

RATAHALLINTOKESKUS

RHK • Turvallisuusyksikkö

Ratahallintokeskuksen
julkaisuja

A
8/2002

**PUOMILLISTEN TASORISTEYSTEN
TURVALLISUUS**

o **Jouni Hytönen**

Helsinki 2002

PUOMILLISTEN TASORISTEYSTEN TURVALLISUUS

o Jouni Hytönen

RHK
RATAHALLINTOKESKUS
KAIVOKATU 6, PL 185
00101 HELSINKI

PUH. (09) 5840 5111
FAX. (09) 5840 5140
SÄHKÖPOSTI: info@rhk.fi

ISBN 952-445-072-0
ISSN 1455-2604

Jouni Hytönen: Puomillisten tasoristeysten turvallisuus. Ratahallintokeskus, Turvallisuusyksikkö. Helsinki 2002. Ratahallintokeskuksen julkaisuja A 8/2002. 55 s. + liitt. 3 s. ISBN 952-445-072-0, ISSN 1455-2604.

Avainsanat rautatie, tasoristeys, puomi, turvallisuus, onnettomuus

TIIVISTELMÄ

Puomillisissa tasoristeyksissä tapahtui 1990-luvulla vuosittain 3–12 törmäystä junan kanssa. Lisäksi puomeja rikkoutuu tiekulkuneuvojen törmäyksissä 150–170 kpl vuodessa. Tutkimuksessa selvitettiin näiden onnettomuuksien erityispiirteitä onnettomuustilastojen, liikennevahinkojen tutkijalautakuntien raporttien ja tapahtumapaikoille tehtyjen tutustumiskäyntien perusteella. Lisäksi tarkasteltiin puomilaitosten turvallisuuteen vaikuttavia ominaisuuksia. Tarkastelujen perusteella pohdittiin konkreettisia toimenpiteitä puomillisten tasoristeysten turvallisuuden parantamiseksi. Erityisesti vilkkaiden, asemien lähellä olevien tasoristeysten poistamista olisi kiirehdittävä. Muita tehokkaita toimenpiteitä ovat: a) puomin kiertämisen estäminen puolipuomeja jatkamalla tai korvaamalla ne nelipuomilaitoksella, b) puomien toiminnan yhtenäistäminen niin, että aika puomin laskeutumisesta junan tuloon on suurin piirtein vakio, c) puomilaitosten havaitavuuden parantaminen eri keinoin, d) kahdesta junasta varoittaminen useampiraiteisissa tasoristeyksissä ja e) tienkäyttäjien valistaminen.

Jouni Hytönen: Safety of railway level crossings with barriers. Finnish Rail Administration, Safety Department. Helsinki 2002. Publications of Finnish Rail Administration A 8/2002. 55 p. + apps. 3 p. ISBN 952-445-072-0, ISSN 1455-2604.

Keywords railway, level crossing, barrier, safety, accident

ABSTRACT

Approximately 800 of all 5200 Finnish level crossings are equipped with half-barriers. Annually, 3 to 12 collisions between trains and road vehicles occur at these crossings. In addition, half barriers are damaged in 150 to 170 crashes with road vehicles. The features of these accidents were studied on the basis of accident statistics, case-study reports of the Finnish Accident Investigation Boards and site visits. Furthermore, the design and operative features of half-barriers were considered from the viewpoint of safety. Potential safety improvements were then generated and assessed on the basis of these studies. It was concluded that closing the busiest level crossings, especially those located near a station should be given high priority. Other recommendations included: a) measures which prevent driving around half-barriers, such as lengthening of the barrier arm or replacement of half barriers with four-quadrant gates, b) implementation of constant warning time from the descent of the half-barrier to the arrival of the train, c) improved visibility of the barriers, d) warning about two trains at crossings with two or more tracks, and e) education of road-users.

ESIPUHE

Ratahallintokeskus tilasi tammikuussa 2001 VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikalta tutkimuksen puomeilla varustettujen tasoristeysten turvallisuuden parantamisesta. Tämä raportti on kyseisen tutkimuksen loppuraportti.

Tutkimuksen ohjausryhmään kuuluivat Kari Alppivuori, Heidi Hirvonen ja Markku Nummelin Ratahallintokeskuksesta sekä Jouni Hytönen ja Veli-Pekka Kallberg VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikasta.

Raportin on kirjoittanut Jouni Hytönen.

Helsingissä marraskuussa 2002

Ratahallintokeskus

Turvallisuusyksikkö

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ.....	3
ABSTRACT	4
ESIPUHE.....	5
1 JOHDANTO.....	9
1.1 Taustaa	9
1.1.1 Ulkomaisia tutkimuksia	10
1.2 Tavoitteet.....	10
2 AINEISTO JA MENETELMÄT.....	11
2.1 Aineisto	11
2.2 Menetelmät.....	12
3 TASORISTEYSVAROITUSLAITOKSET SUOMESSA.....	13
3.1 Varoituslaitostyytit.....	13
3.1.1 Kokopuomilaitos.....	13
3.1.2 Puolipuomilaitos	13
3.1.3 Valo- ja äänivaroituslaitos	14
3.1.4 Tasoristeysvalo	15
3.2 Puolipuomilaitoksen osat	15
3.2.1 Puomimoottorit ja puomit.....	15
3.2.2 Varoitusvaloyksiköt	16
3.2.3 Varoituskellot.....	16
3.3 Puolipuomilaitostyytit	16
3.3.1 Tavallinen puolipuomilaitos	16
3.3.2 Puolipuomilaitos kevyen liikenteen kokopuomeilla.....	17
3.3.3 Puolipuomilaitos kaksiajorataisella tiellä	17
3.3.4 Liikennevalojen kanssa yhteen kytketty puomilaitos	18
3.4 Puolipuomilaitoksen toiminta	19
3.4.1 Raidevirtapiiri	19
3.4.2 Etusoittoaika	19

3.4.3	Puomien laskeutuminen	20
3.4.4	Odotusaika ennen junan tuloa	20
3.5	Puolipuomilaitoksen vikatilanteita	20
3.5.1	Tekniset viat ja toimintahäiriöt	20
3.5.2	Ilkivalta	21
4	TASORISTEYSONNETTOMUUDET 1990–1999	22
4.1	Tapahtuma-aikajakaumat	22
4.2	Tapahtumapaikkajakaumat	24
4.3	Tienkäyttäjäjakaumat	25
5	ONNETTOMUUDET PUOMILLISISSA TASORISTEYKSISSÄ	26
5.1	Tapahtuma-aikajakaumat	26
5.2	Tapahtumapaikkajakaumat	27
5.3	Tienkäyttäjäjakaumat	28
6	LIIKENNEVAHINKOJEN TUTKIJALAUTAKUNTIEN TUTKIMAT ONNETTOMUUDET	31
6.1	Yleistä	31
6.2	Onnettomuudet puomillisissa tasoristeysissä	31
6.2.1	Tapahtuma-ajat ja -paikat	31
6.2.2	Olosuhteet tapahtumahetkellä	33
6.2.3	Tapahtumatavat	34
6.2.4	Tutkijalautakuntien toteamat riskit	35
6.2.5	Tutkijalautakuntien suositukset	35
7	PUOMIEN LÄPIAJOT 1990–1999	36
7.1	Tapahtuma-aikajakaumat	36
7.2	Tapahtumapaikkajakaumat	38
7.3	Tienkäyttäjäjakaumat	38
7.4	Tasoristeykset, joissa tapahtui eniten läpiajoja	39
7.5	Riski-indeksin perusteella vaarallisimmat puomilliset tasoristeykset	42
7.6	Puomien läpiajoista aiheutuvat kustannukset	44
8	PUOMILAITOKSIIN LIITTYVIÄ TURVALLISUUSONGELMIA	45
8.1	Varoituslaitteisiin liittyviä ongelmia	45

8.1.1	Valkoisen varoitusvalon merkitys.....	45
8.1.2	Varoituslaitteiden yleinen havaittavuus.....	45
8.2	Tien geometriaan liittyviä ongelmia	45
8.2.1	Kaarre tiessä ennen tasoristeystä.....	45
8.2.2	Risteys lähellä tasoristeystä	45
8.2.3	Tien vino risteyskulma.....	46
8.3	Rataan liittyviä ongelmia	47
8.3.1	Junien pysähtyminen tasoristeuksen eristysosuudelle	47
8.3.2	Junien nopeuksien suuri vaihtelu	47
8.3.3	Kaksi junaa kaksiraiteisella radalla.....	47
8.4	Tieliikenteen estevaikutukset	47
9	TOIMENPITEITÄ PUOMILLISTEN TASORISTEYSTEN TURVALLISUUDEN PARANTAMISEKSI.....	48
9.1	Tiehen kohdistuvat toimenpiteet	48
9.2	Tienkäyttäjiin kohdistuvat toimenpiteet.....	48
9.3	Juniin kohdistuvat toimenpiteet	49
9.4	Puomilaitokseen kohdistuvat toimenpiteet.....	49
10	PÄÄTELMÄT JA SUOSITUKSET.....	53
10.1	Päätelmät	53
10.2	Suosituksset	53
	LÄHDELUETTELO	55

LIITTEET

Liite A: Lyhyet kuvaukset tutkijalautakuntien tutkimista onnettomuuksista puomillisissa tasoristeyksissä

Liite B: Tietoja 25:stä riski-indeksin perusteella vaarallisimmasta puomillisesta tasoristeyksestä

1 Johdanto

1.1 Taustaa

Osana rautatietasoristeysten turvallisuuden parantamista on tarpeen selvittää Suomessa olemassa olevien puomillisten tasoristeysten turvallisuuden nykytilaa, siihen liittyviä ongelmia sekä niiden poistamis- ja vähentämismahdollisuuksia.

Suomessa on puolipuomillisia tasoristeysksiä noin 800, mikä vastaa 15 % kaikista maamme tasoristeysistä (5210). Pääratojen tasoristeysistä (noin 3600) 18 % on varustettu puomeilla (Rautatietilasto 2000). Kokopuomeilla varustettuja tasoristeysksiä ei Suomessa ole lainkaan.

Vuonna 1999 puomillisissa tasoristeysissä tapahtui 10 onnettomuutta, eli noin 20 % kaikista 48 tasoristeysonnettomuudesta (Rautatietilasto 2000). Tuhatta tasoristeystä kohden onnettomuuksia tapahtui vähemmän kuin valo- ja äänivaroituslaittein varustetuissa tasoristeysissä, mutta enemmän kuin kokonaan ilman varoituslaitteita olevissa tasoristeysissä (Taulukko 1). Viimeksi mainittuun vaikuttaa erityisesti se, että puomillisissa tasoristeysissä tieliikenne on keskimäärin paljon vilkkaampaa kuin muissa tasoristeysissä.

Taulukko 1. Tasoristeysten turvallisuus v. 1999.

Varoituslaite	Onnettomuuksia	Tasoristeysksiä	Onnettomuuksia / 1000 tasoristeystä
Puolipuomi	10	806	12,4
Valo- ja äänivaroitus	4	139	28,8
Ei mitään	34	4262	7,8

Taulukon 1 tarkastelu perustuu vain yhden vuoden suhteellisen pieneen aineistoon ja se antaa vain likimääräisen kuvan erilaisten tasoristeysten turvallisuudesta.

Onnettomuuksien (junan ja tienkäyttäjän törmäys) lisäksi puomillisissa tasoristeysissä raportoidaan vuosittain noin 160 vauriota tai uhkatilannetta, jotka ovat tyypillisesti törmäyksiä puomeihin (puomi vaurioituu). Lisäksi tiedetään, että puolipuomeja kierretään, vaikka tällaisen käyttäytymisen yleisyydestä ei ole selvää käsitystä. Puomeihin törmämiset ja niiden kiertämiset ilmentävät käyttäytymistä, jota vähentämällä puomillisten tasoristeysten turvallisuutta ilmeisesti voitaisiin entisestään parantaa.

Tienkäyttäjien toimintaan puomillisessa tasoristeyskessä vaikuttaa myös puomilaitoksen tekninen toteutus: puomin rakenne, sen toiminnan ohjaus ja turvalogiikka. Pyrittäessä parantamaan turvallisuutta myös näitä on tarkasteltava kriittisesti.

1.1.1 Ulkomaisia tutkimuksia

Englannissa tutkittiin vuonna 1996 moottoriajoneuvojen kuljettajien käyttäytymistä puomillisissa tasoristeyksissä. Tutkimuksen perusteella tunnistettiin kolme erilaista käyttäytymismallia:

- Ajon jatkamiseen taipuvaiset – kuljettajat, jotka haluavat jatkaa ajoa ja jatkavat, jos ehtivät ennen punaisen valon syttymistä
- Kiihdyttämään taipuvaiset – kuljettajat, jotka kiihdyttävät vauhtia ehtiäkseen ylittää tasoristeys
- Pysähtymään taipuvaiset – kuljettajat, jotka pysähtyvät heti havaittuaan varoitusvalot, vaikka he ehtisivätkin yli ennen punaista valoa

Suomalainen ja englantilainen puomilaitos eroavat toisistaan jonkin verran. Englannissa (ja Irlannissa) varoitusvaloyksiköt ovat pimeänä, kun junaa ei tule. Junan tullessa ensin syttyy keltainen kiinteä valo, jonka jälkeen hetken kuluttua alkavat punaiset varoitusvalot vilkkua. Tutkimuksissa havaittiin, että vain 13 % autoilijoista tiesi, mitä keltainen varoitusvalo tarkoittaa. Punaisten varoitusvalojen merkityksen tiesi 54 % autoilijoista (Pickett & Grayson 1996).

Amerikkalaisessa tutkimuksessa (Meeker et al., 1997.) otaksutaan, että itse puomit muodostaessaan esteen tasoristeuksen ylittämiseksi saavat autoilijat tekemään kiireisiä, joskus vaarallisia päätöksiä ylittää tasoristeys. Tämä selittäisi, miksi puomillisissa tasoristeyksissä tapahtuu yllättävän suuri määrä onnettomuuksia. Yhdysvalloissa puomillisten tasoristeysten osuus onnettomuuksista on suurempi kuin Suomessa, noin 22 % (Carlson & Fitzpatrick, 1997). Tieliikennemäärät tasoristeyksissä ovat kuitenkin olennaisesti suurempia kuin Suomessa.

Varoituslaitteiden luotettavuus vaikuttaisi olevan huonompi kuin Suomessa. Texasissa tutkittiin tieliikenteen käyttäytymistä 19:ssä puomillisessa tasoristeyksessä, jolloin havaittiin, että 1 008 hälytyksestä 120 (12 %) oli vääriä, eli junaa ei tullut. Tutkimuksessa havaittiin myös, että keskimäärin joka toisen hälytyksen aikana ajoneuvo ylitti tasoristeuksen vielä sen jälkeen, kun puomit olivat liikkuneet alaspäin kaksi sekuntia tai olleet jo alhaalla (Carlson & Fitzpatrick, 1997).

1.2 Tavoitteet

Tutkimuksen tavoitteena oli laatia ehdotuksia rautatietasoristeysten puomilaitosten turvallisuuden parantamiseksi. Ehdotusten perustaksi tavoitteena oli selvittää

1. Millainen oli puomillisten tasoristeysten turvallisuus muihin tasoristeuksiin verrattuna,
2. Puomillisten tasoristeysten turvallisuusongelmia raportoitujen onnettomuuksien perusteella,
3. Raportoitujen puomiin törmäämisten tyypillisiä piirteitä,
4. Käytössä olevien puomilaitosten turvallisuuteen vaikuttavia ominaisuuksia ja
5. Mahdollisuuksia korvata nykyisiä puolipuomilaitoksia kokopuomeilla.

2 Aineisto ja menetelmät

2.1 Aineisto

Tutkimuksen aineistona käytettiin

- VR Osakeyhtiön onnettomuusrekisteriä vuosilta 1990–1999
- VR Osakeyhtiön tasoristeysrekisteriä
- Vakuutusyhtiöiden liikenneturvallisuustoimikunnan (VALT) raportteja tasoristeyksissä tapahtuneista onnettomuuksista 1990–1999

VR Osakeyhtiön onnettomuusrekisterissä on yhteensä 11 150 vuosina 1990–1999 tapahtunutta onnettomuutta, vauriota tai uhkatilannetta. Näistä tasoristeysonnettomuuksia (onnettomuuden laji 4) on 1 775 tapausta.

Koodausvirheiden vuoksi luvussa on mukana muitakin kuin tasoristeysonnettomuuksia. Kaikkia tasoristeyksissä tapahtuneita onnettomuuksia ei ole koodattu tasoristeysonnettomuuksiksi. Osa tapauksista on kirjattu kahteen kertaan, mutta kaksoiskirjaukset on melko helppo tunnistaa (esim. täysin sama tapahtuma-aika ja -paikka sekä kuvaus). Erityisen paljon puutteita on jostain syystä 1.7.1996–31.12.1997 välisen ajan tapauksissa. Jostakin syystä useissa Turun seudun rata-osilla tapahtuneissa onnettomuuksissa on VR:n onnettomuusrekisterissä kuvauksena ainoastaan 'tasoristeysonnettomuus' tai 'tasoristeysvaurio' ilman tarkempaa tietoa tapahtuneesta.

Etsimällä puuttuvat tapaukset saadaan luku 2 101. Poistamalla muut kuin tasoristeysonnettomuudet sekä pelkät puomivauriot, saadaan luku 671. On kuitenkin huomattava, että tarkkaan lukuun on käytettävissä olleen aineiston perusteella vaikea päästä. Virallisista tilastoista luvuksi saadaan 665, mikä on sinänsä melko lähellä, mutta tapaukset jakautuvat kuitenkin vuosille 1990–1999 eri tavalla. Vertaamalla onnettomuusrekisterin tietoja VALT:n raportteihin saadaan luku 683.

Yksi ongelma aineiston käsittelyssä on se, että tasoristeuksen rekisterissä oleva nimi on eri kuin puhekielessä käytettävä nimi. Vertaamalla tasoristeysrekisterin nimi- ja kilometritietoja onnettomuusrekisterin tietoihin pyrittiin löytämään tapahtumapaikkojen tasoristeysrekisterin mukaiset nimet. Myös rataosan numero on useassa tapauksessa koodattu väärin, linjalla tapahtuneet tapaukset ratapihan numerolle ja päinvastoin. Tämänkin ongelman poistamiseksi tasoristeysrekisterin ja onnettomuusrekisterin tietoja verrattiin keskenään.

Aineistoon tehdyt korjaukset tiivistettynä:

- Muut kuin tasoristeysonnettomuudet poistettiin onnettomuuden kuvauksen perusteella. Jos tiekulkuneuvon törmäystä junaan ei tapahtunut, tapaus poistettiin.
- Puuttuvia tapauksia löytyi useita tutkimalla muiksi kuin tasoristeysonnettomuuksiksi koodattuja tapauksia, joissa oli kuitenkin mainittu tasoristeuksen nimi sekä kilometriluku.

- Vertaamalla tasoristeysrekisteriä ja onnettomuusrekisteriä keskenään on pyritty poistamaan aineistossa olleita koodausvirheitä.
- VALT:n raporteista saaduilla tiedoilla on täydennetty onnettomuusrekisterin tietoja.

2.2 Menetelmät

Aineistosta laskettiin jakaumat onnettomuuksien tapahtuma-ajoista ja -paikoista sekä osapuolista. Samoin laskettiin jakaumat puomien läpiajoista.

Tutkijalautakuntien raporteista pyrittiin löytämään yhtäläisyyksiä puomillisissa tasoristeysissä tapahtuneista onnettomuuksista.

3 Tasoristeysvaroitukset Suomessa

3.1 Varoitustyyppit

3.1.1 Kokopuomilaitos

Perinteisesti kokopuomilaitokset ovat olleet mekaanisia, eli ne ovat vaatineet työntekijän käyttämään niitä. Näitä mekaanisia kokopuomeja ei Suomessa ole enää jäljellä. Sähköllä toimivia automaattisia kokopuomilaitoksia Suomessa ei ole yhtäkään.

Joillakin kaksiajorataisilla teillä on Suomessa tasoristeyskiä, joissa puomit sulkevat molemmat kaistat (kuva 1). Myös kaksikaistaisella tiellä puolipuomilla voidaan sulkea koko tie rakentamalla keskikoroke tai -aita. On kuitenkin huomattava, että tasoristeykseen on mahdollista peruuttaa toisesta suunnasta. Puomit eivät myöskään estä epähuomiossa väärälle kaistalle kääntynyttä ajoneuvoa pääsemästä tasoristeykseen.



Kuva 1. Molemmat kaistat sulkeva puomilaitos Hermannin rantatiellä Helsingissä.

3.1.2 Puolipuomilaitos

Puolipuomilaitoksia alettiin asentaa Suomen rataverkolle 1960-luvun puolivälissä. Puolipuomilaitoksella haluttiin varmistaa, etteivät ajoneuvot jää loukkuun puomien väliin.

Toisaalta liikenne ei esty puomien vikaantuessa. Puolipuomilaitoksia oli Suomessa 1.1.2001 yhteensä 803, joista pääraiteilla 664 sekä sivu- ja yksityisraiteilla 139 (Rautatietilasto 2000).

3.1.3 Valo- ja äänivaroituslaitos

Pääradoilla valo- ja äänivaroituslaitoksia on lähinnä hiljaisen liikenteen rataosilla vähäliikenteisillä teillä. Joitakin vanhoja valo- ja äänivaroituslaitoksia on vielä jäljellä myös yleisten teiden tasoristeyksissä (kuva 2). Pitkällä tähtäimellä niistä pyritään kuitenkin pääsemään eroon. Sivu- ja yksityisraiteilla valo- ja äänivaroituslaitokset säilynevät pitkempään ja niitä saatetaan rakentaa lisääkin, sillä valo- ja äänivaroituslaitos on edullinen ratkaisu paikoissa, joissa sekä tie- että rautatieliikenne on vähäistä.



Kuva 2. Valo- ja äänivaroituslaitos Haukiputaalla.

Valo- ja äänivaroituslaitos ei mitenkään estä radalle ajamista, se ainoastaan varoittaa junan tulosta. Valo- ja äänivaroituslaitoksia oli rataverkolla 1.1.2001 yhteensä 138, joista pääraiteilla 33 sekä sivu- ja yksityisraiteilla 105 (Rautatietilasto 2000).

3.1.4 Tasoristeysvalo

Tasoristeysvaloja on asennettu Suomen rataverkolle kahteen paikkaan. Tasoristeysvalo soveltuu parhaiten paikkaan, jossa tiellä on vain yksi käyttäjä, joka tuntee laitteen toiminnan.

3.2 Puolipuomilaitoksen osat

3.2.1 Puomimoottorit ja puomit

Puomia liikuttaa sähkömoottori alennusvaihteen välityksellä. Moottori ja vaihde ovat metallisen suojakuoren sisällä. Laitoksen vikaantuessa toimintalogiikka laskee puomit noin 45 asteen kulmaan varoitukseksi tienkäyttäjille.

Puomi on lasikuitua ja se on kiinnitetty alaosastaan puomimoottorin akselilla olevaan metalliseen pidikkeeseen. Kiinnitys on tehty kahdella ns. murtopultilla, joiden tehtävänä on antaa periksi, jos puomia päin ajetaan. Näin itse puomimoottori säilyy ehjänä (kuva 3).



Kuva 3. Murtopultit puomin kiinnityksessä.

3.2.2 Varoitusvaloyksiköt

Tieliikenteen valoyksiköitä on kahta tyyppiä, vanhoja kaksivaloisia (kuva 4) ja uusia kolmivaloisia kahdella punaisella, vuorotellen vilkkuvalla valolla (kuva 5). Kaksivaloisia valoyksiköitä käytetään yleensä kevyen liikenteen valoyksikköinä, mutta joissakin vanhoissa varoituskelloissa ajoneuvoliikenteen yksikötkin ovat kaksivaloisia. Jos tasoristeyksen lähellä on tieliikenteen risteys, voi risteävällä tiellä olla oma valoyksikkö.



Kuva 4. 2-valoinen valoyksikkö.



Kuva 5. 3-valoinen valoyksikkö.

3.2.3 Varoituskellot

Varoituskellot on yleensä asennettu mastojen huippuun. Joissakin varoituskelloissa kellot lakkaavat soimasta, kun puomi pysähtyy alas. Tällä on haluttu vähentää lähiympäristöön kuuluvaa melua.

3.3 Puolipuomilaitostyytit

3.3.1 Tavallinen puolipuomilaitos

Yksinkertaisimmillaan puolipuomilaitos koostuu vain kahdesta puolipuomista moottoreineen sekä mastoista, joihin on asennettu valo- ja äänivaroituslaitteet. Tällaisia puolipuomilaitoksia on käytetty teillä, joilla on vain kaksi ajokaistaa. Puomi sulkee vain ajosuunnassa oikeanpuoleisen kaistan (kuva 6).



Kuva 6. Puolipuomilaitos Kauklahdessa.

Kevyen liikenteen väylälle asennettuna puolipuomilaitoksella voidaan sulkea väylä kokonaan, eli kyseessä on kevyen liikenteen kokopuomilaitos.

3.3.2 Puolipuomilaitos kevyen liikenteen kokopuomeilla

Jos puomilaitoksella varustetussa tasoristeyksessä tien vieressä toisella tai molemmilla puolilla kulkee kevyen liikenteen väylä, on ne yleensä varustettu omilla puomeillaan, jotka sulkevat koko väylän.

3.3.3 Puolipuomilaitos kaksiajorataisella tiellä

Kaksiajorataisilla teillä puomeilla suljetaan kokonaan molemmat ajoradat. Tällainen laitos on tulosuunnassa jo kokopuomilaitos, mutta tietä ei ole kuitenkaan suljettu poistumispuolelta. Tällainen laitos on esimerkiksi Rauman Valtakadun puomilaitos (kuva 7).



Kuva 7. Valtakadun puomilaitos Raumalla.

3.3.4 Liikennevalojen kanssa yhteen kytketty puomilaitos

Kaupunkien keskustoissa tasoristeykset sijaitsevat joskus lähellä liikennevalo-ohjattua tieliikenteen risteystä. Tällöin on varmistettava, ettei tieliikenteen valo-ohjaus päästä ajoneuvoja tasoristeyksen suuntaan puomien ollessa alhaalla. Tasoristeyksen valovaroitusyksiköt on saatettu myös korvata tavallisilla liikennevaloyksiköillä (kuva 8).



Kuva 8. Tasoristeys, jossa valoyksikkönä normaali liikennevaloyksikkö.

3.4 Puolipuumilaitoksen toiminta

3.4.1 Raidevirtapiiri

Radan suurimmasta sallitusta nopeudesta riippuvalla etäisyydellä tasoristeyksestä molempiin suuntiin on radassa eristysjatkos. Junan saapuessa paikalle akseli oikosulkee raidevirtapiirin ja laitos alkaa varoittaa.

Eristysjatkoksen sijasta voidaan myös käyttää akselinlaskentalaitteita tai äänitaajuuspiirejä. Akselinlaskentalaitos alkaa varoittaa, kun junan ensimmäinen akseli on akselinlaskijan kohdalla. Äänitaajuuslaitos lähettää kiskoon tietyn taajuista ääntä ja alkaa varoittaa, kun äänen taajuus muuttuu junan pyörän vaikutuksesta.

3.4.2 Etusoittoaika

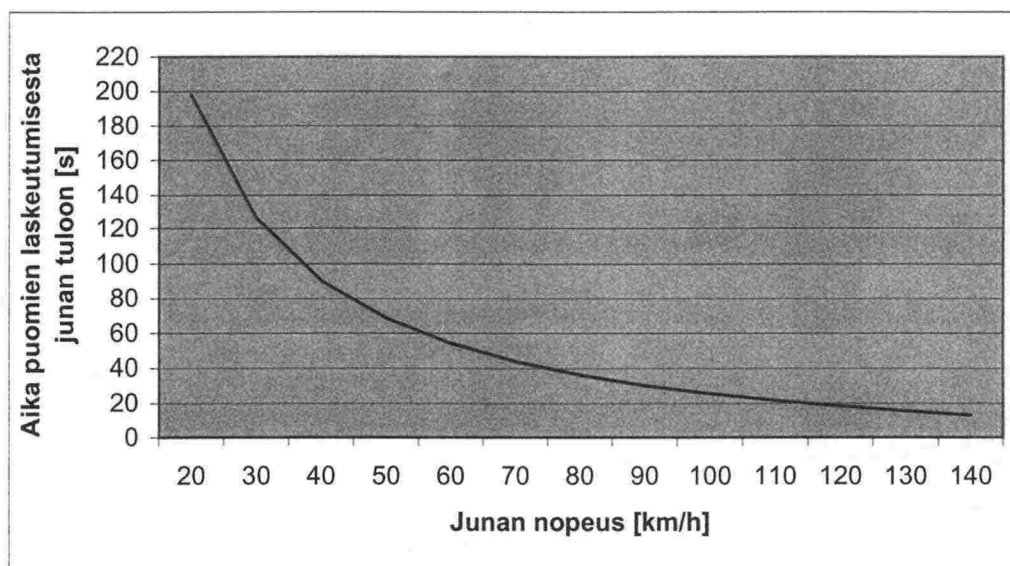
Aluksi varoitusvalot vilkkuvat ja kellot soivat noin yhdeksän sekuntia. Tätä aikaa kutsutaan etusoittoajaksi ja sen tarkoituksena on antaa risteyksen tyhjentyä ennen puomien laskeutumista. Vasta tämän jälkeen puomit alkavat laskeutua. Joissakin laitoksissa etusoittoaika on säädetty pidemmäksi.

3.4.3 Puomien laskeutuminen

Puomien laskeutuminen kestää noin 8–9 sekuntia. Puomien ollessa noin 60 asteen kulmassa, alkavat myös puomin varoitusvalot vilkkua.

3.4.4 Odotusaika ennen junan tuloa

Puomien alhaallaoloaika ennen junan tuloa riippuu junan nopeudesta. Jos radan suurin sallittu nopeus on 140 km/h, on laitoksen toiminnan käynnistävä eristysjatkos, akselinlaskija tai äänitaajuuspiiri noin 1 200 metrin etäisyydellä tasoristeyksestä. Tällöin aika puomien laskeutumisesta junan tuloon vaihtelee junan nopeuden mukaan kuvan 9 mukaisesti.



Kuva 9. Puomien laskeutumisen ja junan tulon välisen ajan riippuvuus junan nopeudesta.

3.5 Puolipuomilaitoksen vikatilanteita

3.5.1 Tekniset viat ja toimintahäiriöt

Varoitusvaloyksiköiden lamppuja rikkoutuu normaalin kulumisen vuoksi silloin tällöin. Jos laitoksen virransyöttö katkeaa, on laitetilassa akut, joiden voimalla laitos toimii vielä jonkin aikaa. Akkujen tyhjennyttyä puomit laskeutuvat 45 asteen kulmaan.

Vika- ja häiriötilanteista saadaan tieto joko a) lähimpään asetinlaitteeseen tai b) junan kuljettajan havaittua laitetilän seinässä palavan vikailmoituslampun.

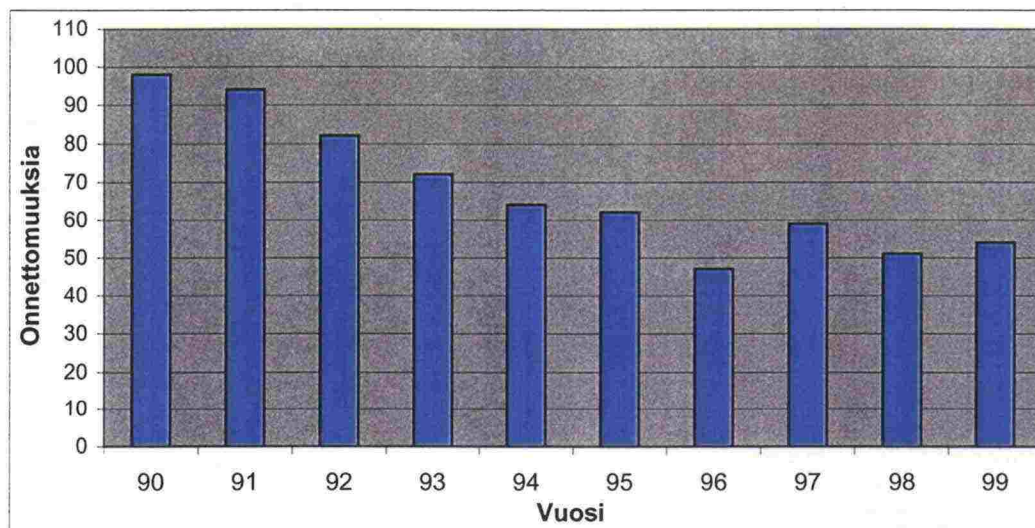
3.5.2 Ilkivalta

Tasoristeysten varoituslaitteiden lamppuja ja muita osia rikotaan ilkivaltaisesti lähinnä kaupunkiseuduilla. Raidevirtapiirejä saatetaan myös oikosulkea ilkivaltaisesti, jolloin varoituslaitos hälyttää turhaan.

4 Tasoristeysonnettomuudet 1990–1999

4.1 Tapahtuma-aikajakaumat

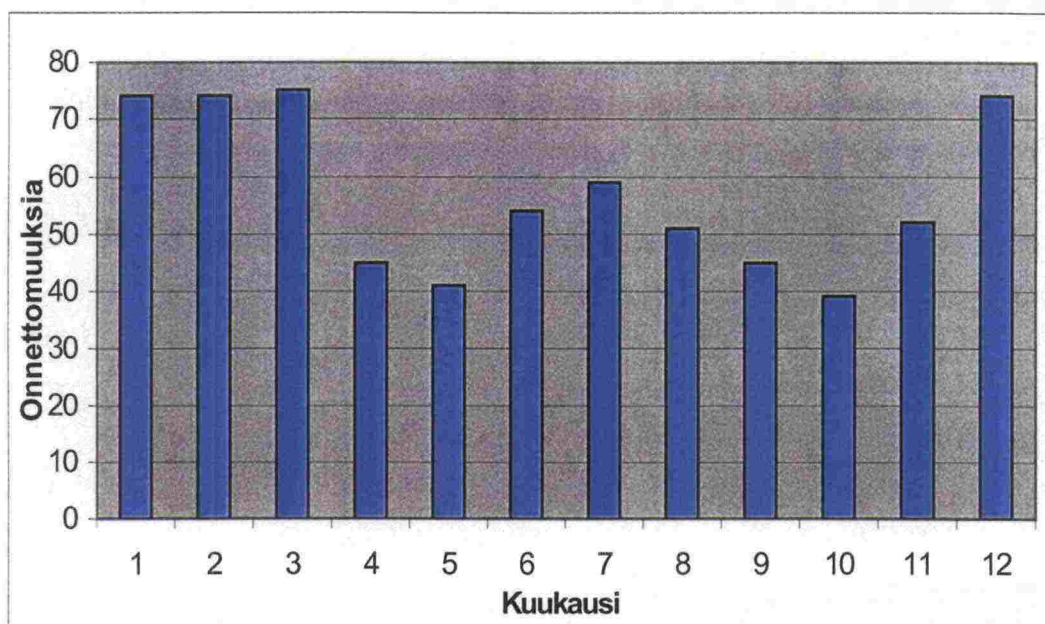
Vuosina 1990–1999 tapahtui käytettävissä olleiden tietojen mukaan yhteensä 683 tasoristeysonnettomuutta. Ne jakautuivat eri vuosille kuvan 10 mukaisesti.



Kuva 10. Tasoristeysonnettomuuksien lukumäärät vuosina 1990–1999.

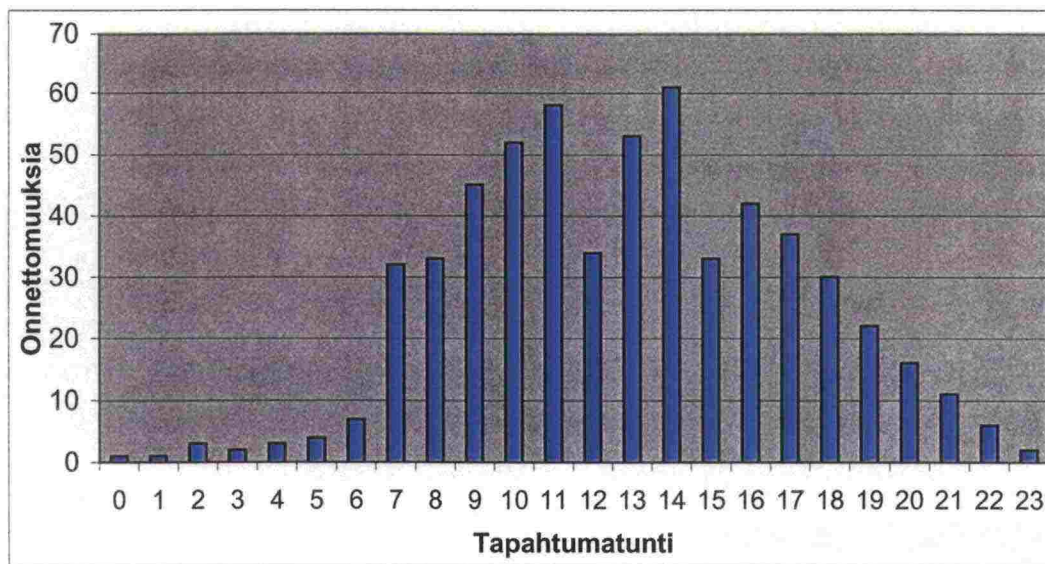
Onnettomuuksien vuosittainen lukumäärä on vuosikymmenen aikana laskenut selvästi. Vuonna 1990 tapahtui kaksi kertaa niin paljon onnettomuuksia kuin vuonna 1996. Lasku näyttäisi kuitenkin viime vuosina pysähtyneen. Vuonna 2000 onnettomuuksia tapahtui 52.

Talvikuukausina (joulu-maaliskuu) onnettomuuksia tapahtui selvästi enemmän kuin muina kuukausina (kuva 11). Keskikesällä onnettomuuksia tapahtui myös enemmän kuin kevät- ja syyskuukausina. Vuodenajalla näyttäisi siis olevan vaikutusta tasoristeysonnettomuuksien määrään.



Kuva 11. Vuosina 1990–1999 tapahtuneiden tasoristeysonnettomuuksien kuukausijakauma.

Onnettomuudet jakautuivat vuorokauden eri tunneille melko odotetusti, eli päiväsaikaan, jolloin liikennettä on enemmän, myös onnettomuuksia tapahtui enemmän. Eniten onnettomuuksia tapahtui kello 14–15 välisenä aikana (kuva 12). Jostakin syystä kello 12:n ja 15:n kohdalla onnettomuudet vähenivät selvästi. Onnettomuuksista 95:ssä (14 %) tapahtuma-aikatieto puuttui. Lähes kaikki tapaukset, joista tapahtuma-aika puuttui, sijoittuivat vuosille 1996–1997.



Kuva 12. Onnettomuuksien jakautuminen tapahtumatunnin mukaan.

4.2 Tapahtumapaikkajakaumat

683 onnettomuudesta 485 (71 %) tapahtui pääradoilla ja 198 (29 %) sivuradoilla ja yksityisraiteilla.

Pääradoista eniten tasoristeysonnettomuuksia vuosina 1990–1999 tapahtui rataosalla Seinäjoki–Kaskinen, yhteensä 36 (taulukko 2).

Taulukko 2. Pääradat, joilla tapahtui eniten tasoristeysonnettomuuksia 1990–1999.

Rataosa	Onnettomuuksia 1990–1999	%
Seinäjoki–Kaskinen	36	
Iisalmi–Ylivieska	25	
Joensuu–Kontiomäki	23	
Turku–Toijala	18	
Haapamäki–Seinäjoki	17	
Yhteensä	119	24,5
Muut pääradat	366	76,5
Pääradat yhteensä	485	100,0

Sivuradoista ja yksityisraiteista eniten onnettomuuksia tapahtui Helsingin seudulla, yhteensä 29 (taulukko 3). Taulukossa on mainittu ratapiha, jonka alueella sivu- ja yksityisraiteet sijaitsivat.

Taulukko 3. Ratapihat, joilla tapahtui eniten tasoristeysonnettomuuksia 1990–1999.

Ratapiha	Onnettomuuksia 1990–1999	%
Helsinki	29	
Hamina	13	
Pori	11	
Kemi	11	
Oulu	11	
Yhteensä	75	37,9
Muut ratapihat	123	62,1
Kaikki yhteensä	198	100,0

Vertailua tasoristeyksen varustuksen mukaan haittasivat jonkin verran koodausvirheet. Monessa tapauksessa tieto joko puuttui tai oli 0. Vertaamalla tasoristeyksrekisterin ja onnettomuusrekisterin tietoja keskenään oli mahdollista selvittää osa puuttuvista tiedoista.

683 onnettomuudesta 506 eli 79 % tapahtui tasoristeyksissä, joissa ei ollut puomeja tai valo- ja äänivaroituslaitosta (taulukko 4).

Taulukko 4. Onnettomuuksien jakautuminen tasoristeyksen varustuksen mukaan 1990–1999.

Tasoristeyksen varustus	Onnettomuuksia 1990–1999	%	Yhteensä	%
Mekaaniset kokopuomit	1	0,2		
Puolipuomit	76	11,8	77	12,0
Valo- ja äänivaroituslaitos	61	9,5	61	9,5
Vain risteysmerkit	333	51,7		
Ei risteysmerkkejä	35	5,4		
STOP-merkit	86	13,4		
Ei varoituslaitetta, ei tarkempaa tietoa	52	8,1	506	78,6
Yhteensä	644	100,0	644	100,0
Tuntemattomat			39	
Kaikki yhteensä			683	

Mekaanisilla kokopuomeilla varustetussa tasoristeyksessä tapahtuneessa onnettomuudessa juna töytäisi juopunutta jalankulkijaa.

4.3 Tienkäyttäjäjakaumat

683 onnettomuudesta 419:ssä oli osallisena henkilöauto (taulukko 5).

Taulukko 5. Vuosina 1990–1999 tasoristeyksissä tapahtuneiden onnettomuuksien tieliikenneosapuolet.

Tieliikenneosapuoli	Onnettomuuksia 1990–1999	%
Henkilöauto	419	61,3
Kuorma- tai pakettiauto	160	23,4
Traktori tms.	36	5,3
Moottoripyörä tai mopo	28	4,1
Moottoriton ajoneuvo	19	2,8
Linja-auto	9	1,3
Jalankulkija	8	1,3
Yhteensä	679	100,0
Tuntematon	4	
Kaikki yhteensä	683	

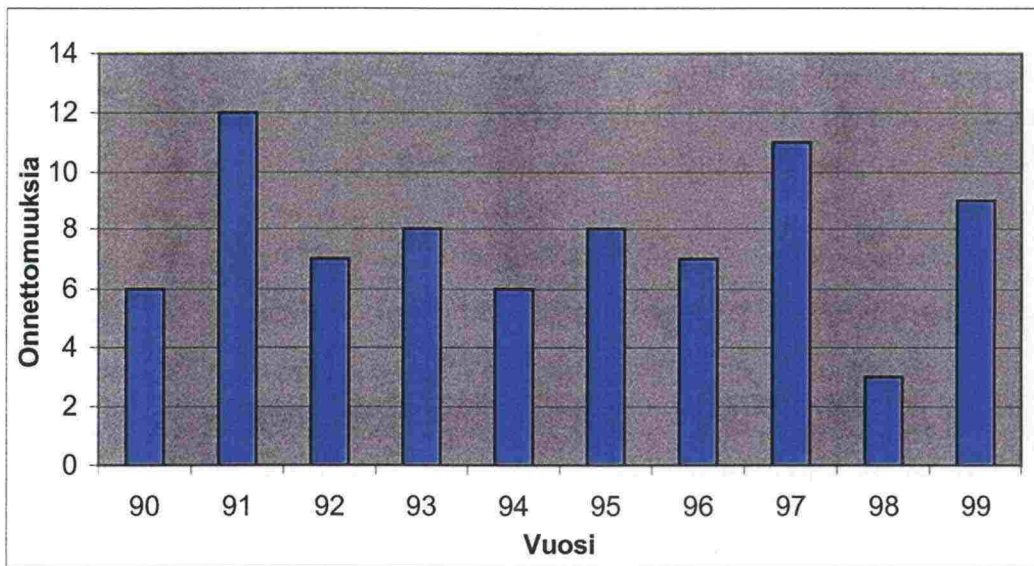
Kuorma- ja pakettiautot on melko laaja käsite, ajoneuvon koko voi vaihdella pienestä avolavapakettiautosta aina täysperävaunulliseen kuorma-autoon.

5 Onnettomuudet puomillisissa tasoristeyksissä

5.1 Tapahtuma-aikajakaumat

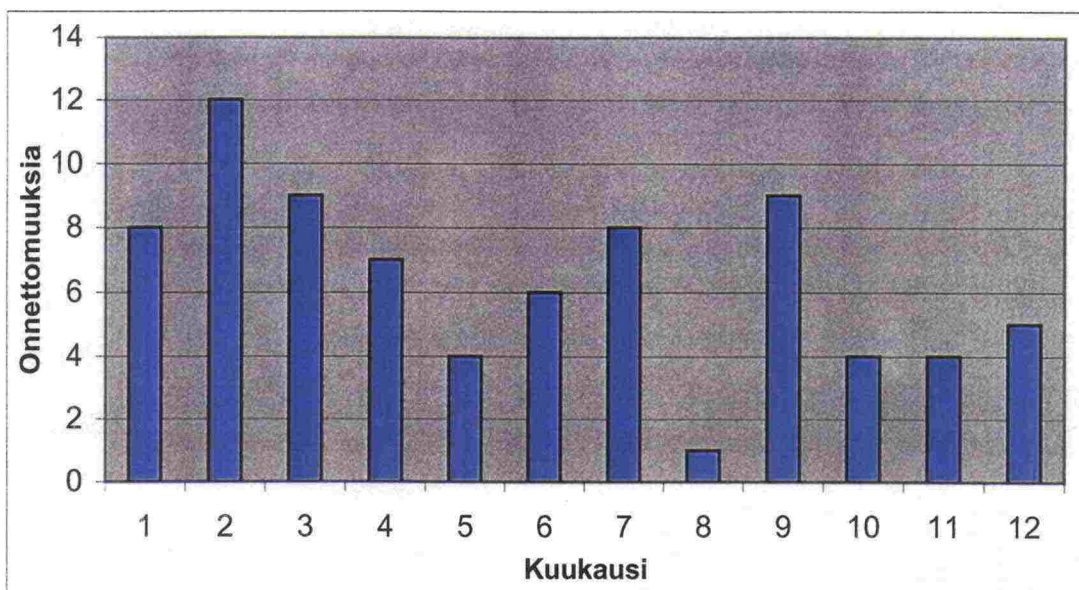
Puomeilla varustetuissa tasoristeyksissä tapahtui vuosina 1990–1999 yhteensä 77 onnettomuutta. Puomillisten tasoristeysten lukumäärä pysyi tarkastelujakson aikana likimain samana, noin 800:ssa.

Onnettomuuksien määrä puomillisissa tasoristeyksissä vaihteli vuosittain melko satunnaisesti, eikä samaa kehitystrendiä ole havaittavissa kuin tasoristeysonnettomuuksissa yleensä (kuva 13). Vuonna 2000 onnettomuuksia tapahtui kolme.



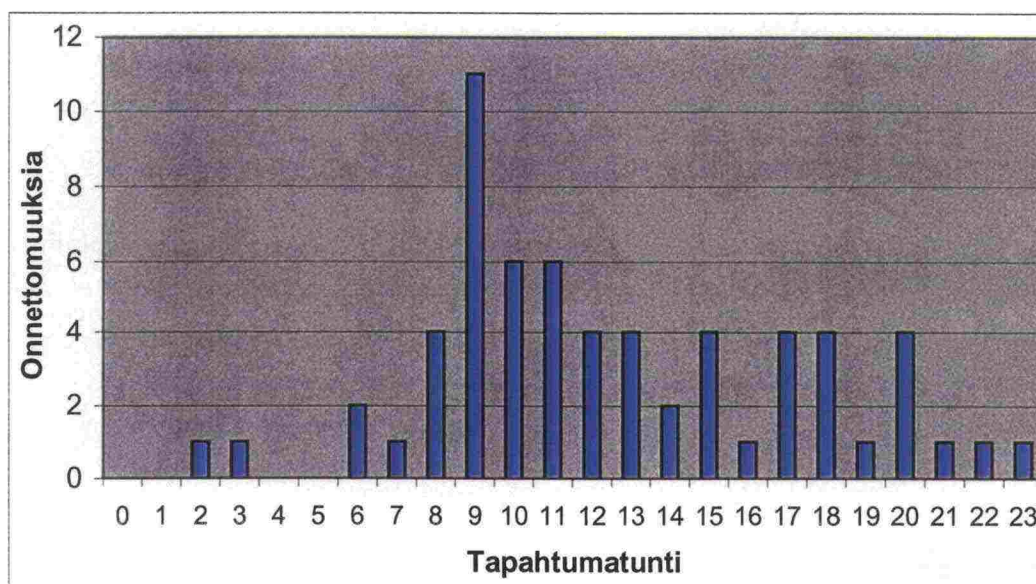
Kuva 13. Puomillisissa tasoristeyksissä tapahtuneet onnettomuudet 1990–1999.

Myöskään kuukausijakaumassa ei ole havaittavissa samantyyppistä vaihtelua kuin tasoristeysonnettomuuksissa yleisesti. Eniten onnettomuuksia tapahtui kuitenkin helmikuussa (kuva 14).



Kuva 14. Puomillisissa tasoristeyksissä tapahtuneet onnettomuudet kuukausittain 1990–1999.

Eniten onnettomuuksia tapahtui kello 9–10 välisenä aikana (kuva 15). Lukumäärät ovat kuitenkin niin pieniä, ettei niistä voi vetää erityisiä johtopäätöksiä. Tapahtuma-aikatieto puuttui 14:stä onnettomuudesta.



Kuva 15. Onnettomuuksien jakautuminen tapahtumatunnin mukaan.

5.2 Tapahtumapaikkajakaumat

77:stä puomeilla varustetussa tasoristeyksessä tapahtuneesta onnettomuudesta 73 eli 92 % tapahtui pääradoilla. Puomillisista tasoristeyksistä 83 % sijaitsee pääradoilla. Asiaan vaikuttanee myös se, että sivuradoilla ja -raiteilla junaliikenteen nopeudet ovat niin al-

haisia, että onnettomuudet ehditään estää. Junaliikenne on myös vähäisempää sivuraodoilla ja yksityisraiteilla.

Pääradoilla eniten onnettomuuksia puomillisissa tasoristeyksissä tapahtui Lahden ja Kouvolan välillä (taulukko 6). Lahti–Kouvola-rataosa on vilkasliikenteinen ja kaksiraitainen. Lukumäärät ovat kuitenkin liian pieniä, että niiden perusteella voisi luotettavasti arvioida rataosien välisiä eroja.

Taulukko 6. Pääradat, joilla tapahtui eniten onnettomuuksia puomillisissa tasoristeyksissä 1990–1999.

Rataosa	Onnettomuuksia 1990–1999	%
Lahti–Kouvola	7	
Seinäjoki–Vaasa	6	
Helsinki–Riihimäki	4	
Riihimäki–Tampere	4	
Kouvola–Kotka	4	
Turku–Toijala	4	
Yhteensä	29	39,7
Muut pääradat	44	60,3
Kaikki yhteensä	73	100,0

Helsingin ja Riihimäen välillä tapahtuneista onnettomuuksista kolme oli itsemurhia.

5.3 Tienkäyttäjajakaumat

Yli puolessa onnettomuuksista tieliikenneosapuolena oli henkilöauto (taulukko 7). Suuressa osassa onnettomuuksista tapahtumaselostuksessa on lyhyesti kuvattu, miten onnettomuus tapahtui. Yleisimmät syyt onnettomuuksiin olivat puomin kiertäminen ja puomin läpi ajaminen. On kuitenkin huomattava, että lyhyessä kuvauksessa ei yleensä ole mainittu tarkemmin syytä esimerkiksi puomien läpiajamiseen.

Taulukko 7. Vuosina 1990–1999 puomillisissa tasoristeyksissä tapahtuneiden onnettomuuksien tieliikenneosapuolet ja onnettomuuteen johtanut toiminta.

Tieliikenneosapuoli	Onnettomuuteen johtanut toiminta							Yhteensä
	Ajo puomin läpi	Kiersi puomit	Juuttui tasoristeykseen	Puomit eivät toimineet	Liikenne käsiohjauksessa	Tahallinen	Tuntematon	
Henkilöauto	18	10	3	1	1	3	7	43
Kuorma- tai pakettiauto	5	2	4				3	14
Moottoripyörä tai mopo	3	4						7
Jalankulkija		5						5
Moottoriton ajoneuvo	1	3						4
Traktori tms.			1				1	2
Tuntematon		1					1	2
Yhteensä	27	25	8	1	1	3	12	77

Puomillisessa tasoristeyksessä junan alle jääneen jalankulkijan tai pyöräilijän on oletettu tässä kiertäneen puomit. Junan kylkeen ajaneen autoilijan on oletettu ajaneen puomin läpi.

Yhden onnettomuuden kuvauksessa mainittiin, että puomilaitos ei hälyttänyt auton ajaessa junan eteen. Niin ikään yhdessä tapauksessa puomilaitos oli tilapäisesti pois käytöstä ja liikennettä ohjasi turvamies.

77:stä onnettomuudesta 41:ssä (53 %) aiheutui henkilövahinkoja (taulukko 8). Näissä onnettomuuksissa kuoli 24 ja loukkaantui 25 henkilöä.

Taulukko 8. Vuosina 1990–1999 puomillisissa tasoristeyksissä tapahtuneiden onnettomuuksien vakavuudet.

Tieliikenneosapuoli	Henkilövahinkoja			Kuolemaan johtaneita	Loukkaantumisiin johtaneita
	Ei	Kyllä	Yht		
Henkilöauto	21	22	43	10	14
Kuorma- tai pakettiauto	10	4	14	3	1
Moottoriton ajoneuvo		4	4	4	
Jalankulkija		5	5	4	1
Moottoripyörä tai mopo	1	6	7	3	3
Traktori tms.	2		2		
Tuntematon	2		2		
Yhteensä	36	41	77	24	19

Kaikki moottorittomille ajoneuvoille tapahtuneet onnettomuudet ovat johtaneet kuolemaan. Samoin jalankulkijoiden, moottoripyöräilijöiden ja mopoilijoiden onnettomuudet ovat olleet vakavia.

Traktoreista ja kuorma- sekä pakettiautoista on yleensä ehditty pelastautua ennen vakavia seurauksia.

Henkilöautojen onnettomuuksista noin puolet on johtanut henkilövahinkoihin.

6 Liikennevahinkojen tutkijalautakuntien tutkimat onnettomuudet

6.1 Yleistä

Liikennevahinkojen tutkijalautakunnat ovat tutkineet yhteensä 97 vuosina 1990–1999 sattunutta tasoristeysonnettomuutta. Tutkinnan kohteena ovat olleet sellaiset kuolemaan johtaneet tasoristeysonnettomuudet, joissa osapuolina olivat juna ja moottoriajoneuvo.

Kahtatoista tapausta, joita lautakunnat ovat tutkineet, ei löytynyt VR Osakeyhtiön onnettomuusrekisteristä. Toisaalta VR Osakeyhtiön onnettomuusrekisteristä löytyi kolme kuolemaan johtanutta moottoriajoneuvon ja junan törmäystä tasoristeyksessä, joita lautakunnat eivät olleet tutkineet.

6.2 Onnettomuudet puomillisissa tasoristeyksissä

6.2.1 Tapahtuma-ajat ja -paikat

Tutkituista onnettomuuksista 16 tapahtui puomeilla varustetuissa tasoristeyksissä (taulukko 9). Niissä kuoli yhteensä 16 ja loukkaantui neljä ihmistä. Useimmissa tapauksissa ajoneuvossa oli vain kuljettaja.

Taulukko 9. Onnettomuuksien tapahtuma-ajat ja -paikat.

Päivämäärä	Kellonaika	Rataosa	Tasoristeys
9.3.91	13:08	Seinäjoki–Vaasa	Mäenpää
22.3.92	12:45	Kouvola–Luumäki	Aitomäki
27.6.92	15:25	Helsinki–Riihimäki	Huikko
30.6.92	15:34	Helsinki–Riihimäki	Palopuro
6.2.93	10:10	Luumäki–Parikkala	Ahvenlampi
28.6.93	9:03	Helsinki–Riihimäki	Purola
1.11.93	9:18	Seinäjoki–Kaskinen	Kulosauma
27.11.93	9:58	Luumäki–Parikkala	Ahvenlampi
31.1.95	11:03	Seinäjoki–Vaasa	Orisberg
3.3.95	14:20	Seinäjoki–Ylivieska	Niemelä
9.2.97	13:20	Riihimäki–Tampere	Talotehdas
3.4.97	8:55	Ylivieska–Oulu	Ahonperä
4.4.97	6:17	Riihimäki–Lahti	Mäkelä
1.9.97	8:56	Joensuu–Kontiomäki	Vartiala I
26.11.98	11:22	Jyväskylä–Pieksämäki	Sauvamäki
31.8.99	11:55	Iisalmi–Ylivieska	Välioja

Ahvenlammen tasoristeyksessä Joutsenon lähellä tapahtui tarkastelujakson aikana kaksi onnettomuutta. Paikalle rakennettiin alikulku vuonna 1999.

Suurimmassa osassa (63 %) onnettomuuksista tieliikenneosapuolena oli henkilöauto (taulukko 10). Onnettomuuksista seitsemässä tieliikenneosapuoli ajoi eri syistä puomin

läpi junan eteen tai kylkeen. Viidessä tapauksessa tieliikenneosapuoli kiersi puomin ja jäi junan alle. Yksi tapaus aiheutui auton moottorin sammumisesta tasoristeykseen. Kolmessa tapauksessa tutkijalautakunta arvioi tieliikenneosapuolen jättäytyneen tarkoituksella junan alle.

Taulukko 10. Onnettomuuksien tapahtumatavat ja tieliikenneosapuolet.

Tieliikenne- osapuoli	Onnettomuuteen johtanut toiminta			
	Ajoi puomin läpi	Kiersi puomin	Juuttui risteykseen	Tahallinen
Henkilöauto	4	2	1	3
Pakettiauto	2	1		
Mopo	1	2		
Yhteensä	7	5	1	3

Yhtä lukuun ottamatta kaikki onnettomuudet (pl. itsemurhat) tapahtuivat miehille. Tutkittuja onnettomuuksia oli niin vähän, ettei osallisten ikäjakauman perusteella voi sanoa onnettomuuksia tapahtuvan erityisesti jollekin ikäryhmälle.

Suurin osa (77 %) onnettomuuksista (pl. itsemurhat) tapahtui tieliikenneosapuolen kotikunnan alueella, tutussa ympäristössä, jossa osapuoli liikkui säännöllisesti. Kahdessa tapauksessa, jotka eivät tapahtuneet tieliikenneosapuolen kotikunnan alueella, onnettomuuspaikka oli sellainen, jossa osapuoli liikkui muuten säännöllisesti. Vain yksi onnettomuuksista tapahtui tieliikenneosapuolelle tuntemattomassa ympäristössä.

Muissa kuin itsemurhatapauksissa juna tuli useammin oikealta (62 %). Koska kaikki onnettomuudet tapahtuivat pääradoilla, olivat sekä radan suurin sallittu nopeus ja junan todellinen nopeus lähes kaikissa tapauksissa 100 km/h tai enemmän. Kuitenkin yhdessä kuolemaan johtaneessa onnettomuudessa junan nopeus oli vain 43 km/h (taulukko 11). Yhdessä tapauksessa junan nopeus oli suurempi kuin radan suurin sallittu nopeus, mutta tutkimuksissa todettiin, että tasoristeyksen varoituslaitteet toimivat siitä huolimatta määräysten mukaisesti.

Taulukossa 11 esitetyt junien nopeudet tapahtumahetkellä on saatu junan ajopiirturista. Tieliikenneosapuolen nopeuden tutkijalautakunta on sen sijaan joutunut usein arvioimaan, koska ajoneuvossa ei ole ollut ajopiirturia eikä onnettomuudella ole ollut silminnäköisiä.

Taulukko 11. Osallisten nopeusrajoitukset ja todelliset nopeudet.

Junan tu- losuunta	Radan nopeusrajoi- tus	Junan nopeus törmäyshetkellä	Tien nopeusrajoitus	Ajoneuvon nopeus törmäys- hetkellä
Vasen	100	60	50	30-40
Vasen	140	110	80	40-50
Vasen	140	130	80	0
Vasen	120	67	50	30
Vasen	120	110	80	40
Vasen	140	140	40	0
Vasen	50	43	50	40
Oikea	120	136	50	40-50
Oikea	140	140	80	35
Oikea	120	120	50	30-40
Oikea	140	50	80	40
Oikea	140	120	80	0
Oikea	120	120	50	0
Oikea	120	110	80	30
Oikea	120	120	80	20
Oikea	120	119	80	20-30

6.2.2 Olosuhteet tapahtumahetkellä

Kaikki tutkitut onnettomuudet tapahtuivat päivänvalon aikaan ja yhtä lukuun ottamatta kaikki joko kirkaalla tai pilvipoutaisella säällä (taulukko 12).

Taulukko 12. Onnettomuusolosuhteet.

Sää	Valoisuus	Lämpötila	Tienpinta
Kirkas	Päivänvalo	5	Sohjoinen
Kirkas	Päivänvalo	6	Märkä
Kirkas	Päivänvalo	25	Paljas, kuiva
Kirkas	Päivänvalo	17	Paljas, kuiva
Kirkas	Päivänvalo	-2	Luminen, jäinen
Kirkas	Päivänvalo	-2	Jäinen
Kirkas	Päivänvalo	20	Paljas, kuiva
Kirkas	Päivänvalo	4	Jäinen
Kirkas	Päivänvalo	-7	Jäinen
Kirkas	Päivänvalo	-16	Jäinen
Pilvipouta	Päivänvalo	24	Paljas, kuiva
Pilvipouta	Päivänvalo	12	Paljas, kuiva
Pilvipouta	Päivänvalo	-7	Jäinen
Pilvipouta	Päivänvalo	0	Paljas, kuiva
Pilvipouta	Päivänvalo	-2	Paljas, kuiva
Lumisade	Päivänvalo	1	Luminen

Itsemurhatapauksissa tien pinnan kunnolla ei ollut merkitystä tapahtumien kulkuun. Varsinaisista onnettomuuksista 7:ssä (54 %) tien pinta oli tapahtumahetkellä liukas (jäinen tai sohjoinen).

6.2.3 Tapahtumatavat

6.2.3.1 Ajo puomin läpi

Puomin läpi ajaminen on harvoin tahallista. Kuljettaja saattaa lähestyä tasoristeystä liian suurella nopeudella, jolloin pysähtyminen ei onnistu ajoissa. Puomit saatetaan myös havaita liian myöhään, koska havainnointia on häirinnyt jokin tekijä. Jos junia kulkee harvoin, kuljettaja ei ehkä ole edes varautunut pysähtymään. Tutkituissa onnettomuuksissa puomin läpi ajamiseen vaikuttivat mm. seuraavat tekijät:

- Aurinko häikäisi kuljettajaa
- Tiessä mäki
- Kuljettajan huomio kiinnittyi muualle, esim. keskusteluun autossa
- Ajoneuvon huurteiset ikkunat
- Liukas keli
- Liian suuri tilannenopeus

Seitsemästä tutkitusta onnettomuudesta yhdessäkään ei puomin läpi ajettu tahallisesti.

6.2.3.2 Puomien kiertäminen

Puomin kiertäminen on toisinaan tietoista riskinottoa, tarkoituksena välttää odottamista tasoristeyksessä. Joissakin tapauksissa osasyynä on kuitenkin puomien laskeminen esimerkiksi asemalle pysähtyvän junan toimesta. Jos tienkäyttäjille muodostuu mielikuva, että puomit voi turvallisesti kiertää, koska juna seisoo asemalla, syntyy vaarallinen tilanne, sillä junia tulee paikalle myös toisesta suunnasta. Yksi puominkiertoonnettomuuksista tapahtui juuri tällä tavalla.

Viidestä tapauksesta kahdessa tieliikenneosapuoli ei huomannut kaksiraiteisella radalla toisesta suunnasta lähestyvää junaa. Tienkäyttäjälle on saattanut muodostua käsitys, että puomeissa on vikaa, jos ne eivät nouse välittömästi junan mentyä. Kaksiraiteisella radalla on kuitenkin yleistä, että toisesta suunnasta lähestyy samanaikaisesti juna, eivätkä puomit ehdi nousta tässä välissä.

Tien ja radan välinen risteyskulma sekä tien kaarteisuus on joissakin paikoissa sellainen, että puomit voi kiertää tarvitsematta juurikaan hiljentää nopeutta. Kaksi onnettomuutta tapahtui tällaisissa tasoristeyksissä.

6.2.3.3 Radalle juuttuminen

Tutkituista onnettomuuksista yhdessä ajoneuvon moottori oli ilmeisesti sammunut liukkaalla tiellä tyhjää pyörineiden pyörien osuttua tasoristeyksen pitävään betonikanteen. Kuljettaja oli hätäntynyt, eikä ehtinyt autosta ulos.

6.2.3.4 Tarkoitukselliset tapaukset

Tutkituista onnettomuuksista kolme todettiin tarkoituksellisiksi. Tienkäyttäjä oli odottanut tasoristeyksessä junaa ja ajanut sitten itsemurha-aikeissa tahallaan kiskoille. Tämmäntyyppisiä tapauksia on vaikea estää muuten kuin poistamalla kaikki tasoristeykset tai varustamalla ne esimerkiksi ruotsalaisen mallin mukaisesti koko- tai nelipuomeilla ja läsnäoloilmaisimilla. Ruotsalainenkaan järjestelmä ei estä ajamasta puomin läpi junan eteen viime hetkellä.

6.2.4 Tutkijalautakuntien toteamat riskit

Yleisimmät tutkijalautakuntien toteamat riskit tutkituissa tapauksissa olivat:

- | | |
|------------------------------|-------------------------|
| • Tuttu ympäristö | seitsemässä tapauksessa |
| • Liian suuri nopeus | viidessä tapauksessa |
| • Piittaamattomuus puomeista | viidessä tapauksessa |
| • Liukas keli | neljässä tapauksessa |
| • Auringon häikäisy | neljässä tapauksessa |
| • Huonokuntoinen ajoneuvo | neljässä tapauksessa. |

6.2.5 Tutkijalautakuntien suositukset

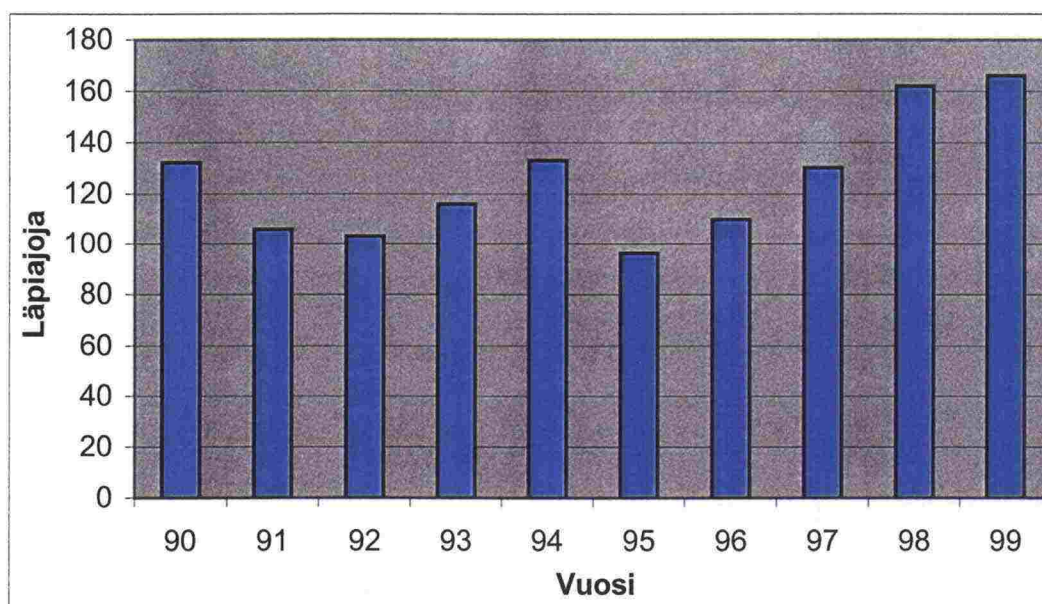
Suosituksot vaihtelivat melko suuresti tapauksesta riippuen. Useimmin suositeltiin tasoristeyksen poistamista tai eritasoristeyksen rakentamista (8) ja valistusta (7).

7 Puomien läpiajot 1990–1999

Puomien läpiajoja tapahtui vuosina 1990–1999 kaikkiaan 1 254 kpl. Luku ei kuitenkaan ole tarkka aineistossa olleiden koodausvirheiden vuoksi.

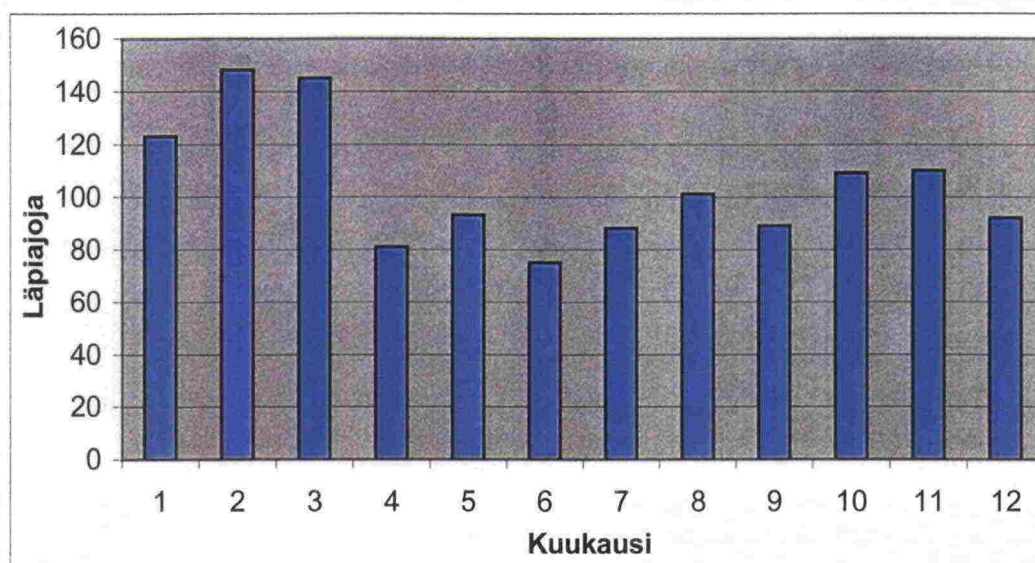
7.1 Tapahtuma-aikajakaumat

Läpiajotapaukset ovat lisääntyneet viimeisten viiden vuoden aikana (kuva 16). Puomeilla varustettujen tasoristeysten lukumäärä on kuitenkin samana ajanjaksona säilynyt likimain ennallaan. Vuonna 2000 puomeja ajettiin rikki 159 kappaletta.



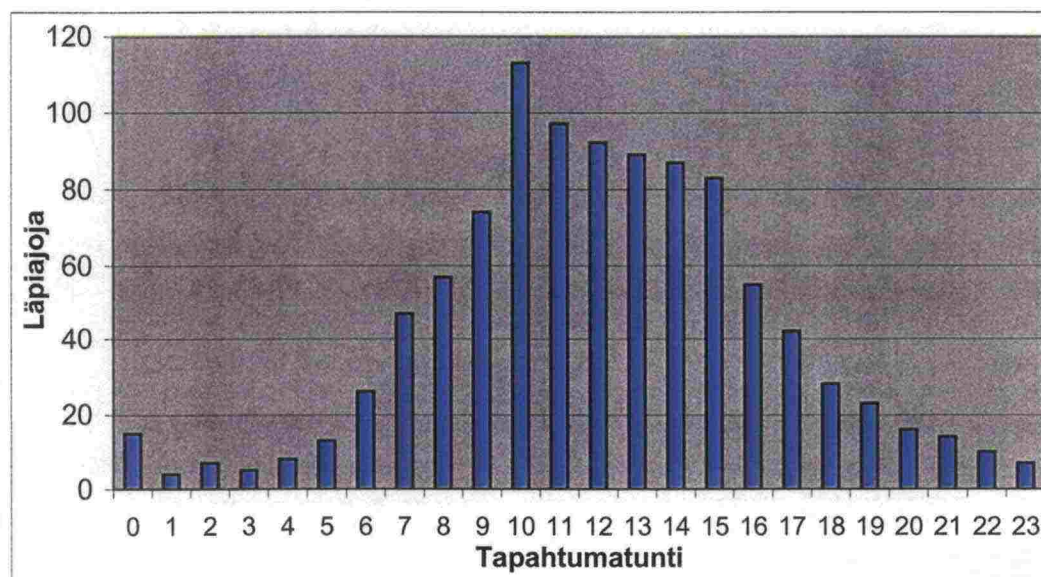
Kuva 16. Puomien läpiajot vuosina 1990–1999.

Puomien läpiajot jakautuivat vuoden kuukausille kuvan 17 mukaisesti. Samoin kuin tasoristeystonnettomuuksia, myös puomien läpiajoja tapahtui eniten talvikuukausina, tammi-maaliskuussa.



Kuva 17. Puomien läpiajojen kuukausittainen jakautuminen.

Puomien läpiajoja tapahtui vähän yöllä hiljaisen liikenteen aikaan. Läpiajojen määrä alkoi aamulla nousta jyrkästi saavuttaen huippunsa kello 10–11 välisenä aikana (kuva 18).



Kuva 18. Puomien läpiajojen jakautuminen tapahtumatunnin mukaan.

Kaikkiaan 242 läpiajon (19 %) tapahtuma-aika puuttuu rekisteristä. Lähes kaikki tapaukset (241) sijoittuvat vuosille 1996–1997, jolloin tapahtuneista läpiajoista kaikista puuttuu tapahtuma-aika.

7.2 Tapahtumapaikkajakaumat

1 254 tapauksesta 925 eli noin 75 % tapahtui pääradoilla, 329 sivuradoilla ja -raiteilla sekä yksityisraiteilla. Läpiajoista 217 eli 17 % tapahtui tasoristeyksissä, jotka on vuoden 2001 alkuun mennessä poistettu.

Pääradoista eniten läpiajoja tapahtui rataosilla Seinäjoki–Kaskinen ja Seinäjoki–Vaasa (taulukko 13).

Taulukko 13. Pääradat, joilla tapahtui eniten puomien läpiajoja 1990–1999.

Rataosa	Läpiajoja 1990–1999	%
Seinäjoki–Kaskinen	65	7,0
Seinäjoki–Vaasa	61	6,6
Kouvola–Kotka	56	6,0
Lahti–Kouvola	49	5,3
Turku–Toijala	35	3,8
Yhteensä	266	28,7
Muut pääradat	659	71,3
Kaikki pääradat	925	100,0

Sivu- ja yksityisraiteilla selvästi eniten läpiajoja tapahtui Helsingin seudulla (taulukko 14). Taulukossa on mainittu ratapihat, joiden alueella tasoristeykset sijaitsivat.

Taulukko 14. Ratapihat, joilla tapahtui eniten puomien läpiajoja 1990–1999.

Ratapiha	Läpiajoja 1990–1999	%
Helsinki	87	26,5
Kemi	37	11,3
Oulu	25	7,6
Kotka	20	6,1
Kaskinen, Turku	17	5,2
Yhteensä	203	61,9
Muut ratapihat	126	38,1
Kaikki ratapihat	329	100,0

Läpiajoista yhteensä 1 020 eli 85 % tapahtui yleisten teiden, katujen ja kaavateiden tasoristeyksissä. Tämä on ymmärrettävää, koska näillä teillä liikenne on vilkkaampaa kuin yksityisteillä.

7.3 Tienkäyttäjäjakaumat

Puomien läpiajoissa syyllinen jää usein tuntemattomaksi (Taulukko 15). Suurimmassa osassa tapauksista ainoastaan junan kuljettaja näkee tapauksen, mutta hänkään ei välttämättä ehdi nähdä esimerkiksi auton rekisterikilpeä, jolloin syyllinen saataisiin tavoitettua. Useassa tapauksessa veturinkuljettajaan ei näe muuta kuin irronneet puomit.

Taulukko 15. Puomin läpi ajanut tieliikenneosapuoli.

Tieliikenneosapuoli	Läpiajoja 1990–1999	% läpiajoista	% suoritteesta
Henkilöauto	560	49,9	85,2
Kuorma- tai pakettiauto	431	38,4	13,5
Traktori tms.	69	6,1	
Moottoripyörä tai mopo	33	2,9	
Linja-auto	21	1,9	1,3
Moottoriton ajoneuvo	8	0,7	
Yhteensä	1 122	100,0	100,0
Tuntematon	132		
Kaikki yhteensä	1 254		

Noin puolessa tapauksista puomin ajoi alas henkilöauto. Kuorma- ja pakettiautot ovat yliedustettuina verrattuna niiden osuuteen yleisten teiden liikennesuoritteesta. Osittain tämä selittyy raskaiden ajoneuvojen pidemmällä jarrutusmatkoilla. On myös mahdollista, että esimerkiksi ajoneuvoyhdistelmän kuljettaja ei edes huomaa, että puomi laskeutuu perävaunun päälle. Jos tiessä on ylämäki ennen tasoristeystä, saattaa kuljettaja välttäänsään vaikeaan paikkaan pysähtymistä ajaa viime hetkellä, kellojen jo soidessa tasoristeykseen.

Osasyynä yliedustukseen saattavat olla koodausvirheet, sillä tapahtuman kuvauksien mukaan kuorma- ja pakettiautot ajoivat puomit rikki yhteensä 267 kertaa. Noin kolmasosassa kaikista 431 tapauksesta tekijä oli tapahtuman kuvauksen perusteella epäselvä, vaikka tapaukset olikin koodattu kuorma- ja pakettiautojen aiheuttamiksi.

7.4 Tasoristeykset, joissa tapahtui eniten läpiajoja

Eniten läpiajoja vuosina 1990–1999 tapahtui Kouvolan ja Kotkan välillä sijaitsevassa Tampellan tasoristeyksessä (23) ja Lappeenrannan ja Imatran välillä sijaitsevassa Ahvenlammen tasoristeyksessä (21). Ahvenlammen, Kujalan, Hovilan ja Hennalan tasoristeykset on vuoden 2001 alkuun mennessä poistettu.

20 tasoristeystä, joissa tapahtui eniten puomin läpiajoja, edustavat vain 2,5 prosenttia kaikista puomillisista tasoristeyksistä, mutta lähes neljäsosaa kaikista läpiajoista (taulukko 16).

Taulukko 16. Tasoristeykset, joissa tapahtui 10 tai enemmän puomin läpiajoa 1990–1999.

Tasoristeyksen nimi	Rataosa	Tietyyppi	Läpiajoja 1990–1999	%
Tampella Oy	Kouvola–Kotka	Yksityistie	23	
Ahvenlampi	Lappeenranta–Imatra	Yleinen tie	21	
Agroksenkuja	Helsinki	Katu/kaavatie	18	
Ruskatex	Tuomioja–Raahe	Katu/kaavatie	18	
Tehtaankatu	Helsinki	Katu/kaavatie	17	
Metsä-Botnia	Kaskinen	Yksityistie	17	
Kujala	Lahti–Kouvola	Yksityistie	15	
Kustaavintie	Turku–Uusikaupunki	Yleinen tie	15	
Hovila Kaurankatu	Kouvola–Kotka	Yleinen tie	14	
Lapintie	Kemi	Katu/kaavatie	14	
Hennala	Riihimäki–Lahti	Katu/kaavatie	13	
Varastokatu	Helsinki	Katu/kaavatie	12	
Merituulentie	Kotka	Katu/kaavatie	12	
Linnankatu	Turku–Turku satama	Katu/kaavatie	12	
Laajalahdentie	Kokkola–Ykspihlaja	Katu/kaavatie	12	
Murto	Seinäjoki–Vaasa	Yleinen tie	12	
Paulaharju	Seinäjoki–Kaskinen	Yleinen tie	11	
Lukkotehdas	Joensuu–Viinijärvi	Katu/kaavatie	11	
Suikkilantie	Turku	Katu/kaavatie	10	
Vapaudentie	Seinäjoki–Kaskinen	Katu/kaavatie	10	
Yhteensä			287	22,9
Muut			967	77,1
Kaikki yhteensä			1254	100,0

Taulukosta 16 voidaan havaita, että lähes kaikki tasoristeykset, joissa tapahtui paljon läpiajoja, ovat joko yleisten teiden, katujen tai kaavateiden tasoristeyksiä. Voisi siis olettaa, että niissä olisi runsaasti tieliikennettä. Kuitenkin on myös runsaasti vilkasliikenteisiä katujen, kaavateiden tai yleisten teiden tasoristeyksiä, joissa ei kuitenkaan ajeta puomeja poikki.

Osassa taulukon 16 tasoristeyksistä sekä tie- että rautatieliikennemäärät ovat suuria, eli puomit ovat usein alhaalla, jolloin mahdollisuuksia törmätä puomeihin on useammin. Osassa taas tieliikenteen määrä on suuri, mutta junia kulkee vain muutama päivässä, eli voisi olettaa, että junan tulo ja puomin alhaallaolo on tieliikenteelle yllättävä tilanne. Muutamassa paikassa lähellä tasoristeystä sijaitsee tieliikenteen risteys, eli autoilijat saattavat keskittyä kääntymiseen ja muun liikenteen havainnoimiseen, jolloin tasoristeys tai puomien alhaallaolo tulee eteen yllätyksenä.

Läpiajojen suureen määrään vaikuttavia tekijöitä on arvioitu tasoristeyskohtaisesti taulukossa 17. Osassa tasoristeyksistä on käyty paikan päällä, osan ominaisuuksia on arvioitu joko kaupungin kartasta tai VR-Rata Oy:n varoituslaitosten käyttösääntöjen liitteinä olevista kartoista.

Taulukko 17. Tasoristeysten, joissa tapahtui eniten läpiajoja vuosina 1990–1999, ominaisuuksia.

Tasoristeuksen nimi	Läpiajoja 1990–1999	Junaliikenne	Tieliikenne	Riski-indeksi	Runsaas tie- ja junaliikenne	Runsaas tieliikenne, vähän junia	Runsaasti raskasta tieliikennettä	Risteys lähellä	Kaarre tiessä ennen tasoristeystä
Tampella Oy	23	54	1000	13,22	X		X	X	
Ahvenlampi	21	44	1316	8,34	X			X	
Agroksenkuja	18	20	2000	0,59			X	X	
Ruskatex	18	8	500	0,26				X	
Tehtaankatu	17	2	2000	0,05		X	X	X	
Metsä-Botnia	17	4	1000	0,05		X			
Kujala	15	71	1000	20,87	X				
Kustaavintie	15	6	6255	1,35		X			X
Hovila Kaurankatu	14	36	2980	15,45	X				
Lapintie	14	6	5000	0,37		X			
Hennala	13	80	6600	175,9	X				X
Varastokatu	12	6	10000	0,74		X	X		
Merituulentie	12	10	3000	0,75		X			
Linnankatu	12	6	12500	0,92		X	X		
Laajalahdentie	12	10	3000	0,37		X			
Murto	12	14	6600	13,31					X
Paulaharju	11	4	4469	0,77		X			
Lukkotehdas	11	17	3900	9,54					
Suikkilantie	10	4	4000	0,19		X		X	
Vapaudentie	10	4	6600	0,95		X			

13:ssa tasoristeyksessä 20:sta riski-indeksi ei ole erityisen korkea. Jo poistettujen tasoristeysten (Ahvenlampi, Kujala, Hovila ja Hennala) riski-indeksit olivat melko korkeita. Hennalan tasoristeys oli ennen poistumistaan riski-indeksillä mitattuna pää ratojen vaarallisin puomillinen tasoristeys.

Vuoden 2001 alussa pää radoilla olleet tasoristeykset jakautuivat liikennevirtatulon (tien KVL * junaliikenteen määrä) neliöjuuren perusteella taulukon 18 mukaisesti.

Taulukko 18. Pääratojen puomillisten tasoristeysten (1.1.2001) jakautuminen liikennevirtatulon neliöjuuren ja läpiajojen lukumäärän perusteella.

Läpiajoja	Liikennevirtatulon neliöjuuri						
	Ei tietoa	0...15	16...30	31...50	51...75	76...100	Yli 100
0	3	92	79	116	59	24	18
1	2	22	14	34	28	11	19
2	2	7	7	12	12	8	13
3			3	6	10	3	7
4		1	3		1	2	11
5		1	1	1	1		3
6		1				1	5
7		1		1	1	1	5
8		2		1			
9							2
10							1
11						1	1
12							2
15							1
18					1		
23							1
Läpiajoja	6	74	54	96	116	68	301
Risteyksiä	7	127	107	171	113	51	89
Läpiajoja / risteys	0,86	0,58	0,50	0,56	1,02	1,33	3,38

Puomien läpiajoja tapahtui selvästi eniten tasoristeyksissä, joissa liikennevirtatulon neliöjuuri oli 100 tai enemmän.

7.5 Riski-indeksin perusteella vaarallisimmat puomilliset tasoristeykset

Tasoristeuksen onnettomuusriskiä voidaan arvioida riski-indeksillä, jossa tekijöinä ovat tie- ja junaliikenteen määrät vuorokaudessa, junan suurin nopeus, pää- ja sivuraiteiden lukumäärä sekä varoituslaitteen tyyppi.

$I = T * a * b * KVL * JL / 1000$ (RAMO), jossa

T = varoituslaittekerroin

- 1,0, jos tasoristeyksessä ei ole varoituslaitetta
- 0,5, jos useamman raiteen tasoristeyksessä on valo- ja äänivaroituslaitos
- 0,3, jos yhden raiteen tasoristeyksessä on valo- ja äänivaroituslaitos
- 0,1, jos tasoristeyksessä on puomilaitos

a = junan maksiminopeuskerroin, $a = (V/100)^2$, jossa V on junan maksiminopeus [km/h]

b = raidelukukerroin

- 1,0 yhden pääraiteen tasoristeyksellä
- 1,5 kahden pääraiteen tasoristeyksellä
- 2,0 kolmen pääraiteen tasoristeyksellä

Kustakin sivuraiteesta lisätään b:n arvoon 0,2.

KVL = tien keskimääräinen kevyen liikenteen ja ajoneuvoliikenteen vuorokausiliikenne

JL = keskimääräinen junaliikenne vuorokaudessa

Indeksin perusteella pää ratojen vaarallisin puomillinen tasoristeys on tällä hetkellä Hyttimestarintien tasoristeys Kauklahdessa Helsingin ja Karjaan välillä (taulukko 19).

Taulukko 19. Pääratojen puomilliset tasoristeykset, joiden riski-indeksi on yli 10.

Tasoristeyksen nimi	Rataosa	Tietyyppi	Läpiajoja 1990–1999	Riski-indeksi
Hyttimestarintie	Helsinki–Karjaa	Katu/kaavatie	1	73,44
Tampereentie	Toijala–Turku	Katu/kaavatie	6	46,98
Villähde	Lahti–Kouvola	Yleinen tie	7	26,80
Peipohja as.	Kokemäki–Pori	Yleinen tie	6	16,96
Härskinniemi	Parikkala–Joensuu	Yleinen tie	4	15,33
Murto	Seinäjoki–Vaasa	Yleinen tie	12	13,30
Tampella Oy	Kouvola–Kotka	Yksityistie	23	13,22
Vaalantie	Karjaa–Turku	Katu/kaavatie	2	12,54
Lukkotehdas	Joensuu–Viinijärvi	Yleinen tie	11	11,46
Kyrö	Toijala–Turku	Yleinen tie	3	10,07

Hyttimestarintien tasoristeyksessä ei kuitenkaan tarkastelujakson aikana tapahtunut yhtään onnettomuutta ja puomitkin ajettiin rikki vain yhden kerran. Tampella Oy:n tasoristeyksessä (kuva 19), jossa läpiajoja tapahtui kymmenen vuoden aikana eniten, riski-indeksi on alempi, mutta se kuuluu kuitenkin kymmenen vaarallisimman joukkoon. Tasoristeyksen korvaaminen sillalla tai alikululla on vaikeaa, sillä tie johtaa suoraan Stora Enson tehtaan pihaan. Taustalla näkyvässä tieliikenteen risteyksessä odottavat autojonot ulottuvat helposti tasoristeyksen päälle.



Kuva 19. Tampella Oy:n (Stora Enson pääportti) tasoristeys Inkeröisissä Kouvola–Kotka-rataosalla.

Liitteessä B on tarkempia tietoja 25:stä riski-indeksin perusteella vaarallisimmasta pääraitojen puomillisesta tasoristeyksestä.

7.6 Puomien läpiajoista aiheutuvat kustannukset

Puomin läpiajosta ei välttämättä aiheudu suuria materiaalikustannuksia. Suuressa osassa tapauksista vain puomin murtopultit katkeavat ja puomi voidaan asentaa takaisin paikalleen.

Korjaushenkilökunta on keskitetty tietyille, suurimmille asemille, jolloin kustannuksia muodostuu paitsi itse korjaustyöhön käytetystä työajasta, myös matka-ajasta tapahtumapaikalle.

Osassa tapauksista puomi lentää törmäyksen voimasta kiskoille ja jää junan alle, jolloin se luonnollisesti joudutaan vaihtamaan uuteen.

8 Puomilaitoksiin liittyviä turvallisuusongelmia

8.1 Varoituslaitteisiin liittyviä ongelmia

8.1.1 Valkoisen varoitusvalon merkitys

Suomessa tasoristeyksen valkoinen varoitusvalo tulkitaan ilmeisesti viestiksi siitä, että junaa ei tule ja nopeutta ei tarvitse laskea. Useissa muissa maissa varoituslaitoksessa ei ole valkoista valoa eli valoyksiköt ovat pimeät, kun junaa ei tule.

Valkoisen valon poistaminen ehkä laskisi hetkellisesti ajonopeuksia, koska tilanne on tienkäyttäjille uusi. Tottumuksen myötä nopeudet ilmeisestikin nousisivat jälleen. Asiasta ei kuitenkaan ole olemassa tutkimustuloksia.

Valkoinen valo voitaisiin siirtää kauemmaksi tasoristeyksestä esimerkiksi tasoristeyksen varoitusmerkin yhteyteen.

8.1.2 Varoituslaitteiden yleinen havaittavuus

Varoitusvaloyksiköitä on kahta tyyppiä: vanhoja yhdellä vilkkuvalla punaisella valolla ja uusia kahdella, vuorotellen vilkkuvalla punaisella valolla. Uudessa valoyksikössä punainen valo on koko ajan näkyvässä ja lisäksi se liikkuu, mikä parantaa havaittavuutta.

8.2 Tien geometriaan liittyviä ongelmia

8.2.1 Kaarre tiessä ennen tasoristeystä

Tiessä oleva kaarre yhdessä erilaisten näkemästeiden kanssa saattaa aiheuttaa sen, että tasoristeys tulee eteen yllättäen. Tienkäyttäjä ei välttämättä ehdi enää pysähtyä ennen puomia, jolloin hän joko ajaa puomia päin tai kiertää sen. Jos radan junaliikenne on vähäistä, junan tulo saattaa olla yllätys, vaikka tasoristeyksen sijainti olisikin tiedossa.

Vasemmalle kääntyvä kaarre ennen tasoristeystä helpottaa puomien kiertämistä. Jos tienkäyttäjä oikaisee kaarteessa, ajolinjaa ei tarvitse juurikaan muuttaa puomia kierrettäessä.

8.2.2 Risteys lähellä tasoristeystä

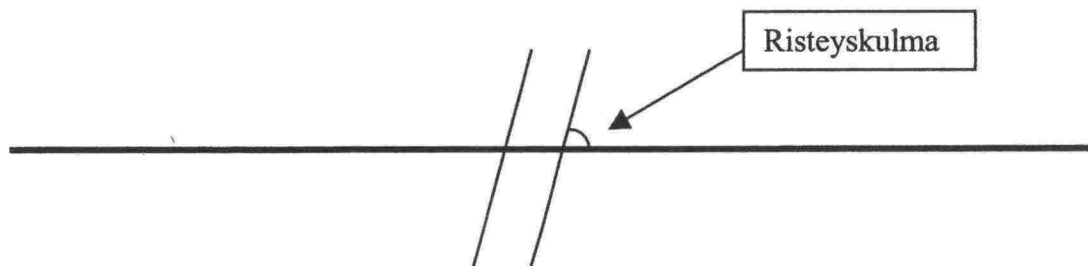
Jos tasoristeys sijaitsee tieliikenteen risteuksen välittömässä läheisyydessä, saattaa autoilijoiden huomio kiinnittyä pääasiassa kääntymiseen, jolloin tasoristeys tulee eteen yllätyksenä.

Risteyksessä kääntymistä odottava autojono saattaa myös ulottua kiskojen päälle ja muodostaa näin turvallisuusriskin. Puomit saattavat myös laskea jonossa seisovien autojen päälle.

Tällaisia tasoristeyskysiä ovat esimerkiksi Pyy ja Ritikka Oulu–Laurila-rataosalla ja Tampella Oy Kouvola–Kotka-rataosalla.

8.2.3 Tien vino risteyskulma

Risteyskulma on radan ja tien keskilinjojen leikkauspisteestä tielle katsottuna radan ja tien välinen kulma (kuva 20).



Kuva 20. Risteyskulman määrittäminen.

Ratateknillisten määräysten ja ohjeiden mukaan risteyskulman on oltava uusissa tasoristeyksissä vähintään 65 gon ($58,5^\circ$), mutta yleensä 80–100 gon (72° – 90°).

Ohjeiden perusteella kulma mitataan näin ollen siltä puolelta tietä, jossa se on terävä. Olosuhteet eivät kuitenkaan ole samanlaiset kahdessa tasoristeyksessä, joissa risteyskulma on esimerkiksi 60° , mutta eri puolelta mitattuna.

Risteyskulman pienentyessä alle 90° :n (kuva 21, tasoristeys A) puomimoottorit siirtyvät tiellä taaksepäin risteyskulman pienenemisen suhteessa. Puomien päiden etäisyys radasta säilyy kuitenkin ennallaan, joten puomien etäisyys toisistaan ei kasva kuin hiukan.



Kuva 21. Puomien välisen etäisyyden muuttuminen risteyskulman muuttuessa.

Kuvan 21 tasoristeyksessä B puomien etäisyys toisistaan kasvaa, koska puomit kääntyvät risteyskulman pienenemisen suhteessa radasta pois päin. Tällöin puomien kiertämiseen jää enemmän tilaa. Mahdollisesti myös puomimoottoreita joudutaan siirtämään tiellä taaksepäin, jolloin puomien etäisyys toisistaan kasvaa entisestään. Tällaisessa ta-

soristeyksessä myös havainnointi tieltä radalle vaikeutuu erityisesti raskaista ajoneuvoista (kuorma- ja linja-autot).

Risteyskulman mittaaminen aina terävältä puolelta ei tuo esiin tätä ongelmaa. Ongelma-
paikkojen kartoittamisen kannalta olisi parasta, jos risteyskulma mitattaisiin niin, että se
saa arvoja 0° :n ja 180° :n väliltä.

8.3 Rataan liittyviä ongelmia

8.3.1 Junien pysähtyminen tasoristeyksen eristysosuudelle

Rataverkolla on arviolta 25 tasoristeystä, jotka sijaitsevat lähellä henkilöliikenteen py-
sähdyspaikkoja. Junan seisoessa asemalla puomit ovat koko ajan alhaalla. Tämä saattaa
houkuttaa autoilijoita kiertämään puomit, varsinkin jos asemalla seisova juna näkyy
tasoristeykseen. Tällaisia tasoristeysksiä ovat esimerkiksi Hyttimestarintie Helsinki-
Karjaa-rataosalla ja Orisberg Seinäjoki-Vaasa-rataosalla.

8.3.2 Junien nopeuksien suuri vaihtelu

Varoituslaitoksen toiminta mitoitetaan radan suurimman sallitun nopeuden mukaan.
Lähestyvän junan nopeus saattaa kuitenkin vaihdella suurestikin esimerkiksi maaston
muodoista, opastimista tai junan pysähtymispaikoista riippuen. Rataverkolla saattaa olla
paikkoja, joissa tavarajunat kulkevat maaston muotojen vuoksi hyvin hitaasti, mutta
matkustajajunat lähes normaalia matkanopeutta.

8.3.3 Kaksi junaa kaksiraiteisella radalla

Kaksiraiteisella radalla esiintyy usein tilanteita, joissa puomit eivät nousekaan junan
mentyä, koska toisesta suunnasta lähestyvä juna on jo ehtinyt eristysosuudelle. Tien-
käyttäjät eivät kuitenkaan saa asiasta tietoa. Vaarallisin tilanne on silloin, jos toinen juna
on hidas tai se pysähtyy asemalle ennen tasoristeystä. Esimerkiksi Kauklahden Hytti-
mestarintien tasoristeyksessä on mahdollista, että ensin tulee juna Helsingin suunnasta
ja seuraavaksi Mankissa ja Kauklahdessa pysähtyvä L-juna. Puomit ovat tällöin alhaalla
molempien pysähdyksien ajan, yhteensä noin kolme minuuttia ensimmäisen junan me-
non jälkeen.

8.4 Tieliikenteen estevaikutukset

Joissakin maissa, kuten Alankomaissa ja Yhdysvalloissa tasoristeyksien kautta kulkevat
liikennemäärät ovat olennaisesti suurempia kuin Suomessa. Näin ollen myös puomien
alhaallaolon aiheuttamat viiveet tieliikenteelle ovat olennaisesti suurempia.

Suomessa junaliikenne on harvassa tasoristeyksessä niin vilkasta, että se aiheuttaisi
merkittäviä viiveitä tieliikenteelle. Suurempi ongelma lienevät eräät ratapihojen taso-
risteykset, joiden päällä joudutaan tekemään edestakaisin vaihtotöitä, kuten Agrokseen-
kuja Helsingissä ja Vapaaherrantie Jyväskylässä.

9 Toimenpiteitä puomillisten tasoristeysten turvallisuuden parantamiseksi

9.1 Tiehen kohdistuvat toimenpiteet

Tien tärinäraidat tai töyssyt

Tienkäyttäjän huomio voitaisiin herättää töyssyillä tai tiehen maalatuilla tärinäraidoilla. Ongelmana molemmissa on toimivuus talvella. Tärinäraidat myös kuluvat nopeasti pois tien pinnasta. Tien pintaan jyrskityt tärinäurat kestävät pidempään, mutta niiden teho heikkenee talvella.

Näköesteiden poistaminen

Näkyvyys tieltä tasoristeykseen on usein rajoitettu. Näkyvyyttä rajoittavia puita ja pensaita on helppo poistaa, mutta joissakin tapauksissa näkyvyyttä rajoittaa esimerkiksi maapenger tai rakennus.

Liukkauden torjunta

Liukas tien pinta oli osasyynä moneen onnettomuuteen puomillisissa tasoristeyksissä. Teiden talvikunnossapitoa olisi tehostettava tasoristeysten läheisyydessä.

Nopeusrajoitus tasoristeysksiin

Pääradoilla on runsaasti yleisten teiden tasoristeyskiä, joissa nopeusrajoitus tasoristeyksessä on yleisrajoitus eli 80 km/h. Varsinkin paikoissa, joissa näkyvyyttä tieltä tasoristeykseen rajoittaa jokin este, olisi syytä laskea nopeuksia.

Tien pintaan maalattu varoitusmerkki

Tien pintaan voitaisiin maalata varoitusmerkki tasoristeyksestä samoin kuin nopeusrajoitusmerkki tai bussikaistamerkki. Ongelmana on jälleen nopea kuluminen.

Keskikaiteen tai -korokkeen rakentaminen

Puomien kiertäminen vaikeutuu rakentamalla tasoristeykseen kaide tai koroke ajokais-tojen väliin. Tien tulisi kuitenkin olla niin leveä, ettei kaiteesta tai korokkeesta aiheudu haittaa talvikunnossapidolle tai raskaille ajoneuvoille. Pelkän keskikaiteen rakentaminen on melko halpaa, mutta jos tietä joudutaan leventämään, joudutaan usein myös puomi-moottoreita ja varoitusvalomastoja siirtämään, mikä lisää kustannuksia.

9.2 Tienkäyttäjiin kohdistuvat toimenpiteet

Varoitus junan tulosta ajoneuvon sisälle

Yhdysvalloissa on kokeiltu järjestelmiä, joilla lähestyvistä junasta saadaan varoitus koululaisbussin sisälle. Tällaisten laitteiden yleistäminen kaikkiin ajoneuvoihin olisi

kuitenkin melko hidasta. Laitteita voisivat kokeilla tasoristeystä päivittäin käyttävät, tuttuun ympäristöön turtuneet kuljettajat.

Tasoristeyskäyttämisen opettaminen autokouluissa

Toimintaa tasoristeyksissä tulisi opettaa jokaisessa autokoulussa. Jos oikeaa käyttäytymistä tasoristeyksissä ei opeteta autokoulussa, on itsestään syntyneitä toimintamalleja vaikea jälkeen päin muuttaa.

Opetusvideo, jossa tiedotettaisiin junan jarrutusmatkasta ja tasoristeysonnettomuuden seurauksista, voisi olla hyvä tapa vaikuttaa asenteisiin etukäteen.

Valistusta tasoristeyksistä esimerkiksi huoltoasemille

Informaatiota tasoristeyksistä pitäisi sijoittaa paikkoihin, joissa autoilijat liikkuvat, kuten huoltoasemille.

9.3 Juniin kohdistuvat toimenpiteet

Nopeuksien laskeminen

Periaatteessa onnettomuuksia ja niiden vakavuutta voitaisiin vähentää laskemalla junien ajonopeuksia. Käytännössä tämä kuitenkin johtaisi matka-aikojen huomattavaan pitenemiseen. Onnettomuudet ovat joka tapauksessa niin harvinaisia, että matkustajille päivittäin aiheutuvat aikakustannukset kasvaisivat helposti suuremmiksi kuin alentuneet laskennalliset onnettomuuskustannukset (Tsai 1998).

Junan keulan muotoilu

Vetureiden keuloissa on monia yksityiskohtia, jotka pahentavat onnettomuuden seurauksia. Useissa onnettomuuksissa henkilöauto takertuu kiinni veturin puskimiin tai vetokytkimeen (SA-3) ja raahautuu junan mukana aina sen pysähtymiseen asti. Pyöreämpi junan keula vähentäisi ajoneuvon takertumisriskiä, tosin kuolettavat vammat syntyvät usein jo heti junan törmätessä ajoneuvoon.

Vetureiden esteenraivaajien tulisi olla rakenteeltaan sellaisia, että ne estäisivät ajoneuvon joutumisen veturin alle.

9.4 Puomilaitokseen kohdistuvat toimenpiteet

Suurin ero Suomen ja muiden Euroopan maiden välillä on se, että Suomessa ei ole kokopuomilaitoksia lainkaan. Esimerkiksi Ruotsissa kokopuomilaitoksia on enemmän kuin puolipuomilaitoksia (Pajunen & Katajisto, 2000). Irlannissa puolipuomilaitoksista on luovuttu lähes kokonaan (Chipperfield ym., 2001). Puolipuomien kiertäminen ja puomeja päin ajaminen ovat ongelma useissa maissa, joissa puolipuomeja käytetään.

Koska koko- tai nelipuomilaitoksia ei ole, ei Suomessa myöskään ole käytössä läsnäoloilmaisimia tai videovalvontaa tasoristeyksissä. Pääradoilla ei tasoristeyksissä ole erikseen junille opastimia, jotka kertoisivat tasoristeuksen tilanteesta. Sivuraiteilla jois-

sakin tasoristeyksissä on tasoristeysopastin, joka kertoo, kun tasoristeys on varoittanut riittävästi.

Ruotsissa aloitettiin 1980-luvun puolivälissä läsnäoloilmaisimien asentaminen puomillisiin tasoristeyksiin. Vuoteen 1999 mennessä niitä oli asennettu noin 70 tasoristeykseen. Läsnäoloilmaisimella varustetuissa tasoristeyksissä ei ole tapahtunut yhtään onnettomuutta (Banverket, 1999), eli ruotsalainen malli, jossa tasoristeyksessä on opastimet junalle ja läsnäoloilmaisimet, näyttäisi estävän tehokkaasti onnettomuuksia. Toisaalta ei ole tietoa, monenko onnettomuuden tapahtumisen ne ovat estäneet.

Puomilaitoksen täydentäminen nelipuomilaitokseksi

Lisäämällä puolipuomilaitokseen myös poistumispuomit estyy puomien kiertäminen. Nelipuomilaitoksen huono puoli on kalleus. Esimerkiksi Ruotsissa ja Irlannissa nelipuomilaitoksessa on usein läsnäoloilmaisimet tai videokamerat valvomassa, ettei puomien väliin jää ajoneuvoja.

Puomien pidentäminen kokopuomeiksi

Puomilaitokseen voidaan myös vaihtaa pidemmät puomit, jotka ulottuvat molempien kaistojen yli. Tämä saattaa vaatia muutoksia myös puomimoottoreihin ja vastapainoihin.

Puomilaitoksien toiminnan yhtenäistäminen

Tienkäyttäjän kannalta olisi johdonmukaista, että kaikki puomilaitokset toimisivat aina samalla tavalla, eli odotusaika ennen junan tuloa olisi vakio. Tämä edellyttäisi junan nopeuden mukaan säätyvää varoituslaitosta.

Tasoristeykset, joissa junat pysähtyvät säännöllisesti eristysosuudelle, olisi poistettava tai varustettava opastinriippuvuudella.

Puomiin verkko tai muita riippuvia esineitä

Jos puomissa on verkko, se näyttää alhaalla ollessaan enemmän yhtenäiseltä aidalta, kuten kuvan 21 irlantilaisessa puomilaitoksessa. Myös verkko olisi syytä maalata kirkkailla väreillä samoin kuin puomi.



Kuva 21. Nelipuomilaitos Dublinissa Irlannissa.

Puomiin jatkopala

Lisäämällä puomin päähän taipuisa jatkopala voidaan puomien kiertämistä vaikeuttaa. Hätätilanteessa puomi voidaan kuitenkin ohittaa helposti. Tällaisia jatkopaloja on jo asennettu muutamaa tasoristeykseen.

Puomiin kirkkaammat värit

Puomien havaittavuutta voidaan parantaa päällystämällä ne entistä värikkäämmillä muovikalvoilla. Värikkäitä pintoja voitaisiin lisätä myös tasoristeyksen ympäristössä, kuten esimerkiksi Alankomaissa on tehty (kuva 22).



Kuva 22. Puolipuomilaitos Rotterdamissa Alankomaissa.

Varoitusvalot tien yläpuolelle portaaliin

Varoitusvalojen havaitseminen vaikeutuu ajettaessa vastavaloon. Valot ja puomit saattavat myös sulautua ympäröivään maastoon. Saksassa varoitusvaloyksikkö on asennettu myös tien yläpuolelle, jolloin se näkyy taivasta vasten (kuva 23).



Kuva 23. Puolipuomilaitos Kölnissä Saksassa.

10 Päätelmät ja suositukset

10.1 Päätelmät

Tehokkain tapa vähentää onnettomuuksia puomillisissa tasoristeyksissä on luonnollisesti koko tasoristeyksen poistaminen. Koska puomillisia tasoristeyksiä on rataverkolla kuitenkin suuri määrä, yhteensä noin 800, joista pääradoilla noin 665, ei niiden poistaminen ole mahdollista kovin nopeasti. Vähäliikenteisillä radoilla poistaminen ei edes ole kovin tarkoituksenmukaista. Vartioimattomiin tasoristeyksiin asennetaan myös uusia puomilaitoksia.

Nykyisillä määrärahoilla kyetään korvaamaan vuosittain noin 10-20 puomillista tasoristeystä sillalla tai alikululla. Poistamiset kohdistuvat pääosin rataosille, joilta on päätetty poistaa kaikki tasoristeykset, tämän lisäksi poistetaan yksittäisiä vaarallisiksi todettuja tasoristeyksiä.

Osa puomillisista tasoristeyksistä sijaitsee niin keskellä rakennettua taajamaympäristöä, että niiden korvaaminen silloilla tai alikuluilla on vaikeaa ja aiheuttaa suuria muutoksia ympäristöön.

10.2 Suositukset

Varoituslaitosten toiminnan yhdenmukaistaminen

Tienkäyttäjän kannalta paras tilanne olisi se, että kaikki puomilaitokset toimisivat aina samalla tavalla, eli juna tulisi aina tietyn ajan kuluttua puomin laskeutumisesta. Tällöin ei syntyisi vaarallisia mielikuvia, että puomit voi turvallisesti kiertää, koska juna seisoo asemalla tai liikkuu hitaasti.

Junan nopeuden mukaan säätyviä varoituslaitoksia on jo käytössä eri maissa. Junan nopeus ja sijainti voidaan selvittää esimerkiksi tutkalla.

Varoituslaitoksen havaittavuuden parantaminen

Puomien läpiajot aiheutuvat osittain siitä, että puomeja ei havaita ajoissa. Varoituslaitoksen havaittavuutta voitaisiin parantaa rakentamalla tasoristeykseen portaali kuten Ruotsissa tai kirkasvärisiä tauluja kuten Alankomaissa.

Tienkäyttäjän huomio voitaisiin herättää jo kauempana tasoristeyksestä esimerkiksi tiehen maalattavilla tärinäraidoilla tai lisäämällä vilkkuva varoitusvalo myös tasoristeyksestä varoittavan liikennemerkkin yhteyteen.

Puomien kiertämisen estäminen

Puolipuomilaitoksien täydentäminen nelipuomilaitoksiksi tai puomin pidentäminen kokopuomiksi poistaa mahdollisuuden kiertää puomi.

Puomien kiertämistä voidaan vaikeuttaa myös rakentamalla tasoristeykseen keskikaide tai -koroke.

Halvin ja yksinkertaisin toimenpide puomien kiertämisen vaikeuttamiseksi on asentaa puomeihin jatkopalat.

2-raiteisen radan tasoristeykset

Nykyisin 2-raiteisen radan varoituslaitos ei kerro tienkäyttäjälle, jos laitosta lähestyy juna molemmista suunnista.

Vanhoissa 2-raiteisen radan valo- ja äänivaroituslaitoksissa oli erillinen 2 junaa-lamppu, joka kertoi nimensä mukaisesti, jos tasoristeystä lähestyi juna molemmista suunnista. Lamppu sijaitsi valoyksikön alla mastossa. Puolipuomilaitoksissa lamppua ei ole käytetty.

Lamppu voitaisiin toteuttaa esimerkiksi led-tekniikalla ja kiinnittää puomiin, jolloin se olisi suoraan tasoristeyksessä odottavan autoilijan näkökentässä.

Asemien läheisyydessä olevat varoituslaitokset

Suuressa osassa asemien läheisyydessä sijaitsevista varoituslaitoksista on jo tällä hetkellä riippuvuus lähellä olevista opastimista, jolloin laitos ei hälytä tarpeettomasti junan seisoessa asemalla. Kuitenkin on joitakin rataosia, kuten Seinäjoki–Vaasa, joiden liikennepaikoilla ei ole lähtöopastimia, eli riippuvuutta ei voida toteuttaa.

Jäljellä olevat ongelmapaikat tulisi kartoittaa. Kyseiset tasoristeykset tulisi poistaa tai täydentää koko- tai nelipuomilaitoksiksi. Nopeana toimenpiteenä puomeihin tulisi asentaa jatkopalat.

Tienkäyttäjien valistaminen

Haastatteluissa on käynyt ilmi, että autokouluissa ei ole mitään yhtenäistä tapaa opettaa toimintaa tasoristeyksissä. Jos autokoulu sijaitsee alueella, jossa ei ole rautateitä eikä tasoristeyksiä, voi olla, että tasoristeyksiä ei käsitellä opetuksessa lainkaan. Jos asiaa ei kuljettajakoulutuksessa käsitellä, voi siitä tiedottaminen ja valistaminen olla myöhemmin vaikeaa. Autokoulussa on myös mahdollista tiedottaa junien jarrutusmatkoista ja tasoristeysonnettomuuden seurauksista.

Autokouluille voitaisiin tehdä näytettäväksi samanlainen opetusvideo kuin ruotsalainen ”Tåget kommer”. Toiminta tasoristeyksissä tulisi myös saada osaksi jokaisen autokoulun opetusohjelmaa.

LÄHDELUETTELO

Banverket. Plankorsningar 1999. 28 s.

Chipperfield, K.G., Garvey, B.J., McGuinness, C., Iarnród Éireann. Haastattelu 22.10.2001.

Meeker, F., Fox, D., Weber, C.A., A comparison of driver behaviour at railroad grade crossings with two different protection systems. *Accident Analysis and Prevention*, Vol 29, 1997. Ss. 11–16.

Pajunen, K., Katajisto, P., Rautatietasoristeysten turvaaminen. VTT Yhdyskuntatekniikka, Tutkimusraportti 543/2000. 60 s. + liitt. 1 s.

Pickett, M.W., Grayson, G.B., *Vehicle Driver Behaviour at Level Crossings*. Transport Research Laboratory, 1997.

Ratahallintokeskus. Ratateknilliset määräykset ja ohjeet, osa 9 Tasoristeykset. 2000. 53 s. + liitt. 1 s.

Ratahallintokeskus. Suomen rautatietilasto 2000.

Tsai, Ming-Chih, Delay and risk at automatic level crossings in Britain. *Traffic Engineering + Control*, Vol 39 Number 9, 1998. Ss. 492–498.

Liite A:

Lyhyet kuvaukset tutkijalautakuntien tutkimista onnettomuuksista puomillisissa tasoristeyksissä

10.2.1.1 Puomien kiertotapaukset

- Mopoilija lähti ylittämään tasoristeystä puomien välistä tavarajunan ylitettyä tasoristeyksen. Kuitenkin toisestakin suunnasta oli samanaikaisesti lähestymässä tavarajuna, jonka alle mopoilija jäi. Ensimmäisenä tasoristeyksen ylittänyt tavarajuna on estänyt havaitsemasta toisesta suunnasta lähestynyttä tavarajunaa.
- Henkilöautoilija kiersi puomit ja jäi matkustajajunan alle. Junan tulosuunnasta paistanut aurinko häittoi junan havaitsemista. Kyseisessä tasoristeyksessä puomien kiertäminen on normaalia yleisempää, sillä toisesta suunnasta saapuvan junan seisossa asemalla puomit ovat alhaalla koko ajan. Lisäksi risteyskulma oli suuri, mikä helpotti puomien kiertämistä.
- Henkilöautoilija näki lähestyvän pikajunan olevan vielä kaukana ja lähti ylittämään tasoristeystä puomit kiertäen. Hän ei kuitenkaan huomannut toisesta suunnasta tulutta henkilöjunaa, vaan jäi sen alle. Kuljettajalla oli kiire.
- Mopoilija jarrutti ennen alhaalla ollutta puomia, mutta kiersi kuitenkin puomin. Väistäessään puomia hän kaatui kiskoille ja jäi henkilöjunan alle.
- Autoilija kiersi puomit avolavapakettiautolla ja jäi henkilöjunan alle. Autoilijan ajotapa oli yleisestikin piittaamaton ja ajoneuvo oli heikossa kunnossa. Tasoristeyksessä oli esiintynyt ilkivaltaa, joka oli mahdollisesti aiheuttanut puomien kiertämistä aikaisemmin. Tasoristeyksen risteyskulma oli suuri, mikä helpotti puomien kiertämistä.

10.2.1.2 Puomien läpiajotapaukset

- Henkilöautoilija havaitsi alhaalla olevan puomin liian myöhään ja auto liukui jarrutuksesta huolimatta jäisellä, sohjoisella tiellä puomin läpi junan vaunua päin. Puomin havaitsemista lienee haitannut vastaan paistanut aurinko.
- Henkilöautoilija havaitsi vastaan paistavan auringon ja autossa käymänsä keskustelun vuoksi tasoristeyksen puomit liian myöhään, jolloin auto törmäsi puomiin ja jäi lähestyneen tavarajunan alle. Auton matkustaja kuoli.
- Henkilöautoilija havaitsi vastaan paistavan auringon ja huurteisen tuulilasin vuoksi tasoristeyksen puomit liian myöhään ja ajoi puomin läpi lähestyneen pikajunan alle. Kuljettajan ajotapa oli piittaamaton.

- Mopoilija ajoi ajatuksissaan noin 35 km/h nopeudella päin alhaalla ollutta puomia. Tällöin hän kaatui selälleen mopon päälle. Mopo jatkoi matkaa ja kaatui vasemmalle kiskoille, jääden saapuneen pikajunan alle. Mopon tuulilasi oli huonosti läpinäkyvä, lisäksi satoi märkää lunta.
- Henkilöautoilija liukui jarrutuksesta huolimatta jäisellä tiellä puomin läpi pikajunan eteen. Auton tilannenopeus oli liian suuri ja sen jarrut olivat huonokuntoiset.
- Henkilöautoilija lähestyi tasoristeystä liian suurella tilannenopeudella ja huomasi alhaalla olevan puomin liian myöhään. Auto liukui jarrutuksesta huolimatta lähestyneen pikajunan eteen. Auton kuljettaja oli värisokea.
- Autoilija ajoi avolavapakettiautolla puomin läpi pikajunan veturin kylkeen. Kuljettaja oli lievässä humalatilassa ja hänen ajotapansa oli taustatietojen mukaan piittaamaton. Aurinko häikäisi kuljettajaa ja tien pinta oli liukas.

10.2.1.3 Radalle juuttumistapaus

- Henkilöautoilija ajoi liukkaalla tiellä tasoristeykseen. Tyhjää pyörivien pyörien tavattua pitävän betonikannen, auton moottori sammui. Junan lähestyessä puomit lasivat, jolloin kuljettaja hätäntyi, eikä saanut autoa käyntiin eikä ehtinyt siitä ulos.

10.2.1.4 Tahalliset tapaukset

- Henkilöautoilija ajoi hiljaisella nopeudella ilmeisesti tahallaan puomin ohi lähestyneen pikajunan alle. Kuljettaja oli samana päivänä jäänyt kiinni rattijuopumuksesta. Hän oli myös tapahtumahetkellä juovuksissa.
- Henkilöautoilija ajoi autonsa puomit kiertäen radalle ja jäi odottamaan pikajunaa. Kuljettaja oli masentunut ja kiihtynyt kiivaan riidan seurauksena. Poliisipartio oli pysäyttänyt autoilijan hetkeä aikaisemmin ja havainnut tämän käyttäytyvän oudosti.
- Henkilöautoilija odotti tasoristeyksessä junan tuloa ja ajoi autonsa puomit kiertäen radalle ja jäi odottamaan saapuvaa matkustajajunaa.

Liite B:

Tietoja 25:stä riski-indeksin perusteella vaarallisimmasta puomillisesta tasoristeuksesta

Rataosa	Tasoristeys	Tielaji	Junan suurin nopeus	Pää- raiteita	Raiteita yh- teensä	Junia / vrk	KVL	Riski- indek- si
Helsinki-Karjaa	Hyttimestarintie	Katu/kaavatie	120	2	3	120	2500	73.44
Toijala-Turku	Tampereentie	Katu/kaavatie	90	1	1	29	2000 0	46.98
Lahti-Kouvola	Villähde	Yleinen tie	140	2	3	71	1133	26.80
Kouvola-Luumäki	Luumäki	Yleinen tie	140	2	6	67	647	19.54
Kokemäki-Pori	Peipohja as.	Yleinen tie	140	2	3	35	1454	16.96
Parikkala- Joensuu	Härskinniemi	Yleinen tie	120	2	2	26	2729	15.33
Seinäjoki-Vaasa	Murto	Yleinen tie	120	1	1	14	6600	13.31
Kouvola-Kotka	Tampella Oy	Yksitystie	120	2	3	54	1000	13.22
Karjaa-Turku	Vaalantie	Katu/kaavatie	140	1	1	32	2000	12.54
Joensuu-Viinijärvi	Lukkotehdas	Yleinen tie	120	1	2	17	3900	11.46
Toijala-Turku	Kyrö	Yleinen tie	120	1	1	31	2255	10.07
Toijala-Turku	Paimala	Yleinen tie	120	1	1	29	1958	8.18
Kouvola-Luumäki	Utti as.	Yleinen tie	140	2	2	67	389	7.66
Joensuu-Viinijärvi	Pilkko	Yleinen tie	120	1	1	17	2600	6.36
Toijala-Turku	Urjalantie	Yleinen tie	120	1	1	31	1380	6.16
Seinäjoki- Ylivieska	Kunnari	Yleinen tie	140	1	1	37	828	6.00
Toijala-Turku	Mellilä	Yleinen tie	120	1	1	31	1329	5.93
Seinäjoki- Ylivieska	Teppo	Yleinen tie	140	1	1	31	976	5.93
Seinäjoki-Vaasa	Pappila	Yleinen tie	120	1	1	14	2880	5.81
Riihimäki-Lahti	Pullinen	Yleinen tie	130	2	2	80	275	5.58
Lahti-Kouvola	Lankila	Yleinen tie	140	2	2	71	263	5.49
Kouvola-Luumäki	Kullasvaara	Yleinen tie	140	2	2	67	271	5.34
Pieksämäki- Iisalmi	Kaplas	Yleinen tie	140	1	1	29	896	5.09
Kouvola-Luumäki	Saaramaa (Pajari)	Yleinen tie	140	2	2	67	255	5.02
Toijala-Turku	Portti	Yleinen tie	100	1	1	31	1577	4.89

- 1/1997 Railway Industry Structures and Capital Investment Financing
 2/1997 Nopean junaliikenteen aluekehitysvaikutukset
 3/1997 Rautateiden henkilöliikenteen ennustemalli (RALVI)
 4/1997 Kilpailuedellytykset ja niiden luominen Suomen rataverkolla
 5/1997 Rataverkon tavaraliikenne-ennuste 2020
 1/1998 Rataverkon jatkosähköistyksen yhteiskuntataloudellinen vaikutus selvitys
 2/1998 Suomen rautatieliikenteen päästöjen laskentajärjestelmä (RAILI 96)
 3/1998 Rautateiden tavarakuljetusten laatutekijät
 4/1998 Ratahallintokeskuksen tutkimus- ja kehittämistoiminta 1997 - 99
 5/1998 Rataverkon kehittämisen yhdyskuntarakenteellisten vaikutusten ja menetelmien arviointi
 6/1998 Yksityisrahoituksen käyttömahdollisuudet Suomen ratakkeissa
 1/1999 Ratarakenteen instrumentoinnin kirjallisuustutkimus, 250 kN:n ja 300 kN:n akselipainot
 2/1999 Rautatieliikenteen polttoaineperäisten päästöjen aiheuttamat ympäristökustannukset
 3/1999 Rautatieliikenteen aiheuttama tärinä, 250 kN:n ja 300 kN:n akselipainot
 4/1999 Ratarakenteen instrumentointi- ja mallinnussuunnitelma, 250 kN:n ja 300 kN:n akselipainot
 5/1999 Rautatietärinän mittauskäytäntö Pohjoismaissa
 6/1999 Radan tukikerroksen ja alusrakenteen kirjallisuustutkimus, 250 kN:n ja 300 kN:n akselipainot
 7/1999 Rautatiesiltojen luokittelu ja inventointi rataosuudella Rautaruukki-Haaparanta akselipainojen korottamista varten
 8/1999 Ratarumpujen maastoseelvitys, 250 kN:n ja 300 kN:n akselipainot
 1/2000 Rataverkko 2020 -ohjelman väliraportti. Kehittämisvaihtoehtojen vaikutustarkastelut
 2/2000 Bantrummor, 250 kN och 300 kN axellaster
 3/2000 Liikkuvan kaluston kirjallisuustutkimus
 4/2000 Raideseppelin lujuuden vaikutus tukikerroksen kestoikään
 5/2000 Ratarakenteen instrumentointi ja mallinnus, 250 kN:n ja 300 kN:n akselipainot
 6/2000 Väliraportti 250 kN:n ja 300 kN:n akselipainojen ratateknisistä tutkimuksista
 7/2000 Intermediate Report, 250 kN and 300 kN axle loads
 8/2000 Ratatekniset määräykset ja ohjeet -julkaisun käytettävyysselvitys
 9/2000 Ratakapasiteetin perusteet
 10/2000 Instrumentation and Modelling of Track Structure, 250 kN and 300 axle loads
 11/2000 Rautatieonnettomuuksien sisäiset ja ulkoiset kustannukset
 12/2000 Internal and External Costs of Railway Accidents
 1/2001 Rataverkko 2020 -suunnitelma
 2/2001 XPS-routaeristelevyt ratarakenteessa, 250 kN:n ja 300 kN:n akselipainot
 3/2001 Raidetutkimus, 250 kN:n ja 300 kN:n akselipainot
 4/2001 Radan kunnossapitokustannusten kirjallisuustutkimus,
 5/2001 Loppuraportti 250 kN:n ja 300 kN:n akselipainojen teknisistä tutkimuksista
 6/2001 Final Report 250 kN and 300 kN axle loads
 7/2001 Rautateiden maanvaraiset pylväspäruustukset. Koekuormitusraportti
 8/2001 Ratarumpututkimus. Instrumentointi ja mittaukset
 9/2001 Vakioaikataulu junaliikenteen ja rautatieinfrastruktuurin kehittämisessä
 10/2001 Työnaikaisten ratakaivantojen tukeminen
 11/2001 Pääkaupunkiseudun rautateiden meluntorjuntaohjelma vuosille 2001 - 2020
 12/2001 Rautatietasoristeysten turvaaminen
 13/2001 Rautatieliikenteen onnettomuusriskit ja turvaamistoimenpiteet
 14/2001 Valtakunnallinen rautatieliikenteen melun suuruusluokkaseelvitys
 1/2002 Ratarakenteen routasuojaus
 2/2002 Nopean junaliikenteen kehittämisen alueelliset vaikutukset, kirjallisuusselvitys
 3/2002 Rautateiden maanvaraiset pylväspäruustukset, lisensiaatintutkimus
 4/2002 Rautatietasoristeysten turvaamis- ja poistostrategia 2020
 5/2002 Raiteentarkastus ja siinä ilmenevien virheiden analysointi välillä Kirkkonummi-Turku
 6/2002 Oikoradan sosiaaliset vaikutukset
 7/2002 Rataverkon tavaraliikenne-ennuste 2025

RATAHALLINTOKESKUS
 KAIVOKATU 6, PL 185
 00101 HELSINKI

TURVALLISUUSYKSIKÖ

Lisätietoja: Kari Alppivuori, puh. (09) 5840 5150, sähköposti: kari.alppivuori@rhk.fi
 Jakelu: Heidi Niemimuukko, puh. (09) 5840 5105, sähköposti: heidi.niemimuukko@rhk.fi

ISBN 952-445-072-0
 ISSN 1455-2604