



SAVONIA

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

VT5 MIKKELI: POHJAVEDENSUOJAUKSEN MITOITUSRATKAISUT, MENETELMÄT JA JÄLKILASKENTA

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Rakennustekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Miika Tapaninen	
Työn nimi VT5 Mikkeli pohjavedensuojauksen mitoitusratkaisut, menetelmät ja jälkilaskenta	
Päiväys 13.2.2017	Sivumäärä/Liitteet 45/19
Ohjaaja(t) Mervi Heiskanen, pt. tuntiopettaja; Juha Pakarinen, pt. tuntiopettaja	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Destia Oy	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Tämän insinööriyön tavoitteena on tarkastella VT5 Mikkelin kohta - hankkeen pohjavedensuojauksen toteutumista, laskea sen kustannuksia ja pohtia parannuskeinoja. Työ tehtiin hankkeen pääurakoitsijalle Destia Oy:lle vuosien 2015 ja 2016 pohjavedensuojauksien perusteella.</p> <p>Työssä on esitelty perustietoa pohjavedensuojauksesta siitä miten pohjavedensuojaus tehdään, mitä materiaalia siinä käytetään ja mitä vaatimuksia pohjavedensuojaukselle on asetettu. Työssä tarkastellaan myös sitä, kuinka VT5 Mikkeli - hanke suunniteltiin ja mitkä sen mitoitusratkaisut olivat. Työn loppuosan muodostavat yksityiskohtainen osuus, jossa käsitellään Mikkeliä tehtyjä pohjavedensuojauksia ja niiden onnistumista kustannusten osalta. Opinnäytetyö on tehty perustuen omaan kirjanpitoon, VT5 Mikkeli - hankkeen projektipankkiin, Liikenneviraston julkaisuihin sekä Infra-RYL käsikirjaan.</p> <p>Työn lopputuloksena saatiin kattava kokonaisuus pohjavedensuojauksen perusteista, sekä sen tekemisestä VT5 Mikkeli - hankkeelle. Työssä on pohdittu monipuolisesti pohjavedensuojauksen parannuskohteita ja etsitty syitä urakan eri osa-alueiden onnistumisille ja epäonnistumisille. Opinnäytetyön tietoa voidaan hyödyntää tulevaisuudessa pohjavedensuojauksen urakan laskemisessa, työn tekemisessä ja urakan jälkilaskennassa.</p>	
Avainsanat Kuivatus, Pohjavedensuojaus, Bentoniittimatto	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Civil and Construction Engineering, Construction Architect			
Author(s) Miika Tapaninen			
Title of Thesis Dimensions, Procedures and Post Calculation of Groundwater Protection of VT5 Mikkeli			
Date	13.2.2017	Pages/Appendices	45/19
Supervisor(s) Ms. Mervi Heiskanen, Lecturer; Mr. Juha Pakarinen, Lecturer			
Client Organisation /Partners Destia Oy			
<p>Abstract</p> <p>The aim of this thesis was to inspect groundwater protection, calculate its costs and discuss the remedies of the groundwater protection project in the worksite of Highway 5 (VT5 later on) in Mikkeli. The thesis was commissioned by the project's head contractor Destia Oy and it is based on work in 2015 and 2016.</p> <p>In this thesis the basics of groundwater protection are presented, how it's done, its materials and standards of the job. Thesis also discusses how the VT5 Mikkeli project was designed and what were the dimensioning solutions. Some investigation about desinging groundwater protection and the designing solutions is included in the study. The end of the thesis is combination of the detailed information and the costs of the groundwater protection process in VT5 Mikkeli project. This thesis is based on self made accounting, VT5 Mikkeli's project documents, the releases of Finnish transport agency and Infra-RYL handbook.</p> <p>This thesis provides an extensive description of groundwater protection and how it is done in Mikkeli. There are discussion and suggestions for improvements as well as reasons for the success of the work. Information provided by this thesis can be used to develop future groundwater protection projects. The information is useful during the calculation of the costs, the conclusion of the work and post-processing of the project.</p>			
Keywords Drainage, Groundwater protection, Bentonite mat			

ESIPUHE

Tämä opinnäytetyö on tehty VT5 Mikkelin kohdan parantaminen työmaalle sen pääurakoitsija Destia Oy:lle. Haluan kiittää Destia Oy:tä työn mahdollistamisesta ja kaikesta avusta opinnäytetyön valmistumisen kannalta. Suuri kiitos kuuluu etenkin työni ohjaajalle ja VT5 Mikkeli työmaapäällikölle Jari Lievoselle, työmaainsinööri Sami Toivaselle sekä työnjohtaja Juho Kolehmaiselle. Haluan kiittää myös ohjaavia opettajiani Mervi Heiskasta ja Juha Pakarista opeista ja neuvoista vuosien varrella.

Kuopiossa 13.2.2017

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	7
1.1	Työn taustat ja tavoitteet	7
1.2	Destia Oy	7
1.3	Lyhenteet ja määritelmät	8
2	POHJAVEDENSUOJAUS SUOMESSA	9
2.1	Pohjavedensuojauksen materiaalit ja vaatimukset	9
2.1.1	Bentoniittimattorakenteen alusta	10
2.1.2	Bentoniittimatto	11
2.1.3	Ohutmuovi	12
2.1.4	Suodatinkangas	13
2.1.5	Suojahiekka ja suojamoreeni	14
2.2	Pohjavedensuojauksen tyypit	15
2.2.1	Bentoniittimattorakenne	15
2.2.2	Muut pohjavedensuojauksen tyypit	18
3	POHJAVEDENSUOJAUKSEN SUUNNITTELU	19
3.1	Yleistä pohjavedensuojauksen suunnittelusta	19
3.2	VT5 Mikkeli kohteen vaatimukset suunnittelun osalta	19
3.3	Vaihtoehtoiset ratkaisut	20
3.4	Saasteiden talteenotto	20
4	VT5 MIKKELI POHJAVEDENSUOJAUKSEN TOTEUTUS	21
4.1	Case VT5 Mikkeli	21
4.1.1	Alue	21
4.1.2	Kalusto ja työvoima	23
4.1.3	Materiaali	23
4.1.4	Työvaiheet	24
4.2	Suojauskohteiden eroavaisuudet ja havainnot	27
4.2.1	Ojien muodot	28
4.2.2	Lävistyksen	28
4.2.3	Vuodenajat ja sää	28
4.3	Ongelmakohdat	29
4.3.1	Kesä 2015	29

4.3.2	Kesä 2016.....	31
4.4	Laadunvarmistus.....	32
5	KUSTANNUKSET JA JÄLKILASKENTA.....	34
5.1	Työn laskettu hinta.....	34
5.2	Työhön käytetty hinta.....	35
5.3	Materiaalin määrä ja hinta.....	36
5.3.1	Bentoniittimatto.....	36
5.3.2	Ohutmuovi.....	37
5.3.3	Suodatinkangas.....	38
5.3.4	Suojahiekka.....	38
5.3.5	Suojamaa.....	38
5.3.6	Yhteenveto materiaalikuluista.....	39
5.4	Työmiehet, työkoneet ja tehot.....	40
5.4.1	Työmiehet ja työkoneet.....	40
5.4.2	Tehot.....	40
5.5	Omat havainnot työn suorittamisesta.....	41
5.6	Lopputulos.....	42
6	JOHTOPÄÄTÖKSET JA YHTEENVETO.....	43
	KUVAT.....	44
	TAULUKOT.....	44
	LÄHTEET.....	45
	LIITTEET.....	46
	LIITE 3 LUOTTAMUKSELLINEN.....	64
	LIITE 4 LUOTTAMUKSELLINEN.....	64

1 JOHDANTO

1.1 Työn tausta ja tavoitteet

Tämän opinnäytetyön aiheena on pohjavedensuojauksen toteutus Valtatie 5 parannustyömaalle Mikkelin kohdalle. Opinnäytetyössä käsitellään pohjavedensuojauksen perusteitasen suunnittelun ratkaisuja, sen toteutus VT5 Mikkelin -hankkeelle ja lopullinen laskelma pohjavedensuojasurakan hinnalle ja onnistumiselle. Työ on toteutettu vuonna 2015 ja 2016 tehtyjen pohjavedensuojaustöiden perusteella Mikkelissä.

Opinnäytetyö tehdään Destia Oy:lle, joka toimii pääurakoitsijana VT5 Mikkelin - hankkeella. Hankkeen tilaajana toimii Liikennevirasto ja hankkeen tavoitteena on parantaa Valtatie 5:n liikenteen sujuvuutta Mikkelin kohdalla noin 4 km:n matkalta. VT5 Mikkelin - hanke sisältää muun muassa 4 km uutta valtatieä, uusia ja korjattavia siltoja, uusia liikennejärjestelyjä, melusuojauksia sekä tässä työssä käsiteltäviä pohjavedensuojauksia. VT5 Mikkelin - hanke alkoi syksyllä 2014 ja sen on määrä valmistua vuonna 2017.

Tämän opinnäytetyön aihe syntyi yhteisen pohdinnan tuloksena, jonka tarkoituksena oli löytää Destia Oy:lle hyödyllinen ja tulokellinen kohde, mutta myös samalla opiskelevalle insinöörille mielenkiintoinen ja laaja opinnäytetyön aihe. Opinnäytetyön tekemisestä sovittiin kesällä 2016 työmaapäällikkö Jari Lievosen ja työpäällikkö Harri Korhosen kanssa.

Tässä työssä käytetään pääosin omaa opittua ja koettua tietoa kesän 2015 ja 2016 tehtyjen töiden perusteella. Kesätöiden aikana olen kerännyt tietoa tehdystä pohjavedensuojaustyöstä päivittäin Microsoft Excel -ohjelmaan järjestelmällisesti työmaan kustannuksia seuratakseni ja laadunvarmistamiseksi. Tätä omaa keräämääni tietoa käytän apunani opinnäytetyön tekemisessä mahdollisimman tarkan ja toimivan lopputuloksen aikaansaamiseksi.

Käytän työssäni apuna Liikenneviraston uudempia julkaisuja, vanhoja Tielaitoksen ja Tiehallinnon aikaisia julkaisuja muun muassa Pohjavedensuojaus tien kohdalla ja Pohjaveden suojausrakenteet. Yksi suurimmista aineistoista jonka perusteella VT5 Mikkelin pohjavedensuojaukset on toteutettu, on Infra-RYL 2010 käsikirja. Infra-RYL 2010:iä on käytetty myös tämän opinnäytetyön apuna, sillä sen kattavat ja tarkat ohjeistukset pohjavedensuojausrakenteille ovat hyödyllisiä tai lähes välttämättömiä pohjavedensuojaus urakassa.

1.2 Destia Oy

Destia Oy on suomalainen infra-alan yritys, joka toimii koko Suomessa. Yrityksen virallinen sitaatti; "Toimivampi maailma" kuvaa Destian tapaa ja halua tehdä töitä. Destian tavoitteina on rakentaa Suomen infraa ammattitaidolla, tehokkaasti, turvallisesti ja toimivasti. (Destia.)

Destia Oy:n historia on tiedettävästi pisin suomalaisten infra-alan yritysten joukosta, sillä sen juuret johtavat jopa 200 vuoden päähän jolloin Suomessa toimi vuosina 1799-1809 Kuninkaallinen Suomen

Koskenperkausjohtokunta. Suomen itsenäistyttyä nimi Tie- ja vesirakennushallitus otettiin käyttöön ja siitä juontaa juurensa Tieliikelaitos ja viimeisempänä Destia Oy. Destia Oy oli pitkään Suomen valtion omistama yritys, mutta vuonna 2014 sen osti Ahlström Capital sijoitusyhtiö. (Destia.)

Destian pääpainona ovat suuret ja ammattiosaamista vaativat projektit infra-alalla. Suuret väylä-hankkeet, siltahankkeet sekä hoitohankkeet luovat vahvan selkärangan Destian toiminnalle ja antavat yritykselle kasvot suurimpana infra-alan osajana. Destia Oy yrityksenä tarjoaa palveluita väylä-rakentamisen, pohja- ja aluerakentamisen, insinöörirakentamisen, kalliorakentamisen, energiainfran, rautateiden, kunnossapidon, kiviainesten, suunnittelun sekä tiestötiedon osalta. (Destia.)

1.3 Lyhenteet ja määritelmät

VT5 Mikkeli = Työmaa, Valtatie 5 Mikkelin kohta parantaminen

Bentoniittimatto = Eristematto, materiaalina luonnonsavi ja kuidut

Liv = Liikennevirasto

PL = Paaluluku

RM = Rakennusmies

RAM = Rakennusammattimies

RKM = Rakennusmestari

KKHT = Tela-alustainen kaivinkone

KKHP = Pyöreealustainen kaivinkone

KA = Kuorma-auto

Nuppi = Kuorma-auto jossa lastattava lava

Kasetti = Kuorma-auton nuppi + perävaun

S5 = Silta numero 5

2 POHJAVEDENSUOJAUS SUOMESSA

Pohjavedensuojauksella tarkoitetaan sitä, kun maaperä ja siellä olevat pohjavedet halutaan suojata sinne kuulomattomilta kemikaaleilta ja muilta haitallisilta aineilta. Haitalliset aineet voivat olla muun muassa liikenteen mukana kulkeutuvaa suolaa, öljyä ja pikeä mikä leviää jatkuvasti tien lähiympäristöön. Nämä pienemmät määrät ei-toivottuja aineita kulkevat hulevesien mukana ja imeytyvät ojien kautta maaperään, jos ojiin ei tehdä oikeanlaisia suojauksia.

Suurimmat ja vakavimmat vahingot pohjavesille liikenteen osalta ovat katastrofit, kun suuria määriä ulkopuolisia aineita pääsee leviämään tien ympäristöön. Tällaisia katastrofeja voivat olla muun muassa suuret säiliöautokuljetukset sisältäen öljyä, polttoaineita tai jopa maitoa. Suomen tasolla pohjavesille haitallisia aineita ovat myös teiden talvihoidon yhteydessä käytettävä tiesuola, joka suurissa määrin vahingoittaa maaperää, kasvillisuutta ja myös pohjavesiä.

Suomessa pohjavedensuojaukset ovat yleistymässä tärkeiden pohjavedenottoalueiden läheisyydessä varsinkin suurempien valtateiden varsilla. Liikennemäärien ja suurien kuljetusten vuoksi valtatie luovat suurimman riskin pohjavesien vahingoittumiselle. Valtateiden suuri hoidon tarve lisää myös suolan käytön määrää tienhoidossa, joka on pohjavesille haitallista.

Pohjavedensuojaus perustuu pohjimmiltaan kuivatukseen suunnitteluun. Mahdollisen onnettomuuden sattuessa on tärkeää, että maaperään kuulumattomat aineet saadaan pysymään niillä tarkoitetuilla paikoilla. Kuivatukseen osalta onkin tärkeää, että nestemäiset aineet kulkeutuvat oikeita reittejä ja kaivoja pitkin sellaisiin paikkoihin, joissa niiden puhdistaminen ja talteen ottaminen on mahdollista. Jotta maaperälle haitalliset aineet saadaan pysymään ojissa ja kaivoissa on kuivatuksen rakenteet toteutettava niin, että nämä haitalliset aineet eivät pääse läpäisemään ojan pohjakerroksia missään vaiheessa. Pohjavedensuojaus siis perustuukin tehokkaaseen ja toimivaan kuivatukseen suunnitteluun ja tarkkaan ojien suojakerrosten rakentamiseen ja tiiviiden varmistamiseen.

Pohjavedensuojauksen materiaalit riippuvat suojauksen tyypistä. Jokaiselle suojauksen tyyppille on kuitenkin yhteistä se, että ojat muotoillaan tarkoin ja ojien materiaalikerrokset asennetaan huolellisesti ja laatuvaatimusten mukaisesti. Pohjavedensuojauksen yksi tärkeimmistä materiaaleista on kuitenkin maaperää tiiviisti suojaava bentoniitti. Bentoniitilla tarkoitetaan luonnon savesta valmistettua kerrosta, joka oikein asennettuna suojaaa maaperää erittäin tehokkaasti. Bentoniitin lisäksi suojauskerroksissa käytetään muun muassa muovipeitteitä sekä oikeanlaisia maa-aineksia rakenteen toimivuuden varmistamiseksi.

2.1 Pohjavedensuojauksen materiaalit ja vaatimukset

Pohjavedensuojaukseen käytettävät materiaalit riippuvat siitä, mikä on haluttu suojauksen taso. Vaativissa kohteissa käytetään useampia erilaisia materiaaleja. Pohjavedensuojaukseen käytettäviä materiaaleja ovat yleisesti bentoniittisavi ja sen erilaiset olomuodot, ohutmuovi, suodatinkangas, salaojaputket, suojahiekka sekä erilaiset suojakerrokset suojauksen päälle. Näiden kaikkien elementti-

en yhdistäminen tuottaa tehokkaimman lopputuloksen, mutta tapauksesta riippuen pohjaveden suojausta vaativaan kohteeseen voi riittää pienemmätkin määrät suojausmateriaaleja, mikäli niin on suunniteltu. Tässä opinnäytetyössä keskitytään pääsääntöisesti pohjavedensuojaukseen, joka on tehty käyttäen bentoniittimattorakenne suojausta, ja jota käytettiin VT5 Mikkelin kohta työmaalla.

2.1.1 Bentoniittimattorakenteen alusta

Bentoniittimattorakenteen alustalle annetaan tarkat vaatimukset ja ne on esitetty selkeästi Infra-RYL 2010 käsikirjassa. Mattorakenteen alusta tulee olla yleisesti puhdas kasvillisuudesta, muodoltaan siileä ja riittävän kantava, jotta matto ja muut kerrokset asettuvat tukevasti.

Alustasta on poistettava kaikki näkyvä kasvisto ja juuristo, mikäli se luo riskin maton puhkeamiselle. Alustalla ei saa myöskään olla irtokiviä eikä yli 10 mm teräviä särmiä tai 20 mm painaumuksia. Myös mahdolliset jalanjäljet tulee tasoittaa. (kuva 1. ja 2.) Jos juurien poisto ei ole mahdollista, tulee juurien ja ongelmakohtien päälle asettaa suojaava kangas tai muovi. Mikäli pohjamaan rakenne on tasarakeista hiekkaa ($d_{60} / d_{10} < 5$), tulee sen kantavuutta parantaa soralla tai käyttämällä hienoa murskettä (0 - 0,16 mm) 100 mm kerros. Myös liian märkä tai kostea pohjamaa tulee parantaa kantavuudeltaan käyttäen apuna N3 käyttöluokan suodatinkangasta, soraa tai heinoa murskettä 200 mm tai routimatonta hiekkaa 300 mm kerros. (Infra-RYL 2010, 4.)

Mikäli pohjavedensuojaus rakennetaan louhetta vasten, tulee varmistaa etteivät pohjakerroksen hienoainekset varise louhepenkan sisälle. Alustaan on tällöin käytettävä N3 luokan suodatinkangasta, joka estää pienten rakeiden valumisen karkeiden kerrosten väliin. Alustan pohjalla +/- 50 mm heitot korkeudessa ovat sallittuja, sekä kaltevuus -0,5 - 2 % -yksikköä. Jotta työn laatu varmistettaisiin, tulee valmis bentoniittimaton alusta kuvata riittävän hyvin ja korkeudet mitata 20 metrin välein. (Infra-RYL 2010, 5.)



Kuva 1. Bentoniittimattorakenteen alusta. Tapaninen Miika 2016



Kuva 2. Bentoniittimattorakenteen alusta. Tapaninen Miika 2016

Bentoniittimatto

Bentoniittimatto toimitetaan työmaalle rullana. Yksi matto on kooltaan 5 x 40 m (200 m²) ja painaa noin 1000 kg. (Viacon, 2.) Edellämainittu koko on yleinen toimitettava koko, mutta tarvittaessa mattoja saa myös lyhyempänä tai pidempänä. Bentoniittimatto koostuu jauhomaisesta bentoniittisavesta, jonka molemmille puolille on sidottu pysyvästi kuitukangasta, joka vahvistaa bentoniittimaton rakenteen. (Infra-RYL 2010, 1.) Bentoniittimatto on kääritty muovisen putken ympärille, jonka avulla matto on helppo asentaa ja pysyy suorana. Bentoniittirullan päällä on suojana muovi, joka estää veden pääsyn maton rakenteisiin.

Bentoniittimatto on oltava laatuvaatimuksien mukainen ja säilytettävä oikein varastoinnin sekä asennuksen aikana. Täytyy tarkastaa, että mattojen V- ja T-testauksen tulokset täyttävät vaatimukset, kuten myös mattoerien J-testaukset ovat kunnossa. Jokaisesta mattoerästä tulee ottaa koepala sen koostumuksen ja toimivuuden varmistamisen vuoksi. (Infra-RYL 2010, 2.)

Bentoniittimaton säilytys tapahtuu kuivassa ja turvallisessa tilassa. Bentoniittimatot on lastattava varovaisesti, jotta niiden pakkaukset pysyvät ehjänä eikä matto pääse kastumaan tai turmeltumaan. Matto tulee myös säilyttää suojassa auringolta ja vesisateelta. Mattojen lastauksessa tulee myös muistaa, ettei niitä saa lastata liian korkeisiin pinoihin. Liian korkea pino voi litistää alimman maton, joka puolestaan vaurioittaa sen rakennetta. Liian korkeat pinot luovat riskin myös työturvallisuudelle mattojen lastausvaiheessa. Mattoja ei myöskään saa koskaan säilyttää maan pintaa vasten, vaan on aina asetettava aluspuut maton ja maan väliin. Säilytyksessä mattojen päälle levitetään vedenkestävä kevytpeite, joka varmistaa mattojen säilymisen kuivana.

Asennusvaiheessa bentoniittimatto asennetaan levittimeen, jota liikutetaan kaivurin puomin avulla. Levittimen avulla rullan levitys on tehokasta ja kokenut kuljettaja voi asentaa maton halutulle kohdalle hyvinkin tarkasti. Levitin tulee olla riittävän kestävä kantamaan bentoniittimaton paino, sekä siinä oltavat ketjut tulee olla tarkistettuja ja kaikinpuolin kunnossa. (kuva 3.) Matot leikataan oikeaan kokoonsa mattovetseillä tai puukolla. (Viacon, 3.)



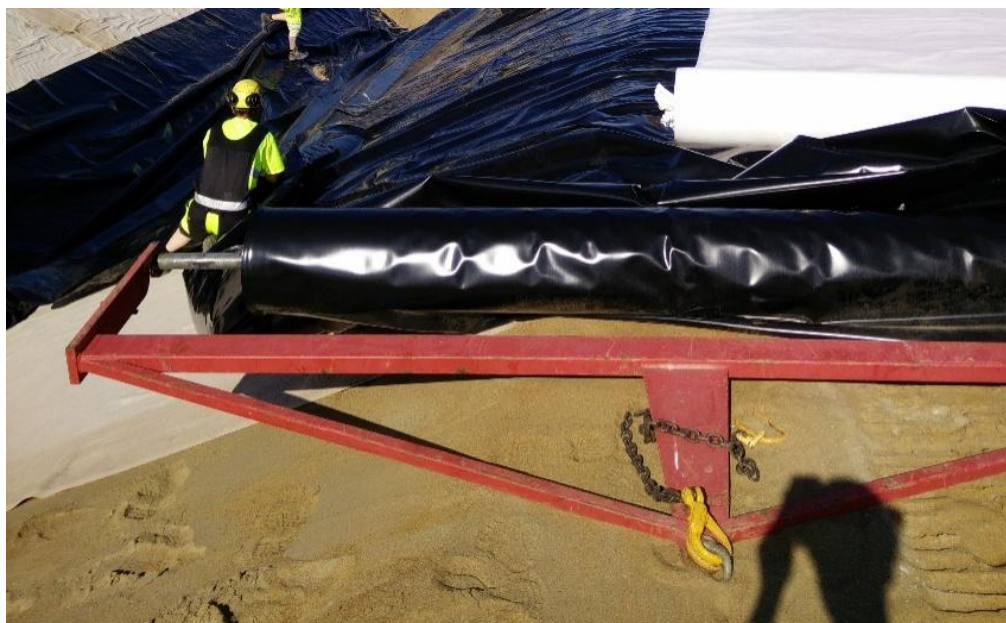
Kuva 3. Bentoniittimatto kiinnitettynä levittimeen. Tapaninen Miika 2016

2.1.2 Ohutmuovi

Ohutmuovit toimitetaan työmaalle rullina. Yksi muovi on mitaltaan 100 m x 6 m ja on pakattu rullaan taittamalla. Muovi on ulkonäöltään mustaa ja nimellispaksuudeltaan 0,5 - 0,7 mm. Muovirullan sisällä on joko pahvinen tai muovinen putki, jonka avulla muovirulla pysyy kasassa ja sen asentaminen levittimeen on mahdollista. Muovirulla levitetään bentoniittirullan tapaan työkohteeseen levittimellä, jonka tulee kestää muovirullan paino. (kuva 4.)

Muovirullat tulee säilyttää mahdollisimman neutraalissa tilassa, jotta auringonvalo ei pääse vahingoittamaan muovin rakennetta liikaa. Muovin säilytys kuivassa tai sateelta suojattuna ei ole välttämätöntä. Rullan päällä on säilytysvaiheessa oma suojapussinsa, joka poistetaan asennusvaiheessa.

Myös muoveilla on tarkat laatuvaatimuksensa. On varmistettava, että rullien V- ja T-testauksen tulokset täyttävät vaatimukset, kuten myös mattoerien J-teustaukset ovat kunnossa. Muoveista tulee ottaa bentoniittimattojen kaltaisesti näytteet laadun varmistamiseksi. (Infra-RYL 2010, 2.)



Kuva 4. Ohutmuovirulla kiinnitettynä levittimeen. Tapaninen Miika 2016

2.1.3 Suodatinkangas

Suodatinkangas on oltava luokituksiltaan N3 tai N4 luokkaan soveltuva. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että sen täytyy kestää raskaan liikenteen paino. Suodatinkangasta käytetään, jos muovin päälle aiotaan levittää karkeampaa materiaalia kuin hiekka. Suodatinkangas estää ohutmuoviin mahdollisesti syntyvien vahinkojen muodostumisen. (kuva 5.) Suodatinkankaalla voidaan myös lujittaa pohjavedensuojauksen rakennetta tai ojan pehmeää maaperää asentamalla se bentoniittimattorakenteen alustan alle.

Suodatinkangas toimitetaan työmaalle pitkinä rullina. Avatun suodatinkankaan koko on yleensä 4 m x 110 m. Suodatinkankaan levitys voidaan tehdä joko levittimellä, käsin tai koneen kauhalla työntäen. Pienet reiät ja repeytymät eivät juuri vaikuta suodatinkankaan toimivuuteen.



Kuva 5. Suodatinkangas levitettynä ohutmuovin päälle. Tapaninen Miika 2016

2.1.4 Suojahiekka ja suojamoreeni

Suojahiekkaa käytetään pohjavedensuojauksen suoja- ja salaojakerroksessa. Suojahiekka levitetään ohutmuovin päälle noin 100 mm kerrokseksi. Suojahiekan sekaan tarvittaessa asennetaan salaojaputket, mikäli ne on suunniteltu tehostamaan ojan kuivatusta ja virtausta. (kuva 6.) Suojahiekaksi sallitaan hiekka, jonka 0,063 mm seulan läpäisy on enintään 4 %. Ohutmuovin kohdalla enimmäisraekoko on enintään 22 mm, kun 2 mm:n seulan läpäisy on vähintään 70 %, ja enintään 12 mm, kun 2 mm:n seulan läpäisy on 30...70 %. Suojahiekan laatu tulee varmistaa aika-ajoin toimittamalla näyte laboratorioon tutkittavaksi. Suojahiekkakerroksen paksuutta tulee tarkkailla ja raportoida 50 m välein laadun varmistamiseksi. (Infra-RYL 2010, 8.)

Suojamoreenina eli suojaverhouksena käytetään kitkamaata. Sen enimmäis raekoko on 100 mm. Suojamaa saa sisältää enintään 50 % seulan 0,063 mm läpäisevää ainesta. (Infra-RYL 2010, 2.) Suojamaan laatua on seurattava jatkuvasti silmämääräisesti ja pidettävä se mahdollisimman tasalaa-tuisena. Suojamaan tehtävä on muodostaa suojauksen pintaan kulutusta ja säätä kestävä kerros. (kuva 7.)

Suojaverhouksen rakeisuus tulee tarkistaa kerran 10 000 m² kohti. Bentoniittimaton päällä oleva suojahiekka tulee tarkistaa noin 500 t välein, kuitenkin vähintään 1000 m välein kummaltakin pientareelta. (Infra-RYL 2010, 2.)



Kuva 6. Suojahiekan levitys ohutmuovin päälle. Tapaninen Miika 2016



Kuva 7. Suojamaan levitys suojahiekan päälle. Tapaninen Miika 2016

2.2 Pohjavedensuojauksen tyypit

Pohjavedensuojauksen tyyppi määritellään pohjavedensuojauksen tarpeen mukaan. Tarve määritetään suojattavan alueen tyyppin ja tärkeyden mukaan. Suojaustyyppi riippuu myös hyvin paljon siitä, että onko tie uusi vai vanha. Esiselvitysten ja tutkimusten avulla päätetään toteutettava suojausmuoto.

2.2.1 Bentoniittimattorakenne

Bentoniittimattorakenteella tarkoitetaan rakennetta, jossa suojaus tapahtuu pääosin bentoniittimaton avulla tai sen ja muiden suojausmateriaalien yhdistämisellä. Tämä rakenne muodostuu bentoniittimaton alusrakenteesta, bentoniittimattorakenteesta, suoja- ja salaojakerroksesta sekä pintamateriaalista. Bentoniittimaton toimivuus edellyttää maton tiivistä rakennetta, jonka maton päällä olevat kerrokset painollaan saavat aikaan. Bentoniittimatto ei oikein asennettuna ja suojattuna päästä epäpuhtauksia lävitse.

Bentoniittimattorakenne voidaan toteuttaa joko vaativana kloridisuojauksena, kloridisuojauksena tai onnettomuus-suojauksena. Näiden kolmen eri suojaustyyppin vaatimukset ovat poikkeavia toisistaan ja niitä käytetään erilaisissa pohjavedensuojauksikohteissa. Yhteistä vaativalle- ja normaalille kloridisuojaukselle on se, että niissä asennetaan ohutmuovi bentoniittirakenteen päälle. Onnettomuus-suojauksessa sovelletaan kloridisuojauksia ja jätetään ohutmuovi ja ojan kuivatusrakenteet tekemättä. (Infra-RYL 2010, 8.)

Tiiviin bentoniittimaton päälle tarvitaan suoja- ja salaojakerros suojaamaan tiivistettä, jos ojan ylemmät suojarakenteet ovat liian kivisiä ja voivat aiheuttaa vaaran bentoniittimaton rikkoutumiselle. Suojauksen ylimmät kerrokset pyritään suunnittelemaan niin, että ne suojaavat ojan muotoja

eroosiolta ja liialliselta kuivumiselta. On suotuisaa, että pohjavedensuojaksen päälle kasvaa kevyttä kasvillisuutta vahvistamaan suojauksen rakennetta muun muassa juurien avulla. (Infra-RYL 2010, 5.)

Bentoniittimatot asennetaan ojiin poikittain tai pitkittäin. Kapeissa ojissa suojaus on tehokkainta tehdä pitkittäin, mutta muun muassa VT5 Mikkeli kohteen suojaukset ovat tehty asentamalla matot ojiin poikittain. (kuva 8.) Matot tulee asentaa mahdollisimman suoraan ilman ylimääräisiä ryppyjä tai epätasaisuuksia. Mattojen saumakohdissa tulee käyttää limityksiä, jotka tehdään ojan kaatosuuntaan päin. Pitkittäin ojan suuntaan olevat mattojen saumakohdat tiivistetään bentoniittijauholla. Muuten saumakohtiin riittää 30 cm pituinen limitys, jossa korkeammalla oleva matto asennetaan matalammalla olevan maton päälle.



Kuva 8. Bentoniittimatton asennus poikittain. Tapaninen Miika 2016

Jos bentoniittimatton alustassa on muun muassa pylvään jalkoja tai kaivoja, on niiden kohta varmistettava tiiviydeltä. Läpivientien kohdalle asennetaan läpivietävää kohdetta vähintään 50 cm suuntaansa suurempi oleva bentoniittimatton pala, joka tiivistetään bentoniittijauholla. Läpiviennin kohta tulee kuvata laadunvarmistamiseksi. Bentoniittijauhoa tulee olla tiivistettävän pinnan kohdalla 0,4 kg juoksumetriä kohti. (kuva 9.) (Infra-RYL 2010, 8.)

Mattojen asennus tapahtuu kuivalla säällä, joilloin ei ole riskejä vesisateelle. Matot tulee saada peitettyä suojarahkkaan samana päivänä, eikä niitä saa päästää kastumaan ennenkuin mattojen päälle tulevat kerrokset ovat asettaneet painollaan matot tiiviisti kohdalleen. Asennustyön yhteydessä kohdetta kuvataan laadun varmistamiseksi.



Kuva 9. Liikennemerkkin jalan läpiviennin tiiviyyden varmistaminen bentoniittijauholla. Tapaninen Miika 2016

Kun bentoniittimattorakenteella toteutettu suojaus on valmis ja luovutettavissa tilaajalle, suoritetaan lopputarkastus. Tarkastukseen liitetään materiaalitodistukset, poikkeamaraportit, selvitykset tehdyistä toimenpiteistä sekä työ- ja menetelmäohjeet. Lopputarkastuksessa tarkistetaan, että (Infra-RYL 2010, 10.):

- vesi ei pääse valumaan suojaamattomalle alueelle
- laskuojat on suojattu
- nurmetus kasvaa koko suojatulla alueella
- syöpymiä ei ole näkyvissä
- tiivisteen tekemisen jälkeen tehdyt kaiteiden, jalustojen yms. läpiviennit on tiivistetty
- laadunvarmistuskokeet ja -mittaukset on tehty; on selvitetty
- maton laatu
- asennetun maton laatu
- alustan laatu
- suoja- ja salaojakerroksen laatu
- suojaverhouksen laatu
- läpivientien laatu
- yhdistelmä rakenteen muovikalvon laatu
- tarkastusten tulokset on kirjattu
- valmis tuote on vaatimusten mukainen
- pohjavesisuojauskuvaus on tehty

2.2.2 Muut pohjavedensuojauksen tyypit

Pohjavedensuojauksessa voidaan käyttää myös muita rakenteita bentoniittimattorakenteen lisäksi. Tehokkaan suojan pohjavesille antaa bentoniittimatolla ja muilla kerroksilla tehty suojaus, mutta bentoniittimattorakenteen lisäksi on syytä tarkastella myös muita pohjavedensuojaurakenteita kohteiden tyyppin mukaan.

Bentoniittimaarakenne on yksi vaihtoehtoisista rakenteista bentoniittimattorakenteen ohella. Siinä suojan pohjavesille antaa bentoniittisavesta, runkoaineesta ja vedestä tehty seos. (Infra-RYL 2010, 16.) Tämän seoksen tiivistyttyä ojan pohjaan, sen päälle asennetaan kohteen tyyppistä riippuen muut suojauskerrokset kuten ohutmuovi, suodatinkangas, suojahiekka sekä suojaverhous. Bentoniittimaarakenteen laatuvaatimukset pohjan ja ojan muotojen suhteen hyvin samanlaiset kuin bentoniittimattorakennetta tehdessä. Myös bentoniittimaarakenne voidaan toteuttaa vaativana- tai normaalina kloridisuojauksena tai onnettomuussuojauksena. (Infra-RYL 2010, 20.) Tässä opinnäytetyössä ei kuitenkaan käsitellä bentoniittimaasuojauksia tämän enempää, vaan keskitytään erityisesti bentoniittimattorakenteeseen suojauksena.

Myös maatiivisrakennetta käytetään yhtenä pohjavedensuojauksen tyyppinä. Maatiivisrakenne toteutetaan käyttämällä laihaa savea, silttiä tai hienoainespitoista moreenia. Maatiiviste tulee tiivistää pohjavedensuojaurakenteen pohjalle käyttäen sellaista vesipitoisuutta, että kuivumiskutistuma ei aiheuta suuria halkeamia. (Infra-RYL 2010, 24.) Maatiivisrakenteen päälle voidaan asentaa tarvittaessa ohutmuovi ja muut suojakerrokset suojaamaan alempia rakenteita.

Yksinkertaisimpana pohjavedensuojaurakenteena voidaan pitää muovikalvosuojausta. Tässä suojaustyyppissä suojauksen pohjalla on vain ohutmuovi. Ohutmuovisuojausta käytetään yleensä altaita tai ulkoluisia suojatessa. Ohutmuovin paksuus riippuu kohteen mukaan 0,5 mm ja 1,5 mm välillä. (Infra-RYL 2010, 36.) Ohutmuovisuojausten muut laatuvaatimukset ovat pohjan ja päällysrakenteidensa kanssa hyvin samantyyppiset kuin edellämainituilla bentoniittisuojausilla.

Pohjavedensuojausta tehdessä tien varteen, tulee muistaa asentaa matto 50 cm asfaltin reunan alapuolelle. Jos kohde ei kuitenkaan mahdollista suojauksen tekemistä tien alle, tulee käyttää päällysteen reunassa bitumikermiä, joka ohjaa saasteet pohjavedensuojauksen päälle. (Infra-RYL 2010, 43.) Bitumikermiä ei voida pitää varsinaisena pohjavedensuojauksen keinona, mutta yhdistettynä muihin pohjavedensuojauksen tyyppisiin, se mahdollistaa erilaisten kohteiden rakentamisen ja toimivuuden.

3 POHJAVEDENSUOJAUKSEN SUUNNITTELU

3.1 Yleistä pohjavedensuojauksen suunnittelusta

Pohjavedensuojauksen lähtökohtana on pohjavesien pilaamiskielto, joka on määritelty ympäristönsuojelulain 8. pykälässä ja se korvaa vesilain 22. pykälän. (Tiehallinto, 6.) Pohjavedensuojauksen suunnittelu perustuu kuivatuksen suunnitteluun. Itse pohjavedensuojaurakenteen tekeminen on vain osa ojan rakennetta, mutta kokonaisuudessaan pohjavesien suojaus koostuu suuresta verkostosta kuivatusta, kaivoja ja suuria viemäriinjoja. Pohjavedensuojausalueella on tärkeää, että valtatien saasteet eivät pääse missään vaiheessa imeytymään maaperään, vaan ne täytyy johdattaa pois suojattavalta alueelta. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että valtatieltä tuleva, esimerkiksi suola huuhtoutuu valtatie ojiin, joista se kulkeutuu kaivoon. Tästä kaivosta liuos jatkaa matkaansa viemäreissä ja lopulta se päästetään luontoon sellaisessa kohdassa, missä se ei enää haittaa ympäristöä. (pohjavesialueen ulkopuolella)

Pohjavedensuojaustyön suunnitteluvaiheessa täytyy selvittää muiden muassa ympäristön vaatimukset, pohjavesien muodostuminen, pohjavesien virtaukset, suojattavat alueet, ojien muotoilu, toimiva kuivatusverkosto, kaivojen paikat, viemärien linjat, linjojen kokoluokka ja alue minne pohjavesille haitalliset aineet johdetaan. Pohjaveden suojaustarvetta voidaan arvioida suunnitteluvaiheessa muun muassa seuraavien tekijöiden perusteella (Tiehallinto, 10.):

- tien aiheuttama riski (tien suolausmäärä, vaarallisten aineiden kuljetukset, pohjavesien virtaussuunta tien ja vedenottamon välillä, tien sijainti pohjavesialueella)
- pohjavesialueen merkitys (alueen luokitus, maaperän ja veden laatu, alueen merkitys vedenhankinnalle)
- pohjavesialueen herkkyys (pohjavesialueen virtauskuva, pohjavesialueen koko, pohjavesialueella mitatut kloridipitoisuudet)

3.2 VT5 Mikkeli kohteen vaatimukset suunnittelun osalta

Opinnäytetyössä tarkasteltiin VT5 Mikkeli projektin vaatimuksia ympäristön ja tilaajan osalta. Pohjavedensuojauksen osalta tärkein tavoite ja lähtökohta oli Kaihun alueen pohjavesien suojelu. Ympäristöltään kohde oli erittäin tärkeä pohjavedenmuodostumisen osalta, sillä Kaihun rampin alue oli hiekkaista harjua. Myös Mikkelin juomaveden puhdistamo sijaitsi kohteen lähellä Kaihun alueelta Lappeenrantaan päin lähevän VT 13 varrella, joka käytti vetenään myös kyseisen harjun pohjavesiä.

Alueella toimi myös 1900-luvun aikana kyllästämö, joka on vahingoittanut alueen maaperää ja pohjavesiä 80 vuoden ajan muun muassa kreosootti päästöjensä vuoksi. Kyllästämön toiminnan aikana myös läheinen vedenottamo otettiin käyttöön ja tuolloin sen vedessä oli paljon maku- ja hajuhaittoja. Alueella on tämän jälkeen tehty runsaasti massanvaihtoja ja pyritty poistamaan pilaantuneita maita pohjavedensuojausalueelta. (Etelä-Savon ympäristökeskus.)

Kohteessa oli myös vaatimuksena se, että alueelle muodostuvat pintavedet tuli johdattaa pois alueen sadevesijärjestelmään. Tällä toimenpiteellä pyrittiin muun muassa siihen, että vedet eivät liuotaneet entisen kyllästämön maaperää, eivätkä sen epäpuhtaudet siirtyneet pohjavesiin.

3.3 Vaihtoehtoiset ratkaisut

Vaihtoehtoisia ratkaisuja VT5 Mikkelin kohdan pohjavedensuojauksille ei juuri ollut. Työ piti toteuttaa vaativana kloridisuojauksena ja se tehtiin koko pohjaveden muodostumisen alueelle valtatie ja Kaihun rampin ympäristöön. Työ toteutettiin bentoniittimattosuojauksena, sillä se todettiin nykyaikaiseksi ja tehokkaimmaksi keinoksi. Pohjavedensuojauksen tyyppi (bentoniittimattorakenne) oli määriteltä jo tilaajan puolesta, joten se toteutettiin niiden ehtojen perusteella. Vaativa kloridisuojaus olisi voitu toteuttaa myös bentoniittimaalla.

Valtatien osalta pohjavedensuojaustyöt on tehty vain valtatie ojiiin. Myös keskikaistaan olisi voitu tehdä suojaus, mutta sen toimivuutta ja hyötyä ajatellen siitä luovuttiin. Keskikaistan rakenne on tiivis ja hyvin kapea, joten pohjavedensuojaus olisi ollut lähes hyödytöntä suorittaa siihen. Maaperän tiiveys ja pinnan kiveys itsessään suojaa keskikaistaa tehokkaasti, sekä valtatie kaadot ohjaavat vedet pois keskikaistalta. Pohjavedensuojauksen ohelle rakennettiin myös eräisiin kohtiin melusuojaus, joka osaltaan ohjaa tieltä tulevia vesiä suoraan tien pintavesikaivoihin. Melusuojausta ei kuitenkaan todettu riittämään yksinään suojaamaan pohjavesiä.

3.4 Saasteiden talteenotto

Saasteiden talteenotto toteutettiin tilaajan määräysten mukaisesti. Alueen pintavedet johdatettiin pohjavesialueen ulkopuolelle sellaiseen paikkaan, missä niistä ei koettu olevan ympäristölle haittaa. Pintavedet purettiin valtatie pohjoispuolelle sillan 7 läheisyyteen, jota kutsutaan Mikkeliissä myös lokki lutakoksi. Tähän kohteeseen liukenee myös suolat ja muut valtatie epäpuhtaudet.

Suurempien onnettomuuksien varalta valtatie ojien tärkeimmät kaivot varustettiin sulkulaitteistolla, jonka avulla katastrofeista aiheutuvat suuremmat määrät myrkyllisiä aineita saatiin eristettyä viemäriverkostosta. Kun sulkukaivo suljetaan, eivät epäpuhtaudet pääse jatkamaan matkaansa viemäriverkoston, vaan ne saadaan kerättyä pois ojista turvallisesti. Sulkulaitteet pidetään normaalitilanteessa auki, sillä muun muassa valtatielta valuva suola voidaan johdattaa pohjavesialueen ulkopuolelle.

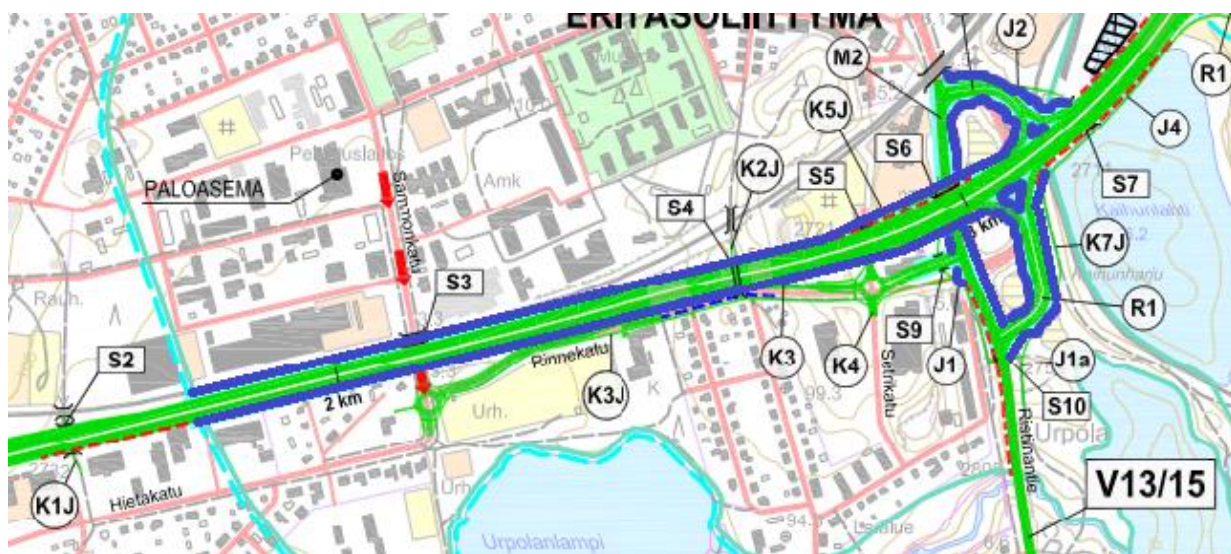
4 VT5 MIKKELI POHJAVEDENSUOJAUKSEN TOTEUTUS

Pohjavedensuojaukset tehtiin kesäaikaan vuosien 2015 ja 2016 aikana. Vuonna 2015 työt tehtiin toukokuun ja syyskuun välisenä aikana, jolloin saatiin valtatie pohjoisen puolen suojaukset lähes valmiiksi. Vuonna 2016 työt aloitettiin heti toukokuun alussa ja saatiin valmiiksi lokakuun aikana. Yhteensä pohjavedensuojauksia tehtiin noin 39 000 neliötä ja se on hankkeen kokonaisbudjetista noin 2 %.

4.1 Case VT5 Mikkeli

4.1.1 Alue

VT5 Mikkelin kohdalla pohjavedensuojausta on tehty varsin laajalle alueelle. Pohjavedensuojaukset alkavat noin 500 m Pitkäjärven eritasoliittymästä pohjoisen suuntaan. Pohjavedensuojauksia on tehty valtatie reunoille, sekä Kaihun rampin alueelle. Pohjavedensuojaukset päättyvät Kaihun eritasoliittymän pohjoispuolelle eli ne kattavat noin 1,5 km matkan valtatie 5 osuudesta molemmin puolin. (kuva 10.)



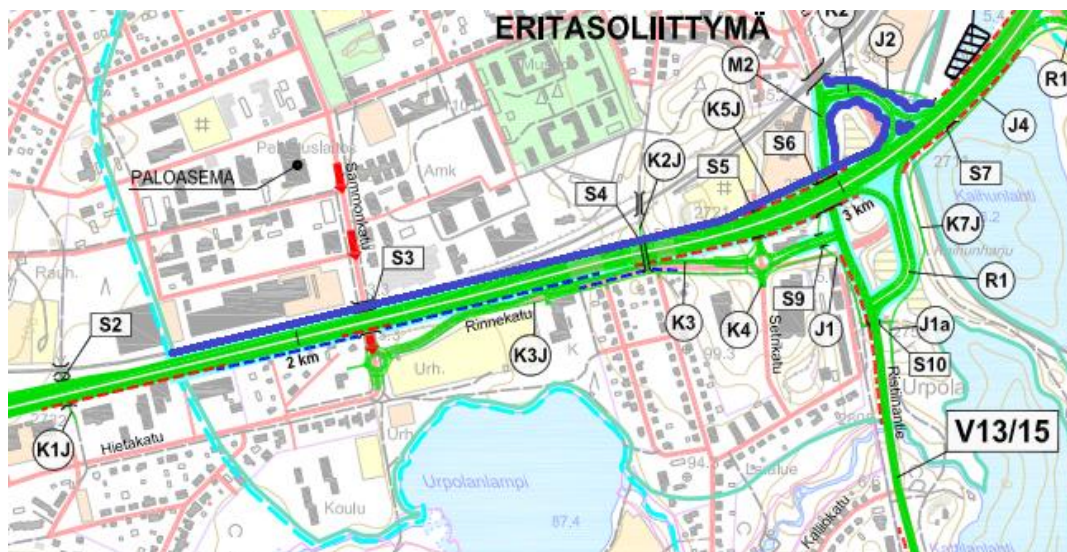
Kuva 10. VT5 Mikkeli pohjavedensuojauksella suojattava alue merkitty sinisellä.

Tapaninen Miika 2016

Pohjavedensuojaukset toteutettiin bentoniittimattorakenteella vaativana kloridisuojauksena. Mikkelin alueen juomavedet pumpataan Kaihun rampin alueelta, joka on pohjavesialuetta ja siksi myös syytä suojella mahdollisimman hyvin. Kuivatukset on suunniteltu alueelle siten, että niiden ojat kaatuvat kohti Kaihun rampia ja johdatetaan erilliseen altaaseen suodatettavaksi.

Pohjavedensuojaukset aloitettiin vuonna 2015 valtatie pohjoispuolelta paaluluvulta noin 2300, josta siirryttiin hiljattain kohti paalulukua 1750. Pohjavedensuojaustyö on suositeltavaa aloittaa ojan matalimmasta kohdasta, jotta bentoniittimattojen limitykset asettuisivat luonnollisesti edellä asennetun maton päälle. Pohjavedensuojauksia jatkettiin tästä kohtaa kohti Kaihun rampia

(PL 3200). Suojaustyöt tehtiin aikana, jolloin valtatie liikenne kulki eteläistä ajorataa, joten suojaustyöt oli turvallista ja tilavaa tehdä. (kuva 11.)



Kuva 11. Vuonna 2015 valmistunut pohjavedensuojaus merkitty sinisellä.

Tapaninen Miika 2016

Valtatien eteläpuolen ajoradan pohjavedensuojaukset aloitettiin toukokuussa 2016. Suojaukset aloitettiin Kaihun rampin alueelta, joka oli määrä saada liikenteelle juhannuksen tienoilla. Kaihun rampin jälkeen pohjavedensuojauksia lähdettiin osittain tekemään myös Pitkäjärven suuntaan eteläiselle ajoradalle, kun liikenne saatiin siirrettyä pohjoiselle ajoradalle pois edestä. (kuva 12.) Kesän 2016 aikana pohjavedensuojausta toteutettiin väliajoin kahdella ryhmällä kiireisen aikataulun ja riittävän miestyövoiman vuoksi.



Kuva 12. Vuonna 2016 valmistunut pohjavedensuojaus merkitty sinisellä.

Tapaninen Miika 2016

Kaihun rampin alueella pohjavedensuojauksia tuli tehdä vaiheittain jatkuvan liikenteen vuoksi. Tämän vuoksi pohjavedensuojauskohteissa tuli siirtyä paikasta toiseen liikennejärjestelyjen mukaan. Hyppiminen kohteiden välillä täytyi ajoittaa toimivasti ja aikataulut olivat tiukkoja. Kesän 2016 pääosin selkeä sää mahdollisti kumminkin aikataulujen toteutuksen odotettua paremmin.

4.1.2 Kalusto ja työvoima

VT5 Mikkelin pohjavedensuojaustyössä vuonna 2015 oli käytettävissä 1 kpl KKHT, joka oli Destian uusi tela-alustainen kaivinkone. (kuva 13.) Tilanteen mukaan käytettävissä oli myös 1 kpl KKHP, joka toimi apuna täyttötöissä ja vaikeimmissa kohteissa. Kaikki työmaan kaivinkoneet oli varustettu Novatron ohjelmistolla, jonka avulla kuljettavat näkivät tarkasti reaaliajassa oikeat maanpinnan korkeudet ja kaltevuudet. Kaivinkoneen lisävarusteena bentoniittimaton levittämiseen oli tilattu levitin, jonka avulla rullat saatiin levitettyä paikoilleen tehokkaasti.



Kuva 13. Destia CAT 329E työssä. Tapaninen Miika 2016

Tavarankuljetukseen (bentoniittimattojen, muovien ja kankaiden mobilisaatiot) oli varattu 1 kpl HIAB nosturiauto, joka toimitti bentoniittimatot kohteisiin. Suojahiekan kuljetuksista vastasivat Mikkelin Autokuljetukselta tilatut kuorma autot ja suojamaan kuljettivat Savon Kuljetukselta tilatut kuorma-autot.

Pohjavedensuojauksessa käytettiin normaalisti 1 kpl rakennusammattimiestä (RAM), 1 kpl rakennusmiestä (RM) ja 1 kpl rakennusmestari (RKM). Kesän aikana kokemuksen karttuessa pystyimme ajoittain suorittamaan pohjavedensuojaustyöt myös 2 kpl RM + 1 kpl RKM tai 1 kpl RM + 1 kpl RKM kokoonpanolla. Rakennusmiehet ja mestarit tulivat Destian omasta puolesta, joten ulkopuolista työvoimaa toimi käytännössä vain maansiirron kuljetusten puolella.

4.1.3 Materiaali

Materiaalina VT5 Mikkelin pohjavedensuojauksissa käytettiin Bentoniittimattoa (Bentofix), Bentoniittijauhoa (Bentofix), ohutmuovia (ViaCon) ja suodatinkangasta (ViaCon). Suojakerroksen materiaalin (suojahiekka) toimitti Mikkelin Autokuljetus ja suojakerroksen suojamaan toimitti Savon Kuljetus.

Bentoniittimatot toimitettiin ViaConin kautta, ja ne tulivat Saksasta. Bentoniittimattoja tuli yhteensä 11 erää ja niissä oli mattoja yhteensä 221 kpl. Bentoniittimatot toimitettiin noin 23 maton erissä ja toimitukset otettiin vastaan Mikkelin VT5 Työmaan toimisolle Arinakadulle. Bentoniittimatot säilytettiin kuivassa hallissa liukuovien takana. Matot suojattiin peitteillä ja tuuletuksesta huolehdittiin.

Viimeisen bentoniittierän matot tulivat toiselta valmistajalta (ViaBent), mutta niiden ominaisuudet olivat täysin samat paperilla. Mattojen ulkonäössä oli kumminkin eroavaisuuksia ja niiden ominaisuudet asennettaessa poikkesivat Bentofixin matoista. Viaconin toimittava matto ei juuri pölissyt asennettaessa ja oli näin siistimpi ja mukavampi asentaa haluttuun kohtaan. ViaBentin matto oli myös jäykempää ja matto ei rypistynyt asennuksen aikana jättäen sileän pinnan. Huonona kokemuksena ViaBentin matoissa oli niiden liukkaus, joka aiheuttaa muiden suojaus materiaalien valumisen ojan pohjalle. Tämä muodostuu ongelmaksi varsinkin pitkissä ja jyrkissä luiskissa, joissa erityistä varovaisuutta tulee noudattaa.

Mattojen toimituksen yhteydessä tuli myös bentoniittijauhot, joiden avulla varmistettiin bentoniittimattojen väliin jäävien saumojen tiiviys. Jauho toimitettiin kuorma lavoina ja niitä tuli työmaalle yhteensä 3 kpl. Pohjavedensuojauksessa käytettävät ohutmuovit toimitettiin ViaConin kautta. Ohutmuovit säilöttiin Arinakadun varastoalueelle ohjeiden mukaisesti. Ohutmuovin ja bentoniitin kuljetuksista työkohteisiin vastasi HIAB kuorma-auto.

Suojahiekka oli peräisin Mikkelin läheisyydessä olevalta seulalta. Hiekan toimitti työmaalle Mikkelin Autokuljetus. Hiekka toimitettiin kasetteina, sillä se tuli huomattavasti kannattavemmaksi kuin pelkällä kuorma-auton nupilla ajaminen. Hiekka tarkistettiin laboratoriossa ennen sen ottamista käyttöön työmaalla. Suojahiekan tarkemmat ominaisuudet selostettiin luvussa 2.1.5.

Suojamoreeni toimitettiin kohteisiin Savon Kuljetuksen varastoista. Suojamaan laatu vaihteli työmaan aikana, mutta oli sopivaa pohjavedensuojauksen suojamaaksi. Vuoden 2015 suojamaat toimitettiin Savon Kuljetuksen Arinakadun varastolta, mutta varaston huvetessa suojamaata ryhdyttiin toimittamaan Mikkelin Graanissa olevalta kohteelta. Suojamaan toimittaja vaihtui Mikkelin Autokuljetukselle, kun Savonkuljetuksen varastot hupenivat 2016 kesän aikana. Suojamaan tarkemmat ominaisuudet ja vaatimukset selostettiin luvussa 2.1.5.

4.1.4 Työvaiheet

Pohjavedensuojauksen työvaiheet alkoivat ojen muotoilulla ja kaivamisella. Tämän vaiheen KKHT pystyi suorittamaan täysin itsenäisesti Novatron ohjelman avulla. Ojat muotoiltiin kuivatusmallien mukaisesti seuraten jatkuvasti oikeita korkeuskäyriä ojan kaadon varmistamiseksi. Ojan kuivatukset sekä kaivot asennettiin paikoilleen ennen ojan pohjan muotoilua. Myös mahdolliset portaalit, liikennemerkkien jalat, tunnistinkaivot ja muut vastaavat ojan alle yltävät rakenteet asennettiin ennen pohjavedensuojauksen suorittamista. (kuva 14.) Jos bentoniittimattorakenteen pohja todettiin olevan liian karkea tai sopimaton, sitä tarvittaessa korjattiin murskeella tai muulla sopivalla maa-aineksella. Ojan pohjan muotoilu oli tehtävä juuri ennen (1 - 2 päivää) bentoniittimaton asennusta,

sillä mahdolliset sateet tai muut eroosioita aiheuttavat tekijät saattoivat pilata ojan pohjan oikean muodon.



Kuva 14. Portaalin jalka asennettuna bentoniittimattorakenteen pohjan alle.

Tapaninen Miika 2016

Ojan pohjan valmistelun jälkeen työvaiheena oli bentoniittimattojen asennus. Asennus suoritettiin mielellään aurinkoisella säällä, jolloin sateen riski oli pienin mahdollinen. Bentoniitin asennusvaiheessa työkohteessa tarvittiin 1 kpl KKHT/KKHP ja 2 kpl RM/RAM. Bentoniittimatot asennettiin paikalleen kaivinkoneen kuljettajan mukaan Novatron ohjelman avulla. Matot levitettiin lähes poikkeuksetta poikittain aloittaen levitys takaluiskalta kohti etuluiskaa. Kaikki ojan pohjalla pitkittäin olevat bentoniittimattojen saumat tiivistettiin bentoniittijauholla. Ojan pohjalla poikittain olevia saumoja ei tiivistetty erikseen, vaan 30 - 50 cm limitys ojan kaatosuuntaan pain riitti tiiviyn varmistamiseksi. Kaikki bentoniittimattoon tulleet läpiviennit tiivistettiin bentoniittijauholla ja kuvattiin lähes poikkeuksetta. (kuva 15.)



Kuva 15. Bentoniittimaton läpiviennin tiiviyyden varmistus. Tapaninen Miika 2016

Ohutmuovin asennus bentoniittimaton päälle tehtiin vaiheittain bentoniittimattojen asennuksen välissä. Ohutmuovi levitettiin ojan pohjalle pitkilläin ja sen oli määrä peittää ojan sisäluiska kokonaan. Ulkoluiskaa ohutmuovin ei tarvinnut peittää kokonaan, vaikka haittaa siitä ei ainakaan ollut.

Ohutmuovi oli määrä saada levitettyä ojaan siten, että siinä oli mahdollisimman vähän saumakohtia. Paras mahdollinen suojaus syntyi, kun ohutmuovi pystyi olemaan koko matkaltaan (100 m) ojan pohjalla ilman että sitä olisi leikattu missään vaiheessa poikki. Ohutmuovia asentaessa ja käsitellessä oli oltava erityisen varovainen siitä, että se ei missään vaiheessa päässyt tippumaan maahan tai jäämään puristuksiin. Rullan sisällä oleva pahviputki, joka mahdollisti muovin kiinnityksen levittimeen, oli hauras ja saattoi helposti lyttääntyä. Jos pahviputki lyttääntyä tai vioittui, oli muovirullan kiinnitys levittimeen mahdotonta.

Suodatinkankaan asennus ohutmuovin päälle tehtiin vain sille alalle, missä muovin päälle oli tarkoitus tulla karkeampaa murskettä. Suodatinkankaan tehtävänä oli suojata muovia teräviltä ja särmikäiltä kiviltä, jotta muovi ei pääsisi repeämään tai reikiintymään. Suodatinkankaan asennus tapahtui yleensä vain ojan sisäluiskan puolelle tasaiselle pinnalle minkä päälle oli määrä tulla tien rakennekerroksia. (kuva 16.)



Kuva 16. Suodatinkangas asennettuna ohutmuovin päälle tien reunaan. Tapaninen Miika 2016

Bentoniittimaton, ohutmuovin ja suodatinkankaan asennuksen jälkeen levitettiin suojahiekkakerros ojan pohjalle. Suojahiekka toimitettiin mahdollisimman lähelle suojauskohdetta, jotta kaivinkone saattoi täyttää ojanpohjan tehokkaasti. Suojahiekkaa levitettiin ojan pohjalle noin 10 cm kerros ja suojahiekan paksuus mitattiin ojan pohjalta 50 m välein laadun varmistamiseksi. Suojahiekan sekaan asennettiin tarpeen vaatiessa 100 mm salaojaputket tehostamaan ojan kuivatusta. Salaojaputken toinen pää asennettiin laskusuunnassa olevaan kaivon runkoon ja korkeammalla oleva pää nostettiin suojauksen pintaan jättäen siihen tulpan mahdollisia huoltotöitä varten.

Suojahiekan päälle levitettiin suojamaa, jonka paksuus oli kohteesta riippuen noin 20 - 30 cm. Suojamaan oli määrä olla ominaisuuksiltaan sellaista, että se kesti muodossaan vesisateet ja muun eroosion. Kun suojamaata oli levitetty hiekan päälle vähintään 30 cm kerros, se mahdollisti työkooneella liikkumisen pohjavedensuojauksen päällä. Tehokas tapa suojamaan levitykseen telalusteisella kaivinkoneella olikin liikkua pohjavedensuojauksen päällä työntäen samalla suojamaa oikeaan muotoonsa.

Pohjavedensuojauksen ollessa valmis levitettiin pintaan vielä multakerros, joka mahdollisti kasvillisuuden nopean muodostumisen. Multakerrokseen tykitettiin lisäksi heinänsiemeniä, jotta ojat alkaisivat vihertää kauniisti jo muutamia viikkoja suoritteiden jälkeen. Kasvillisuuden muodostuminen ojaan on sekä esteettisesti siisti, että ojan lujittumisen kannalta hyvä asia.

4.2 Suojauskohteiden eroavaisuudet ja havainnot

Vt5 Mikkelin työmaalla pohjavedensuojauksen tyyppi ei vaihtunut kohteiden välillä (vaativa kloridisuojaus). Vaikka suojaus toteutettiin samalla tavalla riippumatta sen sijainnista, oli kohteissa varsin paljon eroja niiden sijainnin ja ympärillä olevan maaston mukaan.

4.2.1 Ojien muodot

Helppoimmat ja suoraviivaisimmat pohjavedensuojaukset syntyivät poikkeuksetta VT5 pohjoisen ja eteläisen ajoradan ojiin. Valtatien ojat olivat suoria ja suhteellisen lyhyitä verrattaen Kaihun rampin alueen ojiin. Valtatien ojissa ei myöskään ollut mutkia, jotka aiheuttaisivat liian suuria limityksiä ja hukkaa mattoa asentaessa.

Mutkaisten ojien lisäksi ojan pituus poikittainvaikutti tehtävään pohjavedensuojaukseen ja sen tekemiseen menevään aikaan. Pisimmät luiskat olivat siltojen läheisyydessä Kaihun rampin alueella. Näissä kohteissa siirtyminen ojan sisäluiskan ja ulkoluiskan välillä kaivinkoneella oli työlästä ja työvaiheet tuli suunnitella huolella puutteellisten tai vaikeiden siirtymisreittien vuoksi. Pitkät luiskat yhdistettyinä ojien mutkiin lisäsivät myös bentoniittimaton hukkaprosenttia varsin paljon.

Ojien vaikea muotoilu vaikeutti maton asennuksen lisäksi ojan suojaverhoilun tekemistä, sillä jyrkät ojat mahdollistivat riskin maa-aineksen valumiselle ojan pohjalle. Luiskien pitäminen kohtuullisen loivana ja yksinkertaisena on avain tehokkaalle ja onnistuneelle työlle, joskin mutkaisella ramppialueella ojat ovat lähes pakko muotoilla tien muotojen mukaan.

4.2.2 Lävistykset

Eniten bentoniittimaton läpi vietäviä jalkoja, kaivoja tai johtoja oli Kaihun rampin alueella. Liikennevalot, kuivatukset, liikennemerkkit ja valtatieen suuret porttaalit vaikuttivat työn tehokkuuteen suurissa määrin. Lävistysten tekeminen vei ajan lisäksi enemmän bentoniittimattoa ja jauhoa, joka puolestaan vaikutti suoraan kustannuksiin.

Lävistyksiä oli kaikkein vähiten valtateiden osuudella. Valtatieen osuudella lähes ainoita lähistettäviä kohteita olivat ojien kaivot, joita oli sijoitettu ojien päätyihin. Näissä kohteissa myös tilaa oli enemmän, sillä valtatieen pohjavedensuojauksen puoleinen ajorata oli suljettuna kun suojauksia tehtiin.

4.2.3 Vuodenajat ja sää

Vuodenaikojen osalta paras sää oli pohjavedensuojauksen toteuttamiselle vuonna 2016. Kesä oli suhteellisen vähäsateinen ja sen ansiosta pohjavedensuojaus oli mahdollista tehdä aikataulujen mukaisesti. Kesällä 2016 rakennettiin myös suurin osa VT5 pohjavedensuojauksista ja urakka saatiin kokonaisuudessaan valmiiksi lokakuuhun mennessä. Paras aika suojaustoimintapiteille oli alkukesä, jolloin sateiden riski oli pienempi. Syksyn kelit toivat mukanaan suuremman riskin sateille ja maaperän kuivuminen oli hidasta.

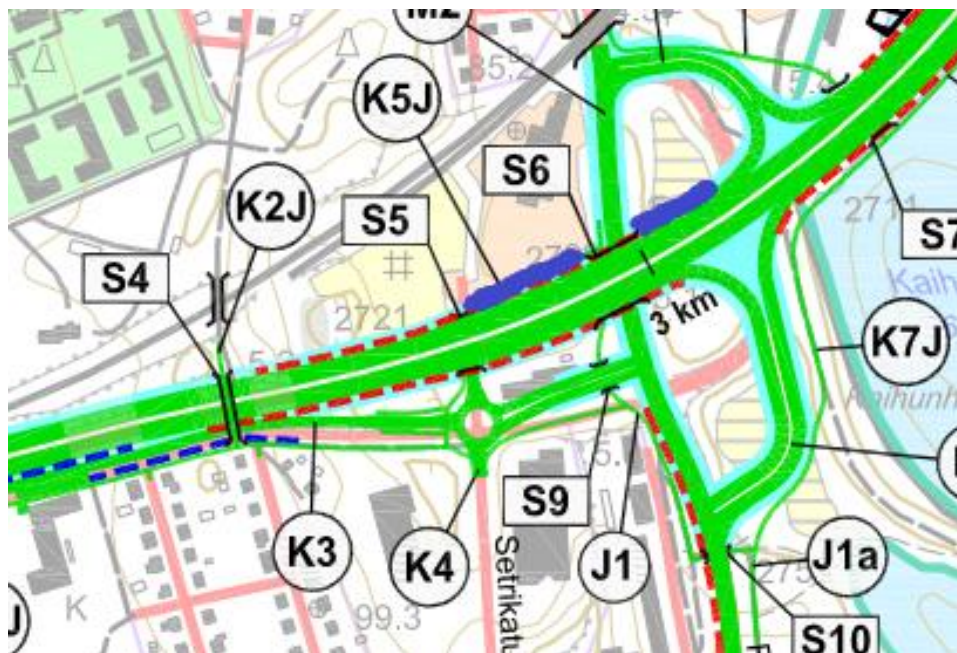
Kesän 2015 pohjavedensuojaukset olivat sään kannalta hankalemmat. Suunniteltuja suojausajankohtia piti muuttaa usein, ja työt piti suorittaa pienissä pätkissä. Työsuorituksen katkonaisuuden myötä myös kustannukset nousivat, sekä työn laatu kärsi ylimääräisten saumakohtien vuoksi.

4.3 Ongelmakohtat

VT5 Mikkelin työmaalla pohjavedensuojaukset sujuivat pääasiallisesti hyvin ja haluttuun loputulokseen päästiin. Kesän 2015 ja 2016 aikana törmättiin kumminkin muutamiin ongelma-kohtiin, joista selvittiin asianmukaisilla korjaustoilla. Ongelmia aiheuttivat muun muassa säilmiöt, korkeat luiskat, kuivatuksen toimimattomuus ja suojaverhoilun materiaali.

4.3.1 Kesä 2015

Kesän 2015 ongelma-kohtat liittyivät lähinnä Setrikadun ja Ristiinantien alueen pohjavedensuojauksien rakenteeseen. Näissä kohteissa ojan sisäluiskat ovat poikkeuksellisen pitkiä ja jyrkkiä, joka luo riskin pintamateriaalien valumiselle ojan pohjalle. Korjaustoimenpiteitä jouduttiin tekemään valtatie pohjoisen ajoradan siltojen numero 5 ja 6 välillä, sekä myös sillan 6 pohjoispuolella. (kuva 17.)



Kuva 17. Vuoden 2015 ongelma-kohteet pohjavedensuojauksessa merkitty sinisellä. Tapaninen Miika 2016

Siltojen 5 ja 6 välinen ongelma-kohta muodostui, kun pohjavedensuojauksen suojamateriaalit valui-
vat alas syksyn sateiden myötä ojan pohjalle. Syynä ilmiön tapahtumiselle voidaan pitää luiskan
jyrkkää muotoilua, luiskan tuoreutta ja suojamateriaalin heikkoa painumista sekä syksyn säilmiöi-
den tuomaa eroosiota. Kohteeseen toteutettiin korjaustyöt syksyllä 2015, kun maa alkoi routia pak-
kaskelillä. Pohjavedensuojauksen suojakerros korvattiin tässä kohteessa 90 mm murskeella, joka to-
dettiin huomattavasti tukevammaksi rakenteeksi kuin aiemmin kohteessa ollut moreenimaa. (kuva
18.)



Kuva 18. 90 mm murskeella toteutettu ojan luiskan verhous S5-S6 välillä. Tapaninen Miika 2016

Toinen ongelmakohta vuonna 2015 oli sillan 6 pohjoispuolella oleva pohjavedensuojaus. Tässä koh- teessa ojan sisäluiska oli suunniteltu erittäin pitkäksi ja jyrkäksi. Pohjavedensuojaus toteutettiin suunnitelmien mukaisesti, ja lähes heti valmistumisen jälkeen suojamaa alkoi valua. Kohde suunniteltiin uudelleen, jolloin luiskan pituutta muutettiin lyhyemmäksi ja suojakerroksen materiaalia kar- keammaksi 90 mm murkeeksi. Muutosten jälkeen kyseinen kohde on todettu toimivaksi. (kuva 19 ja 20.)



Kuva 19. S6 pohj. puolen pohjavedensuojaus alkuperäisten suunnitelmien mukaisesti.

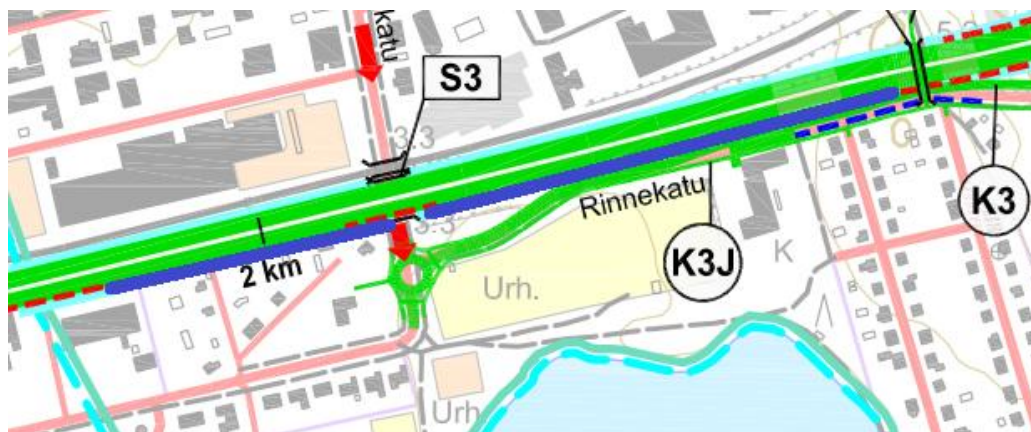


Kuva 20. S6 pohj. puolen pohjavedensuojauksen korjaustyöt. Tapaninen Miika 2016

4.3.2 Kesä 2016

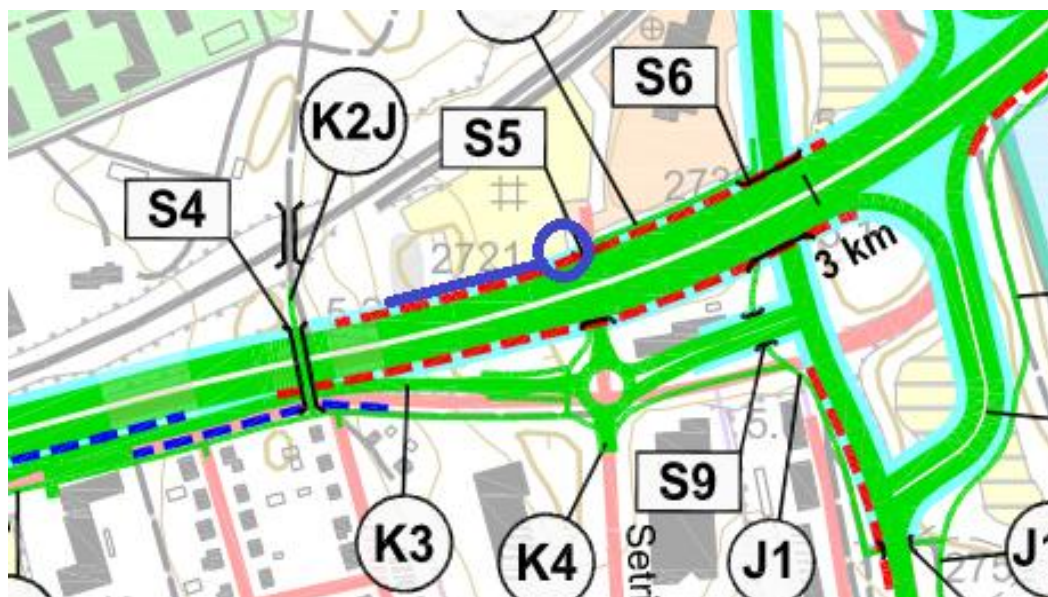
Kesän 2016 ongelmakohdat olivat lähinnä edellisen kesän ja yllättävien sääilmiöiden tuomia ongelmia tai vaurioita. Kesän 2016 kovat rankkasateet saivat aikaan valtatie eteläpuolen pohjavedensuojauksen suojakerroksen velliintymistä. Myös valtatie pohjoisen ajoradan puolella suoritettiin korjaustoimenpiteitä puutteellisen kuivatuksen takia.

Valtatien eteläisen ajoradan ongelmat muodostuivat pohjavedensuojauksen ja kuivatuksen keskenäisyydestä, pohjavedensuojakerrosten materiaalista sekä epätavallisen kovasta rankkasateesta. Eteläisen ajoradan pohjavedensuojaus korjattiin PL 1850 - PL 2600 väliltä. Korjaustoimenpiteissä kohteiden ojat kuivatettiin, jonka jälkeen pohjavedensuojauksen pintamateriaalit muotoiltiin ojan pintaan uudelleen. Kohteen kuivatuksen toimimattomuus johtui osaksi siitä, että ojiin oli kipattu useita multakuormia, jotka estivät veden virtaamisen kaivoihin. Multakuormat oli määrä levittää ojan pintaan seuraavien viikkojen aikana. (kuva 21.)



Kuva 21. Pohjavedensuojauksen ongelmakohtat PL 1850-2600 esitetty sinisellä. Tapaninen Miika 2016

Pohjoisen ajoradan ongelmakohtat liittyivät sillan 5 eteläisen puolen kuivatuksen toimimattomuuteen ja väärään ojan pintamateriaalin valintaan. Ojat olivat velliintyneet rankkasateiden aikana, jolloin pintamateriaali oli valunut ja tukkinut ojan ainoan kuivatuskaivon. Korjaustoimenpiteenä ojaan asennettiin uusi kaivo ja vaihdettiin pohjavedensuojauksen suojakerrokset kestävämpään 90 mm murskeeseen. (kuva 22.)



Kuva 22. Pohjoisen ajoradan ongelmakohtat esitetty kartassa sinisellä. Tapaninen Miika 2016

4.4 Laadunvarmistus

Pohjavedensuojauksen laadunvarmistus suoritettiin VT5 Mikkelin työmaalla työselostuksen mukaisesti. Pohjavedensuojauksen vaiheet kuvattiin InfraKit ohjelmaan, josta tilaaja saattoi tarkistaa tehdyn työn jäljen. Lisäksi kuvia arkistoitiin erittäin paljon InfraKitin ulkopuolelle, joita on käytetty muun muassa tämän opinnäytetyön tekemisessä avuksi.

Laadunvarmistuksen osalta työtä seurattiin ja mestari puuttui havaittuihin epäkohtiin. Epäkohdat korjattiin laatuvaatimusten mukaisesti. Tarvittavat näytteet otettiin talteen jokaisesta bentoniittierästä, ohutmuovierästä, suojarahkasta sekä suojamaasta. Bentoniittimattojen asennuskohteet otettiin ylös ja arkistoitiin, sekä mahdolliset kaivot ja erityiskohteet merkattiin Excel taulukkoon. (kuva 23.) Excel taulukkoa täytettiin myös suojarahkan paksuudesta 50 metrin välein. (kuva 24.)

5 KUSTANNUKSET JA JÄLKILASKENTA

Tässä osiossa käsitellään VT5 Mikkelin työmaan pohjavedensuojauksesta aiheutuneita kustannuksia ja verrataan niitä laskettuihin arvoihin, joilla pohjavedensuojaus oli määrä toteuttaa. Kustannuksia on seurattu työn tekemisen ohella pitäen Excel-taulukkoa materiaalikuluista, määristä, työn tehosta ja muista kuluista. Omien taulukoiden lisäksi pohjavedensuojauksen kustannukset on arkistoitu työmaan kustannuserittelyyn, joka on syntynyt tiliöinnin perusteella. Työtehojen ja maa-aineksen osalta omat kirjanpidot käsittelevät vain kesää 2016. Näitä tuloksia soveltamalla voidaan saada myös arvio kesän 2015 tehoista ja käytetyistä resursseista.

Tässä jälkilaskennassa on todettu haasteeksi pohjavedensuojaurakan rajaaminenmuista töistä. On vaikea arvoida, milloin kustannukset pohjavedensuojauksessa olisi syytä laskea yhteiskustannusten pariin, muihin rakenteilla olevien kohteiden pariin tai itse pohjavedensuojaustyöhön. Tämän seurauksena jälkilaskennan esitysmuoto on pidetty yksinkertaisena ja on jouduttu arvioimaan syntyneitä kustannuksia. Jälkilaskennan päämääränä on kuitenkin löytää suuremmat epäkohdat ja onnistumiset tehdystä pohjavedensuojauksen urakasta, jotta tulevia työkohteita laskettaessa ja tehdessä voitaisiin varautua niihin jo ajoissa.

5.1 Työn laskettu hinta

Pohjavedensuojauksen hinnaksi oli urakkalaskennassa varattu yhteensä 450 500 euroa. Tämä hinta piti sisällään kaikki pohjavedensuojaukseen liittyvät työt, materiaalit ja mobiilisaatiot. Pohjavedensuojaus oli laskettu toteutettavaksi 35 120 m². Tällöin työn hinta neliötä kohden on 12,83 e / m². Urakkalaskennan aikana laksettu hinta koostui taulukossa 1 esitetyistä kustannuksista. (taulukko 1.) Kustannukset ovat laskettu käyttäen apuna urakkalaskennassa syntynyttä työ kustannusten laskelmaa, joka on liitetty opinnäytetyöhön. (liite 1.)

Taulukko 1. Urakkalaskennassa lasketut kustannukset. Tapaninen Miika 2016

Penkereen/luiskan teko		29976 e
Pohjavedensuojauksen pohjien teko		23762 e
Tasausmurske pohjalle 0-0,16mm		36259 e
Pohjavedensuojauksen materiaalit (matto, muovi, kangas)		153505 e
Pohjavedensuojauksen asennus (matto, muovi, kangas)		58768 e
Kuormien purku (matto, muovi, kangas)		5325 e
Läpivientien teko		6580 e
Salaojan materiaali (suojahiekka)		24730 e
Salaojan tekeminen		43954 e
Salaojaputki materiaali		2802 e
Salaojaputkien asennus		3392 e
Suojaverhouksen tekeminen (suojamaa)		61536 e
Yhteensä	n.	450500 e

Yllä oleva taulukko osoittaa, että pohjavedensuojauksen laskennassa materiaalin suhde työhön on hyvin tasavertainen. Kaiken materiaalin yhteenlaskettu hinta on 217 296 euroa ja työn osuus urakasta on 233 293 euroa. Tästä voimme päätellä, että työllä sekä materiaalin hinnalla on yhtä suuri vaikutus työn onnistumiseen rahallisesti. Pohjavedensuojauksessa suurimman kulun aiheuttaa kumminkin bentoniittimatto, ohutmuovi ja suodatinkangas. Niiden oikeaoppisella asentamisella ja välttämällä hukkamateriaalin kertymistä, voidaan vaikuttaa erityisesti pohjavedensuojauksen onnistumiseen rahallisesti.

5.2 Työhön käytetty hinta

Työhön käytetty hinta on helposti tarkistettavissa VT5 Mikkeli projektin kustannuserittelystä, joka on syntynyt työmaan tiliöinnin seurauksena. Projektin kaikki eri rakennuskohteiden kustannukset on pyritty lisäämään oikeaan paikkaansa (tiliöity), jotta muun muassa kaikki pohjavedensuojaukseen liittyneet kustannukset on saatu selville samasta paikasta. Pohjavedensuojauksen kustannuserittelystä selviää kaikki pohjavedensuojaukseen käytetty raha ja työmäärä. Kustannuserittelyä tarkastelemalla voidaan huomata, että pohjavedensuojaus on tullut maksamaan yhteensä noin 431 000 euroa.

Kustannuserittelyn huono puoli on siinä, että jos sitä ei täytetä oikein eikä tiliöintiä suoriteta oikean työn alle, voi kustannuserittelystä puuttua kokonaan tiettyjä kustannuksia. Kustannuserittelyssä olevia työvoiman kuluja on myös varsin epätarkka mitata pohjavedensuojauksen kannalta, sillä pohjavedensuojaus on varsin osa-aikainen työvaihe. Jos pohjavedensuojaus kestää työmaalla esimerkiksi 5 tuntia, mutta työntekijä merkkää työn kestoksi koko päivän, on silloin tarkkoja pohjavedensuojaukseen käytettyjä tuntimääriä haastava arvioida. Perus käytäntönä on pidetty kaavaa, että työntekijä merkkää tehdyn työn sen mukaan, mitä on tehnyt kyseisenä päivänä eniten. Kustannuserittelyn mukaan pohjavedensuojauksen kulut eriteltynä ovat esitettynä taulukossa 2. (taulukko 2.)

Taulukko 2. Kustannuserittelyn summa. Tapaninen Miika 2016

Matkakulut			5734,5 e
Henkilöstökulut			20536,8 e
Destain sisäiset kulut (Mm. Cat 329E)			125665,1 e
Aineet ja tarvikkeet			208307,7 e
Ulkopuoliset palvelut			70740,4 e
Yhteensä			430984,5 e

Kyseiset kustannukset ovat laskettu laskemalla kustannuserittelyssä olevat summat yhteen jakamalla ensin kustannukset matkakulujen, henkilöstökulujen, Destian sisäisten kulujen, aineiden ja tarvikkeiden sekä ulkopuolisten palvelujen alle. Kustannuserittelyn erittäin suuren koon vuoksi sen tulkintaa on yksinkertaistettu tätä opinnäytetyötä tehdessä. Kokonainen kustannuserittely on liitetty opinnäytetyöhön. (liite 2.)

Kustannuserittelystä voidaan huomata, että materiaalin osuus kuluista on 208 307 euroa, joka on vähemmän kuin laskennassa arvioidut kulut. Kuluja vähentää osakseen se, että 0 – 0,16 mm mursketta ei käytetty pohjavedensuojauksen mattorakenteen alla niin kuin oli suunniteltu. 0 - 0,16 mm murkseen yhteenlaskettu arvo oli laskennassa merkittävät 36 000 euroa. Todellisista pohjavedensuojauksen materiaalien kuluista ei voida kumminkaan olla varmoja, sillä jos tiliöinti on suoritettu väärin, on kustannuserittely virheellinen.

Työn osuudelle kustannuserittelyn mukaan jäi noin 223 000 euroa. Laskennassa arvioitu työn määrä oli taas noin 233 000 euroa. Kustannuserittelyn mukaan työn hinta oli halvempi kuin urakkalaskennassa laskettu arvio työn hinnalle. Kustannuserittelyn virheellisyys on mahdollista myös työn hinnan osuuden määrittämisessä.

Työhön kätettyä hintaa ja työn laksettua hintaa verratessa huomataan, että urakka on ollut kustannuserittelyn mukaan kokonaisuudessaan voitollinen. Jos kustannuserittelyn mukaan voitaisiin olettaa, että pohjavedensuojaus on tuottanut urakoitsijalle voittoa 19 000 euroa. Tällöin pohjavedensuojauksen myyntikateprosenttina voidaan pitää

$$1 - (431500 / 450500) * 100 \% = 4,22 \%$$

Kustannuserittelyn tulkinnassa tulee myös huomioida Destian Oy:n oman CAT 329E tela-alustaisen kaivinkoneen käyttö. Tämän työkonen käyttöaste pohjavedensuojauksessa oli erittäin suuri, sillä se laskutti pohjavedensuojaustyöstä noin 80 000 euroa. Tätä konetta ei voi verrata suoraan ulkopuolisten palveluiden kautta tulleeseen työvoimaan, koska kone toimi Destia Oy:n nimissä. Täten myöskään tämän koneen kustannuksia ei voida pitää niin suurina, kuin kustannuserittelyn summa antaa ymmärtää. Pohjavedensuojauksen osalta Destian sisäisiä kuluja oli yhteensä noin 126 000 euroa.

5.3 Materiaalin määrä ja hinta

Pohjavedensuojaus laskettiin toteutettavaksi 35 120 m² laajalle alueelle. VT5 Mikkelin pohjavedensuojaus kumminkin vaati enemmän muun muassa bentoniittimattoja ja ohutmuovia kuin oli suunniteltu. Yksi syy materiaalin suurempaan tarpeeseen muodostui muun muassa korjaustyöstä sillan 6 pohjoispuolella, jolloin pohjavedensuojausta jouduttiin purkamaan ja asentamaan uusia mattoja, muovia sekä suodatinkangasta. Seuraavassa osiossa käsitellään yksityiskohtaisesti toteutuneita materiaalin menekkejä ja hintoja jotka perustuvat työmaalla pidettyyn omaan kirjanpitoon.

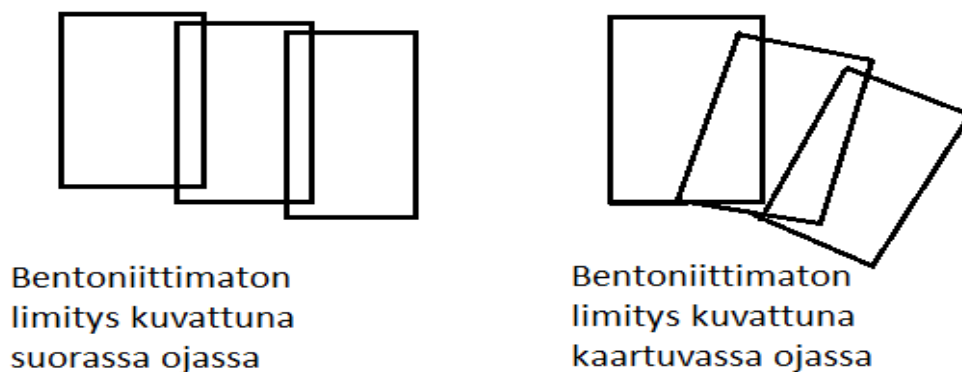
5.3.1 Bentoniittimatto

Bentoniittimattoa varattiin VT5 pohjavedensuojauksiin yhteensä 39 309,6 m². Pohjavedensuojausta oli laskennallisesti vain 35 120 m², mutta bentoniittimattojen asennuksessa muodostuva hukkaprosentti tuli ottaa huomioon. Bentoniittimattoja tilattiin työmaalle yhteensä 201 kappaletta, jonka oli

määrä riittää tarvittaviin suojauksiin laskennallisesti. Pohjavedensuojausurakan loppupuolella huomattiin, että laskettu bentoniittimattojen määrä ei tulisi riittämään kaikkiin suojauksiin.

Bentoniittimattoja tilattiin 20 kpl lisää kesällä 2016. Yhden bentoniittimaton arvo oli 512 euroa, joten kustannukset ylittyivät yhteensä $20 \times 512 \text{ e} = 10\,240$ euroa bentoniittimattojen osalta. Yhteiskustannukset bentoniittimattoihin (221 kpl) olivat noin 113 150 euroa.

Syy bentoniittimattojen riittämättömyyteen johtui todennäköisesti Kaihun rampin alueen vaikeasta pohjavedensuojauksen maastosta ja ojien muotoilusta edellämainitun sillan 6 pohjoispouolen korjaustöiden lisäksi. Ojien mutkat ja muotoilu aiheuttivat suuren määrän hukkaa bentoniittia asentaessa. Bentoniittimattoa asentaessa minimi limitys on 30 cm ja jyrkän mutkan kohdalla limitys kasvaa mutkan ulkokaarteeseen päin limityksen ollessa kohdallaan sisäkaarteessa. Asennuksessa tapahtuva hukkaprosentti on havainnollistettu kuvassa 25. (kuva 25.)



Kuva 25. Bentoniittimaton limitys asentaessa. Tapaninen Miika 2016

Toinen bentoniittimattoa kuluttava tekijä oli puutteellinen merkkkaus ojassa bentoniittimaton reunoille. Toisinaan bentoniittimatto saattoi nousta korkeammalle kuin sen oli suunniteltu nousevan. Tarkempi merkkkaus ja työn valmistelu varmistaisi bentoniittimaton asennuksen siten, että hukkaprosentti mattoa asentaessa laskisi.

5.3.2 Ohutmuovi

Bentoniittimaton lisäksi myös ohutmuovi todettiin riittämättömäksi määrältään pohjavedensuojaukseen. Myös ohutmuovi täytyi tilata enemmän kuin sitä oli alun perin suunniteltu. Ohutmuovin laskennallinen tarve oli 43 098,8 m² ja se tulisi maksamaan yhteensä 47 036 euroa. Ohutmuovia jou-

duttiin tilaamaan enemmän samassa suhteessa kuin bentoniittimattoa, eli 4 000 m² verran. Ohutmuovin laskennallisen hinnan lisäksi ohutmuoviin kului rahaa noin 5 000 euroa.

5.3.3 Suodatinkangas

Suodatinkangas riitti työmaalla pohjavedensuojauskohteisiin hyvin. Suodatinkankaalle oli tarvetta myös muissa VT5 Mikkelin työkohteissa ja sitä voitiin käyttää uudelleen tarpeen vaatiessa. Pohjavedensuojaukseen suodatinkangasta varattiin laskennallisesti 8 410 m² ja sen arvo oli 5 467 euroa.

Suodatinkangasta käytettiin pohjavedensuojauksen lisäksi louheen alla suodatinkerroksena ja muun muassa valettujen sillankansien suojana niiden liian nopean kuivumisen ehkäisemiseksi. Suodatinkankaan osuus pohjavedensuojauksessa on kustannusten osalta varsin pieni sen vähäisen käytön vuoksi.

5.3.4 Suojahiekka

Suojahiekan kulutuksesta pidettiin tarkkaa taulukkoa kesän 2016 ajalta. Kesällä 2015 suojahiekan kulutusta ei arkistoitu, mutta vuoden 2016 tuloksia soveltamalla on saatu kasaan hyvin todenmukainen hiekan kulutus.

Pohjavedensuojauksen urakkaa laskettaessa suojahiekkaa ajateltiin kuluvan 3 153 tonnia, jonka hinta oli 20 160 euroa. Hiekan kulutus oli todellisuudessa huomattavasti suurempi kuin laskettu hiekan määrä. Hiekan määrä työn ohella täytetyn Excel-taulukon mukaan koko pohjavedensuojauksen osalta oli 5 433 tonnia, jonka arvo oli 37 868 euroa. Hiekan kulutuksen taulukko on liitetty tähän opinnäytetyöhön. (liite 3.)

Hiekan kulutuksen suuruus johtuu muun muassa sillan 6 pohjoispuolen korjaustöistä, sekä osittain huollittomasta hiekan käytöstä. Suojahiekan kerrospaksuus oli laskettu 100 mm, mutta suojahiekan paksuutta seuraavsta taulukosta selviää, että paksuus on pääosin ollut 12 - 14 cm välillä.

Suojahiekkaan käytettiin kirjanpidon mukaan 17 708 euroa enemmän kuin urakkalaskennassa arvioitu hiekan määrä oli. Tätä laskennan ja toetuksen erotusta voidaan pitää varsin suurena ja tulevaisissa töissä on syytä kiinnittää huomiota varsinkin hiekkakerroksen paksuuteen.

5.3.5 Suojamaa

Myös työmaalle tuleva suojamaa laskettiin kesällä 2016 ja siitä pidettiin kirjaa. (liite 3.) Arvioitu suojamaan määrä pohjavedensuojaukseen oli 22 153,7 tonnia ja sen hinnaksi laskettiin 38 640 e. Pohjavedensuojauksen suojamaa oli laskennan aikana ajateltu saatavaksi työmaan sisältä massanvaihtojen seurauksena. Urakkalaskennassa suojamaille laskettiin hinnaksi noin 36 000 euroa, joka koostuu suojamaan siirrosta työmaalla. Todellisuudessa lähes kaikki suojamaa ostettiin Savon Kuljetus

Oy:ltä, sillä työmaalta ei saatu laatuvaatimusten mukaista suojamaata pohjavedensuojausta varten. Loppukesällä 2016 suojamaan toimittaja muuttui ja sitä toimitti Mikkelin Autokuljetus Oy.

Työmaalle ostettu suojamaa tuli maksamaan kirjanpidon mukaan 37 120 euroa, ja sitä kului 12 534,3 tonnia. Kirjanpidon mukaan suojamaan hinta tuli lopulta halvemmaksi toimitettuna työmaan ulkopuolelta, mutta suojamaan määrä oli myös huomattavasti suunniteltua pienempi. Kirjanpidon paikkaansapitävyyttä on kumminkin syytä epäillä, sillä vuoden 2015 suojamaan määrä perustuu arvioon. Alla oleva taulukko (taulukko 3.) osoittaa pohjavedensuojauksessa käytettyä suojarahiekkaa ja suojamaan määrää. Kuva on poimittu työmaan aikana täytetyn Excel- taulukon hinnoista. (liite 4.)

Taulukko 3. Poiminta Excel-taulukosta pohjavedensuojauksen kustannuksista. Tapaninen Miika 2016

Suojahiekka 4.5-12.9.2016		Suojamaa 2.6-12.9.2016	
25600	m2 mattojen ala	20400	m2 mattojen ala
3143	tonnia	5785,05	tonnia
6,97	e/t	3,5	e/t
21906,71	e	20247,68	e
Suojahiekka 2015 (arvio)		Suojamaa 2015 - 4.5-2-6.2016 (arvio)	
18600	m2 mattojen ala	23800	m2 mattojen ala
2290	tonnia	6749,23	t
6,97	e/t	2,5	e/t
15961,3	e	16873,08	e
Suojahiekka 2015+2016		Suojamoreeni 2015+2016	
37868,01	e	37120,75	e

5.3.6 Yhteenveto materiaalikuluista

Materiaalikulujen osalta pohjavedensuojausta voidaan pitää hieman epäonnistuneena työmaan aikana pidetyn oman kirjanpidon mukaan. Pohjavedensuojauksen toteutuneet materiaalikulut olivat suuremmat kuin laskennassa saadut arviot materiaalin menekistä. Alla olevassa taulukossa 4 (taulukko 4.) esitetään oman kirjanpidon mukaiset materiaalien kustannukset ja verrataan niitä laskennassa saatuihin arvoihin. Lopputuloksena huomataan, että pohjavedensuojauksen materiaalien osalta jäätettiin tappiolle 31 338 euroa.

Tätä hintaa tarkkaillessa on kumminkin syytä muistaa, että siinä ei ole huomioitu 0 - 0,16 mm murskeen osuutta materiaaleissa. Kyseisen murskeen arvo kustannuslaskuissa oli 36 000 euroa, mutta todellisuudessa työmaalla mursketta ei juuri käytetty. Tämän johdosta voidaan päätellä, että pohjavedensuojaukseen käytettyjen materiaalien hinta on hyvin lähellä urakkalaskennassa laskettua hintaa ja siinä on jääty jopa voitolle.

Pohjavedensuojauksen tehoista pidettiin kirjaa kesän 2016 aikana ja keskiarvoksi työn teholle saatiin noin 1,135 e / m². Tehty työ teholaskun osalta sisälsi bentoniittimaton asentamisen ojaan, ohutmuovin asentamisen, suodatinkankaan asentamisen, sekä asennettujen materiaalien tukemisen ojaan suojarahkalla ja murskeella, jotta kaivinkone saattoi suorittaa suojarahkan ja suojamaan levityksen täysin itsenäisesti.

Onnistuneen työsuorituksen tekeminen rahallisesti edellytti sitä, että tehojen osalta työlle jäi hintaa keskimäärin alle 1,3 e / m². Tämä luku on keskiarvo pohjavedensuojauksen tehoista urakkalaskennan perusteella. Kesän 2016 teho laskennan keskiarvon mukaan kyseinen raja saatiin alitettua. Työ saatiin tehtyä noin 0,165 e / m² tehokkaammin, joten voidaan olettaa, että pohjavedensuojaustyö onnistui kustannuksiltaan tehdyn työn osalta. Alla olevasta kuvasta voidaan huomata työkoneiden tehot ja niiden erot. (taulukko 5.)

Työn tehoissa on silti syytä huomata, että siinä ei ole laskettu luiskien muotoilua, suojarahkan levitystä tai suojamaan levitystä. Näiden suoritteiden tehojen laskeminen olisi ollut erittäin haastavaa, sillä työmaan resurssit eivät riittäneet työkoneiden työajan tarkkaan kellottamiseen jokaisen työvaiheen osalta.

Taulukko 5. Kaivinkoneiden tehot pohjavedensuojauksen asennuksessa. (Bentoniittimatto, ohutmuovi, suodatinkangas, sidonta) Tapaninen Miika 2016

	Teho
Destia KKHT	1,04 e/m ²
AU KKHT	1,12 e/m ²
AU KKHP	1,87 e/m ²

5.5 Omat havainnot työn suorittamisesta

Omat havainnot pohjavedensuojauksessa kesien 2015 ja 2016 liittyivät työn tehokkuuden osalta siihen, että kirjanpidon mukaisesti oli tehokkainta tehdä työ tela-alustaisella kaivinkoneella. Tela-alustaisen kaivinkoneen puomin pituus mahdollisti pitkien ojien muotoilun, bentoniittimaton asentamisen ja ojan suojaerosten sekä suojamaan täyttämisen tehokkaasti. Suuren koneen etuna oli myös parempi varustelu kauhan suhteen ja kone pysyi vakaana bentoniittimattoa asentaessa. Tela-alustaisen kaivinkoneen heikkona puolena voitiin pitää sen hidasta liikkumista, joten pohjavedensuojausmateriaali oli syytä tuoda mahdollisimman lähelle suojattavaa kohdetta. Vaikka kone olikin hidaskäyttöinen, se pääsi kulkemaan silti paljon paremmin vaikeassa maastossa kuin pyöräalustainen kaivinkone.

Materiaalin osalta oli myös selvästi tehokkaampaa tuoda suojarahiekka ja suojarahaa aina mahdollisimman lähelle työkohtetta. Suojarahiekan ja suojarahaan säilöminen oli myös kustannusten kannalta haitallista, sillä säilötty maa usein tamppaantui muun ympäröivän maan sekaan joten suuri osa siitä maasta meni hukkaan. Tarkka aikataulutuspohjavedensuojauksen suojarahiekan ja suojarahaan saapumiselle työmaalle oli myös tärkeä osa työn onnistumiselle, sillä jokainen tunti kun työkone ei ollut tehokkaassa käytössä oli varsinepäädullista työn kustannuksille.

5.6 Lopputulos

Pohjavedensuojauksen tarkkaa lopullista hintaa on vaikea laskea, jostavarsinkin töiden osuus kustannuksissa on vaikea määrittää. Materiaalin osa pohjavedensuojauksesta on voitu määrittää tarkemmin. Hinnan lopullista arvoa on pohdittu taulukossa 6. (taulukko 6.) Taulukossa X merkillä merkätyt kohdat tarkoittavat sitä, että niiden arvoa ei ole saatu laskettua osittain puutteellisen kirjanpidon vuoksi.

Taulukko 6. Kustannuslaskelman lopputulos. Tapaninen Miika 2016

LUOTTAMUKSELLINEN

Oman tulkinnan mukaan taulukon 6 esittämä laskenta kertoo, että pohjavedensuojaustyö on onnistunut. Onnistuneen urakan lisäksi pohjavedensuojaustyön tekeminen koulutti Destia Oy:n miehistöä, sekä aliurakoitsijan työvoimaa. Tehtyä työtä voidaan pitää myös varsin onnistuneena suhteessa siihen, että siitä vastuussa ollut rakennusmestari / työnjohtaja toimi ensimmäistä kertaa työnjohtajan tehtävissä kesän 2015 aikana. Pohjavedensuojauksen tehtävät olivat uusia myös koko työporukalle joten voidaan olettaa, että pohjavedensuojaustyö olisi voitu suorittaa vielä tehokkaammin kokeneemmalla työvoimalla.

6 JOHTOPÄÄTÖKSET JA YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli käsitellä VT5 Mikkelin kohta työmaan pohjavedensuojausurakan osuutta mahdollisimman laajasti. Tarkoituksena oli luoda kattava raportti pohjavedensuojauksen perusteista, sen suunnittelusta, toteutuksesta, huomioista sekä kustannuksista. Vaikka työ on hyvin laaja, on se pyritty pitämään yksinkertaisena ja helppolukuisena myös täysin vieraalle ja kokemattomalle lukijalle. Lopputuloksena on saatu kattava paketti, mikä sisältää vuosien 2015 ja 2016 tehdyt työt, sekä kuvaa niiden onnistumista erilaisiin laskelmiin pohjustuen.

Opinnäytetyötä tehdessä on tutustuttu laajasti erilaisiin aineistoihin ja työmaan asiakirjoihin. Varsinkin työmaan urakkalaskennassa laskettuihin kustannuksiin tutustuminen oli mielenkiintoista ja antoisaa. Myös tiliöinnin lopputuloksena syntynyt pohjavedensuojauksen kustannuserittely oli hyvin mielenkiintoinen, sillä oli hienoa nähdä, kuinka tiliöinti toimii ja mitä sen hyödyt ovat. Kustannusten osalta kesällä 2015 ja 2016 työmaalla täytetyt Excel-taulukot olivat tärkeä osa kustannuslaskelmaa, sillä niistä saatiin paljon tietoa, mitä kustannuserittelyn kautta oli lähes mahdoton saada.

Jatkoa ajatellen olisi hyvin tärkeää saada arkistoitua lisää tietoa työn tekemisen ajalta, jotta saataisiin mahdollisimman todenmukainen laskenta ja omilta arvioilta välttyttäisiin. Arkistoitavat asiat tulisi selvittää tarkkaan ennen työn aloitusta ja pohjustaa tiedonkeruuta luomalla niille yksinkertaisesti täytettävä pohja. Valmiiden ja helppojen excel taulukkopohjien täyttäminen työn ohella helpottaisi itse työn tekemistä, sekä tekisi jälkilaskennasta ja seurannasta helpompaa.

Tästä opinnäytetyötä sain erittäin paljon kokemusta pohjavedensuojauksen suunnitteluperusteista, pohjavedensuojauksen sen tarkemmista yksityiskohdista sekä jälkilaskennasta. Oli myös todella hienoa huomata, että urakka jäi monen tekijän osalta voittoisaksi yritykselle. Myös parannuskohteita urakan tekemiselle löytyi, mutta niitä käsiteltiin ja niille löytyi parannusehdotuksia ja ratkaisuja. Lopputuloksena opinnäytetyön tavoitteet toteutuivat, sillä sain luotua helppolukuisen selostuksen VT5 Mikkeli - hankkeen pohjavedensuojaustyöstä. Työssä tulee ilmi pohjavedensuojaustyön tekeminen ja lopulta sen onnistuminen arkistoinnin perusteella.

KUVAT

1. Bentoniittimattorakenteen alusta.	Tapaninen Miika 2016
2. Bentoniittimattorakenteen alusta.	Tapaninen Miika 2016
3. Bentoniittimatto kiinnitettynä levittimeen.	Tapaninen Miika 2016
4. Ohutmuovirulla asennettuna levittimeen.	Tapaninen Miika 2016
5. Suodatinkangas levitettyinä ohutmuovin päälle.	Tapaninen Miika 2016
6. Suojahiekan levitys ohutmuovin päälle.	Tapaninen Miika 2016
7. Suojamaan levitys suojahiekan päälle.	Tapaninen Miika 2016
8. Bentoniittimaton asennus poikittain.	Tapaninen Miika 2016
9. Liikennemerkkin jalan läpiviennin tiiviiden varmistaminen bentoniittijauholla.	Tapaninen Miika 2016
10. Vuonna 2015 valmistunut pohjavedensuojaus, merkitty sinisellä.	Tapaninen Miika 2016
11. Vuonna 2016 valmistunut pohjavedensuojaus, merkitty sinisellä.	Tapaninen Miika 2016
12. Vuonna 2016 valmistunut pohjavedensuojaus, merkitty sinisellä.	Tapaninen Miika 2016
13. Destia CAT 329E työssä.	Tapaninen Miika 2016
14. Portaalin jalka asennettuna bentoniittimattorakenteen pohjan alle.	Tapaninen Miika 2016
15. Bentoniittimaton läpiviennin tiiviiden varmistus.	Tapaninen Miika 2016
16. Suodatinkangas asennettuna ohutmuovin päälle tien reunaan.	Tapaninen Miika 2016
17. Vuoden 2015 ongelmakohteet pohjavedensuojauksessa merkitty sinisellä.	Tapaninen Miika 2016
18. 90 mm murskeella toteutettu ojan luiskan verhous S5-S6 välillä.	Tapaninen Miika 2016
19. S6 pohj. puolen pohjavedensuojaus alkuperäisten suunnitelmien mukaan.	Tapaninen Miika 2016
20. S6 pohjoisen puolen pohjavedensuojauksen korjaustyöt.	Tapaninen Miika 2016
21. Pohjavedensuojauksen ongelmakohdat PL 1850-2600, merkitty sinisellä.	Tapaninen Miika 2016
22. Pohjoisen ajoradan ongelmakohdat, merkitty sinisellä.	Tapaninen Miika 2016
23. Poiminta pohjavedensuojauksen kirjanpidon Excel-taulukosta.	Tapaninen Miika 2016
24. Poiminta suojahiekan paksuuden Excel-taulukosta.	Tapaninen Miika 2016
25. Bentoniittimaton limitys asentaessa.	Tapaninen Miika 2016

TAULUKOT

1. Urakkalaskennassa lasketut kustannukset.	Tapaninen Miika 2016
2. Kustannuserittelyn summa.	Tapaninen Miika 2016
3. Bentoniittimaton limitys asentaessa.	Tapaninen Miika 2016
4. Pohjavedensuojauksen materiaalien kustannusvertailu.	Tapaninen Miika 2016
5. Kaivinkoneiden tehot pohjavedensuojauksen asennuksessa.	Tapaninen Miika 2016
6. Kustannuslaskelman lopputulos.	Tapaninen Miika 2016

LÄHTEET

Destia Oy. [verkkoaineisto] Tietoa yrityksestä. [viitattu 2017.2.22].

Saatavissa: <http://www.destia.fi/yritys.html>.

Etelä-Savon ympäristökeskus. [asiakirja] Päätös ESA-2007-Y-18-111. [viitattu 2.3.2017]

Sijainti: Kuopio.

Infra-RYL 2010. [käsikirja] Pohjavedensuojaukset 14230. [viitattu 2017.2.23].

Sijainti: Kuopio.

Tiehallinto. [verkkajulkaisu] Pohjavedensuojaus tien kohdalla. [viitattu 2017.2.27]

Sijainti: <http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/2100028-v-04pohjavsuojtienkohd.pdf>.

Viacon. [käsikirja] Bentofix NSP-Bentoniitimatto asennusohje. [viitattu 2017.2.23]

Sijainti: http://www.viacon.fi/wp-content/uploads/2016/01/Bentofix-NSP-asennusohje_itsesaumautuva_2016.pdf.

Liite 1. Kustannuslaskelma Pohjavedensuojaus

DESTIA OY PL73 00521 Helsinki		Projektiin Laskelma Kuvaus		99999998 Vt5 Hannu väylätyöt Vt 5 Mikkelin kohta pohjavedensuojaukset uusin		Työkustannukset Sijaanli/Rakennossa Päiväys 18.8.2014 Aika 08:15		SMU Val (18) EUR					
Nimike	Koodi	Määrä	Hiotyö/EU	AH kone	Oma kone	Kuuli/h	Kuuli/km	Mftr	Aliur.	Sis.aliur.	Muut	Yhteensä	Yht. 2
Työkustannukset			43093	187859				192761	69856			450476	450476
Vt 5 Mikkelin kohta	1		43093	187859				192761	69856			450476	450476
Pohjavedensuojaus pily 1760 - 3218	1.11		35651	164146				162015	58538			384699	384699
Pohjavedensuojaus, kokonaismäärä 35 120 m ² , poistettu osahinta 3 300 m ²	1423	31820 m ²	35651 1.12	164146 5.16				162015 5.09	58538 1.84			384699 12	384699
Vastapenger, uusi ajorata. Alustavat työt tehty maanteikkauksen yhteydessä	TR Resilajii	Työväihe	M/L	K 1	K 2	Kao Yks	Aikat Kao	Aikavaksikk	Määrä	Yksikkö	Hinta	Yhteensä	HinTehT.v
KKH viivemittely + Jyräke	AH AH kone		0.39			m ³ tr	840 n:8		117.4 h		115.00 EUR	13496	1.10
RAM	HE Hioväö		0.50			m ³ tr	840 n:8		58.7 h		35.00 EUR	2054	0.17
Nykyisen tien vastapengeren ajo välivarastosta			0.19						2347.1 m ³ tr		4.95	11610	
KLP	AH AH kone						600 n:8		31.3 h		68.00 EUR	2128	0.91
KA	AH AH kone		2.00				600 n:8		62.6 h		58.00 EUR	3630	1.53
KKH	AH AH kone					m ³ tr	600 n:8		31.3 h		72.00 EUR	2253	0.96
KKH viivemittely + Jyräke	AH AH kone					m ³ tr	600 n:8		31.3 h		115.00 EUR	3599	1.53
Pohjien teko (maanteikkaus tehty erikseen) Vähennetty vastapengereden m ² määrät, 6000 m ²			0.83						26383.8 m ²		1.91	50322	
KKH Jyräke	AH AH kone					m ²	3500 n:8		60.3 h		115.00 EUR	6935	0.26
KKH	AH AH kone					m ²	1130 n:8		186.8 h		72.00 EUR	13449	0.51
Tasausnurke 0-16 mm, tarkentuu suunnittelijalta 1 Nyti laskettu puolet.			0.08						2231.2 m ³ tr		13.42	29938	
Jäykäke 0-16 mm teollisuutta	Mftr		0.00						0		7.00 EUR	0	0.00
Sora teollisuutta	Mftr		2.4						4908.6		4.79 EUR	23512	10.54
KKH	AH AH kone					0.5 m ³ tr	100 n:8		89.2 h		72.00 EUR	6426	2.88
Bentonifinitatto, ohutmuovi ja suodatinkangas N4									31820 m ²		6.00	190864	
Materiaalit									31820 m ²		4.17	132811	

LIITTEET

Nimike	Koodi	Määrä	Hiotyo EU	AH kone	Oma kone	Kulj./h	Kulj./km	Mtrl	Aliur.	Sis.aliur.	Muut	Yhteensä	Yht. 2
Materiaali, betonittimato, asennus v. 2015/ Viason	AT Mtrl		0.50	1.07		m2			17039,6 m2		2.56 EUR	43621	1.37
Materiaali, betonittimato, asennus v. 2016/ Viason	AT Mtrl		0.50	1.07		m2			17039,6 m2		2.56 EUR	43621	1.37
Materiaali, ohutmuovi 0,5 mm, asennus v. 2015/ Viason	AT Mtrl		0.50	1.17		m2			18630,6 m2		1.09 EUR	20307	0.64
Materiaali, ohutmuovi 0,5 mm, asennus v. 2016/ Viason	AT Mtrl		0.50	1.17		m2			18630,6 m2		1.09 EUR	20307	0.64
Materiaali, suodattikangas N4	AT Mtrl		0.23	1.05		m2			7620,2 m2		0.65 EUR	4953	0.16
Betonittimaton, ohutmuovin ja suodatinkankaan asennus									31820 m2		1.50	47579	
Rakentamisen osuus	AH Aliur								31820 m2		0.90 EUR	28638	0.90
Muovin osuus	AH Aliur								31820 m2		0.55 EUR	17501	0.55
s. koulukon. laite	Mtrl		0.24						7619,8 m2		0.60 EUR	4572	0.14
KKH laite	AH AH kone			1.07		m2		1500 n8	181,8 h		72.00 EUR	13086	0.41
RAMLEIITYS	HE Hiotyo		4.00	1.07		m2		1500 n8	72,7 h		35.00 EUR	25446	0.80
KKH suodattikangas	AH AH kone			0.23		m2		3000 n8	20,3 h		72.00 EUR	1463	0.05
RAM suodattikangas	HE Hiotyo		2.00	0.23		m2		3000 n8	40,6 h		35.00 EUR	1422	0.04
Hioa auto, laskeajankoneisiin?	AH AH kone			1.07				3009,083 n8	90,6 h		68.00 EUR	6161	0.19
Kuornien purku ym (ruilla 202 kpl)			0.01						195,7 kpl		23.06	4513	
Kuormanpurku	AH AH kone					kpl		104 h	19,6 h		68.00 EUR	1331	6.80
RAM	HE Hiotyo		2.00			kpl		104 h	39,1 h		35.00 EUR	1370	7.00
pressu, kuormalavaym tarvikkeet	Mtrl		0.00						0,9 exä		2000,00 EUR	1812	9.26
Levituspummi, laatikko ym työkalu Karakaisen Ilkalla?	Mtrl		0.00						0,9 exä		0,00 EUR	0	0.00
Läpivientien teko, kaiteiden, liikennemerkkien, kaivojen ja portaalien läpivienit			0.00						72,5 kpl		82,25	5962	
Läpivientien teko	AH Aliur		0.47			kpl			34,4 kpl		90,00 EUR	3099	42.75
Läpivientien teko	AH Aliur		0.53			kpl			38,1 kpl		40,00 EUR	1522	21.00
Betonittimato läpivientisiin	AT Mtrl		50.00			kpl			3624,1 kg		0,37 EUR	1341	18.50
Suoja- ja salaajakerros 100 mm, materiaali maanleikkauksista, sis. seulonnan ja vaihtoainin Löyttykö? Laskettu 0,5 KUP ja KA onko mahdollista?			0.09						2854 m3tr		19,27	54987	
Materiaali toimitettuna	AH Aliur			2	0.5				2854 t		6.40 EUR	18266	6.40

Nimike	Koodi	Määrä	Hlötyö [EU]	AH kone	Oma kone	Kulj./h	Kulj./km	Mtrl	Aliur	Sis.aliur.	Muut	Yhteensä	Yht. 2
Suoja- ja salaajakerros, materiaali maanteikkauksista ajettunavälivaraan. <i>Suolausta välikäynnä 1,3 koronauur. Eturakenteiden koronauur.</i>	AT Mtrl		2.00	1.3		m3rtt			7420.4t		1.00 EUR	7420	2.60
KUP	AH AHkone		0.50	0.5			15t/h		47.6t/h		68.00 EUR	3935	1.13
KA	AH AHkone		0.50	0.5			15t/h		47.6t/h		58.00 EUR	2759	0.97
<i>Talustekniikkakoneen alura.</i>	AH Aliur.								285.4 m3rtt		13.45 EUR	38586	13.45
KKH	AH AHkone		2.00			m3rtt	15t/h		380.5t/h		72.00 EUR	27999	9.60
Leivis RLM	HE Hlötyö					m3rtt	30t/h		95.1t/h		35.00 EUR	3330	1.17
Salaajaputket, 160 mm			0.01						352.4 m		13.35	4706	
Salaajaputket, muovil. 160 mm	AT Mtrl		1.00	1.05					370.1m		2.93 EUR	1084	3.08
RLM	HE Hlötyö		2.00			m	16.208t/h		43.5t/h		35.00 EUR	1522	4.32
Salaajaseura toimittuna	AT Mtrl			0.15	2.35				124.2t		8.50 EUR	1056	3.00
KKH	AH AHkone					m	24.313t/h		14.5t/h		72.00 EUR	1044	2.96
Salaajan huuhleuhaara			0.00						7.2 kpl		125.00	906	
huuhleuhaara (4 nestettä + muovil. - jaatu	AT Mtrl								7.2 kpl		55.00 EUR	399	55.00
RLM	HE Hlötyö					m	0.5t/h		14.5t/h		35.00 EUR	507	70.00
Suojaeritus, kirkkaallaeritys 0,35 m			0.29						9123.8 m3rtt		6.11	55754	
Suunnun kasauut			0.00						0 m3rtt		0.19	0	0
Sivunur kasauut maateikkauksien takaisin, KKH	AH AHkone		2.00			m3rtt	700 tv8		0h		65.00 EUR	0	1.49
Ulkopuolella tuodut materiaali välivarastosta									9123.8 m3rtt		6.11	55754	
Kirkkakaakerros materiaali maanteikkauksista	AT Mtrl			2.2					2007.3t		0.00 EUR	0	0.00
KUP	AH AHkone						47.952t/h		190.3t/h		68.00 EUR	12938	1.42
KA	AH AHkone		2.00				47.952t/h		380.5t/h		58.00 EUR	22071	2.42
<i>Talustekniikkakoneen alura.</i>	AH Aliur.								9123.8 m3rtt		2.25 EUR	20525	2.25
KKH	AH AHkone			1.5		m3rtt	380 tv8		288.1t/h		72.00 EUR	20745	2.27
Pohjavedensuojaus p1v 2700 - 2880, 3300 m2, erillinen osahinta	2.11		3697	17023				16802	6071			39897	39897
Pohjavedensuojaus, kokonaisuusmäärä 3 300 m2		3300 m2	3'697 1.12	17'023 5.16				16'802 5.09	6'071 1.84			39'897 12	39897

Nimike	Koodi		Määrä	Hiotyo/EU	AH kone	Oma kone	Kulj./h	Kulj./km	Mitt	Aliur.	Sis.aliur.	Muut	Yhteensä	Yht. 2
	TR	Res.laji												
Vastapenger, uusi ajorata. Alustavat työt tehty maanteikkauksen yhteydessä				0.39						1277.9	m3tr	2.20	2817	
<i>KKH viimeistely + Jyräys</i>	AH	AH kone								12.2	h	115.00 EUR	1400	1.10
<i>RAM</i>	HE	HE0006		0.50						6.1	h	35.00 EUR	213	0.17
Nykyisen tien vastapengeren ajo väliarastosta				0.19						243.4	m3tr	4.95	1204	
<i>KUP</i>	AH	AH kone								3.2	h	68.00 EUR	221	0.91
<i>KA</i>	AH	AH kone		2.00						6.5	h	58.00 EUR	376	1.55
<i>KKH</i>	AH	AH kone								3.2	h	72.00 EUR	234	0.96
<i>KKH viimeistely + Jyräys</i>	AH	AH kone								3.2	h	115.00 EUR	373	1.53
Pohjan teko (maanteikkaus tehty erikseen) Vähennetty vastapengerien m2 määrät, 6000 m2				0.83						2736.2	m2	1.91	5219	
<i>KKH Jyräys</i>	AH	AH kone								6.3	h	115.00 EUR	719	0.26
<i>KKH</i>	AH	AH kone								19.4	h	72.00 EUR	1395	0.51
Tasausmurske 0-16 mm, tarkentuu suunnittelijalta ! Nyt laskettu puolet.				0.08						231.4	m3tr	13.42	3105	
<i>Murske 0-16 mm lajiteltu</i>		Mtrl		0.00						0	t	7.00 EUR	0	0.00
<i>Sora lajiteltu</i>		Mtrl								509.1		4.79 EUR	2438	10.54
<i>KKH</i>	AH	AH kone								9.3	h	72.00 EUR	666	2.88
Bentonittimato, ohutmuovi ja suodatin kangas N4										3300	m2	6.00	19794	
Materiaalit										3300	m2	4.17	13774	
<i>Materiaali, bentonittimato, asennus v. 2015/</i>	AT	Mtrl		0.50						1767.1	m2	2.56 EUR	4524	1.37
<i>Materiaali, bentonittimato, asennus v. 2016/</i>	AT	Mtrl		0.50						1767.1	m2	2.56 EUR	4524	1.37
<i>Materiaali, ohutmuovi 0,5 mm, asennus v. 2015/</i>	AT	Mtrl		0.50						1932.2	m2	1.09 EUR	2106	0.64
<i>Materiaali, ohutmuovi 0,5 mm, asennus v. 2016/</i>	AT	Mtrl		0.50						1932.2	m2	1.09 EUR	2106	0.64
<i>Materiaali, suodatin kangas N4</i>	AT	Mtrl		0.23						790.3	m2	0.65 EUR	514	0.16
Bentonittimaton, ohutmuovin ja suodatin kankaan asennus										3300	m2	1.50	4934	

Nimike	Koodi	Määrä	Hiotyo /EU	AH kone	Oma kone	Kuuli/h	Kuuli/km	Mtrl	Äliur.	Sis.äliur.	Muut	Yhteensä	Yht. 2
<i>Ratoufijunodon aseurus.</i>	AH <i>Äliur.</i>								3300 m2		0.90 EUR	2.976	0.90
<i>Mouolin aseurus.</i>	AH <i>Äliur.</i>								3300 m2		0.55 EUR	1.815	0.55
<i>s-konkreetteivus</i>	Mtrl		0.24						790.2 m2		0.60 EUR	474	0.14
KKH leivius	AH <i>AH kone</i>			1.07		m2	1500 tr8		18.8 h		72.00 EUR	1.357	0.41
RAM/LEIITYS	HE <i>Hiotyo</i>	4.00		1.07		m2	1500 tr8		75.4 h		35.00 EUR	2.639	0.80
KKH suodatinkangas	AH <i>AH kone</i>			0.23		m2	3000 tr8		2.1 h		72.00 EUR	152	0.05
RAM suodatinkangas	HE <i>Hiotyo</i>	2.00		0.23		m2	3000 tr8		4.2 h		35.00 EUR	148	0.04
<i>Hio auto, laskeainho yhteisiin ?</i>	AH <i>AH kone</i>			1.07			3009.082 tr8		9.4 h		68.00 EUR	639	0.19
Kuormien purku ym (nuttia 202 kpl)			0.01						20.3 kpl		23.06	468	
<i>Kuormen purut</i>	AH <i>AH kone</i>					kpl	104 h		2 h		68.00 EUR	138	6.80
RAM	HE <i>Hiotyo</i>		2.00			kpl	104 h		4.1 h		35.00 EUR	142	7.00
<i>pressut, kuormelavaym tarvikkeet</i>	Mtrl		0.00						0.1 erä		2000.00 EUR	188	9.26
<i>Levityspuomi, laatikko ym työkalu Karvakaisten Ilkalla ?</i>	Mtrl		0.00						0.1 erä		0.00 EUR	0	0.00
Läpivientien teko, kateiden, liikkemerkkien, kaivojen ja portaalien läpivennit			0.00						7.5 kpl		82.25	618	
<i>Läpivientien teko</i>	AH <i>Äliur.</i>		0.47			kpl			3.6 kpl		90.00 EUR	321	42.75
<i>Läpivientien teko</i>	AH <i>Äliur.</i>		0.53			kpl			3.9 kpl		40.00 EUR	158	21.00
<i>Bentoniliittainke, läpivientihin</i>	AT <i>Mtrl</i>		50.00			kpl			375.9 kg		0.37 EUR	139	18.50
Suoja- ja salaajakerros 100 mm, materiaali maanteikkauksista, sis. seulonnan ja vaihtokinnin. Löytyykö ? Laskettu 0,5 KUP ja KA onko mahdollista ?			0.09						296 m3tr		19.27	5703	
<i>Materiaalitönnäytys</i>	AH <i>Äliur.</i>			2	0.5				296 t		6.40 EUR	1.894	6.40
<i>Suoja- ja salaajakerros, materiaali maanteikkauksista ajettunavaihtokinnin. Seulonnan saluomakäytä 1,3 kerroksen Et. tarvitta kourien avulla</i>	AT <i>Mtrl</i>		2.00			m3tr			769.6 t		1.00 EUR	770	2.60
KUP	AH <i>AH kone</i>		0.50		0.5		151 h		4.9 h		68.00 EUR	335	1.13
KA	AH <i>AH kone</i>		0.50		0.5		151 h		4.9 h		58.00 EUR	286	0.97
<i>Läpivientien teko, kouru, alus</i>	AH <i>Äliur.</i>								290 m3tr		13.45 EUR	3.981	13.45
KKH	AH <i>AH kone</i>		2.00			m3tr	151 h		39.5 h		72.00 EUR	2.841	9.60
Leivius RAM	HE <i>Hiotyo</i>					m3tr	304 h		9.9 h		35.00 EUR	345	1.17
Salaajaputket, 160 mm			0.01						36.6 m		13.35	488	

Nimike	Koodi	Määrä	Höyry/EU	AH kone	Oma kone	Kulj./h	Kulj./km	Mtrl	Aliur	Sis.aliur.	Muut	Yhteensä	Yht. 2
<i>Salaajapöytä ruoju 160 mm</i>	AT <i>Mtrl</i>		1.00	1.05					38.4 m		2.93 EUR	112	3.08
RAM	HE <i>Hilava</i>		2.00			m	16.2081/h		4.5/h		35.00 EUR	158	4.32
<i>Salaajaora toimittuina</i>	AT <i>Mtrl</i>			0.15	2.35				12.9/h		8.50 EUR	110	3.00
KKH	AH <i>AHkone</i>					m	24.3131/h		1.5/h		72.00 EUR	108	2.96
<i>Salaajan huitteluhäara</i>			0.00						0.8 kpl		125.00	94	
<i>huittelukara (4 metriä+muut+häara)</i>	AT <i>Mtrl</i>								0.8 kpl		55.00 EUR	41	55.00
RAM	HE <i>Hilava</i>					m	0.51/h		1.5/h		35.00 EUR	53	70.00
<i>Suoraerhous, kirkkaakäyttö 0,35 m</i>			0.29						946.2 m3/tr		6.11	5782	
<i>Sivun kasaut.</i>			0.00						0 m3/tr		0.19	0	0
<i>Sivun kasautet maaleikkaukstarvat takaisin, KKH</i>	AH <i>AHkone</i>		2.00			m3/tr	706 m8		0/h		65.00 EUR	0	1.49
<i>Ulkopölelela tuodut materiaali välyvarastosta</i>									946.2 m3/tr		6.11	5782	
<i>Kirkkamakerros materiaali maaleikkauksista</i>	AT <i>Mtrl</i>				2.2				2081.7/h		0.00 EUR	0	0.00
KLP	AH <i>AHkone</i>						47.9521/h		19.7/h		68.00 EUR	1342	1.42
KA	AH <i>AHkone</i>		2.00				47.9521/h		39.5/h		58.00 EUR	2289	2.42
<i>lauseikkujen kattu alur</i>	AH <i>Aliur</i>								946.2 m3/tr		2.25 EUR	2129	2.25
KKH	AH <i>AHkone</i>			1.5		m3/tr	380 m8		29.9/h		72.00 EUR	2151	2.27
Kalvun alueen huulesijärystelyiden rakentaminen: osat 1, 2, 3 ja 4, Pohjavedensuojaus osuus			3430	6197				13277	4790			24264	24264
Pohjien teko (maaleikkaus tehty erikseen)													
		1525 m2		2129				2352				4181	4181
	TR	Res.laji	Ref1	M/L	K 1	K 2	Kao Yks	Aikat Kao	Aikavksikkö	Määrä	Yksikkö	Hinta	Yhteensä
<i>KKHhuuös</i>	AH <i>AHkone</i>			1.40			m2	3500 m8		3.5/h		115.00 EUR	401
KKH	AH <i>AHkone</i>						m2	1016.667 m8		12/h		72.00 EUR	864
<i>Tasausmurske 0-16 mm</i>			0.09						140 m3/tr		22.97	3216	0.57
<i>Murske 0-16 mm toimittuina</i>				2.4					336/h		7.00 EUR	2352	16.80
<i>Sora toimittuina</i>			0.00	2.2					0		5.00 EUR	0	0.00
KKH	AH <i>AHkone</i>						m3/tr	93.333 m8		12/h		72.00 EUR	864

Nimike	Koodi	Maara	Hiotyo/EU	AH kone	Oma kone	Kuuli/h	Kuuli/km	Mtrl	Aliur	Sis.aliur	Muut	Yhteensa	Yht. 2	
suodatinkangas N4		1525	2310	1'764				6356	3670			11790	11790	
	TR	m2	1.51	1.16				4.17	2.41			8		
			M/L	K 1	K 2	Kao Yks	Aikat Kao	Aikavysikko	Maara	Yksikko	Hinta	Yhteensa	Hin/Teht.v	
									1525	m2	4.11	6263		
Materiaalit														
Materiaali, bentonitiittimatto, asennus v. 2015/ Tiacon	AT	Mtrl		1.07		m2			1633.3	m2	2.61	4263	2.80	
Materiaali, ohutmuovi, 0,5 mm, asennus v. 2015/ Tiacon	AT	Mtrl		1.17		m2			1785.8	m2	1.12	2000	1.31	
Bentonitiittimaton, ohutmuovin ja suodatinkankaan asennus									1525	m2	3.47	5296		
Paikallismateriaalin asennus	AH	Aliur		1.07					1633.3	m2	0.70	1145	0.75	
Muokattu asennus	AH	Aliur		1.17					1785.8	m2	0.45	804	0.53	
KKH levyis	AH	AH kone		1.07		m2	816.637	m8	16	h	72.00	1152	0.76	
RANLEVIITTS	HE	Hiotyo	4.00	1.07		m2	816.637	m8	64	h	35.00	2240	1.47	
Hioh auto, laskeajankohyhteisityn ?	AH	AH kone		1.07			1633.273	m8	8	h	68.00	544	0.36	
ohutmuovin hitsaus	AH	Aliur	0.19	1.17					340	m	4.00	1360	0.89	
Kuormien purku ym (ruutia 10 kpl)			0.01						10	kpl	23.06	231		
Kuormien purut	AH	AH kone					104	h	1	h	68.00	68	6.80	
RAM	HE	Hiotyo	2.00				104	h	2	h	35.00	70	7.00	
pressur kuormelavakym tarvikkeet		Mtrl	0.00						0	evä	2000.00	93	9.26	
Levityspuomi, laatikko ym työkalu Karvaisen Dikaika?		Mtrl	0.00						0	evä	0.00	0	0.00	
Suoja- ja salaajakerros 100 mm, materiaali maanteikkauksista, sis. seulonnan ja valkoinnin	TR	Ras.lau	Ref1	M/L	K 1	K 2	Kao Yks	Aikat Kao	Aikavysikko	Maara	Yksikko	Hinta	Yhteensa	Hin/Teht.v
			m3rt	1'120	2'304				4'570	1'120		7994	7994	
			280	4.00	8.23			16.32	4.00			29	7994	
Suoja- ja salaajakerros, materiaali materiaali maanteikkauksista ajettunavaliivastoon, seulonta, Seulonnanväkä 1,3 kerroksuu.	AT	Mtrl		2.00	1.3		m3rt		728		1.00	728	2.60	
KLP	AH	AH kone							604	h	4.7	317	1.13	
KA	AH	AH kone		2.00					604	h	58.00	541	1.93	
Sora / Murske 0-16 mm toimittettua		Mtrl		2.4					672		6.80	4570	16.32	
KKH	AH	AH kone				m3rt	8.754	h	32	h	72.00	2304	8.23	

Nimike	Koodi	Määrä	Hiotyo [EU]	AH kone	Oma kone	Kuuli/h	Kuuli/km	Mtrl	Aliur	Sis.aliur.	Muut	Yhteensä	Yht. 2
<i>Levitys RAM</i>	<i>HE</i> <i>Hioövö</i>					<i>m3rtv</i>	<i>8,754 h</i>		<i>32 h</i>		<i>35,00 EUR</i>	<i>1120</i>	<i>4,00</i>
Kaivun alueen hulevesijärjestelyiden rakentaminen: osat 5 ja 6, Pohjavedensuojelus osuus	4		315	492				667	458			1616	1616
Bentonittimatto, ohutmuovi ja suodatinkangas N4	TR	m2	315	492				667	458			1616	1616
Materiaalit	Res.laji	Työvähe	1,97	3,07	K 1	Kap Yks	Aikat Kap	Alkavksikk	Määrä	Yksikkö	Hinta	Yhteensä	Him/Teht.v
<i>Materiaali, bentonittimatto, asennus v. 2015/ Viacor</i>	<i>AT</i> <i>Mtrl</i>			<i>1,07</i>		<i>m2</i>			<i>171,4 m2</i>		<i>2,61 EUR</i>	<i>447</i>	<i>2,80</i>
<i>Materiaali, ohutmuovi, 0,5 mm, asennus v. 2015/ Viacor</i>	<i>AT</i> <i>Mtrl</i>			<i>1,17</i>		<i>m2</i>			<i>187,4 m2</i>		<i>1,12 EUR</i>	<i>210</i>	<i>1,31</i>
Bentonittimaton, ohutmuovin ja suodatinkanakan asennus								160 m2			5,29	847	
<i>Resonanssiväestö</i>	<i>AH</i> <i>Aliur</i>			<i>1,07</i>				<i>171,4 m2</i>			<i>0,70 EUR</i>	<i>120</i>	<i>0,75</i>
<i>Muovikangas</i>	<i>AH</i> <i>Aliur</i>			<i>1,17</i>				<i>187,4 m2</i>			<i>0,45 EUR</i>	<i>84</i>	<i>0,53</i>
<i>KKH/levitys</i>	<i>AH</i> <i>AHkone</i>			<i>1,07</i>		<i>m2</i>	<i>342,72 tv8</i>		<i>4 h</i>		<i>72,00 EUR</i>	<i>288</i>	<i>1,80</i>
<i>RAM/LEVITTS</i>	<i>HE</i> <i>Hioövö</i>		<i>2,00</i>	<i>1,07</i>		<i>m2</i>	<i>342,72 tv8</i>		<i>8 h</i>		<i>35,00 EUR</i>	<i>280</i>	<i>1,75</i>
<i>Hlab auto, laskealankeyhteisiin?</i>	<i>AH</i> <i>AHkone</i>			<i>1,07</i>			<i>685,44 tv8</i>		<i>2 h</i>		<i>68,00 EUR</i>	<i>136</i>	<i>0,85</i>
<i>ohutmuovin hitsaus</i>	<i>AH</i> <i>Aliur</i>		<i>0,19</i>	<i>1,17</i>					<i>35,7 m</i>		<i>4,00 EUR</i>	<i>143</i>	<i>0,89</i>
Kuormien purka ym (ruutia 10 kpl)			0,01						1 kpl		107,43	113	
<i>Kuormanpururi</i>	<i>AH</i> <i>AHkone</i>					<i>kpl</i>	<i>1,0494 h</i>		<i>1 h</i>		<i>68,00 EUR</i>	<i>68</i>	<i>64,81</i>
<i>RAM</i>	<i>HE</i> <i>Hioövö</i>		<i>2,00</i>			<i>kpl</i>	<i>2,0984 h</i>		<i>1 h</i>		<i>35,00 EUR</i>	<i>35</i>	<i>33,36</i>
<i>pressat kuormalavaym tarvikeek</i>			<i>0,00</i>						<i>0 erä</i>		<i>2000,00 EUR</i>	<i>10</i>	<i>9,26</i>
<i>Levityspuomi, laatikko ym työkalut Kaarakaisen tilalla?</i>			<i>0,00</i>						<i>0 erä</i>		<i>0,00 EUR</i>	<i>0</i>	<i>0,00</i>

Liite 2. Kustannuserittely

	568,41	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkat
	283,50	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkat
	49,47	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkat
	12,05	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkat
	6,01	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkat
	5,52	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkat
	2,75	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkat
	21,60	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkat
	10,77	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkat
	348,38	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkat
	0,99	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkat
	85,08	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkat
	171,16	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkat
	10,34	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkat
	20,79	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkat
	4,73	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkat
	9,52	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkat
	18,53	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkat
	37,27	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkat
	57,00	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkat
	36,71	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkat
	51,13	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkat
	4,46	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkat
	6,21	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkat
	2,04	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkat
	2,85	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkat
	8,00	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkat
	11,13	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkat
	38,00	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkat
	0,99	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkat
	19,89	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkat
	73,60	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkat
	8,94	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkat

	2,42	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkat
	4,10	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkat
	1,11	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkat
	16,03	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkat
	4,33	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkat
	142,50	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkat
	73,43	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkat
	77,91	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkat
	8,92	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkat
	9,47	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkat
	4,08	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkat
	4,33	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkat
	15,99	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkat
	16,97	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkat
	59,38	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkat
	36,71	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkat
	89,93	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkat
	4,46	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkat
	10,93	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkat
	2,04	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkat
	5,00	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkat
	8,00	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkat
	19,58	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkat
	85,50	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkat
	41,44	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkat
	5,04	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkat
	2,31	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkat
	9,03	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkat
	604,94	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkat
	231,00	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkat
	105,56	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkat
	117,09	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkat
	14,23	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkat
	12,82	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkat
	6,51	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkat
	5,86	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkat

	25,50	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkat
	22,99	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkat
	29,59	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkat
	30,71	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkat
	23,52	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkat
	2,86	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkat
	3,73	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkat
	1,30	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkat
	1,70	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkat
	5,12	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkat
	6,69	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkat
	47,13	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkat
	8,22	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkat
	1,00	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkat
	0,45	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkat
	1,79	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkat
	4 923,61	EUR	PV TY väliset kulut	ANLA702 180_2015
	4 184,40	EUR	PV TY väliset kulut	Vt 5 parantaminen Mikkelin kohdalla, konetyöt CAT 321 ja CAT
	8 892,00	EUR	PV TY väliset kulut	Vt 5 parantaminen Mikkelin kohdalla, konetyöt CAT 321 ja CAT
	4 138,09	EUR	PV TY väliset kulut	ANLA705 183_2015
	3 787,00	EUR	PV TY väliset kulut	Vt 5 parantaminen Mikkelin kohdalla, konetyöt CAT 329
	606,74	EUR	PV TY väliset kulut	ANLA724 185_2015
	2 346,00	EUR	PV TY väliset kulut	Vt 5 parantaminen Mikkelin kohdalla, konetyöt CAT 329
	9 538,10	EUR	PV TY väliset kulut	ANLA730 188_2015
	8 640,00	EUR	PV TY väliset kulut	Vt 5 parantaminen Mikkelin kohdalla, konetyöt CAT 329
	3 121,17	EUR	PV TY väliset kulut	ANLA738 192_2015
	7 980,00	EUR	PV TY väliset kulut	Vt 5 parantaminen Mikkelin kohdalla, konetyöt CAT 329
	4 234,28	EUR	PV TY väliset kulut	ANLA748 200_2015
	5 112,00	EUR	PV TY väliset kulut	Vt 5 parantaminen Mikkelin kohdalla, konetyöt CAT 329
	6 520,00	EUR	PV TY väliset kulut	Vt 5 parantaminen Mikkelin kohdalla,

				konetyöt CAT 329
	1 192,57	EUR	PV TY väliset kulut	ANLA801 224_2016
	3 395,78	EUR	PV TY väliset kulut	ANLA802 225_2016
	3 200,00	EUR	PV TY väliset kulut	Vt 5 parantaminen Mikkelin kohdalla, konetyöt CAT 329
	9 420,50	EUR	PV TY väliset kulut	Vt 5 parantaminen Mikkelin kohdalla, konetyöt CAT 329
	7 649,16	EUR	PV TY väliset kulut	ANLA813 226_2016
	11 030,50	EUR	PV TY väliset kulut	Vt 5 parantaminen Mikkelin kohdalla, konetyöt CAT 329
	7 141,81	EUR	PV TY väliset kulut	ANLA835 233_2016
	3 317,00	EUR	PV TY väliset kulut	Vt 5 parantaminen Mikkelin kohdalla, konetyöt CAT 329
	5 294,41	EUR	PV TY väliset kulut	ANLA851 255_2016
	1 824,57	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkkakustannusten vyörytys 2015
	1 824,57	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkkakustannusten vyörytys 2015
	-1 824,57	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkkakustannusten vyörytys 2015
	427,28	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkkakustannusten vyörytys 2015
	1 524,10	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkkakustannusten vyörytys 2015
	381,66	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkkakustannusten vyörytys 2015
	567,08	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkkakustannusten vyörytys 2015
	1 184,93	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkkakustannusten vyörytys 2015
	311,23	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkkakustannusten vyörytys 2015
	245,92	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkkakustannusten vyörytys 2015
	447,52	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkkakustannusten vyörytys 2015
	779,00	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkkakustannusten vyörytys 2015
	435,79	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkkakustannusten vyörytys 2015
	15,77	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkkakustannusten vyörytys 2015
	390,02	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkkakustannusten vyörytys 2015
	122,54	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkkakustannusten vyörytys 2015
	943,59	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkkakustannusten vyörytys 2016
	588,45	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkkakustannusten vyörytys 2016
	1 392,42	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkkakustannusten vyörytys 2016
	1 375,01	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkkakustannusten vyörytys 2016
	595,27	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkkakustannusten vyörytys 2016
	724,77	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkkakustannusten vyörytys 2016
	185,42	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkkakustannusten vyörytys 2016

	638,38	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkkakustannusten vyörytys 2016
	647,52	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkkakustannusten vyörytys 2016
	383,37	EUR	HE Henkilöstökulut	Palkkakustannusten vyörytys 2016
ONNINEN OY	500,00	EUR	AT Aineet,tarvikkeet	ONNINEN OY
ONNINEN OY	1 005,32	EUR	AT Aineet,tarvikkeet	ONNINEN OY
ONNINEN OY	59,27	EUR	AT Aineet,tarvikkeet	ONNINEN OY
VIACON OY/VIAPIPE	3 225,81	EUR	AT Aineet,tarvikkeet	VIACON OY/VIAPIPE
KULJETUS SUHONEN AY	1 070,50	EUR	AH Ulkop. palvelut	KULJETUS SUHONEN AY
MAANSIIRTO JA RAIVAUS K RÄSÄNEN OY	5 610,00	EUR	AH Ulkop. palvelut	MAANSIIRTO JA RAIVAUS K RÄ- SÄNEN OY
VIACON OY/VIAPIPE	17 374,00	EUR	AT Aineet,tarvikkeet	VIACON OY/VIAPIPE
VIACON OY/VIAPIPE	11 776,00	EUR	AT Aineet,tarvikkeet	VIACON OY/VIAPIPE
VIACON OY/VIAPIPE	11 776,00	EUR	AT Aineet,tarvikkeet	VIACON OY/VIAPIPE
VIACON OY/VIAPIPE	11 834,00	EUR	AT Aineet,tarvikkeet	VIACON OY/VIAPIPE
JH-TOIMI AVOIN YHTIÖ	393,25	EUR	AH Ulkop. palvelut	JH-TOIMI AVOIN YHTIÖ
Maanrakennus Veikko Tirkko- nen Oy	2 104,00	EUR	AH Ulkop. palvelut	Maanrakennus Veikko Tirkkonen Oy
JH-TOIMI AVOIN YHTIÖ	121,00	EUR	AH Ulkop. palvelut	JH-TOIMI AVOIN YHTIÖ
Savon Kuljetus Oy	3 561,60	EUR	AT Aineet,tarvikkeet	Savon Kuljetus Oy
Maanrakennus Veikko Tirkko- nen Oy	4 520,00	EUR	AH Ulkop. palvelut	Maanrakennus Veikko Tirkkonen Oy
JH-TOIMI AVOIN YHTIÖ	1 058,75	EUR	AH Ulkop. palvelut	JH-TOIMI AVOIN YHTIÖ
MAANSIIRTO JA RAIVAUS K RÄSÄNEN OY	6 120,00	EUR	AH Ulkop. palvelut	MAANSIIRTO JA RAIVAUS K RÄ- SÄNEN OY
Savon Kuljetus Oy	1 461,60	EUR	AT Aineet,tarvikkeet	Savon Kuljetus Oy
WURTH OY	157,78	EUR	AT Aineet,tarvikkeet	WURTH OY
Maanrakennus Veikko Tirkko- nen Oy	2 150,00	EUR	AH Ulkop. palvelut	Maanrakennus Veikko Tirkkonen Oy
Savon Kuljetus Oy	1 860,48	EUR	AT Aineet,tarvikkeet	Savon Kuljetus Oy
Trans-Jääskeläinen Oy	325,00	EUR	AH Ulkop. palvelut	Trans-Jääskeläinen Oy
KULJETUS SUHONEN AY	2 350,00	EUR	AH Ulkop. palvelut	KULJETUS SUHONEN AY
Maanrakennus Veikko Tirkko- nen Oy	1 360,00	EUR	AH Ulkop. palvelut	Maanrakennus Veikko Tirkkonen Oy
PUUHARYHMÄ OYJ VISU- LAHDEN MATKAILU	595,45	EUR	MK Matkakulut	PUUHARYHMÄ OYJ VISULA- HDEN MATKAILU
VIACON OY/VIAPIPE	11 776,00	EUR	AT Aineet,tarvikkeet	VIACON OY/VIAPIPE
VIACON OY/VIAPIPE	17 307,00	EUR	AT Aineet,tarvikkeet	VIACON OY/VIAPIPE

Maanrakennus Veikko Tirkkonen Oy	2 560,00	EUR	AH Ulkop. palvelut	Maanrakennus Veikko Tirkkonen Oy
Savon Kuljetus Oy	2 190,00	EUR	AT Aineet,tarvikkeet	Savon Kuljetus Oy
Maanrakennus Veikko Tirkkonen Oy	2 652,00	EUR	AH Ulkop. palvelut	Maanrakennus Veikko Tirkkonen Oy
VIACON OY/VIAPIPE	11 776,00	EUR	AT Aineet,tarvikkeet	VIACON OY/VIAPIPE
LEMMINKÄINEN INFRA OY	2 943,55	EUR	AT Aineet,tarvikkeet	LEMMINKÄINEN INFRA OY
Tmi Matti T Määttä	576,50	EUR	AH Ulkop. palvelut	Tmi Matti T Määttä
TM TEAM KY	65,00	EUR	AH Ulkop. palvelut	TM TEAM KY
VIACON OY/VIAPIPE	11 776,00	EUR	AT Aineet,tarvikkeet	VIACON OY/VIAPIPE
VIACON OY/VIAPIPE	11 776,00	EUR	AT Aineet,tarvikkeet	VIACON OY/VIAPIPE
Savon Kuljetus Oy	3 350,00	EUR	AT Aineet,tarvikkeet	Savon Kuljetus Oy
Maanrakennus Veikko Tirkkonen Oy	1 250,00	EUR	AH Ulkop. palvelut	Maanrakennus Veikko Tirkkonen Oy
PUUHARYHMÄ OYJ VISULAHDEN MATKAILU	590,91	EUR	MK Matkakulut	PUUHARYHMÄ OYJ VISULAHDEN MATKAILU
Savon Kuljetus Oy	1 290,32	EUR	AT Aineet,tarvikkeet	Savon Kuljetus Oy
TM TEAM KY	178,75	EUR	AH Ulkop. palvelut	TM TEAM KY
VIACON OY/VIAPIPE	145,00	EUR	AT Aineet,tarvikkeet	VIACON OY/VIAPIPE
VIACON OY/VIAPIPE	1 532,26	EUR	AT Aineet,tarvikkeet	VIACON OY/VIAPIPE
MITTA OY	224,22	EUR	AH Ulkop. palvelut	MITTA OY
Maanrakennus Veikko Tirkkonen Oy	3 320,00	EUR	AH Ulkop. palvelut	Maanrakennus Veikko Tirkkonen Oy
Tmi Matti T Määttä	3 250,00	EUR	AH Ulkop. palvelut	Tmi Matti T Määttä
Savon Kuljetus Oy	4 142,82	EUR	AT Aineet,tarvikkeet	Savon Kuljetus Oy
VIACON OY/VIAPIPE	11 804,00	EUR	AT Aineet,tarvikkeet	VIACON OY/VIAPIPE
KORPELAINEN AKI	737,90	EUR	AT Aineet,tarvikkeet	KORPELAINEN AKI
KORPELAINEN AKI	1 311,00	EUR	AH Ulkop. palvelut	KORPELAINEN AKI
PUUHARYHMÄ OYJ VISULAHDEN MATKAILU	822,73	EUR	MK Matkakulut	PUUHARYHMÄ OYJ VISULAHDEN MATKAILU
MIKKELIN AUTOKULJETUS OY	3 511,92	EUR	AT Aineet,tarvikkeet	MIKKELIN AUTOKULJETUS OY
VIACON OY/VIAPIPE	8 677,00	EUR	AT Aineet,tarvikkeet	VIACON OY/VIAPIPE
ONNINEN OY	27,19	EUR	AT Aineet,tarvikkeet	ONNINEN OY
VIACON OY/VIAPIPE	10 032,00	EUR	AT Aineet,tarvikkeet	VIACON OY/VIAPIPE
MIKKELIN AUTOKULJETUS OY	623,36	EUR	AT Aineet,tarvikkeet	MIKKELIN AUTOKULJETUS OY

TUS OY				
Tmi Matti T Määttä	4 500,00	EUR	AH Ulkop. palvelut	Tmi Matti T Määttä
MIKKELIN AUTOKULJETUS OY	2 759,78	EUR	AT Aineet,tarvikkeet	MIKKELIN AUTOKULJETUS OY
ONNINEN OY	26,20	EUR	AT Aineet,tarvikkeet	ONNINEN OY
NORDEA RAHOITUS SUOMI OY	18,47	EUR	TT Tietotekn. kulut	NORDEA RAHOITUS SUOMI OY
MIKKELIN AUTOKULJETUS OY	746,04	EUR	AT Aineet,tarvikkeet	MIKKELIN AUTOKULJETUS OY
MITTA OY	607,14	EUR	AH Ulkop. palvelut	MITTA OY
ONNINEN OY	31,18	EUR	AT Aineet,tarvikkeet	ONNINEN OY
Tmi Matti T Määttä	3 900,00	EUR	AH Ulkop. palvelut	Tmi Matti T Määttä
RAIMO KEISALAN MAATILA	1 498,00	EUR	AH Ulkop. palvelut	RAIMO KEISALAN MAATILA
ONNINEN OY	8,44	EUR	AT Aineet,tarvikkeet	ONNINEN OY
MIKKELIN AUTOKULJETUS OY	745,16	EUR	AT Aineet,tarvikkeet	MIKKELIN AUTOKULJETUS OY
ONNINEN OY	5,67	EUR	AT Aineet,tarvikkeet	ONNINEN OY
MIKKELIN AUTOKULJETUS OY	949,55	EUR	AT Aineet,tarvikkeet	MIKKELIN AUTOKULJETUS OY
MIKKELIN AUTOKULJETUS OY	2 045,76	EUR	AT Aineet,tarvikkeet	MIKKELIN AUTOKULJETUS OY
VIACON OY/VIAPIPE	2 007,00	EUR	AT Aineet,tarvikkeet	VIACON OY/VIAPIPE
PUUHARYHMÄ OYJ VISULAHDEN MATKAILU	909,09	EUR	MK Matkakulut	PUUHARYHMÄ OYJ VISULAHDEN MATKAILU
Tmi Matti T Määttä	3 000,00	EUR	AH Ulkop. palvelut	Tmi Matti T Määttä
VIACON OY/VIAPIPE	8 340,00	EUR	AT Aineet,tarvikkeet	VIACON OY/VIAPIPE
MIKKELIN AUTOKULJETUS OY	2 124,86	EUR	AT Aineet,tarvikkeet	MIKKELIN AUTOKULJETUS OY
MIKKELIN AUTOKULJETUS OY	310,80	EUR	AT Aineet,tarvikkeet	MIKKELIN AUTOKULJETUS OY
Tmi Matti T Määttä	1 656,00	EUR	AH Ulkop. palvelut	Tmi Matti T Määttä
MIKKELIN AUTOKULJETUS OY	769,66	EUR	AT Aineet,tarvikkeet	MIKKELIN AUTOKULJETUS OY
MIKKELIN AUTOKULJETUS OY	1 393,35	EUR	AT Aineet,tarvikkeet	MIKKELIN AUTOKULJETUS OY
MIKKELIN AUTOKULJETUS OY	305,20	EUR	AT Aineet,tarvikkeet	MIKKELIN AUTOKULJETUS OY

TM TEAM KY	502,50	EUR	AH Ulkop. palvelut	TM TEAM KY
Tmi Matti T Määttä	4 416,00	EUR	AH Ulkop. palvelut	Tmi Matti T Määttä
PUUHARYHMÄ OYJ VISU- LAHDEN MATKAILU	595,45	EUR	MK Matkakulut	PUUHARYHMÄ OYJ VISULAH- DEN MATKAILU
MAANSIIRTO JA RAIVAUS K RÄSÄNEN OY	1 620,00	EUR	AH Ulkop. palvelut	MAANSIIRTO JA RAIVAUS K RÄ- SÄNEN OY
VIACON OY/VIAPIPE	3 265,20	EUR	AT Aineet,tarvikkeet	VIACON OY/VIAPIPE
MITTA OY	382,92	EUR	AH Ulkop. palvelut	MITTA OY
MIKKELIN AUTOKULJE- TUS OY	605,68	EUR	AT Aineet,tarvikkeet	MIKKELIN AUTOKULJETUS OY
MIKKELIN AUTOKULJE- TUS OY	1 114,93	EUR	AT Aineet,tarvikkeet	MIKKELIN AUTOKULJETUS OY
MIKKELIN AUTOKULJE- TUS OY	743,06	EUR	AT Aineet,tarvikkeet	MIKKELIN AUTOKULJETUS OY
Tmi Matti T Määttä	3 208,50	EUR	AH Ulkop. palvelut	Tmi Matti T Määttä
Tmi Matti T Määttä	2 518,50	EUR	AH Ulkop. palvelut	Tmi Matti T Määttä
MITTA OY	323,95	EUR	AH Ulkop. palvelut	MITTA OY
	200,00	EUR	HE Henkilöstökulut	FENIX
	34,90	EUR	HE Henkilöstökulut	FENIX
	4,16	EUR	HE Henkilöstökulut	FENIX
	1,70	EUR	HE Henkilöstökulut	FENIX
	6,14	EUR	HE Henkilöstökulut	FENIX
	6,12	EUR	MK Matkakulut	Orava Jesse Santeri
	320,00	EUR	MK Matkakulut	Laitinen Roope
	52,05	EUR	MK Matkakulut	Laitinen Roope
	160,00	EUR	MK Matkakulut	Laitinen Roope
	32,17	EUR	MK Matkakulut	Orava Jesse Santeri
	20,00	EUR	MK Matkakulut	Laitinen Roope
	20,00	EUR	MK Matkakulut	Laitinen Roope
	20,00	EUR	MK Matkakulut	Laitinen Roope
	20,00	EUR	MK Matkakulut	Laitinen Roope
	26,80	EUR	MK Matkakulut	Laitinen Roope
	26,80	EUR	MK Matkakulut	Laitinen Roope
	26,80	EUR	MK Matkakulut	Laitinen Roope
	32,00	EUR	MK Matkakulut	Laitinen Roope
	32,00	EUR	MK Matkakulut	Laitinen Roope
	32,00	EUR	MK Matkakulut	Laitinen Roope

	32,00	EUR	MK Matkakulut	Laitinen Roope
	32,00	EUR	MK Matkakulut	Laitinen Roope
	24,00	EUR	MK Matkakulut	Laitinen Roope
	24,00	EUR	MK Matkakulut	Laitinen Roope
	24,00	EUR	MK Matkakulut	Laitinen Roope
	24,00	EUR	MK Matkakulut	Laitinen Roope
	24,00	EUR	MK Matkakulut	Laitinen Roope
	83,08	EUR	MK Matkakulut	Laitinen Roope
	17,29	EUR	MK Matkakulut	Laitinen Roope
	110,77	EUR	MK Matkakulut	Laitinen Roope
	12,96	EUR	MK Matkakulut	Laitinen Roope
	69,22	EUR	MK Matkakulut	Laitinen Roope
	9,46	EUR	MK Matkakulut	Laitinen Roope
	30,27	EUR	MK Matkakulut	Laitinen Roope
	92,77	EUR	MK Matkakulut	Laitinen Roope
	20,00	EUR	MK Matkakulut	Kokko Mika Kalevi
	20,00	EUR	MK Matkakulut	Kokko Mika Kalevi
	20,00	EUR	MK Matkakulut	Kokko Mika Kalevi
	200,00	EUR	MK Matkakulut	Kokko Mika Kalevi
	33,11	EUR	MK Matkakulut	Kokko Mika Kalevi
	19,99	EUR	MK Matkakulut	Kokko Mika Kalevi
	79,98	EUR	MK Matkakulut	Kokko Mika Kalevi
	4,73	EUR	MK Matkakulut	Kokko Mika Kalevi
	78,26	EUR	MK Matkakulut	Kokko Mika Kalevi
	30,00	EUR	MK Matkakulut	Kokko Mika Kalevi
	30,00	EUR	MK Matkakulut	Kokko Mika Kalevi
	30,00	EUR	MK Matkakulut	Kokko Mika Kalevi
	30,00	EUR	MK Matkakulut	Kokko Mika Kalevi
	30,00	EUR	MK Matkakulut	Kokko Mika Kalevi
	30,00	EUR	MK Matkakulut	Kokko Mika Kalevi
	30,00	EUR	MK Matkakulut	Kokko Mika Kalevi
	30,00	EUR	MK Matkakulut	Kokko Mika Kalevi
	30,00	EUR	MK Matkakulut	Kokko Mika Kalevi
	59,98	EUR	MK Matkakulut	Kokko Mika Kalevi
	46,44	EUR	MK Matkakulut	Kokko Mika Kalevi
	59,98	EUR	MK Matkakulut	Kokko Mika Kalevi
	51,92	EUR	MK Matkakulut	Kokko Mika Kalevi

	20,00	EUR	MK Matkakulut	Kokko Mika Kalevi
	20,00	EUR	MK Matkakulut	Kokko Mika Kalevi
	20,00	EUR	MK Matkakulut	Kokko Mika Kalevi
	20,00	EUR	MK Matkakulut	Kokko Mika Kalevi
	20,00	EUR	MK Matkakulut	Kokko Mika Kalevi
	20,00	EUR	MK Matkakulut	Kokko Mika Kalevi
	20,00	EUR	MK Matkakulut	Kokko Mika Kalevi
	20,00	EUR	MK Matkakulut	Kokko Mika Kalevi
	39,99	EUR	MK Matkakulut	Kokko Mika Kalevi
	25,15	EUR	MK Matkakulut	Kokko Mika Kalevi
	39,99	EUR	MK Matkakulut	Kokko Mika Kalevi
	30,96	EUR	MK Matkakulut	Kokko Mika Kalevi
	20,00	EUR	MK Matkakulut	Kokko Mika Kalevi
	20,00	EUR	MK Matkakulut	Kokko Mika Kalevi
	20,00	EUR	MK Matkakulut	Kokko Mika Kalevi
	20,00	EUR	MK Matkakulut	Kokko Mika Kalevi
	20,00	EUR	MK Matkakulut	Kokko Mika Kalevi
	39,98	EUR	MK Matkakulut	Kokko Mika Kalevi
	29,24	EUR	MK Matkakulut	Kokko Mika Kalevi
	431 561,43			

Liite 3. Suojahiekka / Suojamaa Excel, Miika Tapaninen LUOTTAMUKSELLINEN

Liite 4. Pohjavedensuojaus rahat, Miika Tapaninen LUOTTAMUKSELLINEN