

# KT68 LAPPFORS-ESSE TIEOSAT 33 - 34 KOERAKENTAMISKOHDE

Pohja- ja päällysrakennetutkimukset ja  
koetierakentamisen dokumentointi



Anne Valkonen  
Via Blanca Oy

Taavi Dettenborn  
Aalto yliopisto

## Sisälllys

## Sisällysluettelo

<b>SISÄLLYS</b> .....	<b>2</b>
<b>1. YLEISTÄ</b> .....	<b>3</b>
<b>2. KOERAKENTAMINEN JA POHJAOLOSUHEILTAAN YHTENÄISET OSUUDET</b> .....	<b>3</b>
2.1 POHJAOLOSUHTEET JA RAKENNEKERROKSET OSUUS 1 (68/33/0-1450).....	4
2.2 POHJAOLOSUHTEET JA RAKENNEKERROKSET OSUUS 2 (68/33/1450-2100) .....	7
2.3 POHJAOLOSUHTEET JA RAKENNEKERROKSET OSUUS 3 (68/33/2130-2400) .....	10
2.4 POHJAOLOSUHTEET JA RAKENNEKERROKSET OSUUS 4 (68/33/2400-3100) .....	13
2.5 POHJAOLOSUHTEET JA RAKENNEKERROKSET OSUUS 5 (68/33/3400-4000) .....	16
2.6 POHJAOLOSUHTEET JA RAKENNEKERROKSET OSUUS 6 (68/34/775-1977) .....	18
2.7 POHJAOLOSUHTEET JA RAKENNEKERROKSET OSUUS 7 (68/34/2997-3804) .....	22
<b>3. YHTEENVERO TIEN RAKENNE- JA POHJATUTKIMUKSISTA</b> .....	<b>25</b>
<b>4. KOERAKENTAMINEN</b> .....	<b>26</b>
4.1 YLEISTÄ .....	26
4.2 TUTKITTAVAT MATERIAALIT JA NIIDEN KÄYTTÖ .....	28
<b>5. TIEN KUNTO ENNEN KOERAKENTAMISTA</b> .....	<b>31</b>
5.1 VAURIOT LASIKUITUVERKKO-OSUUKSILLA KT 68/33/75-477 JA 68/34/3404-3804 .....	31
5.2 VAURIOT LÄHTÖTILANTEESSA LISÄAINEITA SISÄLTÄNEILLÄ KOEOSUUKSILLA.....	31
<b>6. KOERAKENTAMISVAIHE</b> .....	<b>31</b>
6.1 BITUTEX STARGRID 100/100 .....	31
6.1.1 VERKKOJEN ASENTAMINEN.....	31
6.2 CIDEX G 100 .....	32
6.2.1. VERKKOJEN ASENTAMINEN.....	32
6.3 CIDEX SB 100 .....	32
6.3.1 VERKKOJEN ASENTAMINEN.....	32
<b>7 BITUMIEMULSIO</b> .....	<b>33</b>
<b>8 LISÄAINEET</b> .....	<b>33</b>
8.1 KRATON SBS POLYMEERI .....	33
8.2 FORTA-FI ARAMIDIKUITU.....	34
8.3 VIATOP PLUS FEP .....	36
8.4 RUBBERTEC® RMB .....	36
8.5 REFERENSSI.....	38
<b>9. HAVAINTOJA KOERAKENTAMISEN AIKANA</b> .....	<b>39</b>
9.1 TIIVISTÄMINEN .....	39
9.2 SILMÄMÄÄRÄISET HAVAINNOT.....	40
<b>10 LIITTEET</b> .....	<b>42</b>

## 1. YLEISTÄ

Tässä raportissa käsitellään vuonna 2016 toteutetun kt 68 (tieosat 33 ja 34) koerakentamiskohteen valmistelua ja koerakentamista. Valmisteluvaiheessa selvitettiin näytteenotolla, kairauksilla ja maatulkuotauksella tierakenteen ja sen alustan materiaali- ja paksuusvaihteluita ja näiden selvitysten perusteella valittiin koeosuuksien lopulliset paikat. Kohde sijaitsee noin 40 km Kokkolasta etelään. Tieosien 33 ja 34 yhteenlaskettu pituus on noin 9 300 m. Tieosilla 33 ja 34 on seitsemän (7) yhtenäistä tutkittavaa aluetta. Tutkittavien koerakenteiden yhteenlaskettu pituus on noin 5 700 m. Kt 68 (tieosat 33 ja 34) valikoitui koekohteeksi nopean urautumisen vuoksi.

Vuonna 2016 rakennettavissa koerakenteissa selvitetään asfaltin lisäaineiden ja geolujitteiden hyödyllisyyttä ja käyttökelpoisuutta. Koerakenteiden tavoitteena on löytää edullisia korjaustapoja nopeasti urautuville teille.

Tähän raporttiin on dokumentoitu ennen rakentamista tehdyt pohja- ja päällysrakennetutkimukset, koerakentamisen suunnittelu ja toteutuksen aikaiset havainnot.

## 2. KOERAKENTAMINEN JA POHJAOLOSUHTEILTAAN YHTENÄISET OSUUDET

Ennen toteutusvaihetta haluttiin varmistaa, että koetien koerakenteiden pohjaolosuhteet ja rakennekerrokset ovat keskenään vertailukelpoisia siten, että lisäaineiden ja geolujitteiden tehokkuutta ja tarkoituksenmukaisuutta on mahdollista vertailla keskenään. Tästä syystä tien pohjamaan ja tierakenteen vaihtelut selvitettiin näytteenotolla ja maatulkuotauksella ennen koekohteiden tarkempaa sijoittelua.

Käytössä oli GTK:n tietokannasta saadut pohjamaatiedot, jotka olivat alueella mittakaavassa 1:200 000.

Ennen koerakentamista tielle tehtiin seuraavia tutkimuksia:

- Kohteen maatulkaus ja videokuvaus
- Jatkuva kantavuusmittaus, TSD-mittaus
- Maastokäynti (7/2016)
- Päällysrakenteen koekuopat ja näytteenotto (7 kpl)
- Pohjamaan koekuopat ja silmämääräinen pohjamaan arvio (12 kpl)
- Kantavan kerroksen laboratoriokokeet (rakeisuus, vesipitoisuus, imupainekoe) (7 kpl)
- Päällysrakenteen kairaus ja päällysrakenteen rakennekerrospaksuuden arviointi (7 kpl)

Kairaukset, koekuopat ja näytteenoton teki Mitta Oy, 7-8/2016.

## 2.1 POHJAOLOSUHTEET JA RAKENNEKERROKSET OSUUS 1 (68/33/0-1450)

Osuus 1 sijaitsee yhtenäisellä peltoalueella. Koekuoppien perusteella pohjamaaksi tierakenteen ulkopuolella on määritetty laSa ja ljSa. Tierakenteen kohdalla pohjamaaksi on määritetty hiekka, joka on todennäköisesti tierakenteen pengertäyttö. Maatutkaluotauksien perusteella pengertäyttö ulottuu noin 1,7 m syvyydelle. Kantavan kerroksen materiaali on rakeisuuden ja hienoainespitoisuuden (4,2 %) perusteella routimaton 0/45 KaM. Kairauksien perusteella jakavan kerroksen on arvioitu olevan 0/56 KaM mursketta tämän alapuolella pengertäytteenä hiekkaa.

Taulukoissa 2.1.1 ja 2.1.2 on esitetty osuudella 1 tehdyt havainnot päällysrakenteesta ja pohjamaasta.

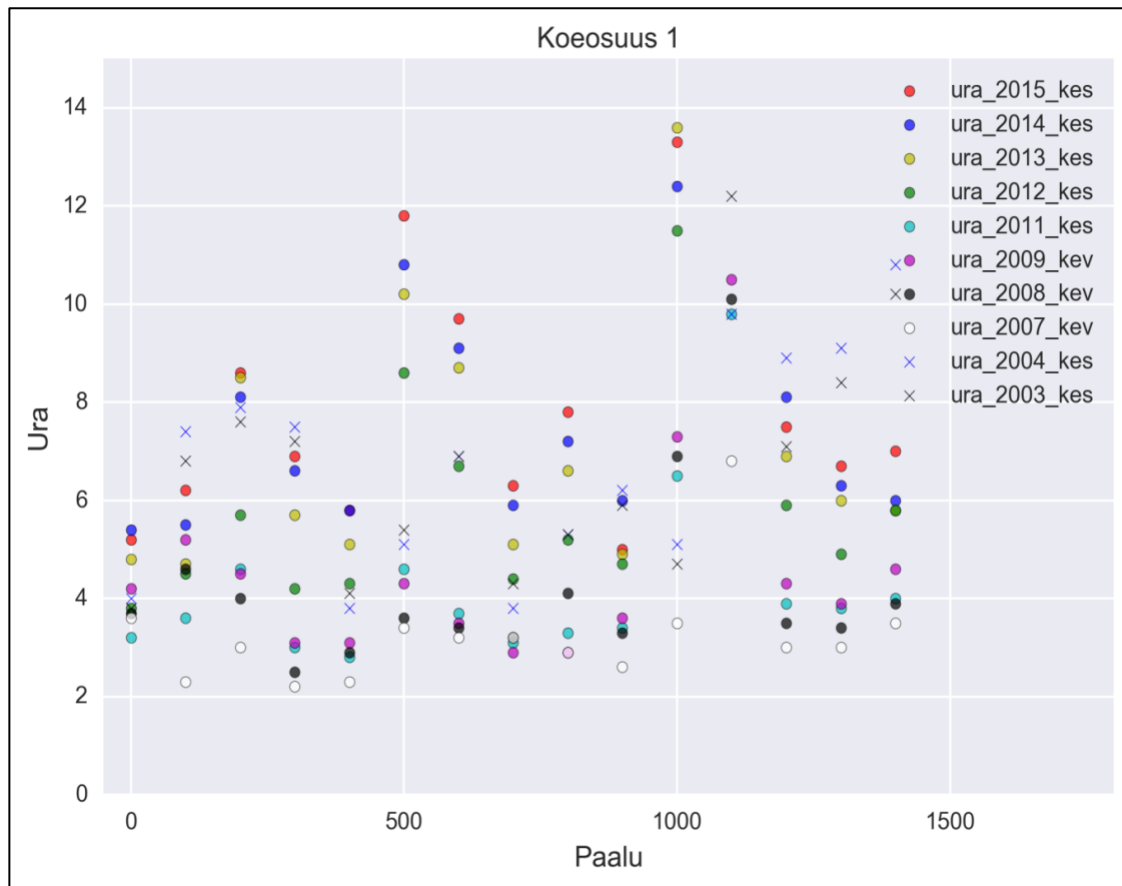
Taulukko 2.1.1. Rakennekerrosten paksuus kairaukset ja koekuopat.

Kerrokset	Koekuoppa ja kairaus
Asfalttikerroksen paksuus	6 cm
Öljysora	11 cm
Kantava kerros	33 cm
Jakava kerros	50 cm
Pengertäyttö	-
Tierakenteen kokonaispaksuus	100 cm

Taulukko 2.1.2. Rakennekerrosten materiaalit ja ominaisuudet.

Päällysteet	AB + Öljysora
Kantava kerros	KaM
Rakeisuus	0/45
Vesipitoisuus	3,12 %
Hienoainespitoisuus (0,063 mm seulan läpäisy- %)	4,2 %
Routivuus (rakeisuuden perusteella)	Routimaton
Jakava kerros	KaM 0/56
Pengertäyttö	-
Pohjamaa (tierakenteen alapuolella)	kaHk (1...1.5 m)
Emod	75-100 MN/m <sup>2</sup>
Pohjamaa (tierakenteen vieressä)	laSa, ljSa
Vesipitoisuus	53 - 88 %
Emod	5 - 15 MN/m <sup>2</sup>
Maastohavainnot	Yhtenäinen peltoalue, metsän/pellonraja n. plv 1450

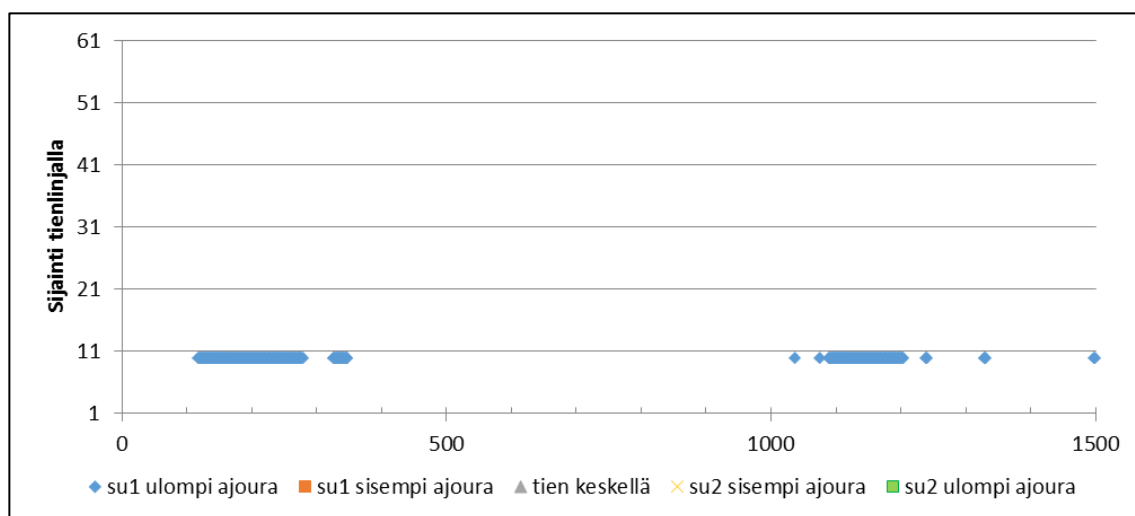
Urautuminen



Kuva 2.1.1 Koeosuus 1 urautuminen ajan funktiona.

Vauriot ja paikkaukset

Paikkauksia esiintyy ainoastaan suuntaan 1 ulommalla ajouralla plv 100-350 ja 1050-1200.

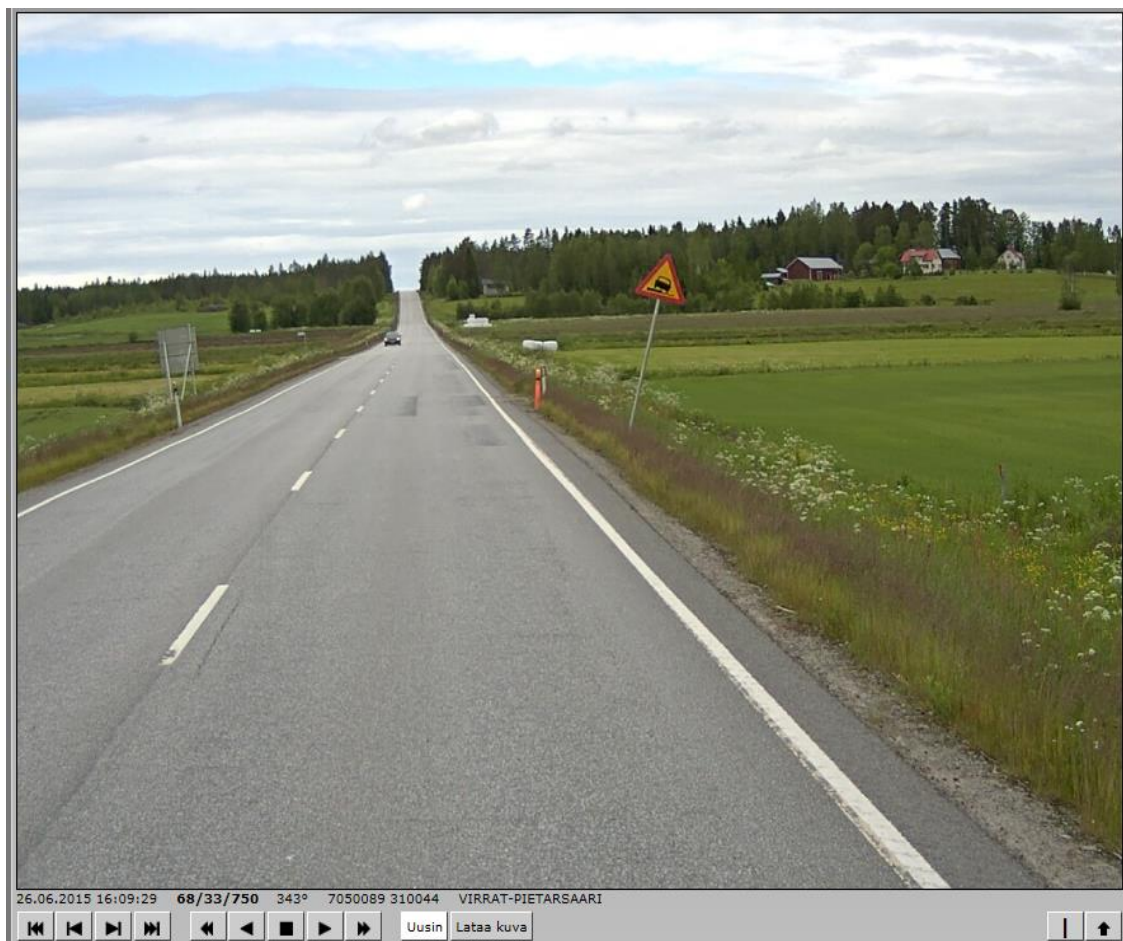


Kuva 2.1.2. Video aineiston perusteella kartoitetut paikkaukset. Su1 = Suunta 1





Kuva 2.1.3. Kairapiste 1\_2 (68/33/777).



Kuva 2.1.4. Tierakenteen koekuopan 1\_2 (68/33/777) sijoituspaikka.

## 2.2 POHJAOLOSUHTEET JA RAKENNEKERROKSET OSUUS 2 (68/33/1450-2100)

Osuus 2 sijaitsee mäen päällä, jossa molemmilla puolilla tierakennetta kangasmetsää. Koekuoppien perusteella tierakenteen ulkopuolella pohjamaa on hkMr ja tierakenteen kohdalla Sr. Kantavan kerroksen materiaali on rakeisuuden ja hienoainespitoisuuden (4,3 %) perusteella routimaton 0/45 KaM. Jakavan kerroksen materiaalin on kairauksien perusteella arvioitu olevan 0/56 KaM mursketta ja pengertäytteen soraa (Sr).

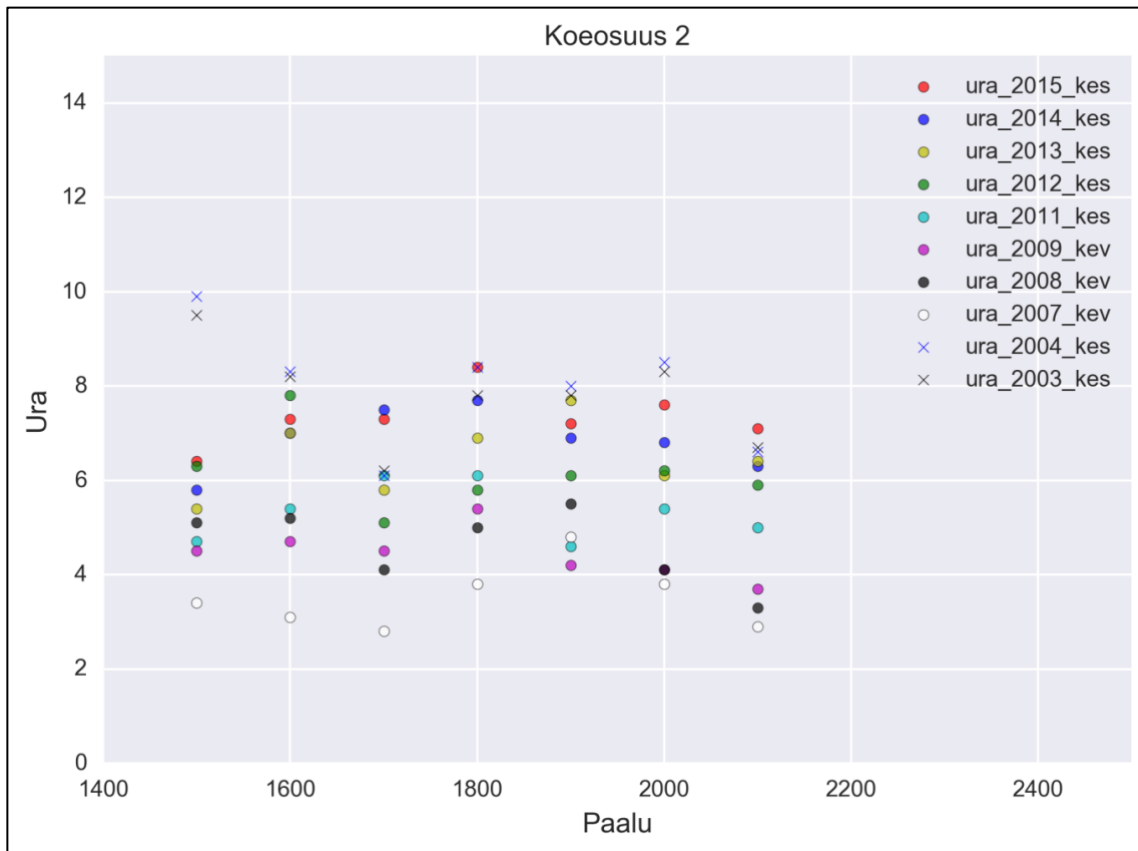
Taulukko 2.2.1. Rakennekerrosten paksuus.

68/33/1600	Koekuoppa ja kairaus
Asfalttikerroksen paksuus	15 cm
Kantava kerros	25 cm
Jakava kerros	20 cm
Pengertäyttö	90 cm
Tierakenteen kokonaispaksuus	150 cm

Taulukko 2.2.2. Rakennekerrosten materiaalit ja ominaisuudet.

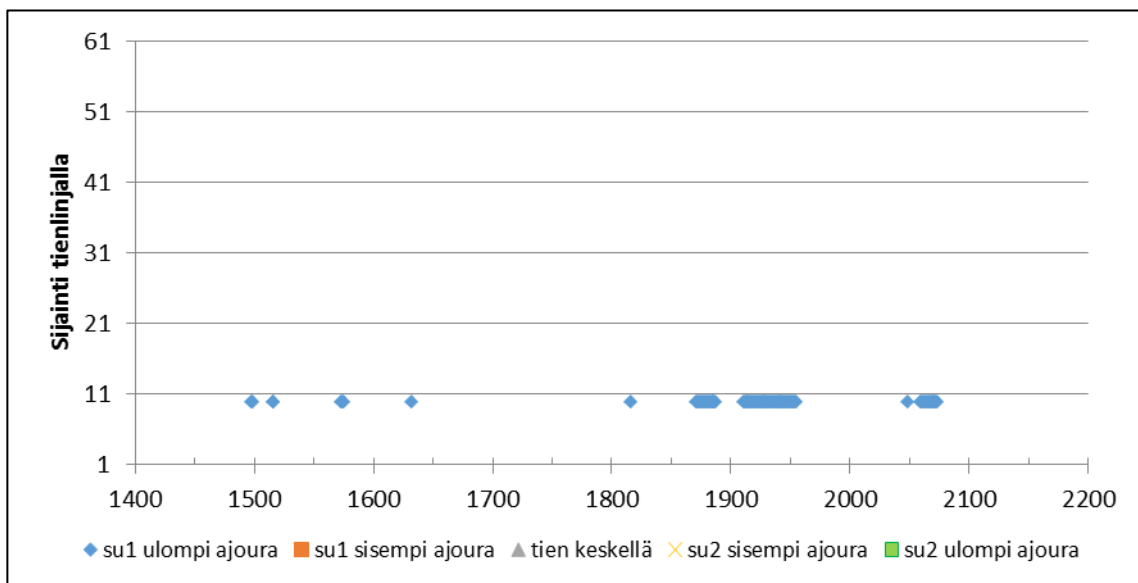
Päällysteet	AB
Kantava kerros	KaM
Rakeisuus	0/45
Vesipitoisuus	2,77 %
Hienoainespitoisuus (0,063 mm seulan läpäisy- %)	4,3 %
Routivuus (rakeisuuden perusteella)	Routimaton
Jakava kerros	KaM 0/56
Pengertäyttö	Sr
Pohjamaa (tierakenteen alapuolella)	hkMr
Emod	
Pohjamaa (tierakenteen vieressä)	siMr, Si
Vesipitoisuus	10 – 15 %
Emod	5 – 15 MN/m <sup>2</sup>
Maastohavainnot	Kangasmetsä, nousee rinteelle

Urautuminen



Kuva 2.2.1. Koeosuus 2 urautuminen ajan funktiona.

Vauriot ja paikkaukset



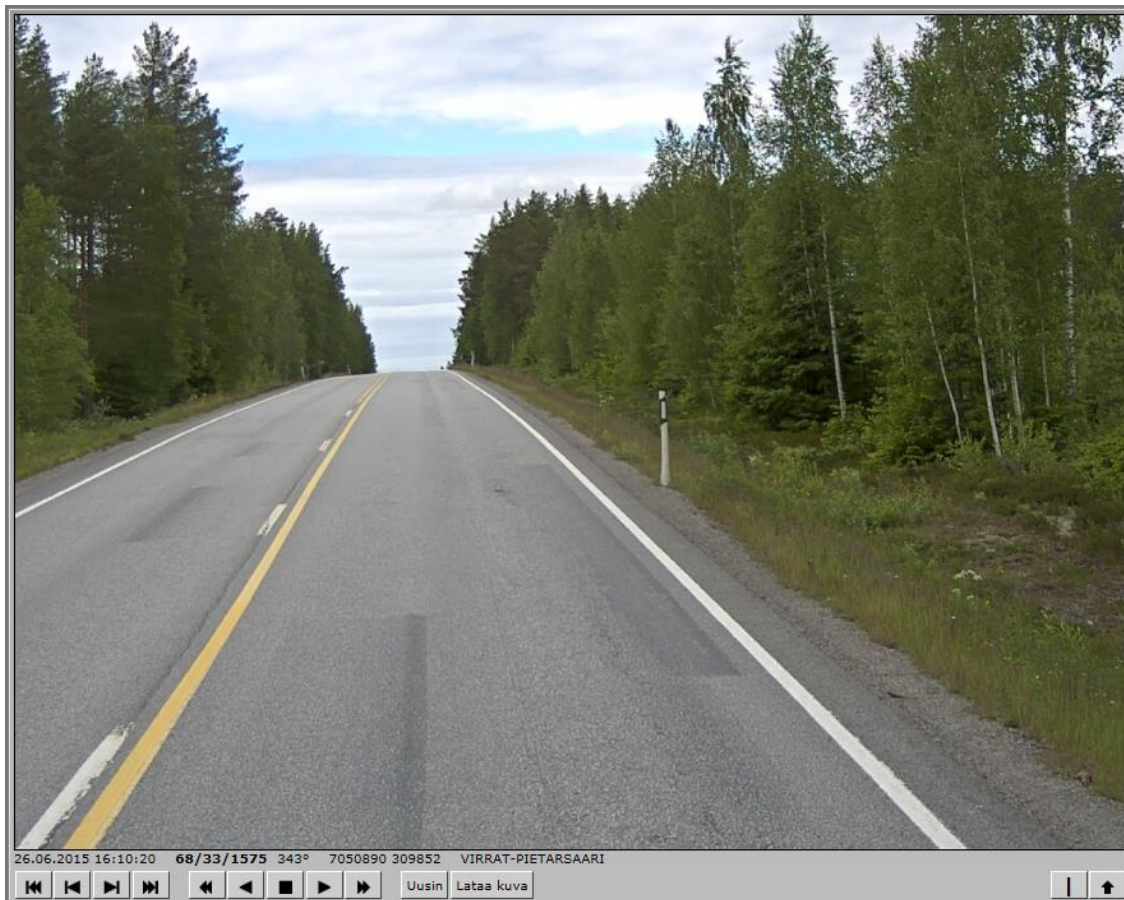
Kuva 2.2.2. Videoaineiston perusteella kartoitetut paikkaukset. Su1 = Suunta 1



Paikkauksia on havaittu ainoastaan suuntaan 1 ja paikkaukset ovat keskittyneet paaluvälille noin 1850 – 1950.



Kuva 2.2.3. Kairapiste 2\_2 (68/33/1600).



Kuva 2.2.4. Tierakenteen koekuopan 2\_2 (68/33/1600) sijoituspaikka.

## 2.3 POHJAOLOSUHTEET JA RAKENNEKERROKSET OSUUS 3 (68/33/2130-2400)

Osuus 3 sijaitsee pehmeiköllä, jossa ojanpohjan koekuopista pohjamaaksi on määritetty savinen siltti (saSi), jonka vesipitoisuus  $w=93\%$ . Tierakenteen alapuolinen pohjamaa on määritetty kairauksien ja koekuoppien perusteella silttiseksi moreeniksi (siMr). Kantavan kerroksen materiaali on rakeisuuden ja hienoainespitoisuuden (3,0 %) perusteella routimaton 0/45 kalliomurske (KaM).

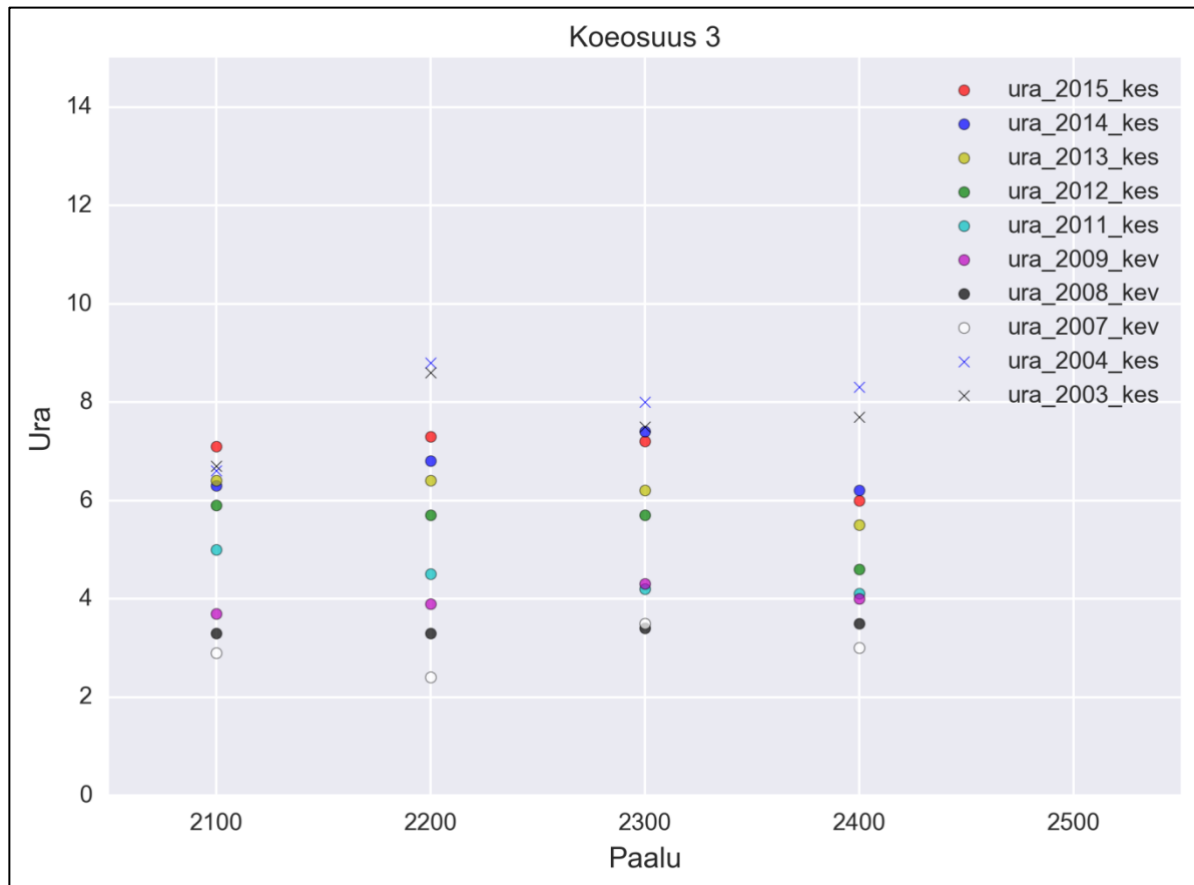
Taulukko 2.3.1. Rakennekerroksien paksuus.

68/33/2261	Koekuoppa ja kairaus
Asfalttikerroksen paksuus	5 cm
Kantava kerros	45 cm
Jakava kerros	-
Pengertäyttö	30 cm
Tierakenteen kokonaispaksuus	80 m

Taulukko 2.3.2. Rakennekerroksien materiaalit ja ominaisuudet.

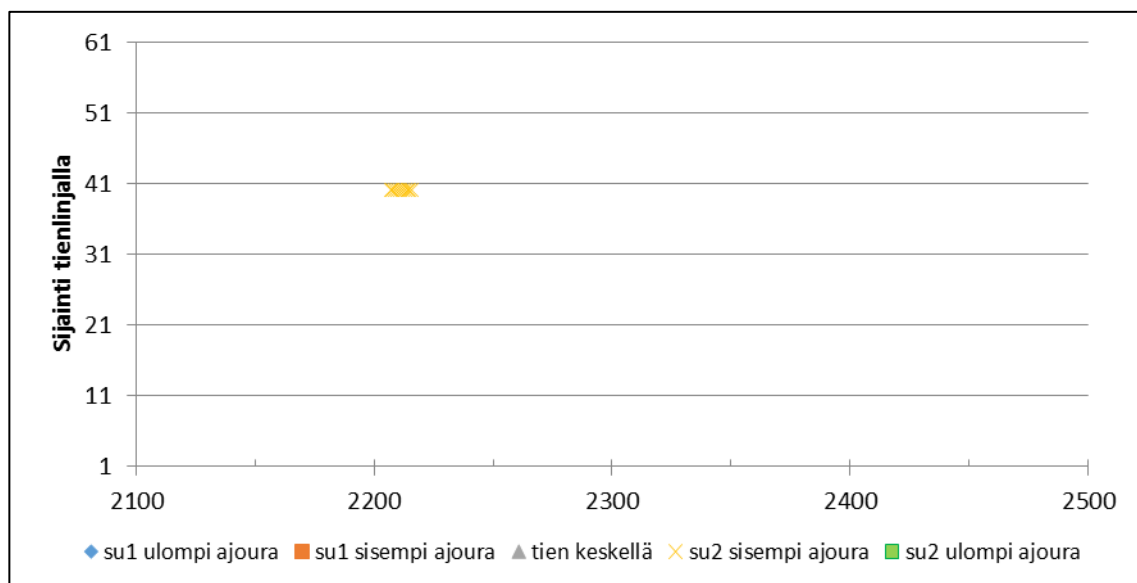
Päällysteet	AB
Kantava kerros	KaM
Rakeisuus	0/45
Vesipitoisuus	1,88 %
Hienoainespitoisuus (0,063 mm seulan läpäisy- %)	3,0 %
Routivuus (rakeisuuden perusteella)	Routimaton
Routivuus (imupainekoe)	
Jakava kerros	-
Pengertäyttö	keHk
Emod	50 MN/m <sup>2</sup>
Vesipitoisuus	7 %
Pohjamaa (tierakenteen alapuolella)	siMr
Emod	5 - 15 MN/m <sup>2</sup>
Vesipitoisuus	6 %
Pohjamaa (tierakenteen vieressä)	saSi
Vesipitoisuus	93 %
Emod	5 - 15 MN/m <sup>2</sup>
Maastohavainnot	Pehmeikkö, Tiepenkereen vierestä kaivettu asfalttilaattoja n. 20 cm syvyydeltä.

Urautuminen



Kuva 2.3.1. Osuus 3 urautuminen ajan funktiona.

Vauriot ja paikkaukset



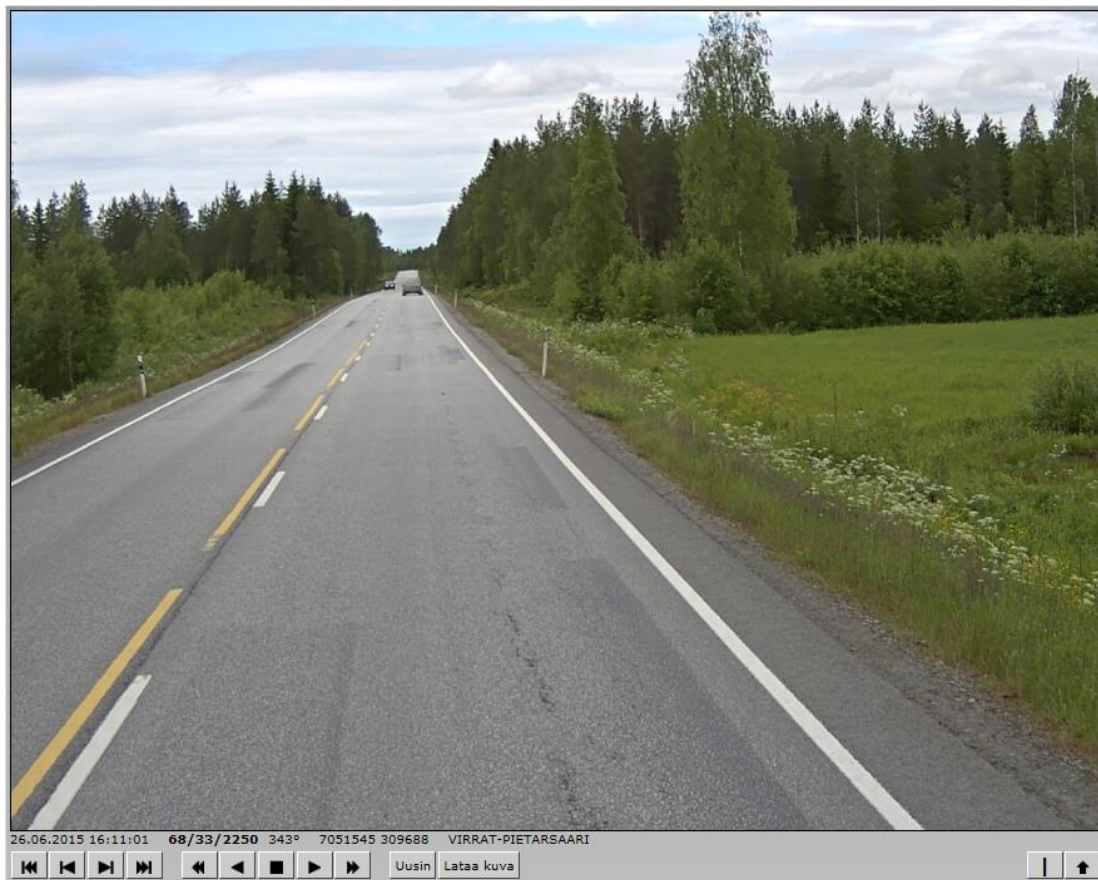
Kuva 2.3.2. Video aineiston perusteella kartoitetut paikkaukset. Su1 = Suunta 1



Paikkauskartoituksen perusteella osuudelle ei ole tehty päällystapaikkauksia muutamaa paikkausta lukuun ottamatta.



Kuva 2.3.3. Koekuoppa 3\_1 (68/33/2261). Tiepenkereen vierestä kaivetussa koekuopassa oli 0,2 m syvyydellä asfalttia.



Kuva 2.3.4. Tierakenteen koekuopan 3\_2 (68/33/2261) sijainti.

## 2.4 POHJAOLOSUHTEET JA RAKENNEKERROKSET OSUUS 4 (68/33/2400-3100)

Osuudella 4 koekuopista pohjamaaksi on määritetty hiekkainen moreeni (hkMr), jonka vesipitoisuus  $w=21$  %. Tierakenteen alapuolinen pohjamaa on määritetty kairauksien ja koekuoppien perusteella soraiseksi moreeniksi (SrMr). Kantavan kerroksen materiaali on rakeisuuden ja hienoainespitoisuuden (3,0 %) perusteella routimaton 0/45 kalliomurske (KaM). Jakavan kerroksen materiaaliksi on määritetty sora (Sr) ja pengertäytteeksi hiekka (Hk).

Taulukko 2.4.1. Rakennekerrosten paksuus (tutkimuspiste 4\_1, 33/2533).

	Koekuoppa ja kairaus
Asfalttikerroksen paksuus	15 cm
Kantava kerros	45 cm
Jakava kerros	40 cm
Pengertäyttö	30 cm
Tierakenteen kokonaispaksuus	130 cm

Taulukko 2.4.2. Rakennekerrosten paksuus (tutkimuspiste 4\_2, 33/3029).

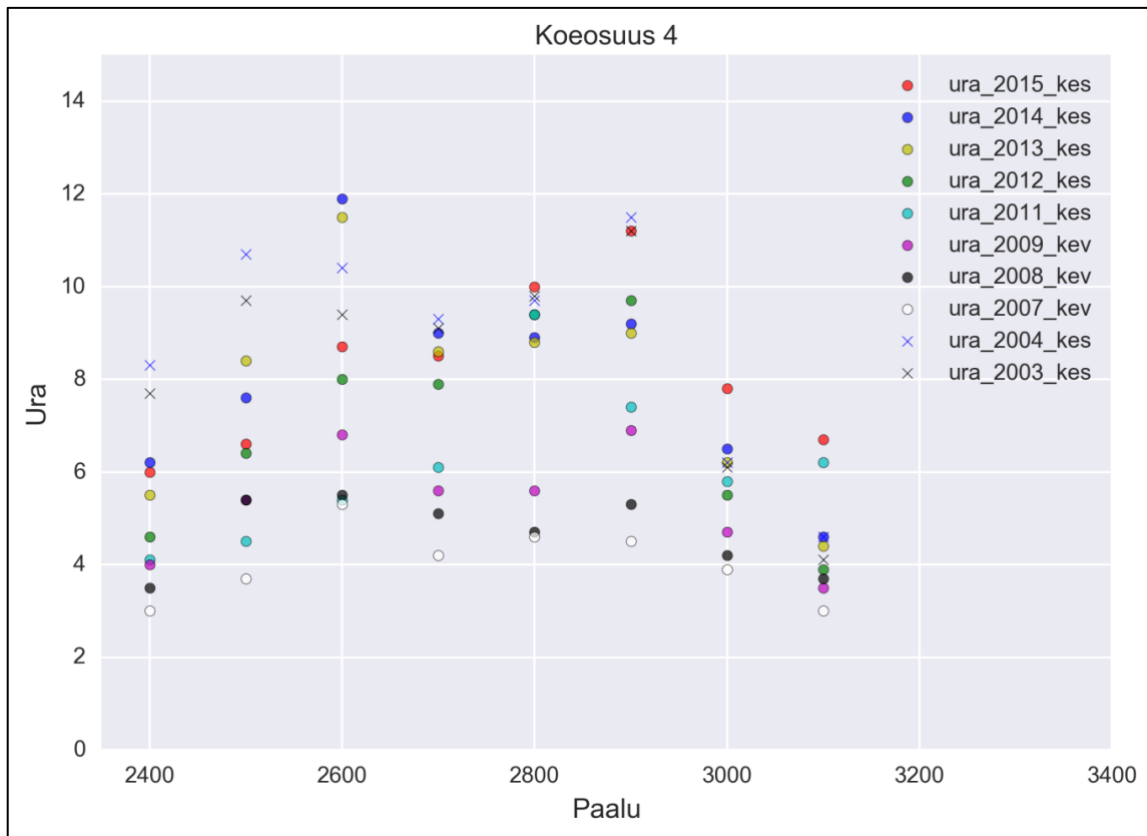
	Koekuoppa ja kairaus
Asfalttikerroksen paksuus	2 cm
Öljysora	3 cm
Kantava kerros	55 cm
Jakava kerros	- cm
Pengertäyttö	- cm
Tierakenteen kokonaispaksuus	60 cm

Taulukko 2.4.3. Rakennekerrosten materiaalit ja ominaisuudet (tutkimuspiste 4\_2, 33/3029).

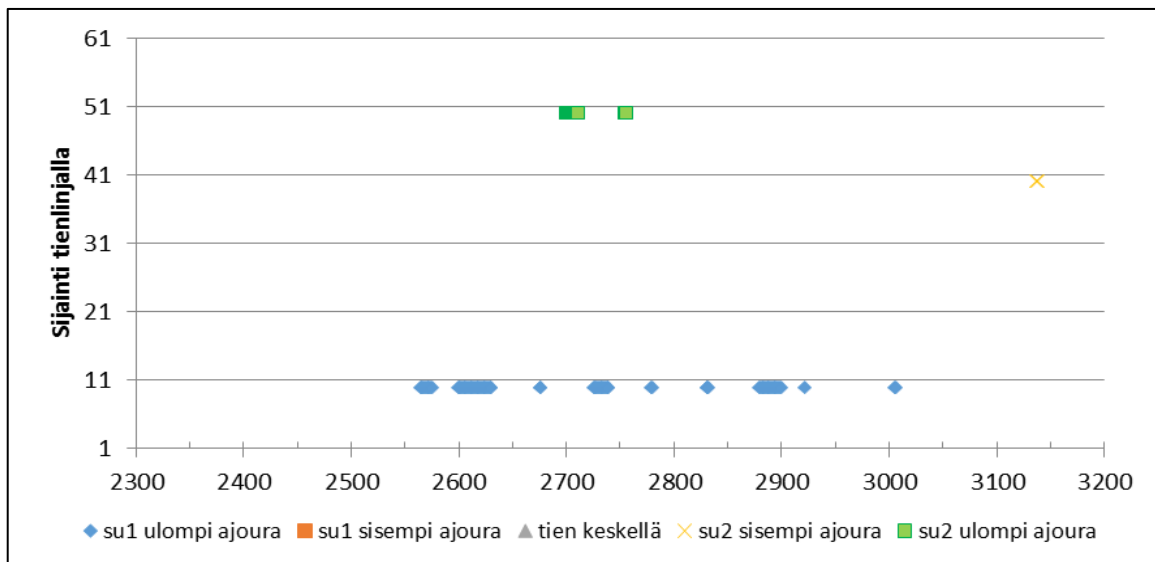
Päällysteet	AB
Kantava kerros	KaM
Rakeisuus	0/45
Vesipitoisuus	1,84 %
Hienoainespitoisuus (0,063 mm seulan läpäisy- %)	3,0 %
Routivuus (rakeisuuden perusteella)	Routimaton
Routivuus (imupainekoe)	-
Jakava kerros	Sr **
Pengertäyttö	Hiekka **
Pohjamaa (tierakenteen alapuolella)	SrMr **
Emod	
Pohjamaa (tierakenteen vieressä)	HkMr, huSrMr
Vesipitoisuus	21 %
Emod	15 – 35 MN/m <sup>2</sup>
Maastohavainnot	Kangasmetsä, suora, tasainen

\*\* Tutkimuspisteessä 4\_1

Urautuminen



Kuva 2.4.1. Osuus 4 urautuminen ajan funktiona.



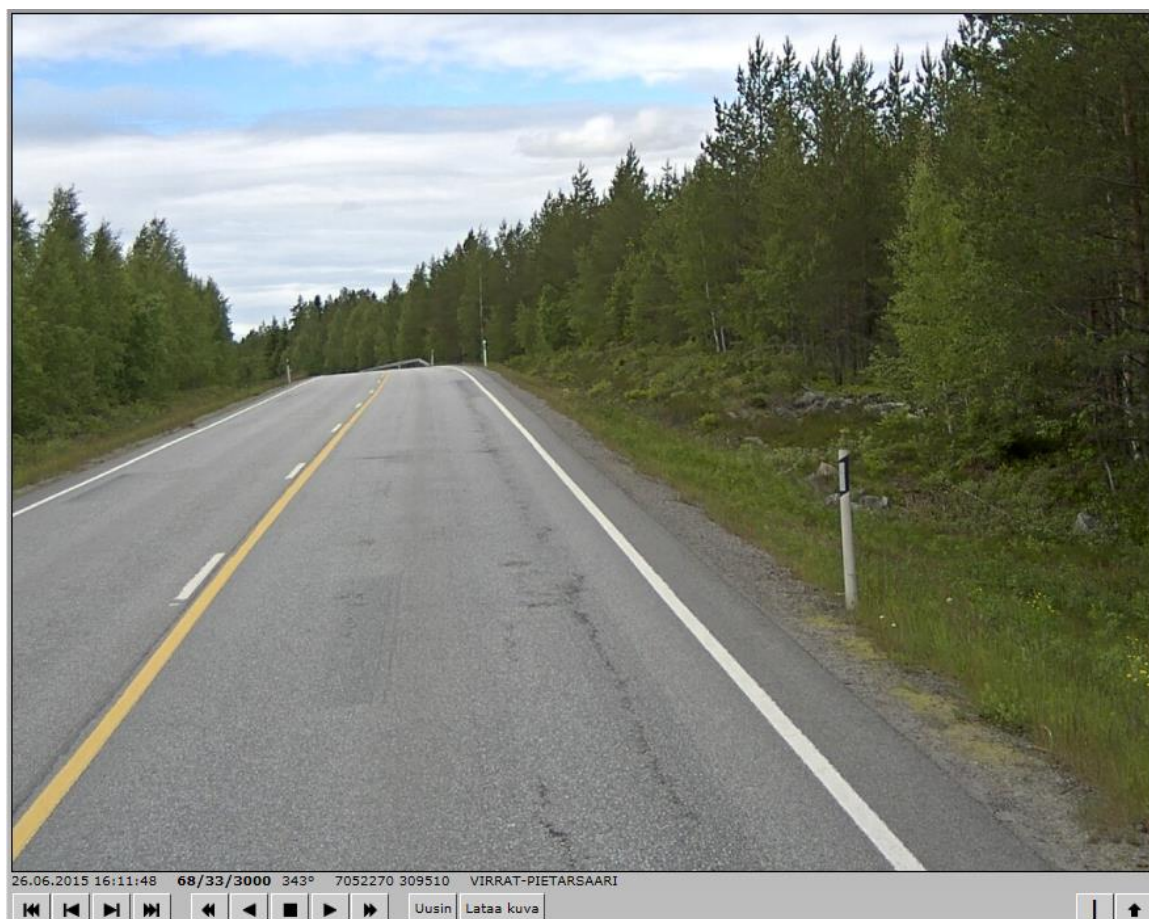
Kuva 2.4.2. Videoaineiston perusteella kartoitetut paikkaukset. Su1 = Suunta 1

Päällysteen paikkauksia esiintyy paaluvälillä 2550 -2900. Paikkaukset kohdistuvat pääsiin suuntaan 1.





Kuva 2.4.3. Kairauspiste 4\_2 (68/33/3029).



Kuva 2.4.4. Tierakenteen koekuopan 5\_2 (68/33/3029) sijoituspaikka.

## 2.5 POHJAOLOSUHTEET JA RAKENNEKERROKSET OSUUS 5 (68/33/3400-4000)

Osuudella 5 koekuopista pohjamaaksi on määritetty hiekkainen moreeni (hkMr), jonka vesipitoisuus  $w=9\%$ . Tierakenteen alapuolinen pohjamaa on määritetty kairauksien ja koekuoppien perusteella soraksi (Sr). Kantavan kerroksen materiaali on rakeisuuden ja hienoainespitoisuuden (4,5 %) perusteella routimaton 0/45 kalliomurske (KaM). Jakavan kerroksen materiaaliksi on määritetty sora (Sr) ja pengertäytteeksi hiekka (Hk).

Taulukko 2.5.1. Rakennekerroksien paksuus (Kairapiste 5\_1).

Kerros	Kairaus
Asfalttikerroksen paksuus	4 cm (AB)
Kantava kerros	50 cm (KaM 0/45)
Jakava kerros	26 cm (Sr)
Pengertäyttö	20 cm (Hk)
Tierakenteen kokonaispaksuus	100 cm

Taulukko 2.5.2. Rakennekerroksien paksuus (Koekuoppa 5\_1).

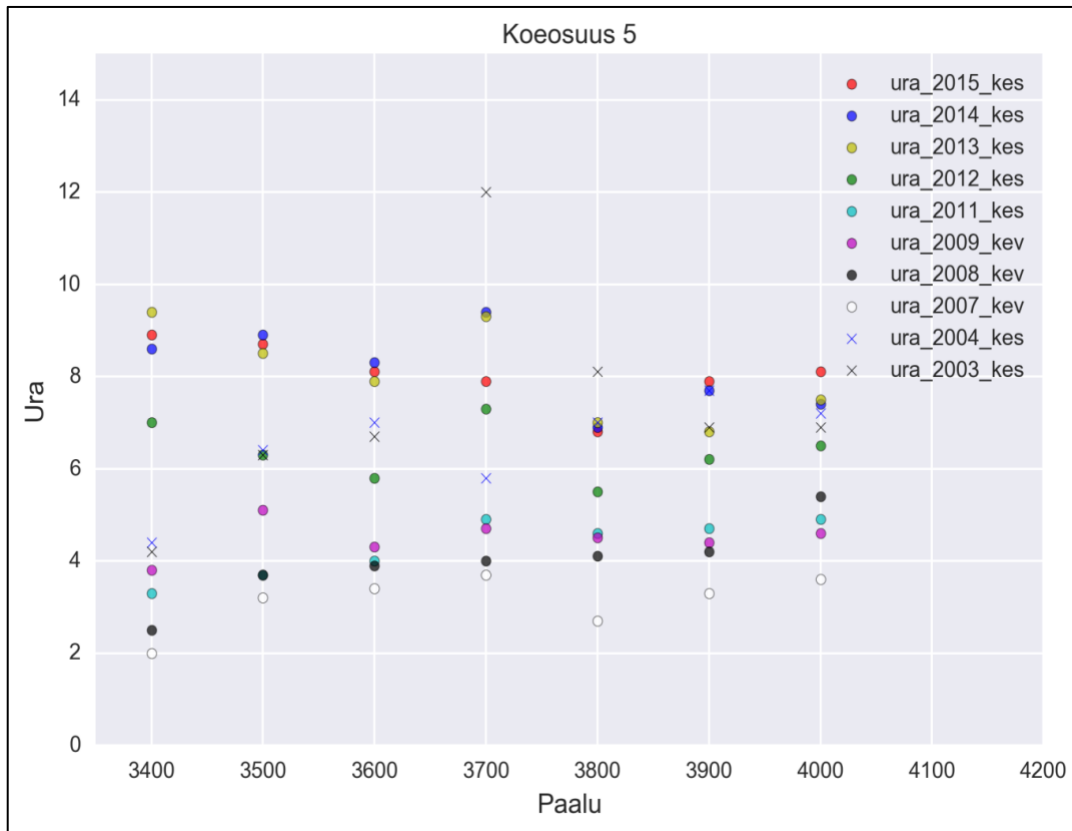
68/33/3543	Koekuoppa
Asfalttikerroksen paksuus	8 cm (AB)
Öljysora	6 cm
Kantava kerros	40 cm (KaM 0/45)
Jakava kerros	- *
Pengertäyttö	- *
Tierakenteen kokonaispaksuus	54 cm

Suodatinkankaan alapuolella mahdollisesti pengertäyttö Hk.

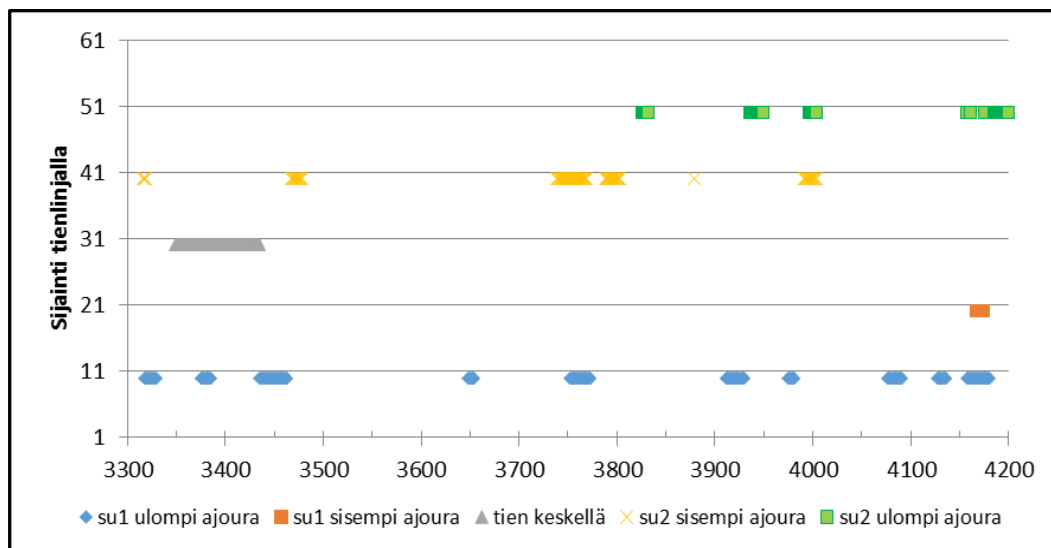
Taulukko 2.5.4. Rakennekerroksien materiaalit ja ominaisuudet (Koekuoppa).

Päällysteet	AB
Kantava kerros	KaM
Rakeisuus	0/45
Vesipitoisuus	3,36 %
Hienoainespitoisuus*	4,5 %
Routivuus (rakeisuuden perusteella)	Routimaton
Routivuus (imupainekoe)	
Jakava kerros	Sr
Pengertäyttö	Hk
Pohjamaa (tierakenteen alapuolella)	Sr
Emod	
Pohjamaa (tierakenteen vieressä)	HkMr
Vesipitoisuus	9 %
Emod	15 – 35 MN/m <sup>2</sup>
Maastohavainnot	Kangasmetsä, suora ja tasainen, Lampi kohdalla pl 3700

Urautuminen



Kuva 2.5.1. Osuus 5 urautuminen ajan funktiona.



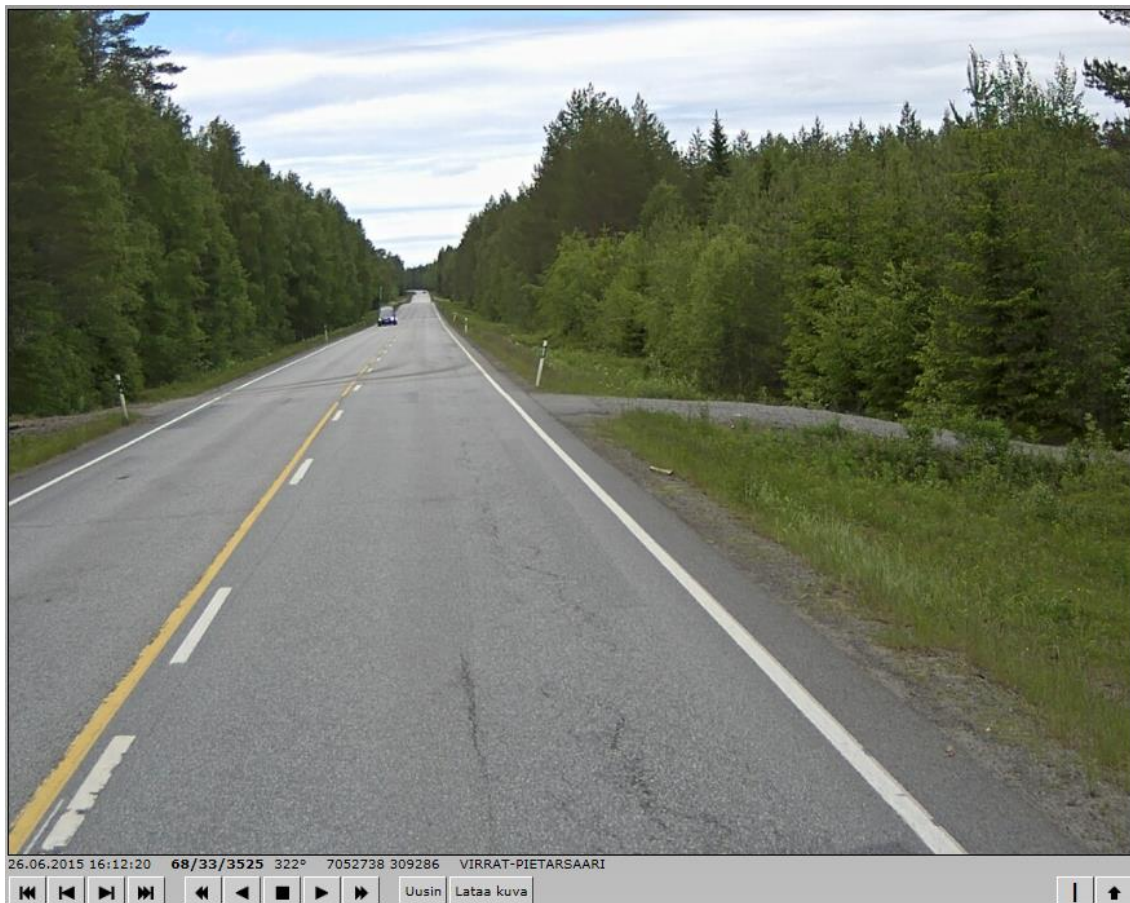
Kuva 2.5.2. Videoaineiston perusteella kartoitetut paikkaukset osuudella 5. Su1 = Suunta 1

Paikkauksia esiintyy koko koeosuudella suuntaan 1 ulommassa ajourassa. Lisäksi paikkauksia esiintyy paljon myös suuntaan 2.





Kuva 2.5.3. Kairauspiste 5\_1 (68/33/3543).



Kuva 2.5.4. Tierakenteen koekuopan 5\_2 (68/33/3543) sijoituspaikka.

## 2.6 POHJAOLOSUHTEET JA RAKENNEKERROKSET OSUUS 6 (68/34/775-1977)

Osuudella 6 koekuopista pohjamaaksi on määritetty hiekkainen moreeni (hkMr), jonka vesipitoisuus  $w = 12-15\%$ . Tierakenteen alapuolinen pohjamaa on määritetty kairauksien ja

koekuoppien perusteella soraksi (Sr). Kantavan kerroksen materiaali on rakeisuuden ja hienoainespitoisuuden (3,2 %) perusteella routimaton 0/45 kalliomurske (KaM). Jakavan kerroksen materiaaliksi on määritetty sora (Sr) ja pengertäytteeksi hiekka (Hk).

Taulukko 2.6.1. Rakennekerroksien paksuus (kairapiste 6\_2).

68/34/1762	Koekuoppa ja kairaus
Asfalttikerroksen paksuus	16 cm (AB)
Öljysora	-
Kantava kerros	44 cm (KaM)
Jakava kerros	60 cm (KaM)
Pengertäyttö	-
Tierakenteen kokonaispaksuus	120 cm *

\* Kairauksilla mitattu pohjamaan olevan syvyydellä 1,2 – 2,0 m.

Taulukko 2.6.2. Rakennekerroksien paksuus (kairapiste 6\_2).

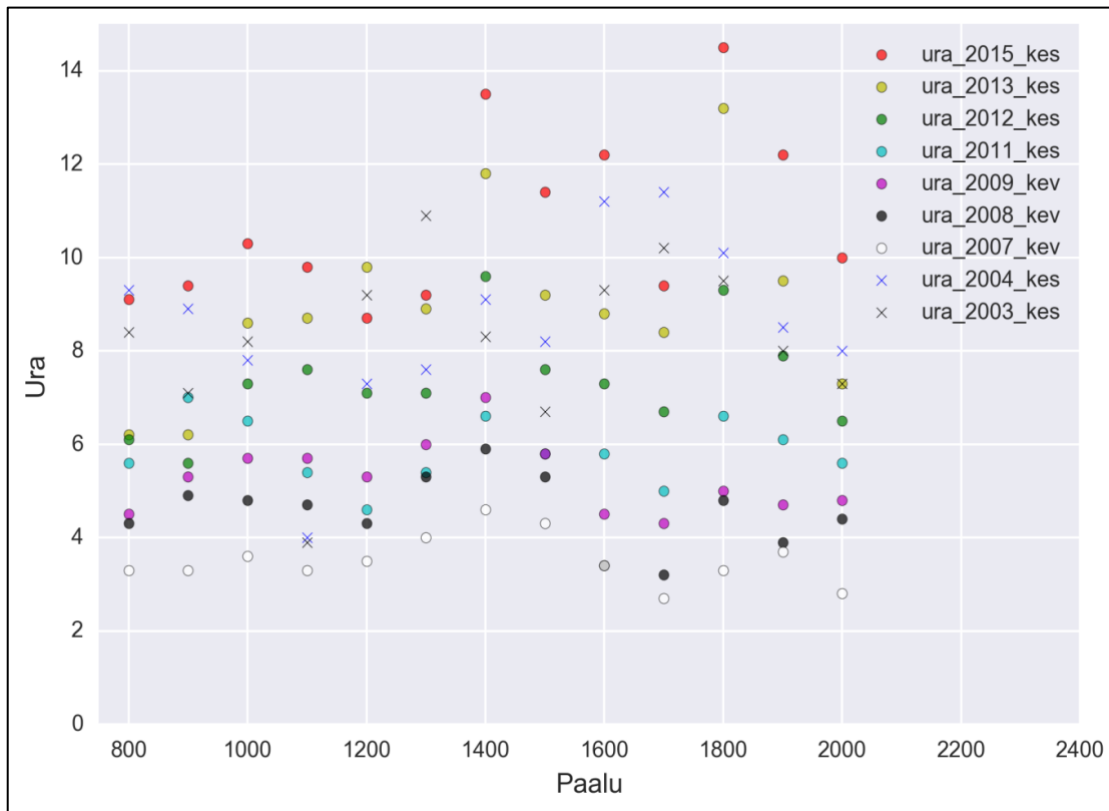
	Koekuoppa ja kairaus
Asfalttikerroksen paksuus	6 cm (AB)
Öljysora	5 cm
Kantava kerros	49 cm (KaM) *
Jakava kerros	-
Pengertäyttö	-
Tierakenteen kokonaispaksuus	60 cm

\* Alapuolella suodatinkangas

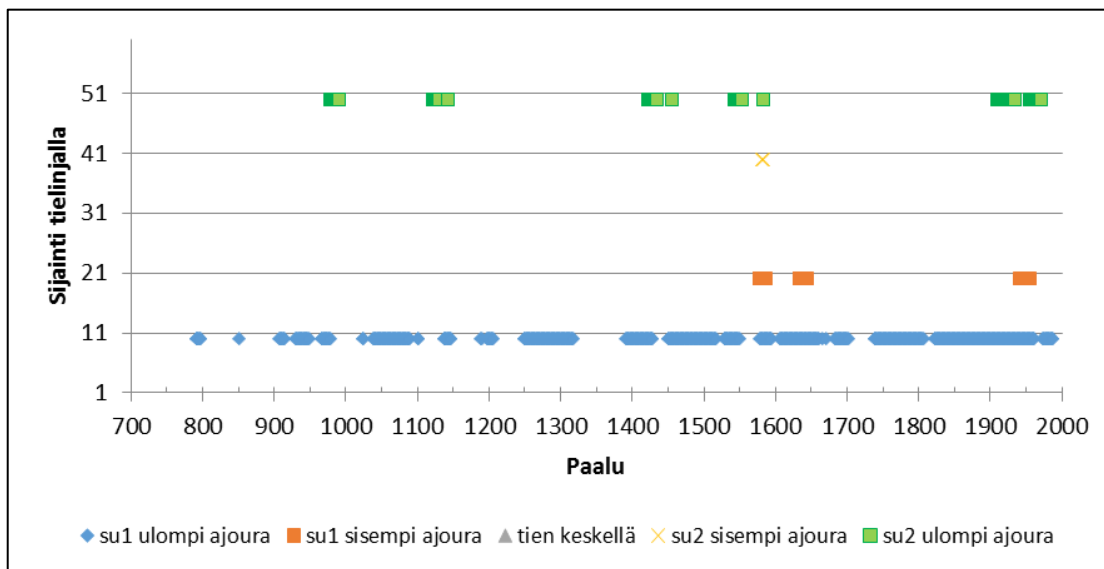
Taulukko 2.6.3. Rakennekerroksien materiaalit ja ominaisuudet.

Päällysteet	AB ja öljysora
Kantava kerros	KaM
Rakeisuus	0/45
Vesipitoisuus	3,67 %
Hienoainespitoisuus*	3,2 %
Routivuus (rakeisuuden perusteella)	Routimaton
Routivuus (imupainekoe)	
Jakava kerros	0/56 KaM
Pengertäyttö	Sr
Pohjamaa (tierakenteen alapuolella)	Sr
Emod	
Pohjamaa (tierakenteen vieressä)	hkSiMr, HkMr
Vesipitoisuus	12 - 15 %
Emod	5 - 35 MN/m <sup>2</sup>
Maastohavainnot	Kangasmetsä

Urautuminen



Kuva 2.6.1. Koeosuus 6 urautuminen ajan funktiona.



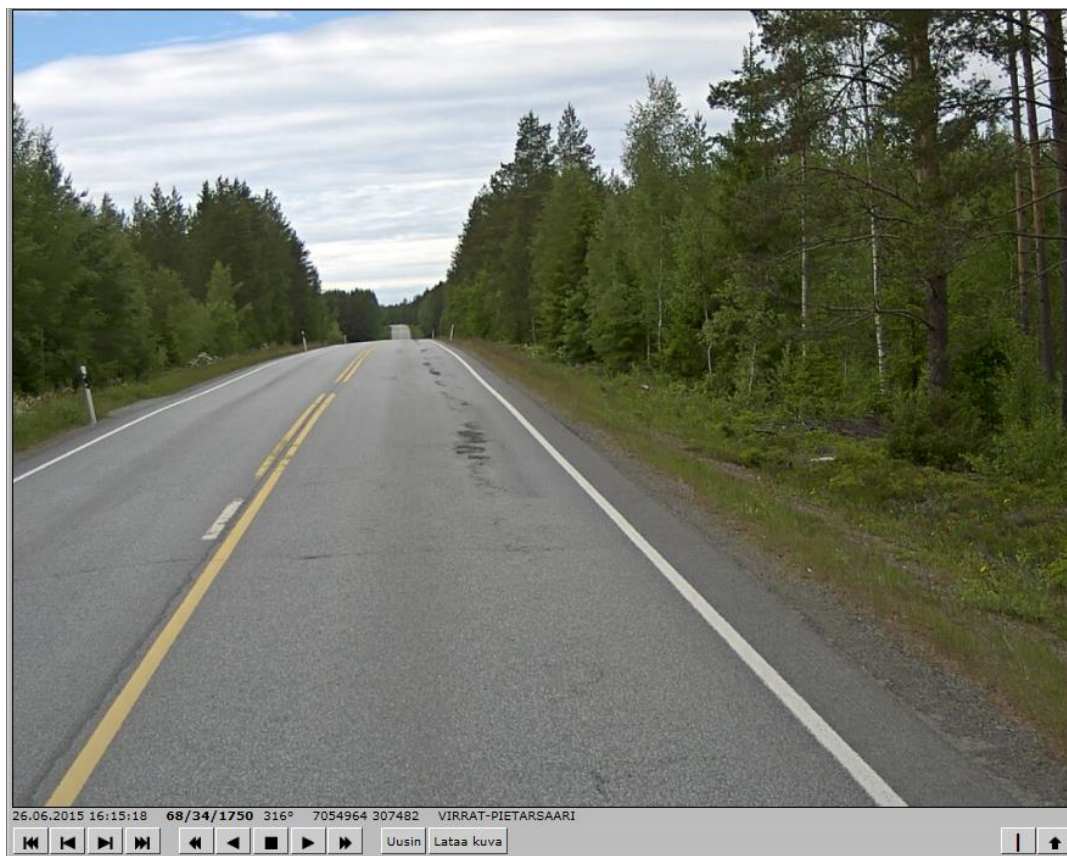
Kuva 2.6.2. Videoaineiston perusteella kartoitetut paikkaukset osuudella 6. Su1 = Suunta 1

Kuvassa 2.6.2 on esitetty koeosuuden päällystapaikkaukset. Paikkauksia esiintyy koko koeosuudella suuntaan 1 ulommissa ajourissa.





Kuva 2.6.3. Kairauspiste 6\_2 (68/34/1762).



Kuva 2.6.4. Tierakenteen koekuopan 6\_2 (68/34/1762) sijainti.

## 2.7 POHJAOLOSUHTEET JA RAKENNEKERROKSET OSUUS 7 (68/34/2997-3804)

Osuudella 7 koekuopista pohjamaaksi on määritetty Sa ja MTv (w 119-362 %). Tierakenteen alapuolinen pohjamaa on määritetty kairauksien ja koekuoppien perusteella Sa ja Turve. Kantavan kerroksen materiaali on rakeisuuden ja hienoainespitoisuuden (2,2 %) perusteella routimaton 0/45 KaM. Jakavan kerroksen materiaaliksi on määritetty Hk ja pengertäytteeksi Mr.

Taulukko 2.7.1. Rakennekerroksien paksuus (kairapiste 7\_2).

68/34/3461	Koekuoppa ja kairaus
Asfalttikerroksen paksuus	15 cm
Öljysora	5 cm
Kantava kerros	40 cm (KaM)
Jakava kerros	60 cm (Hk)
Pengertäyttö	60 cm (Moreeni)
Tierakenteen kokonaispaksuus	160 cm

Taulukko 2.7.2. Rakennekerroksien paksuus (koekuoppa7\_2).

68/34/3461	Koekuoppa ja kairaus
Asfalttikerroksen paksuus	5 cm
Öljysora	8 cm
Kantava kerros	30 cm (KaM 0/32)
Jakava kerros	30 cm (KaM 0/56)
Pengertäyttö	- *
Tierakenteen kokonaispaksuus	63 cm

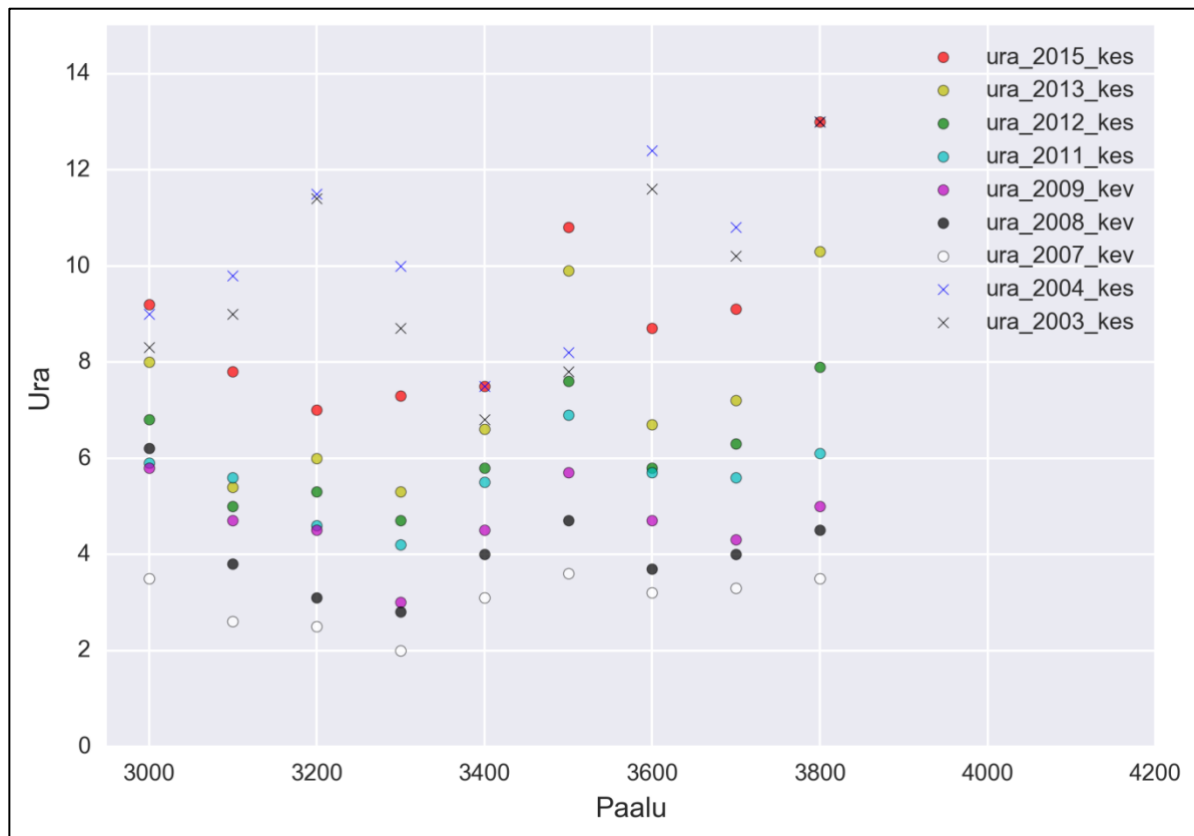
\* Suodatinkangas 63 cm syvyydellä

Taulukko 2.7.4. Rakennekerroksien materiaalit ja ominaisuudet.

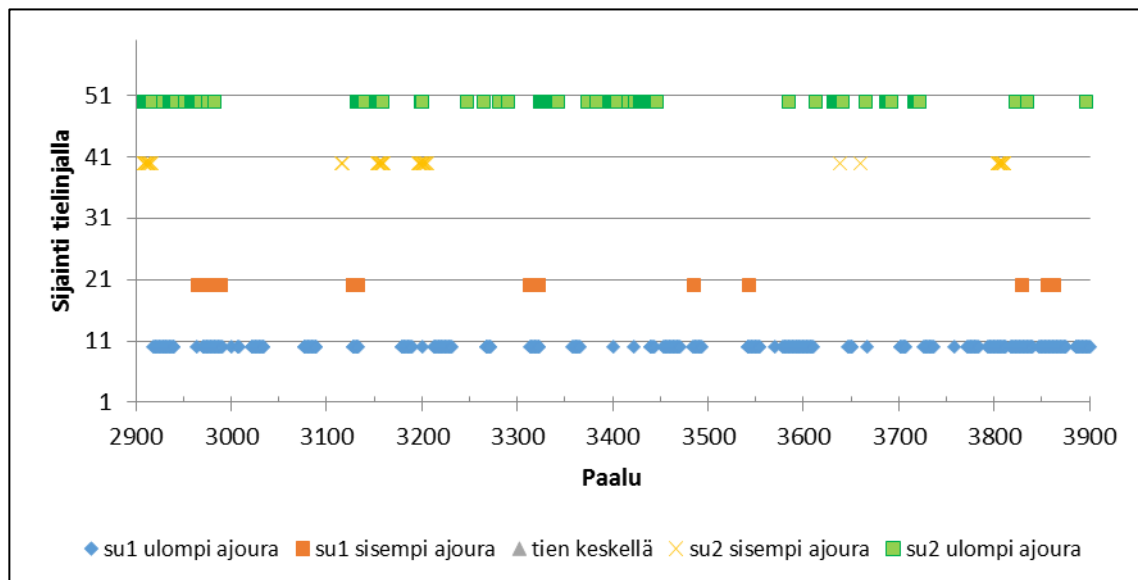
Päällysteet	AB + öljysora
Kantava kerros	KaM
Rakeisuus	0/45
Vesipitoisuus	2,2 %
Hienoainespitoisuus*	2,1 %
Routivuus (rakeisuuden perusteella)	Routimaton
Jakava kerros	Hk
Pengertäyttö	Moreeni
Pohjamaa (tierakenteen alapuolella)	
1,2-1,6 m	Moreeni (pengertäyttö)
1,6 – 1,8 m	Turve
1,8-2,6 m	Savi
2,8 m	Kivi tai kallio
Emod	5-15 MN/m <sup>2</sup>
Pohjamaa (tierakenteen vieressä)	Sa (7_1), MTv (7_2) **
Vesipitoisuus	119 – 362 %
Emod	5-15 MN/m <sup>2</sup>
Maastohavainnot	Pehmeikkö

\*\* Maastohavaintojen perusteella valtaosa koerakenteesta MTv pohjamaalla.

Urautuminen



Kuva 2.7.1. Koeosuus 7 urautuminen ajan funktiona.



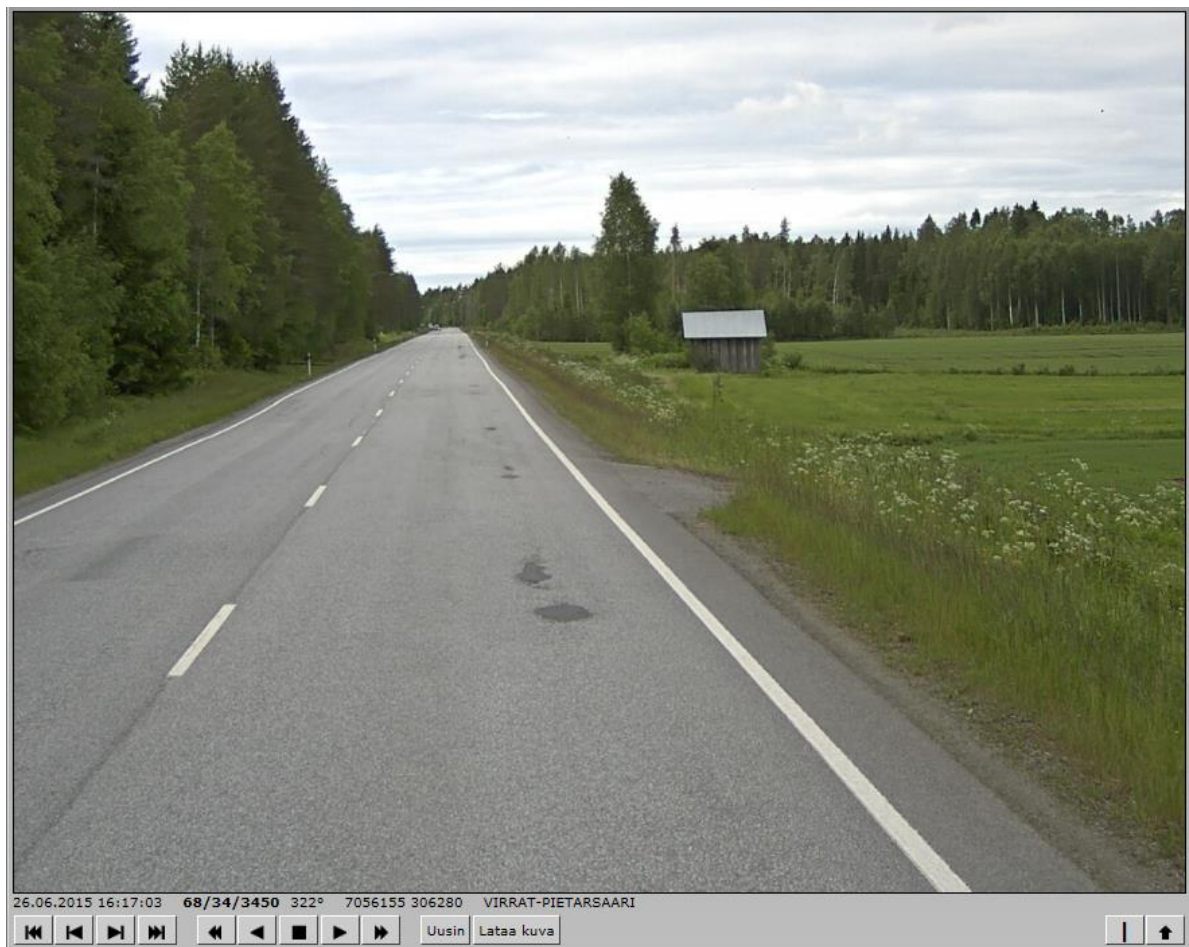
Kuva 2.7.2. Videoaineiston perusteella kartoitetut paikkaukset osuudella 7. Su1 = Suunta 1

Kuvassa 2.7.2 on esitetty koeosuuden päällystapaikkaukset. Paikkauksia esiintyy koko koeosuudella molempiin suuntiin uloimmassa ajourassa.





Kuva 2.7.3. Kairapiste 7\_2 (68/34/3461).



Kuva 2.7.4 Tierakenteen koekuopan 7\_2 (68/34/3461) sijainti.

## 3. YHTEENVERO TIEN RAKENNE- JA POHJATUTKIMUKSISTA

Taulukko 3.1 Koeosuuksien 1-4 kerrospaksuudet ja materiaalit

	Koeosuus							
	1		2		3		4	
Päällyste	150	AB+Ös	150	AB	50	AB	150	AB
Kantava	330	0/45	250	0/45	450	0/45	450	0/45
Jakava	550	0/56	200	0/56	-		400	Sr
Pengertäyttö	500	Hk	900	Sr	300	keHk	300	Hk
Rak.paksuus	<b>1000</b>		<b>1500</b>		<b>800</b>		<b>600...1300</b>	
Pohjamaa	Sa		siMr		saSi		HkMr	

Taulukko 3.2 Koeosuuksien 5-7 kerrospaksuudet ja materiaalit

	Koeosuus					
	5		6		7	
Päällyste	40...140	AB/AB+Ös	110...160	AB/AB+Ös	130...200	AB/AB+Ös
Kantava	400	0/45	440	0/45	300...400	0/45
Jakava	260	Sr	600	0/56	300...600	Hk
Pengertäyttö	200	Hk	-	-	0...600	Mr
Rak.paksuus	<b>540...1000</b>		<b>600...1200</b>		<b>630...1600</b>	
Pohjamaa	HkMr		HkSiMr		MTv	

Taulukko 3.3 Koeosuuksien kerrospaksuudet

	Koeosuus						
	1	2	3	4	5	6	7
<b>Asfaltti + REST</b>	154	141	173	170	139	158	173
Päällyste	39	36	42	43	48	48	54
REST	115	105	131	127	91	110	119
<b>Murske</b>	958	861	981	809	506	930	698
<b>Pengertäyttö</b>	720		1178	615	680		1066
<b>Tierakenteen paksuus</b>	1110	1004	1145	979	645	1088	871
<b>Tierakenne + Pengertäyttö</b>	1706		2359	1144	1327		1937

## 4. KOERAKENTAMINEN

### 4.1 YLEISTÄ

Näytteenotto ja pohjatutkimukset (luku 2 ja 3) osoittivat, että pohjamaan vaihtelusta huolimatta tien rakennekerrokset ovat riittävän paksut ja tasalaatuiset sekä routimattomat koerakenteen toteuttamiseen. Koetierakenteessa on oleellista, että tiedetään (tai voidaan edes arvioida) tien pohjamaan ja rakenteen vaihteluiden vaikutus lopputulokseen. Koska rakenne on pääsääntöisesti korkealla penkereellä, arvioitiin pohjamaan ominaisuuksien vaihteluiden vaikutus pintarakenteeseen pieneksi. Tästä syystä koeosuudet suunniteltiin siten, että ne ovat päällystykseen näkökulmasta helppo toteuttaa.

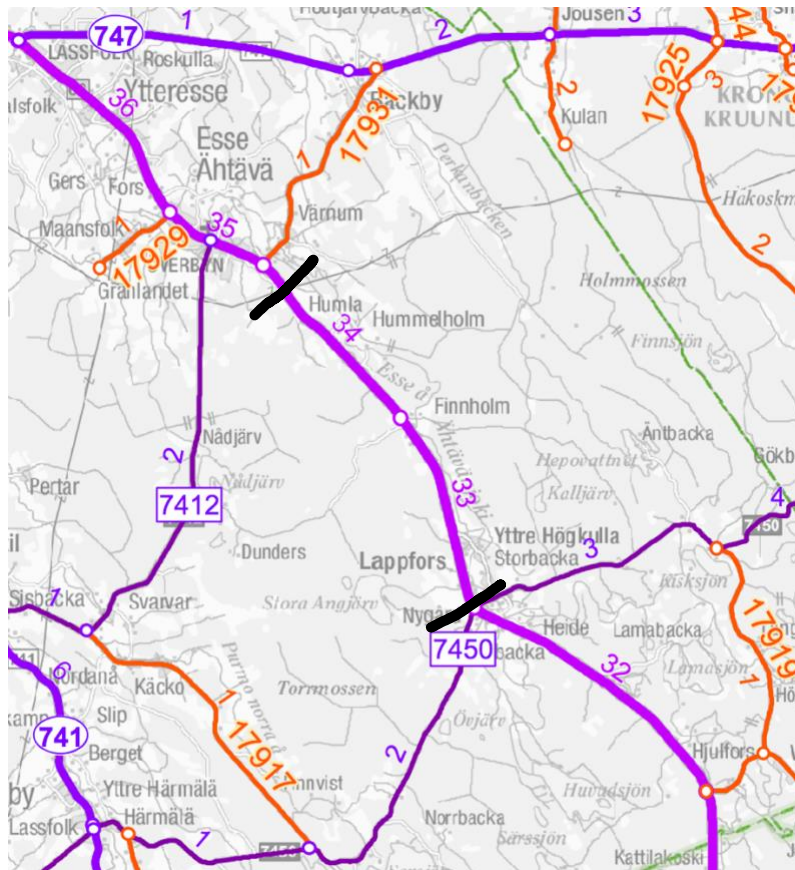
Koeosuuksia sijoitettiin osuuksille 1-4 ja 7. Osuudet ovat vierekkäin lukuun ottamatta pehmeikölle (osuudelle 7) toteutettua geolujitteiden koeosuutta. Tämä pehmeikölle rakennettu lasikuituverkkojen toinen koeosuus on kohdassa, jossa pohjamaana on suo ja/tai turve ja pohjaolosuhteet poikkeavat oleellisesti muusta koeosuudesta. Tällä kohteella selvitetään lasikuituverkkojen hyödyllisyyttä nimenomaan nopeasti painuvissa kohteissa ja vertaillaan erilaisia verkkotyyppejä keskenään. Referenssinä on 1000 m:n osuus osuuksilla 4-5. Referenssiosuudella on tehty tasaukset ja päällystys alkuperäisen päällystysuunnitelman mukaisesti.

Koerakentamiskohteen päällyste oli urautunut ja vaurioitunut nopeasti. Edellinen toimenpide (REST-stabilointi noin 10 cm:n syvyyteen ja AB-päällyste) oli tehty 2005. Tällöin kohdetta on tierekisteritietojen perusteella vahvistettu myös teräsverkoilla. Tien liikennemäärä KVL on 939 ajon/vrk ja KVL raskas 140 ajon/vrk. Tien tyypillisiä vaurioita olivat painumat, halkeamat ja urat, joita oli jouduttu paikkaamaan valuasfaltilla vuosina 2013-2015.

Koerakentaminen toteutettiin 10.-13.10.2016. Urakoitsija oli NCC Infra Oy. Asfalttimassat valmistettiin Leplaxin asfalttiasemalla noin 25 km päässä kohteesta. Kiviaineksena käytettiin paikallista kiviainesta, jonka nastarengaskulutuskestävyys on luokassa An 19 ja litteys luokassa FI 10. Massat ajettiin 20 t kuormina. Yhdellä kuormalla edettiin noin 50 m.

Päällysteessä käytetty kiviaines, sen rakeisuus ja koostumus, on sama kaikilla koeosuuksilla.





Kuva 4.1.1. Koerakentamiskohteet sijainti kt 68/33-34 Lappfors -Esse.



Kuva 4.1.2. Leppälaxin asfalttiasema, jossa sekoitettiin koetielle toimitettu asfalttimassa.

#### 4.2 TUTKITTAVAT MATERIAALIT JA NIIDEN KÄYTTÖ

EPO ELY:n laatimassa tienpäällystysurakan tarjouspyynnössä annettiin urakoitsijalle mahdollisuus vaikuttaa koerakentamiskohteen lisäainevalikoimaan yhden tuotteen osalta. Urakoitsija valitsi koetielle perinteisen kumibitumin vaihtoehdoksi SBS polymeeri Kratonin. Muut koekohteessa käytetyt lisäaineet oli tilaaja määritellyt jo tarjouspyyntövaiheessa.

Tällä koerakentamiskohteella tutkittiin 4 lisäaineen ja 3 erilaisen lasikuituverkon soveltuvuutta asfaltin lujitteeksi. Lisäaineet olivat:

- Rubbertec-kumijauhe,
- VIATOP plus FEP kumipelletti,
- FORTA-FI aramidikuitu ja
- Kraton SBS polymeeri.

Lasikuituverkot, joita koerakenteessa käytettiin, olivat:

- Bitutex Stargrid 100/100,
- Cidex SB 100 ja
- Cidex G100.

Kumijauhe Rubbertec-on lisäaineista ainoa, jonka käytöstä asfaltissa ei ollut aiempaa kokemusta Suomessa. FORTA-FI aramidikuidun sekä VIATOP plus FEP lisäaineen käytöstä on aiempia kokemuksia ja niiden osalta materiaalintoimittaja määritteli käyttömäärän kokemukseen perustuen. Urakoitsija teki massojen suhteitukset tilavuussuhteisiin perustuen ja määritteli sideainepitoisuuden myös suhteituksen avulla.

Taulukko 4.2.1 Lisäaineiden ja lasikuituverkkojen sijoittelu koerakentamiskohteessa sekä lisäaineiden käyttömäärät asfalttimassoissa.

Tutkittava materiaali	tierekisteriosoiteväli	Pohja rakenteiden koeosuus tarkastelu	Pituus m	Lisäaineen annostelu/verkon leveys/silmäkoko/ toteutuspäivä
Cidex SB100	68/33/82/182	1 Savi	100	3,05+1,5m, silmäkoko 40 mm 13.10.2016
Cidex G 100	68/33/182-282	1 Savi	100	3,8m, silmäkoko 40 mm 13.10.2016
Bitutex Stargrid 100/100	68/33/282-482	1 Savi	200	3,5m, silmäkoko 40 mm 13.10.2016
RBM Rubbertec	68/33/482-884 68/33/884-1484	1 Savi	402 600	13.10.2016 12.10.2016
VIATOP plus FEP	68/33/1484-1987	2 SiMr	503	9kg/t massasta 12.10.2016
FORTA-FI aramidikuitu	68/33/1987-2485	2-3 SiMr-SaSi	498	1kg/1,8t 0,055% massasta 12.10.2016
SBS polymeeri Kraton	68/2485-2985	4 HkMr	500	5% sideainepitoisuudesta sideaine 120/150
RMB (esikoe)	68/33/2985-3050	4 HkMr	65	7.10.2016
referenssi	68/33/3050-34/3404	5 HkMr	5005	Referenssi
Cidex SB100	68/34/3404-3505 (suo)	7 MTv	101	3,05+1,5m, silmäkoko 40 mm
Cidex G 100	68/34/3504-3604 (suo)	7 MTv	100	3,8m, silmäkoko 40 mm
Bitutex Stargrid 100/100	68/34/3604-3804 (suo)	7 MTv	200	3,5m, silmäkoko 40 mm

Taulukko 4.2.2 Koeosuuksien sijoittelu eri osuuksille tierekisteriosoitteeseen sidottuna.

	68/34/0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
koerakenne		Cidex SB 100	Cidex G100	Bitutex Stargrid 100	RMB 13.10.2016						
pohjamaaoloshteet/osuudet		osuus 1									
kerrosten paksuudet		Päällystepaksuus 150 mm, kantava 330, jakava 550, pengertäyttö 500									
rakennekerrospaksuus		1000 mm									
pohjamaa		savi									
		1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000
koerakenne		RMB 12.10.2016					VIATOP plus FEP				
pohjamaaoloshteet/osuudet		osuus 1					osuus 2				
kerrosten paksuudet		Pääll. 150 mm, kant.330, jak.550, pengert. 500					Päällystep.150 mm, kantava 250, jakava 200, pengertäyttö 900				
rakennekerrospaksuus		1000 mm					1500 mm				
pohjamaa		savi					silttimoreeni, SiMr				
		2100	2200	2300	2400	2500	2600	2700	2800	2900	3000
koerakenne		FORTA-FI Aramidikuitu				Kraton SPS polymeeri					
pohjamaaoloshteet/osuudet		osuus 3				osuus 4					
kerrosten paksuudet		uus. 50 mm,				Päällystep.150 mm, kantava 450, jakava 400, pengertäyttö 300					
rakennekerrospaksuus		800 mm				600...1300 mm					
pohjamaa		savinen siltti, saSi				hiekkamoreeni, HkMr					
		3100	3200	3300	3400	3500	3600	3700	3800	3900	4000
koerakenne		referenssi									
pohjamaaoloshteet/osuudet		4	osuus 5								
kerrosten paksuudet						Päällystepaksuus 40..140 mm, kantava 400, jakava 260, pengertäyttö 200					
rakennekerrospaksuus						540...1000 mm					
pohjamaa						hiekkamoreeni, HkMr					
	68/34/0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
koerakenne		referenssi									
pohjamaaoloshteet/osuudet								osuus 6			
kerrosten paksuudet								uus. 50 mm,			
rakennekerrospaksuus								600...1200 mm			
pohjamaa								hiekkainen silttimoreeni, HkSiMr			
		1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000
koerakenne		referenssi									
pohjamaaoloshteet/osuudet		osuus 6									
kerrosten paksuudet		päällysteen paksuus 50 mm, kantava 450, pengertäyttö 300									
rakennekerrospaksuus		600...1200 mm									
pohjamaa		hiekkainen silttimoreeni, HkSiMr									
		2100	2200	2300	2400	2500	2600	2700	2800	2900	3000
koerakenne		referenssi									
		3100	3200	3300	3400	3500	3600	3700	3800	3900	4000
koerakenne		referenssi			Cidex SB 100	Cidex G100	Bitutex Stargrid 100				
pohjamaaoloshteet/osuudet		Osuus 7									
kerrosten paksuudet		pääll.p.130..200mm, kantava 300..400, jakava 300...600, pengertäyttö 0...600									
rakennekerrospaksuus		630...1600									
pohjamaa		MTv, maaton turve									

## 5. TIEN KUNTO ENNEN KOERAKENTAMISTA

Kaikki koeosuudet toteutettiin vain toiselle kaistalle (tierekisterin kasvusuunnassa kaista 1). Tällä kaistalla raskaan liikenteen aiheuttamat vauriot ovat olleet suurempia kuin viereisellä (suunnan 2) kaistalla. Vauriot ovat olleet painumia, halkeamia ja uria, joita oli jo jouduttu paikoittain runsaastikin paikkaamaan valuasfaltilla. Ennen päällystämistä valuasfalttipaikkauksia oli jyrstetty pois bitumin pintaan nousun estämiseksi. Kaistat oli tasattu AB 16 -massalla siten, että vähemmän vaurioituneelle referenssikaistalle tasaustmassaa levitettiin 25 kg/m<sup>2</sup> ja pahemmin vaurioituneelle koetieosuuksien kaistalle 30-35 kg/m<sup>2</sup>.

### 5.1 VAURIOT LASIKUITUVERKKO-OSUUKSILLA KT 68/33/75-477 ja 68/34/3404-3804

Lasikuituverkkojen koeosuudet suunniteltiin ja toteutettiin koerakentamiskohteen alku- ja loppupäähän. Osuudella (KT 68/33/75-477) uloimman pyöräuran kohdalla on halkeamaa ja tien reuna on koko osuuden matkalta painunut. Tämä koeosuus on vaurioiltaan tasalaatuinen ja sopii hyvin koerakentamiskohteeksi, kun on tarkoitus verrata erilaisten lasikuituverkkojen kestävyden keskinäisiä eroja.

Suon kohdalla osoitteessa 68/34/3404-3804 on myös tasaisesti vaurioitunut kohta, jossa voidaan verrata lasikuituverkkojen toimivuutta keskenään.

### 5.2 VAURIOT LÄHTÖTILANTEESSA LISÄAINEITA SISÄLTÄNEILLÄ KOEOSUUKSILLA

**RMB koeosuus (Rubbertec-kumijauhe)** sijoitettiin lasikuituverkko-osuuden jatkoksi osoitteeseen 68/33/482-1484. Tällä kilometrin osuudella on tasaisesti vastaavia vaurioita kuin aikaisemmalla lasikuituverkotetulla osuudella. Kohteella on syviä reunapainuma osoitteessa 68/33/800-1200 muuten vauriot esiintyvät tasaisesti koko kohteen matkalla. Huomionarvoista on, että kaistalla 1 on selvästi enemmän päällystapaikkauksia kuin kaistalla 2.

## 6. KOERAKENTAMISVAIHE

### 6.1 BITUTEX STARGRID 100/100

Bitutex stargrid 100/100 on musta lasikuituverkko, joka on esikäsitelty bitumilla ja jonka lujuus on 100 kN/m molemmissa suunnissa. Verkon leveys on 3,5 m ja silmäkoko 40 mm.

#### 6.1.1 VERKKOJEN ASENTAMINEN

Ensimmäinen erä verkoista asennettiin 10.10.2016 kohtaan 68/34/3604-3804 (200m). Verkot liimattiin tasattuun alustaan. Tien pinnan lämpötila oli 4 °C. Toinen erä asennettiin 13.10.2016 kohtaan 68/33/277-477. Tien pinnan lämpötila oli 7 °C.



Bitex Stargrid -verkko liimautui alustaan. Jyrän kuljettajan mielestä Bitutex Stargrid -verkko ei liukunut tiivistyksen alla yhtä paljon kuin kuitukankaalliset Cidex-verkot. Tässä kohteessa asfalttimassa ei ollut tiivistämistä ajatellen optimaalista, vaan tiivistys ”repi” pintaa. Massaa levitettäessä sen lämpötila oli 140-150 ° C:tta.

Tarkasteltaessa verkkoja, jotka asennettiin 10.10.2016 havaittiin, että massan tiivistäminen ei ollut onnistunut optimaalisesti. Keskisauman viereen, noin 20 cm keskisaumasta, on syntynyt halkeama verkon liikkeessa tiivistyksen alla. Myös kaistan reunalle (verkon reunaan) on syntynyt halkeama. (kuva 9.2.2)

Verkon asentamisen yhteydessä ei tarkkailtu bitumiemulsion murtumista. Käytetyn bitumiemulsion laatu tulisi varmistaa ennen verkkojen asennusta ja emulsio tulisi valita olosuhteiden mukaan. Verkot tulisi asentaa vain sellaisella säällä, että bitumiemulsion on mahdollista murtua ennen päällysteen levittämistä. Liian kylmä tai kostea sää viivyyttää tai jopa estää bitumiemulsion murtumisen kokonaan.

## 6.2 CIDEX G 100

Cidex G 100 on valkoinen lasikuituverkko, joka on esikäsitelty hartsilla ja jonka lujuus on 100 kN/m molemmissa suunnissa. Verkon leveys oli 3,8 m ja silmäkoko 40 mm.

### 6.2.1. VERKKOJEN ASENTAMINEN

Ensimmäinen erä verkoista asennettiin 10.10.2016 kohtaan 68/34/3505-3604 (100 m). Verkot liimattiin tasattuun alustaan. Tien pinnan lämpötila oli 4 °C. Toinen erä asennettiin 13.10.2016 kohtaan 68/33/277-177. Tien pinnan lämpötila oli 7 °C. Jyrän kuljettaja piti tiivistystä hyvin haasteellisena, kun lujitteena oli kuitukankaallinen lasikuituverkko. Verkko liukui jyrän alla ja pintaan syntyi halkeamia.

## 6.3 CIDEX SB 100

Cidex SB 100 on valkoinen lasikuituverkko, joka on esikäsitelty hartsilla ja jonka lujuus on 100 kN/m molemmissa suunnissa. Verkko levitettiin kahdessa osassa, koska sen leveys ei riittänyt koko kaistan leveydelle. Levitetyt verkot olivat 3,05 ja 1,5 m leveitä. Verkot limitettiin asennettaessa. (kuva 9.2.1)

### 6.3.1 VERKKOJEN ASENTAMINEN

Ensimmäinen erä verkoista asennettiin 10.10.2016 kohtaan 68/34/3418-3505 (100 m). Verkot liimattiin tasattuun alustaan. Tien pinnan lämpötila oli 4 °C. Toinen erä asennettiin 13.10.2016 kohtaan 68/33/175-75. Tien pinnan lämpötila oli 7 °C.

Tässä kohteessa SB 100 -verkkojen asentaminen oli erityisen haastavaa, sillä limitetty verkko liukui tiivistyksen alla ja saumakohtaan syntyi valmiiseen päällysteeseen halkeamia (kuva 9.2.1). Ilmiö toistui molemmissa asennuskohteissa. Limityksen vuoksi kahdessa osassa asennettu 3,05+1,5 m SB 100 -verkko oli lopputuloksen kannalta heti päällystämisen jälkeen

arvioituna heikoin. Ylimääräisiä limityksiä ei tulisi sallia, sillä limitetyt saumat saattavat liikkua tiivistyksen aikana ja valmiiseen pintaan syntyy halkeamia. Verkon leveyden tulisi olla kerralla levitettävän kaistan levyinen.

## 7 BITUMIEMULSIO

Verkkojen liimaukseen käytettiin kationista bitumiemulsiota C58 B3, joka sisälsi bitumia 58-64 %. Liimauksen onnistumiseen tulee kiinnittää erityistä huomiota. Verkotetuilta koeosuuksilta otetuista koekappaleista (yht. 6 kpl) vain yksi on saatu irrotettua siten, että verkko on kiinni koekappaleissa. Muissa kohdissa verkon ja sen yläpuolella olevan päällysteen sauma on pettänyt ja näytteeksi on saatu vain yläpuolinen päällystenäyte.

## 8 LISÄAINEET

### 8.1 KRATON SBS POLYMEERI

Rakeista SBS polymeeriä (Kraton) lisättiin massaan suoraan sekoittajaan 5 % sideaineen painosta. Märkäsekoitusaikaa lisättiin 10 sekuntia normaaliin sekoitukseen verrattuna.



Kuva 8.1.1. Kraton SBS polymeeri toimitettiin asemalla säkeissä.

Massa ei silmämääräisesti poikennut referenssimassasta. Massan lämpötila asemalla massakuormasta mitattuna oli 168 °C. Massan lämpötila heti levittimen perästä mitattuna oli 145-150 °C. Sideaine oli referenssimassasta poiketen B 100/150. Alustan lämpötila oli +10 °C:tta.

Massan tiivistys onnistui hyvin. Jyrän kuljettaja oli tyytyväinen massan ominaisuuksiin. Massaa oli helpompi tiivistää kuin referenssimassaa.



Kuva 8.1.2 Kt 68/33/2529 koeosuus, jossa lisäaineena SBS polymeeri Kraton. Kuva otettu 20.10.2016.

## 8.2 FORTA-FI ARAMIDIKUITU

FORTA-FI aramidikuitua lisättiin 0,055 % massan painosta suoraan sekoittajaan bitumin annostelun jälkeen. Kuitu lisättiin sekoittajaan erillisestä luukusta muovipusseissa. Massan märkäsekoitusaikaa lisättiin 10 sekuntia. Massan lämpötila asemalla oli 168 °C. Bitumi oli B 70/100 bitumia.

Massan levitys jouduttiin keskeyttämään noin 2 tunniksi asemalla ilmenneiden sekoitusongelmien vuoksi. Kolme ensimmäistä kuormaa saatiin levitettyä ja tämän jälkeen pidettiin tauko. Massa tiivistyi nopeasti jyrän alla ja sitä oli helppo tiivistää. Massan lämpötila vaihteli sekoittajan perästä mitattuna 140-160 °C.





Kuva 8.2.1. Sekoittajaan lisättävä kuitu oli pakattu annospusseihin.



Kuva 8.2.2. FORTA-FI aramidikuidun varastointi asfalttiasemalla.

### 8.3 VIATOP plus FEP

Pellettimuodossa oleva VIATOP plus FEP lisäaine annosteltiin suoraan sekoittajaan erillisestä luukusta siten, että lisäaine lisättiin kiviaineksen mukana ja kuivasekoitusaikaa lisättiin 10 sekuntia ja märkasekoitusaikaa myös 10 sekuntia. Säkki avattiin ennen annostelua ja vain sen sisältö lisättiin massaan. Massan lämpötila asfalttiasemalla oli 171 °C.



Kuva 8.3.1. VIATOP plus FEP asemalle varastoituna.

### 8.4 RUBBERTEC® RMB



Kuva 8.4.1 Rubbertec-lisäaine toimitettiin asemalla säkeissä.

Suomen rengaskierrätyksen toimittama Rubbertec-kumijauhe sekoitettiin asemalla bitumisäiliössä bitumiin. Kumijauheen ”muhitusaika” oli lyhimillään 30-40 min. Varsinaisia koeosuuksia varten tehtiin neljä sekoituserää. Rubbertec toimitettiin asemalla säkeissä ja lisäaineen olomuoto oli jauhemainen.



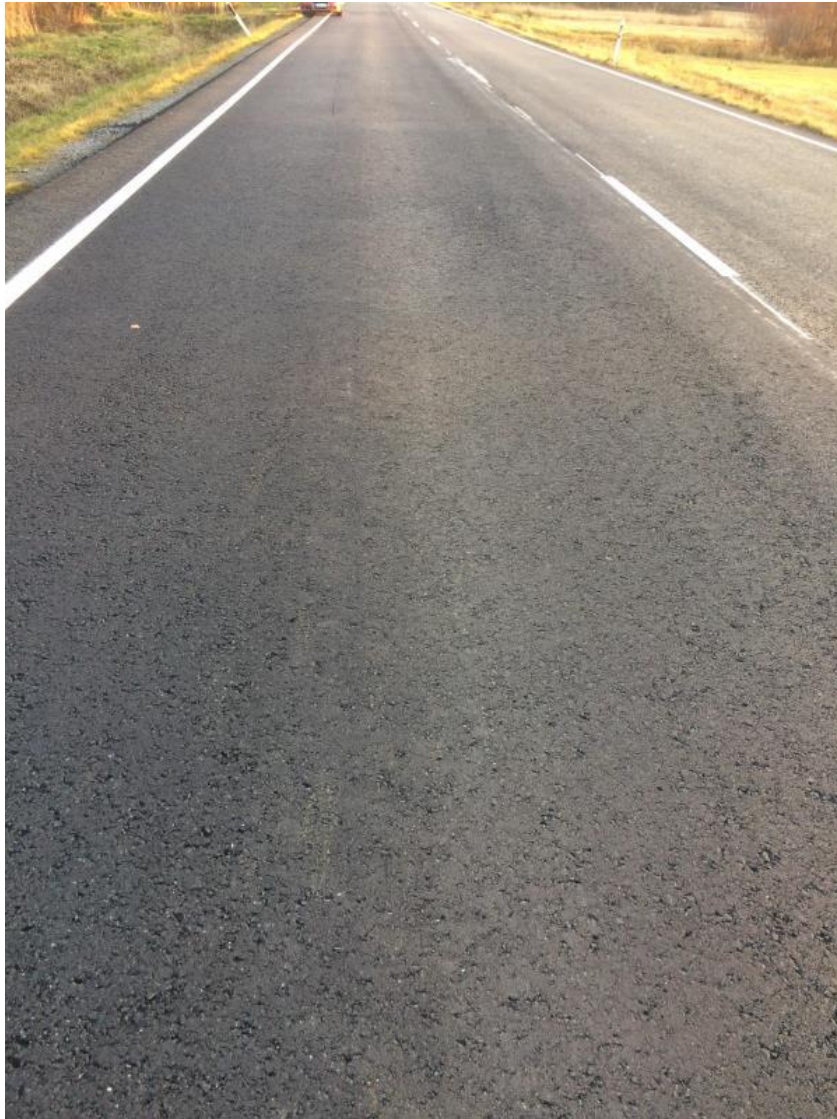
Sideaineen sekoitusta varten oli varattu 3,5 m<sup>3</sup> valupata. Yhdellä kertaa sekoitettava maksimiannos oli 3400 kg (2900 kg bitumia ja 500 kg Rubbertec-kumijauhetta). Sideaineen sekoitusta varten padassa oli mekaaninen siivilä ja pumppu, joka kierrätti sideaineseosta. RMB (Rubber modified bitumen) sideaineseoksessa oli 85 % bitumia ja 15 % Rubbertec-kumijauhetta sideaineen painosta laskettuna. Rubbertec-kumijauhe lisättiin pataan säkki kerrallaan. Kun koko määrä (500 kg/annos) oli lisätty, odotettiin, kunnes jauheen lisäyksestä aiheutunut tilavuudenmuutos oli palautunut. Tällöin sideaineseoksen kokonaistilavuus oli sama, kuin bitumin B 70/100 tilavuus ennen Rubbertec-kumijauheen lisäystä. Näin saatua sideaineseosta lisättiin massaan 5,7 % massan painosta laskettuna. Minimi muhitus aika, jolla sideaineseoksen tilavuus palautui alkuperäiselle tasolle, oli 30 minuuttia. Sopivana muhitusajana pidettiin kuitenkin 40 minuuttia.

Asfalttimassan valmistukseen tuli katkoksia, koska sideaineseoksen muhittaminen ei aina onnistunut optimaalisesti. Vaikka 30-40 minuuttia vaikutti riittävältä sekoitusajalta, asemalla havaittiin, että mitä pidempi sekoitusaika on, sitä parempi on lopputulos.

Bitumin 70/100 lämpötila oli ennen lisäaineen lisäystä 170 °C. Lisäaineen lisäyksen jälkeen sideaineseoksen lämpötila laski 150 °C:seen ja muhituksen aikana lämpötila nousi 165 °C:seen. Koska levittäjän perästä mitatut lämpötilat olivat ensimmäisissä kuormissa matalia 128-140 °C:tta, nostettiin bitumin B 70/100 lämpötilaa 180 °C:seen, jolloin massan lämpötila asemalla nousi 175 °C:seen. Ensimmäisen 9 kuorman massat (68/33/1517-1027) oli valmistettu lämpötilassa 160-165 °C. Sekoitustilanteen noston jälkeen massan lämpötila sekoittajan perästä mitattuna oli 160-173 °C (68/33/1027-937). RMB-koeosuus päällystettiin kahtena eri päivänä. Kuormat 1-12 levitettiin 13.10.2016 ja kuormat 13-20 14.10.2016. Alustan lämpötila levityspäivinä oli 5..7 °C.

Rubbertec oli pääsääntöisesti sekoittunut bitumiin tasaisesti. Pinnassa oli muutamia pieniä ”laikkuja”, joissa kumijauheen sekoittuminen bitumiin oli epätasaista. Kun lämpötila oli nostettu 185 °C:seen, kumijauheen sekoittuminen bitumiin oli päällysteestä arvioituna tasaisempaa.

Rubbertec-lisäainetta sisältänyttä massaa oli helppo tiivistää, eikä referenssille tyypillistä massan halkeilua esiintynyt tällä osuudella. Kumi aiheutti massaansa sille tyypillisen hajun mutta haju ei levitysryhmän mielestä ollut häiritsevää edes siinä vaiheessa, kun massan lämpötila oli levityspäivinä 175 °C:tta.



Kuva 8.4.2 Kt 68/33/564, RMB kuva otettu 20.12.2016.

#### 8.5 REFERENSSI

Referenssiksi valittiin koeosuuksien väliin jäävältä osuudelta kilometrin mittainen osuus 68/33/3000-4000. Tällä osuudella tehtiin tasaukset ja päällystys alkuperäisen suunnitelman mukaisesti.

## 9. HAVAINTOJA KOERAKENTAMISEN AIKANA

## 9.1 TIIVISTÄMINEN

Jyrän kuljettajaa haastateltiin säännöllisesti ja oheiseen taulukkoon on koottu hänen arvionsa lisäaineiden vaikutuksesta tiivistämiseen

Taulukko 9.1.1. Jyrän kuljettajan arvio lisäaineiden ja verkkojen vaikutuksesta tiivistettävyyteen ja pinnan laatuun.

Lisäaine	Bitumi,	sideaine- pitoisuus	Lisäaineen määrä	Massan valmistus- lämpötila °C	Vaikutus tiivistymiseen
Kraton	B100/150	5,7	5% sideaineesta	170	paransi tiivistettävyyttä
Aramidi	B70/100	5,7	0,05% massasta	170	paransi tiivistettävyyttä
FEB	B70/100	5,7	0,9% massasta	170	paransi tiivistettävyyttä
RMB Rubbertec	B70/100	5,7	15% sideaineesta	185	paransi tiivistettävyyttä
Cidex SB100	B70/100	5,7	Leveys 3,05+1,5 m	170	erittäin hankala tiivistää, verkot liukuivat toisiaan vasten limityskohdassa
Cidex G 100	B70/100	5,7	Leveys 3,8 m	170	hankala tiivistää, massa liukui verkon päällä
Bitutex Stargrid	B70/100	5,7	Leveys 3,5 m	170	muihin verkkokohteisiin verrattuna helpoin tiivistää, sillä lukittui parhaiten paikalleen mutta siltikin pinta halkeilee
referenssi	B70/100	5,6		170	referenssi (vaikeasti tiivistettävä massa)

## 9.2 SILMÄMÄÄRÄISET HAVAINNOT

Kraton SBS polymeerikuitu, FORTA-FI aramidikuitu, VIATOP plus FEP ja Rubbertec-kumijauhe sekoittuivat massaan tasaisesti. Päällysteestä ei heti tekemisen jälkeen havaittu silmämääräisesti eroja eri koeosuuksien välillä.

Lasikuituverkkokohteilla havaittiin halkeamia heti tiivistyksen jälkeen, seuraavana päivänä ja viikon kuluttua päällystämisestä. Eniten halkeamia oli Cidex SB 100 -kohteilla, joissa verkon leveys ei riittänyt koko poikkileikkaukseen ja verkotus tehtiin kahdessa osassa verkkoja limittäen.



Kuva 9.2.1 Cidex SB 100 koekohteella verkot ovat siististi limitetty ennen päällysteen levittämistä. Levittämisen jälkeen limityskohtaan syntyi halkeama koko koeosuuden matkalle.

Myös Bitutex Stargrid –verkkojen osuudella päällyste halkesi tiivistyksen yhteydessä. Tämä johtui siitä, että verkon leveys ei riittänyt koko poikkileikkaukseen ja keskisauman kohdalla on kuvan 9.2.2 mukaisesti noin 20 cm kaistale, jossa ei ole verkkoa. Verkon reuna ”heijastuu” helposti päällysteen pintaan, jos verkko pääsee liukumaan alustansa vasten tiivistysvaiheessa.





Kuva 9.2.2 Bitutex Stragrid -verkon leveys ei riittänyt keskisaumalle saakka ja keskisauman vieressä oli nähtävissä halkeama heti päällysteen tiivistyksen jälkeen.

Lasikuituverkon liimaaminen ja kiinnittäminen alustaan on hankalaa. Massa-autot joutuvat liikkumaan alustansa liimattujen verkkojen päällä ja renkaat rikkovat verkkoa ja irrottavat sitä alustastaan.



Kuva 9.2.3 Lasikuituverkon liikkuminen ja alustastaan irtoaminen massa-auton peruuttaessa verkon päälle.



Bitutex Stargrid -verkon rullat olivat painavia ja niiden liikutteluun käytettiin apuna huoltoautoa. Lasikuituverkkoja asennettaessa tulee huomioida rullien paino, ergonomia ja tarvittaessa verkon työstämisen turvallinen työtekniikka.



Kuva 9.2.4 Lasikuituverkkorullat ovat painavia liikutella.

Rullien avaaminen oli toisinaan hidasta, sillä tiiviissä rullassa verkon kerrokset olivat varastoinnin aikana liimaantuneet osittain toisiinsa.

## 10 LIITTEET

Liitteenä koekohteilla käytettyjen lisäaineiden ja lasikuituverkkojen teknisiä tietoja.





2007



INDUSTRIEVERBAND GEOKUNSTSTOFFE



***The installation of BITUTEX® in  
asphalt surfaces is easy and user-friendly***

1. **Bitutex®** should be stored flat and in a clean dry place to avoid deformation rolls should not be stacked over 3 high.
2. **Bitutex®** can be installed on milled surfaces (the ribbed profile must be smaller than 5mm) or on old asphalt or concrete surfaces. In all cases the subgrade should be as smooth as possible, dry and clean with cracks and potholes filled and compacted.  
An asphalt concrete levelling is required over milled surfaces with a profile greater than 5 mm and on uneven surfaces. A levelling course generally improves and simplifies the installation.
3. **Bitutex®** can be installed at low temperatures in accordance with installation details of emulsion and asphalt.
4. The reconstruction area is to be sprayed with a polymer bituminous emulsion of the class U70K (Pmb). For other emulsion the equality has to be tested. The emulsion should break quickly and should have a good bonding to grid and asphalt. The softening point of the emulsion must be higher than the temperature of the subsurface. The mass of spray at flat rate is about 0,5 - 1,0 kg/m<sup>2</sup> for **Bitutex®** and **Bitutex® STARGrid™** and about 1,2 - 1,7 kg/m<sup>2</sup> for **Bitutex® Composite** depending on the existing pavement surface (Example: recently removed surfaces could be more porous and will need more tack coat) and may vary depending on the slope and grade of the road.
5. As soon as the polymer modified bitumen starts to break (dry up /getting black) the **Bitutex®** should be installed. The spraying temperature of the emulsion should conform to the manufacturer's instruction. A hydrostatic calibrated type-converter is recommended. A hand-converter should also be ready for use at overlaps and special areas.
6. It is recommended to make a small trial of approx. 1 sqm under jobsite conditions in advance to test the necessary amount, the breaking rate and the bonding of the emulsion.
7. To reach an ideal adhesion the width of the sprayed area should be wider than the total width of the **Bitutex®** by 50 to 150 mm each side. It is not necessary to put emulsion on top of the paving grid, except when overlapping the paving grid.
8. Drapes, folds and wrinkles of **Bitutex®** during installation should be avoided. In sharp curves or for special requirements the grid can be cut in sections. If there are still drapes or folds **Bitutex®** should be cut, sprayed with some extra emulsion and overlapped in the work flow direction.
9. The overlapping of longitudinal and transverse connections should be at least 25 to 80 mm and sprayed with some extra emulsion. It should be overlapped in the work flow direction.





2007



INDUSTRIEVERBAND GEOKUNSTSTOFFE



10. After installation of **Bitutex**® no traffic except the asphalt paver and its supplier trucks should be allowed. It is important that road work vehicles minimise hard braking and turning. Hard truck stops and sharp turns can damage the grid.
11. When using the **Bitutex**® with the open apertures the complete paving grid must be completely covered with approximately 20 kg/m<sup>2</sup> of asphalt concrete (with 0-5 mm particle size). The asphalt concrete should be minimum 130°C. Dispersing can be accomplished by labourers with blades or by truck with strew equipment. The truck has to work backwards and drive upon the already installed asphalt. Directly after installation, the asphalt concrete has to be compacted with a light tandem roller (approximately 3 to operating weight).
12. When placing the final surface the asphalt should have an installation temperature of about 160 °C, or as specified by the engineer. Asphalt should be installed with a minimum thickness of 50 - 60 mm, under special conditions 40 mm are possible. When installing **PET-Bitutex**® and **PET-Bitutex**® **Composite** the temperature must be less than 180°C.
13. The joints between the paving lanes should not coincide with the overlapping of the grid.

### Abstract

The optimum performance of **Bitutex**® depends on the creation of a composite pavement structure where the existing pavement, Bitutex, and the new asphalt overlay are firmly bonded together. The use of proper installation techniques and construction parameters such as particle size, asphalt mixture ratio, compaction, etc. are all required to insure a good installation. To eliminate wrinkles vehicles should not drive on exposed, uncovered **Bitutex**®. Also the overlapping of longitudinal and transverse connections of the asphalt and **Bitutex**® must be done in the work flow direction. We do not recommend the use of vibratory rollers for overlay thickness less than 80 mm as they can adversely affect the bond between the layers.

**Bitutex**® performs best when installed in accordance with the above described methods and in accordance with the project technical regulations for bituminous road construction.

For technical questions or advice, we are willingly at your disposal.

**The latest version of Installation Guides and  
Technical Data Sheets are available at [www.synteen.de](http://www.synteen.de)**

### WARRANTY

In no event shall Synteen & Lückenhaus Textil Technologie GmbH (SLTT) be liable for consequential damages of any kind exceeding the sale price of our products found to have been defective. SLTT makes no warranties, express or implied by operation of law or otherwise including but not limited to warranties of merchantability or fitness for any particular purposes or end use. Information contained herein regarding applications of our products is of general nature, and since conditions may vary with each site, SLTT makes no guarantee of results or the sufficiency of the information contained herein for the use contemplated.

**Synteen & Lückenhaus** Textil- Technologie GmbH

**Robert-Stehli-Str. 8 - 79771 Klettgau-Erzingen / Germany**

08.11.2007

Technical application: Stephan Westhus E-Mail: [s.westhus@synteen.de](mailto:s.westhus@synteen.de)

Tel.: +49 (0)7742/851-133 Fax: +49 (0)7742/851-186 Mobile: +49 (0)175/5938463

Technical application: Sebastian Althoff E-Mail: [s.althoff@synteen.de](mailto:s.althoff@synteen.de)

Tel.: +49 (0)7742/851-220 Fax: +49 (0)7742/851-186 Mobile: +49 (0)179/1313625

page 5 of 5

**TEKNISET TIEDOT-KÄÄNNÖS**

VALMISTAJAN TIEDOTE: 0750

PÄIVÄYS: 22.06.2007

TARKISTETTU: 08.12.2015

**CIDEX® 100 SB****RAKENNE ( toleranssi +/- 10%):**Silmäkoko: **40 mm x 40 mm**Kokonaispaino: **400 g/m<sup>2</sup>**

<b>Verkko</b>	<b>Kuitukangas</b>
Lasikuitu + sideaine ( PVC): 383 g/m <sup>2</sup>	Synteettinen kuitu: 17 g/m <sup>2</sup>
Paksuus (suuntaa antava): 1,4 mm	

**OMINAISUUDET: ISO 10319-STANDARDIN MUKAAN**

<b>Mekaaninen vahvuus</b>	<b>vetolujuus</b>	<b>vetolujuus 1% venymisessä</b>	<b>vetolujuus 2% venymisessä</b>
Pituussuunta	100 kN/m	> 40 kN/m	> 80 kN/m
Poikittaissuunta	100 kN/m	> 40 kN/m	> 80 kN/m

<b>Venyminen katkeamispisteessä:</b>	<b>%</b>
Pituussuunta	< 3 % + 0,5 %
Poikittaissuunta	< 3 % + 0,5 %

**HUOMIOITAVAA:**

- **Verkon asentajan tulee varmistaa verkon tartunta. Asennuksessa yleisesti käytetty bitumin määrä on 700 g/m<sup>2</sup>. Tarvittavan bitumin määrä riippuu kantavan kerroksen ominaisuuksista.**
- Käyttötarkoituksia ovat lujittaminen, jännityksen poistaminen sekä välikerroksen tukeminen.
- UV-kestävyys: Enintään kaksi viikkoa auringonpaisteessa (EN 5381, annex B).
- Bitumin retentio 120 g/m<sup>2</sup> (EN15381 Annex C). Asfalttikerrosten sidosta varten tarvitaan täten 600 g/m<sup>2</sup>.
- Pehmenemispisteet: hartsi 200 °C, polyesterikuitu 220 °C, lasikuitu 1500 °C (mekaaninen väsymys alkaa 400 °C:ssa)
- Kun asennetaan betonin päälle, alle levitetään bitumiemulsio ennen asennusta.

\* SBR-hartsi on kehitetty antamaan verkolle korkean elastisuusmoduulin (>35000 MPa) ja suojaamaan lasikuitua mekaanista rasitusta vastaan asennuksen ja pitkäaikaisen käytön aikana.

CIDEX-lasikuituverkko on valmistettu ISO 9001 -laatusertifikaatin vaatimusten mukaisesti. Nämä tiedot perustuvat tavarantoimittajamme Chomarat Compositesin antamiin tietoihin. Tiedot ovat ohjeellisia. Pidätämme oikeuden muokata tietoja ilman erillistä ilmoitusta. Pyydämme tarkistamaan, että käyttämämme tiedote on päivitetty versio.

Koska verkon valmistaja ei pysty vaikuttamaan tavarantoimituksen jälkeen tapahtuvaan verkon mekaaniseen käsittelyyn, asennusolosuhteisiin tai asennuksessa käytettyjen materiaalien laatuun, nämä tiedot ovat voimassa tavarantoimittajalle toimittamiseen saakka, eikä tietoja voida tulkita takuuna tavarantoimittajalle toimittamisen jälkeen.

**ASENNUSOHJE**

VERKON SÄILYTYS	Kuivassa, suojattuna sateelta. Poista muovikääre vasta juuri ennen verkon levitystä. Jos verkon tukikangas kastuu, bitumi ei imeydy siihen riittävästi.
ALUSTA	Tasainen, puhdas, roskaton. Kolot ja suuret halkeamat täytetään bitumilla. Tarvittaessa levitetään tasauskerros. Betonipohjalle levitetään aina asfalttikerros. CIDEX-lujiteverkon toimivuus perustuu onnistuneeseen liimaukseen ja hyvään tarttuvuuteen eri päällystekerrosten välillä.
BITUMIEMULSIO	Levitetään huolellisesti hyvälaatuista bitumia hieman verkkoa suuremmalle alalle. Jos emulsio imeytyy alustaan, lisätään sen määrää.
Määrä	Noin 0,5-0,7 kg/m <sup>2</sup> riippuen verkkotyypistä. Tarkista määrä teknisestä tiedotteesta.
VERKON ASENTAMINEN	Emulsion tulee olla murtunut (tahmea) ennenkuin verkko levitetään sen päälle.  CIDEX-rulla avataan kuitukangas alaspäin ja levitetään emulsion päälle. Kuitukankaan pitää "kylästyä" bitumilla, jolloin emulsio läpäisee 25-50% pinta-alasta. Kun verkon päällä kävellään, tulee siihen jäädä jalanjälki.
SUOSITELTU LIMITYS	Emulsiota levitetään myös limityskohtaan. Tarkista levityssuunta, jottei levittäjä pääse nostamaan verkkoa limityskohdasta. Jos verkot ovat erilevyisiä, leveämpi tulee kapeamman päälle. Limityksessä kohdistetaan verkkojen silmät /langat päällekkäin.
Pitkittäinen limitys	n. 10-20 cm
Poikittainen limitys	> 20 cm
MUTKAT	Verkkoa käännetään mutkissa pienille vekeille. Jos vekki on iso, leikataan se auki ja limitetään ajosuunnan mukaisesti. Vekit eivät huononna liimausta, kun bitumimäärä on riittävä ja päällyste riittävän paksu.
TARTTUMISEN TARKISTAMINEN	Tarkistetaan, että verkko on tarttunut kiinni. Verkko voidaan kiinnittää myös ajamalla sen yli.  CIDEX-lasikuituvahviste on kalvotettu ns. "Heat-Sealing" -kalvolla. Levitettäessä kuumaa asfalttimassaa CIDEX-lasikuituvahvisteen päälle Heat-Sealing kalvo sulaa ja liimaa kerrokset toisiinsa.
PÄÄLLYSTÄMINEN	Lujiteverkon päälle levitetään asfalttipäällyste. Huom! Levitettyä verkkoa ei saa jättää sateeseen ennen päällystämistä. Vältettävä turhaa ajamista ja jarruttamista verkon päällä!
SEURANTALOMAKE	Täytähän ystävällisesti verkkokohteen seurantalomakkeen ja palautat sen Finnpoolille ( <a href="mailto:merja.leinonen@finnpool.fi">merja.leinonen@finnpool.fi</a> , faksi 0207 890 801).



**TEKNISET TIEDOT-KÄÄNNÖS**

VALMISTAJAN TIEDOTE: 1574

PÄIVÄYS: 14.10.2015

TARKISTETTU: 27.02.2016

**CIDEX® G100****RAKENNE ( toleranssi +/- 10%):**Silmäkkö: **40 mm x 40 mm**Kokonaispaino: **440 g/m<sup>2</sup>**

<b>Verkko</b>	<b>Kuitukangas</b>
Lasikuitu + sideaine ( PVC): 423 g/m <sup>2</sup>	Synteettinen kuitu: 17 g/m <sup>2</sup>
Paksuus (suuntaa antava): 0,9 mm	

**OMINAISUUDET: ASTM D6637-STANDARDIN MUKAAN**

<b>Mekaaninen vahvuus</b>	<b>vetolujuus</b>	<b>vetolujuus 2% venymisessä</b>
Pituussuunta	100 kN/m	> 60 kN/m
Poikittaissuunta	100 kN/m	> 60 kN/m

<b>Venyminen katkeamispisteessä:</b>	<b>%</b>
Pituussuunta	< 3 % + 0,5 %
Poikittaissuunta	< 3 % + 0,5 %

**HUOMIOITAVAA:**

- **Verkon asentajan tulee varmistaa verkon tartunta. Asennuksessa yleisesti käytetty bitumin määrä on 600 g/m<sup>2</sup>. Tarvittavan bitumin määrä riippuu kantavan kerroksen ominaisuuksista.**
- Käyttötarkoituksia ovat lujittaminen, jännityksen poistaminen sekä välikerroksen tukeminen.
- UV-kestävyys: Enintään kaksi viikkoa auringonpaisteessa (EN 5381, annex B).
- Bitumin retentio 110 g/m<sup>2</sup> (EN15381 Annex C). Asfalttikerrosten sidosta varten tarvitaan täten 500 g/m<sup>2</sup> +> 400g/m<sup>2</sup> tarvittaessa.
- Pehmenemispisteet: hartsi 200 °C, polyesterikuitu 220 °C, lasikuitu 1500 °C (mekaaninen väsymys alkaa 400 °C:ssa)
- Kun asennetaan betonin päälle, alle levitetään bitumiemulsio ennen asennusta.

Nämä tiedot perustuvat tavarantoimittajamme. Tiedot ovat ohjeellisia. Pidätämme oikeuden muokata tietoja ilman erillistä ilmoitusta. Pyydämme tarkistamaan, että käyttämämme tiedote on päivitetty versio.

Koska verkon valmistaja ei pysty vaikuttamaan tavarantoimituksen jälkeen tapahtuvaan verkon mekaaniseen käsittelyyn, asennusolosuhteisiin tai asennuksessa käytettyjen materiaalien laatuun, nämä tiedot ovat voimassa tavarantoimituksen perille toimittamiseen saakka, eikä tietoja voida tulkita takuuna tavarantoimituksen jälkeen.

**ASENNUSOHJE**

VERKON SÄILYTYS	Kuivassa, suojattuna sateelta. Poista muovikääre vasta juuri ennen verkon levitystä. Jos verkon tukikangas kastuu, bitumi ei imeydy siihen riittävästi.
ALUSTA	Tasainen, puhdas, roskaton. Kolot ja suuret halkeamat täytetään bitumilla. Tarvittaessa levitetään tasauseros. Betonipohjalle levitetään aina asfalttikerros. CIDEX-lujiteverkon toimivuus perustuu onnistuneeseen liimaukseen ja hyvään tarttuvuuteen eri päällystekerrosten välillä.
BITUMIEMULSIO	Levitetään huolellisesti hyvälaatuista bitumia hieman verkkoa suuremmalle alalle. Jos emulsio imeytyy alustaan, lisätään sen määrää.
Määrä	Noin 0,5-0,7 kg/m <sup>2</sup> riippuen verkkotyypistä. Tarkista määrä teknisestä tiedotteesta.
VERKON ASENTAMINEN	Emulsion tulee olla murtunut (tahmea) ennenkuin verkko levitetään sen päälle.  CIDEX-rulla avataan kuitukangas alaspäin ja levitetään emulsion päälle. Kuitukankaan pitää "kylästyä" bitumilla, jolloin emulsio läpäisee 25-50% pinta-alasta. Kun verkon päällä kävellään, tulee siihen jäädä jalanjälki.
SUOSITELTU LIMITYS	Emulsiota levitetään myös limityskohtaan. Tarkista levityssuunta, jottei levittäjä pääse nostamaan verkkoa limityskohdasta. Jos verkot ovat erilevyisiä, leveämpi tulee kapeamman päälle. Limityksessä kohdistetaan verkkojen silmät /langat päällekkäin.
Pitkittäinen limitys	n. 10-20 cm
Poikittainen limitys	> 20 cm
MUTKAT	Verkkoa käännetään mutkissa pienille vekeille. Jos vekki on iso, leikataan se auki ja limitetään ajosuunnan mukaisesti. Vekit eivät huononna liimausta, kun bitumimäärä on riittävä ja päällyste riittävän paksu.
TARTTUMISEN TARKISTAMINEN	Tarkistetaan, että verkko on tarttunut kiinni. Verkko voidaan kiinnittää myös ajamalla sen yli.  CIDEX-lasikuituvahviste on kalvotettu ns. "Heat-Sealing" -kalvolla. Levitettäessä kuumaa asfalttimassaa CIDEX-lasikuituvahvisteen päälle Heat-Sealing kalvo sulaa ja liimaa kerrokset toisiinsa.
PÄÄLLYSTÄMINEN	Lujiteverkon päälle levitetään asfalttipäällyste. Huom! Levitettyä verkkoa ei saa jättää sateeseen ennen päällystämistä. Vältettävä turhaa ajamista ja jarruttamista verkon päällä!
SEURANTALOMAKE	Täytähän ystävällisesti verkkokohteen seurantalomakkeen ja palautat sen Finnpoolille ( <a href="mailto:merja.leinonen@finnpool.fi">merja.leinonen@finnpool.fi</a> , faksi 0207 890 801).





Testitien vasemmalla kaistalla tavallinen asfalttiseos, oikealla kaistalla Forta-FI-asfalttiseosta.



# Forta-FI

## HMA-Asfalttikuitu

### KUVAUS

Forta-FI -asfalttikuitu on asfalttia lujittava kuitu, joka vähentää asfaltin verkkohalkeilua, urautumista ja painumista. Kuitu on aramidipohjaista, jonka vetolujuus on huomattavan korkea.

### SOVELTUVUUS JA KÄYTTÖKOHTEET

Forta-FI-asfalttikuitu sopii kaikkiin käyttökohteisiin, joissa tarvitaan kestävää asfalttipintaa. Asfalttipäällysteiset tiet, kadut ja pihatiet sekä suuremman rasituksen alaisena olevat kohteet kuten rampit, liikenneympyrät, bussikaistat ja pysäkit. Myös kaikki isot kentät, joihin halutaan mahdollisimman pitkä paikkaus- ja uusinta-asfaltointiväli, esimerkiksi lentokentät, pysäköinti- ja piha-alueet sekä erilaiset terminaalit ja logistiikkakeskukset hyötyvät Forta-FI:n lisäämisestä.

Kuidun lisääminen parantaa merkittävästi asfaltin kestoja, kohteesta riippuen useita vuosia, jolloin syntyy merkittävästi kuituinvestointia isompi kustannussäästö.

### EDUT

- Suunniteltu käyttö- ja sekoituslämpötila 121°C - 190°C
- Annos- tai jatkuvasekoitemenetelmillä, kaikilla tuotantonopeuksilla
- Sekoittuu massaan täydellisesti ja tasaisesti
- Erittäin helppokäyttöistä nykikalustolla. Annostelu joko käsin annospusseissa tai automaattiannostimella.
- Kustannustehokas: investointi on selvästi pienempi kuin asfaltin keston kasvu
- Ympäristöystävällinen: vähentää CO<sub>2</sub> -päästöjä ja energiankulutusta
- Palvelee myös tienkäyttäjiä: tiet ovat paremmassa kunnossa ja tietöiden aiheuttama haitta harvenee

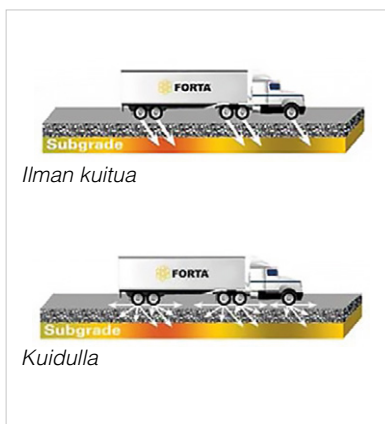
## TESTATTU

USA:ssa ja eri puolilla maailmaa on tehty lukuisia tutkimuksia ja käytännön testejä monenlaisissa olosuhteissa mm. maanteillä, lähiökaduilla, parkkipaikoilla ja lentokentillä. USA:ssa Forta-FI on osa MEGPDG:n (Mechnistic Empirical Pavement Design Guide) suosituksia.

Saksassa on saatu hyviä käyttökokemuksia mm. moottoriteiden rampeilla. Venäjällä Keski-Siperiassa Forta-FI-kuitua on testattu esimerkiksi Krasnoyarsk-Yeniseisk-moottoriliikennetiellä sekä yksi kilometri M18-valtatiellä Kuolan niemimaalla, Suomen kaltaisissa arktisissa olosuhteissa.

C-Line-testeissä, joissa mitataan asfaltin vetolujuutta ja halkeilun etenemistä, on todettu kuidutetun asfaltin vetolujuuden kasvu ja halkeilun etenemisen pieneneminen.

## FORTA-FI ASFALTTI VS. PERINTEINEN ASFALTTI



### Lujempi ja kestävämpi

Ajoneuvon jarrutuksen voimat välittyvät asfaltin läpi aluskerrokseen aiheuttaen kuormaa ja vaurioita rengaskosketuksen alueella.

Ajoneuvon jarruttaessa aramidikuidut jakavat voimat tasaisemmin alusmateriaaliin vähentäen maksimikuormia ja vaurioita.

Asfalttikuidut jakavat raskasliikenteen aiheuttamia kuormituksia asfaltissa laajemmalle alueelle, mikä auttaa asfalttia kestämään pidempään käytössä.



### Taloudellisempi

Sama kestävyys voidaan saada aikaan jopa 30 % ohuemmalla asfalttikerroksella



### Kulutuskestävämpi

Jopa 50 % pitempi kestoikä tuo taloudellisuutta ja vähentää mm. liikenteelle aiheutuneita häiriöitä.

## TEKNISET TIEDOT

Materiaali: Aramidi-polyamidi kuitusekoitus  
Kuidun pituus: 19 mm

## ANNOSTELU JA KÄYTTÖTAPA

Asfalttitonnin kohden pussillinen (½ kg) kuituja.

Sekoitetaan asfalttimassan joukkoon. Lisätään annospusseina muun aineksen mukaan hihnalle tai suoraan asfalttikoneen kitaan valulämpöisen asfaltin joukkoon. Forta-FI HMA -sekoite on suunniteltu kuumalle asfalttimassalle (121 °C - 190 °C käyttölämpötilaan).

## TOIMITUS

Toimitetaan lavoittain laatikoissa asfalttimassaan liukenevissa annospusseissa.



Preparation Date: --

Revision Date: December 12, 2013

Version: 2

## 1. PRODUCT AND COMPANY IDENTIFICATION

<b>Product Name</b>	Forta-Fi
<b>Recommended Use</b>	Asphalt reinforcement
<b>Producer</b>	FORTA Corporation 100 Forta Drive Grove City, PA 16127 Phone: 1-800-245-0306
<b>Emergency Number</b>	Phone: 1-800-245-0306 Fax: 724-458-5221

## 2. HAZARDS IDENTIFICATION

<b>Emergency Overview</b>	May cause slight irritation to the respiratory system. Leave area to breathe fresh air. If symptoms persist, get medical attention
<b>Inhalation</b>	May cause slight irritation to the respiratory system.
<b>Skin Contact</b>	Not applicable under normal conditions of use.
<b>Eye Contact</b>	May cause mechanical irritation or abrasion.
<b>Ingestion</b>	Not an expected route of entry.
<b>Aggravated Medical Conditions</b>	Pre-existing eye, skin and respiratory disorders may be aggravated by exposure.
<b>Chronic Health Effects</b>	No known effects anticipated

HMIS (United States)	
Health	1
Flammability	0
Reactivity	0
PPE	

## 3. COMPOSITION / INFORMATION ON INGREDIENTS

Name	CAS#	% by Weight
Polyolefin	308070-21-5	
Aramid	308069-56-9	

#### 4. FIRST AID MEASURES

<b>Inhalation</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Leave area to breathe fresh air.</li><li>• Avoid further overexposure.</li><li>• If symptoms persist, get medical attention.</li></ul>
<b>Skin Contact</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• No known applicable information.</li></ul>
<b>Eye Contact</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Flush with water for 15 minutes.</li><li>• If irritation persists, get medical attention.</li></ul>
<b>Ingestion</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Not applicable under normal conditions of use.</li></ul>

#### 5. FIRE-FIGHTING MEASURES

<b>Flash Point</b>	600°F (316°C)
<b>Flash Point Method</b>	None
<b>Auto Ignition Temperature</b>	None
<b>Burning Rate</b>	None
<b>Fire and Explosion Hazard</b>	None
<b>Firefighting Equipment</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Use dry chemicals</li><li>• carbon dioxide (CO<sub>2</sub>)</li><li>• foam</li></ul>
<b>Hazardous Products of Combustion</b>	Carbon monoxide and other organics when burning.

#### 6. ACCIDENTAL RELEASE MEASURES

<b>Small Spill or Leak</b>	None
<b>Large Spill or Leak</b>	None

#### 7. HANDLING AND STORAGE

<b>Handling Precautions</b>	None
<b>Storage Requirements</b>	No specific storage is required, use any dry container.

#### 8. EXPOSURE CONTROLS / PERSONAL PROTECTION

<b>Engineering Measures</b>	Not required under normal conditions of use.
<b>Protective Equipment</b>	Respirators – Wear NIOSH/MSHA approved dust respirator when the fiber concentration exceeds the exposure limits. Protective Gloves – Not required but good industrial practice. Eye Protection – Glasses or Goggles Protective Clothing – None

## 9. PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES

<b>Appearance</b>	Blend of yellow, tan and black fibers
<b>Physical State</b>	Solid
<b>Boiling Point</b>	None
<b>Odor</b>	Odorless
<b>Freezing/Melting Point</b>	None
<b>pH</b>	None
<b>Solubility</b>	None
<b>Specific Gravity</b>	0.91/1.44

## 10. STABILITY AND REACTIVITY

<b>Stability</b>	This product is stable.
<b>Conditions to Avoid</b>	None
<b>Materials to Avoid (incompatibility)</b>	Strong acids. Oxidizing agents.

## 11. TOXICOLOGICAL INFORMATION

<b>Toxicity to Animals</b>	This product has not been tested for animal effects. This product is not expected to be toxic to animals.
<b>Toxicity to Humans</b>	This product has not been tested for human effects. This product is not expected to be toxic to humans.

## 12. ECOTOXICOLOGICAL INFORMATION

<b>Ecotoxicity</b>	Not expected to be ecotoxic.
<b>BODS and COD</b>	None
<b>Biodegradable/OECD</b>	None
<b>Mobility</b>	None
<b>Toxicity of the Products of Biodegradation</b>	None
<b>Special Remarks on the Products of Biodegradation</b>	None

## 13. DISPOSAL CONSIDERATIONS

Not classified as hazardous waste. Dispose of in accordance with Federal, State and local regulations.

**14. TRANSPORT INFORMATION**

<b>Restrictions</b>	None
<b>DOT Requirements</b>	Not a DOT controlled material (USA).
<b>ADR Requirements</b>	Not an ADR controlled material (Europe).
<b>IMDG Requirements</b>	Not an IMDG controlled material.
<b>IATA Requirements</b>	Not an IATA controlled material.
<b>Marine Pollutant</b>	Not a marine pollutant.

**15. REGULATORY INFORMATION**

**U.S. Federal Regulations**

Chemical ( & CAS Number)	SARA 302 (EHS) Rq	SARA 304 (EHS) Rq	SARA 313 de minimis	CERCLA Rq	CAA 112(r) TQ	RCRA Code
NONE						

All quantities in pounds

<b>International Regulations DSL (Canada)</b>	None
<b>EINECS</b>	None
<b>WHMIS</b>	Not classified as hazardous.

**16. OTHER INFORMATION**

<b>Prepared By</b>	Forta Corporation
<b>Telephone</b>	1-800-245-0306
<b>Website</b>	www.Forta-Fi.com