voidaan estää:	KIVUKÄÄ KIPATAAN PENKALLE JOSTA VASMAN OTTO KONE SEU PUSKEE ALAS			
Muutostarpeet ohjeistukseen:	—			
Tapahtuneesta aiheutuneet seuraamukset ja kustannukset:	TARKASTUKSEN JÄLKEEN AUTO AJONN EI HENKILÖ EIKÄ OMAISUUSVAHINKOJA			
Paikka ja aika:				
Raportin tekijä:	Allekirjoitus ja nimen selvitys: 			
				

Kuva 11. Vaaratilanne vuodelta 2008 [13.]

Tarkastellessa näitä kahta vaaratilannetta ja vertaamalla niitä olemassa olevaan vaarojen arviointiin huomataan, että kumpikin mainittu tapahtuma on kirjattu vaaroihin. Vuonna 2016 sattunut vaaratilanne kuuluu läjityspenkan pehmenemisen vaaraan. Toimenpide riskin hallinnalle on lisätä kantavan materiaalin määrää läjitysalueella. Vuonna 2008 sattunut vaaratilanne kuuluu penkan liukumisen vaaraan. Toimenpide tämän hallitsemiselle on kippauspaikan jatkuva seuranta ja alueen tasaus ajon päätteeksi, jotta nähdään ajon jatkuessa mahdolliset murtumat ja maa-ainesten liikkeet.

## 5 TURVALLISUUDEN PARANTAMINEN

Opinnäytetyöni päämääränä on löytää uusia turvallisuutta edistäviä seikkoja ja työtapoja E. Hartikaiselle, ja luoda yritykselle uusi ja turvallinen toimintaohje pehmeitä maita läjitettäessä. Tarkastelen maa-ainesten ominaisuuksia maaliukumien ja kantavuuksien suhteen. Pohdin myös toissijaisia turvallisuuteen vaikuttavia seikkoja, kuten kaluston kunnossapidon vaikutusta sekä henkilöstön asennetta työtä kohtaan.

### 5.1 Maa-ainesten ominaisuuksien tarkastelu

Käsittelen tässä luvussa maanläjitykseen ajettavien maiden yleisominaisuuksia kokonaisuutta varten. Maanläjitykseen ajettavat maat ovat pääsääntöisesti tässä tapauksessa pintamaita, turvetta sekä hyödynnettäväksi kelpaamatonta moreenia. Tällä työmaalla suurin läjitysmäärä tulee turpeesta, joten tarkastelen sen käyttäytymistä ja ominaisuuksia tarkemmin.

Turve on eloperäinen materiaali, jota syntyy ajan saatossa kosteissa olosuhteissa kasvien maatuessa. Vähäisen hapen ja runsaan veden vuoksi kasvit eivät hajoa kunnolla, ja näin syntyy kasvava turvekerros. Kymmenessä vuodessa uutta turvetta muodostuu noin yksi senttimetri. Turpeet luokitellaan eri ryhmiin maatuneisuuden perusteella asteikolla H1-H10. Se, millä tavalla ja missä olosuhteissa turve on muodostunut, vaikuttaa suoraan turpeen ominaisuuksiin. Turve sitoo itseensä hyvin vettä, ja turpeen vesipitoisuus on yleisesti välillä 500–2500 %. Turpeen kuivairtoteisyys vaikuttaa turpeen käyttäytymiseen kuormituksen alla. Turpeen kuivairtoteisyys vaihtelee yleensä välillä 60-120 kg/m<sup>3</sup>. Turpeen ominaispaino on välillä 1,4-1,8 t/m<sup>3</sup>. Huokoisuusluku vaihtelee turvetyypin ja kosteusprosentin mukaan. [14.]

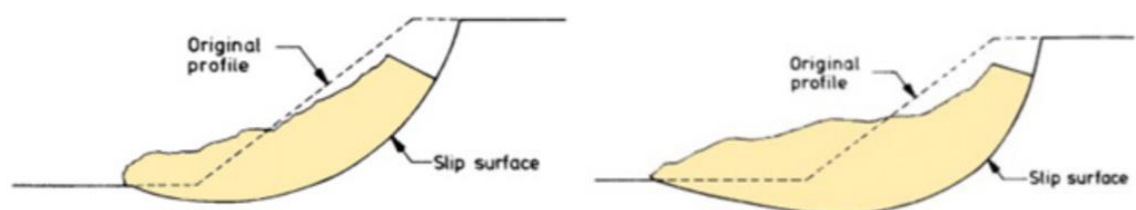
Luonnossa turpeen vedenläpäisykykyyn vaikuttaa sen morfologia. Vedenläpäisykyky vähenee kuormituksen kasvaessa, ja koskemattoman turpeen vedenläpäisykyky voi olla 10<sup>-2</sup>-10<sup>-5</sup>cm/s. Kuormituksen alaisena läpäisykyky pienenee jopa arvoihin 10<sup>-8</sup>-10<sup>-9</sup>cm/s. Kuormituksen alaisena turve puristuu kasaan, ja turpeen huokosten ja kolloidien välisten partikkeleiden vetovoima kasvaa nopeasti. Turpeen leikkauslujuus riippuu turpeen maatuneisuudesta, kosteudesta sekä mineraalikoostumuksesta. Korkea kosteuspitoisuus ja maatuneisuus vähentävät leikkauslujuutta, kun taas korkea mineraalipitoisuus nostaa

leikkauslujuutta. Tavallisesti tiivistyneen turpeen leikkauslujuus on  $c=2$  kPa ja  $\phi=28^\circ$ . Normaalijännityksessä leikkauslujuus on alle 13 kPa, jolloin koheesio kasvaa 5-6 kPa tasolle kitkakulman mennessä nolnaan. Turpeen leikkauslujuuden arvioiminen olisi parasta tehdä maastossa siipikairauksella. Leikkauslujuuden määrittämiseen liittyy monta muuttujaa, mikä tekee siitä melko haastavaa. Taulukossa 4 on esitetty erityyppisten turpeiden ominaisuuksia. [14.]

Ominaisuus	Turvetyyppi		
	Kuituinen turve	Keskinkertaisesti maatonut turve	Amorfinen rakeinen turve
Vesipitoisuus %	700 - 2000	500 - 1200	500 - 900
Tuhkapitoisuus%	1.5 - 3.0	3 - 8	8 - 30
In situ irtotiheys (kg/m <sup>3</sup> )	900 - 1100	900 - 1100	900 - 1100
Kuiva irtotiheys (kg/m <sup>3</sup> )	40 - 70	70 - 100	100 - 140
Huokosluku	10 25	8 - 17	7 - 13
Vedenläpäisevyys (m/s)	$10^{-5} - 10^{-6}$	$10^{-6} - 10^{-7}$	$10^{-7} - 10^{-8}$

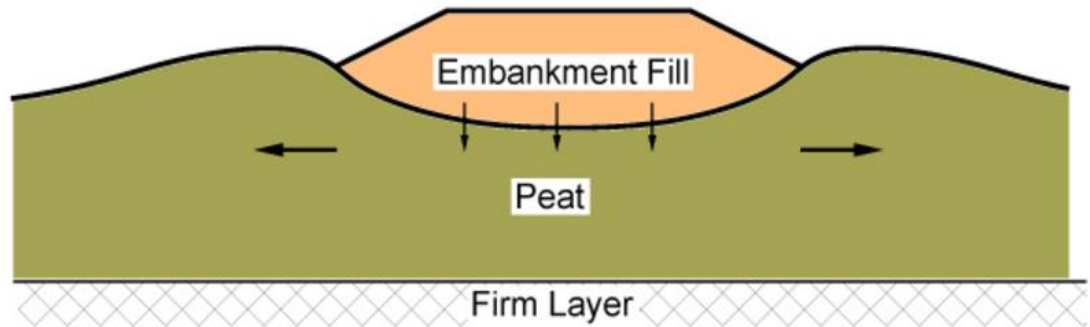
Taulukko 4. Eri turvetyyppien ominaisuuksia [14.]

Tyypillisesti turvepenkka vaurioituu neljällä eri tavalla. Ensimmäinen tapa on turvepenkan murtuminen siihen kohdistuvien maan vetovoiman ja ulkoisten kuormitusten johdosta. Turvekerrokseen muodostuu liukupinta, joka on useimmiten kaaren muotoinen kuvan 12 mukaan. Mikäli läjitysalueetta jatkettaisiin ajamalla maa-aineksia jo läjitetyn turpeen päälle, leikkautuminen tulisi mahdolliseksi kuvan 13 mukaan. Vetojännitys voi aiheuttaa kuormituskohdan ulkopuolella tapahtuvan murtumisen, jolloin kaivamaton turve siirtyy kaivettua aluetta kohti kuvan 14 mukaisesti. Turveliuikuma voi muodostua myös turpeen alapuolella tai sisällä olevan liukkaan pinnan vaikutuksesta. Esimerkiksi jos vesi pääsee turpeen ja pohjamaan väliin, voi syntyä liukupinta kuvan 15 mukaan. [15.]



Kuva 12. Turpeen liukuminen [15.]

Turpeen liukuminen tapahtuu, kun pengertä koossa pitävä kitka jää ulkoisia kuormituksia pienemmäksi. Liukukulma määräytyy turpeen ominaisuuksien mukaan, ja on useasti vaikeasti määriteltävä. Liukumista voidaan estää jättämällä penkereen päähän 5-10 metrin alue, jossa kiviautolla ei ajeta. [15.]



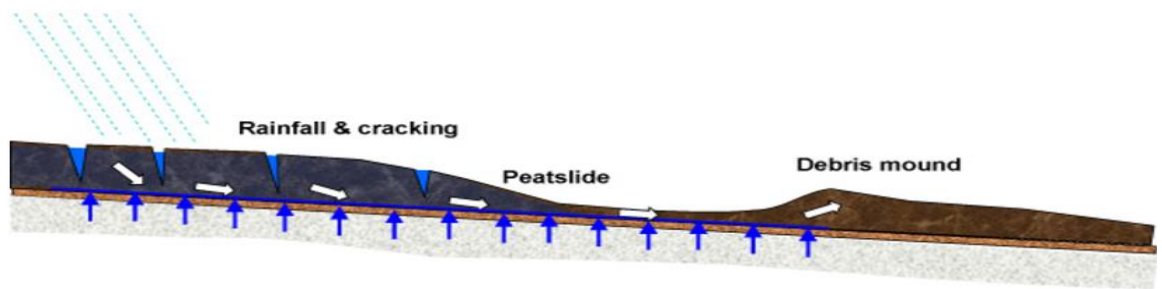
Kuva 13. Turpeen leikkaantuminen [15.]

Turvepenkka leikkaantuu, kun päälle kohdistuvat kuormitukset ylittävät turpeen kantavuuden. Turpeen leikkaantumista voidaan estää lisäämällä kantavaa maa-ainesta, pienentämällä kuormituksia tai kaivamalla turvekerrosta pienemmäksi. Läjitysalueella turvekerroksen pienentäminen ei kuitenkaan onnistu, joten kantavien maa-ainesten lisääminen on suositeltava vaihtoehto. [15.]



Kuva 14. Turpeen vetoliukuma [15.]

Vetoliukuma syntyy, kun suota kaivetaan, jolloin kaivussyvyyden yläpuolella oleva turvekerros alkaa valua kaivamispaikkaa kohden. Läjitysalueella vastaavaa liukumaa voi tapahtua penkereen reunalta läjitysalueen keskustaa kohden, jolloin penger valuu hitaasti vapaata aluetta kohden. Tämän estämiseksi reuna tulee pitää tasaisena, jolloin voidaan havaita massan liikunnat. [15.]



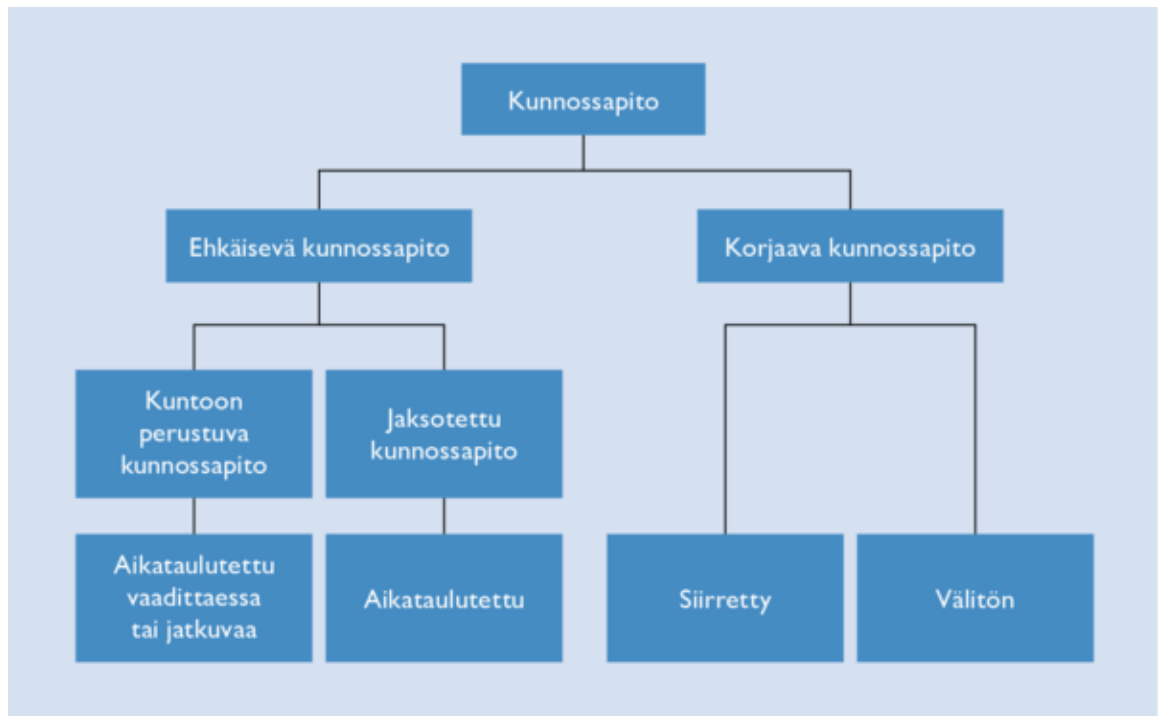
Kuva 15. Turpeen liukuminen [15.]

Turpeen liukumista veden avulla voi tapahtua kuten vetoliukumaa, mutta veden ansiosta. Tällainen vaurioituminen voidaan välttää läjitysalueen muotoilulla ja sulamisvesien sekä sadannan suuntaamisella läjitysalueen kannalta oikeaan suuntaan. [15.]

## 5.2 Kaluston vaikutukset turvallisuuteen

Työmaalla käytettävien koneiden kuntoa seurataan aina vuoronvaihdon aikaan, jolloin kuljettaja käy koneen läpi tarkastuslomakkeen mukaisesti ja allekirjoittaa sen. Tarkastuksessa käydään läpi muun muassa öljyt, nesteet, renkaiden kunto, valot sekä ensisammutus- ja pelastusvälineet. Kuljettaja kirjaa myös vallitsevat olosuhteet ja omat turvavarusteensa. Tarkastuslomake on liitteenä opinnäytetyön lopussa. Tärkeimmät tarkastuskohdetta henkilöturvallisuuden kannalta ovat ohjauslaitteet, hallintalaitteet sekä renkaat. Mikäli tarkastuksessa ilmenee vikoja, jotka olennaisesti vaikuttavat turvalliseen työskentelyyn, etsitään kuljettajalle toinen kone, jolla työskennellä. Tarkastellessamme läjitysalueen turvallisuuden parantamista on tärkeää, että kaikki hallintalaitteet toimivat moitteetta.

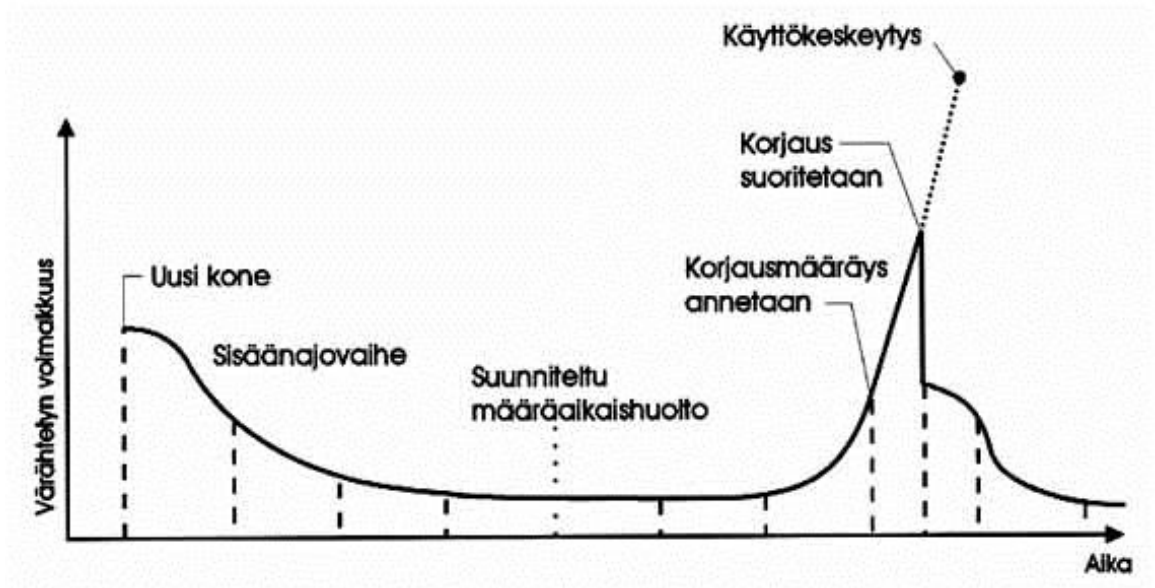
E. Hartikainen huoltaa oman kalustonsa pääsääntöisesti omissa tiloissaan omalla henkilökunnallaan. Terrafamen toimipisteellä on aina huoltohenkilökunta paikalla ajovuorojen aikana. Työvuoron aikana hajonnut kone pyritään korjaamaan mahdollisimman nopeasti, mikäli se on kriittistä työn etenemisen kannalta. Tähän kuitenkin myös vaikuttaa vian laajuus ja se, onko varastossa tarvittavat varaosat. Kriittisimmässä tuotannon keskeyttävissä tehtävissä, kuten louheen lastauksessa, on aina käytettävissä varakone, mikäli varsinainen lastauskone vikaantuisi.



Kuva 16. Kunnossapidon muodot [16.]

Hartikaisella tehdään sekä ehkäisevää että korjaavaa kunnossapitoa. Ehkäisevään kunnossapitoon kuuluvat koneiden määräaikaishuollot ja -korjaukset laitevalmistajien ja omien kokemusten pohjalta. Koneiden tuntimäärät kerätään ylös joka viikko, jotta korjaamopäällikkö voi aikatauluttaa ja määrittellä resurssit huoltoja varten. Välitön ajon estävä vika selvitetään ja arvioidaan, onko kone tuotantoketjussa kriittinen työn aikataulun kannalta. Kuva 17 selittää koneiden elinkaaren. Uuden koneen sisäänajovaiheessa voi esiintyä vikaantumisia, mutta niiden jälkeen käytön oletetaan jatkuvan normaaleiden huoltotoimien muodossa. Ajan ja käyttötuntien karttuessa vikaantumisriski kasvaa, ja jossakin vaiheessa tehdään käytöstä poistamispäätös, jolloin kone päätetään romuttaa tai poistaa tuotannosta.





Kuva 17. Koneen elinkaari [17.]

### 5.3 Henkilöstön vaikutukset turvallisuuteen

Alueella työskentelevien asenteet ja työmotivaatio voivat vaikuttaa turvallisuuteen sekä positiivisesti että negatiivisesti. Työntekijöiden tulee aktiivisesti seurata työskentelyä, havaita vaarat ja poikkeamat sekä ilmoittaa niistä viipymättä työnjohdolle. Kaikki työntekijät ovat kuitenkin erilaisia ja suhtautuvat asioihin eri tavalla. Työntekijöiden ikäjakauma on 20–68 vuotta, joten joukkoon mahtuu monenlaisia ajattelumalleja.

Asenteet ovat opittuja taipumuksia suhtautua asiaan positiivisesti tai negatiivisesti. Ne eivät ole nopeasti muutettavissa. Työntekijän huono työmotivaatio saattaa helposti muuttua välinpitämättömyydeksi työturvallisuuttakin kohtaan. Vanhempien työntekijöiden työkokemus voi myös koitua vaaraksi. Vanhat ja hyväksi havaitut tavat ovat pinttyneet työtapoihin, ja uusien ohjeiden noudattamista voidaan pitää vastenmielisenä. Esimerkiksi uudet suojarusteet voidaan kokea vaikeiksi käyttää, ja jättää kaappiin työvaatteita vaihdettaessa. Vastaavasti nuoret työntekijät eivät välttämättä osaa huomioida kaikkia työssä olevia vaaroja. Nuoret yleensä omaksuvat helpommin muutokset työssä, mutta voivat kokea henkistä painetta vanhempien työntekijöiden vuoksi. [18.]

Työntekijöille pidetään turvainfoja vuoronvaihtojen yhteydessä viikoittain ajankohtaisista aiheista. Turvainfot ovat noin 15 minuutin tietoiskuja sattuneista vaaratilanteista tai turvallisuushuomioista. Osallistujien nimet kerätään, millä varmistetaan, että kaikki ovat tietoisia



olemassa olevista vaaroista ja riskeistä. Henkilöstön asennoituminen turvainfoihin on vaihtelevaa. Osa työntekijöistä voi asennoitua vastenmielisesti läpikäytäviin turvallisuusseikkoihin, mutta yleisesti työntekijät ovat asennoituneet positiivisesti.

Hyvä työilmapiiri osaltaan auttaa tunnistamaan vaaraa aiheuttavia tekijöitä sekä ilmoittamaan niistä eteenpäin. Esimiesten tulee olla kiinnostuneita työntekijöiden ilmoituksista ja tarvittaessa on puututtava niihin. Kuvassa 18 on esitetty turvallisuuspainotteinen johtaminen. Hartikaisen toiminnassa turvallisuuden edistämiseksi voidaan nähdä kuvan mukaisia toimia. Terveessä työympäristössä vaaranpaikkoja ja virheitä ei piilotella, vaan ne tuodaan esimiesten tietoon. Yritys aloitti maaliskuussa 2017 turvallisuushavaintojen keräämisen työntekijöiltä, ja vastauksen jättäneiden kesken arvotaan kuukausittain palkintoja.



Kuva 18. Turvallisuusjohtamisen kaavio [19.]

#### 5.4 Uusi työohje pehmeiden maa-ainesten läjittämiseen

##### PEHMEÄN MAAN KULJETUS + LÄJITTÄMINEN

Massanvaihtourakassa ylijäämämaata kuljetetaan läjitysalueille sekä olosuhteiden mukaan rakenteisiin. Autonkuljettaja ajaa maata vuorotyönjohtajan antamien ohjeiden mukaan läjitysalueelle tai rakenteisiin. Kuljettaja huolehtii koneen, olosuhteiden ja oman suojaruksensa tarkastuksesta vuoronvaihdon aikana sekä oman kuormakirjansa täytöstä. Vuoron päätteeksi kuormakirjat allekirjoitetaan ja toimitetaan vuorotyönjohdolle. Maan ajossa noudatetaan työselitteitä ja työohjeita niiden liitteineen. Läjitysalueella turvallisuus on varmistettava ennen kippaamista, ja poikkeamista tulee ilmoittaa viipymättä työnjohdolle.

Maansiirrossa kuljettajien on jatkuvasti seurattava töiden yhteensovittamista. Kulkuteiden sekä lastaus- ja kippauspaikkojen kantavuutta tulee seurata aktiivisesti ennen kuorman ottamista ja kippaamista. Lastausalueella kuormattavan koneen tulee olla mahdollisimman tasaisella ja kantavalla alustalla. Mikäli kantavuudesta ei ole täyttä varmuutta, on otettava yhteyttä vuorotyönjohtoon, joka kertoo toimintaohjeet tilanteen korjaamiseksi. Läjitysalueella kuormaa ei saa kipata, mikäli läjitysalueen kantavuudesta ei ole varmuutta. Läjitysalueen huomioista sekä kulkuteiden kunnosta informoidaan muita kuljettajia ja vuorotyönjohtoa varoitukseksi sekä ongelmien korjaamiseksi. Kuljettajien tulee sovittaa ajonopeutensa olosuhteiden mukaan.

Kippauksen ollessa mahdollista vielä ajotien päältä huomioidaan ajotien kantava reuna, jotta ei peruuteta liian pitkälle kantamattoman maa-aineksen päälle. Ajotien kantava reuna pidetään näkyvässä puskkoneen avulla. Puskkoneenkuljettaja työntää pehmeät maa-ainekset selkeästi eri tasoon ajotien kanssa, jotta ei synny epäselvyyttä kantavan tien reunasta. Tarvittaessa kantavan tien reuna merkataan keppien avulla reunan varmistamiseksi. Läjitysalueen täyttyessä ja kippauspaikan siirtyessä pehmeiden maiden päälle vaaditaan erityistä tarkkaavaisuutta vastaanottokoneen sekä maansiirron kuljettajilta. Pehmeiden maa-ainesten päälle ajettaessa tehdään kippausramppi, josta kuormat kipataan. Kippausramppi tehdään kantavaksi louheella, hyvälaatuisella moreenilla tai kantavilla pintamailla. Kuormat tulee kipata noin 5-10 metriä penkereen reunasta kantavalle alustalle, josta vastaanottokoneen kuljettaja työntää kuorman alas penkereeltä. Vaarana reunalle kippaamisessa on turvepenkan liukuminen, murtuminen ja leikkaantuminen. Sääolosuhteita tulee seurata aktiivisesti. Kovan vesisateen aikaan läjitysalueen pinta voi liukastua ja pehmetä nopeasti. Talvella sään nopeasti lämmitessä plussan puolelle voi läjitysalueen kulkuväylät liukastua äkillisesti. Lisäksi talven aikana läjitysalueelle ajettu lumi ja jää alkavat sulaa säiden lämmitessä aiheuttaen tyhjiöitä kulkuväyliin ja läjitysalueelle. Mahdollisia painumia, murtumia ja maa-ainesten liikehdintää seurataan jokaisen kiivauto- ja vastaanottokuljettajan toimesta. Mikäli läjitysalueella huomataan poikkeamia, kysytään toimintaohjeita vuorotyönjohtajalta. Maanajoa tehdessä jätetään ylimääräinen kiirehtiminen pois ja keskitytään tekemään työ turvallisesti. Kuvassa 19 on esitetty läjitysalueella syntynyt murtuma.



Kuva 19. Läjitysalueen kippauspaikan reunan sortumakohta

### 5.5 Läjitysalueen tekeminen

Pehmeät maa-ainekset muodostavat haasteita läjitysalueen toimivuuden ja turvallisuuden suhteen. Maa-ainekset käyttäytyvät odottamattomasti, mikä tulee ottaa huomioon uutta pehmeiden maiden läjitysaluetta suunniteltaessa. Läjitysalueelle johtavien teiden tulee olla liikennöitävässä kunnossa jokaisena vuodenaikana. Kulkutiet tehdään riittävän leveiksi, jotta liikennöinti alueelle tullessa ja sieltä lähtiessä on turvallista. Kulkuteiden reunoille tehdään turvavallit, joilla estetään koneiden putoaminen penkereeltä. Turvavallit, vastapenkeret sekä kulkutiet tehdään mahdollisuuksien mukaan louheella, hyvälaatuisella moreenilla tai pintamailla. Mikäli läjitysalueesta tulee ympäriajettava, täytyy kulkutiehen suunnitella veden suotokohta, jonka tulee olla läjitysalueen matalimmassa maastonkohdassa. Suotokohtaan ajetaan karkeaa, läpimitaltaan vähintään 500 mm louhetta, jonka läpi satamis- ja sulamisvedet pääsevät valumaan läjitysalueelta pois. Kulkuteiden täytyy olla moreeni- tai murskepintaisia rengasrikkojen välttämiseksi. Veden vähentäminen läjitysalueelta lisää turpeen kantavuutta ja vähentää kantavien maa-ainesten tarvetta.

## 6 YHTEENVETO

Turvallisuuteen vaikuttavat seikat ovat usein vaikeasti määriteltäviä, ja kaikki osaltaan vaikuttavat maanläjityksen turvallisuuteen. Työturvallisuus pehmeiden maiden läjityksellä kyttyy käytettävissä olevan kaluston kuntoon, työntekijän asenteisiin työturvallisuutta kohtaan sekä olosuhteisiin, joissa työtä tehdään. Käytettävä ajokalusto voi vikaantua odottamattomasti. Näiden vikojen havaitseminen ajoissa vaatii kuljettajalta oman ajoneuvonsa tarkkaa havainnointia. Vikojen ilmoittaminen vuorotyönjohdolle tai korjaamopäällikölle tulee olla automaattista vahinkojen ja ympäristöhaittojen hallitsemiseksi. Koneen viasta aiheutuneet vaaratilanteet tulee raportoida, jotta voidaan ennaltaehkäistä muiden vastaavien koneiden vikaantuminen. Mikäli koneessa havaitaan vika, joka voisi aiheuttaa vaaratilanteen sillä työskennellessä, kone on jätettävä varikolle korjattavaksi ja ilmoitettava asiasta korjaamohenkilökunnalle.

Työntekijä voi omalla asennoitumisellaan vaikuttaa turvallisuusasioihin puuttumiseen ja havainnointiin. Huonosti työhön asennoituva henkilö ei välttämättä huomaa mahdollisia vaaran paikkoja, eikä näin ollen ilmoita niistä eteenpäin. Työhön positiivisesti asennoituva löytää helpommin vaaraa aiheuttavat seikat ja ilmoittaa niistä eteenpäin vuorotyönjohtajille. Asennoitumista yrityksessä on parannettu viikoittain pidettävillä turvallisuusinfoilla sekä turvallisuushavaintojen keräämisellä. Parhaat turvallisuuden parantamisedotukset toteutetaan. Henkilöstö koostuu eri-ikäisistä ja eri paikkakunnilta olevista ihmisistä, joten on selvää, että asennoituminen työhön on kaikilla erilainen. Turvallisuutta voisi henkilöstön osalta kehittää vielä esimerkiksi kuukausittaisella bonusrahalla, mikäli tapaturmia ei kyseisellä työmaalla ole tapahtunut.

Olosuhteet ovat turvallisuutta määriteltäessä suurin muuttuva tekijä. Kaivostyömaalla, jossa työt jatkuvat ympäri vuoden, tulee ottaa huomioon eri vuodenajat. Talvisin ajoväylillä tarvitaan liukkaudentorjuntaa sekä lumen poistoa, kelirikkoaikana teiden tasoittamista ja murskeen ajoa ja kesällä pölynsidontaa. Läjitysalueelle menevät tiet ovat monesti liettyneitä renkaista kulkeutuvan pehmeän maa-aineksen vuoksi. Läjitysalueella olevien kippauspaikkojen kantavuuden määrittäminen puolestaan on hankalaa turpeen ominaisuuksien vuoksi. Turpeen ominaisuudet riippuvat muun muassa turpeen maatumisasteesta, mineraalipitoisuudesta ja vesipitoisuudesta. Tässä työssä käsitellylle läjitysalueelle pinta-maat ja turpeet on ajettu 54 hehtaarin alueelta, jossa turpeen ominaisuudet vaihtelevat paljon. Kantavuus ja leikkauslujuus ovat vaikeita määrittellä, joten on parempi hyödyntää muita keinoja turvallisuuden parantamiseksi. Näitä muita keinoja ovat kantavan reunan

merkkaaminen läjitysalueella, kuorman kippaaminen ennen penkereen reunaa sekä selkeän eron tekeminen kantavan ja kantamattoman alueen rajalle. Maanläjityksen paremmalla ennakkosuunnittelulla voidaan vaikuttaa läjitysalueen toimivuuteen eri vuodenaikoina. Suunnittelussa tulee huomioida olosuhteet vesisateista lumisateisiin. Läjitysalueella olevilla kulkuväylillä täytyy olla turvavallit, joilla voidaan estää koneen syöksyminen alas penkereeltä.

Kokonaisuutena tämä opinnäytetyö antoi minulle paljon kokemusta maaperän ominaisuuksista ja maanrakennuspuolen toiminnasta käytännössä. Tätä opinnäytetyötä tehdessäni tulin myös perehtyneeksi työturvallisuuslakiin ja -säännöksiin. Käytännön työskentelystä alueella oli paljon hyötyä opinnäytetyön tekemisessä. Talven aikana näin ongelmia, joihin pyrin löytämään parhaat mahdolliset ratkaisut. Opinnäytetyöni tuloksena on yritykselle pehmeiden maiden läjittämiseen uusi toimintaohje, jonka toimivuus voidaan todeta ajan kuluessa ja tapaturmataajuuden kehittyessä parempaan tai huonompaan suuntaan.

## LÄHTEET

- (1) Yhtiö | Autotalo Hartikainen | Joensuu, Kuopio, Iisalmi, Kajaani. Viitattu 10.5.2017. <http://www.hartikainen.com/maarakennus/yhtio/>
- (2) Kuka on kiistelty Pekka Perä? - se selviää täältä. Yle Uutiset . Viitattu 11.5.2017
- (3) Tiilikainen Anna-Mari. Metallien talteenotto alkanut Talvivaaran kaivoksessa suunnitelmien mukaan 1.10.2008. 2008. [http://www.talvivaara.com/media/Talvivaara\\_tiedotteet/pors-sitiedotteet/porssitiedote/t=metallin-tuotanto-alkanut/id=17846460](http://www.talvivaara.com/media/Talvivaara_tiedotteet/pors-sitiedotteet/porssitiedote/t=metallin-tuotanto-alkanut/id=17846460). Viitattu 12.5.2017
- (4) Tirkkonen Hanna. Ympäristövaikutusten arviointiohjelma. 2016. Viitattu 14.5.2017
- (5) Merivirta Raija. Läjitysalueen suunnittelu. 1999. Viitattu 15.5.2017
- (6) 773D off-highway truck. 2007. Viitattu 16.5.2017
- (7) 775E off-highway truck. 2001. Viitattu 16.5.2017
- (8) E. Hartikainen, Pasi Karttusen aineisto, 2017
- (9) FINLEX ® - Ajantasainen lainsäädäntö: Työturvallisuuslaki 738/2002. <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20020738#L2P8>. Viitattu 20.5.2017.
- (10) FINLEX ® - Säädökset alkuperäisinä: Valtioneuvoston asetus rakennustyön... 205/2009. <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2009/20090205#Pidp432454704>. Viitattu 20.5.2017.
- (11) E. Hartikainen, Työohje, 2016.
- (12) E. Hartikainen, Vaarojen arviointi, 2016.
- (13) E. Hartikainen, Vahinkoraportit, 2008-2017.
- (14) 1. Turve. Available at: <http://www.roadex.org/fi/e-learning/kurssit/turpeen-paalle-rakennetut-tiet/turve/>. Viitattu 24.5.2017.
- (15) 5. Turpeen tekniset ominaisuudet. <http://www.roadex.org/fi/e-learning/kurssit/turpeen-paalle-rakennetut-tiet/5-turpeen-tekniset-ominaisuudet/>. Viitattu 25.5.2017.
- (16) Kunnonvalvonta ja kunnossapito uudet SFS-käsikirjat kunnossapitoon. <http://promaint-lehti.fi/Kunnonvalvonta-ja-kayttovarmuus/Kunnonvalvonta-ja-kunnossapito-uudet-SFS-kasikirjat-kunnossapitoon>. Viitattu 25.5.2017.
- (17) Kunnossapidon toiminnot ennen vian ilmenemistä.
- (18) Erwin Phil. Asenteet ja niihin vaikuttaminen. 2001
- (19) Virve Mertanen. Työturvallisuuden perusteet. 2015

## LIITTEET

1. Koneen käyttöönottotarkastuslomake
2. MVR Turvallisuustarkastuslomake
3. Päivittäinen koneen käyttöönottotarkastuslomake

**TYÖKONEEN KÄYTTÖÖNOTTO-  
TARKASTUS**

Työmaa: \_\_\_\_\_ Nro \_\_\_\_\_

Pvm: \_\_\_\_\_

Koneen merkki	Koneen tyyppi/nro
Koneen omistaja	Käyttötarkoitus työmaalla

Tarkastuskohde	OK	Puute/vika	Korjattu
Koneen havaittavuus (varoitustarvikkeet)			
Valaisimet ja suuntavalaisimet			
Hydrauliikka, letkuvauriot			
Letkunnikkoventtiilit (tarvittaessa)			
Nostokoukut sekä huolto- ja kuljetustuet			
Laittekiinnitykset			
Ajo- ja hallintalaitteet			
Sähkölaitteet			
Peilit			
Äänimerkki, peruutushälytys			
Turvakatkaisimet, yms.			
Suojukset ja suojalaitteet			
Kuljetit ja kaiteiden karhennukset			
Henkilökohtaiset suojaimet ja turvaliivit			
Alkusammutin, ensiapulaukku, puhelin			
Koneen huolto- ja käyttöohjeet sekä turvallisuusohjeet (mukana)			
Koneen merkinnät ja kilvet (CE-merkintä)			
Koneeseen kytkettyjen lisälaitteiden turvallisuus			
Lisälaitteiden havaittavuus			
Kuljettajan pätevyys			

**TARKASTUKSEN TEKIJÄT**

Allekirjoitukset

Koneen tarkastaja

Koneen kuljettaja



Pvm .....  
 Kohde .....  
 Mittaajat .....

**TURVALLISUUSMITTARI**  
**(kaivostyöt)**

MITTAUSKOHDDE	OIKEIN	YHT.	VÄÄRIN	YHT.
<b>TYÖSKENTELY JA KONEENKÄYTTÖ</b> Suojaimet ja riskinotto - kypärä - silmäsuojaimet - riskinotto				
<b>KALUSTO</b> - kuormaus- ja rikotus - kuljetus - poraus - murskaus - muu konekalusto				
<b>SUOJAUKSET JA VAROALUEET</b> - sortumavaara - rusnaukset - koneiden varoalueet				
<b>AJO- JA KULKUVÄYLÄT</b> - turvallit - ajotiet ja rampit				
<b>KIPPAU SPAIKAT</b> - turvallit - painumat, halkeamat				
<b>JÄRJESTYS JA VARASTOINTI</b> - yleisjärjestys - jäteastiat - vaarallisten aineiden varastointi				
<b>ENSIAPU JA ALKU SAMMUTUSVALMIUS</b> - sammuttimet - ensiaputarvikkeet				
	OIKEIN YHTEENSÄ		VÄÄRIN YHTEENSÄ	
<b>T -TASO</b>	$\frac{\text{OIKEIN (KPL)}}{\text{OIKEIN + VÄÄRIN (KPL)}} \times 100$		$\text{X 100 = } \quad \%$	



## TARKASTUSLISTA VUORON ALUSSA / AUTONKULJETTAJAT

Auto nro 

Olosuhteet

Kuljettaja

- |                          |  |   |                        |                          |                            |
|--------------------------|--|---|------------------------|--------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> | Valot                                  | <input type="checkbox"/>  | Pouta                  | <input type="checkbox"/> | Turvajalkineet             |
| <input type="checkbox"/> | Mahdolliset öljyvuodot                 | <input type="checkbox"/>  | Vesisade               | <input type="checkbox"/> | Huomioasu ja henkilökortti |
| <input type="checkbox"/> | Rasvarin/käsirasvauksen letkujen kunto | <input type="checkbox"/>  | Lumisade               | <input type="checkbox"/> | Kuulosuojaimet             |
| <input type="checkbox"/> | Lavan tapit paikoillaan                | <input type="checkbox"/>  | Sumu                   | <input type="checkbox"/> | Kypärä ja silmäsuojaimet   |
| <input type="checkbox"/> | Pyöränpulttien kiinnitys               | <input type="checkbox"/>  | Pimeys                 | <input type="checkbox"/> | Turvavyö kiinnitetty       |
| <input type="checkbox"/> | Renkaiden kunto ja ilmanpaine          | <input type="checkbox"/>  | Ajoreitit tiedossa     | <input type="checkbox"/> | Kuljettajan työkuunto      |
| <input type="checkbox"/> | Äänimerkki                             | <input type="checkbox"/>  | Kippauspaikat tiedossa |                          |                            |
| <input type="checkbox"/> | Peilit                                 |   |                        |                          |                            |
| <input type="checkbox"/> | Moottoriöljy                           |   |                        |                          |                            |
| <input type="checkbox"/> | Jäähdytysneste                         | Tämän tarkoitus ei ole olla vikalista, vaan lista kohdista, jotka on käytävä läpi ennen vuoron alkua. Mahdolliset viat tai puutteet poistetaan normaalisti. |                        |                          |                            |
| <input type="checkbox"/> | Hydrauliöljy                           |   |                        |                          |                            |
| <input type="checkbox"/> | Vaihteistoöljy                         |   |                        |                          |                            |
| <input type="checkbox"/> | Sammuttimet + ensiapupakkaus           |   |                        |                          |                            |
| <input type="checkbox"/> | Polttoaine                             |   |                        |                          |                            |
| <input type="checkbox"/> | Ohjaamon siisteys                      |   |                        |                          |                            |

E. HARTIKAINEN OY

## KUORMAKIRJA

Työmaa

Pvm

Auto nro

Lavakoko

Omistaja

Laji	Mistä	Mihin	Matka	Last.kone	Klo	Klo	Klo	Klo	Klo	Klo	Klo	Klo	Klo	Klo	Klo

TYÖAIKA		TUNNIT				LITT.	LASTAUS-KONE	TYÖN LAATU
Alkoi	Päätyi	Kulj.	Auto		Tot.h			
		Tunnit	Nro	Max.h				

Kuljettaja ..... Hyväksyjä .....