

Tielaitos

Tunnin pilotti – Talvihoidon toimenpideajan lyhentämisen vaikutus liikenneturvallisuuteen

**Tielaitoksen
sisäisiä
julkaisuja**

47/2000

Helsinki 2000

TIEHALLINTO
Tie- ja
liikennetekniikka

Tielaitoksen sisäisiä julkaisuja
47/2000

**Tunnin pilotti – Talvihoidon
toimenpideajan lyhentämisen vaikutus
liikenneturvallisuuteen**

Tielaitos
TIEHALLINTO

Helsinki 2000

Oy Edita AB
Helsinki 2000

TIEL 4000266

Joutsenmerkin arvoinen paperi

Tielaitos
TIEHALLINTO
Tie- ja liikennetekniikka
Opastinsilta 12 A
PL 33
00521 HELSINKI
Puhelinvaihte 0204 44 150

TAPIO Juha, KATAJISTO Petteri: Tunnin pilotti – Talvihoidon toimenpideaajan lyhentämisen vaikutus liikenneturvallisuuteen. Helsinki 2000. Tielaitos, Tie- ja liikennetekniikka, Tielaitoksen sisäisiä julkaisuja 47/2000. 35s. + liitt. TIEL 4000266.

Aiheluokka: 70, 71, 80

Asiasanat: talvihoito, toimenpideaika, liikenneturvallisuus

TIIVISTELMÄ

Turun tiepiiri lyhensi talviajan liukkauden torjunnan toimenpideaikaa kahdesta tunnista yhteen tuntiin helmikuusta 1998 alkaen. Lyhennetty toimenpideaika koskee valtatiötä 1 välillä Suomusjärvi-Turku sekä valtatiötä 8 välillä Turku-Pori. Kyseisillä teillä talviajan onnettomuusasteet ovat olleet keskimääräistä korkeampia.

Toimenpideaajan lyhentämisen liikenneturvallisuusvaikutuksia selvitettiin kahden seurantatalven aikana kolmella eri menetelmällä. Tilastollisesti merkitseviä liikenneturvallisuusvaikutuksia ei voitu osoittaa. Kuitenkin sekä onnettomuusaineiston että hoidon toteutumisen seurannan perusteella löydettiin viitteitä liikenneturvallisuuden paranemisesta. Tiesäädäntö pohjalta arviota ei kyetty tekemään lainkaan aineiston puutteiden vuoksi.

Onnettomuusaineiston perusteella kaikkien talviajan henkilövahinko-onnettomuuksien määrä oli kasvanut koealueella hieman vertailualueutta enemmän. Ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Talviajan liukkaan kelin henkilövahinko-onnettomuudet sen sijaan olivat koealueella lisääntyneet vähemmän kuin vertailualueella. Tämäkään ero ei kuitenkaan ollut tilastollisesti merkitsevä.

Hoidon toteutumisen seurannan perusteella jäisen kelin vähenemisestä aiheutuneeksi laskennalliseksi henkilövahinko-onnettomuuksien vähenemäksi saatiin ensimmäisen seurantatalven aikana 0,19-0,39 hvj-onnettomuutta talvikaudessa ja vastaavasti toisen seurantatalven aikana 0,53-1,09 hvj-onnettomuutta talvikaudessa. Tämä vastasi talvikauden liukkaan kelin onnettomuuksien määrän (18 vuodessa) vähenemistä 1,0-6,1 %. Vastaavasti kaikkiin talvikauden onnettomuuksiin (30 vuodessa) saatiin 0,6-3,6 %:n vähenemä. Kahden seurantatalven keskiarvona kokeilun laskennallinen vähenemä oli 0,5 hvj-onnettomuutta talvikaudessa. Tässä yhteydessä ei kyetty määrittämään toimenpideaajan lyhentämisen vaikutusta lumisen tai sohjoisen kelin määrään, mistä syystä edellä esitettyjä arvioita voidaan pitää vaikutuksen minimiarvona.

Kokeilun kustannuksiksi arvioitiin n. 1,2 mmk vuodessa. Kahden vuoden keskimääräinen hyötykustannussuhde oli 0,4, joka on samaa tasoa nelihaara-liittymän täyskanavoinnin ja ympäristön pehmentämisen tai kaiteen kanssa.

ALKUSANAT

Tämä selvitys on osa ns. Tunnin pilotti –tutkimusta. Selvityksen on tilannut Tiehallinnon Tie- ja liikennetekniikkayksikkö.

Raportissa käsitellään Turun tiepiirissä toteutetun teiden talvihoidon toimenpiteajan lyhentämisen liikenneturvallisuusvaikutuksia kahden seurantatalven ajalta (1998-2000).

Raportin ovat laatineet Juha Tapio ja Petteri Katajisto VTT Yhdyskuntatekniikasta. Tilaajan edustajina ohjaavassa työryhmässä olivat Anne Leppänen (Htl), Rauno Kuusela (Länsi-Suomen tuotantoalue, t&k) sekä Reijo Hörkkö (Turun tiepiiri).

Helsingissä joulukuussa 2000

Tielaitos

Tie- ja liikennetekniikka

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	9	
1.1	Tausta	9	
1.2	Tavoitteet	9	
2	AINEISTO JA MENETELMÄT	10	
2.1	Tutkimusasetelma	10	
2.2	Aineiston kuvaus	10	
2.3	Onnettomuusaineiston käsittely	11	
2.4	Tiesäaasemilta kerätyn aineiston käsittely	13	
2.4.1	Liukkaan ja lumisen kelin laskenta-algoritmin määrittely	13	
2.4.2	Lumisen tai liukkaan kelin määrän laskenta tiesäaasemadatan perusteella	14	
2.4.3	Tiesäaasemien kelitiedon vertailu kitkamittauksiin	15	
2.5	Hoidon toteutumiseen liittyvän tiedon käsittely	18	
3	TULOKSET	21	
3.1	Tilastollinen onnettomuustarkastelu	21	
3.1.1	Kaikki talviajan henkilövahinko-onnettomuudet	21	
3.1.2	Liukkaan kelin onnettomuudet	25	
3.2	Tiesäaasemien kelitiedot	28	
3.3	Liikenneturvallisuusvaikutukset hoidon toteutumisen arvioinnin perusteella	30	
4	JOHTOPÄÄTÖKSET	36	
	KIRJALLISUUSVIITTEET	38	
	LIITTEET	39	

1 JOHDANTO

1.1 Tausta

Turun tiepiiri on lyhentänyt liukkauden torjunnan toimenpideaikaa kahdesta tunnista yhteen tuntiin. Toimenpideajan lyhennys otettiin käyttöön helmikuussa 1998. Lyhennetty toimenpideaika koskee valtatiötä 1 välillä Suomusjärvi – Turku sekä valtatiötä 8 välillä Turku – Pori. Teiden talviajan onnettomuusasteet ovat olleet keskimääräistä korkeampia.

Toimenpideajan lyhentämisellä pyritään vähentämään liukkaan kelin määrää erityisesti sään muutostilanteissa. Liukkaudentorjunnan toimenpideaika tarkoittaa aikaa laatuvaatimuksen alituksesta työn toteutuksen loppuun (tie on suolattu, hiekoitettu tai karhennettu).

Käytännössä toimenpideajan lyhentäminen toteutettiin mitoittamalla auraus- ja suolauslenkit uudelleen niin, että ne voidaan kiertää lyhyemmän toimenpideajan puitteissa. Tämän lisäksi kelikeskuksessa pyrittiin käytettävissä olevien tietolähteiden perusteella ennakoimaan liukkaan kelin syntymistä ja hälyttämään kunnossapitoyksiköt työhön hyvissä ajoin.

1.2 Tavoitteet

Toimenpideajan lyhentämisen vaikutuksia selvitetään Tunnin pilotti – tutkimuksessa. Tarkastelun kohteena ovat mm. vaikutukset liikenneturvallisuuteen, liikenteen sujuvuuteen, hoidon laatuun ja kustannuksiin.

Tässä osaraportissa tarkastellaan toimenpideajan lyhentämisen vaikutuksia liikenneturvallisuuteen. Tutkimus tuottaa myös tietoa tiesäädäntä soveltuvuudesta tämän tyyppisiin tarkasteluihin.

2 AINEISTO JA MENETELMÄT

2.1 Tutkimusasetelma

Toimenpideajan lyhentämisen liikenneturvallisuusvaikutuksia tutkittiin poliisin raporttoimista onnettomuuksista kerättyjen tilastojen perusteella sekä arvioimalla lyhentämisen aiheuttamia muutoksia liukkaan ja lumisen kelin määrissä. Vertailun vuoksi liikenneturvallisuusvaikutuksia selvitettiin myös TARVA –ohjelmalla (tienpidon Turvallisuusvaikutusten Arviointi Vaikutuskertoimilla). Koska ohjelman käyttämät vaikutuskertoimet talvihoidon tehostamisen osalta ovat karkeahkoja arvioita, on niitä tämän tutkimuksen pohjalta mahdollisuus tarkentaa.

Liukkaan ja lumisen kelin määrää kartoitettiin tiesäädatan sekä yhden tunnin toimenpideajan toteutumisen seurannan perusteella. Liukkaan kelin määrässä tapahtuneiden muutosten perusteella voidaan laskea onnettomuuksien määrän laskennallinen muutos, kun tiedetään liukkaan ja pitävän kelin onnettomuusriskit.

Onnettomuustilastojen ja tiesäädatan analysoinnin osalta tutkimus on ennen-jälkeen -tutkimus vertailuaineistolla. Toimenpideajan toteutuminen sen sijaan perustuu kokeilun aikana tehtyihin havaintoihin kokeilun onnistumisesta.

2.2 Aineiston kuvaus

Kokeilu kohdistuu yhteensä n. 250 km pituiselle pääteijaksolle valtatiellä 1 välillä Suomensjärvi-Turku sekä valtatiellä 8 välillä Turku-Pori. Jatkossa alueesta käytetään nimitystä koealue. Vaikka kokeilu kohdistuu varsinaisesti em. teille, on todennäköistä, että se jossain määrin vaikuttaa myös muiden piirin pääteiden talvihoitoon (mm. liikkeelle lähtö nopeutuu). Tästä syystä vertailualueiksi valittiin saman tyyppisiä tieosuuksia Turun tiepiirin ulkopuolelta. Näin haluttiin varmistaa, että kokeilu ei millään tavalla vaikuta vertailualueilla havaittaviin muutoksiin. Vertailualueiden valinnassa pyrittiin myös ottamaan huomioon rannikon läheisyys.

Tiesäädatan osalta vertailualueeksi valittiin valtatieltä 8 Vaasan tiepiiriin kuuluva Vaasan eteläpuolinen osuus sekä valtatieltä 2 Turun ja Hämeen tiepiireihin kuuluvat osuudet, yhteispituudeltaan 290 km.

Onnettomuustietojen analysoinnissa koealueesta poistettiin valtatie 1:n tieosat 29-36, jotka on kesken tarkastelujakson parannettu moottoritieksi. Vertailuaineistona onnettomuusanalyysissä olivat valtatie 8 Vaasan tiepiirin rajalta Vaasaan sekä valtatie 1 Uudenmaan tiepiirin alueella välillä Kehä III - Turun tiepiirin raja. Lisäksi tehtiin vertailu koko maan onnettomuuskehitykseen. Alkuperäisen suunnitelman mukaan onnettomuustilastotarkastelussa piti käyttää samoja vertailuteitä kuin tiesäädatan analysoinnissa. Valtatietä 2

ei kuitenkaan voitu käyttää vertailuaineistona, koska tien pientareita oli levennetty ennen -jakson aikana.

Liukkauden torjunnan toimenpideajan lyhentämiskokeilun alkamisajankohta (helmikuu 1998) rajaa tutkimuksessa käytetyt aineistot ennen ja jälkeen -jaksoihin. Onnettomuusaineiston ennen -jakso käsittää viisi talvikautta 1992-1993...1996-1997. Talvikausi tarkoittaa aikaa marraskuun alusta maaliskuun loppuun. Vastaavasti jälkeen -jakso käsittää kaksi talvikautta 1998-1999 ja 1999-2000. Talvi 1997-98 oli kevään osalta Tunnin pilotti -kokeilun käynnistysvaihetta, ja se on jätetty tarkastelun ulkopuolelle. Tiesääaineiston ennen -jakso käsittää vastaavasti talvikaudet 1992-1993...1996-1997 ja jälkeen -jakso puolestaan talvikauden 1998-1999. Tiesäädatan puutteellisuuden vuoksi sitä ei analysoitu toisen kokeilutalven 1999-2000 osalta lainkaan.

Tunnin pilotti –tutkimukseen kuuluvan hoidon toteutumista tarkastelleen osatutkimuksen yhteydessä on määritetty tieosan tarkkuudella toimenpideajan lyhentämisellä saavutettu liukkaan kelin (tien pinta jäinen) vähenemä koealueella talvikausien 1998–1999 ja 1999-2000 aikana. Tässä yhteydessä ei kyetty määrittämään toimenpideajan lyhentämisen mahdollisia vaikutuksia lumisen tai sohjoisen kelin määrään, koska esim. lumisateen päättymisajankohta on usein vaikeasti määriteltävissä.

2.3 Onnettomuusaineiston käsittely

Onnettomuusaineiston osalta tutkimuksessa keskityttiin analysoimaan talviajan henkilövahinkoon johtaneita onnettomuuksia. Omaisuusvahinkoon johtavista onnettomuuksista tulee tilastoihin vain noin 20 prosenttia, ja niiden kirjaamiskäytäntö vaihtelee jonkin verran alueittain. Uudenmaan tiepiiri ei esimerkiksi ole tallentanut pelkästään omaisuusvahinkoja aiheuttaneita onnettomuuksia vuosilta 1992-1995 lainkaan. Kuolemaan johtaneita onnettomuuksia taas tapahtuu koealueen teillä niin vähän, että satunnaisvaihtelun vuoksi ne eivät muodosta luotettavaa aineistoa analyysin pohjaksi.

Talviajan henkilövahinko-onnettomuuksia tarkasteltiin kahtena kokonaisuutena. Ensimmäisessä vaiheessa analysoitiin kaikki talviajan henkilövahinkoon johtaneet onnettomuudet koeaineiston ja vertailuaineiston osalta sekä tehtiin rinnastus myös muun maan yleisten teiden ja pääteiden talviajan henkilövahinko-onnettomuuksiin. Kokeilun vaikutusta onnettomuuksien määrään tarkasteltiin mm. vertaamalla ennen- ja jälkeen -jaksojen keskiarvoja. Lisäksi aineistoille laskettiin onnettomuusasteet vuosittain. Myös yksittäisonnettomuuksien ja kohtaamisonnettomuuksien osuuksia kaikista henkilövahinkoon johtaneista onnettomuuksista vertailtiin aineistojen välillä.

Toisessa vaiheessa tarkasteltiin erikseen talviaikana tapahtuneita liukkaan kelin onnettomuuksia. Kokeilun vaikutusta onnettomuuksien määrään tarkasteltiin mm. vertaamalla ennen- ja jälkeen -jaksojen keskiarvoja. Aineistoille laskettiin myös liukkaan kelin onnettomuuksien suhteelliset osuudet kaikista talviaikana tapahtuneista onnettomuuksista ja seurattiin osuuksissa tapahtuneita muutoksia talvikausittain.

2.4 Tiesääsemilta kerätyn aineiston käsittely

2.4.1 Liukkaan ja lumisen kelin laskenta-algoritmin määrittely

Kelin määrittämiseen sovellettiin Tielaitoksessa laadittuja muuttuvien info- ja nopeusrajoitusmerkkien automaattisessa ohjauksessa käytettäviä ohjausehtoja. *Taulukossa 1* esitetään ohjauksessa käytetyt anturit sekä niiden mahdolliset arvot.

Taulukko 1. Ohjausehdoissa käytetyt anturit ja niiden mahdolliset arvot.

ANTURI	ARVO
Tienpinnan lämpötila, A(3)	Celsiusaste
Tuulen keskinopeus 10 min ajalta, A(16)	Metri/sekunti
Sataako ja miten paljon, A(22)	0=pouta, 1=heikko, 2=kohtalainen, 3=runsas, 4=heik. lumi, 5=koht.lumi, 6=runsas lumi
Sateen olomuoto, A(25)	7=pouta, 8=hyvin heikko, 9=tiikkusade, 10=vesisade, 11=lumisade, 12=märkä räntä, 13=räntä, 14=rakeita, 15=jääkiteitä, 16=lumijyvä, 17=lumirakeita, 18=jäätävä tiikka, 19=jäätävä sade,
Näkyvyys, A(26)	Kilometriä
Kelitieto 1, A(27)	0=vikaa, 1=kuiva, 2=kostea, 3=märkä, 4=märkä+suolattu, 5=kuura, 6=lumi, 7=jäinen, 8=kostea+suolattu

Muuttuvien info- ja nopeusrajoitusmerkkien automaattisessa ohjauksessa käytetään neljää keliluokkaa:

- A on hyvä keli, nopeusrajoitus 100 km/h
- B on normaali keli, nopeusrajoitus 100 km/h
- C on huono keli, nopeusrajoitus 80 km/h
- D erittäin huono keli, nopeusrajoitus 60 km/h

Tämän tutkimuksen kannalta mielenkiintoisia ovat luokat C ja D, joiden ohjausehdot esitetään yksityiskohtaisemmin *taulukkoissa 2 ja 3*. Ehdon matemaattinen tulkinta –sarakeessa merkintä ”A(27)” tarkoittaa anturin 27 arvoa, muut anturit on esitetty vastaavasti. Keliluokka toteutuu, jos jokin ehdoista täyttyy.

Taulukko 2. Keliluokan C toteutumisen ehdot /1/.

LUOKKA C Ehto sanallisesti	Ehdon matemaattinen tulkinta
”Tiellä on lunta tai jäätä sekä tienpinnan lämpötila on alle +2°C”	$A(27)=6$ tai $A(27)=7$ ja $A(3)<2$
”Tien pinta on märkä sekä on runsasta sadetta”	$A(27)=3$ ja $(A(22)=3$ tai $A(22)=6)$
”Tienpinta on märkä ja suolainen sekä on runsasta sadetta”	$A(27)=4$ ja $(A(22)=3$ tai $A(22)=6)$
”Näkyvyys on alla 200 metriä”	$A(26)<0,2$
”Tuulen keskinopeus on suurempi tai yhtä suuri kuin 17 m/s”	$A(16)\geq 17$

Taulukko 3. Keliluokan D toteutumisen ehdot /1/.

LUOKKA D Ehto sanallisesti	Ehdon matemaattinen tulkinta
”Näkyvyys on alle 100 m”	$A(26)<0,1$
”Liikenneolosuhteet muutoin poikkeuksellisen huonot”	$A(22)=6$ tai $A(27)=7$

Edellä kuvatuista ohjausehdoista ehto ”tiellä on lunta tai jäätä ja tienpinnan lämpötila $< 2^{\circ}\text{C}$ ” soveltuu parhaiten käytettäväksi tässä tutkimuksessa. Muut ehdot, ehto ”Liikenneolosuhteet muutoin poikkeuksellisen huonot” lukuun ottamatta, eivät huomioi tien pinnan liukkautta vaan mittaavat muita olosuhdetekijöitä. Viimeksi mainitusta ehdosta tienpinnan liukkautta koskeva osa $A(27)=7$ tulee huomioon otetuksi ehdossa ”tiellä on lunta tai jäätä ja tienpinnan lämpötila $< 2^{\circ}\text{C}$ ”.

2.4.2 Lumisen tai liukkaan kelin määrän laskenta tiesääasemadatan perusteella

Tiesäadataa kerättiin kaikkiaan 14 asemalta, joista seitsemän sijaitsi koealueella ja seitsemän vertailualueella. Asemat esitetään taulukossa 4.

Taulukko 4. Koealueen ja vertailualueen tiesääasemat.

KOEALUE	VERTAILUALUE
2001, vt1 Kurjenmäki	1007, vt2 Salkola
2004, vt1 Tupuri	4003, vt2 Humppila
2005, vt1 Hintanmäki	10001, vt8 Kristiina
2002, vt8 Ihode	10002, vt8 Närpiö
2003, vt8 Eurajoki	10012, vt8 Pirttikylä
2008, vt8 Mynämotelli	10026, vt8 Lapväärtti
2021, vt8, Masku	10027, vt8 Riimala

Kerätty tiesääaineisto käytiin läpi asemittain, jokainen talvikausi tarkasteltiin omana kokonaisuutenaan. Normaalityössä toimivan tiesääseman havaittiin keräävän tietoja 3-4 kertaa tunnissa. Toisinaan esiintyi kuitenkin tilanteita, jolloin asema lähetti vain 1-2 havaintoa tunnissa. Oli myös tilanteita, jolloin asema oli tunteja rekisteröimättä tietoja lainkaan. Pahimmissa tapauksissa dataa puuttui muutaman viikon ajalta yhtäjaksoisesti. Kelin määrittäminen kattavasti talvikausittain koko tarkasteluajanjaksolta oli siten mahdotonta. Myöskään aineiston muokkaaminen yhtenäiseksi poistamalla puutteelliset aikajaksot ei ollut mahdollista, koska puutteelliset jaksot sijoittuivat talvikausien sisällä täysin satunnaisesti ja niiden poistamisen seurauksena aineisto olisi kutistunut liian pieneksi.

Tämän vuoksi liukkaan tai lumisen kelin määriä vertailtiin talvikausittain käytettävissä olevan tiedon perusteella. Tarkastelua varten kunkin aseman talvikausien kelitiedot jaettiin neljään luokkaan:

- Luminen keli; $(A(27)=6$ ja $A(3)<2$)
- Jäinen keli; $(A(27)=7$ ja $A(3)<2$)
- Muu keli (kuiva, kostea, märkä, märkä + suolattu, kuura, kostea+ suolattu)
- Ei tiesäähavaintoja

Tiesäädatasta määritettiin lumisen, jäisen ja pitävän kelin sekä ns. ei havaintoja –ajan (data ei ollut) määrä laskemalla kahden peräkkäisen havainnon välinen aika ja summaamalla nämä yhteen kunkin keliluokan osalta. Yli tunnin mittaiset havaintovälit on tulkittu ns. ei havaintoja –ajaksi, koska niiden osalta ei voitu varmuudella tietää oliko kyseessä järjestelmän toimintahäiriö vai normaali ilmiö, joka johtuu siitä, että kelin pysyessä hyvänä asema kerää tietoja harvemmin.

Näin selvitettyjä koalueen ja vertailualueen talvikausien kelijakaumia verrattiin toisiinsa ennen toimenpideajan lyhentämistä ja sen jälkeen. Vertailu tehtiin jokaiselle tiesääasemalle erikseen, jotta mahdolliset vaihtelut asemien toiminnassa tulisivat esille. Myös paikalliset säävaihtelut saatiin siten paremmin kartoitettua.

2.4.3 Tiesääasemien kelitiedon vertailu kitkamittauksiin

Tiesääasemien kelitiedon luotettavuutta selvitettiin vertaamalla aseman ilmoittamaa keliä koeteillä syksyllä 1998 tehtyihin kitkamittauksiin. Vertailuun valittiin asemat:

- Vt 1 Kurjenmäki, (2001)
- Vt 8 Ihode, (2002)
- Vt 8 Eurajoki, (2003)
- Vt 1 Tupuri, (2004)

- Vt 1 Hintanmäki, (2005)
- Vt 8 Mynämotelli, (2008)
- Vt 8 Masku, (2021)

Kitka-arvot poimittiin laadunvalvonnan yhteydessä 5. ja 12.12. 1998 suorite-
tuista kitkamittauksista. Mittauksissa käytettiin Tielaitoksen kitkamit-
tausautoa. Koska mittauksia ei voitu kohdentaa täsmälleen tiesääasemien
kohdalle, vertailuun otettiin useampia (3-4) pisteitä kunkin tiesääaseman lä-
heisyydestä. Tiesääasemien kelitieto (anturit 27 ja 28), ilman lämpötila (antu-
ri 1), tienpinnan lämpötila (anturit 3 ja 5), maan lämpötila (anturi 7) ja sade-
tieto (anturi 22) poimittiin mahdollisimman läheltä kitkamittauksen suori-
tusajankohtaa.

Mitattujen kitka-arvojen ja tien pinnan kunnan välisen yhteyden
määrittämisessä hyödynnettiin talvihoidon laatuvaatimuksia normaaleissa
talviolioissa. Vaatimusten mukaan talvihoitoluokkiin Is ja I kuuluvien teiden
kitka-arvon tulee olla vähintään 0,3 /2/.

Tämän lisäksi keliä arvioitiin Tielaitoksen julkaiseman ”Teiden talvihoito,
Laadun määrittely 1998” -julkaisun mukaisesti /3/:

Kitkakerroin	Tien pinnan kuvaus
0,00-0,14	”Pääkallokelo tai muuten erittäin liukas”
0,15-0,24	”Kuiva, jäinen polanne”
0,25-0,29	”Karkea jää- tai lumipolanne pakkassäällä
0,30-0,44	”Paljas ja märkä tai ajourien välissä polanteet”
0,45-1,00	”Paljas ja kuiva”

Koska tienpinnan kitkakerroin on varsin pitkälle mittausmenetelmästä riip-
puvainen, sen tulkitseminen kuvaamaan tien pinnan liukkaita on aina vaike-
aa. Vertailua varten oletettiin, että kitkan alittaessa arvon 0,3 infomerkkejä
ohjaavan algoritmin tulisi välittää info-merkkiin varoitus liukkaasta kelistä.
Taulukossa 5 esitetään yhteenveto tiesääasemien ja kitkamittausten vertailus-
ta luokiteltuna sen mukaan, olivatko tulokset yhtenevät vai erilaiset. Liittees-
sä 1 esitetään tarkemmat lukuarvot kunkin päivän osalta tieasemittain.

Taulukko 5. Kitkamittausten ja tiesääsemaidatan vertailu.

Asema	Yhtenevät	Erilaiset
2001, Kurjenmäki	12.12.	05.12.
2002, Ihode	05.12.	
	12.12.	
2003, Eurajoki	05.12.	
	12.12.	
2004, Tupuri		05.12.
		12.12.
2005, Hintanmäki	05.12.	
	12.12.	
2008, Mynämotelli		05.12.
		12.12.
2021, Masku	05.12.	12.12.
Yhteensä	8 krt	6 krt

Ihoden, Eurajoen ja Hintanmäen asemien kelitieto on kitkamittausten kanssa yhtenevä molempina päivinä.

Tupurin ja Mynämotellin asemien kelitiedot sen sijaan poikkeavat kitkamittaustuksista molempina vertailupäivinä. Ensimmäisenä päivänä (5.12.) Tupuri ilmoitti liukkaasta kelistä kitka-arvojen ollessa välillä 0,32-0,36. Toisena vertailupäivänä (12.12.) Tupurin asema ei havainnut liukasta keliä vaikka kitka-arvot olivat välillä 0,21-0,26. Mynämotellin asema taas ilmoitti molempina vertailupäivinä liukkaasta kelistä vaikka kitka-arvot olivat yli 0,3:n, korkeimmillaan 0,43.

Kurjenmäen ja Maskun kelitiedot ovat toisena päivänä yhtenevät ja toisena erilaiset kuin kitkamittausten ja Tielaitoksen julkaisun ”Teiden talvihoito, Laadun määrittely 1998” perusteella määritetty keli.

Kaikkiaan 8 vertailua 14:sta oli yhteneviä ja 6 erilaista. Toteutetun kaltainen vertailu tiesääsemaiden ilmoittaman kelitiedon ja kitkamittausten välillä ei kuitenkaan kuvaa eroja kovin tarkasti, koska kitkamittauspiste ei osu täsmälleen aseman kohdalle eikä mittausajankohtakaan ole täysin sama. Aikaero oli suurimmillaan n. 20 min, yleisimmin kuitenkin 5-15 min.

2.5 Hoidon toteutumiseen liittyvän tiedon käsittely

Tunnin pilotti – tutkimukseen kuuluvan hoidon toteutumista selvittäneen osatutkimuksen yhteydessä määritettiin tieosan tarkkuudella toimenpideajan lyhentämisellä saavutettu liukkaan kelin (tien pinta jäinen) vähenemä (h:min) koealueella kahden talvikauden (1998–1999 ja 1999–2000) aikana.

Hoidon toteutumista seurattiin tiesääasemilta saatavan tiedon, kelikeskuksen päiväkirjan ja kitkamittausten avulla sekä kunnossapitoyksiköihin asennettuja ajotietokoneita hyödyntäen. Tässä yhteydessä ei kyetty määrittämään toimenpideajan lyhentämisen mahdollisia vaikutuksia lumisen tai sohjoisen kelin määrään, koska toimenpideajan määrittäminen näissä tilanteissa oli vaikeaa tai mahdotonta.

Liukkaan kelin vähenemän ja aiempien eri kelien onnettomuusriskejä määrittelleiden tutkimusten avulla laskettiin arvio onnettomuuksien vähenemälle talvikausien 1998–1999 ja 1999–2000 aikana. Liikennesuoritteen laskennassa otettiin huomioon koealueen teiden liikennemäärät ja tiepituudet tieosittain.

Onnettomuuksien vähenemä ΔO laskettiin seuraavasti (1):

$$\Delta O = \sum \frac{1}{24} \times KVL_i \times l_i \times t_i \times (R_{liukas} - R_{pitävä}) \quad (1)$$

,missä

KVL_i = Tieosan i keskimääräinen vuorokausiliikenne
[ajon./vrk]

l_i = Tieosan i pituus [km]

t_i = Liukkaan kelin lyhenemä [h]

R_{liukas} = Liukkaan kelin henkilövahinko-onnettomuusaste
[Hvj-onn./100 milj. autokm]

$R_{pitävä}$ = Pitävän kelin henkilövahinko-onnettomuusaste
[Hvj-onn./100 milj. autokm]

Ensimmäisen kokeilutalven (1998–1999) turvallisuusvaikutuksia on tarkasteltu Tielaitoksen sisäisiä julkaisuja –sarjan raportissa 54/1999. Kunnossapitoyksiköihin asennettujen ajotietokoneiden ansioista toisen kokeilutalven (1999–2000) seurannassa kyettiin tekemään tarkempi arvio eri toimenpiteiden määristä, toimenpiteiden tarpeellisuudesta (ennakkosuolaus) sekä toteutumasta.

Vuoden 1998–1999 selvityksessä ei huomioitu ennakkosuolauksen lisääntymistä, koska näissä tapauksissa usein täydennetään edellistä käsittelyä ja on

mahdotonta arvioida tarkasti milloin tie olisi jäänyt ilman täydennystä. Toinen ongelma on, miten erottaa tehdyt ennakkosuolaukset niistä, jotka olisi tehty ilman toimenpideajan lyhennystäkin. Talvella 1999-2000 ennakkosuolauksen osuus talvihoidon toimenpiteenä kasvoi kuitenkin edelliseen talveen verrattuna merkittävästi (30 %:sta miltei 50 %:iin). Tämän vuoksi toisen kokeilutalven tarkasteluun nähtiin tarpeelliseksi kehittää menetelmä, jolla kyettäisiin arvioimaan myös ennakkosuolauksen vaikutusta jäisen kelin väheneeseen. Kokeilutalvien tulosten vertailukelpoisuuden säilyttämiseksi menetelmää sovellettiin myös ensimmäisen kokeilutalven tarkasteluun ja tulokset esitetään päivitettyinä tässä raportissa.

Menetelmän perusoletuksena oli, että ennakkosuolaus tehdään vain, mikäli tie on vaarassa jäätymään ja suolauksella arvioidaan kyettävän estämään jäätyminen tai lykkäämään sitä tuonnemmaksi (jolloin voidaan tehdä taas uusi ennakkosuolaus).

Ennakkosuolaustilanteita tarkasteltiin neljänä eri tyyppisenä tapauksena. Kahdessa ensimmäisessä tapauksessa aikaisempaa suolausta ei ole, kahdessa viimeisessä taas on. Viimeinen tapaus jakautuu edelleen kahteen tyyppiin sen mukaan jatkuiko jäätymiselle otollinen sää vai ei. Tarkastellut tyypit olivat siten:

1. aikaisempaa suolausta ei ollut, sää muuttui oletetusti ja ennakkosuolaus oli tarpeellinen – liukas keli vähenee
2. aikaisempaa suolausta ei ollut, sää ei muuttunut oletetusti ja ennakkosuolaus oli turha – liukas keli ei vähene
3. sää muuttui oletetusti ja vanha suolaus ei olisi riittänyt pitämään tietä sulana – liukas keli vähenee
4. sää muuttui, mutta vanha suolaus olisi riittänyt pitämään tien sulana
 - a. jos jäätymiselle otollinen sää jatkui pitempään, suolaus olisi tehty joka tapauksessa ts. palamme tapaukseen 3 – liukas keli vähenee
 - b. jos jäätymiselle otollinen sää loppui ennen vanhan suolan vaikutuksen lakkaamista ennakkosuolaus oli turha – liukas keli ei vähene

Toimenpideajan lyhentämisen vaikutusta ennakkosuolausten määrään arvioitiin aikaisempien tutkimusten perusteella. Talvikaudella 1996-97 tehdyssä päätiestön toimenpideaika- ja suolausseuranta tutkimuksessa/8/ olivat mukana

- E 18 välillä Turku - Vaalimaa (vt 1 ja vt 7)
- E 12 välillä Helsinki – Tampere (vt 3)
- E 75 välillä Helsinki - Heinola (vt 4)

Tulosten mukaan Turun tiepiirin alueella ennakkosuolausten osuus oli talvikaudella 1996-97 20% suolauskerroista, Uudellamaalla vastaava luku oli 30%/8/. Tämän perusteella oletettiin, että keskimäärin 25 % koealueen suolauskerroista hoidettiin ennakkoon ennen tunnin pilotin käynnistymistä. Koska tiedettiin kokeilutalvien suolausten kokonaismäärä ja myös ennakkosuolausten todellinen määrä, voitiin laskea arvio ennakkosuolausten lisääntymiselle tunnin pilotin vaikutuksesta. Siis ennen kokeen aloittamista ennakkosuolausten "perustaso" oli 25 % suolauksista. Oletetaan, että tilanne olisi jatkunut keskimäärin samana ilman tunnin pilottia ja ”perustason” ylittävä osuus ennakkosuolauksista oletetaan tunnin pilotin vaikutukseksi.

3 TULOKSET

3.1 Tilastollinen onnettomuustarkastelu

3.1.1 Kaikki talviajan henkilövahinko-onnettomuudet

Koealue - vertailualue

Talviajan henkilövahinko-onnettomuuksien määrä koealueella lisääntyi ennen -jaksoon verrattuna enemmän kuin vertailualueella (taulukko 6). Ennen -jakson keskiarvoon verrattuna kasvu koealueella oli 21 % ja vertailualueella 15 %. Koealueen ja vertailualueen onnettomuusmäärät talvikausittain esitetään kuvassa 1.

Taulukko 6. Koealueen ja vertailualueen henkilövahinko-onnettomuuksien keskiarvot ja kasvuprosentit sekä jälkeen jakson onnettomuuksien määrät talvikausittain.

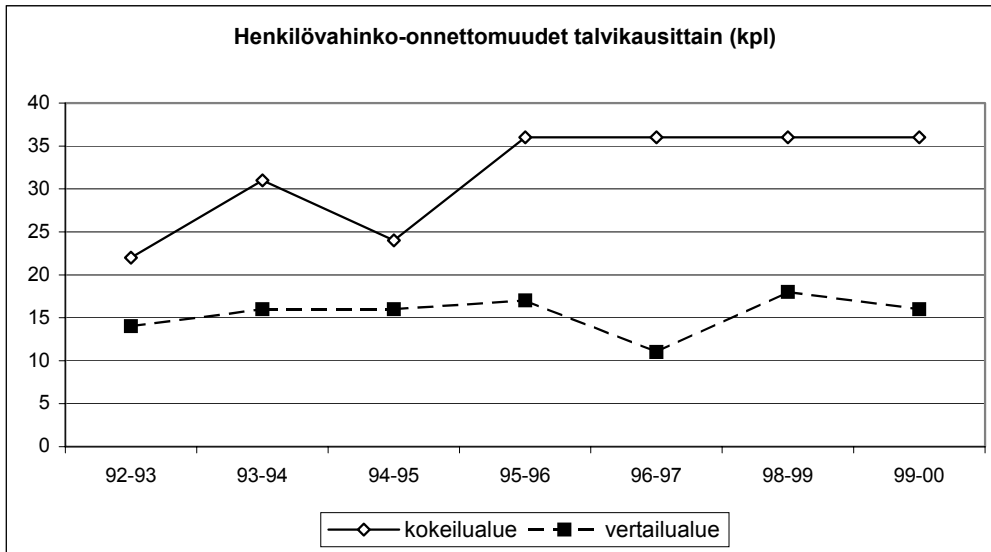
	Ennen -jakson ka.	Jälkeen -jakson ka.	Muutos (%)	Talvi 98-99 kpl	Talvi 99-00 kpl
Koealue yht.	29.8	36	21	36	36
VT1	12.8	16.5	30		
VT8	17.0	19.5	15		
Vertailualue yht.	14.8	17.0	15	18	16
VT1	10.4	14.0	35		
VT8	4.4	3.0	-32		

Muutoksien tilastollista merkitsevyyttä voidaan testata olettamalla koealueen ja vertailualueen ennen -jaksojen viiden talvikauden keskiarvojen kuvaavan riittävällä tarkkuudella henkilövahinkoon johtaneiden onnettomuuksien odotusarvoja kyseisillä tieosuuksilla.

Koealueen ennen -jakson keskiarvo on n. 30 henkilövahinko-onnettomuutta. 95 % luottamusväli on tällöin Poissonin jakauman perusteella 19-41 henkilövahinko-onnettomuutta. Näin ollen talvikausina 1998-1999 ja 1999-2000 tapahtuneiden onnettomuuksien määrät (36 onn.) eivät poikkea tilastollisesti merkitsevästi ennen -jakson perusteella lasketusta odotusarvostaan (30 onn.).

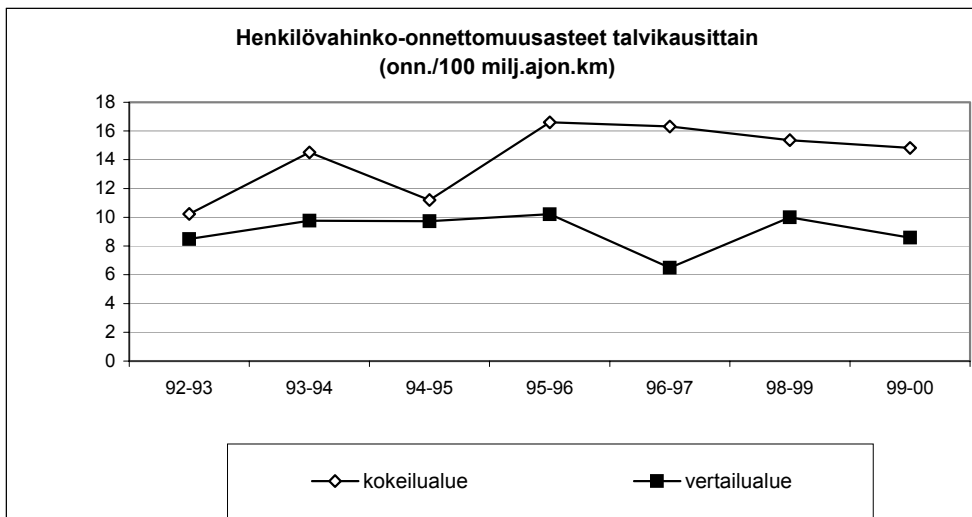
Vertailualueen ennen -jakson keskiarvo on n. 15 henkilövahinko-onnettomuutta. 95 % luottamusväli on tällöin 7-23 henkilövahinko-onnettomuutta. Myöskään vertailualueen henkilövahinko-onnettomuuksissa ei jälkeen -jaksolla ole tapahtunut tilastollisesti merkitsevää muutosta (talvikautena 1998-1999 18 onn. ja talvikautena 1999-2000 16 onn.).

Vertailualueella henkilövahinko-onnettomuuksien määrä on lisääntynyt 14,9 prosenttia ennen -jakson keskiarvoon verrattuna. Mikäli kehitys koealueella olisi ollut samansuuruista, olisi siellä jälkeen -jakson talvina tapahtunut keskimäärin 34,2 henkilövahinko-onnettomuutta. Käytännössä koealueella tapahtui 36 onnettomuutta, siis noin 2 onnettomuutta enemmän.



Kuva 1. Henkilövahinko-onnettomuudet koe- ja vertailualueilla tarkastelujakson aikana.

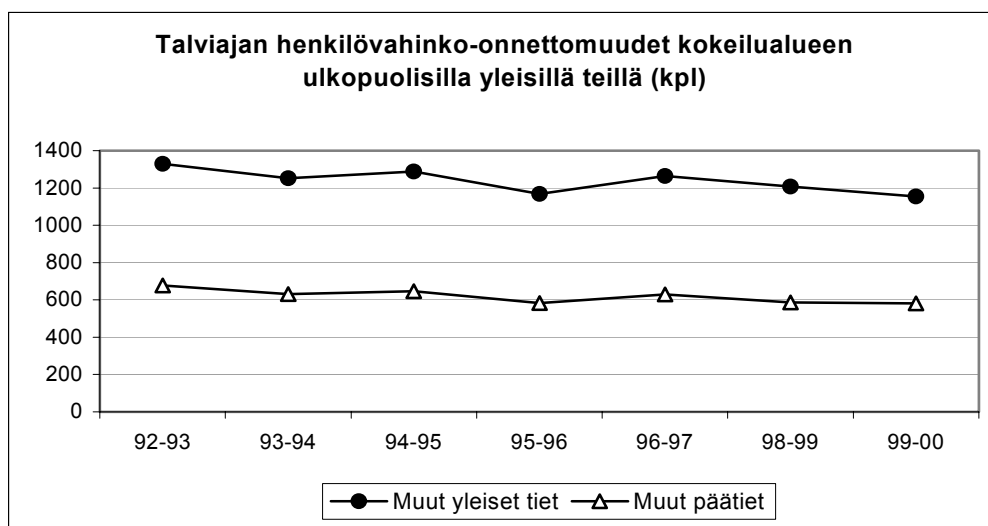
Koealueen henkilövahinko-onnettomuusaste on kaikkina talvikausina ollut suurempi kuin vertailualueella (kuva 2). Ennen -jakson viimeisiin talviin verrattuna koealueen henkilövahinko-onnettomuusaste on jälkeen jaksolla hieman laskenut, vaikka se onkin edelleen korkeampi kuin ennen -jakson parhaina talvina. Vertailualueella onnettomuusaste on jälkeen -jaksolla pysytellyt suunnilleen samalla tasolla kuin ennen -jaksollakin.



Kuva 2. Koealueen ja vertailualueen henkilövahinkoon johtaneiden onnettomuuksien onnettomuusasteet talvikausittain.

Kehitys muualla Suomessa

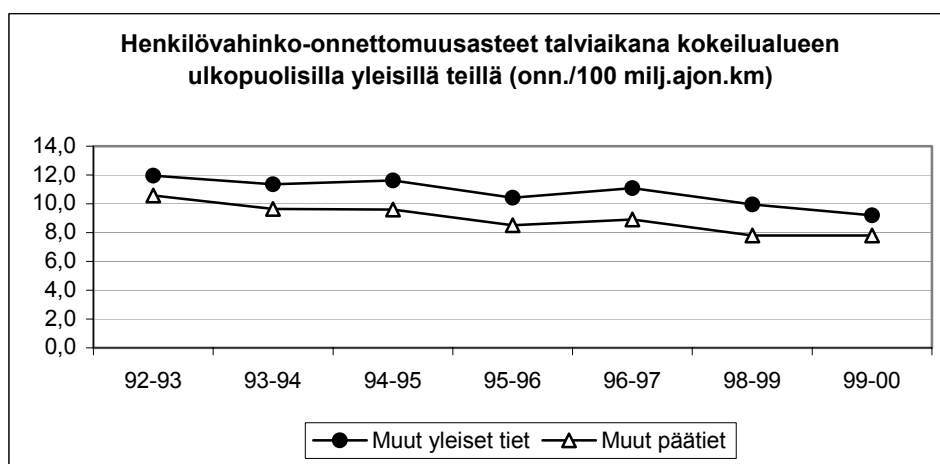
Muun maan pääteillä ja muilla yleisillä teillä on talviajan henkilövahinko-onnettomuuksien määrä tarkastelujakson aikana ollut lievässä laskussa (kuva 3).



Kuva 3. Talviajan henkilövahinko-onnettomuudet koealueen ulkopuolisilla teillä.

Trendi poikkeaa koe- ja vertailualueiden kehityksestä, joilla molemmilla henkilövahinko-onnettomuusmäärät olivat kasvussa.

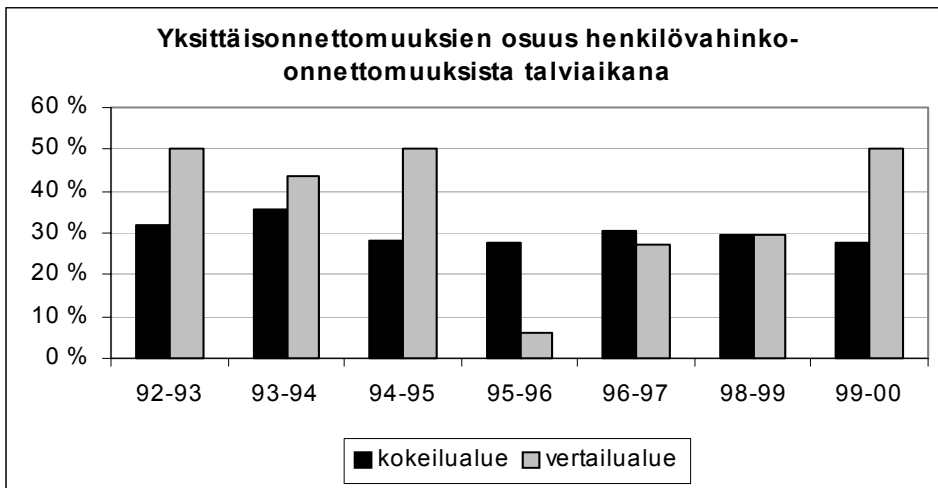
Muun maan yleisillä teillä on tapahtunut kokeilujakson aikana noin 6 % vähemmän ja muilla pääteillä noin 8 % vähemmän henkilövahinkoon johtaneita onnettomuuksia kuin ennen -jaksolla. Myös vastaavat onnettomuusasteet ovat olleet laskussa (kuva 4).



Kuva 4. Talviajan henkilövahinko-onnettomuusasteet muilla teillä Suomessa.

Yksittäisonnettomuudet talvikausina

Yksittäisonnettomuuksien osuus henkilövahinkoon johtaneista talviajan onnettomuuksista ei koealueella ole kokeilutalvien aikana merkittävästi muuttunut (kuva 5).

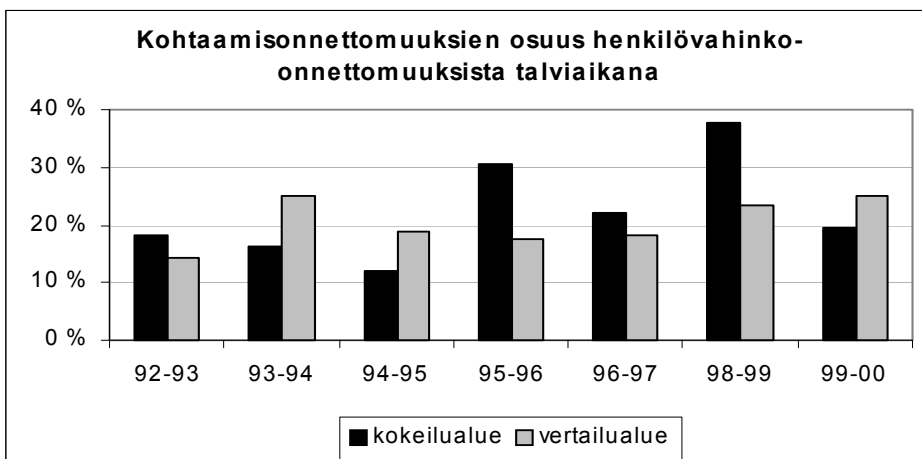


Kuva 5. Yksittäisonnettomuuksien osuus henkilövahinkoonnettomuuksista talviaikana.

Vertailualueella henkilövahinkoon johtaneita yksittäisonnettomuuksia oli kokeilujakson toisena talvena selvästi enemmän kuin muutamana aikaisempana talvena. Talvikausi 95-96 kuitenkin osoittaa, että yksittäisonnettomuuksien osuudessa tapahtuva, pienistä onnettomuusmääristä johtuva satunnaisvaihtelu on suurta, eikä selkeitä johtopäätöksiä ole mahdollista tehdä. Onnettomuusmäärät esitetään liitteessä 2.

Kohtaamisonnettomuudet talvikausina

Kohtaamisonnettomuuksien osuus henkilövahinkoonnettomuuksista oli koealueella ensimmäisenä kokeilutalvena poikkeuksellisen suuri, mutta aleni toisenä kokeilutalvena ennen –jaksolla vallinneelle tasolle, kuva 6.



sena kokeilutalvena ennen –jaksolla vallinneelle tasolle, kuva 6.

Kuva 6. Kohtaamisonnettomuuksien osuus henkilövahinko-onnettomuuksista talviaikana. Vertailualueella kohtaamisonnettomuuksien osuus henkilövahinko-onnettomuuksista on pysynyt samalla tasolla kuin ennen -jaksolla. Myös kohtaamisonnettomuuksien osalta onnettomuusmäärät ovat liian pieniä luotettavien päätelmien tekemiseksi. Onnettomuusmäärät esitetään liitteessä 2.

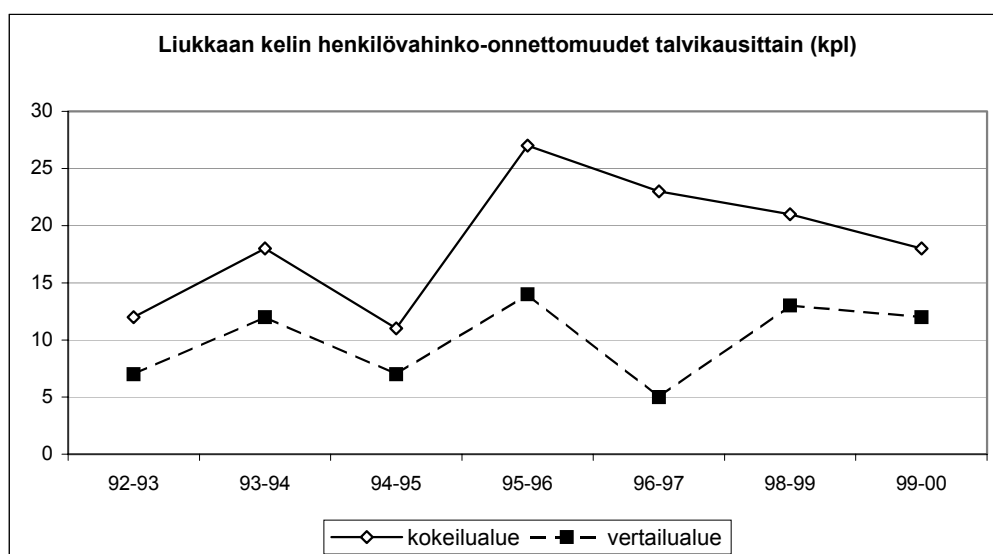
Talvikausien kohtaamis- ja yksittäisonnettomuudet muualla Suomessa

Muun maan yleisten teiden ja muiden pääteiden osalta ei yksittäis- tai kohtaamisonnettomuuksien osuudessa henkilövahinkoon johtaneista onnettomuuksista tapahtunut mainittavia muutoksia.

3.1.2 Liukkaan kelin onnettomuudet

Koealue - vertailualue

Liukkaan kelin henkilövahinko-onnettomuuksien määrä laski koealueella kokeilujakson aikana kahteen edelliseen talveen verrattuna (kuva 7).



Kuva 7. Liukkaan kelin henkilövahinkoon johtaneet onnettomuudet talvikausittain.

Kuvasta 7 voidaan havaita, että koealueen ja vertailualueen liukkaan kelin henkilövahinko-onnettomuuksien kehitys on ennen -jaksolla ollut vuodesta toiseen saman suuntaista. Ensimmäisenä kokeilutalvena 98-99 näytti kuitenkin tapahtuneen mielenkiintoinen muutos: koeilualueella ei tapahtunutkaan vertailualueella havaittua onnettomuusmäärän kasvua. Kysymys näyttäisi kuitenkin olevan sattumasta, koska toisen kokeilutalven aikana myös vertailualueen liukkaan kelin henkilövahinko-onnettomuudet kääntyivät lievään laskuun.

Ennen -jakson keskiarvoihin verrattuna liukkaalla kelillä sattuneiden henkilövahinko-onnettomuuksien määrä on kasvanut vertailualueella 39 % ja koealueella 7 % (taulukko 7). Muutoksien tilastollista merkitsevyyttä voidaan

testata olettamalla koealueen ja vertailualueen ennen -jaksojen viiden talvi-kauden keskiarvojen kuvaavan riittäväällä tarkkuudella henkilövahinkoon joh-
taneiden onnettomuuksien odotusarvoja kyseisillä tieosuuksilla.

Koealueen ennen -jakson keskiarvo on n. 18 henkilövahinko-onnettomuutta. 95 % luottamusväli on tällöin Poissonin jakauman perusteella 9-26 henkilövahinko-onnettomuutta. Näin ollen talvikausina 1998-1999 ja 1999-2000 tapahtuneiden onnettomuuksien määrät (21 ja 18 onn.) eivät poikkea tilastollisesti merkitsevästi ennen -jakson perusteella lasketusta odotusarvostaan (18 onn.).

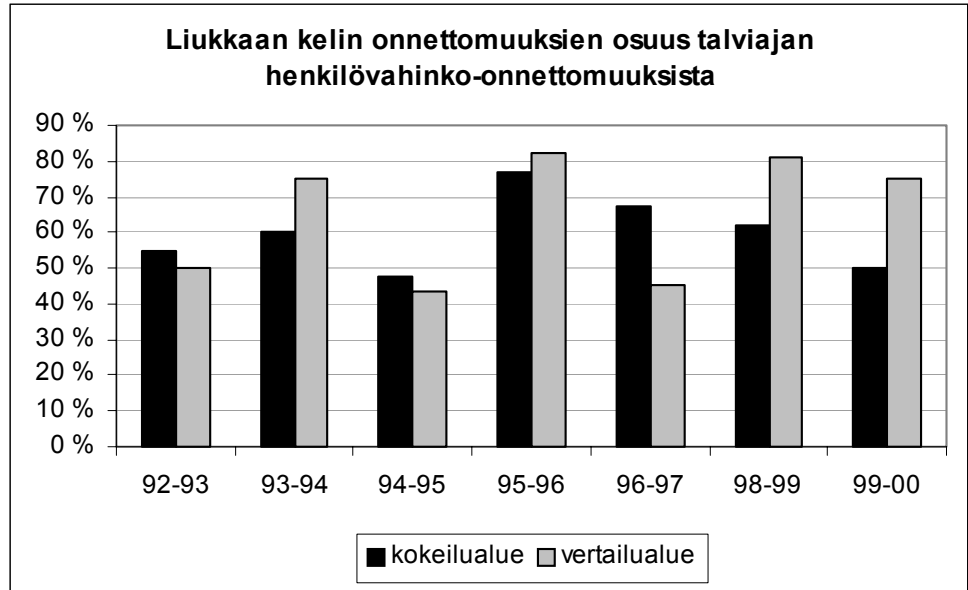
Taulukko 7. Koe- ja vertailualueiden liukkaan kelin henkilövahinko-onnettomuuksien keskiarvot ja kasvuprosentit.

	Ennen -jakson ka.	Jälkeen -jakson ka.	Muutos (%)	Talvi 98-99 kpl	Talvi 99-00 kpl
Koealue yht.	18,2	19,5	7	21	18
VT1	7,2	9,0	25		
VT8	11,0	10,5	-5		
Vertailualue yht.	9,0	12,5	39	13	12
VT1	6,2	11,0	77		
VT8	2,8	1,5	-46		

Vertailualueen ennen -jakson keskiarvo on n. 9 henkilövahinko-onnettomuutta. 95 % luottamusväli on tällöin 3-15 henkilövahinko-onnettomuutta. Myöskään vertailualueen henkilövahinko-onnettomuuksissa ei jälkeen -jaksolla ole tapahtunut tilastollisesti merkitsevää muutosta (talvikautena 1998-1999 13 onn. ja talvikautena 1999-2000 12 onn.).

Jos liukkaan kelin henkilövahinko-onnettomuusmäärä olisi koealueella kehittynyt samalla tavalla kuin vertailualueella (kasvu 39 % ennen -jakson keskiarvosta), olisi koealueella tapahtunut kokeilujaksolla keskimäärin 25,2 henkilövahinko-onnettomuutta liukkaalla kelillä. Toteutunut määrä (keskimäärin 19,5 onnettomuutta) on siis 5,7 onnettomuutta, eli 23 % pienempi kuin näin laskettu odotusarvo. Ero ei ole tilastollisesti merkitsevä, koska 95 % luottamusväli odotusarvolle 25,2 on 15-35.

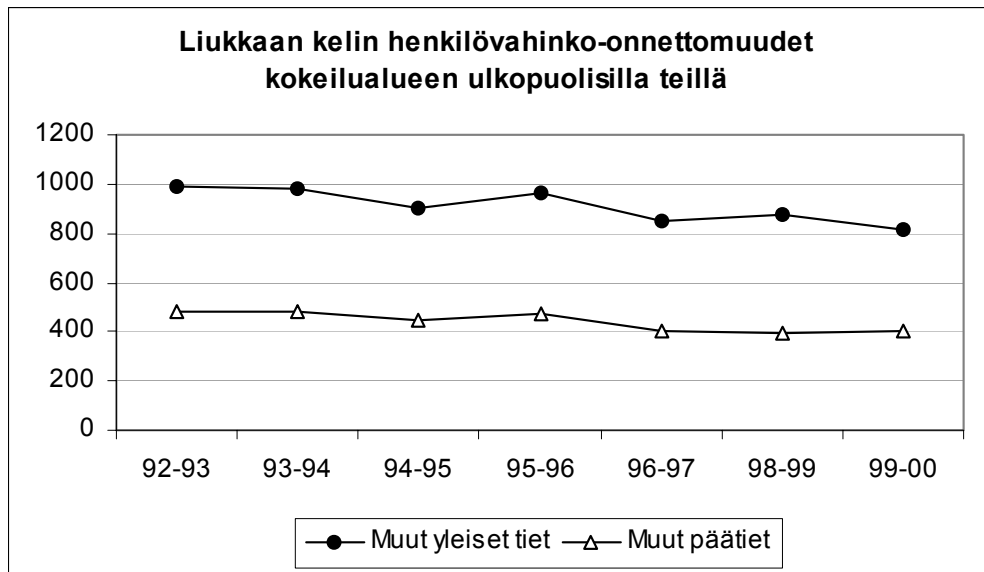
Koealueella liukkaalla kelillä tapahtuneiden henkilövahinko-onnettomuuksien osuus kaikista talviajan henkilövahinko-onnettomuuksista on vähentynyt ennen -jakson viimeisiin talviin verrattuna. Myös ennen -jakson keskiarvoon verrattuna on tapahtunut lievää laskua (ennen -jaksolla 91 onnettomuutta 144:stä ja kokeilujaksolla 39 onnettomuutta 70:stä). Vertailu-alueella taas liukkaan kelin henkilövahinko-onnettomuuksien osuus on kokei-
lujaksolla ollut noin 30 % suurempi kuin ennen -jaksolla keskimäärin (ennen -jaksolla liukkaan kelin onnettomuuksia oli 45 kaikkiaan 74:stä, kokeilujak-
solla 25 onnettomuutta 32:sta). Voimakasta vaihtelua vertailualueen liukkaan kelin henkilövahinko-onnettomuuksien osuudessa on kuitenkin tapahtunut tarkastelujaksolla aiemminkin, *kuva 8*. Kaikilla koealueen ulkopuolisilla yleisillä teillä liukkaan kelin osuus talviajan onnettomuuksista on ollut sekä en-
nen- että jälkeen -jaksolla noin kolme neljäsosaa.



Kuva 8. Liukkaan kelin onnettomuuksien osuus talviajan henkilövahinko-onnettomuuksista.

Liukkaan kelin henkilövahinko-onnettomuudet muualla Suomessa

Kaikilla koalueen ulkopuolisilla yleisillä teillä ja koalueen ulkopuolisilla pääteillä ovat liukkaan kelin henkilövahinko-onnettomuudet tarkastelujaksolla jonkin verran vähentyneet, kuva 9. Kokeiluajanjakson liukkaan kelin henkilövahinko-onnettomuuksien määrä on kaikilla muilla yleisillä teillä 10 % ja muilla pääteillä 13 % pienempi kuin vastaavat ennenjakson keskiarvot.



Kuva 9. Liukkaan kelin henkilövahinko-onnettomuudet muilla teillä Suomessa.

3.2 Tiesääasemien kelitiedot

Tiesääasemien kelitiedot kerättiin ennen -jakson talvilta 1992-93...1996-97, sekä ensimmäiseltä kokeilutalvelta 1998-99. Käyttökelpoista aineistoa saatiin kuudelta koealueen asemalta ja viideltä vertailualueen asemalta.

Tutkimustulosten kannalta mielenkiintoisia ovat liukkaan kelin (tie luminen tai jäinen ja tien pinnan lämpötila alle kaksi astetta) ja ns. ei havaintoa –ajan määrät. Ei havaintoa –ajaksi on laskettu yli tunnin kestävät havaintojen välit. Näiltä osin ei ole voitu olla varmoja siitä, onko kyseessä aseman toimintahäiriö vaiko normaali ilmiö, joka johtuu siitä, että kelin pysyessä hyvänä asema lähettää tietoja harvemmin. Lähemmässä tarkastelussa todettiin ns. ei havaintoa –aikajaksoa edeltäneen viimeisen havainnon olleen yli 90 -prosenttisesti hyvää keliä. Jos yli tunnin havaintoväliä edeltävä kelihavainto on liukas keli, on syytä epäillä aseman menneen epäkuuntoon, koska liukkaan kelin vallitessa aseman ei pitäisi harventaa tietojen keräysväliä. Joka tapauksessa pimeät jaksot ovat tutkimuksen kannalta ongelmallisia, koska täyttä varmuutta kelistä ei tuolta ajalta saada.

Liukkaan kelin ja pimeän ajan suhteelliset osuudet koko talviajasta (marraskuu-maaliskuu) esitetään koealueelta *taulukossa 7* ja vertailualueelta *taulukossa 8*. Aikamäärät (h:min), joista suhteelliset osuudet on laskettu esitetään liitteessä 3.

Taulukko 7. Liukkaan kelin ja ns. pimeän ajan osuudet koealueen asemilla.

Asema	92-93	93-94	94-95	95-96	96-97	ennen-jakso yht.	98-99
2001 pimeä (ei havaintoa)	2.8%	43.4%	12.3%	4.3%	24.3%	17.4%	6.6%
liukas lumi	4.6%	4.8%	3.3%	14.2%	7.2%	6.8%	10.5%
liukas jää	0.0%	0.0%	0.3%	0.2%	0.0%	0.1%	0.2%
2002 pimeä (ei havaintoa)	2.8%	43.0%	12.3%	4.3%	24.9%	17.5%	0.8%
liukas lumi	4.8%	5.3%	6.1%	14.5%	9.3%	8.0%	14.3%
liukas jää	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.1%	0.0%	0.7%
2004 pimeä (ei havaintoa)	2.4%	42.9%	12.3%	4.3%	24.2%	17.2%	0.9%
liukas lumi	5.2%	7.2%	7.2%	17.2%	9.2%	9.2%	19.9%
liukas jää	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
2005 pimeä (ei havaintoa)	2.6%	43.0%	12.4%	4.4%	24.2%	17.3%	4.1%
liukas lumi	3.3%	1.9%	2.3%	8.5%	7.1%	4.6%	9.4%
liukas jää	0.1%	0.1%	0.0%	0.8%	0.0%	0.2%	0.6%
2008 pimeä (ei havaintoa)	2.8%	43.4%	12.3%	4.4%	24.1%	17.4%	1.0%
liukas lumi	6.1%	5.1%	5.6%	15.5%	10.9%	8.6%	36.7%
liukas jää	0.0%	0.0%	0.0%	0.9%	0.1%	0.2%	0.1%
2021 pimeä (ei havaintoa)	6.4%	43.1%	12.6%	4.3%	24.2%	18.1%	2.1%
liukas lumi	3.2%	0.0%	4.1%	10.6%	6.4%	4.9%	26.0%
liukas jää	0.0%	0.0%	0.0%	0.6%	0.1%	0.1%	0.0%

Pimeää aikaa oli kokeilutalven aikana selvästi vähemmän kuin ennen -vaiheen aikana sekä koe- että vertailualueella. Myös ennen -jakson talvien välillä tiesääasemien keräämän tiedon määrässä oli runsaasti vaihtelua. Pääsääntöisesti asemat ovat kuitenkin käyttäytyneet kunakin talvena samalla tavoin, eli talvina jolloin pimeää aikaa oli runsaasti, sitä oli runsaasti kaikilla asemilla, ja päinvastoin.

Taulukko 8. Liukkaan kelin ja ns. pimeän ajan osuudet vertailualueen asemilla.

Asema	92-93	93-94	94-95	95-96	96-97	ennen-jakso yht.	98-99
10001 pimeä (ei havaintoa)	21.5%	29.5%	12.3%	11.7%	20.7%	19.1%	2.2%
liukas lumi	1.4%	1.5%	2.4%	9.0%	8.5%	4.6%	14.9%
liukas jää	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.6%	0.1%	0.5%
10002 pimeä (ei havaintoa)	20.6%	29.5%	14.4%	10.9%	20.7%	19.2%	9.6%
liukas lumi	2.4%	1.0%	4.5%	4.8%	5.1%	3.6%	8.7%
liukas jää	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
10012 pimeä (ei havaintoa)	100.0%	31.4%	11.2%	11.0%	20.7%	34.9%	2.2%
liukas lumi	0.0%	0.9%	2.1%	3.5%	4.4%	2.2%	3.9%
liukas jää	0.0%	0.0%	0.5%	0.1%	0.7%	0.3%	0.0%
1007 pimeä (ei havaintoa)	14.3%	13.0%	25.6%	13.0%	21.6%	17.5%	2.0%
liukas lumi	8.6%	7.1%	4.7%	12.1%	4.7%	7.4%	18.6%
liukas jää	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%
4003 pimeä (ei havaintoa)	6.9%	17.6%	18.8%	25.1%	25.7%	18.8%	5.9%
liukas lumi	0.8%	1.8%	5.3%	5.6%	4.5%	3.6%	9.9%
liukas jää	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.5%

Liukkaan kelin osuudet asemittain on esitetty myös kuvaajina liitteessä 4.

Koko ennen -jaksolta laskettuihin liukkaan kelin osuuksiin verrattuna sekä lumisen että jäisen liukkaan kelin osuudet ovat kokeilutalvena kasvaneet molemmilla alueilla melkein kaikilla asemilla. Ainoastaan vertailualueen asemalla 10012 on liukkaan kelin osuus hieman pienentynyt. Koealueen asemilla 2008 ja 2021 lumisen kelin lisääntyminen on ollut niin voimakasta muihin asemiin verrattuna, että se vaikuttaa ratkaisevasti jatkossa esitettäviin tuloksiin koealueen kannalta epäedullisesti.

Taulukossa 9 esitetään kelien osuudet asemien yhteenlasketuista tiedoista sekä koe- että vertailualueelta. Ennen -jakson keskimääräisiin arvoihin verrattuna liukkaan kelin osuudet ovat kasvaneet selvästi molemmilla alueilla. Koealueella liukkaan kelin osuus on kasvanut 2,8 kertaiseksi ja vertailualueella 2,5 kertaiseksi. Tunteina muutos tarkoittaisi sitä, että koealueen liukkaan kelin määrä olisi kasvanut ennen -jakson keskimääräisestä 261 h:sta jälkeen talven 731 h:iin ja vastaavasti vertailualueella kasvu olisi ollut ennen -jakson keskimääräisestä 163 h:sta jälkeen talven 408 h:iin. Ennen -jakson keskimääräisiin arvoihin verrattuna koealueella liukkaan kelin määrä olisi siten kasvanut 225 h enemmän kuin vertailualueella.

Edellä kuvattu liukkaan kelin muutos johtuu melkein yksinomaan lumisen kelin voimakkaasta lisääntymisestä. Jäisen kelin määrä tunteina on koealueella lisääntynyt ennen -jakson keskimääräisestä 3,6 h:sta jälkeen talven 10,8 h:iin ja vertailualueella kasvu on ollut 3,6 h:sta 7,2 h:iin. Ennen -jakson keskimääräisiin arvoihin verrattuna jäisen kelin määrä olisi siten kasvanut koealueella 3,6 h enemmän kuin vertailualueella.

Taulukko 9. Koe- ja vertailualueen asemien ilmoittamien kelien suhteelliset osuudet asemien yhteenlasketuista tiedoista.

Asema		92-93	93-94	94-95	95-96	96-97	ennen-jakso keskim.	98-99
Koealue	pimeä (ei havaintoa)	3.3%	43.1%	12.4%	4.3%	24.3%	17.5%	2.6%
	liukas lumi	4.5%	4.1%	4.8%	13.4%	8.3%	7.0%	19.5%
	liukas jää	0.0%	0.0%	0.1%	0.4%	0.1%	0.1%	0.3%
Vertailu- alue	pimeä (ei havaintoa)	15.8%	24.2%	16.5%	14.3%	21.9%	18.7%	4.4%
	liukas lumi	3.3%	2.5%	3.8%	7.0%	5.4%	4.4%	11.2%
	liukas jää	0.0%	0.0%	0.2%	0.0%	0.3%	0.1%	0.2%

Sääasemien keräämän tiedon käyttäminen kelimuutosten ja liikenneturvallisuuksivaikutusten arvioinnissa edellyttäisi kuitenkin tarkempaa analysointia tiesääasemien keräämän tiedon perusteella tehtyjen kelimääritysten oikeellisuudesta. Tämän tutkimuksen yhteydessä (kpl 2.4.3) tehty suppea vertailu kitkamittauksiin ei ollut riittävä, koska aikaa ja paikkaa ei saatu täysin samoiksi. Sitä voidaan kuitenkin pitää suuntaa antavana, koska tulos on yhtenevä aiemmin tehdyn tutkimuksen ”Tehostetun kelinseurantajärjestelmän koikeilu” kanssa, jossa myös vertailtiin kelitietoja kitkamittauksiin. Tutkimuksessa kitkamittaukset tehtiin juuri tiesääasemien kohdalla (tarkkuus ± 2 m). Tutkimuksen tulosten mukaan keli- ja sadeanturien tieto vaikutti varsin epäluotettavalta./4/

Myös ei havaintoa –ajan suuri osuus ennen -jaksolla (korkeimmillaan 43,1 %) heikentää huomattavasti tiesääasemien kelitiedon hyödynnettävyyttä tämän tyyppiseen tarkasteluun. Niin ikään jo aiemmin mainittu lumisen kelin voimakas lisääntyminen kahdella koealueen asemalla herättää epäluottamusta kelitiedon luotettavuutta kohtaan.

Edellä kuvatuista tiesääasemien keräämään kelitietoon liittyvistä epävarmuustekijöistä johtuen tiesäädataa ei tutkimussuunnitelmasta poiketen voitu hyödyntää lainkaan talvihoidon toimenpideajan lyhentämisen liikenneturvallisuusvaikutusten arvioinnissa.

3.3 Liikenneturvallisuusvaikutukset hoidon toteutumisen arvioinnin perusteella

Hoidon toteutumista koskevan osatutkimuksen yhteydessä määritettiin toimenpideajan lyhentämisellä saavutettu liukkaan kelin (tien pinta jäinen) vähenemä (h:min) tieosan tarkkuudella talvikausien (1998-1999 ja 1999-2000) aikana. Hoidon toteutumista seurattiin tiesääasemilta saatavaa tietoa, kelikeskuksen päiväkirjaa ja kitkamittauksia sekä kunnossapitoyksiköihin asennettuja ajotietokoneita hyödyntäen. Tässä yhteydessä ei kyetty määrittämään toimenpideajan lyhentämisen mahdollisia vaikutuksia lumisen tai sohjoisen kelin määrään, koska toimenpideajan määrittäminen näissä tilanteissa oli epä määräisen aloitusajankohdan (lumisateen loppuminen) vuoksi vaikeaa.

Hoidon toteutumista koskevien tietojen perusteella liukkaan kelin (tien pinta jäinen) määrän arvioitiin vähentyneen koealueella urakka-alueet yhteen laskien 67 h kokeilutalven 1998-1999 aikana ja vastaavasti 127 h kokeilutalven 1999-2000 aikana. Tämä tarkoittaa keskimäärin 9 h 34 min vähenemää ensimmäisenä kokeilutalvena ja 18h 8 min vähenemää toisena kokeilutalvena. Kokeilulla saavutettava liukkaankelin vähenemä vaihtelee talvikausittain sääolosuhteiden mukaan. Mikäli talvikauden sääolosuhteet ovat sellaiset, ettei jäistä keliä esiinny koko talven aikana, ei toimenpideajan lyhentäminen luonnollisestikaan vaikuta kelityypin esiintymiseen.

Liukkaan kelin henkilövahinko-onnettomuusasteeksi Etelä-Suomen alueen teillä tieluokissa I ja Ib on arvioitu 38,9 onn./100 milj.ajon.km ja pitävän kelin henkilövahinko-onnettomuusasteeksi 9,2 onn./100 milj.ajon.km /5/.

Toisen kotimaisen arvion mukaan jäisen kelin henkilövahinko-onnettomuusaste on 64 onn./100 milj.ajon.km ja paljaan kelin henkilövahinko-onnettomuusaste 2,7 onn./100 milj.ajon.km /6/. Norjassa tehdyn tutkimuksen mukaan paljaan kelin henkilövahinko-onnettomuusaste on 12 onn./100 milj.ajon.km ja jäisen kelin henkilövahinko-onnettomuusaste vastaavasti 53 onn. /100 milj.ajon.km./9/ Norjalaisten saama tulos siis sijoittuu kahden suomalaisen arvion väliin.

Käytetyistä henkilövahinkoon johtaneiden onnettomuuksien onnettomuusasteista riippuen laskennalliseksi henkilövahinko-onnettomuuksien vähenemäksi saatiin ensimmäisen kokeilutalven osalta 0,19 - 0,39 henkilövahinko-onnettomuutta ja vastaavasti toisen kokeilutalven osalta 0,53-1,09 henkilövahinko-onnettomuutta.

Kaiken kaikkiaan koealueella sattui talvikausina 1992-1993...1996-1997 keskimäärin 18 liukkaan kelin henkilövahinko-onnettomuutta ja 30 talviajan henkilövahinko-onnettomuutta. Laskennallinen vähenemä liukkaan kelin henkilövahinko-onnettomuuksien osalta on siten n. 1,0 – 6,1 % ja talviajan henkilövahinko-onnettomuuksien osalta 0,6 – 3,6 %.

Erot kahden seurantalven välillä olivat merkittävät. Eron taustalla on ennakkosuolauksen käytön selkeä lisääntyminen suhteessa muihin talvihoidon toimenpiteisiin (30 %:sta 50 %:iin) toisen kokeilutalven aikana. Tarkasteltujen kahden talvikauden perusteella talvihoidon toimenpideajan lyhentämisellä saavutettiin keskimäärin n. 0,5 henkilövahinko-onnettomuuden vähenemä vuodessa.

Vertailun vuoksi Turun tiepiirissä laskettiin TARVA-ohjelmalla toimenpiteen ”Talvikunnossapidon selvä parannus” liikenneturvallisuusvaikutus kokeilu-alueella. Tulokseksi saatiin 4,0 henkilövahinko-onnettomuuden vähenemä talvikautta kohden. Vähenemä olisi siten 22 % talvikausien 1992-

1993...1996-1997 keskimääräisestä tasosta. TARVA-ohjelmalla laskettu arvio onnettomuuksien vähenemälle on kuitenkin liian suuri, koska laskenta perustuu koko vuoden onnettomuuksien määrään, eikä talvikausien liukkaan kelin onnettomuuksien määrään. Lisäksi TARVA:n käyttämiä kertoimia pidetään talvihoidon osalta liian suurina.

Edellä esitetyillä laskentatavoilla saatuja talvihoidon tehostamisen henkilövahinko-onnettomuuksien vähenemiä verrattiin muilla tienpidon toimenpiteillä saavutettaviin henkilövahinko-onnettomuuksien vähenemiin, jotka on laskettu TARVA –ohjelmalla.// Toimenpiteille laskettiin turvallisuustehokkuudet ja hyötykustannussuhteet. Vertailu tehtiin 6 % ja 12 % diskonttokoroilla ja 20 vuoden tarkastelujaksolla. Vertailun tulokset esitetään *taulukoissa 11 ja 12*.

Tielaitoksen Länsi-Suomen t&k –yksikössä Tunnin pilotin vuosittaisiksi lisäkustannuksiksi arvioitiin 1,2 milj. mk. 20 vuoden mittaisella tarkastelujaksolla ja 6 % diskonttokorolla se vastaa 13,8 milj. mk:n kertainvestointia ja 12 % diskonttokorolla 9,0 milj. mk:n kertainvestointia.

Taulukko 11. Tienpidon toimenpiteiden turvallisuustehokkuus ja hyötykustannussuhde, kun diskonttokorkona käytetään 12 %.

Toimenpide	Toimenpi- teen pituus km	Hinta Milj. mk	Hvj -onn. vähenemä vuosittain	Kustannus Mmk/ vuosittain säästynyt hvjo.	H/K- suhde
Tunnin pilotti: 1,09 hvj -onn. vähenemä (ylin arvio)*	250	9,0	1,09	8	0,9
Tunnin pilotti: 0,19 hvj -onn. vähenemä (alin arvio)*	250	9,0	0,19	47	0,2
Tunnin pilotti: 0,5 hvj -onn. vähenemä (keskimäärin)*	250	9,0	0,5	18	0,4
Tunnin pilotti (TARVA:lla)	250	9,0	4	2	3,3
Kevyenliikenteen väylä	65	58,6	1,28	46	0,2
Ohituskaista	29	24,3	0,48	51	0,1
Uusi tievalaistus myötäävin pylväin	105	21,8	4,06	5	1,4
Jäykät pylväät myötääviksi	26	0,3	0,50	1	13,5
Ympäristön pehmentäminen tai kaide	30	11,6	0,54	21	0,3
Liittymän kevyt parantaminen		2,6	0,22	12	0,6
Kiertoliittymän rakentaminen		4,0	0,53	8	1,0
Uusi valo-ohjaus nelihaaraliittymään		0,5	0,06	9	0,9
Nelihaaraliittymän täyskanavointi		4,6	0,15	30	0,2

*Vaikutusta lumisen kelin vähenemiseen ei kyetty arvioimaan

Taulukko 12. Tienpidon toimenpiteiden turvallisuustehokkuus ja hyötykustannussuhde, kun diskonttokorkona käytetään 6 % /7/.

Toimenpide	Toimenpiteen pituus km	Hinta Milj. mk	Hvj -onn. vähenemä vuosittain	Kustannus Mmk/ vuosittain säästynyt hvjo.	H/K-suhde
Tunnin pilotti: 1,09 hvj -onn. vähenemä (ylin arvio)*	250	13,8	1,09	13	0,9
Tunnin pilotti: 0,19 hvj -onn. vähenemä (alin arvio)*	250	13,8	0,19	72	0,2
Tunnin pilotti: 0,5 hvj -onn. vähenemä (keskimäärin)*	250	13,8	0,5	28	0,4
Tunnin pilotti (TARVA:lla)	250	13,8	4	3	3,3
Kevyenliikenteen väylä	65	58,6	1,28	46	0,2
Ohituskaista	29	24,3	0,48	51	0,2
Uusi tievalaistus myötäävin pylväin	105	21,8	4,06	5	2,1
Jäykät pylväät myötääviksi	26	0,3	0,50	1	20,7
Ympäristön pehmentäminen tai kaide	30	11,6	0,54	21	0,5
Liittymän kevyt parantaminen		2,6	0,22	12	0,9
Kiertoliittymän rakentaminen		4,0	0,53	8	1,5
Uusi valo-ohjaus nelihaaraliittymään		0,5	0,06	9	1,3
Nelihaaraliittymän täyskanavointi		4,6	0,15	30	0,4

*Vaikutusta lumisen kelin vähenemiseen ei kyetty arvioimaan

Talvihoidon toimenpideajan lyhentämisen turvallisuustehokkuus vaihteli laskentatavasta ja käytetystä diskonttokorosta riippuen. Mitä suurempaa diskonttokorkoa käytettiin, sitä parempi oli talvihoidon toimenpideajan lyhentämisen turvallisuustehokkuus muihin tienpidon toimenpiteisiin verrattuna. Parhaimmillaan talvihoidon toimenpideajan lyhentämisen turvallisuustehokkuus oli samaa luokkaa kiertoliittymän rakentamisen kanssa.

Myös hyötykustannussuhde vaihteli laskentatavasta (pitävän kelin ja jäisen kelin onnettomuusasteista) riippuen. Sen sijaan diskonttokorko ei vaikuttanut kokeilun hyötykustannussuhteeseen, koska toimenpiteen hyödyt ja kustannukset kertyvät vuosi vuodelta samanaikaisesti. Parhaimmillaan talvihoidon toimenpideajan lyhentämisen hyötykustannussuhde oli samaa tasoa nelihaa-

raliittymän uuden valo-ohjauksen kanssa (0,9), vastaavasti heikoimmillaan samaa tasoa kevyen liikenteen väylän, ohituskaistan rakentamisen ja neliahaaraliittymän täyskanavoinnin kanssa (0,2).

Hoidon toteutumisen perusteella laskettu toimenpideajan lyhentämisen keskimääräinen turvallisuustehokkuus (ts. kustannukset vuodessa säästettyjä 0,5 henkilövahinko-onnettomuutta kohti) vaihteli diskonttokorosta riippuen 18–28 mmk:n välillä. Keskimääräinen hyötykustannussuhde oli 0,4. Toimenpide oli siten hyötykustannussuhteella mitattuna samaa tasoa neliahaaraliittymän täyskanavoinnin ja ympäristön pehmentämisen tai kaiteen kanssa.

TARVA:lla laskettu toimenpideajan lyhentämisen turvallisuustehokkuus oli selkeästi parempi kuin useimmilla tienpidon investoinneilla vaihdellen 2-3 mmk:n välillä. Myös hyötykustannussuhde oli hyvä (3,3).

Käytännössä vertailu kertaluontoisten suurten investointien ja vuosittain toistuvien pienten kustannusten välillä on vaikeaa. Vertailun tulokseen vaikuttaa valittu korkotaso, toimenpiteiden mahdollisesti aiheuttamat lisäykset kunnossapitokustannuksissa jne. Tässä yhteydessä tehty vertailu onkin lähinnä suuntaa antava.

4 JOHTOPÄÄTÖKSET

Toimenpideajan lyhentämisen turvallisuusvaikutuksia onnettomuustilastojen pohjalta arvioitaessa nousi esiin muutamia selkeitä ongelmia. Kokeilu kohdistuu varsin rajatulle alueelle, jolla vuosittain tapahtuvien talviajan (marraskuu-maaliskuu) onnettomuuksien määrä on tilastollisessa mielessä pieni. Lisäksi on huomioitava, että tästäkin määrästä vain osa tapahtuu varsinaisesti liukkaalla tai lumisella kelillä. Siksi liikenneonnettomuustilastojen avulla tapahtuvassa tarkastelussa pienet muutokset häviävät onnettomuuksien satunnaisuudesta aiheutuvaan normaaliin vuosittaiseen vaihteluun.

Talviajan kaikkien henkilövahinko-onnettomuuksien määrä oli jälkeen -jaksolla kasvanut sekä koealueella että vertailualueella. Ennen -jakson keskiarvoon verrattuna kasvu koealueella oli 21 % ja vertailualueella 15 %. Mikäli kehitys koealueella olisi ollut samansuuruista, olisi siellä jälkeen -jakson talvina tapahtunut keskimäärin vajaat 2 onnettomuutta vähemmän kuin todellisuudessa tapahtui. Muutos ei kuitenkaan ollut tilastollisesti merkitsevä. Talviajan henkilövahinko-onnettomuusasteiden, yksittäisonnettomuuksien sekä kohtaamisonnettomuuksien tarkastelu ei tuonut lisävalaistusta kokeilun liikenneturvallisuusvaikutuksien arviointiin.

Liukkaalla kelillä talviaikana tapahtuneiden onnettomuuksien määrä oli vertailualueella kasvanut selkeästi koealuetta voimakkaammin. Ennen -jakson keskiarvoon verrattuna kasvu koealueella oli 7 % ja vertailualueella 39 %. Jos liukkaan kelin henkilövahinko-onnettomuusmäärä olisi koealueella kehittynyt samalla tavalla kuin vertailualueella, olisi koealueella tapahtunut kokeilujaksolla keskimäärin 25,2 henkilövahinko-onnettomuutta talvessa. Toteutunut määrä (keskimäärin 19,5 onnettomuutta) on siis 5,7 onnettomuutta, eli 23 % pienempi kuin näin laskettu odotusarvo. Ero ei kuitenkaan ole tilastollisesti merkitsevä, koska 95 % luottamusväli odotusarvolle 25,2 on 15-35 onnettomuutta.

Tiesäädataa analysoitaessa havaittiin, ettei se kunnolla soveltunut tämän tyyppiseen tarkasteluun. Jokaisella asemalla oli varsinkin ennen -jaksolla pitkiä aikajaksoja, jolloin tietoa ei kerääntynyt lainkaan. Tielaitokselta saadun tiedon mukaan pimeät jaksot johtuvat teknisestä viasta tiesääasemalla, keruukoneella tai arkistointimedialla.

Tiesääasemien kelitiedon oikeellisuus vaatisi tarkempia selvityksiä. Aiemmin tehty tutkimus/4/ sekä tämän tutkimuksen yhteydessä tehty tiesääasemien kelitiedon vertailu alueella tehtyihin kitkamittauksiin antavat aihetta suhtautua tiesääasemien keräämän kelitiedon oikeellisuuteen toistaiseksi varauksella.

Tässä tutkimuksessa kelin määrittämiseen sovellettiin tiesääasemadataa laajemmin hyödyntävää laskennallista algoritmia, joka on varsinaisesti kehitetty muuttuvien infomerkkien ja nopeusrajoitusten ohjaukseen. Menetelmän arvioitiin parantavan asemien antamien tietojen pohjalta tehtävää kelin määrittystä. Myös tutkimusasetelman (ennen - jälkeen tutkimus vertailuaineistolla samoilla mittalaitteilla) oletettiin jossain määrin vähentävän tiesääasemadatan mahdollista epäluotettavuutta. Siitä huolimatta kelin määrittys arvioitiin niin

epävarmaksi, että tiesääsemien dataan perustuvasta analyysistä luovuttiin kokonaan.

Hoidon toteutumisen seurannan perusteella liukkaan kelin (tien pinta jäinen) määrän arvioitiin vähentyneen koealueella urakka-alueet yhteen laskien 67 h kokeilutalven 1998-1999 aikana ja vastaavasti 127 h kokeilutalven 1999-2000 aikana. Tämä tarkoittaa keskimäärin 9 h 34 min vähemmän ensimmäisenä kokeilutalvena ja 18h 8 min vähemmän toisena kokeilutalvena. Toisen kokeilutalven tuloksia paransi lisääntynyt ennakkosuolaaminen.

Aiemmissä tutkimuksissa on määritetty onnettomuusasteita eri keleille./5,6,9/ Niiden perusteella laskennalliseksi henkilövahinko-onnettomuuksien vähenemäksi saatiin ensimmäisenä talvikautena 0,19-0,39 onnettomuutta ja toisena talvikautena 0,53-1,09 onnettomuutta. Se vastasi talvikauden liukkaan kelin onnettomuuksien määrän (18 vuodessa) vähenemistä 1,0-6,1 %. Vastaavasti kaikkiin talvikauden onnettomuuksiin (30 vuodessa) saatiin 0,6-3,6 %:n vähennä. Muutoksia lumisen tai sohjoisen kelin määrässä ei pystytty määrittämään, mistä syystä edellä esitettyjä arvioita voidaan pitää vaikutuksen laskennallisina minimiarvona.

Edellä esitettyjen laskennallisten hvj-onnettomuusvähennemien perusteella lasketut hyötykustannustarkastelut näyttäisivät talvihoidon toimenpideajan lyhentäminen olevan parhaimmillaan miltei samaa tasoa kiertoliittymän rakentamisen kanssa (H/K 0,9). Keskimääräinen hyötykustannussuhde kahden talven tarkastelujaksolta oli 0,4. Näin mitattuna toimenpide oli samaa tasoa nelihaaraliittymän täyskanavoinnin ja ympäristön pehmentämisen tai kaiteen kanssa.

Käytännössä vertailu kertaluontoisten suurten investointien ja vuosittain toistuvien pienten kustannusten välillä on vaikeaa. Vertailun tulokseen vaikuttaa valittu korkotaso, toimenpiteiden mahdollisesti aiheuttamat lisäykset kunnossapitokustannuksissa jne. Tässä yhteydessä tehty vertailu onkin lähinnä suuntaa antava.

Kaiken kaikkiaan talvihoidon toimenpideajan lyhentämisen ei voitu osoittaa vaikuttaneen liikenneturvallisuuteen tilastollisesti merkitsevästi.

Onnettomuusaineiston tarkastelun perusteella voitiin kuitenkin löytää viitteitä siitä, että liukkaan kelin henkilövahinko-onnettomuudet olivat lisääntyneet vähemmän koealueella kuin vertailualueella. Myös hoidon seurannan yhteydessä tehty laskennallinen arvio jäisen kelin vähennemisestä koealueella tukee onnettomuusanalyysin pohjalta tehtyä havaintoa.

KIRJALLISUUSVIITTEET

- /1/ Säähajattu tie vt7 (E18) Siltakylä – Summa, Muuttuvien opasteiden ohjauseriaatteet. Kaakkois-Suomen tiepiiri 1997.
- /2/ Teiden talvihoito, Talvihoidon toimintalinjat 1996-. Tielaitos, Keskushallinto. Helsinki 1995
- /3/ Teiden talvihoito. Laadun määrittely 1998. Tielaitos, Tiehallinto, Tie- ja liikennetekniikka. Helsinki 1998.
- /4/ Tehostetun kelinseurantajärjestelmän kokeilu, Tieliikenteen telematiikan E18-kokeilualaue. Tielaitos, Liikenteen palvelut. Mikko Malmivuo, Kirsi Pajunen. Helsinki 1999
- /5/ Nastarenkaiden käytön ja talvikunnossapidon yhteiskunnallinen optimointi. Tielaitoksen tutkimuksia 4/1995. Kari Alppivuori, Heikki Kanner, Kari Mäkelä, Veli-Pekka Kallberg. Helsinki 1995.
- /6/ Talviajan liikenneturvallisuus, Tilastollinen tarkastelu 1994-1995. Tielaitoksen selvityksiä 6/1997. Mikko Malmivuo, Harri Peltola. Helsinki 1997.
- /7/ Tielaitoksen liikenneturvallisuusohjelma 2005. Tiehallinto, Tie- ja liikenneolojen suunnittelu. Helsinki 1999.
- /8/ Talvikauden 1996-1997 toimenpideaika- ja suolaus seurannan tuloksia. 1997. Mika Terhelä, Rauno Kuusela. Julkaisematon.
- /9/ Intern rapport nr. 1918 - VEG-GREPSPROSJEKTET, Delprosjekt 5:15; Samfunnsøkonomiske konsekvenser, Statens vegvesen, Vegdirektoratet, Veglaboratoriet, Oslo 1996.

LIITTEET

- Liite 1 Tiesääasemien kelitiedon vertailu kitkamittauksiin
- Liite 2 Talviajan yksittäis- ja kohtaamisonnettomuudet
- Liite 3 Tiesääasemien havainnoima eri kelien kokonaiskesto
- Liite 4 Kuvaajat kelien suhteellisista osuuksista tiesääasemittain

Tiesääasemien kelitiedon vertailu kitkamittauksiin

Tiesääasemien kelitietoa verrattiin laadunvalvonnan yhteydessä tehtyjen kitkamittausten tuloksiin poimimalla tarkasteluun mahdollisimman lähellä tiesääasemaa tehdyt kitkamittaukset. Seuraavissa nelikentissä esitetään vertailun yksityiskohtaisemmat lukuarvot, vertailun tulokset on analysoitu kappaleessa 2.4.3 Tiesääasemien kelitiedon vertailu kitkamittauksiin.

Kunkin nelikentän vasemman puoleisissa lohkoissa esitetään tiesääaseman nimi, aseman tierekisteriosoite ja anturien keräämät tiedot sekä havainnointiajat ja sanallinen kuvaus kelistä. Oikeanpuoleisista lohkoista ylimmäisessä esitetään kitkamittaus tulokset, mittauspisteiden tieosoitteet, mittausajankohdat, kitka-arvot sekä ilman lämpötila. Lisäksi esitetään kelin luonnehdinta Tielaitoksen ajoradan talvihoidon laatuvaatimusten mukaan /3/. Oikeanpuoleisista lohkoista alemmassa esitetään info-merkkien ohjauksessa käytettävän, tiesäädataa hyödyntävän algoritmin mukainen luonnehdinta kelistä.

2001 Kurjenmäki, vt1/28/0752, pvm 051298					Kitkamittaus, pvm 051298			
anturi	klo	arvo	kuvaus		tieosoite	klo	kitka	ilma
a1 Ilma	9:35	-3.9			vt1/28/1910	9:43:20	0,28	-3
a3 Tie	9:35	-2.2			vt1/28/3910	9:44:51	0,33	-3
a7 Maa	9:35	-1.2			vt1/28/5910	9:46:16	0,36	-3
a22 Sade	9:35	0.0			vt1/27/3168	9:41:53	0,25	-3
a27 Kelitieto 1	9:35	4.0	märkä+su		"Karkea jää- tai lumipolanne pakkassäällä"			
anturi	klo	arvo	kuvaus		Algoritmi:			
a1 Ilma	9:56	-3.8			9:35:00, ei varoitusta liukkaasta kelistä			
a3 Tie	9:56	-2.2			9:56:00, varoitus liukkaasta kelistä			
a7 Maa	9:56	-1.2						
a22 Sade	9:56	1.0						
a27 Kelitieto 1	9:56	6.0	lumi					

Asema 2001, Kurjenmäki, 5.12.1998.

2001 Kurjenmäki, vt1/28/0752, pvm 121298					Kitkamittaus, pvm121298			
anturi	klo	arvo	kuvaus		tieosoite	klo	kitka	ilma
a1 Ilma	7:58	-4.9			vt1/28/6785	8:02:01	0,26	-4
a3 Tie	7:58	-4.9			vt1/28/4785	8:04:46	0,23	-3
a7 Maa	7:58	-5.3			vt1/28/2785	8:06:23	0,2	-4
a22 Sade	7:58	2.0			vt1/28/785	8:08:06	0,23	-4
a27 Kelitieto 1	7:58	6.0	lumi		"Kuiva jäinen polanne"			
anturi	klo	arvo	kuvaus		Algoritmi:			
a1 Ilma	8:20	-4.5			7:58:00, varoitus liukkaasta kelistä			
a3 Tie	8:20	-4.8			8:20:00, varoitus liukkaasta kelistä			
a7 Maa	8:20	-5.2						
a22 Sade	8:20	1.0						
a27 Kelitieto 1	8:20	6.0	lumi					

Asema 2001, Kurjenmäki, 12.12.1998.

2002 Ihode, vt8/114/200, pvm 051298

anturi	klo	arvo	kuvaus
a1 Ilma	11:12	-3.2	
a3 Tie	11:12	-1.5	
a5 Tie			
a7 Maa	11:12	-0.3	
a22 Sade	11:12	4.0	
a27 Kelitieto 1	11:12	6.0	lumi

Kitkamittaus, pvm 051298

tieosoite	klo	kitka	ilma
vt8/113/2579	11:11:14	0,34	-2
vt8/114/1089	11:12:29	0,23	-2
vt8/114/3089	11:14:01	0,22	-2
vt8/114/5089	11:15:31	0,23	-4

"Kuiva jäinen polanne"

anturi	klo	arvo	kuvaus
a1 Ilma	11:28	-3.2	
a3 Tie	11:28	-1.5	
a5 Tie			
a7 Maa	11:28	-0.3	
a22 Sade	11:28	4.0	
a27 Kelitieto 1	11:28	6.0	lumi

Algoritmi:

11:12:00, varoitus liukkaasta kelistä

11:28:00, varoitus liukkaasta kelistä

*Asema 2002, Ihode, 5.12.1998.***2002 Ihode, vt8/114/200, pvm 121298**

anturi	klo	arvo	
a1 Ilma	6:49	-4.7	
a3 Tie	6:49	-5.5	
a5			
a7 Maa	6:49	-5.0	
a22 Sade	6:49	0.0	
a27 Kelitieto 1	6:49	8.0	kost+su

Kitkamittaus, pvm121298

tieosoite	klo	kitka	ilma
vt8/114/5764	7:00:07	0,43	-4
vt8/114/3764	7:01:13	0,43	-4
vt8/114/1764	7:02:20	0,43	-4
vt8/113/3254	7:03:28	0,43	-4

"Paljas ja märkä tai

ajourien välissä polanteet"

anturi	klo	arvo	
a1 Ilma	7:15	-4.5	
a3 Tie	7:15	-5.3	
a5			
a7 Maa	7:15	-4.9	
a22 Sade	7:15	0.0	
a27 Kelitieto 1	7:15	8.0	kost+su

Algoritmi:

6:49:00, ei varoitusta liukkaasta kelistä

7:15:00, ei varoitusta liukkaasta kelistä

*Asema 2002, Ihode, 12.12.1998.***2003 Eurajoki, vt8/122/2000, pvm 051298**

anturi	klo	arvo	kuvaus
a1 Ilma	11:51	-2.0	
a3 Tie	11:51	-1.0	
a5 Tie			
a7 Maa	11:51	-0.8	
a22 Sade	11:51	1.0	
a27 Kelitieto 1	11:51	6.0	lumi

Kitkamittaus, pvm 051298

tieosoite	klo	kitka	ilma
vt8/122/1842	11:44:18	0,21	-1
vt8/123/527	11:45:47	0,2	-1

"Kuiva jäinen polanne"

anturi	klo	arvo	
a1 Ilma	12:07	-2.0	
a3 Tie	12:07	-1.0	
a5 Tie			
a7 Maa	12:07	-0.7	
a22 Sade	12:07	1.0	
a27 Kelitieto 1	12:07	6.0	lumi

Algoritmi:

11:51:00, varoitus liukkaasta kelistä

12:07:00, varoitus liukkaasta kelistä

Asema 2003, Eurajoki, 5.12.1998.

2003 Eurajoki, vt8/122/2000, pvm 121298					Kitkamittaus, pvm121298			
anturi		klo	arvo		tieosoite	klo	kitka	ilma
a1	Ilma	6:26	-5.4		vt8/122/2517	6:38:22	0,47	-4
a3	Tie	6:26	-5.8		vt8/122/517	6:39:30	0,47	-4
a5								
a7	Maa	6:26	-5.5		"Paljas ja kuiva"			
a22	Sade	6:26	0.0					
a27	Kelitieto 1	6:26	8.0	kost+su				
<hr/>					<hr/>			
		klo	arvo		Algoritmi:			
a1	Ilma	6:49	-5.1		6:26:00, ei varoitusta liukkaasta kelistä			
a3	Tie	6:49	-5.6		6:49:00, ei varoitusta liukkaasta kelistä			
a5								
a7	Maa	6:49	-5.4					
a22	Sade	6:49	0.0					
a27	Kelitieto 1	6:49	8.0	kost+su				

Asema 2003, Eurajoki, 12.12.1998.

2004 Tupuri, vt1/22/5022, pvm 051298					Kitkamittaus, pvm 051298			
anturi		klo	arvo		tieosoite	klo	kitka	ilma
a1	Ilma	9:02	-4.1		vt1/22/502	9:18:55	0,36	-3
a3	Tie	9:02	-2.9		vt1/22/2502	9:20:13	0,33	-3
a7	Maa	9:02	-1.2		vt1/22/4502	9:21:35	0,32	-3
a22	Sade	9:02	0.0		"Paljas ja märkä tai			
a27	Kelitieto 1	9:02	6.0	lumi	ajourien välissä polanteet"			
<hr/>					<hr/>			
		klo	arvo		Algoritmi:			
a1	Ilma	9:19	-3.9		9:02:00, varoitus liukkaasta kelistä			
a3	Tie	9:19	-2.9		9:19:00, varoitus liukkaasta kelistä			
a7	Maa	9:19	-1.2					
a22	Sade	9:19	0.0					
a27	Kelitieto 1	9:19	6.0	lumi				

Asema 2004, Tupuri, 5.12.1998.

2004 Tupuri, vt1/22/5022, pvm 121298					Kitkamittaus, pvm121298			
anturi		klo	arvo		tieosoite	klo	kitka	ilma
a1	Ilma	8:21	-3.4		vt1/23/160	8:27:01	0,26	-3
a3	Tie	8:21	-4.4		vt1/22/3377	8:28:41	0,21	-3
a7	Maa	8:21	-4.4		vt1/22/1377	8:30:01	0,26	-3
a22	Sade	8:21	0.0		"Karkea jää- tai lumipolanne			
a27	Kelitieto 1	8:21	1.0	kuiva	pakkassäällä"			
<hr/>					<hr/>			
		klo	arvo		Algoritmi:			
a1	Ilma	8:45	-3.4		8:21:00, ei varoitusta liukkaasta kelistä			
a3	Tie	8:45	-4.3		8:45:00, ei varoitusta liukkaasta kelistä			
a7	Maa	8:45	-4.3					
a22	Sade	8:45	0.0					
a27	Kelitieto 1	8:45	1.0	kuiva				

Asema 2004, Tupuri, 12.12.1998.

2005 Hintanmäki, vt1/19/600, pvm 051298

anturi		klo	arvo
a1	Ilma	9:03	-4,3
a3	Tie	9:03	-2,9
a7	Maa	9:03	-1,9
a22	Sade	9:03	0
a27	Kelitieto 1	9:03	8 kost+su

anturi		klo	arvo
a1	Ilma	9:19	-4,3
a3	Tie	9:19	-2,9
a7	Maa	9:19	-1,9
a22	Sade	9:19	0
a27	Kelitieto 1	9:19	8 kost+su

Asema 2005, Hintanmäki, 5.12.1998.

Kitkamittaus, pvm 051298

tieosoite	klo	kitka	ilma
vt1/19/1322	9:06:47	0,29	-4
vt1/19/3322	9:08:33	0,34	-4
vt1/19/5322	9:09:48	0,35	-4

"Paljas ja märkä tai
ajourien välissä polanteet"

Algoritmi:

9:03:00, ei varoitusta liukkaasta kelistä
9:19:00, ei varoitusta liukkaasta kelistä

2005 Hintanmäki, vt1/19/600, pvm 121298

anturi		klo	arvo
a1	Ilma	8:45	-3,8
a3	Tie	8:45	-4,2
a7	Maa	8:45	-4,6
a22	Sade	8:45	0
a27	Kelitieto 1	8:45	6 lumi

		klo	arvo
a1	Ilma	8:22	-3,8
a3	Tie	8:22	-4,2
a7	Maa	8:22	-4,7
a22	Sade	8:22	0
a27	Kelitieto 1	8:22	6 lumi

Asema 2005, Hintanmäki, 12.12.1998.

Kitkamittaus, pvm121298

anturi	klo	kitka	ilma
vt1/19/4197	8:41:34	0,23	-3
vt1/19/2197	8:43:00	0,22	-3
vt1/19/197	8:44:17	0,27	-3

"Kuiva jäinen polanne"

Algoritmi:

9:03:00, varoitus liukkaasta kelistä
9:19:00, varoitus liukkaasta kelistä

2008 Mynämotelli, vt8/109/650, pvm 051298

anturi		klo	arvo
a1	Ilma	10:34	-3.4
a3	Tie	10:34	-2.6
a5	Tie		
a7	Maa	10:34	-1.3
a22	Sade	10:34	1.0
a27	Kelitieto 1	10:34	6.0 lumi

anturi		klo	arvo
a1	Ilma	10:56	-3.4
a3	Tie	10:56	-2.4
a5	Tie		
a7	Maa	10:56	-1.3
a22	Sade	10:56	2.0
a27	Kelitieto 1	10:56	6.0 lumi

Asema 2008, Mynämotelli, 5.12.1998.

Kitkamittaus, pvm 051298

tieosoite	klo	kitka	ilma
vt8/108/5470	10:48:21	0,32	-3
vt8/109/1310	10:29:28	0,27	-3
vt8/109/3310	10:31:09	0,34	-3
vt8/109/5310	10:33:01	0,34	-3

"Paljas ja märkä tai
ajourien välissä polanteet"

Algoritmi:

10:34:00, varoitus liukkaasta kelistä
10:56:00, varoitus liukkaasta kelistä

2008 Mynämotelli, vt8/109/650, pvm 121298				Kitkamittaus, pvm121298			
anturi		klo	arvo	tieosoite	klo	kitka	ilma
a1	Ilma	7:17	-4.8	vt8/109/5985	7:19:09	0,43	-4
a3	Tie	7:17	-6.2	vt8/109/3985	7:20:15	0,43	-4
a5				vt8/109/1985	7:21:25	0,43	-4
a7	Maa	7:17	-6.4	vt8/108/6145	7:22:29	0,43	-4
a22	Sade	7:17	1.0	"Paljas ja märkä tai			
a27	Kelitieto 1	7:17	6.0 lumi	ajourien välissä polanteet"			
anturi		klo	arvo	Algoritmi:			
a1	Ilma	7:39	-4.7	7:17:00, varoitus liukkaasta kelistä			
a3	Tie	7:39	-6.1	7:39:00, varoitus liukkaasta kelistä			
a5							
a7	Maa	7:39	-6.3				
a22	Sade	7:39	1.0				
a27	Kelitieto 1	7:39	6.0 lumi				

Asema 2008, Mynämotelli, 12.12.1998.

2021 Masku, vt8/104/200, pvm 051298				Kitkamittaus, pvm 051298			
anturi		klo	arvo	tieosoite	klo	kitka	ilma
a1	Ilma	10:18	-3.6	vt8/103/3929	10:29:28	0,28	-3
a3	Tie	10:18	-2.2	vt8/104/870	10:31:09	0,29	-2
a5	Tie	10:18	-2.3	vt8/104/2870	10:33:01	0,25	-2
a7	Maa	10:18	-1.5	vt8/104/4870	10:34:38	0,32	-3
a22	Sade	10:18	1.0	"Karkea jää- tai lumipolanne			
a27	Kelitieto 1	10:18	6.0 lumi	pakkassäällä"			
a28	Kelitieto 2	10:18	6.0 lumi				
anturi		klo	arvo	Algoritmi:			
a1	Ilma	10:37	-3.6	10:18:00, varoitus liukkaasta kelistä			
a3	Tie	10:37	-2.1	10:37:00, varoitus liukkaasta kelistä			
a5	Tie	10:37	-2.2				
a7	Maa	10:37	-1.5				
a22	Sade	10:37	1.0				
a27	Kelitieto 1	10:37	6.0 lumi				
a28	Kelitieto 2	10:37	6.0 lumi				

Asema 2021, Masku, 5.12.1998.

2021 Masku, vt8/104/200, pvm 121298				Kitkamittaus, pvm121298			
anturi		klo	arvo	tieosoite	klo	kitka	ilma
a1	Ilma	7:30	-5.0	vt8/104/3545	7:35:51	0,38	-4
a3	Tie	7:30	-5.3	vt8/104/1545	7:37:11	0,35	-5
a5	Tie	7:30	-5.5	vt8/103/4604	7:38:15	0,35	-5
a7	Maa	7:30	-5.4	"Paljas ja märkä tai			
a22	Sade	7:30	1.0	ajourien välissä polanteet"			
a27	Kelitieto 1	7:30	6.0 lumi				
a28	Kelitieto 2	7:30	6.0 lumi				
anturi		klo	arvo	Algoritmi:			
a1	Ilma	7:53	-5.1	7:30:00, varoitus liukkaasta kelistä			
a3	Tie	7:53	-5.2	7:53:00, varoitus liukkaasta kelistä			
a5	Tie	7:53	-5.5				
a7	Maa	7:53	-5.3				
a22	Sade	7:53	1.0				
a27	Kelitieto 1	7:53	6.0 lumi				
a28	Kelitieto 2	7:53	6.0 lumi				

Talviajan yksittäis- ja kohtaamisonnettomuudet

Yksittäisonnettomuudet (kaikilla keleillä):

	92-93	93-94	94-95	95-96	96-97	ennen -jakso keskim.	98-99	99-00	jälkeen- jakso keskim.
Koearue	7	11	7	10	11	9,2	11	10	10,5
Vertailuarue	7	7	8	1	3	5,2	5	8	6,5

Kohtaamisonnettomudet (kaikilla keleillä):

	92-93	93-94	94-95	95-96	96-97	ennen -jakso keskim.	98-99	99-00	jälkeen- jakso keskim.
Koearue	4	5	3	11	8	6,2	14	7	10,5
Vertailuarue	2	4	3	3	2	2,8	4	4	4

Tiesääasemien havainnoima eri kelien kokonaiskesto (h:min:s)

Koealue:

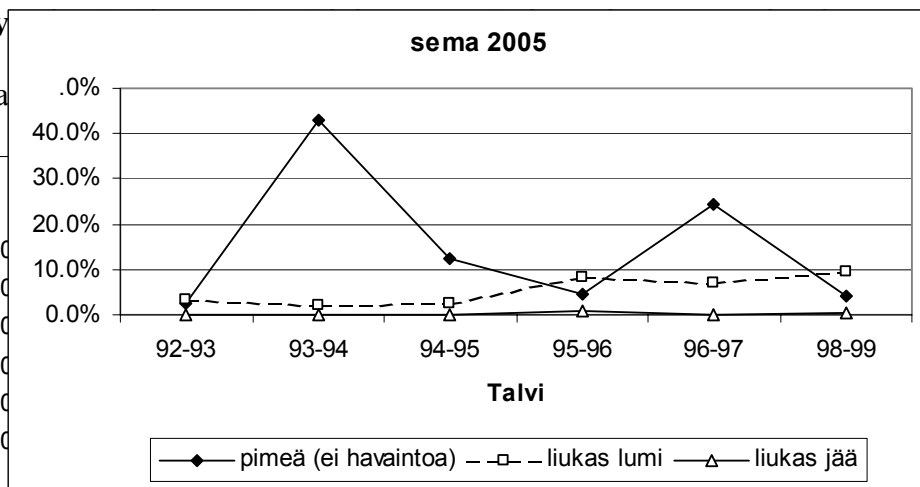
Asema	92-93	93-94	94-95	95-96	96-97	ennen-jakso keskim.	98-99
2001 pimeä (ei havaintoa)	100:54:02	1573:10:01	446:32:02	154:27:01	880:40:02	631:08:38	237:23:01
liukas lumi	168:12:59	173:19:00	119:01:59	513:11:59	259:50:59	246:43:23	381:18:59
liukas jää	0:00:00	0:00:00	12:38:00	8:42:00	0:20:00	4:20:00	6:04:00
2002 pimeä (ei havaintoa)	103:03:01	1557:17:01	445:24:02	154:34:02	903:34:01	632:46:25	30:20:00
liukas lumi	173:01:59	193:17:59	220:58:59	526:07:59	335:39:00	289:49:11	516:49:00
liukas jää	0:00:00	0:00:00	0:00:00	2:23:00	5:02:00	1:29:00	24:31:00
2004 pimeä (ei havaintoa)	88:08:01	1556:30:02	445:40:01	156:30:01	877:56:02	624:56:49	31:10:00
liukas lumi	187:46:00	262:41:59	261:09:00	621:51:00	332:35:59	333:12:48	719:51:00
liukas jää	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:43:00
2005 pimeä (ei havaintoa)	94:26:01	1558:13:03	447:45:01	157:57:02	878:37:01	627:23:38	148:38:02
liukas lumi	119:49:00	68:06:59	84:39:00	306:29:59	258:43:59	167:33:47	341:29:59
liukas jää	3:47:00	4:49:59	0:00:00	27:41:00	0:00:00	7:15:36	22:17:00
2008 pimeä (ei havaintoa)	100:10:01	1574:24:00	445:58:01	157:48:01	874:56:02	630:39:13	34:38:01
liukas lumi	220:06:00	184:19:00	203:10:00	560:27:59	395:20:59	312:40:48	1329:56:59
liukas jää	0:00:00	0:00:00	0:00:00	31:33:00	3:41:00	7:02:48	2:14:00
2021 pimeä (ei havaintoa)	230:57:01	1560:41:00	456:07:00	157:25:00	878:07:01	656:39:24	75:58:01
liukas lumi	114:41:00	0:00:00	149:44:00	384:31:00	231:16:00	176:02:24	943:26:00
liukas jää	0:00:00	0:00:00	0:00:00	20:11:00	3:50:00	4:48:12	0:22:00

Vertailualue:

Asema	92-93	93-94	94-95	95-96	96-97	ennen-jakso keskim.	98-99
10001 pimeä (ei havaintoa)	778:18:00	1070:07:00	446:28:00	423:11:00	749:51:00	693:35:00	78:35:00
liukas lumi	50:49:00	54:42:00	87:53:00	327:17:00	306:20:00	165:24:12	540:49:00
liukas jää	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	21:50:00	4:22:00	16:37:00
10002 pimeä (ei havaintoa)	747:26:00	1070:42:00	520:06:02	393:18:01	750:55:01	696:29:25	348:13:00
liukas lumi	85:41:00	37:56:00	163:28:59	173:50:59	185:14:00	129:14:12	316:45:00
liukas jää	0:00:00	0:00:00	5:14:00	0:33:00	0:00:00	1:09:24	
10012 pimeä (ei havaintoa)	0:00:00	1137:41:01	406:49:01	398:14:01	749:51:02	673:08:46	79:48:02
liukas lumi	0:00:00	30:58:59	75:03:00	126:49:00	160:39:59	98:22:44	142:15:59
liukas jää	0:00:00		18:31:59	4:15:00	24:17:59	11:46:15	
1007 pimeä (ei havaintoa)	518:08:00	472:52:00	927:16:01	470:51:00	783:42:01	634:33:48	72:56:02
liukas lumi	313:18:00	258:29:00	168:57:00	437:56:00	169:14:59	269:35:00	675:44:59
liukas jää	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:33:00	0:06:36	3:27:00
4003 pimeä (ei havaintoa)	250:26:01	638:55:00	681:55:00	910:33:00	931:12:01	682:36:12	214:15:00
liukas lumi	27:33:59	66:35:00	190:34:00	204:06:00	163:19:00	130:25:36	358:48:00
liukas jää	1:38:00	0:16:00	4:54:00	0:00:00	0:45:00	1:30:36	17:30:00

Kuv

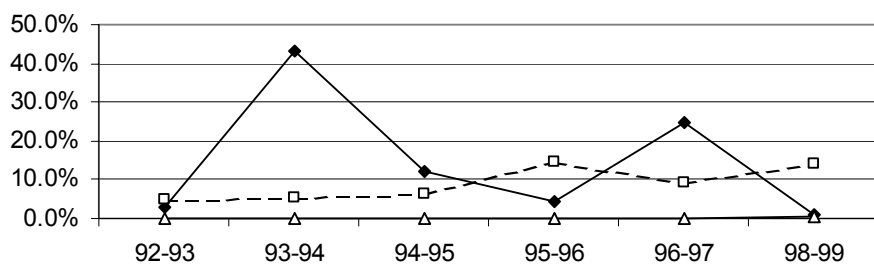
Koeta



Talvi

—◆— pimeä (ei havaintoa) —□— liukas lumi —△— liukas jää

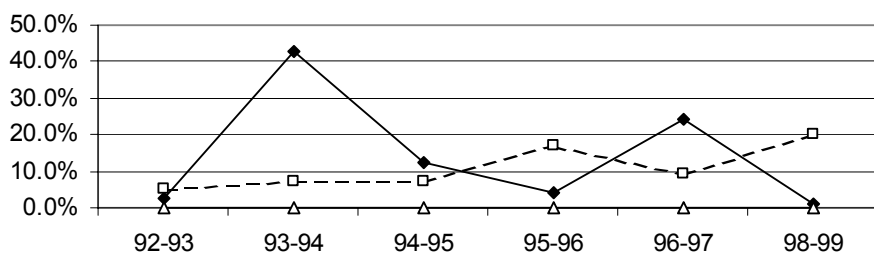
Asema 2002



Talvi

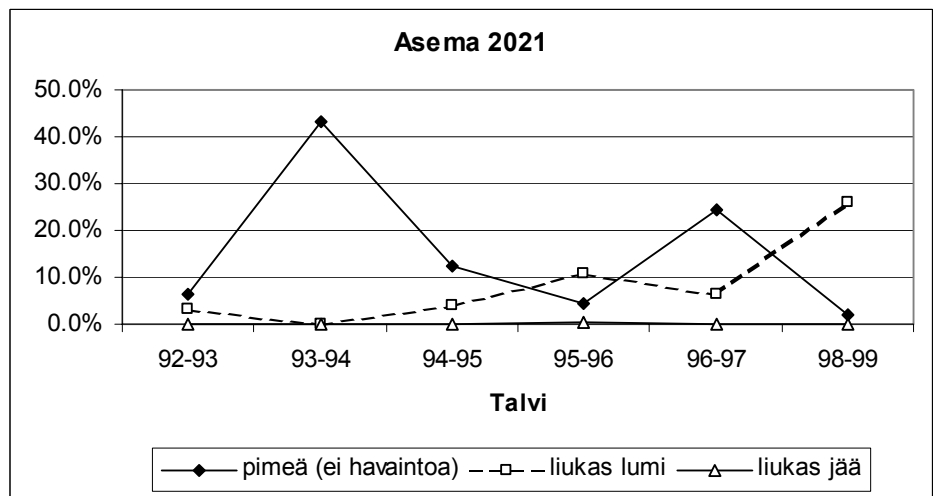
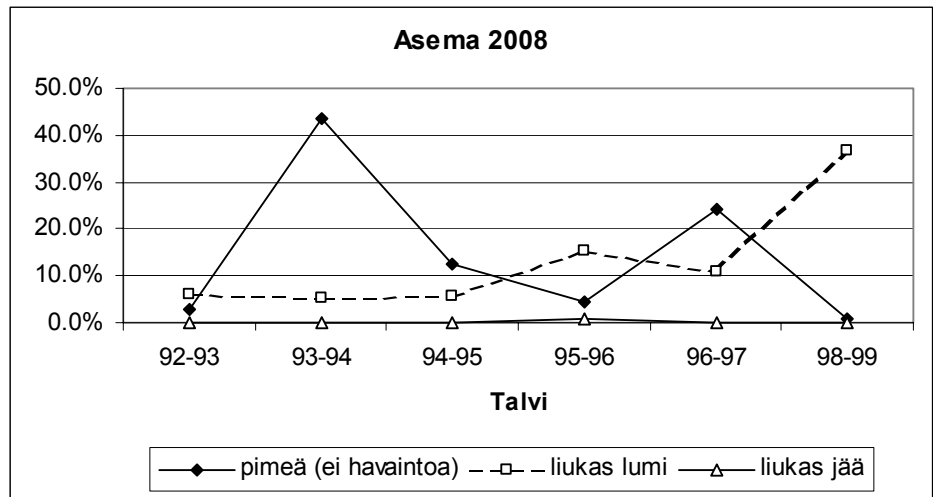
—◆— pimeä (ei havaintoa) —□— liukas lumi —△— liukas jää

Asema 2004



Talvi

—◆— pimeä (ei havaintoa) —□— liukas lumi —△— liukas jää



Vertailualueen asemat:

