

VALAISTUKSEN VAIKUTUS LIIKENNETURVALLISUUTEEN

TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS
LIIKENNETOIMISTO

TVH 742014

HESINKI 1978

DE
71E-



78 165

VALAISTUKSEN VAIKUTUS LIIKENNETURVALLISUUTEEN

Tie- ja vesirakennushallitus
Liikennetoimisto
Helsinki 1978

ISBN-951-46-1665-0

ALKUSANAT

Pimeän ajan liikennettä pidetään yleisesti vaarallisempänä kuin valoisan ajan liikennettä. Viime vuosina on monissa tapauksissa katsottu tarpeelliseksi valaista vilkkaasti liikennöityjä tieosia varsinkin pääteillä asutuskeskusten läheisyydessä. Tievalaistuksen rakentamista perustellaan useimmiten liikenneturvallisuusnäkökohdilla.

Valaistuksen vaikutuksesta onnettomuusmääriin ei ole kuitenkaan ollut kovin tarkkaa tietoa. Käytettävissä olleet ulkomaiset tutkimustulokset ovat yleensä melko vanhoja ja lähinnä kaupunkiolosuhteita koskevia. Paremmin kotoisia olosuhteita vastaavien tietojen saamiseksi tehtiin TVH:ssa jäljempänä selostettu selvitys yleisille teille rakennettujen valaistusten vaikutuksesta turvallisuuteen.

Selvityksen on allekirjoittaneen johdolla tehnyt TVH:n liikennetoimistossa dipl.ins. Jouko Salminen.

Dipl.ins. Teuvo Puttonen

TIIVISTELMÄ

Tievalaistuksesta aiheutuvat kustannukset ovat suhteellisen suuret, varsinkin jos otetaan huomioon varsinaisten rakennuskustannusten lisäksi vuotuiset käyttö- ja kunnossapitokustannukset.

Tievalaistuksella voidaan kuitenkin lisätä liikenneturvallisuutta sekä liikenneympäristön viihtyvyyttä, mitkä seikat ovat tärkeitä lähtökohtia tievalaistuksen rakentamispäätöstä tehtäessä.

Jäljempänä selostetun tutkimuksen tarkoituksena on ollut yksinkertaisin menetelmin selvittää onnettomuuksien kehitystä vuosina 1970-74 yleisille teille rakennetuissa valaisukohteissa ja nimenomaan pyrkiä selvittämään tievalaistuksen osuus onnettomuusmäärien muutokseen.

Tutkimuksen piiriin kuului 261 vuosina 1970-74 rakennettua valaisukohdetta, joiden yhteispituus on 334.4 km, mikä edustaa n. 8.7 % kaikista valaistetuista yleisistä teistä (v. 1974). Tutkimus on tehty ns. ennen-jälkeen tutkimuksena, jolloin tutkimusajanjaksona ovat olleet vuodet 1967-75 siten, että kunkin kohteen osalta rakentamisvuosi on jätetty tarkastelun ulkopuolelle. Tänä ajanjaksona tutkimuskohteissa sattui TVH:n tilastojen mukaan 1265 onnettomuutta, joista ennen-jaksolla 710 (56.1 %) ja jälkeen-jaksolla 555 (43.9 %). Onnettomuudet jakautuivat valaisuolosuhteiden perusteella siten, että päivänvalossa sattui 740 onnettomuutta (58.5 %), hämärässä 133 onnettomuutta (10.5 %) ja pimeässä 392 onnettomuutta (31.0 %).

Päivänvalossa sattuneet onnettomuudet jakautuivat ennen-jälkeen jaksoille seuraavasti: ennen = 54.5 % ja jälkeen = 45.5 %. Hämärässä sattuneet onnettomuudet jakautuivat ennen-jälkeen jaksoille; ennen = 51.9 % ja jälkeen = 48.1 %. Pimeässä sattuneet onnettomuudet puolestaan jakautuivat ennen-jälkeen jaksoille; ennen = 60.7 % ja jälkeen = 39.3 %. Jos vertailuaineistona pidetään päivänvalossa sattuneita onnettomuuksia voi-

daan todeta, että valaistus on vähentänyt pimeän aikaisia onnettomuuksia keskimäärin 22.6 %. Samoin perustein voidaan todeta, että valaistus on vähentänyt pimeän aikaisia henkilövahinkoihin johtaneita onnettomuuksia 18.9 % ja omaisuusvahinkoihin johtaneita onnettomuuksia 25.8 %.

Yhteenvedona tutkimustuloksista voidaan sanoa valaistuksen vähentävän pimeän aikaisia onnettomuuksia keskimäärin 25 %, mikä merkitsee onnettomuuksien kokonaisvähennyksenä vajaata 10 %:a.

Tutkimusaineiston vähäisyydestä johtuen ei tutkimuksen perusteella voida esittää tarkkoja arvioita linjakohteiden ja liittymäkohteiden välisistä eroista. Näyttää kuitenkin siltä, että valaistus vähentää onnettomuuksia hieman tehokkaammin linjakohteissa kuin liittymäkohteissa.

Tarkasteltavien valaisukohteiden vuotuisten käyttö- ja kunnossapitokustannusten on arvioitu olevan 6.1 Mmk/v ja säästettyjen onnettomuuskustannusten 4.2 Mmk/v. Kiinteää tievalaistusta ei tämän tarkastelun mukaan voi pitää pelkästään onnettomuuskustannusten säästöjen perusteella taloudellisesti kannattavana.

Kun otetaan investoinnin kuoletusajaksi 20 v ja korkokannaksi 7.5 % saadaan tarkasteltavien hankkeiden investoinnin nykyarvoksi 39.9 Mmk, missä on otettu huomioon onnettomuussäästöjen vaikutus juokseviin kustannuksiin. Em. summa voidaan katsoa investoiduksi viihtyvyyden ja muun turvallisuuden parantamiseksi. Toisaalta liikenneonnettomuuksien vähenemiseen liittyy monia inhimillisiä näkökohtia, joita ei voida ottaa huomioon taloudellisissa laskelmissa.

SUMMARY

The costs of road lighting are relatively high, especially if we take into account the annual costs of operation and maintenance in addition to the actual costs of construction.

But traffic safety and attractiveness of the environment can be increased by road lighting, factors which are important principles when decisions on whether road lighting is to be provided are made. The purpose of the study described below was to clarify, by simple methods, the development in the accident rate at lighting points built along public roads in 1970-74, and particularly to attempt to analyse the role of road lighting in any change occurring in the accident rate.

The study covered 261 illuminated locations where lighting was provided in 1970-74, their aggregate length being 334.4 kilometres, which represents approximately 8.7 per cent of all the lighted public roads (1974). The study was made in the form of a before-after investigation with the years 1967-75 as the studied period, the year of construction being left outside analysis of any section investigated. During that period the statistics of the National Board of Public Roads and Waterways showed 1265 accidents on the studied stretches of road, 710 (56.1 %) of these occurring in the before period and 555 (43.9 %) in the after period. In terms of lighting conditions the accidents were so distributed that 740 (58.5 %) of them occurred in daylight, 133 (10.5 %) at dusk, and 392 (31.0 %) at dark.

The accidents occurring in daylight were distributed into the before period and the after period thus: 54.5 per cent before, and 45.5 per cent after. The accidents at dusk were distributed into 51.9 per cent before and 48.1 per cent after. The accidents during the dark period occurred 60.7 per cent before and 39.3 per cent after. If the accidents occurring during daylight are used as reference, it was found that lighting

decreased the accidents occurring during the hours of darkness by an average of 22.6 per cent. Similarly, it was found that lighting caused a decrease in the number of accidents leading to injury by 18.9 per cent, and in the number leading to property damage by 25.8 per cent.

To sum up the results it can be said that lighting decreases the number of accidents during the dark by roughly 25 per cent, which means close to 10 per cent total decrease in the number of accidents.

Because the material was so small it is not possible to make any close estimates of the differences between stretches and junctions. It does seem, however, that illumination tends to decrease the number of accidents somewhat more effectively on road stretches than at junctions.

The annual operating and maintenance costs of the lighted objects examined herein have been estimated at 6.1 million Finnish marks a year, and the saved costs of accidents at 4.2 million Fmk a year. Fixed street lighting cannot be regarded as being economically profitable on the basis of saved accident costs alone, according to this analysis.

If 20 years are taken as the period of amortisation of the investment, and the interest rate is considered to be 7.5 per cent, the present value of the investments of the project herein examined is 39.9 million Finnish marks, which figure takes into account the effects of the savings in accidents on the operating costs. This is the sum that can be regarded as having been invested in the improvement of safety and other attractive features. On the other hand, many human aspects are associated with the decrease in traffic accidents, aspects that cannot be reckoned in economic accounts.

SISÄLLYSLUETTELO

Sivu

ALKUSANAT

TIIVISTELMÄ

SUMMARY

1.	JOHDANTO	1
2.	TUTKIMUSKOHTEIDEN VALINTA	2
3.	TUTKIMUSMENETELMÄT	6
4.	TUTKIMUSAINEISTON JAKAMINEN RYHMIIN	8
5.	ONNETTOMUUSTARKASTELUT	10
5.1	Onnettomuuksien muutosprosentit eri ryhmissä	13
5.11	Ryhmä 1 (Koko tutkimusaineisto)	13
5.12	Ryhmä 2 (Valaistut tieosat; linjat)	15
5.13	Ryhmä 3 (Linjat, jotka eivät sisällä liittymiä)	18
5.14	Ryhmä 4 (Liittymät)	20
5.15	Ryhmä 5 (Erilliset liittymät)	22
5.16	Ryhmä 6 (Liittymät osana linjaa)	24
5.2	Muutosprosenttien vaihtelu erilaisten tie- ja liikenneolosuhteiden mukaan	26
5.3	Yhteenveto onnettomuuksien muutosprosentteista	27
6.	KUSTANNUKSET JA ONNETTOMUUSSÄÄSTÖT	28
6.1	Kustannukset ja onnettomuussäästöt ryhmittäin	30
6.11	Ryhmä 1 (Kaikki)	30
6.12	Ryhmä 2 (Valaistut tieosat; linjat)	31
6.13	Ryhmä 3 (Linjat, jotka eivät sisällä liittymiä)	32
6.14	Ryhmä 4 (Liittymät)	32
6.15	Ryhmä 5 (Erilliset liittymät)	33
6.16	Ryhmä 6 (Liittymät osana linjaa)	33
6.2	Yhteenveto kustannuksista ja onnettomuussäästöistä	34
7.	YHTEENVETO	35

KIRJALLISUUSLUETTELO

LIITTEET

1. JOHDANTO

Tievalaistus voidaan rakentaa palvelemaan ensisijaisesti joko moottoriajoneuvoliikennettä tai kevyttä liikennettä. Moottoriajoneuvoliikenteen osalta pyritään siihen, että kuljettajan olisi pimeänä aikana valaistuksen ansiosta helpompi hahmottaa liikenneympäristö varsinkin vaikeissa sääolosuhteissa. Koska valaistuksen ansiosta tien optinen ohjaus paranee, liittymät ja muut liikenteellisesti vaikeat tienkohdat tulevat paremmin havaittaviksi, on kuljettajan helpompi ennakoida tulevat tilanteet ja reagoida niihin ajoissa. Nämä seikat osaltaan vaikuttanevat liikenneturvallisuuteen positiivisesti. Kevyen liikenteen osalta tievalaistus tekee tieympäristön esteettisemmäksi, helpommaksi ja miellyttävämmäksi käyttää. Tämä puolestaan saattaa vaikuttaa siihen, että valaistuksen toteuttamisen jälkeen kevyen liikenteen osuus ja nimenomaan pimeän aikaisen kevyen liikenteen osuus lisääntyy tiellä oleellisesti.

Kevyen liikenteen lisääntyminen saattaa jossain määrin lisätä onnettomuuksia, koska onnettomuuksien määrä yleensä kasvaa liikennemäärien kasvaessa.

Jäljempänä selostetun tutkimuksen tarkoituksena on ollut yksinkertaisin menetelmin selvittää onnettomuuksien kehitystä vuosina 1970-71 yleisille teille rakennetuissa valaisukohteissa ja nimenomaan pyrkiä selvittämään tievalaistuksen osuus onnettomuusmäärien muutokseen.

2. TUTKIMUSKOHTEIDEN VALINTA

Tutkimuskohteiksi on pyritty valitsemaan kaikki sellaiset tien osat, joihin on vuosien 1970-74 aikana rakennettu tievalaistus ja minkä tekemiseen TVL on osallistunut. Kohteet on pyritty saamaan kaikkien ominaisuuksiensa suhteen mahdollisimman homogeenisiksi ja niiden toteuttamisen on täytynyt tapahtua yhtenäisestä samana vuonna. Kohteista on karsittu pois sellaiset tieosat, joilla samanaikaisesti valaistuksen toteuttamisen kanssa on toteutettu merkittäviä liikenneturvallisuuteen vaikuttavia toimenpiteitä, kuten kevyen liikenteen väylän rakentaminen, toisen ajoradan rakentaminen jne. Myöskään sellaisia kohteita, joissa jo olemassa olevaa tievalaistusta on parannettu, ei ole otettu huomioon.

Edellä esitetyt kriteerit huomioiden on tutkimuksen piiriin saatu yhteensä 261 erillistä valaisukohtetta kohteiden yhteispituuden ollessa 334.4 km. Vuoden 1974 lopussa oli maassamme yleisiä teitä valaistua yhteensä 3848.3 km, joten tutkimuksen piirissä on n. 8.7 % valaistuksista. /4/

Tutkimuksen mukana olevat valaisukohteet jakautuivat piireittäin taulukon 1 mukaisesti.

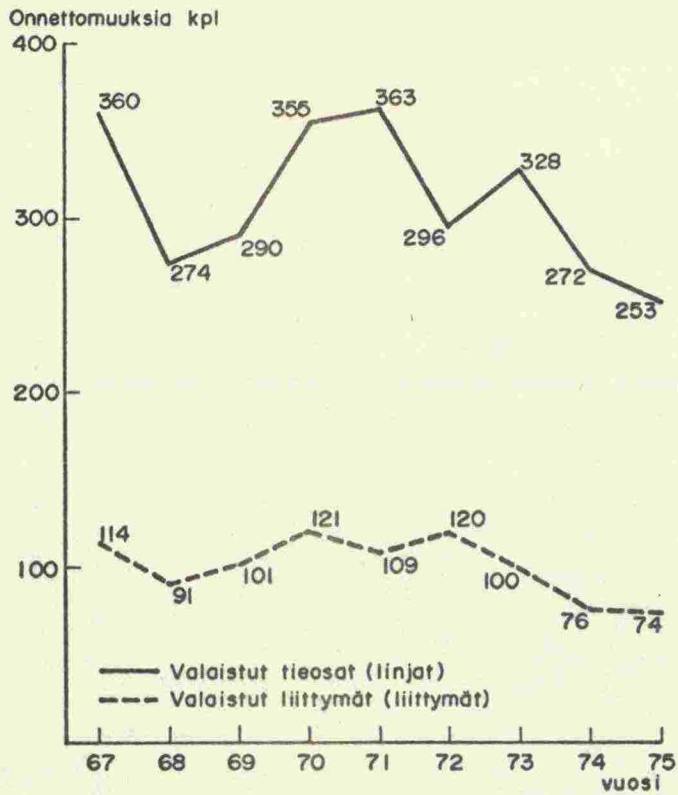
Taulukko 1.

	Linjat ¹⁾	Liittymät ²⁾
01 Uusimaa	94	74
02 Turku	1	9
04 Häme	7	19
05 Kymi	5	11
06 Mikkelä	6	15
07 Pohjois-Karjala	11	25
08 Kuopio	1	2
09 Keski-Suomi	5	11
10 Vaasa	14	22
11 Keski-Pohjanmaa	5	12
12 Oulu	25	41
13 Kainuu	7	4
14 Lappi	6	4
Koko maa	187 kpl	249 kpl

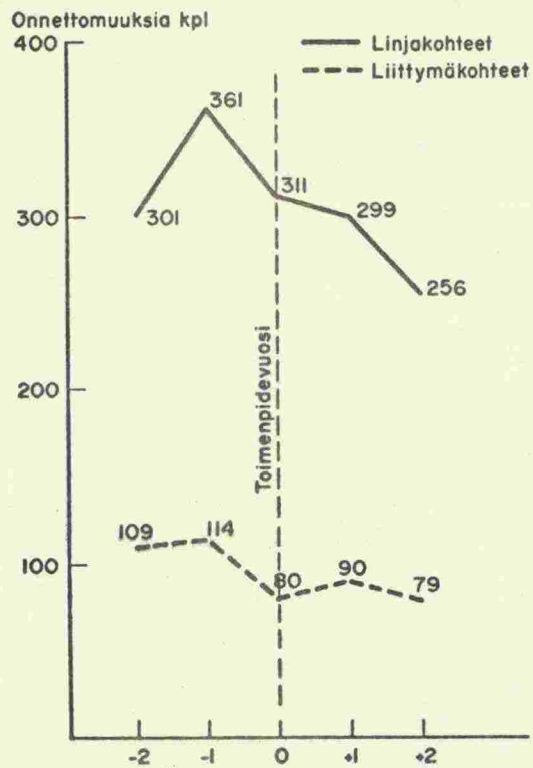
Tutkimuskohteissa sattuneiden onnettomuuksien kehitys on esitetty kuvissa 1, 2 ja 3.

1) Linjakohteilla tarkoitetaan sellaisia kohteita, joissa tievalaistuksen katsotaan palvelevan muutakin aluetta kuin pelkkää liittymää. Linjakohteet voivat sisältää liittymiä.

2) Liittymäkohteilla tarkoitetaan sellaisia kohteita, joissa valaistus on rakennettu palvelemaan tiettyä liittymää. Liittymäkohteet voivat olla joko erillisiä tai ne voivat kuulua osana linjaan.

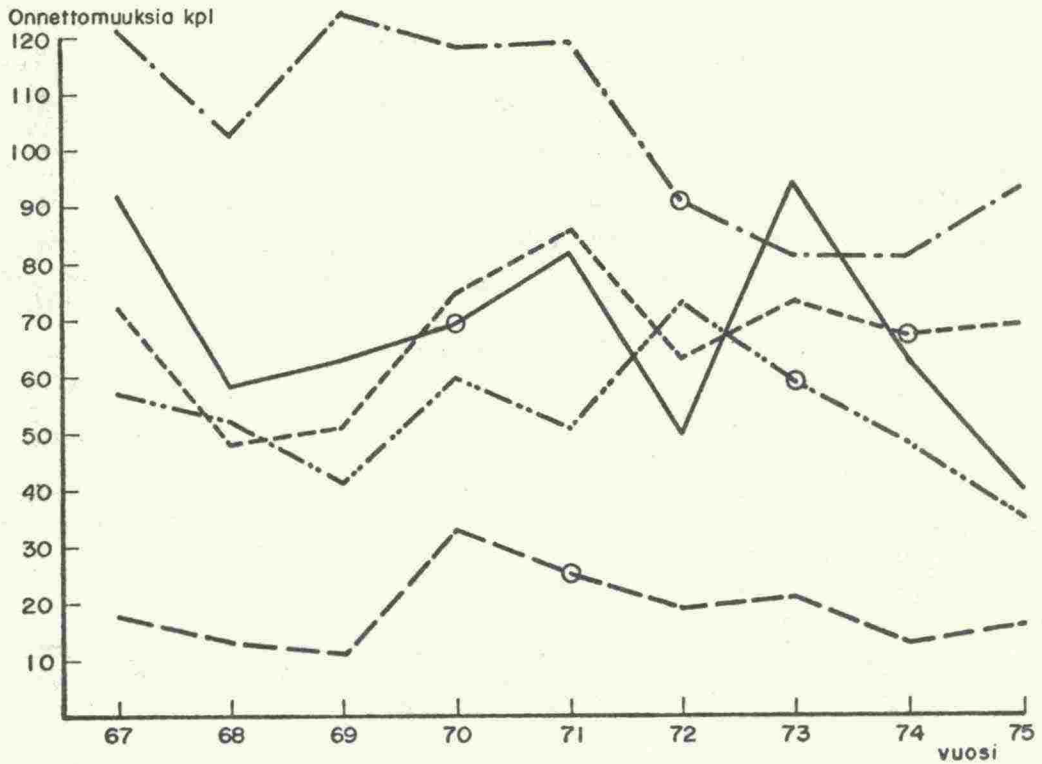


Kuva 1



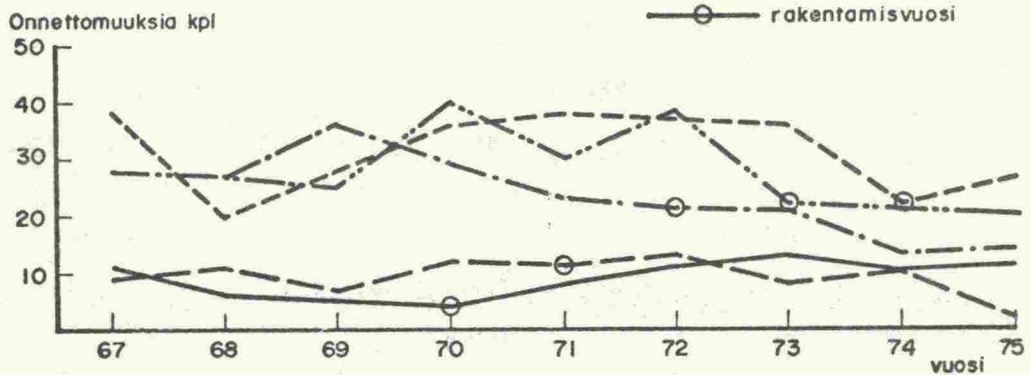
Valaistuskohdeissa tapahtuneet ennen-
jälkeen onnettomuudet

Kuva 2



Valaistut tieosat (linjat)

— vuonna 70 rakennetut
 - - - " 71 "
 - · - " 72 "
 · · · " 73 "
 - - - - " 74 "
 ○ — rakentamisvuosi

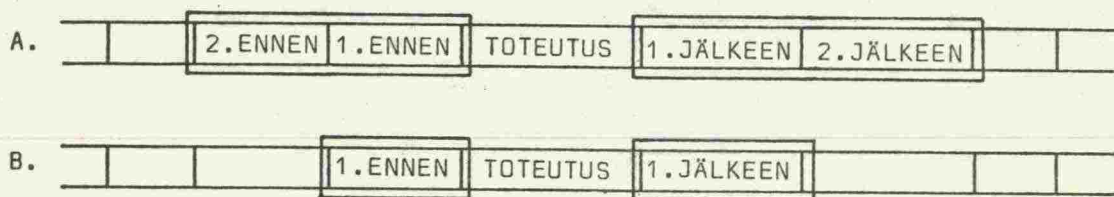


Valaistut liittymät (liittymät)

Kuva 3

3. TUTKIMUSMENETELMÄT

Jäljempänä kohdassa 4 ilmoitetuin kriteerein valituista kohteista poimituista onnettomuustiedoista suoritettiin ns. ennen-jälkeen analyysi siten, että tarkastettiin onnettomuuksia, jotka ovat sattuneet ennen valaistuksen toteuttamista ja onnettomuuksia, jotka ovat sattuneet valaistuksen toteuttamisen jälkeen. Valaistuksen toteuttamisvuosi jätettiin kussakin kohteessa tarkastelun ulkopuolelle. Jotta maan yleinen liikennemäärien ja -suoritteiden kehitys sekä muut liikenneolosuhteiden muutokset eivät kohtuuttomasti olisi heikentäneet tulosten luotettavuutta, otettiin kussakin kohteessa tutkittavaksi korkeintaan kaksi ennen ja kaksi jälkeen vuotta, jolloin saatiin kuvan 4 mukaiset tarkasteluasetelmat.



Kuva 4. Ennen-jälkeen jaksojen muodostaminen

Kussakin kohteessa tuli olla yhtä monta ennen- ja jälkeenvuotta ja mahdollisuuksien mukaan pyrittiin aina käyttämään kuvan 4 kombinaatiota A, jolloin onnettomuuslukumäärinä käytettiin sekä ennen- että jälkeen-tilanteessa kahden vuoden onnettomuusmäärien keskiarvoa (pyöristettynä kohteista saatujen onnettomuuslukumäärien yhteenlaskun jälkeen lähimpään kokonaislukuun). Näin saaduista kohteittaisista ennen ja jälkeen jaksoista muodostettiin yksi kokonaisuus, jota käytettiin lähtöarvona onnettomuusmuutoksien laskemisessa.

$$\sum_{j=70}^{74}$$

$$\sum_{i=1}^n$$

$$(ENNEN)_{ij} = ENNEN$$

(1a)

$$\sum_{j=70}^{74} \sum_{i=1}^n (\text{JÄLKEEN})_{ij} = \text{JÄLKEEN} \quad (1b)$$

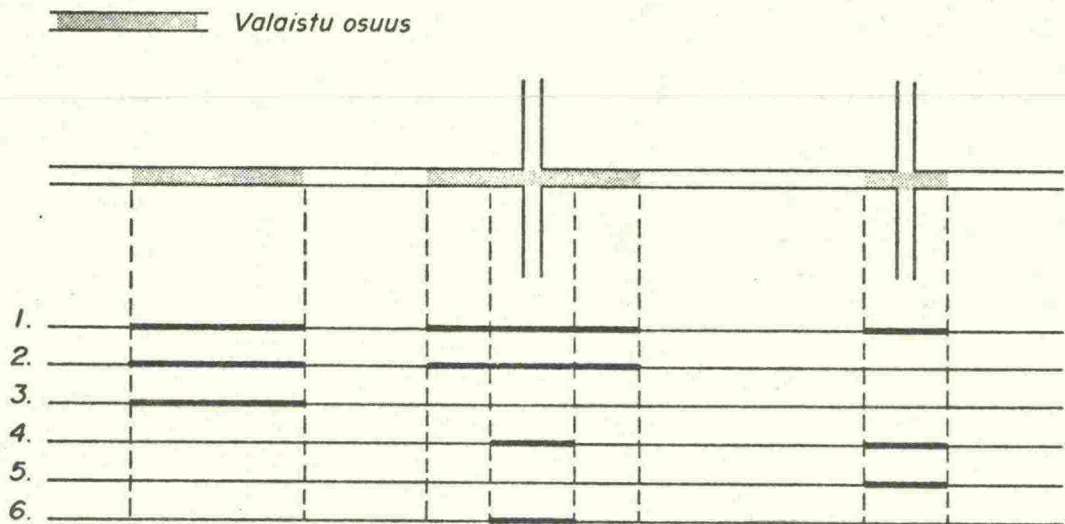
Tulosten matemaattisessa käsittelyssä on sovellettu liitteessä 1 esitettyjä periaatteita ja vertailuaineistona Y on käytetty tutkimuskohteissa päivänvalossa sattuneita onnettomuuksia. Hämärässä sattuneita onnettomuuksia ei tutkimuksessa ole otettu huomioon.

4. TUTKIMUSAINEISTON JAKAMINEN RYHMIIN

Tutkimusaineisto on jaettu kahteen pääryhmään sen perusteella, onko kysymyksessä linjakohde vaiko liittymäkohde. Linjakohteilla tarkoitetaan sellaisia kohteita, joissa valaistus on ulotettu selvästi liittymäalueiden ulkopuolelle. Linjakohteet voivat sisältää myös liittymiä (vert. kuva 5). Liittymäkohteilla tarkoitetaan puolestaan sellaisia kohteita, joissa valaistus on rakennettu palvelemaan pelkästään yleisen tien liittymää (huom. ei yksityisen tien, kadun tms. liittymää). Liittymäkohteet voivat olla täysin erillisiä kohteita tai ne voivat kuulua osana linjakohteeseen (vert. kuva 5).

Tutkimuksessa on kohteet jaettu kuvan 5 mukaisiin ryhmiin, joita kutakin ryhmää on käsitelty erikseen. Ryhmä 1 käsittää sekä linjakohteet että liittymäkohteet ollen yhdistelmäryhmistä 2 ja 5. Ryhmä 2 käsittää kaikki linjakohteet sekä sellaiset, jotka sisältävät liittymiä että sellaiset, jotka eivät sisällä liittymiä. Ryhmään 3 kuuluvat sellaiset linjakohteet, jotka eivät sisällä liittymiä. Ryhmä 4 sisältää kaikki liittymäkohteet. Ryhmä 5 sisältää erilliset liittymäkohteet ja ryhmä 6 sisältää sellaiset liittymäkohteet, jotka kuuluvat osana linjakohteisiin.

Valaistuskohdeissa samanaikaisesti valaistuksen toteuttamisen kanssa suoritettujen toimenpiteiden vaikutuksen selvittämiseksi on kukin edellä esitetty ryhmä jaettu edelleen 64:ään alaryhmään erilaisten tie- ja liikenneolosuhteiden perusteella. Alaryhmäjako on esitetty liitteessä 3.



1. Koko tutkimusaineisto
2. Valaistut tieosat (=linjat)
3. Tieosat, jotka eivät sisällä liittymiä (=puhtaat linjat)
4. Liittymät
5. Erilliset liittymät
6. Liittymät osana linjaa

Kuva 5. Kohteiden pääryhmäjako

Taulukko 3. Tutkimusaineiston onnettomuuksien jakautuminen eri valaistusolosuhteiden mukaan (%)

		Päivänvalo			Hämärä			Pimeä		
		E	J	YHT	E	J	YHT	E	J	YHT
Ryhmä 1	O_{tot}	56.8	60.7	58.5	9.7	11.5	10.5	33.5	27.7	31.0
Kaikki	O_{hv}	57.3	61.4	59.1	10.2	10.4	10.3	32.5	28.2	30.6
	O_{ov}	56.3	60.1	58.0	9.2	12.5	10.7	34.5	27.4	31.3
Ryhmä 2	O_{tot}	56.9	61.1	58.7	9.7	11.4	10.5	33.4	27.5	30.8
Linjat	O_{hv}	56.7	62.7	59.3	10.7	9.8	10.3	32.6	27.5	30.4
	O_{ov}	57.0	59.7	58.2	8.8	12.8	10.6	34.1	27.5	31.1
Ryhmä 3	O_{tot}	52.2	60.2	55.8	13.2	12.4	12.8	34.6	27.4	31.4
Linjat ilman liittymiä	O_{hv}	54.1	65.6	59.2	10.8	8.9	10.0	35.1	25.6	30.8
	O_{ov}	50.4	55.2	52.6	15.4	15.6	15.5	34.2	29.2	31.9
Ryhmä 4	O_{tot}	58.1	61.5	59.6	8.8	12.5	10.4	33.1	26.0	30.0
Liittymät	O_{hv}	61.0	56.8	59.2	6.8	15.9	10.7	32.2	27.3	28.2
	O_{ov}	55.8	65.0	59.9	10.4	10.0	10.2	33.8	25.0	29.9
Ryhmä 5	O_{tot}	55.6	55.3	55.4	9.5	13.2	10.9	34.9	31.6	33.7
Erilliset liittymät	O_{hv}	65.2	40.0	55.3	4.3	20.0	10.5	30.4	40.0	34.2
	O_{ov}	50.0	65.2	55.6	12.5	8.7	11.1	37.5	26.1	33.3
Ryhmä 6	O_{tot}	60.3	65.2	62.6	8.2	12.1	10.1	31.5	22.7	27.3
Liittymät osana linjaa	O_{hv}	58.3	65.5	61.5	8.3	13.8	10.8	33.3	20.7	21.5
	O_{ov}	62.2	64.9	63.5	8.1	10.8	9.5	29.7	24.3	27.0

Taulukossa 3 kohtaan "pimeä" kuuluvat sekä sellaiset tapaukset joissa tie on valaistu että sellaiset tapaukset joissa tie on valaisematon.

Taulukosta 3 havaitaan tutkimusaineiston onnettomuuksien jakautuvan eri valoisuusolosuhteiden mukaan suunnilleen samalla tavalla kuin koko maan onnettomuudet.

Onnettomuusmäärien muutosprosenttien laskemista varten on kustakin ryhmästä etsitty seuraavat tiedot sekä "ennen" että "jälkeen" -tilanteessa.

O_{hv} = henkilövahinkoihin johtaneiden onnettomuuksien lukumäärä

O_{ov} = omaisuusvahinkoihin johtaneiden onnettomuuksien lukumäärä

O_{tot} = kaikkien onnettomuuksien lukumäärä

Toisaalta onnettomuudet on jaettu tapahtumahetkellä vallinneiden valoisuusolosuhteiden perusteella neljään ryhmään

PÄ = päivänvalo

HÄ = hämärä

VAL+PI = pimeä (tie valaistu tai valaisematon)

KAIKKI

Näin menetellen on kustakin ryhmästä muodostettu taulukko, jonka perusteella on laskettu onnettomuuksien muutosprosentit vakavuusasteittain eri ryhmissä.

Taulukko 4. Esimerkkitaulukko

Vakavuus		Onnettomuudet valoisuuden mukaan			
		PÄ	HÄ	VAL+PI	YHT.
Kuol.joht.	Yht.	29	4	35	68
	Ennen	18	3	22	43
	Jälkeen	11	1	13	25
Vamm.joht.	Yht.	305	54	136	495
	Ennen	163	31	82	276
	Jälkeen	142	23	54	219
Om.vah.joht.	Yht.	350	64	187	601
	Ennen	187	29	112	328
	Jälkeen	163	35	75	273
Kaikki	Yht.	684	122	358	1164
	Ennen	368	63	216	647
	Jälkeen	316	59	142	517

ESIMERKKI: Sovelletaan taulukkoon 4 liitteen 1 laskukaavaa. Tarkastellaan kaikkia onnettomuuksia.

- päivänvalossa sattuneet onnettomuudet ennen $Y_e = 368$
- päivänvalossa sattuneet onnettomuudet jälkeen $Y_j = 316$
- pimeässä sattuneet onnettomuudet ennen $X_e = 216$
- pimeässä sattuneet onnettomuudet jälkeen $X_j = 142$

$$\text{laskukaava} \quad \left[\frac{X_j \times Y_e}{X_e \times Y_j} - 1 \right] \times 100 = p \quad (2a)$$

$$\text{sijoitus} \implies \left[\frac{142 \times 368}{216 \times 316} - 1 \right] \times 100 = -23.4 \% \quad (2b)$$

Todetaan, että pimeänä aikana sattuneet onnettomuudet ovat vähentyneet valaistuksen toteuttamisen jälkeen 23.4 % suhteessa päivänvalossa sattuneisiin onnettomuuksiin.

5.1 Onnettomuuksien muutosprosentit eri ryhmissä

5.11 Ryhmä 1 (Koko tutkimusaineisto)

Tähän ryhmään kuuluvat kaikki linjakohteet, myös sellaiset, jotka sisältävät liittymiä sekä erilliset liittymät. Kohteita on tässä ryhmässä yhteensä 261 kappaletta ja niiden yhteispituus on 334.4 km. Kohteissa sattui tutkimusajanjakson aikana yhteensä 1265 onnettomuutta, joista ennen valaistuksen rakentamista 710 (56.1 %) ja valaistuksen toteuttamisen jälkeen 555 (43.9 %). Onnettomuudet jakautuivat vakavuusasteiden ja valoisuusolosuhteiden perusteella taulukon 5A mukaisesti.

Taulukko 5A

Vakavuus		PÄ	VAL+PI
O_{hv}	Yhteensä	355	184
	Ennen	196	111
	Jälkeen	159	73
O_{ov}	Yhteensä	385	208
	Ennen	207	127
	Jälkeen	178	81
O_{tot}	Yhteensä	740	392
	Ennen	403	238
	Jälkeen	337	154

Taulukko 5B

Vakavuus		PÄ	VAL+PI
O _{ku}	Yhteensä	25	28
	L	10	9
	P	0	2
	V	15	17
O _{vamm.}	Yhteensä	103	66
	L	39	20
	P	18	7
	V	46	39
O _{ov}	Yhteensä	120	73
	L	54	20
	P	14	14
	V	52	39

L = niiden kohteiden lukumäärä, joissa onnettomuudet ovat lisääntyneet

P = niiden kohteiden lukumäärä, joissa onnettomuudet ovat pysyneet ennallaan

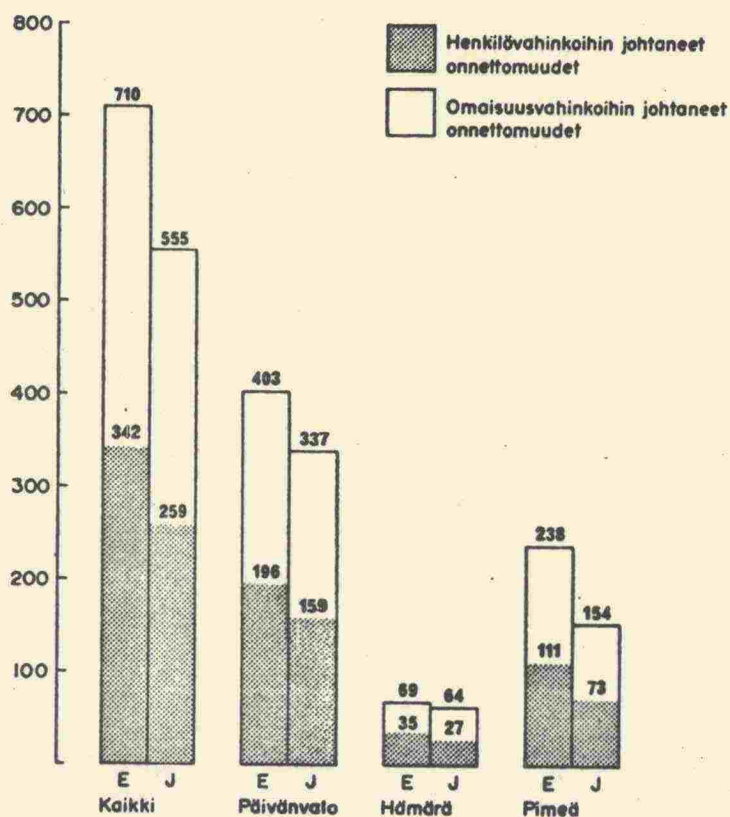
V = niiden kohteiden lukumäärä, joissa onnettomuudet ovat vähentyneet.

Kohteissa sattuneiden kaikkien onnettomuuksien muutos ennen-jälkeen jaksojen välillä on ollut -21.8 %, henkilövahinkoihin johtaneiden onnettomuuksien muutos -24.3 % ja omaisuusvahinkoihin johtaneiden onnettomuuksien muutos -19.6 %.

Soveltamalla liitteen 1 laskukaavoja (vert. esimerkki kohta 5 sivu 12) saadaan valaistuksen ansiosta aiheutuviksi pimeään aikaisten onnettomuuksien muutoksiksi seuraavat prosenttiluvut:

- valaistus on vähentänyt pimeään aikaisia onnettomuuksia 22.6 %
- valaistus on vähentänyt pimeään aikaisia henkilövahinkoihin johtaneita onnettomuuksia 18.9 %

- valaistus on vähentänyt pimeään aikaisia omaisuusvahinkoihin johtaneita onnettomuuksia 25.8 %.



Kuva 6. Tutkimuskohteissa sattuneet onnettomuudet ennen valaistuksen toteuttamista (=E) ja valaistuksen toteuttamisen jälkeen (=J) (Ryhmä 1)

5.12 Ryhmä 2 (Valaistut tieosat; linjat)

Tähän ryhmään kuuluvat kaikki linjakohteet, myös sellaiset, jotka sisältävät liittymiä. Kohteita on tässä ryhmässä kaikkiaan 187 kappaletta ja niiden yhteispituus on 296.9 km. Kohteissa sattui tutkimusajanjakson aikana yhteensä 1164 onnettomuutta, joista ennen jaksolla 647 (55.6 %) ja jälkeen jaksolla 517 (44.4 %). Onnettomuudet jakautuivat vakavuusasteen ja valoisuusolosuhteiden perusteella taulukon 6A mukaisesti.

Taulukko 6A

Vakavuus		PÄ	VAL+PI
D_{hv}	Yhteensä	334	171
	Ennen	181	104
	Jälkeen	153	67
D_{ov}	Yhteensä	350	187
	Ennen	187	112
	Jälkeen	163	75
D_{tot}	Yhteensä	684	358
	Ennen	368	216
	Jälkeen	316	142

Taulukko 6B

Vakavuus		PÄ	VAL+PI
D_{ku}	Yhteensä	2	4
	L	1	2
	P	0	0
	V	1	2
$D_{vamm.}$	Yhteensä	23	9
	L	13	3
	P	2	0
	V	8	6
D_{ov}	Yhteensä	27	14
	L	15	5
	P	3	1
	V	9	8

L = niiden kohteiden lukumäärä, joissa onnettomuudet ovat lisääntyneet

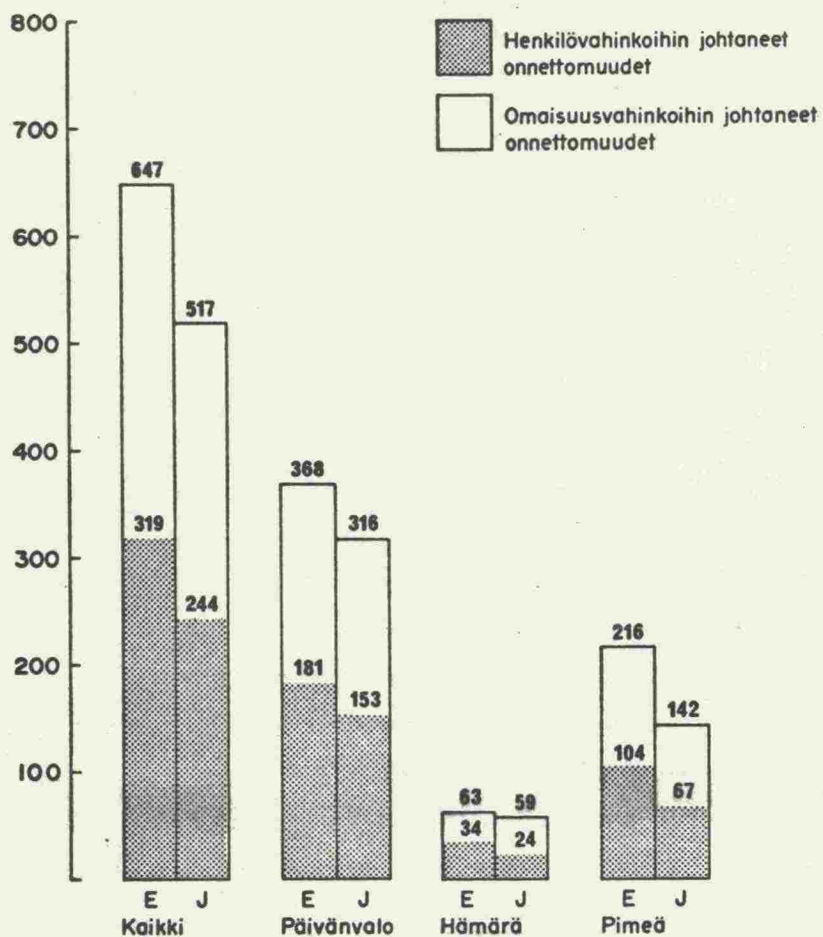
P = niiden kohteiden lukumäärä, joissa onnettomuudet ovat pysyneet ennallaan

V = niiden kohteiden lukumäärä, joissa onnettomuudet ovat vähentyneet.

Kohteissa sattuneiden onnettomuuksien muutos ennen-jälkeen jaksojen välillä on ollut -20.1 %, henkilövahinkoihin johtaneiden onnettomuuksien muutos -23.5 % ja omaisuusvahinkoihin johtaneiden onnettomuuksien muutos -16.8 %.

Soveltamalla edellä mainittuja laskukaavoja saadaan seuraavat tulokset:

- valaistus on vähentänyt pimeän aikaisia onnettomuuksia 23.4 %
- valaistus on vähentänyt pimeän aikaisia henkilövahinkoihin johtaneita onnettomuuksia 23.8 %
- Valaistus on vähentänyt pimeän aikaisia omaisuusvahinkoihin johtaneita onnettomuuksia 23.2 %.



Kuva 7. Tutkimuskohteissa sattuneet onnettomuudet ennen valaistuksen toteuttamista (=E) ja valaistuksen toteuttamisen jälkeen (=J) (Ryhmä 2)

5.13 Ryhmä 3 (Linjat, jotka eivät sisällä liittymiä)

Tähän ryhmään kuuluvat kaikki sellaiset linjakohteet, jotka eivät sisällä yleisen tien liittymiä. Kohteita tässä ryhmässä on yhteensä 79 kappaletta ja niiden yhteispituus on 109.9 km. Kohteissa sattui tutkimusajanjakson aikana yhteensä 414 onnettomuutta, joista ennen jaksolla 228 (55.1 %) ja jälkeen jaksolla 186 (44.9 %). Onnettomuudet jakoutuivat vakavuusasteen ja valoisuusolosuhteiden perusteella taulukon 7A mukaisesti.

Taulukko 7A

Vakavuus		PÄ	VAL+PI
D_{hv}	Yhteensä	119	62
	Ennen	60	39
	Jälkeen	59	23
D_{ov}	Yhteensä	112	68
	Ennen	59	40
	Jälkeen	53	28
D_{tot}	Yhteensä	231	130
	Ennen	119	79
	Jälkeen	112	51

Taulukko 7B

Vakavuus		PÄ	VAL+PI
D_{ku}	Yhteensä	5	8
	L	1	2
	P	0	1
	V	4	5
$D_{vamm.}$	Yhteensä	25	16
	L	11	3
	P	4	3
	V	10	10
D_{ov}	Yhteensä	33	23
	L	19	6
	P	5	6
	V	9	11

L = niiden kohteiden lukumäärä, joissa onnettomuudet ovat lisääntyneet

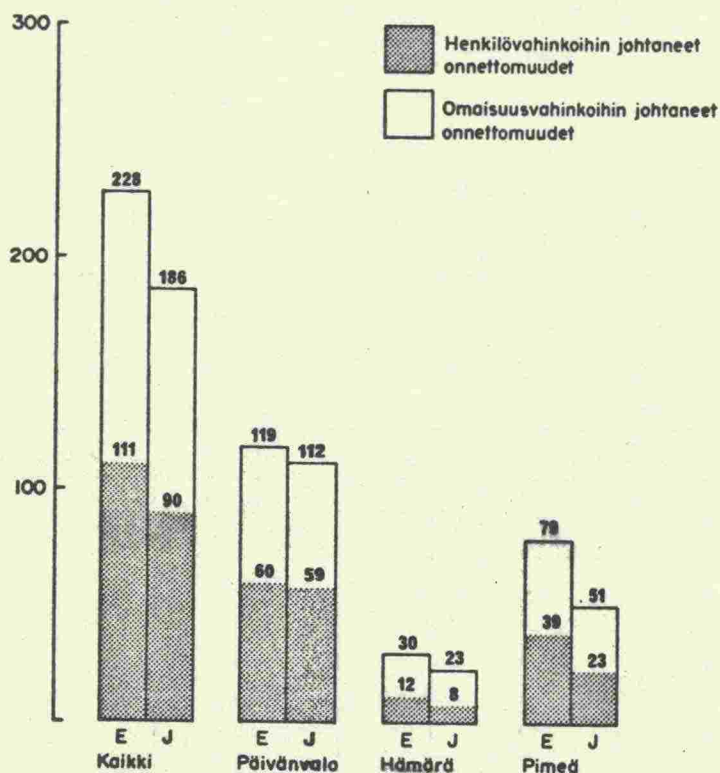
P = niiden kohteiden lukumäärä, joissa onnettomuudet ovat pysyneet ennallaan

V = niiden kohteiden lukumäärä, joissa onnettomuudet ovat vähentyneet.

Kohteissa sattuneiden onnettomuuksien muutos ennen-jälkeen jaksojen välillä on ollut -18.4 %, henkilövahinkoihin johtaneiden onnettomuuksien muutos -18.9 % ja omaisuusvahinkoihin johtaneiden onnettomuuksien muutos -17.9 %.

Soveltamalla edellä mainittuja laskukaavoja saadaan seuraavat tulokset:

- valaistus on vähentänyt pimeän aikaisia onnettomuuksia 31.4 %
- valaistus on vähentänyt pimeän aikaisia henkilövahinkoihin johtaneita onnettomuuksia 40.0 %
- valaistus on vähentänyt pimeän aikaisia omaisuusvahinkoihin johtaneita onnettomuuksia 22.1 %.



Kuva 8. Tutkimuskohteissa sattuneet onnettomuudet ennen valaistuksen toteuttamista (=E) ja valaistuksen toteuttamisen jälkeen (=J) (Ryhmä 3)

5.14 Ryhmä 4 (Liittymät)

Tähän ryhmään kuuluvat kaikki liittymäkohteet; sekä erilliset liittymät että sellaiset liittymät, jotka kuuluvat osana linjaan. Kohteita tässä ryhmässä on yhteensä 249 kappaletta ja niiden yhteispituus on 40.6 km. Kohteissa sattui tutkimusajanjakson aikana yhteensä 240 onnettomuutta, joista 136 (56.7 %) ennen jaksolla ja 104 (43.3 %) jälkeen jaksolla. Onnettomuudet jakautuivat vakavuusasteen ja valoisuusolosuhteiden perusteella taulukon 8A mukaisesti.

Taulukko 8A

Vakavuus		PÄ	VAL+PI
D_{hv}	Yhteensä	61	31
	Ennen	36	19
	Jälkeen	25	12
D_{ov}	Yhteensä	82	41
	Ennen	43	26
	Jälkeen	39	15
D_{tot}	Yhteensä	143	72
	Ennen	79	45
	Jälkeen	64	27

Taulukko 8B

Vakavuus		PÄ	VAL+PI
D_{ku}	Yhteensä	9	6
	L	6	2
	P	0	0
	V	3	4
$D_{vamm.}$	Yhteensä	39	20
	L	13	8
	P	3	1
	V	23	11
D_{ov}	Yhteensä	48	22
	L	22	8
	P	3	3
	V	23	11

L = niiden kohteiden lukumäärä, joissa onnettomuudet ovat lisääntyneet

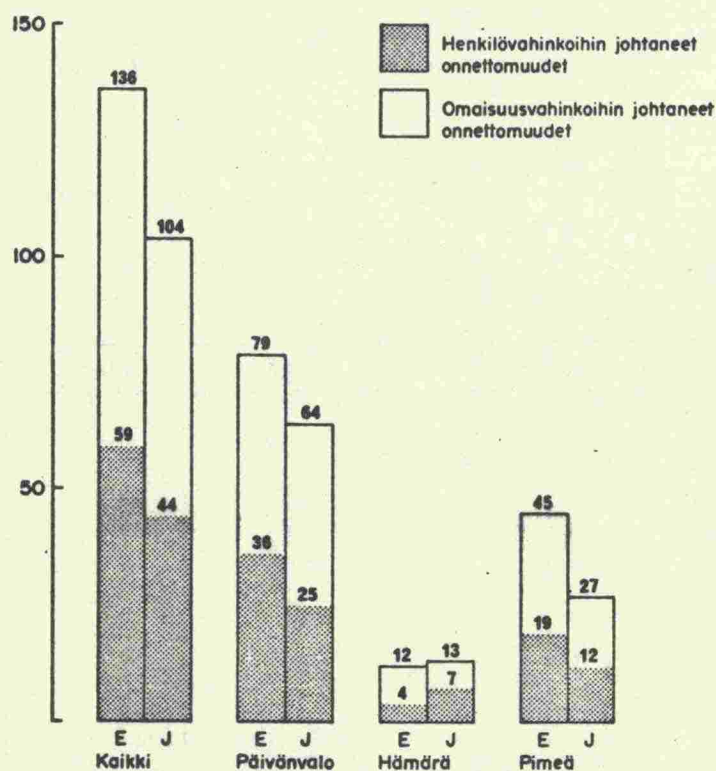
P = niiden kohteiden lukumäärä, joissa onnettomuudet ovat pysyneet ennallaan

V = niiden kohteiden lukumäärä, joissa onnettomuudet ovat vähentyneet.

Kohteissa sattuneiden onnettomuuksien muutos ennen-jälkeen jaksojen välillä on ollut -23.5 %, henkilövahinkoihin johtaneiden onnettomuuksien muutos -25.4 % ja omaisuusvahinkoihin johtaneiden onnettomuuksien muutos -28.3 %.

Soveltamalla edellä mainittuja laskukaavoja saadaan seuraavat tulokset:

- valaistus on vähentänyt pimeän aikaisia onnettomuuksia 25.9 %
- valaistus on vähentänyt pimeän aikaisia henkilövahinkoihin johtaneita onnettomuuksia 9.1 %
- valaistus on vähentänyt pimeän aikaisia omaisuusvahinkoihin johtaneita onnettomuuksia 36.4 %.



Kuva 9. Tutkimuskohteissa sattuneet onnettomuudet ennen valaistuksen toteuttamista (=E) ja valaistuksen toteuttamisen jälkeen (=J) (Ryhmä 4)

5.15 Ryhmä 5 (Erilliset liittymät)

Tähän ryhmään kuuluvat kaikki sellaiset liittymät, jotka eivät kuulu osana linjaan. Kohteita tässä ryhmässä on yhteensä 74 kappaletta, ja niiden yhteispituus on 37.5 km. Kohteissa sattui tutkimusajanjakson aikana 101 onnettomuutta, joista 63 (62.4 %) ennen jaksolla ja 38 (37.6 %) jälkeen jaksolla. Onnettomuudet jakautuivat vakavuusasteen ja valoisuusolosuhteiden perusteella taulukon 9A mukaisesti.

Taulukko 9A

Vakavuus		PÄ	VAL+PI
O_{hv}	Yhteensä	21	13
	Ennen	15	7
	Jälkeen	6	6
O_{ov}	Yhteensä	35	21
	Ennen	20	15
	Jälkeen	15	6
O_{tot}	Yhteensä	56	34
	Ennen	35	22
	Jälkeen	21	12

Taulukko 9B

Vakavuus		PÄ	VAL+PI
O_{ku}	Yhteensä	3	3
	L	2	1
	P	0	0
	V	1	2
$O_{vamm.}$	Yhteensä	12	8
	L	2	4
	P	1	1
	V	9	3
O_{ov}	Yhteensä	15	8
	L	6	1
	P	1	2
	V	8	5

L = niiden kohteiden lukumäärä, joissa onnettomuudet ovat lisääntyneet

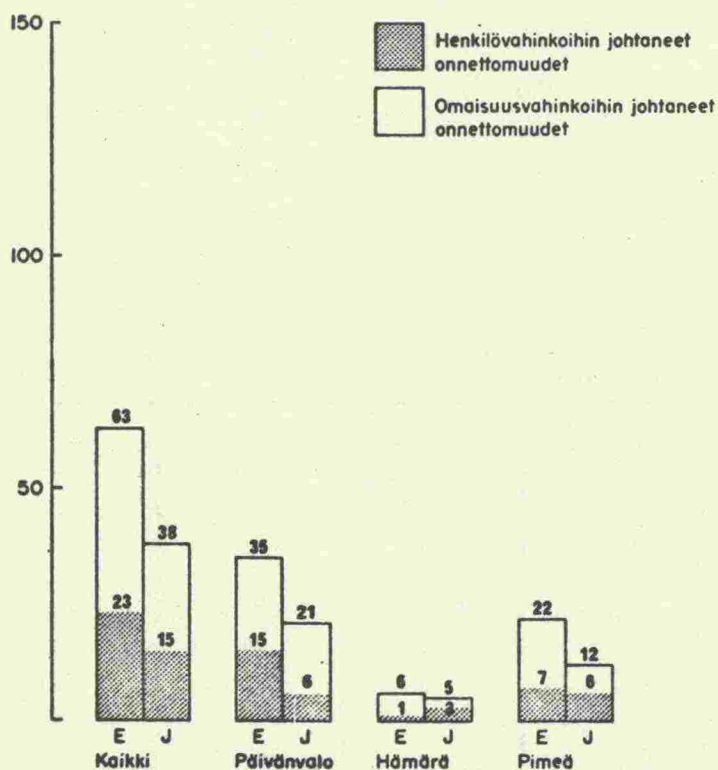
P = niiden kohteiden lukumäärä, joissa onnettomuudet ovat pysyneet ennallaan

V = niiden kohteiden lukumäärä, joissa onnettomuudet ovat vähentyneet.

Kohteissa sattuneiden onnettomuuksien muutos ennen-jälkeen jaksojen välillä on ollut -39.7 %, henkilövahinkoihin johtaneiden onnettomuuksien muutos -34.8 % ja omaisuusvahinkoihin johtaneiden onnettomuuksien muutos -42.5 %.

Soveltamalla edellä mainittua laskukaavaa saadaan seuraavat tulokset:

- valaistus on vähentänyt pimeän aikaisia onnettomuuksia 9.1 %
- valaistuksen toteuttamisen jälkeen pimeän aikaiset henkilövahinkoihin johtaneet onnettomuudet ovat lisääntyneet 114.3 % (huom. pieni aineisto)
- valaistus on vähentänyt pimeän aikaisia omaisuusvahinkoihin johtaneita onnettomuuksia 46.7 %.



Kuva 10. Tutkimuskohteissa sattuneet onnettomuudet ennen valaistuksen toteuttamista (=E) ja valaistuksen toteuttamisen jälkeen (=J) (Ryhmä 5)

5.16 Ryhmä 6 (Liittymät osana linjaa)

Tähän ryhmään kuuluvat kaikki sellaiset liittymät, jotka ovat osana linjaa. Kohteita tässä ryhmässä on yhteensä 175 kappaletta, ja niiden yhteispituus on 3.1 km. Kohteissa sattui tutkimusajanjakson aikana yhteensä 139 onnettomuutta, joista 73 (52.5 %) ennen jaksolla ja 66 (47.5 %) jälkeen jaksolla. Onnettomuudet jakautuivat vakavuusasteen ja va- laistusolosuhteiden perusteella taulukon 10A mukaisesti.

Taulukko 10A

Vakavuus		PÄ	VAL+PI
O_{hv}	Yhteensä	40	18
	Ennen	21	12
	Jälkeen	19	6
O_{ov}	Yhteensä	47	20
	Ennen	23	11
	Jälkeen	24	9
O_{tot}	Yhteensä	87	38
	Ennen	44	23
	Jälkeen	43	15

Taulukko 10B

Vakavuus		PÄ	VAL+PI
O_{ku}	Yhteensä	6	3
	L	4	1
	P	0	0
	V	2	2
$O_{loukk.}$	Yhteensä	27	12
	L	11	4
	P	2	0
	V	14	8
O_{ov}	Yhteensä	33	14
	L	16	7
	P	2	1
	V	15	6

L = niiden kohteiden lukumäärä, joissa onnettomuudet ovat lisääntyneet

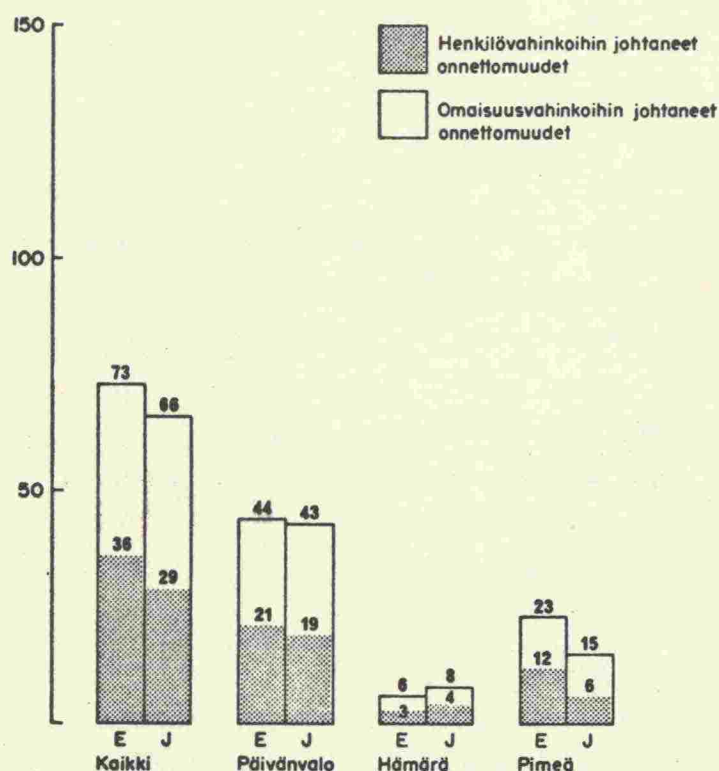
P = niiden kohteiden lukumäärä, joissa onnettomuudet ovat pysyneet ennallaan

V = niiden kohteiden lukumäärä, joissa onnettomuudet ovat vähentyneet.

Kohteissa sattuneiden onnettomuuksien muutos ennen-jälkeen jaksojen välillä on ollut -9.6 %, henkilövahinkoihin johtaneiden onnettomuuksien muutos -19.4 % ja omaisuusvahinkoihin johtaneiden onnettomuuksien muutos +-0.0 %.

Soveltamalla edellä esitettyä laskukaavaa saadaan seuraavat tulokset:

- valaistus on vähentänyt pimeän aikaisia onnettomuuksia 33.3 %
- valaistus on vähentänyt pimeän aikaisia henkilövahinkoihin johtaneita onnettomuuksia 44.7 %
- valaistus on vähentänyt pimeän aikaisia omaisuusvahinkoihin johtaneita onnettomuuksia 21.6 %.



Kuva 11. Tutkimuskohteissa sattuneet onnettomuudet ennen valaistuksen toteuttamista (=E) ja valaistuksen toteuttamisen jälkeen (=J) (Ryhmä 6)

5.2 Muutosprosenttien vaihtelu erilaisten tie- ja liikenneolosuhteiden mukaan

Erilaisten tie- ja liikenneolosuhteiden (liikennemäärä, nopeusrajoitus, tien poikkileikkaus jne) vaikutusta muutosprosenttien suuruuteen pyrittiin selvittämään siten, että jokainen pääryhmä jaettiin 64:ään alaryhmään liitteessä 3 esitettyin kriteerein. Kullekin alaryhmälle laskettiin muutosprosentit samoin perustein kuin pääryhmillekin (ks. liite 4). Näille alaryhmille lasketut onnettomuuksien muutosprosentit hajaantuivat kuitenkin siinä määrin, ettei mitään suoria johtopäätöksiä eri tekijöiden vaikutuksesta muutosprosenttien suuruuteen voitu tehdä.

Liikennemäärien vaikutuksesta voitaneen kuitenkin tehdä sellainen johtopäätös, että suuriliikenteisillä teillä valaistuksen liikenneturvallisuuksi parantava vaikutus näyttää olevan vähäisempi kuin pieniliikenteisillä teillä.

Nopeusrajoituksen muuttamisen ja valaistuksen rakentamisen yhteisvaikutus näyttää olevan sellainen, että jos nopeusrajoitusarvoa on valaistuksen yhteydessä pienennetty on valaistuksen vaikutus onnettomuuksien vähentäjänä vähäisempi kuin silloin, jos nopeusrajoitus on pysynyt ennallaan tai sitä on jopa suurennettu. Näin ollen näyttää siltä, että valaistuksen vaikutus suurilla nopeuksilla on parempi kuin pienillä nopeuksilla.

Vertailemalla erilaisia tien poikkileikkauksia voidaan todeta, että kaksiajorataisilla tai nelikaistaisilla teillä pimeän aikaiset onnettomuudet ovat yleensä lisääntyneet valaistuksen toteuttamisen jälkeen, kun ne yksiajorataisilla, kaksikaistaisilla teillä ovat yleisesti ottaen vähentyneet.

Valaistuksen vaikutusta kevyen liikenteen onnettomuuksiin ei ole voitu arvioida tutkimuskohteissa sattuneiden kevyen liikenteen onnettomuuksien vähäisen määrän vuoksi.

Myöskään erilaisten valaistustyyppien välisiä eroja ei ole

voitu selvittää aineiston pienuuden vuoksi.

5.3 Yhteenveto onnettomuuksien muutosprosentteista

Yleisesti ottaen voidaan todeta, että teiden ja liittymien valaisemisella voidaan parantaa liikenneturvallisuutta. Tievalaistuksen ansiosta voidaan olettaa pimeän aikaisten onnettomuuksien vähenevän n. 25 % (max = 33.3 % ja min = 9.1 %). Keskimääräisen henkilövahinkoihin johtaneiden onnettomuuksien muutoksen välillä ei ole merkittävää eroa. Merkittävää eroa ei voida myöskään havaita liittymä- ja linjakohteiden välillä, joskin valaistus näyttää olevan keskimääräisesti ottaen hieman tehokkaampi linjakohteissa.

Taulukko 11. Yhteenvetotaulukko onnettomuuksien muutosprosentteista eri ryhmissä

	ΔO_{tot}	ΔO_{hv}	ΔO_{ov}
Ryhmä 1	-22.6	-18.9	-25.8
Ryhmä 2	-23.4	-23.8	-23.2
Ryhmä 3	-31.4	-40.0	-22.1
Ryhmä 4	-25.9	- 9.1	-36.4
Ryhmä 5	- 9.1	+114.3 ^{x)}	-46.7
Ryhmä 6	-33.3	-44.7	-21.6

x) pieni aineisto

6. KUSTANNUKSET JA ONNETTOMUUSSÄÄSTÖT

Seuraavassa tarkastellaan valaistuksen toteuttamisesta aiheutuvia kokonaiskustannuksia sekä kustannuksia säästettyä onnettomuutta kohden. Kaikissa kustannuksissa on otettu huomioon vuotuinen korko (7.5 %) ja investointien kuoletusaikana on pidetty kahtakymmentä vuotta.

Valaistuskohteiden rakentamiskustannukset perustuvat piireiltä kerättyihin tietoihin, kun taas valaistuksesta aiheutuvat käyttö- ja kunnossapitokustannukset on arvioitu TVH:ssa tehdyn LTO-selvityksen /5/ perusteella. Valaistuskohteiden rakentamiskustannusten hajonta on erittäin suuri, mikä johtuu pääasiassa eri sähkölaitosten erilaisista hinnoitteluperusteista ja eritasoisista valaistusratkaisuista. Valaistuskohteiden jakautuminen valaistustyypeittäin on esitetty liitteessä 2.

TVH:n liikennetoimistossa vuonna 1976 tehdyn LTO-raportin mukaan ovat linjaosuuksille rakennettujen valaistuskohteiden vuotuiset käyttö- ja kunnossapitokustannukset n. 17 200 mk/km/v ja vastaavat liittymäkohteiden kustannukset n. 13 300 mk/liittymä/v laskettuna vuoden 1976 hintatasossa. Erään toisen selvityksen mukaan keskimääräiset onnettomuuskustannukset onnettomuutta kohden olivat v. 1975 n. 94 000 mk. Näitä lukuja pohjana käyttäen on laskettu kullekin ryhmälle valaistuksen kannattavuus. /2/ /5/

Valaistuksen kannattavuutta laskettaessa on käytetty nykyarvomenetelmää. Investoinnin nykyarvo voidaan laskea kaavalla 3. /7/

$$N = \sum_{t=1}^n \frac{y_t}{(1+r)^t} - K \quad (3)$$

missä N = nykyarvo
K = perusinvestointi
 y_t = säästö vuonna t

r = laskentakorko (7.5 %)
 n = investointiajanjakson pituus (20 vuotta)
 t = aika

Säästöjen nykyarvon likiarvo saadaan kaavalla

$$y = 5 \times \left(\frac{1}{2} D_0 y_0 + D_5 y_5 + D_{10} y_{10} + D_{15} y_{15} + \frac{1}{2} D_{20} y_{20} \right) \quad (4)$$

missä $D_t = (1+r)^{-t}$ = diskonttaustekijä
 y_t = säästö vuonna t

Koska seuraavissa laskelmissa oletetaan säästöjen pysyvän vakiona saa kaava 4 muodon

$$y = y_t \times \left[5 \times \left(\frac{1}{2} D_0 + D_5 + D_{10} + D_{15} + \frac{1}{2} D_{20} \right) \right] \quad (5a)$$

missä $D_0 = 1.000$
 $D_5 = 0.697$
 $D_{10} = 0.485$
 $D_{15} = 0.338$
 $D_{20} = 0.235$

Sijoittamalla lukuarvot kaavaan 5A saadaan:

$$y = y_t \times 10.69 \quad (5b)$$

Seuraavissa laskelmissa ei ole voitu ottaa huomioon toisaalta onnettomuuskustannusten eikä toisaalta käyttö- ja kunnossapitokustannusten mahdollisia muutoksia.

6.1 Kustannukset ja onnettomuussäästöt ryhmittäin

6.11 Ryhmä 1 (Kaikki)

Ryhmä 1 sisältää kaikkiaan 261 kohdetta, joista 74 on erillisiä liittymäkohteita ja 187 linjakohteita. Kohteiden yhteispituus on 334.4 km, joista linjakohteita 296.9 km. Kohteiden rakennuskustannukset ovat olleet n. 19.6 Mmk, joten keskimääräiseksi kilometrikustannukseksi saadaan n. 59 000 mk/km ja kustannuksiksi kohdetta kohden n. 75 000 mk.

Vuotuisiksi käyttö- ja kunnossapitokustannuksiksi saadaan:

liittymät 74 kpl	á	13 300 =	984 200 mk/v
linjat 296.9 km	á	17 200 =	<u>5106 680</u> mk/v
			6090 880 mk/v \approx 6.1 Mmk/v

Kohteissa tutkimusajanjaksona sattuneista 1265 onnettomuudesta sattui pimeässä 392 kpl (31.0 %). Vertailuaineistona käytetyt päivänvalossa sattuneet onnettomuudet vähenivät tutkimusaikana ennen arvosta 403 jälkeen arvoon 337 eli 16.4 %, minkä onnettomuuksien vähenemän on katsottu johtuvan yleisestä onnettomuuksien vähenemästä. Pimeän aikaisten onnettomuuksien odotettiin noudattavan samaa trendiä, eli vähenevän ennen arvosta 238 jälkeen arvoon 199. Todellisuudessa onnettomuudet vähenivät arvoon 154, joten valaistuksen katsottiin vähentäneen onnettomuuksia keskimäärin 45 kpl/vuosi (22.6 %). Yhden onnettomuuden hinnan ollessa 94 003 mk ovat onnettomuussäästöt vuodessa

$$45 \times 94\,003 \text{ mk} \approx 4.2 \text{ Mmk}$$

Koska vuotuiset käyttö- ja kunnossapitokustannukset ovat 6.1 Mmk ja onnettomuuksien vähenemisellä saavutettava säästö vain 4.2 Mmk, ei tarkasteltavia hankkeita voida pitää pelkästään onnettomuuskustannusten säästöjä tarkasteltaessa kannattavana.

Juoksevien kustannusten lisäyksen nykyarvo on

$$1.9 \text{ Mmk} \times 10.7 = 20.3 \text{ Mmk}$$

ja koko investoinnin nykyarvo näin ollen

$$20.3 + 19.6 = 39.9 \text{ Mmk}$$

Laskennallinen onnettomuuksien säästö on 900 säästettyä onnettomuutta/20 vuotta.

6.12 Ryhmä 2 (Valaistut tieosat; linjat)

Ryhmä 2 sisältää kaikkiaan 187 linjakohdetta. Kohteiden yhteispituus on 296.8 km ja niiden kokonaiskustannukset ovat olleet n. 16.5 Mmk. Keskimääräisiksi kilometrikustannuksiksi saadaan n. 56 000 mk ja kustannuksiksi kohdetta kohden n. 88 000 mk. Vuotuisiksi käyttö- ja kunnossapitokustannuksiksi on arvioitu n. 5.1 Mmk.

Samalla periaatteella kuin kohdassa 6.11 saadaan vuotuisiksi onnettomuussäästöiksi 44 onnettomuutta eli 33.5 % ja onnettomuussäästöjen arvoksi 4.1 Mmk/v.

Onnettomuussäästöjen ja käyttö- ja kunnossapitokustannusten erotus on 1.0 Mmk. Kokonaisinvestoinnin nykyarvoksi saadaan

$$10.7 \times 1.0 \text{ Mmk} + 16.5 \text{ Mmk} = 27.2 \text{ Mmk}$$

Onnettomuuksien säästöksi on arvioitu 880 onnettomuutta/20 vuotta.

6.13 Ryhmä 3 (Linjat, jotka eivät sisällä liittymiä)

Tämä ryhmä sisältää 79 sellaista linjakohdetta, joihin ei sisälly liittymiä. Kohteiden yhteispituus on 109.9 km ja rakennuskustannukset ovat olleet n. 4.5 Mmk. Keskimääräisiksi kilometrikustannuksiksi tulee n. 41 000 mk ja kustannuksiksi kohdetta kohden n. 57 000 mk. Vuotuisiksi käyttö- ja kunnossapitokustannuksiksi on arvioitu n. 1.9 Mmk.

Vuotuisiksi onnettomuussäästöiksi on saatu 23 onnettomuutta eli 31.4 % ja onnettomuussäästöjen arvoksi 2.2 Mmk/v.

Onnettomuussäästöjen ja käyttö- ja kunnossapitokustannusten erotus on -0.3 Mmk. Kokonaisinvestoinnin nykyarvoksi saadaan

$$-10.7 \times 0.3 \text{ Mmk} + 4.5 \text{ Mmk} = 1.3 \text{ Mmk}$$

Onnettomuuksien säästöksi on arvioitu 460 onnettomuutta/20 vuotta.

6.14 Ryhmä 4 (Liittymät)

Tämä ryhmä sisältää 249 liittymäkohdetta, joiden rakentamiskustannukset ovat olleet n. 8.4 Mmk. Keskimääräisiksi kustannuksiksi liittymää kohden saadaan n. 34 000 mk. Vuotuisiksi käyttö- ja kunnossapitokustannuksiksi on arvioitu 3.3 Mmk.

Vuotuisiksi onnettomuussäästöiksi on saatu 10 onnettomuutta eli 25.9 % ja onnettomuussäästöjen arvoksi 0.9 Mmk/v.

Onnettomuussäästöjen ja käyttö- ja kunnossapitokustannusten erotus on 2.4 Mmk. Kokonaisinvestoinnin nykyarvoksi saadaan

$$10.7 \times 2.4 \text{ Mmk} + 8.4 \text{ Mmk} = 34.1 \text{ Mmk}$$

Onnettomuuksien säästöksi on arvioitu 200 onnettomuutta/20 vuotta.

6.15 Ryhmä 5 (Erilliset liittymät)

Ryhmään 5 kuuluu 74 erillistä liittymää, joiden rakentamiskustannukset ovat olleet 3.1 Mmk. Keskimääräiseksi kustannukseksi liittymää kohden tulee n. 42 000 mk. Vuotuisiksi käyttö- ja kunnossapitokustannuksiksi on arvioitu 1.0 Mmk.

Vuotuisiksi onnettomuussäästöiksi on saatu 2 onnettomuutta eli 9.1 %, onnettomuussäästöjen arvoksi 0.2 Mmk/v.

Onnettomuussäästöjen ja käyttö- ja kunnossapitokustannusten erotus on 0.8 Mmk. Kokonaisinvestoinnin nykyarvoksi saadaan

$$10.7 \times 0.8 \text{ Mmk} + 3.1 \text{ Mmk} = 11.7 \text{ Mmk}$$

Onnettomuuksien säästöksi on arvioitu 40 onnettomuutta/20 vuotta.

6.16 Ryhmä 6 (Liittymät osana linjaa)

Tämä ryhmä sisältää 175 sellaista liittymäkohdetta, jotka kuuluvat osana linjaan. Kohteiden rakennuskustannukset ovat olleet n. 5.3 Mmk. Keskimääräisiksi kustannuksiksi liittymää kohden tulee n. 30 000 mk. Vuotuisiksi käyttö- ja kunnossapitokustannuksiksi on arvioitu 2.3 Mmk.

Vuotuiset onnettomuussäästöt ovat olleet 8 onnettomuutta eli 33.3 %, onnettomuussäästöjen arvo on 0.8 Mmk/v.

Onnettomuussäästöjen ja käyttö- ja kunnossapitokustannusten erotus on 1.5 Mmk. Kokonaisinvestoinnin nykyarvoksi saadaan

$$10.7 \times 1.5 \text{ Mmk} + 5.3 \text{ Mmk} = 21.4 \text{ Mmk}$$

Onnettomuussäästöiksi on arvioitu 160 onnettomuutta/20 vuotta.

6.2 Yhteenveto kustannuksista ja onnettomuussäästöistä

Yhteenvetona edellä esitetyistä kustannuserittelyistä voidaan todeta, että lähes kaikissa pääryhmissä on onnettomuussäästöjen summa pienempi kuin käyttö- ja kunnossapitokustannusten lisäys. Valaistuksen toteuttaminen ei ole siis pelkästään onnettomuussäästöjen perusteella taloudellisesti kannattavaa. Hankkeiden kannattamattomuus johtunee pääosin korkeista käyttökustannuksista, jotka tulevat todennäköisesti vielä entisestään kohoamaan energian hinnan myötä. Valaistuksen toteuttamisen kanssa samanaikaisesti muut liikenneturvallisuustoimenpiteet vähentävät omalta osaltaan onnettomuuksia, jolloin valaistuksen avulla vähennettyjen onnettomuuksien kokonaismäärä pienenee, vaikka suhteellinen vähenemä (=vähenemäprosentti) ei muuttuisikaan. Tämä merkitsee käytännössä sitä, että yhtä säästettyä onnettomuutta kohden suoritettavan investoinnin arvo kasvaa, eli valaistuksen toteuttaminen tulee taloudellisessa mielessä entistä kannattamattommaksi.

Rakennuskustannusten ja käyttö- ja kunnossapitokustannusten suhteesta voidaan todeta, että rakennuskustannukset ovat vain 10-20 % kahdenkymmenen vuoden ajalta lasketuista käyttö- ja kunnossapitokustannuksista.

Liittymäkohteissa kustannukset ovat yleensä suuremmat kuin linjakohteissa, johtuen suuremmista käyttökustannuksista ja pienemmistä vähenemäprosentteista.

7. YHTEENVETO

Yhteenvetona saaduista tuloksista voidaan sanoa, että teiden ja liittymien valaisemisella on sinänsä positiivinen vaikutus liikenneturvallisuutta ajatellen. Tutkimuksen lopputuloksena voidaan todeta valaistuksen vähentävän pimeään aikaisia onnettomuuksia keskimäärin n. 25 %, mikä tulos on jokseenkin sama, kuin eräistä ulkomaisista tutkimuksista saatu tulos /6/. Tutkimuksen mukaan näyttää valaistus vähentävän onnettomuuksia tehokkaammin linjakohteissa kuin liittymäkohteissa. Pimeään aikaisten onnettomuuksien osuus kaikista onnettomuuksista on n. 30 %, ja jos tästä 30 %:n osuudesta pystytään valaistuksen avulla vähentämään 25 % merkitsee se onnettomuuksien kokonaisvähennyksenä vajaata 10 %:a.

Koska teiden valaiseminen on suhteellisen kallista, ei tievalaistuksen rakentamista voida useinkaan puhtaasti taloudelliselta kannalta pitää kannattavana ja näin ollen on mahdollista, että mikäli valaistukseen käytettävät varat suunnattaisiin joihinkin muihin liikenneturvallisuusinvestointeihin saattaisi tulos olla parempi. Tämä ei kuitenkaan tarkoita sitä, että teitä ei pitäisi valaista, koska valaistuksella saavutettavat edut, kuten liikennelympäristön selkeytyminen ja tieympäristön viihtyvyyden ja esteettisyyden paraneminen ovat seikkoja, joita on vaikea saavuttaa muilla käytettävissä olevilla keinoilla.

KIRJALLISUUSLUETTELO

- /1/ Tievalaistuksen suunnittelu, selvitys tievalaistuksen vaikutuksesta ja tarpeellisuudesta
Tie- ja vesirakennushallitus: Tiesuunnitteluosasto, TVH 2.627, Helsinki 8.1.1975
- /2/ Tieinvestointilaskelmissa käytettävät onnettomuuskustannukset yleisillä teillä vuonna 1975.
Tie- ja vesirakennushallitus: Helsinki 1976
- /3/ Yleisillä teillä tapahtuneet liikenneonnettomuudet 1975
Tie- ja vesirakennushallitus: Käyttöosasto, liikennetoimisto, TVH 2.634-75, Helsinki 16.8.1976
- /4/ Tilastoja tierakennustoinnasta 1975
Tie- ja vesirakennushallitus: TVH 2.894, Helsinki 1976
- /5/ LTO-raporttiluonnos
Tie- ja vesirakennushallitus
- /6/ Effekt af vejtekniske foranstaltninger
Vejdidekoretet: Sekretariatet for sikkeredsfremmende vejforanstaltninger, Naestved juli 1975
- /7/ Tekniikan käsikirja osa 6: Liikennetekniikka
Jyväskylä 1971

YKSINKERTAINEN ENNEN-JÄLKEEN TARKASTELU LIIKENNETURVALLISUUSTOIMEN-
PITEEN VAIKUTUKSEN SELVITTÄMISEKSI

TVL:n kannalta on mielenkiintoista selvittää miten tietty tiehen tai liikenneympäristöön kohdistuva parannustoimenpide vaikuttaa esimerkiksi liikenneonnettomuuksien kehitykseen ja sitä kautta arvostella toimenpiteen taloudellista kannattavuutta. Eräs käyttökelpoinen menetelmä tietyn toimenpiteen vaikutusten selvittämiseksi on ns. ennen-jälkeen tutkimus, jonka periaate on sinänsä yksinkertainen: suoritetaan tilastoihin pohjautuva onnettomuusanalyysi ennen toimenpiteen toteuttamista ja toimenpiteen toteuttamisen jälkeen ja verrataan tuloksia keskenään. Tällä menetelmällä on helppo laskea toimenpiteen vaikutusalueella saavutettu absoluuttinen onnettomuusmäärien muutosprosentti P_{abs} .

$$P_{abs} = \frac{\text{Onnettomuudet ennen} - \text{Onnettomuudet jälkeen}}{\text{Onnettomuudet ennen}} \times 100 \quad (1)$$

Kuitenkin on todennäköistä, että onnettomuuksien lukumäärässä olisi tapahtunut muutoksia, vaikka toimenpidettä ei olisi suoritettukaan. Näin ollen herää kysymys: Kuinka suuri on kyseisen toimenpiteen vaikutuksen osuus onnettomuuksien määrän muutokseen? Tämän seikan selvittämiseksi on TVH:n liikennetöimistössä kehitetty seuraavassa esitetty laskentamenetelmä.

Havaintoaineisto

Havaintoaineisto käsittää yleensä kaksi asiaa: 1) varsinainen tutkimusaineisto X ja 2) vertailuaineisto Y. Vertailuaineistona voidaan useissa tapauksissa käyttää koko maan onnettomuusaineistoa (yleinen trendi). Joskus on parempi käyttää koko maan tilastosta erotettua erityisesti tutkittavia onnettomuustyyppinä vastaava joukko.

Havaintoaineistot X ja Y jakautuvat kahteen osaan: 1) ennen havainnot (alaindeksi e) ja 2) jälkeen havainnot (alaindeksi j). Suoritettaessa vertailuja aineistojen X ja Y välillä, on

huolehdittava siitä, että tarkasteluajanjakso on kummassakin tapauksessa sama. Ennen-jälkeen tutkimuksia suoritettaessa jätetään yleensä toimenpiteen toteuttamisvuosi tarkastelun ulkopuolelle ja ennen-jälkeen jaksoiksi otetaan 1+1 tai 2+2 vuotta. Havaintoyksikköinä voidaan pitää kutakin parantamiskohdetta erikseen tai tiettyinä vuonna suoritettujen parantamistoimenpiteiden joukkoa.

$$X_{1t}, X_{2t}, X_{3t}, \dots, X_{nt} \quad (2)$$

$$X_t = \sum_{i=1}^n X_{it} \quad (3)$$

Kaavan 3 mukaiseen ryhmittelyyn joudutaan usein siitä syystä, että yksittäisten parantamiskohteiden onnettomuuksien lukumäärä on liian pieni tilastollista käsittelyä ajatellen. "Ennen" -jaksolla vähintään 10 tilastoitua onnettomuutta per yksikkö on suositeltava.

Vuonna t toteutetun tutkimuskohteen X_i ja sitä vastaavan vertailukohteen Y_i ennen- ja jälkeen-jaksot saadaan seuraavasti:

$$X_{ie} = X_{it-2} + X_{it-1} \quad \text{tai} \quad X_{it-1} \quad (4a)$$

$$Y_{ie} = Y_{it-2} + Y_{it-1} \quad \text{tai} \quad Y_{it-1} \quad (4b)$$

$$X_{ij} = X_{it+2} + X_{it+1} \quad \text{tai} \quad X_{it+1} \quad (5a)$$

$$Y_{ij} = Y_{it+2} + Y_{it+1} \quad \text{tai} \quad Y_{it+1} \quad (5b)$$

missä t on toimenpiteen toteuttamisvuosi.

Vastaavasti kaikkien vuonna t toteutettujen tutkimuskohteiden X_i ja niitä vastaavien vertailukohteiden Y_i ennen- ja jälkeen-jaksot saadaan summina kaavojen 4a, 4b, 5a ja 5b lausekkeista

$$X_{e_t} = \sum_{i=1}^n X_{i_e} \quad (6a)$$

$$Y_{e_t} = \sum_{i=1}^n Y_{i_e} \quad (6b)$$

$$X_{j_t} = \sum_{i=1}^n X_{i_j} \quad (7a)$$

$$Y_{j_t} = \sum_{i=1}^n Y_{i_j} \quad (7b)$$

ESIMERKKI:

Toimenpiteitä on suoritettu vuosina 1970-74. Tilastoaineistoa on saatavana vuosilta 1967-1975, jolloin ennen-jaksot E ja jälkeen-jaksot J muodostuvat seuraaviksi:

Tilastovuosi	Ennen-jakso	Jälkeen-jakso
68		
69		
70	$E_{70} = X_{68} + X_{69}$	$J_{70} = X_{71} + X_{72}$
71	$E_{71} = X_{69} + X_{70}$	$J_{71} = X_{72} + X_{73}$
72	$E_{72} = X_{70} + X_{71}$	$J_{72} = X_{73} + X_{74}$
73	$E_{73} = X_{71} + X_{72}$	$J_{73} = X_{74} + X_{75}$
74	$E_{74} = X_{73}$	$J_{74} = X_{75}$
75		

Muutosprosentin laskeminen

a) Lasketaan vertailuaineistosta muutos ennen-tilanteesta jälkeen-tilanteeseen, jolloin saadaan teoreettinen muutos q_{teor}

$$q_{teor} = \frac{Y_j - Y_e}{Y_e} = \frac{Y_j}{Y_e} - 1 \quad (8)$$

b) Lasketaan tutkimusaineistosta teoreettinen jälkeen arvo $X_{j_{teor}}$

$$X_{j_{teor}} = X_e + X_e \times q_{teor} = X_e \times (1 + q_{teor}) \quad (9)$$

c) Verrataan tutkimusaineiston todellista jälkeen arvoa laskettuun teoreettiseen jälkeen arvoon ja saadaan todellinen vähenemä q_{tod}

$$q_{tod} = \frac{X_j - X_{j_{teor}}}{X_{j_{teor}}} = \frac{X_j}{X_{j_{teor}}} - 1 \quad (10)$$

d) Sijoittamalla kaavat 8 ja 9 kaavaan 10 saadaan:

$$q_{tod} = \frac{X_j \times Y_e}{X_e \times Y_j} - 1 \quad (11)$$

e) Kertomalla q_{tod} sadalla saadaan toimenpiteellä saavutettu todellinen muutosprosentti p

$$p = q_{tod} \times 100 \quad (12)$$

f) Laskemalla kerkiarvo kunkin toimenpiteen X_i tai vaihtoehtoisesti kunakin vuonna suoritettujen toimenpiteiden $\sum_{i=1}^n X_i$

muutosvaikutuksista p_i saadaan kaikkien toimenpiteiden keskimääräinen muutosvaikutus \bar{p}

$$\bar{p} = \frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^n p_i \quad (13)$$

Muutoksen vaihteluväli ja tilastollinen merkitsevyys

Voidaan olettaa, että selostetulla tavalla laskettu onnettomuusmäärän muutosprosentti on normaalijakautunut satunnaisuure vaikka onnettomuusmäärät sinänsä eivät ole normaalijakautuneita suureita. Tällöin muutosprosentin vaihteluväli ja muutoksen tilastollinen merkitsevyys voidaan selvittää yksipuolisella t-testillä, jos luotettavuustasoksi valitaan 95 %:

$$T = \bar{p} - t_{.05} \frac{S_{p_i}}{\sqrt{n-1}} \quad (14)$$

missä $t_{.05}$ = t-jakauman taulukkoarvo kohdasta $n-1$ (ks. liite)

S_{p_i} = p_i :den keskihajonta

n = p_i :den lukumäärä

$$S_{p_i} = \sqrt{\frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^n (\bar{p} - p_i)^2} \quad (15)$$

Mikäli $T < 0$ on toimenpiteellä saavutettu onnettomuuksien vähenemä keskimäärin \bar{p} % ja 95 %:n todennäköisyydellä vähintään T %. Mikäli $T \geq 0$ ja $\bar{p} < 0$ voidaan sanoa, että toimenpide vähentää onnettomuuksia keskimäärin \bar{p} %, mutta vähenemää ei voida havaintojen vähyyden tai suuren hajonnan vuoksi osoittaa enää 95 % luotettavuustasolla tilastollisesti merkitseväksi. Mikäli $T \geq 0$ ja $\bar{p} \geq 0$ voidaan todeta, että toimenpiteen ei voida katsoa vähentävän liikenneonnettomuuksia.

LIITTEENÄ: t-jakautumien taulukkoarvot 5 %:n kohdalla

t-jakautumien taulukkoarvot 5 %:n kohdalla

n-1	t _{.05}	n-1	t _{.05}
1	-6.314	21	-1.721
2	-2.920	22	-1.717
3	-2.353	23	-1.714
4	-2.132	24	-1.711
5	-2.015	25	-1.708
6	-1.943	26	-1.706
7	-1.895	27	-1.703
8	-1.860	28	-1.701
9	-1.833	29	-1.699
10	-1.812	30	-1.697
11	-1.796	40	-1.684
12	-1.782	60	-1.671
13	-1.771	120	-1.658
14	-1.761	∞	-1.645
15	-1.753		
16	-1.746		
17	-1.740		
18	-1.734		
19	-1.729		
20	-1.725		

VALAISTUSKOHTEIDEN JAKAUTUMINEN VALAISTUSTYYPEITTÄIN

	Linjakohteet		Liittymäkohteet	
	Kpl	%	Kpl	%
P 1	84	44.9	68	27.3
P 2	86	46.0	156	62.7
P 3	3	1.6	12	4.8
P 4	1	0.5	0	0.0
P 5	1	0.5	0	0.0
P 6	0	0.0	0	0.0
M 1	0	0.0	0	0.0
M 2	6	3.2	1	0.4
M 3	1	0.5	4	1.6
M 4	3	1.6	2	0.8
M 5	2	1.1	6	2.4
M 6	0	0.0	0	0.0
Yht.	187		249	

P = puupylväät

M = metallipylväät

1 = 125 W Hgl

2 = 250 W Hgl

3 = 400 W Hgl

4 = 250 W Sp-Na

5 = 400 W Sp-Na

6 = muu valaisintyyppi

VALAISTUKSEN VAIKUTUS LIIKENNETURVALLISUUTEEN

luettelo aineiston jakoperusteista

01	kaikki	
02	päättien liikennemäärä	$KVL \leq 1500$
03	"	$1500 < KVL \leq 3000$
04	"	$3000 < KVL \leq 6000$
05	"	$6000 < KVL$
06	liittyvän tien liikennemäärä	$KVL \leq 1500$
07	"	$1500 < KVL \leq 3000$
08	"	$3000 < KVL \leq 6000$
09	"	$6000 < KVL$
10	liittymän liikennemäärä	$KVL \leq 1500$
11	"	$1500 < KVL \leq 3000$
12	"	$3000 < KVL \leq 6000$
13	"	$6000 < KVL$
14	päättien kevyt liikenne	$x \leq 100$
15	"	$100 < x \leq 500$
16	"	$500 < x \leq 1000$
17	"	$1000 < x \leq 1500$
18	"	$1500 < x$
19	liittyvän tien kevyt liikenne	$x \leq 100$
20	"	$100 < x \leq 500$
21	"	$500 < x \leq 1000$
22	"	$1000 < x \leq 1500$
23	"	$1500 < x$
24	kevyen liikenteen sijainti:	Kevyt liikenne käyttää samaa väylää moottoriajoneuvojen kanssa.
25	kevyen liikenteen sijainti:	Kevyt liikenne käyttää kokonaan eri väylää kuin moottoriajoneuvoliikenne.
26	kevyen liikenteen sijainti:	Jalankulkijat käyttävät eri väylää (jalakäytävä tms.) ja polkupyöräilijät samaa väylää kuin moottoriajoneuvoliikenne.
27	päättien nopeusrajoitus ei muuttunut	
28	päättien nopeusrajoitus on	50 tai 60
29	"	70 tai 80
30	"	90 tai 100
31	"	yli 100

32	päätien nopeusrajoitus on pienentynyt	
33	"	10 km/h
34	"	20 km/h
35	"	yli 20 km/h
36	päätien nopeusrajoitus on suurentunut	
37	"	10 km/h
38	"	20 km/h
39	"	yli 20 km/h
40	liittyvän tien nopeusrajoitus ei muuttunut	
41	liittyvän tien nopeusrajoitus on 50 tai 60	
42	"	70 tai 80
43	"	90 tai 100
44	"	yli 100
45	liittyvän tien nopeusrajoitus on pienentynyt	
46	"	10 km/h
47	"	20 km/h
48	"	yli 20 km/h
49	liittyvän tien nopeusrajoitus on suurentunut	
50	"	10 km/h
51	"	20 km/h
52	"	yli 20 km/h
53	päätien poikkileikkaus on : Päällysteen/ajoradan leveys 2 x 10.25/7	
	"	17.5/14.5
54	päätien poikkileikkaus on :	
	"	13/7.5
	"	10.5/7.5
	"	12.5/7
	"	10/7
	"	8/7
55	päätien poikkileikkaus on :	
	"	7/6
	"	7
	"	6
	"	5.5
	"	4
56	liittyvän tien poikkileikkaus:	2 x 10.25/7
	"	17.5/14.5
57	liittyvän tien poikkileikkaus:	
	"	13/7.5
	"	10.5/7.5
	"	12.5/7
	"	10/7
	"	8/7

58	liittyvän tien poikkileikkaus: Päällysteen/ajoradan leveys 2 x	7/6
	"	7
	"	6
	"	5.5
	"	4
59	liittymätyyppi: 3-haaraliittymä	
60	" 4-haaraliittymä	
61	Muu (esim. eritasoliittymät)	
62	liittymän kanavointi: Kanavointi toteutettu korotettuja sulkualueita käyttäen:	
63	" Kanavointi toteutettu ajoratamaalauksella erotettuja sulkualueita käyttäen.	
64	" Liittymää ei ole kanavoitu.	

Alaryhmä	Koht. lukum. kpl	Koht. pituus km	Kust. 1000 mk	P _{hv}	P _{ov}	P _{tot}	Alaryhmä	Koht. lukum. kpl	Koht. pituus km	Kust. 1000 mk	P _{hv}	P _{ov}	P _{tot}
1	261	334.4	19553	-18.9	-25.8	-22.6	33	26	29.9	1219	z	-19.2	+ 1.6
2	101	119.8	4142	z	-62.7	-54.1	34	14	30.5	4217	+50.8	+ 9.6	+23.4
3	55	60.1	2956	-24.2	- 6.3	-17.2	35	83	109.7	6785	-30.8	-21.4	-26.6
4	63	67.0	4466	-37.5	-55.1	-47.2	36	16	23.2	1365	-90.2	z	-83.6
5	42	87.6	7989	- 4.0	+ 2.4	- 1.6	37	15	22.1	1325	-89.3	z	-81.4
6	45	21.9	1520	z	z	z	38	1	1.1	40	z	z	z
7	18	9.0	775	z	+ 2.3	+30.0	39	0	0.0	0	z	z	z
8	9	5.4	741	z	z	z	40	39	20.5	1522	z	z	z
9	1	0.7	50	z	z	z	41	24	11.1	793	z	z	z
10	9	3.3	94	z	z	z	42	9	6.5	567	z	z	z
11	20	9.0	673	z	z	z	43	0	0.0	0	z	z	z
12	21	11.5	892	z	z	z	44	6	2.9	162	z	z	z
13	21	11.9	1327	z	z	+33.3	45	34	16.0	1317	z	-42.9	+ 7.4
14	130	151.7	9340	+18.0	-19.6	- 4.1	46	4	1.9	145	z	z	z
15	123	172.6	9597	-44.4	-22.3	-31.5	47	0	0.0	0	z	z	z
16	7	8.9	462	z	z	z	48	30	14.1	1172	z	-26.2	-11.3
17	0	0.0	0	z	z	z	49	1	1.0	252	z	z	z
18	0	0.0	0	z	z	z	50	0	0.0	0	z	z	z
19	39	19.7	1668	z	-40.5	-29.7	51	0	0.0	0	z	z	z
20	35	17.8	1423	z	z	z	52	1	1.0	252	z	z	z
21	0	0.0	0	z	z	z	53	8	19.2	4736	+90.0	+ 1.3	+24.7
22	0	0.0	0	z	z	z	54	173	218.2	11862	-35.7	-40.1	-38.0
23	0	0.0	0	z	z	z	55	80	97.0	2955	z	z	+18.2
24	175	275.4	15076	-25.3	-18.9	-22.0	56	1	0.3	46	z	z	z
25	11	20.6	1334	z	z	-41.7	57	41	21.0	2105	z	+ 7.7	+50.3
26	1	0.9	52	z	z	z	58	32	16.2	940	z	z	z
27	122	141.1	5967	-39.3	-46.6	-44.6	59	38	18.5	1210	z	+ 0.0	+12.5
28	64	71.9	2550	z	z	z	60	29	14.5	1183	z	z	z
29	41	50.7	2299	z	z	+41.4	61	3	2.3	539	z	z	z
30	3	7.2	234	z	z	z	62	22	12.7	1269	z	z	z
31	14	11.3	884	+46.2	-79.9	-65.8	63	16	7.9	712	z	z	z
32	123	170.1	12221	+ 0.8	- 8.8	- 5.2	64	39	18.6	1255	z	z	-44.1

Alaryhmä	Koht. lukum. kpl	Koht. pituus km	Kust. 1000 mk	P _{hv}	P _{ov}	P _{tot}	Alaryhmä	Koht. lukum. kpl	Koht. pituus km	Kust. 1000 mk	P _{hv}	P _{ov}	P _{tot}
1	187	296.9	16462	-23.8	-23.2	-33.5	33	19	26.7	996	z	- 6.7	+ 0.0
2	90	115.5	3973	z	-61.3	-53.1	34	8	27.7	4114	+35.0	+10.0	+17.4
3	33	50.1	2236	-18.8	z	- 3.8	35	51	94.2	5383	-38.1	-21.0	-30.6
4	36	50.7	2838	-56.6	-61.3	-58.7	36	11	20.3	973	z	z	-82.7
5	28	80.7	7415	- 2.8	+ 4.4	+ 0.2	37	10	19.2	933	z	z	-80.2
6	x	x	x	x	x	x	38	1	1.1	40	z	z	z
7	x	x	x	x	x	x	39	0	0.0	0	z	z	z
8	x	x	x	x	x	x	40	x	x	x	x	x	x
9	x	x	x	x	x	x	41	x	x	x	x	x	x
10	x	x	x	x	x	x	42	x	x	x	x	x	x
11	x	x	x	x	x	x	43	x	x	x	x	x	x
12	x	x	x	x	x	x	44	x	x	x	x	x	x
13	x	x	x	x	x	x	45	x	x	x	x	x	x
14	84	127.3	7514	+10.8	-13.3	- 2.8	46	x	x	x	x	x	x
15	97	160.0	8378	-41.8	-20.0	-31.2	47	x	x	x	x	x	x
16	5	8.3	416	z	z	z	48	x	x	x	x	x	x
17	0	0.0	0	z	z	z	49	x	x	x	x	x	x
18	0	0.0	0	z	z	z	50	x	x	x	x	x	x
19	x	x	x	x	x	x	51	x	x	x	x	x	x
20	x	x	x	x	x	x	52	x	x	x	x	x	x
21	x	x	x	x	x	x	53	7	18.7	4596	+110.0	- 2.8	+26.4
22	x	x	x	x	x	x	54	107	183.7	8947	-42.0	-37.4	-39.8
23	x	x	x	x	x	x	55	73	94.5	2919	z	z	+22.7
24	175	275.4	15076	-25.3	-18.9	-22.0	56	x	x	x	x	x	x
25	11	20.6	1334	z	z	-41.7	57	x	x	x	x	x	x
26	1	0.9	52	z	z	z	58	x	x	x	x	x	x
27	98	128.0	4996	-35.0	-48.5	-42.8	59	x	x	x	x	x	x
28	55	68.0	2286	z	z	z	60	x	x	x	x	x	x
29	33	44.8	1831	z	z	+60.0	61	x	x	x	x	x	x
30	2	6.7	220	z	z	z	62	x	x	x	x	x	x
31	8	8.5	659	z	-82.5	-67.6	63	x	x	x	x	x	x
32	78	148.5	10493	- 9.3	- 5.0	- 7.5	64	x	x	x	x	x	x

Alaryhmä	Koht. lukum. kpl	Koht. pituus km	Kust. 1000 mk	P _{hv}	P _{ov}	P _{tot}	Alaryhmä	Koht. lukum. kpl	Koht. pituus km	Kust. 1000 mk	P _{hv}	P _{ov}	P _{tot}
1	79	109.9	4457	-40.0	-22.1	-31.4	33	10	10.9	412	z	z	z
2	46	49.9	1495	z	z	z	34	3	9.2	634	-25.4	+18.7	- 5.6
3	11	15.2	620	z	z	z	35	14	23.8	1130	-57.3	-28.6	-45.0
4	12	18.0	750	z	z	-70.5	36	6	13.0	664	z	z	z
5	10	26.8	1592	-36.8	+ 7.3	-18.2	37	6	13.0	664	z	z	z
6	x	x	x	x	x	x	38	0	0.0	0	z	z	z
7	x	x	x	x	x	x	39	0	0.0	0	z	z	z
8	x	x	x	x	x	x	40	x	x	x	x	x	x
9	x	x	x	x	x	x	41	x	x	x	x	x	x
10	x	x	x	x	x	x	42	x	x	x	x	x	x
11	x	x	x	x	x	x	43	x	x	x	x	x	x
12	x	x	x	x	x	x	44	x	x	x	x	x	x
13	x	x	x	x	x	x	45	x	x	x	x	x	x
14	35	39.8	1130	z	z	-27.3	46	x	x	x	x	x	x
15	41	65.3	3097	-49.5	- 4.3	-29.1	47	x	x	x	x	x	x
16	3	4.8	234	z	z	z	48	x	x	x	x	x	x
17	0	0.0	0	z	z	z	49	x	x	x	x	x	x
18	0	0.0	0	z	z	z	50	x	x	x	x	x	x
19	x	x	x	x	x	x	51	x	x	x	x	x	x
20	x	x	x	x	x	x	52	x	x	x	x	x	x
21	x	x	x	x	x	x	53	2	1.6	318	z	z	z
22	x	x	x	x	x	x	54	35	58.1	2661	-48.1	-30.2	-39.7
23	x	x	x	x	x	x	55	42	50.2	1478	z	z	z
24	77	108.1	4356	-39.0	-17.6	-28.9	56	x	x	x	x	x	x
25	2	1.8	101	z	z	z	57	x	x	x	x	x	x
26	0	0.0	0	z	z	z	58	x	x	x	x	x	x
27	46	53.0	1617	z	z	z	59	x	x	x	x	x	x
28	32	35.2	1073	z	z	z	60	x	x	x	x	x	x
29	13	17.5	519	z	z	z	61	x	x	x	x	x	x
30	0	0.0	0	z	z	z	62	x	x	x	x	x	x
31	1	0.3	25	z	z	z	63	x	x	x	x	x	x
32	27	43.9	2176	-37.0	-14.2	-27.6	64	x	x	x	x	x	x

Alaryhmä	Koht. lukum. kpl	Koht. pituus km	Kust. 1000 mk	P _{hv}	P _{ov}	P _{tot}	Alaryhmä	Koht. lukum. kpl	Koht. pituus km	Kust. 1000 mk	P _{hv}	P _{ov}	P _{tot}
1	249	40.6	8402	- 9.1	-36.4	-25.9	33	26	3.2	504	z	z	z
2	74	4.3	932	z	z	z	34	15	2.8	1657	z	z	z
3	69	10.0	1755	z	z	-25.0	35	99	15.9	3201	z	-20.1	-25.4
4	56	17.5	2304	z	z	-37.5	36	16	2.9	630	z	z	z
5	49	8.8	3376	z	+ 1.8	-13.7	37	15	2.9	615	z	z	z
6	145	21.9	2955	z	z	+20.0	38	1	0.0	15	z	z	z
7	47	12.1	1807	z	-74.8	-52.2	39	0	0.0	0	z	z	z
8	14	5.4	839	z	z	z	40	130	23.2	3066	-20.0	z	-21.5
9	5	0.7	2100	z	z	z	41	87	13.0	1491	z	z	z
10	51	3.3	427	z	z	z	42	22	6.5	845	z	z	z
11	56	9.0	1277	z	z	z	43	0	0.0	0	z	z	z
12	53	12.3	1833	z	z	z	44	21	3.7	730	z	z	z
13	48	14.2	3885	z	-21.7	- 3.7	45	116	16.4	4803	z	-41.7	-33.4
14	130	24.8	4932	z	-22.6	- 2.6	46	11	1.9	1972	z	z	z
15	113	15.2	3355	-66.0	z	-52.2	47	0	0.0	0	z	z	z
16	6	0.6	95	z	z	z	48	105	14.5	2831	z	-44.4	-44.0
17	0	0.0	0	z	z	z	49	3	1.0	533	z	z	z
18	0	0.0	0	z	z	z	50	2	0.0	281	z	z	z
19	151	22.0	4406	-54.3	+32.0	-11.0	51	0	0.0	0	z	z	z
20	94	18.6	3924	z	-69.5	-34.6	52	1	1.0	252	z	z	z
21	2	0.0	15	z	z	z	53	9	0.5	2521	z	z	z
22	1	0.0	24	z	z	z	54	193	37.6	5590	- 6.4	-52.5	-35.4
23	0	0.0	0	z	z	z	55	47	2.5	291	z	z	z
24	0	0.0	0	z	z	z	56	4	0.3	528	z	z	z
25	0	0.0	0	z	z	z	57	94	23.3	4621	z	-37.5	- 5.6
26	0	0.0	0	z	z	z	57	151	17.0	3253	-50.8	z	-51.6
27	93	15.8	2410	z	z	-35.9	59	144	21.2	2793	-53.8	-13.7	-32.5
28	35	3.9	453	z	z	z	60	76	14.9	2171	z	z	-25.1
29	33	7.8	880	z	z	z	61	18	2.3	3055	z	z	z
30	4	0.5	44	z	z	z	62	50	13.1	3992	z	z	z
31	21	3.6	1033	z	z	-49.1	63	37	10.2	1428	z	z	z
32	140	21.9	5362	- 3.5	-23.0	-15.2	64	171	19.0	3346	-26.7	-56.9	-47.1

PÄÄRYHMÄ: ERILLISET LIITTYMÄT

LIITE 4E

Alaryhmä	Koht. lukum. kpl	Koht. pituus km	Kust. 1000 mk	P _{hv}	P _{ov}	P _{tot}	Alaryhmä	Koht. lukum. kpl	Koht. pituus km	Kust. 1000 mk	P _{hv}	P _{ov}	P _{tot}
1	74	37.5	3091	z	-46.7	- 9.1	33	7	3.2	223	z	z	z
2	11	4.3	169	z	z	z	34	6	2.8	103	z	z	z
3	22	10.0	720	z	z	z	35	32	15.5	1402	z	- 8.0	+13.3
4	27	16.3	1628	z	z	z	36	5	2.9	392	z	z	z
5	14	6.9	574	z	z	+16.7	37	5	2.9	392	z	z	z
6	45	21.9	1520	z	z	z	38	0	0.0	0	z	z	z
7	18	9.0	775	+ 2.3	z	+30.0	39	0	0.0	0	z	z	z
8	9	5.4	741	z	z	z	40	39	20.5	1522	z	z	-30.0
9	1	0.7	50	z	z	z	41	24	11.1	793	z	z	z
10	9	3.3	94	z	z	z	42	9	6.5	567	z	z	z
11	20	9.0	673	z	z	z	43	0	0.0	0	z	z	z
12	21	11.5	892	z	z	z	44	6	2.9	162	z	z	z
13	21	11.9	1327	z	z	+33.3	45	34	16.0	1317	z	-42.9	+ 7.4
14	46	24.4	1826	z	-39.8	- 2.2	46	4	1.9	145	z	z	z
15	26	12.5	1219	z	z	z	47	0	0.0	0	z	z	z
16	2	0.6	46	z	z	z	48	30	14.1	1172	z	-26.2	-11.3
17	0	0.0	0	z	z	z	49	1	1.0	252	z	z	z
18	0	0.0	0	z	z	z	50	0	0.0	0	z	z	z
19	39	19.7	1668	z	-40.5	-29.7	51	0	0.0	0	z	z	z
20	35	17.8	1423	z	z	z	52	1	1.0	252	z	z	z
21	0	0.0	0	z	z	z	53	1	0.5	140	z	z	z
22	0	0.0	0	z	z	z	54	66	34.5	2915	z	-57.4	-13.2
23	0	0.0	0	z	z	z	55	7	2.5	36	z	z	z
24	0	0.0	0	z	z	z	56	1	0.3	46	z	z	z
25	0	0.0	0	z	z	z	57	41	21.0	2105	z	+ 7.7	+50.3
26	0	0.0	0	z	z	z	58	32	16.2	940	z	z	z
27	24	13.1	971	z	z	z	59	38	18.5	1210	z	+ 0.0	+12.5
28	9	3.9	264	z	z	z	60	29	14.5	1183	z	z	z
29	8	5.9	468	z	z	z	61	3	2.3	539	z	z	z
30	1	0.5	14	z	z	z	62	22	12.7	1269	z	z	z
31	6	2.8	225	z	z	z	63	16	7.9	712	z	z	z
32	45	21.5	1728	z	-28.6	+44.4	64	39	18.6	1255	z	z	-44.1

Alaryhmä	Koht. lukum. kpl	Koht. pituus km	Kust. 1000 mk	P _{hv}	P _{ov}	P _{tot}	Alaryhmä	Koht. lukum. kpl	Koht. pituus km	Kust. 1000 mk	P _{hv}	P _{ov}	P _{tot}
1	175	3.1	5311	-44.7	-21.6	-33.3	33	19	0.0	281	z	z	z
2	63	0.0	763	z	z	z	34	9	0.0	1554	z	z	z
3	47	0.0	1035	z	z	z	35	67	0.4	1799	z	z	-54.7
4	29	1.2	676	z	z	z	36	11	0.0	238	z	z	z
5	35	1.9	2802	z	z	z	37	10	0.0	223	z	z	z
6	100	0.0	1435	z	z	z	38	1	0.0	15	z	z	z
7	29	3.1	1032	z	z	-78.2	39	0	0.0	0	z	z	z
8	5	0.0	98	z	z	z	40	91	2.7	1544	z	z	-25.0
9	4	0.0	2050	z	z	z	41	63	1.9	698	z	z	z
10	42	0.0	333	z	z	z	42	13	0.0	278	z	z	z
11	36	0.0	604	z	z	z	43	0	0.0	0	z	z	z
12	32	0.8	941	z	z	-88.9	44	15	0.8	568	z	z	z
13	27	2.3	2558	z	z	z	45	82	0.4	3486	z	z	-60.8
14	84	0.4	3126	z	z	z	46	7	0.0	1827	z	z	z
15	87	2.7	2136	z	z	-54.3	47	0	0.0	0	z	z	-74.4
16	4	0.0	49	z	z	z	48	75	0.4	1659	z	z	z
17	0	0.0	0	z	z	z	49	2	0.0	281	z	z	z
18	0	0.0	0	z	z	z	50	2	0.0	281	z	z	z
19	112	2.3	2738	z	z	z	51	0	0.0	0	z	z	z
20	59	0.8	2501	z	z	-58.0	52	0	0.0	0	z	z	z
21	2	0.0	15	z	z	z	53	8	0.0	2381	z	z	-47.9
22	1	0.0	24	z	z	z	54	127	3.1	2675	z	z	z
23	0	0.0	0	z	z	z	55	40	0.0	255	z	z	z
24	0	0.0	0	z	z	z	56	3	0.0	482	z	z	z
25	0	0.0	0	z	z	z	57	53	2.3	2516	z	z	-34.1
26	0	0.0	0	z	z	z	58	119	0.8	2313	z	z	-47.7
27	69	2.7	1439	z	z	z	59	106	2.7	1583	z	z	-52.6
28	26	0.0	189	z	z	z	60	47	0.4	988	z	z	-41.6
29	25	1.9	412	z	z	z	61	15	0.0	2516	z	z	z
30	3	0.0	30	z	z	z	62	28	0.4	2723	z	z	z
31	15	0.8	808	z	z	z	63	21	2.3	716	z	z	z
32	95	0.4	3634	z	z	-47.8	64	132	0.4	2091	-74.2	z	-47.4

ISBN-951-46-1665-0