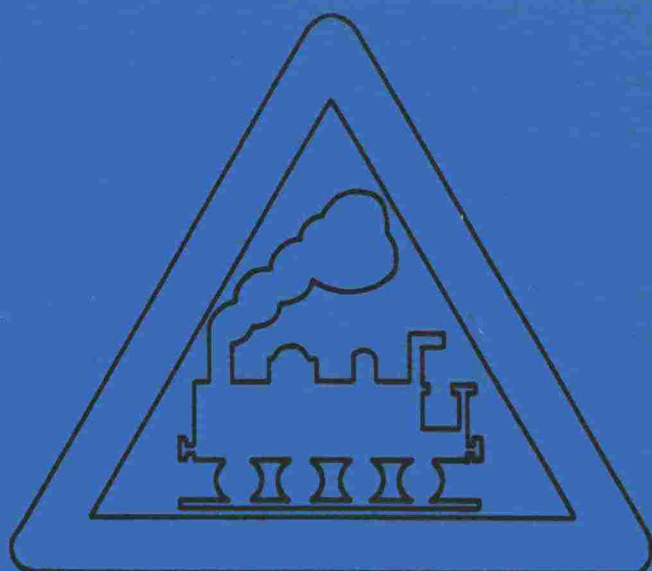


0140387



**YLEISEN TIEN JA RAUTATIEN TASORISTEYKSIIN
ASENETTUIJEN TURVALAITTEIDEN VAIKUTUS
TASORISTEYSONNETTOMUUKSIIN**

TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS
LIIKENNETOIMISTO

TVH 742010

HELSINKI 1978

08
TIE-
YLEISÖN



78 591

YLEISEN TIEN JA RAUTATIEN TASORISTEYKSIIN ASENNETTUJEN
TURVALAITTEIDEN VAIKUTUS TASORISTEYSONNETTOMUUKSIIN

Tie- ja vesirakennushallitus
Liikennetoimisto
Helsinki 1978

ISBN-951-46-3474-8

ALKUSANAT

Tasoristeysongelmien torjumiseen on kiinnitetty voimakkaasti huomiota monissa yhteyksissä mm. parlamentaarisen liikennekomitean mietinnössä.

Liikenneturvallisuuden parantaminen mahdollisimman tehokkaasti edellyttää tietoja eri toimenpiteiden kustannuksista ja vaikutuksista. Näitä kysymyksiä on TVH:ssa selvitetty eräiden toimenpiteiden osalta ns. ennen-jälkeen tutkimusten avulla. Jäljempänä selostettu tutkimus pyrkii täydentämään tietoutta rautatien tasoristeysten turvallisuuden parantamisen osalta.

Selvityksen on allekirjoittaneen johdolla tehnyt piirikonttoreilta kerätyn aineiston pohjalta dipl.ins. Jouko Salminen TVH:n liikennetoimistossa.

Dipl.ins. Teuvo Puttonen

TIIVISTELMÄ

Kaikista tasoristeysten turvaamistoimenpiteistä huolimatta sattuu maassamme vuosittain useita tasoristeysonnettomuuksia, joskin niiden kokonaismäärä samoin kuin suhteellinen määrä kaikista tieliikenneonnettomuuksista on viime vuosina ollut vähenemässä. Jäljempänä selostetun tutkimuksen tarkoituksena on ollut selvittää tasoristeyskiin asennettujen turvalaitteiden vaikutusta onnettomuuksien vähentäjänä.

Tutkimuksen piiriin kuuluivat kaikki vuosina 1967-76 käytössä olleet 835 yleisen tien ja rautatien tasoristeystä. Vuoden 1976 loppuun mennessä oli näistä tasoristeyksistä 354 (42.4 %) varustettu joko ääni- ja valovaroituslaittein tai puolipuumilaittein. Lisäksi osa tasoristeyksistä oli vuoden 1976 loppuun mennessä tiejärjestelyjen yhteydessä joko kokonaan poistettu käytöstä tai muutettu eritasoristeyksiksi, joten tasoristeysten kokonaismäärä oli vuoden 1976 lopussa n. 750.

Vuosina 1967-76 sattui tasoristeyksissä TVH:n tilastojen mukaan 570 onnettomuutta, joista 308 (54.0 %) johti henkilövahinkoihin ja 262 (46.0 %) johti omaisuusvahinkoihin. Mainittuina vuosina tasoristeysonnettomuuksissa kuoli 134 ja vammautui 369 henkilöä. Kaikista tasoristeysonnettomuuksista 415 (72.8 %) oli sellaisia, joissa toisena osapuolena oli juna ja loput 155 (27.2 %) olivat puhtaasti maantieliikenteen onnettomuuksia.

Tarkasteltaessa onnettomuuskehitystä sellaisissa tasoristeyksissä, joihin oli vuosien 1968-75 aikana asennettu turvalaite, voitiin todeta turvalaitteiden vähentäneen onnettomuuksia 55-75 %. Tutkimuksessa todettiin myös, että puolipuumilaitte oli vähentänyt onnettomuuksia hieman tehokkaammin kuin ääni- ja valovaroituslaite.

Yhdestä turvalaitteesta aiheutuvat kokonaiskustannukset ovat 10 vuodessa n. 320 000 mk. Yhden tasoristeysonnettomuuden kustannuksiksi on arvioitu 160 000 mk. Näin ollen turvalaitteen avulla pitäisi voida säästää kymmenessä vuodessa vähintään kaksi onnettomuutta, jotta turvalaite tulisi taloudellisesti

kannattavaksi. Jos turvalaitteella arvioidaan säästettävän 60 % onnettomuuksista voidaan laskea, että kohteessa, johon turvalaite asennetaan olisi pitänyt sattua vähintään yksi onnettomuus kolmessa vuodessa eli keskimäärin 3.3 onnettomuutta 10 vuodessa, jotta turvalaitteen asentaminen olisi taloudellisesti kannattavaa.

Sellaisia turvalaitteettomia tasoristeyskiä, joissa on sattunut yli 3 onnettomuutta kymmenessä vuodessa on maassamme tällä hetkellä vain kuusi kappaletta. Rakennettavien turvalaitteiden suurempaa määrää voidaan perustella sillä, että olosuhteiden muutokset saattavat tulevaisuudessa aiheuttaa tasoristeysonnettomuuksien määrän lisääntymistä, mikäli ennaltaehkäiseviin toimenpiteisiin ei ryhdytä.

SAMMANDRAG

Trots alla säkerhetsåtgärder för järnvägsplankorsningar inträffar årligen flera plankorsningsolyckor i vårt land, även om totalantalet såväl som den proportionella andelen av alla vägtrafikolyckor minskat på senaste år. Avsikten med den framöver redovisade undersökningen har varit att utreda i vilken utsträckning säkerhetsanordningar som installerats vid plankorsningar minskat olyckornas förekomst.

Undersökningen omfattade alla de 835 plankorsningar på allmänna vägar och järnvägar som varit i bruk åren 1967-76. Vid utgången av år 1976 var 354 (42.4 %) av dessa plankorsningar försedda antingen med ljud- eller ljusvarningsanordningar eller halvbommar. Före utgången av samma år hade dessutom en del av plankorsningarna i samband med vägregleringar antingen helt avskaffats eller ändrats till planskilda korsningar; det totala antalet plankorsningar var således omkring 750 i slutet av år 1976.

Åren 1967-76 inträffade enligt VVS:s statistik 570 olyckor vid plankorsningar, av vilka 308 (54.0 %) ledde till personskador och 262 (46.0 %) till materiella skador. Under nämnda år omkom 134 och skadades 369 personer i plankorsningsolyckor. Av samtliga plankorsningsolyckor var 415 (72.8 %) sådana vid vilka ett tåg utgjorde den andra parten och de återstående 155 (27.2 %) var rena vägtrafikolyckor.

En undersökning av olycksutvecklingen i sådana plankorsningar där säkerhetsanordningar installerats åren 1968-75 visar, att säkerhetsanordningarna minskat olyckorna med 55-75 %. Undersökningen visade också, att halvbommarna minskat olyckorna något effektivare än ljud- och ljusvarningsanordningar.

En säkerhetsanordnings totalkostnader uppgår till ca 320 000 mk på 10 år. Kostnaderna för en plankorsningsolycka har uppskattats till 160 000 mk. Med en säkerhetsanordningar borde man således kunna bespara sig minst två olyckor på tio år, för att anord-

ningen vore ekonomiskt lönsam. Om en säkerhetsanordning beräknas hindra 60 % av olyckorna, kan man räkna ut att det i en punkt där säkerhetsanordning installeras borde ha inträffat minst en olycka på tre år, d.v.s. i medeltal 3.3 olyckor på tio år, för att det vore ekonomiskt lönsamt att installera anordningen.

I vårt land finns för närvarande endast sex plankorsningar utan säkerhetsanordningar i vilka det inträffat mer än 3 olyckor på tio år. En ökning av säkerhetsanordningar kan motiveras med att förändringar i de yttre förhållandena i framtiden kan medföra en ökning av plankorsningsolyckorna om förebyggande åtgärder inte vidtas.

SUMMARY

Several accidents take place at level crossings every year in this country, regardless of all the safety measures. However, the total number of the accidents of this type as well as their proportion of all road traffic accidents has been on the decrease in the last few years. The aim of this study has been to analyse to what extent the safety devices installed at level crossings have reduced the number of accidents.

The study comprised all 835 level crossings between public roads and railways that were in use in 1967-76. By the end of 1976, 354 (42.4 %) of these level crossings had either sound or light warning devices or half-barriers. Further, by the end of the same year some of the level crossings had been abolished altogether or converted to grade-separated crossings in conjunction to road arrangements, which made the total number of level crossings some 750 at the end of 1976.

According to the statistics of the National Board of Public Roads and Waterways, 570 accidents took place in 1967-76, of which 308 (54.0 %) caused death cases or personal injuries and 262 (46.0 %) property damages only. Totally 134 persons were killed and 369 persons injured in these accidents. There were trains involved in 415 (72.8 %) of all level crossing accidents and the remaining 155 (27.2 %) were pure road traffic accidents.

An examination of the development of accidents at level crossings where safety devices had been installed in 1968-75 reveals that the safety devices have reduced the number of accidents by 55-75 %. The study also showed that the half-barriers had reduced the number of accidents more effectively than the sound or light warning devices.

The installation and maintenance costs of one safety device are some 320 000 Fmk per 10 years. The costs of one level crossing accident have been estimated at 160 000 Fmk. Thus

a safety device should make it possible to avoid at least two accidents in ten years for the device to be economically worthwhile. If one device is estimated to save 60 % of the accidents, then at least one accident in three years should take place in a spot where a safety device has been installed, i.e. 3.3 accidents in 10 years, for the installation of the safety device to be worthwhile.

At the moment there are only six level crossings without safety devices in this country where more than 3 accidents have taken place in ten years. An increase of the number of safety devices is justified by the fact that a change in circumstances may cause an increase in the number of level crossing accidents in the future, if no preventive measures are taken.

Sisällysluettelo

Sivu

ALKUSANAT

TIIVISTELMÄ

SAMMANDRAG

SUMMARY

1.	YLEISTÄ	1
2.	TUTKIMUSAINEISTO	3
2.1	Tasoristeysten lukumäärä ja turvalaitteet	3
2.2	Tasoristeysonnettomuudet	6
3.	TUTKIMUSMENETELMÄ	10
4.	ONNETTOMUUSMÄÄRIEN MUUTOKSET ERI TURVALAITEVAIHTO- EHDOILLA	11
4.1	Kohteissa ei ole ollut turvalaitetta	11
4.2	Kohteissa ääni- ja valovaroituslaite	12
4.3	Kohteissa puolipuumi	14
4.4	Tasoristeys muutettu eritasoristeykseksi	15
4.5	Yhteenveto onnettomuuskehityksestä eri kohteissa	16
5.	ONNETTOMUUKSIEN ENNEN-JÄLKEEN TARKASTELUT	18
5.1	Turvalaitteeton tasoristeys varustettu ääni- ja valovaroituslaitteella	18
5.2	Turvalaitteeton tasoristeys varustettu puolipuomi- laitteella	20
5.3	Turvalaitteeton tasoristeys muutettu eritasoris- teykseksi	21
5.4	Ääni- ja valovaroituslaitteella varustettu taso- risteys on täydennetty puolipuomilaitteella	22
5.5	Ääni- ja valovaroituslaitteella varustettu taso- risteys on muutettu eritasoristeykseksi	24
5.6	Puolipuomilaitteella varustettu tasoristeys on muutettu eritasoristeykseksi	25
5.7	Yhteenveto onnettomuuksien muutosprosentteista se- kä yleisen onnettomuuskehityksen vaikutus	25

	Sivu
6. LIIKENNEMÄÄRIEN JA TIEN SEKÄ RADAN GEOMETRIAN VAIKUTUS ONNETTOMUUKSIEN VÄHENEMISEEN	29
7. TURVALAITTEISTA AIHEUTUVAT KUSTANNUKSET JA SAAVUTETUT SÄÄSTÖT	30
8. YHTEENVETO	33

KIRJALLISUUSLUETTELO
LIITTEET

1. YLEISTÄ

Maantieliikenteen ja rautatieliikenteen risteäminen samassa tasossa aiheuttaa aina liikenteellisesti vaarallisen kohdan. Junan ja auton tai kevyen liikenteen yksikön välisessä törmäyksessä seuraukset ovat yleensä tuhoisia, johtuen näiden liikenneyksiköiden suuresta massaepäsuhteesta.

Ainoa keino, jolla raideliikenteen ja maantieliikenteen väliset konfliktit voidaan poistaa 100 %:sti lienee näiden liikennemuotojen täydellinen erottelu. Toisin sanoen täysin turvallinen tilanne syntyy vasta silloin, kun raideliikenne ja maantieliikenne risteävät eri tasossa. Eritasoratkaisujen toteuttaminen ei läheskään aina ole taloudellisista, maankäytöllisistä tai muista syistä mahdollista. Tästä syystä onkin pyritty kehittämään muita keinoja onnettomuuksien ehkäisemiseksi.

Tasoristeysonnettomuuksien ennalta ehkäisemistä voitaneen pitää suurelta osalta maantieliikenteen ongelmana siitä syystä, että vaaratilanteen uhatessa junan väistämismahdollisuus on olematon ja toisaalta junan pysäyttäminen ajoissa onnettomuuden välttämiseksi on useimmiten mahdotonta. Maantieliikenteen puolella sitä vastoin voidaan helpommin tehdä väistöliikkeitä ja nopeita jarrutuksia.

Vaaratilanteiden vähentämiseksi on tieliikenteen nopeudet tasoristeysten kohdalla pyritty saamaan mahdollisimman alhaisiksi, tasoristeyksistä on varoitettu tehokkaasti liikennemerkein ja radan sekä tien geometria tasoristeysten kohdalla on pyritty risteämiskulman ja näkemäolosuhteiden osalta tekemään sellaiseksi, että tienkäyttäjät voivat hyvissä ajoin havaita lähestyvän junan ja reagoida tilanteeseen. Lisäksi on tasoristeuksiin rakennettu erityisiä ääni- ja valovaroituslaitteita, jotka ilmoittavat lähestyvistä junasta sekä erilaisia puomilaitteita, joiden tarkoituksena on estää tienkäyttäjien pääsy tasoristeysalueelle junan lähestyessä.

Kaikista tasoristeysten turvaamistoimenpiteistä huolimatta ta-

pahtuu maassamme vuosittain useita tasoristeysonnettomuuksia, joskin niiden kokonaismäärä on viime vuosina ollut laskussa. Jäljempänä selostetun tutkimuksen tarkoituksena on ollut selvittää erilaisten turvalaitteiden osuutta tasoristeysonnettomuuksien vähenemisessä ja toisaalta selvittää turvalaitteista aiheutuvia yhteiskuntataloudellisia kustannuksia.

2. TUTKIMUSAINEISTO

Tutkimusaineistoon sisältyvät kaikki vuosina 1967-76 maassamme käytössä olleet yleisen tien ja rautatien tasoristeykset, myös sellaiset, jotka on mainittuna ajanjaksona muutettu eritasoristeyksiksi.

Tiedot tasoristeyksissä tapahtuneista onnettomuuksista on poimittu TVH:n onnettomuusrekisteristä.

2.1 Tasoristeysten lukumäärä ja turvalaitteet

Vuosien 1967-76 aikana on maassamme ollut käytössä 835 yleisen tien ja rautatien tasoristeystä. Vuoden 1976 loppuun mennessä näistä tasoristeyksistä 199 (23.8 %) oli varustettu ääni- ja valovaroituslaitteilla, 155 (18.6 %) oli varustettu puolipuumilaitteilla ja 34 (4.1 %) oli muutettu eritasoristeyksiksi. Taulukosta 1 nähdään viime vuosina toteutettujen tasoristeysturvalaitteiden määrät.

Taulukko 1. Yleisen tien ja rautatien tasoristeysten turvaaminen vv. 1973-76

	1973	1974	1975	1976
Rautatietasoristeuksen varustaminen turvalaitteilla (kpl)	11	14	43	35
Rautatietasoristeuksen muuttaminen eritasoristeukseksi (kpl)	2	5	2	1

Tasoristeysten muuttaminen eritasoristeyksiksi sekä tie- ja ratajärjestelyjen yhteydessä suoritettu tasoristeysten yhdistäminen ja poistaminen on vähentänyt tasoristeysten lukumäärää siten, että vuoden 1976 lopussa käytössä olleiden yleisen tien ja rautatien tasoristeysten lukumäärä oli n. 750. Samana ajan-

kohtana eritasoristeysten lukumäärä yleisillä teillä oli n. 580.

Vertailun vuoksi mainittakoon, että tasoristeysten kokonaismäärä maassamme on n. 9250 ja eritasoristeysten kokonaismäärä n. 880. Näin ollen yleisillä teillä olevat rautatien tasoristeykset edustavat n. 8.1 %:a kaikista tasoristeyksistä ja eritasoristeykset n. 65.9 %:a kaikista eritasoristeyksistä /1/.

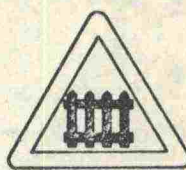
"Kulkulaitosten ja yleisten töiden ministeriön päätös liikennemerkeistä" 27.11.1957 velvoittaa 5. §:ssä varustamaan kaikki tien ja rautatien tasoristeykset asianmukaisin liikennemerkein /2/.

Rautatien tasoristeys ilman puomeja



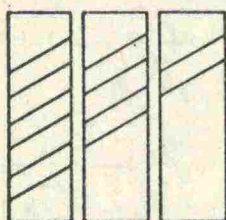
IBa

Rautatien tasoristeys, jossa on puomit



IBb

Tasoristeuksen lähestymismerkit



IBc

IBd

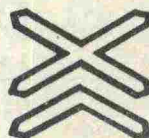
IBe

Yksiraiteisen rautatien tasoristeys



IBf

Kaksi- tai useampiraiteisen rautatien tasoristeys



IBg

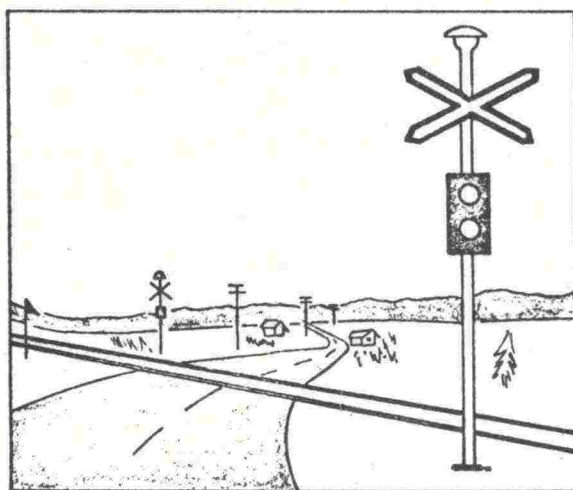
Kuva 1.

Rautatien tasoristeyksissä käytettävät liikennemerkit

Tasoristeyksien turvaamisen 0-vaihtoehtona voidaan pitää pelkien varoitusmerkkien asettamista. Vähäliikenteisillä teillä liikennemerkki on useimmiten ainoa varoitus lähestyvistä tasoristeyksistä. Junaturvallisuussäännön mukaista viheltämismerkkiä voidaan eräissä tapauksissa myös käyttää tasoristeyksen turvaamiskeinona. Tämä merkki on kuitenkin tarkoitettu lähinnä kevyen liikenteen yksiköille, eikä sitä suositella käytettäväksi asutustaajamien läheisyydessä /3/.

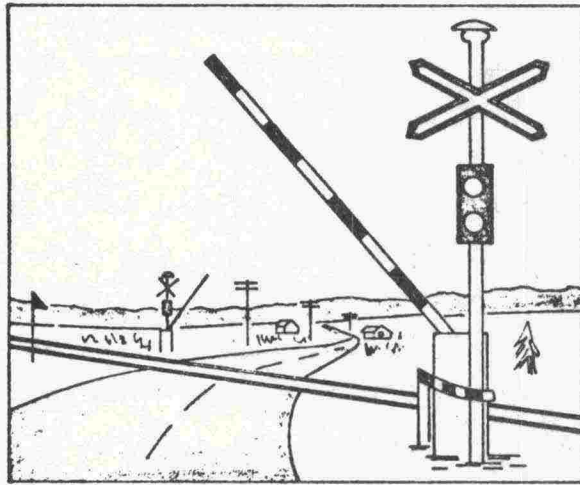
Ääni- ja valovaroituslaitteet koostuvat soittokelloista ja valo-opastimista, jotka on sijoitettu risteysmerkkipylvääseen. Valo-opastin näyttää vilkkuvaa valkoista valoa (vilkkuu n. 40 kert/min) silloin kun tasoristeys on vapaa ja joko yhtä tai kahta vuorottain vilkkuvaa punaista valoa (vilkkuu n. 80 kert/min) silloin kun juna on lähestymässä tasoristeystä. ("Vilkkuvaa punaista valoa saadaan käyttää pysähdysmerkkinä tiellä vain rautateiden toimesta asetettavissa tasoristeysten turvalaitteissa". KulkMp liikennemerkeistä 13 §). Äänivaroituslaitteena käytettävä soittokello (lyöntitiheys n. 100 kert/min) toimii samanaikaisesti vilkkuvan punaisen valon kanssa.

Ääni- ja valovaroituslaitteiden on alettava toimia vähintään 20 sekuntia ennen, kuin juna saapuu tasoristeykseen /3/.



Kuva 2. Ääni- ja valovaroituslaite

Puolipuomilaitteilla pyritään estämään ajoneuvon pääsy tasoristeykseen junan lähestyessä, mutta ei ajoneuvon pääsyä pois tasoristeyksestä. Puolipuomien yhteydessä käytetään yleisillä teillä aina edellä selostettuja ääni- ja valovaroituslaitteita. Puolipuomit alkavat laskeutua vähintään 20 sekuntia ennen junan saapumista tasoristeykseen ja niiden yhteydessä olevat ääni- ja valovaroituslaitteet alkavat toimia 5 sekuntia ennen kuin puomit alkavat laskeutua /3/.



Kuva 3. Puolipuomilaite

Edellä selostettujen turvalaitteiden lisäksi voidaan tasoristeyksissä käyttää kokopuomeja, jotka kuitenkin ovat melko harvinaisia moottoriajoneuvoliikenteen väylillä. Sen sijaan kevyen liikenteen teillä käytettävät puomit ovat aina kokopuomeja /3/.

2.2 Tasoristeysonnettomuudet

Vuosina 1967-76 tapahtui tasoristeyksissä TVH:n tilastojen mukaan yhteensä 570 liikenneonnettomuutta, joista 308 (54.0 %) johti henkilövahinkoihin ja 262 (46.0 %) johti ainoastaan omaisuusvahinkoihin. Mainittuina vuosina tasoristeysonnettomuksissa kuoli 134 ja vammautui 369 henkilöä. Ajoneuvoja vaurioitui 811 kappaletta.

VR:n tilastojen mukaan, jotka sisältävät myös kaduilla ja rakennuskaavateilla olevat tasoristeykset, tapahtui vuosina 1967-76 yhteensä 2083 tasoristeysonnettomuutta. Näin ollen yleisten teiden ja rautateiden tasoristeyksissä sattuneet onnettomuudet edustavat 27.4 %:a kaikista kyseisinä vuosina sattuneista tasoristeysonnettomuuksista.

Jos otetaan huomioon, että yleisillä teillä olevat tasoristeykset edustavat 8.1 %:a kaikista tasoristeyksistä, mutta niissä sattuneet onnettomuudet 27.4 %:a kaikista tasoristeysonnettomuuksista, voidaan todeta, että yleisen tien ja rautatien tasoristeykset ovat selvästi riskialttiimpia kuin muut tasoristeykset.

Kaikissa tasoristeysonnettomuuksissa ei kuitenkaan ole ollut toisena osapuolena juna. Tasoristeyksissä tapahtui myös moottoriajoneuvojen yhteenajoja, suistumisia, puomiin ajoja, jalankulkijoiden ja pyöräilijöiden päälleajoja jne. Tilastojen mukaan 570:sta tasoristeysonnettomuudesta 415 (72.8 %) oli sellaisia, joissa toisena osapuolena oli juna. Näistä onnettomuuksista 251 (60.5 %) johti henkilövahinkoihin ja 164 (39.5 %) omaisuusvahinkoihin. Kuolleiden lukumäärä oli vastaavasti 129 ja vammautuneiden lukumäärä 289. Ajoneuvoja vaurioitui 608 kappaletta.

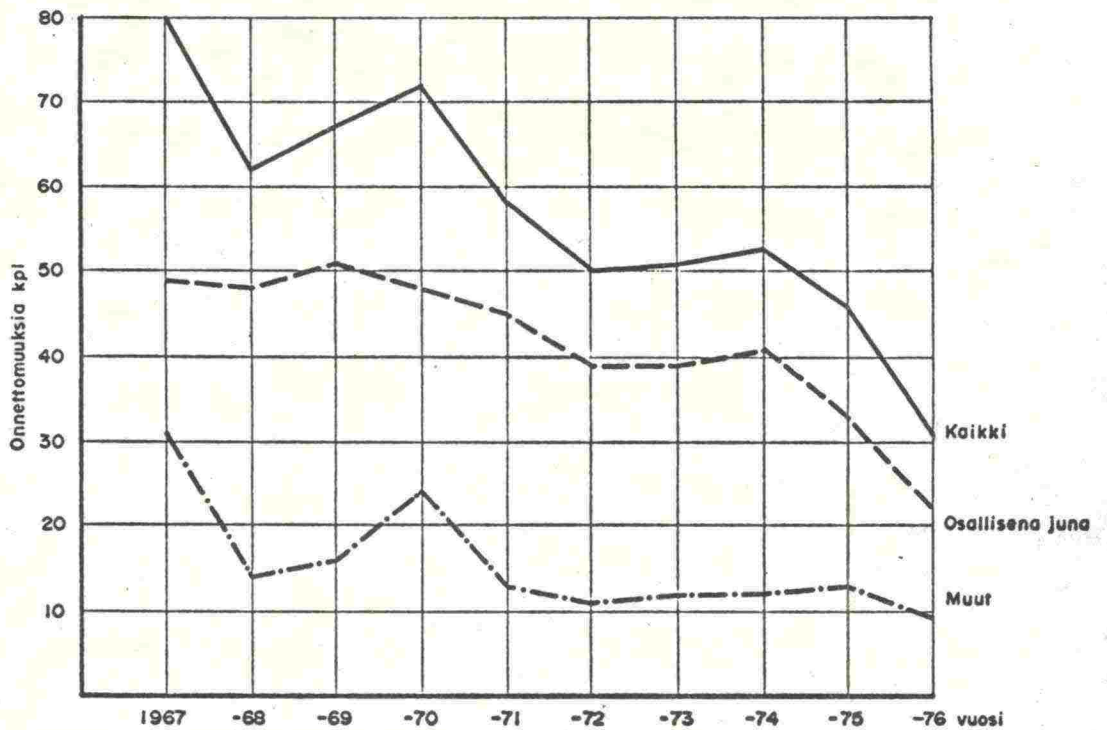
Niistä tasoristeysonnettomuuksista, joissa toisena osapuolena oli juna oli 59 (14.2 %) sellaisia, joissa toisena osapuolena oli kevyen liikenteen yksikkö. Näistä kevyen liikenteen onnettomuuksista 57 (96.6 %) johti henkilövahinkoihin ja ainoastaan 2 (3.4 %) omaisuusvahinkoihin. Onnettomuuksissa kuoli 42 ja vammautui 16 henkilöä. Ajoneuvoja vaurioitui 47 kappaletta.

Taulukko 2. Vuosina 1967-76 sattuneiden tasoristeysonnettomuuksien vakavuus

	Yhteensä	Osallisena juna	Osallisena juna+mootoriajon.	Osallisena juna+kevä. liik.yks.	Osallisena ei juna
Yhteensä	570	415	356	59	155
Henk.vah.joht. onnettomuudet	308	251	194	57	57
Om.vahv.joht. onnettomuudet	262	164	162	2	98
Kuolleita	134	129	87	42	5
Vammautuneita	369	289	273	16	80
Vaurioitun. ajoneuvoja	811	608	561	47	203
Kuolleita/ onnettomuus	0.24	0.31	0.24	0.71	0.03
Vammautun./ onnettomuus	0.65	0.70	0.77	0.27	0.52
Henkilövah./ onnettomuus	0.88	1.01	1.01	0.98	0.55

Taulukosta 2 havaitaan, että junan ja tieliikenneyksikön väliset törmäykset ovat olleet selvästi vakavampia kuin kahden tieliikenneyksikön törmäykset. Lisäksi havaitaan, että junan ja kevyen liikenteen yksikön törmäykset ovat olleet erittäin vakavia.

Seuraavassa on esitetty kuva tasoristeysonnettomuuksien kehityksestä vv. 1967-76.



Kuva 4. Yleisen tien ja rautatien tasoristeyksissä vuosina 1967-76 tapahtuneet liikenneonnettomuudet TVH:n tilastojen mukaan

Kuvasta 4 havaitaan tasoristeysonnettomuuksien lukumäärän olleen laskussa. Samalla voidaan todeta, että vaikka yleisillä teillä tapahtuneiden onnettomuuksien määrä on tarkasteltavien vuosien aikana ollut myös laskussa on tasoristeysonnettomuuksien suhteellinen osuus yleisillä teillä sattuneista onnettomuuksista siitäkin huolimatta vähentynyt.

Taulukko 3. Tasoristeysonnettomuuksien %-osuus kaikista tieliikenneonnettomuuksista vv. 1967-76

Vuosi	Onnettomuuksia kpl	Tr-onnettomuuksia kpl	%
1967	13 546	80	0.59
1968	12 235	62	0.51
1969	12 159	67	0.55
1970	12 522	72	0.57
1971	12 539	58	0.46
1972	11 255	50	0.44
1973	11 669	51	0.44
1974	10 001	53	0.53
1975	10 930	46	0.42
1976	9 588	31	0.32
Yht.	116 444	570	0.49

3. TUTKIMUSMENETELMÄ

Tutkimuksessa on käytetty yksinkertaista ennen-jälkeen menetelmää siten, että ennen- ja jälkeen-jaksot kattavat yksi tai kaksi vuotta turvalaitteen rakentamisajankohdasta lukien. Turvalaitteen rakentamisvuosi on jätetty pois tarkastelusta.

Kutakin turvalaitetyyppiä on tarkasteltu erikseen myös siten, että turvalaitteen asteittainen parantaminen on otettu huomioon. Tällöin on päädytty seuraaviin tarkasteluihin:

- i) ei turvalaitetta → ääni+valovaroituslaite
- ii) ei turvalaitetta → puolipuumilaite
- iii) ei turvalaitetta → eritasoristeys
- iv) ääni+valovaroituslaite → puolipuumilaite
- v) ääni+valovaroituslaite → eritasoristeys
- vi) puolipuumilaite → eritasoristeys

Kustakin ryhmästä on poimittu ennen- ja jälkeen onnettomuudet, verrattu niitä keskenään sekä laskettu onnettomuuksien muutosprosentti.

4. ONNETTOMUUSMÄÄRIEN MUUTOKSET ERI TURVALAITEVAIHTOEHDILLA

Seuraavassa on tarkasteltu erilaisissa kohteissa tapahtunutta onnettomuuskehitystä. Kohteet on jaettu ryhmiin sen mukaan, minkälainen turvalaite niissä on ollut vuoden 1976 lopussa. Tässä tarkastelussa ei ole otettu huomioon turvalaitteiden rakentamisajankohtaa eikä myöskään sitä, että turvalaitetta on mahdollisesti parannettu tutkimusajanjakson aikana.

4.1 Kohteissa ei ole ollut turvalaitetta

Aluksi tarkastellaan onnettomuuskehitystä niissä kohteissa, joihin vuoden 1976 loppuun mennessä ei oltu rakennettu min-käänlaisia turvalaitteita, lukuunottamatta KulkMp:n mukaisia liikennemerkkejä.

Tällaisia kohteita on tutkimuksen piirissä 447 kappaletta eli 53.5 % kaikista tutkituista kohteista. Näissä kohteissa tapahtunut onnettomuuskehitys on esitetty taulukossa 4 ja kuvassa 5.

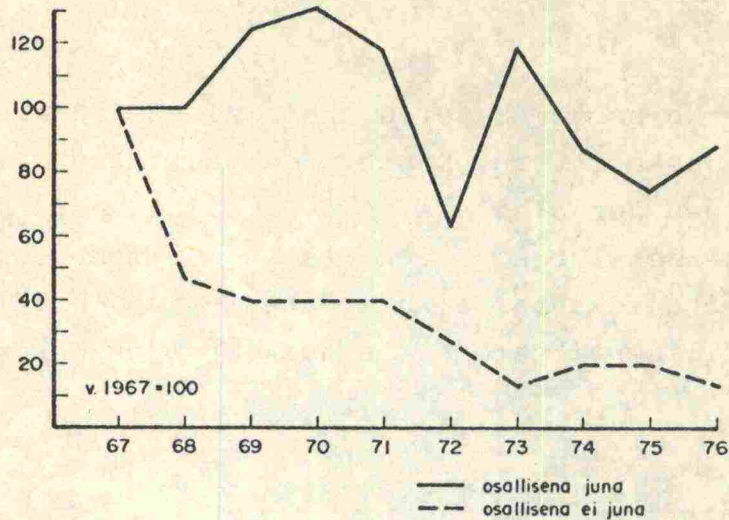
Taulukko 4.

Vuosi	Kaikki			Osallisena juna			Osallisena juna + moottoriajoneuvo			Osallisena juna + kev. liik. yks.			Osallisena ei juna		
	YHT	HV	OV	YHT	HV	OV	YHT	HV	OV	YHT	HV	OV	YHT	HV	OV
1967	31	13	18	16	9	7	12	5	7	4	4	0	15	4	11
1968	23	10	13	16	7	9	15	6	9	1	1	0	7	3	4
1969	26	16	10	20	14	6	16	10	6	4	4	0	6	2	4
1970	27	10	17	21	7	14	20	6	14	1	1	0	6	3	3
1971	25	9	16	19	7	12	18	6	12	1	1	0	6	2	4
1972	14	8	6	10	6	4	9	5	4	1	1	0	4	2	2
1973	21	12	9	19	11	8	19	11	8	0	0	0	2	1	1
1974	17	10	7	14	10	4	12	8	4	2	2	0	3	0	3
1975	15	7	8	12	5	7	11	4	7	1	1	0	3	2	1
1976	16	9	7	14	9	5	13	8	5	1	1	0	2	0	2
YHT	215	104	111	161	85	76	145	69	76	16	16	0	54	19	35

Kohteiden lukumäärä: 447

HV = henkilövahinkoihin johtaneet onnettomuudet

OV = omaisuusvahinkoihin johtaneet onnettomuudet



Kuva 5.

Taulukosta 4 havaitaan onnettomuuksien kokonaismäärän olleen jonkin verran laskussa. Kuva 5 kuitenkin osoittaa, että suurin osa tästä onnettomuusmäärän laskusta on tullut niiden onnettomuuksien osalle, joissa juna ei ole ollut mukana, joten junan ja muun ajoneuvon välisten onnettomuuksien määrä näissä kohteissa on pysynyt suhteellisen vakiona.

4.2 Kohteissa ääni- ja valovaroituslaite

Sellaisia kohteita, jotka vuoden loppuun mennessä oli varustettu ääni- ja valovaroituslaitteilla kuului tutkimuksen piiriin 199 kappaletta, eli 23.8 % tutkituista kohteista. Onnettomuuskehitys näissä kohteissa on esitetty taulukossa 5 ja kuvassa 6.

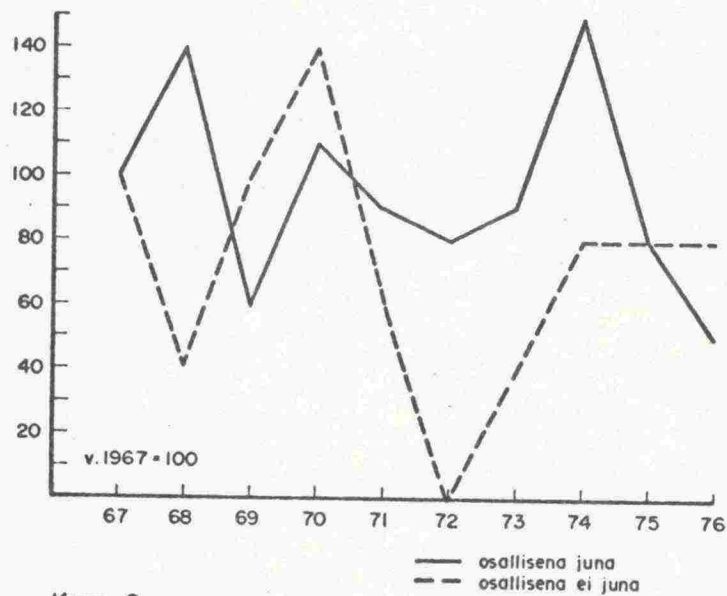
Taulukko 5.

Vuosi	Kaikki			Osallisena juna			Osallisena juna + moottoriajoneuvo			Osallisena juna + kev. liik. yks.			Osallisena ei juna		
	YHT	HV	OV	YHT	HV	OV	YHT	HV	OV	YHT	HV	OV	YHT	HV	OV
1967	15	8	7	10	4	6	9	3	6	1	1	0	5	4	1
1968	16	6	10	14	6	8	13	6	7	1	0	1	2	0	2
1969	11	4	7	6	2	4	6	2	4	0	0	0	5	2	3
1970	18	11	7	11	8	3	10	7	3	1	1	0	7	3	4
1971	12	6	6	9	6	3	6	3	3	3	3	0	3	0	3
1972	8	4	4	8	4	4	7	3	4	1	1	0	0	0	0
1973	11	7	4	9	6	3	7	4	3	2	2	0	2	1	1
1974	19	13	6	15	10	5	13	8	5	2	2	0	4	3	1
1975	12	7	5	8	5	3	7	4	3	1	1	0	4	2	2
1976	9	5	4	5	4	1	5	4	1	0	0	0	4	1	3
YHT	131	71	60	95	55	40	83	44	39	12	11	1	36	16	20

Kohteiden lukumäärä: 199

HV = henkilövahinkoihin johtaneet onnettomuudet

OV = omaisuusvahinkoihin johtaneet onnettomuudet



Kuva 6.

Taulukosta 5 havaitaan onnettomuuksien kokonaismäärän olleen laskussa. Kuva 6 osoittaa, että onnettomuusmäärien lasku on jakautunut edellistä tasaisemmin sekä sellaisten onnettomuuksien osalle, joissa on ollut osallisena juna sekä sellaisten onnettomuuksien osalle, joissa ei ole ollut osallisena juna.

4.3 Kohteissa puolipuumi

Sellaisia kohteita, jotka vuoden 1976 loppuun mennessä oli varustettu puolipuomilla kuului tutkimuksen piiriin 155 kappaletta eli 18.6 % tutkituista kohteista. Näiden kohteiden onnettomuuskehitys on esitetty taulukossa 6 ja kuvassa 7.

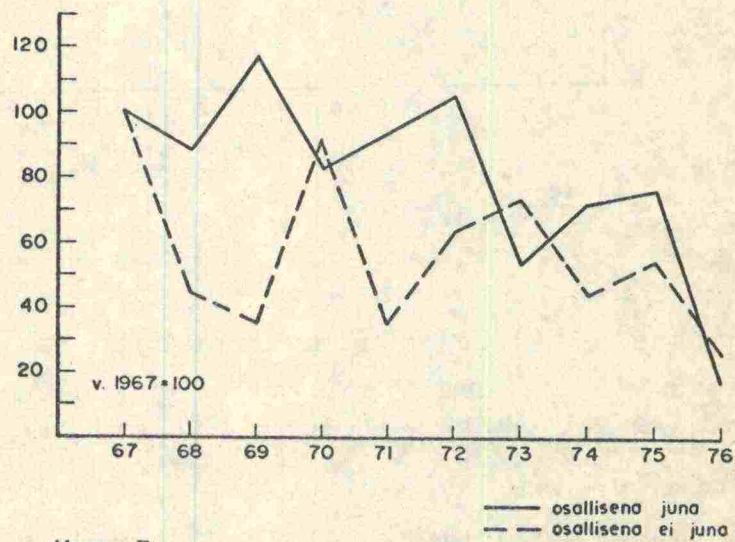
Taulukko 6.

Vuosi	Kaikki			Osallisena juna			Osallisena juna + moottoriajoneuvo			Osallisena juna + kev. liik. yks.			Osallisena ei juna		
	YHT	HV	OV	YHT	HV	OV	YHT	HV	OV	YHT	HV	OV	YHT	HV	OV
1967	28	15	13	17	12	5	12	7	5	5	5	0	11	3	8
1968	20	5	15	15	5	10	15	5	10	0	0	0	5	0	5
1969	24	18	6	20	15	5	18	13	5	2	2	0	4	3	1
1970	24	15	9	14	11	3	12	9	3	2	2	0	10	4	6
1971	20	12	8	16	11	5	16	11	5	0	0	0	4	1	3
1972	25	18	7	18	15	3	11	8	3	7	7	0	7	3	4
1973	17	9	8	9	8	1	6	5	1	3	3	0	8	1	7
1974	17	14	3	12	11	1	10	9	1	2	2	0	5	3	2
1975	19	11	8	13	9	4	9	5	4	4	4	0	6	2	4
1976	6	2	4	3	1	2	2	0	2	1	1	0	3	1	2
YHT	200	119	81	137	98	39	111	72	39	26	26	0	63	21	42

Kohteiden lukumäärä: 155

HV = henkilövahinkoihin johtaneet onnettomuudet

OV = omaisuusvahinkoihin johtaneet onnettomuudet



Kuva 7.

Taulukosta 6 havaitaan onnettomuusmäärien olleen tässäkin tapauksessa laskussa. Kuva 7 osoittaa onnettomuusmäärien laskun tapahtuneen sekä sellaisten onnettomuuksien osalta, joissa juna on ollut mukana että sellaisten onnettomuuksien osalta, joissa juna ei ole ollut mukana.

4.4 Tasoristeys muutettu eritasoristeykseksi

Sellaisia tasoristeyksiä, jotka vuoden 1976 loppuun mennessä oli muutettu eritasoristeyksiksi kuului tutkimuksen piiriin 34 kappaletta eli 4.1 % tutkituista kohteista. Taulukossa 7 ja kuvassa 8 on esitetty onnettomuuskehitys näiden kohteiden osalta.

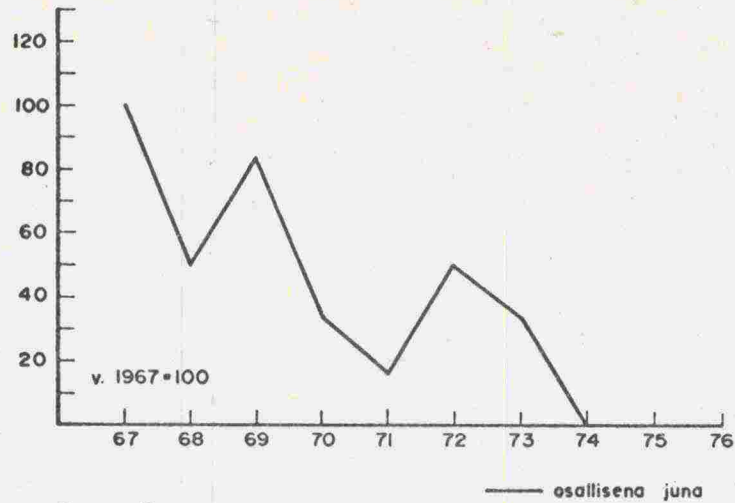
Taulukko 7.

Vuosi	Kaikki			Osallisena juna			Osallisena juna + moottoriajoneuvo			Osallisena juna + kevä. liik. yks.			Osallisena ei juna		
	YHT	HV	OV	YHT	HV	OV	YHT	HV	OV	YHT	HV	OV	YHT	HV	OV
1967	6	4	2	6	4	2	6	4	2	0	0	0	0	0	0
1968	3	1	2	3	1	2	2	1	1	1	0	1	0	0	0
1969	6	3	3	5	3	2	3	1	2	2	2	0	1	0	1
1970	3	2	1	2	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0
1971	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
1972	3	1	2	3	1	2	2	0	2	1	1	0	0	0	0
1973	2	2	0	2	2	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0
1974	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1975	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1976	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
YHT	24	14	10	22	13	9	17	9	8	5	4	1	2	1	1

Kohteiden lukumäärä: 34

HV = henkilövahinkoihin johtaneet onnettomuudet

OV = omaisuusvahinkoihin johtaneet onnettomuudet

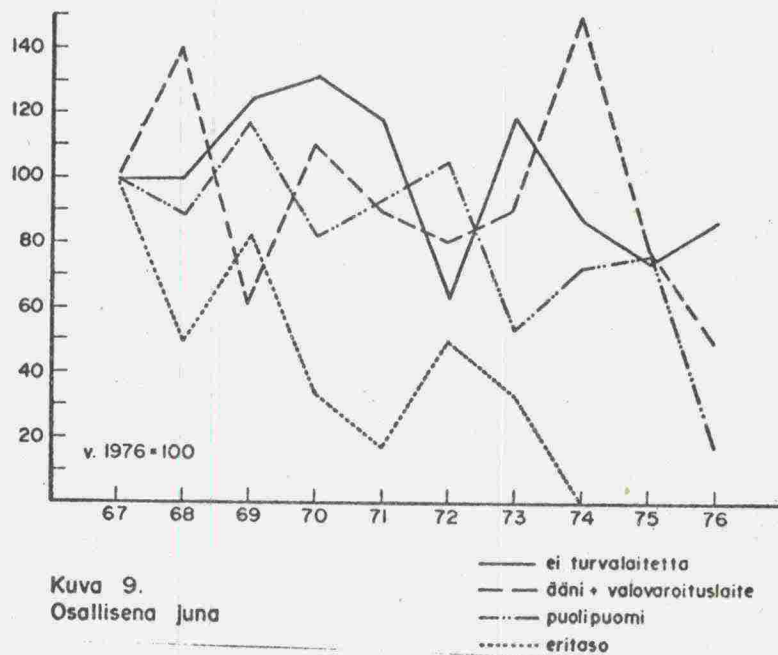


Kuva 8.

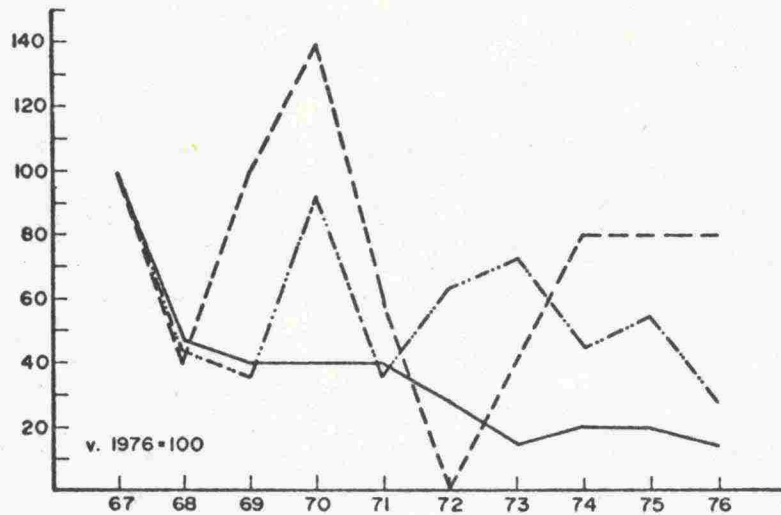
Taulukosta 7 nähdään, että onnettomuudet näissä kohteissa ovat loppuneet kokonaan eritasoristeyksen rakentamisen jälkeen.

4.5 Yhteenveto onnettomuuskehityksestä eri kohteissa

Seuraavassa on esitetty yhdistelmä kuvien 5-8 käyristä.

Kuva 9.
Osallisena juna

Kuvasta 9 voidaan havaita, että eritasoristeys on vähentänyt tehokkaimmin niitä onnettomuuksia, joissa juna on ollut mukana. Toisella sijalla on puolipuumilaite ja kolmannella sijalla ääni- ja valovaroituslaite.



Kuva 10.
Osallisena ei ole juna

Kuvasta 10 nähdään, että sellaiset onnettomuudet, joissa juna ei ole ollut mukana ovat vähentyneet suhteellisesti eniten kohteissa, joissa ei ole turvalaitetta. Toisella sijalla ovat puolipuumilaitteet ja kolmannella sijalla ääni- ja valovaroituslaitteet. Eritasoristeyskohteista ei voida sanoa mitään aineiston pienuuden vuoksi.

Edellä esitetyistä tuloksista voidaan todeta, että ne ovat suunnilleen ennako-odotusten mukaiset.

5. ONNETTOMUUKSIEN ENNEN-JÄLKEEN TARKASTELUT

Seuraavassa tarkastellaan turvalaittekohteissa sattuneita ennen-jälkeen onnettomuuksia, kun kohteet on ryhmitelty turvalaitteiden rakentamis- tai parantamisvaihtoehtojain kuten kohdassa 3 on aiemmin esitetty.

5.1 Turvalaitteeton tasoristeys varustettu ääni- ja valovaroituslaitteella

Sellaisia kohteita, joissa turvalaitteeton tasoristeys on varustettu ääni- ja valovaroituslaitteella kuului tutkimuksen piiriin 95 kappaletta.

Näissä kohteissa tapahtui ennen-jaksolla (vert. kohta 3) yhteensä 20 onnettomuutta, joista 9 (45.0 %) johti henkilövahinkoihin ja 11 (55.0 %) omaisuusvahinkoihin. Ennen-jaksolla kuoli 6 ja vammautui 13 henkilöä. Ajoneuvoja vaurioitui 29 kappaletta.

Jälkeen-jaksolla tapahtui puolestaan 8 onnettomuutta, joista 5 (62.5 %) johti henkilövahinkoihin ja 3 (37.5 %) omaisuusvahinkoihin. Jälkeen-jaksolla kuoli 2 ja vammautui 4 henkilöä. Ajoneuvoja vaurioitui 9 kappaletta.

Näin ollen onnettomuuksien kokonaismäärä väheni 12 onnettomuudella eli 60.0 % verrattuna ennen-jakson onnettomuuksiin. Henkilövahinkoihin johtaneet onnettomuudet vähenivät 4 onnettomuudella eli 44.4 % ja omaisuusvahinkoihin johtaneet onnettomuudet 8 onnettomuutta eli 72.7 %. Onnettomuuksissa kuolleiden määrä väheni 4:llä (66.7 %), vammautuneiden määrä väheni 9:llä (69.2 %) ja vaurioituneiden ajoneuvojen määrä väheni 20:llä (69.0 %).

Sellaisia onnettomuuksia, joissa osallisena oli juna tapahtui näissä kohteissa ennen-jaksolla 15 kappaletta eli 75.0 %

kaikista ennen-jakson onnettomuuksista. Näistä ennen-jaksolla tapahtuneista junaonnettomuuksista 8 (53.3 %) johti henkilövahinkoihin ja 7 (46.7 %) johti omaisuusvahinkoihin. Onnettomuuksissa kuoli 5 ja vammautui 12 henkilöä. Ajoneuvoja vaurioitui 23 kappaletta.

Jälkeen-jaksolla tapahtui puolestaan 6 sellaista onnettomuutta, joissa osallisena oli juna eli 75.0 % kaikista jälkeen-jakson onnettomuuksista. Näistä kuudesta onnettomuudesta 3 (50.0 %) johti henkilövahinkoihin ja 3 (50.0 %) omaisuusvahinkoihin. Jälkeen-jaksolla kuoli 2 ja vammautui 1 henkilö. Ajoneuvoja vaurioitui 7 kappaletta.

Sellaisten onnettomuuksien kokonaismäärä, joissa osallisena oli juna väheni 9:llä eli 60.0 %. Henkilövahinkoihin johtaneet onnettomuudet vähenivät 5:llä (62.5 %) ja omaisuusvahinkoihin johtaneet onnettomuudet vähenivät 4:llä (57.1 %). Kuolleiden määrä väheni 3:lla (60.0 %), vammautuneiden määrä väheni 11:llä (91.7 %) ja vaurioituneiden ajoneuvojen määrä 16:lla (69.6 %).

Niiden onnettomuuksien lukumäärä, joissa juna ei ollut osallisena väheni 5:stä 2:een eli 60.0 %.

Taulukko 8. Ennen- ja jälkeen-onnettomuudet kohteissa, joissa turvalaitteeton tasoristeys on varustettu ääni- ja valoveroitusslaitteella

		Onnettomuudet			Seuraukset		
		Onnettom. yhteensä	Henk.vah. joht.onn.	Om.vah. joht.onn.	Kuolleet	Vammautuneet	Vaurioit. ajoneuvot
Kaikki onnettomuudet	Ennen	20	9	11	6	13	29
	Jälkeen	8	5	3	2	4	9
Osallisena juna	Ennen	15	8	7	5	12	23
	Jälkeen	6	3	3	2	1	7
Osallisena juna + moottoriajoneuvo	Ennen	13	6	7	3	12	22
	Jälkeen	5	2	3	1	1	7
Osallisena juna + kevä. liik. yks.	Ennen	2	2	0	2	0	1
	Jälkeen	1	1	0	1	0	0
Osallisena ei juna	Ennen	5	1	4	1	1	6
	Jälkeen	2	2	0	0	3	2

Kohteiden lukumäärä: 95

5.2 Turvalaitteeton tasoristeys varustettu puolipuumilaitteella

Sellaisia kohteita, joissa turvalaitteeton tasoristeys on varustettu puolipuomilla kuului tutkimuksen piiriin 98 kappaletta.

Näissä kohteissa tapahtui ennen-jaksolla 24 onnettomuutta, joista 17 (70.8 %) johti henkilövahinkoihin ja 7 (29.2 %) johti omaisuusvahinkoihin. Ennen-jaksolla kuoli 5 ja vammautui 21 henkilöä. Ajoneuvoja vaurioitui 36 kappaletta.

Jälkeen-jaksolla tapahtui puolestaan 8 onnettomuutta, joista 4 (50.0 %) johti henkilövahinkoihin ja niin ikään 4 (50.0 %) johti omaisuusvahinkoihin. Jälkeen-jaksolla kuoli 3 ja vammautui 6 henkilöä. Ajoneuvoja vaurioitui 9 kappaletta.

Onnettomuuksien kokonaismäärä väheni näin ollen ennen-jaksolta jälkeen-jaksolle siirryttäessä 16:lla eli 66.7 %. Henkilövahinkoihin johtaneiden onnettomuuksien määrä väheni 13:lla (76.5 %) ja omaisuusvahinkoihin johtaneiden onnettomuuksien määrä väheni 3:lla (42.9 %). Kuolleiden määrä väheni 2:lla (40.0 %), vammautuneiden määrä väheni 15:llä (71.4 %) ja vaurioituneiden ajoneuvojen määrä väheni 27:llä (75.0 %).

Sellaisia onnettomuuksia, joissa toisena osapuolena oli juna tapahtui näissä kohteissa ennen-jaksolla 21 kappaletta eli 87.5 % kaikista ennen-jakson onnettomuuksista, näistä 17 (81.0 %) johti henkilövahinkoihin ja 4 (19.0 %) johti omaisuusvahinkoihin. Onnettomuuksissa kuoli ennen-jaksolla 5 ja vammautui 21 henkilöä. Ajoneuvoja vaurioitui 32 kappaletta.

Jälkeen-jaksolla onnettomuuksien kokonaismäärä oli 5 eli 62.5 % kaikista jälkeen-jakson onnettomuuksista, näistä 4 (80.0 %) johti henkilövahinkoihin ja 1 (20.0 %) johti omaisuusvahinkoihin. Jälkeen-jaksolla kuoli 3 ja vammautui 6 henkilöä. Ajoneuvoja vaurioitui 6 kappaletta.

Sellaisten onnettomuuksien kokonaismäärä, joissa oli juna mukana väheni ennen-jaksolta jälkeen-jaksolle siirryttäessä 16:lla (76.2 %). Henkilövahinkoihin johtaneiden onnettomuuksien määrä väheni 13:lla (76.5 %) ja omaisuusvahinkoihin johtaneiden onnettomuuksien määrä väheni 3:lla (75.0 %). Kuolleiden määrä väheni 2:lla (40.0 %), vammautuneiden määrä väheni 15:llä (71.4 %) ja vaurioituneiden ajoneuvojen määrä väheni 26:lla (81.3 %).

Niiden onnettomuuksien lukumäärä, joissa juna ei ollut osallisena pysyi muuttumattomana.

Taulukko 9. Ennen- ja jälkeen-onnettomuudet kohteissa, joissa turvalaitteeton tasoristeys on varustettu puolipuomilla

		Onnettomuudet			Seuraukset		
		Onnettom. yhteensä	Henk.vah. joht.onn.	Om.vah. joht.onn.	Kuolleet	Vammautuneet	Vaurioit. ajoneuvot
Kaikki onnettomuudet	Ennen	24	17	7	5	21	36
	Jälkeen	8	4	4	3	6	9
Osallisena juna	Ennen	21	17	4	5	21	32
	Jälkeen	5	4	1	3	6	6
Osallisena juna + moottoriajoneuvo	Ennen	20	16	4	4	21	32
	Jälkeen	4	3	1	2	6	6
Osallisena juna + kev. liik. yks.	Ennen	1	1	0	1	0	0
	Jälkeen	1	1	0	1	0	0
Osallisena ei juna	Ennen	3	0	3	0	0	4
	Jälkeen	3	0	3	0	0	3

Kohteiden lukumäärä: 98

5.3 Turvalaitteeton tasoristeys muutettu eritasoristeyskiseksi

Sellaisia kohteita, joissa turvalaitteeton tasoristeys on muutettu eritasoristeyskiseksi kuului tutkimuksen piiriin 15 kappaletta.

Näistä kohteista voidaan vain todeta, että onnettomuudet niis-

sä ovat vähentyneet 100 %:sti eritasoristeyksen rakentamisen jälkeen.

Taulukko 10. Ennen- ja jälkeen-onnettomuudet kohteissa, joissa turvalaitteeton tasoristeys on muutettu eritasoristeykseksi

		Onnettomuudet			Seuraukset		
		Onnettom. yhteensä	Henk.vah. joht.onn.	Om.vah. joht.onn.	Kuolleet	Vammautuneet	Vaurioit. ajoneuvot
Kaikki onnettomuudet	Ennen	7	5	2	1	6	10
	Jälkeen	0	0	0	0	0	0
Osallisena juna	Ennen	6	4	2	1	3	9
	Jälkeen	0	0	0	0	0	0
Osallisena juna + moottoriajoneuvo	Ennen	5	3	2	0	3	9
	Jälkeen	0	0	0	0	0	0
Osallisena juna + kevä. liik. yks.	Ennen	1	1	0	1	0	0
	Jälkeen	0	0	0	0	0	0
Osallisena ei juna	Ennen	1	1	0	0	3	1
	Jälkeen	0	0	0	0	0	0

Kohteiden lukumäärä: 15

5.4 Ääni- ja valovaroituslaitteella varustettu tasoristeys on täydennetty puolipuomilaitteella

Sellaisia kohteita, joissa ääni- ja valovaroituslaitteilla varustettu tasoristeys on täydennetty puolipuomilaitteilla kuului tutkimuksen piiriin 13 kappaletta.

Näissä kohteissa tapahtui ennen-jaksolla yhteensä 10 onnettomuutta, joista 6 (60.0 %) johti henkilövahinkoihin ja 4 (40.0 %) johti omaisuusvahinkoihin. Ennen-jakson onnettomuuksissa kuoli 5 ja vammautui 14 henkilöä. Ajoneuvoja vaurioitui 9 kappaletta.

Jälkeen-jaksolla tapahtui puolestaan 2 onnettomuutta, joista kumpikin johti kuolemaan. Ajoneuvoja vaurioitui jälkeen-jakson onnettomuuksissa 1 kappale.

Onnettomuuksien kokonaismäärä on näin ollen vähentynyt 8:lla (80.0 %). Henkilövahinkoihin johtaneiden onnettomuuksien määrä on vähentynyt 4:llä (66.7 %) ja omaisuusvahinkoihin johtaneiden onnettomuuksien määrä on vähentynyt 4:llä (100.0 %). Kuolleiden määrä on vähentynyt 3:lla (60.0 %), vammautuneiden määrä on vähentynyt 14:llä (100.0 %) ja vaurioituneiden ajoneuvojen määrä on vähentynyt 8:lla (88.9 %).

Sellaisia onnettomuuksia, joissa juna oli mukana tapahtui näissä kohteissa ennen-jaksolla 5 kappaletta eli 50.0 % kaikista ennen-jakson onnettomuuksista, näistä kaikissa viidessä tapahtui henkilövahinkoja. Ennen-jakson onnettomuuksissa kuoli 5 ja vammautui 13 henkilöä. Ajoneuvoja vaurioitui 5 kappaletta.

Jälkeen-jakson onnettomuuksissa molemmissa oli juna osallisena. Kumpikin onnettomuus johti henkilövahinkoihin. Jälkeen-jaksolla kuoli kaksi henkilöä eikä yhtään vammautunut. Ajoneuvoja vaurioitui yksi.

Sellaisten onnettomuuksien kokonaismäärä, joissa juna on ollut mukana väheni 3:lla (60.0 %). Henkilövahinkoihin johtaneiden onnettomuuksien määrä väheni niin ikään 3:lla (60.0 %). Omaisuusvahinkoihin johtaneita onnettomuuksia ei tapahtunut lainkaan. Kuolleiden määrä väheni 3:lla (60.0 %), vammautuneiden määrä 13:lla (100.0 %) ja vaurioituneiden ajoneuvojen määrä väheni 4:llä (80.0 %).

Niiden onnettomuuksien määrä, joissa juna ei ollut mukana väheni näissä kohteissa 5:stä 0:aan eli 100.0 %.

Taulukko 11. Ennen- ja jälkeen-onnettomuudet kohteissa, joissa ääni- ja valovaroituslaitteella varustettu tasoristeys on täydennetty puolipuumilaitteilla

		Onnettomuudet			Seuraukset		
		Onnettom. yhteensä	Henk.vah. joht.onn.	Om.vah. joht.onn.	Kuolleet	Vammautuneet	Vaurioit. ajoneuvot
Kaikki onnettomuudet	Ennen	10	6	4	5	14	9
	Jälkeen	2	2	0	2	0	1
Osallisena juna	Ennen	5	5	0	5	13	5
	Jälkeen	2	2	0	2	0	1
Osallisena juna + moottoriajoneuvo	Ennen	2	2	0	2	13	4
	Jälkeen	0	0	0	0	0	0
Osallisena juna + kev. liik. yks.	Ennen	3	3	0	3	0	1
	Jälkeen	2	2	0	2	0	1
Osallisena ei juna	Ennen	5	1	4	0	1	4
	Jälkeen	0	0	0	0	0	0

Kohteiden lukumäärä: 13

5.5 Ääni- ja valovaroituslaitteella varustettu tasoristeys on muutettu eritasoristeykseksi

Sellaisia kohteita, joissa ääni- ja valovaroituslaitteilla varustettu tasoristeys on muutettu eritasoristeykseksi kuului tutkimuksen piiriin 4 kappaletta. Näistä kohteista voidaan todeta, että onnettomuudet ovat vähentyneet 100.0 %:sti eritasoristeyksen rakentamisen jälkeen.

Taulukko 12. Ennen- ja jälkeen-onnettomuudet kohteissa, joissa ääni- ja valovaroituslaitteilla varustettu tasoristeys on muutettu eritasoristeykseksi

		Onnettomuudet			Seuraukset		
		Onnettom. yhteensä	Henk.vah. joht.onn.	Gm.vah. joht.onn.	Kuolleet	Vammautuneet	Vaurioit. ajoneuvot
Kaikki onnettomuudet	Ennen	2	2	0	2	4	2
	Jälkeen	0	0	0	0	0	0
Osallisena juna	Ennen	2	2	0	2	4	2
	Jälkeen	0	0	0	0	0	0
Osallisena juna + moottoriajoneuvo	Ennen	2	2	0	2	4	2
	Jälkeen	0	0	0	0	0	0
Osallisena juna + kev. liik. yks.	Ennen	0	0	0	0	0	0
	Jälkeen	0	0	0	0	0	0
Osallisena ei juna	Ennen	0	0	0	0	0	0
	Jälkeen	0	0	0	0	0	0

Kohteiden lukumäärä: 4

5.6 Puolipuomilaitteella varustettu tasoristeys on muutettu eritasoristeykseksi

Sellaisia kohteita, joissa puolipuomilaitteella varustettu tasoristeys on muutettu eritasoristeykseksi ei ollut yhtään kappaletta.

5.7 Yhteenveto onnettomuuksien muutosprosentteista sekä yleisen onnettomuuskehityksen vaikutus

Edellä on laskettu onnettomuuksien muutosprosentit eri turvalaitteivaihtoehdoilla. Muutosprosentteja tarkasteltaessa on kuitenkin otettava huomioon yleinen onnettomuuskehitys arvioitaessa, kuinka suuri on itse turvalaitteiden osuus onnettomuusmäärien muutoksesta.

Jotta yleisen onnettomuuskehityksen vaikutus voitaisiin ottaa

huomioon on tehtävä seuraava olettaus: yleinen onnettomuuskehitys vaikuttaa tasoristeysonnettomuuksien muutokseen saman suuruisena kuin muihinkin onnettomuuksiin.

Yleisen onnettomuuskehityksen vaikutus on otettu huomioon seuraavasti:

- 1) Muodostetaan kaikista onnettomuuksista turvalaitteiden rakentamisvuosia vastaavat ennen- ja jälkeen-jaksot kaavojen 1a ja 1b mukaisesti.
- 2) Lasketaan kaikkien onnettomuuksien ennen- ja jälkeen-jaksojen välinen muutos kaavalla 2.
- 3) Lasketaan tutkimuskohteiden teoreettiset jälkeen-onnettomuudet olettaen, että tutkimuskohteiden ennen-onnettomuudet vähenevät jälkeen-jaksolle siirryttäessä yleisen onnettomuuskehityksen tahdissa (kaava 3).
- 4) Verrataan tutkimuskohteiden teoreettisia jälkeen-onnettomuuksia todellisiin jälkeen-onnettomuuksiin ja lasketaan muutosprosentti (kaava 4).

$$X_{\text{ennen}} = \frac{1}{6} \sum_{i=1}^6 x_i + x_{i+1} \quad (1a)$$

$$X_{\text{jälkeen}} = \frac{1}{6} \sum_{j=4}^9 x_j + x_{j+1} \quad (1b)$$

missä: $x_1 = 13546$	$x_7 = 11669$
$x_2 = 12235$	$x_8 = 10001$
$x_3 = 12159$	$x_9 = 10930$
$x_4 = 12522$	$x_{10} = 9588$
$x_5 = 12539$	
$x_6 = 11255$	

$$\frac{X_{\text{ennen}} - X_{\text{jälkeen}}}{X_{\text{ennen}}} \times 100 = q \quad (2)$$

missä: q = yleisen onnettomuskehityksen keskimääräinen muutosprosentti

$$Y_e - Y_e \times \frac{q}{100} = Y_{j_{\text{teor}}} \quad (3)$$

missä: Y_e = tutkimuskohteen ennen-onnettomuudet

$Y_{j_{\text{teor}}}$ = tutkimuskohteen teoreettiset jälkeen-onnettomuudet

$$\frac{Y_{j_{\text{teor}}} - Y_{j_{\text{tod}}}}{Y_{j_{\text{teor}}}} \times 100 = p \quad (4)$$

missä: $Y_{j_{\text{tod}}}$ = tutkimuskohteen todelliset jälkeen-onnettomuudet

p = toimenpiteestä aiheutuva muutosprosentti

Sijoittamalla kaavoihin 1a ja 1b luvut x_1, x_2, \dots, x_{10} ja kaavaan 2 saadut X_{ennen} ja $X_{\text{jälkeen}}$ arvot saadaan q :n arvoksi $q = 8.0 \%$.

Tekemällä sijoitukset kaavoihin 3 ja 4 saadaan eri turvalaitevaihtoehdoille taulukon 13 mukaiset muutosprosentit.

Taulukko 13. Eri turvalaitevaihtoehdoilla saavutetut onnettomuuksien muutosprosentit

Turvalaite ennen		Turvalaite jälkeen								
		Ääni + Valo			Puolipuomi			Eritaso		
		YHT	HV	OV	YHT	HV	OV	YHT	HV	OV
Ei turval.	Kaikki	56.5	39.6	70.4	63.8	74.4	37.9	100.0	100.0	100.0
	Os. juna	65.2	59.2	56.5	74.1	74.4	72.8	100.0	100.0	100.0
	Muut	56.5	-117.4	100.0	-8.7	x	-8.7	100.0	100.0	100.0
Ääni + Valo	Kaikki	-	-	-	78.3	63.8	100.0	100.0	100.0	x
	Os. juna	-	-	-	56.5	56.5	x	100.0	100.0	x
	Muut	-	-	-	100.0	100.0	x	100.0	100.0	x
Puolipuomi	Kaikki	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Os. juna	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Muut	-	-	-	-	-	-	-	-	-

HV = henkilövahinkoihin johtaneet onnettomuudet

OV = omaisuusvahinkoihin johtaneet onnettomuudet

Taulukosta 13 nähdään, että tasoristeyksen muuttaminen eritasoristeykseksi vähentää onnettomuuksia kaikissa tapauksissa täydet 100 %. Siirryttäessä turvalaitteettomasta vaihtoehdosta puolipuomivaihtoehtoon on onnettomuuksien vähenemä suurempi kuin ääni- ja valovaroituslaitteeseen siirryttäessä.

Siirryttäessä ääni- ja valovaroituslaitteevaihtoehdosta puolipuomivaihtoehtoon näyttää vaikutus olevan samaa suuruusluokkaa kuin siirryttäessä turvalaitteettomasta vaihtoehdosta ääni- ja valovaroituslaitteevaihtoehtoon.

Aineistojen pienuuden vuoksi vähenemäprosenttien tilastollinen luotettavuus ei ole kovinkaan suuri, mutta kaikesta huolimatta voitaneen sanoa, että turvalaitteiden rakentamisella on positiivinen vaikutus tasoristeysonnettomuuksien vähentäjänä.

Vertailun vuoksi mainittakoon, että erään amerikkalaisen selvityksen mukaan turvalaitteettoman tasoristeyksen varustaminen ääni- ja valovaroituslaitteella vähensi onnettomuuksia (osallisena juna) 61.7 %. Vastaavasti turvalaitteettoman tasoristeyksen varustaminen puolipuomilaitteella vähensi onnettomuuksia (osallisena juna) 83.8 %. Ääni- ja valovaroituslaitteella varustetun tasoristeyksen täydentäminen puolipuomilaitteella vähensi onnettomuuksia (osallisena juna) 71.3 % /4/.

6. LIIKENNEMÄÄRIEN JA TIEN SEKÄ RADAN GEOMETRIAN VAIKUTUS ONNETTOMUUKSIEN VÄHENEMISEEN

Liikennemäärien ja tien sekä radan geometrian vaikutuksia onnettomuuksien vähentämiseen ei ole voitu käytettävissä olevan aineiston pienuuden vuoksi selvittää. Voitaneen kuitenkin arvioida, että tasoristeyksen kautta kulkevien liikenneyksiköiden määrä vaikuttaa lähinnä vain onnettomuustiheyteen eikä niinkään onnettomuuksien vähenemäprosenttiin. Liikennemäärissä tapahtuvista muutoksista voidaan olettaa, että junaliikenteen määrissä tapahtuvat muutokset vaikuttavat herkemmin onnettomuusmääriin kuin ajoneuvoliikenteessä tapahtuvat muutokset. Sellaisissa tasoristeyksissä, joissa ei ole ollut minkäänlaista turvalaitetta on ennen-jaksolta jälkeen-jaksolle siirryttäessä (vert. kohta 5.7 kaavat 1a, 1b ja 2) junaliikenne vähentynyt 3.7 % ja ajoneuvoliikenne lisääntynyt 20.7 %. Vastavat luvut turvalaittein varustetuissa tasoristeyksissä ovat: junaliikenne lisääntynyt 2.4 % ja ajoneuvoliikenne lisääntynyt 14.7 %. Junaliikenteen muutoksen voidaan katsoa olevan merkityksetön ja ajoneuvoliikenteen lisääksen noudattelevan yleistä trendiä.

7. TURVALAITTEISTA AIHEUTUVAT KUSTANNUKSET JA SAAVUTETUT SÄÄSTÖT

Tie- ja vesirakennuslaitoksen liikenneturvallisuusmäärärahoista on viime vuosina käytetty n. 6 % rautateiden tasoristeysten turvaamiseen. Tämä prosenttiosuus on kuitenkin viime vuosina ollut jonkin verran laskussa, johtuen toisaalta siitä, että pahimmat tasoristeykset on jo varustettu turvalaitteilla ja toisaalta siitä, että myös VR on osallistunut yhä suuremmissa määrin turvalaitteiden rakentamiskustannuksiin.

Turvalaitteiden rakentaminen maksaa tällä hetkellä keskimäärin 200 000 mk. Varsinaisten turvalaittekustannusten lisäksi joudutaan monissa tapauksissa tietä parantamaan ennen turvalaitteen rakentamista, mikä osaltaan lisää kokonaiskustannuksia. Turvalaitteiden käyttö- ja kunnossapitokustannukset ovat n. 5000 mk/vuosi.

Erään selvityksen /5/ mukaan henkilövahinkoihin johtaneen onnettomuuden keskimääräiset kustannukset olivat vuoden 1975 hintatasossa 209 140 mk ja omaisuusvahinkoihin johtaneen onnettomuuden keskimääräiset kustannukset vastaavasti 94 003 mk. Näitä kustannustietoja käyttäen voidaan laskea vuosina 1967-76 sattuneiden tasoristeysonnettomuuksien keskimääräinen kustannus:

HV onn.	308 kpl
OV onn.	262 kpl
ONN.YHT.	570 kpl

$$\frac{308 \times 209140 \text{ mk} + 262 \times 94003 \text{ mk}}{570} = 156\ 217 \text{ mk} \quad (5)$$

Tasoristeysonnettomuuden keskimääräinen kustannus on näin ollen 0.16 Mmk.

Turvalaitteesta aiheutuvat kustannukset ilman vuotuista korkoa ovat kymmenessä vuodessa keskimäärin 320 000 mk.

Turvalaite	200 000 mk	
Tienparannuskustannukset	70 000 mk	(6)
Käyttö- ja kunnossapitokust.	<u>50 000 mk</u>	
	320 000 mk	

Koska onnettomuuskustannukset ovat keskimäärin n. 160 000 mk, merkitsee se sitä, että turvalaitteen avulla pitäisi pystyä säästämään vähintään kaksi onnettomuutta 10 vuodessa, jotta turvalaitteen rakentaminen puhtaasti taloudelliselta kannalta katsoen olisi kannattavaa

$$2 \times 160\,000 \text{ mk} = 320\,000 \text{ mk} \quad (7)$$

Jos turvalaitteella oletetaan saavutettavan keskimäärin 60 %:nen onnettomuuksien säästö voidaan laskea, että kohteessa, johon turvalaite asennetaan olisi pitänyt tapahtua vähintään yksi onnettomuus kolmessa vuodessa eli keskimäärin 3.3 onnettomuutta 10 vuodessa, jotta turvalaite olisi taloudellisesti kannattava sijoitus

$$3.3 \times 0.6 = 2.0 \quad (8)$$

Taulukko 14. Onnettomuuskustannusten säästö 10 vuodessa erilaisilla ennen-onnettomuuksien arvoilla (vähemmän arvioitu 60 %)

Onn./10 v		Onn.säästö/ 10 v	Onn.kust./10 v		Säästö
Ennen	Jälkeen		Ennen	Jälkeen	
1	0.4	0.6	160 000	64 000	96 000
2	0.8	1.2	320 000	128 000	192 000
3	1.2	1.8	480 000	192 000	288 000
4	1.6	2.4	640 000	256 000	384 000
5	2.0	3.0	800 000	320 000	480 000

Seuraavassa taulukossa on esitetty turvalaitteettomien tasoristeysten lukumäärät niissä vuosina 1967-76 tapahtuneiden onnettomuuksien mukaan jaoteltuina.

Taulukko 15. Turvalaitteettomien tasoristeysten lukumäärät niissä vuosina 1967-76 tapahtuneiden onnettomuuksien mukaan jaoteltuina

Onn. vv. 1967-76	Tasoristeysksiä
0	260
1	101
2	26
3	3
4	2
5	3
yli 5	1

Taulukosta 15 nähdään, että tällä hetkellä maamme yleisillä teillä on vain 6 sellaista tasoristeystä, joiden varustaminen turvalaitteella olisi edellä esitettyihin laskelmiin perustuen taloudellisesti kannattavaa. Suurempaa määrää voidaan perustella sillä, että ratojen sähköistäminen, raide- ja maantieliikenteen määrän ja raideliikenteen nopeuksien kasvu sekä muut olosuhteisiin vaikuttavat tekijät saattavat aiheuttaa tulevaisuudessa tasoristeysonnettomuuksien määrän lisääntymistä, mikäli näihin ennaltaehkäiseviin toimenpiteisiin ei ryhdytä.

8. YHTEENVETO

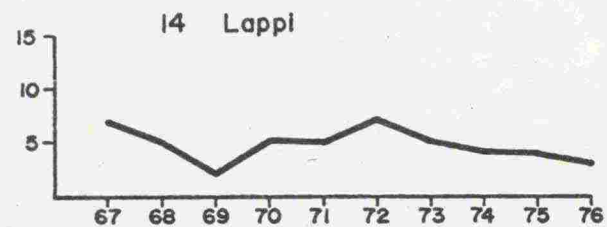
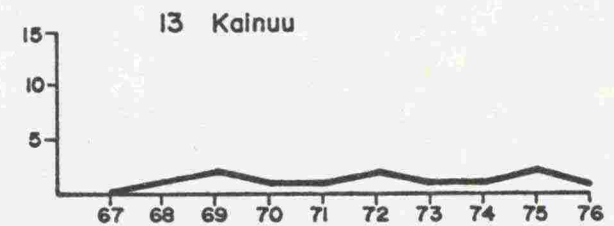
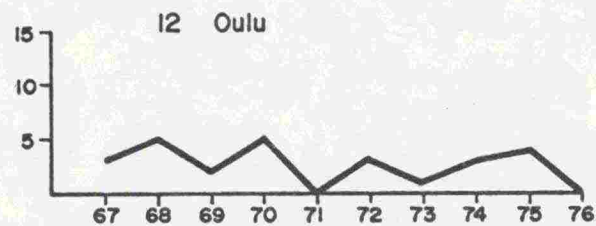
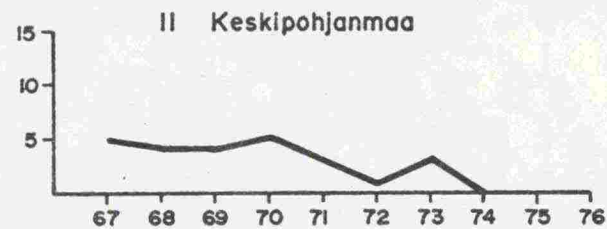
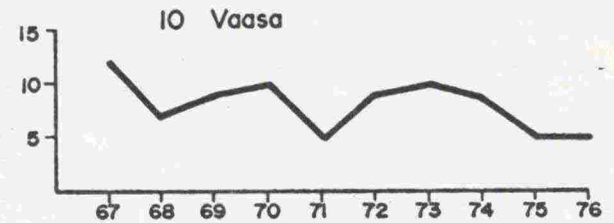
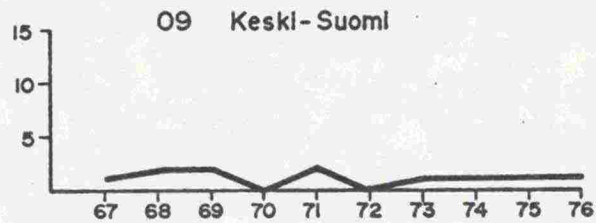
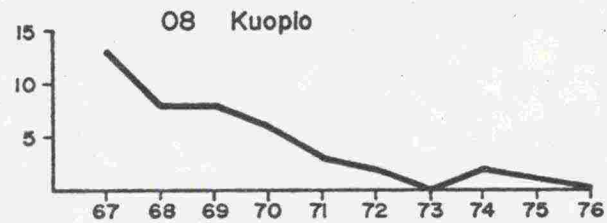
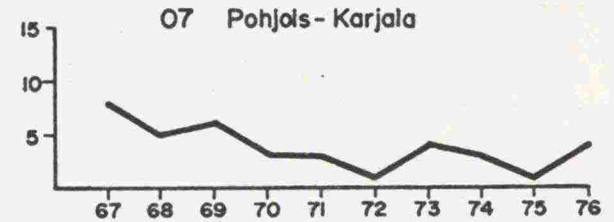
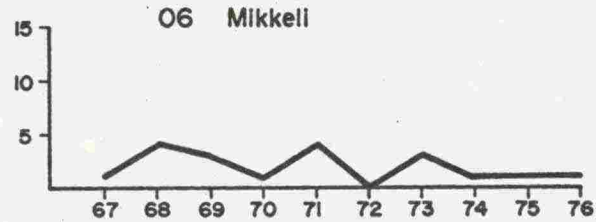
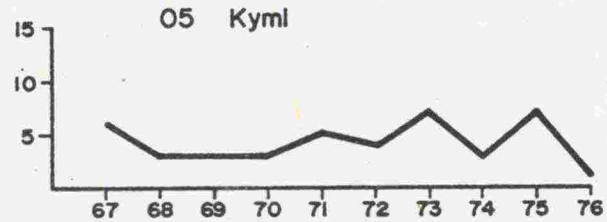
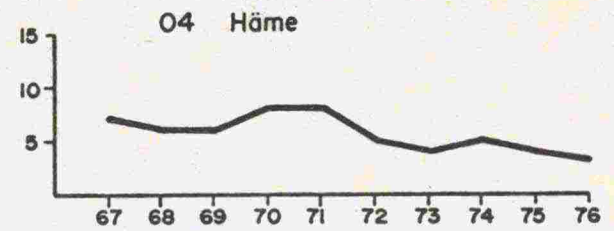
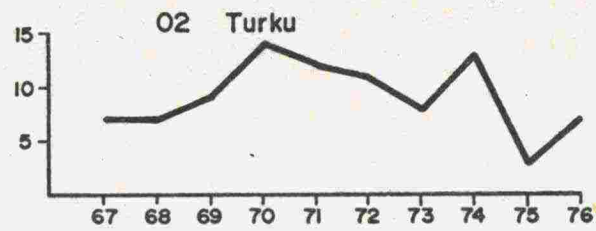
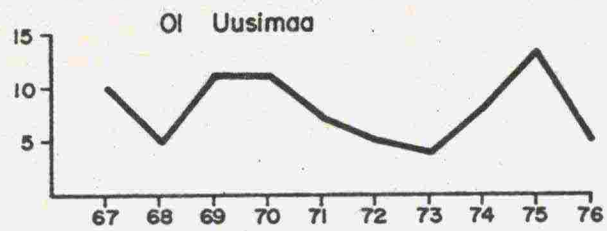
Edellä selostetun tutkimuksen mukaan teiden ja rautateiden tasoristeyksiin asennettavat turvalaitteet vähentävät tehokkaasti tasoristeysonnettomuuksia. Kuitenkin on todettava, että tasoristeysonnettomuudet edustavat kaikista tieliikenneonnettomuuksista erittäin pientä osaa, joten tasoristeyksien turvallisuuuden parantaminen ei oleellisesti vähennä onnettomuuksien kokonaismäärää. Toisaalta on kuitenkin muistettava, että tasoristeysonnettomuudet ovat seurauksiltaan keskimääräistä vakavimpia, joten tätä taustaa vasten tulisi vastaisuudessaakin kiinnittää huomiota tasoristeysonnettomuuksien vähentämiseen.

Selvästi tehokkain tapa päästä eroon tasoristeysonnettomuuksista on rakentaa eritasoristeyksiä, mutta kuten alussa jo todettiin se ei aina ole taloudellisesti eikä teknisestikään mahdollista. Ääni- ja valovaroituslaitteiden sekä puolipuomilaitteiden rakentaminen on huomattavasti eritasoristeyksen rakentamista halvempi vaihtoehto. Koska näilläkin ratkaisuilla saadaan aikaan yli 60 %:nen onnettomuuksien vähenemä, tulisi näitä turvalaitteita rakentaa kaikkiin sellaisiin tasoristeyksiin, joissa liikennemäärillä ja muilla näkökohdilla voidaan niiden rakentamista perustella. Kuitenkaan ei liene tarkoituksenmukaista varustaa kaikkia tasoristeyksiä turvalaitteilla, varsinkin sellaisia, joissa liikennemäärät ovat erittäin pienet ja tasoristeys on geometrialtaan edullinen. Tasoristeysturvallisuuskohhteita valittaessa tulisi tutkia samoin kuin muidenkin turvallisuushankkeiden kohdalla, että voitaisiinko turvalaitteisiin uhrattavilla varoilla mahdollisesti parantaa turvallisuutta tehokkaammin, mikäli varat sijoitettaisiin toisaalle.

KIRJALLISUUSLUETTELO

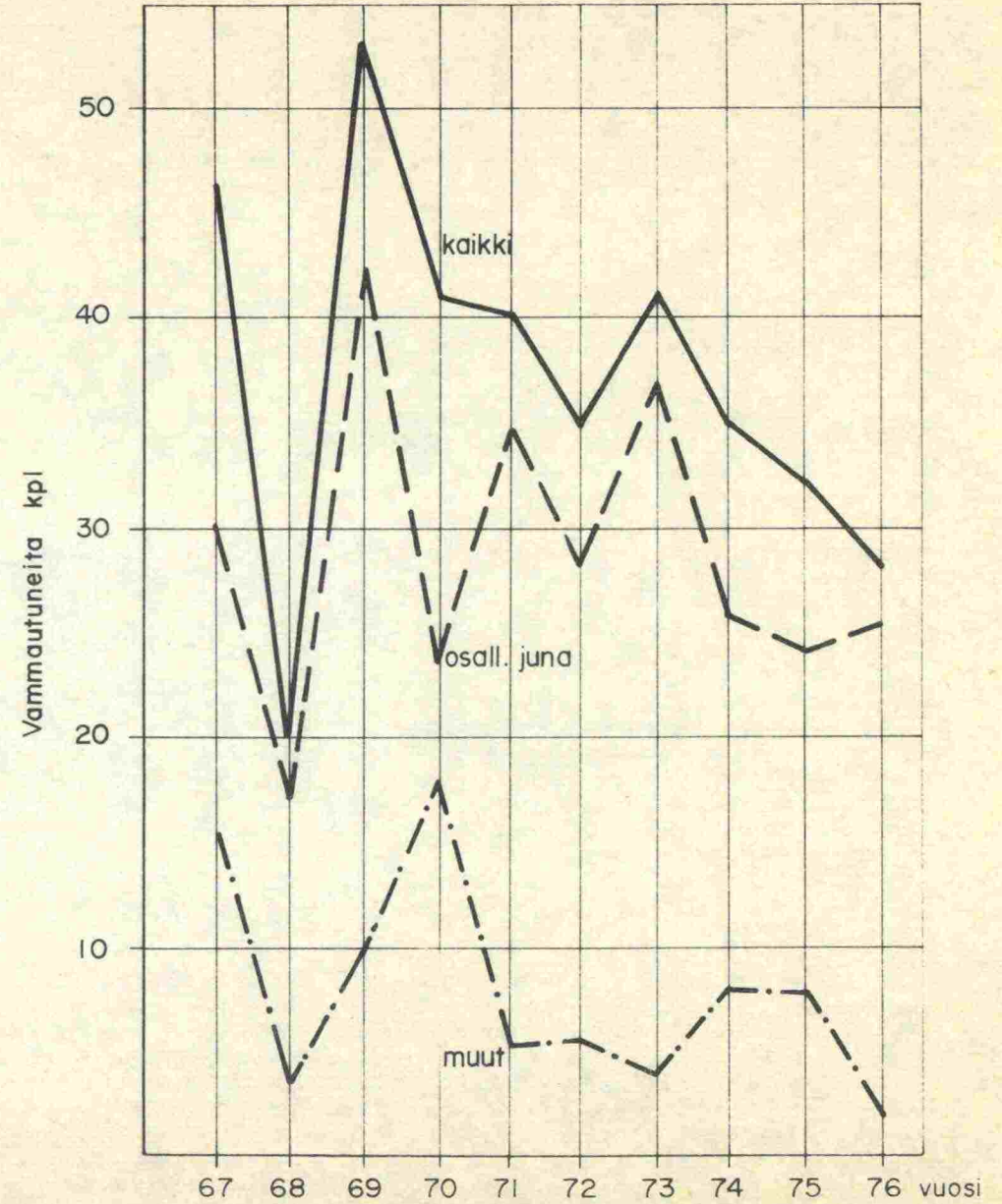
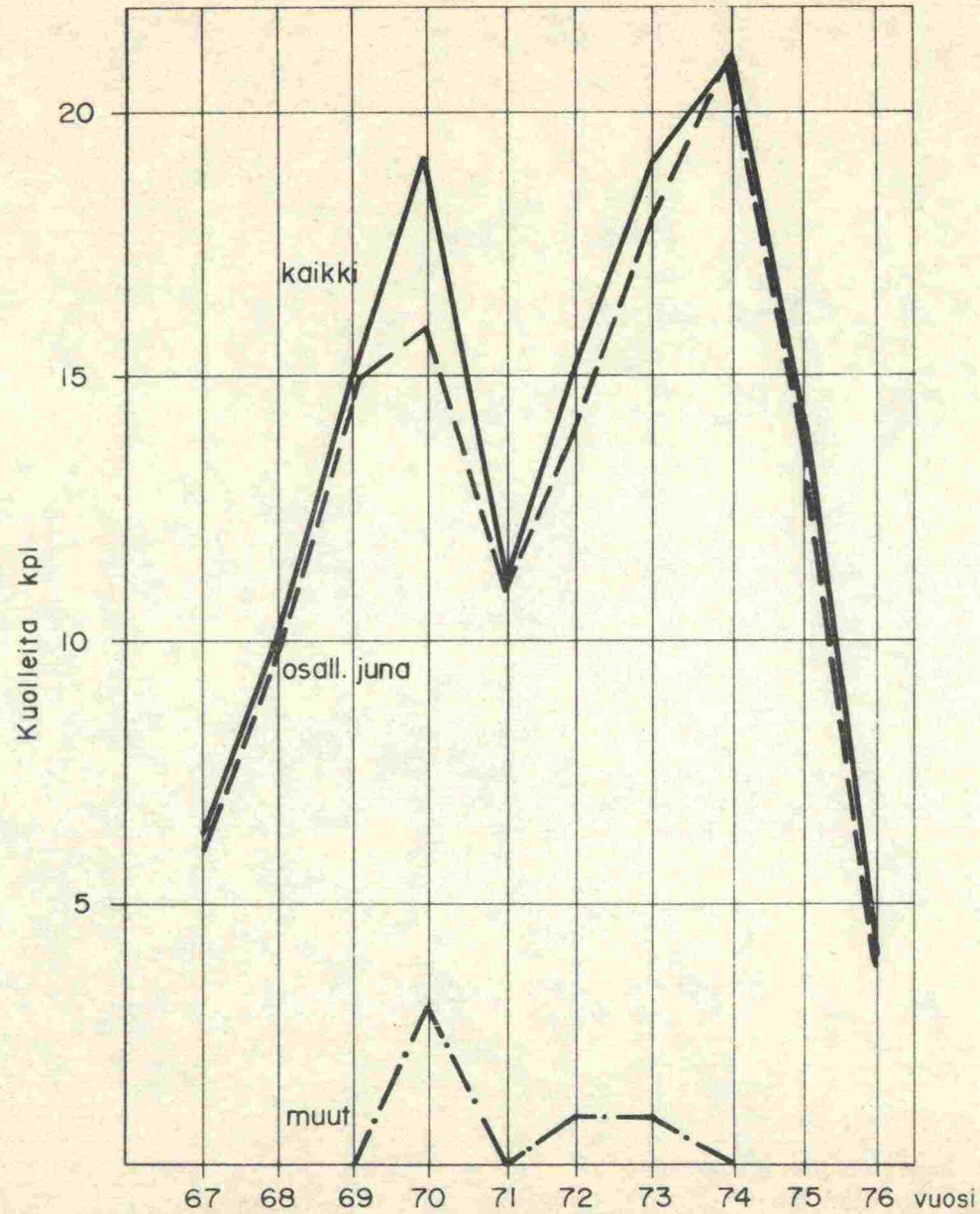
- /1/ Liikenneturvallisuuden parantaminen rautatien tasoristeyksillä; Tie ja liikenne 6/1977
- /2/ Tieliikennelait; Suomen lakimiesliitto, Helsinki 1975
- /3/ Tasoristeysohjeet; Rautatiehallitus, Rataosasto, Helsinki 1976
- /4/ Railroad-Highway Crossings, Visibility and Human Factors; Transportation Research Board, National Academy of Sciences, Washington D.C. 1976
- /5/ Tieinvestointilaskelmissa käytettävät onnettomuus-kustannukset yleisillä teillä vuonna 1975; TVH, tutkimustoimisto 1976 (luonnos)

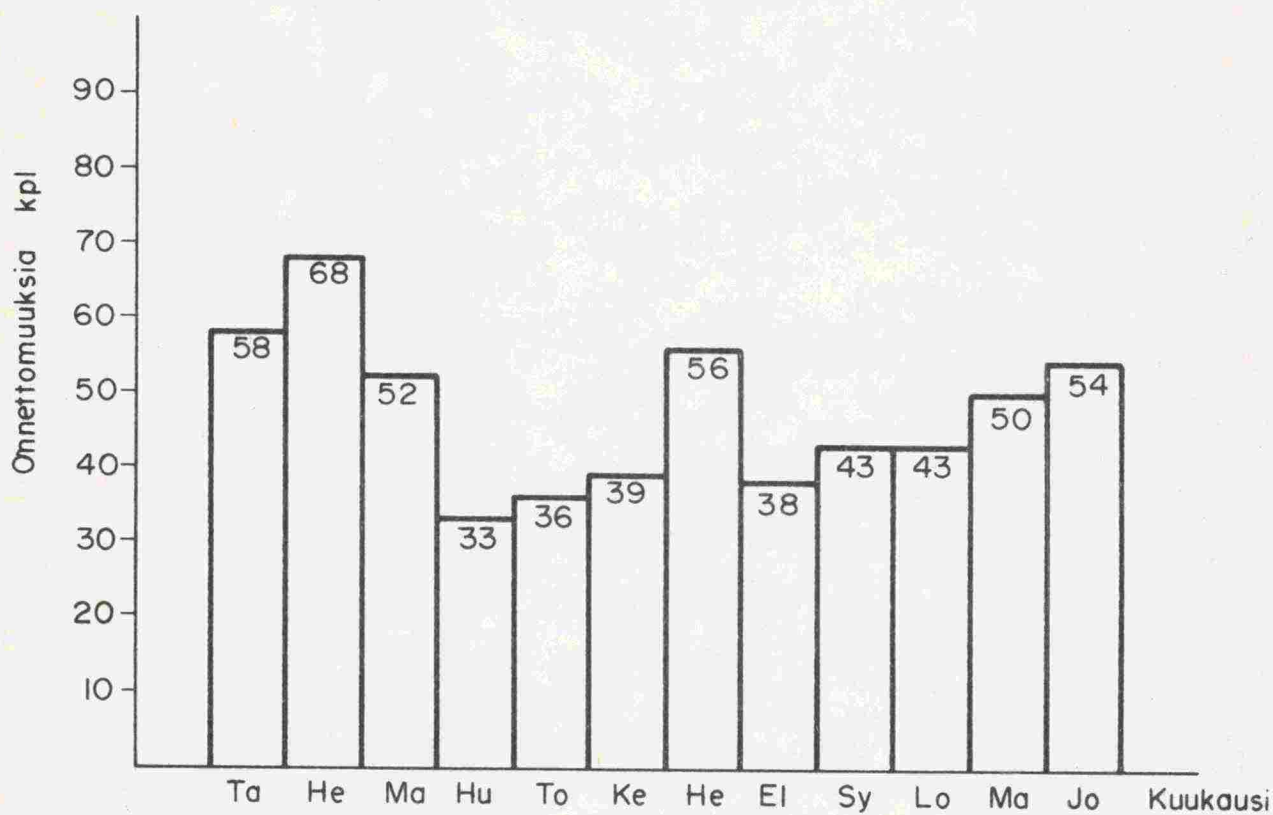
LIITTEET



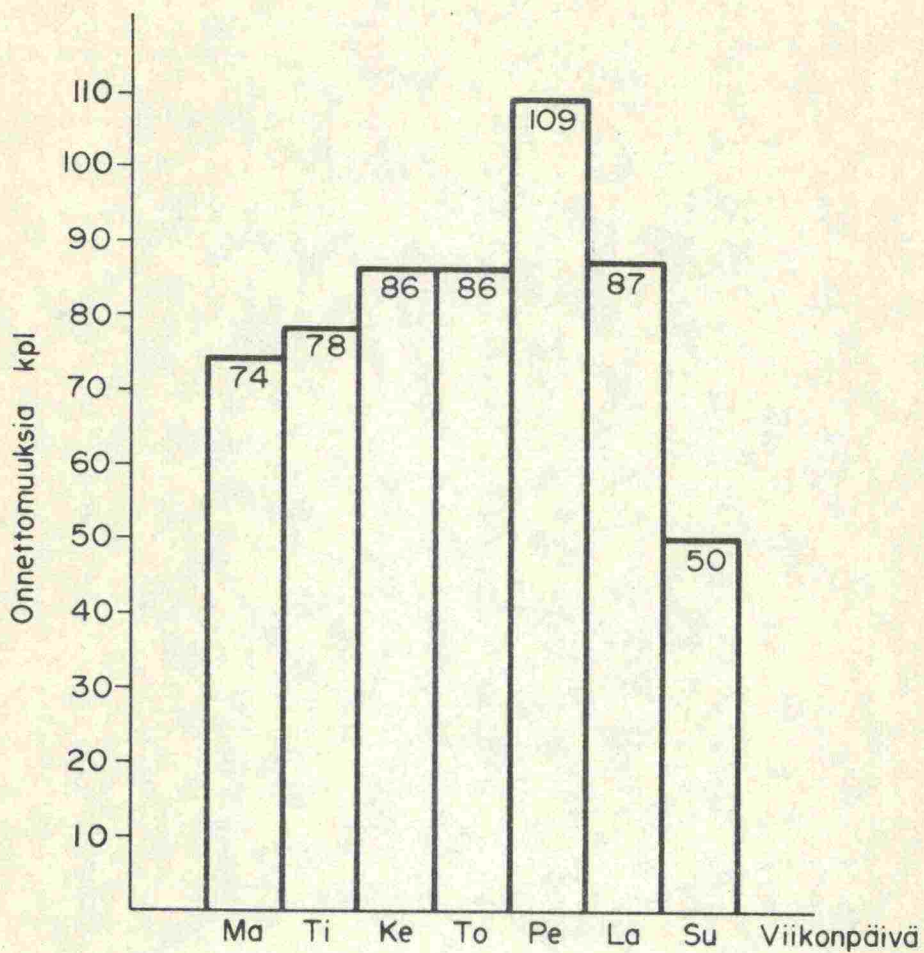
Vuosina 1967-76 yleisen tien ja rautatien tasoristeyksissä sattuneet onnettomuudet piireittäin (TVH:n tilasto)

Tasoristeysonnettomuuksissa kuolleiden ja vammautuneiden lukumäärät vuosina 1967 - 76
 TVH:n tilastojen mukaan (yleiset tiet)

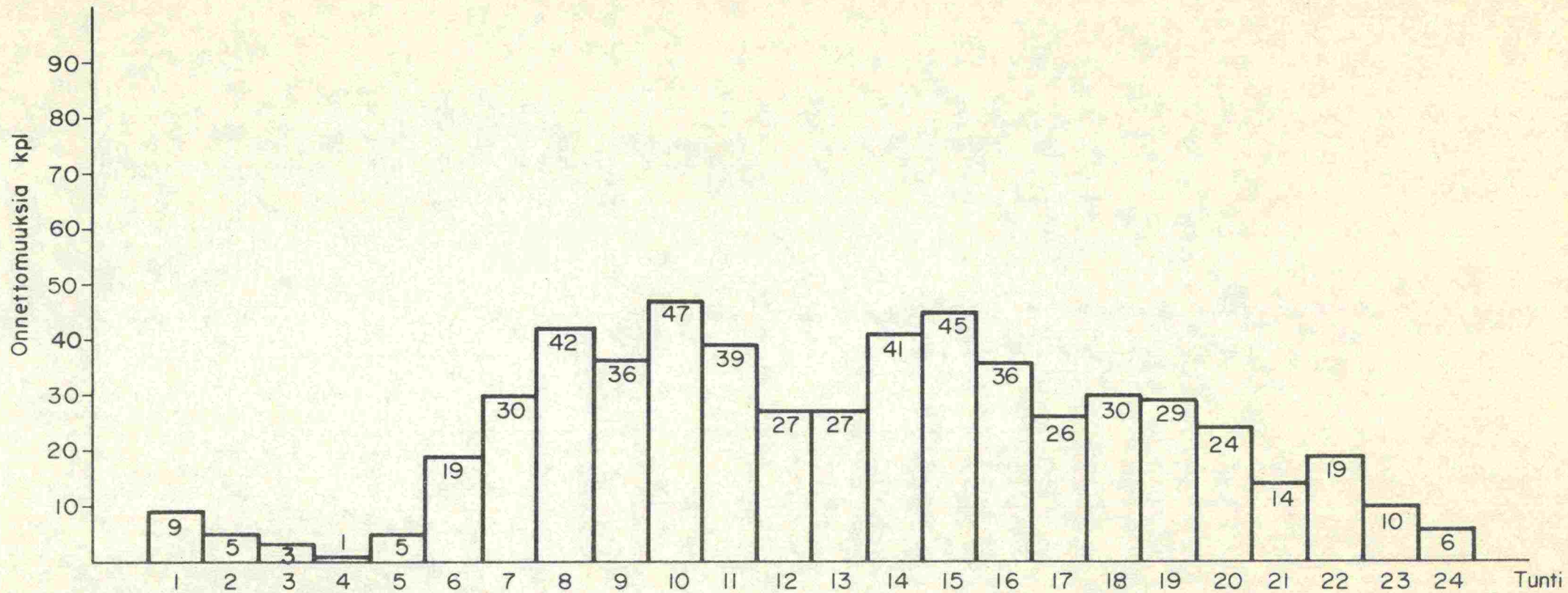




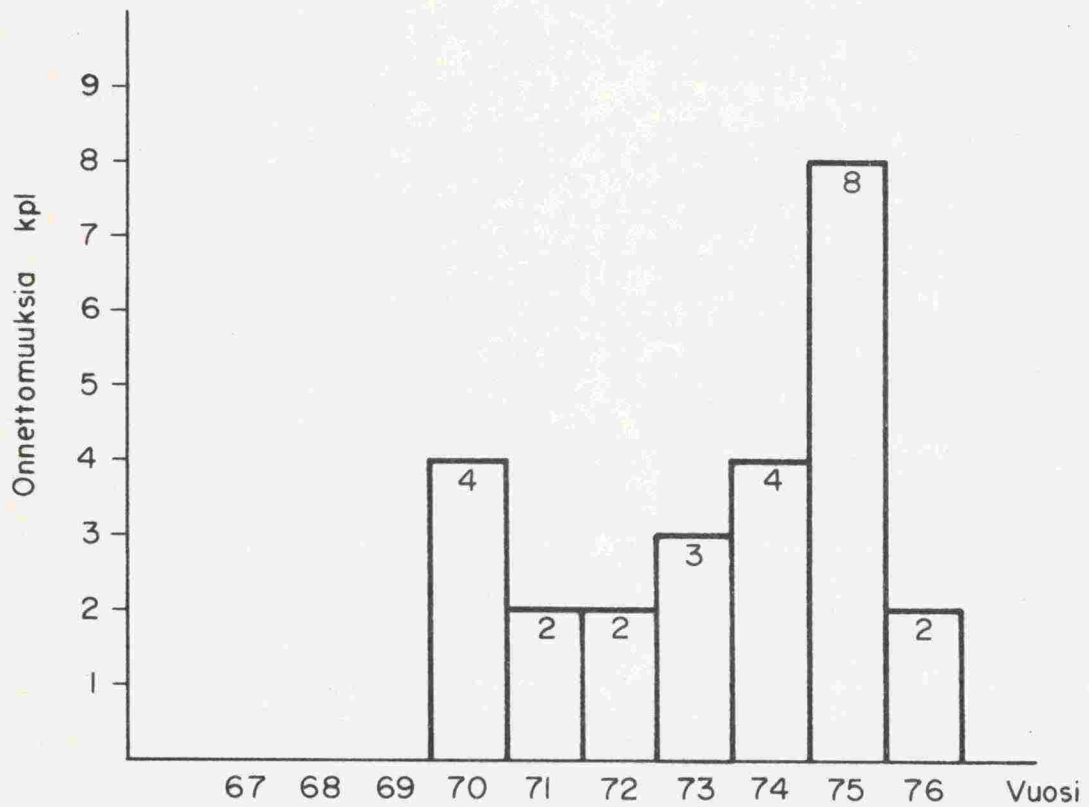
Vuosina 1967-76 yleisen tien ja rautatien tasoristeyksissä sattuneet onnettomuudet jaoteltuina kuukauden mukaan (TVH:n tilasto)



Vuosina 1967-76 yleisen tien ja rautatien tasoristeyksissä sattuneet onnettomuudet jaoteltuina viikontpäivien mukaan (TVH:n tilasto)



Vuosina 1967-76 yleisen tien ja rautatien tasoristeyksissä sattuneet onnettomuudet jaoteltuina kellonaikojen mukaan (TVH:n tilasto)



Vuosina 1967-76 yleisen tien ja rautatien tasoristeyksissä sattuneet onnettomuudet, joissa alkoholilla on osuutta (TVH:n tilasto)

