



Satakunnan ammattikorkeakoulu  
Satakunta University of Applied Sciences

SAMULI TAMMISTO

# **Uudenlainen ratkaisu materiaalin siirtoon louhintatyömaalla**

LOGISTIIKAN TUTKINTO-OHJELMA  
2022

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                     |                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| Tekijä<br>Tammisto, Samuli                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Julkaisun laji<br>Opinnäytetyö, AMK | Päivämäärä<br>07.06.2022 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Sivumäärä<br>24                     | Julkaisun kieli<br>Suomi |
| Julkaisun nimi<br><b>Uudenlainen ratkaisu materiaalin siirtoon louhintatyömaalla.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                     |                          |
| Tutkinto-ohjelma<br>Logistiikka                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                     |                          |
| <p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli kehittää uudenlainen ratkaisu materiaalin siirtoon louhintatyömaalla. Kehittämisen tarkoituksena oli vähentää työmäärää ja työntekijämäärää sepelinkuljettamisessa louhintatyömaalla. Tutkimusmenetelmänä on konstruktiiivinen tutkimus, koska opinnäytetyössä tunnistetaan ongelmat ja pyritään ratkaisemaan ongelmat.</p> <p>Työssä kerrotaan kallioulouhinnan peruseriaatteet ja miten kallion louhinnassa edetään vaihe vaiheelta. Työssä on kerrottu ratkaisusta, miten sepeliä voitaisiin liikutella kallion päällä putkella.</p> <p>Tuloksena toteutui kolme ratkaisua, joita verrataan keskenään. Vertailuissa huomataan, että järkevin vaihtoehto on käyttää paineilmalaitteistoa. Muut vaihtoehdot eivät tulisi toimimaan tässä, joten siksi on päädytty tähän ratkaisuun.</p> |                                     |                          |
| Avainsanat<br>Louhinta, Kuljettaminen,                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                     |                          |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                          |                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------|
| Author<br>Tammisto, Samuli                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Type of Publication<br>Bachelor's thesis | Date<br>07.06.2022                  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Number of pages<br>24                    | Language of publication:<br>Finnish |
| Title of publication<br><b>New solution for material transfer at excavation site</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                          |                                     |
| Degree programme<br>Logistics                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                          |                                     |
| <p>The purpose of this thesis was to develop a novel solution for material transfer at the excavation site. The purpose of the development was to reduce the workload and number of workers in the carriage of cordons at the excavation site. The research method is constructive research, because the thesis identifies problems and ascribes to solving problems.</p> <p>The work explains the basic principles of rock extraction and how to process rock extraction step by step. The work has told about solutions to how the stone could be movable in the rock top with a tube.</p> <p>As a result, three solutions were realized, which are compared with each other. In comparisons, it is noted that the most reasonable option is to use compressed air equipment. Other options should not work here, so that is why this solution has been reached.</p> |                                          |                                     |
| Keywords<br>Mining, Transportation                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                          |                                     |

# SISÄLLYS

|                                                     |    |
|-----------------------------------------------------|----|
| 1 JOHDANTO .....                                    | 5  |
| 1.1 Tutkimusmenetelmä.....                          | 5  |
| 2 INNOVATIIVISUUS .....                             | 6  |
| 2.1 Erilaiset innovaatiot .....                     | 7  |
| 3 KALLION LOUHINTA .....                            | 8  |
| 3.1 Louhinnan työjärjestys.....                     | 8  |
| 3.2 Kallion louhinnan perusteet .....               | 8  |
| 3.3 Yleisimmät räjähdysaineet ja nallit.....        | 9  |
| 3.3.1 Dynamiittiräjähde .....                       | 9  |
| 3.3.2 Emulsioräjähteet .....                        | 9  |
| 3.3.3 Nallit.....                                   | 11 |
| 3.4 Miksi kalliota louhitaan.....                   | 11 |
| 3.4.1 Massalouhinta.....                            | 11 |
| 3.4.2 Raivauslouhinta .....                         | 12 |
| 3.4.3 Tarvekivilouhinta.....                        | 13 |
| 4 LOUHINNAN TURVALLISUUSUUNNITELMA.....             | 15 |
| 4.1 Turvallisuuden kartoitus.....                   | 15 |
| 4.2 Turvallisuuteen liittyvät suunnitelmat.....     | 15 |
| 5 SUUNNITELMA .....                                 | 17 |
| 5.1 Tarve .....                                     | 17 |
| 6 RATKAISUT .....                                   | 18 |
| 6.1 Paineilma.....                                  | 18 |
| 6.1.1 Ongelmat ja niiden ratkaisut.....             | 19 |
| 6.2 Betonipumpun käyttö sepelin siirtämisessä ..... | 19 |
| 6.2.1 Ongelmat ja niiden ratkaisut .....            | 21 |
| 6.3 Ruoppauspumppu.....                             | 21 |
| 6.3.1 Ongelmat ja niiden ratkaisut.....             | 22 |
| 7 TULOKSET .....                                    | 22 |
| 8 OMA POHDINTA .....                                | 22 |

## LÄHTEET

## LIITTEET

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aiheena oli helpottaa työntekijöiden työtehtäviä ja vähentää työntekijäkapasiteettiä kyseisessä työtehtävässä. Työtehtävänä on sepelin kuljettaminen kallion päällä, joka on todella raskasta. Työhön ei ole vielä keksitty minkäänlaista ratkaisua. Eli opinnäytetyön tarkoituksena on kehittää uudenlainen ratkaisu sepelin siirtoon louhintatyömaalla. Toimenpide ei ole monimutkainen, mutta sitäkin raskaampi.

Ongelmana on sepelin saanti kalliolle ja reikien läheisyyteen. Ongelmaa korostaa epätasaiset kalliot, joka hankaloittavat kävelemistä kalliolla. Epätasaiset kalliot luovat myös vaaratilanteita ja lisäävät liukastumisriskiä. Epätasaisella kalliolla työ on hidasta, jonka vuoksi tarvitaan enemmän ihmisiä kantamaan sepeliä reikiin. Isoissa räjäytuskentissä reikiä voi olla jopa 500, joka tarkoittaa n. 500 ämpärillistä, joiden yhteispaino paino on 7000 kg. Tämä on määrällisesti todella paljon ihmisten kannettavaksi.

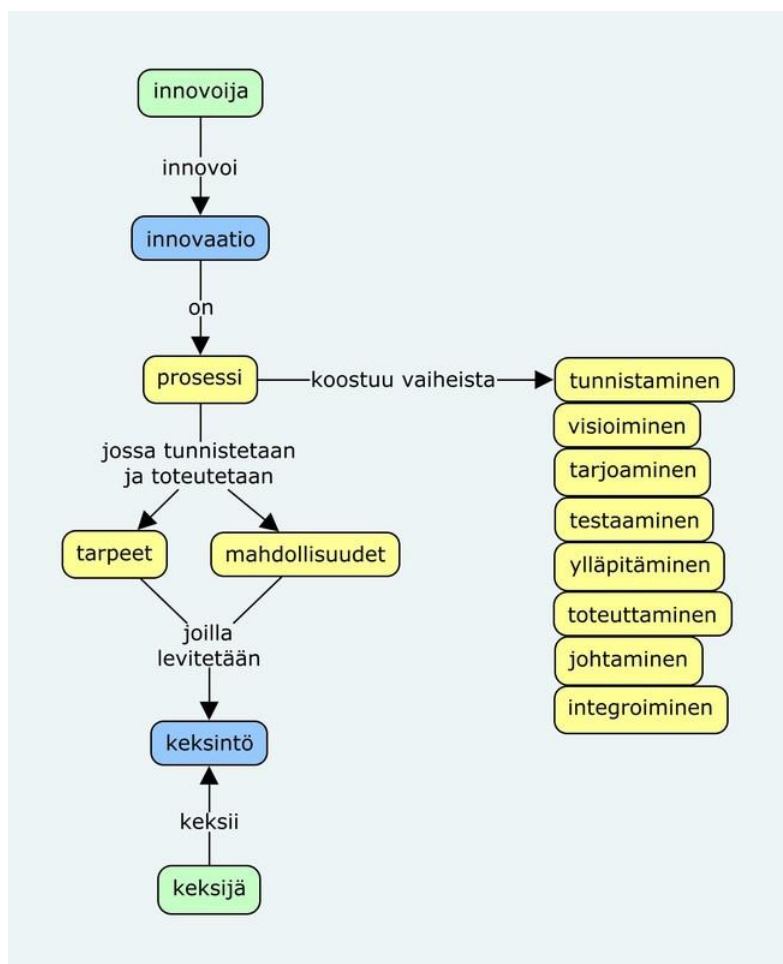
### 1.1 Tutkimusmenetelmä

Tutkimusmenetelmänä on konstruktiivinen tutkimus, koska opinnäytetyössä tunnistetaan ongelmat ja määritetään ongelmien kohdat. Työssä selvitetään vaihtoehtoja ongelman ratkaisuun ja verrataan niitä keskenään ja todetaan mikä ratkaisusta vois olla toimivin. Vaikka kyseessä onkin konstruktiivinen tutkimus, niin lopputulos ei välttämättä ole toimiva. Ongelman ratkaisun kokeilu olisi liian kallista, joten tämän vuoksi ongelman ratkaisua ei pystytä kokeilemaan, joten on tyydyttävä mielikuvaan mikä vaihtoehtoista toimisi.

## 2 INNOVATIIVISUUS

Oppinäytetyön pohjana on uuden kehittäminen, minkä vuoksi teoriassa kerrotaan hie-  
man innovatiivisuudesta. Mitä on innovaatio? Kun puhutaan innovaatiosta, kuvitellaan  
se aina uuden kehittämiseksi tai omaperäinen tuotteeksi. Nykyään kuitenkin innova-  
tiivisuus ymmärretään erilaisesti. Innovaatio voi olla muutakin kuin tuote. Esimerkiksi  
toimintamalli. Innovaatiolla voidaan tarkoittaa prosessia, jonka tuloksena syntyy jon-  
kinlainen lopputulos. Kuvassa 1 on esitetty innovaation normaali eteneminen.

(Sydänmaalakka 2009)



Kuva 1. Innovaatioprosessi (peda www-sivu)

Tämä opinnäytetyö on niin sanottua normaalia innovaatiotoimintaa eli uuden keksi-  
mistä. Uudenkehittämisen prosessi etenee seuraavalla tavalla. Huomataan tarve, johon  
tulisi keksiä uusi ratkaisu. Kuten tässä työssä huomattiin tarve materiaalin siirtoon

kallionpäällä. Seuraavana vaiheena on tutkia, löytyykö markkinoilta tuotetta, joka sopisi kyseiseen tarpeeseen. Jos haluttua tuotetta ei löydy, ruvetaan miettimään ratkaisua. Voidaan esimerkiksi selvittää, onko mitään valmista tuotetta mitä voisi hyödyntää uuden laitteen kehittämisessä. Tässäkin työssä etsitään ratkaisuja olemassa olevista tuotteista. Kun markkinoilla ei ole tuotetta, jota voitaisiin hyödyntää, on keksittävä oma ratkaisu.

## 2.1 Erilaiset innovaatiot

Innovaatiot voi jäsentää neljän p:n malliin (kuva 2). Product (tuote), process (prosessi), position (asema) ja paradigm (paradigma). Tärkeää on kuitenkin huomata, että innovaatiot voivat olla myös asemointi-innovaatioita ja paradigmmainnovaatioita. Asemointi-innovaatiossa yritys voi alkaa markkinoida tuotteitaan uudella markkina-alueella. Paradigmmainnovaatio tarkoittaa, että vanhoja toimintatapoja muutetaan radikaalisti. Innovaatiota on myös osaamisen kehittäminen. On olemassa myös modulaarinen innovaatio, jossa tehdään muutoksia moduulien sisällä.

(Sydänmaalakka 2009)



Kuva 2. Neljän p:n malli. (Sydänmaalakka 2009)

## 3 KALLION LOUHINTA

### 3.1 Louhinnan työjärjestys

Louhinta aloitetaan kartoittamalla kallion pinta-ala ja se kuinka paljon kalliota täytyy louhia eli miten syvältä räjäytys tehdään. Louhinnan 0 nolla pinta tulee selvittää ennen louhinnan aloittamista, jotta kallion poraaja tietää kuinka syvälle hänen täytyy porata. Kartoituksen jälkeen kallion pinta putsataan kaikesta maa-aineksesta ja irtokivistä. Jos irtokiviä ei poisteta, aiheuttaa tämä vaaratilanteita, sillä irtonaiset kivet voivat sinkoutua minne vain aiheuttaen vaaratilanteen. Kun taas maa-aineksen jättäminen kallion päälle pilaa louheen, jos kalliota jatkojalostetaan. Jatkojalostuksessa syntyvän murskeen laadun on oltava standardien mukainen ja siksi murskeessa ei saa olla mukana maa-ainesta, kuten multaa.

Seuraavana vaiheena suunnitellaan porattavien reikien väli. Reikävälin tulee olla juuri oikea, jotta kallio menee tarpeeksi pieneksi räjäytyksessä. Jos reikäväli on liian suuri niin kallio ei välttämättä rikkoudu kunnolla vaan halkeilee ja tulee isoja laattakiviä, joita ei saa rikki kuin uudestaan räjäyttämällä. Se taas lisää ylimääräistä työtä. Kun reikäväli ja poraus syvyys on selvillä, niin kallionporaaja voi aloittaa poraamisen.

Kun poraaminen on suoritettu, seuraavassa vaiheessa on mietittävä, että käytetäänkö emulsiopatruunoita vai pumpattavaa emulsiota. Pumpattava emulsio on puuromaista räjähdysainetta.

Kun kalliota louhitaan, porataan kallioon reikiä tietyllä reikävälillä, joihin laitetaan räjähdysainetta. Räjähdysainetta laitetaan reikään niin ylös, että viimeinen räjähdysaine pötkö on n. 1,20- 2,20cm päässä pinnasta. Kun räjäytysaine on saatu tiettyyn korkeuteen, niin loppu reikä täytetään sepelillä. Jos sepeliä ei laiteta reikään, niin dynamiitin räjähdys purkautuu ylös eikä reiän seinämiin, joka saa kallion repeämään.

### 3.2 Kallion louhinnan perusteet

Ennen louhinnan aloitusta lasketaan paljonko räjähdysainetta saa laskennallisesti kerralla räjähtää. Yleensä uudessa louhinta kohteessa räjäytetään ensin pieni määrä räjähdysainetta. Räjähdysaineen määrää kasvetaan tärinäarvojen puitteissa. Tärinäarvot

saadaan selville värinämittareilla, jotka on asennettu ympäri louhinta- aluetta. Jos värinämitys tapahtuu asutuksen lähellä, asennetaan värinämittäri talon sokkeliin. Jos värinä ylittää sallitun rajan, voi se aiheuttaa vaurioita talojen perustuksiin.

(Väylä Viraston www-sivut 2022)

### 3.3 Yleisimmät värjähdysaineet ja nallit

#### 3.3.1 Dynamiittiräjähde

Dynamiittiräjähde on nitroglykolipohjainen. Kyseinen värjähdde soveltuu aloituspanokseksi ja kyseiseen värjähdeeseen laitetaan sytytin eli nalli kiinni. Räjähdeaine soveltuu kaikkiin louhintakohteisiin. Aine sopii myös vedenalaisiin louhintoihin. Dynamiittiräjähteitä on kaksitoista eri painoista. Pienin painaa n.250 g ja suurin taas n. 4200 g.

(Forcit Explosives www-sivut)



Kuva 3. Dynamiittiräjähde (Forcit Explosives www-sivut)

#### 3.3.2 Emulsioräjähteet

Patrunoitu emulsioräjähdysaine sisältää alumiinijauhetta, joka lisää värjähdysvoimaa. Tämä värjähdysaine on tarkoitettu käytettäväksi dynamiitin kanssa ja kyseistä ainetta käytetään varsipanoksena. Emulsioräjähteen vedenkestävyys on erinomainen, jonka

vuoksi se sopiiinkin kaikkiin louhintakohteisiin, myös veden alla louhimiseen. Patrunoitua emulsioräjähdeainetta on kahdeksan eri kokoista; pienin n.530 g ja taas suurin n.4200 g.

(Forcit Explosives www-sivut)



Kuva 4. Patrunoitu emulsioräjähdysaine (Forcit Explosives www-sivut)

Pumpattava emulsioräjähdysaine ei ole räjähtävää vielä kuljetusvaiheessa. Pumpatessa ainetta reikiin se herkistetään kemiallisesti, joka tekee tuotteesta räjähtävän. Tuote herkistyy valmiiksi räjähdysaineeksi noin puolen tunnin kuluttua herkistämisestä. Käyttökohteena ovat muun muassa isot louhinta kohteet ja maanalaiset kohteet. Pumpattava emulsio tarvitsee myös aloituspanoksen räjähtääkseen, esimerkiksi dynamiittiräjähteen. Pumpattavan emulsion kanssa on oltava tarkka panostuskorkeudesta ja siitä miten nopeasti valmis reikä täytetään sepelillä, koska pumpattava emulsioräjähdysaine turpoaa herkistyksen jälkeen.

(Forcit Explosives www-sivut)



Kuva 5. Pumppuauto (Forcit Explosives www-sivut)

### 3.3.3 Nallit

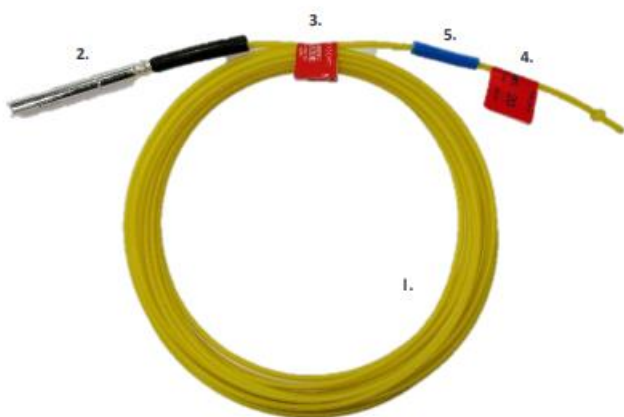
Sähkönallin toiminta perustuu sähkövirtaan. Nalliin syötetään sähköä, joka saa vastuslangan kuumenemaan. Kun vastuslanka kuumenee tarpeeksi, sytyttää se nallin pohjalla olevan räjähteen, joka taas räjäyttää pohjapanoksen.

(Forcit Explosives www-sivut)



Kuva 6. Sähkönalli (Forcit Explosives www-sivut)

Sähkötönnalli. Sähkötönnän nallin tekniset tiedot on salattu, joten sähkötönnän nallin perustietoja ei tiedetä.



Kuva 7. Sähkötönnalli (Forcit Explosives www-sivut)

## 3.4 Miksi kalliota louhitaan

### 3.4.1 Massalouhinta

Massalouhinnan tarkoitus on jalostaa kallioulouhetta esimerkiksi teiden tai rakennusten pohjia varten. Tällaiset louhinnat suoritetaan yleisesti kaukana asutuksesta.

Massalouhintapaikat ovat yleisesti isoja, joista saadaan monta vuotta louhittua kalliota. Massalouhinnan syynä voi olla myös malmin louhinta. Suomessa on 11 malmikaytöstä. Massalouhinta alueita ei voi kaavoittaa minne vain, koska se muuttaa maisemaa rajusti.

(Hakapää & Lappalainen 2011, 92)



Kuva 8. Massalouhinta alue. (vastavalo www-sivut)

### 3.4.2 Raivauslouhinta

Raivauslouhintaa suoritetaan silloin, kun kallio on esimerkiksi tien tai rakennuksen tiellä, eli kallion pinta on lähellä maan pintaa. Raivauslouhinnassa on otettava huomioon ympäristö. Yleisesti raivauslouhinta kohteet ovat lähellä rakennuksia, jotka voivat vaurioitua kallion louhinnasta. Tällöin räjäytys suoritetaan pienissä osissa. Raivauslouhintaa joudutaan tekemään usein silloin kun maasto on epätasaista. Raivauslouhinnassa joudutaan yleisesti peittämään räjäytettävä kohta kalliosta kumimatoilta (Kuva 9). Raivauslouhinnoissa syntyvä louhe yleisesti jatkojalostetaan jälki käyttöä varten, jälkikäytön kohteena on yleisesti se kohde, jossa raivauslouhintaa suoritetaan.

(Väylä Virasto www-sivut 2022)



Kuva 9. Räjätysmatto. (Tammisto)

### 3.4.3 Tarvekivilouhinta

Tarvekiveä louhitaan esimerkiksi pöytätaasoja ja hautakiviä varten. Tarvekivenlouhinta on todella haastavaa, koska kivi ei saa vaurioitua eikä louhittuun kiveen saa tulla po-reita. Jos kivi vaurioituu, se on hyödytön. Tarvekiveä voidaan louhia monella eri tek-niikalla. Yksi tyyli on porata reikiä lähekkäin ja räjäyttää pienellä määrällä räyhähdys ainetta. Kun reikiä porataan tarvekivilouhinnassa vierekkäin, on käytössä yleisesti ri-viporauslaite (kuva 10). On olemassa myös kaivinkoneen päähän hydraulinen kiila, jolla kiveä voidaan louhia (Kuva 11). Vaikka käytettäisiinkin kiilaa, on käytettävä ri-viporauslaitetta, jotta kiilatessa kiveä se murtuu juuri oikeasta kohdasta.

(Stonepower [www-sivut](http://www.stonepower.fi))



Kuva 10. Riviporauslaite (Stonepower [www-sivut](http://www.stonepower.fi))



Kuva 11. Hydraulinen kiila (Stenmann [www-sivut](http://www.stenmann.fi))

## 4 LOUHINNAN TURVALLISUUSSUUNNITELMA

### 4.1 Turvallisuuden kartoitus

Työnantajan on tehtävä räjäytys- ja louhintatyötä varten työturvallisuuslain tarkoittama työn ja työympäristön vaarojen selvittäminen ja arviointi sekä sen perusteella työpaikka- ja työvälinekohtaisesti tarkentuva kirjallinen turvallisuussuunnitelma. Työturvallisuussuunnitelman laatii yleensä päätoteuttaja. Kartoituksen voi tehdä myös louhintatyötä tekevä urakoitsija. Työturvallisuussuunnitelma on tehtävä aina ennen työn aloittamista.

Ennen kuin vaarojen kartoitus voidaan tehdä, on selvitettävä seuraavat asiat:

- Onko asustusta lähellä, jos on niin kuinka lähellä.
- selvittämällä onko louhintatyömaalla sähköjohtoja, jotka voivat aiheuttaa esimerkiksi sähkönallien tahattoman sytytyksen.
- selvittämällä, onko lähellä rautatie tai lentokenttä.
- selvittämällä, millainen on kallion laatu louhinnan kannalta ja miten huonoon kallion laatuun tulee mahdollisesti varautua.

. (Pinomäki & Vuento 2016, 8-9)

### 4.2 Turvallisuuteen liittyvät suunnitelmat

Räjäytystyömaan turvallisuus suunnitelmat voi jaotella neljään pääkohtaan turvallisuusasiakirja, turvallisuussuunnitelma, työmaasuunnitelma ja räjäytyssuunnitelma. Turvallisuusasiakirjan pääkohtana on kertoa ominaisuuksista johtuvat vaarat ja haittatekijät.

Turvallisuussuunnitelman pääkohtina ovat vaarojen selvittämien, työmaan turvallisuuden kuvaus. Tärkeintä turvallisuusasiakirjassa on kuitenkin pelastautumistiet ja suojapaikat.

Työmaasuunnitelman pääkohdat ovat karttapiirros työmaasta, jossa on merkitty seuraavat kohteet suojapaikat, kulkuväylät, räjähteiden varastointi, poistumisreitit.

Räjäytyssuunnitelma poikkeaa näistä muista siten että se on tehtävä jokaisesta räjäytettävästä kentästä. Räjäytyssuunnitelmassa on oltava esimerkiksi seuraavat tiedot räjähteen määrästä ja mitä räjähdettä on käytetty, paljonko reikiä kyseisessä kentässä on.

Seuraavassa kuvassa on kerrottu hieman tarkemmin näistä suunnitelmista, ja kerrottu kuka on mistäkin suunnitelmasta vastuussa. (kuva12).

### Räjäytystyömaan turvallisuuteen liittyvät suunnitelmat

| Suunnitelma                                                                   | Sisällön pääkohdat                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Laatimisvastuu                                                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| Turvallisuusasiakirja                                                         | Toteutettavan rakennushankkeen ominaisuuksista, olosuhteista ja luonteesta aiheutuvat vaara- ja haittatekijät sekä toteuttamiseen liittyvät työturvallisuutta ja työterveyttä koskevat tiedot.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Rakennuttaja                                                                   |
| Turvallisuus-suunnitelma                                                      | <p>Työn ja työympäristön vaarojen selvittämisen ja arvioinnin perusteella kirjallinen turvallisuussuunnitelma ja turvallisuuden toteuttamiseksi tehtävät toimenpiteet ja ohjeet.</p> <p>Työmaan turvallisuustoiminnan kuvaus yleisesti. Louhintatasot, etenemisjärjestys ja louhintavaiheet, tavoiteltu lohkokoko, räjähteiden valinnan perusteet, porauksen suoritustapa (mm. turvaetäisyydet poratessa ja panostettaessa), panostusmenetelmät, sytytysmenetelmät, vaarallisen alueen määrittämistapa, peittäminen ja muu sinkoilun rajoittaminen, vaarallisen alueen eristäminen, louhintatärinän hallinta, räjähteiden toimittaminen työmaalle, säilytys ja siirrot työmaalla, erityiset turvallisuusriskit ja niiden edellyttämät toimenpiteet. Rusnauksen suorittaja ja taso.</p> <p>Yhteydenpito, kulku- ja pelastautumistiet ja suo-<br/>japaikat, suojaetäisyydet, ohjeet siitä, miten toimitaan, jos tapahtuu onnettomuus.</p> | <p>Päätoteuttaja ja työnantaja</p> <p>Työnantaja/<br/>räjäytystyön johtaja</p> |
| Työmaasuunnitelma/<br>järjestelypiirros (turvalli-<br>suussuunnitelman liite) | Karttapiirros työkohteista, kulkuväylistä, poistumisreiteistä, suojapaikoista, räjähdystarvikkeiden säilytys/varastointi ja työn turvallisuuteen vaikuttavista muista alueista sekä ensiapuvälineiden ja sammutusvälineiden sijainti.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Päätoteuttaja ja työnantaja                                                    |
| Räjäytysuunnitelma                                                            | Jokaisesta räjäytettävästä kentästä tehtävä kirjallinen räjäytysuunnitelma: tiedot porauksesta, räjähteestä ja sen määrästä, panostamisesta, sytytyksestä ja sytytysjärjestyksestä, peittämisestä, räjäytysajankohdasta, vaarallisesta alueesta ja varmistustoimenpiteistä sekä muista räjäyttämisen turvallisuuteen vaikuttavista tekijöistä.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Räjäytystyön johtaja/panostaja                                                 |

Kuva 12. Turvallisuuksuunnitelman neljä pääkohtaa. (Pinomäki & Vuento 2016, 10)

## 5 SUUNNITELMA

### 5.1 Tarve

Tarpeena on kehittää ratkaisu sepelin siirtämiseen kallion päällä. Tämänhetkinen tilanne on se, että sepeliä joudutaan kuljettamaan ämpäreillä kallion päällä. Työ on raskasta ja uuvuttavaa. Kalliot ovat epätasaisia ja sepeliä voi joutua kantamaan pitkiäkin matkoja. Onnistuneen ratkaisun myötä, työntekijän ei tarvitsi kävellä kallion päällä ämpäreillä edestakaisin. Kun kalliolla joudutaan liikkumaan edestakaisin, tämä lisää työtapaturman riskiä. Kehityksen tarpeena on kehittää ratkaisu, miten sepeliä pystytään siirtämään muulla tavalla kuin ämpäreillä suoraan reikään. Asia pitää selvittää, jotta tulevaisuudessa voitaisiin vähentää kyseisessä työssä työntekijämäärää ja vähentää työtapaturman riskiä.

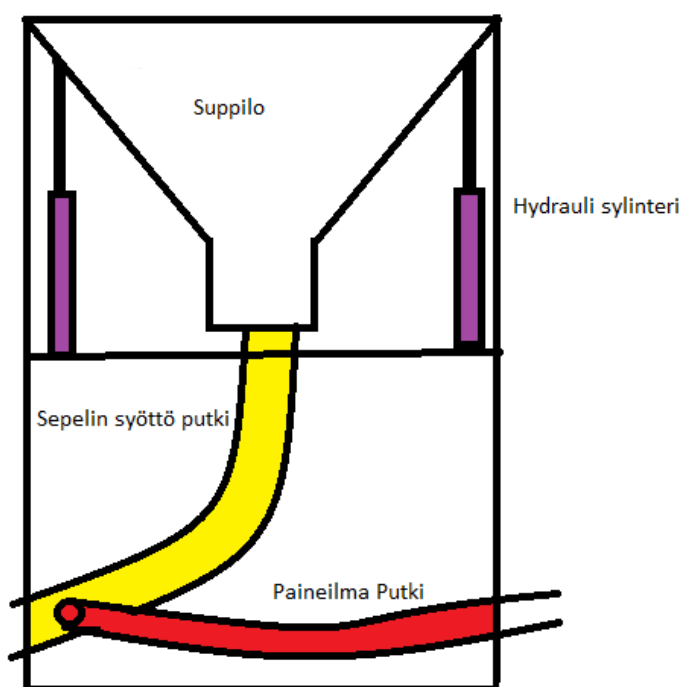


Kuva 13. Epätasainen kallio. (Tammisto)

## 6 RATKAISUT

### 6.1 Paineilma

Paineilman käyttö sepelin siirtämiseen putkella. Suunnitelma paineilmakäyttöisestä järjestelmästä. Ensin on rakennettava suppilo, jonka alapäässä on yksi reikä. Reiästä lähtee letku, jolla sepeliä liikutetaan. Suppilo on teräskehikossa ja suppilon alapäässä on kaksi tunkkia, jotka nostavat suppilon ylemmäs. Kun suppilo saadaan ylös, painovoima auttaa liikuttamaan alkumatkan sepeliä. Putkessa on reikä noin kolmen metrin kohdalla putken lähdöstä. Putkessa olevaan reikään laitetaan paineilmaletku, jolla työnnetään sepeliä eteenpäin. Paineilmaletku yhdistetään vasta kolmen metrin kohdalla, jotta saadaan suurin mahdollinen työntövoima sepelin kuljettamiseen. Putken tulisi olla vähintään 100 metriä pitkä, koska kuljetusmatkat voivat olla todella pitkiäkin riippuen louhittavasta kalliosta.



Kuva 14. Paineilmalaitteisto

### 6.1.1 Ongelmat ja niiden ratkaisut

Tässä ratkaisussa kohdataan kuitenkin ongelmia. Yhtenä ongelma-kohtana on, miten paljon vaaditaan painetta sepelin liikuttamiseen putkessa, jotta sepeli saataisiin liikutteltua pitkiäkin matkoja. Toisena ongelmana on putken tukkeutuminen ja miten putken tukkeutumista voitaisiin välttää.

Liian vähäiseen paineeseen voitaisiin putkeen syöttää monesta kohtaan ilmaa, jotta sepeli liikkuisi putkessa vaivatta. Tukkeutumisen estoon voisi käyttää jonkinlaista tärinää. Markkinoilla on täristin, jota voitaisiin hyödyntää tässä. Betonitäristin (kuva 15), jolla tärisyttää putkea. Vaikka kyseistä betonitäristintä voitaisiinkin käyttää putken tukkeutumisen estoon, ei yksi täristin pysty tärisyttämään putkea kokomatkalta, joten niitä tarvitsisi hankkia monta. Tukkeutumista voisi yrittää estää käyttämällä raekooltaan pientä mursketta. Raekokona käytettäisiin 4-8 mm.



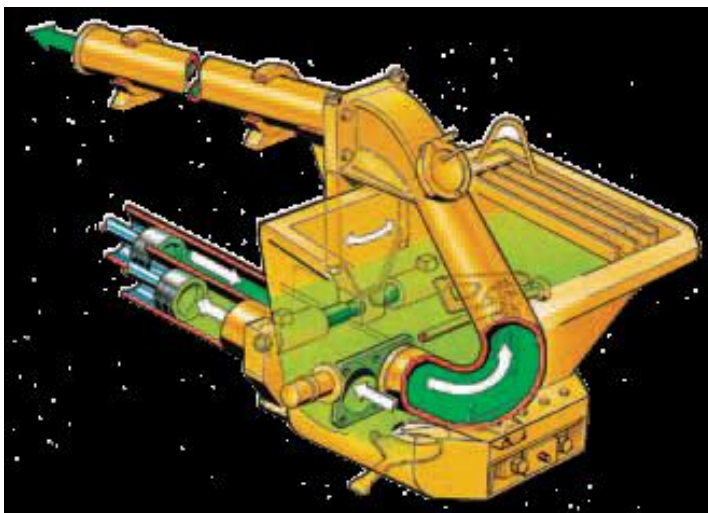
Kuva 15. Betonitäristin (Fertti www-sivut)

### 6.2 Betonipumpun käyttö sepelin siirtämisessä

Betonipumppauksessa käytetään kahta eri pumppua kaksoismäntäpumppua (kuva 16) ja roottoripumppua (kuva 17). Kaksoismäntäpumppun toiminta perustuu kahteen mäntään. Toinen mäntä imee massaa ja toinen työntää. Imupuolen männän edessä on

oltava koko ajan tavaraa niin paljon että männän reikää ei näy, muuten mäntä ei pysty imemään. (Petrov 2010, 5)

Roottoripumppu taas toimii kahdella rattaalla. Rattaat ovat vastakkain kuten kuvasta 17 näkee. Pumpussa on voimakas imu- ja puhallus teho. (Agrok www-sivut) Kumpaa-kin pumppuun laitetaan suppilo, jolla syötetään sepeliä pumppuun. Näissä kummassa-kin vaihtoehdossa sepeli liikkuu putkessa.



Kuva 16. Kaksoismäntäpumppu (Petrov 2010, 5)



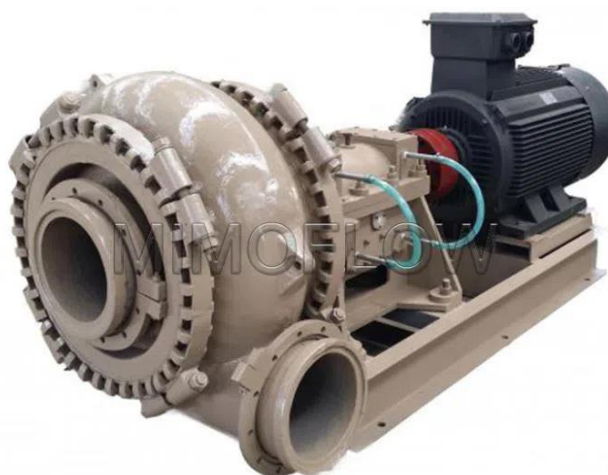
Kuva 17. Roottoripumppu (steel extractors www-sivut)

### 6.2.1 Ongelmat ja niiden ratkaisut

Betonipumppujen käyttö tuo ainakin yhden ongelman. Ongelmana on sepelin rakeisuus, koska sepeli ei ole tahnamaista kuten betoni. Kaksoismäntäpumppu tarvitsee tiiviin seoksen toimiakseen, joten ratkaisuna olisi sekoittaa vettä sepelin sekaan, mutta tämäkään ei vielä poista ongelmaa. Kun sepeliin sekoitetaan vettä, pumppausteho käärsii ja sepeliä ei liiku tarpeeksi. Roottoripumppu ei kestä niin kovaa ainesta kuten sepeli. Tähän ongelmaan ei ole ratkaisua. Tässä ratkaisussa kohdataan myös samaan ongelmaan kuin paineilmatoimisessa ratkaisussa eli putken tukkeutumiseen.

### 6.3 Ruoppauspumppu

Ruoppauspumppun käyttö murskeen siirtämisessä. Ruoppauspumppu on tarkoitettu voimakkaasti hankaaviin materiaaleihin. Ruoppauspumppu (Kuva 18) voi kuljettaa jopa raekooltaan 50mm. Ruoppauspumppun toimintaperiaate perustuu pyöreään runkoon, jonka sisällä on lavat, jotka alipaineen avulla imee ja työntää ainetta toisesta päästä pois. Tässäkin järjestelmässä tarvitaan putki, millä sepeliä liikutetaan.



Kuva 18. Ruoppauspumppu (Mimopump [www-sivut](http://www-mimopump.com))

### 6.3.1 Ongelmat ja niiden ratkaisut

Ruoppauspumpun ongelmana on sen suuri koko. Ruoppauspumppu ei myöskään toimi ilman vettä. Tämän vuoksi sepelin sekaan on saatava runsaasti vettä, muuten sepeliä ei saada liikuteltua. Kaikissa edellä mainituissa ideoissa putken tukkeutuminen on noussut isoimmaksi ongelmaksi.

## 7 TULOKSET

Kaikkia näitä vaihtoehtoja yhdistää yksi asia. Jokaisessa vaihtoehdossa käytetään putkea. Putki on hyvä tapa kuljettaa tavaraa, koska putkella pystytään kuljettamaan haluttuun kohteeseen tavaraa, joten putki on hyvä vaihtoehto kuljettamiseen.

Erot näiden vaihtoehtojen välillä ovat suuret. Paineilmakäyttöinen järjestelmä on rakenteeltaan yksinkertainen ja ei vaadi erikoisvalmisteisia osia. Paineilmakäyttöinen järjestelmä toimivuudeltaan voi olla hankala toteuttaa, koska sepeli painaa paljon, joten painetta ei välttämättä saada tarpeeksi siihen, että sepeli liikkuisi putkessa.

Kun verrataan betonipumppuja muihin, on selvää, että betoni pumpput on tarkoitettu betonin kuljettamiseen. Betonipumpun ongelmana on se että, se on tarkoitettu kuljettamaan massamaista ainetta, jota sepeli ei ole.

Ruoppauspumpunkäyttö on mahdollista tässä, mutta sekin vaatii vettä sekaan, että sepeliä saataisiin liikuteltua. Ruoppauspumppu on kuitenkin tarkoitettu vain imemään, jonka vuoksi se ei pysty kuljettamaan ainesta tarpeeksi kauas.

Paras ratkaisu näistä on siis paineilma.

## 8 OMA POHDINTA

Työ oli erittäin mielenkiintoinen ja aikaa vievää. Aiheena oli siis keksiä ratkaisu sepelin kuljettamiseen kallion päällä. Tämänhetkinen toiminta malli on todella raskas. Olen itsekin joutunut tekemään kyseistä työtä, jonka vuoksi tämä valikoitui aiheekseni.

Kirjoitettua teoriaa huomasin, että en tiennytkään kaikkea kyseisestä hommasta, vaikka niin luulinkin. Teoriaosuudessa kirjoitin innovaatiosta ja räjäytystyön perusperiaatteet. Kun aloin miettimään ratkaisuja oli toden teolla mietittävä mitkä ratkaisut toimisivat ja mitkä voi heti unohtaa. Paineilmakäyttöinen idea oli muhinut päässä jo pidemmän aikaa, jonka vuoksi siitä oli helppo kirjoittaa.

## LÄHTEET

Pinomäki, T. & Vuento, A. 2016. Räjätys- ja louhintatyön turvallisuusohje. Työturvallisuuskeskus TTK.

Väylä Viraston www-sivut Viitattu 1.5.2022. <https://www.vayla.fi>

Orica www-sivut Viitattu 3.5.2022 <http://www.oricaminingservices.com>

Forcit Explosives www-sivut Viitattu 18.5.2022 [Etusivu - Forcit Explosives Suomi](#)

Stonepower www-sivut Viitattu 29.5.2022 <https://stonepower.fi/>

Hakapää, A. & Lappalainen, P. 2011. Kaivos- ja louhintatekniikka. Opetushallitus.

Petrow, E. 2010. Miljö- och säkerhetsmanual för betongpumpar. Rakennustuoteteollisuus RTT.

Agrok www-sivut Viitattu 31.5.2022. [Agrok - karjatalouskoneiden- ja tarvikkeiden maahantuonti](#)

Mimopump www-sivut 31.5.2022. [Kiina lietepumppu, hiekkapumppu, kemiallisten pumppujen valmistajat, toimittajat, tehdas - MIMO FLOW CONTROL \(mimopump.net\)](#)