



Kustannustehokkaat
keskikaiteelliset tiejärjestelyt

LIKENNETURVALLISUUDEN PITKÄN AIKAVÄLIN TUTKIMUS- JA KEHITTÄMISOHJELMA

Kustannustehokkaat keskikaiteelliset tiejärjestelyt ja niiden soveltuvuus pääteille

Teettäjät:

**Liikenne- ja viestintäministeriö
Tiehallinto**

Tekijät:

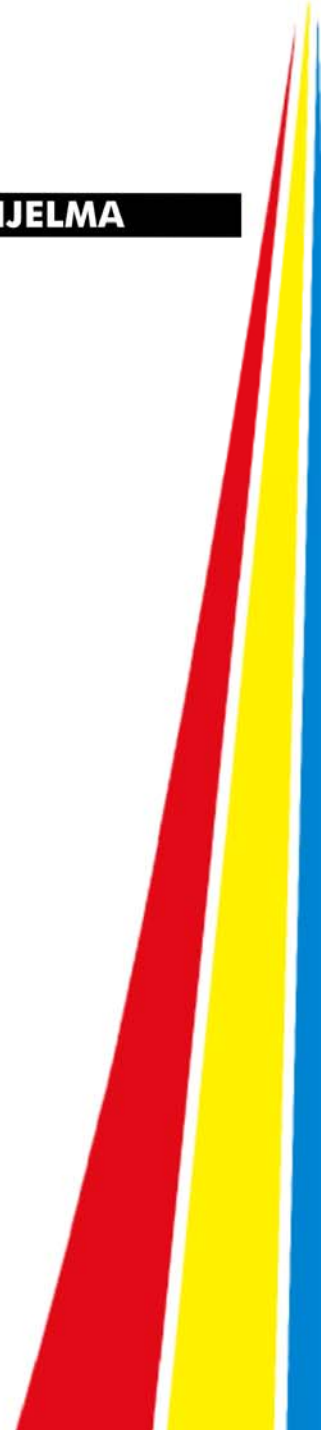
**Destia
Maanmittauslaitos
Vägverket Konsult (Ruotsi)**



Ohjausryhmä

Petri Jalasto, pj.
Juha Valtonen
Saara Toivonen
Pekka Ovaska
Tommi Huttunen

Liikenne- ja viestintäministeriö
Liikenne- ja viestintäministeriö
Tiehallinto
Tiehallinto
Tiehallinto, Savo-Karjalan tiepiiri



Tutkimus- ja suunnitteluryhmä

DI Olli Mäkelä, Destia

- projektipäällikkö, liikenne- ja tiesuunnittelu, liikenneturvallisuusasiat, raportointi

DI Christel Kautiala, Destia

- liikenneturvallisuusasiantuntijatehtävät, Ruotsin opintomatka

DI Jussi Sipilä, Destia

- keskikaidekohteiden ennen-jälkeen -onnettomuustarkastelu

Ins. Heimo Hätinén, Destia

- tiensuunnittelu, erityisesti rakenteelliset ratkaisut ja niiden kustannukset

Ins. AMK Eija Hartikainen, Destia

- rakenteelliset kustannukset

Ins. AMK Antti Levänen, Destia

- esimerkkikohteiden analysointi, opinnäytetyö

Ins. AMK Ville Pääkkönen, Destia

- rakenteelliset kustannukset

DI Heikki Seppänen, Maanmittauslaitos

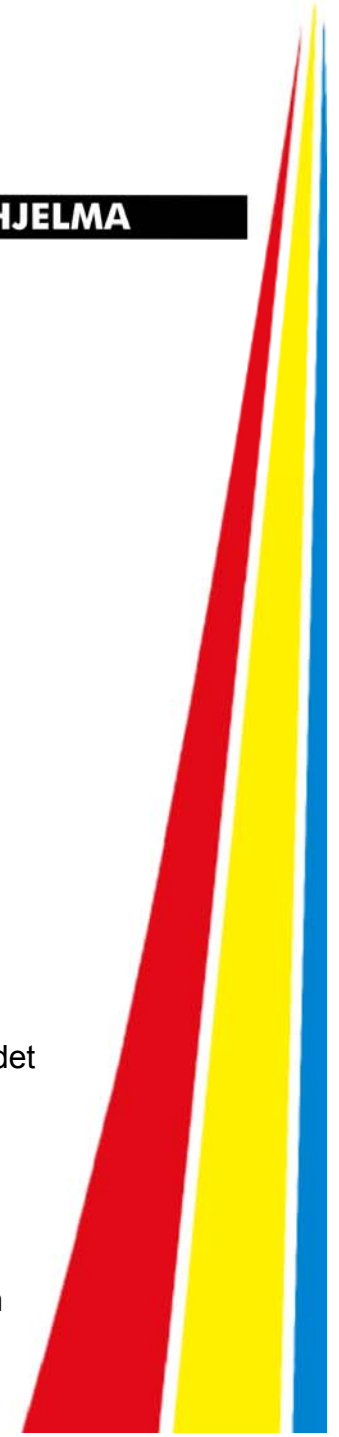
- tilusjärjestelyjen ja alueellisten yksityistiejärjestelyjen käyttömahdollisuudet ja kustannusvaikutukset

DI Kyösti Sormunen, Pohjois-Savon maanmittaustoimisto

- tilus- ja yksityistiejärjestelyjen toteutusmahdollisuuksien selvittely ja kiinteistövaikutusten (KIVA) tarkastelu

DI Tobias Johansson, Vägverket Konsult

- asiantuntijatehtävät, erityisesti Ruotsissa käytetyt ratkaisumallit ja niiden soveltuvuus



Tutkimuksen tavoitteet

- Hakea periaatteellisia, liikennekuolemien poistamisessa entistä kustannustehokkaampia malleja päätieratkaisuille kohtaamisonnettomuuksien rakenteelliseen torjuntaan
- Pohtia mallien soveltamista ja vaikutuksia päätien liikenteeseen sekä paikalliseen liikkumiseen ja liikenteeseen erilaisissa toimintaympäristöissä

$$\text{Hankkeen kustannus-} \\ \text{tehokkuus} = \frac{\text{Onnettomuusvähenemä}}{\text{Hankkeen hinta}}$$

- Selvitetään kustannustehokkuuden molempia elementtejä:
 - missä ja millaisissa kohteissa saadaan suurin kohtaamisonnettomuuksien vähenemä
 - miten hankkeen kustannukset saadaan kohtuullisiksi



Keskikaiteiden turvallisuusvaikutukset Suomessa tehtyjen selvitysten perusteella

- **Ohituskaistoilla varustettujen tiejaksojen turvallisuus**
(Tiehallinnon sisäisiä julkaisuja 43/2002)
 - vakavien onnettomuuksien riski ohituskaistoilla suurempi kuin väliosuuksilla
 - keskikaiteella olisi vaikutusta 30% henkilövahinko- ja 60% kuolemaan johtavissa onnettomuuksissa (arvio tutkijalautakunta-aineiston perusteella)
- **Kohtaamisonnettomuuksien vähentämismahdollisuudet tienpidon keinoin** (Tiehallinnon selvityksiä 40/2006)
 - keskikaiteen avulla voidaan poistaa tehokkaasti kohtaamisonnettomuudet
 - 31% tapahtui pääteillä, joiden KVL on yli 6 000 ajon./vrk
 - 17% tapahtui pääteillä, joiden KVL on 4 000 - 6 000 ajon./vrk
 - > keskikaiteita kannatta ensisijaisesti keskittää näille väylille
 - tärisevällä keskiviivalla voidaan välttää 8% kohtaamisonnettomuuksista (KVL > 3000 ajon./vrk)
 - kunnossapidon tasoa nostamalla voidaan välttää 3% kohtaamisonnettomuuksista (Is, I ja Ib hoitoluokan teillä)

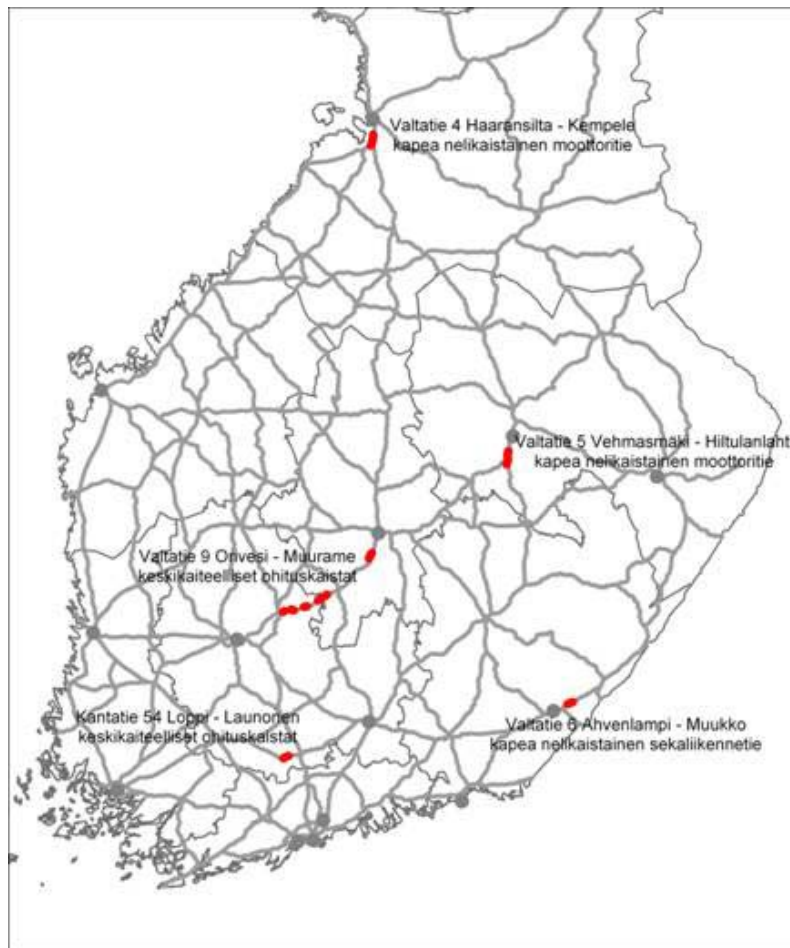


Keskikaiteiden turvallisuusvaikutukset Ruotsissa

- **tutkittu 1100 km keskikaideteitä (rakennettu 1998 -)**
- **keskikaiteiden ansiosta vakavat onnettomuudet (kuolleet ja vakavasti vammautuminen) vähentyneet:**
 - **40 - 55 % teillä joiden nopeusrajoitus on 110 km/h**
 - **60 - 70 % teillä joiden nopeusrajoitus on 90 km/h**
 - **nopeudella on suuri vaikutus turvallisuuteen**
- **kohtaamisonnettomuudet ovat jääneet pois lähes kokonaan**
- **peräänajo-onnettomuudet ovat lisääntyneet (ei yleensä vakavia)**
- **muissa onnettomuusluokissa vähennystä**



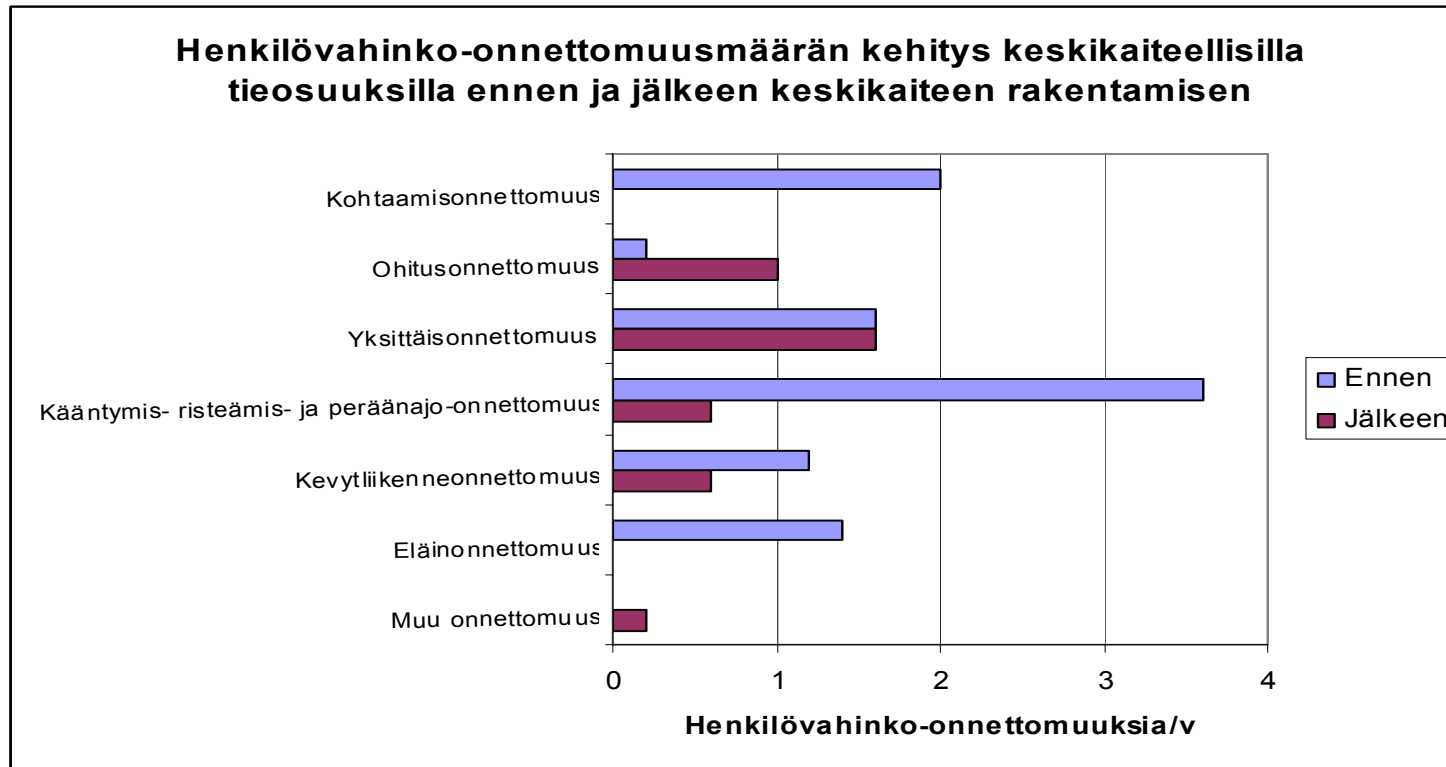
Ennen-jälkeen -tutkimus Suomen keskikaidekohteista (1)



Tutkitut kohteet:

- valtatie 4 Haaransilta - Kempela; kapea nelikaistainen moottoritie, avausvuosi 2003
- valtatie 5 Vehmasmäki - Hiltulanlahti; kapea nelikaistainen moottoritie, avausvuosi 2000
- valtatie 6 Ahvenlampi - Muukko; kapea nelikaistainen sekaliikennetie, avausvuosi 2003
- valtatie 9 Orivesi - Muurame; keskikaiteelliset ohituskaistat, avausvuosi 2003
- kantatie 54 Loppi - Launonen; keskikaiteelliset ohituskaistat, avausvuosi 2002 - 2003

Ennen-jälkeen -tutkimus Suomen keskikaidekohteista (2)



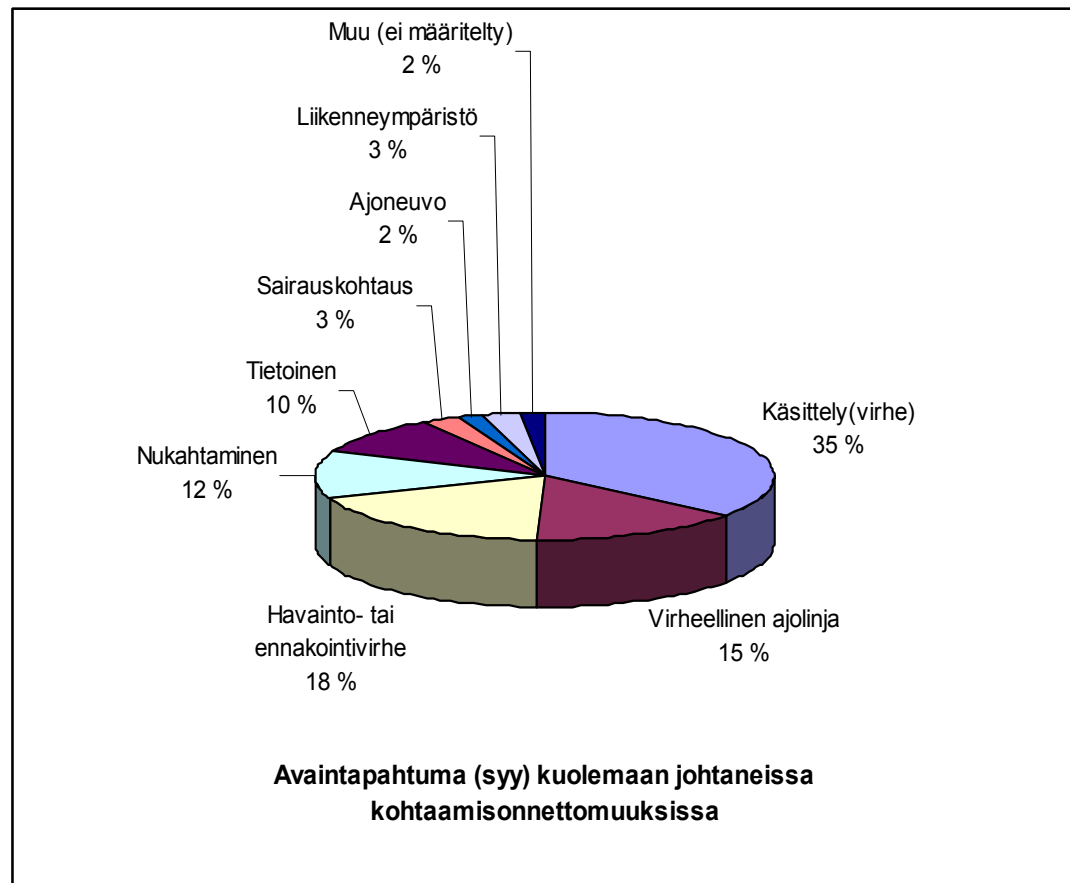
- Henkilövahinko-onnettomuudet vähenevät selvästi
- Onnettomuuksien kokonaismäärä pysyy ennallaan
- Vakavien kohtaamisonnettomuuksien sijaan tapahtuu omaisuusvahinkoon johtavia yksittäisonnettomuuksia ja ohitusonnettomuuksia

Millaisissa olosuhteissa kohtaamisonnettomuuksia sattuu

Kohtaamisonnettomuuksien riskiä lisäävät:

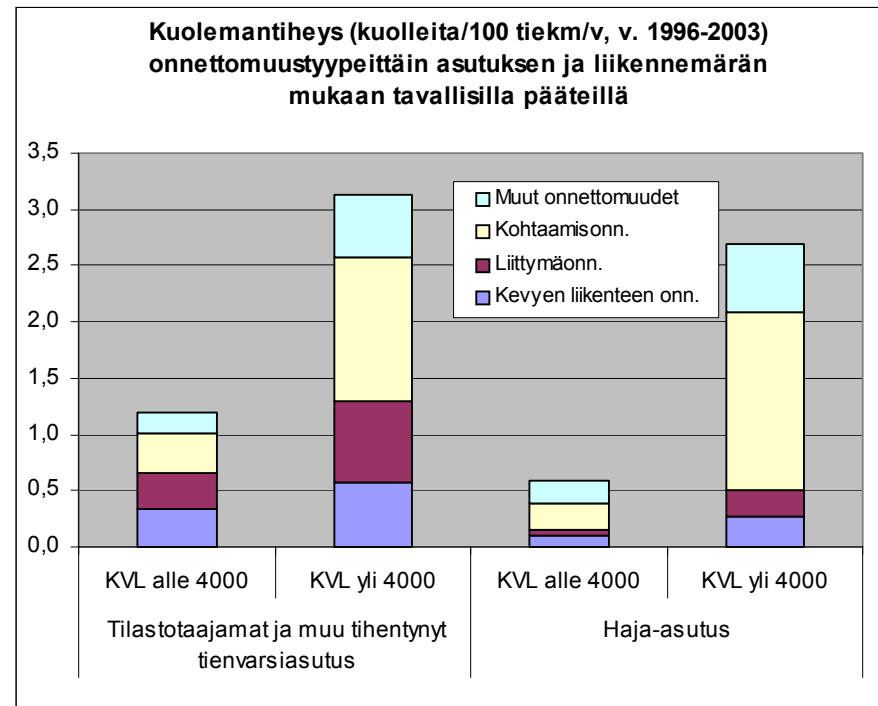
- suuri liikennemäärä
- raskaan liikenteen suuri osuus tai määrä
- korkea nopeustaso
- tien kaarteisuudella ei ole todettu olevan vaikutusta

(Tiehallinnon selvityksiä 23/2003)



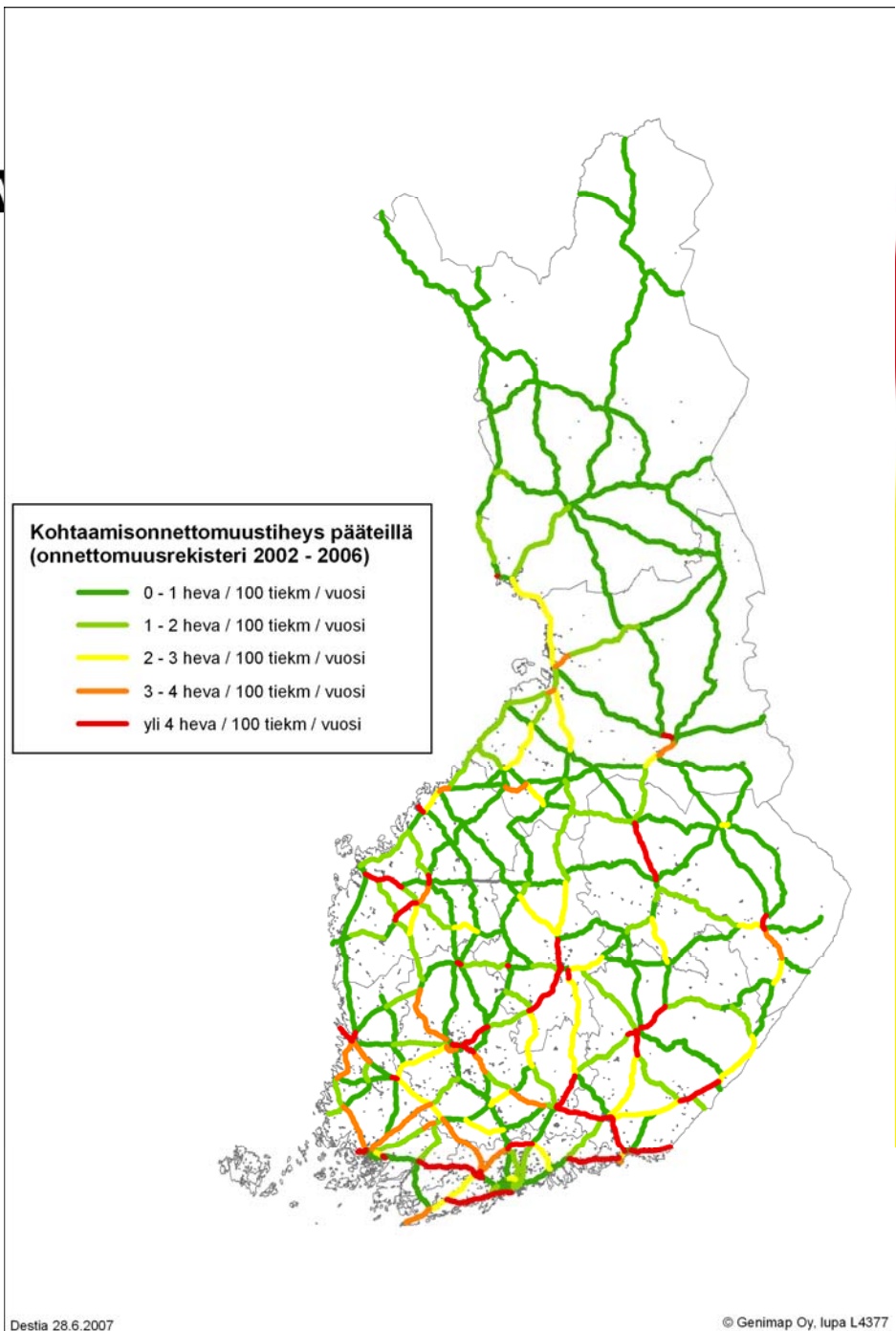
Kohtaamisonnettomuudet ja tienvarsiasutus

- onnettomuustiheys on suurempi tienvarsiasutuksen kohdilla
- kohtaamisonnettomuuksien tiheys ja varsinkin osuus onnettomuuksista (noin 60 %) on kuitenkin suurempi harvaan asutuilla osuuksilla
- johtopäätelmä: keskikaiteilla on saatavissa suurimmat onnettomuusvähennykset vilkasliikenteisten teiden harvaan asutuilla osuuksilla

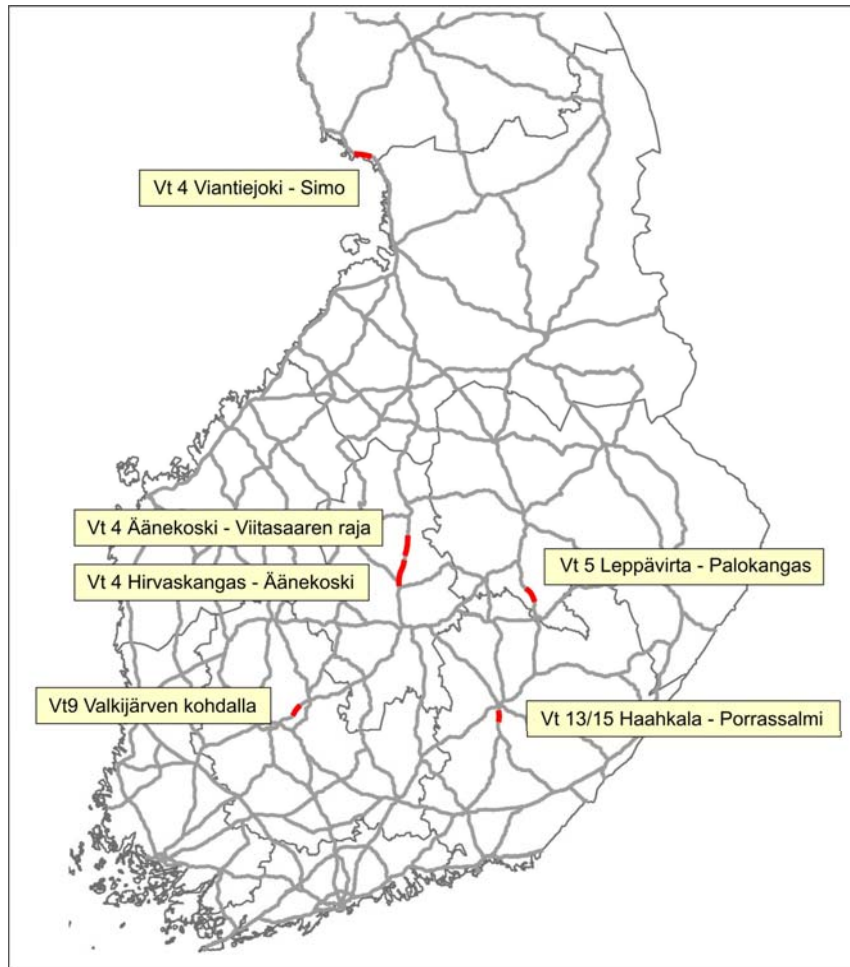


Kohtaamisonnettomuudet pääteillä

- suurimmat kohtaamisonnettomuustiheydet painottuvat vilkasliikenteisille pääteille eteläiseen ja keskiseen Suomeen
- monilla pahimmilla tiejaksoille (yli 4 hvj-onn./100 km/v) hankkeet ovat työn alla tai tulossa lähiaikoina
- kuitenkin pääteillä on runsaasti osuuksia, joille keskikaiteita tulisi toteuttaa välivaiheen osaratkaisuin



Suomen keskikaidehankkeiden kustannukset Esimerkkikohteiden analysointi (1)



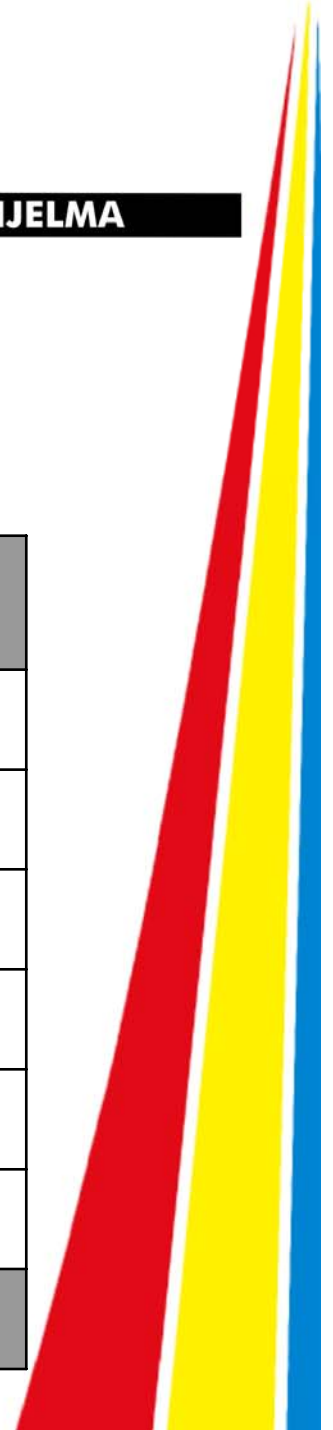
- käyty läpi 6 suunniteltua /toteutettua keskikaidehanketta
- selvitetty erilaisten keskikaideratkaisujen toteuttamiskustannukset ja niiden koostumus
- analysoitu erilaisten keskikaideratkaisujen sisältöä, käytettyjä ratkaisuja ja soveltuvuutta erilaisiin toimintaympäristöihin



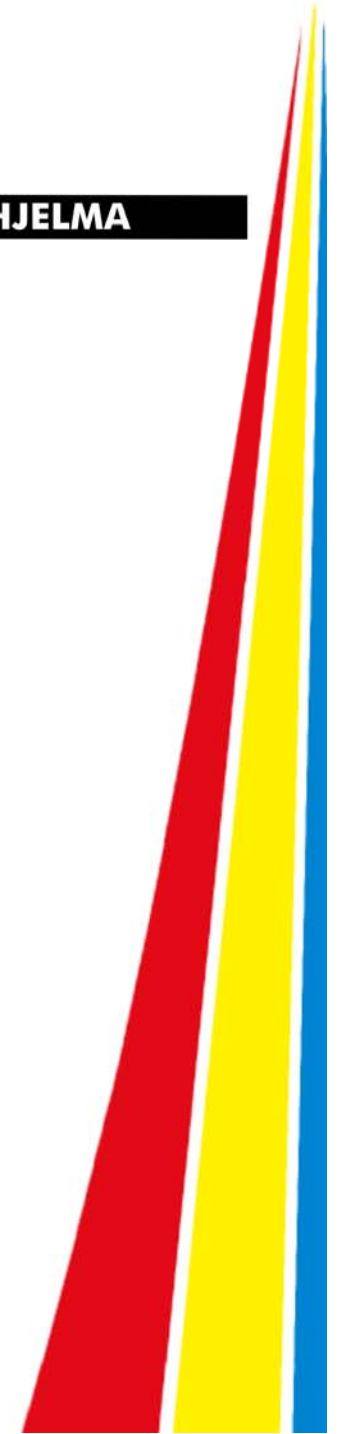
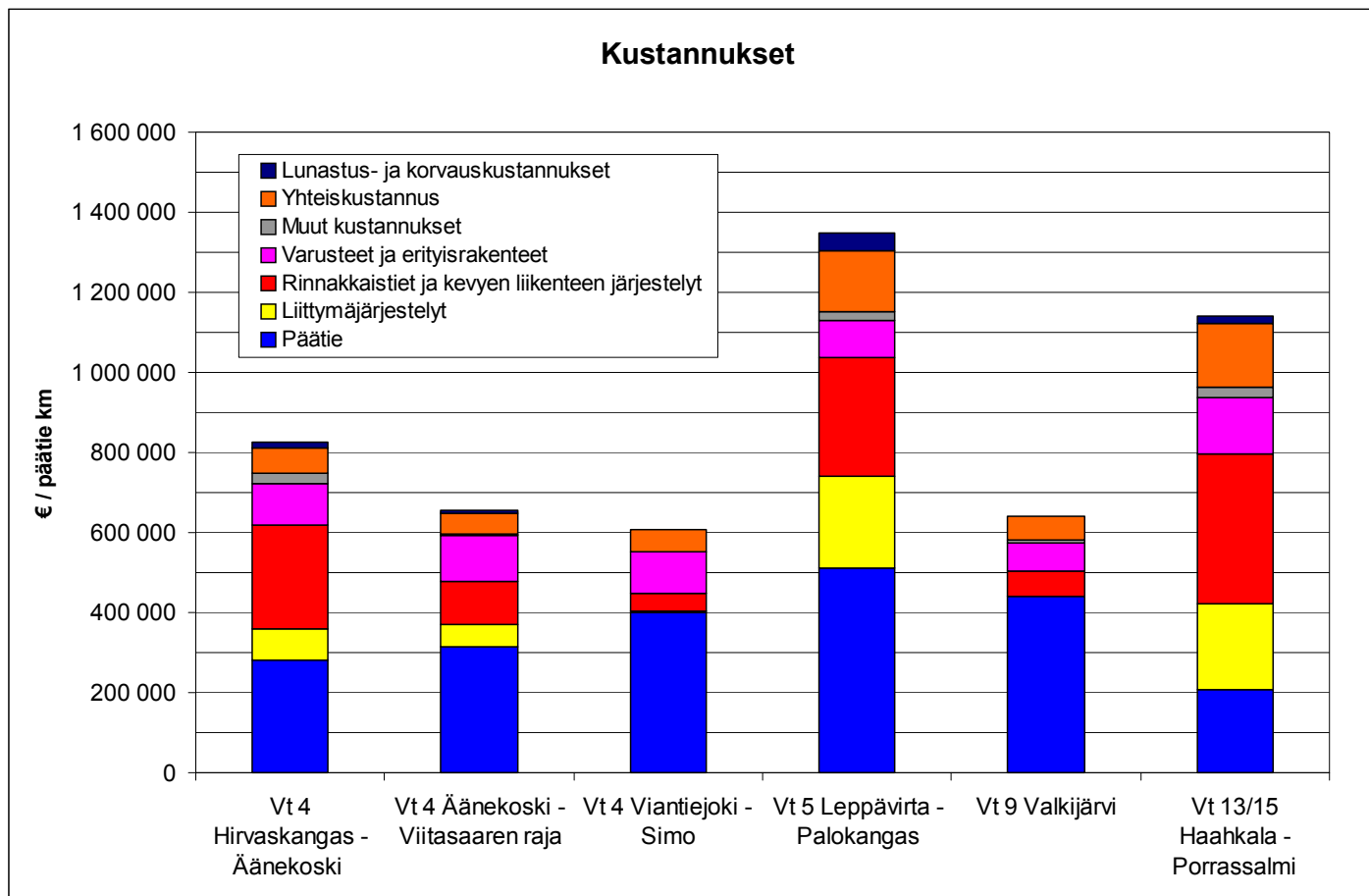
Suomen keskikaidehankkeiden kustannukset Esimerkkikohteiden analysointi (2)

Esimerkkihankkeiden poikkileikkaukset ja keskikaidepituudet

Hanke	1+1	2+1	2+2	Keskikaidet ta yhteensä	Keskikaiteen osuus hankkeen pituudesta
Vt 4 Hirvaskangas - Äänekoski		4,5 km		4,5 km	45 %
Vt 4 Äänekoski - Viitasaaren raja	1,5 km	13,1 km		14,6 km	42 %
Vt 4 Viantiejoki – Simo		5,0 km		5,0 km	95 %
Vt 4 Leppävirta - Palokangas		1,3 km	2,1 km	3,4 km	35 %
Vt 9 Valkijärven kohdalla			3,3 km	3,3 km	70 %
Vt 13/15 Haahkala - Porrassalmi		1,3 km		1,3 km	57 %
Yhteensä	1,5 km	25,2 km	5,4 km	32,1 km	



Suomen keskikaidehankkeiden kustannukset Esimerkkikohteiden analysointi (3)



Suomen keskikaidehankkeiden kustannukset Esimerkkikohteiden analysointi (4)

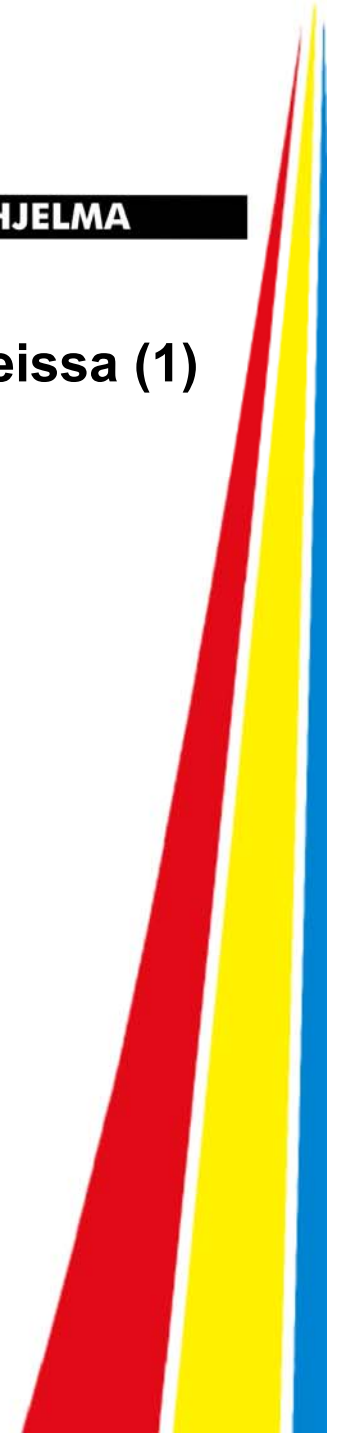
- Hankkeiden kilometrikustannuksissa isoja eroja hankkeen luonteen perusteella
- Kokonaiskustannukset 610 000 - 1 350 000 €/km
 - päätien leventäminen ja muu parantaminen 200 000 - 500 000 €/km
 - liittymäjärjestelyt 0 - 230 000 €/km
 - rinnakkaistiet ja kevyen liikenteen järjestelyt 45 000 - 375 000 €/km
 - valaistus ja erityisrakenteet 70 000 - 140 000 €/km
 - reunakaiteita, melusteitä, riista-aitoja, pohjavesisuojuuksia ym.
- Keskikaiteen hinta 50 000 - 100 000 €/km ei merkittävä kustannuserä
- Hankkeiden päätavoite yleensä muu kuin kohtaamisonnettomuuksien torjunta keskikaiteilla, mikä näkyy hankkeiden sisällössä ja kustannuksissa



Tierakenteen leventämiskustannukset eri poikkileikkaustilanteissa (1)

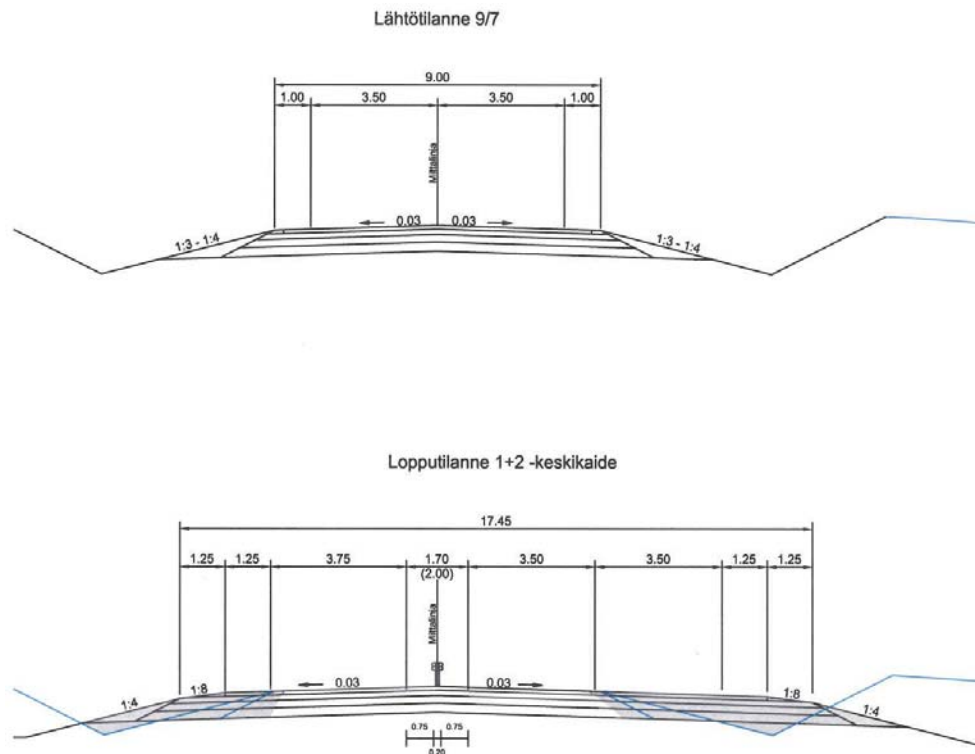
Tarkastellut leventämisvaihtoehdot

Lähtöpoikkileikkaus (tien /ajoradan leveys)	Lopputilanne
8/7 m	1+1 -kaistainen keskikaidetie
8/7 m	2+1 -kaistainen keskikaidetie
9/7 m	1+1 -kaistainen keskikaidetie
9/7 m	2+1 -kaistainen keskikaidetie
9/7 m	2+2 -kaistainen keskikaidetie
12,5/7,5 m	2+1 -kaistainen keskikaidetie
12,5/7,5 m	2+2 -kaistainen keskikaidetie
1+2 -ohituskaista	2+1 -kaistainen keskikaidetie
1+2 -ohituskaista	2+2 -kaistainen keskikaidetie

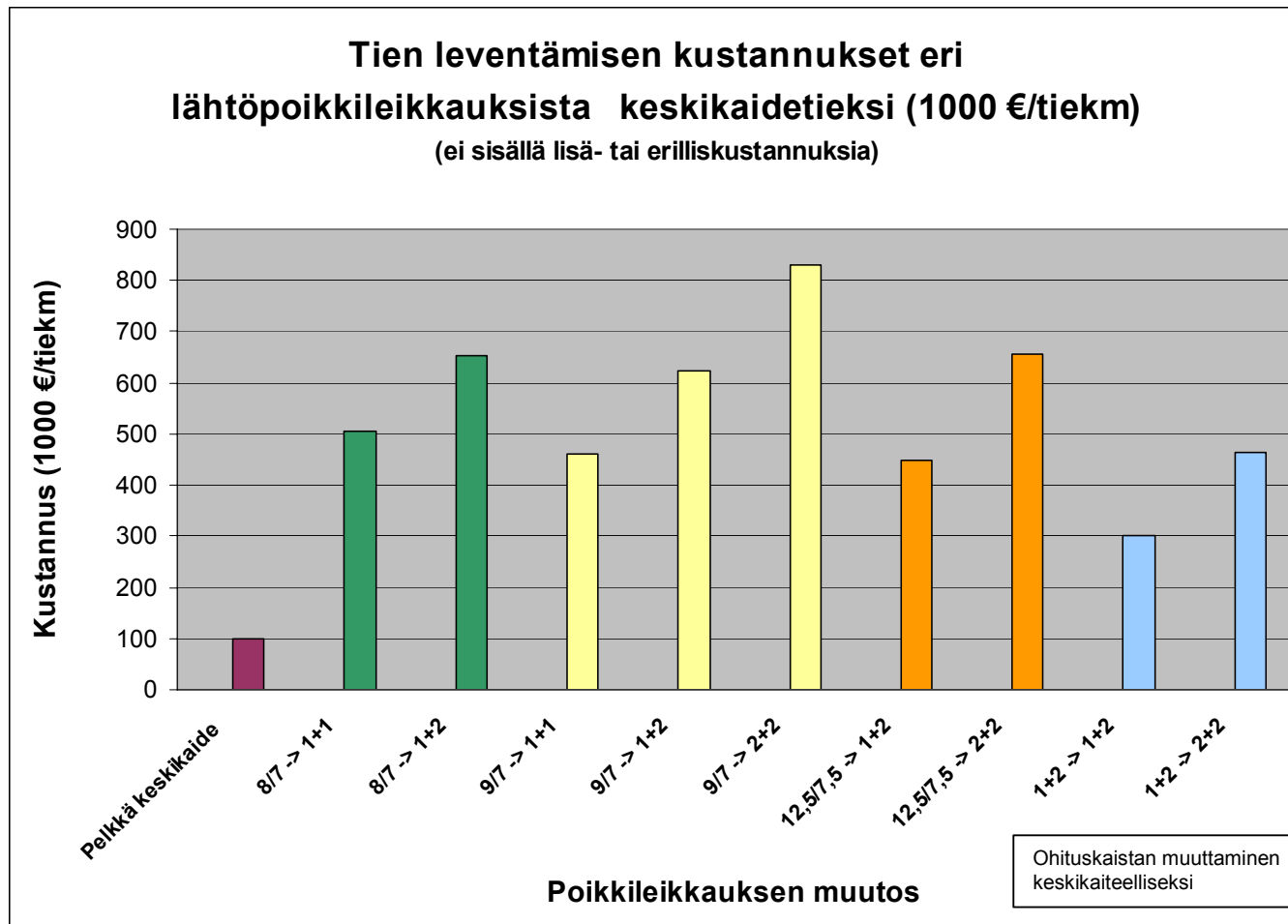


Tierakenteen leventämiskustannukset eri poikkileikkaustilanteissa (2)

Leventämistapa suunniteltu erikseen kullekin
tapaukselle tasaaisessa maastossa

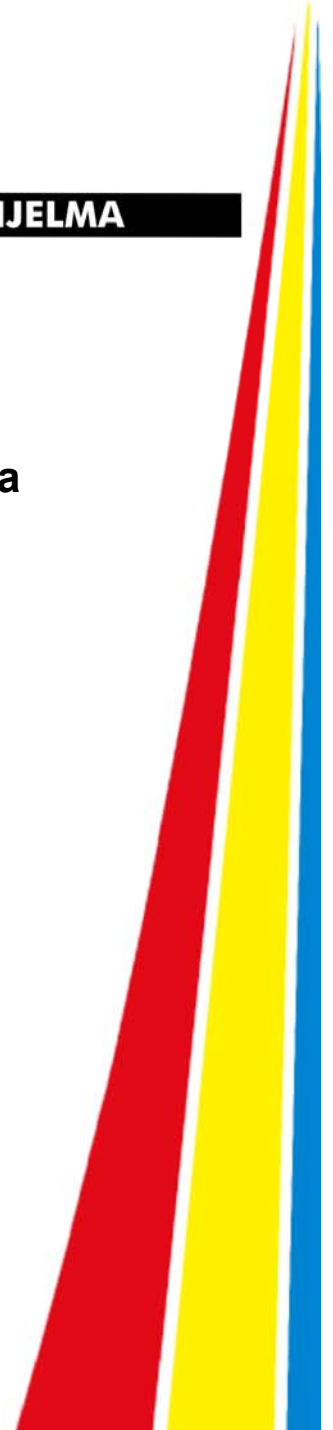


Tierakenteen leventämiskustannukset eri poikkileikkaustilanteissa (3)



Tierakenteen leventämisen kustannukset eri poikkileikkaustilanteissa (5)

- Mikäli tierakennetta joudutaan leventämään, kynnyskustannus korkea 300 000 - 500 000 €/km helpoissa olosuhteissa
- Lisäleventämisen marginaalikustannus 50 000 - 100 000 €/km/lisäleveysmetri
- Johtopäätelmät:
 - mikäli keskikaide voidaan tehdä tietä leventämättä, kustannustehokkuus paranee selvästi
 - mikäli tierakennetta joudutaan leventämään, helpossa maastossa kannattaa leventäminen tehdä kerralla tavoitetilaan
 - vaihtelevasti 2+2 -kaistainen ja leventämätön 1+1 -kaistainen ratkaisu tulee yleensä halvemmaksi kuin jatkuva 2+1 -kaistainen keskikaidetie
 - voi olla välivaiheena jatkuvaan 2+2 -kaistaiseen tiehen, 2+1 -kaistaiseen tiehen tai lopullinen ratkaisu jatkuvan 2+1 -kaistaisen tien sijaan)



Esimerkkejä Ruotsissa käytetyistä keskikaideratkaisuista



- poikkileikkausmitoitus on yleensä tingitympi kuin Suomen ohjeissa



Esimerkkejä Ruotsissa käytetyistä keskikaideratkaisuista

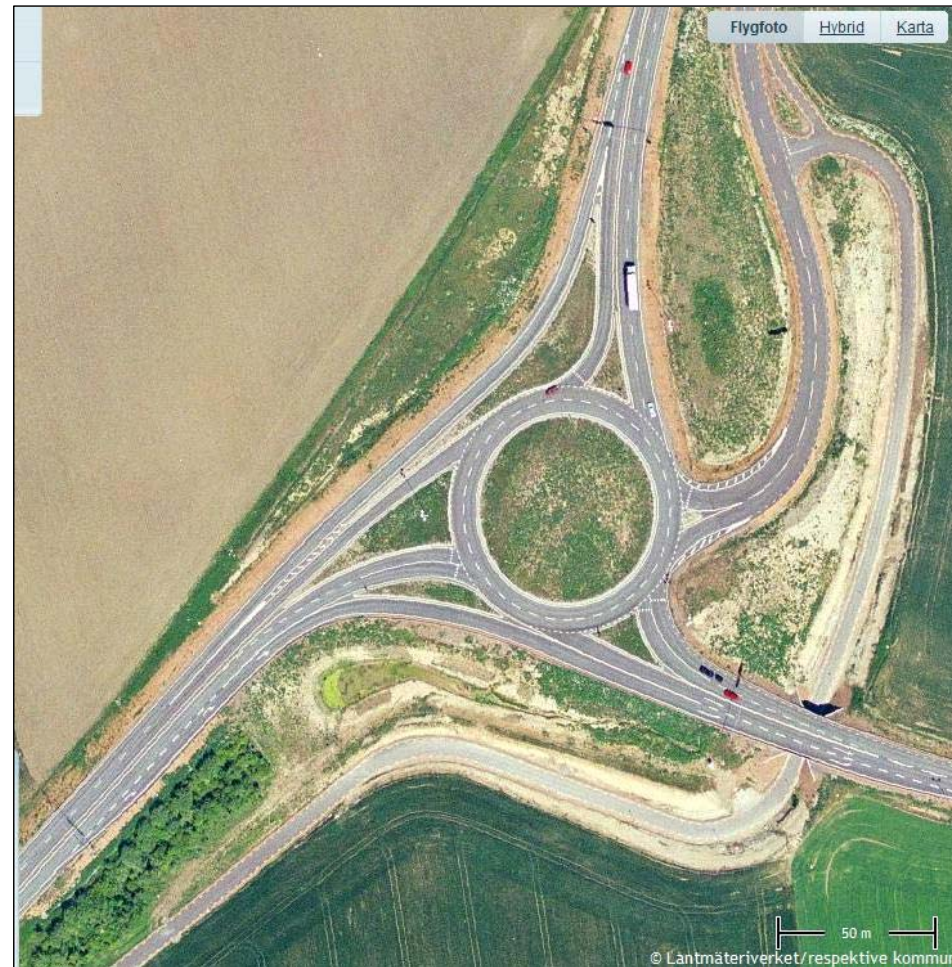


- sekaliikenneteillä käytetään yleensä kanavoituja tasoliittymiä



Esimerkkejä Ruotsissa käytetyistä keskikaideratkaisuista

- kiertoliittymiä käytetään keskikaideteillä, koska ne ovat halvempia kuin eritasoliittymät ja niiden kapasiteettia voidaan lisätä joustavasti mm. oikealle kääntyvien lisäkaistoilla



Esimerkkejä Ruotsissa käytetyistä keskikaideratkaisuista



- liittymissä nopeutta voidaan alentaa sivuttaissiirtymillä ja maavalleilla



Esimerkkejä Ruotsissa käytetyistä keskikaideratkaisuista



- keskikaideaukkoja voidaan käyttää päätien poikkikulkua ja rajoitettua liittymistä varten



Esimerkkejä Ruotsissa käytetyistä keskikaideratkaisuista



- lisäkaista sivusuunnasta päätielle vasemmalle kääntyville (vänstersväng) helpottaa liittymistä
- lisäkaista päättyy muutaman sadan metrin päässä liittymästä ja yhtyy oikeanpuoleiseen ajokaistaan
- liittymässä myös automaattinen nopeusvalvonta

Esimerkkejä Ruotsissa käytetyistä keskikaideratkaisuista



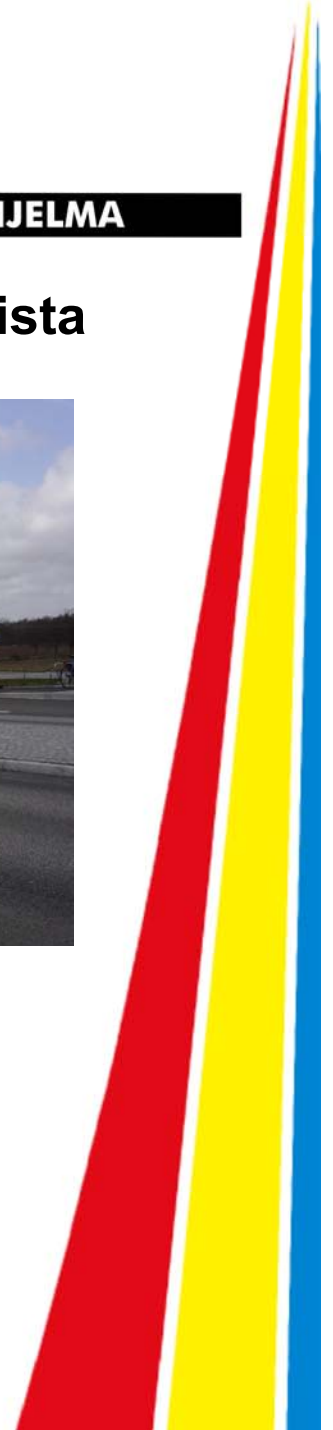
- sivusuunnasta päätielle tuleva ajoneuvo alentaa päätien muuttuvan nopeusrajoituksen



Esimerkkejä Ruotsissa käytetyistä keskikaideratkaisuista



- linja-autopysäkeillä käytetään yleisesti keskisaarekkeellista tasoylitystä (yksi kaista kerrallaan)
- tievalaistusta ei juuri käytetä tielinjalla; mastovalistus on yleinen liittymissä ja pysäkeillä



Esimerkkejä Ruotsissa käytetyistä keskikaideratkaisuista

- keskikaiteina käytetään yleensä vaijerikaidetta
- kuvan kaidetyypissä vaijerit ovat helposti nostettavissa pois, mikä helpottaa häiriö- ja onnettomuustilanteiden liikenteen hoitamista



Tilusjärjestelyt keskikaidehankkeissa

- maatalouden rakennemuutosten vuoksi tilojen peltopinta-alat ovat kasvaneet ja peltolohkot sijaitsevat entistä kauempana ja hajallaan
- tämä lisää hidasta maatalousliikennettä pääteille
- keskikaidehankkeissa on mahdollista saada kustannussäästöjä yhdistämällä tiesuunnitteluun kiinteistövaikutusten arviointi (KIVA) ja maatalousliikenteen kulkuyhteyksien suunnittelu yhdessä maanviljelijöiden kanssa
- alikulkukäytävien määrää ja hidasta maatalousliikennettä keskikaidetiellä voidaan vähentää tekemällä tilusjärjestelyitä, yksityistiejärjestelyjä sekä rakentamalla rinnakkaisteitä
- esimerkiksi valtatie 4 Haaransilta - Kempele -tiehankkeessa tilusjärjestelyiden avulla olisi voitu säästää noin 420 000 € alikulkujen rakentamisessa



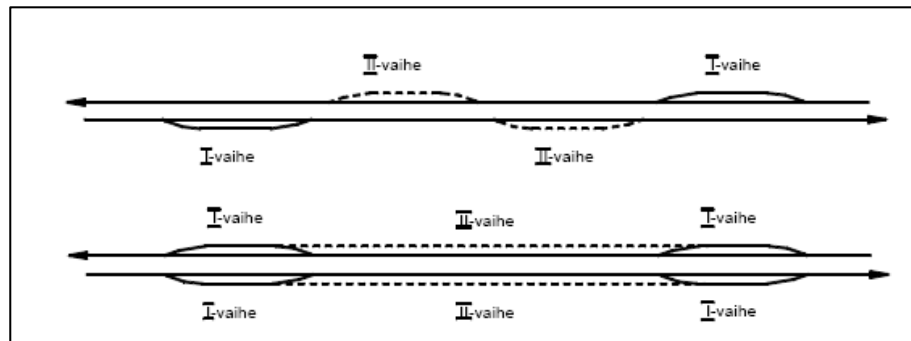
Keskikaidehankkeiden toimintalinjoista

- **Helpoimmat osuudet ensiksi**
 - **niukalla rahoituksella saadaan enemmän keskikaidepituutta, kun yksittäisillä tiejaksoilla tehdään ensiksi helpoimmat ja halvimmat osuudet**
 - **edullisia ovat kohteet, joissa tierakennetta ei tarvitse leventää ja joissa rinnakkaistie-, risteys- ja kevyen liikenteen järjestelyjä tarvitaan vähän tai ne on jo tehty**
 - **esimerkiksi nykyiset keskikaiteettomat ohituskaistat ovat yleensä tällaisia**



Keskikaidehankkeiden toimintalinjoista (2)

- Vaiheittain rakentaminen
 - sopivin välein helppoihin kohtiin 2+2 -keskikaideosuudet ja väliin aluksi leventämättä jätettävät osuudet on halvempi ratkaisu kuin jatkuva 2+1 -kaistainen keskikaidetie
 - tie voidaan myöhemmin täydentää jatkuvaksi 2+2 -kaistaiseksi, jatkuvaksi 2+1 -kaistaiseksi tai välillä 1+1 -kaistaisia osuuksia sisältäväksi keskikaidetieksi
 - rinnakkaisteitä ja kevyen liikenteen järjestelyjä vaativat tiheän asutuksen kohdat, järeät liittymäjärjestelyt, sillat, leikkaukset, penkereet ja muut kalliit osuudet voidaan jättää myöhemmin tehtäviksi



Keskikaidehankkeiden toimintalinjoista (3)

- **Keskikaideratkaisujen keventäminen**
 - poikkileikkausmitoitus voidaan Ruotsin esimerkkien mukaisesti tehdä tingitympänä, mikäli näin voidaan välttää tierakenteen leventäminen, etenkin mikäli kevyttä ja/tai hidasta liikennettä on vähän tai se voidaan helposti saada rinnakkaisväylälle
 - vähemmän käytetyillä linja-autopysäkeillä tien ylitys voidaan toteuttaa tasossa turvasaarekkeilla 1+1 -kaistaisilla kohdilla
 - maatalouden alikulkuja voidaan vähentää tilusjärjestelyjen avulla
 - hiljaisille liittymille voidaan sallia päätien poikkikulku ja rajoitettu liittyminen keskikaideaukkojen kautta

