

**Halme, Kari: S12 Pääteiden parantamisratkaisut: Telematiikan sovellukset uusilla tietyyypeillä.** Helsinki 2001. Tiehallinto, tie- ja liikennetekniikka. Tiehallinnon selvityksiä 38/2001. 107 s. + liitt 3 s. ISSN 1457-9871, ISBN 951-726-785-1, TIEH 3200684.

**Aiheluokka** 20

**Asiasanat** liikenteen hallinta, poikkileikkaus, telematiikka, tiettyypit

## TIIVISTELMÄ

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää tieliikenteen telematiikan käyttömahdollisuuksia liikenteen hallinnan ja liikennetiedotuksen apuvälineenä pääteiden uusien poikkileikkausratkaisujen yhteydessä. Tavoitteena oli lisäksi laatia suosituksia hanketarkasteluja varten telematiikan käytöstä erilaisissa tietyyppien mahdollisissa ongelmatilanteissa. Työssä tarkasteltiin yksiajorataisina tietyyppinä perinteinen kaksikaistainen tie, ohituskaistatie, keskikaiteellinen ohituskaistatie ja leveäkaistainen tie. Kaksiajorataisena tietyyppinä tarkasteltiin kapea nelikaistainen tie keskikaiteella varustettuna.

Tutkimuksessa selvitettiin tarkasteltavien tietyyppien ongelmatilanteita kirjallisuusselvityksenä. Lisäksi selvitettiin telematiikan nykyistä käyttöä Suomessa ja Pohjoismaissa sekä osin myös muualla Euroopassa. Ulkomaisista telematiikkaratkaisuista hankittiin kirjallisuustietoa Ruotsin, Norjan ja Tanskan tielaitoksilta. Kirjallisuusselvityksen sekä asiantuntija-arvioiden perusteella määriteltiin tietyyppien ongelmatilanteet ja ongelmien ratkaisuna selvitettävät telematiikan keinot.

Kullekin tietyyppille laadittiin suositukset telematiikan käytöstä ongelmakohtaisesti. Jokaiselle tietyyppin ongelmalle on esitetty taulukossa sekä ensisijaisesti, että toissijaisesti tarkasteltavaksi suositeltavat telematiikan keinot.

Selvityksen perusteella liikenteen hallinnan käytetyimmät telematiikan keinot eri tietyyypeillä ovat muuttuvat nopeusrajoitukset ja erilaiset muuttuvat varoitusmerkit, jotka pohjautuvat ajantasaiseen liikennetilanteen ja kelin seurantaan. Telematiikkaa voidaan käyttää laajasti erilaisissa ongelmakohteissa. Telematiikan käyttö on useasti poikkileikkaustyyppistä riippumatonta. Ongelmatilanteet toistuvat lähes samanlaisina eri poikkileikkaustyyypeillä. Kuitenkin telematiikan keinojen toteuttamistapa ja erityisesti vaikutukset poikkeavat toisistaan. Tarkastelluista tietyyypeistä voidaan telematiikkaa hyödyntää mahdollisesti eniten ohituskaistateilla. Keskikaiteellisen ohituskaistatien häiriötilanteiden hallintaan telematiikka sopii hyvin. Tien kapasiteetin täytyessä tapahtuvat ongelmatilanteet kuten nopeustason romahtaminen on mahdollisesti vältettävissä kaistaohjauksella tai liikenteen nopeustason sovittamisella ideaaliseksi. Kaksiajorataisilla teillä sovellettavia telematiikan keinoja on vähemmän kuin yksiajorataisilla, mutta teiden suurempien liikennemäärien vuoksi niiden vaikutukset ml. hyödyt ovat suurempia.

Liikennetiedotuksen tulee olla ajantasaista ja luotettavaa sekä helposti käytettävää. Sen tulee perustua keli- ja liikennetilanteen seurantaan. Tiedottaminen suoraan ajoneuvolaitteisiin esim. Traffic Message Channel- laitteiden avulla on yleisesti kannatettavaa, mutta on riippuvainen em. laitteiden kehitymisestä ja yleistymisestä.

Hanketarkasteluissa tulisi pyrkiä ratkaisemaan tieosan ongelmat mahdollisimman laajasti. Tämän selvityksen lopputuotteena olevat taulukot ohjaavat hanketarkastelujen yhteydessä tehtäviä tarkempia tarkasteluja. Samoilla seurantalaitteilla tai tiedonsiirrolla voidaan ohjata monia eri telematiikan keinoja. Vasta tarkemmissa hanketarkasteluissa selviää telematiikan keinojen todellinen käytettävyys ja hyödynnettävyys.

**Halme, Kari: S12 Improvement solutions for main roads, Telematic applications on new road types.** Helsinki 2001. Finnish Road Administration. Finnra Reports 38/2001. 107 p. + apps. 3 p. ISSN 1457-9871, ISBN 951-726-785-1, TIEH 3200684.

**Keywords:** traffic management, cross section, telematics, road types

## **ABSTRACT**

The purpose of this thesis was to study possibilities to use road transport telematics in traffic management and traffic information on the new road types of main roads. Moreover, the purpose was to draw up recommendations for studies concerning the use of transport telematics to solve possible traffic problems on new road types. In the study, the road types were considered as undivided roads like ordinary two-lane road, split three-lane road, split three-lane road with median barrier and the wide-lane road. The narrow four-lane road with median barrier was considered as divided road.

In the thesis traffic problems on different road types were found out with literary research. In the same way a look of the state-of-the-art of road transport telematics in Finland and in the Nordic countries as well as in some other parts of Europe was studied. The literature concerning the use of road transport telematics in foreign countries was obtained from the road administrations of Sweden, Norway and Denmark. On the basis of the literary research and estimations done by a group of experts the traffic problems of the road types as well as the possible solutions for these problems were defined.

Recommendations concerning the use of transport telematics for different problems were drawn up for each road type. The primary and the secondary recommended telematic applications for the problems of each road type are presented in tables.

According to the study the most common telematic applications in traffic management are variable speed limits and warning signs. The use of these signs is based on real-time monitoring of the traffic and road weather. These solutions can be used for many different traffic problems. Further, the use of transport telematics is often independent of the road types because the problems look to be rather similar on different cross sections. However, the ways of utilisation of transport telematics and especially their effects differ from each other. Telematic applications are the most useful on split three-lane roads. The traffic problems arise when the road capacity is exceeded and the speed level is collapsed. This could be avoided by lane controlling or by adjusting the speed level. For divided roads there were found fewer suitable telematic applications than for undivided roads. However, because of the heavier traffic flow on divided roads the applications have greater effects than the same applications used on undivided roads.

Traffic information should be real-time and reliable as well as easily applicable. It should be based on real-time traffic and road weather monitoring. On-trip information to in-car receivers is recommended but it is dependent on the development of these devices and the timetable of receivers' common usage.

In a further studies the problems of the road sections should be solved as extensively as possible. For example different telematic applications can be utilised by the same monitoring devices and data transfer. Not until those extensive studies can the true usefulness of road transport telematic applications on each road section be found. The tables presented in this study can guide the more comprehensive investigations.

The project has been granted European Community financial support in the field of Trans-European Networks – Transport.

## ALKUSANAT

Tiehallinnon strategisen projektin S12 Pääteiden parantamisratkaisut tavoitteena on kehittää tavallisen kaksikaistaisen tien ja moottoritien välille sijoitettavia uusia tie- ja liikennetiedotusratkaisuja ja suunnitteluperiaatteita, joilla voidaan parantaa liikenneturvallisuutta ja sujuvuutta.

Tässä työssä selvitetään telematiikan käyttömahdollisuuksia liikenteen hallinnan ja liikennetiedotuksen apuvälineenä pääteillä uusien poikkileikkausratkaisujen yhteydessä. Tavoitteena on selvittää millaisia telematiikan keinoja voidaan erilaisten tietyyppien mahdollisissa ongelmatilanteissa käyttää. Tavoitteena on lisäksi laatia suosituksia telematiikan käytöstä sekä löytää keinoja, joilla voidaan siirtää tai kokonaan välttyä raskaammalta tien parantamiselta.

Selvitys on tehty Kaakkois-Suomen tiepiirissä Tienpidon suunnittelu-yksikössä, jossa työstä on vastannut insinööri Kari Halme osana diplomityötään.

Työtä on ohjannut tukiryhmä, johon ovat kuuluneet Tiehallinnon tie- ja liikennetekniikka-yksiköstä apulaisjohtaja Pauli Velhonoja ja dipl. ins. Päivi Pesu, Tiehallinnon liikenteen palvelut -yksiköstä dipl. ins. Mikko Karhunen ja dipl. ins. Sami Luoma, Kaakkois-Suomen tiepiirin liikenteen palvelut -yksiköstä dipl. ins. Petteri Portaankorva, Hämeen tiepiirin liikenteen palvelut -yksiköstä dipl. ins. Mirja Noukka ja Tampereen teknillisestä korkeakoulusta professori Harri Kallberg.

Hanke on saanut Euroopan unionin liikenteen perusrakenteen kehittämiseen tarkoitettua TEN-T (Trans-European Networks - Transport) -rahoitusta.

Helsingissä, kesäkuussa 2001

Tiehallinto  
Tie- ja liikennetekniikka

Kaakkois-Suomen tiepiiri

## SISÄLTÖ

<b>1</b>	<b>JOHDANTO</b>	<b>9</b>
1.1	Taustaa	9
1.2	Tutkimuksen tavoitteet	10
1.3	Tutkimuksen rajaus	10
<b>2</b>	<b>LIIKENTEEN HALLINTA</b>	<b>11</b>
2.1	Liikenteen hallinta yleisesti	11
2.2	Telematiikka liikenteen hallinnassa	11
2.3	Monitorointi eli liikenteen ja kelin seuranta	12
2.4	Liikenteen ohjauksen telematiikan keinot	13
2.5	Liikenteen tiedotus	13
<b>3</b>	<b>POHJOISMAISSA TOTEUTETTUJA TELEMATIIKAN SOVELLUKSIA</b>	<b>15</b>
3.1	Kirjallisuuden hankinta	15
3.2	Ruotsi	15
3.3	Norja	17
3.4	Tanska	18
<b>4</b>	<b>TELEMATIIKKARATKAISUJEN ARVIOIMINEN</b>	<b>20</b>
4.1	Telematiikkahankkeiden arviointi Suomessa	20
4.1.1	Tetra 5	20
4.1.2	Muuttuvien nopeusrajoitusten vaikutusten arviointi	23
4.1.3	Simulointi ja mallinnus vaikutusten tulkinnessa	24
4.2	Tässä selvityksessä käytettävät arviointiperusteet	25
4.3	Kustannukset	26
4.4	Epävarmuustekijöitä	27
<b>5</b>	<b>TARKASTELTAVAT TIETYYPI</b>	<b>28</b>
5.1	Kaksikaistaiset tiet	28
5.1.1	Tien ominaisuuksia	28
5.1.2	Liikennevirran ominaisuuksia	29
5.1.3	Mahdollisia ongelmatilanteita	30
5.2	Leveäkaistaiset tiet	31
5.2.1	Tien ominaisuuksia	31
5.2.2	Liikennevirran ominaisuuksia	32
5.2.3	Mahdollisia ongelmatilanteita	32
5.3	Ohituskaistatiet	33
5.3.1	Tien ominaisuuksia	33
5.3.2	Liikennevirran ominaisuuksia	34
5.3.3	Mahdollisia ongelmatilanteita	34
5.4	Keskikaiteellinen ohituskaistatie	35
5.4.1	Tien ominaisuuksia	35
5.4.2	Liikennevirran ominaisuuksia	35
5.4.3	Mahdollisia ongelmatilanteita	36
5.5	Kapea nelikaistainen tie	36

---

5.5.1	Tien ominaisuuksia	36
5.5.2	Liikennevirran ominaisuuksia	37
5.5.3	Mahdollisia ongelmatilanteita	37
<b>6</b>	<b><u>TIETYYPPIEN ONGELMATILANTEET JA TUTKITTAVAT TELEMATIIKAN RATKAISUT</u></b>	<b>38</b>
6.1	Tutkittavat ongelmatilanteet	38
6.2	Tutkittavat telematiikan ratkaisut	38
<b>7</b>	<b><u>KAKSIAJORATAINEN TIE – VT 6 LAPPEENRANTA - IMATRA</u></b>	<b>40</b>
7.1	Yleistä	40
7.2	Nykyisen tien ongelmakohdat	41
7.2.1	Hirvieläinten tien ylityspaikat	42
7.2.2	Muuttuvat nopeusrajoitukset välillä Muukko– Vesivalo	43
7.2.3	Reitinopastus välillä Muukko – Joutseno	44
7.2.4	Liittyminen valtatielle Muukon tasoliitymässä	45
7.3	Uuden tietyyppin mahdolliset ongelmatilanteet	46
7.3.1	Kelin aiheuttamat ongelmat yksittäisessä tien kohdassa	47
7.3.3	Kelin aiheuttamat ongelmat tieosalla	49
7.3.4	Tien talvikunnossapidon viipyminen	52
7.3.5	Ajoneuvojen etäisyydet	53
7.3.6	Hitaat ajoneuvot	54
7.3.7	Tien varteen pysäköidyt ajoneuvot	55
<b>8</b>	<b><u>CASE KAKSIKAISTAINEN TIE - VT 4 HAURUKYLÄ - HAARANSILTA</u></b>	<b>56</b>
8.1	Yleistä	56
8.2	Tietyyppin ongelmatilanteet	57
8.2.1	Tietyyppin muutoskohdat	58
8.2.2	Liittymien ongelmatilanteet	58
8.2.3	Kelin aiheuttamat ongelmat yksittäisessä tien kohdassa	60
8.2.4	Kelin aiheuttamat ongelmat tieosalla	61
8.2.5	Talvikunnossapidon viipyminen	63
8.2.6	Hirvieläinten tien ylityspaikat	65
8.2.7	Ajoneuvojen etäisyydet	66
8.2.8	Kevyt liikenne	67
8.2.9	Hitaat ajoneuvot	67
8.2.10	Ohitusmahdollisuuksien puute	68
<b>9</b>	<b><u>KESKIKAITTEELLINEN OHITUSKAISTATIE - VT 9 KORPILAHTI - MUURAME</u></b>	<b>72</b>
9.1	Yleistä	72
9.2	Tietyyppin ongelmatilanteet	73
9.2.1	Tietyyppin muutoskohdat	73
9.2.2	Liittymissä liittyminen päävirtaan ja kääntyvän liikenteen aiheuttamat ongelmat	76
9.2.3	Kelin aiheuttamat ongelmat yksittäisessä tien kohdassa	76
9.2.4	Kelin aiheuttamat ongelmat tieosalla	76

9.2.5	Talvikunnossapidon viipyminen	78
9.2.6	Hirvieläinten tien ylityspaikat	80
9.2.7	Ajoneuvojen etäisyydet	80
9.2.8	Kevyt liikenne	81
9.2.9	Hitaat ajoneuvot	81
9.2.10	Nopeuden nousu	82
9.2.11	Kapasiteetin ylittyminen	82
9.2.12	Tien varteen yksikaistalla osuudelle pysähtynyt ajoneuvo	83
9.2.13	Onnettomuustilanteet	84
<b>10</b>	<b>LEVEÄKAISTAINEN TIE - VT 6 UTTI - KAITJÄRVI</b>	<b>86</b>
10.1	Yleistä	86
10.2	Tietyyppin ongelmatilanteet	86
10.2.1	Tietyyppin muutoskohdat	86
10.2.2	Liittymien ongelmatilanteet	87
10.2.3	Kelin aiheuttamat ongelmat yksittäisessä tien kohdassa	87
10.2.4	Kelin aiheuttamat ongelmat tieosalla	87
10.2.5	Talvikunnossapito	88
10.2.6	Hirvieläinten tien ylityspaikat	89
10.2.7	Ajoneuvojen etäisyydet	89
10.2.8	Kevyt liikenne ja hitaat ajoneuvot	89
10.2.9	Nopeuden nousu	90
10.2.10	Ajoneuvon sijainti ja ohitustapaan liittyvät riskit	90
<b>11</b>	<b>YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET</b>	<b>91</b>
11.1	Telematiikan sovellukset kaksikaistaisella tiellä	91
11.2	Telematiikan sovellukset ohituskaistatiellä	93
11.3	Telematiikan sovellukset keskikaiteellisella ohituskaistatiellä	96
11.4	Telematiikan sovellukset leveäkaistatiellä	97
11.5	Telematiikan sovellukset kaksiajorataisella tiellä	99
11.6	Johtopäätökset	101
<b>12</b>	<b>LÄHDELUETTELO</b>	<b>103</b>
<b>13</b>	<b>LIITTEET</b>	<b>107</b>

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Taustaa

Pääteiden parantamisessa pääpaino on nykyisten teiden parantamiseen. Rahoituksen niukkuuden takia on ollut tarpeen kehittää ja kokeilla uusia ratkaisuja, joilla voidaan taata hyvä liikenneturvallisuus ja sujuvuustaso aiempaa pienemmin kustannuksin.

Tiehallinnon Tie- ja liikennetekniikka -yksikön vetämänä on vuonna 1998 käynnistynyt Tiehallinnon strateginen projekti *S 12 Pääteiden parantamisratkaisut*. Projektin yleisenä tavoitteena on selvittää, millä tavoin niukenevassa rahoitustilanteessa kaksikaistaisia pääteitä on uusimpien tutkimusten ja kokemusten mukaan järkevintä parantaa. Pääteiden parantamisratkaisuja arvioidaan erityisesti liikenneturvallisuuden, liikenteen sujuvuuden, ympäristön ja ratkaisujen kustannustason kannalta. Tiehallinto on kehittänyt ja kokeillut S 12 projektissa uusia tietyyppejä kuten ohituskaistatie ja leveäkaistatie sekä erilaisia keskikaiteella eroteltuja tietyyppejä. Projektissa on tutkittu suunnitelmatasolla tietyypivaihtoehtojen soveltuvuutta useaan pilottikohteeseen. /40/

S 12 projektiin kuuluu 15 osa-aluetta. Nämä kytkeytyvät kiinteästi toisiinsa. Osa-alueiden sisällä toteutetaan useampia osaprojekteja. Osa-alueilla laaditaan suunnittelumenetelmiä, toimenpiteiden vaikutusarvioita, pääteiden laatuvaatimuksia ja teknisiä ohjeita varsinaisen tutkimus- ja kehittämistyön lisäksi. Tämä tutkimus kuuluu osaprojektina osa-alueeseen 11 *Liikenteen hallinta*.

Liikenteen hallinnalla pyritään parantamaan liikenteen sujuvuutta, turvallisuutta, tehokkuutta, taloudellisuutta ja ympäristöystävällisyyttä vaikuttamalla liikenteen kysyntään, kulkumuodon, reitin ja matkan ajankohdan valintaan sekä liikkujien käyttäytymiseen.

Telematiikka -sanalla tarkoitetaan tekniikkaa, jossa yhdistetään tietoliikenne- ja tietojenkäsittelytekniikkaa /23/. Tässä työssä telematiikalla tarkoitetaan tieliikenteen telematiikkaa. Tieliikenteen telematiikan soveltamiskenttä on laaja. Voimakkaasti autoistuneissa maissa telematiikalla pyritään erityisesti ruuhkien ja niiden mukanaan tuomien haittavaikutusten vähentämiseen. Suomessa ruuhkaantuvat lähinnä suurten kaupunkien kehä- ja sisääntulotiet. Suomessa telematiikkaa on pyritty hyödyntämään myös ongelmallisilla vähäliikenteisillä teillä. Yksi tärkeä telematiikan kehityskenttä on Suomen vaikeisiin sääolosuhteisiin keskittyvät telematiikan järjestelmät.

Telematiikka on nähty yhtenä uutena vaihtoehtona kehittää liikenneympäristöä turvallisemmaksi ja parantaa liikenteen sujuvuutta. Kehitettäviä osa-alueita ovat mm. liikenteen ja ympäristöolojen seuranta ja liikennekeskusverkon toiminta. Lisäksi mm. muuttuvien liikenteenohjausjärjestelmien vaikutuksista tarvitaan lisää tietoa. Liikenteen seurantajärjestelmiä tarvitaan ohjauksen ja tiedotuksen apuvälineiksi. Telematiikkaa hyödyntävä liikenteen hallinta on tulevana vuosina yksi nopeimmin kehittyviä tienpidon osa-alueita.

## 1.2 Tutkimuksen tavoitteet

Työn tavoitteena on selvittää telematiikan käyttömahdollisuuksia liikenteen hallinnan ja liikennetiedotuksen apuvälineenä pääteillä uusien poikkileikkausratkaisujen yhteydessä. Tavoitteena on selvittää millaisia telematiikan keinoja voidaan erilaisten tietyyppien mahdollisissa ongelmatilanteissa käyttää. Tavoitteena on lisäksi laatia suosituksia telematiikan käytöstä sekä löytää keinoja, joilla voidaan siirtää tai kokonaan välttyä raskaammalta tien parantamiselta.

Työssä tarkastellaan sekä yksiajorataisen tien että kaksiajorataisen tien erilaisia poikkileikkauksia toisin sanoen erilaisia tietyyppejä. Tarkasteltavat tietyypit ovat

- kaksikaistainen tie (mahdollisesti erillisiä ohituskaistoja)
- leveäkaistainen tie
- ohituskaistatie
- ohituskaistatie keskikaiteella
- kapea nelikaistainen tie keskikaiteella

Työn yhteydessä selvitetään telematiikan hyödyntämiskeinojen investointi- ja käyttökustannuksia ja vaikutuksia mukaan lukien hyödyn mittaaminen ja arvioiminen.

## 1.3 Tutkimuksen rajaus

Liikenteen hallinnan eri osa-alueista tarkastellaan liikenteen tiedotuksen ja ohjauksen sekä häiriön hallinnan keinoja. Kysynnän hallinnan keinoja ei tutkita. Selvitystyössä keskitytään tienvarsilaitteisiin. Ajoneuvolaitteet ei sisälly selvitykseen muutoin kuin tiedotuksen osalta.

Tienpidon rinnalla kehittyvät ajoneuvolaitteet ja **autoihin asennettava ympäristöhavainnointitekniikka** [24]. Aikaisemmin ovat autot mitanneet vain omaa tilaansa. Ympäristöhavainnointitekniikan avulla auto havainnoi myös ympäristöä erilaisten antureiden avulla. Havaintojen perusteella auto voi varoittaa vaaratilanteesta tai jopa avustaa kuljettajaa auton hallinnassa. Tekniikkaa voidaan käyttää mm. iskunvaimentimien aktiiviseen säätöön, tuulilasinpyyhkimien automatisointiin tai pimeänäköön.

Ensimmäiset kuljettajaa avustavat järjestelmät ovat jo markkinoilla, kuten

- adaptiivinen vakionopeussäädin
- törmäysvaroitussjärjestelmä
- tuulilasinpyyhkimien sadetunnistin
- infrapunakameraan ja tuulilasinäyttöön perustuva pimeänäkö
- kuljettajan alentuneen suorituskyvyn havainnoiva järjestelmä

Lisäksi on kehitetty menetelmiä, joilla tien kitkataso voitaisiin määritellä esim. rengasanturilla. Suurista odotuksista huolimatta rengasanturi ei ole vielä lähiaikoina valmis kaupallisiin sovelluksiin.

Tulevaisuudessa voidaan odottaa ympäristöhavainnointitekniikan yleistyvän. Kuljettajaa avustavien järjestelmien kohdalla laitteistojen luotettavuuden tulle parantua. Järjestelmät tulevat todennäköisesti toimimaan yhdessä kehittyneiden navigointilaitteiden kanssa. Itsenäiseen liikkumiseen kykenevän auton toteuttaminen on helpompaa, mikäli auton omien anturien tukena on tiehen liitettyä infrastruktuuria tai monipuolinen karttatietokanta.



## TIETYYPPIEN OMINAISUUKSIA

Kaksikaistainen tie			
Liikennevirran ominaisuuksia		Tien kunnossapito	Liikenneturvallisuus
Ohitukset	Sujuvuus		
<p>Kaksikaistaiselle tielle pyritään järjestämään kohtuullisesti ohituskelpoisia osuuksia tietyin liikennemääristä riippuvien kriteerein. Kuljettajan ohituspäätökseen vaikuttaa vastaan tulevan kaistan vapaan tilan pituus. Kuljettajan arvioissa ohitusmahdollisuutta vastaan tulevan liikenteen nopeuden ja etäisyyden havaitsemisella on olennainen merkitys. Myös kapeat tiet eroavat kohtalaisen paljon toisistaan. Ero johtuu lähinnä tien geometriasta. Pimeällä tehtävät ohitukset eroavat selvästi valoisaan aikaan tehtävistä ohituksista /5/</p>	<p>Sujuvuuden kokeminen on selvimmin sidoksissa nopeustasoon. Kun tavallisella kaksikaistaisella tiellä (tienopeus 80 km/h) matkanopeudet pysyvät yli 78 km/h, pitävät kuljettajat tilannetta sujuvana. Yli 50 % kuljettajista pitää liikennettä sujuvana, kun todellinen nopeus poikkeaa ennen matkaa arvioidusta tavoitenopeudesta alle 10 km/h / 10/.</p>	<p>Teiden kunnossapito painottuu talvihoitoon ja liikenneympäristön hoitoon sekä rakenteiden, laitteiden ja päällysteen ylläpitoon.</p>	<p>Kaksikaistaisilla pääteillä kuolemaan johtavat onnettomuudet ovat yleisimmin kohtaamis- tai suistumisonnettomuuksia. Yksittäisonnettomuuksia onkin lähes 30 % kaikista henkilövahinko-onnettomuuksista samoin kuin pääosin liittymissä sattuneet risteämis-, kääntymis- ja peräänajo-onnettomuuksia. Ohituskaistoilla eläinonnettomuudet muodostivat huomattavan osan kaikista onnettomuuksista. Kaikista onnettomuuksista 43% ja henkilövahinko-onnettomuuksista 14% oli eläinonnettomuuksia. Ohituskaistakohdan toinen suuri yksittäinen onnettomuusluokka on yksittäisonnettomuudet, joita oli 25,9 % kaikista onnettomuuksista. Kolmanneksi eniten tapahtui kohtaamisonnettomuuksia.</p>
Leveäkaistainen tie			
Liikennevirran ominaisuuksia		Tien kunnossapito	Liikenneturvallisuus
Ohitukset	Sujuvuus		
<p>Leveäkaistaisella tiellä ohitus voi tapahtua ilman, että ohittaja välttämättä siirtyy vastaan tulevan liikenteen ajokaistalle. Tämän vuoksi ohituksia tapahtuu leveäkaistaisella tiellä enemmän kuin tavallisella kaksikaistaisella tiellä. Leveäkaistaiselle tiellä näyttää olevan tyypillistä, että ohitukset tapahtuvat ns. lentävinä ohituksina.</p> <p>Leveäkaistaisella tiellä 98% ohittajista oli henkilö- tai pakettiautoja ja ohituksista 22% tapahtui omalla kaistalla. Valtatiellä 12 tienlaidasta tehdyistä mittauksista ohitustilanteista 21%:ssa oli kolme autoa rinnakkain, ja näistä tapauksista 38%:ssa ohittaja ei siirtynyt lainkaan vastaan tulijoiden kaistalle. /6/</p>	<p>Matkanopeudet leveäkaistaisella tiellä ovat suurempia kuin tavallisella kaksikaistaisella tiellä ja oman ajonopeuden valinta on vapaampaa. Vuonna 1996 on mitattu valtatiellä 12 välillä Lahti - Uusikylä ajoneuvojen keskimääräisiä matkanopeuksia /31/. Kaikkien ajoneuvojen liikennemäärillä painotettu keskimääräinen matkanopeus aamu- ja iltapäiväliikenteen havaintojen perusteella oli itään päin 97 km/h ja länteen 94,6 km/h.</p> <p>Leveäkaistaisella moottoriliikennetiellä kuljettaja voi valita ajopaikan ajoradalla vapaammin kuin tavallisella kaksikaistaisella tiellä. Ajoneuvojen sijainnista ajokaistalla on tehty tutkimuksia molemmilla koeteillä. Valtatiellä 4 välillä Asemakylä - Ränänperä sijaintimittauksia tehtiin kesäoloissa. Tutkimuksien mukaan ajoneuvojen vasemman renkaan etäisyys keskiviivasta oli lähes sama sekä leveäkaistaisella tiellä että tavallisella tiellä. Sen sijaan keskijajonta oli leveäkaistaisella tiellä noin kaksinkertainen. Näin ollen kuljettajat valitsivat paikkansa vapaammin leveäkaistaisella tiellä. / 26/ Valtatiellä 12 välillä Lahti - Uusikylä tehtyjen mittausten mukaan tien poikkileikkauksen leventäminen muutti huomattavasti ajoneuvojen paikkaa ajokaistalla. Ajoneuvot sijaitsivat keskimäärin 1,2 metriä lähempänä reunaviivaa kuin leveäpientareisella tiellä. /29/</p> <p>Vt 12:n leveäkaistatien ongelmana näyttää olevan se, että tie ei ohjaa kuljettajaa tietynlaiseen ajolinjaan tai -käyttämiseen. Liikennemäärän kasvaessa leveäkaistaisella tiellä ajokäyttäytyminen on ajoittain sekavaa, ja vastaan tulevan liikennevirran liikkeiden ennakointi voi olla vaikeaa. Osa autoilijoista myös ohittaa piittaamatta vastaan tulevasta liikenteestä.</p>	<p>Tienvarsihaastatteluissa tien puutteina pidettiin puutteellista lumen aurausta. Tien keskiosaa ei lumen vuoksi uskallettu talvella käyttää. Leveäkaistatien kunnossapidon työmuodot ovat samat kuin tavallisella moottoriliikennetiellä. Valtatiellä 4 leveäkaistatietä aurattiin ja höylättiin sekä suolattiin tavallista enemmän. Tehostetusta kunnossapidosta huolimatta valtatiellä 4 leveäkaistatie ei toiminut talvella 1993-94 toivotulla tavalla. Tielle muodostui polannetta sekä keskiviivan molemmin puolin noin metrin matkalle että tien reunoille 2...3 metrin leveydeltä minkä vuoksi oman ajopaikan valinta vaikeutui huomattavasti.</p>	<p>Aikaisemmin uusien tietyyppien turvallisuutta on tarkasteltu Tielaitoksen strategiseen projektiin S12 kuuluvassa vuonna 1998 valmistuneessa selvityksessä. Selvityksessä tarkasteltavana tieosuutena oli mm. valtatiellä 12 välillä Lahti – Uusikylä sijaitseva leveäkaistatieosuus. / 34/</p> <p>Selvityksen mukaan välillä Lahti-Nastola (8,4 km) tapahtui yhteensä 17 henkilövahinkoon johtanutta onnettomuutta vuosina 1989-1994 (tilanne ennen leveäkaistaisen tien rakentamista). Leveäkaistaisella tiellä Lahti - Uusikylä (16,2 km) vastaava määrä vuosina 1996-1997 oli 4 onnettomuutta. Kaikki 4 onnettomuutta tapahtuivat alle 2 kilometrin pituisella tieosuudella, joka sijoittuu Lahti-Nastola –välille. Ennen - jaksolla tieosuudella tapahtui keskimäärin 2,8 henkilövahinkoon johtanutta onnettomuutta vuodessa. Muutoksen jälkeen vastaava arvo oli 2,0 henkilövahinko-onnettomuutta vuodessa.</p> <p>Risteämis- ja peräänajo-onnettomuuksien osuudet henkilövahinkoon johtaneista onnettomuuksista kasvoivat leveäkaistaisen tien rakentamisen jälkeen. Kohtaamis-, yksittäis- ja ohitusonnettomuuksien osuudet sen sijaan pienenevät. Kuolemaan johtaneiden onnettomuuksien osuus pieneni leveäkaistaisen tien rakentamisen jälkeen. Pienen aineiston vuoksi tuloksia ei voida vielä pitää kovinkaan luotettavana.</p>



Ohituskaistatie			
Liikennevirran ominaisuuksia		Tien kunnossapito	Liikenneturvallisuus
Ohitukset	Sujuvuus		
<p>Ohituskaistatiellä ohitettaessa vastaantuleva liikenne ei vaikuta ohitukseen. Ohituksia tehdään luonnollisesti enemmän ja kerralla ohitettavien määrä on suurempi kuin kaksikaistaisella tiellä. Ohitusten määrään ohituskaistalla vaikuttaa ohittavan ja ohitettavan ajoneuvon nopeus, liikennemäärä ja ohituskaistan pituus /4 /.</p> <p>Valtatien 4 välin Järvenpää-Mäntsälä osuutta kokevan selvityksen mukaan ohituskaistan 1000 metriä kohden ehdittiin tehdä noin 6 ohitusta, mikäli ohitettava ajoi 80 km/h ja 4,5 ohitusta, mikäli ohitettava ajoi 90 km/h. Ohitus kesti keskimäärin 10,3 sekuntia. Vuonna 1998 tehdyissä mittauksissa ohitusten lukumäärä oli suurempi välillä Järvenpää-Mäntsälä kuin välillä Lahti-Heinola johtuen suuremmasta liikennemäärästä. Laskelmien mukaan kuitenkin Lahti-Heinola välillä 65% ajoneuvoista hyödynsi ohitusmahdollisuuden, kun Järvenpää-Mäntsälä välillä vastaava osuus oli 61%. /34/</p>	<p>Konfliktitilanteita ohituskaistatiellä saattaa syntyä lähinnä ajoneuvon palatessa peruskaistalle ohituskaistaosuuden lopussa. Viime hetken ohitukset, joissa ohitus päättyi alle puoli kilometriä ennen ohituskaistan loppua, kasvoivat niukasti liikennemäärän kasvaessa /7/. Tällaisia ohituksia tapahtui kuitenkin vielä yli 1000-1200 ajoneuvon tuntiliikennemäärällä. Lisäksi yli 1000 ajoneuvon tuntiliikennemäärällä jo puolet ohittajista joutui jarruttamaan palatessaan peruskaistalle. Myös ohitettavista noin 5% joutui jarruttamaan yli 1000 ajoneuvon tuntiliikennemäärällä etupäässä ohittajien vuoksi, mutta myös ajoneuvojonon tiivistyessä peruskaistaosuu- della.</p> <p>Valtatie 4 välillä Järvenpää-Mäntsälä tehdyn selvityksen mukaan matkanopeudet laskivat 6-7 km/h liikennemäärän ylittäessä 1000 ajon./h ja välillä Lahti-Heinola alenema oli 3-4 km/h. /4 / . Järvenpää-Mäntsälä väliä koskevassa selvityksessä tarkasteltiin myös liikennevirran nopeutta ajamalla mittausautolla muun liikenteen mukana pohjoiseen ruuhka-aikaan iltapäivällä. Ohituskaistatien rakentamisen jälkeen nopeudet nousivat ohituskaistaosuudella Järvenpää-Mäntsälä pienillä liikennemäärillä 1-2 km/h ja suurilla liikennemäärillä 4-6 km/h. Liikennevirran nopeudet alenivat myös ohituskaistojen lopussa, mikä aiheutuu ajoneuvojen sumpuuntumisesta, kun ohituskaistalla olevat ajoneuvot pyrkivät takaisin peruskaistalle. Nopeuden alenemien välttämiseksi ajoneuvojen tulisi pitää riittävä etäisyys edellä ajavaan, jolloin myös liittymistä tulevat ajoneuvot pystyisivät liittymään liikennevirtaan tasaisesti kiihdyttäen ja liikennettä häiritsemättä.</p>	<p>Ohituskaistateillä on tehostettu talvikunnossapito tiemerkintöjen ja opasteiden näkyvyyden vuoksi, koska kuljettajan tulee myös huonoissa sääoloissa tietää onko ohittaminen kiellettyä vai sallittua. Valtatiellä 4 Mäntsälän tiemestari- ja ohituskaistatien lumenauraus tehtiin auraparilla kuten moottoritieillä, ja lumesta ja liasta puhdistettavia suuria liikennemerkejä oli enemmän kuin tavallisella moottoriliikennetiellä. Lisäksi ohituskaistat tarvitsevat peruskaistoja enemmän suola- nempien liikennemäärien vuoksi.</p>	<p>Uusimpien selvitysten mukaan /49/ ohituskaistateillä (tarkasteltu 48 km) tapahtui vuosittain 14 henkilövahinkoon johtanutta onnettomuutta eli 29 onnettomuutta / 100 km. Selitykseen on otettu mukaan valtatie 4 välillä Järvenpää – Mäntsälä v. 1992-95 ja Lahti – Heinola v. 94-98.</p> <p>Henkilövahinkoon johtaneista onnettomuuksista yleisimpiä olivat yksittäis-, kohtaus- ja ohitusonnettomuudet sekä eläinonnettomuudet. Usein onnettomuuksiin on myös osallisen huono talvinen ajokeli. Ohituskaistoilla ei näyttänyt olevan selvää turvallisuusvaikutusta.</p>
Keskikaiteellinen ohituskaistatie			
Liikennevirran ominaisuuksia		Tien kunnossapito	Liikenneturvallisuus
Ohitukset	Sujuvuus		
<p>Ohitusten määrä kasvaa. Samoin ohitukseen käytettävä matka ja ohituksen kesto kasvavat. /43/</p>	<p>Ohituskaistatiellä pyritään parantamaan ruuhkaisen tien palvelutasoa. Suomessa ei ole vielä toteutettu ainuttakaan keskikaiteellista ohituskaistatietä, mutta osa valtatie 9 välillä Korpilahti – Muurame on päätetty parantaa keskikaiteelliseksi ohituskaistatiejaksoksi.</p> <p>Liikenteen sujuvuus on heikko yksikaistaisella osuudella tilanteissa, joissa tiellä liikkuu hitaita ajoneuvoja taikka jos tien laitaan on pysähtynyt ajoneuvo, joka osin tukkii tietä.</p>	<p>Kunnossapidon, erityisesti talvihoidon, järjestämistä on pidetty hankalana /43/. Lumen aurauksen tehostaminen on aina oikealle. Kaksikaistainen osuus vaatii lumenaurauksen kaksi aurayksikköä, kun taas yksikaistaisella osuudella riittäisi yksi yksikkö.</p>	<p>Poikkileikkaustarkasteluihin perustuvissa selvityksissä on arvioitu, että ohituskaistatiellä on pienemmät onnettomuusasteet verrattuna tavallisiin keskikaistaisiin teihin. Keskikaiteet voivat lisätä onnettomuuksien määrää, mikä johtuu kaiteisiin törmäämisistä. Onnettomuuksien keskimääräinen vakavuus on kuitenkin lieventynyt, koska kohtausonnettomuudet ovat eliminoituneet kokonaan. /43/</p>
Kapea nelikaistainen tie			
Liikennevirran ominaisuuksia		Tien kunnossapito	Liikenneturvallisuus
Ohitukset	Sujuvuus		
<p>Ohitukset voivat tapahtua vapaasti vastaan tulevan liikenteen häiritsemättä .</p>	<p>Ruotsissa kapealla nelikaistaisella tiellä henkilöautojen keskinopeuksien arvioidaan olevan muutaman kilometrin tunnissa matalammat ja kapasiteetin noin 10% pienempi kuin moottoritieillä /43/. Ajokäyttäytymistä kapealla nelikaistaisella tiellä on tutkittu Portugalissa. Tutkimuksen mukaan vasenta ajokaistaa ajavien etäisyys keskiviivasta kasvaa sitä enemmän mitä järeämpää rakennelmaa ajosuuntien erottamiseksi käytetään</p>	<p>Kapean nelikaistatien lumenauraus tehdään kahdella aurayksiköllä. Kunnossapidon työmuodot ovat samat kuin tavallisella moottoriliikennetiellä. Kapean keskikaistan vuoksi aurauksen tehostaminen on aina ajosuunnassa oikealle, eikä keskikaistalle voida varastoida lunta kuten moottoritieillä. Kaksi ajorataa ei välttämättä tarvitse tehostettua lumenaurauksia kuten leveäkaistat tai ohituskaistat, mutta aurauksista ja höyläystä samoin kuin suolausta tarvitaan määrällisesti enemmän.</p>	<p>Ruotsissa kapean nelikaistaisen tien liikenneturvallisuuden on arvioitu olevan kaksikaistaista tietä (leveys 13 m) parempi, mutta moottoritietä huonompi /43/. Onnettomuuskustannukset ovat arvion mukaan noin puolet kaksikaistaisen tien kustannuksista ja 10-30% moottoritien kustannuksia suuremmat. Syynä liikenneturvallisuuden paranemiseen kaksikaistaiseen tiehen verrattuna on vakavien kohtaus- ja ohitusonnettomuuksien lähes täydellinen eliminointi ja vasemmalle suistumisen väheneminen. Uusi ongelmia saattavat kuitenkin aiheuttaa törmäämiset keskikaiteeseen, kapeat pientareet ja ajokaistat sekä nelikaistaisen osuuden muutos kaksikaistaiseksi. Saksassa kapean nelikaistaisen tien onnettomuuskustannukset tiekilometriä kohden ovat noin 1,2 -kertaiset moottoritiehen verrattuna.</p>

## 2 LIIKENTEEN HALLINTA

### 2.1 Liikenteen hallinta yleisesti

Liikenteen hallinnalla tarkoitetaan vaikuttamista tieliikenteen käyttäytymiseen tiedottamisen, ohjauksen ja kysynnän sekä häiriön hallinnan avulla. Liikenteen kaikki palvelut perustuvat liikenteen ja liikenneolojen seurantaan ja kerätyyn mahdollisimman tosiaikaiseen tietoon tieliikennejärjestelmästä. Eriyksen tärkeitä ovat tiedot liikenteestä ja liikenneoloista, kuten säästä, kelistä, onnettomuuksista ja kunnossapidon tilanteesta. /37,47/

#### Liikenteen tiedotus

Liikenteen tiedotuksella on merkittävä rooli liikenteen hallinnassa. Tiedotuksen tehtävänä on tarjota tienkäyttäjille tietoa matkapäätösten tueksi ennen matkaa ja matkan aikana. Tieto välitetään tienkäyttäjille tiehallinnon omana palveluna tai muiden tiedontuottajien avulla. Tiedotettavia asioita ovat mm. tiedot vallitsevista ja ennustetuista tie- ja liikenne- sekä sää - ja kelioloista. Lisäksi tiedotettavia asioita ovat aikataulu- ja reittitiedot.

#### Liikenteen ohjaus

Liikennettä on ohjattu perinteisesti kiinteiden liikenteen ohjausmenetelmien kuten esim. viitoituksen ja liikennemerkkien avulla. Näiden rinnalla yleistyvät uudet muuttuvat ohjaustoimenpiteet. Tällaisia toimenpiteitä ovat mm. nopeusrajoitukset, reittiohjaus, kaistaohjaus ja ramppiohjaus.

#### Häiriön hallinta

Häiriön hallinta on liikenteen häiriötilanteiden kuten onnettomuustilanteiden hoitamista ja poistamista eri viranomaisten välisenä yhteistyönä.

#### Kysynnän hallinta

Kysynnän hallinnalla tarkoitetaan yleisesti niitä viranomaisten toimia, joilla pyritään vaikuttamaan tiellä liikkujien matkapäätöksiin eli päätöksiin matkan ajankohdasta, päämäärästä, kulkumuodosta ja reitistä. Tällaisia kysynnän hallinnan keinoja ovat mm. tien käytön hinnoittelu, liityntäpysäköinnin järjestäminen ja henkilöauton yhteiskäytön tukeminen sekä joukko- ja kevyen liikenteen suosiminen.

### 2.2 Telematiikka liikenteen hallinnassa

Telematiikka sisältää sekä tietoliikennetekniikkaa että tietojenkäsittelytekniikkaa. Liikenteen telematiikan avulla kerätään ja muokataan mahdollisimman ajantasaista tietoa tie-, keli- ja sääoloista sekä liikenteestä ja liikkumisesta. Tietoa hyödynnetään liikenteen tiedottamisessa ja ohjauksessa /3/ sekä tienpidossa.

Liikenteen hallinnassa tarvitaan hyvin monenlaista tietoa. Tiedon keruu onkin kaiken liikenteen hallinnan toimintojen perusta. Periaatteena on, että tieto kerätään ja tallennetaan vain kerran. Tie- ja liikenneoloja kuvaavat tiedot kerätään Tiehallinnon liikennekeskuksiin, jossa olosuhteita seurataan tie-, piste- ja aluekohtaisesti. Lähtötietoina käytetään ajoneuvoilmaisimien numerista tietoa, seurantakameroiden kuvatietoa. Kelin osalta seurataan val

litsevia ja ennustettuja sää- ja kelitietoja. Lähtötietoina käytetään tiesääsema- ja kelikameratietoja, tutka- ja satelliittikuvia sekä sääennusteita. Lisäksi apuna käytetään tiepalvelun ja eri viranomaisten sekä tienkäyttäjien ilmoituksia. /32/

Tiedon jakeluun käytetään monia erilaisia järjestelmiä. Teksti-tv:tä voidaan käyttää tiedottamiseen matkan aikana taukopaikoilla ja ennen matkaa. Internet on ehkä nopeimmin kasvava tiedonvälityskanava, jossa tieto on heti kaikkien käyttäjien nähtävillä. Tietoa voidaan hakea tulevaisuudessa myös matkan aina esim. matkapuhelimilla. Radio soveltuu tiedotukseen sekä matkan aikana että ennen matkaa. RDS (Radio Data System) mahdollistaa tiedon välittämisen radioon muiden ohjelmien yli. RDS-TMC (Traffic Message Channel) kanavalla voidaan lähettää liikennetiedotuksia, jotka eivät häiritse normaalia radiolähetyksiä. Ajoneuvossa oleva vastaanotin esittää tiedotukset joko puhutussa muodossa tai tekstinä tai karttana näytöllä. Muita tiedon jakelun väyliä ovat tiedottaminen Tienkäyttäjän linjalla (0200-2100), GSM – puhelimien avulla, tienvarren infopisteissä ja muuttuvien opasteiden ja merkien avulla. /32/

Telematiikka on voimakkaan kehittämisen alla. Uudet kehittyneemmät teknologiat mahdollistavat ja lisäävät uusia sovelluksia myös telematiikan alalla. Tämä antaa tulevaisuudessa mahdollisuuden siirtyä väyläperusteisista telemaattisista ratkaisuksista suoraan ajoneuvoon tapahtuvaan tiedotukseen. Tällöin säästetään investointikustannuksia ja pystytään tarjoamaan palveluja laajemmalle alueelle. Väyläperusteisia sovelluksia tarvitaan kuitenkin edelleen ainakin vilkkaasti liikennöidyillä ja onnettomuusalttiilla teillä. /2/

### 2.3 Monitorointi eli liikenteen ja kelin seuranta

Monitoroinnilla tarkoitetaan tie- ja liikenneolojen tosiaikaista seurantaan /17/. Seurantaan kuuluu tiedon kerääminen erilaisilla antureilla (mittaaminen), tiedonsiirto liikennekeskusten tietojärjestelmään sekä tiedon muokkaaminen sellaiseen muotoon, joka on liikennekeskusoperaattorien tai automaattisten liikenteen ohjaus- ja informaatiojärjestelmien käytettävissä.

Liikenteen seurannan tehtävänä on tuottaa mahdollisimman ajantasaista tietoa liikenneverkon tilasta. Liikenteen hallinta käyttää kerättyjä tietoja liikenneinfrastruktuurin käytön optimointiin, liikenneinformaation tuottamiseen, häiriöiden seurauksivaikutusten minimoointiin ja strategisten ohjauspäätösten tekoon. Lisäksi liikenteen seuranta tuottaa tilastotietoja sekä tietoa tutkimusta ja tienpidon suunnittelua varten. Liikenteen hallinnan kannalta erityisen tärkeitä ovat tosiaikaiset tiedot liikenteestä ja häiriötilanteista sekä hyvät ennusteet, joihin toimintavaihtoehdot perustuvat.

Päätieverkolla liikennettä seurataan pääasiassa liikenteen automaattisten mittauspisteiden (LAM) ja liikennekameroiden perusteella. Lisäksi Uudenmaan ja Hämeen tiepiirien alueilla on neljä erillistä Liikenteen seurantajärjestelmää, "Länsiväylän ruuhkavarointus", "Kehä 1:n matka-ajan seuranta", "Pääkaupunkiseudun liikenteen seuranta" ja "Valtatien 4 liikenteen seuranta välillä Lahti-Heinola".

LAM-järjestelmästä on saatavilla seuraavia tietoja:

- yksittäisten ajoneuvojen ohitustiedot (ohitusaika, nopeus, ajoneuvotyyppi, ajosuunta ja kaista sekä ajoneuvoväli)
- mittausasemien pistetietoa (liikennemäärät, ajallinen vaihtelu, ajoneuvo-koostumus)
- vuoden 2000 aikana otettiin käyttöön nopeustietokanta, johon kerätään keskinopeus- ja nopeuksien vaihtelutietoja sekä liikennetilanteita kuvaavia tietoja

Keliä ja säätä seurataan yleisillä tiellä sijaitsevien, noin 250 tiesääaseman ja noin 90 kelikameran tuottamien tietojen avulla (tilanne vuoden 1999 lopulla). Lisäksi em. jatkuvaa kuvaa tuottavilla liikennekameroilla saadaan tietoa myös kelistä ja säästä.

Tiesääasemaista ja kelikameroista saadaan seuraavaa tietoa:

- ilman, tien ja maan lämpötilat sekä kastepistelämpötila
- ilman suhteellinen kosteus, sade- ja tuulitiedot
- tiesääaseman antama kelitieto ja erilaiset tien pinnalta mitattavat suureet
- kelikameroiden kuvat
- pistekohtaiset tiesääennusteet osalle tiesääasemia

## 2.4 Liikenteen ohjauksen telematiikan keinot

Telematiikan avulla voidaan toteuttaa muuttuviin opasteisiin perustuvaa liikenteen ohjausta. Muuttuvilla opasteilla pyritään antamaan aina liikennetilanteeseen sopivaa tietoa. Muuttuvilla opasteilla voidaan velvoittaa (esim. nopeusrajoitukset ja kaistaohjaus), varoittaa (esim. ruuhkautuvasta liikenteestä), opastaa (esim. vaihtoehtoiselle reitille) ja antaa liikennettä palvelevaa muuta tietoa. Liikenteen ohjauksen telematiikan keinot on jaoteltu seuraavassa liikenteen hallinnan toimintokortiston /8/ mukaisesti. Tässä selvityksessä tutkitaan seuraavia liikenteen ohjauksen keinoja:

- muuttuvat nopeusrajoitukset
- yksittäisissä kohdissa
- sään ja kelin mukaan muuttuvat
- liikennetilanteen mukaan muuttuvat
- muuttuva kaistaohjaus
- ramppiohjaus
- kelistä varoittaminen (merkki 144, liukas ajorata)
- eläimistä varoittaminen
- ruuhkasta varoittaminen
- vaarasta varoittaminen
- reittiopastus

## 2.5 Liikenteen tiedotus

Liikenteen tiedotuksen rooli liikenteen hallinnassa on merkittävä. Tiedotuksen tarkoituksena on tarjota tienkäyttäjille tietoa, jota he voivat hyödyntää matkapäätöksen teossa ennen matkaa ja matkan aikana. Tienkäyttäjien tiedottaminen on osa tienpitoa ja siten tienkäyttäjille ilmaista. Tiehallinto vastaa tiedottamisen kustannuksista. Tiehallinto ottaa ensisijaisesti vastuun liikenteen turvallisuutta ja sujuvuutta edistävän informaation välittämisestä.

Suurimmat hyödyt saavutetaan, jos pystytään vaikuttamaan tiedottamalla tienkäyttäjien matkapäätöksiin jo ennen matkaa. Liikenteen tiedotuksen ja ohjauksen on aina tuettava toisiaan. Siten liikenteen ohjauksen on aina vastattava tiedotusta eikä ne saa olla ristiriidassa keskenään.

Tiedotukseen käytetään useita eri järjestelmiä. Tiedottamisen erilaisia tapoja ovat /32/

- tiedottaminen televisiossa teksti-TV:n ja uutis- sekä ajankohtaisohjelmien välityksellä
- tiedottaminen internetin kautta: internet on tiedonvälitykseen nopea, helposti päivitettävä kanava, jossa tieto on heti kaikkien käyttäjien nähtävillä
- tiedottaminen radiossa (tällä hetkellä yleisin tiedotusväline)
- tiedottaminen RDS:n avulla radioon
- tiedottaminen RDS-TMC (Traffic Message Channel) kanavalla, jolla voidaan lähettää jatkuvasti liikennetiedotuksia ajoneuvossa olevaan vastaanottiin häiritsemättä normaalia radiolähetystä
- tiedottaminen tienkäyttäjän linjalla (0200-2100), jolloin soittaja saa henkilökohtaista palvelua ja tietoja mm. tietöistä, ajo-oloista, reiteistä, lautta-aikatauluista ja kelirikosta
- tiedottaminen GSM- puhelimiin
- tiedottaminen tievarsilla olevien infopisteiden kautta
- tiedottaminen lehtien kautta
- tiedottaminen tienvarsien muuttuvilla opasteilla kuten tiedotustauluilla ja varoitusmerkeillä

Liikenteen tiedotuksen telematiikan keinot on jaoteltu liikenteen hallinnan toimintokortiston /8/ mukaisesti. Tässä selvityksessä tutkitaan seuraavia liikenteen tiedotuksen keinoja:

- tiesää- ja kelitiedottaminen
- liikennetilannetiedottaminen
- nopeusnäytöt
- turvavälitiedottaminen
- tiedottaminen ajoneuvoon (RDS-TMC)

### 3 POHJOISMAISSA TOTEUTETTUA TELEMATIIKAN SOVELLUKSIA

#### 3.1 Kirjallisuuden hankinta

Muissa pohjoismaissa toteutetuista telematiikan sovelluksista hankittiin materiaalia lähettämällä Ruotsin, Norjan ja Tanskan tielaitoksille kirje, jossa esiteltiin tutkimus sekä pyydettiin aiheeseen liittyvää kirjallisuutta. Kirjeessä pyydettiin tietoa maassa toteutetuista telemaattisista ratkaisuista muilla tietyypeillä kuin moottoriteillä, sekä kyseisiin ratkaisuihin tehdyistä mahdollisista vaikutusten arvioinneista.

Materiaalia saatiin kaikista maista ja materiaalien sisältö oli melko vaihtelevaa. Ruotsista saatiin julkaisuja Liikenne- ja sääohjatusta tiestä E22 sekä julkaisun muuttuvien opasteiden (VMS) kautta tapahtuvan liikennetiedotuksen vaikutuksista vuodelta 1998.

Norjasta tulleet julkaisut liittyvät tutkimusprojektiin ”Muuttuvaa tietoa tielikenteelle” (Dynamiske data for vegtrafikken). Projektin päätavoite on etsiä sellaisia ratkaisuja, joita käyttämällä nykyistä tieverkkoa voidaan hyödyntää paremmin vaikuttamalla samalla positiivisesti luontoon ja liikenneturvallisuuteen. Tutkimusprojektista saatiin yksityiskohtainen työohjelma sekä tarve- ja mahdollisuusanalyysi. Valtaosa Norjasta tulleista raporteista liittyvät kuitenkin uuteen Gardermoenin liikenteen informaatiojärjestelmään, joka on osa em. tutkimusprojektia. Järjestelmä on toteutettu Oslon ja uuden Gardermoenin lentokentän väliselle tieosuudelle. Loppuraportin lisäksi informaatiojärjestelmästä on tehty arviointiraportti sekä testi järjestelmän käyttölaadusta.

Tanskassa telematiikan sovelluksia ei ole juurikaan toteutettu muilla tietyypeillä kuin moottoritieillä. Tanskasta saatu materiaali liittyy suurelta osin suurempaan Quo Vadis –projektiin kuuluvaan, Aalborgin kaupungissa toteutettuun reittiohjausjärjestelmään. Järjestelmästä on tehty arviointiraportti, joka käsittää järjestelmään kuuluvat moottoritiet ja myös muut tiet. Tanskassa on tehty myös raportti, jossa on esitelty 15 esimerkkiä Euroopassa toteutetuista liikenteenohjausjärjestelmistä.

#### 3.2 Ruotsi

Ruotsissa on tutkittu muuttuvien opastaulujen vaikutuksia ajoneuvojen keskinopeuksiin sekä nopeuksien hajontaan. Mittauksia tehtiin talvella 1998 ja elo-syyskuussa E22-tiellä välillä Mörrum Vest ja Åryd sekä Mörrum Väst:stä noin 1 km Karsham:n saaren suuntaan. Kyseisellä välillä tiedotustauluissa esitettävien tiedotteiden määrä oli rajallinen ja tulokset ovat ajalta jolloin kaikkien liikennesääsasiemien toimintaa ei ollut säädetty.



Keskeisimpiä tuloksia ovat

- samanaikaisten säävaihteluiden ja muuttuvien opasteiden aiheuttamia vaikutuksia on vaikea erottaa muista vaikutuksista nopeuksien suuren hajonnan vuoksi.
- vain yhdessä suunnassa olevat tiedotustaulut vaikuttavat keskinopeuksiin n. 10% tai 10 km/h, mitä voidaan pitää merkittävimpänä vaikutuksena.

Mittausten perusteella tehtiin seuraavia johtopäätöksiä:

- muuttuvalla tiedotustaululla esitetty nopeussuositus (50 km/h) on selvästi tehokkaampi tapa hillitä nopeuksia kuin perinteinen nopeusrajoitusmerkki.
- keskinopeuksien hajonta oli hieman pienempi kun rajoitus näytettiin muuttuvalla tiedotustaululla verrattuna perinteiseen rajoitusmerkkiin
- nopeudet nousivat jälleen sitä mukaa kun autoilijat etäännyivät kyltistä/tiedotustaulusta, noin 200 – 400 metriä taulun jälkeen
- keskinopeudet alenivat kun suositusnopeus esitettiin muuttuvalla taululla,
- keskinopeus oli matalampi kun muuttuva tiedotustaulu oli sytytettyä kuin kun jos se oli sammutettu, jopa silloin kun etäisyys taulusta oli yli 400 m

Lisäksi Ruotsissa on tutkittu nopeudensäätelyjärjestelmien hyväksyttävyyttä. Selvitys kuuluu Ruotsin tielaitoksen tutkimus- ja kehitysohjelmaan Väginformatik. Selvityksen tavoitteena oli kartoittaa valtionlaajuisesti erilaisten nopeusrajoitusjärjestelmien hyväksyntä tienkäyttäjien keskuudessa.

Selvityksestä voidaan todeta, että vauhtisokeus ja voimassa olevan nopeusrajoituksen unohtaminen ovat tärkeitä vaikuttavia tekijöitä siihen, että nopeusrajoituksia ei noudateta maaseututeillä. Vastaava tekijä taajamaympäristössä on stressaantunut kuljettaja. Autojen teknisiin nopeudensäätelyjärjestelmiin suhtauduttiin epäilevästi. Yksityiskuljettajien mielestä se on mm. epäoikeudenmukaista valvontaa. Samaan aikaan ammattikuljettajat ilmaisivat huolestuneisuutensa siitä, että järjestelmä korvaa kilpailun ja kuljettajien ammattitaidon. Molemmat ryhmät ilmaisivat huolestuneisuutensa järjestelmän luotettavuudesta ja sen aiheuttamasta ”liikennevaarallisuudesta” sekä yksittäisille tienkäyttäjille tulevista korjauskustannuksista.

Kiinnostus on suurempaa varoittavia / tiedottavia nopeudensäätelyjärjestelmiä kohtaan. Erilaiset tekniset ratkaisut (ääneen ja valoon, polkimiin perustuvat) näyttää puhuttavan eri ryhmiä. Useimmat kuljettajat katsovat, että nopeudensäätelyjärjestelmien pitää olla vapaaehtoisia, mutta myös pakkoa voidaan harkita hurjastelijoiden rangaistusten yhteydessä, juopumustapauksissa sekä uusille kuljettajille. Järjestelmän, joka suunnataan tieosuudelle tai liittymään, jossa on tapahtunut onnettomuuksia, on helpompi saada hyväksyntä yleisenä järjestelmänä.

### 3.3 Norja

Norjan Tielaitos on kehittänyt ja toteuttanut laajan liikenneinformaatiojärjestelmän Oslon ja Gardermoenin lentokentän väliselle moottoritielelle. Uusi Gardermoenin lentokenttä on Oslon ja Itä-Norjan päälentokenttä. Uusi tieinformaatiojärjestelmineen avattiin lokakuussa 1998.

Gardermoenin informaatiojärjestelmä kuuluu suurempaan tutkimusprojektiin, ”Muuttuvaa tietoa tieliikenteelle”. Tutkimuksen päätavoitteena on hyödyntää nykyistä tieverkkoa paremmin käyttäen informaatiotekniikkaa. Gardermoenin informaatiojärjestelmän tavoitteita ovat kannustaa julkisten kulkuneuvojen käyttöä, vaikuttaa tienkäyttäjien reitin ja matka-ajan valintaan sekä parantaa tien kapasiteetin käyttöä.

Informaatiojärjestelmän kohderyhmänä ovat ihmiset, jotka ovat aikeissa tai parhaillaan käyttävät Oslon ja Gardermoenin välistä tietä. Kohderyhmiä ovat myös radioasemat ja muu media, jotka levittävät tietoa liikenteestä niille, jotka ovat lähdössä tai tulossa kentältä sekä kuljetusyrietykset ja kuljetuskeskukset, jotka organisoivat ja ohjaavat ihmisten ja tavaroiden kuljetuksia.

Liikenneinformaatiojärjestelmä on kaikkien vapaasti käytettävissä internetin, muuttuvien tiedotustaulujen, informaatiopuhelinten sekä radion kautta. Lentokentälle menevälle tielle on asennettu 39 videokameroin varustettua rekisteröintipistettä, joissa rekisteröidään liikennemääriä ja nopeuksia. Kahdeksassa pisteessä päällysteessä on induktiosilmukat, joiden avulla mitataan myös liikennemääriä ja nopeuksia ja 35 videokameraa siirtävät reaaliaikaisista kuvaa tieltä liikennekeskukseen Osloon. Palvelun internet-osoite on [[www.vegvesen.no/gardermoen](http://www.vegvesen.no/gardermoen)].

Internetistä on saatavilla reaaliaikainen matka-aikatiieto molempiin suuntiin Oslon ja Gardermoenin välillä, matka-ajan trendi (nousussa, vakaa, laskussa) ja viivytykset. Lisäksi tarjolla on videokuvaa viidestä pisteestä Oslon ja Gardermoenin väliltä ja tietoa vaihtoehtoisista kulkumuodoista (linja-auto, juna, taksi) sekä liikenneolosuhteiden vertailua samaan aikaan viikkoa aikaisemmin. Ajoaika- ja viivytysinformaatio lasketaan joka viides minuutti ja päivitetään automaattisesti internetiin. Videokuvat päivitetään joka 30. sekunti.

#### **Muuttuvat tiedotustaulut**

Liikenneinformaatiota saa myös yhdeksästä muuttuvasta tiedotustauluista. Tiedotustauluja aktivoidaan liikennekeskuksesta Oslon alueella sattuvien tapahtumien mukaan. Jos tie on suljettu, tauluissa näytetään vaihtoehtoiset reitit.

### 3.4 Tanska

Aalborgin kaupungissa on toteutettu reittiohjausjärjestelmä, joka liittyy Quo Vadis –projektin /52/ toiseen vaiheeseen. Quo Vadis –projektin päätavoitteena on selvittää kuinka muuttuvia opasteita voidaan parhaiten käyttää parantamaan liikenteen sujuvuutta tieverkolla.

Quo Vadis -projektin muita tavoitteita ovat

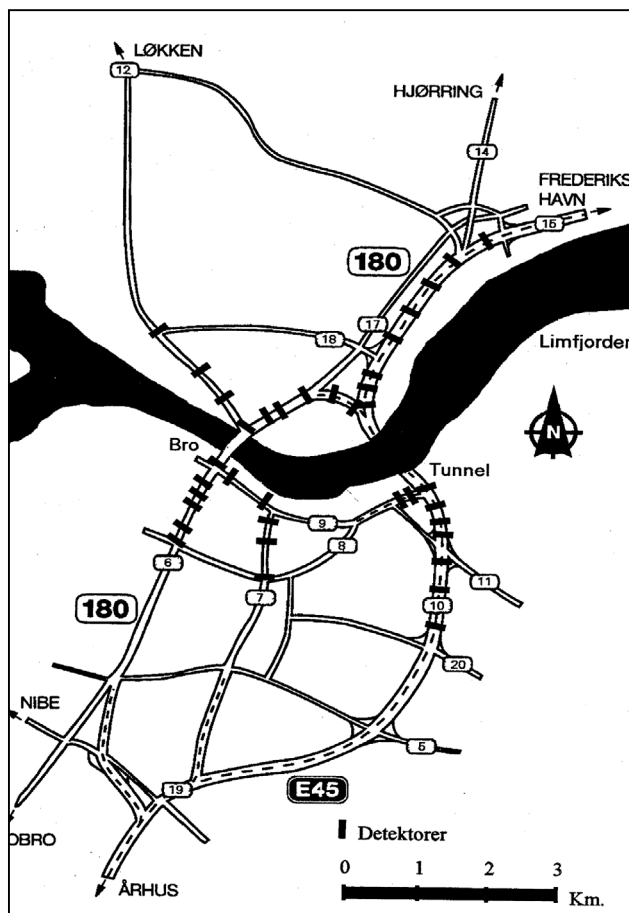
- määrittää muuttuvien opasteiden vaikutukset tieverkolla
- saada parempi käsitys tavasta, jolla autoilijat reagoivat muuttuviin opasteisiin ja tietämys tienkäyttäjien yleisestä asenteesta muuttuvia opasteita kohtaan Aalborgissa
- parantaa liikenteen hallintamenetelmiä
- arvioida oheisopasteiden ja –sensoreiden tarvetta

Aalborgin kaupungin reittiohjausjärjestelmä, TRAFIX, on toteutettu vuonna 1994. Järjestelmän perustamisen tarkoituksena oli edistää Limfjordin sillan ja tunnelin olemassa olevan kapasiteetin hyödyntämistä etenkin tietöiden ja mahdollisten onnettomuuksien aikana. Lisäksi tavoitteena oli tarjota parempaa informaatiota tienkäyttäjille, jotka ovat lähestymässä Limfjordin siltaa tai tunnelia.

Aalborgin reittiohjausjärjestelmä käsittää 14 muuttuvaa opastaulua ja 120 sensoria, jotka rekisteröivät tietoa liikenteestä sekä moottoritiellä että alemmalla tieverkolla. Informaatio välittyy joka minuutti tietokoneelle, joka määrittää matka-ajat ja ongelmat, joiden perusteella muuttuvat opastetaulut aktivoituvat. Opastauluissa välitetään tietoa mahdollisista ongelmista keskustaan meneville tienkäyttäjille. Tauluissa näytetään viivytysaika sekä sillan että tunnelin kautta, jonka perusteella autoilija voi valita haluamansa reitin. Limfjordin tunnelin molemmissa päissä on jonovaroitusjärjestelmä, joka täydentää em. liikenteenohjausjärjestelmää.

#### Vaikutusten arviointia

Aalborgin reittiohjausjärjestelmästä on tehty vaikutusten arviointiraportti ensimmäisestä koevuodesta (1994-1995). TRAFIX-järjestelmä on auttanut saavuttamaan tieverkon paremman hyödyntämistason samaan aikaan kun se on tuottanut ajankohtaista liikenneinformaatiota vuonoa ylittävälle tienkäyttäjille. Lisäksi on saavutettu lukuisia synergiaetuja, kuten tiedon hyödyntämistä muihin tarkoituksiin muissa järjestelmissä.



Kuva 1. Aalborgin tieverkko /52/

Quo Vadis –tutkimusohjelma on osoittanut, että on mahdollista yltää noin 25% tarkkuuteen arvioida matka-aika riippuen tiedon viiveestä. Tienvarsihaastatteluiden avulla todettiin, että tienkäyttäjistä noin 60% havaitsee muuttuvassa tiedotustaulussa esitetyn tiedon. Näistä noin 40% todella hyödyntää tiedon valitsemalla vaihtoehdoisen reitin Limfjordin yli. Toisin sanoen joka neljäs autoilijoista, jotka olisivat voineet valita vaihtoehdoisen reitin, valitsivat sen.

Aalborgin järjestelmän vaikutukset liikenteeseen tienkäyttäjien matka-ajassa ja etäisyydessä saatavan säästön muodossa on laskettu olevan noin 0,7 – 1,8 miljoonaa Tanskan kruunua. Vaikutuksia liikenneturvallisuuteen ja ympäristöön ei ole määritetty, mutta on arvioitu että ympäristövaikutukset ovat olleet positiivisia koeajan aikana, koska 99% vaihtoehdoisen reitin valinneista ovat olleet nimenomaan niitä, jotka ovat valinneet tunnelireitin keskustasillan sijaan.

## 4 TELEMATIIKKARATKAISUJEN ARVIOIMINEN

### 4.1 Telematiikkahankkeiden arviointi Suomessa

#### 4.1.1 Tetra 5

Liikenneministeriön vuonna 1998 julkaisema raportti Liikennetelematiikka hankkeiden arviointiohjeet /11/ on tehty osana liikennetelematiikan rakenteiden tutkimus- ja kehittämisohjelman TETRA:n hanketta 5 Liikennetelematiikan vaikutusten seuranta. Raportti sisältää ohjeet, joiden avulla telematiikkahankkeita voidaan vertailla vaikuttavuudeltaan ja taloudellisuudeltaan keskenään sekä muihin hankkeisiin. Ohjeet koskevat sekä etukäteis- että jälkiarviointia ja ne perustuvat Liikenneministeriön tekemään liikenteen väylähankkeiden yhdenmukaistamiseen tähtäävään YHTALI-kehikkoon ja arvioinnin YHTALIn mukaiseen esitystapaan /15/.

Yhteiskuntataloudellisesta laskelmasta, jossa selvitetään suunnitellun liikennehankkeen yhteiskuntataloudellinen kannattavuus, käytetään nimitystä ”YHTALI-laskelma”. Kannattavuuslaskelma sisältää liikennehankkeen vaikutukset koko yhteiskuntatalouden näkökulmasta.

#### Telematiikkahankkeiden arviointikehikko

Arviointiohjeissa määritetty telematiikkahankkeiden arviointikehikko on esitetty *kuvassa 2*. Arviointikehikko on sovellus liikenteen hankearvioinnin YHTALI-kehikosta. Telematiikkahankkeille ei alueen uutuuden vuoksi ole kehittynyt ns. vakioratkaisuja, minkä vuoksi ne ovat hyvin heterogeenisiä. Lisäksi telematiikkahankkeet voivat olla luonteeltaan tutkimus- ja kehitysprojekteja, jotka eivät tähtää suoraan sovellukseen. Sen vuoksi ohjeissa esitetyt soveltamisohjeita tulee tulkita tilanteen mukaan.

#### Hankekuvaus /11/

Hankekuvauksessa selostetaan mistä hankkeesta on kysymys ja selostusta voidaan havainnollistaa kuvan avulla. Tämän jälkeen selostetaan ongelma, joka halutaan ratkaista hankkeen avulla. Oleellista on selostaa myös arvioitu kehitys ilman hankkeen toteuttamista. Mikäli hanke kuulu isompaan kokonaisuuteen tulee myös nämä taustat selostaa. Mikäli hanke on osa kokonaisuutta, ja sillä ei itsessään ole vaikutusmekanismia, voidaan arviointi rajata hankekuvaukseen. Tällöin hankkeen hyödyt ja haitat tulee kuitenkin tuoda esille mahdollisuuksien mukaan. Hankkeen kustannuksista hankekuvauksessa esitetään keskeisimmät kustannustekijät osahankkeittain eriteltyinä.

#### Vaikutus selvitykset

Telematiikkahankkeiden arviointiohjeissa on esitetty yksityiskohtainen selvitys liikennetelematiikan vaikutusmekanismeista, jotta pystytään määrittelemään minkä päävaikutusten tarkastelu on olennaista.

Päävaikutusalueita, joille on määritetty vaikutusindikaattorit, on yhteensä seitsemän:

- verkko ja sen kustannukset
- kalusto ja sen kustannukset
- saavutettavuus
- aika, täsmällisyys
- onnettomuudet
- melu, päästöt ja energia
- arvostukset ja mukavuus

Vaikutusindikaattorit kuvaavat liikennetelematiikan toiminnan tuloksia, joita seuraamalla voidaan selvittää mihin telematiikka vaikuttaa ja kuinka paljon. Arviointimenetelmä kertoo kuinka indikaattorin arvo saadaan selville jälkikäteisarvioinnissa. Arviointimenettely etukäteisarvioinnissa on esitetty raportissa /11/ sanallisesti. Kaikkien päävaikutusalueiden vaikutusindikaattorit ja niiden arviointimenetelmät on esitetty raportissa luvussa 4.

#### Hankekuvaus

- hankkeen kuvaus, osahankkeet toteutusvalmius
- lähtökohdat, ennusteet ja ratkaistava ongelma
- yhteydet laajempiin ohjelmiin ja tavoitteisiin
- kustannusarvio

#### Vaikutusselvitykset

- Infrastruktuurin määrä ja sen kustannukset
- Kalustotarve ja -kustannukset
- saavutettavuus
- matka-aika ja täsmällisyys
- liikenneturvallisuus
- melu, päästöt, energiankulutus
- käyttömukavuus, arvostukset, imago
- vaikutusten kohdentuminen

#### Yhteiskuntataloudelliset analyysit

Kannattavuuslaskelma	Vaikutusten analysointi	Toteutettavuuden arviointi
- hyödyt ja kustannukset sekä niiden kohdentuminen	- vaikutusten arviointi liikennepoliittisten tavoitteiden näkökulmasta	- rahoitustarkastelut
- H/K-suhde	- vaikutusten tulkinta	- hyväksyttävyyssarviot
- herkkyystarkastelut		- tekniset ja taloudelliset riskit
		- lait ja organisatoriset tekijät

#### Yhteenveto

- johtopäätökset
- kooste

Kuva 2. Telematiikkahankkeiden arviointikehikko telematiikkahankkeiden arviointiohjeiden mukaisesti. /11/

## Yhteiskuntataloudelliset analyysit

Yhteiskuntataloudelliset kustannusanalyysit koostuvat arviointikehikon mukaisesti kolmesta osasta: hyöty-kustannuslaskelmasta, vaikutusten analyysistä ja hankkeen toteutettavuuden arvioinnista.

Hyöty-kustannusanalyysissä on kyse investointien, projektien, toimintatapojen analysoinnista sekä näiden vaikutusten arvioinnista suhteessa hyvinvoinnin tasoon. Yksinkertaisimmillaan kustannus-hyötyanalyysistä voidaan puhua tavasta järjestää asiat hyödyllisyysjärjestykseen vertaamalla niistä aiheutuvia hyötyjä ja haittoja. Tähän analyysitapaan liittyvät yleisesti investointeihin sidoksissa olevat seikat, kuten resurssien arvottaminen ja tulevien tulovirtojen diskonttaus. Investoinnin nykyarvo voi olla positiivinen tai negatiivinen.

Hyöty-kustannuslaskelma tehdään, mikäli hankkeen liikenteelliset vaikutukset ovat arvioitavissa määrällisesti. Hyötyerät vaihtelevat hanketyypin mukaan, mutta ainakin säästöt aika-, ajoneuvo-, onnettomuus- ja ympäristökustannuksissa tulee ottaa mukaan laskelmaan, mikäli niitä on vaikutusselvityksissä osoitettu. Hankkeen vaikuttaessa merkittävästi myös matka-ajan täsmällisyyteen tulee myös säästöt aikamarginaaleissa ottaa huomioon laskelmissa. Laskelmat tehdään liikenneministeriön ohjeiden mukaisesti. Hyöty-kustannus suhdeluku kertoo diskontattujen hyötyjen suhteen diskontattuihin kustannuksiin.

Mikäli hankkeen vaikutuksista voidaan tehdä vain karkeita arvioita, tehdään hyöty-kustannuslaskelma vain karkealla tasolla. Se voidaan tehdä esimerkiksi hankkeen minimi- ja maksimiarvoilla. Konkreettisten vaikutusarvioiden puuttuessa hankkeesta ei ole perusteltua laatia hyöty-kustannusanalyysiä.

Hankkeen vaikutusten analysoinnissa liitetään hankkeen vaikutusselvityksessä osoitettuihin vaikutuksiin arvosidonnaisuutta eli arvioidaan vaikutusten hyvyttä ja merkittävyyttä. Arvosidonnaisuuden lähtökohdat saadaan liikenneministeriön julkaisemista yleistavoitteista, jotka on esitetty julkaisussa ”Liikennejärjestelmän yleistavoitteiden mittarit” /11/.

Telematiikkahankkeisiin liittyy usein merkittäviä toteutettavuuteen liittyviä riskejä ja muita näkökohtia, jotka tulee ottaa huomioon tasavertaisina muiden analyysien rinnalla. Tällaisia asioita voivat olla mm /11/:

- tekniseen toteutettavuuteen liittyvät riskit
- hankkeen ja siinä kehitettävän teknologian markkinoiden arviointi
- kokeiluhankkeen tuottaman tiedon tarve ja arvo
- kustannusarvioon liittyvät riskit
- hankkeen arvioon liittyvät näkökulmat
- käyttäjien hyväksyttävyyys
- yhteiskunnallinen hyväksyttävyyys
- lainsäädännölliset ja organisatoriset näkökohdat
- vaiheittain toteuttamismahdollisuudet

## Hankearvioinnin yhteenveto

Telematiikkahankkeiden vaikutusten arvioinnista laaditaan nelisivuinen yhteenveto. Ensimmäinen sivu on tiivistelmä vaikutusten arvioinnista. Muilla sivuilla esitetään yksityiskohtaisemmat tiedot hankkeesta sekä sen vaikutuksista ja niiden analysoinnin tuloksista.

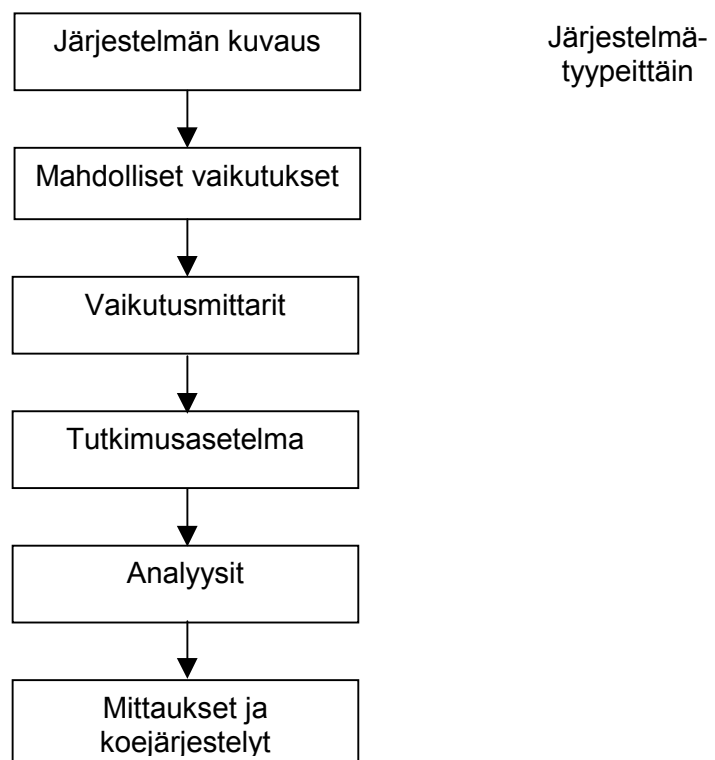
#### 4.1.2 Muuttuvien nopeusrajoitusten vaikutusten arvioiminen

Tielaitos on julkaissut ohjeet muuttuvien nopeusrajoitusten vaikutusten arvioinnista vuonna 1998. Vaikutusten arvioinnin ohjeet esitellään tässä yhteydessä pääpiirteissään. Yksityiskohtaiset tiedot vaikutusten arvioinnin eri osavaiheista ja niiden suorittamisesta on esitetty julkaisussa ”Ohjeet muuttuvien nopeusrajoitusten vaikutusten arvioinnista” . /12/

Ohjeissa vaikutuksia on tarkasteltu järjestelmätyypeittäin, joilla kaikilla on toisistaan poikkeavat tavoitteet. Myös vaikutukset vaihtelevat eri järjestelmätyyppien välillä. Tarkasteltavat muuttuvat nopeusrajoitusjärjestelmät ovat

1. Sään ja kelin mukaan muuttuvat järjestelmät
2. Nopeuksien harmonisointiin tähtäävät järjestelmät
3. Häiriöiden hallintaan liittyvät järjestelmät
4. Liittymistä helpottavat järjestelmät
5. Pistemäiset erityiskohteiden järjestelmät

Nämä järjestelmätyypit kattavat kaikki Suomessa tällä hetkellä käytössä ja suunnitteilla olevat järjestelmät. Ohjeiston rakenne on esitetty kuvassa 3.



Kuva 3. Vaikutusten arviointiohjeiston rakenne. /12/

Vaikutuksia arvioitaessa ensin kuvataan kukin järjestelmä: järjestelmän tavoitteet, järjestelmän laajuus, järjestelmän käyttämä ohjaustieto jne. Tämän jälkeen esitetään hypoteesit järjestelmän vaikutuksista liikenteeseen ja ympäristöön. Vaikutushypoteesit muotoillaan sekä siihen tilanteeseen, jota varten järjestelmä on alun perin tarkoitettu, että muihin tilanteisiin.



Tarkastelussa huomioon otettavia muuttuvia tekijöitä ovat

- ajallinen kehittyminen
- ajallinen vaihtelu (esim. kesä/talvi)
- olosuhteiden (liikennemäärän, liikenteen koostumuksen, kelin) vaihtelu
- paikkaan liittyvä vaihtelu (asutuksen tiheys, tienkohta)

Lisäksi otetaan huomioon järjestelmän toteutustavan mukainen vaihtelu sekä järjestelmän vaikutukset silloin, kun järjestelmässä ei toimi halutulla tavalla. Ohjeistossa on määritetty suuntaa-antavat perushypoteesit liikennekäyttäytymisen muutoksista jokaiselle järjestelmälle. Hypoteesit täsmentyvät todellisia toteutettavia järjestelmiä arvioitaessa.

Vaiotushypoteesien määrittämisen jälkeen esitetään, minkälaisilla mittareilla eri tyyppisiä vaikutuksia voidaan selvittää ja mitkä ovat kunkin järjestelmän keskeiset vaikutukset. Tämän jälkeen selvitetään minkälaisella tutkimusasetelmalla ja mittauksilla hypoteesit vaikutuksista voidaan todentaa tai hylätä. Tutkimusasetelman suunnittelu on vaikutusarvioinnin tärkein osa. Tutkimusasetelmaa määritettäessä selvitetään tutkimuksessa tarvittavat, hypoteesien kannalta olennaiset mittaukset.

Ennen -asetelmassa tiellä oletetaan olevan tavanomaiset kiinteät nopeusrajoitukset, jotka voivat joillakin tieosuuksilla olla talviaikaan alhaisemmat kuin kesäaikaan. Jälkeen -aineisto kerätään täsmälleen samaan aikaan vuodesta kuin ennen -aineistokin, jotta tienkäyttäjien matkatarkoituksijakaumat ja muut ominaisuudet olisivat mahdollisimman samanlaiset. Ensimmäinen jälkeen -aineisto kerätään yleensä mahdollisimman pian järjestelmän toteuttamisen jälkeen, jotta saadaan nopeasti arvioita järjestelmän vaikutuksista. Tämän jälkeen järjestelmää voidaan vielä säätää järjestelmän toimintaa. Pysyvät vaikutukset selviävät toisen vaiheen jälkeen -aineiston keräyksen yhteydessä, joka tehdään yleensä aikaisintaan vuoden kuluttua toteuttamisesta. Aineistot kerätään vertailu- ja koe tieosuuksilta, sekä koetieosuuden jatkeelta sekä koetieosuudelle vaihtoehtoisilta reiteiltä.

Analyysien tavoitteena on arvioida järjestelmän vaikutus mahdollisimman luotettavasti. Järjestelmän vaikutusten erottamiseksi muiden tekijöiden vaikutuksesta muutokset ennen - jälkeen arvioidaan em. taulukon mukaisesti. Vaikutusten arvioinnin yhteydessä testataan myös järjestelmän vaikutuksista tehtyjen tutkimushypoteesien oikeellisuus ja havaittujen muutosten tilastollinen merkitsevyys. Tilastollisen merkitsevyyden testauksesta on esitetty käytettäväksi keskiarvojen vertailutestiä sekä  $\chi^2$  -testiä. Nämä testit riittävät useimpien vaikutusten testaamiseen.

Ohjeissa on esitetty myös eri vaikutusmittareille soveltuvat mittaustavat. Lisäksi on käsitelty mittaustavan valintaa kullekin järjestelmätyypille sekä mittausten koejärjestelyjä.

### 4.1.3 Simulointi ja mallinnus vaikutusten tulkinnessa

Simuloinnilla ja mallintamisella pyritään jäljittämään tietokoneella todellisia tapahtumia. Sillä ei pyritä matemaattiseen ratkaisuun. Analyysi tehdään seuraamalla mallin toimintaa ja tilastoimalla tulokset. Tietokoneelle tehdään malli, joka on yksinkertaistus todellisuudesta. Se sisältää oletuksia ja yleistyksiä todellisuudesta.

Mallintamalla voidaan tutkia järjestelmien pitkäaikaisia vaikutuksia, erilaisia oloja ja liikennetilanteita. Se mahdollistaa vaihtoehtojen arvioinnin eri lähtöoletuksilla. Järjestelmästä on oltava yksityiskohtaiset kuvaukset ja suunnitelmat. Telemaattisista ratkaisuista on harvoin riittävästi käytännön kokemuksia, koska tekniikka ja ajatusmallit ovat uusia. Tietokonesimuloinnin avulla on mahdollista kerätä näitä kokemuksia ja tietoa järjestelmien vaikutuksista ennen käytännön toteutusta /20/

Simulointi tarjoaa suhteellisen edullisen tavan testata ja arvioida vaihtoehtoisia liikennejärjestelyjä. Kustannukset ovat vähäiset verrattuina hankkeiden toteuttamiskustannuksiin ja ennalta tapahtuvalla testauksella voidaan säästää säästöjä lopullisiin kustannuksiin. Kenttätutkimuksiin verrattuna saatettavia etuja ovat / 20/:

- hinta
- tuotettu tieto sisältää tunnuslukuja joita ei helposti saada kenttätutkimuksista
- erilaisia ratkaisuja voidaan verrata täsmälleen samanlaisessa liikennetilanteessa
- ei aiheuteta häiriötä liikenteelle

Tulevaisuudessa liikenteen kysynnän toiminnallisten vaikutusten arviointi tullaan tekemään simuloimalla tai vastaavalla analyttisellä menetelmällä. Simuloinnin ongelmat liittyvät mallien reaalisuuteen eli kuinka hyvin malliin on osattu kuvata oikeita ja ongelman kannalta tärkeitä asioita. Joidenkin mallien väitetään olevan niin monimutkaisia, että niiden hyötyä on vaikea arvioida. Simuloinnin tehokas hyödyntäminen edellyttää, että malli kuvaa tarkasti liikenteen käyttäytymistä. Malli voi olla vain niin hyvä kuin teoria johon se pohjautuu. /20/

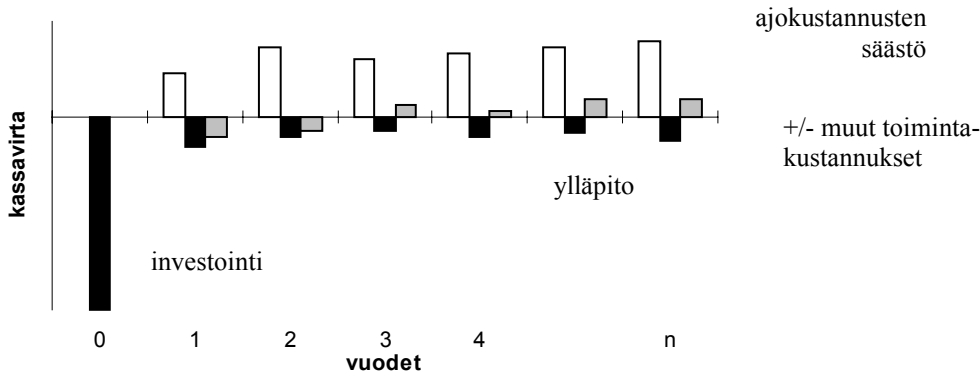
## 4.2 Tässä selvityksessä käytettävät arviointiperusteet

Ennen kuin eri telemaattisten ratkaisujen kannattavuutta ja toimivuutta voidaan yleensä arvioida, on toimenpiteiden vaikutukset selvitettävä mahdollisimman kattavasti. Hankkeiden vaikutuksia tulee tarkastella samoilla periaatteilla kuin muidenkin liikennehankkeiden vaikutuksia tarkastellaan. Vaikutuksista tulisi selvittää ainakin liikenteelliset vaikutukset. Lisäksi hankkeen luonteen mukaan tulisi selvittää turvallisuus ja ympäristölliset vaikutukset. Vaikutukset tulee arvioida ensisijaisesti määrällisesti, mutta mikäli se ei ole mahdollista arvioidaan vaikutukset sanallisesti.

Vaikutusten selvittämisen jälkeen pyritään esitettyjä telematiikan keinoja vertailemaan analyysillä, joka koostuvat kolmesta osasta:

- kannattavuuslaskelma
- vaikutusten analyysistä
- hankkeen toteutettavuuden arvioinnista

Kannattavuuslaskelma eli hyöty-kustannuslaskelma, tehdään, mikäli hankkeen liikenteelliset vaikutukset ovat arvioitavissa määrällisesti. Hyötyerät vaihtelevat hanketyypin mukaan. Säästöt aika-, ajoneuvo-, onnettomuus- ja ympäristökustannuksissa (ajokustannukset) pyritään ottamaan mukaan laskelmaan, mikäli niitä on vaikutus selvityksissä osoitettu. Laskelmassa otetaan huomioon investointi- ja ylläpitokustannukset.



Kuva 4. Telematiikkainvestoinnin periaatteellinen kassavirta.

Investoinnin tuottavuudelle lasketaan hyöty-kustannussuhde [HK].

$$HK = \frac{(AK - YK)}{IK} \quad (4.1)$$

jossa

- HK = hyöty-kustannussuhde
- AK = ajokustannusten säästöt (yhteensä tarkastelujakson alussa)
- IK = investointikustannus
- YK = ylläpitokustannukset (yhteensä tarkastelujakson alussa)

Hankeen keskimääräiseltä pitoajalta vuotuiset ajoneuvokustannusten säästöt ja ylläpitokustannukset diskontataan tarkastelujakson alkuun. Keskimääräinen pitoaika on 10 vuotta ja diskonttauskorko on 5 %. Kaikkia kustannuksia ja hyötyjä verrataan bruttoperiaatetta noudattaen.

Mikäli hankkeen vaikutuksia voidaan arvioida vain karkeasti, tehdään hyöty-kustannuslaskelma vain karkealla tasolla. Se voidaan tehdä esimerkiksi hankkeen minimi- ja maksimiarvoilla (esim. liikennemäärien vaihtelu). Todellisten vaikutusarvioiden puuttuessa hankkeesta ei ole perusteltua laatia hyöty-kustannusanalyysiä vaan sanallinen vaikutusarvio.

Hankkeen vaikutusten analysoinnissa arvioidaan vaikutusten hyvyttä ja merkittävyyttä. Hankkeen toteutettavuuden arvioinnissa arvioidaan hankkeeseen liittyviä riskejä ja muita näkökohtia, jotka tulee ottaa huomioon tasavertaisina muiden analyysien rinnalla. Lopuksi tehdään lyhyt hankearvioinnin yhteenveto.

### 4.3 Kustannukset

Järjestelmien rakentamisen ja kunnossapidon kustannuksia on pyrittävä selvittämään esim. aikaisempien investointien avulla. Liikenteen hallinnan kustannuksia on tutkittu vuonna 2000 valmistuneessa selvityksessä 'Liikenteen hallinta tienpidon tuotteena /44/.

Käytävissä olevan kustannustiedon kattavuus ja täsmällisyys on heikkoa. Vaikka erilaisia järjestelmiä ja telematiikan toteutuksia on tehty jo vuosia, vaihtelee saatavilla oleva tieto suuresti. Tässä selvityksessä kustannustieto pohjautuu em. selvitykseen /44/ ja Tiehallinnon Intranetissä olevaan liikenteen hallinnan toimintokortistoon sekä asiantuntijoiden arvioihin investointi ja ylläpitokustannuksista.

Investointilaskelmissa käytettyjä rakentamis- ja käyttökustannuksia on esitetty liitteessä 1.

Niin sanotun "rautatavaran" hinnat ja normaalit energia- ja määräaikaishuoltokustannukset saadaan helpommin selville, mutta varsinkin tiedonsiirtokulut ovat sellaisia, että ne täytyy selvittää suunnitteluvaiheessa hankkeittain. Suunnitteluvaiheessa on lisäksi tärkeää laatia kattavat käyttökustannusten arviot.

Tietoliikennekustannukset ovat hyvin erilaisia riippuen tarkasteltavasta tilanteesta. Hyvää yleisohjetta siitä mitä tiedonsiirtotapaa käytetään ei ole olemassa. Käytössä on Tiehallinnon omia kaapeleita, jolloin kustannuksia ei tiedon siirrosta tule isoosakaan järjestelmissä ja toisena ääripäänä on, että puhelinlinjan kautta ollaan mittauspisteelle yhteydessä johonkin aikaan vuodesta 100 kertaa päivässä, jolloin kulutkin ovat 100 mk/päivä. Kiinteässä omassa radiomodeemiverkossa ei tule tiedonsiirtokustannuksia, mutta radiolupamaksut (noin 100 mk/vuosi/laite) tulee vuosittain. Radiomodeemiverkon tuki- ja releointiasemien määrä on hyvin maastosta riippuvainen. Sähkö- ja dataliittymäkustannukset vaihtelevat myös suuresti, joten niidenkin yksikköhintoja on vaikea arvioida.

Tietoliikennekustannusten selvittäminen kuuluu yleis- ja rakennussuunnittelun oleellisiin tehtäviin. Tässä selvityksessä ei ko. kustannuksia huomioida. Yleisesti ottaen tienvarsiteknologialaitteiden käyttökustannukset ovat noin 4 % ilman tiedonsiirtokustannuksia. Sähköenergia ja määräaikaishuolto sisältyvät 4 % arvioon.

#### 4.4 Epävarmuustekijöitä

Vaikutusten arvioinnissa ja ennen kaikkea investointilaskelmissa on monia epävarmuustekijöitä. Tienkäyttäjille tuotettavaa palvelua on kuitenkin usein vaikea arvottaa. Tienkäyttäjät pitävät yleisesti hyvinä sellaisia palveluja kuten lämpötila- ja nopeusnäytöt. Niiden eduista on kuitenkin vaikea tehdä tarkkoja yhteiskuntataloudellisia laskelmia.

Usein telematiikkahankkeiden hyötykustannussuhde jää kannattamattomaksi, jos käytetään Tiehallinnon ajokustannusten laskentaperusteita. Esimerkiksi muuttuvien nopeusrajoitusten kohdalla käy yleensä niin, että aika- ja ajoneuvokustannukset kasvavat enemmän kuin muilla kustannussäästöillä saadaan säästöjä. Merkittävää tarkastelussa on se, mihin tilanteeseen parannustoimenpiteitä verrataan. Jos muuttuvia rajoituksia käytetään tielle tilanteeseen, jossa nopeusrajoitus on jo jouduttu alentamaan esim. 100 km:stä 80 km:iin tunnissa ja muuttuvilla rajoituksilla liikennevirralle annetaan osan ajasta 100 km/h nopeusrajoitus, saadaan myös aikakustannuksissa säästöä. Vaikutus hyötykustannussuhteeseen voi olla merkittävä.

Nykyisin telematiikan ratkaisut ovat toteutettu lähes kaikki koejärjestelminä. Ala on uusi ja vakioratkaisuja ei ole vielä muodostunut. Järjestelmät voivat olla herkkiä esim. ukkosvaurioille. Kustannukset heilahtelevat suuresti ja etenkin ylläpitokustannuksista ei ole riittävästi tietoa. Vuotuiset ylläpitokustannukset voivat vaihdella jopa 3...20 %:iin rakentamiskustannuksista. Eräissä tapauksissa merkittäväksi tekijäksi saattaa muodostua telematiikkainvestoinnin optioarvo /14/. Optioarvo muodostuu, jos telematiikkainvestoinnilla voidaan lykätä raskaampia investointeja koskevia päätöksiä myöhempään ajankohtaan.

## 5 TARKASTELTAVAT TIETTYYPIT

### 5.1 Kaksikaistaiset tiet

#### 5.1.1 Tien ominaisuuksia

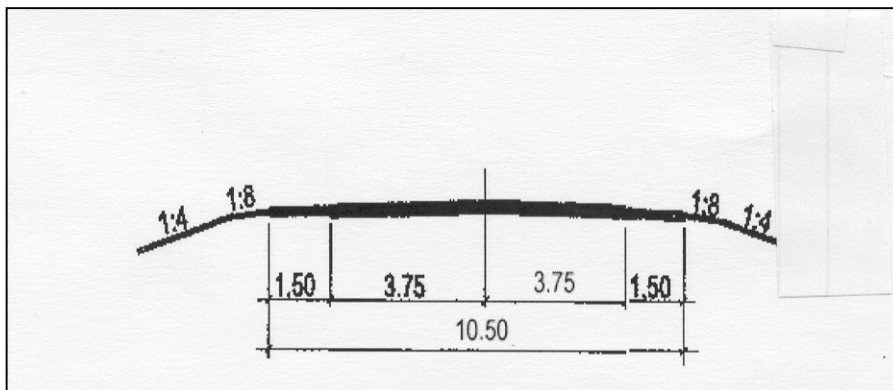
Nykyisen päätieverkon kaksikaistaisista teitä merkittävä osa on rakennettu 60-70 -luvulla. Liikennemäärät ovat kasvaneet huomattavasti eikä liikenteen palvelutaso täytä tämän päivän vaatimuksia. Nopeusrajoitus on ongelmallisimmissa kohdissa laskettu pääsääntöisesti 80 km:iin tunnissa. Hiljaiset liittymät ovat normaalisti kanavoimattomia tasoliittymiä. Osa vilkkaimmista liittymistä on rakennettu eritasoon tai ne on kanavoitu eli varustettu kääntyvän liikenteen kaistoilla tai väistötilalla.

Valtatiet ovat yleensä 8-10 metriä leveitä (Taulukko 1) Kantatiet ovat yleensä 7-8 metriä leveitä, koko leveydeltään päällystettyjä. Ajokaistan leveys on normaalisti 3,0 - 3.75 metriä. Muu osa on piennarta, josta on 0,25 metriä päällystämätöntä.

Kaksikaistaisten teiden kunnossapito painottuu talvihoitoon ja liikenneympäristön hoitoon sekä rakenteiden, laitteiden ja päällysteen ylläpitoon.

Taulukko 1. Teiden pituudet leveyden mukaan 1.1.1998 /39/.

Tieleveys (ajorata + pientareet) (m)	Valtatie (km)	Kantatie (km)	Yhteensä (km)
5 ja 5,5	0	57	57
6 ja 6,5	199	390	589
7 ja 7,5	747	1 467	2 214
8 ja 8,5	3 140	1 626	4 766
9 , 9,5 ja 10	2 446	587	3 033
Yli 10	1 555	254	1 809
<b>Yhteensä</b>	<b>8 087</b>	<b>4 381</b>	<b>12 468</b>



Kuva 5. Esimerkki kaksikaistaisten tien poikkileikkauksesta.

## Parannetut kaksikaistaiset tiet

Parannetuilla kaksikaistaisilla teillä tarkoitetaan tässä kaksikaistaista tietä, joka sisältää laajahkoja liittymäjärjestelyjä, ohituskaistoja, pieniä geometrian parantamisia tms. Ohituskaistoja oli pääteillä (tilanne 1.1.1998) 183 km ja ne koostuivat 128 erillisestä ohituskaistajaksosta.

Tienpidon rahoituksen niukkuuden vuoksi kaksikaistaisten päätteiden parantaminen tapahtuu yleensä vaiheittain. Tyypillistä on, että tiet parannetaan suhteellisen lyhyinä teosuuksina tai pistekohtaisesti (esimerkiksi liittymien kanavoinnit).

### 5.1.2 Liikennevirran ominaisuuksia

Kaksikaistaisen tien liikennevirran sujuvuuden tarkastelumallien tunnusluvuista tunnetuimpia ovat liikenteen nopeustaso ja palvelutaso. HCM:n (Highway Capacity Manual) mukainen liikenteellisen palvelutason luokitus kuvaa sujuvuutta keskinopeuden, käyttösuhteen ja viivytettynä ajavien osuuden avulla.

Taulukko 2. Liikenteen keskinopeudet pääteillä vuonna 1997 /39/.

Päätie	Nopeusrajoitus Kesä/talvi (km/h)	HA ja Pa Knop (km/h) ja ylitys-% <sup>1)</sup>	Linja-autot Knop (km/h)	Kuorma-autot Knop (km/h)
2-kaist.	80 / 80	81,2 14,0	81,4	80,3
2-kaist.	100 / 80	91,5 5,0	88,8	84,8
2-kaist.	100 / 100	95,4 10,8	91,6	84,9
Mol	100 / 100	97,9 14,7	92,7	85,7

1) Keskinopeuden ylitysprosentti = ajoneuvot , joka ovat ylittäneet kesänopeusrajoituksen vähintään 10 km/h

Sujuvuuden kokeminen on selvimmin sidoksissa nopeustasoon. Kun tavallisella kaksikaistaisella tiellä (nopeusrajoitus 80 km/h) matkanopeudet pysyvät yli 78 km/h, pitävät kuljettajat tilannetta sujuvana. Yli 50 % kuljettajista piti liikennettä sujuvana, kun todellinen nopeus poikkesi ennen matkaa arvioidusta tavoitenopeudesta alle 10 km/h /10/. Liikenteen määriä ja nopeuksia mitataan jatkuvasti automaattisissa laskentapisteissä. Mittauspisteistä saadut tiedot osoittavat, että keskinopeudet ovat varsin korkeita. Liikenteellisiä sujuvuusongelmia esiintyy ajoittain eteläisen Suomen päätieväylillä sekä eräiden kaupunkien sisääntulo- ja kehäteillä.

Kaksikaistaiselle tielle pyritään järjestämään kohtuullisesti ohituskelpoisia osuuksia tietyin liikennemääristä riippuvin kriteerein normaalisti noin 3-5 minuutin ajon välein. Kaksikaistaisella tiellä kuljettajan ohituspäätökseen vaikuttaa vastaan tulevan kaistan vapaan tilan pituus. Myös kapeat tiet eroavat kohtalaisen paljon toisistaan. Ero johtuu lähinnä tien geometriasta. Pimeällä tehtävät ohitukset eroavat selvästi valoisaan aikaan tehtävistä ohituksista. Pimeällä ohittamiseen vaaditaan selvästi pidempiä ohitusmahdollisuuksia kuin valoisalla. /5/, /13/

Kaksikaistaisten teiden kuolemanriski oli vuosina 1994-1998 1,3 onn./ 100 milj. autokm /49/. Kaksikaistaisilla pääteillä kuolemaan johtavat onnettomuudet ovat yleisimmin kohtaamis- tai yksittäisonnettomuuksia. (ks. liite 2)

Yksittäisten ohituskaistojen turvallisuudesta tehty selvitys /33/ osoittaa, että niillä tapahtui vuosina 1990-1996 yhteensä 492 onnettomuutta, joista 28,3 % (139) oli heva-onnettomuuksia. Onnettomuudet olivat keskimääräisesti vakavampia kuin kaksikaistaisella tiellä yleensä (ks. liite 2).

### 5.1.3 Mahdollisia ongelmatilanteita

Kaksikaistaisella tiellä tien geometria vaikuttaa merkittävästi liikenteen sujumiseen. Geometriapuutteet tien vaaka- ja/tai pystygeometriassa laskevat liikenteen nopeustasoa ensin raskaan liikenteen osalta. Liikennemäärien kasvaessa ja ohitusmahdollisuuksien puuttuessa myös kevyen ajoneuvoliikenteen osalta. Ongelmat voivat esiintyä sekä pitkillä päätiesuosuksilla että pistemäisissä kohdissa.

Liittymien kohdilla voi esiintyä useita erilaisia ongelmia. Päätien liikenteelle aiheutuu sujuvuusongelmia, mikäli kääntyvät liikennevirrat ovat suuria, eikä päätieltä poistuvalla kääntyvälle liikenteelle ole omaa kaistaa tai päätien liikennevirralle väistötilaa. Liittyvälle liikenteelle aiheutuu sujuvuusongelma, kun liikennemäärien kasvaessa liittymisen päätielle vaikeutuu.

Liikennemäärien kasvaessa tien välityskyky ei riitä ja palvelutaso laskee liikennehuippujen aikana. Liikenne jonoutuu, kun tiellä on vastaan tulevasta liikenteestä johtuen vähän ohitusmahdollisuuksia. Huipputunnit voivat olla työmatka- tai viikonloppuliikenteestä aiheutuvia.

Yksittäisten ohituskaistojen kohdilla ongelma voi muodostua kaistan lopulla liikenteen palaaminen yhdelle kaistalle eli ns. kiilaukset, jolloin mm. peräänajoriski ja kohtaamisonnettomuusriskit kasvavat sekä syntyy sujuvuusongelmia. Toinen ohituskaistakohtien ongelma on talviajan kunnossapito. Muutoin kapeampi kaksikaistainen tie levenee ohituskaistan kohdalla. Tielle muodostuu nopeammin esimerkiksi leveä sohjokaista, kun ohituskaistan liikennemäärä on pienempi kuin peruskaistalla. Ohituskaistan liikennöitävyys ei ole talvella välttämättä niin hyvä kuin peruskaistan. Kolmannen ohituskaistaosuusongelman ja turvallisuusriskin voivat muodostaa osuuskille mahdollisesti jätetyt liittymät.

Nopeat sään ja kelin muutokset niin kesä- kuin erityisesti talviaikaan saattavat aiheuttaa monia riski- ja ongelmatilanteita, jotka voivat johtaa onnettomuuksiin tai liikenteen ruuhkautumisiin. Tällaisia muutoksia ovat kesäaikana sään nopeat vaihtelut kuten rankkasateet ja sakeat paikalliset sumut ja talvikautena lämpötilan nopeat vaihtelut sekä runsaat lumisateet. Myös tien kunnossapito voi aiheuttaa vaaratilanteen, mikäli tienkäyttäjät eivät ole ajoissa huomioi tiellä olevaa kunnossapitotyökonetta.

Eläinonnettomuudet ovat useasti paikallisia. Erityisesti hirvieläimet liikkuvat maastossa tiettyjä reittejä pitkin, jolloin myös teiden ylitykset tapahtuvat usein tiettyillä samoilla paikoilla. Näissä kohdin eläinonnettomuuksien riski on suuri.

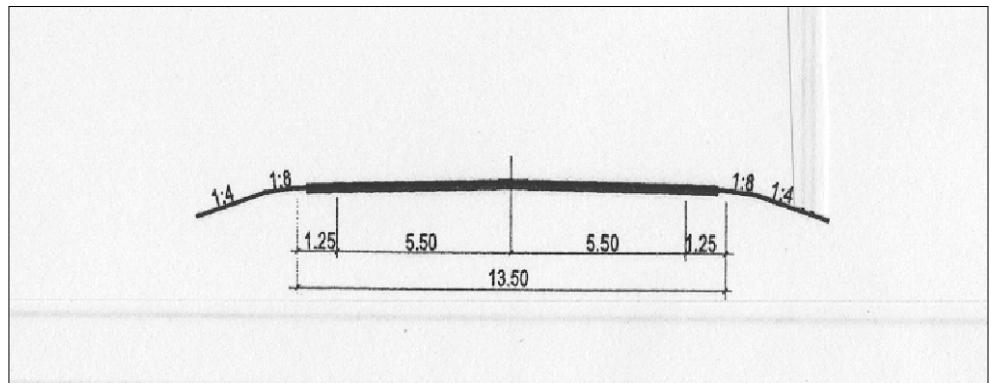
## 5.2 Leveäkaistaiset tiet

### 5.2.1 Tien ominaisuuksia

Leveäkaistaisella tiellä on yksi ajokaista kumpaankin suuntaan. Ajokaistat ovat niin leveitä, että ohittaminen on mahdollista siirtymättä vastaantulijan kaistalle, mikäli ohitettava ajoneuvo ajaa aivan ajokaistan oikeassa reunassa. Leveäkaistaisella tiellä pyritään parantamaan erityisesti liikenteen sujuvuutta. Normaalissa ajotilanteessa vastaan tulevat ajoneuvot ovat kauempana toisistaan kuin tavallisella kaksikaistaisella tiellä. Kuljettajat voivat vapaammin valita ajoneuvon paikan ajokaistalla. Tämän vuoksi myös tienpinnan kuluminen on tasaisempaa ja ajourien muodostumisen vähäisempää.

Leveäkaistainen tie voidaan rakentaa ruotsalaisten ohjeiden mukaan noin 8000 - 12000 ja saksalaisten ohjeiden mukaan noin 10000 ajoneuvon vuorokausiliikenteelle. Leveäkaistatien suurimman havaitut liikennemäärät vaihtelevat 1700-2000 ajon./h/suunta./43/

Suomessa on toteutettu viisi leveäkaistaista tietä, joista kolme on leveäkaistaisia moottoriliikenneteitä ja kaksi on leveäkaistaisia sekaliikenneteitä. Leveäkaistaiset moottoriliikennetiet sijaitsevat valtatiellä 4 välillä Asemakylä - Räänänperä (1993), valtatiellä 12 välillä Lahti - Uusikylä (1995) ja valtatiellä 7 välillä Koskenkylä - Loviisa (1998). Leveäkaistaiset sekaliikennetiet sijaitsevat valtatiellä 6 välillä Kaipiainen - Kaitjärvi (1999) ja valtatiellä 9 välillä Lieto - Aura (2000).



Kuva 6. Leveäkaistaisen tien poikkileikkaus.

Leveäkaistatien kunnossapidon työmuodot ovat samat kuin tavallisella moottoriliikennetiellä. Valtatiellä 4 Oulussa leveäkaistatietä aurattiin ja höylättiin sekä suolattiin tavallista enemmän. Tehostetusta kunnossapidosta huolimatta valtatiellä 4 leveäkaistatie ei toiminut seurantatalvena 1993-94 toivotulla tavalla. Tielle muodostui polannetta sekä keskiviivan molemmin puolin noin metrin matkalle että tien reunoille 2...3 metrin leveydeltä minkä vuoksi ajopaikan valinta vaikeutui huomattavasti.



Taulukko 3. Suomessa toteutetut leveäkaistaiset tiet.

Tieosuus	Pituus (km)	KVL –99 (ajon./vrk)	Nopeusrajoitus (km/h)	Leveys (Kokonais/Ajokaista/piennar) (m)
Vt 4 Asemakylä - Räänänperä	6	5 400	100	12,5/ 5,25 /1,0
Vt 6 Kaipainen- Kaitjärvi	9,9	5 500	100	12,5/ 5,25 /1,0
Vt 7 Koskenkylä – Loviisa	10,6	6 300	100	13,5/ 5,25/ 1,5
Vt 9 Lieto – Aura	9	8 500	100	13,5/ 5,5 / 1,5
Vt 12 välillä Lahti – Uusikylä	20	10 000	100	13,0/ 5,5 / 1,0

### 5.2.2 Liikennevirran ominaisuuksia

Matkanopeudet leveäkaistaisella tiellä ovat suurempia kuin tavallisella kaksikaistaisella tiellä ja oman ajonopeuden valinta on vapaampaa. Ohituksia tapahtuu leveäkaistaisella tiellä enemmän kuin tavallisella kaksikaistaisella moottoriliikennetiellä. Ohitukset tapahtuvat usein ns. lentävinä ohituksina.

Tietyy-pin liikennevirran ominaisuuksia on selostettu laajemmin liitteessä 2.

### 5.2.3 Mahdollisia ongelmatilanteita

Leveäkaistatien suurimpana ongelmana näyttää olevan se, että tie ei ohjaa kuljettajaa oikeanlaiseen ajolinjaan tai –käyttäytymiseen. Liikennemäärän kasvaessa leveäkaistaisella tiellä ajokäyttäytyminen voi olla ajoittain sekavaa, ja vastaantulevan liikennevirran liikkeiden ennakointi voi olla vaikeaa. Ajonopeudet ovat leveäkaistaisella tiellä tavallista tietä suurempia. Osa autoilijoista myös ohittaa piittaamatta vastaantulevasta liikenteestä. Ohituksia tehdään enemmän ja ne kestävät lyhyemmän ajan.

Leveäkaistaisia teitä on toteutettu sekä moottoriliikenne- että sekaliikenneteille. Sekaliikennetiellä syntyy turvallisuusongelmia, mikäli huonon pysty- tai vaakageometrian vuoksi ei ole riittäviä näkemiä. Liikenteen nopeustaso voi laskea lähinnä raskaan liikenteen osalta. Koska leveäkaistaisella tiellä ohittaminen on helpompaa, ei sujuvuusongelmaa ole kevyen ajoneuvoliikenteen vuoksi.

Sekaliikenneteillä ongelmia voi aiheutua vilkkaan liikenteen aikana, jolloin päätielle liittyminen vasemmalle on vaikeaa. Päätien liikenteen turvallisuusriski (peräänajo- ja kohtaamisriski) kasvaa tilanteessa, kun päätiellä vasempaan kääntyvät liikennevirrat ovat suuria ja jos päätiellä ei ole kääntyvälle liikenteelle omia kaistoja.

Koeteiden lyhyen aikavälin havaintojen perusteella on turvallisuuden arviointi vaikeaa. Voidaan arvioida, että onnettomuustyyppit ovat samoja kuin perinteisellä kaksikaistaisella tiellä.

Leveäkaistatien ollessa sekaliikennetie, ongelmatilanteita voivat aiheuttaa hidas liikenne ja kevyt liikenne.

Sään ja kelin nopeat muutokset voivat aiheuttaa monia riski- ja ongelmatilanteita niin kesä- kuin talviaikaan. Tällaisia muutoksia ovat rankkasateet ja sakeat paikalliset sumut sekä lämpötilan nopeat vaihtelut talvikautena. Kun

nossapidossa suurimmat ongelmat ovat talvihoidossa. Talvihoidon viipyminen aiheuttaa leveäkaistaisella tiellä polanteiden muodostumista tiehen. Ongelmaksi voi myös muodostua tien kunnossapidon aiheuttamat tilanteet, mikäli tiellä liikkujat eivät huomioi riittävän ajoissa kunnossapidon kalustoa.

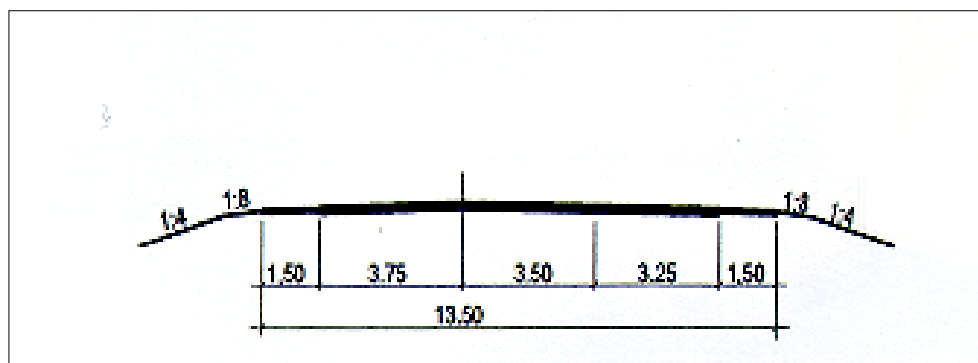
### 5.3 Ohituskaistatiet

#### 5.3.1 Tien ominaisuuksia

Ohituskaistatiellä on kolme ajokaistaa: yksi tavallinen peruskaista kumpaankin suuntaan ja niiden välissä ohituskaista, joka vuorotellen osoitetaan toiselle ajosuunnalle. Yksikaistaisella suunnalla voi olla ohituskielto. Liittymien kohdilla on vain kaksi kaistaa. Ohituskaistatien poikkileikkaus voi olla kolmi-kaistaisilla osuuksilla 13,0 – 13,5 metriä. Peruskaistojen leveydet ovat 3,25 – 3,75 metriä ja ohituskaistan 3,5 metriä. Nopeusrajoitus on tietyyppillä 100 km/h. Ohituskaistatien poikkileikkaus on esitetty kuvassa 7.

Ohituskaistatien rakentaminen edellyttää eri maissa noin 8000-12000 vuorokausiliikennemäärää. Ohituskaistatien suurin havaittu liikennemäärä on noin 1900 ajon./h / suunta /43/.

Suomessa on tehty kaksi ohituskaistatiekokeilua /4/, valtatiellä 4 välillä Järvenpää-Mäntsälä (1991) ja valtatiellä 4 välillä Lahti-Heinola (1993). Järvenpää-Mäntsälä välin ohituskaistakokeilu lopetettiin tien uudelleen päällystämisen yhteydessä vuonna 1996. Tie on parannettu moottoritieksi vuonna 1999.



Kuva 7. Ohituskaistatien poikkileikkaus.

Taulukko 4. Suomessa toteutetut ohituskaistatiet

Tieosuus	Kaistapituudet (km)	Kaistojen lkm (kpl)	Liikennemäärä ajon./vrk	Leveys (Kokon./ Ohituskaista/ peruskaista) (m)
Vt 4 Järvenpää – Mäntsälä	1,05 – 1,7	5 + 4	13 200	13,0/3,5/3,25
Vt 4 Heinola – Lahti	1,0 – 2,7	7 + 7	10 600	13,0/3,5/3,25

Ohituskaistateillä on tehostettu talvikunnossapitoa tiemerkitöjen ja opasteiden näkyvyyden vuoksi, koska kuljettajan tulee myös huonoissa sääoloissa tietää onko ohittaminen kiellettyä vai sallittua. Lumenauraus tehdään auraparilla kuten perinteisellä moottoriliikennetiellä. Lumesta ja liasta puhdistettavia suuria liikennemerkkejä on enemmän kuin tavallisella moottoriliikennetiellä. Lisäksi ohituskaistat tarvitsevat peruskaistoja enemmän suolaa pienempien liikennemäärien vuoksi.

### 5.3.2 Liikennevirran ominaisuuksia

Ohituskaistatiellä pyritään parantamaan ruuhkautuvan kaksikaistaisen tien palvelutasoa. Tiellä ohitettaessa vastaantuleva liikenne ei vaikuta ohitukseen, joita tehdään luonnollisesti enemmän ja kerralla ohitettavien määrä on suurempi. Ohitusten määrään ohituskaistalla vaikuttaa ohittavan ja ohitettavan ajoneuvon nopeus, liikennemäärä ja ohituskaistan pituus /4 /.

Ohituskaistatiellä ajoneuvojen keskinopeudet ovat ohituskaistaosuudella noin 1-6 km/h suurempia kuin tavallisella moottoriliikennetiellä. Liikennevirran nopeudet alenevat ohituskaistojen lopussa vilkkaan liikenteen aikana, mikä aiheutuu ajoneuvojen "kasaantumisesta", kun ohituskaistalla olevat ajoneuvot pyrkivät takaisin peruskaistalle.

Tietyypin liikenteen ominaisuuksia on selostettu laajemmin liitteessä 2.

### 5.3.3 Mahdollisia ongelmatilanteita

Ohituskaistatie sallii pienipiirteisemmän geometrian kuin esimerkiksi leveäkaistatie. Mikäli vaaka- ja/tai pystygeometriassa tien kaarresäde tai pyöristyssäde ovat liian pieniä, laskee liikenteen nopeustaso lähinnä raskaalla liikenteellä. Kevyen ajoneuvoliikenteen osalla on sujuvuus parempaa, koska ohituskaistatiellä ohittaminen on helpompaa. Ongelmia voi esiintyä yksikaistaisilla osuuksilla, joissa ohittaminen on kielletty.

Sujuvuusongelmia voi esiintyä huipputuntien aikana suurilla liikennemäärillä. Huipputunnit voivat olla työmatka- tai viikonloppuliikenteestä aiheutuvia. Syynä voi olla raskaan liikenteen suuri määrä, jos ohituskaistojen pituudet eivät riitä purkamaan raskaan liikenteen aiheuttamia jonoja. Sujuvuusongelmia esiintyy erityisesti ohituskaistan lopussa, jossa liittyminen peruskaistalle tulisi tapahtua ns. "vetoketju" -periaatteella.

Nopeat sään ja kelin muutokset saattavat aiheuttaa ongelmatilanteita. Talvihoidon tulee olla tehokasta ja nopeaa niin, että ajoratamerkinnot ja muut liikenteen ohjaustaulut näkyvät, jotta kuljettaja tietää ohituskaistan kohdan. Talviaikana ongelmana voi olla ohituskaistan huonompi liikennöitävyys verrattuna peruskaistaan.

Henkilövahinkoon tai kuolemaan johtaneista onnettomuuksista olivat tutkittujen tiejaksojen kohdilla yleisimpiä kohtaamis- ja yksittäisonnettomuudet sekä ohitusonnettomuudet /49/. Ohituskaistatie voi olla myös sekaliikennetie, jolloin kevyt liikenne voi aiheuttaa ongelmatilanteita.

## 5.4 Keskikaiteellinen ohituskaistatie

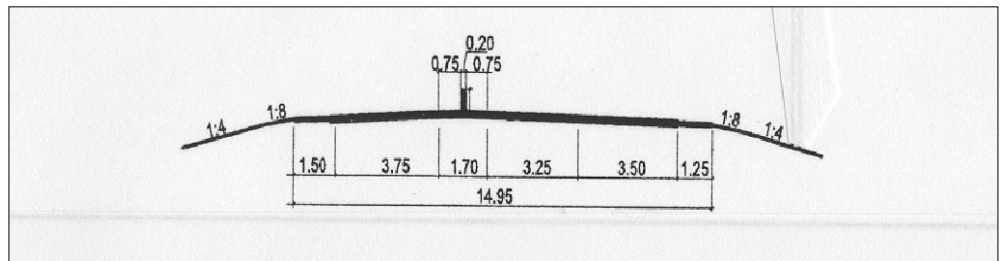
### 5.4.1 Tien ominaisuuksia

Keskikaiteellisella ohituskaistatiellä on kolme ajokaistaa: yksi tavallinen peruskaista kumpaankin suuntaan ja niiden välissä ohituskaista, joka vuorotellen osoitetaan toiselle ajosuunnalle. Ajosuuntien välillä on keskikaide. Liittymien kohdilla on vain kaksi peruskaistaa ilman kaidetta kääntymiskaistoinneen, mikäli liittymää ei toteuteta eritasoliittymänä. Ohituskaistatien poikkileikkaus on esitetty *kuvassa 8*.

Suomessa ei ole vielä toteutettu keskikaiteellista ohituskaistatietä. Osa valtatie 9 välistä Korpilahti – Muurame on suunniteltu parannettavaksi keskikaiteelliseksi ohituskaistajaksoksi.

Myös muualla kaiteellinen ohituskaistatie on harvinainen, mutta yleistymässä. Ruotsissa avattiin 1998 E4:llä Gävlestä pohjoiseen kolmikaistainen noin 14 kilometriä pitkä kokeilutie, jossa ajosuunnat on eroteltu vaijerikaiteella. Kokeilutietä on sen jälkeen jatkettu. Tien kokonaispituus on nykyisin 32 km. Poikkileikkauksen päällystetty kokonaisleveys on 13 metriä. Poikkileikkauksen mitat ovat kaksikaistaisen ajosuunnan puolelta alkaen /43/

- 0,25 m tukipiennar; 0,5 m päällystetty piennar; 2x 3,5 m ajokaistat; 1,5 m päällystetty keskikaista, jossa vaijerikaide; 3,5 m ajokaista; 0,5 metrin päällystetty piennar; 1,0 m tukipiennar



*Kuva 8. Esimerkki keskikaiteellisen ohituskaistatien poikkileikkauksesta.*

Lumen auraus tehdään aina oikealle. Kaksikaistainen osuus vaatii lumenauraukseen kaksi aurayksikköä, kun taas yksikaistaisella osuudella riittää yksi yksikkö. Kunnossapidon kehittyminen edellyttää uusien menetelmien kehittämistä ja käyttöönottoa.

### 5.4.2 Liikennevirran ominaisuuksia

Keskikaiteellisella ohituskaistatiellä pyritään parantamaan tien turvallisuutta, kun kaiteella eliminoidaan kohtaamisonnettomuudet. Keskikaiteellisella ohituskaistatiellä ohituskaistan suunnassa vastaantuleva liikenne ei vaikuta ohitukseen, joita tehdään luonnollisesti enemmän ja kerralla ohitettavien määrä on suurempi kuin normaalilla kaksikaistaisella tiellä. Yksikaistaisella suunnalla on ohittaminen kaiteen vuoksi mahdotonta. Ohitusten määrään ohituskaistalla vaikuttaa ohittavan ja ohitettavan ajoneuvon nopeus, liikennemäärä ja ohituskaistan pituus. Ohituskaistalla keskinopeudet kasvavat ja yksikaistaisella osuudella keskinopeudet yleisesti ottaen hieman pienenevät. /43/.

Tietyyppien liikenteen ominaisuuksia on selostettu laajemmin *liitteessä 2*.

### 5.4.3 Mahdollisia ongelmatilanteita

Keskikaiteellisesta ohituskaistatiestä ei ole kokemuksia Suomessa. Kelinmuutoksista johtuvat ongelmat ovat samoja kuin kaiteettomallakin ohituskaistatiellä. Tien ongelmiksi voi muodostua kunnossapitotöiden aiheuttama haitta ja tien yksikaistaiselle osuudelle pysäköidyt tai pysähtyneet ajoneuvot.

Vilkaan liikenteen kuten työmatka- tai viikonloppuliikenteen huippujen aikana saattaa esiintyä sujuvuusongelmia. Syynä voi olla myös raskaan liikenteen suuri määrä. Sujuvuusongelmia saattaa esiintyä erityisesti kaistan lopussa, jossa kapeneva ohituskaista ja keskikaide voivat aiheuttaa myös turvallisuusriskin. Yleisimpiä onnettomuuksia voivat olla peräänajot kaistojen lopulla ja suistumisonnettomuudet. Poikkileikkaustarkasteluihin perustuvissa selvityksissä on arvioitu, että ohituskaistatiellä on pienemmät onnettomuusasteet verrattuna tavallisiin kaksikaistaisiin teihin. Keskikaiteet poistavat vakavat kohtaamisonnettomuudet ja suistumiset vasemmalle vastaantulevien kaistalle. Lievien onnettomuuksien, kuten törmäykset kaiteeseen, määrät saattavat nousta /43/.

Kunnossapidon, erityisesti talvihoidon, järjestämistä on pidetty hankalana /43/. Samoin tilanteita joissa jokin raskas ajoneuvo tukkii yksikaistaisen suunnan. Talviaikana ongelmana voi olla ohituskaistan huonompi kunto verrattuna peruskaistaan. Talvihoidon tulee olla tehokasta sekä ohitus- että peruskaistalla. Nopeat sään ja kelin muutokset saattavat aiheuttaa monia riski- ja ongelmatilanteita kuten kohdassa 5.3.3 on selostettu.

## 5.5 Kapea nelikaistainen tie

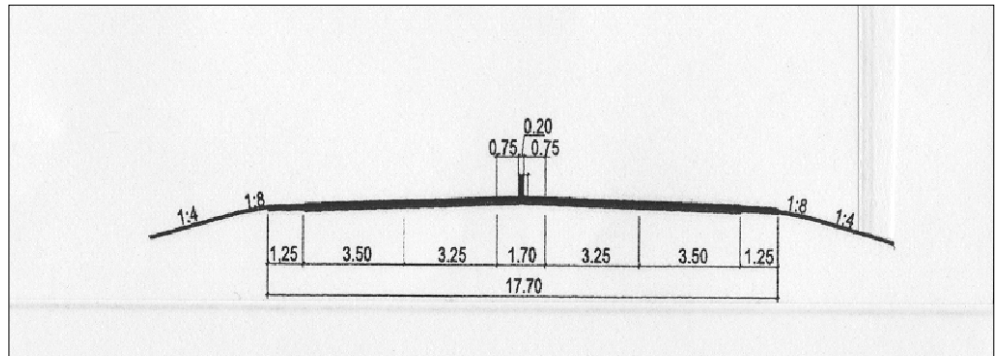
### 5.5.1 Tien ominaisuuksia

Kapealla nelikaistaisella tiellä tarkoitetaan kaksiajorataista kapealla keskikaistalla ja kaiteella varustettua tietä, jonka poikkileikkaus on kapeampi kuin perinteisellä moottoritieellä. Kapeita nelikaistaisia teitä on toteutettu mm. Saksassa, Iso-Britanniassa, Yhdysvalloissa, Portugalissa ja Ruotsissa. Suomessa avattiin ensimmäinen kapea nelikaistainen tie valtatiellä 5 välillä Vehmasmäki – Hiltulanlahti syksyllä 2000.

Suunnittelukäytäntö vaihtelee jonkin verran maasta riippuen. Ruotsissa tien kokonaisleveys on 18 metriä /43/. Ajoradan leveys on 7,75 metriä, ja peruskaistan leveys on 3,5 metriä ja ohituskaistan 3,25 metriä. Keskikaistan leveys on 2,5 metriä. Saksassa poikkileikkaustyyppinä ovat kapea moottoritiepoikkileikkaus ja kaksiajoratainen nelikaistainen moottoriajoneuvoliikenteelle tarkoitettu tie, joiden poikkileikkauksen ja ajoradan leveys on esitetty *taulukossa 5*. Lisäksi Saksassa käytetään rajoitetusti hyvätasoisilla teillä taajamien läheisyydessä, alhaisilla nopeusrajoituksilla, nelikaistaista sekalii-kenteelle tarkoitettua keskikaistatonta tiepoikkileikkausta.

Taulukko 5. Kapea nelikaistainen tie Saksassa

	Kokonais- poikkileikkaus [m]	Ajoradan leveys [m]	Keskikaistan leveys [m]	Pientareen leveys [m]
Kapea moottoritiepoikkileikkaus	26	3,5	noin 3	2+1,5
Kaksiajoratainen nelikaistainen tie (moottoriajoneuvoliikennetie)	20	3,25	noin 2	0,5+1,5



Kuva 9. Esimerkki kapean nelikaistatien poikkileikkauksesta.

Iso-Britanniassa käytettävien suunnitteluohjeiden mukaan kapean nelikaistaisen tien ajokaistojen leveydet ovat 3,65 metriä, pientareen kokonaisleveys 3,5 metriä ja keskikaistan leveys 4,5 metriä /43/.

Kapean nelikaistaisen keskikaiteellisen tien käyttöalueeksi on Saksassa arvioitu 14 000 - 31 000 ajon./vrk. Iso-Britanniassa on todettu, että nelikaistainen sekaliikenteelle tarkoitettu tie on taloudellisesti kannattavampi kuin leveäkaistainen tie vasta yli 18 000 ajon./vrk liikennemäärillä /43/.

Kapean nelikaistatien lumenauraus tehdään kahdella aurayksiköllä. Kunnossapidon työmuodot ovat samat kuin tavallisella moottoritiellä, mutta auras tehdään aina ajosuunnassa oikealle, eikä keskikaistalle voida varastoida lunta kuten moottoriteillä.

### 5.5.2 Liikennevirran ominaisuuksia

Ruotsissa kapealla nelikaistaisella tiellä henkilöautojen keskinopeuksien on arvioitu olevan muutaman kilometrin tunnissa matalammat ja kapasiteetin noin 10% pienempi kuin moottoritiellä /43/. Ajokäyttäytymistä kapealla nelikaistaisella tiellä on tutkittu Portugalissa. Tutkimuksen mukaan vasenta ajokaistaa ajavien etäisyys keskiviivasta kasvaa sitä enemmän mitä järeämpää rakennelmaa ajosuuntien erottamiseksi käytetään. Tietyyppin liikenteen ominaisuuksia on selostettu laajemmin *liitteessä 2*.

### 5.5.3 Mahdollisia ongelmatilanteita

Tietyyppillä ei normaalitilanteessa oleteta esiintyvän sujuvuusongelmia. Ongelmatilanteita voi esiintyä poikkileikkauksen muutoskohdassa peräänajorisikin kasvaessa. Peräänajorisikiä kasvattaa myös tien reunaan pysähtyneet ajoneuvot. Uusia ongelmia saattavat kuitenkin aiheuttaa törmäämiset keskikaiteeseen. Nopeat sää ja kelin muutokset niin kesä- kuin erityisesti talvikaan voivat aiheuttavat monia ongelmatilanteita, jotka voivat johtaa onnettomuuksiin tai liikenteen ruuhkautumisiin. Tällaisia muutoksia ovat kesäaikaana sään nopeat vaihtelut kuten rankkasateet ja sakeat paikalliset sumut ja talvikautena lämpötilan nopeat vaihtelut sekä sakeat, runsaat lumisateet. Ongelmana voi olla kunnossapitotoimenpiteiden viipyminen, jolloin vähemmän kuormitettu vasen kaista on huonommassa kunnossa kuin enemmän liikennöity oikeanpuoleinen kaista.

## 6 TIETYYPPIEN ONGELMATILANTEET JA TUTKITTAVAT TELEMATIIKAN RATKAISUT

### 6.1 Tutkittavat ongelmatilanteet

Kirjallisuuden ja asiantuntija-arvioiden perusteella määritettiin tietyyppien mahdolliset ongelmatilanteet. Seuraavassa on koottu kaikkia tietyyppejä koskevat ongelmatilanteet yhteen. Muut ongelmat esitellään tietyypeittäin.

**Tietyypeille yhteisinä ongelmatilanteina** käsitellään kymmenen ongelma-alueita

- tietyypin muutoskohdat, kaistaluvun väheneminen
- liittymissä liittyminen päätielle
- liittymissä päätiellä kääntyvän liikenteen aiheuttamat ongelmat
- kelin aiheuttamat ongelmat yksittäisessä tien kohdassa
- kelin aiheuttamat ongelmat pidemmällä jaksolla
- talvikunnossapidon viivästyminen (myös kaistojen liikennöitävyyden taso toisiinsa nähden)
- hirvieläinten tien ylityspaikat
- ajokäyttäytyminen mm. ajoneuvojen etäisyydet
- kevyt liikenne
- hitaat ajoneuvot

Erillisinä tietyyppikohtaisina ongelmatilanteina selvitetään

#### **2- kaistainen tien ongelmatilanteina**

- kapasiteetin ylittyminen
- raskaan liikenteen määrä / ohitusmahdollisuuksien puute

#### **Ohituskaistatien ongelmatilanteina**

- nopeuden nousu ohitustilanteessa
- kapasiteetin ylittyminen

#### **Keskikaiteellisen ohituskaistatien ongelmatilanteina**

- nopeuden nousu
- kapasiteetin ylittyminen
- tien varteen yksikaistalla osuudelle pysähtynyt ajoneuvo
- onnettomuustilanteet (kaiteeseen ajot)

#### **Leveäkaistatien ongelmatilanteina**

- nopeuden nousu
- ajoneuvon sijainti poikkileikkauksessa ja ohitustapaan liittyvät riskit

#### **2- ajorataisen tien ongelmatilanteena**

- tien varteen pysäköidyt ajoneuvot

### 6.2 Tutkittavat telematiikan ratkaisut

Ongelmatilanteet tutkitaan case -kohteiden avulla. Kullakin case -kohteella tutkitaan nykytilanteen ongelmat ja ko. tien tietyyppiselvityksessä esitetyn tietyypin mahdolliset ongelmat. Case –tarkasteluissa on joissain kohdin käytetty hieman muunneltuja tilanteita ja liikennemääriä, jotta tarkasteltavan keinon vaikutuksia on voitu tarkemmin arvioida. *Taulukossa 6* on esitetty ongelmien ratkaisemiseksi tutkittavat telematiikan keinot.

Tässä selvitystyössä on tarkasteltu vain yhtä telematiikan keinoa yhteen ongelmaan. Tällöin saadut hyödyt ja vaikutukset voivat jäädä vähäisiksi. Todellisuudessa tulisi pyrkiä ratkaisemaan tieosan tai –kohdan ongelmat mahdollisimman laajasti. Samoilla seurantalaitteilla voidaan ohjata useita eri toimintoja, esimerkiksi kelinseuranta voi ohjata nopeusrajoitusta ja muuttuvia varoitusmerkkejä sekä antaa automaattisesti tarvittavat tiedotteet kelistä.

Taulukko 6. Tutkittavat telematiikan keinot.

	LIIKENTEEN OHJAUS	Muuttuvat nopeusrajoitukset	Muuttuva kaistaohjaus	Ramppiohjaus	Kelista varoittaminen	Elaimista varoittaminen	Jonoutumisesta varoittaminen	Vaarasta varoittaminen	Reittiopastus	Raskaan liikenteen rajoitukset	Kaistan käyttökielto / ohituskielto	LIIKENTEEN TIEDOTUS	Tiesää- ja keilitiedottaminen tienvarressa	Liikennetiennetiedottaminen tienvarressa	Turvavälin tiedotus	Nopeusnaytot	Tiedottaminen ajoneuvoon
<b>Tietyypeille yhteiset ongelmatilanteet</b>																	
Tietyypin muutoskohdat		X	X				X							X			X
Liittymissä liittyminen päävirtaan		X		X					X					X			X
Liittymissä käänt. liik. aih. ongelmat		X						X	X					X			X
Kelin aiheuttamat ongelmat yksittäisessä tien kohdassa		X			X					X			X				X
Kelin aiheuttamat ongelmat tieosalla		X			X					X			X				X
Talvikunnossapidon viipyminen		X							X	X			X				
Hirvieläinten risteämiset						X											X
Ajoneuvojen etäisyydet								X							X		
Kevyt liikenne		X							X								
Hitaat ajoneuvot								X						X			
<b>2- kaistainen tie:</b>																	
Kapasiteetin ylittyminen / ohitusmahdollisuuksien puute		X					X		X	X			X				X
Raskaan liikenteen määrä / ohitusmahdollisuuksien puute		X									X		X	X			X
<b>Ohituskaistatie:</b>																	
Nopeuden nousu																X	
Kapasiteetin ylittyminen		X					X		X	X	X		X				X
<b>Keskikaiteellinen ohituskaistatie</b>																	
Nopeuden nousu																X	
Kapasiteetin ylittyminen		X							X	X			X				X
Tien varteen yksikaistalla osuudelle pysähtynyt ajoneuvo							X						X				X
Onnettomuusilanteet (kaiteeseen ajot)							X	X	X				X				X
<b>Leveäkaistatie:</b>																	
Nopeuden nousu																X	
Ajoneuvon sijainti ja ohitustapaan liittyvät riskit													X				
<b>2- ajoratainen tie</b>																	
Tien varteen pysäköidyt ajoneuvot													X				X



## 7 KAKSIAJORATAINEN TIE – VT 6 LAPPEENRANTA - IMATRA

### 7.1 Yleistä

Valtatie 6 on merkittävä Kaakkois- ja Itä-Suomen tieyhteys ja yksi Suomen vetovoimaisimmista matkailuteistä. Sen kansainvälistä merkitystä kuvastaa voimakkaasti kasvanut Suomen ja Venäjän välinen liikenne. Lisäksi alueella on paljon paperiteollisuutta, jonka raaka-aine ja tuotekuljetukset tulevat valtatie 6 kautta. Tieosan kehittämissuunnitelma valmistui keväällä 2000. Kehittämissuunnitelman tavoitteena oli löytää moottoritieratkaisua edullisempi, nykyistä tietä mahdollisimman paljon hyödyntävä ratkaisu. Suunnitelmaan sisältyy tietyyppivaihtoehtojen vertailu.

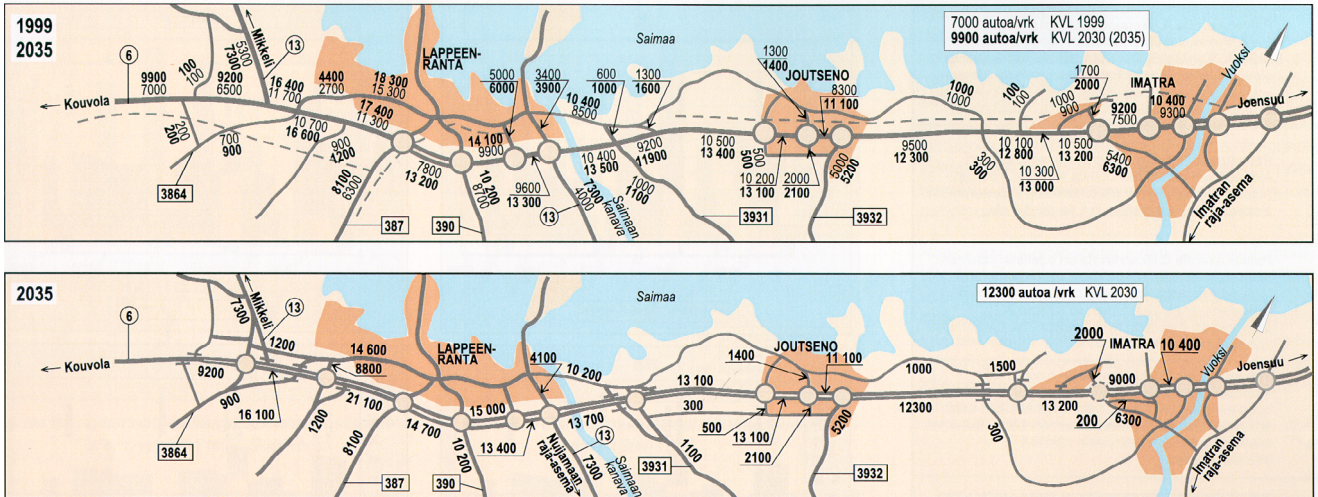
Tässä selvityksessä ei käsitellä kehittämissuunnitelmaan kuuluvaa ns. Läntisiä liittymiä (vt 13 liittymä ja Mt 3821 liittymä), joista on valmistunut oma selvitys /9/. Selvityksessä ehdotettu telematikkaratkaisu sisältää 80/60 km/h muuttuvat nopeusrajoitusmerkit valtatielle 6 Selkäharjun liittymän molemmille puolille. Järjestelmää ohjataan automaattisesti päätien liikennemäärien ja liittyvän tien jonopituuksien mukaan.



Kuva 10. Suunnittelualueen yleiskuva /50/

Tie on pääosin yksiajoratainen sekaliikennetie, jossa ajoradan leveys on 7,5 metriä ja päällysteen leveys 9,0-12,5 metriä. Lappeenrannan kohdalla on noin 2,5 km pituinen kaksiajoratain osuus. Nopeusrajoitus vaihtelee 80-100 km/h myös talvikautena. Suunnittelualueella on 16 yleisen tien liittymää, joista kahdeksan eritasoliittymää. Valtatien nykyinen vuorokausiliikenne (KVL) vaihtelee 6500 – 12800 ajoneuvoa vuorokaudessa. Liikenne on kasvanut viime vuosina noin 1,7 %/ vuosi. Liikennemäärä on suurimmillaan kesällä noin 1,2 X KVL. Viikonpäivistä vilkkaimmin liikennöityjä ovat perjantait.

Tieosuudella on runsaasti työmatkaliikennettä. Aamu ja iltahuipputuntien liikenne on noin 10 % KVL:stä. Raskaiden ajoneuvojen osuus (13,5 %) on myös korkea. Liikenteen määrän ennustetaan kasvavan vuoteen 2035 mennessä Lappeenrannan seutukunnassa 1,40-kertaiseksi ja Imatran seutukunnassa 1,23-kertaiseksi.



Kuva 11. Kehittämisselvityksen liikenne-ennuste nyky- ja tavoiteverkolla./50/

Liikenteen toimivuuden kannalta ongelmallisimpia kohtia ovat nousut Saimaan kanavan ylittävälle sillalle ja tieosuus maanteiden 387 ja 3864 liittymien välillä. Liikennemäärien kasvaessa liikenteen palvelutaso on arvioitu heikkenevän siten, että tavoitetilanteessa vuonna 2030 lähes koko suunniteltuosuudella on ruuhkaisen liikenteen osuus yli 50 %. Liikenneturvallisuuden kannalta ongelmallisia ovat yksittäiset vilkkaat liittymät. Nykyisen tien onnettomuusaste on 9 onn/100milj.ajon.km. Kuolemanriski on suunnittelualueella nykyisin selvästi valtateiden keskiarvoa suurempi. Tieosalla kuolemaan johtaneista onnettomuuksista puolet on ollut kohtaamisonnettomuuksia.

Kehittämissuunnitelmassa esitetään tieosuuden parantamiseksi kaksi vaihtoehtoa. Molemmissa vaihtoehtoissa tie parannetaan sekaliikennetienä, jolla sallitaan hidas liikenne, mutta kevyt liikenne ohjataan rinnakkaisille väylille. Tie parannetaan joko nelikaistaiseksi tieksi kapealla keskikaistalla koko osuudelta tai osin kapeaksi nelikaistaiseksi tieksi (ks. kuva 9). Tien parantaminen tapahtuu vaiheittain, jolloin toteuttamisjärjestys määräytyy liikenneongelmien ja rahoituksen perusteella.

## 7.2 Nykyisen tien ongelmakohdat

Kehittämisselvityksen yhteydessä laadittiin alustava tarkastelu telematiikan hyödyntämiseksi. Tarkasteltuja ongelmatilanteita ovat

- hirvieläinten tien ylityspaikat
- liikenteen sujuvuus tieosalla Muukko – Vesivalo
- Liittyminen valtatielle Muukon tasoliittymässä

### 7.2.1 Hirvieläinten tien ylityspaikat

Viikkaita hirvieläinten tien ylityspaikkoja on kolme. Kaikkiin kohtiin on kehit-  
tämissuunnitelmassa esitetty rakennettavaksi riista-aidat. Riista-aitoihin teh-  
dään kuhunkin yksi kulkuaukko. Näihin kohtiin tielle rakennetaan eläimistä  
varoittavat ilmaisinjärjestelmät.

Esimerkkikohteena on tarkasteltu tieosuutta Muukko – Joutseno. Tieosuus-  
della on tapahtunut vv.1995-1999 yhteensä 15 hirvieläinonnettomuutta,  
joista yksi on johtanut kuolemaan ja yksi henkilövahinkoon. Tieosuuden pi-  
tuus on noin 6 km ja liikennemäärän on arvioitu olevan 13 100 ajon./vrk  
vuonna 2035.

Eläimistä varoittava järjestelmä koostuu tässä esimerkissä kuudesta infra-  
punailmaisimesta ja 10 mikroaaltotutkasta sekä neljästä muuttuvasta hirvi-  
vaara-varoitusmerkistä. Ilmaisimien määrä on riippuvainen paikasta, johon  
järjestelmä rakennetaan. Merkit kytkeytyvät päälle automaattisesti, kun il-  
maisin on havainnut hirven. Ilmaisimien tieto siirretään varoitusmerkeille ja  
liikennekeskukseen.

Hirvivaroitujärjestelmän rakentaminen yhteen ylityspaikkaan maksaa noin  
0,6 Mmk. Lisänä tulevat vuosittaiset ylläpitokustannukset, jotka ovat noin  
4 % rakennuskustannuksista eli 25.000 mk /vuosi. Hyöty-kustannussuhteen  
laskennassa määritetyt kustannussäästöt on laskettu käyttäen seuraavia  
olettamuksia:

- aika- ja ajoneuvokustannussäästöt ovat hieman negatiivisia. Merkit eivät  
vaikuta ajonopeuksiin kuin sateella ja pimeällä, jolloin ajonopeuksien ar-  
vioidaan laskevat 5-15 km/h.
- hirvivaroitujärjestelmän käyttöönotto lisää liikenneturvallisuutta vähene-  
vien eläinonnettomuuksien myötä. Pelkästään hirvivoitojen rakentamisen  
aiheuttama heva-onnettomuuksien vähenemä on arviolta 0,130 onnet-  
tomuutta/vuosi (arvioitu Tiehallinnon TARVA-ohjelmalla /48/). Varoitus-  
järjestelmän rakentamisen arvioidaan yksinään vähentävän onnetto-  
muuksia vielä saman verran.

Taulukko 7. Hirvivaroitujärjestelmän rakentamiskustannukset ja kannattavuus-  
laskelma

KUSTANNUKSET	Mmk	SÄÄSTÖT	Mk
Varoitusmerkit	0,2	Aika- ja ajoneuvokustannussäästö	-0
Tiedonsiirto	0,1	Onnettomuuskustannussäästö/ 10v.	450 000
Tunnistimet	0,3	Ylläpitokustannukset / 10 v	200 000
		Jäännösarvo	30 000
<b>YHTEENSÄ</b>	0,6		H/K 0,5

Hirvivaroitujärjestelmän käyttöönotto lisää liikenneturvallisuutta vähenevien  
eläinonnettomuuksien myötä. Järjestelmän heikkoutena on ollut mikroaalto-  
tutkien antamat väärät hälytykset, kun tutkat ovat reagoineet mm. sateeseen  
ja hirviä pienempiin eläimiin. Jotta järjestelmästä saadaan uskottava ja jär-  
jestelmän hyöty on maksimaalinen, tulee sen kehittyä niin että väärät häly-  
tykset jäävät pois. Järjestelmää kannattaa kuitenkin aina harkita vilkkailla  
hirvieläinten ylityspaikoilla riista-aidan aukkokohtilla.

## 7.2.2 Muuttuvat nopeusrajoitukset välillä Muukko– Vesivalo

Liikenteen sujuvuuden parantamiseksi tieosalla Muukko – Vesivalo (pituus noin 24 km) on tässä esitetty muuttuvaa nopeusrajoitusta välivaiheen ratkaisuna. Nykyinen nopeusrajoitus on 100 km/h. Muuttamalla nopeusrajoitusta sään ja kelin mukaan liikenneturvallisuus parantuu kaikilla osuuksilla. Nopeusrajoitusta vaihdetaan välillä 80 km/h ja 100 km/h. Jotta nopeusrajoituksia olisi mielekästä ohjata liikennemäärien perusteella, tuntiliikenteen tulee olla suuri ja kapasiteettiongelmiin toistuvia. Tieosuudella Muukko - Vesivalo keskimääräisen liikennemäärän on arvioitu olevan vuonna 2015 noin 11 000 ajon./vrk. Ruuhkassa ajavia (tuntiliikenne yli 1100 ajon/h) on arvioitu olevan vuonna 2010 noin 10 % ja vuonna 2020 noin 15 %.

Muuttuva nopeusjärjestelmä koostuu tässä casessa 18 kuituohtisesta nopeusrajoitusmerkistä, joita ohjaa kolme tiesääasemaa ja neljä LAM- pistettä. Merkkejä ohjataan liikennekeskuksesta tai automaattisesti. Sääasemien ja liikenteen mittauspisteiden tieto siirretään maakaapelilla liikennekeskukseen ja nopeusrajoitusmerkeille. Samalla lisätään merkittävästi ennakoivaa liikennetiedottamista ja tiedottamista sää- ja kelioloista (varoitukset liukkaasta tiestä/ruuhkasta sekä tienvarren tiedotustaulut lämpötilasta/liikennetilanteesta, esim. teksti "liikenne ruuhkautuu"). Koko suunnitteluvälillä on 3 liikenteen informaatiotaulua suuntaansa.

Muuttuvan nopeusrajoitusjärjestelmän rakentaminen maksaa noin 5,3 Mmk. Lisänä tulevat vuosittaiset ylläpitokustannukset, jotka ovat noin 4 % rakennuskustannuksista eli 0,5 Mmk. Hyöty/kustannussuhteen laskennassa määritetyt kustannussäästöt on laskettu käyttäen seuraavia oletuksia:

- aika- ja ajoneuvo sekä onnettomuuskustannussäästöt on laskettu vuosien 2010-2020 kesäliikenteelle (KVL 13000 ajon./vrk)
- henkilövahinko-onnettomuussäästö on noin yksi onn. / vuosi (Tarva)
- sään ja kelin mukaan muuttuva varoitusmerkki / infotaulu: Keskinopeuden alenema 2,5 km/h huonolla kelillä (0,4 % suoritteesta), ei vaikutusta laskelmiin

Taulukko 8. Tieosan Muukko - Vesivalo muuttuvien nopeusrajoitusten rakentamiskustannukset ja kannattavuuslaskelma.

KUSTANNUKSET	Mmk	SÄÄSTÖT	Mk
Varoitukset	0,9	Aika- ja ajoneuvokustannussäästö	-6 000 000
Tiedonsiirto	2,1	Onnettomuuskustannussäästö/ 10v.	6 900 000
Sääasemat	0,3	Ylläpitokustannukset / 10 v	2 000 000
LAM- pisteet	0,2	Jäännösarvo	300 000
Infotaulut	1,8		
<b>YHTEENSÄ</b>	<b>5,3</b>		H/K Negatiivinen

Muuttuvien nopeusrajoitusten rakentaminen ei ole kannattava investointi tässä tapauksessa, koska nopeuden alentaminen lisää aikakustannusta. Alentamalla nopeutta ongelmatilanteissa (sää tai huono keli, kapasiteetti ylittynyt) muuttuvilla nopeusrajoituksilla ja tieliikenteen informaatiolla, paranevat liikenneturvallisuus ja onnettomuusriski pienenee. Nopeuden alentaminen harmonisoi liikennevirtaa ja tien välityskyky kasvaa. Nopeat kiihdytykset ja jarrutukset vähenevät ja liittyminen päätielle on helpompaa.

Mikäli tien liikennöitävyys huononee siten, että tien nopeusrajoitus joudutaan ensin pudottamaan 80 km/h, ja vasta tämän jälkeen rakennetaan muuttuvat nopeusrajoitukset aikaisemmin esitetyllä tavalla, ovat järjestelmän aiheuttamat liikenteelliset vaikutukset aivan päinvastaiset. Nyt saadaan aikaan todellista aika- ja ajoneuvokustannussäästöä. Mikäli muuttuvin nopeusrajoituksin voidaan pitää 70 % kesän liikennetilanteista korkeampi 100 km/h tienopeus, on 10 vuoden diskontattu aikakustannussäästö noin 2,1 Mmk. Nopeuden nostaminen kasvattaa onnettomuuskustannuksia, mikä puolestaan pienentää säästöjä. Mikäli verrataan (normaaliin hyötykustannustarkasteluun nähden virheellisesti) onnettomuuskustannussäästöä lähtötilanteeseen, kun nopeus oli 100 km/h, on investointi kannattava eli H/K- suhde on yli yksi, kun henkilövahinko-onnettomuussäästö > 0,75 onn./vuosi.

### 7.2.3 Reitinopastus välillä Muukko – Joutseno

Ennen päätien rakenteellisia parantamistoimenpiteitä on esitetty liikenteen sujuvuuden parantamiseksi tieosalla Muukko – Joutseno (pituus noin 6 km) reitinopastusta lähinnä Joutsenon keskustan ja Muukon eritasoliittymän välille. Se voidaan toteuttaa, kun rinnakkaistie Muukon ja Ahvenlammen eritasoliittymien välille on rakennettu eli noin vuonna 2010.

Tieosan liikennemäärien arvioidaan olevan vuonna 2015 noin 12 000 ajon./vrk, josta ruuhkassa ajavia (tuntiliikenne yli 1100 ajon/h) on arvioitu olevan vuonna 2010 noin 10 % ja vuonna 2020 noin 15 %. Kolmasosa liikenteestä suuntautuu Joutsenon alueelle /50/. Rinnakkaiselle tielle arvioidaan siirtyvän noin 800 ajon. /vrk lähinnä Joutsenon eteläosasta. Rinnakkainen tie on maantietasoinen yhdystie.

Reitinopastus toteutetaan rakentamalla informaatiotaulut Joutsenon eritasoliittymän itäpuolelle ja Muukon eritasoliittymän länsipuolelle sekä Joutsenon keskustaan. Informaatiotaulussa kehoitetaan valitsemaan ruuhkatilanteessa vaihtoehtoinen reitti. Valtatien 6 liikennettä seurataan kahdella liikenteen automaattisilla seurantapisteellä, joista saatu informaatio ohjaa taulujen toimintaa joko automaattisesti tai sitä ohjataan liikennekeskuksesta. Taulujen avulla voidaan tiedottaa myös liikenteen häiriötilanteista. Liikenteen seurantapisteiden tieto siirretään langattomasti informaatiotaulujen ja liikennekeskusten välillä.

Järjestelmän rakentaminen maksaa noin 1,0 Mmk, josta informaatiotaulujen osuus on noin 0,9 Mmk. Lisänä tulevat vuosittaiset ylläpitokustannukset, jotka ovat noin 4 % rakennuskustannuksista eli 0,04 Mmk.

Koska liikenteen siirtymä on pientä (800 ajon./vrk kun KVL = 12 000 ajon./vrk) myös ruuhkatilanteessa on järjestelmän hyötyjä vaikea arvioida. Liikennemäärät hieman laskevat valtatiellä, mutta sillä ei ole juurikaan vaikutusta keskinopeuteen tai valtatie onnettomuusriskiin. Valtatieosuus parannetaan vaihteittain suoraan nelikaistaiseksi tieksi. Parantamisajankohtaa voidaan ehkä hieman siirtää eteenpäin ohjaamalla Joutsenon keskustasta Lappeenrantaan suuntautuvaa liikennettä uudelle rinnakkaiselle tielle, mutta liikenteen ohjaus voidaan toteuttaa myös halvemmilla kiinteällä opastuksella tai muulla liikennetiedottamisella.

## 7.2.4 Liittyminen valtatielle Muukon tasoliittymässä

Nykytilanteessa tieosuuden vilkkain tasoliittymä on Lauritsala – Muukko-maantien 4071 kolmihaaraliittymä. Liittymässä on päätien liikennemäärä 10800 ajon./vrk ja liittyvän maantien liikennemäärä on 1350 ajon./vrk (KLV vuonna 2000). Huipputunnin liikenne on noin 10 % KVL:stä. Liittymän liikennevirroista ei ole tarkkaa tietoa. Tässä selvityksessä on arvioitu, että liittymässä päävirtaan vasemmalle liittyviä on noin 500 ajon./vrk. Liittymässä on tapahtunut yksi henkilövahinko-onnettomuus viimeisen viiden vuoden aikana. Liittymäalueella on nykyisin 80 km/h nopeusrajoitus. Liittymä on tarkoitettu poistaa eritasoliittymän rakentamisen yhteydessä vuoteen 2010 mennessä.

### Muuttuvat nopeusrajoitukset liittymäalueella

Liittymän sujuvuuden parantamiseksi tarkastellaan muuttuvaa nopeusrajoitusta, jossa päätien nopeusrajoitus alennetaan ruuhka-aikana 80->60 km/h. Ruuhkassa ajavia on arvioitu olevan vuonna 2010 noin 10 % liikenteestä.

Liittyvälle tielle asennetaan kaksi silmukkailmaisinta, joiden avulla mitataan liittymän auton odotusaikaa liittymässä. Mikäli ajoneuvojen odotusajat ylittävät toistuvasta raja-arvoksi määritellyn ajan, vaihtuvat liittymän molemmin puolin olevat nopeusrajoitukset 80->60 km/h. Muuttuvat nopeusrajoitusmerkit toimivat automaattisesti ja tieto nopeusrajoituksesta välittyy liikennekeskukseen. Merkkiä voidaan ohjata tarvittaessa käsin liikennekeskuksista. Tiedonsiirto tapahtuu langattomasti. Järjestelmän rakentaminen maksaa noin 0,15 Mmk. Lisänä tulevat vuosittaiset ylläpitokustannukset, jotka ovat noin 4-6 % rakennuskustannuksista eli 10 000 mk.

Taulukko 9. Muuttuvat nopeusrajoitukset Muukon tasoliittymässä, rakentamiskustannukset ja kannattavuuslaskelma.

KUSTANNUKSET	Mmk	SÄÄSTÖT	Mk
Liikennemerkkit	0,07	Aika- ja ajoneuvokustannussäästö	-500 000
Tiedonsiirto	0,02	Onnettomuuskustannussäästö/ 10v.	230 000
Ilmaisimet	0,06	Ylläpitokustannukset / 10 v	80 000
		Jäännösarvo	10 000
<b>YHTEENSÄ</b>	0,15		H/K Negatiivinen

Tässä tapauksessa, kun liittyvän tien liikennemäärät ovat pieniä ei nopeuden alentamisella saavuteta muuta kuin onnettomuuskustannussäästöjä. Päätien liikenteen nopeuden pudottaminen aiheuttaa suuremmat aikakustannustapitot kuin mitä liittyvällä tiellä saadaan säästöjä. Vilkkaiden liittymien ongelmatilanteissa tulisi kuitenkin aina selvittää muuttuvan nopeusrajoituksen käyttö parantamistoimenpiteenä. Useassa tapauksessa voidaan ainakin suurempaa liittymän parantamisinvestointia siirtää.

### Reitinopastus tai tiedottaminen tienvarressa

Toisena tutkittavana vaihtoehtona on reitinopastus. Vaihtoehtoisia yhteyksiä Lappeenrannasta Joutsenon suuntaan on Utrasaaren paikallistie 14826 ja Ilottulan paikallistie 14832. Näistä Utrasaaren paikallistien liittymä sijaitsee valtatiellä 6 noin 1,5 km Muukon liittymästä länteen. Liittymä on nelihaara-liittymä, jossa vastapuolella on Ravattilan maatie 3931. Ilottulan paikallistie on valtatie rinnakkaistie välillä Muukko –Joutseno.

Reitinopastusjärjestelmä koostuu liittyvälle tielle asennettavista kahdesta silmukkailmaisinta, joiden avulla mitataan liittymän auton viipymää, mikäli viipymäaika nousee raja-arvoksi määriteltyä aikaa suuremmaksi, informoidaan tiellä liikkujia tiedotustaululla Utrasaaren paikallistien ja Muukon maantien liittymässä valtatie liittymän ruuhkaisuudesta. Tiedonsiirto tapahtuu automaattisesti ja langattomasti esim. radiomodeemin avulla.

Järjestelmän rakentaminen maksaa noin 0,37 Mmk, josta tiedotustaulujen osuus on 0,3 Mmk. Lisänä tulevat vuosittaiset ylläpitokustannukset, jotka ovat noin 6 % rakennuskustannuksista eli 20 000 markkaa.

Reittivaihtoehtoista Ilottulan paikallistie on selvästi hitaampi ja pidempi. Utrasaaren paikallistien ja valtatie 6 liittymä on vain vähän sujuvampi kuin Muukon tien liittymä. Molemmissa tapauksissa ajoneuvo- ja aikakustannukset kasvavat ja säästöjen samoin kuin vaihtoehdon H/K- suhteen arvioidaan olevan negatiivisia. Reitinopastuksessa liikennevirtojen tulee olla huomattavasti suurempia kuin tässä tarkasteltu kääntyvä virta 500 ajon./vrk.

### **Yleinen liikennetiedottaminen ja tiedottaminen ajoneuvoon**

Liittymän liikennetilanteesta voidaan tiedottaa tienkäyttäjiä eri tapoja käyttäen kuten radion, tv:n ja internetin välityksellä. Tässä tarkastellaan ratkaisua, jossa liikennetilannetta seurataan maastossa ja tieto välitetään liikennekeskuksiin ja automaattisiin tietopankkeihin. Tulevaisuudessa laitteiden kehityksessä tieto voidaan välittää suoraan ajoneuvolaitteisiin, mutta vielä tällä hetkellä tiedottaminen ajoneuvoon tapahtuu radion välityksellä.

Tiedotusjärjestelmä koostuu liittyvälle tielle asennettavista silmukkailmaisista tai LAM- pisteistä, joiden avulla lasketaan auton viipymä liittymässä. Tämä informaatio lähetetään edelleen liikennekeskuksiin ja tietopankkeihin. Tiedonsiirto tapahtuu automaattisesti ja langattomasti.

Järjestelmän rakentaminen maksaa noin 70 000 mk. Ratkaisun vaikutuksia ei ole tarkemmin arvioitu. Vaikutukset ovat vähäisiä, koska liikennemäärät ovat pieniä eikä ratkaisu ole taloudellinen. Lisäksi tulisi tarkoin harkita millaisissa tapauksissa (merkittävä liikenteen solmukohta) tietoa välitetään yleisten tiedottamiskanavien kautta, jotta tiedotetaan riittävän tärkeistä asioista. Liikennekeskusten resurssit ovat myös rajalliset.

### **7.3 Uuden tietyyppin mahdolliset ongelmatilanteet**

Kehittämissuunnitelmassa esitetään tieosuuden parantamiseksi kaksi vaihtoehtoa. Molemmissa vaihtoehtoissa tie parannetaan sekaliikennetienä, jolla sallitaan hidas liikenne, mutta kevyt liikenne ohjataan rinnakkaisille väylille. Tie parannetaan joko nelikaistaiseksi tieksi kapealla keskikaistalla koko osuudelta tai osin kapeaksi nelikaistaiseksi keskikaiteelliseksi tieksi. Tien parantaminen tapahtuu vaiheittain, jolloin toteuttamisjärjestys määräytyy liikenneongelmien ja rahoituksen perusteella.

Luvussa 6 on esitelty tarkasteltavat ongelmatilanteet, joita tässä case-koh-teessa ovat

- kelin aiheuttamat ongelmat yksittäisessä tien kohdassa (Saimaan kana-van kohta)
- kelin aiheuttamat ongelmat tieosalla
- talvikunnossapidon puute tai viivästyminen
- ajoneuvojen etäisyydet eli ajokäyttäytyminen
- hitaat ajoneuvot
- tienvarteen pysäköidyt ajoneuvot

Kääntyvä liikenne poistuu aina tieltä oikealle. Kääntyvälle liikenteelle on aina oma kaista eikä liittymissä ole ongelmia, kun keskimääräinen vuorokausiliikenne on hieman yli 10 000 ajon./vrk. Myöskään eritasoliittymissä ei tielle liittymisessä ole ongelmia näillä liikennemäärillä.

Hirvieläinten risteämiskohtien ongelmat on tarkasteltu nykytilanteen ongelmana. Tiellä ei sallita kevyttä liikennettä, joten ko. kohtaa ei tutkita tämän case-kohteen yhteydessä.

### **7.3.1 Kelin aiheuttamat ongelmat yksittäisessä tien kohdassa**

Ongelmakohtana on tarkasteltu Saimaan kanavan ylittävää siltaa. Sillalle nousut ovat myös toimivuuden kannalta ongelmallisia kohtia. Tieosuuden liikennemäärä on nykyisin 10400 ajon./vrk ja nopeusrajoitus tavoitetilanteessa 100 km/h. Kanavan kohdalla on tapahtunut yksi kuolemaan johtanut onnettomuus (kohtaamisonnettomuus) ja kaksi henkilövahinko-onnettomuutta (peräänajoja) viiden viimeisen vuoden aikana. Saimaan kanavalla pyritään liikennöimään mahdollisimman pitkään talviaikana. Keskimäärin kanava on suljettu vain noin kaksi kuukautta. Liikennöinti aiotaan saada tulevaisuudessa ympärivuotiseksi. Avoin kanava aiheuttaa ongelmia sillan kohdalla, jossa tien pinta jäätyy helposti.

Ongelma sijaitsee kanavasillalla eikä ole varsinaisesti raskaan liikenteen erityisongelma. Ongelman ratkaisemiseksi tarkastellaan 4 eri vaihtoehtoa:

- muuttuvat nopeusrajoitukset
- kelistä varoittaminen muuttuvin varoitusmerkein
- tiesää- ja kelitiedottaminen
- tiedottaminen ajoneuvon

#### **Muuttuvat nopeusrajoitukset**

Ongelmakohdan parantamiseksi tarkastellaan muuttuvaa nopeusrajoitusta, jossa päätien nopeusrajoitus alennetaan liukkaan kelin ajaksi 100->80 km/h.

Tielle asennetaan pinta-anturit mittaamaan tienpinnan kosteutta ja lämpötilaa. Mikäli kosteus- ja lämpötila-arvojen perusteella on todennäköistä, että tienpinta jäätyy, vaihtuvat sillan molemmin puolin olevat nopeusrajoitukset 100->80 km/h. Muuttuvat nopeusrajoitusmerkit toimivat automaattisesti, mutta nopeusrajoituksesta välittyy tieto liikennekeskukseen. Merkkiä voidaan ohjata tarvittaessa käsin liikennekeskuksista. Tiedonsiirto tapahtuu langattomasti.



H/K-laskennassa on arvioitu, että nopeusrajoituksen muutos 100-> 80 km/h alentaa keskinopeutta 6 km/h. Liukkaan kelin osuus on noin 7 % vuotuisesta liikennesuoritteesta. Tarkasteluajankohtana on vuosi 2015, jolloin liikennemäärän on arvioitu olevan 12 000 ajon./vrk. Onnettomuuksien on arvioitu vähenevän (Tarva /48/) noin 0,02 heva-onnettomuutta/vuosi. Järjestelmän rakentaminen maksaa noin 0,15 Mmk. Lisänä tulevat vuosittaiset ylläpito-kustannukset, jotka ovat noin 6 %.

Taulukko 10. Muuttuvat nopeusrajoitukset Saimaan kanavan sillalla, rakentamiskustannukset ja kannattavuuslaskelma.

KUSTANNUKSET	Mmk	SÄÄSTÖT	Mk
Liikennemerkkit	0,06	Aika- ja ajoneuvokustannussäästö	-50 000
Tiedonsiirto	0,01	Onnettomuuskustannussäästö/ 10v.	150 000
Ilmaisimet	0,08	Ylläpitokustannukset / 10 v	80 000
		Jäännösarvo	10 000
<b>YHTEENSÄ</b>	0,15	H / K	0,20

Nopeuden alentamisella saavutetaan lähinnä onnettomuuskustannussäästöjä. Päätien liikenteen nopeuden pudottaminen aiheuttaa aikakustannustappiota. Nopeuden alentamista tulisi kuitenkin tutkia aina kelin aiheuttamaan ongelmaan tien yksittäisessä kohdassa.

### Kelistä tai vaarasta varoittaminen

Järjestelmä on vastaavanlainen kuin edellä muuttuvien nopeusrajoitusten kohdalla. Mikäli kosteus ja lämpötila-arvojen perusteella on todennäköistä, että tienpinta jäätyy, aktivoituvat sillan molemmin puolin olevat varoitusmerkit (liukas ajorata). Muuttuvat varoitusmerkit toimivat automaattisesti tai niitä ohjataan liikennekeskuksesta. Tiedonsiirto tapahtuu langattomasti.

H/ K- laskennassa on oletettu, että merkit ovat "päällä" noin 15 kertaa kuu-kaudessa keskimäärin tunnin kerrallaan. Merkit alentavat liikennevirran nopeutta noin 3 km/h. Onnettomuuksien on pienenevän noin 0,015 heva-onnettomuutta/vuosi. Järjestelmän rakentaminen maksaa noin 0,23 Mmk. Lisänä tulevat vuosittaiset ylläpitokustannukset, jotka ovat noin 7 % .

Taulukko 11. Vaarasta varoittaminen Saimaan kanavan sillalla, rakentamiskustannukset ja kannattavuuslaskelma.

KUSTANNUKSET	Mmk	SÄÄSTÖT	Mk
Varoitusmerkit	0,14	Aika- ja ajoneuvokustannussäästö	-0
Tiedonsiirto	0,01	Onnettomuuskustannussäästö/ 10v.	110 000
Ilmaisimet	0,08	Ylläpitokustannukset / 10 v	115 000
		Jäännösarvo	10 000
<b>YHTEENSÄ</b>	0,23	H / K	0,02

Muuttuvilla varoitusmerkeillä saavutetaan lähinnä onnettomuuskustannussäästöjä. Merkeillä ei ole olennaista vaikutusta liikennevirran nopeuteen, joten ajoneuvo- ja aikakustannukset pysyvät ennallaan. Muuttuvia varoitusmerkkejä tulisi kuitenkin aina tutkia ratkaisuksi kelin aiheuttamaan ongelmaan tien yksittäisessä kohdassa.

### **Tiesää- ja kelitiedottaminen yleisesti ja suoraan ajoneuvoon**

Liukkaudesta voidaan tiedottaa tienkäyttäjiä tienvarsitiedottamisen lisäksi eri tapoja käyttäen. Näitä ovat radio, tv ja internet. Tässä tarkastellaan ratkaisua, jossa liikennetilannetta seurataan maastossa ja tieto välitetään liikennekeskuksiin ja automaattisiin tietopankkeihin. Tulevaisuudessa laitteiden kehittyessä tieto voidaan lähettää suoraan ajoneuvolaitteisiin esim. TMC:n kautta, mutta vielä tällä hetkellä tiedottaminen ajoneuvoon tapahtuu radion välityksellä.

Tielle asennetaan pinta-anturit mittaamaan tienpinnan kosteutta ja lämpötilaa. Tiedot välitetään pääsääntöisesti liikennekeskuksiin. Mikäli kosteus- ja lämpötila-arvojen perusteella on todennäköistä, että tienpinta jäätyy, liikennekeskuksista tiedotetaan liukkaasta tieosasta. Tulevaisuudessa tiedottamisen voi hoitaa myös jokin ulkopuolinen kolmas osapuoli.

Järjestelmän rakentaminen maksaa noin 100 000 markkaa. Lisänä tulevat vuosittaiset ylläpitokustannukset, jotka ovat noin 7 % rakennuskustannuksista ilman liikennekeskuksen kustannuksia. Liikennekeskuksen kustannukset voivat olla huomattaviakin. Ratkaisun vaikutuksia ei ole tarkemmin arvioitu, mutta voidaan sanoa, että näin pienillä liikennemäärillä ei ratkaisu ole taloudellinen. Lisäksi tulisi tarkoin harkita, mitkä ovat riittävän tärkeitä kohteita otettavaksi tällaisen tiedotusjärjestelmä piiriin. Tulevaisuudessa, kun tiedotus autoon esim. TMC -laitteisiin on laitteiston puolesta mahdollista ja kustannustehokasta sekä tapahtuu automaattisesti, voidaan em. ratkaisuja käyttää yleisemminkin.

### **7.3.3 Kelin aiheuttamat ongelmat tieosalla**

Kelin voi muuttua nopeasti etenkin talviaikaa. Pitkäaikaiset lumisateet tai lämpötilan nopeat muutokset vaikeuttavat liikkumista tiellä. Kelin muutoksista aiheutuviin ongelmiin selvitetään seuraavia telematiikan keinoja:

- Muuttuvat nopeusrajoitukset
- kelistä varoittaminen
- tiesää ja kelitiedottaminen
- tiedottaminen ajoneuvoon
- raskaan liikenteen rajoitukset

#### **Muuttuvat nopeusrajoitukset**

Tavoitetilanteessa tie on kaksiajoratainen ja nopeusrajoitus on 100 km/h. Sään ja kelin mukaan muuttuvan nopeusrajoituksen vaikutuksia tarkastellaan koko osuudella Selkäharju – Vesivalo (pituus noin 47 km). Tarkastelun yksinkertaistamiseksi nopeusrajoitusta vaihdetaan välillä 80 km/h ja 100 km/h. Sääohjattu nopeusrajoitusjärjestelmä koostuu 26 kuituoptyisestä nopeusrajoitusmerkkiparista (52 merkkiä), joita ohjaa neljä tiesääasemaa. Merkkejä ohjataan liikennekeskuksesta tai automaattisesti. Sääasemien tieto siirretään maakaapelilla liikennekeskukseen ja nopeusrajoitusmerkeille.

Muuttuvan nopeusrajoitusjärjestelmän rakentaminen maksaa noin 4,6 Mmk. Lisänä tulevat vuosittaiset ylläpitokustannukset, jotka ovat noin 4 % rakennuskustannuksista eli 0,18 Mmk. Hyöty-kustannussuhteen laskennassa määritetyt kustannussäästöt on laskettu käyttäen seuraavia oletuksia:

- Alennettuja nopeuksia käytetään keskimäärin 20 %:n ajan, jolloin koko vuoden keskinopeus laskee noin 1 km/h /30/
- henkilövahinko-onnettomuudet vähenevät vuodessa noin 10 % /30/ eli 1,2 henkilövahinko-onnettomuutta

Taulukko 12. Muuttuvat nopeusrajoitukset tieosalla, rakentamiskustannukset ja kannattavuuslaskelma.

KUSTANNUKSET	Mmk	SÄÄSTÖT	Mk
Rajoitusmerkit	1,85	Aika- ja ajoneuvokustannussäästö	-3 550 000
Tiedonsiirto	2,35	Onnettomuuskustannussäästö/ 10v.	6 950 000
Sääasemat	0,4	Ylläpitokustannukset / 10 v	1 400 000
		Jäännösarvo	230 000
<b>YHTEENSÄ</b>	4,6	H / K	0,45

Muuttuvien nopeusrajoitusten rakentaminen ei ole kannattava investointi tässä tapauksessa, koska nopeuden alentaminen lisää ajoneuvo- ja aika-kustannuksia. Alentamalla nopeutta ongelmatilanteessa (sää tai huono keli, kapasiteetti ylittynyt) muuttuvilla nopeusrajoituksilla paranee liikenneturvallisuus ja onnettomuusriski pienenee. Nopeuden alentaminen harmonisoi liikennevirtaa ja tien välityskyky kasvaa. Nopeat kiihdytykset ja jarrutukset vähenevät ja liittyminen päätielle on helpompaa.

### Kelistä varoittaminen

Kelistä varoitetaan muuttuvilla kelivaroituserkeillä. Tarkasteltavana on koko jakso Selänpäästä eritasoliittymästä Vesivalon liittymään. Varoitusmerkki on muuttuva liukkaan ajoradan liikennemerkki, jonka alla on kaksirivinen info- taulu. Infotaulussa voidaan varoittaa esim. liukkaudesta, kovasta tuulesta yms. Varoitettaessa kelistä merkki on päällä. Muutoin se on pois päältä. Varoitusmerkit ovat kuituoptyisiä tai led- merkkejä. Merkit ovat sijoitettu noin 10 km/välein. Merkkejä on viidessä kohdin tieosuudella, yhteensä 10 merkkiä. Merkkejä ohjataan liikennekeskuksesta tai automaattisesti. Tielle asennetaan pinta-anturit mittaamaan tienpinnan kosteutta ja lämpötilaa. Mikäli kosteus ja lämpötila-arvojen perusteella on todennäköistä, että tienpinta jäätyy, ko. kohdan molemmin puolin olevat varoitusmerkit. Muuttuvat varoitusmerkit toimivat automaattisesti, mutta tieto niiden toiminnasta välittyy liikennekeskukseen. Merkkejä voidaan ohjata tarvittaessa käsin liikennekeskuksista. Tiedonsiirto tapahtuu langattomasti.

H/ K- laskennassa on oletettu, että merkit ovat "päällä" talviaikaan noin 300 tuntia. Liukkaan kelin aikana liikennevirran nopeus alenee 2 km/h. Liukkaan kelin aikana tapahtuvat onnettomuudet pienenevät noin 5% eli 0,1 onnettomuutta/vuosi. Järjestelmän rakentaminen maksaa noin 0,95 Mmk. Lisänä tulevat vuosittaiset ylläpitokustannukset, jotka ovat noin 7 % .

Taulukko 13. Kelistä varoittaminen tieosalla, rakentamiskustannukset ja kannattavuuslaskelma

KUSTANNUKSET	Mmk	SÄÄSTÖT	Mk
Varoitusmerkit	0,7	Aika- ja ajoneuvokustannussäästö	-250 000
Tiedonsiirto	0,05	Onnettomuuskustannussäästö/ 10v.	700 000
Ilmaisimet	0,2	Ylläpitokustannukset / 10 v	540 000
		Jäännösarvo	50 000
<b>YHTEENSÄ</b>	0,95	H / K	Negatiivinen

Muuttuvien varoitusmerkkien vaikutukset ovat vähäisiä, eikä niitä ole järkevää käyttää yksittäin. Harkittavaksi tulee muuttuvien varoitusmerkkien käyttö yhdessä muuttuvien nopeusrajoitusmerkkien kanssa.

### Tiesää- ja kelitiedottaminen yleisesti ja suoraan ajoneuvoon

Liukkaudesta voidaan tiedottaa tienkäyttäjiä tienvarsitiedottamisen lisäksi eri tapoja käyttäen. Näitä ovat radio, tv ja internet. Tässä tarkastellaan ratkaisua, jossa liikennetilannetta seurataan maastossa ja tieto välitetään liikennekeskuksiin ja automaattisiin tietopankkeihin. Tulevaisuudessa laitteiden kehittyessä tieto voidaan lähettää suoraan ajoneuvolaitteisiin esim. TMC:n kautta, mutta vielä tällä hetkellä tiedottaminen ajoneuvoon tapahtuu radion välityksellä.

Tarkasteltavana on koko jakso Selänpään eritasoliittymästä Vesivalon liittymään. Tielle asennetaan pinta-anturit mittaamaan tienpinnan kosteutta ja lämpötilaa tai mittaaminen tapahtuu tiesääasemilta saatavan tiedon perusteella. Mittauspisteitä on riittävästi, tässä casessa noin 10 km välein. Tiedot välitetään pääsääntöisesti liikennekeskuksiin. Mikäli mittausarvojen perusteella on todennäköistä, että tienpinta jäätyy, liikennekeskuksista tiedotetaan liukkaasta tieosasta.

Järjestelmän rakentaminen maksaa noin 240 000 mk , josta tiedonsiirron osuus on 0,05 Mmk, kosteus- ja lämpötilailmaisimien osuus 0,2 Mmk ja liikennekeskuksen kustannusosuus 0,15 Mmk. Vuosittaiset ylläpitokustannukset ovat suurehko, arviolta noin 40 000 mk johtuen lähinnä liikennekeskuksen kustannuksista.

Ratkaisun vaikutuksia ei ole tarkemmin arvioitu, mutta voidaan sanoa, että laajalle alueelle tapahtuva tiesää tiedottaminen on kannattavampaa hoitaa juuri yleisten tiedotusjärjestelmien kautta. Tulevaisuudessa, kun tiedotus autoon esim. TMC -laitteisiin on laitteiston puolesta mahdollista ja kustannustehokasta sekä tapahtuu automaattisesti, voidaan em. ratkaisuja käyttää yleisemminkin.

### Raskaan liikenteen rajoitukset

Tieosuus on geometrialtaan hyvä ja sillä ei ole raskaan liikenteen kulkua haittaavia tai hidastavia tieosuuksia. Kelin aiheuttamia tilanteita, joissa raskas liikenne on todella ongelmallista, on harvoin. Sellaisen järjestelmän luominen, jossa raskaan liikenteen kulkua rajoitettaisiin tai se kiellettäisiin kokonaan ei ole järkevää kehitellä eikä toteuttaa.

### 7.3.4 Tien talvikunnossapidon viipyminen

Yleiset tiet jaetaan talvihoidon toteuttamiseksi viiteen talvihoitoluokkaan /36/. Kaksiajoratainen tie välillä Lappeenranta – Imatra kuuluu luokkaan Is, jonka palvelutaso on korkein. Liukkauden torjunnalle ja lumen sekä sohjon poistolle on määritelty toimenpideajat. Toimenpideajan aikana tulee talvihoito suorittaa koko hoitoalueella. Talvihoitoluokan Is toimenpideaika on liukkauden torjunnalla ja sohjon poistolla 2 tuntia ja irtolumen poistolla 2,5 tuntia. Lumen ja sohjon poiston toimenpideaika alkaa, kun ajoradalla on 20 mm lunta.

Autoilija joutuu ajoittain huonoon ajokeliin, jossa ensimmäisenä kaksiajorataisen tien vasen ajokaista on huonommassa kunnossa kuin peruskaista. Kunnossapidon edelleen viipyessä myös peruskaistan liikennöitävyys heikenee.

Valtatiellä 6 edellä kuvattu tilanne on arvioitu olevan keskimäärin 50 – 100 kertaa vuodessa. Autoilijat ajavat huonossa kelissä noin 100 – 200 tuntia vuodessa eli noin 2 % liikennesuoritteesta. Keskimääräinen liikennemäärä on 12 000 ajon./ vrk.

Talvikunnossapidon ongelmatilanteisiin tutkitaan seuraavia telematiikan keinoja:

- muuttuvat nopeusrajoitukset
- raskaan liikenteen rajoitukset
- kaistan käyttökielto / ohituskielto
- tiesää- ja kelitiedottaminen

#### **Muuttuvat nopeusrajoitukset**

Muuttuvien nopeusrajoitusten käyttöä on selvitetty kohdassa 7.3.3 'Kelin aiheuttamat ongelmat tieosalla'. Esitettyä järjestelmää tulisi täydentää koko tieosuudelle asennettavilla 2-3 kelikameralla. Järjestelmä maksaisi noin 4,8 Mmk ja sen ylläpitokustannukset olisivat 0,2 Mmk /vuosi. Koska rakentamiskustannukset kasvavat ja ongelmatilanteiden, johon järjestelmää käytetään, ajallinen kesto pienenee kymmenenteen osaan, myös hyödyt vastaavasti pienenevät. Muuttuvien nopeusrajoitusten rakentaminen vain tätä ongelmaa varten ei ole kannattava investointi vaan hankkeen hyötykustannus on negatiivinen.

#### **Raskaan liikenteen rajoitukset**

Kunnossapidon aiheuttamia tilanteita, joissa raskaalla liikenteellä on paljon ongelmia, on harvoin. Myös tässä voidaan todeta, että sellaisen järjestelmän luominen, jossa raskaan liikenteen kulkua rajoitettaisiin tai se kiellettäisiin kokonaan, ei ole järkevää kehitellä eikä toteuttaa.

#### **Kaistan käyttökielto / ohituskielto**

Seuraavassa selvitetään tilannetta, jossa ohituskaistan kelitilannetta seurataan ja tarvittaessa tieosalla kielletään kaistan käyttö eli kielletään ohittaminen.

Koko tutkittavalla osuudella välillä Selkäharju – Vesivalo on lopputilanteessa 12 eritasoliittymää. Joka toiseen liittymävälisiin (yhteensä 6 kpl) asennetaan pinta-anturit mittaamaan lumipeitteen paksuutta vasemmanpuoleisella ajo-kaistalla. Lisäksi järjestelmään asennetaan kolme still-kuvaa tuottavaa keli-kameraa. Jokaisen eritasoliittymän jälkeen on muuttuva ohituskielto/ info-taulu yhdistelmä. Taulussa annetaan lisäinformaatiota, miksi kaistan käyttö on kielletty. Ohituskieltomerkit ovat tien molemmin puolin eli yhteensä niitä on 44 kpl. Muuttuvat merkit toimivat automaattisesti tai niitä voidaan ohjata liikennekeskuksesta käsin. Tiedonsiirto tapahtuu langattomasti.

H/ K- laskennassa on oletettu, että merkit ovat "päällä" talviaikaan noin 200 tuntia ja huonon kelin aikana liikennevirran nopeus alenee 2 km/h. Järjestelmän rakentaminen maksaa noin 3,6 Mmk, jossa muuttuvien merkkien osuus on 3,1 Mmk, tiedonsiirron 0,1 Mmk, ilmaisimien osuus 0,2 Mmk ja kelikameroiden osuus 0,2 Mmk. Lisänä tulevat vuosittaiset ylläpitokustannukset, jotka ovat noin 7 % eli 0,25 Mmk.

Järjestelmän vaikutuksesta liikennevirta tasaantuu ja riskiohitukset jäävät pois. Onnettomuuskustannuksissa saadaan selvästi säästöä, mutta aika ja ajoneuvokustannuksissa säästö on negatiivinen. Kokonaisuudessaan muuttuvien ohituskieltomerkkien vaikutukset jäävät vähäisiksi ja H/K- suhde on negatiivinen. Lisäksi vastaavaa ei ole käytössä Suomessa, joten uudentyyppisen muuttuvan kieltomerkin käyttöönottoa tulee harkita tarkkaan ja käyttöönottoon liittyviä lainsäädännöllisiä tekijöitä selvittää.

### **Tiesää- ja kelitiedottaminen**

Kunnossapidon viivästymisestä ja yleisesti huonoista kelioloista voidaan tiedottaa eri tapoja kuten radio, tv ja internet käyttäen. Kohdassa 7.3.3 on tarkastelu ratkaisua, jossa liikennetilannetta seurataan maastossa ja tieto välitetään liikennekeskuksiin ja automaattisiin tietopankkeihin. Järjestelmän rakentaminen maksaa noin 250 000 mk. Lisäksi tulevat vuosittaiset ylläpito-kustannukset.

Ratkaisun vaikutuksia ei ole tarkemmin arvioitu, mutta voidaan sanoa, että laajalle alueelle tapahtuva tiesää tiedottaminen on kannattavampaa hoitaa juuri yleisten tiedotusjärjestelmien kautta. Tiedon keräämistä ja tallettamista, siten että se on mahdollisimman paikallista, reaaliaikaista ja kaikkien tiedotuskanavien helposti saatavaa on kehitettävä.

### **7.3.5 Ajoneuvojen etäisyydet**

Ajoneuvojen liian pienet etäisyydet aiheuttavat peräänajovaaran. Ajoneuvojen turvallisesta ajoetäisyyksistä voidaan varoittaa tai tiedottaa tienvarsilaitteilla.

### **Vaarasta varoittaminen**

Peräkkäisten ajoneuvojen liian lyhyistä aikaväleistä varoitetaan muuttuvalla yksittäisellä 'muu vaara' – merkillä ja tiedotustaululla, jossa aktivoituu teksti "MUISTA TURVAVÄLI", kun aikaväli on pienempi kuin järjestelmään asetettu kynnsarvo. Ajoneuvojen aikaväli mitataan induktiosilmukan avulla. Laitteisto toimii paikallisesti.

Turvavälinäytöllä saadaan pistemäinen ajonopeuden lasku, jonka vaikutus on noin 8 km matkalla. Lisäksi ajoneuvojen välit hieman kasvavat. Vaikutus ei kuitenkaan ole kovin suuri. Näin ollen hyötykustannustarkastelussa H/K-suhde on negatiivinen.

Järjestelmän rakentaminen maksaa noin 100 000 mk, josta muuttuvan merkin osuus on 70 000 mk. Lisänä tulevat vuosittaiset ylläpitokustannukset, jotka ovat noin 7 %.

### **Turvavälin tiedotus**

Tienkäyttäjälle ilmoitetaan ajoneuvotyyppin ja kelin mukaan muuttuvaa tietoa suositeltavasta etäisyydestä (metreinä) edellä ajavaan ajoneuvoon. Ajoneuvojen nopeus ja tyyppi mitataan induktiosilmukan avulla. Järjestelmän tarvitsema kelitieto mitataan pinta-anturilla automaattisesti tai määritellään liikennekeskuksesta. Ajoneuvon ohittaessa näytön, näyttöön ilmestyy teksti "TURVAVÄLISUOSITUS XXX METRIÄ"

Myös turvavälin tiedotuksella saadaan vaikutuksena pistemäinen ajonopeuden lasku. Samoin ajoneuvojen välit hieman kasvavat. Tämänkään vaikutus ei ole kuitenkaan kovin suuri. Järjestelmän rakentaminen maksaa noin 150 000 mk, josta muuttuvan merkin osuus on 70 000 mk. Näin ollen hyötykustannustarkastelussa H/K-suhde on negatiivinen. Muuttuvat turvavälinäytöt eivät sovellu hyvin kaksiajorataisille teille vaan paremmin kaksikaistaisille teille. Suositeltavaa on käyttää kelin ja ajoneuvotyyppin mukaan määräytyvää liian pienestä turvavälistä varoittamista.

### **7.3.6 Hitaat ajoneuvot**

Valtatie 6 on parantamisen jälkeenkin sekaliikennetie, jossa hidas liikenne on sallittu. Normaalisti tämän tyyppisessä tieympäristössä ei ole hidasta liikennettä. Hidasta liikennettä ovat lähinnä traktorit ja muut työkoneet.

### **Vaarasta varoittaminen**

Hitaista ajoneuvoista voidaan varoittaa muuttuvilla varoitusmerkeillä. Varoitusmerkkejä voidaan asentaa joko yksittäiselle kohdalla tai tieosuudelle noin 5 km välein. Hitaista ajoneuvoista varoitetaan muuttuvalla yksittäisellä 'muu vaara' -merkillä ja tiedotustaululla, jossa aktivoituu teksti "HIDAS AJONEUVO EDESSÄ", kun järjestelmä on havainnut hitaan ajoneuvon. Merkki näkyy niin kauan kuin ajoneuvon nopeuden mukaan arvioidaan että se sivuuttaa seuraavan merkin tai maksimissaan 10 minuutin ajan. Ajoneuvon tyyppi ja nopeus mitataan induktiosilmukan avulla. Laitteisto toimii paikallisesti.

Järjestelmän vaikutukset ovat pieniä. Liikenteen nopeustaso laskee hieman. Järjestelmän rakentaminen maksaa noin 100 000 mk, josta muuttuvan merkin osuus on 70 000 mk. Lisänä tulevat vuosittaiset ylläpitokustannukset, jotka ovat noin 7 % .

### **Liikennetilannetiedottaminen**

Kodassa 7.3.3 on tarkastelu ratkaisua, jossa liikennetilannetta seurataan maastossa ja tieto välitetään liikennekeskuksiin ja automaattisiin tietopankkeihin. Järjestelmän rakentaminen maksaa noin 250 000 mk. Lisäksi tulevat vuosittaiset ylläpitokustannukset. Hitaiden ajoneuvojen kohdalla ei ole kannattavaa rakentaa em. järjestelmää. Poikkeustapauksissa, jos tiellä liikkuu paljon hitaita ajoneuvoja (esim. puolustusvoimien ajoneuvomarssi) voidaan asiasta tiedottaa yleisten tiedotusvälineiden kuten radion tai tv:n kautta.

### **7.3.7 Tien varteen pysäköidyt ajoneuvot**

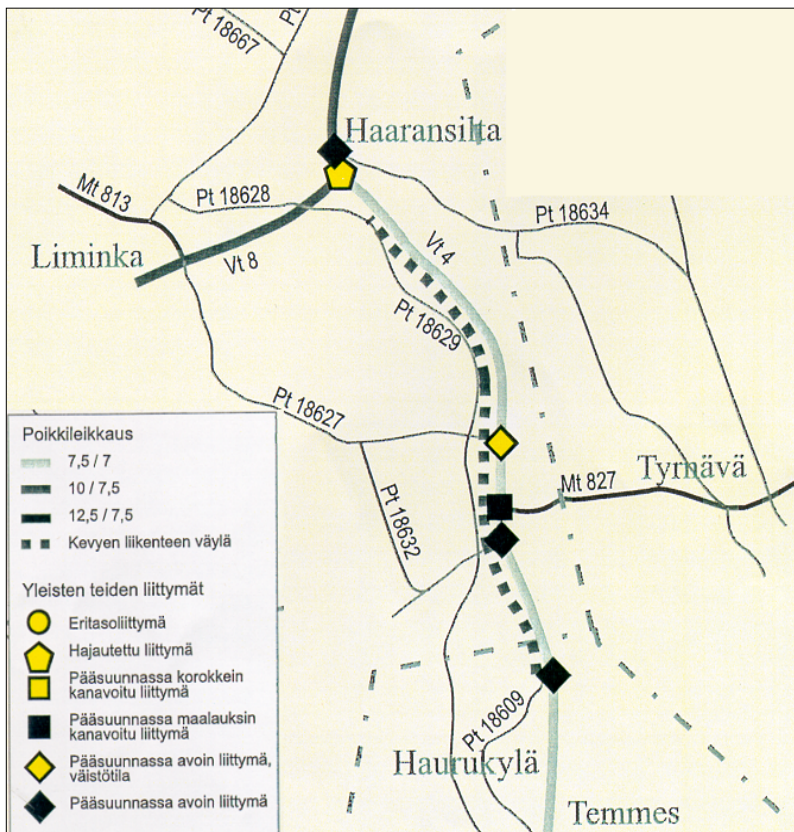
Valtatie 6 parannetaan kaksiajorataiseksi tieksi, jossa piennarleveys on nimissään 1,25 metriä. Tämän ulkopuolella on noin metrin levyinen sora-piennar. Kokonaisuudessaan pientareen leveys on yli 2 metriä. Pientareelle mahtuu hyvin pysähtymään henkilöauton lisäksi liikennettä vaarantamatta myös kuorma-auto. Talviaikaan voi tulla tilanteita, joissa pysähtymään joutunut ajoneuvo on osin ajoradalla. Tällöin kuitenkin voidaan muuta liikennettä varoittaa normaalein keinoin (varoituskolmiot ja muu tiedottaminen) ja pysähtymään joutuneen ajoneuvon pystyy ohittamaan turvallisesti. Ääritapauksessa pitkittyneestä tilanteesta on hyvä tiedottaa yleisten tiedotusvälineiden kautta.



## 8 CASE KAKSIKAISTAINEN TIE - VT 4 HAURUKYLÄ - HAARANSILTA

### 8.1 Yleistä

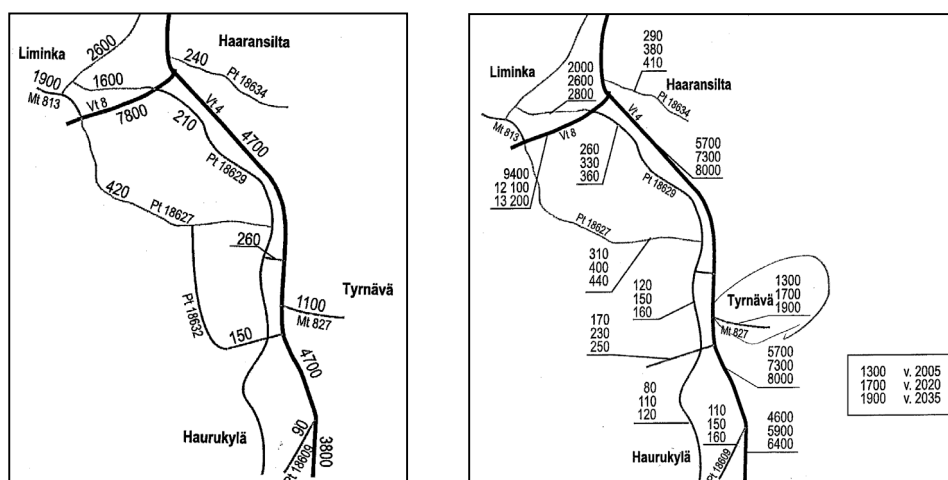
Tieosuus Haurukylä – Haarasilta /42/ sijaitsee Oulun eteläpuolella Limingan ja Tyrnävän kuntien alueella ja se on osa merkittävää etelä-pohjoissuuntaista tieyhteyttä, valtatieltä 4 (Helsinki – Utsjoki). Samalla se on osa yleiseurooppalaista TERN-verkkoa ja Eurooppatietä E75. Suunniteluosuus on aikaisemmin käsittänyt 22 km valtatieta välillä Haurukylä - Haarasilta – Kempele, josta Oulun tiepiiri on päättänyt toteuttaa tieosuuden valtatie 8 liittymästä pohjoiseen kapeana nelikaistaisena tienä, jossa valtatie 8 liittymään rakennetaan kiertoliittymä. Tässä selvityksessä tarkastellaan tieosaa valtatie 8 liittymästä etelään, yhteensä noin 11 km. Tieosalla on nykyisin automaattinen nopeudenvälvonta.



Kuva 12. Suunnittelualueen nykyinen tiestö /42/

Tieosalle laaditussa uusien tietyyppien vertailussa /46/ todettiin nykyisenkin tien olevan tarkasteluajanjaksolla (v. 2005-2035) tyydyttävä liikenteen sujuvuuden kannalta. Parhaimmat liikenneturvallisuusvaikutukset saatiin uudella linjauksella keskikaiteellisella ohituskaistatiellä. Tien parantamisella nykyisellä paikallaan todettiin järeillä toimenpiteillä olevan laajasti haitallisia vaikutuksia. Kaikkien tutkittujen poikkileikkausvaihtoehtojen H/K –suhde oli alle yhden. Selvitys suosittelee kevyitä tien parantamistoimenpiteitä tutkittujen järeämpien vaihtoehtojen sijasta. Em. kevyitä parantamistoimenpiteitä voivat olla mm. liittymien parantamiset tai ohituskaistojen rakentamiset sekä kevyen liikenteen yhteyksien parantamiset. Näillä toimenpiteillä pyritään parantamaan tien liikenneturvallisuutta.

Tie on yksiajoratainen sekaliikennetie, jossa poikkileikkaus on 7,5 metriä. Koko välillä on kevyen liikenteen väylä tien länsipuolella. Tien pystygeometria on tasainen. Nopeusrajoitus vaihtelee 80-100 km/h siten, että liittymäalueilla nopeusrajoitus on 80 km/h. Tieosalla on talvinopeusrajoitus 80 km/h. Suunnittelualueella on 5 yleisen tien tasoliittymää. Valtatien nykyinen vuorokausiliikenne (KVL) vaihtelee 3800 – 4800 ajoneuvoa vuorokaudessa. Suurimmillaan liikenne on elokuussa, noin 1,4 X KVL. Viikonpäivistä vilkkaimmin liikennöityjä ovat perjantait tosin viikonpäivävaihtelut ovat varsin vähäisiä. Huipputuntiliikenne on noin 9 % KVL:stä. Liikenteen määrän ennustetaan kasvavan vuoteen 2035 mennessä noin 1,7-kertaiseksi.



Kuva 13. Nykyinen liikenne ja liikenne-ennuste tavoiteverkolla /42/

Liikenteen toimivuuden kannalta ei ongelmakohtia juurikaan ole linjaosuudella eikä liittymissä. Tieosuuden ongelmana on liikenneturvallisuus: tieosalla on synkkä onnettomuushistoria. Vuosina 1994-1998 henkilövahinkoon johtaneet onnettomuudet ovat olleet kohtaamis- ja risteämisonnettomuuksia. Vaarallisimpia kohtia ovat olleet Haurukylässä paikallistien 18609 liittymän pohjoispuoli ja Tyrnävällä maantien 827 liittymän vaikutusalue.

## 8.2 Tietyypin ongelmatilanteet

Kehittämissuunnitelmassa esitetään tieosuuden parantamiseksi kevyitä parantamistoimenpiteitä nykyisellä linjalla.

Luvussa 6 on esitelty tarkasteltavat ongelmatilanteet, joista tässä case-kohteessa käsitellään

- tietyypin muutoskohdat
- liittymissä liittymisen päävirtaan
- liittymissä kääntyvän liikenteen aiheuttamat ongelmat
- kelin aiheuttamat ongelmat yksittäisessä tien kohdassa
- kelin aiheuttamat ongelmat tieosalla
- talvikunnossapidon viivästyminen
- hirvieläinten tien ylityspaikat
- ajoneuvojen etäisyydet
- kevyt liikenne
- hitaat ajoneuvot
- kapasiteetin ylittyminen / ohitusmahdollisuuksien puute tai raskaan liikenteen määrä

### 8.2.1 Tietyypin muutoskohdat

Tultaessa suunnitteluosuudelle etelästä kapenee tien poikkileikkaus 10 metristä 7,5 metriin. Kohdassa tien geometria on pääosin hyvä, mutta kohdassa on tapahtunut vuosien 1994-1998 aikana kaksi kuolemaan johtanutta kohtaamisonnettomuutta. Tien liikennemäärä on nykyisin 4000 ajon./vrk ja sen on arvioitu kasvavan vuoteen 2035 mennessä noin 6400 ajon./vrk. Nykyinen huipputunnin liikennemäärä on noin 360 ajoneuvoa eli liikenne on hiljaista.

Kohdassa 6.2 esitetään ongelmatilanteessa tutkittavaksi seuraavat telematiikan keinot :

- muuttuvat nopeusrajoitukset
- muuttuva kaistaohjaus
- jonoutumisesta varoittaminen
- tiedottaminen tienvarressa
- tiesää- keli ja liikennetiedottaminen
- tiedottaminen ajoneuvoon

Liikennemäärästä ja olosuhteita johtuen ei muuttuva kaistaohjaus ja jonoutumisesta varoittaminen ole tähän caseen soveltuvia keinoja, joten niitä ei tarkastella ollenkaan. Myös muuttuvien nopeusrajoitusten samoin kuin muuttuvien tienvarsitiedotteiden käyttäminen ei tule kysymykseen, koska käsiteltävä ongelmatilanne ei muutu eri liikennetilanteissa. Ongelmaan ratkaisuksi voidaan harkita kiinteää nopeuden alentamista tai kiinteää varoitusmerkkiä.

Tiesää-, keli- ja liikennetiedottaminen sekä tiedottaminen suoraan ajoneuvoon RDS-TMC:n avulla on yleisesti kannatettavaa. Jos tarkastellaan yksittäistä poikkileikkauksen muutospistettä valtatiellä ei em. täsmätiedottaminen kuitenkaan ole mielekästä. Vastaavia kohtia on tieverkolla hyvin paljon ja tiedottamisessa tulisi aina kertoa vain tärkeimmistä asioista tai vaaroista.

Tarkasteltavista keinoista ei ole mielekästä käyttää mitään esitetyn ongelman ratkaisemiseksi tässä kohteessa.

### 8.2.2 Liittymien ongelmatilanteet

Liittymien ongelmatilanteita on tietyypille arvioitu olevan liittyminen päävirtaan ja kääntyvän liikenteen lähinnä päätien liikenteelle aiheuttamat ongelmat. Tieosuudella liittyvien yleisten teiden liikennemäärät vaihtelevat välillä 160 - 1300 ajon./vrk. Liittymissä ei havaittu /42/ olevan kapasiteettiongelmia vielä ennustetilanteessakaan vuonna 2035. Tällöin päätien liikennemäärän on arvioitu olevan vilkkaimman Tyrnävän 3-haaraliittymän kohdalla 8000 ja liittyvän tien liikenteen 1900 ajon./vrk. Liittymä on nykyisin kanavoitu maalausauksin. Liittymässä on tapahtunut vuosien 1994-1998 aikana yksi kuolemaan johtanut risteysonnettomuus.

Kohdassa 6.2 esitetään ongelmatilanteissa tutkittavaksi seuraavat telematiikan keinot :

- muuttuvat nopeusrajoitukset
- ramppiohjaus
- vaarasta varoittaminen
- reitinopastus
- tiedottaminen tienvarressa
- tiesää- keli ja liikennetiedottaminen
- tiedottaminen ajoneuvoon

Tutkittavaksi esitetyistä keinoista ramppiohjaus ei sovellu käytettäväksi tasoliitymässä. Tässä selvityksessä on aikaisemmin kohdassa 7.3.1 selvitetty ongelmatilanteita Muukon tasoliitymässä. Tarkastelluista telematiikan keinoista (ei sisällä keinoa ”vaarasta varoittaminen”) ei mitään havaittu käyttökelpoiseksi ratkaisuksi. Kyseisen tarkasteluhetken liikennemäärät olivat päätiellä 10800 ja liittävällä tiellä 1350 ajon./vrk. Koska tässä kohteessa on selvästi pienemmät liikennemäärät, voidaan todeta että esitetyt telematiikan ratkaisukeinoja ei ole kannattavaa toteuttaa tämänkään casen liikennetilanteessa.

#### Vaarallisesta liittymästä varoittaminen

Tutkitaan tapausta, jossa päätien liikennevirtaa varoitetaan liittävältä tieltä tulevasta liikenteestä. Liittävälle tielle asennetaan induktiosilmukka 150 metriä ennen liittymää ilmaisemaan saapuvaa ajoneuvoa ja toinen silmukka ajoradan reunaan ilmaisemaan poistuvaa ajoneuvoa. Ensimmäinen silmukka syyttää päätiellä olevat kaksi (yksi molempiin suuntiin) muuttuvaa liittymästä varoittavaa liikennemerkkiä. Toinen silmukoista sammuttaa ko. merkin esimerkiksi 10 sekunnin viiveellä. Näin ollen merkit ovat päällä minimissään 25 sekunnin ajan. Huipputunnin aikana merkit saattavat palaa jatkuvasti. Merkit ovat maksimissaan päällä nykyliikennemäärillä noin 5,5 tuntia vuorokaudessa.

Taulukko 14. Vaarallisesta liittymästä varoittaminen, rakentamiskustannukset ja kannattavuuslaskelma.

KUSTANNUKSET	Mmk	SÄÄSTÖT	Mk
Varoitusmerkit	0,07	Aika- ja ajoneuvokustannussäästö	-0
Tiedonsiirto	0,01	Onnettomuuskustannussäästö/ 10v.	60 000
Ilmaisimet	0,08	Ylläpitokustannukset / 10 v	46 000
		Jäännösarvo	8 000
<b>YHTEENSÄ</b>	0,16		H / K 0,1

Järjestelmän rakentaminen maksaa noin 160 000 mk. Lisänä tulevat vuosittaiset ylläpitokustannukset, jotka ovat noin 4 %.

Muuttuvilla merkeillä on hieman vaikutusta liikennevirran nopeuteen, jonka arvioidaan alenevan liittymän kohdalla (noin 500 m) 2 km/h. Nopeuden alentuessa kasvavat aikakustannukset hieman. Onnettomuuskustannussäästöksi on arvioitu noin 0,01 heva-onnettomuutta/vuosi. Vaikutukset ovat erittäin pieniä. Päätien liikennevirran varoittaminen muuttuvilla varoitusmerkeillä ei ole tarkastelun pohjalta suositeltavaa.

### 8.2.3 Kelin aiheuttamat ongelmat yksittäisessä tien kohdassa

Tutkittava tieosuus on tasaista, eikä jäätymisherkkiä yksittäisiä tienkohtia ole. Ongelmaksi kuvitellaan kohta johon helposti kinostuu lunta talviaikaan. Tieosuuden liikennemäärä on nykyisin noin 5000 ajon./vrk ja nopeusrajoitus 100 km/h. Kohdalla oletetaan tapahtuneeksi yksi henkilövahinko-onnettomuus viiden viimeisen vuoden aikana.

Tutkittavan ongelman ratkaisemiseksi on esitetty tarkasteltavaksi 5 eri vaihtoehtoa:

- muuttuvat nopeusrajoitukset
- kelistä tai vaarasta varoittaminen muuttuvin varoitusmerkein
- raskaan liikenteen rajoitukset
- tiesää ja kelitiedottaminen
- tiedottaminen ajoneuvoon

Lumen kinostuminen ei juurikaan ole raskaan liikenteen haitta vaan erityisesti kevyen ajoneuvoliikenteen. Näin muuttuvat raskaan liikenteen rajoitukset ovat selvästi ylimitoitettuja tutkittavassa tapauksessa.

#### Muuttuvat nopeusrajoitukset

Ongelmakohtan parantamiseksi tarkastellaan tien kohdalle muuttuvaa nopeusrajoitusta, jossa päätien nopeusrajoitus alennetaan ongelmallisen kelin ajaksi 100->80 km/h. Tielle asennetaan pinta-anturit mittaamaan tienpinnalla olevan lumipeitteen paksuutta lumen kinostumakohdalle. Mikäli lumipaksuus ylittää järjestelmään säädetyn raja-arvon, vaihtuvat alueen molemmin puolin olevat nopeusrajoitukset 100->80 km/h. Muuttuvat nopeusrajoitusmerkit toimivat automaattisesti, mutta nopeusrajoituksesta välittyy tieto liikennekeskukseen. Merkkiä voidaan ohjata tarvittaessa käsin liikennekeskuksista. Tiedonsiirto tapahtuu langattomasti.

H/K- laskennassa on oletettu, että autojen keskinopeuden alenema on 6 km/h ja että lumisessa kelissä ajetaan noin 1 % vuotuisesta liikennesuoritteesta. Onnettomuudet on arvioitu pienenevän (Tarva) noin 0,01 hevaonnettomuutta/vuosi. Järjestelmän rakentaminen maksaa noin 0,15 Mmk. Lisänä tulevat vuosittaiset ylläpitokustannukset, jotka ovat noin 6 %.

Taulukko 15. Muuttuvat nopeusrajoitukset yksittäisessä kohdassa, rakentamiskustannukset ja kannattavuuslaskelma.

KUSTANNUKSET	Mmk	SÄÄSTÖT	Mk
Liikennemerkit	0,06	Aika- ja ajoneuvokustannussäästö	-10 000
Tiedonsiirto	0,01	Onnettomuuskustannussäästö/ 10v.	70 000
Ilmaisimet	0,08	Ylläpitokustannukset / 10 v	80 000
		Jäännösarvo	10 000
YHTEENSÄ	0,15		H / K negatiivinen

Nopeuden alentamisella saavutetaan lähinnä onnettomuuskustannussäästöjä. Päätien liikenteen nopeuden pudottaminen aiheuttaa aikakustannustappiota. Tässä tapauksessa onnettomuuskustannussäästöt eivät yksin riitä kattamaan investointia ja sen ylläpitokustannuksia. Nopeuden alentamista tulisi kuitenkin tutkia aina kelin aiheuttamaan ongelmaan tien yksittäisessä kohdassa.

### Kelistä tai vaarasta varoittaminen

Tielle asennetaan pinta-anturit mittaamaan lumipeitteen paksuutta aivan kuten edellisessä ongelmatilanteessakin kinostuma-alueen molemmin puolin olevat varoitusmerkit (muu vaara ja lisäteksti kinostunut lumi). Muuttuvat varoitusmerkit toimivat automaattisesti, mutta tieto niiden toiminnasta välittyy liikennekeskukseen. Merkkejä voidaan ohjata tarvittaessa käsin liikennekeskuksista. Tiedonsiirto tapahtuu langattomasti.

H/K-tarkasteluissa on oletettu, että muuttuvat merkit ovat "päällä" n. 50 kertaa vuodessa keskimäärin kahden tunnin ajan, jolloin liikennevirran nopeus alenee 3 km/h. Onnettomuuksien on arvioitu pienenevän n. 0,005 heva-onnettomuutta/vuosi. Järjestelmän rakentaminen maksaa n. 0,23 Mmk. Lisänä tulevat vuosittaiset ylläpitokustannukset, jotka ovat n. 7 %.

Taulukko 16. Kelistä varoittaminen yksittäisessä kohdassa, rakentamiskustannukset ja kannattavuuslaskelma.

KUSTANNUKSET	Mmk	SÄÄSTÖT	Mk
Varoitusmerkit	0,14	Aika- ja ajoneuvokustannussäästö	-0
Tiedonsiirto	0,01	Onnettomuuskustannussäästö/ 10v.	40 000
Ilmaisimet	0,08	Ylläpitokustannukset / 10 v	115 000
		Jäännösarvo	10 000
<b>YHTEENSÄ</b>	0,23		H / K Negatiivinen

Muuttuvilla varoitusmerkeillä saavutetaan lähinnä onnettomuuskustannussäästöjä. Tässä casessa ei esitettyä keinoa tulisi käyttää, mutta muuttuvia varoitusmerkkejä tulisi kuitenkin aina tutkia ratkaisuksi kelin aiheuttamaan ongelmaan tien yksittäisessä kohdassa. Erityisesti kohdissa, joissa on aiheutunut henkilövahinko-onnettomuuksia.

### Tiesää- ja kelitiedottaminen yleisesti ja suoraan ajoneuvoon

Kohdassa 7.3.2 on tutkittu vastaavaa tilannetta (tienpinnan jäätyminen) valtatieltä 6. Tutkitussa järjestelmässä tielle asennettavien antureiden avulla seurataan keliä ja tarvittaessa tiedotetaan autoilijoille yleisiä tiedotuskanavia käyttäen tai RDS-TMC -laitteiden avulla suoraan autoon. Ko. tiellä oli kaksi kertaa niin paljon ajoneuvoja kuin nyt tutkittavalla osuudella.

Valtatie kuudella todettiin, että tiesää- ja kelitiedottaminen tai suoraan ajoneuvoon tapahtuva tiedottaminen ei ole järkevää eikä kannattavaa. Näin on myös tässä casessa. Tulevaisuudessa tulee tarkoin harkita, mitkä ovat riittävän tärkeitä kohteita otettavaksi tällaisen tiedotusjärjestelmä piiriin.

#### 8.2.4 Kelin aiheuttamat ongelmat tieosalla

Keli voi muuttua nopeasti etenkin talviaikaa, mutta myös kesän rankkasateet voivat olla äkillisiä. Kelin muutoksista aiheutuviin ongelmiin selvitetään seuraavia telematiikan keinoja:

- muuttuvat nopeusrajoitukset
- kelistä varoittaminen
- tiesää ja kelitiedottaminen
- tiedottaminen ajoneuvoon
- raskaan liikenteen rajoitukset

### Muuttuvat nopeusrajoitukset

Tie on nykytilanteessa kaksikaistainen sekaliikennetie, jossa nopeusrajoitus on normaalisti 100 km/h. Tarkastelu tehdään vuoden 2035 liikennetilanteessa, jossa nopeusrajoitus on 80 km/h ja liikennettä 8000 ajon./vrk. Muuttuvan nopeusrajoituksen vaikutuksia tarkastellaan koko osuudella Haurukylästä Haaransiltaan (pituus noin 11 km). Sääohjattu nopeusrajoitusjärjestelmä koostuu 6 kuituoptysesta nopeusrajoitusmerkkiparista (12 merkkiä) ja yhdestä tiesääasemasta. Sääaseman tieto siirretään maakaapelilla liikennekeskukseen ja nopeusrajoitusmerkeille. Merkkejä ohjataan liikennekeskuksesta tai ne ohjautuvat automaattisesti.

Muuttuvan nopeusrajoitusjärjestelmän rakentaminen maksaa noin 1,1 Mmk. Lisänä tulevat vuosittaiset ylläpitokustannukset, jotka ovat noin 4 % rakennuskustannuksista. Hyöty-kustannussuhteen laskennassa määritetyt kustannussäästöt on laskettu käyttäen olettamuksena, että 100 km/h käytetään keskimäärin 50 %:n ajan, jolloin koko vuoden keskinopeus nousee noin 4 km/h. Henkilövahinko-onnettomuudet vähenemä lasketaan nykytilanteeseen verraten, vähenemä vuodessa noin 10 % /30/ eli 0,16 henkilövahinko-onnettomuutta.

*Taulukko 17. Muuttuvat nopeusrajoitukset tieosalla, rakentamiskustannukset ja kannattavuuslaskelma*

KUSTANNUKSET	Mmk	SÄÄSTÖT	Mk
Rajoitusmerkit	0,42	Aika- ja ajoneuvokustannussäästö	480 000
Tiedonsiirto	0,55	Onnettomuuskustannussäästö/ 10v.	1 100 000
Sääasemat	0,1	Ylläpitokustannukset / 10 v	330 000
		Jäännösarvo	50 000
<b>YHTEENSÄ</b>	1,07	H / K	1,2

Muuttuvien nopeusrajoitusten rakentaminen tulee kannattavaksi tilanteessa, jossa tien nopeustason laskeminen osin vältetään muuttuvien nopeusrajoitusten avulla. Pudottamalla perusnopeus ja nostamalla nopeutta vain hyvän kelin aikana muuttuvilla nopeusrajoituksilla paraneekin liikenneturvallisuus, ja onnettomuusriski pieneneekin. Nopeuden alentaminen myös harmonisoi liikennevirtaa.

### Kelistä varoittaminen

Kelistä varoitetaan muuttuvilla kelivaroituserkeillä, jossa on muuttuva liukkaan ajoradan liikennemerkki ja tämän alla kaksirivinen infotaulu. Tarkasteltavana on koko jakso Haurukylästä - Haaransiltaan. Varoituserkit ovat kuituoptysia tai led-merkkejä. Merkit on sijoitettu tieosan kumpaankin päähän molempiin suuntiin näyttäväiksi. Merkkejä on yhteensä 4. Tielle asennetaan pinta-anturit mittaamaan tienpinnan kosteutta ja lämpötilaa. Muuttuvat varoituserkit toimivat automaattisesti, mutta tieto niiden toiminnasta välittyy liikennekeskukseen, josta niitä voidaan myös ohjata käsin. Tiedonsiirto tapahtuu langattomasti.

H/ K- laskennassa on oletettu, että merkit ovat "päällä" talviaikaan noin 300 tuntia ja liukkaan kelin aikana liikennevirran nopeus aleneekin 2 km/h. Onnettomuuksien on arvioitu pienenevän noin 5% liukkaan ajan onnettomuuksista eli 0,05 hevaonnettomuutta/v. Järjestelmän rakentaminen maksaa noin 0,37 Mmk. Ylläpitokustannukset ovat noin 7 %/vuosi.

Taulukko 18. Kelistä varoittaminen tieosalla, rakentamiskustannukset ja kannattavuuslaskelma.

KUSTANNUKSET	Mmk	SÄÄSTÖT	Mk
Varoitusmerkit	0,28	Aika- ja ajoneuvokustannussäästö	-60000
Tiedonsiirto	0,01	Onnettomuuskustannussäästö/ 10v.	350 000
Ilmaisimet	0,08	Ylläpitokustannukset / 10 v	230 000
		Jäännösarvo	20 000
<b>YHTEENSÄ</b>	0,32	H / K	0,2

Muuttuvien varoitusmerkkien vaikutukset ovat vähäisiä, eikä niitä ole järkevää käyttää yksittäin. Harkittavaksi tulee muuttuvien varoitusmerkkien käyttö yhdessä muuttuvien nopeusrajoitusmerkkien kanssa.

### Tiesää- ja kelitiedottaminen yleisesti ja suoraan ajoneuvoon

Tarkasteltavana on koko jakso Haurukylästä – Haarasiltaan. Tielle asennetaan pinta-anturit mittaamaan tienpinnan kosteutta ja lämpötilaa. Tiedot välitetään pääsääntöisesti liikennekeskuksiin. Mikäli mittausarvojen perusteella on todennäköistä, että tienpinta jäätyy, liikennekeskuksista tiedotetaan liukkaasta tieosasta. Liukkaudesta voidaan tiedottaa tienkäyttäjää tienvarsi-tiedottamisen lisäksi eri tapoja käyttäen. Näitä ovat radio, tv ja internet tai tiedottaminen suoraan ajoneuvoon RDS-TMC:n avulla.

Järjestelmän rakentaminen maksaa noin 110 000 mk, josta tiedonsiirron osuus on 15 000 mk, kosteus- ja lämpötilailmaisimien osuus 80 000 mk ja liikennekeskuksen kustannusosuus 15.000 mk. Vuosittaiset ylläpitokustannukset ovat noin 10 000 mk johtuen lähinnä liikennekeskuksen kustannuksista.

Ratkaisun vaikutuksia ei ole tarkemmin arvioitu, mutta voidaan sanoa, että laajalle alueelle tapahtuva tiesäätiedottaminen on kannattavampaa hoitaa juuri yleisten tiedotusjärjestelmien kautta. Tulevaisuudessa, kun tiedotus autoon esim. TMC -laitteisiin on laitteiston puolesta mahdollista ja kustannustehokasta sekä tapahtuu automaattisesti, voidaan em. ratkaisuja käyttää yleisemminkin.

### Raskaan liikenteen rajoitukset

Haurukylä – Haarasilta tieosuus on vaakageometrialtaan melko suora ja pystygeometrialtaan tasainen. Sillä ei ole raskaan liikenteen kulkua haittaavia tai hidastavia tieosuuksia. Raskaan liikenteen kannalta ongelmallisia kelejä on varsin vähän, näin tasaisella osuudella tuskin lainkaan. Sellaisen järjestelmän luominen, jossa raskaan liikenteen kulkua rajoitettaisiin tai se kiellettäisiin kokonaan ei ole järkevää kehitellä eikä toteuttaa.

### 8.2.5 Talvikunnossapidon viipyminen

Valtatie 4 tieosuus välillä Haurukylä – Haaransilta kuuluu ylimpään talvihoitoluokkaan I<sub>s</sub>, jonka palvelutaso on korkein ja toimenpideajat pienimmät. Autoilija joutuu ajoittain huonoon ajokeliin, jossa ajokaistojen väliin muodostunut luminen palte vaikeuttaa mm. ohittamista. Em. tilanteen arvioidaan syntyvän noin 100 kertaa talvessa ja kestävät noin 200 tuntia. Autoilijat ajavat huonossa kelissä noin 2 % vuotuisesta liikennesuoritteesta. Keskimääräinen liikennemäärä on 5000 ajon./vrk.



Talvikunnossapidon ongelmatilanteisiin tutkitaan seuraavia telematiikan keinoja:

- muuttuvat nopeusrajoitukset
- raskaan liikenteen rajoitukset
- muuttuva ohituskielto
- tiesää- ja kelitiedottaminen

### **Muuttuvat nopeusrajoitukset**

Tien talvinopeusrajoitus on 80 km/h ja tiellä on liikennettä noin 5000 ajon./vrk. Nopeusrajoitukseksi muutetaan huonon kelin ajaksi 60 km/h. Muuttuvan nopeusrajoituksen vaikutuksia tarkastellaan koko osuudella Haurukylästä Haaransiltaan (pituus noin 11 km). Sääohjattu nopeusrajoitusjärjestelmä koostuu 6 kuituoptyksesta nopeusrajoitusmerkkiparista (12 merkkiä). Tielle asennetaan riittävästi pinta-antureita (esim. 2-3 km välein) mittaamaan tien keskikohdan paltteen paksuutta. Tieto siirretään maakaapelilla liikennekeskukseen ja nopeusrajoitusmerkeille. Merkit ohjautuvat automaattisesti tai niitä ohjataan liikennekeskuksesta.

Muuttuvan nopeusrajoitusjärjestelmän rakentaminen maksaa noin 1,2 Mmk. Lisänä tulevat vuosittaiset ylläpitokustannukset, jotka ovat noin 4 % rakennuskustannuksista. Liikenneonnettomuudet vähenevät hieman. Nopeuden laskiessa ajoneuvo ja aikakustannukset kasvavat. Hyöty-kustannussuhdetta ei ole laskettu, mutta se voi olla jopa negatiivinen. Muuttuvia nopeusrajoituksia ei ole kannattavaa rakentaa vain talvikunnossapidon ongelmatilanteita varten. Mutta muuttuvan nopeusrajoituksen yhteydessä tulisi harkita myös pinta-antureiden asentamista paltteiden yms. kunnossapidon puutteiden seuraamiseksi.

### **Raskaan liikenteen rajoitukset**

Tilanteita, joissa raskas liikenne on ongelmallista, on harvoin, koska tieosalla on melko hyvä geometria ja liikennemäärät ovat pieniä. Myös tässä voidaan todeta, että sellaisen järjestelmän luominen, jossa raskaan liikenteen kulkua rajoitettaisiin tai se kiellettäisiin kokonaan ei ole järkevää kehittää eikä toteuttaa.

### **Muuttuva ohituskielto**

Seuraavassa käsitellään tilannetta, jossa tien kelitilannetta seurataan ja tarvittaessa tieosalla kielletään ohittaminen.

Muuttuvan ohituskiellon vaikutuksia tarkastellaan koko osuudella Haurukylästä Haaransiltaan (pituus noin 11 km). Osuudelle asennetaan viisi pinta-anturia mittaamaan lumipeitteen paksuutta tien keskiosalla. Yleisen liittymän jälkeen on muuttuva ohituskieltomerkki/infotaulu, yhteensä 10 merkkiä. Tiedonsiirto tapahtuu maakaapeilla. Merkit ohjautuvat automaattisesti tai niitä ohjataan liikennekeskuksesta.

Merkit ovat "päällä" talviaikaan noin 200 tuntia ja huonon kelin aikana liikennevirran nopeuden arvioidaan alenevan 2 km/h. Järjestelmän rakentaminen maksaa noin 1,4 Mmk, jossa muuttuvien merkkien osuus on 0,7 Mmk, tiedonsiirron 0,55 Mmk, ilmaisimien osuus 0,2 Mmk. Lisänä tulevat vuosittaiset ylläpitokustannukset, jotka ovat noin 7 % eli 0,1 Mmk. Järjestelmän vaikutuksesta liikennevirta tasaantuu ja riskiohitukset jäävät pois. Onnettomuus

kustannuksissa saadaan säästöjä, mutta aika- ja ajoneuvokustannuksissa säästö on negatiivinen. Kokonaisuudessaan muuttuvien ohituskieltomerkkien vaikutukset jäävät vähäisiksi ja H/K- suhde saattaa olla jopa negatiivinen. Muuttuvaa ohituskieltoa ei tulisi käyttää case -kohteen tapaisilla vähäliikenteisillä teillä.

### **Tiesää- ja kelitiedottaminen**

Kunnossapidon viivästymisestä ja yleisesti huonoista kelioloista voidaan tiedottaa esim. radion, tv:n ja internetin välityksellä. Kohdassa 7.3.3 on tarkasteltu ratkaisua, jossa liikennetilannetta seurataan maastossa, ja tieto välitetään liikennekeskuksiin ja automaattisiin tietopankkeihin. Järjestelmän rakentaminen tarkasteltavalle tieosalle maksaisi noin 160 000 mk (tiedon-siirto 50 000 mk, ilmaisimet 80 000 mk ja liikennekeskuksen kustannusosuus 30 000mk), ja lisäksi tulevat vuosittaiset ylläpitokustannukset.

Ratkaisun vaikutuksia ei ole tarkemmin arvioitu, mutta selvää on, että laajalle alueelle tapahtuva tiesäätiedottaminen on kannattavampaa hoitaa yleisten tiedotuskanavien kautta.

## **8.2.6 Hirvieläinten tien ylityspaikat**

Tieosuudella on tapahtunut vuosittain keskimäärin 1,6 hirvionnettomuutta, jotka eivät ole johtaneet henkilövahinkoihin. Tien länsipuolella välittömässä läheisyydessä sijaitsee koko matkalla Temmesjoki, joka toimii luonnollisena esteenä hirvieläinten kululle. Hirvieläimistä varoittavaa ilmaisinjärjestelmää ei tulisi koskaan toteuttaa yksistään vaan se tulisi rakentaa riista-aidan tueksi. Järjestelmä yksistään ei ole toimiva.

### **Vaarasta varoittaminen**

Eläimistä varoittava järjestelmä koostuu tässä esimerkissä kuudesta infra-punailmaisimesta ja 10 mikroaaltotutkasta sekä neljästä muuttuvasta hirvi-vaara -varoituserkistä. Merkit kytkeytyvät päälle automaattisesti, kun ilmaisin on havainnut hirven. Ilmaisimien tieto siirretään maakaapelilla varoituserkeille. Tieto välitetään myös liikennekeskukseen. Järjestelmän lisäksi tulee rakentaa riista-aidat tien molemmin puolin. Aitojen rakentamiskustannukset ovat noin 200 000 markkaa/kilometri.

Hirvivaroitujärjestelmän rakentaminen maksaa noin 0,6 Mmk. Lisänä tulevat vuosittaiset ylläpitokustannukset, jotka ovat noin 4 % rakennuskustannuksista.

Vaikutustarkastelussa voidaan todeta, että aika- ja ajoneuvokustannussäästöt ovat vain hieman negatiivisia, sillä merkit eivät vaikuta ajonopeuksiin kuin sateella ja pimeällä, jolloin ajonopeudet laskivat 5-15 km/h. Hirvivaroitujärjestelmän käyttöönotto lisää liikenneturvallisuutta. Koska liikennemäärät ovat pieniä ja tieosuudella liikkuvien hirvien määrä tapahtuneiden onnettomuuksien perustella vähäinen, ovat onnettomuuskustannussäästöt olemattomat. Järjestelmän rakentaminen edellä kuvattuihin olosuhteisiin ei ole kannattava eikä järkevä investointi.

## Tiedottaminen ajoneuvoon

Hirvieläinten aiheuttamasta vaarasta voidaan tiedottaa tai varoittaa tienkäyttäjiä tienvarsitiedottamisen lisäksi muita yleisiä tiedotuskanavia käyttäen kuten radio tai televisio. Tiedottaminen suoraan ajoneuvoon voi tapahtua myös RDS-TMC -kanavalla.

Tässä pohditaan hieman ratkaisua, jossa hirvivaroitussjärjestelmän antama tieto välitetään liikennekeskuksien kautta automaattisesti suoraan ajoneuvoihin RDS-TMC:n alulla. Kyseisellä alueella liikkuvat autoilijat saavat varoituksen hyvissä ajoin käyttöönsä. Tiedonsiirto on mahdollista toteuttaa nykyisin laittein. RDC-TMC -ajoneuvolaitteita ei ole kuitenkaan vielä laajasti käytössä. Tiedonsiirron hyödyt ovat pieniä ja niitä on vaikea arvioida. Tiedonsiirto tuottaa lähinnä vähäistä lisäarvoa täydentäen maastossa olevaa varoitussjärjestelmää. RDS-TMC laitteiden yleistyessä tulee tällaisten suorien ja automaattisten tiedonsiirron yleistyä, jotta autoilijoita voidaan palvella mahdollisimman hyvin.

### 8.2.7 Ajoneuvojen etäisyydet

Autoilijoiden tulisi aina pitää riittävä turvallisuusväli tiellä liikuttaessa. Ajoneuvojen turvallisesta ajoetäisyyksistä voidaan varoittaa tai tiedottaa tienvarsilaitteilla. Ajoneuvojen liian pienet etäisyydet aiheuttavat peräänajovaaran.

Tarkasteltavalla osuudella on nykyinen vuorokausiliikenne noin 5000 ajon./vrk ja huipputunnin liikenne noin 500 ajon./tunnissa. Tällöin 80 km/h nopeudella on keskimääräinen ajoneuvoväli noin 14 sekuntia eli 380 metriä. Kuitenkin autot yleisesti ajavat muutaman ajoneuvon jonoissa.

### Vaarasta varoittaminen

Peräkkäisten ajoneuvojen liian lyhyistä aikaväleistä voidaan varoittaa muuttuvalla varoitusmerkin ja tiedotustaulun yhdistelmällä. Merkki on päällä kun ohi ajavien ajoneuvojen aikaväli pienempi kuin järjestelmään asetettu kynnysarvo. Ajoneuvojen aikaväli mitataan induktiosilmukan avulla. Laitteisto toimii paikallisesti.

Järjestelmän rakentaminen maksaa noin 100 000 mk. Turvavälinäytöllä saadaan pistemäinen ajonopeuden lasku, jonka vaikutus on noin 8 km matkalla. Lisäksi ajoneuvojen välit hieman kasvavat. Vaikutus ei kuitenkaan ole kovin suuri.

### Turvavälin tiedotus

Tienkäyttäjälle ilmoitetaan ajoneuvotyyppin ja kelin mukaan muuttuvaa tietoa suositeltavasta etäisyydestä (metreinä) edellä ajavaan ajoneuvoon. Ajoneuvojen nopeus ja tyyppi mitataan induktiosilmukan avulla. Järjestelmän tarvitsema kelitieto mitataan pinta-anturilla automaattisesti tai määritellään liikennekeskuksesta. Ajoneuvon ohittaessa näytön, näyttöön ilmestyy teksti "TURVAVÄLISUOSITUS XXX METRIÄ"

Myös turvavälin tiedotuksella saadaan vaikutuksena pistemäinen ajonopeuden lasku. Samoin ajoneuvojen välit hieman kasvavat. Tämänkään vaikutus

ei ole kuitenkaan kovin suuri. Järjestelmän rakentaminen maksaa noin 150 000 mk. H/K-suhde on negatiivinen. Mikäli järjestelmä rakennetaan suositeltavaa on käyttää kelin ja ajoneuvotyypin mukaan määräytyvää liian pienestä turvavälistä varoittamista.

### 8.2.8 Kevyt liikenne

Koko osuudella on erillinen kevyen liikenteen väylä tien länsipuolella. Kevyt liikenne on vähäistä päätiellä ja valtatie ylittäminen tapahtuu tasossa. Kevyen liikenteen onnettomuuksia ei ole tapahtunut vuosien 1994-1998 aikana.

#### Vaarasta varoittaminen

Mikäli kevyen liikenteen ongelmia esiintyy, ovat ne lähinnä tien ylityksestä johtuvia. Tällöin voidaan muuttuvalla suojatien ennakkovaroitusmerkillä varoittaa autoilijoita kevyestä liikenteestä. Liikennemerkki laitetaan päälle esim. ajastimella automaattisesti, mikäli on kysymyksessä säännöllisesti toistuva kevyen liikenteen määrän lisääntyminen. Jalankulkija voi myös itse laittaa liikennemerkki päälle tien ylittämisen ajaksi. Tällöin muuttuva merkki sammuu järjestelmään määritellyn ajan jälkeen.

Muuttuvan varoitusmerkin rakentamiskustannukset ovat noin 100 000 markkaa, josta liikennemerkkien osuus on noin 70 000 markkaa ja tiedonsiirto yms. järjestelmän tarvitsemat laitteet noin 30 000 markkaa. Järjestelmän hyödyt ovat pieniä, mutta järjestelmän käyttöä kannattaa ainakin harkita tapauksissa, joissa ylitystilanteissa on suuri riski tapahtua kevyen liikenteen onnettomuuksia.

#### Muuttuvat nopeusrajoitukset

Edellä kuvattua kevyen liikenteen ongelmaa voidaan pienentää myös muuttuvien nopeusrajoitusten avulla. Nopeusrajoitusmerkkejä ohjataan kuten varoitusmerkkejäkin joko ajastimella säännöllisesti tai ne muutetaan liikennekeskuksesta käsin.

Rakentamiskustannukset ovat noin 100 000 markkaa. Järjestelmän hyödyt ovat pieniä. Ajoneuvoliikenteen kustannukset kasvavat, mutta säästöä saadaan onnettomuuskustannuksissa. Järjestelmän käyttöä kannattaa ainakin harkita tapauksissa, joissa ylitystilanteissa on riski kevyen liikenteen onnettomuuksiin.

### 8.2.9 Hitaat ajoneuvot

Valtatie 4 on sekaliikennetie, jossa hidas liikenne on sallittu. Hidasta liikennettä ovat maataloustraktorit ja muut työkoneet, joita liikkuu kuitenkin melko vähän.

#### Vaarasta varoittaminen

Hitaista ajoneuvoista on mahdollista varoittaa muuttuvilla varoitusmerkeillä. Varoitusmerkkejä voidaan asentaa joko yksittäiselle kohdalle tai pidemmälle tieosuudelle. Hitaista ajoneuvoista varoitetaan muuttuvalla yksittäisellä 'muu vaara' -merkillä ja tiedotustaululla. Kun järjestelmä on havainnut hitaan ajoneuvon, aktivoituu varoitusmerkki ja tauluun syttyy teksti "HIDAS

AJONEUVO EDESSÄ”. Merkki näkyy niin kauan kuin ajoneuvon nopeuden mukaan arvioidaan, että se sivuuttaa seuraavan merkin tai poistuu tieosalta. Ajoneuvon tyyppi ja nopeus mitataan induktiosilmukan avulla. Laitteisto toimii paikallisesti.

Järjestelmän rakentaminen maksaa noin 100 000 mk, josta muuttuvan merkin osuus on 70 000 mk. Lisänä tulevat vuosittaiset ylläpitokustannukset, jotka ovat noin 7 %. Laitteiston vaikutukset ovat pieniä. Liikenteen nopeustaso laskee hieman.

### **Liikennetilannetiedottaminen**

Hitaista ajoneuvoista voidaan tiedottaa myös yleisesti radion, television ja internetin kautta. Kohdassa 7.3.3 on tarkastelu ratkaisua, jossa liikennetilannetta seurataan maastossa ja tieto välitetään liikennekeskuksiin ja automaattisiin tietopankkeihin. Järjestelmän rakentaminen maksaa noin 250 000 markkaa. Järjestelmän vaikutuksia arvioitaessa voidaan todeta, että sitä ei ole kannattavaa rakentaa normaalioloissa. Poikkeustapauksissa, jos tiellä liikkuu paljon hitaita ajoneuvoja (esim. puolustusvoimien ajoneuvomarsi) voidaan asiasta tiedottaa yleisten tiedotusvälineiden kautta.

### **8.2.10 Ohitusmahdollisuuksien puute**

Ohitusmahdollisuuksien puute voi johtua tien kapasiteetin ylittymisestä tai suuresta raskaan liikenteen määrästä. Usein mukana ovat molemmat tekijät ja vaikuttavana tekijänä vielä lisäksi tiellä huonohko geometria.

Tarkasteltavalla valtatie 4 tieosalla liikennemäärät ovat pieniä. On arvioitu, että tieosalla ei ole sujuvuusongelmia /42/ vuoteen 2035 mennessä. Tällöin tien liikennemäärän on arvioitu olevan noin 8000 ajon./vrk, josta raskaan liikenteen osuus 800 ajon./vrk. Ohitusmahdollisuuksien puutteeseen tutkitaan seuraavia telematiikan keinoja:

- muuttuvat nopeusrajoitukset
- jonoutumisesta varoittaminen/ tiedottaminen
- reitinopastus
- muuttuva ohituskielto
- turvavälitiedotus
- tiesää- ja liikennetiedottaminen
- tiedottaminen ajoneuvoon

### **Muuttuvat nopeusrajoitukset**

Muuttuvien nopeusrajoitusten rakentamista on käsitelty kohdassa 8.2.4. Tarkastelu tehdään vuoden 2035 liikennetilanteessa, jossa nopeusrajoitus on 80 km/h ja liikennettä 8000 ajon./vrk. Muuttuvan nopeusrajoituksen vaikutuksia tarkastellaan koko osuudella Haurukylästä Haaransiltaan (pituus noin 11 km). Nopeusrajoitusta muutetaan siten, että se on vilkkaan liikenteen aikana 80 km/h. Rauhallisemman liikenteen aikana nopeus nostetaan 100 km:iin/h. Näin raskaan liikenteen ohittamisen tarve vähenee ja liikennevirta homogenisoituu. Liikennemääriä seurataan tieosuuden molemmissa päissä vilkkaimmissa kohdissa induktiosilmukan avulla. Nopeusrajoitusjärjestelmä koostuu 6 kuituoptyksestä nopeusrajoitusmerkkiparista (12 merkkiä).

Silmukoiden antama liikennetieto siirretään maakaapelilla liikennekeskukseen ja nopeusrajoitusmerkeille. Merkit vaihtuvat automaattisesti tai niitä ohjataan liikennekeskuksesta.

Muuttuvan nopeusrajoitusjärjestelmän rakentaminen maksaa noin 1,1 Mmk (ks. taulukko 17). H/K-suhde on yli yksi, kun oletetaan että nopeusrajoitusta 100 km/h käytetään keskimäärin 50 % ajasta. Henkilövahinko-onnettomuuksien vähenemä nykyisestä on 0,16 henkilövahinko-onnettomuutta.

Muuttuvien nopeusrajoitusten rakentaminen tulee kannattavaksi tilanteessa, jossa tien kapasiteetti on ääri rajoilla ja muuttuvien nopeusrajoitusten avulla vältetään tien nopeustason laskeminen pysyvästi. Liikenneturvallisuus ja sujuvuus paranevat. Nopeuden alentaminen myös harmonisoi liikennevirtaa.

H/K- tarkasteluissa on oletettu, että merkit ovat "päällä" talviaikaan noin 300 tuntia, jolloin liukkaan kelin aikana liikennevirran nopeus alenee 2 km/h. Onnettomuuksien on arvioitu vähenevän noin 5% eli 0,05 henkilövahinko-onnettomuutta vuodessa.

### **Jonoutumisesta varoittaminen/tiedottaminen**

Liikennemäärän kasvaessa liikenne saattaa jonoutua suunnitellussa Haarasillan kiertoliitymässä. Liikenteen jonoutumisesta voidaan varoittaa tai tiedottaa muuttuvien ruuhka -varoituserkein. Varoituserkein annetaan autoilijoille tietoa edessä olevasta muuttuvasta liikennetilanteesta. Samalla pyritään hillitsemään ja harmonisoimaan liikennevirtaa.

Tarkasteltavalle osuudelle asennetaan ennen Haarasillan liittymää kaksi peräkkäistä muuttuvaa liikennemerkkiä. Merkkien väli on noin 500 - 1000 m. Ensimmäinen merkki asennetaan riittävän kauas ennen kiertoliittymää ja merkin yhteydessä on tiedotustaulu, jossa teksti "LIIKENNE JONOUTUU". Liikenteen jonoutumista seurataan usean peräkkäisen induktiosilmukan avulla. Tiedonsiirto tapahtuu langattomasti.

Järjestelmän rakentaminen maksaa noin 0,20 Mmk, josta varoituserkkien osuus on 100 000 markkaa ja monitoroinnin osuus 90 000 markkaa. Lisänä tulevat vuosittaiset ylläpitokustannukset, jotka ovat noin 7 %.

Muuttuvien varoituserkkien vaikutusta on vaikea arvioida. Ruuhkavaroituserjestelmästä on kokemuksia Länsiväylällä, jossa liikennemäärät ovat huomattavasti suuremmat. Merkkien vaikutukset ovat todennäköisesti vähäiset, mutta positiiviset. Liikenneonnettomuuksien määrä oletettavasti vähenee. Kuitenkin vastaavan järjestelmän hyödyt tulisi aina selvittää sekä paikallisissa että pidemmän tieosan sujuvuusongelmakohdissa.

### **Reitinopastus**

Reitinopastus rinnakkaiselle reitille kannattaa aina tutkia parantamisvaihtoehtona, kun tien kapasiteettiraja lähestyy ja tiellä alkaa esiintyä sujuvuusongelmia. Vaikeutena on usein vaihtoehtoisen reitin löytäminen. Usein käy niin, että vaihtoehtoinen reitti ei ole esim. liikennöintinsä puolesta käyttökelpoinen. Valtatielle 4 tieosalle Haurukylä - Haarasilta ei ole olemassa nykyiselle tielle vaihtoehtoista reittiä.

## Muuttuva ohituskielto

Seuraavassa käsitellään tilannetta, jossa tien liikennetilannetta seurataan ja tarvittaessa tieosalla kielletään ohittaminen liikenteen ollessa ruuhkaista.

Muuttuvan ohituskiellon vaikutuksia tarkastellaan koko osuudella Haurukylästä Haaransiltaan (pituus noin 11 km). Osuudelle asennetaan induktiosilmukat mittaamaan liikennemääriä. Yleisen tien liittymän jälkeen on muuttuva ohituskieltomerkki/infotaulu, yhteensä 10 merkkiä. Tiedonsiirto tapahtuu maakaapeilla. Merkit ohjautuvat automaattisesti tai niitä ohjataan liikennekeskuksesta. Tavoitteena on poistaa riskialttiit ohitukset ja parantaa liikenteen sujuvuutta.

Merkit ovat "päällä" liikenteen ruuhkaisimpina aikoina. Nykytilanteessa ei järjestelmän vaatimia ruuhkatilanteita kuitenkaan esiinny. Järjestelmän rakentaminen maksaa noin 1,4 Mmk, jossa muuttuvien merkkien osuus on 0,7 Mmk, tiedonsiirron 0,55 Mmk, ilmaisimien osuus 0,2 Mmk. Lisänä tulevat vuosittaiset ylläpitokustannukset, jotka ovat noin 7 % eli 0,1 Mmk.

Järjestelmän vaikutuksesta liikennevirta tasaantuu ja riskiohitukset jäävät kokonaan pois. Säästö saadaan onnettomuuskustannuksista. Ajokustannukset kasvavat hieman. Kokonaisuudessaan muuttuvien ohituskieltomerkkien vaikutukset jäävät vähäisiksi. Muuttuvaa ohituskieltoa ei tulisi käyttää case-kohteen tapaisilla vähäliikenteisillä teillä.

## Turvavälitiedotus

Lähinnä raskaan liikenteen aiheuttamiin sujuvuusongelmiin tutkitaan turvavälitiedotuksen vaikutusta. Rekka-autot ajavat usein niin lähellä toisiaan, että ajoneuvoja ohitettaessa on vaikea päästä takaisin omalle kaistalle kahden rekan väliin.

Tiellä liikkujalle ilmoitetaan ajoneuvotyyppin ja kelin mukaan muuttuvaa tietoa suositeltavasta etäisyydestä (metreinä) edellä ajavaan ajoneuvoon. Ajoneuvojen nopeus ja tyyppi mitataan induktiosilmukan avulla. Järjestelmän tarvitsema kelitieto mitataan pinta-anturilla automaattisesti tai määritellään liikennekeskuksesta. Ajoneuvon ohittaessa näytön, näyttöön ilmestyy teksti "TURVAVÄLISUOSITUS XXX METRIÄ"

Turvavälin tiedotuksella saadaan vaikutuksena pistemäinen ajonopeuden lasku. Samoin ajoneuvojen välit kasvavat, mutta vaikutus ei ole kuitenkaan kovin suuri. Järjestelmän rakentaminen maksaa noin 150 000 mk. Näin ollen hyötykustannustarkastelussa H/K-suhde on negatiivinen. Suositeltavaa on käyttää kelin ja ajoneuvotyyppin mukaan määräytyvää liian pienestä turvavälistä varoittamista.

## Tiesää- ja liikennetiedottaminen sekä tiedottaminen ajoneuvoon

Edellä on käsitelty tapausta "jonoutumisesta varoittaminen/tiedottaminen". Tutkitussa keinossa liikenteen jonoutumista Haaransillan kiertoliittymässä seurataan ja liittymään tulevaa liikennettä varoitetaan tienvarsilaitteilla. Vastaavasti voidaan liikennettä seurata ja autoilijoita varoittaa käyttäen normaaleita tiedotusvälineitä tai RDS-TMC -palvelua.

Tiedot välitetään pääsääntöisesti liikennekeskuksiin. Mikäli liikenne ruuhkautuu, liikennekeskuksista tiedotetaan ruuhkasta eri tapoja käyttäen. Järjestelmä maksaa noin 120 000 mk, josta tiedonsiirron osuus on 15 000 mk, induktiosilmukoiden 90 000 mk ja liikennekeskuksen kustannusosuus 15000 mk. Vuosittaiset ylläpitokustannukset ovat noin 10 000 mk.

Ratkaisun vaikutuksia ei ole tarkemmin arvioitu, mutta voidaan sanoa, että tienvarren yksittäisen kohdan vaarallisuudesta tiedottaminen tulisi tehdä tienvarsitiedottamisella. Muutoin joudumme tilanteeseen, jossa yleisten tiedotusvälineiden kautta annetaan paljon ns. täsmätiedotteita. Kuulija ei enää osaa poimia hänelle tärkeitä tiedotteita vähempiarvoisten tiedotteiden joukosta. Tulevaisuudessa, kun tiedotus autoon esim. TMC -laitteisiin on laitteiston puolesta mahdollista ja kustannustehokasta sekä tapahtuu automaattisesti, voidaan em. ratkaisuja käyttää yleisemminkin.

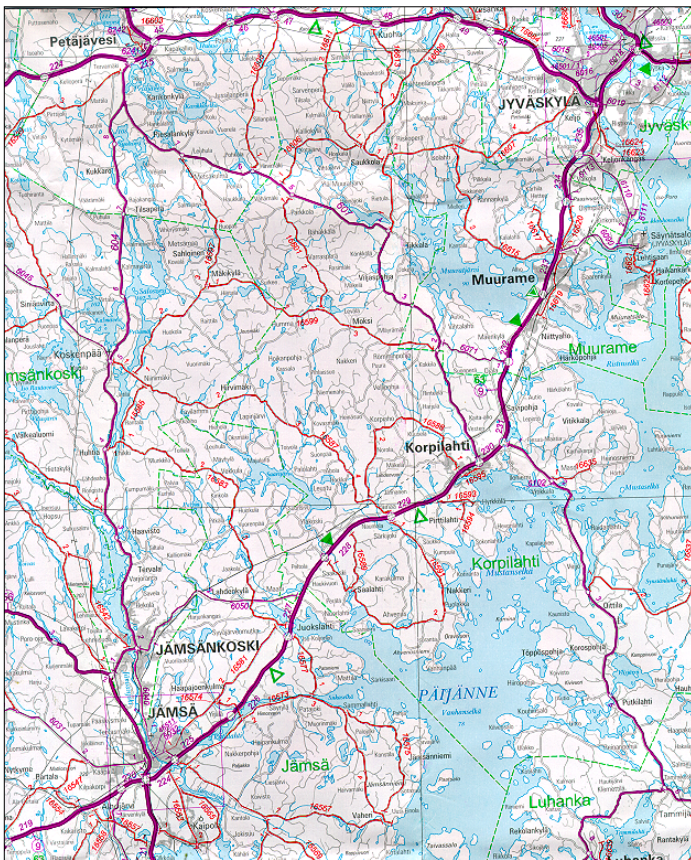


## 9 KESKIKAIATEELLINEN OHITUSKAISTATIE - VT 9 KORPILAHTI - MUURAME

### 9.1 Yleistä

Case -kohde sijaitsee valtatiellä 9 Jyväskylän länsipuolella Korpilahden ja Muuramen välillä. Valtatie 9 on tärkeimpiä poikittaisia liikenneyhteyksiä. Samalla se on osa yleiseurooppalaista TERN-verkkoa ja Eurooppatietä E63. Valtatie 9 yhdistää toisiinsa Turun, Tampereen, Jyväskylän ja Kuopion kaupunkiseudut.

Tarkastelujakso on noin 14 kilometrin mittainen. Nykyisellä osuudella tien leveys on 9 metriä. Tien vaakageometria on vaatimusten mukainen, mutta pystygeometria on pienipiirteisesti maastoa noudattava. Suuret korkeusvaihtelut yhdessä kapean poikkileikkauksen kanssa hidastavat liikennettä ja liikenteen sujuvuus kärsii. Muuramen teollisuusalueen liittymä on ajoittain ruuhkainen ja liittyminen päätien liikenteeseen on vaikeaa erityisesti raskaalle liikenteelle. Tien liikennemäärä on nykyisin 7700 – 8600 ajon./vrk ja sen ennustetaan olevan vuonna 2020 noin 11000 - 13000 ajon./vrk. Raskaasta liikennettä on noin 10 %. Liittyvien teiden suurimmat liikennemäärät ovat 1500 – 1800 ajon./vrk.



Kuva 14. Yleiskartta tarkastelualueesta

Vuosina 1995-1999 tapahtui koko tiejaksolla Korpilahti - Muurame (n. 14 km) 60 onnettomuutta, joista 18 johti henkilövahinkoon. Tien onnettomuushistorian mukaan onnettomuusaste on 9,0 henkilövahinko-onnettomuutta/100 milj.auto.km. Kohtaamisonnettomuuksia on sattunut keskimääräistä enemmän ja ne ovat olleet seurauksiltaan erittäin vakavia.

Tietyyppivaihtoehtojen tarkastelussa esitetään valtatieparantamista lähes koko välillä nykyisellä paikallaan. Tie parannetaan yksiajorataisena sekaliikennetienä, jolle rakennetaan ohituskaistapari sekä yhtenäinen rinnakkainen tie. Ohituskaistat, joiden pituudet ovat 3,0 ja 2,9 km, erotetaan keskikaiteella. Kaistat sijoittuvat loppupäistään kohdakkain muodostaen lyhyen nelikais-taisenosuuden. Kohdissa, joissa ei ole ohituskaistaa, on tien poikkileikkaus 10,5 metriä. Ohituskaistaosuudella järjestetään kevyelle liikenteelle yhtenäinen rinnakkaisverkko. Tieosuudelle jää ainoastaan yksi eritasoliittymä. Sekä mahdollisesti muutamia metsäpalstoja palvelevia maatalousliittymiä. Liittymissä ei sallita päätieltä eikä päätielle vasempaan kääntymisiä.

## 9.2 Tietyyppien ongelmatilanteet

Parannetulla tiellä sallitaan kevyt ja hidas liikenne. Tien yksiajokaistaisella osuudella voidaan olettaa todellisen kevyen liikenteen käytössä olevan tilan olevan kapeampi kuin kaksiajokaistaisella osuudella, koska kaiteen vaikutuksesta autoilijoiden ajolinjat siirtyvät pientareen suuntaan. Yhtenäinen päällystetty leveys kaiteen kapeammalla puolella on 5,75 metriä, mikä saattaa onnettomuus- ja häiriötilanteessa (pysähtynyt ajoneuvo tai tien kunnossapito) tukkeutua niin, että paikan taakse ehtii muodostua jonoja. Jonot estävät mm. hälytysajoneuvon nopean liikkumisen.

Luvussa 6 on esitetty tarkasteltavat ongelmatilanteet, joista tässä case -koh-teessa käsitellään

- tietyyppien muutoskohdat
- liittymissä liittyminen päävirtaan
- liittymissä kääntyvän liikenteen aiheuttamat ongelmat
- kelin aiheuttamat ongelmat yksittäisessä tien kohdassa
- kelin aiheuttamat ongelmat tieosalla
- talvi kunnossapidon puute tai viivästyminen
- hirvieläinten tien ylityspaikat
- ajoneuvojen etäisyydet eli ajokäyttäytyminen
- kevyt liikenne
- hitaat ajoneuvot
- tienvarteen pysäköidyt ajoneuvot
- nopeuden nousu
- kapasiteetin ylittyminen
- onnettomuustilanteet

### 9.2.1 Tietyyppien muutoskohdat

Tietyyppien muutoskohta kaksikaistaisesta yksikaistaiseksi saattaa muodostua ongelmakohdaksi. Kyseisessä tien kohdassa sekä vaaka- että pystygeometria ovat pienipiirteisiä. Tien liikennemäärä on nykyisin 8000 ajon./vrk ja sen on arvioitu kasvavan vuoteen 2020 mennessä noin 12 000 ajon./vrk.

Kohdassa 6.2 esitetään ongelmatilanteessa tutkittavaksi seuraavat telematiikan keinot :

- muuttuvat nopeusrajoitukset
- muuttuva kaistaohjaus
- jonoutumisesta varoittaminen
- tiedottaminen tienvarressa
- tiedottaminen ajoneuvoon

### Muuttuvat nopeusrajoitukset

Tarkastelu tehdään vuoden 2020 tilanteessa, jossa nopeusrajoitus on 100 km/h ja liikennettä noin 12 000 ajon./vrk. Liikennetilanneohjatussa nopeusrajoitusjärjestelmässä ohituskaistalle tulevan liikenteen nopeutta ja määrää seurataan ainakin kahdessa pisteessä ennen kaistaa. Nopeusrajoitusta muutetaan (60/70/80/90/100 km/h) koko kaistan matkalle. Järjestelmä koostuu ohituskaistaa kohden kolmesta muuttuvasta nopeusrajoitusmerkistä, joista kaksi on ennen kaistaa ja yksi kaistan jälkeen (yhteensä 6 merkkiä). Tieto siirretään maakaapelilla liikennekeskukseen ja nopeusrajoitusmerkeille. Nopeusrajoitukset vaihtuvat automaattisesti tai niitä ohjataan liikennekeskuksesta.

Muuttuvan nopeusrajoitusjärjestelmän rakentaminen maksaa n. 0,75 Mmk. Lisänä tulevat vuosittaiset ylläpitokustannukset, jotka ovat n. 4 % rakennuskustannuksista. Liikennevirran nopeus ei nouse ohituskaistan kohdalla kuten normaalisti. Vastaavasti kaistan loppukohdan onnettomuusriski pienenee harmonisoituneen liikenteen ansiosta. Ohituskaistan käyttötarve ja samalla käyttö pienenevät. Järjestely ei kuitenkaan kiellä ohittamista, joten hitaat ajoneuvot voi ohittaa.

Taulukko 19. Muuttuvat nopeusrajoitukset tieosalla, rakentamiskustannukset ja kannattavuuslaskelma.

KUSTANNUKSET	Mmk	SÄÄSTÖT / MUUTOKSET	
Rajoitusmerkit	0,2	Aika- ja ajoneuvokustannus	Kasvaa
Tiedonsiirto	0,45	Onnettomuuskustannus.	Pienenee
Silmukkailmaisin.	0,1	Ylläpitokustannukset / 10 v	240 000
		Jäännösarvo	50 000
<b>YHTEENSÄ</b>	0,75	H / K	negatiivinen

Muuttuvien nopeusrajoitusten rakentaminen ei ole kannattavaa tutkitussa tilanteessa, mutta tulee kannattavaksi tilanteessa, jossa tien liikennemäärä on tien kapasiteetin ääri rajoilla, eli ohituskaistan kohdalla noin 1500 ajon./h/suunta. Nopeuden harmonisointi lisää liikenteen sujuvuutta ja nopeustason ”romahdaminen” voidaan ehkä välttää muuttuvien nopeusrajoitusten avulla.

### Muuttuva kaistaohjaus

Ohituskaistan liikennettä ohjataan muuttuvalla kaistaohjauksella /28,38/. Tarkoituksena on kieltää ohitukset ohituskaistan kohdalla. Liikenne ohjataan muuttuvilla tien yläpuolisilla opasteilla peruskaistalle ohituskaistan alussa sekä ohituskaistan puolivälissä. Lisäksi ennen ohituskaistan alkua yksikaistaisella osuudella on muuttuva tiedotustaulu, jossa kerrotaan ohituskaistan käyttökiellosta. Liikennettä seurataan induktiosilmukoiden avulla. Liikennemäärän noustessa asetetun kynnsarvon yli kytkeytyy kaistaohjaus päälle automaattisesti. Tieto siirretään maakaapeleilla. Järjestelmän rakentaminen maksaa noin 1,2 Mmk. Lisänä tulevat vuosittaiset ylläpitokustannukset, jotka ovat noin 4 % rakennuskustannuksista.

Vaikutuksista suurin on liikennevirran harmonisoituminen. Ohitukset jäävät pois ja samoin niihin liittyvät riskit. Liikennevirran nopeus ei nouse ohituskaistan kohdalla kuten normaalisti. Järjestelmä on varauksin käyttökelpoinen tilanteissa, jossa vaihtoehtona on tien kapasiteetin romahdusmainen putoaminen. Järjestelmä on kuitenkin kallis toteuttaa.

### **Jonoutumisesta varoittaminen/ tiedottaminen tienvarressa**

Liikennemäärän noustessa liikenne jonoutuu ohituskaistan lopulla ja yksiajorataisen kohdan alussa. Liikenteen jonoutumisesta voidaan varoittaa tai tiedottaa muuttuvien tiedotustauluin kaistan alussa ja kaistan keskiosassa. Tiedotustaulun avulla annetaan autoilijoille tietoa edessä olevasta muuttuvasta liikennetilanteesta. Samalla pyritään hillitsemään ja harmonisoimaan liikennevirtaa.

Tarkasteltavalle osuudelle asennetaan kaksi tiedotustaulua suuntaansa sekä näitä ohjaamaan liikenteen seurantapisteet. Ensimmäinen merkki asennetaan kilometri ennen ohituskaistaa ja toinen ohituskaistan puoleen väliin. Harkittavaa on, asennetaanko toinen tiedotustaulu ohituskaistan yläpuolelle. Ensimmäisessä taulussa on tekstit "LIIKENNE RUUHKAUTUU, VÄLTÄ OHITUSKAISTAN KÄYTTÖÄ" ja toisessa "LIIKENNE RUUHKAUTUU, PALAA PERUSKAISTALLE". Liikenteen jonoutumista seurataan usean peräkkäisen induktiosilmukan avulla. Tiedonsiirto tapahtuu langattomasti.

Järjestelmän rakentaminen maksaa noin 1,2 Mmk, josta infotaulujen osuus on 0,8 Mmk ja monitoroinnin osuus 0,3 Mmk. Lisänä tulevat vuosittaiset ylläpitokustannukset, jotka ovat noin 7 %.

Muuttuvien infotaulujen vaikutuksia on vaikea arvioida. Tilanteita joissa taulujen avulla informoidaan tienkäyttäjiä on kuitenkin harvoin, joten vaikutukset jäävät pieniksi, mutta ovat pääosin positiivisia. Vaikutuksista suurin on liikennevirran harmonisoituminen. Riskiohitusten määrä kaistan loppuosalla pienenee ja liikennevirran nopeus ei nouse ohituskaistan kohdalla niin kuin normaalisti. Järjestelmä on varauksin käyttökelpoinen tien kapasiteetin ääriarajoilla olevassa useasti toistuvassa liikenteessä. Järjestelmä on kuitenkin kallis toteuttaa.

### **Liikennetilannetiedottaminen ajoneuvoon**

Edellä on käsitelty tapausta "jonoutumisesta varoittaminen/tiedottaminen tienvarressa". Tutkitussa keinossa liikenteen jonoutumista Ohituskaistojen kohdalla seurataan ja liittymään tulevaa liikennettä varoitetaan informaatiotauluilla. Vastaavasti voidaan liikennettä seurata ja autoilijoita varoittaa käyttäen normaaleita tiedotusvälineitä tai RDS-TMC -palvelua.

Tiedot välitetään pääsääntöisesti liikennekeskuksiin. Mikäli liikenne ruuhkautuu, liikennekeskuksista tiedotetaan ruuhkasta eri tapoja käyttäen.

Ratkaisun vaikutuksia ei ole tarkemmin arvioitu. Liikenteen varoittaminen yksittäisen lyhyen tieosan vaarallisuudesta tulisi pääsääntöisesti tehdä tienvarrella. Autoilijoiden ennakoinnin ja reitinvalinnan kannalta tiedottaminen voi olla yleisempääkin. Tällöin sen tulisi tapahtua automaattisesti suoraan mittauspisteiltä. Tulevaisuudessa, kun tiedotus autoon esim. TMC -laitteisiin on laitteistojen puolesta mahdollista ja kustannustehokasta sekä tapahtuu automaattisesti, voidaan em. ratkaisuja käyttää yleisemminkin.

## 9.2.2 Liittymissä liittyminen päävirtaan ja kääntyvän liikenteen aiheuttamat ongelmat

Suunnitelmien mukaisesti parannetulla tiellä ei sallita päätieltä eikä päätielle vasempaan kääntymisiä. Päätieltä kääntyvä liikenne poistuu aina oikealle. Osuudelle jäävät liittymät muotoillaan niin että ne ovat lohenpyrstötyyppisiä suuntaisliittymiä. Näin liittyminen päävirtaan ohituskaistan kohdalla ei ole ongelma. Yksikaistaisella osuudella liittyminen on samanlaista kuin normaaliilla kaksikaistaisella tiellä. Liittymäongelmaa kaksikaistaisella tiellä on tarkasteltu kohdassa 8.2.2.

## 9.2.3 Kelin aiheuttamat ongelmat yksittäisessä tien kohdassa

Kun tutkitaan kelin aiheuttamia ongelmia tien yksittäisessä kohdassa ohituskaistatiellä, voidaan todeta, että ongelmat ja niihin käyvät telematiikan ratkaisukeinot ovat samoja, kuin esim. kaksikaistaisella tiellä. Ongelmatilanteita on selvitetty kohdassa 8.2.3. Mahdollisia parantamiskeinoja ovat muuttuvat nopeusrajoitukset, kelistä tai vaarasta varoittaminen muuttuvin varoitusmerkein, raskaan liikenteen rajoitukset, tiesää ja kelitiedottaminen ja tiedottaminen ajoneuvoon.

## 9.2.4 Kelin aiheuttamat ongelmat tieosalla

Kelin muutoksista aiheutuviin ongelmiin selvitetään kohdan 6.2 mukaisesti seuraavia telematiikan keinoja:

- muuttuvat nopeusrajoitukset
- kelistä varoittaminen
- tiesää ja kelitiedottaminen
- tiedottaminen ajoneuvoon
- raskaan liikenteen rajoitukset

### Muuttuvat nopeusrajoitukset

Tie on parantamisen jälkeen osin kaksikaistainen ja osin kaksiajoratainen sekaliikennetie, jossa nopeusrajoitus on normaalisti 100 km/h. Tarkastelu tehdään vuoden 2020 tilanteessa liikennemäärän ollessa n. 12 000 ajon./vrk.

Sääohjattu nopeusrajoitusjärjestelmä koostuu 6 kuituoptyisestä nopeusrajoitusmerkkiparista (12 merkkiä) ja kahdesta tiesääasemasta. Sääaseman tieto siirretään maakaapelilla liikennekeskukseen ja nopeusrajoitusmerkeille. Merkkejä ohjataan liikennekeskuksesta tai ne ohjautuvat automaattisesti.

Taulukko 20. Muuttuvat nopeusrajoitukset tieosalla, rakentamiskustannukset ja kannattavuuslaskelma.

KUSTANNUKSET	Mmk	SÄÄSTÖT	Mk
Rajoitusmerkit	0,42	Aika- ja ajoneuvokustannussäästö/ 10v	-2 000 000
Tiedonsiirto	0,70	Onnettomuuskustannussäästö/ 10v.	2 000 000
Sääasemat	0,2	Ylläpitokustannukset / 10 v	425 000
		Jäännösarvo	50 000
<b>YHTEENSÄ</b>	1,4	H / K	0,05

Muuttuvan nopeusrajoitusjärjestelmän rakentaminen maksaa noin 1,4 Mmk. Ylläpitokustannukset ovat noin 4 % rakennuskustannuksista. Hyöty-kustannussuhteen laskennassa on oletettu, että alennettuja nopeuksia käytetään keskimäärin 20 % ajasta, jolloin koko vuoden keskinopeus laskee noin 1 km/h /30/ ja että henkilövahinko-onnettomuudet vähenevät vuodessa noin 10 % /30/ eli 0,4 henkilövahinko-onnettomuutta.

Nopeuden alentamisella huonon kelin aikana saavutetaan lähinnä onnettomuuskustannuksissa säästöä, sen sijaan ajoneuvo- ja aikakustannukset kasvavat. Tarkasteltu parantamistoimenpide ei ole yhteiskuntataloudellisesti kannatta saattaa olla perusteltu joissakin tapauksissa liikenneturvallisuussyistä.

### Kelistä varoittaminen

Kelistä voidaan varoittaa muuttuvilla kelivaroitusmerkeillä, jossa on muuttuva liukkaan ajoradan liikennemerkki ja tämän alla kaksirivinen infotaulu. Varoituksetmerkit ovat kuituoptyisiä tai led-merkkejä. Merkit ovat sijoitettu tieosan kumpaankin päähän sekä keskelle tieosaa. Merkkejä on yhteensä kuusi. Tielle asennetaan pinta-anturit mittaamaan tienpinnan kosteutta ja lämpötilaa. Muuttuvat varoituksetmerkit toimivat automaattisesti, mutta tieto niiden toiminnasta välittyy liikennekeskukseen, josta niitä voidaan myös ohjata käsin. Tiedonsiirto tapahtuu langattomasti.

Taulukko 21. Kelistä varoittaminen tieosalla, rakentamiskustannukset ja kannattavuuslaskelma

KUSTANNUKSET	Mmk	SÄÄSTÖT	Mk
Varoituksetmerkit	0,42	Aika- ja ajoneuvokustannussäästö	-0
Tiedonsiirto	0,03	Onnettomuuskustannussäästö/ 10v.	350 000
Ilmaisimet	0,12	Ylläpitokustannukset / 10 v	300 000
		Jäännösarvo	30 000
<b>YHTEENSÄ</b>	0,55		H / K 0,15

H/ K- laskennassa on oletettu, että merkit ovat "päällä" talviaikaan noin 300 tuntia. Varoituksetmerkin alentavat liukkaan kelin aikana liikennevirran nopeutta 2 km/h. Onnettomuuskustannussäästökseksi on arvioitu noin 5 % liukkaan ajan onnettomuuksista eli 0,05 hevaonnettomuutta/vuosi. Järjestelmän rakentaminen maksaa noin 0,55 Mmk. Lisänä tulevat vuosittaiset ylläpitokustannukset, jotka ovat noin 7 %.

Muuttuvien varoituksetmerkkien vaikutukset ovat vähäisiä, eikä niitä ole järkevää käyttää yksittäin. Harkittavaksi tulee muuttuvien varoituksetmerkkien käyttö yhdessä muuttuvien nopeusrajoitusmerkkien kanssa, jolloin rakentamiskustannuksissa tulisi säästöä tiedonsiirron ja ilmaisimien osalta.

### Tiesää- ja kelitiedottaminen yleisesti ja suoraan ajoneuvoon

Tielle asennetaan pinta-anturit mittaamaan tienpinnan kosteutta ja lämpötilaa. Tiedot välitetään liikennekeskuksiin. Mikäli mittausarvojen perusteella on todennäköistä, että tienpinta jäätyy, liikennekeskuksista tiedotetaan liukkaasta tieosasta. Liukkaudesta voidaan tiedottaa tienkäyttäjää tienvarsitiedottamisen lisäksi eri tapoja käyttäen. Näitä ovat radio, tv ja internet tai tiedottaminen suoraan ajoneuvoon RDS – TMC:n avulla.

Järjestelmän rakentaminen maksaa noin 100 000 – 150 000 mk. Vuosittaiset ylläpitokustannukset ovat noin 10 000 mk johtuen lähinnä liikennekeskuksen kustannuksista.

Myös tämän tapauksen yhteydessä voidaan todeta, että laajalle alueelle tapahtuva tiesäätiedottaminen on kannattavampaa hoitaa juuri yleisten tiedotusjärjestelmien kautta niin, että tienkäyttäjät voivat saada tiedon vaikka ennen matkaa. Tulevaisuudessa, kun tiedotus autoon esim. TMC -laitteisiin on laitteiston puolesta mahdollista ja kustannustehokasta sekä tapahtuu automaattisesti, voidaan em. ratkaisuja käyttää yleisemminkin.

### **Raskaan liikenteen rajoitukset**

Tutkittavalla tieosuudella on huono pystygeometria pituuskaltevuuden ollessa jopa 6 %. Tie parannetaan siten, että em. mäkikohdille rakennetaan ohituskaistat. Raskaan liikenteen kannalta ongelmallisia kelejä on varsin vähän tien kuuluessa talvihoitoluokkaan Is. Sellaisen järjestelmän luominen, jossa raskaan liikenteen kulkua rajoitettaisiin tai se kiellettäisiin kokonaan ei ole järkevää kehitellä eikä toteuttaa myöskään tällä tieosuudella. Järjestelmän aiheuttama haitta raskaalle liikenteelle on selvästi suurempi kuin saavutettava hyöty.

### **9.2.5 Talvikunnossapidon viipyminen**

Valtatie 9 kuuluu talvihoitoluokkaan Is, jolle määritelty toimenpideajoina liukkauden torjunnalle ja sohjon poistolle 2 tuntia ja irtolumen poistolle 2,5 tuntia. Lumen ja sohjon poiston toimenpideaika alkaa, kun ajoradalla on 20 mm lunta.

Autoilija joutuu ajoittain huonoon ajokeliin, jonka arvioidaan toistuvan alle 100 kertaa vuodessa. Tällöin autoilijat ajavat huonossa kelissä noin 200 tuntia vuodessa eli noin 2 % liikennesuoritteesta.

Talvikunnossapidon ongelmatilanteisiin tutkitaan seuraavia telematiikan keinoja:

- muuttuvat nopeusrajoitukset
- raskaan liikenteen rajoitukset
- kaistan käyttökielto / ohituskielto
- tiesää- ja kelitiedottaminen

### **Muuttuvat nopeusrajoitukset**

Muuttuvien nopeusrajoitusten käyttöä on selvitetty kohdassa 9.2.4 'Kelin aiheuttamat ongelmat tieosalla'. Esitettyä järjestelmää tulisi täydentää koko tieosuudelle asennettavilla 1-2 liikennekameralla. Järjestelmä maksaisi noin 1,5 Mmk ja sen ylläpitokustannukset olisivat 0,3 Mmk /vuosi. Koska rakentamiskustannukset kasvavat ja ongelmatilanteiden, johon järjestelmää käytetään, ajallinen kesto pienenee kymmenenteen osaan, myös hyödyt vastaavasti pienenevät. Muuttuvien nopeusrajoitusten rakentaminen vain tätä ongelmaa varten ei ole kannattava investointi vaan hankkeen hyötykustannus saattaa olla jopa negatiivinen.

Nopeuden alentamisella huonon kelin aikana saavutetaan lähinnä onnettomuuskustannuksissa säästöä, sen sijaan ajoneuvo- ja aikakustannukset kasvavat. Nopeuden alentaminen harmonisoi liikennevirtaa samalla kuin riskiohitukset vähenevät. Arvioinnin mukaan tarkasteltu parantamistoimenpide ei ole yhteiskuntataloudellisesti kannattava.

### **Raskaan liikenteen rajoitukset**

Tilanteita, joissa on raskaan liikenteen kannalta ongelmallinen keli, on harvoin. Näistä kunnossapidon viipymisen aiheuttamia vielä vähemmän. Näin ollen myös tässä voidaan todeta, että sellaisen järjestelmän luominen, jossa raskaan liikenteen kulkua rajoitettaisiin tai se kiellettäisiin kokonaan ei ole järkevää kehitellä eikä toteuttaa.

### **Kaistan käyttökielto/ohituskielto**

Seuraavassa selvitetään tilannetta, jossa ohituskaistan kelitilanteen huonotessa kaistan käyttö kielletään. Käytännössä ohittaminen kielletään liikenne-merkeillä.

Molemmille ohituskaistoille asennetaan pinta-anturit, jotka mittaavat lumipeitteen paksuutta. Järjestelmään asennetaan molemmille kaistoille yksi still-kuvaa tuottavaa kelikameraa. Ohituskaistan alussa sekä kaistan keskikohdalla on muuttuva ohituskielto/infotaulu yhdistelmä. Infotaulussa kehoitetaan käyttämään oikeanpuoleista ajokaistaa. Ohituskieltomerkkejä on neljä kappaletta. Merkit toimivat automaattisesti tai niitä voidaan ohjata liikennekeskuksesta käsin. Tiedonsiirto tapahtuu langattomasti.

Tarkastelussa on arvioitu, että merkit ovat "päällä" talviaikaan noin 200 tuntia ja huonon kelin aikana liikennevirran nopeus alenee 2 km/h

Järjestelmän rakentaminen maksaa noin 500 000 mk, jossa muuttuvien merkkien osuus on 280 000 mk ja kelikameroiden osuus 100 000 mk. Järjestelmän ylläpito maksaa 35 000 mk vuodessa.

Järjestelmän vaikutuksesta liikennevirta tasaantuu ja riskiohitukset jäävät pois. Onnettomuuskustannuksissa saadaan selvästi säästöä, mutta aika ja ajoneuvokustannuksissa säästö on negatiivinen. Kokonaisuudessaan muuttuvien ohituskieltomerkkien vaikutukset jäävät pieniksi joten ohituskieltoa ei voida suositella tarkasteltavissa oloissa.

### **Tiesää- ja kelitiedottaminen**

Kunnossapidon viivästyisestä ja yleisesti huonoista kelioloista voidaan tiedottaa eri tapoja kuten radio, tv ja internet käyttäen. Edellisessä kohdassa kuvatun mukaisesti voidaan tilannetta ohituskaistoilla seurata ja tieto välittää liikennekeskuksiin ja automaattisiin tietopankkeihin. Järjestelmän rakentaminen maksaa noin 200 000 mk. Lisäksi tulevat vuosittaiset ylläpitokustannukset.

Ratkaisun vaikutuksia ei ole tarkemmin arvioitu, mutta voidaan sanoa, että vaikutukset ovat pieniä ja pistemäisen ongelmapaikan kelitiedottaminen tulisi hoitaa ensisijaisesti tienvarsilaitteilla.



### 9.2.6 Hirvieläinten tien ylityspaikat

Korpilahti - Muurame ohituskaistavertailusta ei selviä tieosalla tapahtuneiden eläinonnettomuuksien tilanne. Samoin jää epäselväksi, rakennetaanko tieosalle riista-aidat. Hirvieläimistä varoittavaa ilmaisjärjestelmää tulee aina rakentaa riista-aidan tueksi. Järjestelmä yksistään ei ole toimiva.

#### Vaarasta varoittaminen

Eläimistä varoittava järjestelmä on esitelty kohdassa 8.2.6. Tämän case-kohteen järjestelmä on vastaavanlainen. Hirvivaroitussjärjestelmän rakentaminen maksaa noin 0,6 Mmk. Lisänä tulevat vuosittaiset ylläpitokustannukset, jotka ovat noin 4 % rakennuskustannuksista eli 25.000 mk /vuosi. Järjestelmän lisäksi tulee rakentaa riista-aidat tien molemmin puolin. Aitojen rakentamiskustannukset ovat noin 0,2 milj.mkk/km. Vaikutustarkastelussa voidaan todeta, että aika- ja ajoneuvokustannussäästöt ovat vain hieman negatiivisia, sillä merkit eivät vaikuta ajonopeuksiin kuin sateella ja pimeällä, jolloin ajonopeudet laskivat 5-15 km/h. Hirvivaroitussjärjestelmän käyttöönotto lisää liikenneturvallisuutta varsinkin, kun liikennemäärä on kohtalainen.

#### Tiedottaminen ajoneuvoon

Hirvieläinten aiheuttamasta vaarasta voidaan tiedottaa tai varoittaa tienkäyttäjää tienvarsitiedottamisen lisäksi muita yleisiä tiedotuskanavia käyttäen kuten radio tai televisio. Tiedottaminen voi tapahtua myös suoraan ajoneuvoon TMC -kanavalla. Tieto voidaan saada suoraan varoitussjärjestelmästä ja toimittaa automaattisesti suoraan ajoneuvoihin TMC:n avulla. Kyseisellä alueella liikkuvat autoilijat saavat varoituksen hyvissä ajoin käyttöönsä. Tiedon siirto on mahdollista toteuttaa nykyisin laittein, mutta TMC ajoneuvolaitteita on kuitenkin niin vähän käytössä, että hyödyt ovat pieniä ja niitä on vaikea arvioida. Tuloksena on lähinnä vähäistä lisäarvoa täydentäen maastossa olevaa varoitussjärjestelmää.

### 9.2.7 Ajoneuvojen etäisyydet

Ajoneuvojen liian pienet etäisyydet aiheuttavat peräänajoriskin. Ajoneuvojen turvallisesta ajoetäisyyksistä voidaan varoittaa tai tiedottaa tienvarsilaitteilla.

#### Vaarasta varoittaminen

Ajoneuvojen liian lyhyistä aikaväleistä voidaan varoittaa muuttuvalla varoitusmerkillä. Merkinä voisi olla 'muu vaara' -merkki täydennettynä tiedotustaululla, jossa olisi teksti "MUISTA TURVAVÄLI". Merkki on päällä, kun järjestelmän mittaama peräkkäisten ajoneuvojen aikaväli on pienempi kuin järjestelmään asetettu kynnyсарvo. Ajoneuvojen aikaväli mitataan induktiosilmukan avulla. Laitteisto toimii paikallisesti.

Turvavälinäytön vaikutukset ovat pieniä. Näytöllä saadaan pistemäinen ajonopeuden lasku. Lisäksi ajoneuvojen välit hieman kasvavat. Vaikutus ei kuitenkaan ole kovin suuri. Järjestelmän rakentaminen maksaa noin 100 000 mk. Liikennetaloudellisessa tarkastelussa H/K-suhde on negatiivinen.

### **Turvavälin tiedotus**

Turvavälin tiedottaminen voi perustua myös ajoneuvotyyppin ja kelin mukaan muuttuvaan tiedotukseen. Ajoneuvojen nopeus ja tyyppi mitataan induktiosilmukan avulla ja järjestelmän tarvitsema kelitieto mitataan pinta-anturilla automaattisesti. Ajoneuvon ohittaessa näytön, näyttöön ilmestyy teksti "TURVAVÄLISUOSITUS XXX METRIÄ"

Tiedotuksella saadaan aikaan pistemäinen ajonopeuden lasku ja samalla ajoneuvojen välit hieman kasvavat. Vaikutukset ovat siis pieniä. Järjestelmän rakentaminen maksaa noin 150 000 mk näin ollen hyötykustannustarkastelussa H/K- suhde on negatiivinen.

Muuttuvat turvavälinäytöt soveltuvat tien kaksikaistaiselle osuudelle. Edellä tarkastelluista vaihtoehdoista on suositeltavaa käyttää kelin ja ajoneuvotyyppin mukaan määräytyvää liian pienestä turvavälistä varoittamista.

### **9.2.8 Kevyt liikenne**

Koko osuudella on erillinen rinnakkaisen liikenteen verkko käytössä kevyellä liikenteellä, mutta kevyttä liikennettä ei kielletä tieosuudella. Kevyt liikenne on vähäistä ja valtatie ylittäminen tapahtuu eritasossa. Kevyen liikenteen ongelmaan tutkitaan mahdollisena parantamiskeinona vain vaarasta varoittamista, koska muuttuvat nopeusrajoitukset sopivat tietä ylittävän kevyen liikenteen ongelmiin.

#### **Vaarasta varoittaminen**

Tien yksiajokaistaisella osuudella todellinen kevyen liikenteen käytössä oleva tila on kapeampi kuin kaksiajokaistaisella osuudella, koska kaiteen vaikutuksesta autoilijoiden ajolinjat siirtyvät pientareen suuntaan. Yhtenäinen päällystetty leveys kaiteen kapeammalla puolella on 6 metriä. Lisäksi autoilijat voivat olettaa, että kevyt liikenne on kielletty ja siten autoilijalle saattaa tulla yllätyksenä esim. edessä oleva pyöräilijä.

Kevyestä liikenteestä voidaan varoittaa muuttuvalla varoitusmerkillä, joka aktivoituu, kun pyöräilijä tai jalankulkija ohittaa merkin. Jalankulkija voi myös itse laittaa liikennemerkkit päälle. Muuttuva merkki sammuu järjestelmään määritellyn ajan jälkeen. Merkkejä asennetaan kaikkiaan 14 kpl eli seitsemän suuntaansa pääsääntöisesti heti liittymien jälkeen.

Muuttuvan varoitusmerkin rakentamiskustannukset ovat noin 0,6 Mmk, josta liikennemerkkien osuus on noin 0,5 Mmk. Järjestelmän hyödyt ovat vain arvatavissa, koska vastaavasta ei ole kokemuksia. Ne ovat kuitenkin varsin pieniä eikä tämän perusteella voi suositella järjestelmän rakentamista.

### **9.2.9 Hitaat ajoneuvot**

Tutkittava valtatieosuus on sekaliikennetie, jossa hidas liikenne on sallittu. Hidasta liikennettä ovat maataloustraktorit ja muut työkoneet kuten kunnosapidon koneet, joita liikkuu kuitenkin melko vähän tai kausiluontoisesti

## Vaarasta varoittaminen

Hitaista ajoneuvoista on mahdollista varoittaa muuttuvilla yksittäisellä 'muu vaara' -merkillä ja tiedotustaululla. Varoitusmerkkejä voidaan asentaa joko ohituskaistojen alkuun tai koko tieosuudelle. Kun järjestelmä on havainnut induktiosilmukan avulla hitaan ajoneuvon, aktivoituu varoitusmerkki ja tauluun syttyy teksti "HIDAS AJONEUVO EDESSÄ". Merkki näkyy niin kauan kuin ajoneuvon nopeuden perusteella arvioidaan sen sivuuttavan seuraavan merkin tai poistuvan tieosalta. Induktiosilmukalla mitataan ajoneuvon tyyppi ja nopeus. Laitteisto toimii paikallisesti ja tiedonsiirto tapahtuu langattomasti. Merkkejä asennetaan koko välille neljä suuntaansa .

Järjestelmän rakentaminen maksaa noin 600 000 mk, josta puolet on merkien osuutta. Hitaiden ajoneuvojen määrät ovat arvion mukaan pieniä ja siten myös laitteiston vaikutukset ovat pieniä. Liikenteen nopeustaso laskee hieman. Näin ollen hyötykustannustarkastelussa H/K-suhde on negatiivinen eikä tarkastelun pohjalta voida suositella järjestelmän käyttöönottoa.

### 9.2.10 Nopeuden nousu

Autojen nopeudet ovat tunnetusti suurempia ohituskaistalla kuin yksikaistaisella osuudelle. Nopeuden nousun hillitsemiseksi esitetään nopeusnäyttöä ja ylinopeudesta tiedottamista. Nopeusnäyttötauluja asennetaan kaksi rinnakkain molempien kaistojen yläpuolelle. Nopeus mitataan silmukailmaisimella. Investoinnin kustannus on noin 200 000 mk.

Nopeusnäyttötaulut vaikuttavat ajonopeuksiin vain mittauspisteen kohdilla, jolloin nopeuden alenema suhteellisen pieni. Nopeusnäyttö saattaa aiheuttaa jonoutuneen liikenteen häiriintymistä. Investoinnin hyötykustannus on pieni, eikä sitä tämän tarkastelun perusteella suositeta.

### 9.2.11 Kapasiteetin ylittyminen

Ohituskaistatien kapasiteetti on noin 1500 – 1800 ajon./h suuntaansa. Kapasiteetin ylittymisen aiheuttamaan ongelmatilanteeseen tutkitaan seuraavat telematiikan keinot:

- muuttuvat nopeusrajoitukset
- ohituskaistan käyttökielto
- tiedottaminen tienvarressa
- yleinen liikennetilannetiedottaminen
- tiedottaminen ajoneuvoon
- raskaan liikenteen rajoitukset

Kohdassa 9.2.1, jossa on tarkasteltu tietyyppin muutoskohtia on tutkittu esitetyistä keinoista muuttuvat nopeusrajoitukset, ohituskaistan käyttökielto ja tiedottaminen tienvarressa sekä tiedottaminen ajoneuvoon.

**Muuttuvista nopeusrajoituksista** on todettu, että rakentaminen tulee kannattavaksi tilanteessa, jossa tien liikennemäärä on tien kapasiteetin ääriarajoilla. Nopeuden harmonisointi lisää liikenteen sujuvuutta ja nopeustason "romahtaminen" voidaan välttää muuttuvien nopeusrajoitusten avulla.

**Muuttuvasta kaistaohjauksesta** eli ohituskaistan käytön kieltämisestä todettiin, että järjestelmä on varauksin käyttökelpoinen tilanteissa, jossa vaihtoehtona on tien kapasiteetin romahdusmainen putoaminen. Järjestelmä on kuitenkin kallis toteuttaa. Liikenteessä ohitukset jäävät kokonaan pois ja samoin niihin liittyvät riskit. Liikennevirran nopeus ei nouse ohituskaistan kohdalla kuten normaalisti. Vaikutuksista suurin on liikennevirran harmonisoituminen.

**Tiedottamisesta tienvarressa** todettiin, että järjestelmä on varauksin käyttökelpoinen tien kapasiteetin äärirajoilla olevassa useasti toistuvassa liikennetilanteessa. Järjestelmä on kuitenkin kallis toteuttaa. Muuttuvien infotaulujen vaikutuksia on vaikea arvioida. Tilanteita joissa taulujen avulla informoidaan tienkäyttäjiä on kuitenkin harvoin, joten hyödyt jäävät pieniksi, mutta ovat pääosin positiivisia. Vaikutuksista suurin on liikennevirran harmonisoituminen. Riskiohitusten määrä kaistan loppuosalla pienenee ja liikennevirran nopeus ei nouse ohituskaistan kohdalla niin kuin normaalisti.

**Tiedottamisesta ajoneuvoon** todettiin, että ohituskaistojen ruuhkautumisen seurannasta saadut tiedot välitetään pääsääntöisesti liikennekeskuksiin, joka tiedottaa ruuhkasta eri tapoja käyttäen. Tiedotus voidaan hoitaa suoraan ajoneuvoon RDS-TMC -palvelun avulla tulevaisuudessa. Ratkaisun vaikutuksia ei ole tarkemmin arvioitu. Liikenteen varoittaminen yksittäisen lyhyen tieosan vaarallisuudesta tulisi pääsääntöisesti tehdä tienvarrella. Autoilijoiden ennakkoinnin ja reitinvalinnan kannalta tiedottaminen voi olla yleisempääkin. Tällöin sen tulisi tapahtua automaattisesti suoraan mittauspisteiltä.

### **Raskaan liikenteen rajoitukset**

Raskaan liikenteen rajoituksena tulee kysymykseen lähinnä ohituskielto liikennemäärän noustessa lähelle kapasiteettirajaa. Muuttuva ohituskielto asetetaan ohituskaistan kohdalle (liikennemerkki kaistan alussa ja kaistan puolivälissä). Liikennemerkkinä on ohituskieltomerkki, jonka alapuolella on infotaulu. Liikennettä seurataan silmukkaita maisimen avulla. Tiedonsiirto tapahtuu langattomasti. Merkit ohjautuvat automaattisesti tai niitä ohjataan liikennekeskuksesta.

Merkit ovat "päällä" liikenteen ruuhkaisimpina aikoina. Nykytilanteessa ei järjestelmän vaatimia ruuhkatilanteita kuitenkaan esiinny. Järjestelmän rakentaminen maksaa noin 0,4 Mmk, jossa muuttuvien merkkien osuus on 0,28 Mmk.

Järjestelmän vaikutuksesta raskaan liikenteen ohitukset jäävät pois ja ohituskaista on kevyen, nopeamman liikenteen käytössä. Pieni säästö saadaan onnettomuuskustannuksista ja ajokustannuksista. Kokonaisuudessaan muuttuvien ohituskieltomerkkien vaikutukset jäävät vähäisiksi. Raskaan liikenteen muuttuvaa ohituskieltoa voisi käyttää ensimmäisenä toimenpiteenä ennen koko kaistan käyttökieltoa.

### **9.2.12 Tien varteen yksikaistalla osuudelle pysähtynyt ajoneuvo**

Keskikaiteellisella ohituskaistatiellä on tien yksiajokaistaisella osuudella yhtenäinen päällystetty leveys 5,75 metriä. Osuudelle pysähtynyt ajoneuvo haittaa liikennettä tai voi sulkea kaistan kokonaan.

Pysähtyneen auton aiheuttamaan ongelmatilanteeseen tutkitaan seuraavia telematiikan keinoja:

- vaarasta varoittaminen
- yleinen liikennetilannetiedottaminen
- tiedottaminen ajoneuvoon

### **Vaarasta varoittaminen**

Yksikaistaisella osuudella olevasta esteestä voidaan varoittaa muuttuvalla varoitusmerkillä, joka laitetaan päälle liikennekeskuksesta. Tien liikennettä seurataan jatkuvaa kuvaa tuottavilla liikennekameroilla (kaksi kameraa ohituskaistaa kohden) ja mikäli ongelmia esiintyy, kaistalle tulevaa liikennettä varoitetaan muuttuvilla varoitusmerkeillä. Merkkejä asennetaan molemmilla kaistoille kaksi noin 500 m välein.

Järjestelmän rakentamiskustannukset ovat noin 0,4 Mmk, josta kamerat on 0,12 Mmk ja merkit 0,28 Mmk. Järjestelmän ylläpitokustannukset ovat noin 12 %. Lisäksi tulevat vielä liikennekeskuksen kustannukset. Järjestelmän hyödyt ovat vain arvattavissa, koska vastaavasta ei ole kokemuksia. Ne ovat kuitenkin varsin pieniä, mutta onnettomuuskustannussäästöistä riippuen voi järjestelmän hyöty-kustannussuhde olla positiivinen.

### **Yleinen liikennetilannetiedottaminen ja tiedottaminen suoraan ajoneuvoon**

Ohituskaistojen liikennettä seurataan liikennekameroin kuten edellä on kuvattu. Liikennekeskukset seuraavat tilannetta ja tilanteen niin vaatiessa informoivat siitä muita tiellä liikkujiä erityisesti radion, tv:n ja internetin välityksellä. Paras keino tiedonjakeluun olisi TMC -kanava, mikäli laitteistot olisivat riittävän laajasti käytössä.

Järjestelmän rakentaminen maksaa noin 120 000 mk. Vuosittaiset ylläpitokustannukset ovat noin 15 000 mk johtuen lähinnä liikennekeskuksen kustannuksista.

### **9.2.13 Onnettomuustilanteet**

Seuraavassa tutkitaan tapausta, jossa yksiajokaistainen osuus on tukossa esim. onnettomuuden vuoksi. Kaistalle muodostuu helposti jonoa ja pienekin ajoneuvon kääntäminen 6 metriä leveässä tilassa on vaikeaa. Pahimmassa tapauksessa jonoa ehtii muodostua useita kilometrejä ja jonon purkaminen on vaikeaa.

Kaiteellisen tieosuuden pituus on noin 5,3 km. Tieosalla on olemassa kiertotieyhteys. Mikäli onnettomuus tms. tukkii yksikaistaisen osuuden, tulee saapuva liikennevirta pysäyttää ennen ohituskaistaosuutta tien kaksikaistaiselle osuudelle ja ohjata tämän jälkeen kiertotietä pitkin ongelmakohdan ohi.

Tielle asennetaan silmukkailmaisimet yksikaistaisen osuuden molempiin päihin. Tulosuunnassa mitataan lisäksi ajoneuvon nopeus. Järjestelmä laskee ajoneuvolle arvioidun saapumisajan ja seuraa, että ajoneuvoliikenne toimii. Mikäli tie on tukkiintunut ja liikennettä ei tule pois yksikaistaiselta osuudelta, pysäyttää järjestelmän muuttuvat liikennemerkki liikennevirran. Muuttuvien nopeusrajoitusmerkkien avulla pudotetaan liikenteen nopeutta,

jonka jälkeen on ensin ennakkovaroitusmerkki ”VALMISTAUDU PYSÄHTYMÄÄN” ja sitten pysäytysmerkinä kielletyn ajosuunnan merkki ja tiedotus ”TIE POIKKI PYSÄHDY”. Järjestelmää täydennetään jatkuvaa kuvaa tuottavilla liikennekameroilla.

Järjestelmän rakentamiskustannukset ovat noin 0,75 Mmk, jakautuen

- liikennekamerat 0,24 Mmk
- varoitusmerkit 0,24 Mmk
- muuttuvat nopeusrajoitukset 0,07 Mmk
- silmukkailmaisimet 0,12 Mmk

Järjestelmän ylläpitokustannukset ovat noin 7 %. Lisäksi tulevat vielä liikennekeskuksen kustannukset. Järjestelmän hyötynä on mahdollisimman nopea reagoiminen liikenteen häiriötilanteisiin. Hyötykustannussuhteen arvioiminen on mahdotonta, koska sekä tietyyppi että järjestelmä ovat uusia, eikä vaikutuksista ole tietoa. Sanomattakin on selvää, että mikäli edellä kuvattuja ongelmatilanteita on usein, järjestelmän rakentaminen on perusteltua.

## 10 LEVEÄKAISTAINEN TIE - VT 6 UTTI - KAITJÄRVI

### 10.1 Yleistä

Leveäkaistatien ongelmakohtia selvitetään osin valmistuneen valtatie 6 liikenteen hallinnan toimenpideselvityksen /1/ avulla. Toimenpideselvitys on laadittu tieosalle Utti - Kaitjärvi, joka on myös osa yleiseurooppalaista TERN-verkkoa ja Eurooppatietä E63. Tieosuus on 10,6 km pitkä. Tie parannettiin leveäkaistaiseksi sekaliikennetieksi vuonna 1999. Osuudella on sekä yleisten teiden että yksityisten teiden tasoliittymiä. Tiellä ei ole rajoitettu vasempaan kääntymisiä. Yleisten teiden liittymät ovat kanavoituja. Tien liikennemäärä on nykyisin 5500 – 6600 ajon./vrk ja sen ennustetaan olevan vuonna 2030 noin 9000 ajon./vrk. Raskasta liikennettä on noin 16 %. Liittyvien teiden suurimmat liikennemäärät ovat 170 – 250 ajon./vrk.

### 10.2 Tietyypin ongelmatilanteet

Toimenpideselvityksessä tien ongelmiksi todettiin ajoneuvon sijaintiin ja ohitustapaan liittyvät riskit, tien talvikunnossapidon viipyminen ja liittyisiin liittyvät ongelmat.

Luvussa 6 on esitelty tarkasteltavat ongelmatilanteet, joista tässä case -kohdassa käsitellään

- tietyypin muutoskohdat
- liittymissä liittyminen päävirtaan
- liittymissä kääntyvän liikenteen aiheuttamat ongelmat
- kelin aiheuttamat ongelmat yksittäisessä tien kohdassa
- kelin aiheuttamat ongelmat tieosalla
- talvikunnossapidon puute tai viivästyminen
- hirvieläinten tien ylityspaikat
- ajoneuvojen etäisyydet eli ajokäyttäytyminen
- kevyt liikenne
- hitaat ajoneuvot
- nopeuden nousu
- ajoneuvon sijaintiin ja ohitustapaan liittyvät riskit

#### 10.2.1 Tietyypin muutoskohdat

Tien kokonaisleveys ei muutu siirryttäessä leveäkaistaiselta osuudelta leveäpientareiselle osuudelle. Vain ajoratamaalaukset muuttuvat. Ajorata kapenee ja piennar levenee. Tietyypin muutos ei aiheuta ongelmia.

Kohdassa 6.2 esitetään ongelmatilanteessa tutkittavaksi seuraavat telematiikan keinot:

- muuttuvat nopeusrajoitukset
- muuttuva kaistaohjaus
- vaarasta tai jonoutumisesta varoittaminen
- tiedottaminen tienvarressa
- liikennetiedottaminen
- tiedottaminen ajoneuvoon

Yleisesti ottaen voidaan leveäkaistaisen tien muutoskohtaa verrata kaksikaistaisen tien vastaavaan muutoskohtaan, jolloin em. keinot voivat tulla kysymykseen. Kuitenkin muutoskohdan ongelmaan riittää ratkaisuksi kaksikaistaisella tiellä kiinteät varoitusmerkit tai nopeusrajoitusmerkit.

Tarkasteltavista keinoista ei ole mielekästä käyttää mitään esitetyn ongelman ratkaisemiseksi tässä case -kohteessa.

### 10.2.2 Liittymien ongelmatilanteet

Liittymien ongelmatilanteita on tietyyville arvioitu olevan liittyminen päävirtaan ja kääntyvän liikenteen aiheuttamat ongelmat. Tieosuudella liittyvien yleisten teiden liikennemäärät vaihtelevat välillä 160 - 250 ajon./vrk. Vähäisen liikennemäärän vuoksi liittymissä ei ole ongelmia.

Kohdassa 6.2 esitetään ongelmatilanteissa tutkittavaksi seuraavat telematiikan keinot :

- muuttuvat nopeusrajoitukset
- ramppiohjaus
- vaarasta varoittaminen
- reitinopastus
- tiedottaminen tienvarressa
- tiesää- keli ja liikennetiedottaminen
- tiedottaminen ajoneuvoon

Tutkittavaksi esitetyistä keinoista ramppiohjaus ei sovellu käytettäväksi tasoliittymissä. Tässä selvityksessä on aikaisemmin kohdassa 7.2.4 selvitetty ongelmatilanteita Muukon tasoliittymässä sekä kohdassa 8.2.2 selvitetty ongelmia tieosalla Haurukylä - Haarasilta. Tarkastelluista telematiikan keinoista ei havaittu käyttökelpoiseksi ratkaisuksi ainuttakaan.

Koska tässä kohteessa on selvästi pienemmät liikennemäärät, voidaan todeta että esitetyjä telematiikan ratkaisukeinoja ei kannattavaa toteuttaa tämänkään casen liikennetilanteessa.

### 10.2.3 Kelin aiheuttamat ongelmat yksittäisessä tien kohdassa

Yksittäisessä kohdassa oleva kelin tai sään aiheuttama ongelmatilanne ei poikkea kaksikaistaisen tien vastaavasta. Kaksikaistaisen tien ongelmatilanteina on tarkasteltu kohdassa 8.2.3 muuttuvat nopeusrajoitukset, kelistä varoittaminen, tiesää ja kelitiedottaminen, tiedottaminen ajoneuvoon ja raskaan liikenteen rajoitukset.

### 10.2.4 Kelin aiheuttamat ongelmat tieosalla

Keli voi muuttua nopeasti etenkin talviaikaan, mutta myös kesän rankkasateet voivat olla äkillisiä. Keliongelmiin käytettävät keinot ja niiden vaikutukset ovat samat verrattuna normaaliin kaksikaistaiseen tiehen kelistä varoittamisen, raskaan liikenteen rajoitusten ja tiesää ja kelitiedottamisen osalta. Seuraavassa tarkastellaan tarkemmin muuttuvien nopeusrajoitusten käyttöä tieosalla.



### Muuttuvat nopeusrajoitukset

Tien nopeusrajoitus on normaalisti sekä kesällä että talvella 100 km/h. Nykytilanteessa kaksiajokaistainen sekaliikennetie, jossa nopeusrajoitus on normaalisti 100 km/h. Tarkastelu tehdään nykyhetken liikennemäärillä eli 6000 ajon./vrk. Sääohjattu nopeusrajoitusjärjestelmä koostuu 4 kuituoptysesta nopeusrajoitusmerkkiparista (8 merkkiä) ja yhdestä tiesääasemasta. Sääaseman tieto siirretään maakaapelilla liikennekeskukseen ja nopeusrajoitusmerkeille. Merkkejä ohjataan liikennekeskuksesta tai ne ohjautuvat automaattisesti.

Muuttuvan nopeusrajoitusjärjestelmän rakentaminen maksaa n. 0,85 Mmk. Lisänä tulevat vuosittaiset ylläpitokustannukset, jotka ovat noin 4 % rakennuskustannuksista. Hyöty-kustannussuhteen laskennassa on määritelty kustannussäästöt käyttäen oletuksena, että alennettuja nopeuksia käytetään keskimäärin 20 % ajasta, jolloin koko vuoden keskinopeus laskee n. 1 km/h /30/. Henkilövahinko-onnettomuuksien arvioidaan vähenevät vuodessa noin 10 % /30/ eli 0,2 henkilövahinko-onnettomuutta.

Taulukko 22. Muuttuvat nopeusrajoitukset tieosalla, rakentamiskustannukset ja kannattavuuslaskelma.

KUSTANNUKSET	Mmk	SÄÄSTÖT	Mk
Rajoitusmerkit	0,25	Aika- ja ajoneuvokustannussäästö	-1 000 000
Tiedonsiirto	0,50	Onnettomuuskustannussäästö/ 10v.	1 100 000
Sääasemat	0,1	Ylläpitokustannukset / 10 v	262 000
		Jäännösarvo	42 000
<b>YHTEENSÄ</b>	0,85	H / K	0,2

Muuttuvien nopeusrajoitusten rakentaminen ei ole kannattava investointi. Järjestelmällä saadaan aikaa säästöjä pienentyneiden onnettomuuskustannusten osalta, mutta ajoneuvo ja aikakustannukset kasvavat. Nopeuden alentaminen tasoittaa liikennevirtaa huonon kelin aikana samalla kun riskiohitusten määrä pienenee.

### 10.2.5 Talvikunnossapito

Talvikunnossapidon viipyminen aiheuttaa leveäkaistatielle samanlaisia ongelmia kuin ohituskaistatielle. Lumi kinostuu leveäksi paltteeksi ajokaistojen keskelle. Ohittamistilanteessa onnettomuusriski kasvaa. Talvikunnossapidon ongelmatilanteisiin esitettiin kohdassa 6.2 tutkittavaksi seuraavia telematiikan keinoja:

- muuttuvat nopeusrajoitukset
- raskaan liikenteen rajoitukset
- kaistan käyttökielto / ohituskielto
- tiesää- ja kelitiedottaminen

Ohituskaistatien yhteydessä kohdassa 9.2.5 selvitettiin keinojen vaikutuksia valtatiellä 9 välillä Korpilahti - Muurame. Tien liikennemäärät ovat suuremmat kuin nyt tarkasteltavan tieosuuden. Kuitenkaan selvityksissä ei todettu minkään keinon vaikutuksia niin positiivisiksi, että niitä olisi suositeltu parantamistoimenpiteiksi.

### 10.2.6 Hirvieläinten tien ylityspaikat

Tieosuudella on tapahtunut keskimäärin kaksi hirvionnettomuutta vuodessa. Henkilövahinkoon johtaneita eläinonnettomuuksia on tapahtunut n. 0,1 kpl/v. Tielle ei suunnitteilla riista-aitojen rakentamista. Hirvieläimistä varoittavaa ilmaisinjärjestelmää tulee aina rakentaa riista-aidan tueksi. Järjestelmä yksistään ei ole toimiva.

Hirvieläinten aiheuttamaan ongelmaan on kohdassa 9.2.6 selvitetty parantamiskeinona vaarasta varoittamista ja tiedottamista. Näistä kumpaakaan ei todettu kannattavaksi rakentaa valtatielle 9, jossa on suuremmat liikennemäärät.

### 10.2.7 Ajoneuvojen etäisyydet

Kun tarkastellaan keinoja ajoneuvojen liian pienten etäisyyksien aiheuttamien riskien poistamiseksi, ovat keinot ja niiden vaikutukset samanlaiset kuin esimerkiksi ohituskaistatiellä kohdassa 9.2.7, jossa tarkasteltavat keinot olivat vaarasta varoittaminen ja turvavälitiedotus.

Turvavälinäytön vaikutukset ovat pieniä. Näytöllä saadaan pistemäinen ajonopeuden lasku. Lisäksi ajoneuvojen välit hieman kasvavat. Liikennetaloudellisessa tarkastelussa H/K-suhde on negatiivinen. Suositeltavaa on käyttää kelin ja ajoneuvotyypin mukaan määräytyvää liian pienestä turvavälistä varoittamista.

### 10.2.8 Kevyt liikenne ja hitaat ajoneuvot

Tutkittava tieosuus on sekaliikennetie, jolla sekä kevyen liikenteen että hitaiden ajoneuvojen sallitaan liikkuvan. Sekä raskaan että kevyen liikenteen määrät ovat pieniä. Molempien ongelman aiheuttaneiden osalta parantamiskeinona on muun liikenteen varoittaminen.

Kevyestä liikenteestä voidaan varoittaa muuttuvalla varoitusmerkillä, joka aktivoituu, kun pyöräilijä tai jalankulkija ohittaa merkin. Jalankulkija voi myös itse laittaa liikennemerkkiä päälle. Muuttuva merkki sammuu järjestelmään määritellyn ajan jälkeen. Merkkejä asennetaan kaikkiaan 12 kpl eli kuusi suuntaansa pääsääntöisesti heti liittymien jälkeen. Muuttuvan varoitusmerkin rakentamiskustannukset ovat noin 0,5 Mmk, josta liikennemerkkien osuus on noin 0,4 Mmk. Järjestelmän hyödyt ovat varsin pieniä eikä tämän perusteella voi suositella järjestelmän rakentamista.

Hitaista ajoneuvoista on mahdollista varoittaa muuttuvilla yksittäisellä 'muu vaara' -merkillä ja tiedotustaululla. Merkkejä asennetaan kaikkiaan 8 kpl eli neljä suuntaansa heti liittymien jälkeen. Kun järjestelmä on havainnut induktiosilmukan avulla hitaan ajoneuvon, aktivoituu varoitusmerkki ja tauluun syttyy teksti "HIDAS AJONEUVO EDESSÄ". Laitteisto toimii paikallisesti ja tiedonsiirto tapahtuu langattomasti. Järjestelmän rakentaminen maksaa noin 600 000 mk, josta puolet on merkkien osuutta. Hitaiden ajoneuvojen määrät ovat arvion mukaan pieniä ja siten myös laitteiston vaikutukset ovat pieniä eikä tarkastelun pohjalta voida suositella järjestelmän käyttöönottoa.

### 10.2.9 Nopeuden nousu

Autojen nopeustaso kohoaa hieman leveäkaistaisella tiellä verrattuna tavalliseen kaksikaistaiseen tiehen. Nopeuden nousun hillitsemiseksi esitetään nopeusnäyttöä ja ylinopeudesta tiedottamista. Nopeusnäyttötauluja asennetaan kaksi, yksi kumpaakin ajosuuntaan. Nopeus mitataan silmukkalmaisimella. Investoinnin kustannus on noin 200 000 mk.

Nopeusnäyttötaulut vaikuttavat ajonopeuksiin vain mittauspisteen kohdilla, jolloin nopeuden alenema on suhteellisen pieni. Investoinnin hyötykustannus on pieni, eikä sitä tämän tarkastelun perusteella suositeta.

### 10.2.10 Ajoneuvon sijainti ja ohitustapaan liittyvät riskit

Valtatien 6 toimenpideselvityksessä välillä Utti - Kaipainen /1/ todettiin, että tieosuuden suurimpana ongelmana on ajokäyttäytyminen. Tämän todettiin johtuvan ainakin osittain informaation puutteesta. Parantamistoimenpiteeksi ehdotettiin kiinteän tienvarsiopastuksen lisäämistä ja muuttuvilla tiedotustauluilla tapahtuvaa "AJA OIKEALLA" tiedottamista.

Ajokäyttäytymisestä voidaan tiedottaa muuttuvalla tiedotustaululla, jossa autoilijalle näytetään tarvittaessa tekstiä "AJA OIKEALLA". Tauluja on tieosuudella yksi suuntaansa osuuden puolivälissä. Ajokaistan vasemmassa reunassa ajavien havainnoimiseksi asennetaan kaksi perättäistä silmukkalmaisinta. Muuttuvat taulut toimivat automaattisesti ja paikallisesti.

Järjestelmän rakentaminen maksaa noin 0,2 Mmk. Vuosittaiset ylläpitokustannukset ovat noin 7 %. Tiedotustaulujen vaikutuksia on vaikea arvioida. Odotettavaa on, että ne ohjaavat autoilijoita ajamaan oikeaoppisesti oikealla. Hankkeen hyötykustannusta ei ole myöskään lähdetty arvioimaan.

## 11 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

### 11.1 Telematiikan sovellukset kaksikaistaisella tiellä

Valtaosa Suomen pääteistä on kaksikaistaisia sekaliikenneteitä. Pääteillä on arvioitu olevan noin 1200 km ongelmallisia tiejaksoja. Näillä tien kapeudesta, mäkisyydestä ja mutkaisuudesta johtuen liikenne jonoutuu. Tietyypille tutkittiin kohdassa 6.2 esitetyn mukaisesti useita mahdollisia telematiikan keinoja. Taulukossa 23 esitetään tämän selvitystyön perusteella ongelmakohtiin ta-pauskohtaisesti tutkittavaksi suositeltavat telematiikan keinot.

Taulukko 23. Suositus tutkittavista telematiikan ratkaisukeinoista kaksikaistaisella tiellä.

ONGELMATILANTEET	OLOSUHTEET					TELEMATIIKAN KEINOT													
	Kaikki tilanteet	Runsaasti raskasta liikennettä KVL <6000	6000<KVL<10000	KVL >10000	Liittyvän tien liikenne kvl> 3000	LIIKENTEEN OHJAUS	Muuttuvat nopeusrajoitukset	Muuttuva kaistaohjaus	Ramppiohjaus	Vaarasta varoitaminen	Reittiopastus	Raskaan liikenteen rajoitukset	Kaistan käyttökielto / ohituskielto	LIIKENTEEN TIEDOTUS	Tiesää- ja kelitiedottaminen	Liikenneilannetiedottaminen	Turvavälitiedotus	Nopeusnäyröt	Tiedottaminen ajoneuvoon
Tietyypin muutokset	O						X	X	X										X
Liittymissä liittyminen päävirtaan		O		O	O				X										X
Liittymissä käänt. liik. aih. ongelmat		O		O			X			X	X								X
Kelin aiheuttamat ongelmat yksittäisessä tien kohdassa	O											X			X				X
Kelin aiheuttamat ongelmat tieosalla			O	O								X			X				X
Talvi kunnossapidon vipyminen	O						X					X	X		X				X
Hirvieläinten risteämiset	O																		X
Ajoneuvojen etäisyydet	O									X							X		
Kevyt liikenne	O																		
Hitaat ajoneuvot				O	O					X						X			X
Kapasiteetin ylittyminen / ohitusmahdollisuuksien puute				O	O											X			X
Raskaan liikenteen määrä / ohitusmahdollisuuksien puute		O		O												X	X		X

X = Tutkittu keino        = Ensisijaisesti selvittävä keino  
O = Olosuhdetekijä        = Toissijaisesti selvittävä keino

**Tietyypin muutokset** ovat kaksikaistaisella tiellä normaalisti lähes ongelmattomia tai ainakin ongelmatilanteet ovat vähäisiä. Normaalisti vain pientareen leveys muuttuu. Liikenteellä on ongelmatilanteisiin niin vähän vaikutusta, että ongelmaa ei voida pitää muuttuvana. Tästä johtuen ongelman ratkaisemiseksi tulee aina harkita kiinteää liikenteenohjausta tai nopeuden rajoittamista.

**Liittymissä liittyminen päävirtaan** tulee ongelmaksi, kun päätien liikenne on riittävän suuri (arvio KVL >10000) tai kun liittyvän tien liikennemäärä on yhdessä päätien liikennemäärän kanssa suuri (arvio sivutien KVL >3000). Telematiikan keinoja tulee tarkastella myös silloin, kun liittymässä on ongelmia aiheuttavaa raskasta liikennettä paljon. Telematiikan keinoista nousivat esille päätien liikenteen muuttuvat nopeusrajoitukset ja reitinopastus, mikäli riittävän korkeatasoisia vaihtoehtoisia reittejä on olemassa. Erityisesti reitinopastuksen vaikutuksia voidaan lisätä kattavalla tiedottamisella yleisten tiedotusvälineiden ja tienvarsitiedottamisen kautta. Kolmantena tosin todetuilta vaikutuksiltaan vähäisenä keinona voidaan em. ongelmatilanteessa tarkastella sekä liittyvän että päätien liikennevirtojen varoittamista muuttuvien varoitusmerkein sivutieltä tulevasta liikenteestä.

**Liittymissä kääntyvän liikenteen aiheuttamat ongelmat** ovat lähinnä sujuvuusongelmia. Kääntyvä ajoneuvo voi lisäksi aiheuttaa peräänajovaaran. Selvityksen perusteella ei voida suosittaa mitään esitetyistä keinoista tarkasteltavaksi ongelmatilanteen ratkaisemiseksi lukuun ottamatta vaarasta eli kääntyvästä liikenteestä varoittamista. Muistettava on lisäksi, että pelkän väistötilan rakentaminen ongelmaliittymään maksaa noin 200 000 – 500 000 markkaa.

**Niin kelin aiheuttamat paikalliset ongelmatilanteet kuin pidemmän tieosuuden ongelmatkin** tulevat autoilijalle yleensä yllättäen. Jotta niihin pystytään reagoimaan mahdollisimman hyvin, tulee kelinseurannan ja tiedottamisen olla reaaliaikaista. Monissa case tarkasteluissa keinojen vaikutukset olivat pieniä ja ne olivat liikennetaloudellisesti kannattamattomia. Selvityksen perusteella voidaan kuitenkin sanoa, että kelin aiheuttamiin ongelmiin kannattaa aina selvittää parantamisratkaisuna muuttuvaa nopeusrajoitusta ja muuttuvia kelivaroitusmerkkiä. Tarkastelut tulisi tehdä laajoina, siten että niissä huomioitaisiin mm. tien kapasiteetin puutteet ja talvikunnossapidon viivästyminen. Liikennetaloudellisissa tarkasteluissa on erittäin merkittävää, millaiseen perustilanteeseen parantamistoimenpiteitä verrataan. Erityisen merkittävää on perustilanteessa käytössä oleva nopeusrajoitus.

**Tien talvikunnossapidon** viipyminen lisää tiellä liikkujan onnettomuusriskiä. Selvityksen perusteella voidaan sanoa, että kunnossapidon ongelmatilanteista tiedottaminen on joissakin tilanteissa kannattavaa ja se tulisi huomioida hanketarkasteluissa.

**Hirvieläinten risteämiskohtien** onnettomuusriskiä voidaan pienentää rakentamalla nk. älykäs riistatie. Eläinonnettomuudet ovat useasti paikallisia. Erityisesti hirvieläimet liikkuvat maastossa tiettyjä reittejä pitkin jolloin myös teiden ylitykset tapahtuvat usein tietyillä samoilla paikoilla. Järjestelmä varoittaa tiellä liikkujia havaittuaan tien läheisyydessä hirven. Selvityksen perusteella keinojen vaikutuksia ja käyttömahdollisuutta tulee selvittää kaikissa tilanteissa ja kaikilla liikennemäärillä, mikäli tiellä on tai sille rakennetaan riista-aidat.

**Ajoneuvojen etäisyydet** ovat useasti liian pieniä. Etäisyyksiin voidaan vaikuttaa telematiikan keinoin vain vähän. Vaarasta varoittamisella tai turvavälitiedottamisella ei ole niin suuria vaikutuksia, että niitä kannattaisi selvittää keinoina ongelman ratkaisemiseksi. Mikäli järjestelmiä tutkitaan, suositeltavaa on käyttää kelin ja ajoneuvotyyppin mukaan määräytyvää liian pienestä turvavälistä varoittamista. Tulevaisuudessa uusi ajoneuvotekniikka voi tuoda osin ratkaisun ongelmaan kehitteillä olevan törmäysvaroitusjärjestelmän kautta.

**Kevyen liikenteen** ongelmat aiheutuvat joko tien suuntaisesta tai poikittaisesta kevyestä liikenteestä. Suositeltavaa on selvittää kohteessa muuttuvien nopeusrajoitusten tai kevyen liikenteen liikkumisesta varoittamisen vaikutukset.

**Hitaat ajoneuvot** etenkin traktorit saattavat aiheuttaa ongelmatilanteita erityisesti kapeilla kaksikaistaisilla teillä. Kuitenkaan ongelma ei selvitysten mukaan ole kannattavaa ratkaista telematiikan keinoilla. Tiedotuksen lisääminen ongelmatilanteiden aikana sekä tienvarressa että ajoneuvoon on selvityksen perusteella ainoa keino, jota voidaan suosittaa ongelmatilanteen ratkaisemiseksi.

**Ohitusmahdollisuuksien puuttuminen** on melko yleinen ongelma vilkkailla kaksikaistaisilla teillä, kun päätien liikenne on suuri (arvio KVL >6000). Usein se johtuu tien korkeasta käyttöasteesta. Telematiikan keinoista nousivat esille muuttuvat nopeusrajoitukset, jonoutumisesta varoittaminen ja reitinopastus, mikäli riittävän korkeatasoisia vaihtoehtoisia reittejä on olemassa. Erityisesti reitinopastuksen vaikutuksia voidaan lisätä kattavalla tiedottamisella yleisten tiedotusvälineiden kautta. Jonoutumisesta varoittamista ja muuttuvia nopeusrajoituksia tulee myös tarkastella samanaikaisesti yhdessä järjestelmässä toteutettavana keinona.

**Raskaan liikenteen suuri määrä** voi myös vaikeuttaa merkittävästi ohittamista. Ongelmaa voidaan pyrkiä lieventämään muuttuvilla nopeusrajoituksilla.

## 11.2 Telematiikan sovellukset ohituskaistatiellä

Jatkuvaa ohituskaistoilla varustettua tietä ei varsinaisesti tutkittu vaan seuraavassa tehty yhteenveto on osin kaksikaistaisen tien ja osin keskikaiteella varustetun ohituskaistatien case -kohteiden perusteella tehty. Tietyypeille tutkittiin kohdassa 6.2 esitetyn mukaisesti useita mahdollisia telematiikan keinoja. Taulukossa 24 esitetään selvitystyön perusteella ongelmakohtiin mahdollisina ratkaisuinä tutkittavat telematiikan keinot.

**Tietyyppin muutoskohta**, jossa kaksikaistainen osuus loppuu, on ohituskaistatiellä ehkä tien ongelmallisin kohta. Liikennemäärän kasvaessa yksikaistaiselta osuudelta purkautuessaan liikennevirran nopeus kasvaa kunnes ohituskaistan lopulla liikenteen täytyy taas sulautua yhdeksi letkaksi. Liikenteeseen syntyy ”haitariliike”, joka johtaa liikenteen sujuvuuden nopeaan heikkenemiseen. Telematiikan keinoista nousivat esille muuttuvat nopeusrajoitukset, muuttuva kaistaohjaus ja tiedottaminen ajoneuvoon sekä jonoutumisesta varoittaminen. Keinot eivät ole kannattavia pienillä liikennemäärillä, mutta voivat tulla kannattavaksi tilanteessa, jossa tien liikennemäärä on tien kapasiteetin äärirajoilla, eli ohituskaistan kohdalla noin 1500 ajon./h/suunta. Nopeuden harmonisointi lisää liikenteen sujuvuutta ja nopeustason ”romahtaminen” voidaan välttää telematiikan ratkaisujen avulla.

Ohituskaistatiellä ei välttämättä ole **liittymissä ongelmia päävirtaan liittymisessä**. Ohituskaistatien liittymät sijaitsevat hiljaisia maatalous- ja yksityistielälytyimiä lukuun ottamatta siten, että vasempaan kääntyminen on kielletty. Ongelmia saattaa olla yksikaistaisella osuudella, jossa ongelmat ja tarkasteltavat keinot ovat samat kuin kohdassa 11.1 on selostettu.

**Liittymissä kääntyvän liikenteen aiheuttamat ongelmat** ovat lähinnä sujuvuusongelmia yksikaistaisella osuudella. Kääntyvä ajoneuvo voi lisäksi aiheuttaa peräänajovaaran. Selvityksen perusteella ei voida suosittaa mitään esitetyistä keinoista tarkasteltavaksi ongelmatilanteen ratkaisemiseksi.

Taulukko 24. Suositus tutkittavista telematiikan ratkaisukeinoista ohituskaistatiellä.

ONGELMATILANTEET	OLOSUHTEET					TELEMATIIKAN KEINOT															
	Kaikki tilanteet	Runsaasti raskasta liikennettä	KVL <6000	6000<KVL<10000	KVL >10000	Liittyvän tien liikenne kv/> 3000	LIIKENTEEN OHJAUS	Muuttuvat nopeusrajoitukset	Muuttuva kaistaohjaus	Ramppiohjaus	Vaarasta varoittaminen	Reittiohjaus	Raskaan liikenteen rajoitukset	Kaistan käyttökielto / ohituskielto	LIIKENTEEN TIEDOTUS	Tiesää- ja kelitiedottaminen	Liikennetilan tiedottaminen	Turvavälitiedotus	Nopeusnäytöt	Tiedottaminen ajoneuvoon	
Tietyypin muutokset					O									X			X				X
Liittymissä liittyminen päävirtaan		O		O	O	O			X								X				X
Liittymissä käänt. liik. aih. ongelmat		O		O			X				X	X					X				X
Kelin aiheuttamat ongelmat yksittäisessä tien kohdassa	O												X			X					X
Kelin aiheuttamat ongelmat tiesalla					O	O							X								X
Talvi kunnossapidon viipyminen	O						X						X	X		X					
Hirvieläinten risteämiset	O																				X
Ajoneuvojen etäisyydet	O										X								X		
Kevyt liikenne	O																				
Hitaat ajoneuvot				O	O						X						X				
Nopeuden nousu	O																		X		
Kapasiteetin ylittyminen					O							X	X	X			X		X	X	X

X = Tutkittu keino  
O = Olosuhdetekijä

■ = Ensijaisesti selvitettävä keino  
■ = Toissijaisesti selvitettävä keino

**Niin kelin aiheuttamat paikalliset ongelmatilanteet kuin pidemmän tieosuuden ongelmatkin** ovat riippumattomia poikkileikkaustyyppistä. Näin ollen ohituskaistatielle pätevät samat suositukset kuin kaksikaistaisellekin tielle (kohta 11.1) Selvityksen perusteella voidaan sanoa, että kelin aiheuttamiin ongelmiin kannattaa aina selvittää parantamisratkaisuna muuttuvaa nopeusrajoitusta ja muuttuvia kelivaroitusmerkkejä. Muuttuvien merkkien vaikutukset ovat vähäisiä, eikä niitä ole järkevää käyttää yksittäin. Harkittavaksi tulee muuttuvien varoitusmerkkien käyttö yhdessä muuttuvien nopeusrajoitusmerkkien kanssa. Muuttuvia merkkejä vaikutuksia lisäämään kannattaa tarkastella tiesäätiedottamista. Laajalle alueelle tapahtuva tiesäätiedottaminen on kannattavampaa hoitaa yleisten tiedotusjärjestelmien kautta niin, että tienkäyttäjät voivat saada tiedon vaikka ennen matkaa.

**Tien talvikunnossapidon** viipyminen aiheuttaa tiellä liikkujille onnettomuus-riskin. Ohituskaistojen kohdalla tiellä oleva keskipalke on leveämpi kuin kaksikaistaisella tiellä. Selvityksen perusteella voidaan sanoa, että kunnossapidon ongelmatilanteista tiedottaminen on joissakin tilanteissa kannattavaa ja se tulisi huomioida hanketarkasteluissa.

**Hirvieläinten risteämiskohtien** ongelmat ovat samat kuin kaksikaistaisella tiellä sillä erolla, että tien ollessa leveämpi viipyy hirvi ajallisesti kauemmin tiellä. Onnettomuusriskiä voidaan pienentää rakentamalla älykäs riistatie. Järjestelmä varoittaa tiellä liikkujia havaittuaan tien läheisyydessä hirven. Selvityksen perusteella keinon vaikutuksia ja käyttömahdollisuutta tulee selvittää kaikissa tilanteissa ja kaikilla liikennemäärillä, mikäli tiellä on tai sille rakennetaan riista-aidat ja hirvien ylityksiä tai onnettomuuksia on tapahtunut paljon.

**Ajoneuvojen etäisyyksiin** voidaan vaikuttaa telematiikan keinoin vain vähän. Vaarasta varoittamisella tai turvavälitiedottamisella ei ole niin suuria vaikutuksia, että niitä kannattaisi selvittää keinoina ongelman ratkaisemiseksi. Tulevaisuudessa uusi ajoneuvotekniikka ja törmäysvaroitussjärjestelmä voi ratkaista ongelman.

**Kevyen liikenteen** ongelmia on kahdenlaisia. Ne aiheutuvat joko tien suuntaisesta tai poikittaisesta kevyestä liikenteestä. Suositeltavaa on selvittää kohteessa muuttuvien nopeusrajoitusten tai kevyen liikenteen liikkumisesta varoittamisen vaikutukset, mikäli poikittaista kevyttä liikennettä on paljon.

**Hitaat ajoneuvot** etenkin traktorit saattavat aiheuttaa ongelmatilanteita erityisesti yksikaistaisella osuudella. Kuitenkaan ongelma ei selvitysten mukaan ole kannattavaa ratkaista telematiikan keinoilla muutoin kuin lisäämällä tiedotusta.

**Nopeuden nousu** ohituskaistalla aiheuttaa aikaisemmin tietyypin muutoskohtatarkastelussa kuvatun mukaisen tilanteen. Ongelman pienentämiseksi esitettiin molemmille kaistoille rakennettavaksi nopeusnäyttötaulua. Keinon vaikutukset ovat niin pienet, että selvityksen perusteella sitä ei voida suositella.

**Kapasiteetin ylittymisen** ongelmaan selvitettäviä keinoja ovat muuttuvat nopeusrajoitukset, muuttuva kaistaohjaus sekä jonoutumisesta varoittaminen. Keinot eivät ole kannattavia pienillä liikennemäärillä, mutta voivat tulla kannattavaksi tilanteessa, jossa tien liikennemäärä on tien kapasiteetin ääri-rajalla, eli ohituskaistan kohdalla noin 1500 ajon./h/suunta. Nopeuden harmonisointi lisää liikenteen sujuvuutta ja nopeustason ”romahtaminen” voidaan välttää muuttuvien nopeusrajoitusten avulla.



### 11.3 Telematiikan sovellukset keskikaiteellisella ohituskaistatiellä

Keskikaiteellinen ohituskaistatie ei poikkea edellä kuvatusta (kohta 11.2) ohituskaistatiestä tarkasteltavaksi esitettävien keinojen puolesta. Lisänä tulevat keskikaiteelliselle ohituskaistatielle tyypillisten ongelmien ratkaisemiseksi tarkasteltavat keinot. Näitä tyypillisiä ongelmatilanteita ovat yksikaistaisen osuuden tukkeutuminen osin osuudelle pysähtyneen ajoneuvon vuoksi tai kokonaan esim. onnettomuuden vuoksi. Taulukossa 25 esitetään tämän selvitystyön perusteella ongelma-kohtiin mahdollisina ratkaisueineinä tutkittavat telematiikan keinot.

Taulukko 25. Suositus tutkittavista telematiikan keinoista keskikaiteellisella ohituskaistatiellä.

ONGELMATILANTEET	OLOSUHTEET						TELEMATIIKAN KEINOT														
	Kaikki tilanteet	Runsaasti raskasta liikennettä	KVL <6000	6000<KVL<10000	KVL >10000	Liittyvän tien liikenne kv/> 3000	LIIKENTEEN OHJAUS	Muuttuvat nopeusrajoitukset	Muuttuva kaistaohjaus	Ramppiohjaus	Vaarasta varoittaminen	Reittiopastus	Raskaan liikenteen rajoitukset	Kaistan käyttökielto / ohituskielto	LIIKENTEEN TIEDOTUS	Tiesää- ja kelitiedottaminen	Liikenneilannetiedottaminen	Turvavälitiedotus	Nopeusnäytöt	Tiedottaminen ajoneuvoon	
Tietyypin muutoskohdat						O								X							X
Liittymissä liittyminen päävirtaan		O		O	O	O			X								X				X
Liittymissä käänt. liik. aih. ongelmat		O		O				X			X	X					X				X
Kelin aiheuttamat ongelmat yksittäisessä tien kohdassa	O												X			X					X
Kelin aiheuttamat ongelmat tiesalla					O	O						X				X					X
Talvi kunnossapidon viipyminen	O							X					X	X		X					
Hirvieläinten risteämiset	O																				X
Ajoneuvojen etäisyydet	O										X								X		
Kevyt liikenne	O																				
Hitaat ajoneuvot				O	O						X										
Nopeuden nousu	O																		X		
Kapasiteetin ylittyminen					O							X	X	X			X		X	X	X
Tien varteen yksikaistalla osuudelle pysähtynyt ajoneuvo	O																	X	X	X	X
Onnettomuustilanteet (kaiteeseen ajot)					O							X							X	X	X

X = Tutkittu keino  
O = Olosuhdetekijä

■ = Ensisijaisesti selvittävä keino  
■ = Toissijaisesti selvittävä keino

**Tien varteen yksikaistaiselle osuudelle pysähtynyt ajoneuvo** saattaa aiheuttaa ongelmatilanteen. Ajoneuvo tukkii kaistan osittain ja se joudutaan ohittamaan normaalia ajonopeutta hitaammalla nopeudella. Koska tiettyypistä ei ole kokemuksia ei ongelmatilanteiden vaikutuksia voida arvioida tarkasti ja ne ovat hyvin tapauskohtaisia. Selvityksen perusteella voidaan esittää vaaratilanteesta varoittamista tienvarrella tai tiedottamisen tehostamista. Myös **onnettomuustilanteet** ovat keskikaiteellisen ohituskaistatien liikenteelle ongelmallisia ja näihin tilanteisiin tulisi varautua. Selvityksen perusteella mahdollisia keinoja ovat vaarasta varoittaminen ja kaistan käyttökielto. Kaistan käyttökielto tarkoittaa sitä että liikenne pysäytetään ennen ongelmatilannetta ja ohjataan normaalilla liikenteen ohjauksella kiertoreitille tai vastakkaisen suunnan käyttämän kaistan kauttaongelmakohtaan ohi.

#### 11.4 Telematiikan sovellukset leveäkaistatiellä

Leveäkaistainen tie on kaksikaistainen, joten moni tien ongelmista on samanlainen kuin kaksikaistaisella tiellä. Myös ongelmiin ratkaisuksi tarkasteltavat telematiikan keinot ovat samoja. Taulukossa 26 esitetään tämän selvitystyön perusteella ongelmakohtiin mahdollisina ratkaisuinä tutkittavat telematiikan keinot.

**Tietyyppin muutoskohdat** ovat kaksikaistaisella tiellä normaalisti lähes ongelmattomia tai ainakin ongelmatilanteet ovat vähäisiä. Normaalisti vain pientareen leveys muuttuu. Yleisesti ottaen voidaan leveäkaistaisen tien muutoskohtaa verrata kaksikaistaisen tien vastaavaan. Tarkasteltavista keinoista ei ole mielekästä käyttää mitään esitetyn ongelman ratkaisemiseksi vaan ongelman ratkaisemiseksi tulee aina harkita kiinteää liikenteenohjausta tai nopeuden rajoittamista.

**Liittymien ongelmatilanteet** ovat kaksikaistaisen tien ongelmatilanteita (ks. kohta 11.1), mikäli leveäkaistaisella tiellä on tasoliittymiä. Jos taas leveäkaistainen tie on moottoriliikennetie, vastaavat liittymien ongelmatilanteet kaksiajorataisen tien ongelmatilanteita (ks. Kohta 11.5)

**Niin kelin aiheuttamat paikalliset ongelmatilanteet kuin pidemmän tieosuuden ongelmatkin** ovat riippumattomia poikkileikkaustyyppistä. Näin ollen ohituskaistatielle pätee samat suositukset kuin kaksikaistaisellekin tielle (kohta 11.1), jonka perusteella keliongelmiin tulee kannattaa aina selvittää parantamisratkaisuna muuttuvaa nopeusrajoitusta ja muuttuvia kelivaroituserkkiä.

**Tien talvikunnossapidon** viipyminen suurentaa tiellä liikkujan onnettomuusriskiä. Leveäkaistaisen tien tapaus on näiltä osin verrattavissa ohituskaistatien talvikunnossapitoon. Selvityksen perusteella voidaan sanoa, että kunnossapidon ongelmatilanteista tiedottaminen on joissakin tilanteissa kannattavaa ja se tulisi huomioida hanketarkasteluissa.

Taulukko 26. Suositus tutkittavista telematiikan ratkaisukeinoista leveäkaistaisella

ONGELMATILANTEET	OLOSUHTEET						TELEMATIIKAN KEINOT													
	Kaikki tilanteet	Runsaasti raskasta liikennettä	KVL <6000	6000<KVL<10000	KVL > 10000	Liittyvän tien liikenne kvl> 3000	LIIKENTEEN OHJAUS	Muuttuvat nopeusrajoitukset	Muuttuva kaistaohjaus	Ramppiohjaus	Vaarasta varoittaminen	Reittiopastus	Raskaan liikenteen rajoitukset	Kaistan käyttökielto / ohituskielto	LIIKENTEEN TIEDOTUS	Tiesää- ja keltiedottaminen	Liikennetilannetiedottaminen	Turvavälitiedotus	Nopeusnäytöt	Tiedottaminen ajoneuvoon
Tietyypin muutokset	O						X	X		X							X			X
Liittymissä liittymisen päävirtaan		O	O	O	O				X								X			X
Liittymissä käänt. liik. aih. ongelmat		O	O				X			X	X						X			X
Kelin aiheuttamat ongelmat yksittäisessä tien kohdassa	O												X			X				X
Kelin aiheuttamat ongelmat tieosalla			O	O								X	X			X				X
Talvikunnossapidon viipyminen	O						X					X	X		X					
Hirvieläinten risteämiset	O										X									X
Ajoneuvojen etäisyydet	O									X								X		
Kevyt liikenne	O										X									
Hitaat ajoneuvot			O	O							X									
Nopeuden nousu	O																		X	
Ajoneuvon sijainti ja ohitustapaan liittyvät riskit	O																			

X = Tutkittu keino      ■ = Ensisijaisesti selvitetävä keino  
O = Olosuhdetekijä      ▒ = Toissijaisesti selvitetävä keino

tiellä.

**Hirvieläinten risteämiskohtien** onnettomuusriskiä voidaan pienentää rakentamalla älykäs riistatie. Järjestelmä varoittaa tiellä liikkuja havaittuaan tien läheisyydessä hirven. Järjestelmän käytön laajenemisen esteenä on vielä tällä hetkellä havainnointitekniikan virrehavainnot. Selvityksen perusteella keinojen vaikutuksia ja käyttömahdollisuutta tulee selvittää kaikissa tilanteissa ja kaikilla liikennemäärillä, mikäli tiellä on tai sille rakennetaan riistaidat.

**Ajoneuvojen etäisyydet** ovat useasti liian pieniä. Vaarasta varoittamisella tai turvavälitiedottamisella ei ole suuria vaikutuksia etäisyyksiin. Niitä ei kannata selvittää telematiikan keinoilla ongelman ratkaisemiseksi. Etäisyyksiin voidaan vaikuttaa telematiikan keinoin vain vähän. Tulevaisuudessa uusi ajoneuvotekniikka voi tuoda osin ratkaisun ongelmaan.

**Kevyen liikenteen** ongelmat ovat kahdenlaisia sekaliikenteisellä leveäkaistatiellä. Ne aiheutuvat joko tien suuntaisesta tai poikittaisesta kevyestä liikenteestä. Suositeltavaa on selvittää kohteessa muuttuvien nopeusrajoitusten tai kevyen liikenteen liikkumisesta varoittavien järjestelmien vaikutukset.

**Hitaat ajoneuvot** etenkin traktorit saattavat aiheuttaa ongelmatilanteita aivan kuten kaksikaistaisella tielläkin. Leveäkaistaisella tiellä hitaan ajoneuvon väistäminen on helpompaa johtuen ajotilan leveydestä. Tiedotuksen lisääminen ongelmatilanteiden aikana sekä tienvarressa että ajoneuvoon on selviytyksen perusteella ainoa keino, jota voidaan suosittaa ongelmatilanteen ratkaisemiseksi.

**Nopeuden nousu** on leveäkaistatiehen liittyvä ongelma, jonka poistamiseksi selvitettiin ratkaisuna nopeusnäyttötäuluja. Taulujen vaikutukset ovat niin pienet, että selviytyksen perusteella sitä ei voida suosittaa.

**Ajoneuvon sijainti kaistalla ja ohitustapaan liittyvät riskit** kuten esimerkiksi ohittaminen ja keskiviivan ylittäminen vastaan tulevan kohdalla, ovat tämän poikkileikkaustyypin suurimpia ongelmia. Ongelmaan tulisi aina selvittää parannuskeinona tienvarsitiedottamista muuttuvalla tiedotustaululla, vaikka toimenpide ei ole yhteiskuntataloudellisesti kannattava vielä nykyisellä kustannustasolla.

## 11.5 Telematiikan sovellukset kaksiajorataisella tiellä

Kaksiajoratainen tie poikkeaa muista tässä tarkastelussa käsitellyistä tietyypeistä. Tiellä ei sallita kevyttä eikä usein myöskään hidasta liikennettä. Mikäli hidasta liikennettä on vähän se kuitenkin voidaan sallia. Laaditussa selvityksessä vain tietyyppin muutoskohdan, sää- ja kelivaihteluiden ja hirvieläinten aiheuttamiin ongelmiin tulisi tarkastella myös telematiikan keinoja. Suurten liikennemäärien vuoksi telematiikan keinoin toteutetut parantamisratkaisut saattavat olla kannattavia. Taulukossa 27 esitetään tämän selvitystyön perusteella ongelmakohtiin mahdollisina ratkaisuina tutkittavat telematiikan keinot.

**Tietyyppin muutoskohta**, jossa kaksiajoratainen osuus loppuu, on tietyyppin ongelmallisimpia kohtia. Liikennemäärän ollessa suuri se ei yksinkertaisesti mahdu muutoskohdassa yhdelle kaistalle vaan liikenteen nopeustaso putoaa ja liikenne jonoutuu. Vastaavaan ongelmaan tarkasteltiin telematiikan keinoja ohituskaistatien casessa, jossa esille nousivat muuttuvat nopeusrajoitukset, muuttuva kaistaohjaus sekä jonoutumisesta varoittaminen. Keinot eivät ole kannattavia pienillä liikennemäärillä, mutta voivat tulla kannattavaksi tilanteessa, jossa tien liikennemäärä on kaksikaistaisen tien kapasiteetin ääri rajoilla. Tieliikenteen nopeus harmonisoidaan ja sovitetaan pidemmällä tieosalla kaksikaistaiselle tielle sopivaksi.

Niin kelin aiheuttamat paikalliset ongelmatilanteet kuin pidemmän tieosuuden ongelmat samoin kuin hirvieläinten aiheuttamat ongelmat ovat riippumattomia poikkileikkaustyyppistä. Kaksiajorataiselle tielle pätee samat suositukset kuin kaksikaistaisellekin tielle (kohta 11.1), jonka perusteella keliongelmiin kannattaa aina selvittää parantamisratkaisuna muuttuvaa nopeusrajoitusta ja muuttuvia kelivaroitusmerkkiä. Hirvieläinten risteämiskohtien ongelmia pyritään pienentämään rakentamalla älykäs riistatie ja hirvivaroitussjärjestelmä.

Taulukko 27. Suositus tutkittavista telematiikan ratkaisukeinoista kaksiajorataisella tiellä.

ONGELMATILANTEET	OLOSUHTEET					TELEMATIIKAN KEINOT															
	Kaikki tilanteet	Runsaasti raskasta liikennettä	KVL <6000	6000<KVL <10000	KVL >10000	Liittyvän tien liikenne kv/> 3000	LIIKENTEEN OHJAUS	Muuttuvat nopeusrajoitukset	Muuttuva kaistaohjaus	Ramppiohjaus	Vaarasta varoittaminen	Reittiopastus	Raskaan liikenteen rajoitukset	Kaistan käyttökielto / ohituskielto	LIIKENTEEN TIEDOTUS	Tiesää- ja kelitiedottaminen	Liikennetilannetiedottaminen	Turvavälitiedotus	Nopeusnäytöt	Tiedottaminen ajoneuvoon	
Tietyypin muutoskohdat					O												X				X
Liittymissä liittyminen päävirtaan					O		X		X			X					X				X
Liittymissä käänt. liik. (rampit) aih. ongelmat	O						X				X	X					X				X
Kelin aiheuttamat ongelmat yksittäisessä tien kohdassa	O															X					X
Kelin aiheuttamat ongelmat tieosalla			O	O									X			X					X
Talvikunnossapidon viipyminen	O						X						X	X		X					
Hirvieläinten risteämiset	O																				X
Ajoneuvojen etäisyydet	O										X							X			
Hitaat ajoneuvot	O										X						X				
Tienvarteen pysähtyneet ajoneuvot	O						X				X	X					X				X

X = Tutkittu keino

O = Olosuhdetekijä

■ = Ensisijaisesti selvittävä keino

■ = Toissijaisesti selvittävä keino

## 11.6 Johtopäätökset

Liikenteen hallinta painottuu tulevaisuudessa toimintaympäristöihin, joissa sillä on tehokkain vaikuttavuus. Tällaisia ovat mm. pääteiden ongelmakohteet, joissa liikenteen hallinta keskittyy kunkin osuuden erityisongelmien hoitamiseen. Tiehallinnon nykyisen liikenteen hallinnan toimintalinjan mukaisesti pääteiden runkoverkko varustetaan liikenteen hallinnan peruspalveluilla.

Liikenteen ohjauksen yleisimmin käytettävät telematiikan keinot uusilla tietyyypeillä ovat selvityksen perusteella muuttuvat nopeusrajoitukset ja erilaiset muuttuvat varoitusmerkit, jotka pohjautuvat ajantasaiseen liikennetilanteen ja kelin seurantaan. Keinoja voidaan käyttää hyvin monissa erilaisissa ongelmakohteissa. Keinojen käyttö on useasti poikkileikkaustyyppistä riippumattonta. Selvitettäessä telematiikan keinon soveltuvuutta tarkasteltaviin ongelmatilanteisiin tulee ottaa erityisesti huomioon tiedonsiirron taloudellisuus ja oikeanlainen siirtotekniikka.

Liikenneinformaation tulee olla reaaliaikaista ja luotettavaa sekä helposti käytettävää. Sen tulee perustua keli- ja liikennetilanteen seurantaan. Tiedottaminen suoraan ajoneuvoon erillisen ajoneuvolaitteen avulla on yleisesti kannatettavaa, mutta tiedottamisen laajuus riippuu paljon laitteiden kehitymisestä ja yleistymisestä. TMC -tiedotuksen tulisi tapahtua automaattisesti. Tulevaisuudessa tulee tarkkaan harkita, mitä tiedotuskanavia käytetään ja mitkä ovat riittävän tärkeitä kohteita otettavaksi suoraan ajoneuvoon tapahtuvan automaattisen tiedotusjärjestelmän piiriin.

Useat ongelmatilanteet toistuvat lähes samanlaisina eri poikkileikkaustyypeillä. Ongelmien ratkaisemiseen tarkasteltavat keinot ovat samoja, kuitenkin toteuttamistapa ja erityisesti keinon vaikutukset poikkeavat toisistaan. Tarkastelluista poikkileikkaustyypeistä ehkä kaikkein eniten telematiikan keinoja voidaan hyödyntää ohituskaistateillä. Keskikateellisen ohituskaistatien häiriötilanteiden hallintaan telematiikka sopii hyvin. Tien kapasiteetin ääriarajoilla tapahtuvat ongelmatilanteet kuten nopeustason romahtaminen on mahdollisesti vältettävissä kaistaohjauksella tai liikenteen nopeustason soveltamisella ideaaliseksi. Telematiikan ratkaisukeinot ovat määrällisesti vähiten hyödynnettävissä kaksiajorataisella tiellä. Joskin kaksiajorataisilla teillä liikennemäärät ovat yleensä korkeita ja tästä johtuen keinoilla saatavat vaikutukset ovat suurempia kuin kaksikaistaisilla teillä.

Vaikutusten arvioinnissa ja ennen kaikkea investointilaskelmissa on monia epävarmuustekijöitä. Tienkäyttäjille tuotettavaa palvelua on usein vaikea arvottaa ja eduista vaikea tehdä tarkkoja yhteiskuntataloudellisia laskelmia. Usein telematiikkahankkeiden hyötykustannussuhde jää kannattamattomaksi pienten tai negatiivisten aika- ja ajoneuvokustannusten vuoksi. Merkittävää tarkastelussa on se, mihin perustilanteeseen parannustoimenpiteitä verrataan. Jos muuttuvia rajoituksia käytetään tielle tilanteeseen, jossa nopeusrajoitus on jo jouduttu alentamaan esim. 100 km:stä 80 km:iin tunnissa ja muuttuvilla rajoituksilla liikennevirralle annetaan osan ajasta 100 km/h nopeusrajoitus, saadaan myös aikakustannuksissa positiivisia säästöjä. Vaikutus hyötykustannussuhteeseen voi olla merkittävä. Tämä on tietenkin vain laskennallista, mutta osoittaa, että telematiikkahankkeiden vaikutuksia ja hyötykustannustarkasteluja tulee jatkossa tutkia ja kehittää.

Vaikutustarkasteluissa on muuttuvana tekijänä myös ylläpitokustannukset. Koska ala on uusi ja vakioratkaisuja ei ole vielä muodostunut, vaihtelevat ylläpitokustannukset suuresti. Vuotuiset ylläpitokustannukset voivat vaihdella jopa 3...20 %:iin rakentamiskustannuksista. Ylläpitokustannusten suuruuteen vaikuttavat mm. uuden teknologian ja tiedonsiirron kustannukset.

Tässä selvitystyössä on tarkasteltu vain yhtä telematiikan keinoa yhteen ongelmaan. Saadut hyödyt ja vaikutukset ovat usein jääneet hyvinkin vähäisiksi. Todellisuudessa tulisi pyrkiä ratkaisemaan tieosan tai -kohdan ongelmat mahdollisimman laajasti. Samoilla seurantalaitteilla voidaan ohjata useita eri toimintoja, esimerkiksi kelinseuranta voi ohjata nopeusrajoitusta ja muuttuvia varoitusmerkkejä sekä antaa automaattisesti tarvittavat tiedotteet kelistä. Samoin liikenteen seurantapisteen tietoa voidaan käyttää monien eri telematiikan keinojen ohjaukseen. Useiden eri telematiikan ratkaisujen tiedonsiirtoon voidaan käyttää samoja välineitä. Näin saadaan säästöjä rakentamiskustannuksissa ja keinojen vaikutukset ovat suurempia. Myös ratkaisujen taloudellisuus on parempi. Tällä perusteella on todennäköistä, että keinojen käyttömahdollisuudet ovat todellisuudessa hieman paremmat kuin tässä selvityksessä tutkituissa tilanteissa.

Tämän selvityksen lopputuotteena olevat taulukot ohjaavat hanketarkastelujen yhteydessä tehtäviä tarkempia tarkasteluja. Vasta tarkemmissa hanketarkasteluissa selviää telematiikan keinojen todellinen hyödynnettävyys.

## 12 LÄHDELUETTELO

1. Airaksinen, Portaankorva. Valtatie 6 välillä Utti - Kaitjärvi, Leveäkaistaisen tien liikenteen hallinnan toimenpideselvitys. Kouvola, Tielaitos, Kaakkois-Suomen tiepiirin selvityksiä 4/2000. 85 s. + liitteet 9 s.
2. Eloranta, P. et al. 1999. Uudenmaan tiepiirin liikenteen hallinnan strategia, Osaraportti 2. Helsinki, Tielaitos, Tielaitoksen selvityksiä 13/1999. 66 s. +liitteet 15 s.
3. Eloranta, P. et al. 1998. Uudenmaan tiepiirin liikenteen hallinnan strategia, Osaraportti 1. Helsinki, Tielaitos, Tielaitoksen selvityksiä 43/1998. 73 s. +liitteet 11 s.
4. Enberg Åsa 1994. Ohituskaistatien liikennevirran perusominaisuudet. Helsinki, Tielaitos, Tielaitoksen selvityksiä 31/1994. 147 s. + liitteet.
5. Kaistinen 1994. Ohituskäyttäytyminen kaksikaistaisilla teillä. Helsinki, Tielaitos, Tielaitoksen selvityksiä 3/1994. 58 s.
6. Kaistinen 1994. Ohituskäyttäytyminen leveäkaistaisella tiellä. Helsinki, Tielaitos, Tielaitoksen selvityksiä 52/1994. 24 s.
7. Kaistinen et al. 1994. Ajokäyttäytyminen ohituskaistatiellä. Helsinki, Tielaitos, Tielaitoksen selvityksiä 35/1995. 39 s.
8. Karhunen, Noukka, Vatanen 1997. Liikenteen hallinnan toimintokortisto. Helsinki, Tielaitos, Tielaitoksen selvityksiä 2/1997. 98 s.
9. Kauste Erkki et al. 2000. Selvitys valtatie 6 parantamisesta liikennetelematiikan keinoin Selkäharjun liittymän kohdalla. Kouvola, Tielaitos, Kaakkois-Suomen tiepiirin selvityksiä 7/2000. 66 s. + liitteet 17 s.
10. Kiljunen, Summala 1998. Liikenteen sujuvuuden kokeminen kaksikaistaisilla teillä eri ajo-oloissa. Helsinki, Tielaitos, Tielaitoksen selvityksiä 9/1998. 57 s. + liitteet 13 s.
11. Kulmala Risto et al. 1998. Liikennetelematiikkahankkeiden arviointiohjeet, Helsinki, Liikenneministeriö, LM 59/1998. 83 s. +liite 1 s.
12. Kulmala Risto, Rämä Pirjo. Ohjeet muuttuvien nopeusrajoitusten vaikutusten arvioinnista. Helsinki, Tielaitos, Tielaitoksen selvityksiä 41/1998. 46 s. +liite 1 s.
13. Lehtinen Jukka 2000. S12 Pääteiden parantamisratkaisut, Ohitusnäkemät. Helsinki, Tielaitos, Tielaitoksen selvityksiä 16/1999. 81 s. + liitteet
14. Leviäkangas ja Lähesmaa 1998. Profitability comparison between I.T.S investments and traditional investments in infrastructure. Helsinki, Liikenneministeriö, Liikenneministeriön mietintöjä ja muistioita B24/99. 62 s.



15. Liikenneministeriö 1994. Liikenteen väylähankkeiden vaikutus selvitysten yhdenmukaistaminen. Helsinki, Liikenneministeriö, Liikenneministeriön julkaisuja 12/94. 48 s.
16. Luoma Juha 1996. Muuttuvan nopeusrajoitusmerkin tekniikan vaikutukset ajonopeuksiin ja merkin muistamiseen. Helsinki, Tielaitos, Tielaitoksen selvityksiä 76/1996. 26 s. + liite 1.
17. Luoma Sami, Hautala Raine 2000. Monitoroinnin nykytilan kartoitus Suomessa , selvitystyön muistio. 35 s.
18. Lähesmaa, J. et al. 1998. Kaakkois-Suomen tiepiirin liikenteen telematiikkaselvitys. Kouvola, Tielaitos, Tielaitoksen selvityksiä 42/1998. 100 s. + liitteet 3 s.
19. Lähesmaa J. & Shirokoff A. 1998. Selvitys muuttuvien nopeusrajoitusten käyttöönotosta Suomen pääteillä. Helsinki, Tielaitos, Tielaitoksen selvityksiä. 40/1998. 83 s. + liitteet 61 s.
20. Ojala J. 1997. Simulointi liikenteen telematiikan vaikutusten tutkimusvälineenä. Helsinki, Tielaitos, Tielaitoksen selvityksiä 32/1997. 93 s. +liitteet
21. Penttinen M. 1996. Autonkuljettajien informaatiotarpeet. Helsinki, Tielaitos, Tielaitoksen selvityksiä 73/1996. 62 s. + liitteet
22. Penttinen Merja et al. 1999. Muuttuvan nopeusrajoitusmerkin tekniikan vaikutukset ajonopeuksiin ja merkin muistamiseen, osa 2. Helsinki, Tielaitos, Tielaitoksen selvityksiä 76/1996. 25 s. + liite 1s.
23. Pohjoismaiden tietekninen liitto. 1997. Tietekniikan telematiikka , Pohjoismaainen terminologia. Raportti 1:1997. Pohjoismaiden tieteknillinen liitto, suomalainen laitos. 70s.
24. Ristola Esa 2000. Uusi ympäristöhavainnointitekniikka autoissa. Diplomityö. Espoo, Teknillinen korkeakoulu. 102 s.
25. Rämä, Kulmala, Heinonen 1996. Muuttuvien kelivaroitusmerkkien vaikutus ajonopeuksiin, aikaväleihin ja kuljettajien käsityksiin. Helsinki, Tielaitos, Tielaitoksen selvityksiä 1/1996. 54 s. +liitteet 22 s.
26. Saastamoinen 1994. Leveäkaistainen moottoriliikennetie, Vt 4 Asemakylä - Räänänperä. Helsinki, Tielaitos, Tielaitoksen selvityksiä 43/1994. 44 s.
27. Sarjamo Seppo 1995. Nopeudennäyttö- ja turvavälitaulujen vaikutukset liikenteeseen. Helsinki, Tielaitos, Tielaitoksen selvityksiä 27/1995. 21 s.
28. Tielaitos 1995. Kallansiltojen muuttuvan liikenteenohjauksen vaikutus selvitys. Kuopio, Tielaitos Savo-Karjalan tiepiiri. 36 s. + liite 1s.
29. Tielaitos 1997. Ajokäyttäytyminen leveäkaistaisella moottoriliikennetiellä vt 12 Lahti - Uusikylä. Helsinki, Tielaitos, Tielaitoksen selvityksiä 25/1997. 32 s.

30. Tielaitos 1997. Sää- ja kelitietoon perustuvan liikenteen ohjausjärjestelmän vaikutukset Kotka-Hamina-moottoritiellä. Helsinki, Tielaitos, Tielaitoksen selvityksiä 1/1997. 64 s. + liite 1 s.
31. Tielaitos 1997. Tavallisen ja leveäkaistaisen moottoriliikennetien liikennevirran ominaisuudet. Helsinki, Tielaitos, Tielaitoksen selvityksiä 26/1997. 48 s.
32. Tielaitos 1998. Liikennekeskusten toiminnallinen analyysi. Helsinki, Tielaitos, Tielaitoksen selvityksiä 50/1998. 131 s. + liitteet 5 s.
33. Tielaitos 1998. Ohituskaistojen turvallisuus. Helsinki, Tielaitos. Tielaitoksen selvityksiä 3/1998. 56 s. + liitteet 37 s.
34. Tielaitos 1998. S12 Pääteiden parantamisratkaisut, Uudet tiettyypit, Yhteenveto Suomen koeteistä. Helsinki, Tielaitos, Tielaitoksen sisäisiä julkaisuja 31/1998. 42 s. +liite 1s.
35. Tielaitos 1998. S12 Pääteiden parantamisratkaisut, Uusien tiettyypin vaihtoehtojen vertailu, Vt 5 välillä Vehmasmäki - Hiltulanlahti. Kuopio, Tielaitos, Tielaitoksen sisäisiä julkaisuja 34/1998. 56 s. + liitteet 6 s.
36. Tielaitos 1998. Teiden talvihoito: laadun määrittely. Helsinki, Tielaitos. 22 s.
37. Tielaitos 1998. Tielaitoksen liikenteen hallinnan strategia. Helsinki, Tielaitos. 39 s.
38. Tielaitos 1999. Muuttuva ohjausjärjestelmä, esiselvitys valtatiellä 5 välillä Pitkälähti - Vuorela, Kuopio yleissuunnitelma. Kuopio, Tielaitos Savo-Karjalan tiepiiri, Tielaitoksen selvityksiä 32/1999. 24 s. +liitteet 18 s.
39. Tielaitos 1999. Pääteiden nykytila, Helsinki, Tielaitos. 55 s.
40. Tielaitos 1999. S12 Pääteiden Parantamisratkaisut – Tutkimussuunnitelma. Helsinki, Tielaitos, Tielaitoksen sisäisiä julkaisuja 42/1999. 38 s. + liitteet 3s.
41. Tielaitos 1999. Tietoa tiestä ja liikenteestä. Helsinki, Tielaitos. 77 s.
42. Tielaitos 1999. Toimenpideselvitys, Valtatie 4 välillä Haurukylä - Haarsilta – Kempele. Oulu, Tielaitos, suunnitelmaraportti.
43. Tielaitos 1999. Uudet tiettyypit. Selvitys ulkomaisista kokemuksista. Helsinki, Tielaitos, Tielaitoksen sisäisiä julkaisuja 21/1999. 62 s. + liitteet 6 s.
44. Tielaitos 2000. Liikenteen hallinta tienpidon tuotteena. Helsinki, Tielaitos, Tielaitoksen selvityksiä 62/2000. 97 s. +liitteet 21 s.
45. Tielaitos 2000. Länsiväylän ruuhkavaroitus- ja kamerajärjestelmä –esite, Helsinki, Tielaitos.

46. Tielaitos 2000. S12 Pääteiden parantamisratkaisut, Uusien tietyyppi- vaihtoehtojen vertailu, Vt4 Välillä Haurukylä – Haaransilta – Kempele. Helsinki, Tielaitos, Tielaitoksen sisäisiä julkaisuja 56/1999. 68 s. + liitteet 13 s.
47. Tielaitos 2000. Tiehallinnon Liikenteen hallinnan toimintalinjat. Helsinki, Tielaitos. 12 s.
48. Tielaitos 2000. Turvallisuusvaikutusten arviointi vaikutuskertoimilla, TARVA 4.0. Helsinki, Tielaitos, Tielaitoksen sisäisiä julkaisuja 22/2000. 44 s.+ liitteet
49. Tielaitos 2000. Uusien tietyyppien turvallisuustarkastelut. Helsinki, Tielaitos, Tielaitoksen sisäisiä julkaisuja 34/2000. 39 s.
50. Tielaitos 2000. Valtatie 6 välillä Lappeenranta – Imatra, Nykyisen tien kehittämissuunnitelma. Kouvola, Tielaitos, suunnitelmaraportti.
51. Vakuutusyhdistysten liikenneturvallisuustoimikunta VALT 1999. Raportti liikennevahinkojen tutkijalautakuntien tutkimista moottoriajoneuvossa kuolleiden onnettomuuksista vuonna 1999. Helsinki, VALT. 71 s.
52. Vejdirektoratet, Tanska. Quo Vadis, Evaluering. Kööpenhamina, Vejdirektoratet, Rapport nr.46/ 1996.
53. Vejdirektoratet, Tanska. Trafigledelsessystemer, Udvalgte europeiske eksempler. Kööpenhamina, Vejdirektoratet, Rapport nr.191/ 1999.

## **13 LIITTEET**

Liite 1 Liikenteen hallinnan kustannuksia.

Liite 2 Tietyyppien ominaisuuksia.



<b>Liikenteen hallinnan kustannuksia</b>				
	<b>Investointi mk/kpl</b>	<b>Käyttökustannus vuodessa</b>		<b>Huom!</b>
		<b>mk/ kpl</b>	<b>% / inv. kust.</b>	
<b>Liikenteen tiedotus</b>				
<b>Verkko tiedotus</b>				
Internet		60000		
RDS-TMC	2200000	120000		
Teksti -TV				
Radio				
Infopisteet	50000	24000		
Viranomaislinja		30000		
Tienkäyttäjän linja		70000		
Tietyökartta				
<b>Tienvarsitiedotus</b>				
Nopeusnäyttö	100000	2000	2	Sis. Monitoroinnin
Lämpötilänäyttö	45000	2000	4	
Turvaväliopaste	80000	5000	6	Sis. Monitoroinnin
<b>Liikenteen ohjaus</b>				
Sähkömek.nop. raj.merkki	30000	1000	3	ei sis. Tietoliikennekust.
Kuituopt.nop.raj.merkki	35000	1500	4	ei sis. Tietoliikennekust.
LED-opasteena	30000	800	noin 3	ei sis. Tietoliikennekust. Jos yksi opaste, niin kust. Sama kuin nop.raj.merkkillä 2x10 merkkiä led+varoituserkki
Muuttuva kelivar. Merkki	70000	5000	7	
Infotaulu	180000	2000	6	
<b>Järjestelmät</b>				
Hirvivaroitujärjestelmä 2- ajorataiselle.(4 merkkiä)	600000	25000	4	Sis. Valvontakamerat ja ilmaisimet
Avat. sillan ennako varoitus	100000	2000	2	sis 2 merk + ohjauksen
<b>Monitorointi</b>				
Liikennekamera AXIS	60000	5000	12	ei sis. Tiedonsiirtoa
Kelikamera AXIS	60000	5000	12	ei sis. Tiedonsiirtoa
Tielämpötila- ja kosteusilmaisim	40000		6	
LAM piste	65000	laitehuolto+ datan keruu	4	ei sis. Tiedonsiirtoa
Induktio silmukka	30000	korjaus/korva- usinvestointi	4	ei sis. Tiedonsiirtoa
Tiesääasema	100000	laitehuolto+ datan keruu	4	ei sis. Tiedonsiirtoa
<b>Tiedon siirto</b>				
Kaapelointi (mk/km)	50000	korjaus/ korvausinvestoi- nnit, ei tiedon- siirtokuluja		sis. Sähkö- ja datakaapelointi ilman päätelaitteita
Langaton GSM/SMS	5000	riippuu liikennöintiä destä noin 1mk/ yhteys		lisäksi GSM-liittymän kk-maksu radiolupamaksu n 100 mk/a
Kiinteä radiomodemi	7000			



## TIETYYPPIEN OMINAISUUKSIA

Kaksikaistainen tie			
Liikennevirran ominaisuuksia		Tien kunnossapito	Liikenneturvallisuus
Ohitukset	Sujuvuus		
Kaksikaistaiselle tielle pyritään järjestämään kohtuullisesti ohituskelpoisia osuuksia tietyin liikennemääristä riippuvin kriteerein. Kuljettajan ohituspäätökseen vaikuttaa vastaan tulevan kaistan vapaan tilan pituus. Kuljettajan arvioidessa ohitusmahdollisuutta vastaantulevan liikenteen nopeuden ja etäisyyden havaitsemisella on olennainen merkitys. Myös kapeat tiet eroavat kohtalaisen paljon toisistaan. Ero johtuu lähinnä tien geometriasta. Pimeällä tehtävät ohitukset eroavat selvästi valoisaan aikaan tehtävistä ohituksista /5/	Sujuvuuden kokeminen on selvimmin sidoksissa nopeustasoon. Kun tavallisella kaksikaistaisella tiellä (tienopeus 80 km/h) matkanopeudet pysyvät yli 78 km/h, pitävät kuljettajat tilannetta sujuvana. Yli 50 % kuljettajista pitää liikennettä sujuvana, kun todellinen nopeus poikkeaa ennen matkaa arvioidusta tavoitenopeudesta alle 10 km/h / 10/.	Teiden kunnossapito painottuu talvihoitoon ja liikenneympäristön hoitoon sekä rakenteiden, laitteiden ja päällysteen ylläpitoon.	Kaksikaistaisilla pääteillä kuolemaan johtavat onnettomuudet ovat yleisimmin kohtaamis- tai suistumisonnettomuuksia. Yksittäisonnettomuuksia onkin lähes 30 % kaikista henkilövahinkonnettomuuksista samoin kuin pääosin liittymissä sattuneet risteämis-, kääntymis- ja peräänajo-onnettomuuksia. Ohituskaistoilla eläinonnettomuudet muodostivat huomattavan osan kaikista onnettomuuksista. Kaikista onnettomuuksista 43% ja henkilövahinkonnettomuuksista 14% oli eläinonnettomuuksia. Ohituskaistakohdan toinen suuri yksittäinen onnettomuusluokka on yksittäisonnettomuudet, joita oli 25,9 % kaikista onnettomuuksista. Kolmanneksi eniten tapahtui kohtaamisonnettomuuksia.
Leveäkaistainen tie			
Liikennevirran ominaisuuksia		Tien kunnossapito	Liikenneturvallisuus
Ohitukset	Sujuvuus		
Leveäkaistaisella tiellä ohitus voi tapahtua ilman, että ohittaja välttämättä siirtyy vastaantulevan liikenteen ajokaistalle. Tämän vuoksi ohituksia tapahtuu leveäkaistaisella tiellä enemmän kuin tavallisella kaksikaistaisella tiellä. Leveäkaistaiselle tiellä näyttää olevan tyyppillistä, että ohitukset tapahtuvat ns. lentävinä ohituksina.	Matkanopeudet leveäkaistaisella tiellä ovat suurempia kuin tavallisella kaksikaistaisella tiellä ja oman ajonopeuden valinta on vapaampaa. Vuonna 1996 on mitattu valtatiellä 12 väliillä Lahti - Uusikylä ajoneuvojen keskimääräisiä matkanopeuksia /31/. Kaikkien ajoneuvojen liikennemäärillä painotettu keskimääräinen matkanopeus aamu- ja iltapäiväliikenteen havaintojen perusteella oli itään päin 97 km/h ja länteen 94,6 km/h.	Tienvarsihaastatteluissa tien puutteina pidettiin puutteellista lumen aurausta. Tien keskiosaa ei lumen vuoksi uskallettu talvella käyttää. Leveäkaistatien kunnossapidon työmuodot ovat samat kuin tavallisella moottoriliikennetiellä. Valtatiellä 4 leveäkaistatietä aurattiin ja höylättiin sekä suolattiin tavallista enemmän. Tehostetusta kunnossapidosta huolimatta valtatiellä 4 leveäkaistatie ei toiminut talvella 1993-94 toivotulla tavalla. Tielle muodostui polanetta sekä keskiviivan molemmin puolin noin metrin matkalle että tien reunoille 2...3 metrin leveydeltä minkä vuoksi oman ajopaikan valinta vaikeutui huomattavasti.	Aikaisemmin uusien tietyyppien turvallisuutta on tarkasteltu Tielaitoksen strategiseen projektiin S12 kuuluvassa vuonna 1998 valmistuneessa selvityksessä. Selvityksessä tarkasteltavana tietosuutena oli mm. valtatiellä 12 väliillä Lahti – Uusikylä sijaitseva leveäkaistatieosuus. / 34/
Leveäkaistaisella tiellä 98% ohittajista oli henkilö- tai pakettiautoja ja ohituksista 22% tapahtui omalla kaistalla. Valtatiellä 12 tienlaidasta tehdyistä mittauksista ohitustilanteista 21%:ssa oli kolme autoa rinnakkain, ja näistä tapauksista 38%:ssa ohittaja ei siirtynyt lainkaan vastaantulijoiden kaistalle. /6/	Leveäkaistaisella moottoriliikennetiellä kuljettaja voi valita ajopaikan ajoradalla vapaammin kuin tavallisella kaksikaistaisella tiellä. Ajoneuvojen sijainnista ajokaistalla on tehty tutkimuksia molemmilla koeteillä. Valtatiellä 4 väliillä Asemakylä - Ränänperä sijaintimittauksia tehtiin kesäoloissa. Tutkimuksien mukaan ajoneuvojen vasemman renkaan etäisyys keskiviivasta oli lähes sama sekä leveäkaistaisella tiellä että tavallisella tiellä. Sen sijaan keskihaajonta oli leveäkaistaisella tiellä noin kaksinkertainen. Näin ollen kuljettajat valitsivat paikkansa vapaammin leveäkaistaisella tiellä. / 26/ Valtatiellä 12 väliillä Lahti - Uusikylä tehtyjen mittausten mukaan tien poikkileikkauksen leventäminen muutti huomattavasti ajoneuvojen paikkaa ajokaistalla. Ajoneuvot sijaitsivat keskimäärin 1,2 metriä lähempänä reunaviivaa kuin leveäpientareisella tiellä. /29/		<p>Selvityksen mukaan väliillä Lahti-Nastola (8,4 km) tapahtui yhteensä 17 henkilövahinkoon johtanutta onnettomuutta vuosina 1989-1994 (tilanne ennen leveäkaistaisen tien rakentamista). Leveäkaistaisella tiellä Lahti - Uusikylä (16,2 km) vastaava määrä vuosina 1996-1997 oli 4 onnettomuutta. Kaikki 4 onnettomuutta tapahtuivat alle 2 kilometrin pituisella tietosuudella, joka sijoittuu Lahti-Nastola –välille. Ennen - jaksolla tietosuudella tapahtui keskimäärin 2,8 henkilövahinkoon johtanutta onnettomuutta vuodessa. Muutoksen jälkeen vastaava arvo oli 2,0 henkilövahinkonnettomuutta vuodessa.</p> <p>Risteämis- ja peräänajo-onnettomuuksien osuudet henkilövahinkoon johtaneista onnettomuuksista kasvoivat leveäkaistaisen tien rakentamisen jälkeen. Kohtaamis-, yksittäis- ja ohitusonnettomuuksien osuudet sen sijaan pienenevät. Kuolemaan johtaneiden onnettomuuksien osuus pieneni leveäkaistaisen tien rakentamisen jälkeen. Pienen aineiston vuoksi tuloksia ei voida vielä pitää kovinkaan luotettavana.</p>
	Vt 12:n leveäkaistatien ongelmana näyttää olevan se, että tie ei ohjaa kuljettajaa tietynlaiseen ajolinjaan tai –käyttäytymiseen. Liikennemäärän kasvaessa leveäkaistaisella tiellä ajokäyttäytymisen on ajoittain sekavaa, ja vastaantulevan liikennevirran liikkeen ennakointi voi olla vaikeaa. Osa autoilijoista myös ohittaa piittaamatta vastaantulevasta liikenteestä.		





Ohituskaistatie			
	Liikennevirran ominaisuuksia	Tien kunnossapito	Liikenneturvallisuus
Ohitukset	Sujuvuus		
<p>Ohituskaistatiellä ohitettaessa vastaantuleva liikenne ei vaikuta ohituksiin. Ohituksia tehdään luonnollisesti enemmän ja kerralla ohitettavien määrä on suurempi kuin kaksikaistaisella tiellä. Ohitusten määrään ohituskaistalla vaikuttaa ohittavan ja ohitettavan ajoneuvon nopeus, liikennemäärä ja ohituskaistan pituus /4 /.</p> <p>Valtatien 4 välin Järvenpää-Mäntsälä osuutta kokevan selvityksen mukaan ohituskaistan 1000 metriä kohden ehdittiin tehdä noin 6 ohitusta, mikäli ohitettava ajoi 80 km/h ja 4,5 ohitusta, mikäli ohitettava ajoi 90 km/h. Ohitus kesti keskimäärin 10,3 sekuntia. Vuonna 1998 tehdyissä mittauksissa ohitusten lukumäärä oli suurempi välillä Järvenpää-Mäntsälä kuin välillä Lahti-Heinola johtuen suuremmasta liikennemäärästä. Laskelmien mukaan kuitenkin Lahti-Heinola välillä 65% ajoneuvoista hyödynsi ohitusmahdollisuuden, kun Järvenpää-Mäntsälä välillä vastaava osuus oli 61%. /34/</p>	<p>Konfliktitilanteita ohituskaistiellä saattaa syntyä lähinnä ajoneuvon palatessa peruskaistalle ohituskaistaosuuden lopussa. Viime hetken ohitukset, joissa ohitus päättyi alle puoli kilometriä ennen ohituskaistan loppua, kasvoivat niukasti liikennemäärän kasvaessa /7/. Tällaisia ohituksia tapahtui kuitenkin vielä yli 1000-1200 ajoneuvon tuntiliikennemäärällä. Lisäksi yli 1000 ajoneuvon tuntiliikennemäärällä jo puolet ohittajista joutui jarruttamaan palatesaan peruskaistalle. Myös ohitettavista noin 5% joutui jarruttamaan yli 1000 ajoneuvon tuntiliikennemäärällä etupäässä ohittajien vuoksi, mutta myös ajoneuvojonon tiivistyessä peruskaistaosuudella.</p> <p>Valtatie 4 välillä Järvenpää-Mäntsälä tehdyn selvityksen mukaan matkanopeudet laskivat 6-7 km/h liikennemäärän ylittäessä 1000 ajon./h ja välillä Lahti-Heinola alenema oli 3-4 km/h. /4 / . Järvenpää-Mäntsälä väliä koskevassa selvityksessä tarkasteltiin myös liikennevirran nopeutta ajamalla mittausautolla muun liikenteen mukana pohjoiseen ruuhka-aikaan iltapäivällä. Ohituskaistatien rakentamisen jälkeen nopeudet nousivat ohituskaistaosuudella Järvenpää-Mäntsälä pienillä liikennemäärillä 1-2 km/h ja suurilla liikennemäärillä 4-6 km/h. Liikennevirran nopeudet alenivat myös ohituskaistojen lopussa, mikä aiheutuu ajoneuvojen sumpuuntumisesta, kun ohituskaistalla olevat ajoneuvot pyrkivät takaisin peruskaistalle. Nopeuden alenemien välttämiseksi ajoneuvojen tulisi pitää riittävä etäisyys edellä ajavaan, jolloin myös liittymistä tulevat ajoneuvot pystyisivät liittymään liikennevirtaan tasaisesti kiihdyttäen ja liikennettä häiritsemättä.</p>	<p>Ohituskaistateilla on tehostettu talvikunnossapito tiemerkintöjen ja opasteiden näkyvyyden vuoksi, koska kuljettajan tulee myös huonoissa sääoloissa tietää onko ohittaminen kiellettyä vai sallittua. Valtatiellä 4 Mäntsälän tiemestaripiirissä ohituskaistatien lumenauraus tehtiin auraparilla kuten moottoritiellä, ja lumesta ja liasta puhdistettavia suuria liikennemerkkejä oli enemmän kuin tavallisella moottoriliikennetiellä. Lisäksi ohituskaistat tarvitsevat peruskaistoja enemmän suola<span></span>a pienempien liikennemäärien vuoksi.</p>	<p>Uusimpien selvitysten mukaan /49/ ohituskaistateilla (tarkasteltu 48 km) tapahtui vuosittain 14 henkilövahinkoon johtanutta onnettomutta eli 29 onnettomuutta / 100 km. Selitykseen on otettu mukaan valtatie 4 välillä Järvenpää – Mäntsälä v. 1992-95 ja Lahti – Heinola v. 94-98.</p> <p>Henkilövahinkoon johtaneista onnettomuuksista yleisimpiä olivat yksittäis-, kohtaamis- ja ohitusonnettomuudet sekä eläinonnettomuudet. Usein onnettomuuksiin on myös osallisena huono talvinen ajokeli. Ohituskaistoilla ei näyttänyt olevan selvää turvallisuusvaikutusta.</p>

Keskikaiteellinen ohituskaistatie			
	Liikennevirran ominaisuuksia	Tien kunnossapito	Liikenneturvallisuus
Ohitukset	Sujuvuus		
<p>Ohituksien määrä kasvaa. Samoin ohituksiin käytettävä matka ja ohituksen kesto kasvavat. /43/</p>	<p>Ohituskaistatiellä pyritään parantamaan ruuhkaisen tien palvelutasoa. Suomessa ei ole vielä toteutettu ainuttakaan keskikaiteellista ohituskaistatietä, mutta osa valtatie<span></span>tä 9 välillä Korpilahti – Muurame on päätetty parantaa keskikaiteelliseksi ohituskaistatiejaksoksi.</p> <p>Liikenteen sujuvuus on heikko yksikaistaisella osuudella tilanteissa, joissa tiellä liikkuu hitaita ajoneuvoja taikka jos tien laitaan on pysähtynyt ajoneuvo, joka osin tukkii tietä.</p>	<p>Kunnossapidon, erityisesti talvihoidon, järjestämistä on pidetty hankalana /43/.. Lumen aeraus tehdään aina oikealle. Kaksikaistainen osuus vaatii lumenauraukseen kaksi aurayksikköä, kun taas yksikaistaisella osuudella riittäisi yksi yksikkö.</p>	<p>Poikkileikkaustarkasteluihin perustuvissa selvityksissä on arvioitu, että ohituskaistatiellä on pienemmät onnettomuusasteet verrattuna tavallisiin keskikaistaisiin teihin. Keskikaiteet voivat lisätä onnettomuuksien määrää, mikä johtuu kaiteisiin törmäämisistä. Onnettomuuksien keskimääräinen vakavuus on kuitenkin lieventynyt, koska kohtaamisonnettomuudet ovat eliminoituneet kokonaan. /43/</p>

Kapea nelikaistainen tie			
	Liikennevirran ominaisuuksia	Tien kunnossapito	Liikenneturvallisuus
Ohitukset	Sujuvuus		
<p>Ohitukset voivat tapahtua vapaasti vastaan tulevan liikenteen häiritsemättä .</p>	<p>Ruotsissa kapealla nelikaistaisella tiellä henkilöautojen keskinopeuksien arvioidaan olevan muutaman kilometrin tunnissa matalimmat ja kapasiteetin noin 10% pienempi kuin moottoritiellä /43/. Ajokäyttäytymistä kapealla nelikaistaisella tiellä on tutkittu Portugalissa. Tutkimuksen mukaan vasenta ajokaistaa ajavien etäisyykseskiviivasta kasvaa sitä enemmän mitä järeämpää rakennelmaa ajosuuntien erottamiseksi käytetään</p>	<p>Kapean nelikaistatien lumenauraus tehdään kahdella aurayksiköllä. Kunnossapidon työmuodot ovat samat kuin tavallisella moottoriliikennetiellä. Kapean keskikaistan vuoksi aeraus tehdään aina ajosuunnassa oikealle, eikä keskikaistalle voida varastoida lunta kuten moottoriteillä. Kaksi ajorata<span></span>inen tie ei välttämättä tarvitse tehostettua lumenauraus<span></span>t<span></span>a kuten leveäkaistatie tai ohituskaistatie, mutta auru<span></span>asta ja höyläystä samoin kuin suola<span></span>usta tarvitaan määrällisesti enemmän.</p>	<p>Ruotsissa kapean nelikaistaisen tien liikenneturvallisuuden on arvioitu olevan kaksikaistaista tietä (leveys 13 m) parempi, mutta moottoritietä huonompi /43/. Onnettomuuskustannukset ovat arvion mukaan noin puolet kaksikaistaisen tien kustannuksista ja 10-30% moottoritien kustannuksia suuremmat. Syynä liikenneturvallisuuden paranemiseen kaksikaistaiseen tiehen verrattuna on vakavien kohtaamis- ja ohitusonnettomuuksien lähes täydellinen eliminointi ja vasemmalle suistumisien väheneminen. Uusi ongelmia saattavat kuitenkin aiheuttaa törmäämiset keskikaiteeseen, kapeat pientareet ja ajokaistat sekä nelikaistaisen osuuden muutos kaksikaistaiseksi. Saksassa kapean nelikaistaisen tien onnettomuuskustannukset tiekilometriä kohden ovat noin 1,2 -kertaiset moottoritiehen verrattuna.</p>