

Mikko Saarela

**RAKENTAMATTOMAN SORATIEN RAKENTEEN PARANTAMINEN**

Tierakenteen kantavuuden parantaminen Fingrid Oy:n muuntajakuljetuksia varten

# **RAKENTAMATTOMAN SORATIEN RAKENTEEN PARANTAMINEN**

Mikko Saarela  
Opinnäytetyö  
2017 kevät  
Yhdyskuntatekniikan koulutusohjelma  
Oulun ammattikorkeakoulu

# TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu  
Rakennustekniikan koulutusohjelma, yhdyskuntatekniikka.

---

Tekijä: Mikko Saarela

Opinnäytetyön nimi: Rakentamattoman soratien rakenteen parantaminen.

Työn ohjaaja: Jarmo Erho

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: 05/2017 Sivumäärä: 48 + 5 liitettä

---

Opinnäytetyössä perehdyttiin rakentamattoman soratien rakenteen parantamiseen.

Tavoitteena oli tutustua niihin syihin, miksi tien rakennetta haluttiin lähteä parantamaan, sen käytännön toteutukseen ja pohtia parantamisen tuloksia saavutettujen kantavuuksien sekä kuljetusten onnistumisen näkökulmasta. Tavoitteena oli myös pohtia, miten tie tulee palvelemaan tienkäyttäjiä ja arvioida, miten näin toteutettuna tie kestää käyttöä tulevaisuudessa.

Tarkasteltavalla tieosuudella tierakenteen parantaminen toteutettiin poistamalla ensin vanha kulutuskerros ja asentamalla muovilujiteverkko vanhan tiepohjan ja uuden kantavan kerroksen väliin. Uusi Kantava- ja kulutuskerros rakennettiin murskeesta Ramboll Oy:n laskelmien perusteella määrättyihin kerrosvahvuuksiin.

Tieosan rakenteen parantaminen onnistui hyvin kuljetusten onnistuttua ja tien rakenteen kestätyä kuljetuksien rasitukset. Tavoitekantavuuksiin ei parannustyön jälkeen tehtyjen kantavuusmittausten mukaan päästy tieosuuden jokaisessa kohdassa. Kantavuuksien jääminen tavoitteiden alle oli odotettavissa tien pohjamaan turpeen takia. Tämän vuoksi pohjaolosuhteet vaihtelevat lyhyelläkin matkalla paljon.

Parannettu tie tulee kuitenkin sen nykyisellä liikennemäärällä kestävänsä pitkälle tulevaisuuteen ja palvelee seudun tienkäyttäjien liikennettä hyvin.

---

Asiasanat: Tierakenteen parantaminen, lujiteverkko, soratie

## ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences  
Civil engineering

---

Author: Mikko Saarela

Title of thesis: Improvement of unconstructed gravel road

Supervisor: Jarmo Erho

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2017 Pages: 48 + 5 appendices

---

Fingrid Ltd. needed to move transformers weighing approximately 300 tons to Jylkkä transformer station. Transportation route to transformer station needed to be examined for its capability to withstand heavy transformer transportations.

Fingrid Ltd. ordered loadbearing studies to be made for the entire route: Kangas transportation and loading site to Jylkkä transformer station.

Contractor selected to execute these studies was West coast road masters Ltd.

Studies revealed several issues concerning the load bearing capabilities of the route.

Due to these issues, Fingrid ordered plans from Ramboll Ltd. for the routes structural re-enforcements.

Destia Ltd. was selected as contractor to implement these plans for the route.

In this thesis, I will be focusing on looking at the need for the routes structural improvements, practical implementation and achieved results.

---

Keywords: Geofabric, unconstructed gravel road, structural improvement.

## ALKULAUSE

Kiitän vaimoani Heliä sekä lapsiani Jereä ja Petraa suuresta tuesta tämän opin-  
näytetyön tekemisessä.

Haluan kiittää Destia Oy:n Raahe-Ylivieska hoitourakan työnjohtajaa Ari Jokelaa,  
jolta sain paljon neuvoja ja materiaalia tämän työn toteuttamiseen.

Kiitokset myös työn ohjaajalle lehtori Jarmo Erholle.

Temmeksellä 3.6.2017



---

Mikko Saarela

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	1
1 JOHDANTO	6
2 SORATIEN RAKENTEEN PARANTAMINEN	7
2.1 Soratien rakennekerrokset	7
2.2 Rakentamaton soratie	8
2.3 Geoverkko	9
2.4 Kantavuuden mittaaminen pudotuspainolaitteella	10
2.4.1 Pudotuspainolaitteen toimintaperiaate	10
2.4.2 Pudotuspainolaitemittausten tulkinta	11
2.5 Levykuormituskoe	13
2.6 Kalliomurske	14
2.7 Tiivistäminen	15
2.8 Tierakenteen parantamishanke	17
2.9 Tierakenteen vahvistamisen mitoittaminen	17
2.10 Kuivatuksen parantaminen	18
2.10.1 Yhteys rakenteen kunnan ja kuivatuksen välillä	19
2.10.2 Ojien kunnostaminen	19
2.10.3 Kuivatuslaitteiden kunnostus	19
3 TIERAKENTEEN PARANTAMINEN KANKAANTIELLÄ	21
3.1 Kankaantien parantamisen lähtökohdat	22
3.2 Pohjatutkimukset kankaantiellä	22
3.3 Kantavuusmittaukset Kankaantiellä	24
3.4 Kankaantien kantavuusmittausten tulkinta	25
4 SUUNNITELLUT RAKENTEENPARANTAMISTOIMENPITEET	27
4.1 Kuivatuksen parantaminen	27
4.2 Geoverkon asentaminen uusien rakennekerrosten alle	28
4.3 Uusien kerrosten rakentaminen Kankaantielle	29
5 RAKENTEEN PARANNUSTYÖ KANKAANTIELLÄ	30
5.1 Työmaanaikaiset liikennejärjestelyt	30
5.2 Vanhan kulutuskerroksen poistaminen	32
5.3 Lujiteverkon asentaminen	33

5.4 Uuden kantavan kerroksen rakentaminen	34
5.5 Kantavan kerroksen tiivistäminen	35
5.6 Uuden kulutuskerroksen rakentaminen	36
5.7 Kuivatusjärjestelmän kunnostaminen	36
6 LAADUNVARMISTUS JA RAPORTOINTI TILAAJALLE	37
6.1 Geoverkon limitysten dokumentointi	37
6.2 Toteutuneiden kerrospaksuuksien mittaukset	39
6.3 Levykuormituskokeet valmiilta tieosuudelta	40
6.3.1 Mittauskalusto	40
6.3.2 Mittaustulokset	40
7 KANKAANTIE PARANTAMISEN JÄLKEEN	42
7.1 Parantamisen onnistuminen tilaajan kuljetusten näkökulmasta	42
7.2 Parannetun tien palvelutason nousu tien käyttäjien kannalta	43
8 YHTEENVETO	44
LÄHTEET	45
LIITTEET	48

# 1 JOHDANTO

Suomessa sorapintaisia teitä on paljon ja niiden kunto paikoitellen heikko. Sorateitä kunnostetaan erinäisten tarpeiden mukaan, yleensä niiden perushoidon yhteydessä. Erikoistapauksissa kunnostamisen tarve tulee ulkopuoliselta taholta, jolla on omat tarpeensa kuten tässä työssä tarkasteltava tieosuus.

Tämän työn tavoitteena oli tutustua rakentamattoman tien rakenteen parantamiseen käyttäen geoverkkoa. Työssä haluttiin selvittää rakenteen parantamisen käytännön toteutusta, verrata suunniteltuja tavoitekantavuuksia toteutuneisiin kantavuuksiin ja rakenteen parantamisen vaikutuksia tieosuuksille ja niiden käyttäjille.

Opinnäytetyöhön valittu tarkasteltava tieosuus sijaitsee Ylivieskassa Kankaantiellä. Tien numero 18155, tienosa 003, paaluvälillä 2300-2900. Tieosuus valittiin West Coast Roadmasters Oy:n tekemien kantavuusmittausten perusteella, koska tällä osuudella kantavuudet olivat mittausten huonoimmat.

Opinnäytetyössä tarkasteltavia tuloksia käsiteltiin rakenteen parantamiseen johdaneiden kantavuusmittaus tulosten, suunniteltujen kantavuuksien sekä rakenteenparantamisen jälkeisiin mittauksiin verraten.

Työssä pohdittiin tieosan tilaa kuljetusten jälkeen Fingrid Oy:n työnjohtajan ja urakoitsijana toimineen Destia Oy:n työnjohtajan silmämääräisiin havaintoihin perustuen. Työssä myös arvioitiin, miten parannettu tie palvelee tienkäyttäjiä tulevaisuudessa.



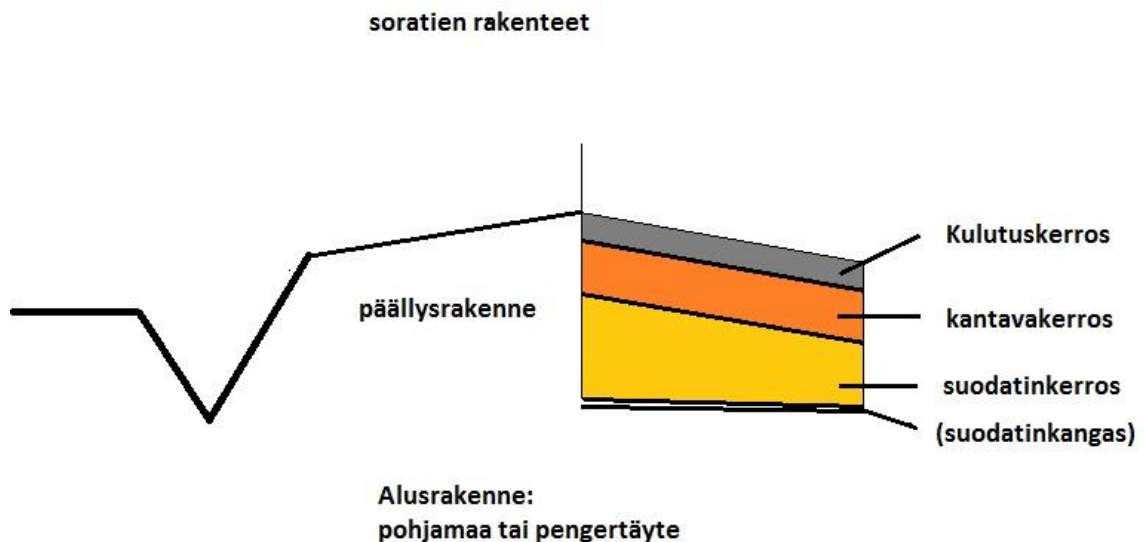
## 2 SORATIEN RAKENTEEN PARANTAMINEN

Sorateiden kantavuusongelmien pääsyinä ovat tien puutteellinen kuivatus ja ohuet rakennekerrokset, jotka ovat joko osittain tai kokonaan sekoittuneet pohjamaahan. Tien reunojen kantavuusongelmiin ja painumiin vaikuttavat lisäksi tien ylileveys ja jyrkät sivuojien sisäluiskat. (2, s. 56.)

### 2.1 Soratien rakennekerrokset

Rakennettujen sorateiden rakenteina ovat yleensä kulutuskerros, kantava kerros, jakava kerros ja suodatinkangas tai suodatinkerros. Kerrosten vahvuudet ja materiaalit vaihtelevat osin eri toteutustavan ja ajan mukaan. (2, s. 11.)

Soratien rakenteet havainnollistetaan seuraavassa kuvassa. (Kuva 1.)



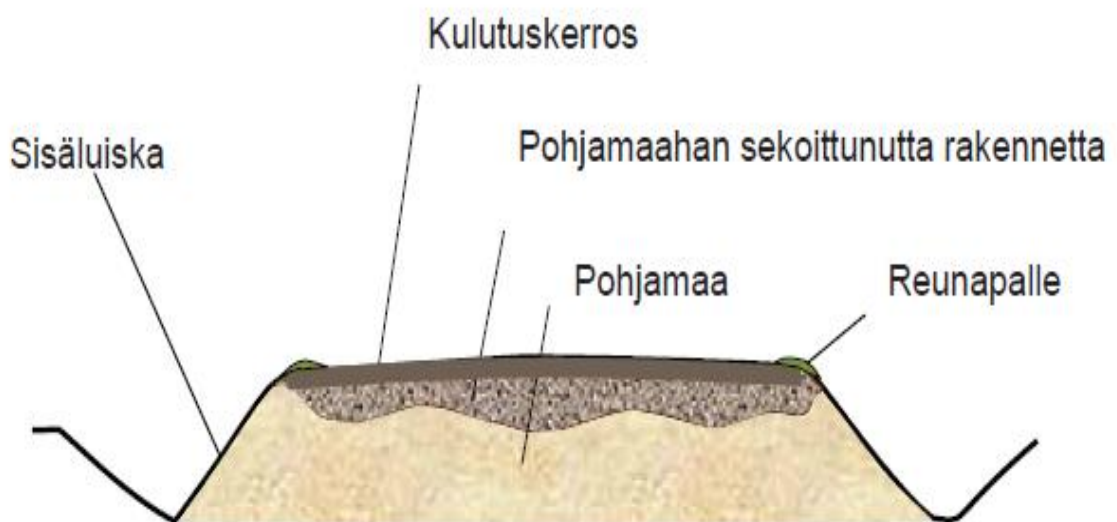
*KUVA 1. Soratien rakenteet*

## 2.2 Rakentamaton soratie

Rakennettuja sorateitä on vähän. Pääosa sorateistä on rakentamattomia vanhoja teitä, joissa ei ole asianmukaisesti rakennettuja routimattomia rakennekerroksia. Niissä kulutuskerrosta on kunnossapidetty lisämurskeella, jotta tie palvelisi liikennettä mahdollisimman hyvin. (2, s. 11.)

Niilläkin sorateilla, joilla kantavuutta on jossakin vaiheessa vahvistettu kantavalla materiaalilla, rakenteet ovat monessa tapauksessa sekoittuneet alla olevan perusmaan kanssa ja muuttuneet vähitellen routiviksi. Tällaisen soratien pintakuntoon vaikuttaa suuresti kulutuskerroksen kosteustila. (2, s. 11.)

Rakentamattoman soratien rakennetta kuvataan seuraavassa kuvassa. (Kuva 2.)



- *KUVA 2. Rakentamattoman soratien rakenne (2, s. 12.)*

## 2.3 Geoverkko

Geoverkot eli lujiteverkot ovat polymeereistä valmistettuja verkkoja, joita käytetään maan stabilointiin ja lujittamiseen. Geoverkot kehitti 80-luvulla Tensar Corporation, joka sitä ennen tunnettiin nimellä Netlon. (1.)

Verkkojen toiminta perustuu murskeen ja verkon vuorovaikutukseen: kun kiviainepartikkelit lukkiutuvat verkon silmäaukkoihin, ei kiviaineksen sivuttaissiirtymää pääse tapahtumaan ja murskepatjan kantavuus paranee merkittävästi. (1.)

Geoverkon toimintaa murskerakeiden kanssa on havainnollistettu seuraavassa kuvassa. (Kuva 3.)



*KUVA 3. Geoverkkojen toimintaperuste (3, s. 4.) ja (4, s. 3.)*

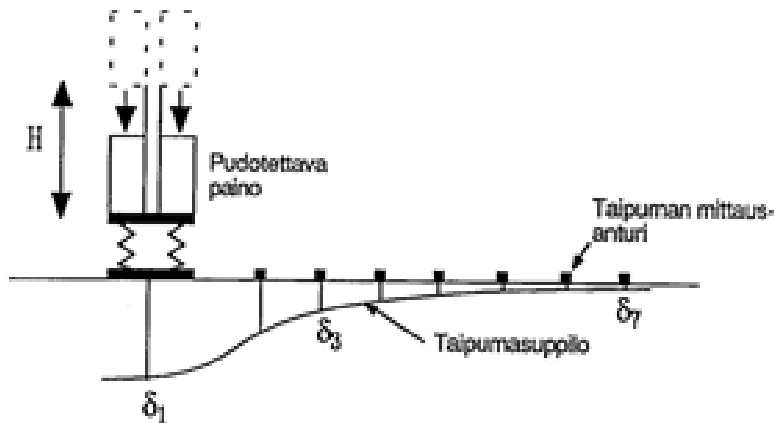
Geoverkot ovat ihanteellisia pehmeikkörakentamisessa esim. rakennettaessa teitä pehmeille savialueille tai turvesoille. Geoverkkojen käyttö pidentää tien käyttöikää ja vähentää kunnossapidon tarvetta. Geoverkko jakaa tien kuormitukset laajemmalle alalle. (1.)

## 2.4 Kantavuuden mittaaminen pudotuspainolaitteella

Pudotuspainolaitteistolla saadaan mitattua tien ns. taipumasuppilo. Taipuma mitataan tien pinnan taipumana eri etäisyyksillä kuormituskohdasta. Taipumasuppiloiden muotoa tarkastelemalla saadaan tietoa tien eri rakennekerrosten kanta-  
vuusominaisuuksista.

### 2.4.1 Pudotuspainolaitteen toimintaperiaate

Mittauslaitteen toimintaperiaatetta kuvataan seuraavassa kuvassa. (Kuva 4.) (7, s.34)



KUVA 4. Tienpinna taipuman mittaus pudotuspainilaitteella (7, s. 34.)

Geofonit on kiinnitetty mittapalkkiin, joka mittaustilanteessa lasketaan tien pintaa vasten tien pituussuunnassa laitteen alla siten, että geofonit asettuvat tienpintaa vasten. (7, s. 35.)

Kaikissa mittauksissa tehdään aina kaksi peräkkäistä mittausta, jolloin saadaan kaksi pintakantavuusarvoa E1 ja E2. Näistä E2 on tien kantavuusarvo. Suhdetta E2/E1 sanotaan kantavuussuhteeksi ja se kuvaa tien rakennekerrosten tiiveyttä. (7, s.35)

Mittauksista saatavasta mittausraportista esimerkkinä kuva 5. (Kuva 5.)

### MITTAUSRAPORTTI

Kankaantie TIE 18155 AJR 0 OSA 003

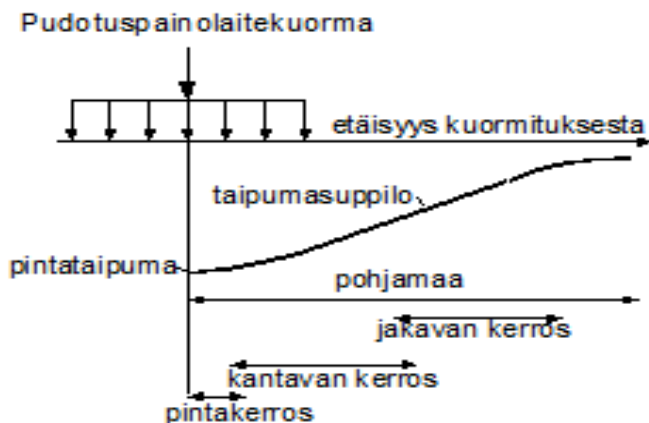
TIE	AJR	OSA	ET	OHJEARVO	Kantavuus E2+T+K2	ALITUS	PVM	MITT.	TIEDOSTO
18155	0	003	0	170	207		20.8.2015	JMV	18155_003.fwd
18155	0	003	50	170	311		20.8.2015	JMV	18155_003.fwd
18155	0	003	100	170	134	36	20.8.2015	JMV	18155_003.fwd
18155	0	003	150	170	136	34	20.8.2015	JMV	18155_003.fwd
18155	0	003	200	170	155	15	20.8.2015	JMV	18155_003.fwd
18155	0	003	250	170	169	1	20.8.2015	JMV	18155_003.fwd
18155	0	003	300	170	123	47	20.8.2015	JMV	18155_003.fwd
18155	0	003	350	170	102	68	20.8.2015	JMV	18155_003.fwd
18155	0	003	400	170	124	46	20.8.2015	JMV	18155_003.fwd
18155	0	003	450	170	105	65	20.8.2015	JMV	18155_003.fwd
18155	0	003	500	170	179		20.8.2015	JMV	18155_003.fwd
18155	0	003	550	170	83	87	20.8.2015	JMV	18155_003.fwd
18155	0	003	600	170	82	88	20.8.2015	JMV	18155_003.fwd
18155	0	003	650	170	101	69	20.8.2015	JMV	18155_003.fwd
18155	0	003	700	170	75	95	20.8.2015	JMV	18155_003.fwd
18155	0	003	750	170	118	52	20.8.2015	JMV	18155_003.fwd

KUVA 5. Esimerkkiote mittausraportista (8.)

Yleisimmin käytetään 50 kN suuruista voimaa, joka vastaa levyn alla kuorma-auton 10 tonnin akselipainon aiheuttamaa kuormaa. Sorateillä ja muilla heikkorakenteisilla teillä voidaan joutua pudottamaan voimaa, jos taipumat ylittävät mittauslaitteiden raja-arvot. (7, s.35)

#### 2.4.2 Pudotuspainolaitemittausten tulkinta

Eri etäisyyksillä mitattujen taipumien katsotaan kuvaavan tien rakennekerrosten ja alusrakenteen ominaisuuksia vastaavilla syvyyksillä. Rakennekerrosten vaikutusta taipumasuppilon muotoon kuvataan seuraavassa kuvassa. (Kuva 5.) (7, s. 35.)



KUVA 5. Eri kerrosten vaikutus taipumasuppilon muotoon. (7, s. 34.)

Mitattujen taipumien avulla on mahdollista laskea rakennekerrosten kantavuudet, jos tunnetaan rakennekerrosten paksuudet. Yksittäisistä kantavuusmittauksista piiretyistä taipumasuppiloista voidaan arvioida tien rakennekerrosten ja pohjamaan laatua. Jos tieltä on mitattu huono kantavuus, voidaan taipumasuppilon perusteella analysoida, mistä heikko kantavuus johtuu. (7, s.36)

Mitä jyrkempi taipumasuppilon muoto on lähellä kuormituskohtaa, sitä huonompi on tien kantavan kerroksen ja päällysteen laatu. Tätä kuvaa parhaiten tunnusluku SCI (Surface curvature index).  $SCI = D0 - D200$  (7, s.36)

Jos pohjamaa on heikosti kantavaa, se näkyy suurena D1200-arvona ja tunnusluvun BCI (Base curvature index) suurena arvona  $BCI = D900 - D1200$  (7, s.36)

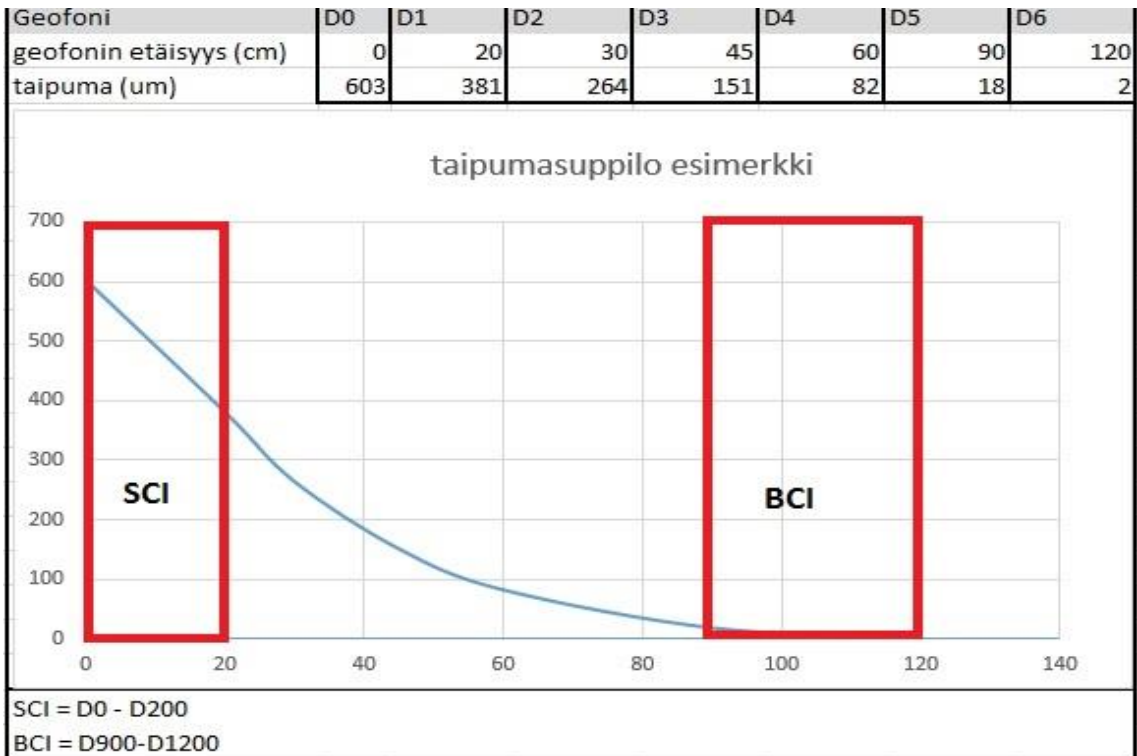
Turve näkyy suurena D1200 arvona ( $> 200 \mu\text{m}$ ). Kalliopinnan ollessa alle 1500 mm:n syvyydessä D1200  $\rightarrow 0 \mu\text{m}$  (7, s.36)

Mittausten tuloksia havainnollistetaan seuraavassa kuvassa. (Kuva 6.) (11)

ITallennetaanko? : NY													
IPudotuskorkeus : 1 2 3 4													
IKuormitus : 1600 3300 4000 5000 kgf													
ISeismometrinnro : 0 1 2 3 4 5 6													
I '' etäisyys : 0.0 20.0 30.0 45.0 60.0 90.0 120.0 (cm)													
I '' sijainti : Keskeällä Takana Takana Takana Takana Takana Takana													
IAlkupiste : 0 m mittausväli													
IPisteväli : 50 m													
J	Paalu	Isk	Kuorm	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	Ilma	Pint	E2
Pis	Klo												
J	m	Num	kgf	$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$	MPa
te tt:mm:ss													
J ----- ilman ja tien pintalämpötila													
D	0	2	5000	603	381	264	151	82	18	2	18	18	259
1 20:23:31													
C Comment at 0 m Time: 20:23:37 geofonien mitattu taipuma													

KUVA 6. Esimerkki taipumista mitaustuloksissa. (11.)

Taipumasuppiloa havainnollistetaan seuraavassa kuvassa. (Kuva 7.)



KUVA 7. Taipumasuppilon kuvaaja. (11.)

## 2.5 Levykuormituskoe

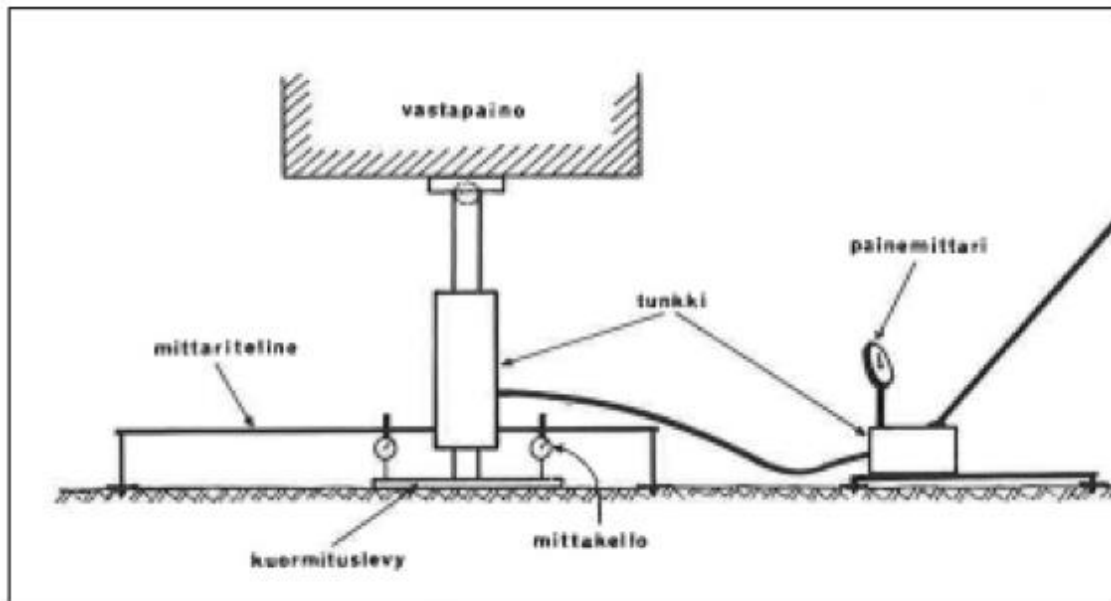
Levykuormituslaite on luultavasti ensimmäinen teiden ja katujen kantavuuksien mittaamiseen käytetty mittalaite. Suomessakin sen käyttö on aloitettu 1950-luvun lopulla. Levykuormituslaitteella suoritetuissa mittauksissa mitataan kadun pinta-rakenteen painumaa halkaisijaltaan tavallisesti 300 mm kuormituslevyn alla. (17, s.16)

Tarvittava kuormitus toteutetaan hydraulisella tunkilla, jonka vastapainona toimii työkone. Painuman mittaus tapahtuu tavallisesti kuormituslevyn kehälle 120°:n välein sijoitetuilla mittakelloilla, jolloin painumat luetaan ja kirjataan käsin. (17, s.16)

Tutkittavaa kohtaa kuormitetaan välillä 0→60 kN ja askelvälinä käytetään 10 kN:a. Syntyneet painumat mitataan ylläsoitetuin välein, kun rakenteen painumisnopeus on hidastunut alle 0,01 mm/min. Painumien arvot kirjataan muistiin jokaisen askeleen kohdalla. Maksimikuormituksen jälkeen paine alennetaan nol- laan ja vastaava painuma otetaan muistiin. (17, s.16)

Levykuormituskoe on luonteeltaan staattinen kuormitustapahtuman keston ollessa tavallisesti keskimäärin 2 min. Kuormituksen kesto saattaa kuitenkin vaihdella suuresti riippuen rakenteen painumisnopeudesta. Tämä johtuu siitä, että kokeessa ei ole vakioitua aikaväliä vaan laite nostaa kuormitusta vasta, kun painumisnopeus on hidastunut alle 0,01 mm/min. (17, s.18)

Levykuormituslaitteen periaate esitellään seuraavassa kuvassa. (Kuva 8.)



KUVA 8. Levykuormituslaitteen periaate. (18.)

Kaikissa mittauksissa tehdään aina kaksi peräkkäistä mittausta, jolloin saadaan kaksi pintakantavuusarvoa E1 ja E2. Näistä E2 on tien kantavuusarvo. Suhdetta E2/E1 sanotaan kantavuussuhteeksi, ja se kuvaa tien rakennekerrosten tiiveyttä. (7, s.35) Eli mitä lähempänä suhde E2/E1 on ykköstä, sen laadukkaampi tiivistyminen on kyseessä.

## 2.6 Kalliomurske

Kalliomurske (KaM) on kiviainesta, joka on valmistettu murskaamalla kalliosta irti räjäytettyä louhetta ja seulomalla siitä haluttu lajite. Kalliomurskeen kaikki pinnat ovat murtopintaisia. Tien jakavassa kerroksessa käytetään murskeita 0/45, 0/56, 0/63 tai 0/90. Tien kantavassa kerroksessa käytetään murskeita 0/31, 0/45, 0/56 tai 0/63. Soratien kulutuskerroksessa käytetään mursketta 0/11 tai 0/16. (9.)



Kun kaikenkokoisia rakeita sisältävä murske seulotaan seulalla, jonka neliömäisten aukkojen sivun mitta on esimerkiksi 16 mm, on lajitteen raekoon yläraja (D) 16. Raekoon ylärajaa voidaan nimittää myös maksimiraekooksi. Kun 16 mm seulan läpi mennyt murske seulotaan esimerkiksi 11 mm seulalla, tulee lajitteen raekoon alarajaksi (d) 11. Lajite sisältää siis vain tietynkokoisia rakeita alkuaan kaikenkokoisia rakeita sisältäneestä murskeesta. (9.)

Lajitteen raekoon ala- ja yläraja (millimetreinä) liitetään mursketyypin lyhenteen perään (d/D) ilman mittayksikköä. Esimerkiksi kalliomurske KaM 11/16. Tällaista lajitetta nimitetään *katkaistuksi lajitteeksi*, koska siinä ei ole mukana pieniä rakeita. Siitä voidaan käyttää myös nimitystä sepeli. Lajitteesta, jonka raekoon alaraja on 0, käytetään nimitystä *nollalajite*. Katkaistun lajitteen yläraja (D) ja alaraja (d) valitaan siten että  $D/d \geq 1,4$ . (9.)

## 2.7 Tiivistäminen

Tiivistämisessä tavoitteena on päästä eroon maakerroksen materiaalin rakeiden välisestä tyhjätilasta, näin nostetaan maakerroksen tilavuuspainoa. Tiivistäminen on maarakennustyön lopputuloksen kannalta yksi tärkeimpiä osa-alueita.

Kerralla tiivistettävän kerroksen paksuus riippuu tiivistettävän materiaalin laadusta ja käytettävästä tiivistyskalustosta. Jokainen kerros ja pengertäytteen yläpinta tiivistetään koko leveydeltään käyttäen kerrospaksuuden mukaan kuhunkin tarkoitukseen soveltuvaa tiivistyskalustoa ja tiivistyskertamäärää.

Jyräysohjeille on olemassa ohjetaulukko tiehallinnon jyräysohjeessa. Taulukko on esitelty seuraavassa kuvassa. (Kuva 9.)

Jyräysohjeet. Tiivistyskoneiden ohjeellinen jyräskertamäärä eri kerrospaksuuksilla maan aineksen ollessa lähellä optimivesipitoisuutta.

Jyrätyyppi	Paino (t)	Yliytiskertojen ohjearvo													
		Suodatin / eristyskerr		Jakava kerros		Kantava kerros		Alusrakenne H <sup>1)</sup> ≤ 30			Alusrakenne H <sup>1)</sup> > 30			Louhe	
Kerrospaksuus enintään (m)		0,25	0,5	0,25	0,4	0,2	0,3	0,25	0,5	0,8	0,25	0,5	0,8	0,8	1,0
Täryjyrät <sup>2)</sup>															
- vedettävät	> 5	4	7	5	8	5	9	3	6	11	3	7	13	6 <sup>12)</sup>	7 <sup>12)</sup>
- 2 täryvalssia	> 5	3	4	3	5	3	6	2	4	8	2	4	8		
- 1 täryvalssi	> 5	4	7	5	8	6	9	3	6	11	3	6	11	5 <sup>13)</sup>	7 <sup>13)</sup>
Kumipyöräjyrät <sup>3)</sup>	< 20 <sup>4)</sup>	6	-	8	-	10	-	6	-		6	-			
	> 20 <sup>5)</sup>	4	8	6	12	8	12	4	8	14	3	6	11		
Staatitset valssijyrät <sup>6)</sup>	> 10	-	-	-	-	10	-	7	-		7	-			
Pyöräkuormaajat <sup>7)</sup>	> 40	-	-	-	-	-	-	4	8	14	3	7	13		
Puskutraktorit <sup>8)</sup>	> 10	-	-	-	-	-	-	4	-		6	-			
Sorkkajyrät <sup>9)</sup>	7-10	-	-	-	-	-	-	-	-		10)	10)			
Tärylevyt <sup>11)</sup>	>0,05	6	-	7	-	6	-	5	-		6	-			
	>0,1	5	-	6	-	6	-	4	-		5	-			
	>0,2	4	8	5	8	5	8	3	6		4	8			
	>0,4	3	6	4	6	4	6	3	6		3	6			

KUVA 9. Jyräsohjetaulukko (13, Liite 1 (2).)

Tiivistäminen voidaan tehdä kahdella tapaa, joko staattisesti tai dynaamisesti. Staattisen ja dynaamisen tiivistyksen periaatteet esitetään seuraavassa kuvassa. (Kuva 10.)



KUVA 10. Staattinen ja dynaaminen tiivistys. (15, s.103)

Molemmassa menetelmissä tavoitteena on saada maakerros tiiveimpään mahdolliseen muotoonsa eliminoimalla tyhjätila.

## 2.8 Tierakenteen parantamishanke

Rakenteen parantamishankkeen eteneminen voidaan jakaa neljään vaiheeseen sen jälkeen, kun tie tulee esille rakenteen parantamishankkeena:

1. Esiselvityksen tekeminen, jonka tavoitteena on ongelmatyyppien tunnistaminen, tavoiteasettelun tekeminen ja etenemispolun määrittely
2. Toimenpidetarpeiden ja -suositusten määrittäminen, jolloin tehdään tarvittaessa lisätutkimuksia tavoiteasettelun ja jatkosuunnittelun pohjaksi.
3. Suunnittelu, jossa valitaan ja mitoitetaan rakenteet.
4. Toteutus.

(10, s.10)

## 2.9 Tierakenteen vahvistamisen mitoittaminen

Rakenteen vahvistamistarve määritetään kelirikkohavaintojen, PPL-mittausten ja keväällä roudan sulamisen aikaan maastossa silmämääräisesti arvioitavan tien pehmenemisen perusteella. (10, s.56)

Hyväkuntoiset osuudet niillä osuuksilla, jotka eivät keväällä pehmene otetaan alustan kantavuudeksi se arvo, joka on pienempi. Arvoksi valitaan joko mittaus-  
ten perusteella määritetty kevätkantavuus tai 90 MN/m<sup>2</sup>. (10, s.56)

Lievästi pehmennyt osuus; Lievästi pehmenneillä osuuksilla ajourat jäävät näkyville. Kelirikkoinventoinneissa osuus on luokkaa 3 tai 4 tai sitä ei ole inventoitu. Pehmeneminen voi olla seurausta joko lievästä kantavuuspuutteesta tai liian hienosta tai liikaa kosteutta sitovasta kulutuskerroksesta (pintakelirikko). Alustan kantavuudeksi otetaan se arvo, joka on pienempi: mittausten perusteella määritetty kevätkantavuus tai 80 MN/m<sup>2</sup>. (10, s.56)

Pehmennyt osuus; Ajourat painuvat syväälle ja pohjamaa voi nousta ajourien välistä ja tien reunoilta. Lisäksi on mahdollista, että tien poikkileikkaus on levinnyt

ja ojat tukkeutuneet, tien pinta voi olla ympäröivää maanpintaa alempana. Kelirikkoinventoinneissa osuus on luokkaa 2. Alustan kantavuudeksi otetaan se arvo, joka on pienempi: mittausten perusteella määritetty kevätkantavuus tai 60 MN/m<sup>2</sup>. (10, s.56)

Kokonaan kantavuutensa menettäneitä teitä ovat sellaiset joissa kerrosrakenteet ovat sekoittuneet pohjamaan kanssa ja tie on pehmennyt miltei ajokelvottomaksi. Kelirikkoinventoinneissa osuus on luokkaa 1. Alustan kantavuudeksi otetaan se arvo, joka on pienempi: mittausten perusteella määritetty kevätkantavuus tai 30 MN/m<sup>2</sup>. (10, s.56)

Mitoitus suositellaan tehtäväksi menetelmän A mukaisesti tavoitekantavuuteen. Alustan kantavuus määritetään edellä kuvatun mukaisesti. Rakenteen vahvistaminen tehdään yleensä murskeella. Kun tie jää parantamisen jälkeen sorapintaiseksi, ei routimisen rajoittamiselle aseteta erikseen vaatimuksia. (10, s.56-57)

## **2.10 Kuivatuksen parantaminen**

Kuivatuksen kunnostamisen suunnittelussa on oleellista koko kuivatusketjun huolellinen tarkastelu maastossa. Inventointi tehdään kaikkien parantamishankkeiden lähtötiedoksi, mutta se voidaan tilata myös erillisenä esimerkiksi alueurakan lähtötiedoksi. (10, s.64)

Maastossa tarkistetaan seuraavat kohdat ja kirjataan mahdolliset puutteet ja toimenpidetarpeet:

- pintavesien pääsy sivuojaan: onko tiellä riittävä sivukaltevuus, mahdolliset esteinä olevat reunapalteet tai painumat
- sivuojavesien kulku vedenjakajalta rummulle: mahdollisia esteitä ovat kivet tai kallio ojan pohjalla, sivuojarumpujen huono kunto tai puuttuminen tai sivuojarumpu on liian ylhäällä tai päätierumpu on tukossa tai rikki - syväkuivatuksen tehostamistarve: puuttuuko oja eikä ole tilaa kaivaa avo-ojaa tai onko sivukaltevassa maastonkohdassa epätasaista routimista tai rinteiden puoleisella osalla tietä urautumista
- ojan putkitustarve: ovatko luiskat jyrkät, onko tien reunakantavuus heikko

- uusien päätierumpujen tarve.  
(10, s.64)

### **2.10.1 Yhteys rakenteen kunnan ja kuivatuksen välillä**

Tierakenteet ja kuivatus muodostavat rakenteen toiminnan kannalta kokonaisuuden. On tärkeää tunnistaa, onko rakenteen huono kunto seurausta huonosta kuivattuksesta vai johtuuko esimerkiksi ojien täyttyminen heikosta rakenteesta. (10, s.65)

### **2.10.2 Ojien kunnostaminen**

Ojien kunnostamisen tärkeimpänä kriteerinä on huolehtia kohdassa 6.5.1 esitetyn mukaisesti siitä, että veden kulle ei ole esteitä eikä vesi jää seisomaan tien vierelle. Ojista poistetaan vesien kulkua estävät tai vesiä padottavat kivet ja kalliot. Vettä keräävät painanteet täytetään tiiviillä maalla. Sivuojarummut kunnostetaan ja lasketaan tarvittaessa alemmaksi. Sivuojan pohjan tulisi olla noin 20 cm syvemmällä kuin routimattomien tai lievästi routivien kerrosten alapinta. (10, s.66)

### **2.10.3 Kuivatuslaitteiden kunnostus**

Rummuista tarkistetaan:

- onko poikkileikkausmuoto säilynyt
- ovatko rummun päät nousseet
- jatkamistarpeet ja -mahdollisuudet
- onko rumpu ehjä, onko irtonaisia renkaita
- onko rumpupaikalla epätasaista routimista
- onko rumpukohta pysyvästi muuta tietä alempana.  
(10, s.64)

Rumpupaikoilla epätasainen routiminen voi johtua siitä, että rumpukaivanto on täytetty routimattomalla materiaalilla eikä ole tehty siirtymäkiilaa. Tällöin rummun kohta on talvella muuta tietä alempana, mutta kohta tasoittuu kesällä. Epätasaista routimista aiheutuu myös, jos rumpu on perustettu matalalle routivassa pohjamaassa. Tällöin rumpu nousee pohjamaan routimisen seurauksena talvella,

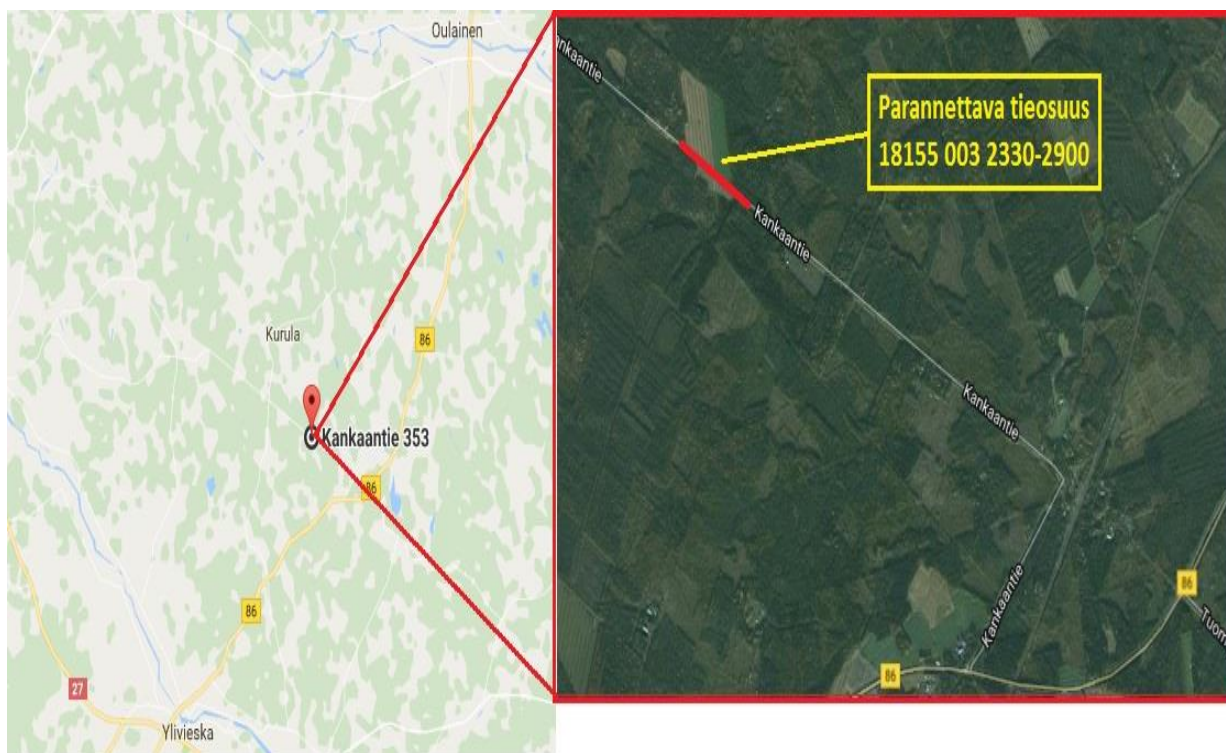
kohta tasaantuu kesällä. Jos rumpukohtien epätasainen routiminen on todettu haitalliseksi, rummut perustetaan uudelleen ja tehdään Tierakenteen suunniteluohjeen mukaiset siirtymäkiilat. (10, s.68).

### 3 TIERAKENTEEN PARANTAMINEN KANKAANTIELLÄ

Opinnäytetyön tavoitteena oli tutustua kantavuuden lisäämisen takia tehtyyn sotien rakenteen parantamiseen, sen käytännön toteutukseen ja parantamisen tuloksiin. Pohdittavana oli myös rakenteen parantamisen merkitys tien käyttäjille kuljetuksen jälkeen.

Rakenteen parantaminen tehtiin Fingrid Oy:n tilauksesta Jylkän muuntaja-ase-malle siirrettävien raskaiden muuntajien vuoksi. Muuntajat painoivat noin 300 tonnia ja yhteispainoksi yhdelle kuljetukselle vetoauton ja sen peräkärryn kanssa muodostui melkein 400 tonnia.

Opinnäytetyössä käsiteltävä tieosuus sijaitsee Ylivieskan Kankaantiellä (tieosoite 18155, tieosa 003, paaluvälillä 2300-2900). (Kuva 11.)



KUVA 11. Parannuskohteen sijainti.



### 3.1 Kankaantien parantamisen lähtökohdat

Fingrid Oy:n muuntajakuljetuksia varten tehtiin tutkimukset kuljetusreitien soveltuvuudesta raskaiden muuntajien kuljetusta varten. Tutkimuksissa paljastui kankaantiellä (tieosoite 18155, tieosa 003, paaluvälillä 2300-2900) vakavia kantavuuspuutteita, jotka on korjattava ennen kuljetuksiin ryhtymistä.

Ilman parantamistoimenpiteitä riskit kuljetuksen epäonnistumiselle ja jopa vaurioitumiselle kuljetuksen kaatuessa tai siirtyessä liiksi, nousisivat liian korkeiksi. Lisäksi tierakenteelle koituvat vauriot olisivat mittavat. Tierakenteen vauriot vaativat korjaamista sekä aiheuttaisivat haittaa tienkäyttäjille.

### 3.2 Pohjatutkimukset kankaantiellä

Kankaantien paaluvälille 2300-2900 suoritettiin aluksi rakennekerroskairaus näytteineen kerrosrakenteen selvittämiseksi. Tuloksista huomattiin, että pohjamaa koostui siltistä, jonka päällä oli ohut turvekerros. Tierakenne koostui puolen metrin paksuisesta sekalaisesta aikojen saatossa tielle kuljetetusta hiekasta ja sorasta. Kerrosrakennekairauskalusto on havainnollistettu seuraavassa kuvassa. (Kuva 12)



Kuva 12. Rakennekerroskairaus (19)



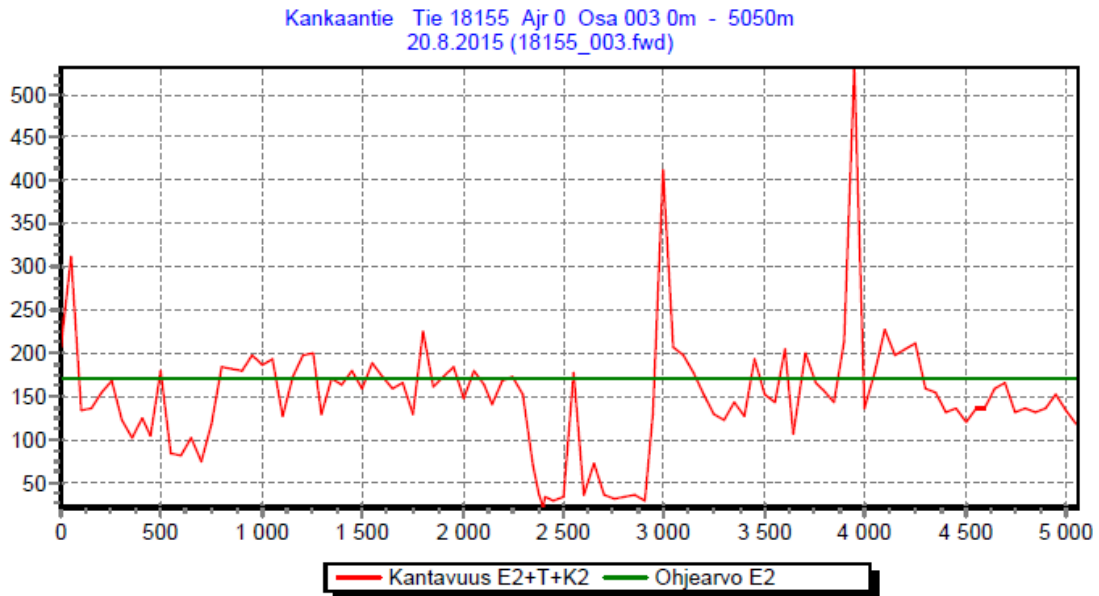
Rakennekerroskairauksen näytteenotto havainnollistetaan seuraavassa kuvassa. (Kuva 13)



Kuva 13. Rakennekerroskairauksen näytteenotto (19)

### 3.3 Kantavuusmittaukset Kankaantiellä

Kantavuusmittaukset teki pudotuspainolaitteella West Coast Roadmasters Oy. Seuraavassa kantavuusmittauksien tuloksia esittävässä kuvassa (kuva 14) erotuu selkeästi paaluvälin 2300-2900 kantavuusongelmat.



KUVA 14. Kankaantien 18155 kantavuusmittausten tulokset (6, s. 1)

Kuvaajasta nähdään heti, että paaluvälillä 2300-2900 saadut kantavuuskokeiden tulokset ovat reilusti alle kantavuuden ohjearvon kuljetuksen reitillä. Kantavuuksien ohjearvona reitille ja kynnyksarvona rakenteen parantamiseen ryhtymiselle pidettiin  $100 \text{ MPa/m}^2$ . Kyseisellä paaluvälillä pudotuspainolaitteen kantavuustulokset putosivat matalimmillaan  $25 \text{ MPa/m}^2$ . Lisäksi maaperäkarttojen mukaan tien pohjamaa koostui paaluvälillä 2300-2900 ohuesta turvekerroksesta ja siltistä.

Pudotuspainolaitemittaukset suoritti West Coast Roadmasters Oy, samalla laitteistolla kuin ennen rakennustyötä tehdyt mittaukset. Käytetty laite oli KUAB FWD 50 pudotuspainolaite. (Kuva 15.)



Kuva 15. KUAB FWD 50 pudotuspainolaite. (16.)

### 3.4 Kankaantién kantavuusmittausten tulkinta

Kankaantieltä mitattujen huonojen kantavuustulosten takia tuli selvittää, mistä huonot tulokset johtuivat. Mielenkiinto kohdistui siihen, missä pituuspoikkileikkauksen osassa kantavuusongelmat olivat.

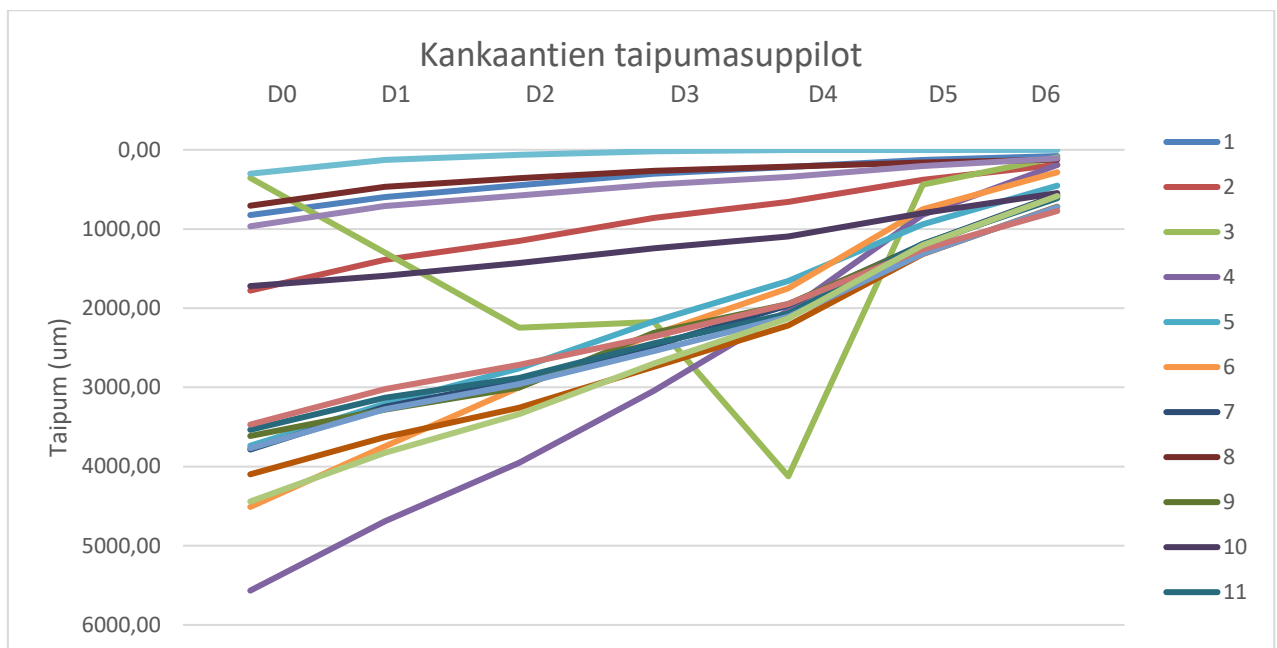
Näiden pohdintojen perusteella mitoitettaisiin laskennallisesti rakennettavien kerrosten paksuudet. Mittauksista saadut tulokset kankaantieltä (18155), tieosalta 3, paaluvälillä 2300-2900 ovat sisällytetty tämän opinnäytetyön liitteisiin.

Tuloksista kävi ilmi, että anturit, jotka olivat lähinnä kuormituskohtaa (D1 & D2) antoivat painumille suuria arvoja. Näiden kahden anturin muodostamaa tulosta kuvataan nimellä SCI (Surface Curvature Index). Kun näiden kahden anturin painumalukemat ovat suuria tarkoittaa se, että painumasuppilo on muodoltaan jyrkkä lähellä kuormituskohtaa. Painumasuppilon jyrkkyys edellä mainitussa kohdassa tarkoittaa, että kantavuusongelmat mitatulla tiellä johtuvat osaltaan tien kantavan kerroksen huonosta laadusta.

Pohjamaan laatua (BCI = Base Curvature Index) kuvaavat taipuma-arvot D5 & D6 antureilta ovat pääosin myös suuria poissulkien joitain satunnaisia kohtia, jol-

loin mittauskohdan alla on saattanut olla suuri lohcare. Näiden arvojen perusteella pohjamaa on myös huonosti kantavaa. Tulokset sopivat hyvin yhteen kairaustulosten perusteella saadusta pohjamaan laadusta ja rakentamattomalle sotatielle tyypillisestä rakenteesta tai pikemminkin varsinaisen rakenteen puutteesta johtuviin kantavuusongelmiin.

Painumasuppiloiden muotoja kankaantieltä saaduista tuloksista havainnollistetaan seuraavassa kuvassa. (Kuva 16.)



KUVA 16. Koonta Kankaantien taipumasuppiloista

Kaikki Kankaantiellä tehdyt kantavuusmittausten tulokset on muutettu kertoimella 0,8 vastaamaan kevätkantavuutta tieosalla. Kevätkantavuuksien kertoimia käytetään suhteuttamaan tässä tapauksessa elokuussa mitatut kantavuusarvot vastaamaan kevään huonompia olosuhteita tiellä. Ramboll Oy:n suunnitelmissa kevätkantavuutta kuvataan kertoimella 0,8. Kevätkantavuudet arvioidaan siis 20 prosenttia heikoimmiksi kuin mitatut tulokset elokuussa.



## **4 SUUNNITELLUT RAKENTEENPARANTAMISTOIMENPITEET**

Kantavuusmittausten mukaan tien kantavuusongelmat johtuivat tien kantavan kerroksen laatupuutteista sekä pohjamaan koostuessa huonosti kantavasta sil-  
tistä, jonka päällä oli ohut turvekerros. Pohjamaiden vaihto kustannussyistä ja  
tarpeen lyhytaikaisuudesta johtuen päätettiin suunnitelmavaiheessa jättää vaih-  
toehtona pois.

Tieosalla kantavuutta päädyttiin nostamaan rakentamalla uusi kantava-ja kulu-  
tuserros sekä asentamalla niiden ja vanhan tienpohjan väliin geoverkko.  
Geoverkolla saataisiin tiealueen koko alalle jaettua tienpintaan raskaiden kulje-  
tusten takia aiheutuvat kuormat. Tien liikennemäärät olivat myös mittaluokaltaan  
todella pienet. Tielle keskimääräinen vuorokausiliikenne (KVL) oli 36 ajoneuvoa  
vuorokaudessa.

### **4.1 Kuivatuksen parantaminen**

Tieosuudella ojien kunto oli huono, minkä vuoksi nykyisissä sääolosuhteissa,  
jossa vettä sataa poikkeuksellisen usein ja paljon, tarvitaan toimiva kuivatusjär-  
jestelmä, jotta tie pysyisi kunnossa. Tieosuuden ojat vetivät huonosti. Kyseinen  
tieosuus oli vanha, liikennemääriltään vähäinen rakentamaton soratie, eikä ojja  
ei ollut aukaistu eikä muotoiltu pitkään aikaan.

Tien ojituksen kuntoa havainnollistaa kuva, joka on otettu tieosuudelta kanta-  
vuusmittauksien yhteydessä. (Kuva 17.)



*KUVA 17. Kankaantie 18155, tieosa 003, paaluväli 2030-2900.*

Kuvasta nähdään, että ojat ovat täynnä, ja vesi ei pääse virtaamaan niistä pois. Syyt kuivatuksen huonoon kuntoon ovat ojien profiilien painuminen maatalouden vuoksi ja ojien täyttyminen niissä kasvavan biomassan lahoamisen sekä ojiin liikenteen takia päätyvän hienoaineen vuoksi. Laskuojia on myös vähän ja niidenkin kunto on huono. Pelloille johtavien liittymien rummut ovat huonokuntoisia ja niiden päät ovat nousseet ylös. Joiltain osin rummut ovat romahtaneet. Alueen tasaisuus asetti myös haasteita kuivatukselle, sillä ojien vesiä oli vaikea saada painovoimaisesti virtaamaan mihinkään alueelta.

#### **4.2 Geoverkon asentaminen uusien rakennekerrosten alle**

Kankaantiellä parannettavalle paaluvälille 2300-2900, vanhan tienpohjan ja uusien rakenteiden väliin, tuli asentaa geoverkko. Geoverkkona käytettiin Secugridin 60/60 Q1, polyesteristä (PET) valmistettua geoverkkoa nimellislujuudeltaan 60KN/m<sup>2</sup>. Rullan koko oli 4.75 m \* 100 m.

Geoverkon tuomaa kantavuuden lisäystä on todella vaikeaa matemaattisesti arvioida. Geoverkon lisäarvo saadaankin sen ominaisuuksien mukaan siten, että

se jakaa tiealueelle tulevat kuormat laajemmalle alueelle. Näin uusien kantavien kerrosten mitoitus voidaan tehdä koko tien leveydelle.

Kankaantien luiskat olivat todella jyrkät ja tie kapea. Yksi geoverkon asentamisen syy olikin, että tien rakenne saataisiin huomattavasti stabiilimmaksi. Pelkän uusien kerrosten lisäämisen takia tierakenteen korkeuden ja massan kasvu voisi johtaa tierakenteen vyörymisen ojiin sen reunoilta.

### **4.3 Uusien kerrosten rakentaminen Kankaantielle**

Parannettavalle tienosuudelle kantavuuden parantamiseksi rakennettiin uusi kantava kerros kalliomurskeesta 0/65 (KAM 0/65). Uusi kantava kerros rakennettiin vanhan tienpohjan pinnalle levitettävän geoverkon päälle. Uuden kantavan kerroksen vahvuudeksi Ramboll Oy, oli suunnitelmissaan määritellyt 200 mm.

Kantavan kerroksen pintaan rakennettiin uusi kulutuskerros hienomasta kalliomurskeesta 0/16 (KAM 0/16). Uuden kulutuskerroksen vahvuudeksi oli Ramboll Oy mitoittanut 40 mm.

## 5 RAKENTEEN PARANNUSTYÖ KANKAANTIELLÄ

Työn yhtenä tavoitteena oli kuvata Kankaantien (18155, tienosa 003, paaluväli 2300-2900) rakenteen parantamista käytännössä sen kaikkine työvaiheineen. Seuraavaksi kuvataan lyhyesti rakenteen parannustyötä työvaiheittain.

### 5.1 Työmaanaikaiset liikennejärjestelyt

Rakenteen parantamistyön ollessa kevyempi eli työ, jossa rakennetaan uudelleen vain kantava- ja kulutuskerros, ei liikennettä jouduta tienosalla kokonaan katkaisemaan, jolloin jouduttaisiin rakentamaan työmaan viereen erillinen kulkuväylä liikenteelle.

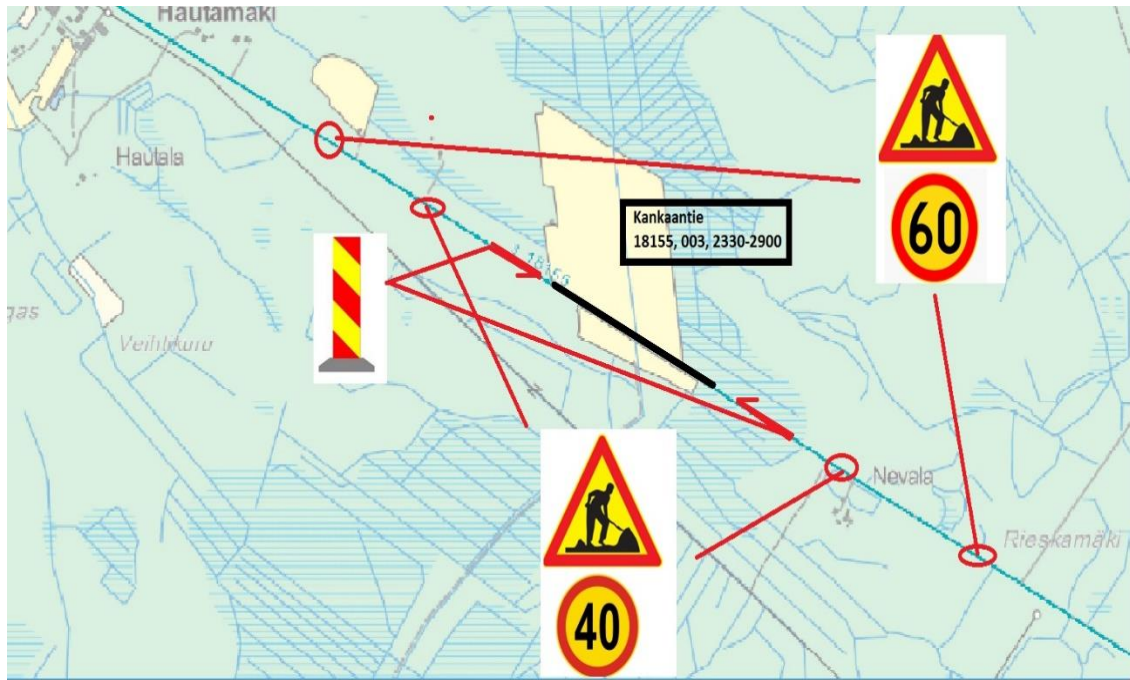
Koska töiden aikana varsinaiset toimenpiteet eivät aiheuttaneet esteitä yli kulkevalle liikenteelle kuin hyvin vähäisen ajan kerrallaan, työmaan olemassa olosta tuli varoittaa tiellä liikkuvia ajoissa ja alentaa ajonopeuksia työmaan kohdalla. Näin varmistettiin työmaalla työskentelevien ja tiellä liikkuneiden tienkäyttäjien turvallisuus.

Katkokset liikenteelle, joka kyseisellä tieosuudella oli muutenkin hyvin vähäistä, arviolta n. 10 autoa työvuoron aikana, johtuivat lujiteverkon levityksestä. Lujiteverkkoa voitiin levittää kävelyvauhtia vaaditulle tieosalle. Lujiteverkon levittäminen oli helppoa, koska verkko oli pakattu rullalle.

Katkoksia liikenteelle aiheuttivat muussa tapauksissa vain kuorma-autojen tuodessa mursketta työmaalle ja niiden levittäminen traktorilla lujiteverkon päälle. Katkokset olivat kestoltaan alle 15 minuuttia. Liikenteenohjauksen pystyivät suorittamaan rakennustyömaalla työskennelleet rakennusmiehet. Työmaan ohi kulkeva liikenne voitiin ohjata keskeneräistenkin rakenteiden yli, sillä niille ei normaali liikenne voinut aiheuttaa vaurioita.

Työmaan aikaisia liikennejärjestelyitä kuvataan seuraavassa kuvassa. (Kuva 18.)





Kuva 18. Työmaanaikaiset liikennejärjestelyt

Kankaantiellä yleinen nopeusrajoitus on 80 km/h. Koska työmaalla ei varsinaista liikenteenohjausta tarvittu vähäisen liikenteen vuoksi, alennettiin ajonopeuksia, jotta tiellä liikkujat hahmottaisivat työmaan sekä siellä liikkuvat koneet ja työnte-kijät paremmin.

Tietyöstä varoitettiin työmaan molemmin puolin tietyömaa-merkein ja joihin oli lisätty 60 km/h nopeusrajoitus. Nämä varoitukset sijoitettiin työmaan molemmille puolille 300 metrin etäisyydelle. Merkkien huomioitavuutta tehostettiin paristokäyttöisillä keltaisilla majakkavilkuilla.

Työmaan kohdalla nopeus rajoitettiin molemmin puolin työmaata 40 km/h nopeusrajoitusmerkein. Nopeusrajoitukset sijoitettiin työmaan molempiin päihin 150 metrin etäisyydelle työmaasta. Työmaan molemmin puolin 100 metrin matkalle sijoitettiin myös sulkupylväitä työmaalle tulevalle kaistalle, sillä lanattu tienpinta ulottui vanhan nurmipolanteen päälle ja yli. Silloin oli vaara autoilijan suistumisesta ojaan.

## 5.2 Vanhan kulutuskerroksen poistaminen

Ennen lujiteverkon asennusta, tienpinnan vanha kulutuskerros olisi alkuperäisten suunnitelmien mukaan tullut poistaa. Tästä kuitenkin luovuttiin suuren korvaavan kulutuskerros materiaalin tarpeen takia. Ratkaisuun päädyttiin myös siksi, että vanhan kulutuskerroksen päälle asennettava lujiteverkko estäisi uuden kantavan kerroksen ja vanhan hienoainespitoisemman kulutuskerroksen sekoittumista.

Vanha kulutuskerros päädyttiin tasoittamaan huolellisesti traktorilla lanaamalla. Näin saatiin myös suurin osa tienpinnan huonoimmasta materiaalista poistettua ja siirrettyä tien luiskaan. Vanhan kulutuskerroksen poistamisen jälkeistä tilannetta havainnollistetaan seuraavassa kuvassa. (Kuva 19.)



*Kuva 19. Tasattu vanha kulutuskerros*



### 5.3 Lujiteverkon asentaminen

Lujiteverkkona käytettiin Secugridin polyesteristä (PET) valmistamaa 60/60 Q1 geoverkkoa, nimellislujuudeltaan 60 KN/m<sup>2</sup>. Rullan koko oli 4.75 m \* 100 m. Lujiteverkko levitettiin tasaiseksi lanatulle vanhalle tienpohjalle. Verkkoa levitettäessä tuli pitää huoli, että verkko kattaa koko vanhan tienpohjan, jolloin verkon päälle rakennettavien rakennekerrosten käyttöön saadaan koko vanhan tien leveys. Verkon asennusta havainnollistetaan seuraavassa kuvassa. (Kuva 20.)



*Kuva 20. Lujiteverkon reunan sijoittaminen*

Kankaantien ollessa n. 6 metriä leveä yhdellä lujiteverkkorullalla ei voitu kattaa koko vanhaa tienpohjan leveyttä. Koko tienleveys voitiin kattaa jakamalla rulla kahtia ja käyttämällä puolikasta rullaa peittämään jäljelle jääneen osan tien pinnasta. Tienosuuden ollessa 570 metriä ei yhdellä 100 metrin rullalla kateta myöskään tienosuuden koko pituutta, tällöin rullaa vaihdettaessa joudutaan tekemään poikkisuuntainen liitos.

Asennuksessa tuli erityistä tarkkuutta kiinnittää verkon ehjänä pysymiseen. Käytettävä kuorma-autokalusto oli tarkoitettu tienhoitoon, joten autojen alusterien mahdollinen takertuminen verkkoon piti estää mahdollisimman tehokkaasti. Rikkinäisen verkon kantavuusominaisuudet eivät jatkuisi verkon epäjatkuvuuskohdan yli vaaditulla tavalla vaan saattaisivat aiheuttaa tierakenteen pettämisen kuljetusten takia vauriokohdassa.

Ennen verkon asennusta tuli tienpinnan olla tasainen. Tässä työvaiheessa korostui traktorinkuljettajan ammattitaito. Epätasaisen pinnan päälle levitetty geoverkko ei pysynyt murskeita levitettäessä kunnolla paikoillaan vaan pyrki suoristumaan ja näin pois tarkoitettun asennuskohdan päältä.

#### **5.4 Uuden kantavan kerroksen rakentaminen**

Uutta kulutuskerrosta rakennettaessa myös kaluston verkon yli tehtyjä ajokertoja tuli minimoida verkon vaurioitumisen ehkäisemiseksi. Tämän ehkäisemiseksi oli tarkoitus levittää murskeet kuorma-autoilla peruuttamalla, jolloin paljaan verkon yli ajamista voitaisiin vähentää. Kuitenkin käytännössä havaittiin parhaaksi menetelmäksi levittää murskeet verkon päälle normaaliin tapaan ajamalla verkon päältä.

Näin menettelemällä saatiin verkon päälle levitettävän kuorman painosta tapahtuva verkon aaltomainen liike hallittua murskeen ja kuorma-auton renkaiden väliin ja kulkemaan näin verkon päihin asti. Alkuperäisellä menetelmällä aalto pakotti verkon pois paikoiltaan, koska sen päällä ei ollut sitä pysäyttävää estettä.



Uusi kulutuskerros rakennettiin kalliomurskeesta (KAM) 0/65 mm. Murskeen le-  
vitystä on havainnollistettu seuraavassa kuvassa. (Kuva 21.) Kuvassa nähdään  
myös verkon päälle tulevan liikkuvan kuorman vaikutuksesta syntyvä aalto.



*Kuva 21. Uuden kantavan kerroksen rakentaminen*

### **5.5 Kantavan kerroksen tiivistäminen**

Valmis kantava kerros tiivistettiin jyrää käyttäen. Kerrospaksuuden ollessa vain  
20 cm voitiin koko tie tiivistää kerralla kantavan kerroksen rakentamisen jälkeen.

## **5.6 Uuden kulutuskerroksen rakentaminen**

Uuden kantavan rakenteen päälle tehtiin uusi kulutuskerros hienommasta kalliomurskeesta (KAM) 0/16. Hienommasta aineesta rakennettu kulutuskerros tarvitaan parantaman tien pintaosan tiiveyttä sekä toimimaan tienkäyttäjälle tasaisempana alustana liikkua tiellä. Myös tiellä liikkuvien kulkuneuvojen rakenteiden säilymisistä paremmassa kunnossa edesautetaan tasaisemmalla pinnalla.

## **5.7 Kuivatusjärjestelmän kunnostaminen**

Tierakenteen parantamisen yhteydessä ojat aukaistiin ja ojien viettokaltevuus saatettiin sellaiseksi, että veden virtaaminen ojista pois tuli mahdolliseksi. Huonosti vetävät laskuojat aukaistiin mahdollisimman pitkälle maanomistajan toiveiden mukaan, mikäli mahdollista. Tieosalla rikkoutuneita rumpuja oli vain yksi, sekin maatalousliittymän kohdalla. Vanha betoninen rumpu korvattiin muovisella rumpuputkella.

## 6 LAADUNVARMISTUS JA RAPORTOINTI TILAAJALLE

Tilaaaja Fingrid Oy edellytti urakoitsijaa dokumentoimaan työn laadun raportein ja valokuvin työn eri vaiheista. Seuraavaksi lyhyt kuvaus laadun raportoinnista tilaajalle.

### 6.1 Geoverkon limitysten dokumentointi

Tilaaajan suunnitelmissa määrättiin yhdeksi laatukriteeriksi verkkojen limityksen riittävyys. Tällä varmistettiin, että verkon ominaisuudet säilyvät epäjatkuvuuskohdan yli. Verkon limityksen laatukriteerit olivat seuraavat:

- Jos verkkojen sauma on tien poikkisuuntaan, tulee limityksen olla vähintään 0,5 m.
- Jos sauma on tien pituussuuntaan, tulee limityksen olla vähintään 1,5 m.

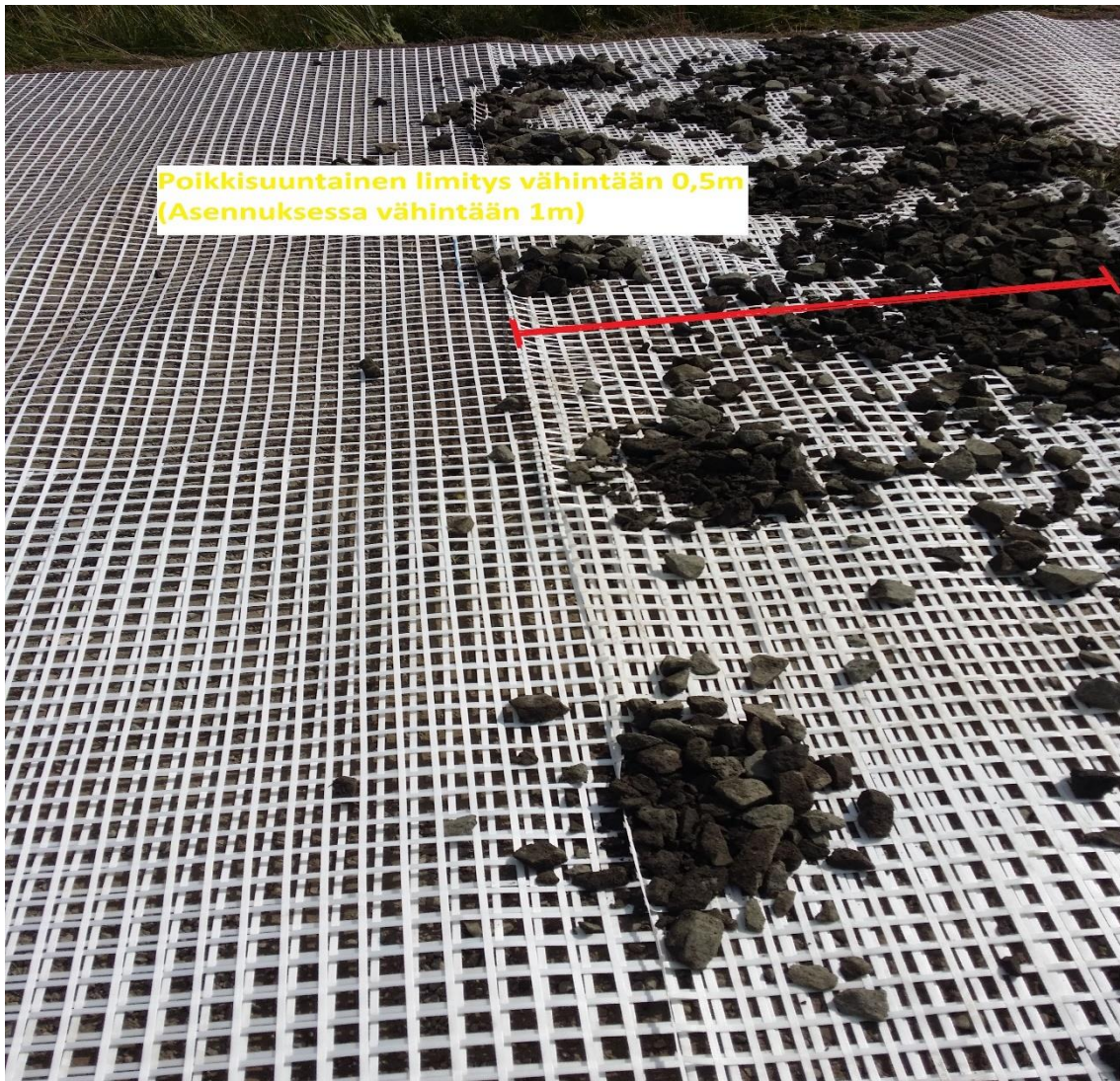
Pituussuuntaista saumaa havainnollistaa seuraava kuva. (Kuva 22.)



Kuva 22. Verkon pituussuuntainen lomit



Verkon poikkisuuntaisen liitoksen mittana käytettiin yhtä metriä, vaikka tilaajan määrittelemä 0,5 metriä olisi riittänyt. Syynä limityksen vähimmäismitan asettamisella metriin oli asennuksen helpottaminen. Rullalla ollut verkko pyrki heti rullautumaan takaisin kerälle, jos sen päälle ei saatu heti painoa. Limityksen ollessa reilumpi voitiin uuden rullan pää sitoa kiinni vanhan rullan alle. Poikkisuuntaista limitystä havainnollistetaan seuraavassa kuvassa. (Kuva 23.)



*Kuva 23. Verkon poikkisuuntainen limitys*



## 6.2 Toteutuneiden kerrospaksuuksien mittaukset

Tilaaaja Fingrid määritteli yhdeksi laatuksiteeriksi työnjälkeisten kerrospaksuuksien mittaamisen tienosalta. Destia Oy toteutti mittaukset ja tulokset luovutettiin asiakkaalle urakan valmistumisen yhteydessä.

Mittauspöytäkirjan merkittiin mitatut kerrospaksuudet tieosalta, mittaukset tehtiin lapiokaivuna tien reunasta n. 1 m. Näin kerrospaksuudet voitiin leikkauksessa mitata luotettavasti. Mittaukset tehtiin molemmilta kaistoilta ja keskikaistalta satunnaisin pistein. Mittauspöytäkirjat on liitetty tähän opinnäytetyöhön liitteeksi

Kerrospaksuuksille oli Ramboll Oy määrittänyt kantavalle kerrokselle 20 cm. Joillakin mittauksilla tavoitteesta jäätii kertaluokkaa sentin verran ja joissain kohdissa mitta ylittyi useillakin sentteillä. Virheet mittauksissa johtuivat työtavasta ja urakan tavoitteet huomioiden tuloksia voidaan pitää hyvinä.

Mittauspöytäkirjasta on esimerkki seuraavassa kuvassa. (Kuva 24.)

DESTIA		KERROSPAKSUUDEN MITTAUSPÖYTÄKIRJA					
Projekt, urakkaosa			Laatija				
Tilaaaja Fingrid			Pvm. 26.7.2016				
Tiedot kohteesta		Mittaaja TONI HÄMEENKORPI					
Mitattava kohde KANSAS 18155		Paaluväli 18155/3/2330-2900					
Havainnot	Paalu	Sijainti			Mitattu kerrospaksuus (cm)	Ero +/-	Huom.
		O	KL	V			VAATIMUS 20 CM
	2352	X			27		
	2466		X		22,5		
	2557			X	22		
	2688		X		19		
2878	X			26			

Kuva 24. Esimerkki kerrospaksuuden mittauspöytäkirjasta

### 6.3 Levykuormituskokeet valmiilta tieosuudelta

Tieosuuden valmistuttua tuli uuden rakenteen parantunut kantavuus ja uuden rakenteen oikeanlainen tiivistys osoittaa levykuormituskokein tehdyillä mittauksilla. Kokeen suoritti West Coast Roadmasters Oy.

#### 6.3.1 Mittauskalusto

Levykuormituskokeissa käytetty kalusto on havainnollistettu seuraavassa kuvassa. (Kuva 25)



*Kuva 25. Levykuormituskokeen kalusto*

#### 6.3.2 Mittaustulokset

Rakennustyön jälkeen tehdyt mittaustulokset osoittavat, että tavoiteltuun 100 MPa:n kantavuusarvoihin ei päästy tien kaikilla kohdilla. Mitatut kantavuudet joillain ajouran kohdilla kantavuudet jäivät jopa alle 70 MPa: n. Mittaustuloksia levykuormituskokeesta esitellään seuraavassa kuvassa. (Kuva 26)

===== MITTAUSTIEDOT =====					
Paalu	Kaista	Et. Reun	E1	E2	E2/E1
2345	kl		64	88	1,37
2345	oik		95	115	1,22
2345	vas		120	154	1,28
2395	kl		44	60	1,36
2395	oik		69	83	1,21
2395	vas		75	91	1,21
2445	kl		40	50	1,24
2445	oik		61	74	1,21
2445	vas		63	74	1,18
2495	kl		39	51	1,29
2495	oik		59	73	1,25
2495	vas		53	67	1,27
2545	kl		70	102	1,45
2545	oik		89	117	1,32
2545	vas		99	137	1,39
2590	kl		44	58	1,30
2590	oik		64	75	1,16
2590	kl		76	94	1,23
2640	kl		38	53	1,41
2640	oik		73	93	1,27
2640	vas		64	83	1,29
2690	kl		35	46	1,33
2690	oik		51	69	1,34
2690	vas		51	65	1,28
2740	kl		45	51	1,15
2740	oik		51	68	1,33
2740	vas		58	75	1,28
2790	kl		31	41	1,33
2790	oik		59	67	1,15
2790	vas		44	66	1,50
2840	kl		51	66	1,29
2840	oik		61	80	1,31
2840	vas		60	83	1,39
2890	kl		44	59	1,34
2890	oik		69	89	1,29
2890	vas		58	73	1,26

Kuva 25. Levykuormituskokeen tulokset (20)

Tuloksista nähdään kantavuuden jäävän joillain ajourilla jopa alle 70 MPa:n. Ta-  
voitellun kantavuuden saavuttamisen lisämurskeella olisi voitu teoriassa saavut-  
taa mutta käytännössä lisämurskeen aiheuttama tien tasauksen nosto ei tehnyt  
siitä käytännöllistä vaihtoehtoa.

Kantavuuden nosto uudella lisämurskekerroksella oli nostanut työn hintaa tar-  
peettomasti sekä aiheuttanut lyhyelle tienosalle (n.600 m) epäjatkuvuuskohdan  
ja vaatinut lisätyötä tienosan päiden kohottamiseen samalle tasolle.

Tienosan pohjamaan ja rakennekerrosten ollessa heikosti kantavia olisi lisämurs-  
keen aiheuttama lisäkuormitus tierakenteelle voinut jo itsessään aiheuttaa tielle  
vaurioita pitkällä aikavälillä. Tuloksista käy kuitenkin ilmi, että uuden kerroksen  
E2/E1 arvot ovat maltillisia, joten voidaan olettaa, että uusi rakenne on tiivis.

## **7 KANKAANTIE PARANTAMISEN JÄLKEEN**

Kankaantien parantamisen tuloksia voidaan tarkastella Fingrid Oy:n ja kankaantietä käyttävien tienkäyttäjien näkökulmasta. Seuraavaksi rakenteenparantamisen tuloksia pohditaan lyhyesti.

### **7.1 Parantamisen onnistuminen tilaajan kuljetusten näkökulmasta**

Fingrid Oy:n näkökulmasta onnistuminen voidaan ajatella kahden tekijän summana. Ensimmäisenä Kankaantien kantavuuden tavoitetason toteutuminen tilaajan suunnittelutoimisto Ramboll Oy:n tekemien mitoitusten mukaisesti.

Urakan jälkeen tehtyjen mittaustulosten perusteella voidaan todeta, että kaikkiin tavoitteisiin ei päästy tieosuudella. Kuitenkaan jatkotoimiin ei ollut syytä alkaa kustannuksien noustessa liian korkeiksi yksittäisten kantavuuspuutteiden korjaamisen vuoksi.

Lisäksi geoverkon kantavuutta lisäävää vaikutusta on mahdotonta lisätä kantavuuslaskelmiin matemaattisesti. Kantavuusmittausten paikkansapitävyyttä geoverkon takia on hankala todeta, mutta geoverkon jakaessa päällä olevan murskepatjan kuormituksia tien koko leveydelle, voidaan olettaa sen kompensoivan pieniä paikallisia kantavuuspuutteita.

Toisena onnistumisen mittarina voidaan pitää kuljetusten onnistumista ilman kuljetettavien muuntajien vaurioita, kuljetuskaluston vaurioita tai tierakenteen pinnan vaurioitumista joista muodostuisi lisäkustannuksia. Kuljetuksien aikana paikalla oli valvomassa urakan rakentamisen toteuttaneen ja alueen hoidon urakoitsijan Destia Oy:n valvoja. Kuljetusten mentyä tieosuuden yli voitiin todeta, että tierakenteen pintaan ei juuri aiheutunut vaurioita. Näin voidaan todeta tierakenteen parantamisen onnistuneen tilaajan näkökulmasta.

## **7.2 Parannetun tien palvelutason nousu tien käyttäjien kannalta**

Kankaantie on normaalioloissa vähän liikennöity tie. Keskimääräisen vuorokausiliikenne on vain 26 ylitystä vuorokaudessa. Raskaan liikenteen osuus koostuu maatalouden liikenteestä peltoalueille ja harvoja kuorma-autokuljetuksia maatalouden ja metsätalouden vuoksi.

Kankaantien vähäisen liikenteen vuoksi uudet kantavat kerrokset, kunnostettu kuivatusjärjestelmä ja geoverkon tuoma lisävakaumus takaavat sen, että Kankaantien palvelutaso nousee ja palvelee näin tiellä liikkujiä pitkälle tulevaisuuteen. Parannettu rakenne vähentää tien kunnostus tarpeita tulevaisuudessa säästämällä tien kunnossapidon tilaajan eli ELY keskuksen kustannuksissa pitkällä tähtäimellä. Voidaan todeta, että tierakenteen parantaminen on alueen tienkäyttäjille tervetullutta varsinkin tienpidon rahoituksen koko ajan pienentyessä.



## 8 YHTEENVETO

Opinnäytetyössä haluttiin perehtyä rakentamattoman soratien rakenteen parantamiseen. Tavoitteena oli tutustua niihin syihin, miksi tien rakennetta haluttiin läheteä parantamaan, sen käytännön toteutukseen ja pohtia parantamisen tuloksia saavutettujen kantavuuksien sekä kuljetusten onnistumisen näkökulmasta. Tavoitteena oli myös pohtia, miten tie tulee palvelemaan tienkäyttäjiä ja arvioida, miten näin toteutettuna tie kestää käyttöä tulevaisuudessa.

Opinnäytetyössä tarkastellun Kankaantien rakenteen parantamisessa onnistuttiin, koska suunnitellut raskaat kuljetukset onnistuivat ja tierakenne kesti ko. kuljetusten aiheuttamat raskat rasitukset. Kuitenkaan parantamistyön jälkeen tehtyjen uusien pudotuspainomittausten mukaan tieosuuden jokaisella kohdalla tavoitekantavuuksiin ei päästy. Tämä johtui tieosuuden pohjarakenteiden koostumuksesta. Maaperä oli silttiä, mikä vaikeuttaa täsmällisiin kantavuuksiin pääsemistä ilman todella tarkkoja pohjatutkimuksia. Myös tien rakentamattomuus vaikeuttaa tavoitteisiin pääsyä tien heterogeenisyyden takia. Laajempiin pohjatutkimuksiin ei tarpeen lyhytaikaisuuden ja kustannusten nousun takia kannattanut ryhtyä.

Rakenteen parantamiseen käytetyn geoverkon tuoma stabiliteetti ja uudet rakenekerrokset antavat Kankaantielle edellytykset palvella tienkäyttäjiä sen vähäisillä liikennemäärillä pitkälle tulevaisuuteen.

## LÄHTEET

1. Lektar Oy:n verkkosivut. Saatavissa:<http://www.lektar.com/rakentamisen/infrarakentaminen/geoverkot>. Hakupäivä 16.11.2016.
2. Sorateiden kunnossapito. 1/2014. Liikenneviraston ohjeita. Saatavissa: [http://onninen.procus.fi/documents/original/12403/7/1/Tensar%20TriAx\\_FI\\_04\\_09.pdf](http://onninen.procus.fi/documents/original/12403/7/1/Tensar%20TriAx_FI_04_09.pdf). Hakupäivä 16.1.2016.
3. Sensar TriAx™ - geoverkkojen ominaisuudet ja toiminnalliset edut. 2009. Saatavissa: [http://onninen.procus.fi/documents/original/12403/7/1/Tensar%20TriAx\\_FI\\_04\\_09.pdf](http://onninen.procus.fi/documents/original/12403/7/1/Tensar%20TriAx_FI_04_09.pdf). Hakupäivä 16.11.2016.
4. Sequgrid esite. 2012. Saatavissa: <http://www.viacon.fi/wp-content/uploads/2014/10/Secugrid-esite.pdf>. Hakupäivä 16.11.2016.
5. Sulku ja varoituslaitteet. Liikenneviraston ohjeita. 39/2013. Saatavissa: [http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lo\\_201339\\_sulku\\_varoitulaitteet\\_web.pdf](http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lo_201339_sulku_varoitulaitteet_web.pdf). Hakupäivä 20.11.2016.
6. 18155\_003 – Kuvaajatuloste.pdf. 2015. West coast road masters Oy.
7. Kallio, Vesa 2016. Tietekniikan jatkokurssi 3 op. Opintojakson oppimateriaali keväällä 2016. Oulu: Oulunseudun ammattikorkeakoulu, tekniikan yksikkö.
8. 18155\_003-MITTAUSRAPORTTI.pdf. 2015. West coast road masters Oy.

9. Murske. Wikipedia. Haettu 30.3.2017. Saatavissa: <https://fi.wikipedia.org/wiki/Murske>
10. Rakenteen parantamisen suunnittelu. Suunnitteluvaiheen ohjaus. Tiehallinnon ohjeita. 2005. Saatavilla: <http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/2100035-v-05rakentparantsuun.pdf> . Haettu 20.3.2017.
11. 18155\_003.fwd. 2015. West coast road masters Oy.
12. Fingrid Oy. Työmaakuvat. Haettu 3.4.2017. Saatavilla: <http://www.fingrid.fi/SiteCollectionImages/fi-FI/Verkkohankkeet/Kartat%20ja%20ty%C3%B6maakuvat/2016/Isokangas%20muuntaja%20saapuu%20asemalle%20sivu.jpg>
13. Penger ja kerrosrakenteet. Tiehallinnon ohjeita. 2005. Haettu 3.4.2017. Saatavilla: [http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/2200043-v-04penger\\_ja\\_leikk.pdf](http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/2200043-v-04penger_ja_leikk.pdf)
14. InfraRYL. osa 1. ylläpito. 18110 Maapenkereet. 2009. Haettu 3.4.2017. Saatavilla: [http://www.rts.fi/infraryl/18110\\_Maapenkereet\\_2009\\_1.pdf](http://www.rts.fi/infraryl/18110_Maapenkereet_2009_1.pdf)
15. Erho, Jarmo 2016. Maanrakennustekniikka 4 op. Opintojakson oppimateriaali Syksyllä 2015. Osa 7. Maanrakennuskoneet\_kuljetus ja tiivistäminen. Oulu: Oulun seudun ammattikorkeakoulu, tekniikan yksikkö.
16. West coast roadmasters Oy. Verkkosivut. Haettu 3.4.2017. Saatavilla: <http://www.roadmasters.fi/kalusto>
17. KATURAKENTEIDEN STAATTINEN JA DYNAAMINEN KANTAVUUS 2006:4 / HKR-Ympäristötuotanto. Haettu 3.4.2017. Saatavilla: [http://www.hel.fi/static/hkr/julkaisut/2006/2006\\_4.pdf](http://www.hel.fi/static/hkr/julkaisut/2006/2006_4.pdf)

18. Tekninen kauppa. Verkkosivut. Haettu 3.4.2017. Saatavilla:  
<https://www.rakennuskone.fi/laadunvarmistuksen-menettely/>
19. West coast roadmasters Oy verkkosivut. Saatavilla: <http://www.roadmasters.fi/palvelut/tien-rakennekerrosten-kairaukset>. Haettu 11.4.2017.
20. Kankaantie 29.8.2016.pdf. 2016. West coast road masters Oy.

## **LIITTEET**

Liite 1. Pudotuspainomittauspisteet kartalla.

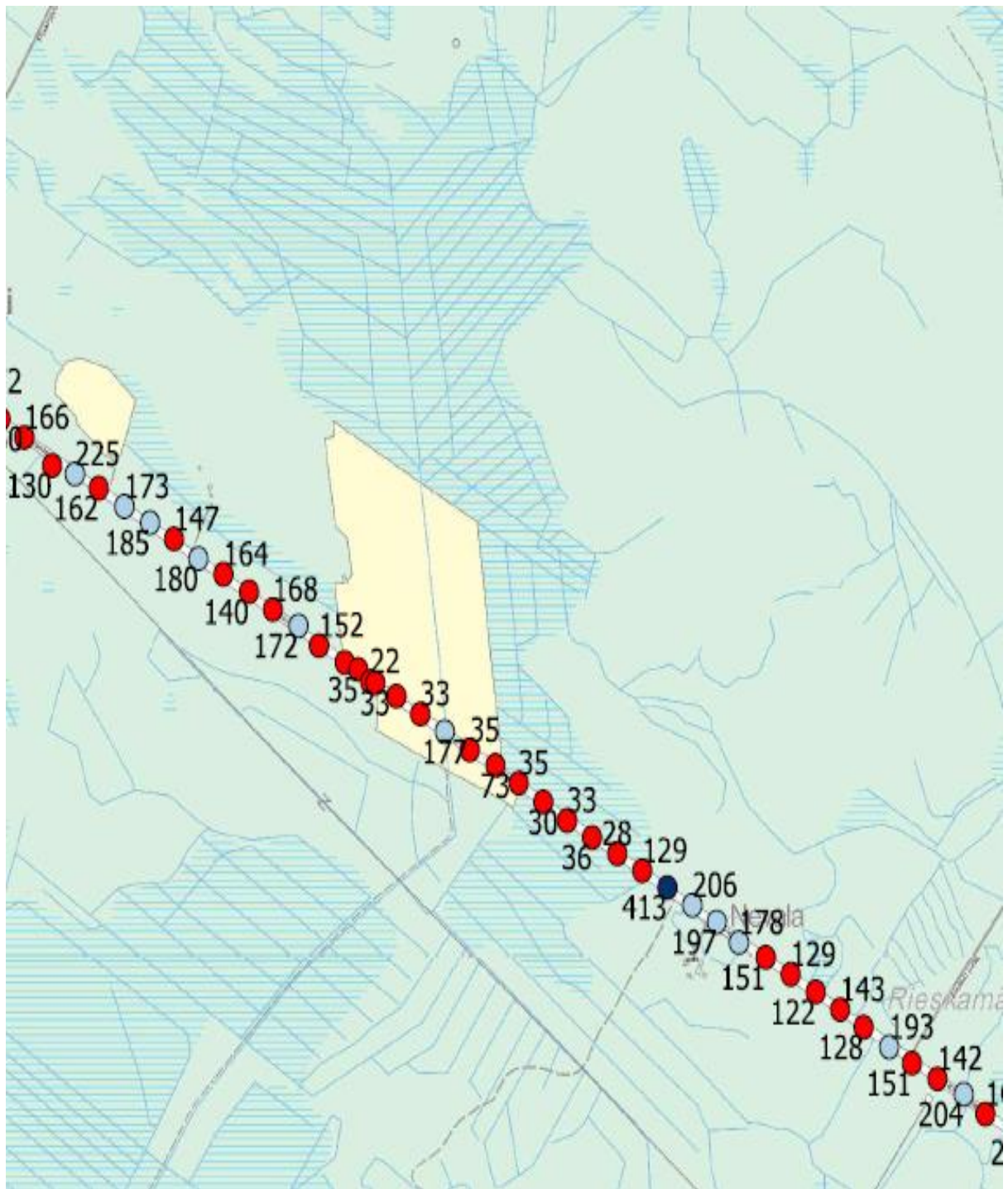
Liite 2. Pudotuspainolaitemittaukset ennen rakennustyötä

Liite 3. Kerrospaksuuksien mittauspöytäkirja

Liite 4. Levykuormituskokeen tulokset rakennustyön jälkeen

Liite 5. Alustava toimenpidekartta, tieosalla 003, Kankaantie





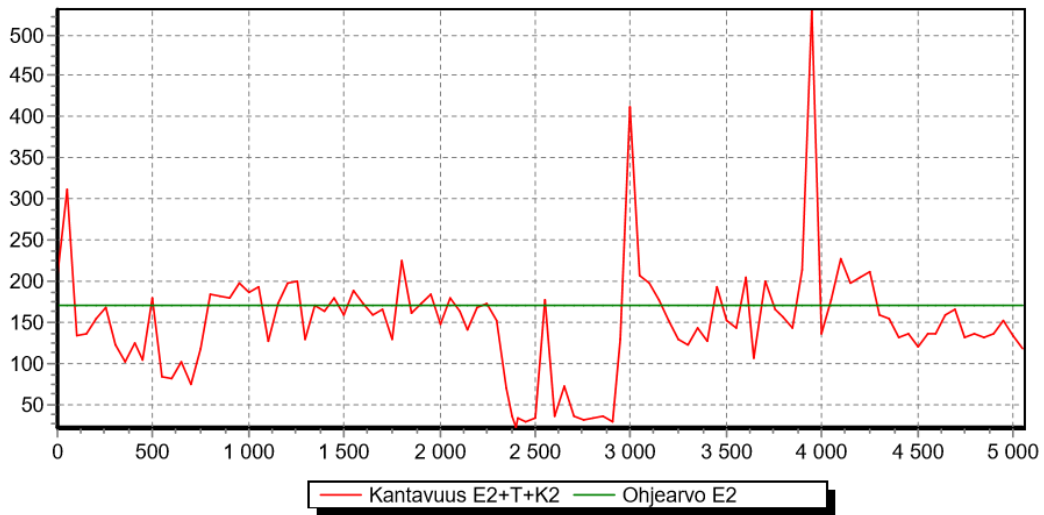
**MITTAUSRAPORTTI****Kankaantie TIE 18155 AJR 0 OSA 003**

TIE	AJR OSA	ET	OHJEARVO	Kantavuus E2+T+K2	ALITUS	PVM MITT.	TIEDQSTO
18155	0 003	2300	170	152	18	20.8.2015 JMV	18155_003.fwd
18155	0 003	2350	170	70	100	20.8.2015 JMV	18155_003.fwd
18155	0 003	2375	170	35	135	20.8.2015 JMV	18155_003.fwd
18155	0 003	2400	170	22	148	20.8.2015 JMV	18155_003.fwd
18155	0 003	2410	170	33	137	20.8.2015 JMV	18155_003.fwd
18155	0 003	2450	170	28	142	20.8.2015 JMV	18155_003.fwd
18155	0 003	2500	170	33	137	20.8.2015 JMV	18155_003.fwd
18155	0 003	2550	170	177		20.8.2015 JMV	18155_003.fwd
18155	0 003	2600	170	35	135	20.8.2015 JMV	18155_003.fwd
18155	0 003	2650	170	73	97	20.8.2015 JMV	18155_003.fwd
18155	0 003	2700	170	35	135	20.8.2015 JMV	18155_003.fwd
18155	0 003	2750	170	30	140	20.8.2015 JMV	18155_003.fwd
18155	0 003	2800	170	33	137	20.8.2015 JMV	18155_003.fwd
18155	0 003	2850	170	36	134	20.8.2015 JMV	18155_003.fwd
18155	0 003	2900	170	28	142	20.8.2015 JMV	18155_003.fwd
18155	0 003	2950	170	129	41	20.8.2015 JMV	18155_003.fwd

Tietomassa FWD - Mittausraportti  
 Juha-Matti Vainio  
 West Coast Road Masters Oy  
 Hiekkakatu 45, 28130 PORI

KUAB FWD 50 PUDOTUSPAINOLAITE  
 Gsm 0400 121 907  
 www.roadmasters.fi  
 E-mail. juha-matti.vainio@roadmasters.fi

Kankaantie Tie 18155 Ajr 0 Osa 003 0m - 5050m  
20.8.2015 (18155\_003.fwd)



**DESTIA****KERROSPAKSUUDEN  
MITTAUSPÖYTÄKIRJA**

Projekti, urakkaosa		Laatija					
Tilaaja <i>Fingrid</i>		Pvm. <i>26.7.2016</i>					
Tiedot kohteesta	Mittaaja <i>Toni Hämeenkorpi</i>						
	Mitattava kohde <i>KANTAVA KANGAS 18155</i>		Pealuväli <i>18155/3/2330-2900</i>				
Havainnot	Paalu	Sijainti			Mitattu kerrospaksuus (cm)	Ero +/-	Huom.
		O	KL	V			<i>VAATIMUS 20 cm</i>
	<i>2352</i>	<i>X</i>			<i>27</i>		
	<i>2466</i>		<i>X</i>		<i>22,5</i>		
	<i>2557</i>			<i>X</i>	<i>22</i>		
	<i>2688</i>		<i>X</i>		<i>19</i>		
	<i>2878</i>	<i>X</i>			<i>26</i>		
Huomautukset/ kommentit <i>Mittaus oja V n. 1m reunasta.</i>							
Aika ja paikka							
Allekirjoitukset		Urakoitsija <i>[Signature]</i>			Urakanvalvoja		

LEVYKUORMITUSKOKEEN TULOKSET

LIITE 4/1

Kaikkaliite 29.8

Levykuormituskokeen tulokset. (c)

===== OTSIKKOTIEDOT =====

Päivämäärä :29.8.16  
 Mittaaja :Janne Hautakoski  
 Piiri :  
 Tienumero :  
 Tieosa :  
 Ajourata :  
 Projekti :Destia Oy  
 Hanke :Kankaantie  
 Hankekäynti :  
 Kerrostyyppi :  
 Kerrospaksuus :  
 Päällysteen paksuus :  
 Päällysteen lämpötila :  
 Kevätkantavuuskerroin :  
 Aurinkoinen/pilvinen :  
 Asfaltin ikä :

===== MITTAUSTIEDOT =====

Paalu	Kaista	Et.Reun	E1	E2	E2/E1	Pääl.L-tila	Aika
2345	kl		64	88	1,37		
2345	oik		95	115	1,22		
2345	vas		120	154	1,28		
2395	kl		44	60	1,36		
2395	oik		69	83	1,21		
2395	vas		75	91	1,21		
2445	kl		40	50	1,24		
2445	oik		61	74	1,21		
2445	vas		63	74	1,18		
2495	kl		39	51	1,29		
2495	oik		59	73	1,25		
2495	vas		53	67	1,27		
2545	kl		70	102	1,45		
2545	oik		89	117	1,32		
2545	vas		99	137	1,39		
2590	kl		44	58	1,30		
2590	oik		64	75	1,16		
2590	kl		76	94	1,23		
2640	kl		38	53	1,41		
2640	oik		73	93	1,27		
2640	vas		64	83	1,29		
2690	kl		35	46	1,33		
2690	oik		51	69	1,34		
2690	vas		51	65	1,28		
2740	kl		45	51	1,15		
2740	oik		51	68	1,33		
2740	vas		58	75	1,28		
2790	kl		31	41	1,33		
2790	kl		31	41	1,33		
2790	oik		59	67	1,15		
2790	vas		44	66	1,50		
2840	kl		51	66	1,29		
2840	oik		61	80	1,31		
2840	vas		60	83	1,39		
2890	kl		44	59	1,34		
2890	oik		69	89	1,29		
2890	vas		58	73	1,26		



