



Anna Nyysönen

**VALTATIE 4 PÄÄLLYSTÄMINEN VÄLILLÄ
HAARANSILTA-KIVINIEMI 2013–2015**

**VALTATIE 4 PÄÄLLYSTÄMINEN VÄLILLÄ
HAARANSILTA-KIVINIEMI 2013-2015**

Anna Nyysönen
Opinnäytetyö
Kevät 2012
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

Koulutusohjelma	Opinnäytetyö	Sivuja	+	Liitteitä
Rakennustekniikan koulutusohjelma	Insinööriö	67	+	2
Suuntautumisvaihtoehto	Aika			
Ympäristö- ja yhdyskuntatekniikka	1.2.2012			
Työn tilaaja	Työn tekijä			
Pohjois-Pohjanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus	Anna Nyysönen			
Työn nimi				
Valtatie 4 päällystäminen välillä Haaransilta–Kiviniemi 2013–2015				
Avainsanat				
Kustannusarvio, valtatie 4, asfaltti, päällyste, kunnostaminen				

Oulun alueen vetovoimaisuus ja elinkeinoelämän toimintaedellytykset ovat suu- relta osalta olleet riippuvaisia valtatie neljän toimivuudesta. Liikenne- ja viestin- täministeriön tienpidon talousarvioon kohdistuneet säästötoimenpiteet ovat vai- kuttaneet valtakunnallisesti. Kunnostustoimet ovat korvanneet tieverkon suu- remmat parannustyöt. Valtatie neljän tieosuudella Haaransilta–Kiviniemi suunni- teltu päällysteen vaiheittain rakentaminen on jäänyt määrärahojen puuttuessa toteutumatta.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli laskea kustannuksiltaan edullisin ja kulu- tusominaisuuksiltaan kestävin päällystevaihtoehto valtatie neljän tieosuudelle Haaransilta–Kiviniemi. Opinnäytetyössä hyödynnettiin Pohjois-Pohjanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen ylläpitämiä tierekisteritietoja ja vuo- sittain kerättäviä kuntomittaustuloksia sekä liikennemäärän kehitysseurantaa. Päällystystoimenpiteet on arvioitu toteutettavan vuosien 2013–2015 aikana.

Selvityksessä esitettiin perusteet tien päällystämisen nopealle toteuttamistar- peelle ja hinta-arviot kolmelle päällystevaihtoehdolle neljällä asfalttityypillä. Tu- loksia vertailtiin alkukustannusinvestointien ja 15 vuoden käyttökulujen kautta. Arvonmäärityksessä käytettiin nykyarvomenetelmää. Tulosten perusteella suo- sitellaan tieosuudelle Haaransilta–Kempele varsinaisten ajokaistojen päällys- teeksi SMA 22/125:ta ja ohituskaistoille AB 22/125:ta ja tieosuudelle Kempele– Kiviniemi kaikille ajokaistoille SMA 22/125:ta. Ramppeihin ja kiertoliittymään päällysteeksi esitetään SMA 22/125:ta ja pientareihin AB 22/125:n tai AB 16/125:n käyttämistä.

SISÄLTÖ

TIIVISTELMÄ

1 JOHDANTO	6
2 PARANNETTAVAN TIEN SIJAINTI JA LÄHTÖKOHDAT	7
2.1 Tien historia	7
2.2 Tekniset tiedot	8
2.3 Tiealueen merkitys	10
3 TIEALUEEN NYKYTILANNE JA ONGELMAT	11
3.1 Päällysteen merkitys tierakenteelle	11
3.2 Päällystevauriot	12
3.3 Tieosuuden vaiheittain rakentamisen taustatiedot	14
4 TOIMENPITEIDEN TAVOITTEET JA JAKSOTUS	17
4.1 Kiviniemi–Kempele	17
4.2 Tupos–Kempele	21
4.3 Haaransilta–Tupos	23
5 ERIKOISKOHTEET	25
5.1 Keskikaide	25
5.2 Liikennetilän mitoitus, ylikulkutiet	27
5.3 Sillat ja liikuntasauamat	28
5.4 Kiertoliittymä	30
5.5 Painuma	31
5.6 Halkeamat	31
5.7 Muuta huomioitavaa	33
6 SEURATTAVAT KUNTOMITTAUSMENETELMÄT	34
6.1 Liikennemäärä	34
6.2 Pitkittäissuuntainen epätasaisuus	36
6.3 Poikittaissuuntainen epätasaisuus	39
7 TOTEUTETUT YLLÄPITOTOIMENPITEET	43
7.1 Massatasaus ja päällystelaatta	43
7.2 Remix	43
8 RATKAISUVAIHTOEHDOT	44
8.1 Vaihtoehto 1: SMA 22/125	44
8.2 Vaihtoehto 2: SMA 22/125 + AB 22/125	44

8.3 Vaihtoehto 3: AB 22/125	45
8.4 Muut vaihtoehdot: SMA 16/125 + AB 16/125	45
8.5 Alustan käsittely	45
9 KUSTANNUSTEN OSATEKIJÄT	46
9.1 Keskimääräinen vuorokausiliikenne	46
9.2 Korkokanta	49
9.3 Päälysteen kuluminen	49
9.4 Tekninen käyttöikä ja kunnossapitajaksot	52
9.5 Hinnat	56
10 TULOSTEN TEKNIS-TALOUDELLINEN VERTAILU	58
11 YHTEENVETO	61
LÄHTEET	64
LIITTEET	
Liite 1. Kustannukset eriteltyinä kivilaji 22 mm	
Liite 2. Kustannukset eriteltyinä kivilaji 16 mm	

1 JOHDANTO

Yhteiskunnan tärkeimpiä infrastruktuureja on toimiva tieverkosto. Haasteita hyvään tieverkkoon tuo olemassa olevan verkoston ylläpito ja ylläpidon kalleus. Toimiva ja kunnossa pidetty tieverkko liittyy vahvasti muihin yhteiskunnan palveluihin ja rakenteisiin. Tieverkoston käyttötarpeet liittyvät samalla vapaaseen kansainväliseen liikkumiseen. (Kriittinen infrastruktuuri -käsité. 2011.)

Tieverkon ylläpidosta aiheutuvia kustannuksia voidaan karsia. Käyttämällä päällystettä kierrätettäviä korjausmenetelmiä pienennetään kustannuksia ja samalla säästetään luonnon raaka-aineita. Suurimmat säästöt syntyvät välttämällä ylimitoittamista. Ajoradalle sopiva päällyste optimoidaan tien kuormitusluokan ja liikenteestä aiheutuvan kulutuksen mukaan.

Tässä opinnäytetyössä on tavoitteena selvittää taloudellisin ja kestävin päällystevaihtoehto valtatie neljän tieosuudelle Haaransilta–Kiviniemi. Päällystystoimenpiteet toteutetaan vuosien 2013–2015 aikana. Lähtötiedot varmistetaan poikkileikkausten, käytettävien työmenetelmien ja osakustannustekijöiden avulla.

Tieosuuden Haaransilta–Kiviniemi kustannuksissa käytetyt lähtötiedot perustuvat Pohjois-Pohjanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus ylläpitämiin tierekisteritietoihin. Tarkoituksena oli löytää tieosuudelle päällyste, jonka käyttöikä kunnostustoimilla on 15 vuotta. Kustannuksia selvitettiin neljän päällystevaihtoehdon kautta. Työssä laskettiin kustannukset kolmelle lähes samanpituiselle tieosuudelle Haaransilta–Kiviniemi välillä.

Työn tilaajana on Pohjois-Pohjanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. Työtä on tarkoitus käyttää lähtötietona haettaessa liikennevirastolta rahoitusta tieosuuden Haaransilta–Kiviniemi päällysteen rakentamiseen.

2 PARANNETTAVAN TIEN SIJAINTI JA LÄHTÖKOHDAT

Tiealue sijaitsee Pohjois-Pohjanmaan maakunnassa Oulun kaupungin sekä Kempeleen ja Limingan kuntien alueella. Maiseman yleisilmettä hallitsee avoin, viljelty peltomaisema (kuva 1) sekä Kaakkurin ja Zeppelinin ostoskeskukset lähiöineen. Parantamiskohde on valtatie neljällä, rajoittuen maantien 815 liittymästä Limingan kiertoliittymään ja edelleen etelään, maantien 18634 risteyseseen. Tie halkoo pohjoisrannikkoa ja Perämeren läheisyys vaikuttaa sääolosuhteisiin syksyisin lämmittävänä ja keväisin viilentävänä (Pohjois-Pohjanmaan ympäristöhistoria. 2010).



KUVA 1. Haaransilta–Kempele-alueelle tyypillistä tienvarsimaisemaa

2.1 Tien historia

Tien linjaus on ollut nykyisellä paikallaan vuodesta 2003 lähtien. Alunperin kaksikaistainen (1+1) tie on rakennettu vaiheittain moottoriliikennetieksi ja edelleen moottoritieksi. (Valtatien 4 historia. 2011.)

Tieosuus Kiviniemestä Kempeleeseen valmistui moottoriliikennetieksi syksyllä 1990 ja vuonna 1996 tiestä tuli moottoritie. Yksi liikenteen sujuvuutta hidastava solmukohta saatiin auki, kun tieosuus Haaransillalta Kempeleeseen avattiin moottoritieksi vuonna 2003. (Valtatien 4 historia. 2011.)

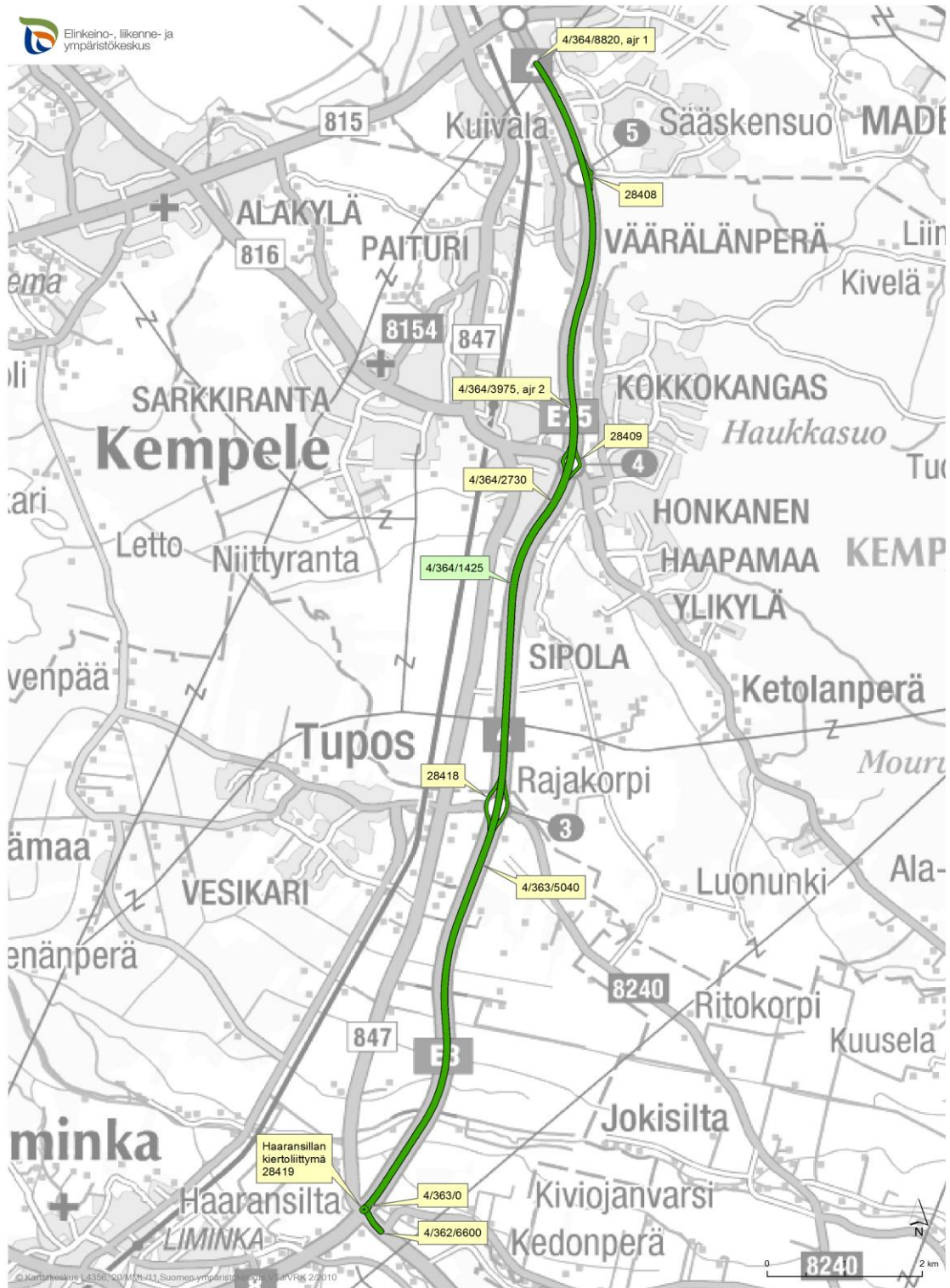
2.2 Tekniset tiedot

Tieosuus Haaransillan kiertoliittymästä Kempeleeseen on keskikaiteellista moottoritietä (Kapeiden keskikaideteiden kaidevaurio seuranta 2006 Oulun lienne. 2011). Kempeleestä Kaakkuriin tie on kaksikaistaista moottoritietä (2+2). Valtatie neljä jatkuu Haaransillan kiertoliittymästä etelään kaksikaistaisena (1+1). (Suunnitelmapiiirustukset. 2011.)

Kunnostustoimenpiteitä on vuonna 2009 tehty varsinaisille ajokaistoille. Toimenpiteet ovat kohdistuneet pohjoiseen johtavalla ajokaistalla välille Haaransilta–Kaakkuri ja etelään johtavalla ajokaistalla välille Kempele–Haaransilta. Tämän hankkeen yhteydessä kunnostetaan 332 m:n tieosuus maantie 18634:n risteyksestä Haaransillan kiertoliittymään. (Holma a 2011.)

Hankealueella sijaitsee seitsemän alikulkukäytävää, 15 risteyssiltaa ja kuusi siltaa, yksi kiertoliittymä ja kaksitoista liittymäramppia (Holma a 2011). Näiden ominaispiirteet ja ongelmakohdat on esitelty tarkemmin omissa alaotsikoissaan.

Yleisnopeusrajoitus tieosuudella on 100 km/h. Kokonaispituus hankkeella on 16 870 m ja päällystettävää pinta-alaa yhteensä 375 285 m². (Suunnitelmapiiirustukset. 2011.) Parannuskohde ja tieverkko on esitelty kokonaisuudessaan kuvassa 2 korostetusti vihreällä. Tähän työhön eivät kuulu valtatie 8:n ja maantie 847:n kunnostustoimet (Holma a 2011).



KUVA 2. Valtatie neljän päällystäminen välillä Haaransilta–Kiviniemi (Kartta-aineisto. 2011)

2.3 Tiealueen merkitys

Valtatie neljän merkitys tavara- ja henkilöliikenteelle pohjois-eteläsuunnassa on valtakunnallisesti ja kansainvälisesti tärkeä. Se on osa kansainvälistä Eurooppa-teiden verkkoa (E8 ja E75), osa yleiseurooppalaista TEN-liikenneverkkoa (Trans European Network) ja osa valtakunnallista erikoiskuljetusten verkkoa. (Valtatien 4 yhteysvälin Jyväskylä–Oulu–Kemi merkittävä kehittäminen. 2011.)

Paikallisesti valtatie neljää käytetään matka- ja tavaraliikenteeseen Oulun seutukuntien välillä. Hyvä liikenneverkko mahdollistaa pidemmät työmatkat, mutta myös vilkkaan elinkeinoelämä sijoittuu Ouluun. (Vt4 Oulu – Kemi yhteysvälin kehittäminen. 2009.) Liikennemäärän huipputunnit ovat nähtävissä juuri arkipäivinä aamuisin ja iltapäivisin (Mustikkamaa b 2011).

Tienkäyttö vilkastuu huomattavasti myös kansallisina lomakausina. Valtatie neljä on käytetyin ja nopein reitti etelästä kohti Lapin lomakeskuksia. Tie yhdistää Oulu–Helsinki-akselin länsipuolella olevan Suomen (kuva 3) (Vt4 Oulu – Kemi yhteysvälin kehittäminen. 2009).



KUVA 3. Valtatie neljä korostettuna karttaan punaisella (Vt4 Oulu – Kemi yhteysvälin kehittäminen. 2009)

3 TIEALUEEN NYKYTILANNE JA ONGELMAT

Tien kunto on tutkittu Tiehallinto Oulun tiepiirin toimeksiannosta vuonna 2009. Tieosuuden rakenteellinen tila tutkittiin erityisesti tähän tehtävään perustetun tutkimusryhmän toimesta hyvin kattavasti. Tutkimusraportissa todetaan, ettei hankealueella ole kantavuudesta johtuvia, toimenpiteitä tarvitsevia rakenteellisia vaurioita. (Investointikohteiden sisällyttäminen palvelusopimukseen. 2009, 29.)

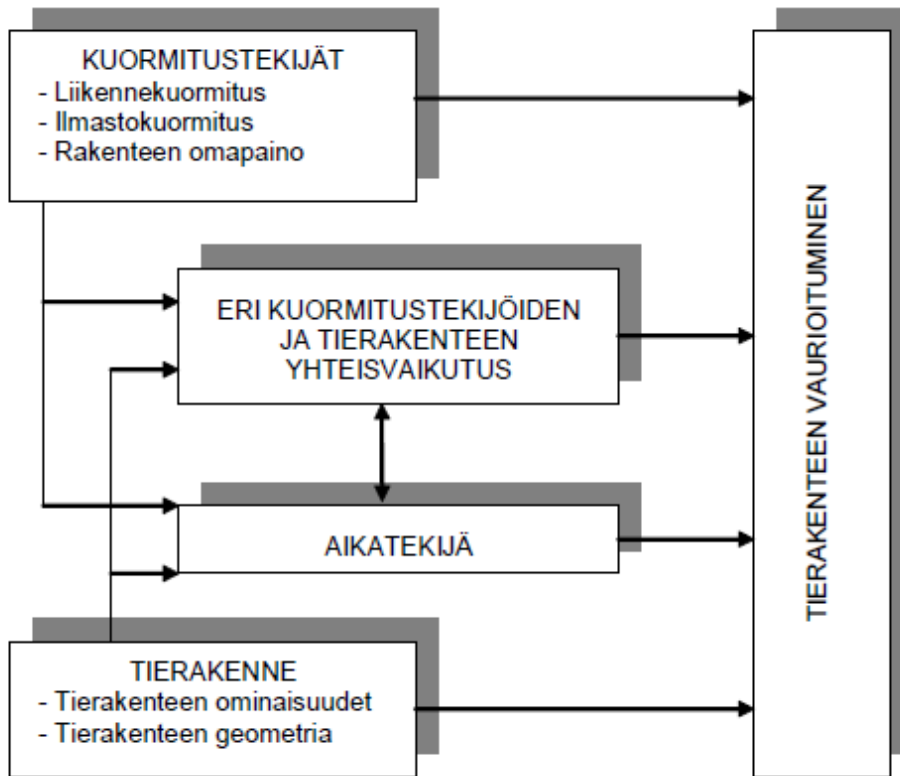
Ongelmat löytyvät suunnitteluarvot alittavasta päällyste paksuudesta. Päällysteenä on mitoitushjeen mukainen 110 mm:n päällyste, mutta sen vaiheittainen vahvistaminen suunnitteluohjeen mukaiseen päällystepaksuuteen on jäänyt kustannussyistä rakentamatta. (Investointikohteiden sisällyttäminen palvelusopimukseen. 2009, 6.)

Tien päällystettiin rakennusvaiheessa SMA:lla 50 mm ja ABK:lla 60 mm. Sidotujen kerroksien yhteispaksuus on 110 mm. Työselityksissä ja suunnitelmissa E-moduuliarvoksi on sidotulle rakenteelle määritelty 2500 MPa. (Investointikohteiden sisällyttäminen palvelusopimukseen. 2009, 24.)

3.1 Päällysteen merkitys tierakenteelle

Tierakenteesta voidaan erottaa kaksi pääosaa: alusrakenne ja päällysrakenne. Alusrakenne eli pohjamaa muodostaa riittävän tasalaatuisen alustan päällysrakenteelle. Päällysrakenne muodostuu rakennetuista rakennekerroksista (kuva 4). Suodatin- ja jakavakerros tasaavat pohjamaan laatuvariaatioita ja muodostavat kantavalle kerrokselle tukevan alustan. Päällysrakennekerrokset ottavat vastaan liikenteen kuormitukset ja jakavat ne alusrakenteelle mahdollisimman tasaisesti laajalle alueelle. Hyvin suunniteltu ja rakennettu päällysrakenne rajoittaa ja pienentää routanousuja. (Belt – Lämsä – Savolainen – Ehrola 2002, 11.)

Vaurioiden syntymisen syitä ei kuitenkaan voida erottaa toisistaan, vaan kaikki tekijät yhdessä vaikuttavat toisiinsa. (Belt – Kolisoja – Alatyppö – Valtonen 2006, 9; Lampinen 1993.) Kuva 5 havainnollistaa eri osatekijöiden merkitystä tierakenteen kokonaiskuntoon.



KUVA 5. Tierakenteen vaurioiden syntymekanismi (Belt ym. 2006)

Tyypillisiä päällystevaurioita ovat erisuuntaiset halkeamat, tien pitkittäiset tai poikittaiset epätasaisuudet. Pahimmillaan tien pinnassa näkyvät hajoamisvauriot, kuten reiät tai päällysteen purkautuminen. (Lampinen 1993; Belt ym. 2006; Belt ym. 2002.)

Urautuminen näkyy päällysteessä ajourina. Syvät ajourat vaikuttavat suoraan ajoturvallisuuteen ja renkaiden pitoon. Erityisesti sadekelillä liikennерiskit kasvavat tiessä olevien syvien urien vuoksi. Ajoneuvon hallittavuus ja ajomukavuus laskevat. (Lampinen 1993; Belt ym. 2006; Belt ym. 2002.)

Nastarenkaat aiheuttavat 75 prosenttia kaikesta urautumiskulumisesta. Urautumista vauhdittavat märät ja lämpimät talvet, jolloin tienpintaan kohdistuu suoraan suurempi rengasnastojen aiheuttama kitkavoima. Oulun seudulla autoilijoiden on varauduttava yllättäviin kelimuutoksiin syksyisin ja keväisin. Tästä syystä talvirengaskausi Oulun seudulla on pidempi verrattuna eteläiseen Suomeen. Noin neljäsosa urautumisesta on raskaan liikenteen aiheuttamaa deformaatiota. Kuormituksen voimasta päällyste antaa periksi siirtymällä sivuille. Muodonmuutosta tapahtuu myös päällysteen tiivistyessä. Autoilijan kannalta tien pinnan epätasaisuudet tuntuvat äärimmäisenä tai pomppuisuutena. (Lampinen 1993, 109; Belt ym. 2006; Belt ym. 2002, 43.)

Erilaisia vaurioita syntyy tierakenteisiin päällystevahvuuden ollessa alimitoitettu liikennemäärään nähden. Päällyste väsy nopeammin ja menettää asfaltille tyyppillistä jäykkyyssominaisuutta. Tilanteen pitkittyessä asfaltin pintaan muodostuu verkkohalkeamia. Liian ohuella päällystekerroksella kohdistuu myös sitomattomiin rakennekerroksiin suurempi jännityskuorma. Pahimmillaan rakennekerrokseen syntyy korjausta vaativia painumia. (Belt ym. 2006.)

Asfaltin ominaisuuksiin pystytään vaikuttamaan käytetyllä kiviaineksella, bitumilla ja hienoaineksella. Kiviaineksen laatuluokka ja raekoko vaikuttavat päällysteen kulumiskestävyyyteen ja -nopeuteen. Päällysteeseen valitun bitumin kovuus vaikuttaa päällysteen jäykkyyssominaisuuksiin ja jonkin verran kulutuskestävyyteen. Hienoaineksella vakautetaan bitumin ominaisuuksia ja täytetään kiviainekseen jäävää tyhjättilaa. (Turunen 2010.)

3.3 Tieosuuden vaiheittain rakentamisen taustatiedot

Suunniteltu rakenteen mitoitus ja päällysteen kokonaispaksuus on määritetty tiehallinnon tierakenteen suunnitteluohjeen mukaan (Tierakenteen suunnittelu. 2004). Päällysteen ohjeelliset paksuudet ovat nähtävissä taulukossa 1. Rakennusaikana voimassa olleet päällystepaksuudet ovat taulukon 1 sarakkeessa toinen oikealta. Tällä hetkellä voimassa olevat suunnitteluohjeen päällystepaksuudet löytyvät taulukon oikean puoleisimmasta sarakkeesta.

Kantavuutta on suunniteltu parannettavan vaiheittain päällystepaksuutta lisäämällä. Lopullinen päällystekerros olisi ollut suunnitteluohjeen mukaisesti

170 mm (Tierakenteen suunnittelu. 2004). Tällä tavalla tieosuudelle olisi varmistettu rakenteellinen kestävyys koko tien kestoajalle.

Vaiheittain rakentamisen etuina saadaan kustannusten jakaminen useammalle vuodelle, tuoreen asfaltin jälkitiivistymien ja muodonmuutosten tasaaminen sekä alku-urien tasaaminen. (Tierakenteen suunnittelu. 2004, 28; Lehtonen 2010, 12.)

TAULUKKO 1. Päällysteen vähimmäispaksuudet ja vaiheittain rakentamisajat

Tarkastelu- väli	Päällystepaksuus toteutunut	Päällystepaksuus vanhan suunnittelu- ohjeen mukaan		Päällystepaksuus nykyisen suunnittelu- ohjeen mukaan	
Haaransilta - Tupos	110 mm	5...10 v	170 mm	1...6 v	170 mm
		2...5 v	140 mm	0...2 v	140 mm
		0 v	110 mm	0 v	110 mm
Tupos - Kempele	110 mm	5...10 v	170 mm	1...6 v	170 mm
		2...5 v	140 mm	0...2 v	140 mm
		0 v	110 mm	0 v	110 mm
Kempele - Kiviniemi	110 mm	5...10 v	170 mm	1...6 v	200 mm
		2...5 v	140 mm	0...2 v	170 mm
		0 v	110 mm	0 v	130 mm

Päällystepaksuus 110 mm täytti ajanmukaiset tierakenteelle asetetut vaatimukset koko hankealueella. Tierakenteen suunnitteluohjeita on tämän jälkeen tarkennettu. Voimassa olevassa mitoitusohjeessa, vaiheittain rakentaminen toteutetaan aiempaa nopeammin. Päällystepaksuuden raja-arvot ovat suunnitteluohjeessa pysyneet samoina. (Investointikohteiden sisällyttäminen palvelusopimuksiin. 2009.)

Taulukosta 1 voidaan todeta, että toinen päällystekerros olisi pitänyt rakentaa viimeistään viiden vuoden kuluttua tien valmistumisesta. Kolmas tierakenteen suunnitteluohjeet täyttävä kerros oli arvioitu tehtäväksi, kun viiden vuoden takuu-aika oli päättynyt.

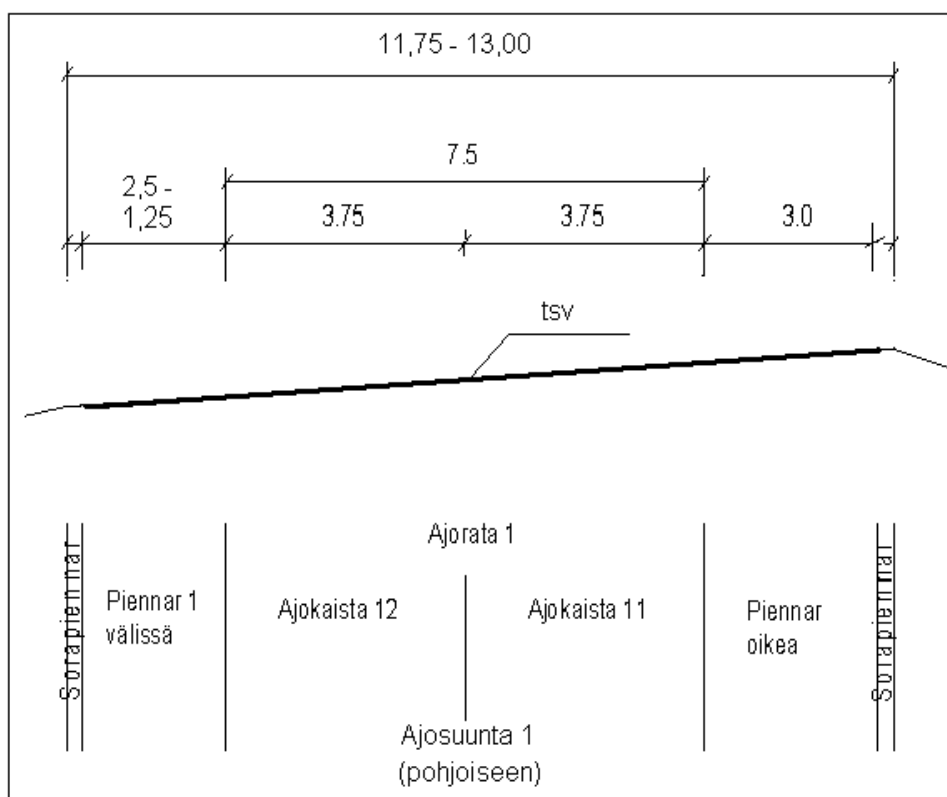
Tarkasteluvälillä Kempele–Kiviniemi tien kuormitusluokka on rakentamisen jälkeen muuttunut. Vahvemmat tavoitteelliset päällystevahvuudet näkyvät taulukossa 1, oikeanpuolimmaisessa sarakkeessa.

4 TOIMENPITEIDEN TAVOITTEET JA JAKSOTUS

Tieosuuden Haaransilta–Kiviniemi parannushankkeeseen liittyvä päällystekerros on suunniteltu rakennettavan vaiheittain vuosien 2013–2015 aikana. Päällysteen vahvistamisella pyritään varmistamaan 20 vuoden kestoikä ja 15 vuoden käyttöikä koko tierakenteelle ja vähentämään liikennekuormituksesta aiheutuvia päällysteen muodonmuutoksia. Koko hankealue on jaettu tienpituudelta kolmeen lähes yhtä suureen alueeseen. (Holma a 2011.) Luvuissa 4.1–4.3 esitellään kunnostusalueet tarkemmin.

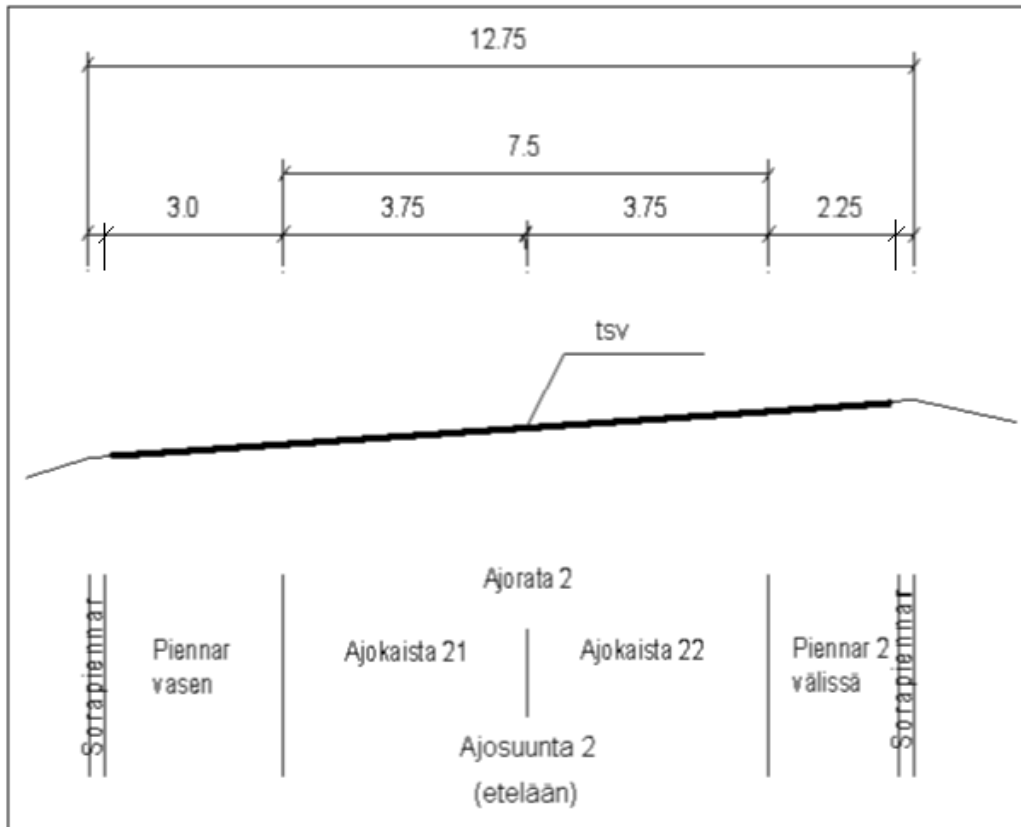
4.1 Kiviniemi–Kempele

Kiviniemi–Kempele välisessä tieosuudessa ajoradan 1 (kuva 6) ja ajoradan 2 (kuva 7) kunnostustarve on pituudeltaan erimittainen. Ajoradalla 2 kunnostustarpeen kokonaispituus molemmille ajokaistoille on 1,245 km ja ajoradalla 1 molempia ajokaistoja kunnostetaan 6,09 km. (Suunnitelmapiiirustukset. 2011.)



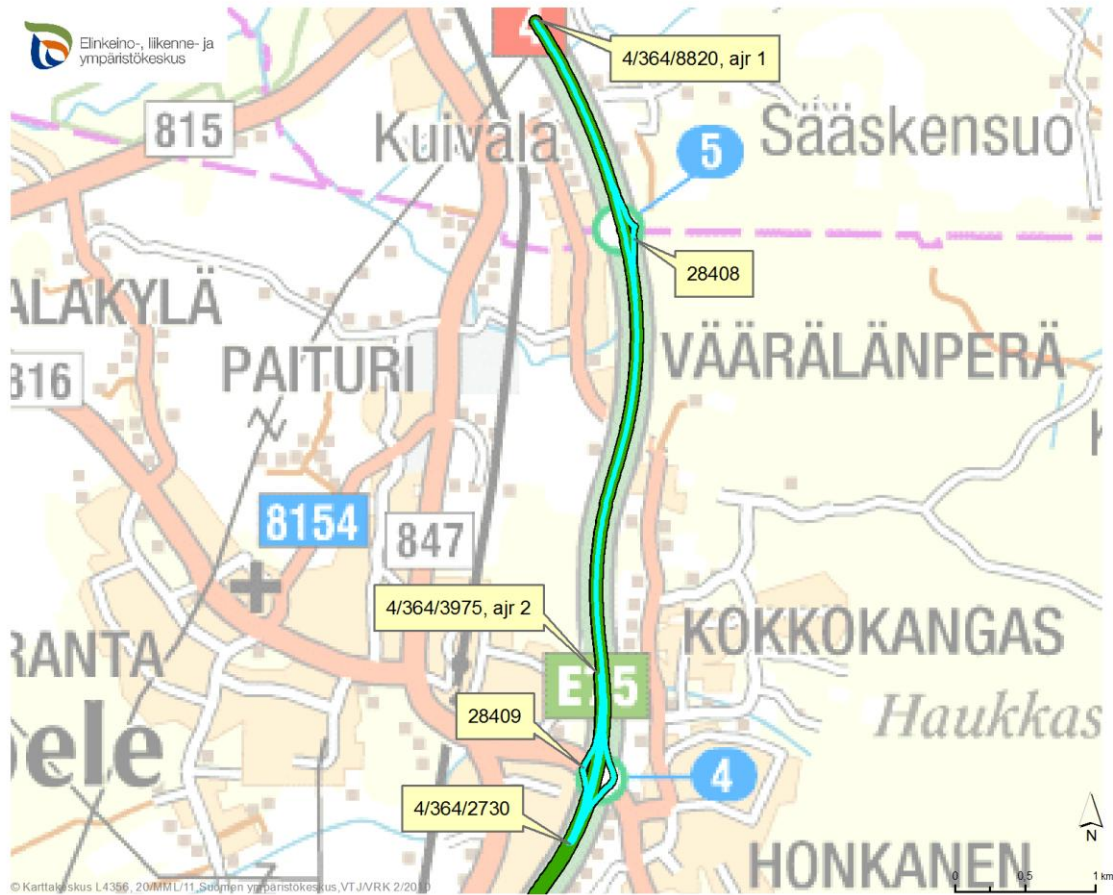
KUVA 6. Tieosoitteen 4/364/2730–4/364/8820 ajoradan 1 päämitat

Ajoradan 1 poikkileikkaus vaihtelee 11,75-13,00/7,5 m:n välillä. Poikkileikkaus pidetään tässä kunnostustyössä samana. Poikkileikkauksen leveyden vaihtelut johtuvat ohituskaistan pientareen leveyden vaihteluista, 1,25 m:stä 2,5 m:iin. (Suunnitelmapiiirustukset. 2011.)



KUVA 7. Tieosoitteen 4/364/273–4/364/3975 ajoradan 2 päämitat

Ajoradan 2 poikkileikkaus on 12,75/7,5 m. Ajoratojen 1 ja 2 välissä on nurmetettu välikaista. Kartta kuvassa 8 esittää tieosuuden Kempele–Kiviniemi sijoittumista valtatie neljälle.



KUVA 8. Pohjoisimman urakka-alueen sijoittuminen valtatie neljälle (Kartta-aineisto. 2011)

Toimenpidealue alkaa ajoradoilla 1 ja 2 samasta kohdasta. Alkupiste on Zeppelinin ylikulkukäytävästä 760 m etelään, ennen liittymien 28409/56 ja 28409/12 alkupäätä. Ajoradoilla päällystämistarpeen päättymispiste on erikohdassa. Ajoradan 1 hankealue rajoittuu kohtaan 4/364/8820 ja ajoradan 2 liittymän 28409/45 pohjoispään kohdalle. (Suunnitelmapiirustukset. 2011.)

Ajoratojen lisäksi päällystystyöt tehdään eritasoliittymän 28409 kaikille rampeille ja eritasoliittymän 28408 rampeille, jotka liittyvät pohjoiseen johtavalle ajoradalle (Holma a 2011). Päällystystoimia vaativat pinta-ala tiedot on eriteltyinä taulukossa kaksi.

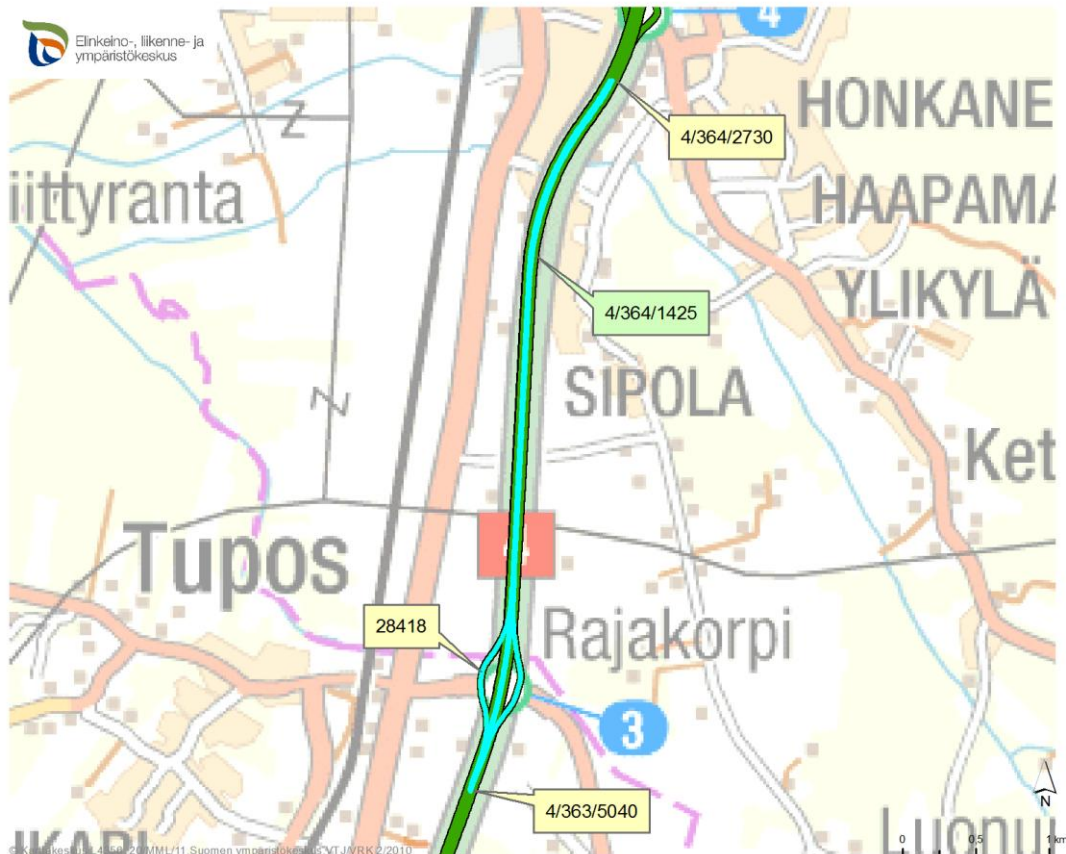
TAULUKKO 2. Tieosuuden Kempele–Kiviniemi pinta-alamäärät eriteltyinä

Kempele - Kiviniemi 4/364/2730 – 4/364/8820 ajorata 1 4/364/2730 – 4/364/3975 ajorata 2					
	ajokaistat		rampit m ²	pientareet m ²	yhteensä m ²
	11 ja 21 m ²	12 ja 22 m ²			
	27 507	27 507	23 558	34 050	112 622
yhteensä	27 507	27 507	23 558	34 050	112 622

Kunnostukset aloitetaan vuonna 2013 tästä tieosuudesta. Työryhmän loppuraportista selviää, että liikennekuormitus on aiheuttanut varsinaiselle ajokaistalle rakenteeseen muodonmuutoksia. Muutokset näkyvät päällysteessä poikkeavana pintavauriona. Tieosuudelle eivät riitä pelkät ajorataan kohdistuvat paikkaustyöt. Tieosuus tarvitsee nopeasti kolmannen päällystekerroksen rasiutusta pienentämään. Päällystekerros varmistaa tielle tavoitteellisen käyttöiän. (Investointikohteiden sisällyttäminen palvelusopimukseen. 2009.)

4.2 Tupos–Kempele

Tupos–Kempele kunnostustarpeen kokonaispituus molemmille ajokaistoille on 4,289 km. Kartta kuvassa 9 esittää tieosuuden Tupos–Kempele sijoittumista valtatie neljälle.



KUVA 9. Tieosuuden Tupoksesta–Kempeleeseen sijoittuminen valtatie neljälle (Kartta-aineisto. 2011)

Ajorata 1:n poikkileikkaus vaihtelee 10,2-13,0/7,0-7,5 m:n välillä. Ajorata 2:n poikkileikkaus vaihtelee 10,2/12,5/7-7,5 m:n välillä. Tällä osuudella keskikaiteellista moottoritietä 3 744 m. Erikoistöitä vaativa kaideosuus sijaitsee tieosoitteiden 4/363/5040–4/364/1425 välissä. Kunnostusalueeseen kuuluu eritasoliittymän 28418 rampit. (Holma a 2011.) Päälystystoimia vaativat pinta-ala tiedot on eriteltyinä taulukossa 3.

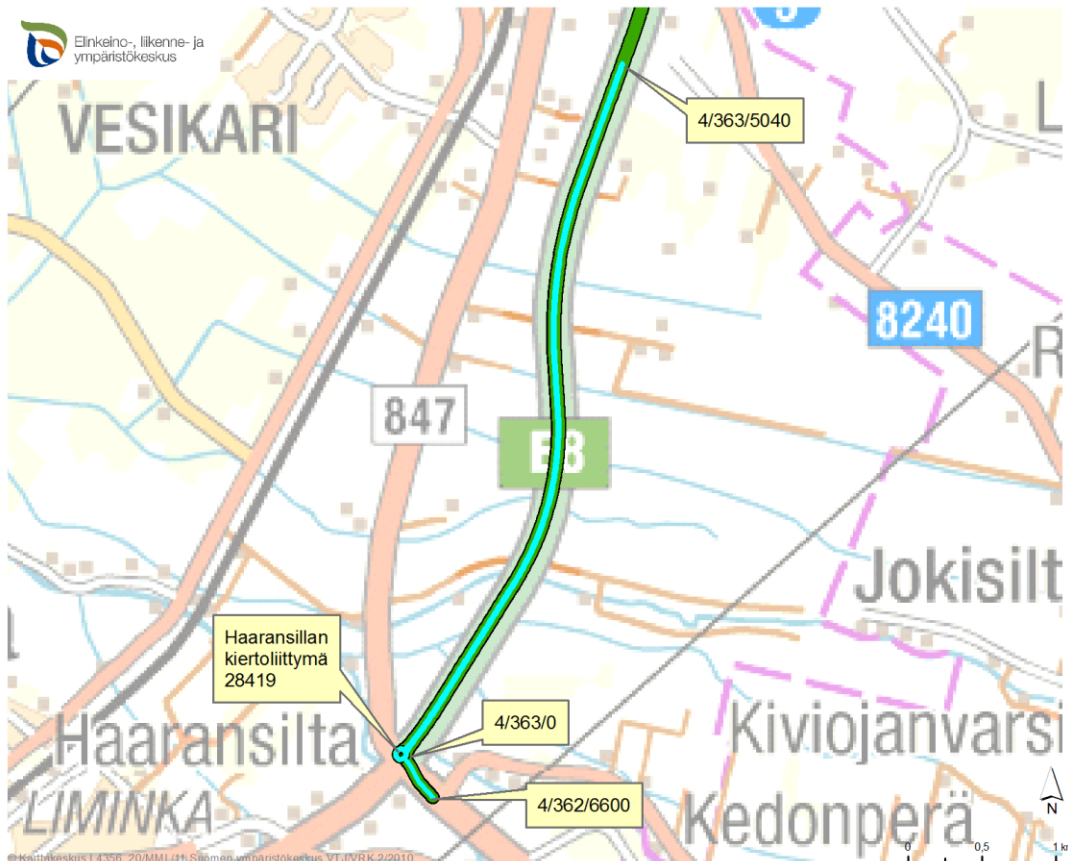
TAULUKKO 3. Tieosuuden Tupos–Kempele pinta-alat eriteltyinä

Tupos-Kempele 4/363/5040 – 4/364/2730					
	ajokaistat		rampit	pientareet	yhteensä
	11 ja 21 m ²	12 ja 22 m ²			
	36 034	36 034	22 695	41 280	136 043
yhteensä	36 034	36 034	22 695	41 280	136 043

Tälle tieosuudelle kunnostustoimenpiteet on suunniteltu tehtäväksi vuonna 2014 (Holma a 2011). Työryhmän loppuraportissa mainitaan, että tällä osuudella on kiinnitettävä huomiota siltojen tulopenkereiden kohdissa olevien painumien tsaamiseen (Investointikohteiden sisällyttäminen palvelusopimukseen. 2009).

4.3 Haaransilta–Tupos

Haaransilta–Tupos tieosuuden kunnostustarpeen kokonaispituus molemmille ajokaistoille on 5,372 km. Ajojatojen poikkileikkaus on 10,2/7 m (Suunnitelmapiirustukset. 2011). Kartta kuvassa 10 esittää tieosuuden Haaransilta–Tupos sijoittumista valtatie neljälle.



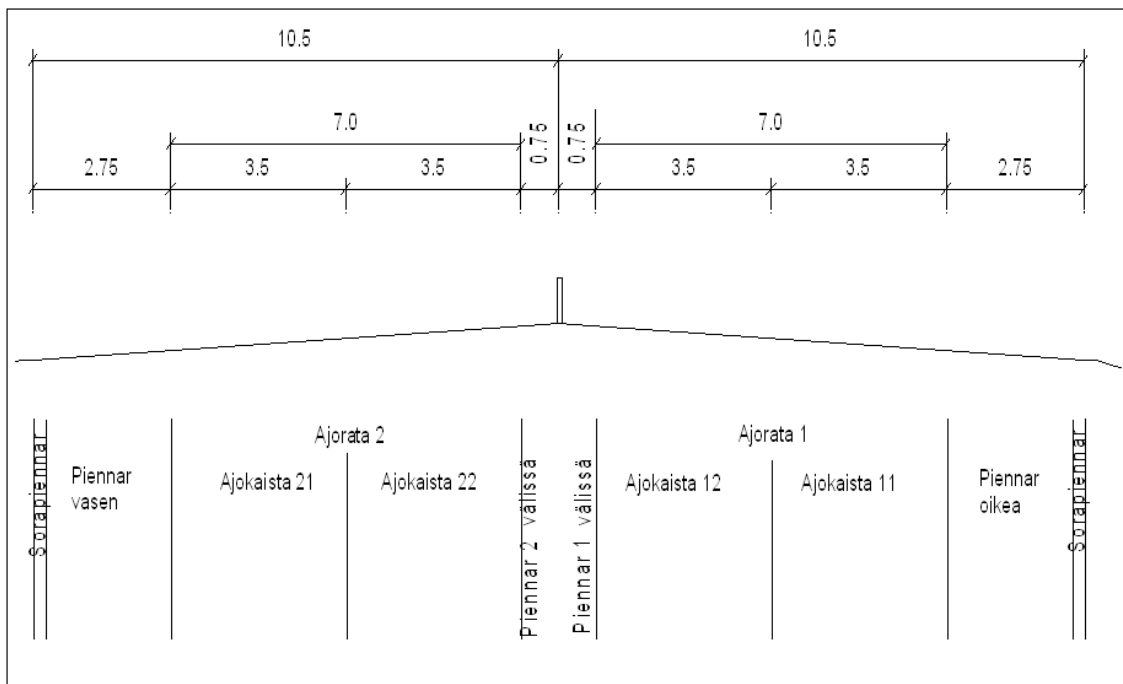
KUVA 10. Tieosuuden Tupoksesta–Kempeleeseen sijoittuminen valtatie neljälle (Kartta-aineisto. 2011)

Kunnostusalueeseen kuuluu myös Haaransillan kiertoliittymä ja tieosuus kiertoliittymästä maantie 18634 risteykseen. Keskikaiteellisen moottoritien kokonaispituus on 5 010 m. Keskikaiteellinen tieosuus sijaitsee tieosoitteella 4/363/30–4/363/5040. (Suunnitelmapiirustukset. 2011.) Päälystystoimia vaativat pinta-ala tiedot on eriteltyinä taulukossa 4.

TAULUKKO 4. Tieosuuden Haaransilta–Tupos pinta-alat eriteltyinä

Haaransilta–Tupos 4/363/0 – 4/363/5040					
	ajokaistat		pientareet m ²	kiertoliittymä m ²	yhteensä m ²
	11 ja 21 m ²	12 ja 22 m ²			
	35 280	35 280	36 540	1 760	108 860
	2 324		1 076		3 400
yhteensä	37 604	35 280	37 616	1 760	112 260

Tälle tieosuudelle kunnostustoimenpiteet on suunniteltu tehtäväksi vuonna 2015. Tieosuudelle Haaransilta–Tupos ei liity kunnostettavia ramppeja. (Holma a 2011). Kuvasta 11 selviävät kapean keskikaiteellisen moottoritien päämitat.



KUVA 11. Tieosuuden päämitat ja poikkileikkauksen osat nimettynä

5 ERIKOISKOHTEET

Tiealueen Haaransilta–Kiviniemi päällystyskustannuksia laskettaessa tulee ottaa huomioon kunnostustoimenpiteistä poikkeavat työmenetelmät ja niiden kustannukset. Tässä luvussa tarkastellaan tiealueella Haaransilta–Kiviniemi olevia erikoistoimenpiteitä tarvitsevia kohteita ja niiden vaikutuksia kustannuksiin.

5.1 Keskikaide

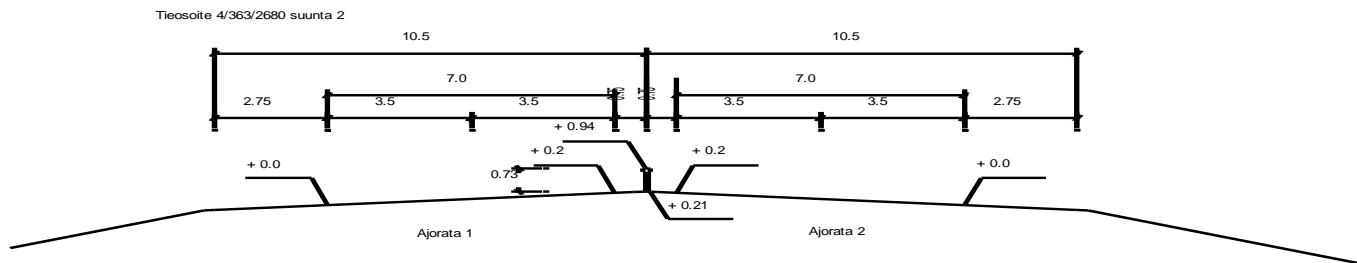
Tieosoitteesta 4/363/30 tieosoitteeseen 4/364/1425 on ajoratojen välissä keskikaiteena kaksipuolisesti toimiva putkipalkkikaide (kuva 12). Kaiteen tarkoituksena on lisätä liikenneturvallisuutta ja estää ajoneuvojen kohtaamisonnettomuuksia (Tietoa tiensuunnitteluun nro 61B. 2006; Hurme 2008, 2).

Rakennusteknisesti keskikaideosuus on tukevasti paikoillaan. Tieosuuden jakava kerros on rakennettu masuunihiekasta, jonka erityispiirteenä on betonimainen käyttäytyminen. Sitoutuessaan masuunihiekka on kovaa ja sen kaivaminen voi olla vaikeaa (Sivutuotteiden käyttö tierakenteissa. 2007, 40). Tämän ominaisuuden vuoksi kaidepylväitä ei ole mahdollista erikseen poistaa päällystämistyön ajaksi. Keskikaidepylväitten ympärille päällysteen tiivistäminen voidaan esimerkiksi tehdä käsityönä pientyökoneilla.



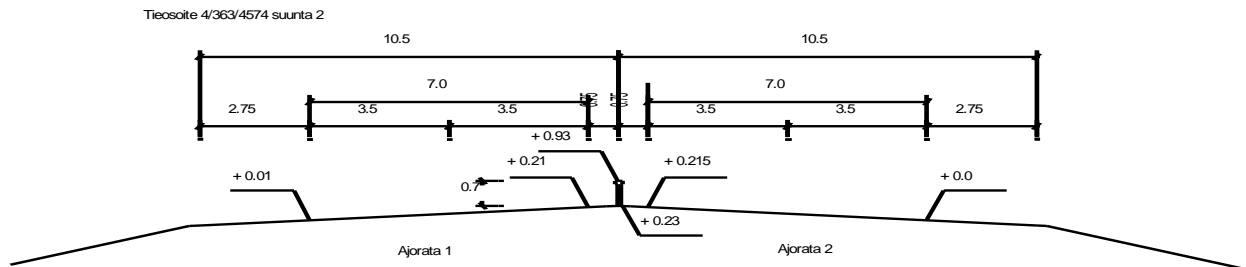
KUVA 12. Keskikaiteen liittyminen reunakaiteeseen, tienumero 4/364/1425 (Perälä 2011)

Keskikaiteellisen tieosuuden kokonaispituus on 8754 m ja kaidepylväsväli kaksi metriä. Keskikaiteellisen tien päämitat mitattiin keväällä 2011 kahdesta eri kohdasta. Kaiteen korkeudeksi saatiin tieosoitteessa 4/363/2680 730 mm (kuva 13) ja tieosoitteessa 4/363/4574 700 mm (kuva 14). Kaiteen korkeudessa voidaan todeta olevan pientä vaihtelua. 50 mm paksuisen päällysteen levittämisen jälkeen kaidekorkeus on 650 mm–680 mm:n välillä. Keskikaidekorkeus todetaan tieosuudelle riittäväksi. Vastaavanlainen keskikaidekorkeus on käytössä Kuopiossa valtatie viidellä (Holma a 2011).



KUVA 13. Tien poikkileikkaus tieosoitteessa 4/363/2680

Tien poikkileikkauksen pääpiirteet ilmenevät kuvasta 13. Moottoritien rakennuskustannuksia on pienennetty rakentamalla tie ilman nurmetettua keskikaistaa ja kaventamalla ajoratojen leveyttä (Suunnitelmapiiirustukset. 2011). Ajoradan ollessa kapea liikenne ohjautuu helposti samaan kohtaan, mikä lisää urautumista.



KUVA 14. Tien poikkileikkaus tieosoitteessa 4/363/4574

Haaransilta–Kiviniemi tieosuudella kaidetöihin ei sisälly erillisiä nostotöitä. Erikoistoimenpiteenä tehtävä päällysteen levittäminen keskikaiteen alle ei lisää kokonaiskustannuksia. Työturvallisuus taataan työmaa-aikaisilla liikennejärjestelyillä.

5.2 Liikennetilan mitoitus, ylikulkutiet

Hankealueella on kaksi moottoritien ylittävää risteyssiltaa. Tieosoitteessa 4/364/7192 Ouluntullin risteyssilta ja tieosoitteessa 4/364/3267 Kempeleen risteyssilta. Siltojen vapaa alikulkukorkeus mitattiin 6.7.2011 Suomen Tiestötieto Oy:n toimesta. Mittauskohteiksi valittiin silmäääräisesti sillankannen alin kohta (kuva 15). Risteyssiltojen vapaaksi korkeudeksi mitattiin Ouluntullissa 5,05 m ja Kempeleessä 4,93 m.

Tiehallinnon ohjeen mukaan vapaa alikulkukorkeus tulee olla vähintään 4,60 m. Talvikelien polannevaraksi lisätään 0,10 m, jolloin kokonaiskorkeus tulee olla vähintään 4,70 m. (Sillansuunnittelun lähtötiedot. 2005, 26.)



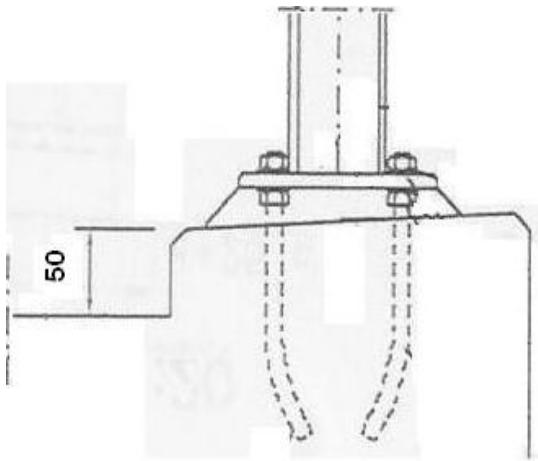
KUVA 15. Sillan pääpalkissa näkyvät ylikorkean kuljetuksen raapimat jäljet (Perälä 2011)

Tieosuuden molemmat edellä mainitut risteyssillat täyttävät suunnitteluohjeen vapaantilan vähimmäiskorkeusvaatimukset myös uuden pintauksen jälkeen. Erikoistoimenpiteitä ei tarvita eikä lisäkustannuksia synny.

5.3 Sillat ja liikuntasaumat

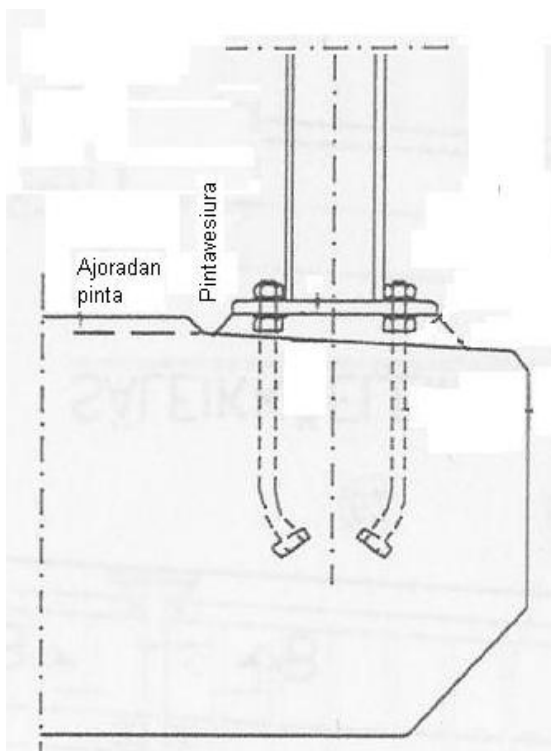
Sillankannen päällä tehtävät asfaltin pohjustustyöt tulee tehdä vaurioittamatta sillan eristyksen suojakerrosta ja eristystä (Sillanrakentamisen yleiset laatuvaatimukset. Kannen pintarakenteet - SYL 6. 2001, 31). Siltojen kansilaatan päällysteen tasaus voidaan toteuttaa tässä hankkeessa vaihtoehtoisesti kylmäjyr-sinnällä.

Tieosuudella on 28 siltaa, joista vesistösiltoja on kuusi, risteyssiltoja 15 ja alikulukäytäviä seitsemän kappaletta (Suunnitelmapiiirustukset. 2011). Siltojen kansissa ei ole nähtävissä jrsintää vaikeuttavia liikunta- tai kutistumasaumoja (Siltojen korjaus. 1993). Sillan reunapalkkien ajoradan puoleinen reunakorkeus on pienimmillään 50 millimetriä. (Kuva 16).



KUVA 16. Sillan reunapalkin nykytilanne (mukaeltu Pulkkinen 2010)

Reunapalkin rakennekorkeus ei riitä 50 mm päällystekerroksen levittämisen jälkeen ohjaamaan pintavesiä nurmipientareelle. Pintavesien valumisen estämiseksi reunapalkin yli alikulkutielle muotoillaan ajoradan pintaan pintavesiä ohjaava ura. (Kuva 17.)



KUVA 17. Pintavesien ohjaus uuden päällysteen jälkeen (mukaeltu Pulkkinen 2010)

Reunapalkin korkeuden jäädessä 50 mm:iin päällystämisen jälkeen, erillistä pintavesiuraa ei tarvita. Pintavesiuran muotoilusta ei muodostu omaa kustannuserää.

5.4 Kiertoliittymä

Valtatie neljä ja valtatie kahdeksan kohtaavat Haaransillan nelihaarisessa, kaksikaistaisessa kiertoliittymässä (kuva 18). Tässä kohtaa myös valtatie neljän tietyyppi muuttuu. Kiertoliittymästä pohjoiseen jatkuva tie on nelikaistainen moottoritie ja etelään perinteinen kaksikaistainen tie. (Suunnitelmapiirustukset. 2011.) Valtatie kahdeksan ja kantatie 847 jäävät tämän kunnostustyön ulkopuolelle (Holma a 2011).

Kiertoliittymän pituus on 220 metriä ja sen halkaisija on noin 70 metriä. Nopeusrajoitus risteysalueella on 50 km/h. Kiertoliittymän kestopäällyste rajoittuu sisä- ja ulkokehällä reunatukeen sekä betonikiveykseen. (Suunnitelmapiirustukset. 2011.) Tien päällysteeseen ja rakenteisiin kohdistuu kiertoliittymässä voimakkaita sivuttaissuuntaisia jännityksiä. Kuormitukset edistävät deformaatiota eli päällystemateriaalin siirtymistä ajourilta sivulle.



KUVA 18. Haaransillan kiertoliittymä, tieosoite 28419 (Kartta-aineisto. 2011)

Muodonmuutoksien minimoimiseksi kiertoliittymän alusta kylmäjyrsitään ja päällystekerroksena käytetään kivimastiksiasfalttia (SMA 22) hyvien deformaatioominaisuuksien vuoksi. Työmenetelmistä ei aiheudu ylimääräisiä kustannuksia.

5.5 Painuma

Päällystettävä tieosuus sijaitsee vanhan merenpohjan päällä ja pohjamaa on pääosin saviperäistä. Eteläisimmällä osuudella Haaransillalta Tupokseen on tapahtunut pituussuuntaista painumaa laskennallista painumaennustetta enemmän. Painuminen on tapahtunut tasaisesti, eikä siten vaikuta autoilijasta epämukavalta. (Investointikohteiden sisällyttäminen palvelusopimukseen. 2009.) Suurimmat painumat on korjattu vuoden 2009 korjaus- ja remixertöiden yhteydessä (Holma a 2011).

Työryhmän mukaan kolmas päällystekerros voidaan levittää ilman rakennekerrosten lisävahvistamista. Painumista on kuitenkin edelleen seurattava rakenteen omapainon noustessa. Mahdolliset pituussuuntaiset oikomisot on otettava myöhemmin huomioon kaistakorjausta tehdessä. (Investointikohteiden sisällyttäminen palvelusopimukseen. 2009; Pudas 2003, 24.)

Tässä opinnäytetyössä ei ole otettu huomioon oikomisesta aiheutuvia lisäkustannuksia. Pituussuuntaisista oikomisista aiheutuvat lisäkustannukset sovittava tilaajan kanssa erikseen ennen korjaustoimenpiteitä.

5.6 Halkeamat

Hankeosuudella on ajomukavuutta haittaavia alle 30 mm:n levyisiä heijastushalkeamia (kuva 19). Ajomukavuuden lisäksi halkeamat kiihdyttävät tierakenteen kunnan heikkenemistä päästämällä vettä rakennekerrokseen. Ajan kuluessa rakennekerrokseen päässeeseen veteen vuoksi tiehen saattaa muodostua pakkasvaurioina pituus- ja poikittaissuuntaista epätasaisuutta. (Kanerva-Lehto 2009, 26; Belt ym. 2006, 8.)

Tietä vahvistetaan halkeamien kohdalta ylimääräisellä vahvistuksella ennen uuden päällystekerroksen levittämistä. Vahvistamiseen voidaan käyttää esimerkiksi lasikuituverkkoa. Vahvistuksen tarkoituksena on estää halkeaman heijastumista uuteen päällysteeseen (Kanerva-Lehto 2009, 26; Belt ym. 2006, 8).



KUVA 19. Molemmat ajoradat ylittävä halkeama (Perälä 2011)

Samalla tieosuudella on myös pituussuuntaisia halkeamia ajokaistojen välissä. Nämä vauriot ovat syntyneet väsymisvaurioina. Ne saattavat olla ensimmäisiä merkkejä liian suuresta liikennekuormituksesta päällysrakenteen mitoitukseen verrattuna. (Belt ym. 2002, s. 42.)

Pohjavahvistettavien halkeamien kokonaismäärä on pieni. Halkeamien vahvistamisesta on sovittava tilaajan kanssa erikseen ennen tieosuuden Haaransilta–Kiviniemi korjaamista. Korjaamisesta aiheutuvia kustannuksia ei ole otettu huomioon tässä opinnäytetyössä.

5.7 Muuta huomioitavaa

Tässä opinnäytetyössä ei ole otettu huomioon tiemerkinöiden uusimisesta, tärinäviivoista ja piennartäytöistä aiheutuvia lisäkustannuksia. Näistä aiheutuvat kustannukset on huomioitava erikseen tarjouskilpailua laadittaessa.

6 SEURATTAVAT KUNTOMITTAUSMENETELMÄT

Tien poikittaissuuntainen urautuminen ja pituussuuntaiset epätasaisuudet ovat parhaiten todettavissa PTM-auton (palvelutasomittaus) uramittaustulosten perusteella. Kuntomittaustuloksilla voidaan laskennallisesti arvioida tien kapasiteetin riittävyttä tai, kuten tässä opinnäytetyössä, kunnostustarpeen ajankohtaa. (Eerola – Marjeta – Paananen – Puttonen – Reihe – Rintamaa – Toikkanen 1997, 24.)

Haaransilta–Kiviniemi-tieosuuden kuntotilannetta tarkkaillaan vuosittain tehtävillä kuntomittauksilla. Tärkeimmät seurattavat muuttujat ovat tien pitkittäis- ja poikittaissuuntaiset epätasaisuudet. Luvuissa 6.1–6.3 esitellään keskeiset tulokset.

6.1 Liikennemäärä

Pohjois-Pohjanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus (POP ELY) seuraa liikennemäärän vaihteluita koneellisilla liikennelaskennoilla ja liikenteen automaattisilla mittauspisteillä (LAM-asema). Koneellisten liikennelaskentojen kausivaihtelu- ja viikonpäiväkertoimet määritetään tällä hankealueella sijaitsevien kiinteiden LAM-asemien (2 kpl) perusteella. (Mustikkamaa a 2011.)

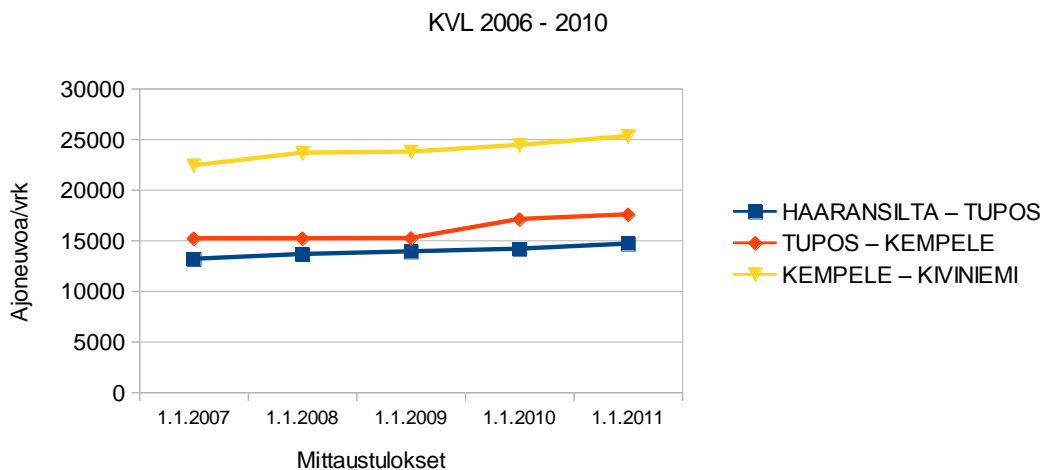
Liikennemäärän kehitys hankealueella Haaransilta–Kempele on ollut arvioitua suurempaa (Investointikohteiden sisällyttäminen palvelusopimukseen. 2009). Nopeimmin vuoden keskimääräinen vuorokausiliikenne on lisääntynyt Kempele–Kiviniemi välillä. Taulukosta 5 huomataan, kuinka vuoden 2010 liikennemäärä on 33 % vuonna 2003 tehtyä ennustetta suurempi. Tämän vuoksi myös suunnitteluarvot päällysteen paksuudelle arvioidaan uudelleen.

Liikennemäärän ylittäessä 20 000 ajoneuvoa vuorokaudessa päällysteen paksuus vaiheittain rakentamisen alussa tulee olla vähintään 130 mm (Tierakenteen suunnittelu. 2004). Kempele–Kiviniemi välillä päällysteen paksuus on tätä ohuempi.

TAULUKKO 5. Liikennemäärän kehitys

Tarkasteluväli	Arvioitu KVL 2010 (2003)	Toteutunut KVL 2010 (muutos%)	Liikenteen kasvu% vuodessa
Haaransilta - Tupos	11200	14153 (+ 21 %)	2,7
Tupos - Kempele	15030	17085 (+ 12 %)	3,7
Kempele - Kiviniemi	18300	24406 (+ 33 %)	2,9

Taulukon 5 sarake Liikenteen kasvuprosentti vuodessa perustuu vuosina 2006–2011 mitattuihin liikennemääriin. Liikenteen kasvuprosentti on keskiarvo koko ajanjakson liikennemääräkasvusta. Mikäli liikennemäärän kasvu pysyy jatkossakin samana, saavutetaan tieosuudella Tupos–Kempele 20 000 ajoneuvon vuorokausimäärä vuonna 2015. Kuormitusluokan muutos tarkoittaa, että myös tälle osuudelle päällysteen lopullinen kerrospaksuus tulisi olla 200 mm. Kuvasta 20 ilmenee liikennemäärän kasvava kehityssuunta eri tieosuuksilla.



KUVA 20. Tieosuuksien keskimääräisen vuorokausiliikenteen (KVL) kehitys vuosien 2006–2010 aikana

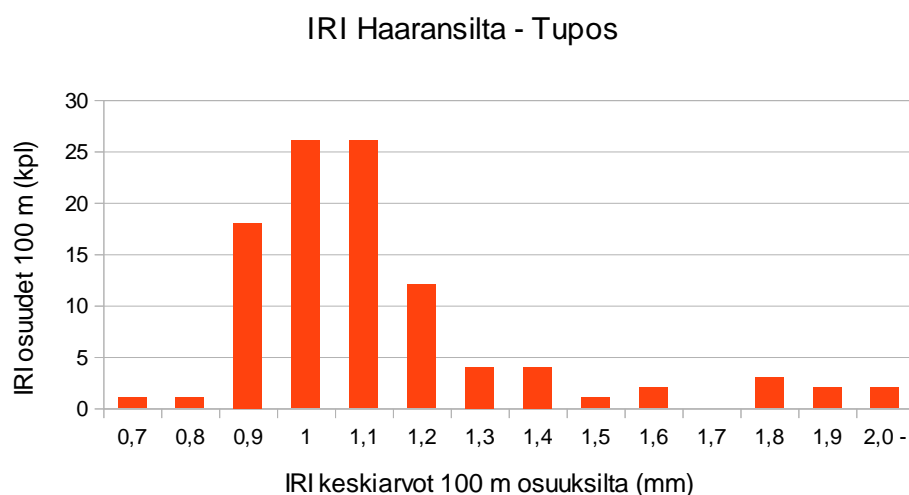
6.2 Pitkittäissuuntainen epätasaisuus

Pituussuuntainen epätasaisuus ilmoitetaan IRI-arvoina (International Roughness Index) (Päällysteen pituussuuntaisen tasaisuuden mittaus (IRI ja IRI4), Roadmaster. 2002, 1). Pituussuuntaiset mittaustulokset ilmoitetaan keskiarvona millimetriä metriä kohti. Pituussuuntainen epätasaisuus vaikuttaa yleiseen ajomukavuuteen, vierintävastukseen ja sitä kautta polttoainekulutukseen (Lampinen 2004, 34). Tien käyttäjä huomaa epätasaisuuden ajomukavuutta heikentävänä pomppuisuutena. Pituussuuntaisen epätasaisuuden syy löytyy rakenteellisista tekijöistä. (Lehtonen 2004, 3).

IRI-arvojen jakauma

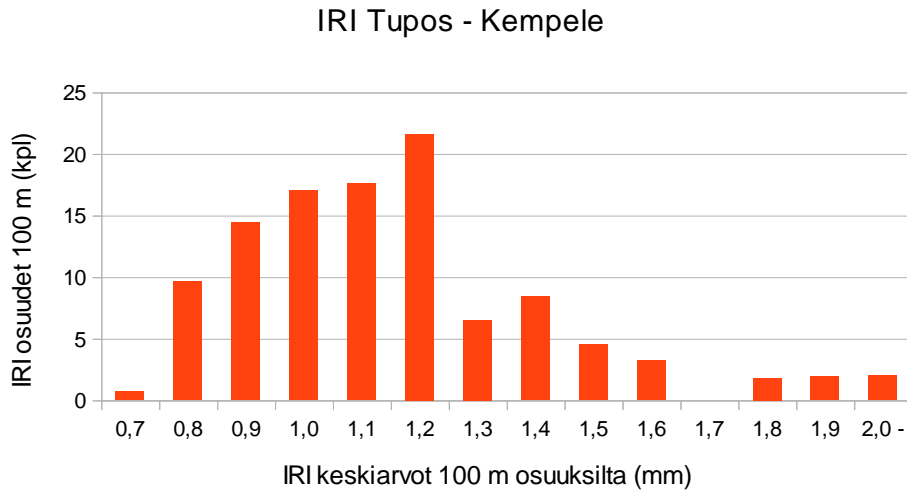
Kuvat 21–23 esittävät IRI-arvojen jakaumia tieosuuksille. Jakaumissa on varsinaisten ajokaistojen yhteenlasketut mittaustulokset. Ohituskaistojen pituussuuntaisia epätasaisuuksia ei ole otettu diagrammeissa huomioon. Kuvat perustuvat 25.5.2011 mitattuun tilanteeseen (Äijö 2011).

Haaransilta Tupoksen välillä IRI-arvot vaihtelivat 0,7 mm/m:n ja 2,2 mm/m:n välillä, huipun ollessa 1,1 mm/m. Arvon 1,4 mm/m ylittävien osuus kaikista tuloksista on 14 %.



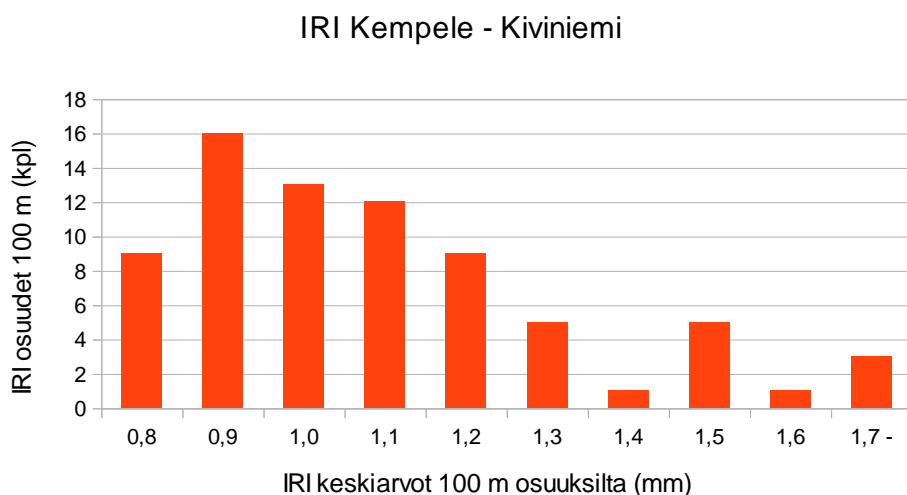
KUVA 21. Pituussuuntaiset epätasaisuudet välillä Haaransilta–Tupos

Tupos–Kempele välillä jakauma noudattaa lähes identtisesti Haaransilta–Tupos- tieosuutta. Mittaustulosten huippuarvoksi on saatu 2,2 mm/m. Arvon 1,4 mm/m ylittävien osuus kaikista tuloksista on 16 %.



KUVA 22. Pituussuuntaiset epätasaisuudet välillä Tupos–Kempele

Kempele–Kiviniemi tieosuudella pituussuuntaisen epätasaisuuden tilanne on yhtä hyvä edellä mainittuihin tieosuuksiin verrattuna. Mittaustuloksien huippuarvo tällä tieosuudella on 2,0 mm/m. Arvon 1,4 mm/m ylittävien osuus kaikista tuloksista on 15 %.



KUVA 23. Pituussuuntaiset epätasaisuudet välillä Kempele–Kiviniemi

IRI-arvojen keskiarvotulos

Taulukoon 6 kootut tien pituussuuntaiset epätasaisuudet ovat keskiarvoja 25.5.2011 mitatuista tuloksista (Äijö 2011). Taulukosta voidaan huomata, että mittaustulokset ovat samankaltaisia eri tieosuuksien ja ajokaistojen välillä.

TAULUKKO 6. Keskiarvot tieosuuksien pituussuuntaisesta epätasaisuudesta

Tieosuuden pituussuuntainen epätasaisuus (mm)				
ajorata	kaista	Haaransilta - Tupos	Tupos - Kempele	Kempele - Kiviniemi
1	1	1,1	1,1	1,1
1	2	1,3	1,2	1,1
2	1	1,1	1,1	1,3
2	2	1,1	1,1	1,2

Kaikki taulukossa 6 lasketut keskiarvot täyttävät yleisen palvelutasoluokituksen tason erittäin hyvä (taulukko 7). Tuloksen ollessa alle 1,3 mm/m tie koetaan ajettaessa tasaiseksi ja miellyttäväksi. Palvelutasoluokituksen raja-arvot voidaan määrittää myös urakkakohtaisesti muunlaiseksi. (Tieomaisuuden kunnon yhtenäinen palvelutasoluokitus. 2004.)

TAULUKKO 7. Tasaisuusluokituksen määrittäminen (Tieomaisuuden kunnon yhtenäinen palvelutasoluokitus. 2004, 22)

Kuntoluokka	Erittäin hyvä	Hyvä	Tyydyttävä	Huono	Erittäin huono
Iri-raja mm/m	< 1,3	1,4 - 2,5	2,6 - 3,7	3,8 - 4,8	> 4,8

Taulukossa 7 on ohjeelliset raja-arvot pituussuuntaisille epätasaisuuksille. Mittaustuloksen ollessa alle 2,5 mm/m tienkäyttäjät eivät huomaa vielä muutoksia ajo-olosuhteissa (Tieomaisuuden kunnon yhtenäinen palvelutasoluokitus. 2004).

Pituussuuntaisen IRI-tulosten perusteella voidaan todeta, että tieosuus ei tarvitse tässä vaiheessa parannustoimia pituussuuntaisen epätasaisuuden korjaamiseen. Tien laatua seurataan jatkossakin vuosittain tehtävillä kuntomittauksilla ja asiaan voidaan puuttua ennen tienkunnan oleellista huonontumista.

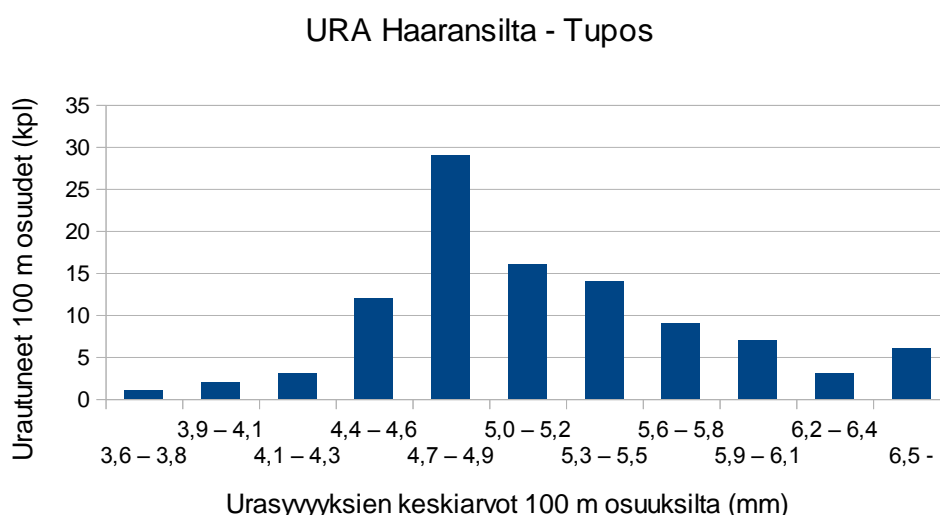
6.3 Poikittaissuuntainen epätasaisuus

Poikittaissuuntainen epätasaisuus johtuu tien kulumisesta. Kuluminen näkyy autoilijalle päällysteessä olevina selvinä ajourina. Ohjearovot ylittäviin ajouriin kerääntyvä vesi aiheuttaa liikenneturvallisuusriskin. Liikenneturvaiseihin liittyy myös ajoneuvon hallittavuus ja ajomukavuus, mitkä heikkenevät tiessä olevien syvien urien vuoksi. (Lampinen 1993, 109.)

URA-tulosten jakauma

Kuvista 24–26 selviävät tieosuuksien jakaumat urautumiselle. Jakaumissa on varsinaisten ajokaistojen yhteenlasketut mittaustulokset. Kuvat perustuvat 25.5.2011 mitattuihin tuloksiin (Äijö 2011).

Haaransillan ja Tupoksen välillä urautuminen vaihteli 3,8 mm:n ja 8,1 mm:n välillä, jakauman huipun ollessa 5,2 mm. Kaikki mitatut tulokset olivat alle 10,1 mm.



KUVA 24. Urasyvyyksien hajonta välillä Haaransilta–Tupos

URA-tulosten keskiarvot

Tilastossa ei ole otettu huomioon kuntomittauksen jälkeen tehtyjä kunnostuksia. Kesällä 2011 on suoritettu kaistakohtaisia korjaustoimenpiteitä pahiten urautuneille tieosuuksille. Taulukosta 8 on esitetty ajokaistojen keskiarvotulokset poikittaissuuntaiselle epätasaisuudelle.

TAULUKKO 8. Keskiarvot tieosuuksien keskimääräisestä urautumisesta

Tieosuuden urautuminen (mm)				
ajorata	kaista	Haaransilta - Tupos	Tupos - Kempele	Kempele - Kiviniemi
1	1	5,2	4,7	6
1	2	3,9	4,5	6,4
2	1	5,2	8,7	13,4
2	2	3,7	4,4	3,8

Yhtä tulosta lukuun ottamatta täyttävät kaikki taulukon 8 arvot vähintään palvelutasoluokituksen tason hyvä (taulukko 9) (Tieomaisuuden kunnan yhtenäinen palvelutasoluokitus. 2004). Kempele–Kiviniemi tieosuudella oleva yli 13 mm:n urautumistulos kuuluu tieosaan, jossa on tehty kunnostustoimenpiteitä kesällä 2011 (Holma b 2011).

TAULUKKO 9. Urasyvyyden raja-arvot (Tieomaisuuden kunnan yhtenäinen palvelutasoluokitus. 2004, 21)

Kuntoluokka	Erittäin hyvä	Hyvä	Tyydyttävä	Huono	Erittäin huono
Ura-raja mm	< 5	5,1 - 10	10,1 - 15	15,1 - 20	> 20

Taulukossa 9 on ohjeelliset raja-arvot ajourasyvyyksille. Alle 10 mm:n urat eivät ole vielä autoilijan huomattavissa. Yli 10 mm:n ajouriin alkaa kerääntyä sateisilla keleillä vettä. (Tieomaisuuden kunnan yhtenäinen palvelutasoluokitus. 2004.)

Urautuminen on jatkuva prosessi. Pelkästään yhden kuntomittaustuloksen perusteella ei voida arvioida tulevien kunnostustoimenpiteiden tarvetta. Toistuvien kuntomittaustulosten perusteella voidaan seurata urautumisnopeutta ja laskea tulevien kunnostustoimenpiteiden ajankohta.

7 TOTEUTETUT YLLÄPITOTOIMENPITEET

Tieosuudella Haaransilta–Kiviniemi kolmannen päällystekerroksen tekemistä on siirretty kunnostustyömenetelmillä. Kunnostustarpeen ajankohtaa on pystytty seuramaan kuntomittaustuloksien perusteella. Takuuajan jälkeen pahiten urautuneita tienosuuksia on kuntomittausten tulosten perusteella korjattu vuosittain. Korjausmassana on käytetty pääsääntöisesti SMA 16:ta. (Päällystystoimenpide. 2011.)

Työmenetelmät on valittu vaurioitumisen syyn ja nopeuden mukaan (Belt – Lämsä 2005, 5). Menetelmän valintaan vaikuttavat myös taloudellisuus ja paikkakaluston käyttö muihin toteutettaviin töihin (Päällysteiden suunnittelu. 1997, 12).

Tällä hankealueella käytettyjä työmenetelmiä ovat olleet remix-pintausta sekä massatasaus ja päällystelaatta. Korjaustoimenpiteet tehdään moottoritielle koko ajokaistanleveydeltä. (Päällystystoimenpide. 2011.)

7.1 Massatasaus ja päällystelaatta

Massatasaus ja päällystelaatta -menetelmässä alustasta tasataan siinä olevat painumat. Vanhan päällysteen päälle tehdään liimaus tai pinta kuumennetaan. Tasaustyön jälkeen tehdään normaali asfaltin päällystämistyö levittimellä. Menetelmää käytetään kohteisiin, joissa on vain yksi sidottu päällystekerros. (Päällysteiden suunnittelu. 1997, 14, 16.)

7.2 Remix

Remix-pintausta soveltuu tielle, jossa on vähintään kaksi päällystekerrosta. Vanha asfalttipäällyste kuumennetaan, jyrsitään, sekoitetaan uuden päällystämismassan kanssa ja levitetään takaisin tielle. Menetelmää kutsutaan tästä syystä myös uusiopintaukseksi. Kun päällysteen kerrosvahvuus on riittävä, uutta asfalttia tarvitsee lisätä vain kuluneisuuden verran, noin neljäsosa koko päällysteen määrästä. Menetelmän etuna ovat alentuneet korjauskustannukset. (Päällysteiden suunnittelu. 1997, 16.)

8 RATKAISUVAIHTOEHDOT

Moottoritie aiheuttaa omat laatuvaatimuksensa päällysteen toimivuudelle. Hyvät kulutuskestävyysominaisuudet löytyvät kivimastiksiasi-asfaltilta ja asfalttibetonilta. Kivimastiksiasi-asfaltin edut muihin päällysteihin verrattuna tulevat esiin deformaatiokestävyydessä, kulumiskestävyydessä ja vedenkestävyydessä. Moottoritiellä kivimastiksiasi-asfaltin pääosan muodostaa karkea, lähes tasarakeinen murskattu, ensimmäisen luokan kiviaines. Kiviaineksen karkeuteen ja kestävyteen voidaan vaikuttaa maksimiraekolla. Karkeampi kiviaines lisää liikenneturvallisuutta antamalla paremman pidon. Tienkäyttäjän ja ympäristön kannalta karkeampi kiviaines aiheuttaa suuremman rengasmelun. (Ketonen 2011.)

Asfaltissa käytettävän kiviaineksen hinta muodostuu laatuluokasta ja määrästä. Hintavin ainesosa asfalttimassassa on kuitenkin sideaineena toimiva tiebitumi ja sen tyyppi sekä laatu. (Asfalttialan koulutusohjelma. 2006.) Bitumin vuoksi SMA on asfalttityyppinä kalliimpaa kuin AB.

Kolmas päällystekerros levitetään 50 mm:n laattana. Päällysteeltä haetaan mahdollisimman hyvää kestävyttä, mahdollisimman alhaisin kustannuksin. (Holma a 2011.) Tässä hankkeessa tarkasteltiin kolmea erilaista päällystevaihtoehtoa ja niiden vaikutusta kustannuksiin.

8.1 Vaihtoehto 1: SMA 22/125

Vaihtoehdossa 1 käytetään kaikilla ajokaistoilla päällysteenä kivimastiksiasi-asfalttia (SMA 22/125). Pientareissa käytetään päällysteenä asfalttibetonia (AB 22/125). Ouluntullin ja Kempeleen ramppien, kiertoliittymän ja tieosuudelle kiertoliittymästä etelään päällysteiksi valitaan liikennemäärän perusteella kivimastiksiasi-asfalttia (SMA 22/125). Tupoksen ramppien liikennemäärän ollessa pienempi voidaan päällysteeksi valita edullisempi asfalttibetoni (AB 22/125).

8.2 Vaihtoehto 2: SMA 22/125 + AB 22/125

Vaihtoehdossa 2 käytetään varsinaisilla ajokaistoilla päällysteenä kivimastiksiasi-asfalttia (SMA 22/125) ja ohituskaistoilla asfalttibetonia (AB 22/125). Muiden tieosuuksien päällysteiksi valitaan kuten vaihtoehto 1:ssä.

8.3 Vaihtoehto 3: AB 22/125

Vaihtoehtoa 3 ei otettu huomioon liikennemäärältään suurimmalla tieosuudella eli Kempeleen rampeilta pohjoiseen. Tästä etelään kaikilla ajokaistoilla, pientareilla ja rampeilla käytetään päällysteenä asfalttibetonia (AB 22/125). Kiertoliitymässä päällysteeksi valitaan kuitenkin kivimastiksfaltti (SMA 22/125).

8.4 Muut vaihtoehdot: SMA 16/125 + AB 16/125

Vertailuun laskettiin myös vaihtoehto, jossa asfalttityyppeinä ovat SMA 16/125 ja AB 16/125. Vaihtoehdossa kunnostusajankohta mitoitettiin muista vaihtoehdoista poiketen 15 mm:n raja-arvolle. Korkokantana käytettiin 4 %:n laskentakorkoa.

8.5 Alustan käsittely

Ajokaistojen alusta käsitellään remix-tasauksella. Menetelmässä asfalttipäällyste kuumennetaan ennen pinnan jyrsimistä irti. Jyrsimä massa sekoitetaan uuden päällystemassan kanssa ja levitetään tielle. Uutta päällystemassaa lisätään 20 kg/m^2 . Urien tasaaminen pelkällä jyrsimällä vähentää kerrospaksuutta jo ennestään ohjearvoa ohuemmasta päällysteestä. Päällystemassan lisäyksellä saadaan pidettyä päällysteen kerrospaksuus samana kuin ennen käsittelyä. Alustan käsittelyn jälkeen levitetään tasaiselle pinnalle bitumiseoksesta valmistettu emulsioliimaus. Liimauksella varmistetaan uuden päällystekerroksen tarttuminen vanhaan tienpintaan. Päällysteenä levitetään 50 mm:n (125 kg/m^2) asfalttikerros. (Päällysteiden suunnittelu. 1997, 16, 24.)

9 KUSTANNUSTEN OSATEKIJÄT

Tieosuuden Haaransilta–Kiviniemi päällystekustannukset rakentuvat useista erillisistä osa-alueista. Tässä luvussa tarkastellaan keskimääräisen vuorokausiliikenteen, korkokannan, päällysteen kulumisen, teknisen käyttöiän ja kunnossapitajaksojen sekä työmenetelmien hintojen vaikutusta tuloksiin.

9.1 Keskimääräinen vuorokausiliikenne

Liikennemäärän kehitystä mitataan kiinteillä liikenteen automaattisilla mittausasemilla ja erillisillä liikennelaskennoilla. Tämän opinnäytetyön liikennemäärätiedot pohjautuvat Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen tierekisteristä saatuihin lähtötietoihin. (Mustikkamaa a 2011.)

Ajoratojen 1 ja 2 ajoneuvomäärät ovat esitetty taulukoissa 10–12 yhteenlaskettuina. Vuoden keskimääräinen vuorokausiliikennemäärä sisältää kaikki moottoriajoneuvot. (Mustikkamaa b 2011.)

Haaransilta–Tupos

Tieosuudella Haaransilta–Tupos ajoneuvojen määrä kasvaa vuosittain arviolta 2,7 % (taulukko 10). Laskennassa on otettu huomioon vuosien 2007–2011 keskimääräisten vuorokausiliikenteen muutokset. Vuonna 2010 (1.1.2011) tieosuutta käytti keskimäärin yli 14 600 ajoneuvoa päivittäin. (Mustikkamaa b 2011.)

TAULUKKO 10. Keskimääräinen KVL vuosina 2007–2010 välillä Haaransilta–Tupos

Haaransilta -Tupos 4/363/0 – 4/363/5040							
Tie	Ajorata	KVL / ajoneuvoja vuorokaudessa (kpl)					Keskiarvo
		1.1.2011	1.1.2010	1.1.2009	1.1.2008	1.1.2007	
4	1 ja 2	14 660	14 153	13 889	13 630	13 153	13 897
Ajoneuvojen määrän kasvu edellisestä vuodesta (kpl)		507	264	259	477		376,75
Ajoneuvojen määrän kasvu vuosittain (%)							2,7

Haaransilta–Tupos-välisellä tieosuudella raskaiden ajoneuvojen koko KVL:stä vuosien 2007 - 2011 aikana oli keskimäärin 10 %. Kokonaisajoneuvomäärän käyttöaste on noussut vuodesta 2007 vuoteen 2011 mennessä 11,5 prosenttia, mutta samalla ajanjaksolla tarkasteltuna raskaan liikenteen määrä on pysynyt vakiona. Liikenteen kokonaiskasvussa näkyvät kesän keskimääräisen vuorokausiliikenteen (12 %) ja arkipäivän keskimääräisen vuorokausiliikenteen nousu (13 %).

Tupos–Kempele

Tieosuudessa Tupos–Kempele on mukana Tupoksen ja Kempeleen ramppien kautta valtatie 4:n teidenkäyttäjät. Tällä osuudella ajoneuvomäärän kasvuvauhti on ollut 3,7 %, mikä onkin koko hankealueen nopeinta. Taulukosta 11 huomataan kasvupiikki vuoden 2009 (1.1.2010) kohdalla. Muutos kokonaisliikennemäärässä on ollut pysyvää, sillä vuonna 2010 (1.1.2011) liikennemäärä on edelleen kasvanut. Vuonna 2010 tieosuudella oli yli 17 500 päivittäistä käyttäjää. (Mustikkamaa b 2011.)

TAULUKKO 10. Keskimääräinen KVL vuosina 2007–2010 välillä Tupos–Kempele

Tupos - Kempele 4/363/5040 – 4/364/2730							
Tie	Ajorata	KVL / ajoneuvoja vuorokaudessa (kpl)					Keskiarvo
		1.1.2011	1.1.2010	1.1.2009	1.1.2008	1.1.2007	
4	1 ja 2	17 546	17 085	15 212	15 182	15 182	16 041
Ajoneuvojen määrän kasvu edellisestä vuodesta (kpl)		461	1873	30	0		591
Ajoneuvojen määrän kasvu vuosittain (%)							3,7

Tupos–Kempele-välisellä tieosuudella raskaiden ajoneuvojen vuoden keskimääräisen vuorokausiliikenteen osuus koko KVL:stä vuosien 2007–2011 aikana oli keskimäärin 9,5 %. Raskaan liikenteen osuus on noussut vuoden 2009 jälkeen 17 %.

Kokonaisajoneuvomäärä on noussut vuodesta 2007 vuoteen 2011 mennessä 15,5 prosenttia. Samalla ajanjaksolla tarkasteltuna raskaan liikenteen määrä on

myös noussut 14,5 prosenttia. Liikenteen kokonaiskasvussa näkyvät kesän keskimääräisen vuorokausiliikenteen (13,5 %) ja arkipäivän keskimääräisen vuorokausiliikenteen nousu (16 %).

Kempele–Kiviniemi

Tieosuudessa Kempele–Kiviniemi on mukana Ouluntullin ramppien kautta liittyvät valtatie 4:n teidenkäyttäjät (POP ELY 2011). Tieosuuden ajoneuvomäärän kasvuvauhti on ollut vuosittain keskimäärin 2,9 %. Tienkäyttäjien määrää vertailtaessa voidaan taulukosta 12 todeta käyttöasteen olevan tällä tieosuudella hankealueen suurinta. Vuonna 2010 (1.1.2011) tieosuudella oli yli 25 250 ajoneuvoa vuorokaudessa (Mustikkamaa b 2011).

TAULUKKO 12. Keskimääräinen KVL vuosina 2007–2010 välillä Kempele–Kiviniemi

Kempele - Kiviniemi							
4/364/2730 – 4/364/8820 ajorata 1							
4/364/2730 – 4/364/3975 ajorata 2							
Tie	Ajorata	KVL / ajoneuvoja vuorokaudessa (kpl)					Keskiarvo
		1.1.2011	1.1.2010	1.1.2009	1.1.2008	1.1.2007	
4	1 ja 2	25 281	24 406	23 746	23 643	22 384	25 281
Ajoneuvojen määrän kasvu edellisestä vuodesta (kpl)		875	660	103	1259		724,25
Ajoneuvojen määrän kasvu vuosittain (%)							2,9

Kempele–Kiviniemi välisellä tieosuudella raskaiden ajoneuvojen vuoden keskimääräisen vuorokausiliikenteen osuus koko KVL:stä vuosien 2007–2011 aikana oli keskimäärin 7 %. Raskaan liikenteen ajoneuvomäärä vuorokautta kohti noudattelee keskimääräisesti Tuupos–Kempele-osuuden kanssa yhteneväisesti.

Kokonaisajoneuvomäärä on noussut vuodesta 2007 vuoteen 2011 mennessä 13 prosenttia. Samalla ajanjaksolla tarkasteltuna raskaan liikenteen määrä on kasvanut ainoastaan 3 prosenttia. Liikenteen kokonaiskasvussa näkyvät kesän keskimääräisen vuorokausiliikenteen (13 %) ja arkipäivän keskimääräisen vuorokausiliikenteen nousu (15 %).

Liikennemäärän kasvu on havaittavissa koko tieosuudella Haaransilta–Kiviniemi. Liikennemäärän ennustetaan myös edelleen kasvavan uusin käyttöön otettavien asuinalueen myötä. Tässä opinnäytetyössä liikenteen odotetaan kasvavan eksponentiaalisesti koko teknisen käyttöiän. Raskaan liikenteen osuuteen vaikuttavat yleiset logistiikan kehitystrendit. Näiden muutosten vaikutuksia tähän hankealueeseen ei tässä opinnäytetyössä käsitellä.

9.2 Korkokanta

Elinkaarenkustannusten vertailuun käytettiin nykyarvomenetelmää. Menetelmässä vertaillaan taloudellisessa pitoajassa syntyviä kustannuksia eri päällystevaihtoehdoille. Syntyvät kustannukset diskontataan nykyhetkeen laskentakorkokantaa käyttäen. Laskentakorkokantana käytettiin yhteiskuntataloudellista 4 %:n diskonttokorkoa. (Liikenneväylien hankearvioinnin yleisohje. 2011, 53.)

Diskonttaustekijä d lasketaan kaavalla 1 (Hekkanen 2010).

$$d = \frac{1}{(1+i)^n}$$

KAAVA 1

i = vuotuisen korkoprosentin sadasosa

n = aika vuosissa

9.3 Päällysteen kuluminen

Keskimääräinen päällysteen kuluminen on koottu taulukoihin 13–15. Tiedot on koottu vuosien 2006–2011 väliseltä ajalta. Kuntomittaustulokset on kerätty 500 metrin välein otetuilta tarkastelupisteiltä, joista saatiin keskiarvo tien kulumiselle. (Äijö 2011.)

Saaduissa lähtötiedoissa oli poikkeamaa mittausten välillä. Mittauserot saattavat osittain johtua mitta-auton ajolinjoista.

Haaransilta–Tupos

Tieosuuden Haaransilta–Tupoksen päällysteen kuluminen on esitetty taulukossa 13.

TAULUKKO 13. Tieosuuden Haaransilta–Tupos kuluminen vuodessa

Haaransilta -Tupos 4/363/0 – 4/363/5040												
ajorata	ajokaista	Keskimääräinen kuluminen, mm/v										Kuluminen mm/v
		500	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000	
1	1	2,13	0,81	1,32	2,44	1,73	1,17	2,67	1,57	3,04	2,02	1,89
1	2	0,42	0,44	0,49	0,27	0,74	0,12	-0,17	0,69	0,16	0,34	0,35
2	1	2,49	2,18	2,33	2,63	2,22	3,04	2,79	2,47	2,07	2,46	2,47
2	2	-0,03	0,13	0,13	0,26	0,24	0,33	0,28	0,44	0,30	0,22	0,23

Tieosuudella Haaransilta–Tupos urautuminen on epätasaisinta ajokaistalla 11. Jakauma tuloksissa on 0,81 mm:n ja 3,04 mm:n välillä.

Tupos–Kempele

Tupos–Kempele tieosuudella kuluminen on tasaista (taulukko 14).

TAULUKKO 14. Tieosuuden Tupos–Kempele kuluminen vuodessa

Tupos - Kempele 4/363/5040 – 4/364/2730												
ajorata	ajokaista	Keskimääräinen kuluminen, mm/v										Kuluminen mm/v
		5000	5500	6000	6500	7000	500	1000	1500	2000	2500	
1	1	2,02	1,88	2,24	1,98	2,45	1,99	2,84	2,14	2,85	2,02	2,24
1	2	0,34	0,11	0,65	0,56	0,43	0,51	0,68	0,29	0,23	0,45	0,42
2	1	2,46	3,22	2,25	2,20	3,41	2,40	2,18	2,25	2,93	3,45	2,67
2	2	0,22	0,36	0,22	0,33	0,35	0,15	0,28	0,30	-0,33	0,31	0,22

Kempele–Kiviniemi

Kempele–Kiviniemi osuudella yli neljän millimetrin tuloksia saatiin neljältä tarkastelupisteeltä (taulukko 15).

TAULUKKO 15. Tieosuuden Kempele–Kiviniemi kulumisen vuodessa

Kempele - Kiviniemi													
4/364/2730 – 4/364/8820 ajorata 1													
4/364/2730 – 4/364/3975 ajorata 2													
ajorata	ajokaista	Keskimääräinen kulumisen, mm/v											Kuluminen mm/v
		2700	3500	4000	5000	5500	6000	6500	7000	7500	8000	8500	
1	1	2,09	2,43	3,46	4,67	2,11	2,97	3,65	4,21	4,03	3,66	2,08	3,21
1	2	0,42	0,24	0,83	0,74	0,78	0,59	1,00	1,00	0,66	0,74	0,51	0,68
2	1	3,45	2,47	4,09									3,34
2	2	0,25	0,28	0,92									0,48

Kempele–Kiviniemi osuudella tien kulumista tapahtuu varsinaisilla ajokaistoilla vähintään millimetrin enemmän muihin tieosuuksiin verrattuna. Ohituskaistoilla kulumisen on kaksinkertaista muihin tieosuuksiin verrattuna.

Mitatut tulokset ovat asfalttityypille SMA 16. Muiden päällystevaihtoehtojen kulumisen perustuu kokemusperäisiin tuloksiin. AB 16:n urautuminen on selvitetty OAMK:n rakennustekniikan laboratoriossa tehdyillä päällysteen laadun testaus- ja mittausmenetelmillä. Pral-tulokset perustuvat ensimmäisen luokan kivellä tehtyihin kokeisiin. Asfalttipäällysteiden tutkimusohjelman tulokset tukivat tuloksia (Asfalttipäällysteiden tutkimusohjelma ASTO 1987-1992 loppuraportti. 1993, 188). Mittaustuloksien perusteella voidaan arvioida, että AB 16 urautuu vuodessa 35 % enemmän kuin SMA 16.

Kulutuskestävyyteen vaikuttaa myös kiviaineksen maksimiraekoko (Lampinen, Anssi 1993, 100). Suurirakeinen kiviaines kestää nastarengasiskun paremmin murentumatta. Kiviaines, jonka maksimiraekoko on 22 mm, kuluu 25 % vähemmän kuin kiviaines, jonka maksimiraekoko on 16 mm (Asfalttipäällysteiden tutkimusohjelma ASTO 1987–1992 loppuraportti. 1993, 188).

Taulukossa 16 on laskettuina tieosuuksille eri asfalttityyppien keskimääräinen kulumisen vuodessa.

TAULUKKO 16. Keskimääräinen kuluminen mm/v osuudella Haaransilta-Kiviniemi

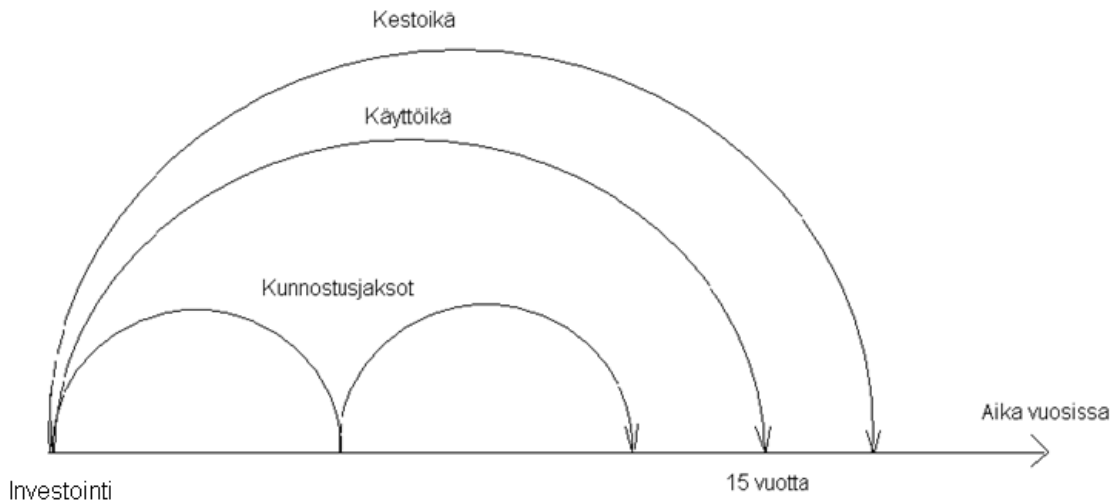
Haaransilta -Tupos					
		SMA		AB	
		16	22	16	22
ajoradat	11 ja 21	2,2	1,6	2,9	2,2
	12 ja 22	0,3	0,2	0,4	0,3

Tupos - Kempele					
		SMA		AB	
		16	22	16	22
ajoradat	11 ja 21	2,5	1,8	3,3	2,5
	12 ja 22	0,3	0,2	0,4	0,3

Kempele - Kiviniemi					
		SMA		AB	
		16	22	16	22
ajoradat	11 ja 21	3,3	2,5	4,5	3,4
	12 ja 22	0,6	0,4	0,8	0,6

9.4 Tekninen käyttöikä ja kunnossapitajakset

Käyttöiän aikaisina kustannuksina otetaan perusinvestointikustannusten lisäksi huomioon kunnossapitajakson välein toistuvat kunnossapitokustannukset (Juko- elinkaariohjelman käyttöohje. 2011, 2). Kuva 27 selventää tien elinkaarimalia.



KUVA 27. Hankealueen elinkaarimalli

Päällysteen tekniseksi käyttöiäksi sovittiin 15 vuotta. Kunnostaminen tehdään kun ajouran syvyys on korkeintaan 16 mm. Kunnostamisen ajankohdat (n) saadaan laskettua geometrisen sarjan avulla (Tekniikan kaavasto. 2005, 73). (Kaava 2.)

$$S_n = a_1 \frac{1 - q^n}{1 - q}$$

KAAVA 2

S_n = kulumisen raja-arvo (16 mm)

q = kulumisen kasvu vuosittain (prosentteina)

a = ensimmäisen vuoden kuluma (mm/v)

Kunnostusten ajankohtaa tarkasteltiin asfalttityypeittäin ja kiviaineksen maksimiraekoon perusteella. Lisäksi tarkasteltiin ensimmäisen kunnostamisen tarvetta ajouran ollessa korkeintaan 15 mm.

Tähän asti hankealueella on käytetty päällysteenä SMA 16 päällystettä. Vertailuun otettiin vaihtoehdoksi mukaan asfalttityypit SMA 22, SMA 16, AB 22 ja AB 16. Eri vaihtoehtojen vaikutusta tarkasteltiin kunnossapitojaksosten määrään.

Seuraavaksi tarkastellaan kunnostusajankohtia tieosakohtaisesti. Kunnostusajankohta tarkoittaa ajoratapaikkauksen tarpeen laskennallista ajankohtaa päällystekerroksen levittämisen jälkeen. Kunnostusajanjakso on määritelty 15 vuoden käyttöiälle.

Haaransilta–Tupos

Taulukossa 17 tarkastellaan tieosuuden Haaransilta–Tupos päällysteen kunnostustarpeen ajankohtia. Asfalttityypillä SMA 22 kunnostusjaksoja muodostuisi varsinaiselle ajoradalle vain yksi. AB 22 ja SMA 16 muodostaisivat kunnostustarpeille lähes samanlaiset ajankohdat. AB 16 kuluminen olisi jo nopeampaa ja kunnostustoimenpiteitä käyttöiän aikana tarvitsisi tehdä kolmesti.

TAULUKKO 17. Haaransilta–Tupos-tieosuuden kunnossapitoajanjaksot vuosille 2015–2030

Haaransilta – Tupos 4/363/0 – 4/363/5040					
Maksimi kuluminen	Asfalttityyppi	Ajokaistat	Kunnostusajankohta (vuotta)		
			1. kunnostus	2. kunnostus	3. kunnostus
16 mm	SMA 16	11 ja 21	6,8	12,5	
		12 ja 22	33,5		
	SMA 22	11 ja 21	8,8	16,0	
		12 ja 22	40,8		
	AB 16	11 ja 21	5,2	9,7	13,7
		12 ja 22	27,8		
	AB 22	11 ja 21	6,7	12,4	
		12 ja 22	33,8		
15 mm	SMA 16	11 ja 21	6,4		
		12 ja 22	32,1		
	AB 16	11 ja 21	4,4		
		12 ja 22	24,1		

Pelkästään kunnostusajanjaksojen kautta tarkasteltuna voitaisiin tieosuudella Haaransilta–Tupos käyttää ohituskaistoille (ajokaistat 12 ja 22) päällysteenä myös AB 16:ta. Tällä asfalttityypillä ensimmäisen kunnostustarpeen aika olisi lähes 28 vuoden kuluttua.

Tupos–Kempele

Taulukossa 18 tarkastellaan tieosuuden Tupos–Kempele päällysteen kunnostustarpeen ajankohtia. Asfalttityypillä SMA 22 kunnostusjaksoja muodostuisi varsinaiselle ajoradalle kaksi. Käytettäessä päällysteenä AB 22:ta tai SMA 16:ta kunnostustarpeiden ajankohdat olisivat lähes samanlaiset. Päällysteen ollessa AB 16 kunnostuskertoja tarvittaisiin 15 vuoden käyttöiälle neljä.

TAULUKKO 18 Tupos–Kempele-tieosuuden kunnossapitoajanjaksot vuosille 2014–2029

Tupos – Kempele 4/363/5040 – 4/364/2730						
Maksimi kuluminen	Asfalttityyppi	Ajokaistat	Kunnostusajankohta (vuotta)			
			1. kunnostus	2. kunnostus	3. kunnostus	4. kunnostus
16 mm	SMA 16	11 ja 21	6,0	10,8	15,0	
		12 ja 22	28,7			
	SMA 22	11 ja 21	7,7	13,7		
		12 ja 22	34,1			
	AB 16	11 ja 21	4,5	8,0	11,8	14,8
		12 ja 22	23,6			
	AB 22	11 ja 21	5,9	10,7	14,8	
		12 ja 22	28,4			
15 mm	SMA 16	11 ja 21	5,6			
		12 ja 22	27,5			
	AB 16	11 ja 21	3,9			
		12 ja 22	21,0			

Tupos–Kempele-tieosuudella saadaan liikennemäärään nähden paras tienkestävyys käyttämällä päällysteenä SMA 22:ta.

Kempele–Kiviniemi

Tieosuudella Kempele–Kiviniemi keskimääräinen vuorokausiliikenne on niin suuri, että ainoastaan SMA 22:lla selvittää kahdella kunnostuksella (taulukko 19). AB-päällysteillä kuluminen on niin nopeaa, että kunnostustoimenpiteitä tarvitaan lähes joka kolmas vuosi. Asfalttibetonin käyttäminen varsinaisena ajo-kaistan päällysteenä ei ole varteenotettava vaihtoehto.

TAULUKKO 19. Kempele–Kiviniemi tieosuuden kunnossapitoajanjaksot vuosille 2013–2028

Kempele – Kiviniemi 4/364/2730 – 4/364/8820 ajorata 1					
4/364/2730 – 4/364/3975 ajorata 2					
Maksimi kuluminen	Asfaltti-tyyppi	Ajokaistat	Kunnostusajankohta (vuotta)		
			1. kunnostus	2. kunnostus	3. kunnostus
16 mm	SMA 16	11 ja 21	4,6	8,6	12,2
		12 ja 22	20,0		
	SMA 22	11 ja 21	6,0	11,1	15,5
		12 ja 22	25,2		
	AB 16	11 ja 21	3,1	6,0	8,6
		12 ja 22	14,7		
	AB 22	11 ja 21	4,5	8,5	12,1
		12 ja 22	20,1		
15 mm	SMA 16	11 ja 21	4,3		
		12 ja 22	19,1		
	AB 16	11 ja 21	2,9		
		12 ja 22	13,9		

Jokainen ajorataan kohdistuva kunnostustoimenpide aiheuttaa tienkäyttäjää haittaavia liikennejärjestelyitä. Liikennejärjestelyt aiheuttavat suoria taloudellisia kustannuksia tietyömaiden poikkeavilla ajojärjestelyillä.

9.5 Hinnat

Pohjankäsittelyyn ja asfalttilaataan liittyvät hintatiedot perustuvat kevään 3/2011 tarjoushintoihin. Laskelmissa käytetyt hinnat ovat taulukossa 20.

TAULUKKO 20. Hintojen lähtötiedot 3/2011

	Yksikkö- hinta	Yksikkö
SMA	9,90	€/m ²
AB	7,50	€/m ²
Remixer	3,20	€/m ²
Liimaus	0,30	€/m ²

Kunnossapitokustannukset muodostuvat urapaikkauksen kustannuksista. Ajokaistakohtainen tien korjaaminen toteutetaan remix-pintauksella, jossa uutta SMA 22 lisätään 20 kg/m²:lle vanhaan asfalttipäällysteeseen sekoitettuna (Päällysteiden suunnittelu. 1997, 16). Ajokaistakorjaukseen käytetyn materiaalin kustannukset ovat 50 % alkuperäisistä materiaalihinnoista (taulukko 21) (Päällysteiden suunnittelu. 1997, 42).

TAULUKKO 21. Ajokaistakorjauksessa käytettävät hinnat

	Yksikkö- hinta	Yksikkö
SMA	4,95	€/m ²

Ajokaistakorjaus sisältää tienpinnan kuumennuksen, jyrinnän ja uuden päällystemassan töineen. Erillisiä kustannuksia muodostuu lisäksi tiemerkinnoiden uusimisesta, tärinäviivoista ja piennartäytöistä.

10 TULOSTEN TEKNIS-TALOUDELLINEN VERTAILU

Vertailtavana on valtatie neljän tieosuudelle Haaransilta–Kiviniemi kolme erilais-
ta **päällysteratkaisua**. Ehdotus 1 ja ehdotus 3 sisältävät saman asfalttityypin
käyttämistä molemmilla ajoradoilla. Ehdotuksessa 2 varsinaisen ajoradan ja
ohitusajoradan asfalttityyppi on erilainen.

Päällysteiden **hintavertailu** osoittaa, että molempien ajoratojen päällystäminen
asfalttibetonilla olisi alkuinvestoinneiltaan halvin vaihtoehto (taulukko 22). Ver-
tailtaessa hintoja käyttöiän kautta huomataan, miten varsinaisilla ajokaistoilla
SMA 22/125 edut harvempien kunnostusjaksojen kautta tulevat esille. Ohitus-
kaistojen kunnostusajankohdat ylittävät tavoitteellisen käyttöiän.

Taulukossa 22 on eriteltyinä kustannukset alkuinvestoinneille ja lopulliset koko-
naiskustannukset käyttöiän loppuun mennessä. Päällysteenä on käytetty asfalt-
tityyppejä SMA 22/125 ja AB 22/125. Tulokset on tarkemmin eriteltyinä liitteeltä
1.

TAULUKKO 22. Tulokset kiviaineksen maksimiraekoolle 22 mm

Haaransilta -Tuπος			
	Ehdotus 1, SMA 22/125	Ehdotus 2, SMA 22/125 + AB 22/125	Ehdotus 3, AB 22/125
Alkuinvestointi	1 414 000,00 €	1 329 500,00 €	1 239 500,00 €
Käyttöikä 15 vuotta	1 552 000,00 €	1 467 500,00 €	1 487 000,00 €

Tuπος - Kempele			
	Ehdotus 1, SMA 22/125	Ehdotus 2, SMA 22/125 + AB 22/125	Ehdotus 3, AB 22/125
Alkuinvestointi	1 724 000,00 €	1 637 500,00 €	1 496 500,00 €
Käyttöikä 15 vuotta	1 960 000,00 €	1 873 500,00 €	1 855 000,00 €

Kempele - Kiviniemi		
	Ehdotus 1, SMA 22/125	Ehdotus 2, SMA 22/125 + AB 22/125
Alkuinvestointi	1 427 500,00 €	1 361 500,00 €
Käyttöikä 15 vuotta	1 623 500,00 €	1 557 500,00 €

Osaherkkyysanalyysissä laskettiin myös vaihtoehto, jossa päällysteenä on SMA 16/125 ja AB 16/125. Vaihtoehtoissa kunnostusajankohta mitoitettiin 15 mm:n raja-arvolle. Kiviaineksen maksimiraekoon ja kunnostusajankohdan vaikutukset kustannuksiin selviävät taulukosta 23.

TAULUKKO 23. Tulokset kiviaineksen maksimiraekoolle 16 mm

Haaransilta - Tupos			
	Ehdotus 1, SMA 16/125	Ehdotus 2, SMA 16/125 + AB 16/125	Ehdotus 3, AB 16/125
Alkuinvestointi	1 414 000,00 €	1 329 500,00 €	1 239 500,00 €
Käyttöikä 15 vuotta	1 677 500,00 €	1 593 000,00 €	1 505 000,00 €

Tupos - Kempele			
	Ehdotus 1, SMA 16/125	Ehdotus 2, SMA 16/125 + AB 16/125	Ehdotus 3, AB 22/125
Alkuinvestointi	1 724 000,00 €	1 637 500,00 €	1 496 500,00 €
Käyttöikä 15 vuotta	1 977 000,00 €	1 891 000,00 €	1 876 000,00 €

Kempele - Kiviniemi		
	Ehdotus 1, SMA 16/125	Ehdotus 2, SMA 16/125 + AB 16/125
Alkuinvestointi	1 427 500,00 €	1 361 500,00 €
Käyttöikä 15 vuotta	1 716 000,00 €	1 708 000,00 €

Taulukoiden 22 ja 23 tuloksia on vaikea suoraan verrata keskenään, koska laskelmiin otettiin mukaan useampi kuin yksi muuttuja. Pienempirakeisella kiviaineksella kunnostusajankohdat tulevat nopeammin ajankohtaisiksi. Kulumis-

nopeus näkyy korkeampina kustannuksia 15 vuoden käyttöön aikana. Tulokset on tarkemmin eriteltyinä liitteellä 2.

11 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli laskea kustannuksiltaan edullisin ja kulusominaisuuksiltaan kestävin päällystevaihtoehto valtatie neljän tieosuudelle Haaransilta–Kiviniemi. Rakentaminen on suunniteltu toteutuvan vuosien 2013–2015 aikana.

Laskelmien tulokset riippuvat monesta osatekijästä. Tuloksissa ei ole otettu huomioon useammista kunnostuksista aiheutuvia tienkäyttäjien kohdistuvia ajokustannuksia. Liikennemäärien ja päällysteen kulumisen arvioiminen vaikuttaa suoraan laskentatarkkuuteen muutaman (± 5) prosenttiyksikön. Kestoikäennusteisiin vaikuttaa asfalttimassan laadullinen vaihtelevuus.

Huonokuntoinen tie ja useammat korjaukset lisäävät ajokustannuksia. Suuriosa ajokustannuksista kohdistuu suoraan tienkäyttäjien. Ajokustannuksia aiheuttavat muun muassa matkanopeuksien alentuminen, polttoaineenkulutuksen lisääntyminen, lisääntyneet matkustusajat, onnettomuusriskin lisääntyminen, meluhaitan lisääntyminen ja lisääntyneet pakokaasupäästöt.

Tulevaisuudessa korjaustöiden kustannuksiin vaikuttaa asfalttipäällysteen kalteimman raaka-aineen - bitumin - hinnannousut. Bitumissa käytettävän raakaöljyn markkinahintaa on vaikea ennustaa 15 vuoden ajalle. Tienylläpitoon käytettävien varojen pienentyessä voidaan korjaustoimenpiteitä tehdä edelleen tarvittaessa. Ajouratojen kulumisen ei ole tasaista. Kunnostustoimenpiteitä tehdään ajuratojen osuuksille, joissa URA-arvo ylittää 16 mm. Kohdennetuilla kunnostustoimilla saadaan kunnostuskustannukset jaettua useammalle vuodelle.

Tulokset on laskettu 50 mm:n päällystelaatalle. Tavoitteellinen päällystepaksuus perustuu vuonna 2009 tehtyyn selvitystyöhön tieosuuden Haaransilta–Kiviniemi rakenteen tilasta. Päällystevahvuus ei tällä rakentamisella edelleenkään täytä tiehallinnon tierakenteen suunnitteluohjeen ohjearvoja. Tieosuus Kempele–Kiviniemi jää ohjearvon mukaisesta päällystevahvuudesta 40 mm. Liikennemäärien kasvaessa myös Tupos–Kempele tieosuuden päällystekerros on kuormitusluokkaan nähden puutteellinen. Kuntomittauksia suositellaan edelleen tehtävän vuosittain, jotta päällysteen ja rakenteen poikkeamat tulevat ajoissa esille.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli etsiä ja laskea kestävin ja edullisin vaihtoehto valtatie neljän päällystämislle välille Haaransilta–Kiviniemi vuosina 2013–2015. Tulosten perusteella suositellaan tieosuudelle Haaransilta–Kempele varsinaisten ajokaistojen päällysteeksi SMA 22/125:ta ja ohituskaistoille AB 22/125:ta ja tieosuudelle Kempele–Kiviniemi kaikille ajokaistoille SMA 22/125:ta. Ramppeihin ja kiertoliittymään päällysteeksi esitetään SMA 22/125:n ja pientareihin AB 22/125:n tai AB 16/125:n käyttämistä.

Tavoitteista poiketen tieosuudelle Kempele–Kiviniemi suositellaan kulutusominaisuuksilta kestävämmän SMA 22/125:n käyttöä. Tieosuuden liikennemäärän kehityksen odotetaan edelleen kasvavan ja ohituskaistaan kohdistuvien liikennekuormitusten lisääntyvän. Koska päällystepaksuutta ei tässä vaiheessa ole mahdollista lisätä, voidaan ohituskaistan kestävyyttä parantaa käyttämällä kulutusominaisuuksiltaan parempaa asfalttityyppiä ja suurirakeisempaa kiviainesta.

Mietittäväksi jää, voisiko kustannuksia pienentää käyttämällä ohituskaistojen, pientareiden tai molempien asfalttimassassa lujusluokalta edullisempaa, toisen luokan kiviainesta. Asfalttipäällystetyillä pientareilla myös kolmannen luokan kiviaineksen käytön mahdollisuutta voisi miettiä. Kivilujusluokkaa laskemalla säästetään kustannuksien lisäksi luonnonraaka-aineita.

LÄHTEET

Asfalttialan koulutusohjelma. 2006. Opetusmateriaali. Saatavissa: http://www.infrary.fi/files/2520_ASKOpieni.pdf. Hakupäivä 28.11.2011.

Asfalttipäällysteiden tutkimusohjelma ASTO 1987-1992 loppuraportti. 1993. Espoo: Valtion teknillinen tutkimuskeskus tie-, geo- ja liikennetekniikan laboratorio.

Belt, Jouko – Kolisoja, Jouko – Alatyttö, Ville – Valtonen, Jarkko 2006. Tierakenteen rappeutuminen ja kunnon ennustaminen. Oulu: Oulun yliopisto, Rakentamisteknologian tutkimusryhmä.

Belt, Jouko – Lämsä, Veli Pekka 2005. Kunnostusmenetelmän valinnan problematiikka. Vähäliikenteisten teiden taloudellinen ylläpito – tutkimusohjelma. Sisäisiä julkaisuja 38/2005. Helsinki: Tiehallinto.

Belt, Jouko – Lämsä, Veli Pekka – Savolainen, Mika – Ehrola, Esko 2002. Tierakenteen vaurioituminen ja tiestön kunto. Tiehallinnon selvityksiä 15/2002. Helsinki: Tiehallinto.

Eerola, Mikko – Marjeta, Jari – Paananen, Jorma – Puttonen, Tapio – Reihe, Mats – Rintamaa, Kalevi – Toikkanen, Kalevi 1997. Päällysteiden suunnittelu. Helsinki: Tielaitos.

Hekkanen, Martti 2010. Rakentamistalouden perusteet T540105. Opetusmateriaali. Oulun seudun ammattikorkeakoulu.

Holma, Kari 2011 a. Ylläpitovastaava. Pohjois-Pohjanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. Keskustelut.

Holma, Kari 2011 b. Ylläpitovastaava. Pohjois-Pohjanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. 2011 kohteet_13121.xls. Sähköpostiviesti. Vastaanottaja: Anna Nyyssönen. 22.8.2011.

Hurme, Kaisu 2008. Keskikaiteellisen ohituskaistan rakentaminen – Alaskylän ja Riititalan ohituskaistat. Tampere: Tampereen ammattikorkeakoulu, rakennustekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö.

Investointikohteiden sisällyttäminen palvelusopimukseen. 2009. CASE HAKI - URAKKA ja PÄÄLPA I 15.10.2009. Tiehallinnon powerpoint esitys.

Juko- elinkaariohjelman käyttöohje. 2011. Saatavissa: <http://www.julkisivuyhdistys.fi/julkkari/images/stories/File/jukot/JUKO-elinkaariohjelm.pdf>. Hakupäivä 31.10.2011.

Kanerva-Lehto, Heli 2009. Teräsverkkojen käyttö tierakenteissa. Tiehallinnon selvityksiä 20/2009. Helsinki: Tiehallinto.

Kapeiden keskikaideteiden kaidevaurio seuranta. 2006. Saatavissa: http://alk.tiehallinto.fi/julkaisut/pdf/4000543-vkapeid_keskikaideteid.pdf. Hakupäivä 2.9.2011.

Kartta-aineisto. 2011. ESRI ArcMap 9.3.1. Pohjois-Pohjanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus.

Ketonen, Tapio 2011. Tien pinta ja kulutus. Saatavissa: <http://www.tuulilasi.fi/kysymys/tien-pinta-ja-kulutus>. Hakupäivä 28.11.2011.

Kriittinen infrastruktuuri –käsite. 2011. Huoltovarmuuskeskus Saatavissa: <http://www.huoltovarmuus.fi/tietoa-huoltovarmuudesta/kriittinen-infrastruktuuri-kasite/>. Hakupäivä 11.12.2011.

Lampinen, Anssi 1993. Kestopäällysteiden urautuminen. Espoo: Valtion teknillinen tutkimuslaitos VTT. Väitöskirja.

Lehtonen, Kari 2004. Teiden suunnittelu IV Tien rakenne. Saatavissa: <http://alk.tiehallinto.fi/tiejageo/pdf/klehtonenraksu.pdf>. Hakupäivä 31.8.2011.

Lehtonen, Kari 2010. Hankekohtaiset laatuvaatimukset: Päätien rakentaminen ST, Päätien leventäminen KU, Muu investointi soveltuvin osin. Saatavissa:

<http://alk.tiehallinto.fi/tiejageo/hankekohtlaatuvaat10-1.pdf>. Hakupäivä
26.11.2011.

Liikenneväylien hankearvioinnin yleisohje. Liikenneviraston ohjeita 14/2011.
2011. Helsinki: Liikennevirasto.

Mustikkamaa, Piia 2011 a. Projektipäällikkö, Suomen Tiestötieto Oy. RE: Liikennemäärä lähdeaineistosta, Haaransilta – Kiviniemi. Sähköpostiviesti. Vastaanottaja: Anna Nyysönen. 26.9.2011.

Mustikkamaa, Piia 2011 b. Projektipäällikkö, Suomen Tiestötieto Oy. RE: OPINNÄYTETYÖ,VT 4 PÄÄLLYSTÄMINEN,VÄLILLÄ HAARANSILTA - KIVINIEMI, 2013 - 2015. Sähköpostiviesti. Vastaanottaja: Anna Nyysönen. 23.8.2011.

Perälä, Esa 2011. Laboratorioinsinööri, Oulun seudun ammattikorkeakoulu. Valokuvat.

Pohjois-Pohjanmaan ympäristöhistoria. 2010. Saatavissa:
<http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=25466&lan=FI#a3>. Hakupäivä
20.1.2012.

Pudas, Kari 2003. Liminka-Oulu hankkeen toteuttajan Työyhtymä HAKI. Tie ja liikenne vol. 73, nro 9. S. 23-24.

Pulkkinen, Pekka 2010. Sillanrakennuksen perusteet T515703. Opetusmateriaali. Oulun seudun ammattikorkeakoulu.

Päällysteen pituussuuntaisen tasaisuuden mittaus (IRI ja IRI4), Roadmaster. 2002. Saatavissa: http://www.pank.fi/files/273_PANK5206.pdf. Hakupäivä
31.8.2011.

Päällysteiden suunnittelu. 1997. Saatavissa:
http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf2/paallysteiden_suunnittelu.pdf. Hakupäivä
16.8.2011.

Päällystystoimenpide. 2011. Tierekisteritiedot. Pohjois-Pohjanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus.

Sillanrakentamisen yleiset laatuvaatimukset. Kannen pintarakenteet – SYL 6. Tuotantotoiminnan ohjaus. 2001. Saatavissa: <http://alk.tiehallinto.fi/sillat/julkaisut/syl/syl62001.pdf>. Hakupäivä 27.9.2011.

Sillansuunnittelun lähtötiedot. Suunnitteluvaiheen ohjaus. 2005. Saatavissa: <http://alk.tiehallinto.fi/sillat/julkaisut/sillansuunnittelunlahtotiedot2005.pdf> . Hakupäivä 19.9.2011.

Siltojen korjaus. Saumarakenteet. Liikunta- ja kutistumasaumat. 1993. Saatavissa: <http://alk.tiehallinto.fi/sillat/silko/kansio1/s1701a.pdf>. Hakupäivä 18.10.2011.

Sivutuotteiden käyttö tierakenteissa. Suunnitteluvaiheen ohjaus. 2007. Saatavissa: <http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/2100041-v-07-sivutuoteohje.pdf>. Hakupäivä 13.9.2011.

Suunnitelmapiiirustukset. 2011. Pohjois-Pohjanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus.

Tekniikan kaavasto. 2005. Tampere: Tammertekniikka Oy.

Tieomaisuuden kunnon yhtenäinen palvelutasoluokitus. Tiehallinnon selvityksiä 32/2004. 2004. Saatavissa: <http://alk.tiehallinto.fi/julkaisut/pdf/3200882-vtieomaisptluok.pdf>. Hakupäivä 20.10.2011.

Tierakenteen suunnittelu. 2004. Saatavissa: <http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/2100029-v-04tierakenteensuunn.pdf>. Hakupäivä 15.8.2011.

Tietoa päällystystyömenetelmistä. 2011. Saatavissa: <http://www.elykes->

kus.fi/fi/ELYkeskukset/pohjoissavonely/Teidenkunnossapito/Documents/Tietoa_%20paallystystyomenetelmista_uusi.pdf. Hakupäivä 17.11.2011.

Tietoa tiensuunnitteluun nro 61B. 2006. Saatavissa: <http://alk.tiehallinto.fi/thohje/ttiens/tts61b.pdf>. Hakupäivä 13.9.2011.

Turunen, Rauno 2010. Päälyste- ja kunnossapitotekniikka T533903. Opetusmateriaali. Oulun seudun ammattikorkeakoulu.

Valtatien 4 historia. 2011. Saatavissa: http://fi.wikipedia.org/wiki/Valtatien_4_historia. Hakupäivä 15.8.2011.

Valtatien 4 yhteysvälin Jyväskylä-Oulu-Kemi merkittävä kehittäminen. 2011. Saatavissa: http://www.nelostie-e75.fi/files/179-Valtatien_4_yhteyssvalin_Jyvaskyla-Oulu-Kemi_merkittava_kehittaminen_11_4_2011.pdf. Hakupäivä 15.8.2011.

Vt4 Oulu – Kemi yhteysvälin kehittäminen. 2009. Saatavissa: http://www.infotripla.fi/oulunliikenne/julkaisut/Päätiet/Vt_4_Oulu-Kemi_yhteyssvalin_kehittaminen_li-Simon_Maksniemi_toimenpideselvitys.pdf. Hakupäivä 20.1.2012.

Äijö, Juha 2011. M.Sc., Ramboll Finland Oy. RE: VS: Uratiedot, VT 4, HAARANSILTA – KIVINIEMI. Sähköpostiviesti. Vastaanottaja: Anna Nyssönen. 5.9.2011.

Haaransilta -Tupos 4/363/0 – 4/363/5040							
Ehdotus 1, SMA 22							
vuosi	investointimenot ajokaistat 11 ja 21 €	ajokaistat 12 ja 22 €	pientareet €	kiertoliittymä €	yhteensä €	diskonttaus tekijä 4%	nykyarvo €
0	503 893,60	472 752,00	413 776,00	23 584,00	1 414 005,60	1	1 414 005,60
8,8	186 139,80			8 712,00	194 851,80	0,708	137 955,07
NPV							1 551 960,67
Ehdotus 2, SMA 22 + AB 22							
vuosi	investointimenot ajokaistat 11 ja 21 €	ajokaistat 12 ja 22 €	pientareet €	kiertoliittymä €	yhteensä €	diskonttaus tekijä 4%	nykyarvo €
0	503 893,60	388 080,00	413 776,00	23 584,00	1 329 333,60	1	1 329 333,60
8,8	186 139,80			8 712,00	194 851,80	0,708	137 955,07
NPV							1 467 288,67
Ehdotus 3, AB 22							
vuosi	investointimenot ajokaistat 11 ja 21 €	ajokaistat 12 ja 22 €	pientareet €	kiertoliittymä (sma) €	yhteensä €	diskonttaus tekijä 4%	nykyarvo €
0	413 644,00	388 080,00	413 776,00	23 584,00	1 239 084,00	1	1 239 084,00
6,7	174 636,00				174 636,00	0,769	134 295,08
8,8				8 712,00	8 712,00	0,708	6 168,10
12,4	174 636,00				174 636,00	0,614	107 226,50
NPV							1 486 773,68

Tupos-Kempele 4/363/5040 – 4/364/2730							
Ehdotus 1, SMA 22							
vuosi	investointimenot ajokaistat 11 ja 21 €	ajokaistat 12 ja 22 €	rampit €	pientareet €	yhteensä €	diskonttaus tekijä 4%	nykyarvo €
0	482 855,60	482 855,60	304 113,00	454 071,75	1 723 895,95	1	1 723 895,95
7,7	178 368,30				178 368,30	0,739	131 814,17
13,7	178 368,30				178 368,30	0,584	104 167,09
NPV							1 959 877,21
Ehdotus 2, SMA 22 + AB 22							
vuosi	investointimenot ajokaistat 11 ja 21 €	ajokaistat 12 ja 22 €	rampit €	pientareet €	yhteensä €	diskonttaus tekijä 4%	nykyarvo €
0	482 855,60	396 374,00	304 113,00	454 071,75	1 637 414,35	1	1 637 414,35
7,7	178 368,30				178 368,30	0,739	131 814,17
13,7	178 368,30				178 368,30	0,584	104 167,09
NPV							1 873 395,61
Ehdotus 3, AB 22							
vuosi	investointimenot ajokaistat 11 ja 21 €	ajokaistat 12 ja 22 €	rampit €	pientareet €	yhteensä €	diskonttaus tekijä 4%	nykyarvo €
0	396 374,00	396 374,00	249 645,00	454 071,75	1 496 464,75	1	1 496 464,75
5,88	178 368,30				178 368,30	0,794	141 624,43
10,7	178 368,30				178 368,30	0,657	117 187,97
14,8	178 368,30				178 368,30	0,559	99 707,88
NPV							1 854 985,03

Kempele - Kiviniemi 4/364/2730 – 4/364/8820 ajorata 1							
4/364/2730 – 4/364/3975 ajorata 2							
Ehdotus 1, SMA 22							
vuosi	investointimenot ajokaistat 11 ja 21 €	ajokaistat 12 ja 22 €	rampit €	pientareet €	yhteensä €	diskonttaus tekijä 4%	nykyarvo €
0	368 583,75	368 583,75	315 677,20	374 550,00	1 427 394,70	1	1 427 394,70
5,96	136 155,90				136 155,90	0,792	107 835,47
11,05	136 155,90				136 155,90	0,648	88 229,02
NPV							1 623 459,20
Ehdotus 2, SMA 22 + AB 22							
vuosi	investointimenot ajokaistat 11 ja 21 €	ajokaistat 12 ja 22 €	rampit €	pientareet €	yhteensä €	diskonttaus tekijä 4%	nykyarvo €
0	368 583,75	302 568,75	315 677,20	374 550,00	1 361 379,70	1	1 361 379,70
5,96	136 155,90				136 155,90	0,792	107 835,47
11,05	136 155,90				136 155,90	0,648	88 229,02
NPV							1 557 444,20

Haaransilta -Tupos 4/363/0 – 4/363/5040							
Ehdotus 1, SMA 16							
vuosi	investointimenot ajokaistat €	ajokaistat €	pientareet €	kiertoliittymä €	yhteensä €	diskonttaus tekijä 4 %	nykyarvo €
0	503 893,60	472 752,00	413 776,00	23 584,00	1 414 005,60	1	1 414 005,60
6,8	186 139,80			8 712,00	194 851,80	0,766	149 256,48
13,6	186 139,80			8 712,00	194 851,80	0,586	114 183,15
NPV							1 677 445,23
Ehdotus 2 SMA 16+AB16							
vuosi	investointimenot ajokaistat €	ajokaistat €	pientareet €	kiertoliittymä €	yhteensä €	diskonttaus tekijä 4 %	nykyarvo €
0	503 893,60	388 080,00	413 776,00	23 584,00	1 329 333,60	1	1 329 333,60
6,8	186 139,80			8 712,00	194 851,80	0,766	149 256,48
13,6	186 139,80			8 712,00	194 851,80	0,586	114 183,15
NPV							1 592 773,23
Ehdotus 3, AB 16							
vuosi	investointimenot ajokaistat €	ajokaistat €	pientareet €	kiertoliittymä €	yhteensä €	diskonttaus tekijä 4 %	nykyarvo €
0	413 644,00	388 080,00	413 776,00	23 584,00	1 239 084,00	1	1 239 084,00
5,2	174 636,00				174 636,00	0,816	142 502,98
6,8				8 712,00	8 712,00	0,766	6 673,39
10,4	174 636,00				174 636,00	0,665	116 132,94
NPV							1 504 393,31

Tupos - Kempele 4/363/5040 – 4/364/2730**Ehdotus 1, SMA 16**

vuosi	investointimenot ajokaistat €	ajokaistat €	rampit €	pientareet €	yhteensä €	diskonttaus tekijä 4 %	nykyarvo €
0	482 855,60	482 855,60	304 113,00	454 071,75	1 723 895,95	1	1 723 895,95
5,95	178 368,30				178 368,30	0,792	141 267,69
11,9	178 368,30				178 368,30	0,627	111 836,92
NPV							1 977 000,57

Ehdotus 2 SMA 16+AB16

vuosi	investointimenot ajokaistat €	ajokaistat €	rampit €	pientareet €	yhteensä €	diskonttaus tekijä 4 %	nykyarvo €
0	482 855,60	396 374,00	304 113,00	454 071,75	1 637 414,35	1	1 637 414,35
5,95	178 368,30				178 368,30	0,792	141 267,69
11,9	178 368,30				178 368,30	0,627	111 836,92
NPV							1 890 518,97

Ehdotus 3, AB 16

vuosi	investointimenot ajokaistat €	ajokaistat €	rampit €	pientareet €	yhteensä €	diskonttaus tekijä 4 %	nykyarvo €
0	396 374,00	396 374,00	249 645,00	454 071,75	1 496 464,75	1	1 496 464,75
4,52	178 368,30				178 368,30	0,838	149 472,64
9,04	178 368,30				178 368,30	0,701	125 036,18
13,6	178 368,30				178 368,30	0,588	104 880,56
NPV							1 875 854,12

Kempele - Kiviniemi		4/364/2730 – 4/364/8820 ajorata 1						
		4/364/2730 – 4/364/3975 ajorata 2						
Ehdotus 1, SMA 16								
vuosi	investointimenot ajokaistat €	ajokaistat €	rampit €	pientareet €	yhteensä €	diskonttaus tekijä 4 %	nykyarvo €	
0	368 583,75	368 583,75	315 677,20	374 550,00	1 427 394,70	1	1 427 394,70	
4,56	136 155,90				136 155,90	0,836	113 826,33	
9,12	136 155,90				136 155,90	0,699	95 172,97	
13,7	136 155,90				136 155,90	0,585	79 651,20	
NPV							1 716 045,21	
Ehdotus 2 SMA 16+AB16								
vuosi	investointimenot ajokaistat €	ajokaistat €	rampit €	pientareet €	yhteensä €	diskonttaus tekijä 4 %	nykyarvo €	
0	368 583,75	302 568,75	315 677,20	374 550,00	1 361 379,70	1	1 361 379,70	
4,56	136 155,90				136 155,90	0,836	113 826,33	
9,12	136 155,90				136 155,90	0,699	95 172,97	
13,7	136 155,90				136 155,90	0,585	79 651,20	
14,7		103 148,40			103 148,40	0,562	57 969,40	
NPV							1 707 999,61	