



SAVONIA

■ OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

MAA-AINESPAIKKOJEN KARTOITUS

TEKIJÄ/T: Antti Lipponen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Koulutusohjelma Rakennustekniikan koulutusohjelma			
Työn tekijä(t) Antti Lipponen			
Työn nimi Maa-ainespaikojen kartoitus			
Päiväys	1.4.2014	Sivumäärä/Liitteet	35/0
Ohjaaja(t) Lehtori Raimo Lehtiniemi, päätoiminen tuntiopettaja Juha Pakarinen, Tienrakennusesimies Ilmo Heikkinen			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Metsähallitus Metsätalous			
Tiivistelmä			
<p>Tämän insinööriyön aiheena oli maa-ainespaikkojen kartoitus Metsähallitukselle/metsätaloudelle Nurmeksen tiimin alueella. Työssä tavoitteena oli koota ja kerätä yhteen olemassa olevaa tietoa maa-ainespaikoista helpommin käytettäväksi ja löydettäväksi. Työssä täytyi myös tarkastella mahdollisten uusien maa-ainespaikkojen kohteita ja murskeen ajon kannalta tärkeitä oikaisuteitä, lyhentämään ajomatkoja ja tuomaan näin mahdollisia rahallisia ja ajallisia säästöjä.</p> <p>Työ aloitettiin keräämällä ja taulukoimalla maa-ainespaikkojen ottoluvista tärkeimpiä tietoja yhteen. Koottuja tietoja apuna käyttäen aloitettiin mahdollisten uusien maa-ainespaikkojen tarkastelu ja niiden tarpeen selvittäminen. Alkuvalmistelut suoritettiin tutustumalla karttoihin ja maa-ainespaikoista kasattuihin tietoihin. Samalla tarkasteltiin myös mahdollisten oikaisuteiden sijainteja ja niiden tekokustannuksia ja niiden avulla saatavia rahallisia säästöjä. Kun alkuvalmistelut oli saatu tehtyä kaikkien tarkasteltavien asioiden osalta, suoritettiin maastossa tehtävät työt. Osasta maa-ainespaikoista mitattiin murskemäärät ja mahdollisten uusien maa-ainespaikkojen kohtia käytiin tarkastelemassa maastossa. Maastossa saatujen tietojen kokoaminen ja analysointi suoritettiin sen jälkeen toimistolla.</p> <p>Lopputuloksena saatiin koottua tärkeät tiedot maa-ainespaikoista yhteen ja näin ollen helpotettua niiden käyttöä. Uusille maa-ainespaikoille löydettiin useitakin kohteita ja osan tarpeellisuus osoittautui melko tärkeäksi. Kohta mahdolliselle oikaisutielle löydettiin, mutta sen rakentamista ei kuitenkaan suositeltu. Työssä asetetut tavoitteet saatiin suoritettua hyvin.</p>			
Avainsanat maa-ainespaikka, murske			
Julkinen			

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme In Construction Engineering			
Author(s) Antti Lipponen			
Title of Thesis Mapping of the Soil Sites			
Date	1 April 2014	Pages/Appendices	35/0
Supervisor(s) Mr Raimo Lehtiniemi, Lecturer, Mr Juha Pakarinen, Lecturer, Mr Ilmo Heikkinen, Road Construction Foreman			
Client Organisation /Partners Metsähallitus Metsätalous			
<p>Abstract</p> <p>The aim of this thesis was to map soil sites for Metsähallitus/metsätalous in the area of the Nurmes team. The aim of this thesis was to collect and gather together existing information on soil sites to make it easier to use and find it. Another purpose was to check places for possible new soil sites and new roads for transporting the aggregate, to shorten the traveling distances in order to bring potential savings in time and money.</p> <p>The project was started by collecting and tabulating the most important information on soil sites permits. Inspection of the possible new soil sites and the need for them was started by using the collected information. The first phase was carried out by looking at maps and the collected information of the soil sites. At the same time also the possible location of roads, and the possible costs and savings which would come from constructing and then using the roads were studied. After the initial preparations had been completed for all of the matters, the works in terrain was carried out. The quantity of aggregates was measured from some of the soil sites, and the locations of possible new soil sites were examined in terrain. The analysis of the collected data was carried out in the office.</p> <p>As a result, the collected information of the soil sites was put together and thus their use was facilitated. New soil sites were found in several places, and the necessity of few of them turned out to be quite important. The place for the possible new shortcut road was found, but its construction was not recommended. The objectives of this thesis were completed well.</p>			
Keywords soil site, aggregate,			
public			

Alkusanat

Haluan kiittää kaikkia jotka ovat ohjanneet ja kannustaneet minua insinööryöni teossa. Erityisesti haluan kiittää ohjaavana opettajana toiminutta lehtori Raimo Lehtiniemeä ja Metsähallituksen puolelta tienrakennusesimies Ilmo Heikkistä.

Insinööryön teon aikana olen oppinut paljon insinööryön osa-alueista kuten työnjohtamisesta ja valvonnasta. Yhteistyö työn aikana Metsähallituksen ja sen työntekijöiden kanssa on ollut antoisaa ja antanut minulle lisää valmiuksia ajatellen omaa tulevaisuuttani insinöörinä.

Kuopiossa

Antti Lipponen

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	6
2	METSÄHALLITUS	7
3	TIETOJA NURMEKSEN TIIMIN MAA-AINESPAIKOISTA	8
3.1	Ottoluvat ja määrät.....	10
3.2	Pohjatutkimukset	11
3.3	Murske	12
3.4	Murskeen kuljetus.....	14
4	UUDET MAA-AINESPAIKAT METSÄHALLITUKSELLA	16
4.1	Uusien mahdollisten maa-ainespaiikkojen tutkiminen	16
4.2	Valtimon alue	18
4.3	Rautavaaran alue.....	19
4.4	Varpaisjärven alue	20
5	UUDEN MAA-AINESPAIKAN AVAUS	22
5.1	Maa-aineslupa	22
5.2	Lait	22
5.3	Uuden maa-ainespaiikan perustaminen Metsähallituksella	23
5.4	Maa-ainespaiikan hoito ja lopetus	24
6	MAA-AINESPAIKKOJEN VAIKUTUSALUEET	26
6.1	Vaikutusalueiden määrittäminen	26
6.2	Lopputulos	27
6.3	Tieverkko	28
6.3.1	Teiden peruskorjaaminen	29
6.3.2	Uudentien rakentaminen	30
7	OIKAISUTIET	32
7.1	Sieran oikaisu	32
7.2	Kuinka tutkittiin mahdollista oikaisutietä	33
7.3	Lopputulos	33
8	JOHTOPÄÄTÖKSET	34
	LÄHTEET	35

1 JOHDANTO

Tämän insinööriyön tilaajana toimii Metsähallitus/Metsätalous ja Nurmeksen tiimi, jonka toimipaikka on Nurmeksen kunnassa Pohjois-Karjalassa. Metsähallitus on metsäalalla toimiva yritys jonka pääasiallinen tuote on sahoille ja muille puujalosteita tuottaville tehtaille menevä raaka-aineena toimiva puutavara.

Metsähallituksella on hallinnassaan valtion omistamia maita yli 12 miljoonaa hehtaaria ja niillä alueilla on myös tuhansia kilometrejä tieverkostoa jota käytetään metsänhoitoon ja puutavaran kuljetukseen liittyvissä töissä. Tieverkosto on pääasiallisesti sorapintaisia runko-alue- tai varsiteitä. Metsähallitus hoitaa tieverkostoaan kilpailuttamalla kunnostusurakat urakoitsijoilla. Tieverkkoa kunnostetaan satoja kilometrejä vuodessa sen mukaan missä päin Suomea toimitaan. Itä-Suomessa ja Pohjois-Suomessa ovat suurimmat alueet ja eniten myös tieverkostoa.

Tämän työn aiheena on maa-ainespaiikkojen kartoitus ja alueena on Nurmeksen tiimin alue johon kuuluu Pohjois-Karjalan pohjoisosat ja osa Pohjois-Savon pohjoisosista. Eniten maa-ainespaiikkoja on kuitenkin Valtimon, Nurmeksen ja Rautavaaran alueilla. Kaikkiaan tiimin alueella on 16 maa-ainespaiikkaa, jotka ovat vielä käytössä tai ottolupa on päättynyt, mutta montuilla on paljon valmiiksi tehtyä mursketta. Työssä tarkoituksena on inventoida maa-ainespaiikkoja ja listata tarkempaa tietoa niistä. Työssä myös määritetään monttujen vaikutusalueet ja tieverkoston johon on edullisin ajaa mursketta tietyltä montulta. Osalta maa-ainosalueilta täytyy myös mitata olemassa olevat murskevarat ja kaikista Nurmeksen tiimialueella olevista maa-ainosalueista kasata tärkeimmät tiedot yhteen taulukkoon. Aineiston ja tietojen kerääminen tapahtui kesällä 2013 kun olin työharjoittelussa. Vaikutusalueet määritettiin käyttämällä Tiegis-ohjelmaa, joka on Metsähallituksen oma ohjelma tieverkolle.

2 METSÄHALLITUS

Tässä luvussa kerrotut tiedot ovat peräisin Metsähallituksen internetsivuilta.

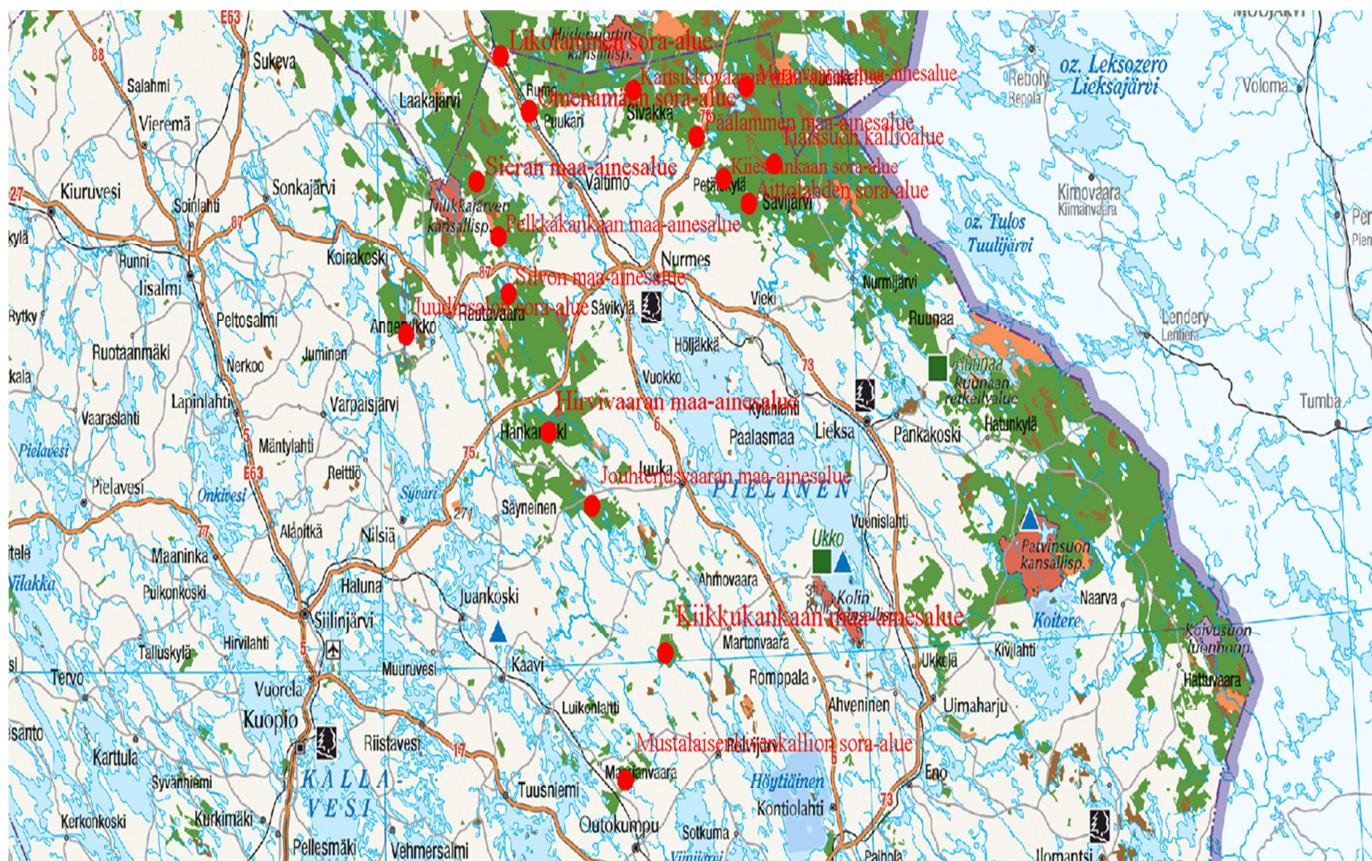
Metsähallitus on valtion omistuksessa oleva liikelaitos, jonka suurimmat tulosalueet ovat metsätalous ja Laatumaa. Metsätalous on suurin tulojen lähde ja se tuottaa 85 % Metsähallituksen tuloista. Metsätalouden tärkeimpinä tehtävinä on puun myynti ja metsien hoito Metsähallituksen hallinnoimalla 12 miljoonan hehtaarin alueella. Metsätalouden päämääränä on metsien monikäyttö ja luonnonvarojen kestävä käyttö.

Vuonna 2012 Metsähallituksella oli liikevaihtoa noin 378 miljoonaa euroa ja liikevoittoa siitä kertyi 124.5 miljoonaa. Liiketoiminnalla henkilötövuosia kertyi 1 267 ja koko konsernille niitä kertyi 1 702. Käytössä olevia metsämaita on 3 530 000 hehtaaria, suojelualueita on 1 457 000 hehtaaria ja vesialueita 3 414 000 hehtaaria. Henkilöstöä vuonna 2012 Metsähallituksella oli kaikki tytäryhtiöt mukaan lukien noin kaksituhatta. Metsähallitus työllistää myös erilaisia urakoitsijoita noin tuhannen henkilötövuoden edestä. Suurin osa toiminnasta sijoittuu Pohjois-Suomeen ja sinne maksetaan yli puolet palkoista. Yhteensä noin 54 % Metsähallituksen pääkonttori kuitenkin sijaitsee Vantaalla Tikkurilassa. (metsa.fi).

Metsähallituksen alku sijoittuu 1850 luvulle tarkemmin vuodelle 1859 kun keisari Aleksanteri II allekirjoitti metsänhoitolaitoksen perustamisesta julistuksen. Vuonna 1921 Metsähallitus määrättiin keskusvirastoksi jota johtaa maa- ja metsätalousministeriö. Tämä kyseinen toiminta on pysynyt peruslähdekohtana nykyiselle Metsähallitukselle lukuun ottamatta yksityismetsämaiden hoitoa. 1994 Metsähallituksesta tehtiin valtion liikelaitos joka puolestaan vähensi paljon hallintotehtäviä joita se hoiti vielä virastoaikana. Eräät tulosityksiköt ovat sittemmin erikoistuneet omiksi tuotemerkeiksi kuten, Villi Pohjola, Morenia ja Laatumaa. Villi Pohjola on sittemmin lakkautettu vuonna 2012 ja tytäryhtiö Morenia myytiin puolestaan vuonna 2013. (metsa.fi).

3 TIETOJA NURMEKSEN TIIMIN MAA-AINESPAIKOISTA

Nurmeksen tiimin alueella on kaikkiaan 16 maa-ainespaikkaa jotka ovat Metsätalouden käytössä. Niistä 7 on kalliomurskealueita sekä 8 on soramurskealueita ja yhdestä maa-ainespaikasta on tehty mursketta sekä kalliosta ja moreenista. Maa-ainespaikoista 3 sijaitsee Valtimon, 5 Nurmeksen, 4 Rautavaaran, 1 Juuan, 1 Polvijärven, 1 Kaavin ja 1 Varpaisjärven kunnan alueilla.



© MML, 2014 © Metsähallitus, 2014

Kuva 1. Nurmeksen tiimin alueella olevien maa-ainespaikkojen sijainnit on merkitty ja ne on nimetty.

Maa-ainespaikat on pyritty sijoittamaan tasaisin välimatkoin alueille, joissa Metsähallituksella on paljon valtion maata ja omaa tieverkkoa hoidettavana. Maa-ainespaikkojen välimatkat ovat noin 20–30 kilometriä, mutta joissakin paikoin välimatkat ovat lyhyempiä. Tämä siis alueilla joissa on paljon yhtenäistä Metsähallituksen hoidossa olevaa maata, mutta alueilla joissa Metsähallituksen hoitamat maat ja tieverkko on hyvin hajallaan voi maa-ainespaikkojen välimatkat olla hyvinkin yli 30 kilometriä. Kun alueella ei ole riittävästi tieverkkoa niin sille alueella ei kannata avata maa-ainespaikkaa vaan tarvittava murske ajee-

taan lähimmältä omalta maa-ainespaikalta tai se voidaan myös ostaa urakoitsijalta, jos se tulee halvemmaksi kuin ajaa omaa mursketta kauempaa.

Metsähallitus möi vuonna 2013 tytäryhtiönsä Morenia Oy:n Kiviment Oy:lle. Morenialla on Nurmeksen tiimin alueella muutamia maa-ainespaikkoja joita Metsätalous on saanut käyttää omiin tarpeisiinsa. Morenian myynnillä ei kuitenkaan ollut suurta vaikutusta Metsätalouden toimintaan maa-ainespaikoilla, vaan toiminta jatkuu näillä näkymin lähes samanlaisena kuin ennen myyntiä. Ainoana muutoksena on mahdollisesti tulossa se, että Morenia luopuu parista maa-ainesalueestaan ja antaa ne Metsätalouden hallintaan. Kyseiset alueet ovat Kiieskankaan sora-alue Nurmeksessa ja Mustalaisenkivenkallion maa-ainesalue Kaavilla.



Kuva 2. Kiieskankaan maa-ainesalue sijaitsee Nurmeksessa. Maaperä on hyvä murskausta varten ja siitä tehty murske on laadukasta.

3.1 Ottoluvat ja määrät

Keskimäärin Metsätalouden maa-ainepaikat ovat ottoluvaltaan 10–15 vuotta ja ottomäärän puolesta noin 50 000 m³. Maa-ainepaikoissa joista tehdään soramursketta, on yleensä ottomäärät kuitenkin suuremmat kuin maa-ainepaikoissa joissa murske tehdään kalliosta louhimalla. Morenian hallinnoimissa soramurske maa-ainosalueissa ottomäärät ovat usein noin 70 000–100 000 m³. Maa-ainepaikoista joista murske tehdään kalliota louhimalla, Metsähallitus ei tee kalliolle lujuustutkimuksia ennen maa-ainosalueen avausta. Kallio tutkitaan yleensä vain päällisin puolin ja yleensä tarkastellaan maankuorinnan yhteydessä kalliota halkeamia ja niiden määrä josta voisi mahdollisesti päätellä kalliolaatua. Metsätalous käyttää murskeen lähes 100-prosenttisesti omien teiden pintaan ja kunnostukseen, joten tarkempia tutkimuksia kalliota laadulle ei tehdä kustannusten säästämiseksi. Liikennemäärät teillä joille murske käytetään, on melko vähäistä ja tapahtuu pääasiassa puunkorjuun jälkeen kun rekka-autoilla kuljetetaan puutavara pois.

Maa-ainosalueiden tietojen ja ottolupien seuraamisen helpottamiseksi tehtiin myös Excel-taulukko johon koottiin tärkeimpiä tietoja maa-ainosalueista kuten aloituspäivä, viimeinen voimassaolopäivä, ottomäärät, vuotuinen suurin ottomäärä ja muita tietoja alueen hallinnasta. Taulukkoon on listattu myös sellaisia maa-ainosalueita jotka ovat jo maisemoitu ja poistettu käytöstä tai lopettaminen on vielä osittain kesken. Taulukosta on nyt helpompi seurata Nurmeksen tiimin alueella olevia maa-ainosalueita ja niiden toimintaa. Taulukosta näkee kaiken tärkeimmän tiedon maa-ainosalueesta kerralla ja tietoja ei tarvitse alkaa erikseen etsiä ottoluvista ja suunnitelmista. Kun tämän taulukon yhteydessä käyttää taulukkoa jossa on listattu kesällä mitatut murskemäärät ja vaikutusalueet taulukkoa, niin pystyy selvittämään oikeastaan kaiken tarpeellisen maa-ainosalueista hyvin helposti ja nopeasti. Ennen tiedot ovat olleet hajallaan ja niiden etsimiseen on mennyt turhaan aikaa, mutta nyt tiedot ovat helpommin nähtävissä.

Taulukko 1. Nurmeksen tiimin alueen maa-ainespaikat listattiin taulukkoon ja siihen merkittiin ylös tärkeimpiä tietoja maa-ainespaikoista.

Maa-ainespaikat									
Nimi	Luvan hakija	Luvan haku	Viimeinen	Ottamisaika (vuotta)	Vuosittainen arvio	Kokonaismäärä	Tila		
Jouhtenusvaaran maa-ainesalue	Metsätalous	11.4.2011	12.5.2026	15	3400	51000	Toiminnassa		
Pajupuron maa-ainesalue	Metsätalous	24.2.2005	2005	10	1800	18000	Osittain toiminnassa		
Mustalaisenkivenkallion maa-ainesalue	Morenia	28.12.2005	4.1.2015	10	7000	70000	Toiminnassa		
Aittolahden sora-alue	Metsätalous	23.3.2004	30.6.2014	10	2400	24000	Toiminnassa		
Hökän valtionpuisto	Metsätalous	17.2.1999	10.2.2009	10	4500	45000	Maisemoitu		
Kiieskankaan sora-alue	Metsätalous/Morenia	14.1.2005	1.7.2015	10	16000	160000	Toiminnassa		
Marjovaaran maa-ainesalue	Metsätalous	24.2.2010	24.6.2025	15	5300	80000	Toiminnassa		
Porttijoen sora-alue	Metsätalous	1.12.2006	28.2.2017	10	1500	15000	Maisemoitu		
Raesärkkien sora-alue	Metsätalous/Morenia	1.12.2003	13.12.2014	10	7000	70000	Osittain toiminnassa		
Tiaissuon kallioalue	Metsätalous	30.1.2009	2.7.2024	15	3333	50000	Toiminnassa		
Hirvivaara 3	Metsätalous	13.9.2001	31.12.2011	10	3300	33000	Maisemoitu		
Hirvivaara 4	Metsätalous	1.12.2003	2003	10	2500	25000	Maisemoitu		
Hirvivaaran maa-ainesalue	Metsätalous	21.3.2012	30.6.2027	15	4500	68600	Toiminnassa		
Pakkaslammen sora-alue	Metsätalous	23.1.2007	2007	10	2400	24000	Maisemoitu		
Pelkkäkangas	Metsätalous/Morenia	5.4.2001	2011	10	8000	80000	Maisemoitu		
Sieran maa-ainesalue	Metsätalous	3.3.2010	30.6.2025	15	2600	40000	Toiminnassa		
Silvon Maa-ainesalue	Metsätalous	25.1.2011	31.12.2026	15	3500	53000	Toiminnassa		
Viiisituhantisen sora-alue	Metsätalous	18.1.2007	2017	10	5500	55000	Maisemoitu		
Viiisituhantisen sora-alue 2	Metsätalous	7.8.2009	5.7.2020	10	12000	120000	Maisemoitu		
Kansikkovaaran maa-ainesalue	Metsätalous	8.11.2011	18.12.2026	15	3600	55000	Toiminnassa		
Likolammen sora-alue	Metsätalous/Morenia	7.6.2005	17.7.2015	10	4500	45000	Toiminnassa		
Omenamäen sora-alue	Morenia	7.7.2003	10.7.2014	10	11000	110000	Toiminnassa		
Sauna-aho 2	Morenia	23.11.2004	3.1.2015	10	10000	10000	Maisemoitu		
Juudinsalo 1 sora-alue	Metsätalous	29.10.1998	31.12.2008	10	2800	28000	Maisemoitu		
Hepoharjun sora-alue	Metsätalous	11.5.2005	13.12.2012	10+10	4500	85000	Toiminnassa		

3.2 Pohjatutkimukset

Uusille maa-ainespaikoille ja tieverkolle suoritettavat pohjatutkimukset eivät ole Metsähallituksella kovinkaan suuret kustannusten säästämiseksi. Kuitenkin jo pienillä maastossa tehtävillä tutkimuksilla voidaan saada tärkeää tietoa maaperästä ja voidaan suunnitella tarvittavat työmenetelmät uuden maa-ainesalueen tai tien tekoa varten. Uudelle maa-ainesalueelle suoritettavia maaperäntutkimuksia tehdään mahdollisesti ensiksi teräksisellä maahan painettavalla tangolla, jolla saadaan suuntaa esim. kallion päällä olevan maakerroksen paksuudesta. Maakerroksen paksuus vaikuttaa maansiirtoon ja kaivamiseen ja jos poistettavaa maata on paljon, niin työ hidastuu ja poistettaville maa-aineksille tarvitaan huomattavasti suurempi alue johon ne läjitetään. Jos maa-ainespaikka sijaitsee sorapitoisella alueella ja murske aiotaan tehdä sorasta murskaamalla, suoritetaan mahdolliset pohjatutkimukset myös aluksi teräsrassilla, mutta tarkemman kuvan maaperästä saadakseen jatkotutkimuksia tehdään kaivinkoneella. Kaivinkoneella kaivetaan kaivantoja ympäri aluetta johon maa-ainespaikka on suunnitteilla. Tämän avulla nähdään paremmin maaperä ja siitä voidaan päätellä sen sopivuutta murskausta varten.

Tieverkolle suoritettavat pohjatutkimukset suoritetaan maastossa pääasiassa myös maahan työnnettävällä terästangolla, jonka avulla saadaan selville mahdollisen turvepitoisen maakerroksen paksuus jonka perusteella voidaan suunnitella tielle mahdollista lisämaa-aineksen ajoa ja risumaton tai telalavan rakentamista tienrunгон kantavuuden lisäämiseksi. Metsähallituksen tieverkon tavoitekantavuus uusia teitä rakentaessa ja vanhoja peruskorjattaessa, on 80 MPa. Kuitenkaan tarkkoja mittauksia ei voida suorittaa läheskään kaikille teille kustannussyistä, vaan mahdollisia kantavuusmittauksia teetätetään suurimmille ja eniten liikennöidyille runkoteille. Telalavan ja maapenkan ajon avulla voidaan ylittää pehmeitäkin suoalueita ja saada tie kantavaksi rekkaliikennettä varten. Tie voidaan tehdä pehmeällekin maalle, joka aiheuttaa vaan sen, että tienrunгон kuivatus ja tiivistäminen lisääntyvät ja murskeen määrä joka tielle tarvitaan kasvaa, joka puolestaan nostaa valitettavasti kustannuksia.

3.3 Murske

Vuonna 2013 Nurmeksen tiimin alueella Metsähallitus käytti yhteensä noin 50 000–60 000 tonnia mursketta teiden kunnossapitoon ja uusien rakentamiseen. Vuosina jolloin on ollut eniten peruskorjauksia ja uusien teiden rakentamista on käytetyn murskeen määrä ollut jopa noin 90 000 tonnia vuotta kohden. Nykyään teiden kunnossapito määrät ovat olleet laskusuuntaiset joten myös murskeen menekki on vähentynyt, joka puolestaan on hidastanut ja vähentänyt uusien maa-ainespaiikkojen avausta. (Murskemäärät, Ilmo Heikkinen Metsähallitus)

Osana insinööriyötä suoritettiin osalle Nurmeksen tiimin alueen maa-ainespaiikoille murskeen mittausta. Maa-ainespaiikoilta on voitu ajaa mursketta pieniä määriä useamman vuoden aikana ja murskemäärien päivitys on voinut jäädä jälkeen, joten listatut murskemäärät voivat olla todellisuudessa aivan erilaiset kuin mitä todellisuudessa maa-ainespaiikoilla on. Ennen itse mitattavien kasojen mittausta suoritettiin tarkastus murskekasoille joiden murskemäärä tiedettiin tarkalleen ja näin pystyttiin näkemään kuinka tarkalleen murskemäärän voi saada askelmitoin ja arvioimalla korkeuden. Tulokseksi mitatut määrät olivat tarpeeksi lähellä oikeaa murskeen määrää joten askelmitoin suoritettavaa mittausta pidettiin riittävän tarkkana.

Taulukko 2. Murskemäärät listattiin taulukkoon maa-ainespaikoista, joissa murskeen määrästä ei ole ollut tarkempaa päivitettyä tietoa.

Murskemäärät				
(Määrät ovat mitattu askelmitoin joten ovat suuntaa antavia)				
Murskemäärät (tonnia)				
Maa-ainesalue	0-20 mm	0-32 mm	0-56 mm	0-100 mm
Kiieskankaan sora-alue	1500	3200	5000	ei mitattu
Aittolahden sora-alue	4400	9200	11500	ei mitattu
Tiaissuon kallioalue	1600	6900	3000	ei mitattu
Marjovaaran maa-ainesalue	1500	5000	1800	ei mitattu
Likolammen sora-alue	0	20000	2300	ei mitattu
Omenmäen sora-alue	2000	5200	4600	ei mitattu
Sieran maa-ainesalue	7000	7600	6600	ei mitattu
Jouhtenusvaaran maa-ainesalue	1300	5700	3900	ei mitattu
Juudinsalon sora-alue	2500	9000	2700	2000
Pelkkäkangas	5000	9200	3000	ei mitattu

Mittaus suoritettiin sillä tavalla, että ensiksi murskekeasan pohja ajateltiin nelikulmioksi ja mittaamalla askelmittoja käyttäen sivujen pituudet. Murskekeasat olivat kuitenkin niin monen muotoisia ja osa kasoista olikin niin pyöreitä, että ne voitiin ajatella kartioiksi ja laskeasen avulla pohjanala. Kun pohjanala saatiin mitatuksi, niin kasa ajateltiin kuutioksi tai kartioksi ja sen korkeus suoritettiin arvioimalla. Kun pohjanala ja kasan keskikorkeus oli arvioitu ja kuutiomäärä oli laskettu, niin sen jälkeen kuutiomäärät muutettiin tonneiksi. Metsähallituksella muutuskertoimena käytetään 1.65. Muuntokerroin vaihtelee riippuen murskeen koosta, mutta kerroin vaihtelee kuitenkin vain sen verran vähän joten työn helpottamiseksi Metsähallituksella käytetään kaikelle murskeelle samaa muuntokerrointa.

Maa-ainespaikoilta käytettävä ja aines on Metsähallituksella pääasiallisesti mursketta, joka murskataan sorasta tai kalliosta räjäyttämällä tehdystä louheesta. Mursketta on pääasiallisesti neljää eri kokoa ja eniten käytetty koko on 0–32 mm. Muut kokoluokat ovat 0–20 mm, 0–56 mm ja 0–100 mm. 0–20 mm mursketta käytetään yleensä vain isoimpien ja eniten liikennöityjen runkoteiden ja alueteiden pintaan. Vähemmän liikennöidyillä alueteilla ja varsiteillä kulutuskerrokseksi laitetaan yleensä 0–32 mm, mutta joissakin huonomman kantavuuden teillä kulutuskerrokseksi voidaan jopa jättää 0–56 mm murske. Tämä kuitenkin on melko harvinaista, koska 0–56 mm murske aiheuttaa sen, että tiellä on melko epämuokava ajaa autolla, koska murske on raekooltaan suurta. Eniten 0–56 mm mursketta käytetään tuomaan lisäkantavuutta ohuemman kulutuskerroksen alla. 0–100 mm mursketta eli molskottia käytetään kaikista vähiten ja sen tärkein käyttökohde on huonokantavuuksien

teiden kerroksiin pintakerroksen alle, koska se tuo hyvin kantavuutta lisää pehmeälle maaperälle rakennetuille teille.



Kuva 3. Murskeen teko käynnissä. Maaperä on paikoitellen raekooltaan pientä ja hiekkaista, mutta saatu murske on riittävän hyvää pienemmille teille.

3.4 Murskeen kuljetus

Nykyään kun polttoaineen hinnat ovat suhteellisen korkeat, ovat myös murskeen kuljetuksen kustannukset nousseet huomattavasti. Metsähallituksella murskeen ja sen kuljetuksen osuus on kasvanut koko ajan teiden peruskorjauksen kustannuksissa, joten ajomatkojen lyhentäminen ja lyhimmän reitin löytäminen on entistä tärkeämpää. Mursketonnin kuljetuksen hinta nousee Metsähallituksella keskimäärin 13 senttiä kilometriä kohden. Kun mursketta ajetaan peruskorjaustielle keskimäärin noin 400 tonnia kilometrille ja vuonna 2013 Nurmeksen tiimin alueella ajettiin yhteensä noin 55 000 tonnia, niin ajomatkojen lyhentäminen reittien ja oikean maa-ainesalueen valinnalla on tärkeä vaikutus kustannuksissa. Paikoitellen kuitenkin lyhyin reitti ei välttämättä ole se nopein ja ei myöskään kustannustehokain. Paikoin tien kunto määrää reitin josta mursketta kuljetetaan. Vaikka tietty reitti olisi monta kilometriä lyhyempi, mutta tie on kantavuudeltaan pienempi voi tie rikkoutua ajon yhteydessä niinkin pahoin, että matkan avulla säästetyt kustannukset menevät nopeasti ajatun tien jälkikunnostukseen. Metsähallituksen tieverkko on onneksi keskimäärin niin hy-

vässä kunnossa, että mursketta ja myös puuta voidaan ajaa kaikkia teitä pitkin ja teille aiheutuvat vauriot ovat hyvin vähäiset.

Kelirikon aikana paikoitellen joutuu Metsähallituskin asettamaan painorajoituksia teilleen ja se vaikuttaa myös murskeen kuljetukseen, mutta koska murske ajetaan pääosin kesäisin, niin kelirikolla on vähäisemmät vaikutukset murskeen ajoon kuin puutavaran ajoon. Paikoin mursketta joudutaan kuitenkin ajamaan myös talvella. Uudet tiet joiden runko on niin pehmeä, että se ei millään kestä ajaa kesäisin, joudutaan niille murske ajamaan talvella kun maa on jäänytynyt. Tämä taas yleensä aiheuttaa sen, että seuraavana keväänä tai alkukesästä joudutaan tietä käymään tiivistämässä jotta murske kantaisi paremmin. On huomattu, että kun murske ajetaan talvella, niin maanpinta on jäässä ja murske ei painu ja tiivisty tienpintaan yhtä hyvin kuin sulanmaan aikana. Tämä puolestaan aiheuttaa sen, että keväällä maan sulaessa tienpintamurske ei ole välttämättä tiivistynyt tarpeeksi ja näin ollen tien pinta ei kestä liikennettä riittävästi. Kun tietä joudutaan käymään tiivistämässä ja mahdollisesti paikkaamassa uudestaan niin se tuo luonnollisesti lisäkustannuksia. Johtopäätöksenä voikin todeta sen, että talvella kannattaa ajaa murske vain niille teille, joille se on aivan pakko suorittaa jäätyneen maan aikana mahdollisten jälkitöiden tuomien lisäkustannusten karsimiseksi.

Kelirikon aikana joudutaan tietenkin enemmän paikkaamaan mahdollisesti rikkoutuneita kohtia jolloin murskeen ajoreitit on katsottava entistä tarkemmin juuri teiden huonomman kantavuuden takia. Myös hyvin sateiset kesät vaikuttavat jonkin verran Metsähallituksen teiden kantavuuteen ja se tuo esiin kelirikon aikaiset ongelmat myös kesällä, joka voi puolestaan sotkea murskeen ajoa ja vaikuttaa teiden kunnossapitoon ja peruskorjauksien etenemiseen. Juuri tällaisten sateisten kesien aikana on huomattu tien kuivatuksen jakulutuskerroksen murskeen tärkeys. Kun kulutuskerros on hyvää mursketta ja kuivatus toimii, eivät sateet vaikuta läheskään niin paljoa tien kantavuuteen. Varsinkin uusilla juuri rakennetuilla teillä on murskeen osuus todella tärkeässä osassa tien käyttöönoton nopeutta ajatellen. Kun murske ajetaan oikein tielle ja ajaminen aloitetaan alkupäästä, autot polkevat ja tiivistävät murskeen hyvin samalla kun ajavat sitä lisää tielle. Murskeen hyvän tiivistymisen on huomattu vaikuttavan paljon positiivisesti tien kantavuuteen ja tie on saatu otettua käyttöön huomattavasti nopeammin. Myös tien lanaus helpottuu jälkepäin kun murske on ajettu tasaisesti ja murskekerroksen paksuus on sama joka kohdassa. Juuri tätä on valvottava ja tarkasteltava murskeen ajon yhteydessä ja informoitava urakoitsijoita tarpeeksi.

4 UUDET MAA-AINESPAIKAT METSÄHALLITUKSELLA

Metsähallitus tarvitsee aina uusia maa-ainespaikkoja kun nykyisistä loppuu ottolupa tai paikka suljetaan jostain muusta syystä. Maa-ainespaikkojen vaikutusalueita määritettäessä samalla tarkasteltiin olisiko jonnekin päin mahdollista ja kannattavaa alkaa tehdä aivan uutta paikkaa maan ottoa varten. Käytössä olevissa maa-ainespaikoissa olevat ottomäärät tulevat täyteen melko nopeasti niiden suhteellisen pienen koon johdosta joten uusia paikkoja tarvitaan aina ja niiden mahdollisia paikkoja tarkkaillaan jatkuvasti.

Maa-ainesalue josta murske tehdään kalliosta louhimalla, on tietenkin kalliimpi avata kuin sellainen josta voi soraharjusta alkaa suoraan syöttämään tavaraa murskaimeen. Kalliomurskealueilta saa tietenkin pienemmällä ainesmäärällä enemmän mursketta, mutta louhinta ja siihen liittyvät työt tuovat huomattavasti lisää kustannuksia, mutta jos maa-aineksen itsensä arvo lasketaan kokonaiskustannuksiin niin silloin hintaeroa kalliosta tai sorasta tehtäviin murskeisiin ei tule juurikaan. Koska Metsähallitus käyttää kuitenkin lähes kaiken murskeen omien teiden kunnostukseen ja rakentamiseen tulee silloin sorasta tehtävä murske halvemmaksi juuri kalliomurskealueen korkeiden avaamiskustannusten takia. Nurmeksen tiimin alueella soraharjut joista voisi alkaa tehdä mursketta, ovat kuitenkin melko harvinaisia. Paikoin sellaiset kohteet ovat jo käytössä tai ovat jo käytetty niin, ettei käyttökelpoista maa-ainesta ole enää jäljellä riittävästi uudelleenottoa varten. Tiimin alue on enemmän vaara-aluetta kuin soraharjuja, joten mahdollisia kohteita on paljon enemmän kalliomurskealueen avaukseen. Tästä johtuen lähes kaikki uusimmat avatut maa-ainesalueet ovat juuri kalliomurskealueita.

4.1 Uusien mahdollisten maa-ainespaikkojen tutkiminen

Insinööriyön osana oli tarkastella mahdollisten uusien maa-ainesalueiden paikkoja. Tarkastelu suoritettiin alussa kartan avulla josta pystyi näkemään jo olemassa olevat maa-ainesalueet ja samalla arvioimaan niiden välimatkaa toisiinsa. Jos maa-ainesalueiden välimatka oli yli 25–30 kilometrin riippuen tieverkonmäärästä joka on niiden välissä. Jos väli-alueella on paljon Metsähallituksen tieverkkoa, niin mahdolliselle uudelle maa-ainesalueelle voisi olla tarvetta. Samalla täytyi tarkastella jo olemassa olevien maa-ainesalueiden ottolupia jotta voitiin nähdä onko ottolupa kuinka pitkään voimassa ja kuinka paljon ottomäärää on jäljellä. Jos ottolupaa ei ollut enää paljon käytettävissä, niin tarve uudelle maa-ainesalueelle kasvaa entisestään. Kun tarkastelu oli suoritettu ja mahdolliselle uudelle maa-

ainesalueelle löytyisi tarve, niin sen jälkeen tarkasteltiin kartalta ja maastossa olisiko paikalla kallion reunaa josta olisi helppo alkaa louhia tai soraharjua josta voisi alkaa murskata mursketta. Tästä pidemmälle tarkastelua ei enää viety ja itse päätös uusien maa-ainespaikkojen avaamiselle jätettiin myöhemmälle ajan kohdalle.

Vaikka Metsähallitus ei tee lujuustestejä kalliomurskeelle voidaan kokemuksen perusteella jo sanoa kuinka hyvin murske kantaa ja kestää tienpinnassa. Myös tätä seikkaa tuli pitää silmällä tarkasteltaessa uusi kohteita murskeen tekoa varten. Sieran maa-ainesalueella kalliosta tehtävä murske on todella huonolaatuista ja se jauhautuu märällä kelillä tien pinnassa liejumaiseksi ja menettää lähes kaiken kantavuutensa. Tämän on arveltu johtuvan suuresta kiilteen määrästä, mutta tarkempia tutkimuksia kivelle ei ole suoritettu. Kuivalla kelillä kuitenkin murske tiivistyy tien pinnassa lähes asfalttimaiseksi joten sitä on käytetty pienemmillä teillä ja hieman normaalia karkeampana.

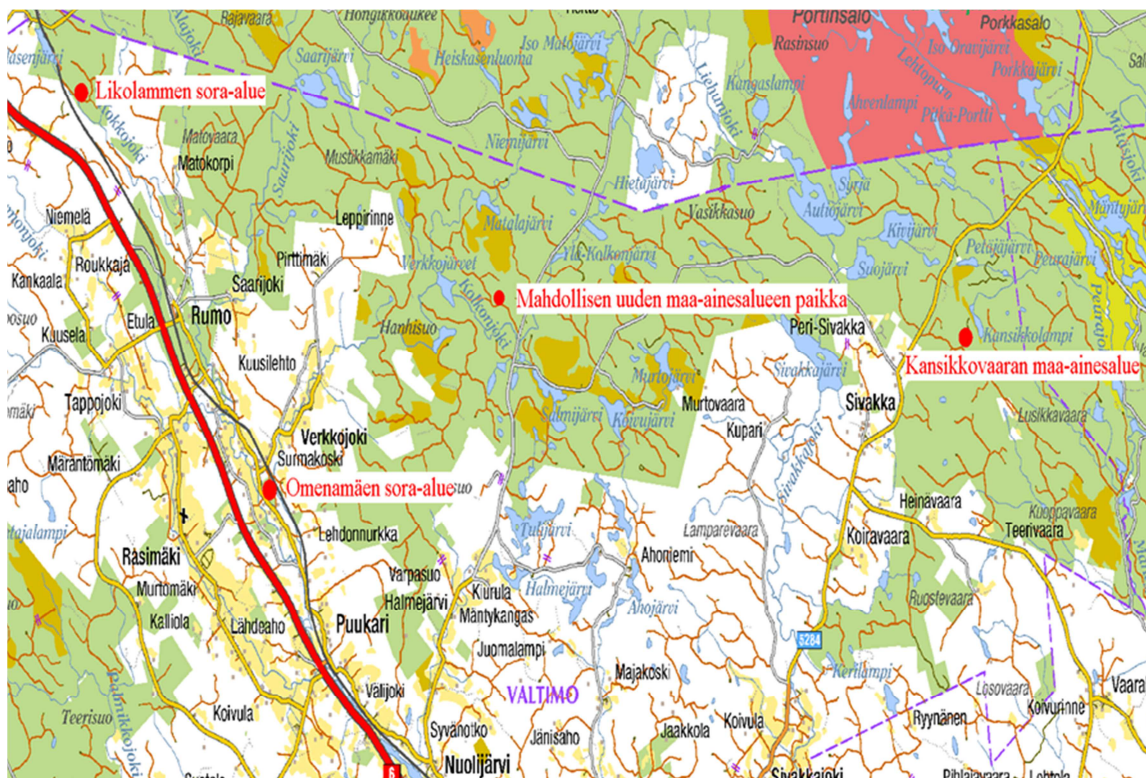
Hyvä uusi paikka on sellainen joka on suhteellisen lähellä jotain isompaa tietä kuten runko- tai aluetietä jolloin murskeen kuljetus helpottuu ja tarve kokonaan uusien teiden rakentaminen maa-ainespaikkaa varten vähenee huomattavasti. Nämä asiat huomioiden saadaan aloituskustannuksia pienemmiksi. Tietenkin paikan on muutenkin oltava sopiva kallionleikkausta tai soranottoa varten. Liian matalasta harjusta tai kalliosta ei kannata alkaa tehdä mursketta, koska ottokorkeudet on määrätty ja näin ollen liian matalista kohteista ei kannata alkaa louhia, koska silloin louhittava pinta-ala kasvaa liian suureksi. Myös maaperä mahdollisen louhinta kohdan lähellä on tärkeässä osassa ajatellen läjitysalueita. Jos maaperä on pehmeää ja turvepitoista niin varastointialueen tekeminen vaikeutuu huomattavasti ja louhittua tavaraa joutuu käyttämään turhaan itse läjitysalueen kantavuuden kasvattamiseen. Tämä taas vähentää saatavan murskeen määrää ja lupaa menee hukkaan.



Kuva 4. Kansikkovaaran maa-ainesalue Valtimolla. Kyseisestä kalliosta tehtävä murske on yksi paraslaatusimmista kaikista Nurmeksen tiimialueen maa-ainespaikoista.

4.2 Valtimon alue

Vaikutusalueita ja ottolupia tarkasteltaessa esiin tuli muutamia kohteita ja alueita joissa vanhat maa-ainespaikat alkavat olla lopussa ja niiden välimatkat ovat muutenkin melko suuret. Yksi mahdolliselle uudelle maa-ainespaikalle oleva paikka sijaitsee Valtimolla Halmejärvellä Verkkovaarassa. Kohde sijaitsee aivan Halmejärvi-Rumo runkotien varressa ja sen lähetyvillä on jo otettu soraa harjusta. Paikka on sopivaa rinnettä joka alkaa nousta aivan tiestä ja päällisin puolin katsottuna maa vaikuttaa juuri sopivalta kiviseltä moreenilta, mutta tarkemman tiedon maaperän laadusta saisi vasta kun paikalla tulisi käyttää kaivinkonetta ja tehdä koekaivantoja pitkin rinnettä.

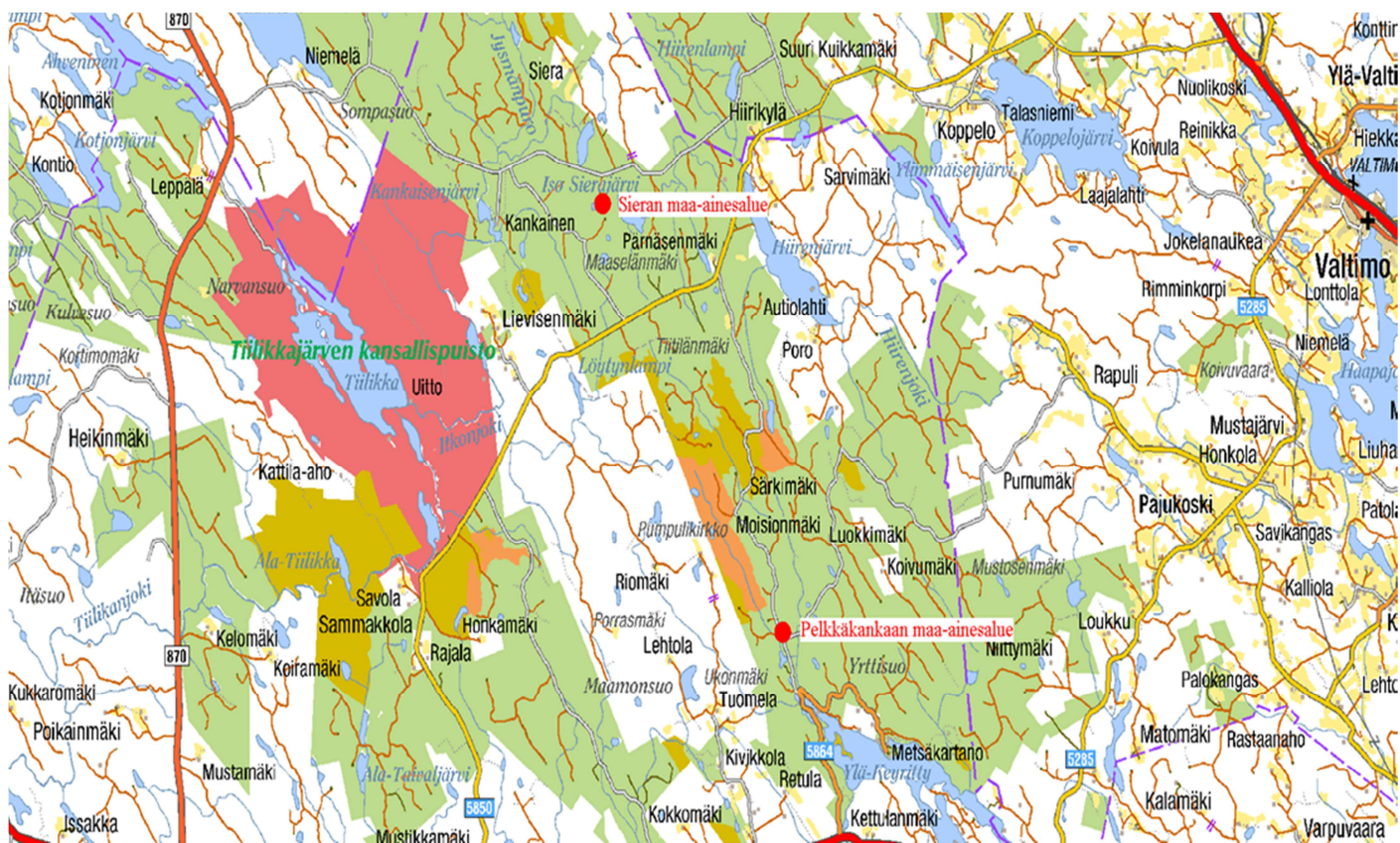


© MML, 2014 © Metsähallitus, 2014

Kuva 5. Valtimon kunnan alueella jo olemassa olevat Metsähallituksen käytössä olevat maa-ainespaikat ja mahdollisen uuden maa-ainespaikan sijainti.

4.3 Rautavaaran alue

Toinen melko tärkeäkin uusi paikka sijaitsee Rautavaaralla Pelkkäkankaan soramurskema-ainespaikan läheisyydessä. Metsäkartanolle vievän tien läheisyydessä sijaitseva Morenian hallinnoima maa-ainespaikka jossa oli myös useampi tuhat tonnia metsätalouden omistamaa murskettua. Kyseisen maa-ainespaikan ottolupa on päättynyt ja se on maisemoitu. Rautavaaralla Sierassa sijaitseva Sieran maa-ainesalue on Pelkkäkankaan viereinen ottoalue ja on yksi tärkeimmistä ja suurimmista kalliomurskema-ainesalueista. Sillä on vaikutusalueella noin 225 kilometriä tieverkostoa.



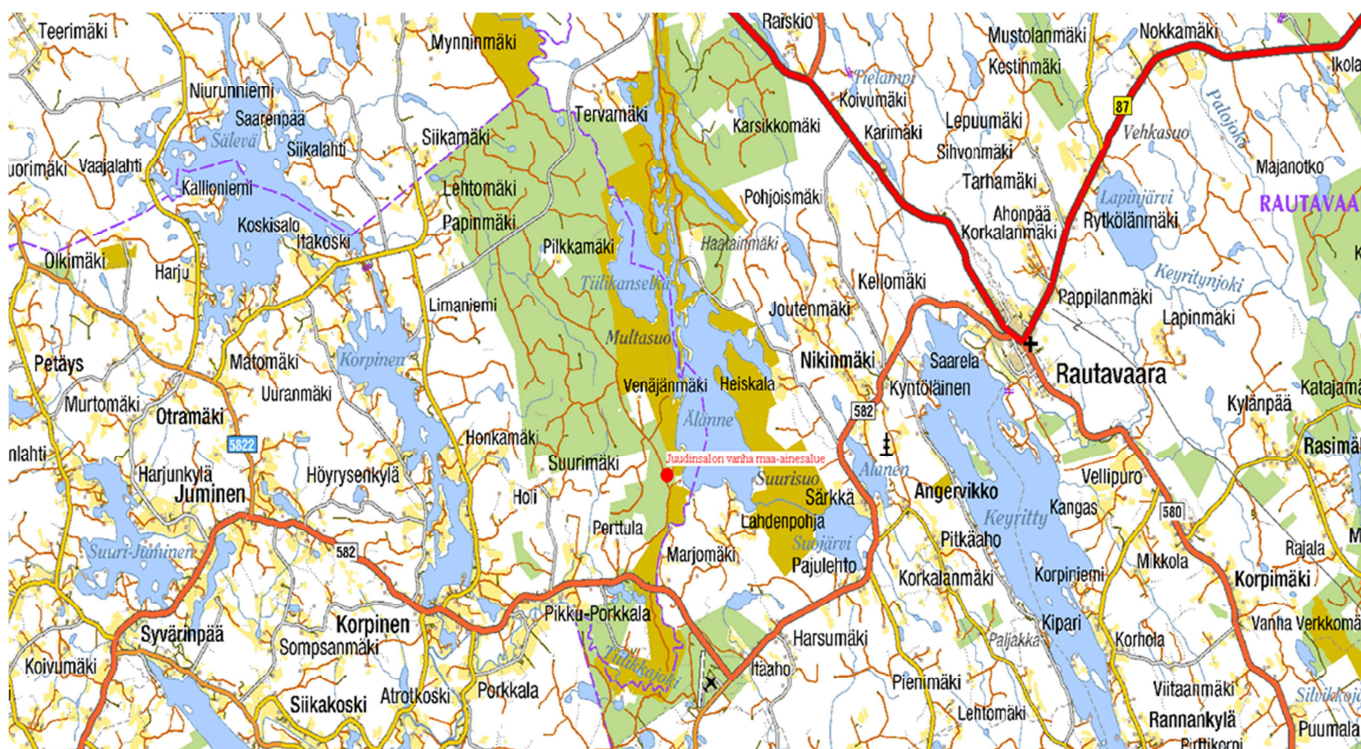
© MML, 2014 © Metsähallitus, 2014

Kuva 6. Sieran- ja pelkkäkankaan maa-ainesalueet Rautavaaran kunnan alueella.

Pelkkäkankaan ottoluvan loputtua Sieran maa-ainesalueen merkitys kasvaa ennestään ja se tuottaa samalla ongelmia johtuen sen huonosta kallion laadusta. Kallio on väriltään hyvin mustaa ja siitä tehty murske jauhautuu tiellä hyvin ohueksi ja märällä kelillä sen kantavuus häviää melkein kokonaan ja tie liejuuntuu pahasti. Kallion huonosta laadusta johtuen paras vaihtoehto olisi perustaa uusi maa-ainespaikka Sieran maa-ainesalueen ja Pelkkäkankaan alueen väliin Maanselänmäen ja Pärnäsenvaaran alueelle jolloin se palvelisi molempien maa-ainespaikkojen vaikutusalueita.

4.4 Varpaisjärven alue

Myös Varpaisjärvellä sijaitsevaan Juudinsalon alueelle olisi hyvä alkaa tarkemmin etsiä uuden maa-ainespaikan kohtaa, koska siellä sijaitseva vanha maa-ainespaikka on jo maise-moitu ja siitä murskeen teko on lopetettu. Paikalla on kuitenkin vielä yhteensä noin 16 000 tonnia valmista neljän eri kokoluokan mursketta, joten valmista mursketta on usean kymmenen kilometrin peruskorjaustarvetta varten.



© MML, 2014 © Metsähallitus, 2014

Kuva 7. Vanha Juudinsalon maa-ainespaikka ja keltaisella värillä on merkityt suojellut NATURA-alueet.

Suurin osa Juudinsalon alueesta jossa on Metsähallituksen tiestöä, on kivennäismaa pohjaista harjua ja kangasta, joten uudelle maa-ainespaikalle on mahdollisia kohtia hyvin jos ajatellaan maaperän kannalta. Uuden maa-ainesalueen avaus vaatii kuitenkin tarkempia tutkimuksia ja mahdollisesti koekaivantoja, että löydettäisiin mahdollisimman hyvä maaperä murskeen tekoa varten. Liian hiekkapitoinen maaperä ei sovi murskaukseen. Pieni osa alueesta kuuluu suojeltuun NATURA-alueeseen, mutta suojellun alueen suhteellisen pieni koko ei luultavammin tuota ongelmia uuden maa-ainesalueen avauksessa.

5 UUDEN MAA-AINESPAIKAN AVAUS

5.1 Maa-aineslupa

Maa-aineslupa vaaditaan maanomistajalta jos hän ottaa hiekkaa, soraa, kiveä, multaa ja savea ja aikoo käsitellä sitä. Maa-ainestoiminnassa, jossa kiinteän tai siirrettävän murskaamon toiminta-aika on yli 50 vuorokautta vuodessa, tarvitaan ympäristölupa. Ympäristönsuojelulaki velvoittaa käyttämään tekniikoita ja työmenetelmiä, jotka ovat ympäristön kannalta parhaita. Maa-aineslain mukaan lupaa ei myönnetä jos pohjavedelle, ympäristölle ja maisemalla aiheutetaan vakavia haittoja. (Maa-ainesammattilaisen ympäristö-ABC).

5.2 Lait

Maa-aineslaissa on kerrottu maa-ainesten ottamisen rajoitukset

”Tässä laissa tarkoitettuja aineksia ei saa ottaa niin, että siitä aiheutuu:

- 1) kauniin maisemakuvan turmeltumista;
- 2) luonnon merkittävien kauneusarvojen tai erikoisten luonnonesiintymien tuhoutumista;
- 3) huomattavia tai laajalle ulottuvia vahingollisia muutoksia luonnonolosuhteissa; tai
- 4) tärkeän tai muun vedenhankintakäyttöön soveltuvan pohjavesialueen veden laadun tai antoisuuden vaarantuminen, jollei siihen ole saatu vesilain mukaista lupaa. (Maa-aineslaki 1981, 3§.)

Luonnonsuojelulaki estää kaikenlaisen maa-ainesten oton ja käsittelyn luonnonsuojelualueella. Myös Natura 2 000-verkoston alueet ovat suojeltuja ja kaikenlainen maa-ainestoiminta on kielletty jos se vaarantaa mahdollisesti suojeltuja alueita. Toimintalupa voidaan evätä, vaikka maa-ainesalue ei olisikaan Natura 2000- alueella, mutta suojellun alueen luonnonvarat mahdollisesti vaarantuvat lähellä olevan maa-ainesalueen toiminnasta. (Maa-ainesammattilaisen ympäristö-ABC).

Luonnonsuojelulaissa on eritelty tarkemmin rauhoitussäännökset ja alueilla kielletyt toiminnot.

”Kansallispuistossa ja luonnonpuistossa on luontoa muuttava toiminta kielletty. Näillä alueilla ei saa:

- 1) rakentaa rakennuksia, rakennelmia tai teitä;
- 2) ottaa maa-aineksia tai kaivoskivennäisiä eikä vahingoittaa maa- tai kallioperää;
- 3) ojittaa;
- 4) ottaa taikka vahingoittaa sieniä, puita, pensaita tai muita kasveja tai niiden osia;

5) pyydystää, tappaa tai hätyyttää luonnonvaraisia selkärangaisia eläimiä tai hävittää niiden pesiä eikä pyydystää tai kerätä selkärangattomia eläimiä; eikä

6) ryhtyä muihinkaan toimiin, jotka vaikuttavat epäedullisesti alueen luonnonoloihin, maisemaan taikka eliölajien säilymiseen.

Mahdollisuudesta kieltää tai rajoittaa liikkumista, leirytymistä, maihinnousua sekä kulku-
neuvon pitämistä luonnonsuojelualueella säädetään 18 §:ssä. (Luonnonsuojelulaki 1996,
13§.)

Vesilaissa on myös selkeät ohjeet siitä, milloin maa-ainesalueen toiminta on kielletty pohjavesialueella. Pohjavedenmuuttamiskiellon mukaan mihinkään toimintaan, joka voi vaarantaa kiinteistöjen pohjavedensaantia tai haittaa muuta pohjavesiesiintymän käyttöä ei saa ryhtyä ilman viranomaisen lupaa. Vesilaissa oleva vesistön muuttamiskiello koskee toimenpiteitä, jotka voivat aiheuttaa muutoksen veden syvyyteen, vedenjuoksuun tai muuhun vesiympäristöön. (Maa-ainesammattilaisen ympäristö-ABC).

5.3 Uuden maa-ainespaikan perustaminen Metsähallituksella

Kun aletaan suunnitella uuden maa-ainespaikan avausta, on ensimmäiseksi tarkasteltava, ettei Metsähallituksella itsellään ole alueelle jotain suojelua joka estäisi mahdollisesti uuden maa-ainesalueen avauksen. Sorapitoisella maaperällä sijaitsevalla kohteella tehdään mahdollisia koekaivauksia, jotta maaperän laatu nähdään paremmin ja syvemmältä. Kalliomurskealueilla tulee tarkastella maaperää johon kallio laskee, koska Metsähallituksella murskeen varastointi tehdään aina samaan paikkaan josta maaperää leikataan. Jos maaperä on kivennäismaata, niin varastointialueen teko on helppoa ja suhteellisen edullista. Jos maaperä on turvepitoista, niin silloin varastointialueen teko vaikeutuu ja kustannukset nousevat korkeiksi. Kun päätös avata maa-ainesalue on tehty, lähestytään seuraavaksi kunnan rakennustarkastajaa tai ympäristöviranomaista ja selvitetään heiltä onko mahdollisia esteitä maa-ainesalueen avaukselle. Jos mitään mahdollisia esteitä ei tule esiin antaa Metsähallitus yleensä konsultille tehtäväksi laatia suunnitelma, mutta nykyään on Metsähallituksen edustaja entistä enemmän mukana suunnitelman laadinnassa, jotta suunnitelmasta tulee paras mahdollinen juuri Metsähallitukselle. Kun otto-suunnitelma on hyväksytty kunnan puolelta, on aika alkaa rakentaa mahdollista tietä ja varastointialuetta maa-ainespaikalle. Kalliomurskealueilla kallion päällä oleva maakerros täytyy kaivinkoneella kaivaa puhtaaksi mahdollisesta maa-aineksesta. Alueelle tulee rakentaa korkokolmia, johon merkitään alin sallittu ottokorko. Kolmio rakennetaan lankuista ja siihen merkitään alin ottokorko, ja kuinka paljon alempana se on rakennetusta korkokolmiosta. Korko selvitetään vaaituskoneella suunnitel-

maan merkitystä tunnetusta korosta. Yleensä alin ottokorko on vähintään 2 metriä pohjaveden pinnan yläpuolella ja tätä tarkastellaan maa-ainespaikalle asennettavasta pohjavesiputkesta. Pohjaveden korkeus mitataan putkesta yleensä pari kertaa vuodessa ja mitaukset tehdään alkukesästä ja syksyllä.



Kuva 8. Hirvivaaran maa-ainesalue sijaitsee Rautavaaralla. kallionottokorkeus on suhteellisen matala ja kallio on halkeillut todella paljon. Tehty murske on kuitenkin hyvä laatuista. Tarkemmat pohjatutkimukset olisivat voineet olla tarpeen.

5.4 Maa-ainespaikan hoito ja lopetus

Maa-ainesalueella täytyy tietenkin asentaa ja laittaa tarvittavat suoja-aidat louhitun penkan päälle, jottei kukaan pääse putoamaan alas. Urakoitsijoille on informoitava, että heidän on käytettävä asian mukaisia polttoainesäiliöitä ja niiden suojauksia. Tielle joka vie maa-ainesalueelle, täytyy asentaa kyltti jossa ilmoitetaan tarvittavat tiedot ja kiellot. Asiattomilta on pääsy kielletty Metsähallituksen maa-ainesalueille. Joka vuosi kuitenkin valitettavasti joltain maa-ainesalueilta käydään luvattomasti ottamassa mursketta, mutta onneksi murskeen määrät ovat olleet melko vähäisiä. Vähäinenkin määrä on tietenkin liikaa ja jos sitä tapahtuu useammalla maa-ainesalueilla ja useaan kertaan niin rahallista tappiota alkaa kertyä valitettavan paljon. Asiattomien pääsyn ja murskeen luvattoman oton estämiseksi paras keino olisi rakentaa tielle lukittu puomi joka estää pääsyn ajoneuvolla maa-ainesalueelle.

Kun kaikille työntekijöille ja urakoitsijoille joiden tarvitsee päästä maa-ainesalueelle, annettaisiin avain, ei puomista olisi suurtakaan haittaa töiden hoitamiseen.

Maa-ainesalueen lopetus ja maisemointi hoidetaan, kunhan ottolupa on päättynyt tai maa-aineen ottaminen päätetään jostain syystä lopettaa. Kallio alueilla jo louhinnan yhteydessä kannattaa huomioida maisemointi ja suorittaa louhiminen sillä tavalla, jotta maisemoitavaa rinnettä ja penkkaa jäisi mahdollisimman vähän ja jäljelle jäävä olisi helppo maisemoida. Metsähallituksella maisemoiduille maa-ainesalueille yleensä istutetaan puuntaimet ja näin alue pyritään palauttamaan mahdollisimman samanlaiseen tilaan kuin se oli ennen maa-aineen ottoa.

6 MAA-AINESPAIKKOJEN VAIKUTUSALUEET

Työssä yhtenä tarkoituksena oli määrittää maa-ainespaikoille ns vaikutusalueet eli määrittää ja listata se osa tieverkostoa jolle on lyhyin matka ajaa mursketta tietyltä maa-ainespaikalta. Kun tiedetään miltä murskemontulta on lyhyin matka ajaa, niin sen avulla voidaan saada rahallisia ja ajallisia säästöjä. Murskeen kuljetus alkaa nykyään olla jo melko kallista nykyisen polttoaineen hinnan takia joten kaikki mahdolliset pienetkin matkan lyhenemiset tuovat heti säästöjä joskin säästö voi olla pieni, mutta kun niitä kertyy useista kohteista niin rahaa alkaa säästyä ihan tuntuvasti jo.

6.1 Vaikutusalueiden määrittäminen

Vaikutusalueet määritettiin käyttämällä ensiksi tavallista 1:100 000 karttaa josta pystyi suunnilleen mittaamalla katsomaan maa-ainespaikkojen välimatkat toisiinsa ja niiden välisen etäisyyden puolimatkan. Sen jälkeen pystyttiin käyttämään Tiegis-ohjelmaa, joka on Metsähallituksen oma ohjelma jossa on kaikkien sen omistamien teiden tietoja. Ohjelman avulla pystyttiin listaamaan Excel-taulukkoon kaikki tiet jolle oli lyhyin matka ajaa mursketta tietyltä maa-ainespaikalta. Tiet listattiin sen ohjelman antaman numeron ja tien kokoluokituksen mukaan joita olivat runkotie, aluetie, varsitie ja vielä erikseen listattiin kaikki tiet joissa Metsähallitus on osakkaana. Taulukkoon kirjattiin ylös tien numero, tien kokoluokka, sen pituus ja mahdollisesti tien rakennusvuosi ja vuosi jolloin se on peruskorjattu. Kahdesta viimeisestä ei kuitenkaan ollut paljoakaan tietoa ylhäällä lukuun ottamatta suurimpia runkoteitä.



Kuva 9. Omenamäen sora-alueen maaperä. Maaperä on paikoin erittäin hyvä murskeen tekoa varten. Kyseinen maa-ainesalue on vaikutusalueensa puolesta yksi tärkeimmistä Valtimolla sijaitsevista maa-ainesalueista.

6.2 Lopputulos

Isomman taulukon josta on pieni ote taulukossa 3, avulla voi nyt helposti katsoa tien numeron perusteella minkä maa-ainespaikan vaikutus alueelle kyseinen tie kuuluu. Osa tiestöstä on tietenkin selvää jos se sijaitsee aivan maa-ainespaikan läheisyydessä, mutta tieverkon sokkeloisuuden takia läpiajoteitä on paljon joten tietylle tielle voi päästä useita reittejä pitkin ja tämän takia ajomatkat voivat vaihdella melko paljonkin riippuen siitä mistä kautta mursketta ajetaan. Tie voi kartalta katsottuna sijaita paljonkin lähempänä toista maa-ainespaikkaa, mutta tieverkon muodon takia sille voi olla paljon lyhempi matka ajaa mursketta toiselta maa-ainespaikalta vaikka se kartalta katsottuna sijaitisi paljon kauempana.

Taulukoinnissa tulokseksi jokaiselle maa-ainepaikalle saatiin sen vaikutusalueella olevat teiden kilometrimäärät ja samalla taulukosta voi helposti saada selville milloin tie on mahdollisesti rakennettu ja peruskorjattu, vaikkakin pienimmillä varsiteillä näitä tietoja oli löydettävissä melko niukasti. Kuitenkin runkoteillä ja alueteillä nämä tiedot olivat kohtuullisen hyvin löydettävissä ja ne ovat nyt helpommin katsottavissa taulukon avulla. Tieverkkoa keriyti taulukoinnin yhteydessä Nurmeksen tiimin alueelle yhteensä kaikki tiekokoluokat yhteenlaskettuna hieman yli 2000 kilometriä. Suurin osa tieverkosta on pienempää varsitietä jota laskennan yhteydessä saatiin lasketuksi noin 1260 kilometriä. Varsitiestä hieman suurempaa ja enemmän liikennöityjä alueteitä tiimin alueella on noin 490 kilometriä. Vähiten tiimin alueella on suurimpia teitä, eli runkoteitä. Runkoteiden summaksi laskennassa saatiin noin 285 kilometriä.

Taulukko 3. Taulukossa on pieni ote Excel-taulukosta johon on listattu maa-ainosalueiden vaikutusalueiden tieverkosto

Murskemonttu		Runkotiet				Aluetiet				
Kansikkovaaran maa-aine	Tienumero	Nimi	Pituus (m)	Korjaus vu	Rakennusvuosi	Tienumero	Nimi	Pituus (m)	Korjaus vu	Rakennusvuosi
(Kalliomurske)	131107	Peurajärvi-Kourupur	6660	?	1980	131077	Lusikka-Myllypuro	7701	1992	1985
	131564	Sivakka	13157	2010	1964	131078	Hirvilampi	6051	2009	1973
	131683	Porttijoki	4850	1984	1952	131079	Syrjänketo	3723	2008	1992
			Yhteensä			131487	Jalasvaara	2679	?	1989
			24667			131592	Joutenvaara	3018	?	1986
						131595	Murtovaara	2357	2010	1978
						131596	Sirppi kangas	3083	2009	1973
						131597	Saunalehto	3078	?	1979
						131598	Valkolampi	4149	?	1976
						131599	Kalliolehto	2249	?	1978
						131600	Viihän kangas	2672	2009	1979
						132169	Ahmolampi	520	?	?
						132197	Ahmokangas	6963	?	?
						135067	Sormunen	2445	2010	1977
						135068	Kansikonpuro	2826	2009	1979
						135070	Lusikka-tikku yhdyst	4334	?	1990
						140352	Lusikka-Peura yhdys	2268	?	2012
							Yhteensä			
							60116			

6.3 Tieverkko

Runkotiet ovat suurimmalta osalta ympärivuotisia joten niitä pidetään kaikista parhaimmassa kunnossa, koska suurin osa Metsähallituksen kuljettamasta puutavarasta ajetaan juuri näiden runkoteiden kautta. Pienemmillä varsiteillä suurin osa liikennekuormasta tulee juuri puunkorjuun yhteydessä, mutta myös marjastajat, kalastajat ja metsästäjät aiheuttavat tietyn ajoin melko paljon liikennekuormaa tieverkolle. Tieverkon peruskorjaukset suoritetaan

Metsähallituksella kesäisin. Peruskorjauksessa kaivinkone putsaa tien luiskat ja poistaa mahdollisen palteen tienreunasta. Jos tiessä on todella vanhoja puusta tehtyjä rumpuja tai mahdollisesti rikkinäisiä tai tukkeutuneita sementti- tai metallisia rumpuja ne vaihdetaan uusiin. Metsähallitus käyttää nykyään pelkästään muovisia ja metallisia rumpuja.

6.3.1 Teiden peruskorjaaminen

Tien kuivatuksen kannalta rumpujen vaihto, luiskien putsaus ja palteen poisto ovat elintärkeitä ja varsinkin Metsähallituksen teillä joiden runko tehdään paikalla olevasta maa-aineksesta, on kuivatuksen tärkeys tien kantavuuden kannalta todella suuressa osassa. Jos tiehen on noussut kiviä, myös ne täytyy ehdottomasti poistaa ja tiellä mahdollisesti olevat montut täyttää. Kun kaivinkone on hoitanut työnsä, niin sen jälkeen tie yleensä lanataan, jonka avulla tien pinta saadaan tasaisemmaksi murskeen ajoa varten. Kun tien pinta on tasainen, niin mursketta menee vähemmän ja murskekerroksen tasaiseksi saaminen helpottuu huomattavasti. Murske pyritään pääasiassa ajamaan samana kesänä kuin tie on peruskorjattu, mutta paikoitellen uusi pintamurske ajetaan vasta seuraavana kesänä.

Metsähallituksen teille aiheutuva liikennekuorma on paikoitellen hyvin lyhytaikaista, mutta tietä kovin rasittavaa. Tietyllä tiellä voi esimerkiksi kahden viikon ajan olla suurta rekkaliikennettä lähes koko ajan ja sen jälkeen tiellä ei rekka-auto käy useaan vuoteen. Tämän takia tiet pyritään peruskorjaamaan ennen tällaista voimakasta kuormitusta. Tien peruskorjaussuunnitelmat tehdään yleensä edellisen kesänäikana ja peruskorjaus suoritetaan seuraavana kesänä, mutta paikoin kiireellisissä kohteissa kaikki työt suoritetaan saman kesänäikana. Suunnitelmassa GPS laitetta apuna käyttäen, karttaan merkataan mahdolliset vaihdettavat rummut ja parannettavat kohtaupaikat ja kääntöympyrät. Kun suunnitelmat on saatu valmiiksi, ne annetaan urakoitsijalle joka huolehtii niiden toteuttamisesta. Mahdolliset vaihdettavat rummut Metsähallituksen työntekijät toimittavat tielle jo ennen kuin urakoitsija aloittaa työn. Työn laatua ja sen etenemistä seurataan ja pyritään valvomaan vähintään kerran viikossa, jolloin työ saadaan tehtyä oikein kerralla ja näin säästetään aikaa ja kustannuksia.

6.3.2 Uudentien rakentaminen

Uutta tietä suunnitellessa suunnitelma tehdään ensiksi kävelemällä GPS laitteen kanssa tienlinja, jolloin mahdollinen tienlinja saadaan esille karttaohjelmaan. Samalla tutkitaan terästangon avulla kuinka paksu on turvepitoinen pintamaakerros. Jos kerroksen paksuus on yli 80 cm ja alue on pituudeltaan noin 50 metriä, merkitään siihen kohtaan tehtäväksi tien rungon alle pohjavahvistukseksi risumatto. Jos turvekerroksen paksuus on yli 1 metrin ja alueen pituus ylittää 50 metriä, merkitään siihen kohtaan tehtäväksi vähintään 80mm paksuisista tukeista telalava. Yleensä kohta johon mahdollisesti joudutaan rakentamaan telalava, on suota. Suunnitelmaan merkitään myös kohta, josta telalavan päälle siirrettävää kivennäismaata voidaan ottaa. Maanottoa pyritään etsimään läheltä, jotta maan kuljetusmatka olisi mahdollisimman lyhyt, jotta maansiirto voitaisiin tehdä kaivinkoneella tai pyöräkuormaajalla. Suunnitelmaan merkitään samoin kuin peruskorjaussuunnitelmaan, rumpujen paikat, kohtaamisalueiden paikat, avattavat laskuojat, mahdolliset rekkojen kääntymislevikkeet ja tien kääntöympyrä. Suunnitelmassa kerrotaan myös ajettavan murskeen karkeus ja määrä sekä maa-ainepaikka josta murske ajetaan.

Kun tietä aletaan rakentaa, tulee tietenkin ensiksi tielinja hakata aukeaksi puista ja puut kuljettaa pois tielinjalta. Kannot ja turvepitoinen maa pyritään poistamaan ja hautaamaan kivennäismaan alle tienrunkoon tai maisemoimaan ne tien reunoille jos on mahdollista. Tienrungossa tulee kivennäismaata olla vähintään 50 cm kerros joka kohdassa, mitattuna tehdyn tieojan pohjalta. Metsäliittymiä tehdään kohtiin jossa veden valumissuunta vaihtuu, jottei siihen tarvitse laittaa rumpua ja liittymä on helpompi ja nopeampi tehdä. Laskuojia täytyy kaivaa metsään päin, jotta veden poistuminen tieojista saadaan varmistettua. Metsähallituksella tien runkoon ei tehdä virallisesti rakennekerroksia, vaan tien runko on kivennäismaata ja lopulta rungon päälle ajetaan mursketta jonka paksuus riippuu tienrungosta. Jos tienrunko on tehty karkeasta sorasta, niin ajettavan murskeen määrän ei tarvitse olla niin suuri, kuin jos runko on hiekkaisempaa kivennäismaainesta. Keskimäärin ajettavan murskekerroksen paksuus on 10 cm tiivistettynä, mutta paikoitellen joudutaan kuitenkin ajamaan mursketta paksumpi kerros ja käyttämään kantavana kerroksena karkeampaa mursketta, tuomaan lisäkantavuutta tielle. Murskeen tiivistäminen tehdään murskeenajon yhteydessä ajamalla kuorma-autolla joka kerta hieman eri jälkiä, jolloin murske tiivistyy kuorma-auton renkaiden alla. Suodatinkankaan käyttöä ja sen tuomia hyötyjä on kokeiltu ja tarkasteltu joissakin teillä, mutta järjestelmällisesti sitä ei kuitenkaan käytetä. Kankaan tuomia hyötyjä on vertailtu kustannuksiin nähden, ja on huomattu hyötyjen olevan suhteellisen vähäisiä kustannuksiin nähden. Koska tieverkostoa on Metsähallituksella niin paljon,

että kankaan järjestelmällinen käyttö tulisi nostamaan kustannuksia paljon peruskorjausten ja uusien teiden rakentamisen yhteydessä.

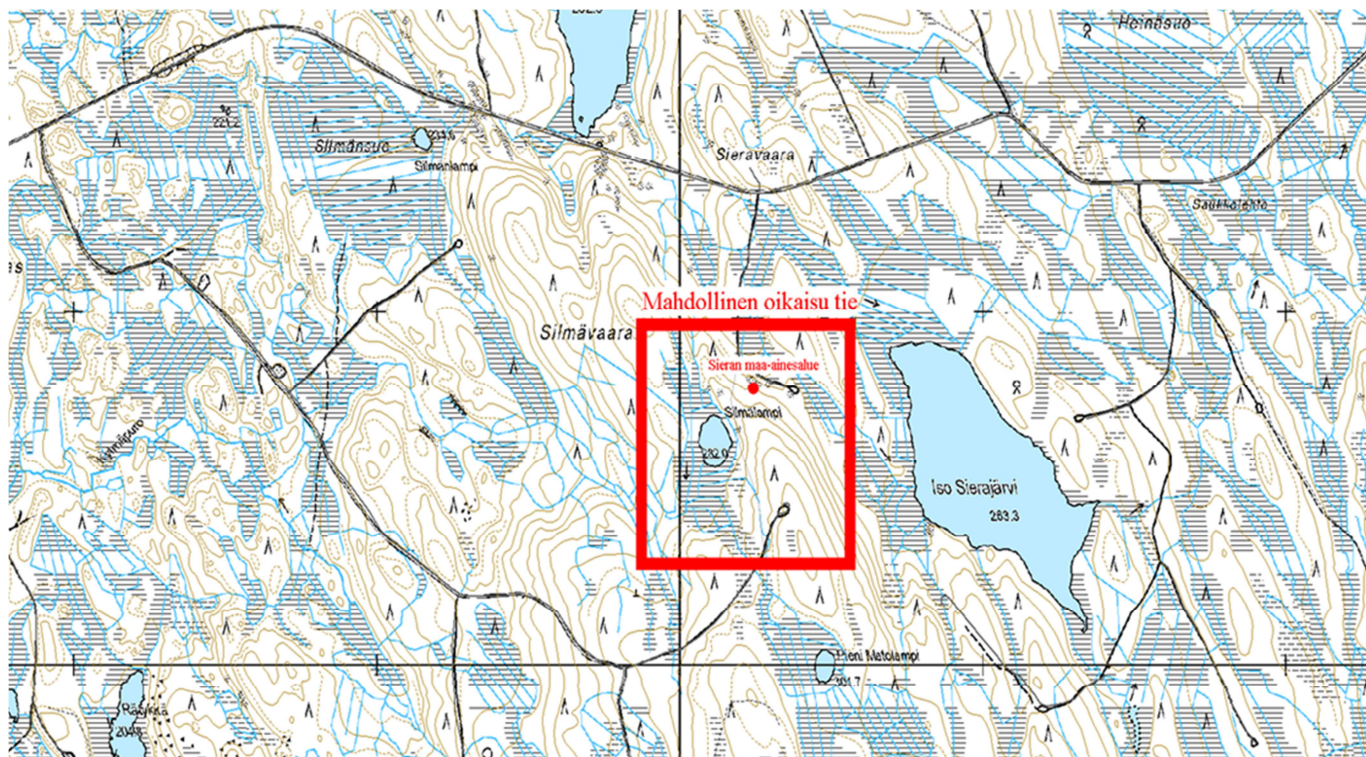
Töiden aikana ja samalla kuin kerättiin tietoja ja aineistoa insinööriyötä varten oppi paljon tieverkon kunnossapidosta, peruskorjauksesta ja uusien teiden rakentamisesta. Tieverkko on yllättävän tärkeässä osassa ajatellen maa-ainesalueita ja se vaikuttaa huomattavasti maa-ainesalueiden sijaintiin ja kaikkeen niihin liittyvään toimintaan. Kun murske käytetään kokonaan teiden kunnossapitoon ja rakentamiseen vaikuttaa juuri tieverkko eniten maa-ainesalueisiin. Töiden aikana näki koko prosessin joka alkoi uuden maa-ainesalueen teosta, teiden peruskorjaussuunnittelusta, teiden korjaamiseen ja hoitoon, murskeen kuljetuksesta ja teiden itse käytöstä kaikenlaisessa toiminnassa. Vaikkakaan Metsähallituksen tiet eivät ole asfalttipintaisia moottoriteitä, on niiden suunnittelu, rakentaminen, käyttö ja hoitaminen periaatteessa samanlaista vaikkakin työmäärältään ja vaatimuksiltaan erilaista.

7 OIKAISUTIET

Yhtenä osana työtä oli etsiä sellaisia kohteita joihin voisi rakentaa oikaisutien pelkästään murskeen ajoa varten. Oikaisulla voisi mahdollisesti saada murskeen ajomatkaa niin paljon lyhyemmäksi, että sen avulla saataisiin katettua oikaisun tekoon menneet kustannukset ja sen jälkeen mahdollisia rahallisia säästöjä. Oikaisuteitä on rakennettu nurmeksien tiimin alueelle jo edellisinä kesinä muutamia ja nyt ne ovat hyvin käytössä ja samalla ne palvelevat myös muita teiden käyttäjiä.

7.1 Sieran oikaisu

Tiimin alueelta löytyi yksi mahdollisesti hyvä paikka johon rakentamalla noin 400 metrin uuden tien ja peruskorjaamalla noin puoli kilometriä vanhaa tietä saataisiin oikaisu jolla ajomatka lyhenisi melkein 5 kilometriä. Uuden tien ja vanhan peruskorjaus tulisi maksamaan yhteensä noin 4 000 euroa. Oikaisun kautta tarvitsisi siis ajaa mursketta noin 6 500–7 000 tonnia, jolla määrällä saataisiin kasaan säästönä kustannus, joka meni uudentien rakentamiseen ja vanhan peruskorjaamiseen.



Kuva 10. Kartassa on esitetty mahdollisen oikaisutien kohta ja Sieran maa-ainesalueen sijainti.

Paikka johon oikaisu olisi mahdollinen, on aivan Sieran maa-ainesalueen kohdalla ja oikaisu alkaisi aivan montun viereltä. Sieran maa-ainesalue on vaikutusalueeltaan yksi suurimmista maa-ainesalueista ja sen vaikutusalueella on noin 220 kilometriä tieverkkoa. Sieran

viereiseltä montulta Morenian hallinnoimalta Pelkkäkangaalta on ottolupa jo päättynyt ja murskettakin siellä on Metsätalouden käyttöön noin 17 000 tonnia, mutta juuri tämän maa-ainesalueen vaikutusalueella on eniten peruskorjausta vaativaa tieverkkoa, joten murskeelle on paljon tarvetta tulevaisuudessa. Sieran maa-ainesalueen vaikutusalue tulee kasvamaan, kun noin puolet Pelkkäkankaan maa-ainesalueen 105 kilometrin vaikutusalueen tieverkosta siirtyisi Sieran maa-ainesalueelle ja mahdollinen oikaisutie lyhentäisi ajomatkaa juuri uudelle vaikutusalueelle päin.

7.2 Kuinka tutkittiin mahdollista oikaisutietä

Oikaisua alettiin suunnitella ensiksi kartalta ja laskemalla sen hinta ja murskemäärät jolla tien rakentamiseen käytetyt kustannukset saataisiin säästönä takaisin. Kun työtä valmistelevaltuunnittelut oli saatu valmiiksi, oli aika mennä maastoon tarkastelemaan onko oikaisu mahdollinen tehdä yhtäsuurilla kustannuksilla kuin keskimäärin uuden tientekokustannukset ovat, koska kartalta katsottuna paikka näytti melko jyrkältä rinteeltä jossa on mahdollisesti jopa avokalliota. Maastokäynnin aikana kun mahdollisen oikaisun reitti oli tarkastettu maastossa niin lopputulokseksi tuli, että oikaisua ei kannata alkaa rakentaa, vaikka se olisi melko lyhyt ja lyhentäisi ajomatkaa jopa 5 kilometriä. Maastossa mahdollisella reitillä oli avokalliota ja kallion vieressä oli suolampi jonka pehmeä turvemaa ulottui aivan avokallion viereen.

7.3 Lopputulos

Johtopäätöksenä oli, että oikaisutie olisi mahdollista rakentaa, mutta oikaisun rakentaminen vaatisi avokallion ja suon takia niin paljon korvaavan maan ajoa, jotta tienrunko saataisiin tehtyä, jonka seurauksena tie tulisi niin kalliiksi, että se ei yksinkertaisesti kannattaisi. Oikaisun kautta ajettavan murskeen määrä tulisi olla niin suuri, että Sieran maa-ainesalueen ottolupa kerkiäisi jo luultavasti loppua ennen kuin oikaisun kautta saataisiin ajettua tarpeeksi mursketta jotta se maksaisi itsensä edes takaisin, puhumattakaan rahallisesta säästöstä. Ottoluvasta on noin 2/3 jo ottomäärän perusteella mitattuna käytetty ja valmista mursketta maa-ainesalueella on noin 21000 tonnia. Maa-ainesalueen melko huonon materiaalin takia sen ottoluvan jatkamista ei välttämättä kannata hakea. Toinen ja järkevämpi mahdollisuus on alkaa etsiä mahdollista uutta kallioaluetta sieltä suunnasta johon oikaisu olisi tullut, jolloin uusi kallioalue palvelisi Sieran ja Pelkkäkankaan maa-ainesalueiden vaikutusalueita.

8 JOHTOPÄÄTÖKSET

Opinnäytetyön johtopäätöksinä voi sanoa, että Metsähallituksen maa-ainespaiikat ovat hyvin kattavia ja ne on sijoitettu hyvin nähden tieverkoston määrään alueilla. Muutamia uusia maa-ainespaiikkojen kohtia löytyi tarkastelun yhteydessä ja niitä suositellaan tarkasteltavan vielä tarkemmin mahdollisilla koekaivauksilla ja kiviäytteillä. Uusien maa-ainespaiikkojen avaukseen suositellaankin tekemään tarkempia pohjatutkimuksia ja erityisesti uusille kalliomurskealueille kannattaisi tehdä kalliolle tarkempia tutkimuksia ennen maa-ainespaiikan avausta. Tarkemmissa tutkimuksissa kannattaisi tutkia tarkemmin, kiviaineksen iskunkestävyyttä, sen kulutuskestävyyttä, rakeiden muotoa ja raekokojakaumaa. Kalliosta kannattaisi käydä ottamassa koeporauksen avulla näytteitä ja tehdä niille tarkempia tutkimuksia. Tämän avulla voidaan karsia paremmin pois sellaisia mahdollisia kalliomurskealueita joiden kallio on liian heikkoa kestävydeltään tienpintaan ajettavaksi murskeeksi. Maa-ainespaiikoille meneville teille myös kannattaisi rakentaa puomi, jos se on mahdollista. Tämän avulla voidaan estää ja vähentää murskeen luvatonta ottoa ja asiattomilta pääsy maa-ainespaiikoille. Joka puolestaan parantaa entisestään maa-ainespaiikkojen turvallisuutta.

Tieverkonperuskorjauksen ja uusien rakentamisen yhteyteen suositellaan myös tekemään kokeiluja rakentamalla teihin paremmin rakennekerrokset ja käyttämään mahdollisesti suodatinkangasta. Kokeilujen avulla voitaisiin nähdä piteneekö teiden peruskorjaussykli teillä johon on rakennettu selvemmat rakennekerrokset ja käytetty suodatinkangasta verrattuna nykyiseen sykliin teillä joissa ei ole käytetty suodatinkangasta ja koko tienrunko on tehty samasta kivennäismaasta. Peruskorjaussyklin pitenemisellä voitaisiin saada tulevaisuudessa korjattavien teiden vähenemisen yhteydessä mahdollisesti rahallista säästöä. Tekniikoita teiden korjaukseen ja rakentamiseen kannattaa pyrkiä kehittämään ja tutkimaan uusia keinoja joiden avulla saataisiin Metsähallituksen tieverkkoa entistäkin parempaan kuntoon, vaikka tieverkon kunto on jo nyt ainakin Nurmeksen tiimin alueella todella hyvä.

LÄHTEET

Luonnosuojelulaki 20.12.1996/1096 (verkkoaineisto)

Saatavissa <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1996/19961096>

Maa-ainesammattilaisen ympäristö-ABC. 2. painos. Oulu: Morenia Metsähallitus

Maa-aineslaki 24.7.1981/555 3§ (verkkoaineisto).

Saatavissa <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1981/19810555>

Metsä.fi (verkkoaineisto).(viitattu 2014-03-24)

Saatavissa <http://www.metsa.fi>

Polku: metsa.fi. Konserni

Kuvat.

Kaikki karttakuvat ja taulukot ovat Antti Lipposen tekemiä.

Valokuvat maa-ainespaikoilta: Ilmo Heikkinen Metsähallitus.

Muita Tietolähteitä.

Tienrakennusesimies Ilmo Heikkisen kanssa käydyt keskustelut