

LIIKENNEONNETTOMUUDET JA  
TEIDEN LUOKITUSPISTEET

**TIEOLOSUHTEET JA LIKENNETURVALLISUUS**

TIE- JA VESIRAKENNUSSHALLITUS

TIESUUNNITTELUOSASTON TEKNILLISTALOUDELLINEN TOIMISTO

TIEDOTUSLEHTI N:o 1/1970

HELSINKI 23.1.1970



16897

TK

08  
T16





LIIKENNEONNETTOMUUDET JA TEIDEN  
LUOKITUSPISTEET

Tie- ja vesirakennushallitus  
Tiesuunnitteluosaston teknillistaloudellinen toimisto  
Helsinki 23.1.1970







Tämä tiedotuslehti sisältää pääosan P e k k a A l a v a n  
diplomityöstä, joka on tehty Teknillisen Korkeakoulun rakennus-  
insinööriosastolle professori O t t o W a h l g r e n i n  
johdolla.

Työ on saatu tehdä tvh:n tiesuunnitteluosaston teknillis-  
taloudellisessa toimistossa, mistä myös aineisto on saatu.



# S I S Ä L L Y S L U E T T E L O

	sivu
1. JOHDANTO	1
2. AINEISTO	2
2.1 Luokituspisteet	2
2.2 Liikennetiedot	4
2.3 Onnettomuustiedot	5
3. ONNETTOMUUKSIEN LAATU	7
3.1 Liittymissä tapahtuneiden onnettomuuksien osuus	8
3.2 Liittymäonnettomuuksien laatu	11
3.3 Linjaonnettomuuksien laatu	13
3.3.1 Erilaatuisten linjaonnettomuuksien yhdistäminen	14
3.3.2 Olosuhteiden vaikutus erilaatuisiin linjaonnettomuuksiin	19
4. ERI AJONEUVOTYYPPIEN OSALLISUUS ONNETTOMUUKSIIN	21
4.1 Linjaonnettomuudet	21
4.1.1 Onnettomuuksiin osallisuuden suhde liikennesuoritteeseen ajoneuvotyypeittäin	21
4.1.2 Niiden onnettomuuksien laatu, joissa tietty ajoneuvotyyppi oli mukana	27
4.1.3 Olosuhteiden vaikutus eri ajoneuvotyyppien onnettomuusalttiuteen	29
4.2 Onnettomuudet liittymissä	30
5. ONNETTOMUUSASTE LAATULUVUN FUNKTIONA	33
5.1 Liittymäonnettomuuksien erottaminen	33
5.2 Olosuhteiden vaikutus onnettomuusasteeseen	36



5.2.1	Pimeässä ja hämärässä sattuneiden onnettomuuksien osuus	36
5.2.2	Valaistuksen vaikutus linjaonnettomuuksista laskettuun onnettomuusasteeseen	39
5.2.3	Keliolosuhteiden vaikutus linjaonnettomuuksiin	42
5.3	Liikennemäärän vaikutus onnettomuusasteeseen	43
5.4	Vertailu investointilaskelmissa käytettyihin arvoihin onnettomuusasteesta	45
6.	ONNETTOMUUKSIEN VAKAVUUS	46
6.1	Henkilövahinkoihin päättyneiden osuus kaikista onnettomuuksista	46
6.2	Seuraukset onnettomuutta kohti	48
6.2.1	Seuraukset linjaonnettomuutta kohti	48
6.2.2	Seuraukset liittymäonnettomuutta kohti	49
6.2.3	Keskimääräiset seuraukset onnettomuutta kohti	50
6.3	Muita onnettomuuksien vakavuuteen vaikuttavia tekijöitä	54
6.3.1	Seuraukset erilaatuisissa linjaonnettomuuksissa	54
6.3.2	Seuraukset niissä linjaonnettomuuksissa, joissa tietty ajoneuvotyyppi oli mukana	56
6.3.3	Olosuhteiden vaikutus linjaonnettomuuksien vakavuuteen	57
7.	ONNETTOMUUKSISTA AIHEUTUVAT SEURAUKSET LIIKENNESUORITETTA KOHTI	58
7.1	Linjaonnettomuuksista aiheutuvat seuraukset liikennesuoritetta kohti	58
7.2	Kaikista onnettomuuksista aiheutuvat seuraukset liikennesuoritetta kohti	61



8.	YHDEN ONNETTOMUUDEN KESKIMÄÄRÄINEN KUSTANNUS	63
8.1	Onnettomuuksista aiheutuvien menetysten yksikkökustannukset	63
8.2	Kaikkien onnettomuuksien keskimääräinen kustannus	64
8.3	Linjaonnettomuuksien keskimääräinen kustannus	65
8.3.1	Linjaonnettomuuden kustannuserittely	67
8.3.2	Linjaonnettomuuden kustannus eri olosuhteissa	68
8.3.3	Erilaatuisten linjaonnettomuuksien kustannukset	69
9.	ONNETTOMUUSKUSTANNUKSET LIIKENNESUORITETTA KOHTI	70
9.1	Kaikista onnettomuuksista aiheutuvat kustannukset liikennesuoritetta kohti	70
9.2	Linjaonnettomuuksista aiheutuvat kustannukset liikennesuoritetta kohti	73
9.2.1	Valaistuksen vaikutus linjaonnettomuuksista aiheutuviin kustannuksiin	75
9.2.2	Eri ajoneuvotyyppien linjaonnettomuus-kustannukset liikennesuoritetta kohti	77
9.3	Vertailu investointilaskelmissa käytettyihin arvoihin	80

## 10. LOPPUSANAT

## LÄHDEKIRJALLISUUS



## 1. JOHDANTO

Onnettomuustutkimukset ovat joko ennen-jälkeen tai mallitutkimuksia. Tämä tutkimus kuuluu jälkimmäisiin, mutta pääpaino ei ole mallien kehittämisessä, vaan tutkimuksen luonne on lähinnä analysoiva. Varsinaisia muuttujia on vain yksi, nimittäin tien standardia kuvaava laatuluku, johon useille onnettomuuksiin oleellisesti kuuluville tekijöille pyritään löytämään yhteys. Tarkoituksena on luoda perusta laajemmille ja tarkemmille tutkimuksille tierekisterin tultua käyttökuntoon, jolloin edellytykset automaattiselle tietojen käsittelylle ovat hyvät. Tämä tutkimus on tehty suurelta osin käsin, sillä käytetty aineisto on ollut hajanaista ja osittain puutteellista johtuen siitä, että tierekisteri on vielä kehittä- ja sisäajovaiheessa.



## 2. AINEISTO

Tutkimuksen aineistona ovat olleet luokituspistekäyrät valta- ja kantateiltä, liikennelaskentatulokset vuoden 1965 yleisestä laskennasta kasvukertoimiseen ja poliisiviranomaisten tietoon tulleet onnettomuudet vuosilta 1967 ja 68.

### 2.1 Luokituspisteet

Tien standardin mittana voitaisiin pitää tienopeutta, jonka määräävät geometriset elementit. Vertaamalla tätä käytettyihin nopeuksiin, saataisiin hyvä pohja onnettomuustutkimuksille. Menetelmä on suuritöinen ja kallis. Jos tyydytään numeroarvoihin tien geometriasta, päällysteestä, pientareista, näkemistä sekä kunnosta ja kantavuudesta, tietojen saanti on helppoa, koska nämä on mitattu teiden laatuluokitusmittauksissa.

Teiden luokitusmittaukset aloitettiin vuonna 1964. Tois- taiseksi on käytettävissä luokituspistekäyrät lähinnä valta- ja kantateiltä. Nämä on mitattu jo vuosina 1964-66, mutta uusintamittaukset ovat juuri menneillään.

Laatulukua laskettaessa lähtöarvona on 100 pistettä, josta tehdään vähennyksiä sitä enemmän mitä huonompi tie on. Kullekin tekijälle on valittu arvo, jonka alittamisesta aiheutuu sitä suurempi vähennys mitä suurempi poikkeama on. Luokituksen suurin puute onnettomuuksia ajatellen on se, ettei liittymiä oteta lainkaan vähennyksinä huomioon (pääteillä), vaikka niissä sattuu suuri osa onnettomuuksista. Yleisten teiden liittymät on merkitty luokituspistekäyrän alapuolella olevaan yleiskuvaan, mutta yksityisten teiden liittymiä ei ole edes tällä tavalla otettu huomioon. Kaarteiden mitattu luokitusmittausten



yhteydessä, mutta sen perusteella ei aiheudu suoranaisesti vähennyksiä. On tyydytty siihen, että vaikutus tulee mukaan näkemissä. Turvallisuutta ajatellen kaarteisuuden merkitys saattaa olla paljonkin suurempi, varsinkin jos kaarresäteet ja niiden esiintymistiheydet saataisiin mielekkäästi otetuksi huomioon. Koska eräänä tien hyvyyden mittana pidetään standardin tasaisuutta, olisi laatuluvun hajonta tieosilla pitänyt ottaa huomioon esimerkiksi vähennyksenä. Näin tarkkaa käsittelyä ei tässä yhteydessä ole katsottu tarkoituksenmukaiseksi.

Käytettävissä olleiden tietojen avulla on pyritty karsimaan valta- ja kantateiltä ne tieosat, joilla laatuluku on muuttunut luokitusmittausten jälkeen esimerkiksi parannustyön ansiosta. Tämän jälkeen on tieosittain haettu luokituspistekäyrästä keskimääräinen laatuluku. Saatu aineisto on ryhmitelty laatuluvun mukaan kymmeneen ryhmään, kuitenkin niin, ettei aivan orjallisesti ole noudatettu pistelukua, jotta olisi saatu yhtenäisempiä jaksoja. Kuhunkin ryhmään tulleiden tieosien yhteispituus on 268...524 km, siten että liikennesuoritteen mukaan arvioitu onnettomuusmäärä jakautuu sopivasti eri ryhmiin. Kullekin ryhmälle on laskettu keskimääräinen laatuluku. Koska liikenne keskittyy paremmille teille, jää ryhmien ero yläpäässä vain 3 pisteen suuruiseksi, kun taas alapäässä se on yli 10 pistettä. Tasaisempi jako olisi ollut suotava.

Tarkasteltavana olevan tiestön kokonaispituus on 3924 km, joka on noin 45 % valta- ja kantateiden määrästä. Liikennesuoritteesta on kuitenkin mukana huomattavasti suurempi osa, sillä Etelä-Suomen vilkkaat tiet ovat suurimmalta osalta aineistossa. Lapin piirin alueelta ei ole yhtään tieosaa, koska siellä valitsevat erikoisolosuhteet siinä mielessä, että poro-onnettomuuksien osuus on eräillä teillä jopa 90 %.



## 2.2. Liikennetiedot

Tiedot liikenteestä perustuvat vuoden 1965 yleiseen liikennelaskentaan. Liikennemäärät ja ajoneuvokoostumus on laskettu käsin pistekohtaisista tiedoista ja saadut arvot on kasvukertoimilla muutettu vuosille 1967 ja 68. Kasvukertoimet on ilmoitettu erikseen piireille 01...05 ja 06...14, mutta kasvu saattaa olla jonkinverran erilainen eri teillä, sillä aikaväli on melko pitkä.

Moottoriajoneuvot on tyypeittäin ryhmitelty seuraavasti:

Ha+Pa = henkilö- ja pakettiautot

La = linja-autot

Kai = kuorma-autot ilman perävaunua

Kap = perävaunulliset kuorma-autot

Tr = traktorit

Mp+Mpo = moottoripyörät ja mopedit

Eri ajoneuvotyyppien osuudet liikennesuoritteesta on laskettu prosentteina KVL:stä (m-ajon./vrk). Mopedeja ei ole liikennelaskentatuloksissa otettu mukaan moottoriajoneuvoihin, koska ensisijassa on ajateltu tien kapasiteettia ja kantavuutta. Tässä tutkimuksessa mopedien osuus on lisätty KVL:ään, sillä ne ovat moottoriajoneuvoasetuksen (4.10.1957) mukaan moottoriajoneuvoja. Moottoripyörien ja mopedien käyttämät nopeudet sekä ajolupavaatimukset ovat erilaiset, joten niiden käyttäytyminen liikenteessä ei ole yhdenmukaista. Toisaalta ne muodostavat selvästi eroavan ryhmän muista moottoriajoneuvoista, minkä tähden ne käsitellään erikseen yhdessä. Traktorien osuus on kovin pieni, alle 0,5 %. Tähän verrattuna saattaa tuloksista pois jäänyt hetkellinen tielle poikkeaminen laskentapisteen välillä olla varsin merkittävä.

Taulukossa 1 on ryhmittäin esitetty laatuluku, ajoneuvo-



koostumus ja liikennesuorite.

Muutamia esimerkkejä eri ryhmiin kuuluvista teistä:

Ryhmä 1	Vt 2	Huittinen-Pori
	Vt 3	Riihimäki-Hämeenlinna
Ryhmä 2	Vt 3	Nurmijärvi-Hyvinkää
	Vt 10	Forssa-Hämeenlinna
Ryhmä 3	Vt 8	Turku-Laitila
	Vt 11	Nokia-Pori
Ryhmä 4	Vt 4	Jyväskylä-Äänekoski
	Vt 2	Karkkila-Humppila
Ryhmä 5	Vt 4	Jämsä-Jyväskylä
	Vt 6	Imatra-Parikkala
Ryhmä 6	Vt 5	Pertunmaa-Mikkeli
	Vt 6	Kesälahti-Onkamo
Ryhmä 7	Vt 2	Otalampi-Karkkila
	Vt 4	Pulkkila-Rantsila
Ryhmä 8	Vt 5	Siilinjärvi-Lapinlahti
	Vt 4	Pyhäjärvi - Kärsämäki
Ryhmä 9	Kt 55	Hausjärvi-Turemki
	Vt 5	Kontiomäki-Suomussalmi
Ryhmä 10	Kt 55	Porvoo-Mäntsälä
	Kt 66	Ruovesi-Virrat

### 2.3 Onnettomuustiedot

Piirit toimittavat onnettomuustiedot kokoomalomakkeissa TVH:lle, jossa tietokoneen avulla laaditaan ns. pikatilasto sekä tieosatilasto. Pikatilastossa on onnettomuustiedot esitetty tieosittain km-järjestyksessä ja tieosatilastossa summattuina tieosittain. Tässä tutkimuksessa on käytetty pikatilastoa, jossa ovat vuosien 1967 ja 1968 onnettomuudet.



Taulukko 1. Aineiston ryhmittely laatuluvun mukaan

Ryhmä n:o (laatuluku)	Laatuluku			pituus (km)	liikennesuorite vv. 1967-68 (m-ajon.km)	Ajoneuvotyyppien osuus %					
	Keski- arvo	keskiha- jonta/km	90 % on vähintään			Ha+Pa	La	Kai	Kap	Mp+Mpc	Tr
1	91	2,8	95...87	384	$6,36 \times 10^8$	77,5	2,1	10,1	7,4	2,5	0,4
2	88	2,1	91...85	268	$6,15 \times 10^8$	77,7	2,1	10,5	8,2	1,3	0,2
3	85	1,9	88...82	424	$5,94 \times 10^8$	74,9	2,7	12,3	7,8	1,9	0,4
4	83	2,5	86...79	389	$5,64 \times 10^8$	78,7	3,3	9,7	5,3	2,6	0,4
5	80	2,8	84...76	375	$5,30 \times 10^8$	78,3	2,7	9,2	7,0	2,5	0,3
6	76	3,3	80...70	463	$5,12 \times 10^8$	78,3	3,2	8,6	6,8	2,6	0,5
7	70	3,6	75...65	317	$4,61 \times 10^8$	76,6	3,3	10,8	7,3	1,7	0,3
8	65	5,1	71...57	371	$3,69 \times 10^8$	78,1	2,9	9,6	5,4	3,4	0,6
9	56	4,8	64...50	524	$2,56 \times 10^8$	76,5	3,2	9,2	5,0	5,1	1,0
10	43	5,4	50...33	388	$1,52 \times 10^8$	74,4	4,7	10,3	3,3	6,0	1,1
				3924	$46,89 \times 10^8$	76,9	2,8	10,1	6,8	2,5	0,4



Poliisiviranomaisten tietoon tulee kuolemaanjohtaneista onnettomuuksista kaikki ja loukkaantumisia aiheuttaneista suurin osa, mutta vain aineellisiin vaurioihin päättyneistä alle puolet. Asiasta on vireillä tutkimus, mutta tuloksia ei ole vielä saatavissa. Eräänlaisena viitteenä voitaneen pitää Helsingin alueen tutkimusta /14/, josta on alustavia arvoja saatavissa. Näiden tietojen mukaan 55,1 % onnettomuuksista tulee ainoastaan vakuutusyhtiöiden tietoon, joten siis poliisiviranomaiset saavat tiedot vain 44,9 %:sta onnettomuuksista. Lisäksi on sellaisia onnettomuuksia, jotka sovitetaan paikanpäällä. Näiden lukumäärä voi olla suurikin, mutta vauriot vähäisiä.

### 3. ONNETTOMUUKSIEN LAATU

Tilastoissa onnettomuudet on laadun perusteella jaettu 10 ryhmään. Lisäksi onnettomuudet, joissa polkupyöräilijä on ollut osallisena, on tehty omaksi ryhmäksi. Samoin on menetelty eläinten päälleajon suhteen.

Koska samanlaatuinen onnettomuus kaavakkeen jaotuksen mukaan, on luonteeltaan erilainen linjalla kuin liittymässä, käsitellään nämä erikseen.

Linjaonnettomuudet ovat eniten riippuvaisia tien standardista. Sen sijaan liittymäonnettomuuksien määrään vaikuttaa oleellisesti liittyvän tien liikennemäärä, sekä liittymätiheys ja paikalliset järjestelyt, joita tässä tutkimuksessa ei ole otettu huomioon.



### 3.1 Liittymissä sattuneiden onnettomuuksien osuus

Edellä olevan perusteella onnettomuudet on jaettu kolmeen osaan. Yleisten teiden liittymissä tapahtuneisiin luetaan ne onnettomuudet, joissa risteävän tien lajia osoittava tunnus on 1...6. Kun koodi on 7...9 kuuluu onnettomuus yksityistien liittymissä sattuneisiin. Kaikki muut ovat linjaonnettomuuksia.

Aineistoon kuului 4465 onnettomuutta, joista 2755 kpl (61,7%) oli linjaonnettomuuksia, 920 kpl (20,6 %) tapahtui yleisten teiden ja 790 kpl (17,7 %) yksityisteiden liittymissä. Taulukossa 2 on tulokset esitetty ryhmittäin:

Taulukko 2. Onnettomuuksien osuudet laatuluvun funktiona.

Ryhmä (Laatuluku)	Omn. yht. kpl	Linjaonnet- tomuuksia		Yksityistei- den liittym.		Yleisten teiden liittymissä	
		kpl	%	kpl	%	kpl	%
1	558	274	49	116	21	168	30
2	493	289	58	83	17	121	25
3	461	275	59	72	16	114	25
4	562	333	59	103	19	126	22
5	593	357	60	110	19	126	21
6	463	274	59	87	19	102	22
7	402	301	75	51	13	50	12
8	411	264	64	85	21	62	15
9	271	197	73	46	17	28	10
10	251	191	76	37	15	23	9
	4465	2755	61,7	790	17,7	920	20,6

Yksityisteiden liittymissä sattuneiden onnettomuuksien osuus on melkein yhtä suuri kuin yleisten teiden liittymissä, vaikka todennäköinen liikennesuorite (risteämisiä, erkanemisiä ja liit-



tymisiä) on edellisessä paljon pienempi. Näiden onnettomuuksien osuus on noin 18 % laatuluvusta riippumatta (kuva 1). Koska yksityisteiden liittymiä on suhteellisesti vähemmän paremmilla teillä, ne ovat sitä vaarallisempia. Näinkin suuri osuus viittaa siihen, ettei yksityisteiden liittymiskysymystä ole pystytty hoitamaan tyydyttävästi minkäänlaokkaisilla teillä. Nykyisin tvh myöntää liittymisluvat yleiseen tiehen, joten tulevaisuudessa on paremmat mahdollisuudet valvontaan. Sen sijaan jo olevien liittymien osalta tilanne on vaikea. Tämän vuoden aikana on öljy-yhtiöiden ja tvh:n välillä saatu aikaan sopimus, jolla määrättiin huoltoasemien liittymisvälit, mutta tältäkin osin kuluu runsaasti aikaa ennenkuin epätarkoituksenmukainen huoltoasemaverkko on korjaantunut.

Onnettomuuksista tapahtuu yleisten teiden liittymissä alle 10 %, jos tien laatuluku on 40, mutta osuus kasvaa voimakkaasti aina 30 %:iin asti kun standardi kohoaa. Tälle osuudelle saatiin kaava:

$$P(\%) = 0,44 L - 13,3$$

$$r = 0,874^{xxx}$$

$P(\%)$  = yleisten teiden liittymissä sattuneiden onnettomuuksien osuus

$L$  = laatuluku

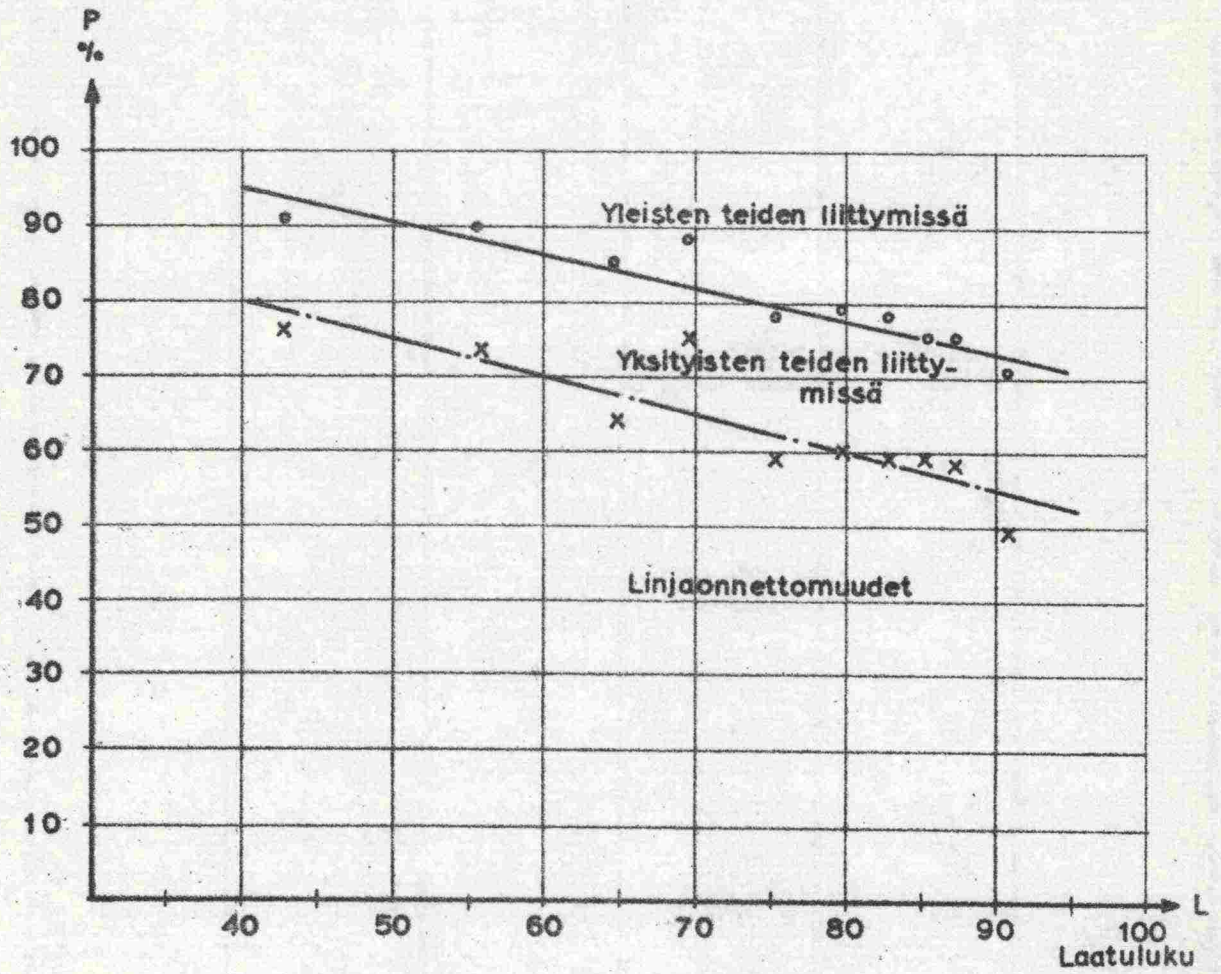
Yleisten teiden liittymätiheydestä erilaatuisilla teillä on vaikea sanoa mitään varmaa, mutta vaikuttaa siltä että tien parantamisella vähenee muiden kuin liittymäonnettomuuksien määrä suhteellisesti enemmän.

Linjaonnettomuuksien osuus laskee 80 %:sta 55 %:iin kun laatuluku nousee 40:stä 90:een. Riippuvuuden ilmaisee kaava:

$$P(\%) = 100 - 0,5 L$$

$$r = 0,926^{xxx}$$





Kuva 1 Liittymäonnettomuuksien osuus kaikista onnettomuuksista laatuluvun funktiona.



$P(\%)$  = linjalla sattuneiden onnettomuuksien osuus

Toisin sanoen kaikkien liittymissä sattuneiden onnettomuuksien prosentuaalinen osuus on sama kuin puolet laatuluvusta.

Liittymäonnettomuus lasketaan sattuneeksi korkeampiluokkaisella tiellä ja samanarvoisissa risteyksissä sillä tiellä, jonka numero on pienempi. Tämä siksi, että onnettomuus tulee huomioon otetuksi vain kerran. Koska tutkimuksessa tiet ovat valta- ja kantateitä, kaikki liittymäonnettomuudet on merkitty näiden tieosille, siksi tulokset eivät ole aivan vertailukelpoisia muiden maanteiden vastaavaan jakautumaan, mutta keskenään kyllä.

Jos kaavalle saatu regressiokerroin on 0,632, se eroaa 95 %:n todennäköisyydellä nollassa<sup>(x)</sup>. Kertoimen arvo 0,715 merkitsee 98 %:n<sup>(xx)</sup> ja arvo 0,765 jo 99 %:n<sup>(xxx)</sup> todennäköisyyttä nollassa eroamiseen. Myöhemmin saataville lausekkeille pätevät samat todennäköisyyden kriteeriot.

### 3.2 Liittymäonnettomuuksien laatu

Aluksi esitetään ylimalkainen jaotus koko aineistosta. Kaikista onnettomuuksista (sekä linjalla että liittymissä) oli jalankulkijoiden päälleajoja 6,1 % ja yhteenajoja polkupyöräilijän kanssa 4,2 %. Yhden ajoneuvon onnettomuuksia oli 34,5 %, joista melkein kaikki linjalla. Useamman m-ajoneuvon onnettomuuksista oli 55,2 % eli runsaasti puolet liittymissä. Jakautuminen on esitetty taulukossa 3:

Taulukko 3. Kaikki onnettomuudet 4465 kpl

Yksityisteiden liittymissä	Yleisten teiden liittymissä	Linjaonnettomuudet		
790 kpl 17,7 %	920 kpl 20,6 %	2755 kpl 61,7 %		
Usean m-ajon. onnett.liittym.	Usean m-ajon. onnett.linjalla	1 m-ajon. onnettom.	jk:n päälle ajot	yht.ajot pp:n kans
30,1 %	25,1 %	34,5 %	6,1 %	4,2 %



Liittymäonnettomuuksien osalta ei ole pyritty hakemaan erilaatuisten onnettomuuksien osuuksien riippuvuutta päätien laatulu-  
vusta, ainoastaan keskimääräiset arvot on esitetty taulukossa 4.

Taulukko 4. Liittymäonnettomuuksien laatu

	Yksityisteiden liittymissä		Yleisten teiden liittymissä	
	kpl	%	kpl	%
Yhteenajo risteyksessä	144	18,2	340	37,0
" vast.suuntiin	81	10,3	81	8,8
" samaan suuntaan	299	37,8	143	15,5
Peräänajo	113	14,3	110	12,0
Suistuminen	52	6,6	132	14,3
Ajo pysäköityyn ajoneuvoon	13	1,6	17	1,8
Ajo jalankulkijan päälle	32	4,1	29	3,2
Yhteenajo pp:n kanssa	52	6,6	59	6,4
Muut	4	0,5	9	1,0
Yht.	790	100,0	920	100,0

Yhteenajossa risteyksessä osapuolet tulevat eri teitä. Nämä ovat tyypillisiä nimenomaan yleisten teiden liittymissä, joissa niiden osuus on peräti 37 %. Se on noin kaksinkertainen verrattuna osuuteen yksityisteiden liittymissä sattuneista onnettomuuksista. Yhteenajot vastakkäisiin suuntiin ajaen johduttavat liittymäalueella ohittamisesta. Peräänajot ja yhteenajot samaan suuntaan ajaen on syytä yhdistää, sillä niissä tuskin on mitään oleellista eroa. Samaan voisi lisätä vielä ajon pysäköityyn ajoneuvoon. Näihin kuuluvat onnettomuudet ovat tyypillisiä yksityisteiden liittymissä, sillä niiden osuus on 53,7 %. Vastaava osuus yleisten teiden liittymissä sattuneista onnettomuuksista on 29,3 %. Jalankulkijoiden päälleajoja liittymäonnet-



tomuuksissa on huomattavasti pienempi osa kuin linjalla, vain 3...4 %. Päinvastainen on tilanne yhteenajojen osalta polkupyöräilijöiden kanssa, koska näitä on 6,5 %.

Selvä ero jakautumisissa yksityis- ja yleisten teiden liittymissä sattuneissa onnettomuuksissa on seuraus rakenteellisista eroista. Yksityisteiden liittymät ovat alempitasoisia ja ahtaita. Ne aiheuttavat pahoja liikenteellisiä tulppia päätielle. Sen sijaan yksityistietä tulevan ajoneuvon kuljettaja on useimmiten selvillä ehdottomasta väistämisvelvollisuudestaan päätietä ajavia kohtaan, minkä takia yhteenajot eri teitä ajaen eivät ole niin yleisiä kuin muissa liittymissä.

### 3.3 Linjaonnettomuuksien laatu

Linjaonnettomuuksissa laadun mukainen jaottelu oli seuraava:

Yhteenajo vastakkaisista suunnista ajaen	14,4 %
Yhteenajo samaan suuntaan ajaen	7,2 %
Peräänajo	11,2 %
Ajo esteeseen ajoradalla	1,3 %
Ajo pysäköityyn ajoneuvoon	6,7 %
Ajo jalankulkijan päälle	7,9 %
Yhteenajo pp:n kanssa	2,9 %
Suistuminen	36,8 %
Kumoonajo	1,6 %
Ajo eläimen päälle	8,5 %
Muu	<u>1,6 %</u>
	100,0 %



### 3.3.1 Eri laatuisten linjaonnettomuuksien yhdistäminen

Onnettomuuksien riippuvuutta laatuluvusta ei näin tarkalla jaotuksella saatu muille kuin suistumiselle, siksi on pyritty yhdistämään samanluonteisia onnettomuusluokkia. Suistumiset ja kumoonajot edustavat onnettomuuksia, joissa ei ole toista osapuolta. Yhteenajot samaan suuntaan tai eri suuntiin ajaen sekä peräänajot ovat useamman moottoriajoneuvon onnettomuuksia. Jalankulkijoiden ja polkupyöräilijöiden päälleajot kuuluvat samaan ja kaikki loput ovat yhdessä. Prosentuaaliset osuudet ryhmittäin ovat taulukossa 5.

Taulukko 5. Eri laatuisten linjaonnettomuuksien osuudet.

Ryhmä (laatuluku)	Suistum.+ kumoonajo %	Yht.ajo + peräänajo %	jk:n tai pp:n päälleajo %	Ajo pys.ajon. est.ajorad.tai eläimen päälle + muu %
1	34,0	27,8	16,5	21,6
2	29,5	42,0	10,8	17,7
3	35,4	32,2	10,2	22,3
4	34,2	36,6	11,8	17,5
5	39,0	33,0	9,5	18,5
6	44,8	31,0	13,5	10,6
7	43,0	38,8	6,0	12,3
8	42,1	31,0	14,0	12,9
9	45,2	19,3	6,6	28,9
10	40,8	28,3	7,3	23,5
Keskiarvo	38,4	38,2	10,8	18,0

Eri laatuisten onnettomuuksien prosentuaalisten osuuksien rinnalle on laskettu niiden lukumäärä liikennesuoritetta kohti, jotka yhdessä antavat selvemmän kuvan riippuvuudesta tien standardista (taulukko 6).



Taulukko 6. Erilaatuisia onnettomuuksia kpl/10<sup>8</sup>m-ajon.km

Ryhmä (laatuluku)	Suistum.+ kumoonajo	Yht.ajo + per.ajo	jk:n tai pp:n päälleajo	Ajo pysäk.ajon. est.ajorad.tai eläimen päälle + muu
1	14,6	11,9	7,1	9,3
2	13,8	19,7	5,1	8,3
3	16,4	14,9	4,7	10,2
4	20,0	21,5	6,9	10,3
5	26,2	22,7	6,4	12,4
6	24,0	16,7	7,2	5,7
7	28,0	25,4	3,9	5,9
8	30,1	22,3	10,0	9,2
9	34,7	14,7	5,1	22,3
10	51,2	35,4	9,2	29,6
Keskiarvo	22,6	19,6	6,3	10,6

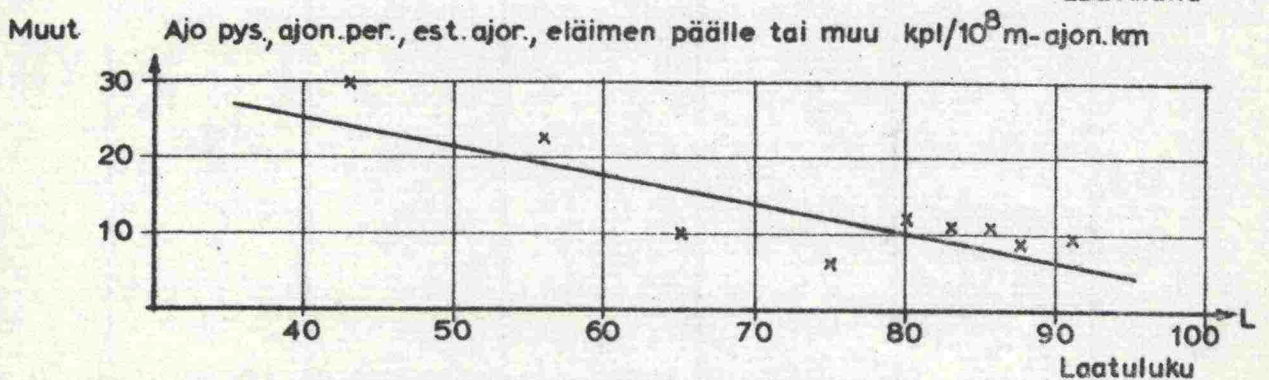
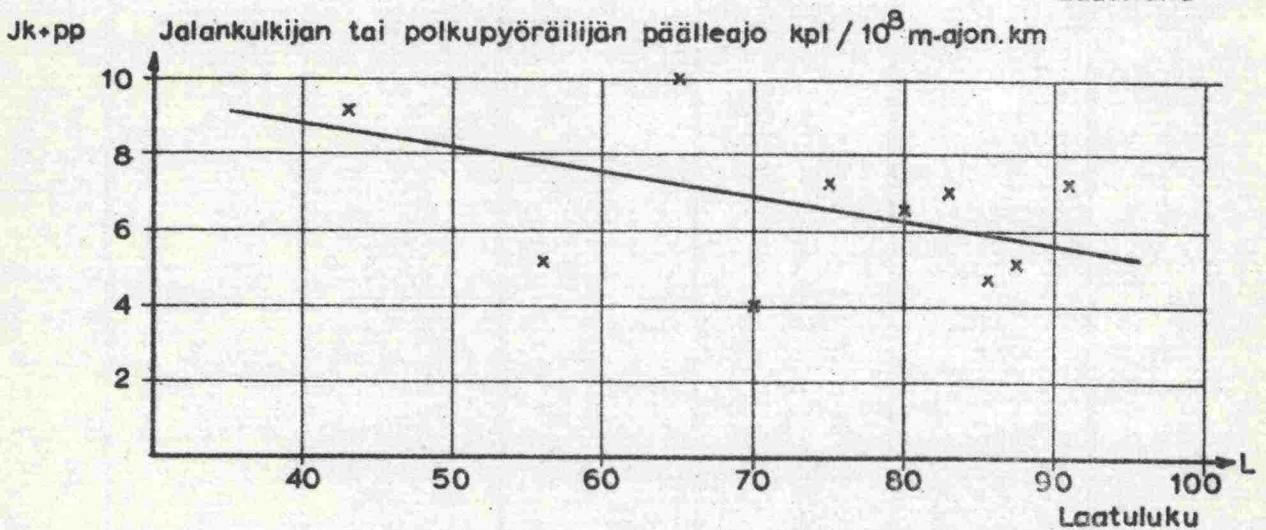
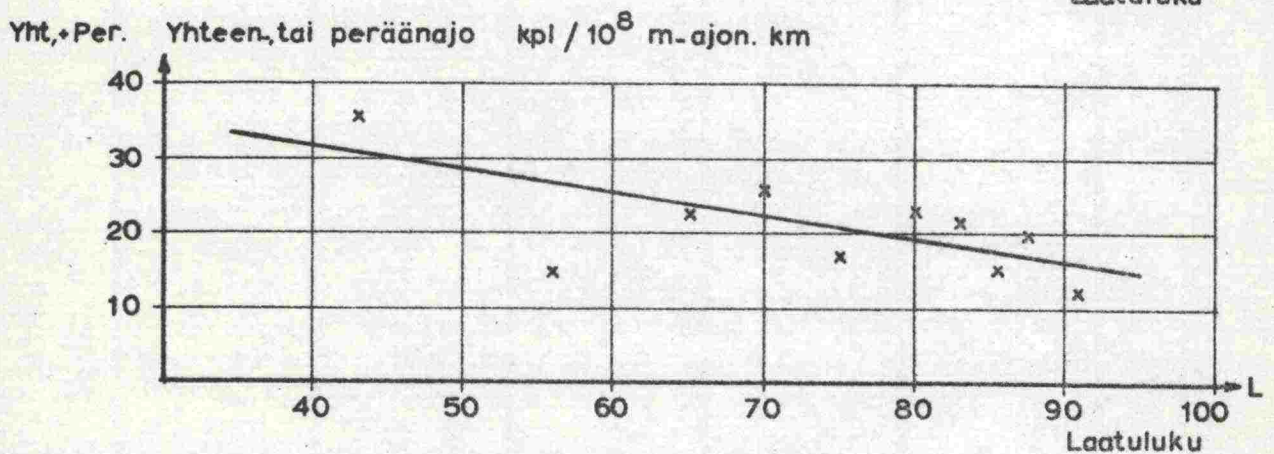
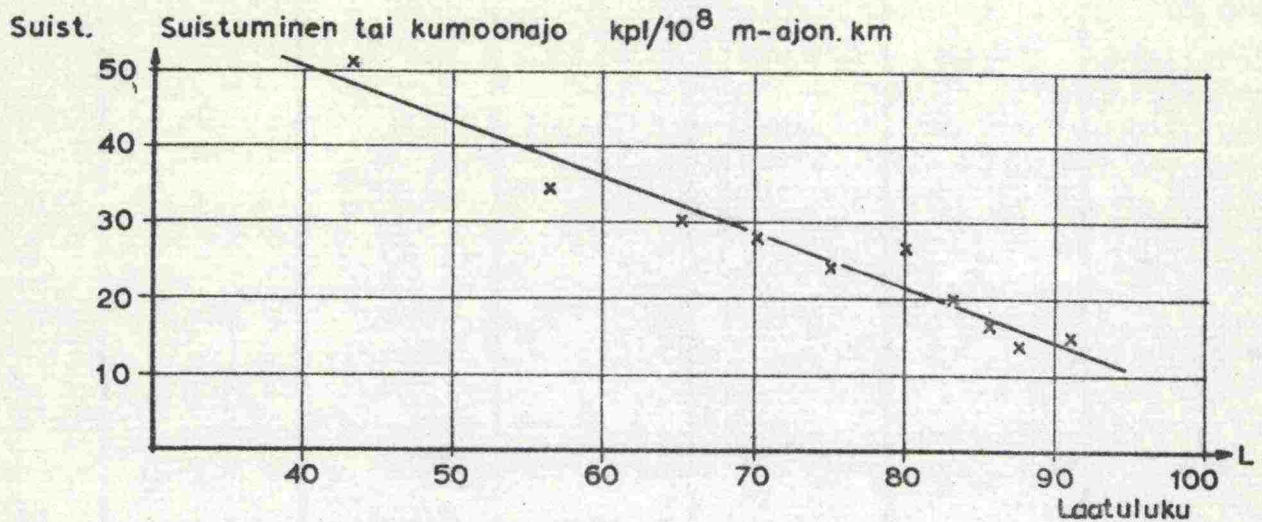
Jokaisessa luokassa onnettomuuksien määrä liikennesuoritetta kohti nousee laatuluvun pienetessä, mutta nousun voimakkuus on erilainen, josta seuraa prosenttijakautuman muuttuminen laatuluvun funktiona (kuvat 2 ja 3).

Suistumisten ja kumoonajojen lukumäärä liikennesuoritetta kohti on voimakkaasti riippuvainen tien standardista. Tien laatuluvun lasku 90:stä 40:een lisää määrän yli kolminkertaiseksi, 15:sta 50:een onn./10<sup>8</sup> m-ajon.km. Nousu on jyrkempi kuin muunlaatuksilla onnettomuuksilla, joten prosentuaalinen osuus muuttuu 35 %:sta 47 %:iin. Riippuvuuksille saatiin lausekkeet:

$$\text{Suist. (onn./10}^8\text{m-ajon.km)} = 79,0 - 0,72 L \quad r = 0,967^{\text{xxx}}$$

$$\text{Suist. (\%)} = 56,5 - 0,24 L \quad r = 0,690^{\text{x}}$$

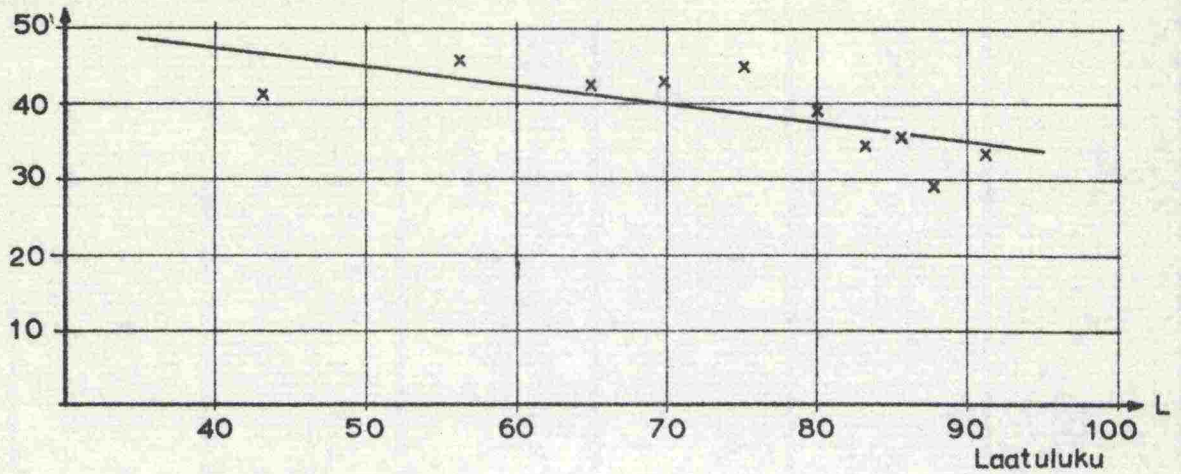




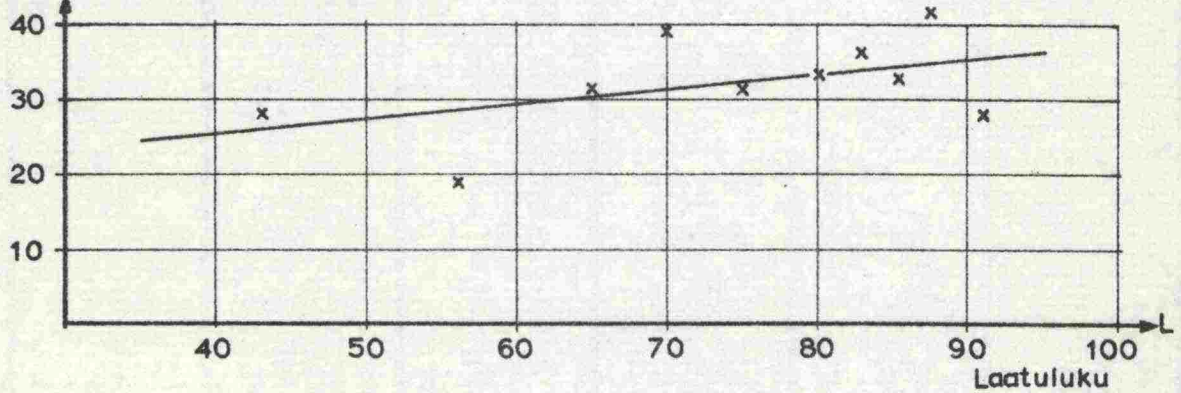
Kuva 2. Erilaatuisten linjaonnettomuuksien määrä liikennesuoritetta kohti laatuluvun funktiona



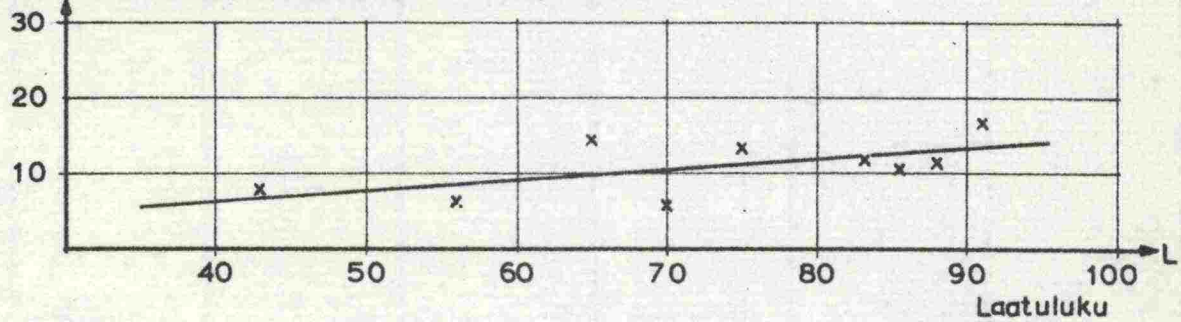
Suist.% Suistuminen tai kumoonajo



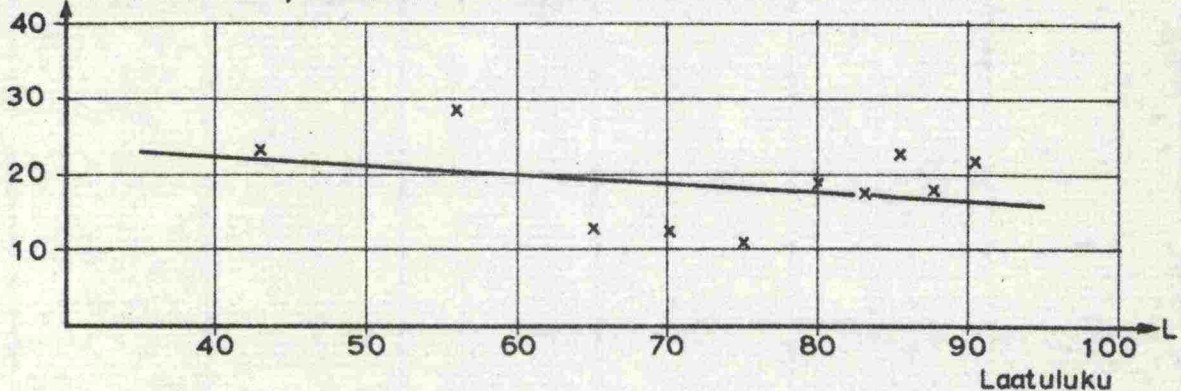
Yht+Per. % Yhteen-, tai peräänajo



Jk+pp % Jalankulkijan tai polkupyöräilijän päälleajo.



Muut % Ajo pys. ajon. per, est. ajon., eläimen päälle tai muu



Kuva 3. Erilaatuisten linjaonnettomuuksien osuudet laatuluvun funktiona



Yhteenajojen ja peräänajojen lukumäärään vaikuttavat ilmeisesti monet muutkin tekijät, sillä riippuvuus laatuluvusta jäi melko heikoksi. Lukumäärä kasvaa kuitenkin jonkin verran tien huonontuessa, mutta kaikkien onnettomuuksien osalta kasvu on voimakkaampaa, joten prosentuaalinen osuus laskee. Laatulu-  
vun lasku 90:stä 40:een lisää lukumäärän 15:sta 30:een onn./  
 $10^8$ -ajon.km, mikä laskee osuuden 35 %:sta 25 %:iin. Muutosta kuvaavat yhtälöt:

$$\text{Yht.} + \text{per. (onn./}10^8\text{-ajon.km)} = 41,1 - 0,28 L \quad r = 0,623$$

$$\text{Yht.} + \text{per. (\%)} = 16,5 + 0,21 L \quad r = 0,504$$

Suuresta hajonnasta huolimatta vaikuttaa siltä, että jalankulkijoiden ja polkupyöräilijöiden päälleajojen lukumäärä liikennesuoritetta kohti nousee lievästi laatulu-  
vun laskiessa. Nousu on niin pientä, että osuus laskee voimakkaasti. Päälle-  
ajojen määrä lisääntyy 6:sta 9:ään onn./ $10^8$ -ajon.km ja osuus pienenee 14 %:sta 6 %:iin, kun laatuluku laskee 90:stä 40:een. Riippuvuuden ilmaisevat yhtälöt:

$$\text{JK} + \text{PP (onn./}10^8\text{-ajon.km)} = 11,0 - 0,06 L \quad r = 0,545$$

$$\text{JK} + \text{PP (\%)} = 0,3 + 0,14 L \quad r = 0,592$$

Muista onnettomuuksista on vaikea sanoa mitään varmaa. Eläinten päälleajoja sattuu siellä, missä niitä liikkuu, eikä tien standardilla liene osuutta asiaan. Esimerkiksi muutamalla tieosal-  
la pohjoisessa eläinten päälleajo-onnettomuuksien osuu kaikista oli yli 90 % (porot). Vastaavasti ajoja pysäköityyn ajoneuvoon on siellä, missä esiintyy tarvetta pysäköintiin. Näihin kuulu-  
vien onnettomuuksien määrä nousee 6:sta 25:een onn./ $10^8$ -ajon.km, kun laatuluku laskee 90:stä 40:een. Muutos vastaa jotenkuten



koko aineiston muutosta, joten osuus pysyy samana noin 18 %.

Riippuvuudelle laatuluvusta saatiin lausekkeet:

$$\text{Muu (onn./10}^8\text{m-ajon.km)} = 40,3-0,38 \text{ L} \quad r = 0,762^{\text{XX}}$$

$$\text{Muu (\%)} = 26,0-0,1 \text{ L} \quad r = 0,282$$

Onnettomuuksien jaottelu laadun mukaan on jossainmäärin epäselvä. Kun kuljettaja menettää ajokkinsa hallinnan saattaa seurauksena olla minkäläatuinen onnettomuus tahansa. Ajoneuvo voi suistua tieltä, joutua väärälle kaistalle ja aiheuttaa yhteenajon tai törmätä jalankulkijoihin. Ei myöskään jo tapahtunut onnettomuus kuulu yksiselitteisesti vain yhteen näistä luokista. Onnettomuuskaavakkeiden täyttäjät ovat tulkinneet kysymystä jonkin verran omaperäisesti. Eläimen päälleajot on eräiden piirien osalta merkitty ajoiksi esteeseen ajoradalla ja tauratien tasoristeysonnettomuudet yhteenajoiksi risteyksessä, vaikka ne kuuluvat luokkaan muu. Tällaiset tapaukset on pystytty korjaamaan. Muutamassa jalankulkijan päälleajossa ei ole sattunut muuta kuin yksi m-ajon.vaurio, joten kysymyksessä on ilmeisesti ollut suistuminen jalankulkijaa väistettäessä. Ero yhteenajon samaan suuntaan ajaen ja peräänajon välillä on, jonkinverran epäselvä. Edelliset tarkoittavat lähinnä kylkeenajoa.

### 3.3.2 Olosuhteiden vaikutus erilaatuisiin linjaonnettomuuksiin

Liikennesuoriteesta tapahtuu hämärän tai pimeän aikana noin 30 % /4/. Onnettomuuksista sattuu vastaavana aikana selvästi suurempi osa (taulukko 7).



Taulukko 7. Erilaatuisten linjaonnettomuuksien huonoissa olosuhteissa tapahtunut osuus.

	Tien pinta	Valaistus		
	luminen tai jäinen %	hämärä %	pimeä %	hämärä + pimeä %
Yht.ajo vastakkaisiin suuntiin ajaen	50,2	11,6	40,0	51,6
Yht.ajo samaan suuntaan ajaen	42,6	10,5	29,6	40,1
Peräänajo	32,6	8,8	27,0	35,8
Ajo esteeseen ajoradalla	27,8	2,8	41,6	44,4
Ajo pys. ajoneuvoon	60,0	12,0	47,2	59,2
Ajo jk:n päälle	35,0	8,4	58,1	66,5
Yht.ajo pp:n kanssa	38,4	7,4	34,6	42,0
Suistuminen	41,3	14,3	35,0	49,3
Kumoonajo	35,6	6,7	33,4	40,1
Ajo eläimen päälle	27,4	16,6	25,2	41,8
Muu	37,2	11,6	30,3	41,9
Linjaonnettomuudet	41,1	12,3	36,7	49,0

Jalankulkijoiden päälleajoista tapahtuu hämärässä tai pimeässä 66,5 %. Liikennesuoriteiden avulla laskemalla saadaan, että autoilijan riski ajaa jalankulkijan päälle on pimeällä 4,5 kertainen päivänvaloon verrattuna. Jalankulkijan kannalta ajatellen alttius tulla yliajetuksi lienee vielä moninkertaisesti suurempi, mutta tarkempi arvio edellyttäisi jalankulkijamäärien tuntemista sekä päivänvalossa että pimeällä /3/. Tien pinnan liukkaudella ei näytä olevan kovin suurta merkitystä jalankulkijoiden päälleajoissa.



Ajo pysäköityyn ajoneuvoon näyttää olevan todellinen huonojen olosuhteiden onnettomuus, sillä näistä on sattunut hämärässä tai pimeässä 59,2 %, sekä tien pinnan mukaan ajatellen lumisella ja jäisellä tiellä 60,0 %. Osuudet ovat samansuuntaiset myös yhteenajoissa vastakkaisista suunnista ajaen, ei tosin niin voimakkaasti.

Suistumisissa valaistuksella on suuri merkitys, sensijaan liukkaan kelin osuus jää yllättävän pieneksi. Vauriot lienevät liukkaalla usein niin pieniä, ettei poliisin apua tarvita.

Huonoilla olosuhteilla ei näytä olevan suurta vaikutusta peräänajoihin, kumoonajoihin eikä eläinten päälleajoihin. Viimeksimainituilla on liukkaan kelin osuus pienin, joten eläimilläkin lienee kausivaihtelu.

#### 4. ERI AJONEUVOTYYPPIEN OSALLISUUS ONNETTOMUUKSIIN

##### 4.1 Linjaonnettomuudet

##### 4.1.1 Onnettomuksiin osallisuuden suhde liikennesuoritteeseen ajoneuvotyypeittäin

Vertaamalla ajoneuvotyyppien osuutta onnettomuksiin osallisista moottoriajoneuvoista ao. tyyppien osuuteen liikennesuoritteesta, saadaan kerroin, joka kuvaa onnettomuusalttiutta. Jos tämä on yli yksi, ovat ajoneuvot useimmin osallisina onnettomuksissa kuin liikennesuorite edellyttäisi ja taas päinvastoin, jos suhde on alle yksi.

Liittymäonnettomuuksien osalta ei ole mielekäästä laskea onnettomuusalttiutta vain päätien liikennemäärää käyttäen.



Tämän takia näiden onnettomuuksien osalta ei ole laskettu muuta kuin onnettomuusalttiuden keskiarvo, mutta linjaonnettomuuksien osalta sensijaan ryhmittäin (taulukko 8).

Vaikka muilla ajoneuvotyypeillä osallisuus-% saattaa olla moninkertainen liikennesuorite-%:iin verrattuna, ei näiden suhde henkilöautoilla eroa paljon yhdestä, sillä 75...80 % moottoriajoneuvoista kuuluu näihin. Täten henkilöautot muodostavat vertailupohjan muille ajoneuvotyypeille.

Aineisto käy liian pieneksi näin tarkkaan käsittelyyn, joten riippuvuutta laatuluvusta ei kaikille ajoneuvotyypeille saatu (kuvat 4 ja 5).

Linja-autot ovat ehkä hieman yllättäen selvästi vähemmän osallisina onnettomuuksissa kuin mitä liikennesuorite edellyttäisi. Onnettomuusalttius (osallisuusprosentti/liik.suorittein %-osuus) on pienempi kuin millään muulla ajoneuvotyypillä, sen keskiarvo oli 0,7. Laatuluvun mukaisissa ryhmissä arvot vaihtelivat erittäin paljon 1,3...0,3. Hajonta johtuu linja-autojen pienestä määrästä. Alhainen onnettomuusalttius on odottamaton, koska linja-autojen on ajettava aikataulun mukaan olosuhteista riippumatta, ja pysähdyttävä vähän väliä pysäkeille. Toisaalta niillä on ajoneuvokohtainen nopeusrajoitus sekä valikoitu ja kokenut kuljettajakunta.

Myös perävannuttomat kuorma-autot ovat jonkin verran vähemmän osallisina onnettomuuksissa kuin liikennesuorite edellyttäisi, sillä suhde oli 0,9. Ryhmittäin laatuluvun mukaan lasketut arvot viittaavat siihen, että paremmalla tiellä onnettomuusalttius olisi pienempi.

$$O/L (KAI) = 1,17-0,0033 L$$

$$r = 0,417$$

O/L = osallisuusprosentin suhde liikennesuoriteprosenttiin

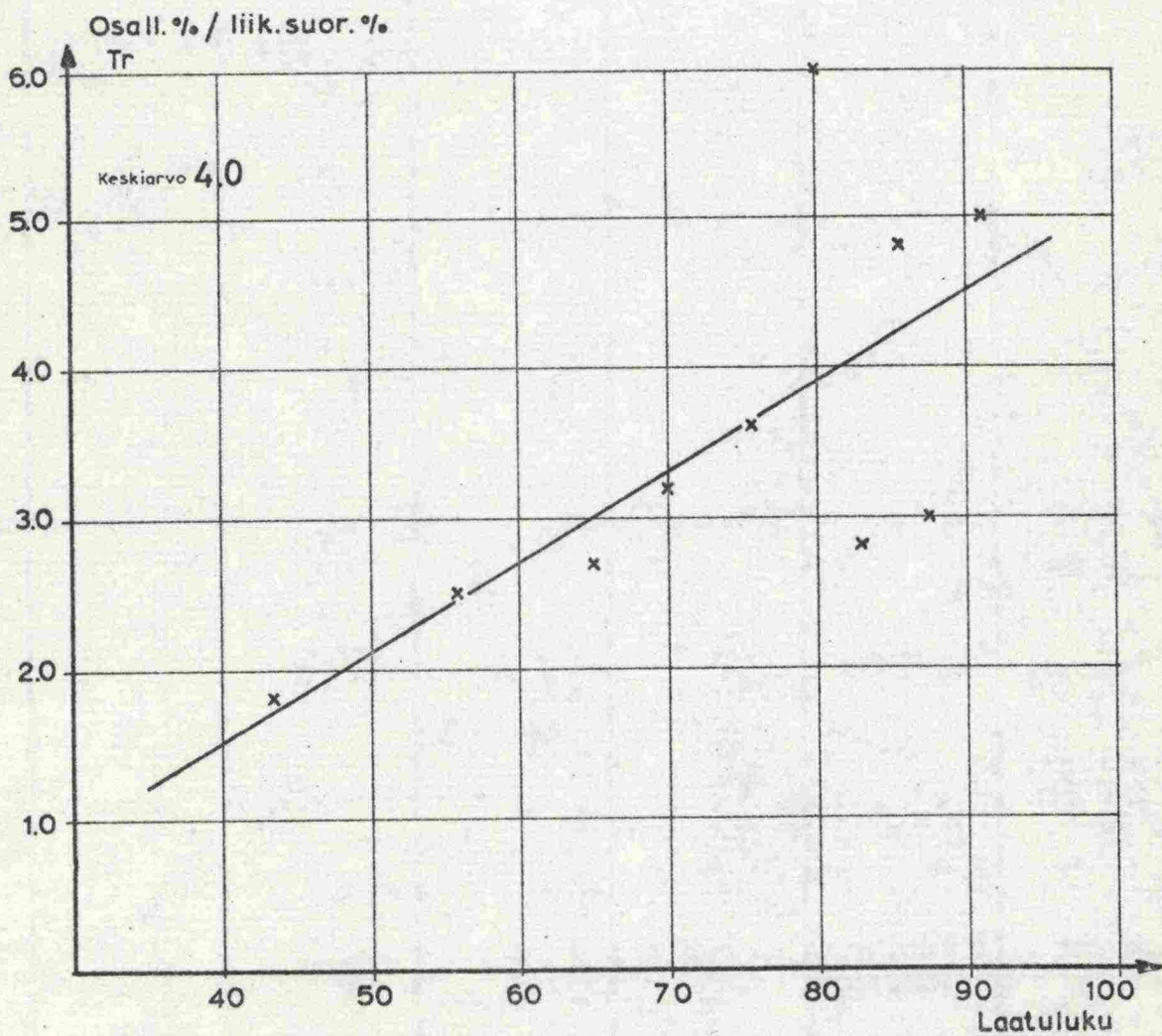
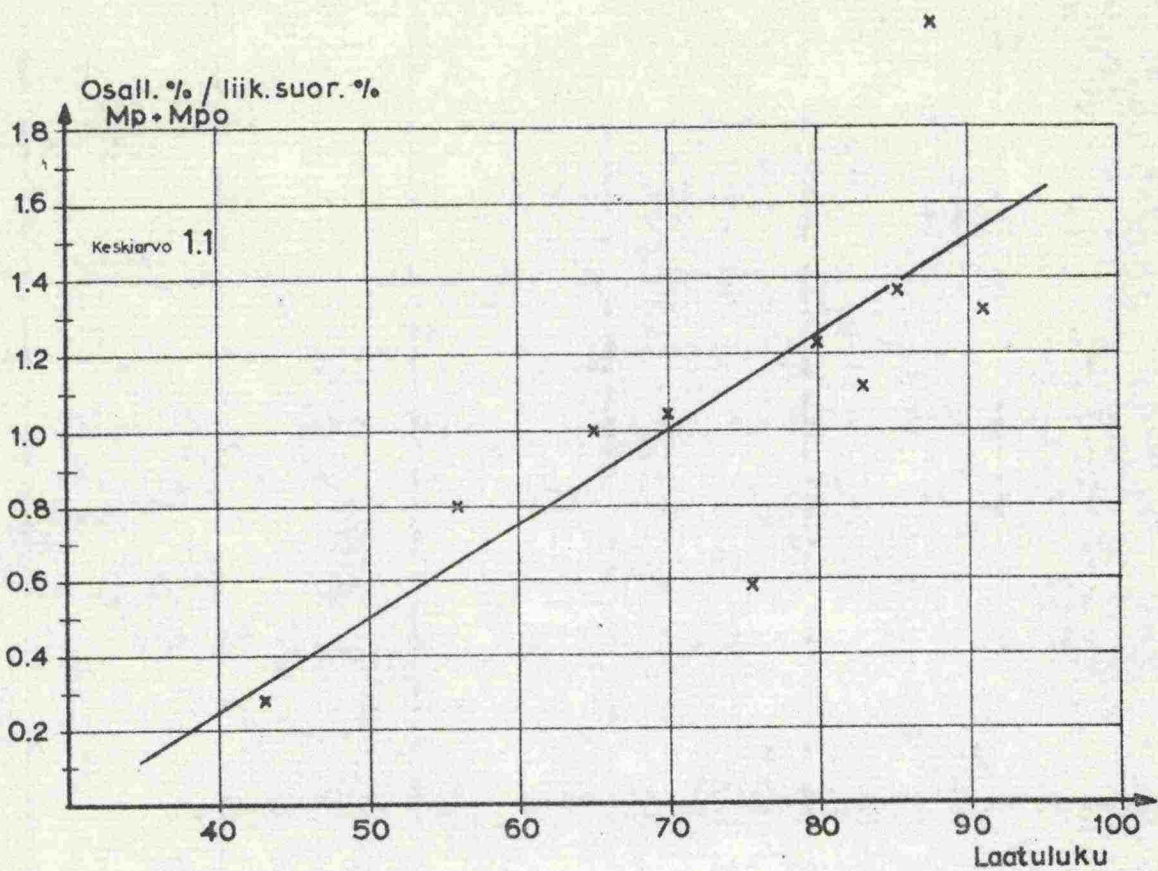


Taulukko 8. Eri ajoneuvotyyppien osuus linjaonnettomuuksiin osallisista ja liikenteestä.

Ryhmä (laatu- luku)	HA+PA			LA			MP+NPO		
	Osall. %	Liik. %	Suhde %	Osall. %	Liik. %	Suhde %	Osall. %	Liik. %	Suhde %
1	77,9	77,5	1,01	2,3	2,1	1,10	3,3	2,5	1,32
2	76,9	77,7	0,99	1,9	2,1	0,90	2,7	1,3	2,08
3	75,9	74,9	1,01	2,6	2,7	0,96	2,6	1,9	1,37
4	77,9	78,7	0,99	1,1	3,3	0,33	2,9	2,6	1,11
5	73,1	78,3	0,94	1,1	2,7	0,41	3,1	2,5	1,24
6	77,8	78,3	0,99	1,5	3,2	0,47	1,5	2,6	0,58
7	76,4	76,6	1,00	1,8	3,3	0,55	1,8	1,7	1,05
8	75,7	78,1	0,97	2,9	2,9	1,00	3,4	3,4	1,00
9	73,9	76,5	0,97	4,1	3,2	1,28	4,1	5,1	0,80
10	78,9	74,4	1,05	3,1	4,7	0,69	1,6	6,0	0,27
Keski- arvo	74,6	76,9	0,98	2,0	2,8	0,71	2,7	2,5	1,08

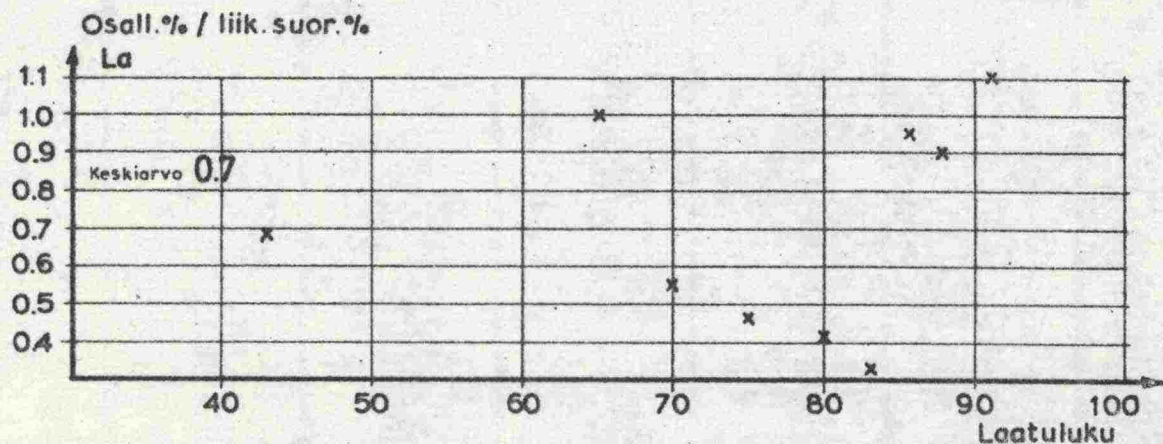
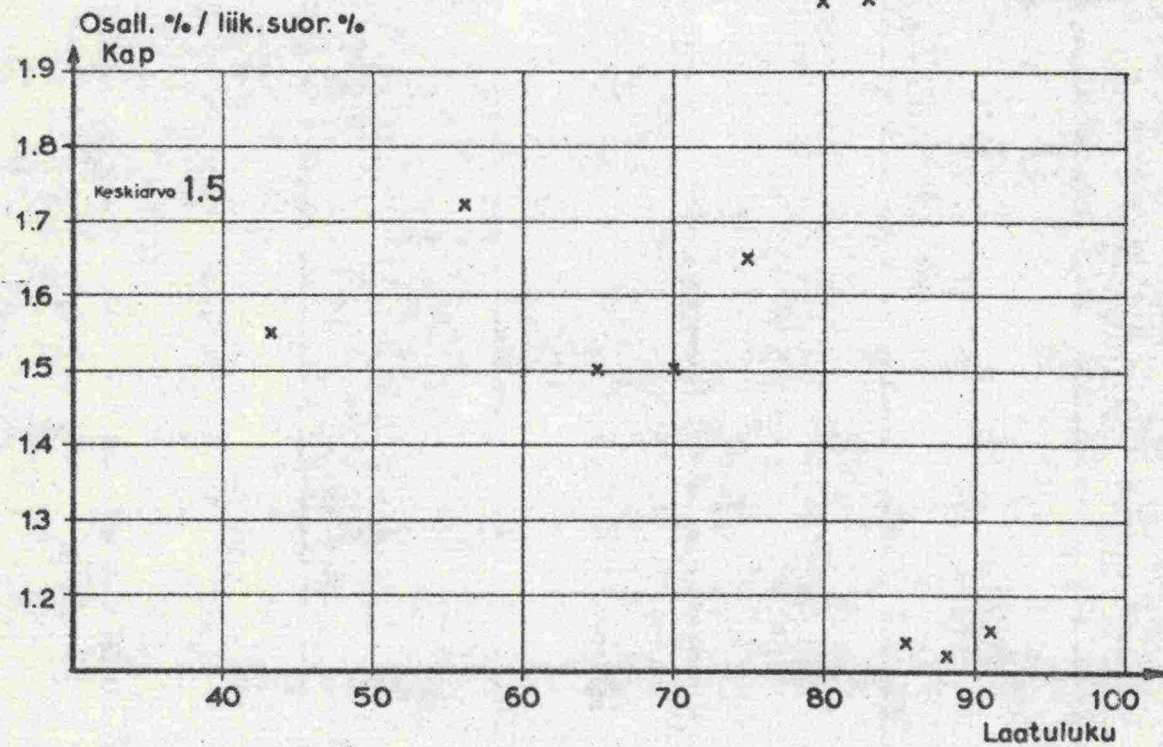
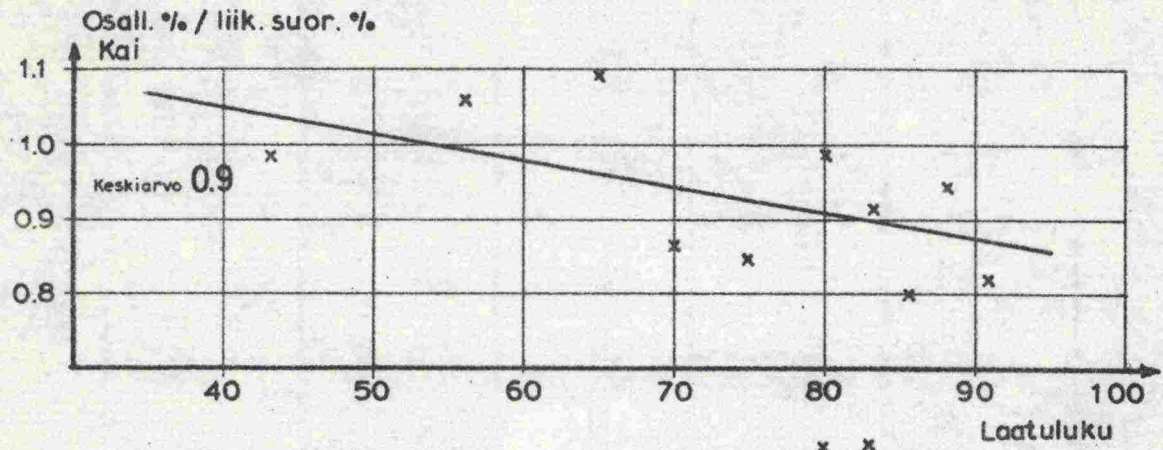
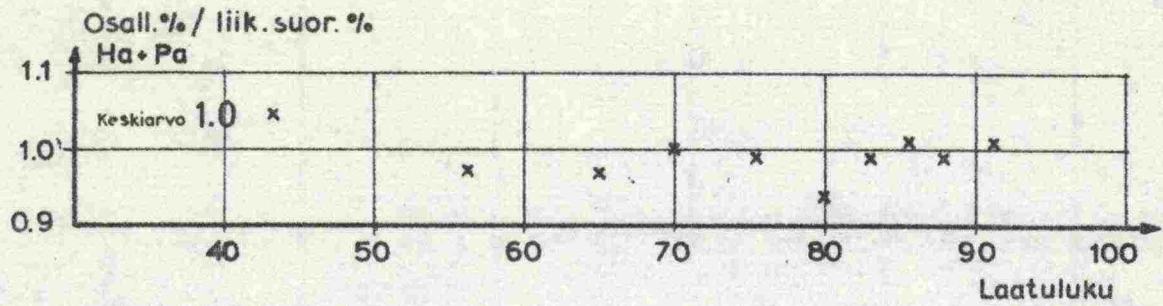
Ryhmä (laatu- luku)	KAI			KAP			TR		
	Osall. %	Liik. %	Suhde %	Osall. %	Liik. %	Suhde %	Osall. %	Liik. %	Suhde %
1	8,3	10,1	0,82	8,5	7,4	1,15	2,0	0,4	5,0
2	10,0	10,5	0,95	9,2	8,2	1,12	0,6	0,2	3,0
3	9,8	12,3	0,80	8,9	7,8	1,14	1,9	0,4	4,8
4	8,8	9,7	0,91	10,6	5,3	2,00	1,1	0,4	2,8
5	9,1	9,2	0,99	14,0	7,0	2,00	1,8	0,3	6,0
6	7,3	8,6	0,85	11,2	6,8	1,65	1,8	0,5	3,6
7	9,3	10,8	0,86	10,9	7,3	1,50	1,6	0,5	3,2
8	10,5	9,6	1,09	8,1	5,4	1,50	1,6	0,6	2,7
9	9,8	9,2	1,06	8,6	5,0	1,72	2,5	1,0	2,5
10	10,2	10,3	0,99	5,1	3,3	1,55	2,0	1,1	1,8
Keski- arvo	9,3	10,1	0,92	9,9	6,8	1,46	1,6	0,4	4,0





Kuva 4 Mpo+Mp ja Tr alttius linjaonnettomuuksiin (osuus osallisista % / liikennesuorite %) laatuluvun funktiona





Kuva 5 Ajoneuvotyyppien alttius linjaonnettomuuksiin (osuus osallisista % / liikennesuorite %) laatuluvun funktiona.



Perävaunulliset kuorma-autot ovat useammin osallisina onnettomuuksissa kuin perävaunuttomat, vaikka niitä on selvästi vähemmän liikenteessä. Osallisuusprosentin suhde liikennesuoriteprosenttiin on jopa 1,5. Minkäänlaista riippuvuutta laatuluvusta ei ole havaittavissa, sillä ryhmittäin saatujen arvojen hajonta on suuri (1,1...2,0). Kaikki arvot olivat kuitenkin suurempia kuin yksi. Perävaunullisen kuorma-auton käsittely on vaativaa ja niiden liikenteestä tapahtuu pimeässä suurempi osa kuin muilla - ainakin nämä seikat lienevät lisänneet onnettomuusalttiutta.

Moottoripyörät ja mopedit selviytyvät hyvin huonoilla teillä, mutta onnettomuusalttius kasvaa voimakkaasti tien parantuksessa. Laatuluvun nousu 40:stä 90:een muuttaa kertoimen arvon 0,2:sta 1,5:een, siis 6-kertaiseksi. Keskiarvo oli 1,1.

$$O/L (M_p+M_{po}) = -0,84+0,026 L$$

$$r = 0,793^{xxx}$$

Syy näin suureen eroon eriluokkaisilla teillä saattaa olla se, että huonoilla teillä sattuneet onnettomuudet ovat usein niin lieviä, etteivät ne tule poliisin tietoon. Paremmilla teillä onnettomuuksien vakavuus kasvaa muun liikenteen suuren määrän ja nopeuden ansiosta.

Ylivoimaisesti vaarallisin ajoneuvo on traktori. Ne joutuvat osallisiksi onnettomuuksiin keskimäärin 4,0-kertaisesti liikennesuoritteen edellyttämän määrän. Onnettomuusalttius kasvaa 1,5:sta 4,5:een laatuluvun noustessa 40:stä 90:een.

$$O/L (Tr) = -0,9+0,06 L$$

$$r = 0,667^x$$



Ottaen huomioon, että traktorien määrät olivat kovin pienet ja epätarkat, riippuvuus on hyvä. Traktorit ovat kömpelöitä, suurikokoisia ja ennenkaikkea hitaita, eroten selvästi muusta liikenteestä, ja tämä tekee niistä vaarallisia. Hitauden suuri vaikutus näkyy suhteen jyrkkänä kasvuna paremmilla teillä, koska nopeusero muuhun liikenteeseen suurenee. Myöskin niiden kunto ja varustelu ovat usein puutteellisia.

#### 4.1.2 Niiden onnettomuuksien laatu, joissa tietty ajoneuvotyyppi oli mukana

Jotta saataisiin käsitys ajoneuvotyypeille ominaisista onnettomuuksista, on ne onnettomuudet, joissa tietty ajoneuvotyyppi oli osallisena, jaettu laadun mukaisiin luokkiin. Näitä on verrattu toisiinsa ja vastaavaan jakautumaan kaikkien linjaonnettomuuksien osalta (taulukko 9).

Onnettomuudet, joissa henkilö- tai pakettiauto oli osallisena, jakautuvat laadun mukaan lähes niin kuin kaikki linjaonnettomuudet, koska niitä on osallisena melkein jokaisessa onnettomuudessa.

Onnettomuuksista, joissa linja-auto oli mukana, on lähes kolmannes yhteenajoja vastakkaisista suunnista ajaen. Osuus on yli kaksinkertainen kaikkiin linjaonnettomuuksiin verrattuna. Ajo- ja pysäköityyn ajoneuvoon oli 23,5 %, joka on paljon suurempi osa kuin millään muulla ajoneuvotyypillä. Sensijaan suistuminen, jk:n, pp:n tai eläimen päälleajo on harvemmin kysyntyksessä niissä onnettomuuksissa, joissa linja-auto on mukana kuin kaikissa linjaonnettomuuksissa.



Taulukko 9. Ajoneuvotyypeille ominaiset onnettomuudet.

	Linja- onnett. %	Onnettom., joissa oli mukana				
		LA %	KAI %	KAP %	MP+MPO %	TR %
Yhteenajo vastakkaisiin suuntiin	14,4	31,8	27,4	21,7	14,4	12,1
Yhteenajo samaan suunt.	7,2	9,4	10,5	9,8	22,5	21,2
Peräänajo	11,2	16,5	14,1	12,4	9,0	37,9
Ajo esteeseen ajoradalla	1,3	-	-	1,6	-	-
Ajo pysäk. ajoneuvoon	6,7	23,5	13,9	13,5	9,0	10,6
Ajo jk:n päälle	7,9	4,7	3,0	2,4	15,3	1,5
Yht. ajo pp:n kanssa	2,9	1,1	2,5	1,6	4,5	1,5
Suistuminen	36,8	8,3	21,6	31,2	10,8	10,6
Kumoonajo	1,6	-	0,6	0,8	12,6	-
Ajo eläimen päälle	8,5	2,4	2,2	2,4	-	-
Muu	1,6	2,4	4,2	2,6	2,7	4,5
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Kuorma-autot ovat usein osallisina yhteenajoissa vastakkaisista suunnista ajaen, sekä myös ajoissa pysäköityyn ajoneuvoon. Suistumisten osuus on erittäin suuri verrattuna muihin raskaisiin ajoneuvoihin. Perävaunullisilla osuus on jopa 31,2 %, mikä on lähes sama kuin kaikissa linjaonnettomuuksissa. Kuorma-autot ajavat suhteellisen harvoin jk:n, pp:n tai eläimen päälle.

Onnettomuuksista, joissa oli mukana moottoripyörä tai mopedi, 22,5 % on yhteenajoja samaan suuntaan ajaen. Toisin sanoen takaatullut auto on ohittanut liian läheltä. Vastaavalla tavalla nämä itse ajavat jalankulkijoiden ja polkupyöräilijäiden päälle, näiden osuudet olivat noin kaksinkertaiset kaikkiin linjaonnettomuuksiin verrattuna. Varsinkin mopedit käyttävät samaa kohtaa ajoradasta kuin jalankulkijat ja polkupyöräilijät.



Kumoonajot ovat melkein yksinomaan kaksipyöräisille tyypillisiä onnettomuuksia, kun taas suistumisia on vähän. Eläinten päälleajoja ei ollut lainkaan.

Yli puolet (59,1 %) onnettomuuksista, joissa traktori oli osallisena, kuului peräänajoihin tai yhteenajoihin samaan suuntaan ajaen. Selityksenä on traktorin hitaus muihin verrattuna. Ehkä samasta syystä jalankulkijoiden ja polkupyöräilijöiden päälleajoja on vähän, vain 3,0 % yhteensä. Eläinten päälleajoja ja kumoonajoja ei ollut ollenkaan. Ryhmään muu kuului onnettomuuksista 4,5 %, eli huomattavasti suurempi osuus kuin muilla ajoneuvotyypeillä.

#### 4.1.3 Olosuhteiden vaikutus eri ajoneuvotyyppien onnettomuusalttiuteen

Kaikista linjaonnettomuuksista tapahtuu hämärässä tai pimeässä 49,0 %. Kun tarkastellaan onnettomuuksia, joissa tietty ajoneuvotyyppi on ollut osallisena, vain perävaunullisilla kuorma-autoilla vastaava osuus on suurempi, 58,2 %. Tämä johtuu suurimmalta osalta siitä, että ne ajavat enemmän yöllä kuin muut. Ottaen huomioon, että perävaunullisten kuorma-autojen onnettomuuksista ~~suuri~~ osa oli nimenomaan suistumisia, päädytään väsyneenä ajon ilmeiseen vaikutukseen. Muilla ajoneuvotyypeillä hämärän ja pimeän osuus on melkein sama, ja selvästi keskiarvoa pienempi (taulukko 10).

Tien pinta oli luminen tai jäinen 41,1 %:ssa linjaonnettomuuksista. Ainoastaan moottoripyörät ja mopedit joutuivat vastavissa olosuhteissa ~~harvemmin~~ onnettomuuksiin. Luonnollinen syy on kausivaihtelu. Niistä onnettomuuksista, joissa kuorma-auto tai traktori oli mukana tapahtui liukkaalla vain vähän suurempi osa



kain kaikista linjaonnettomuuksista. Linja-autojen osalta osuus oli peräti 63,0 %. Linja-auton suuri onnettomuusalttius liukkaalla johtunee velvollisuudesta ajaa aikataulun mukaan kelistä riippumatta. Muilla on ehkä mahdollisuus siirtää matkansa tarpeen mukaan.

Taulukko 10, Olosuhteiden vaikutus ajoneuvotyyppien onnettomuusalttiuteen.

	Tien pinta	Valaistus		
	luminen/ jäinen %	hämärä %	pimeä %	hämärä + pimeä %
Linjaonnettom.	41,1	12,3	36,7	49,0
Onnettom., joissa oli osallisena				
LA	63,0	9,5	32,1	41,6
KAI	45,0	10,4	31,2	41,6
KAP	45,0	9,8	48,3	58,3
MP+MPO	25,9	7,4	34,3	41,7
TR	43,0	12,3	30,8	43,1

#### 4.2 Onnettomuudet liittymissä

Liittymän osalta liikennesuoritteeksi pitäisi ottaa risteämisen, erkanemisen ja liittymisen määrä, sekä määrätä tästä eri ajoneuvotyyppien osuus Yksityisteiden liittymien osalta jakautuma on suurinpiirtein sama kuin päätien liikennesuoritteessa, koska sivutien liikennemäärä on pieni. Lisäksi liikennevirtojen suhteella on varmasta suuri merkitys onnettomuuksia ajatellen. Taulukossa 11 on esitetty onnettomuuksiin osallisuuden suhde päätien liikennesuoritteeseen ajoneuvotyypeittäin.



Liittymäonnettomuuksissa linja-autojen onnettomuusalttius on lähes sama kuin linjaonnettomuuksissa, mutta muiden ajoneuvotyyppejen osalta erot ovat varsin suuret.

Kuorma-autojen ao. suhde on selvästi pienempi liittymissä sattuneissa onnettomuuksissa kuin linjalla. Perävaunullisilla kuorma-autoilla suhde putoaa 1,46:sta 0,60:een. Näin suureen eroon täytyy olla syynä suuresti erilainen ajoneuvokoostumus eriluokkaisilla teillä. Perävaunulliset kuorma-autot ajavat lähinnä pääteillä.

Taulukko 11. Eri ajoneuvotyyppejen onnettomuusalttius

	HA+PA	LA	KAI	KAP	MP+MPO	TR	PP/ 100 osall.	JK/ 100 osall.
Liik.suor.-%	76,9	2,9	10,1	6,8	2,5	0,4		
Linjaonnett. osall.-%	74,6	2,0	9,3	9,9	2,7	1,6	1,9	5,7
O/L	0,98	0,71	0,92	1,45	1,08	4,0		
Yks.teid.liitt. osall.-%	77,2	2,1	8,2	4,1	5,0	3,4	3,6	2,2
O/L	1,00	0,75	0,81	0,60	2,00	8,5		
Yleist.teid.liitt. osall.-%	78,0	2,1	7,8	3,9	6,2	2,1	3,4	1,7
O/L	1,01	0,75	0,77	0,57	2,48	5,3		

Moottoripyörillä ja mopedeilla näyttäisi olevan suuria vaikeuksia selvittää liittymistä, sillä ne ovat yksityisten teiden liittymissä sattuneissa onnettomuuksissa kaksi kertaa useammin osallisena kuin liikennesuorite edellyttäisi. Yleisten teiden liittymissä vastaava kerroin on jo 2,48. Linjaonnettomuuksissa se oli vain 1,08. Syynä voi olla se, ettei kaksipyöräisille anneta tasaveroista asemaa liikenteessä tai ehkä mopediä kuljettajien heikot tiedot liikenteestä.



Traktoreilla kerroin on liittymäonnettomuuksissa erittäin suuri. Yleisten teiden liittymissä sattuneissa onnettomuuksissa osallisuusprosentti on 5,3-kertainen verrattuna niiden osuuteen päätien liikenteestä, ja yksityisten teiden liittymissä peräti 8,5-kertainen. Niiden hitaus ja kömpelyys on tässäkin ilmeinen syy. Varsinkin yksityisteiden liittymissä on varmasti paljon traktoriliikennettä, joka ei tule mukaan liikennelaskennoissa, koska ne ajavat joko tien yli tai vain jonkin matkaa jollekin muulle yksityistielle. Maatalousliittymät ovat usein heikkotasoisia ja joskus niiltä on vaikea päästä päätielle ilman vauhtia tai liittyminen kestää suhteettoman kauan.

Koska ajoneuvotyyppien osuus on laskettu osallisista moottoriajoneuvoista, ei jalankulkijoiden ja polkupyöräilijöiden osalta ole voitu tätä prosenttia laskea. Sensijaan näiden lukumäärä 100 osallista m-ajoneuvoa kohti antaa jonkinlaisen kuvan onnettomuuksiin osallisuudesta. Polkupyöräilijöille tuottaa vaikeuksia nimenomaan liittymät, sillä 100 osallista m-ajoneuvoa kohti joutuu onnettomuuteen liittymissä 3,5 polkupyöräilijää kun vastaava määrä linjaonnettomuuksissa on 1,9. Sensijaan jalankulkijoita on 100 osallista m-ajoneuvoa kohti linjaonnettomuuksissa osallisena 5,7, mutta liittymissä ainoastaan 2,0.



## 5. ONNETTOMUUSASTE LAATULUVUN FUNKTIONA

Tien vaarallisuutta kuvaa onnettomuuksien lukumäärä liikennesuoritetta kohti, jota kutsutaan onnettomuusasteeksi (onnettomuuksia  $10^8$  moottoriajoneuvokilometriä kohti).

### 5.1 Liittymäonnettomuuksien erottaminen

Koska kaikki tiet ovat valta- tai kantateitä, ja siis etuajo-oikeutettuja, on syyllisyys liittymäonnettomuuteen melkein aina sivutietä ajavan. Siis onnettomuuksien määrä on suuresti riippuvainen juuri sivuteiden liikennevirroista, joita ei tässä ole otettu huomioon. Tämän takia onnettomuusaste päätien liikennesuoritetta käyttäen on tarkoituksenmukainen vain linjaonnettomuuksien osalta. Kuitenkin kokeilumielessä on erikseen laskettu onnettomuusasteet liittymäonnettomuuksien ollessa mukana. Taulukossa 12 on arvot esitetty ryhmittäin (laatuluku).

Onnettomuusasteen, jossa on vain linjaonnettomuudet, keskimääräinen arvo oli 59 onn./ $10^8$ m-ajon.km. Sen riippuvuus laatuluvusta on varsin selvä (kuva 6).

$$A = 185 - 1,6 L$$

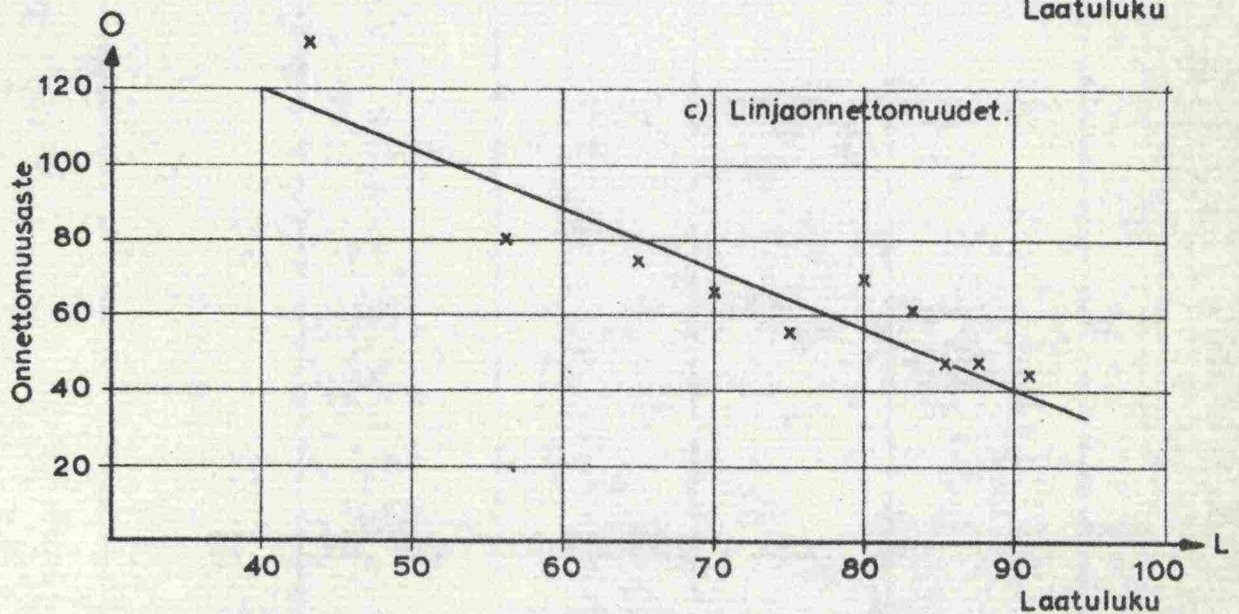
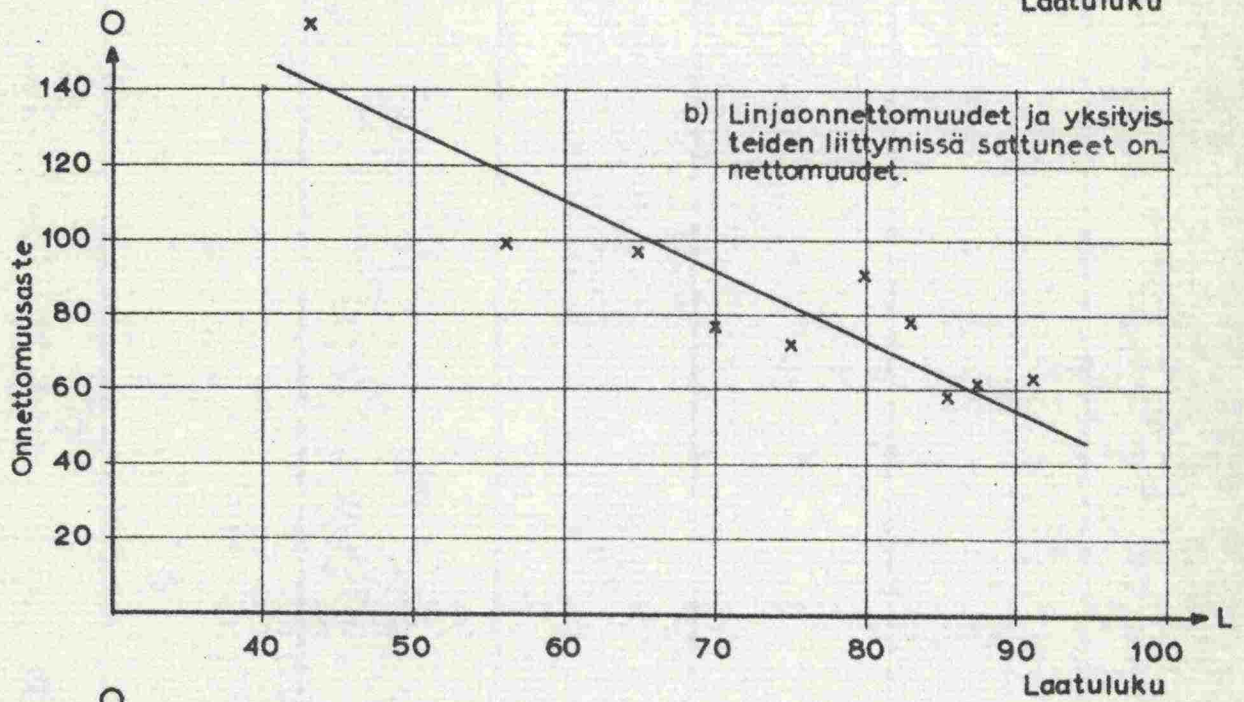
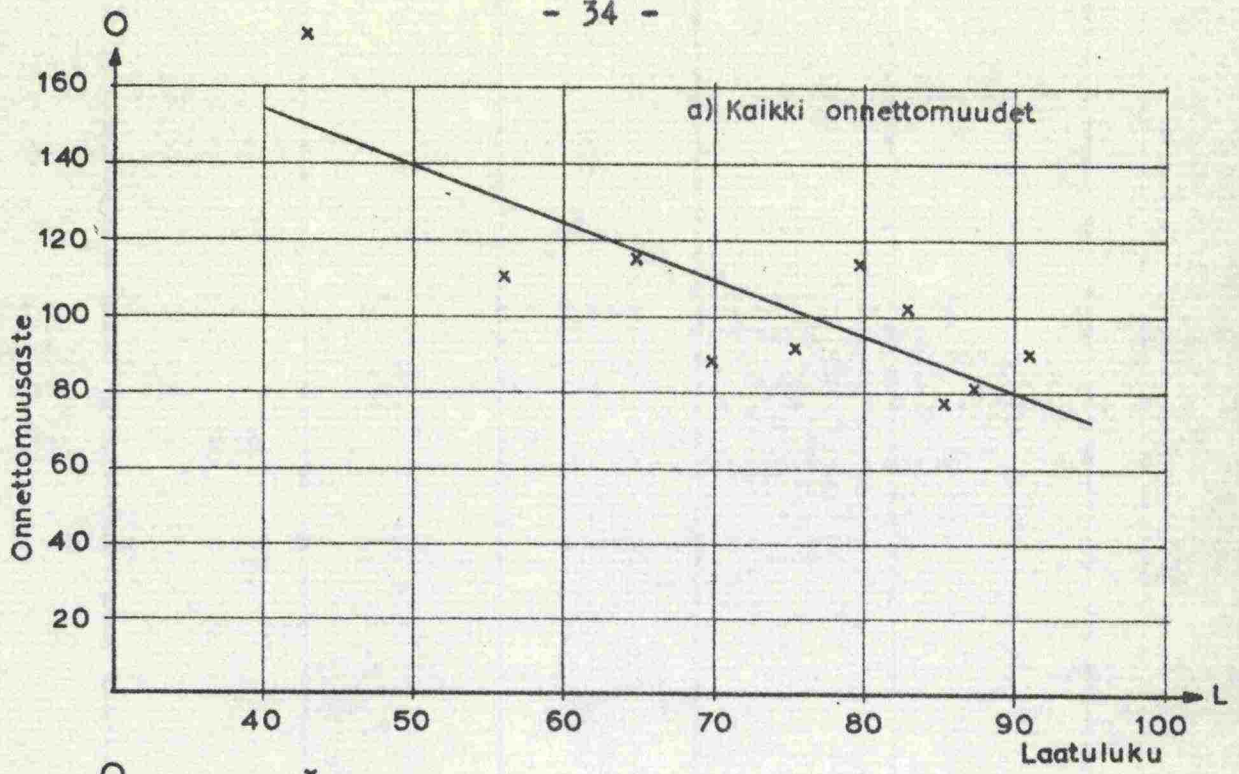
$$r = 0,922^{xxx}$$

A = onnettomuusaste; onn./ $10^8$ m-ajon.km

Kaavan mukaan laatuluvun lasku 90:stä 40:een merkitsee kolminkertaista onnettomuusastetta.

Kun yksityisteiden liittymissä sattuneet onnettomuudet lisättiin, nousi onnettomuusaste 76:een. Regressiokerroin oli vieläkin parempi kuin pelkillä linjaonnettomuuksilla.





Kuva 6. Onnettomuusaste (onn./10<sup>8</sup> m-ajon.km) laatuluvun funktiona



Taulukko 12. Onnettomuusaste onn./10<sup>8</sup>m-ajon.km

Ryhmä (laatuluku)	Linjaonn.	Linja + yksit.- teiden liitt. satt.onnett.	Kaikki onnett.
1	44	63	90
2	47	61	81
3	47	59	78
4	60	79	102
5	69	90	114
6	55	72	92
7	66	77	88
8	74	97	115
9	80	99	110
10	132	158	174
Keskiarvo	59	76	95

$$A = 226 - 1,9 L$$

$$r = 0,967^{xxx}$$

Tässä tapauksessa laatuluvun lasku 90:stä 40 :een merkitsee onnettomuusasteen nousua 55:stä 145:een onn./10<sup>8</sup> m-ajon.km.

Yleisten teiden liittymissä sattuneiden onnettomuuksien lisääminen huonontaa riippuvuutta laatuluvusta.

$$A = 215 - 1,5 L$$

$$r = 0,820^{xxx}$$

Poliisin tietoon tulee vain noin puolet onnettomuuksista, joten todelliset arvot ovat huomattavasti suuremmat /4/.



## 5.2 Olosuhteiden vaikutus onnettomuusasteeseen

### 5.2.1 Pimeässä ja hämärässä sattuneiden onnettomuuksien osuus

Pimeä aika on autoilijalle hankala, koska ajovalojen näyttämä matka on varsin lyhyt, etenkin verrattuna käytettyihin nopeuksiin.

Valaistuksen vaikutus onnettomuusasteeseen on selvitetty hakemalla ryhmittäin (laatuluku) hämärässä ja pimeässä tapah-  
tuneiden onnettomuuksien osuus. Nämä on esitetty taulukossa 13.

Taulukko 13. Onnettomuuksien jakautuminen valaistusolosuhteiden mukaan.

Ryhmä (laatu- luku) m	Linjaonnettomuudet				Yks.teid.liittym.				Yleis.teid.liitt.			
	Hämärä		pimeä		hämärä		pimeä		hämärä		pimeä	
	kpl	%	kpl	%	kpl	%	kpl	%	kpl	%	kpl	%
1	32	11,7	115	42,1	9	7,7	26	22,2	7	4,2	38	22,6
2	38	13,2	99	34,4	8	9,5	15	17,9	8	6,6	24	19,8
3	40	14,6	126	46,0	4	5,6	17	23,6	8	7,0	19	16,5
4	52	15,7	131	39,6	10	9,5	18	17,1	9	7,1	15	11,9
5	48	13,4	135	37,8	5	4,5	14	12,7	14	11,1	22	17,5
6	32	11,7	97	35,4	13	14,9	11	12,6	8	7,8	15	14,7
7	32	10,6	94	31,2	3	5,9	7	13,7	2	4,0	12	24,0
8	19	7,2	112	42,4	7	8,2	17	20,0	5	8,1	20	32,3
9	21	10,7	58	29,4	3	6,5	2	4,3	-	-	8	28,6
10	24	12,6	43	22,5	2	5,4	5	13,5	-	-	5	21,7
Yht.	338	12,3	1010	36,7	64	8,1	132	16,6	61	6,6	178	18,7



Linjaonnettomuuksista tapahtui hämärässä tai pimeässä 49 %, mutta vastaava osuus liittymäonnettomuuksista oli vain 25 %.

Hyvällä tiellä sattuu linjaonnettomuuksista suurempi osa pimeässä kuin huonolla tiellä. Kun laatuluku on 40, pimeässä ja hämärässä sattuneiden osuus oli vain 35 %, mutta sen ollessa 90 jo 55 % (kuva 7). Osuuden ilmaisee lauseke:

$$P(\%) = 16,5 + 0,43 L$$

$$r = 0,833^{xxx}$$

$P(\%)$  = pimeässä tai hämärässä sattuneiden onnettomuuksien osuus

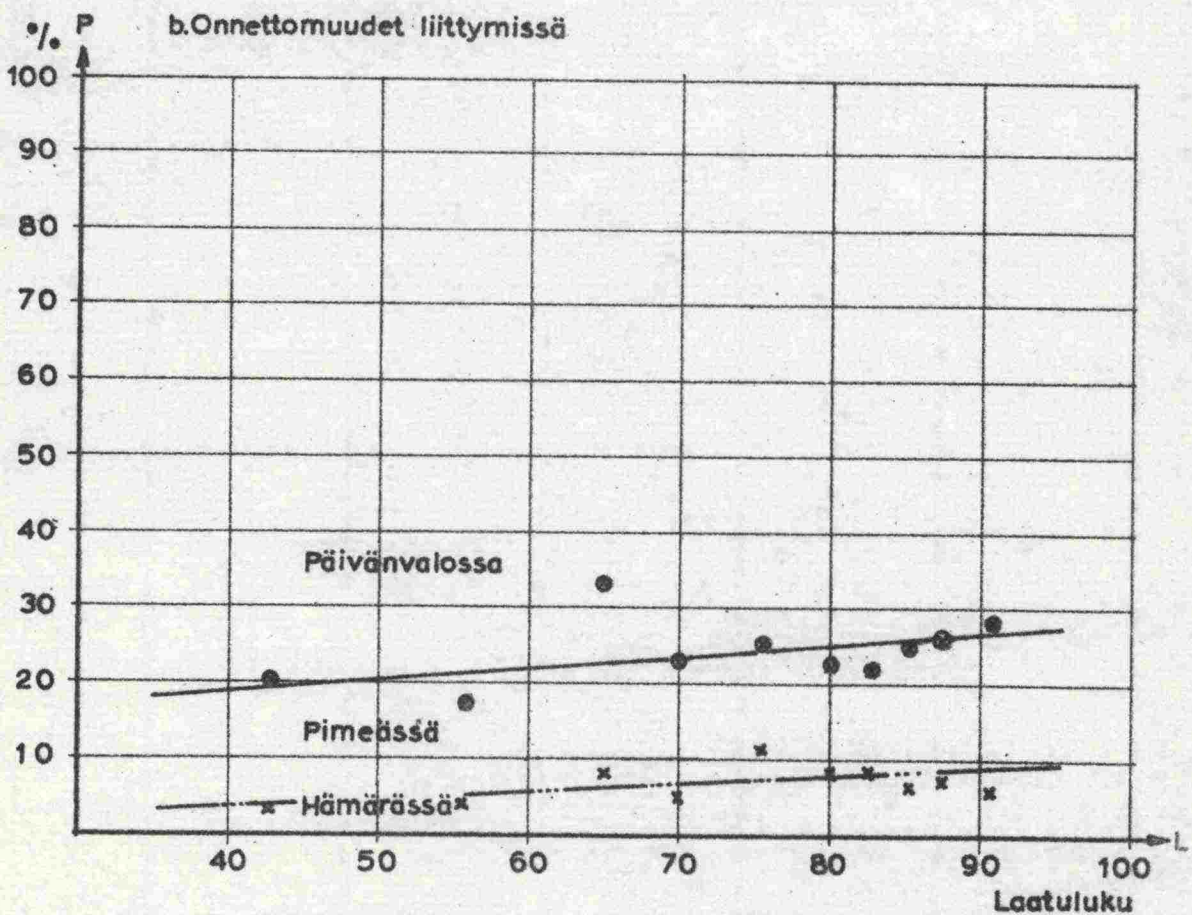
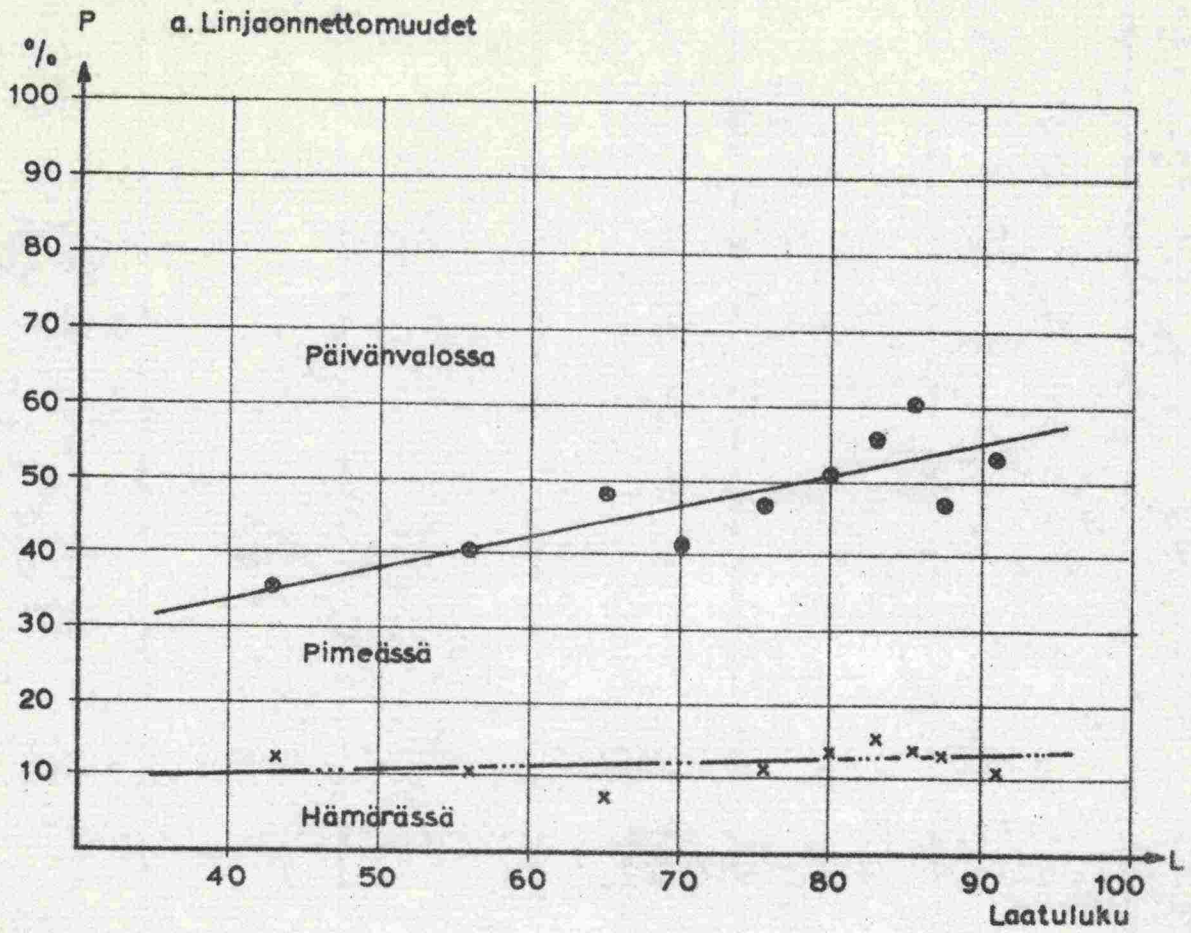
Koska yksityisten ja yleisten teiden liittymissä onnettomuuksien jakautumat valaistuksen mukaan ovat samantyyppiset, niitä on käsitelty yhdessä (taulukko 14). Liittymäonnettomuuksissa riippuvuus laatuluvusta ei ole niin voimakas kuin linjaonnettomuuksissa. Pimeässä ja hämärässä sattuneiden onnettomuuksien osuus nousee 19 %:sta 27 %:iin laatuluvun kasvaessa 40:stä 90:een.

$$P(\%) = 14,3 + 0,14 L$$

$$r = 0,460$$

Liittymäonnettomuuksissa valaistuksella on toisenlainen vaikutus kuin linjaonnettomuuksissa, sillä hämärässä ja pimeässä sattuneiden onnettomuuksien osuus on vain 25,3 %. Ainakin osittain syynä suureen eroon on liikenteen erilainen vuorokausivaihtelu pää- ja sivuteillä. Valta- ja kantateillä pimeän aikainen liikenne on suhteellisesti suurempi kuin muilla maanteillä. Todennäköisesti pimeän aiheuttamat haitat ovat suuremmat ajettaessa linjalla kuin liittymissä.





Kuva 7. Onnettomuuksien jakautuminen valaistusolosuhteiden mukaan laatuluvun funktiona



Taulukko 14. Pimeässä sattuneiden onnettomuuksien osuus.

Ryhmä (laatuluku)	Linjaonnettomuudet		Liittym. sattun. onnett.	
	Pi+Hä	%	Hä	Pi+Hä %
1	53,8		5,6	28,1
2	47,6		7,8	26,8
3	60,6		6,5	25,9
4	55,3		8,3	22,5
5	51,2		8,1	23,3
6	47,1		11,1	24,8
7	41,8		5,0	23,8
8	49,6		8,2	33,3
9	40,1		4,1	17,6
10	35,1		3,3	20,0
Keskiarvo	49,0		7,3	25,3

### 5.2.2 Valaistuksen vaikutus linjaonnettomuuksista laskettuun onnettomuusasteeseen

Selvemmän kuvan saamiseksi pimeän vaikutuksesta on laskettava onnettomuusasteet eri valaistusolosuhteissa. Pimeässä tapahtuvan liikennesuorituksen arvioiminen on kuitenkin erittäin vaikeaa. Liikenteellä on tiestä riippuen erilainen vuorokausi- ja kausivaihtelu. Vuorokauden pimeä aika vaihtelee paikkakunnan mukaan, eivätkä valoisuuden rajat ole mitenkään yksiselitteisesti määrittävissä.

Pimeässä tapahtuvan liikenteen osuudeksi on arvioitu 30 % /4/. Koska onnettomuustiedoissakin on vain poliisin subjektiivinen käsitys valaistuksesta, voitaneen tyytyä tähän arvioon.



Koska kaikki tieosat ovat valta- ja kantateitä, eivät liikenteen vaihtelut liene kovin erilaiset.

Olettamalla pimeässä ja hämärässä tapahtuvan liikenteen osuudeksi 30 %, saadaan taulukossa 15 esitetyt onnettomuusasteen arvot laatuluvun mukaisin ryhmin.

Taulukko 15. Valaistuksen vaikutus linjaonnettomuuksista saatuun onnettomuusasteeseen (onn./10<sup>8</sup>m-ajon.km).

Ryhmä (laatuluku)	Päivänvalossa	Pimeässä ja hämärässä
1	29	79
2	35	75
3	26	95
4	38	110
5	48	118
6	42	86
7	55	92
8	53	122
9	68	108
10	123	154
Keskiarvo	43	96

Laatuluvun lasku 90:stä 40:een nostaa pimeänaikaisen onnettomuusasteen 85:stä 145:een onn./10<sup>8</sup>m-ajon.km (kuva 8).

$$A = 192 - 1,2 L$$

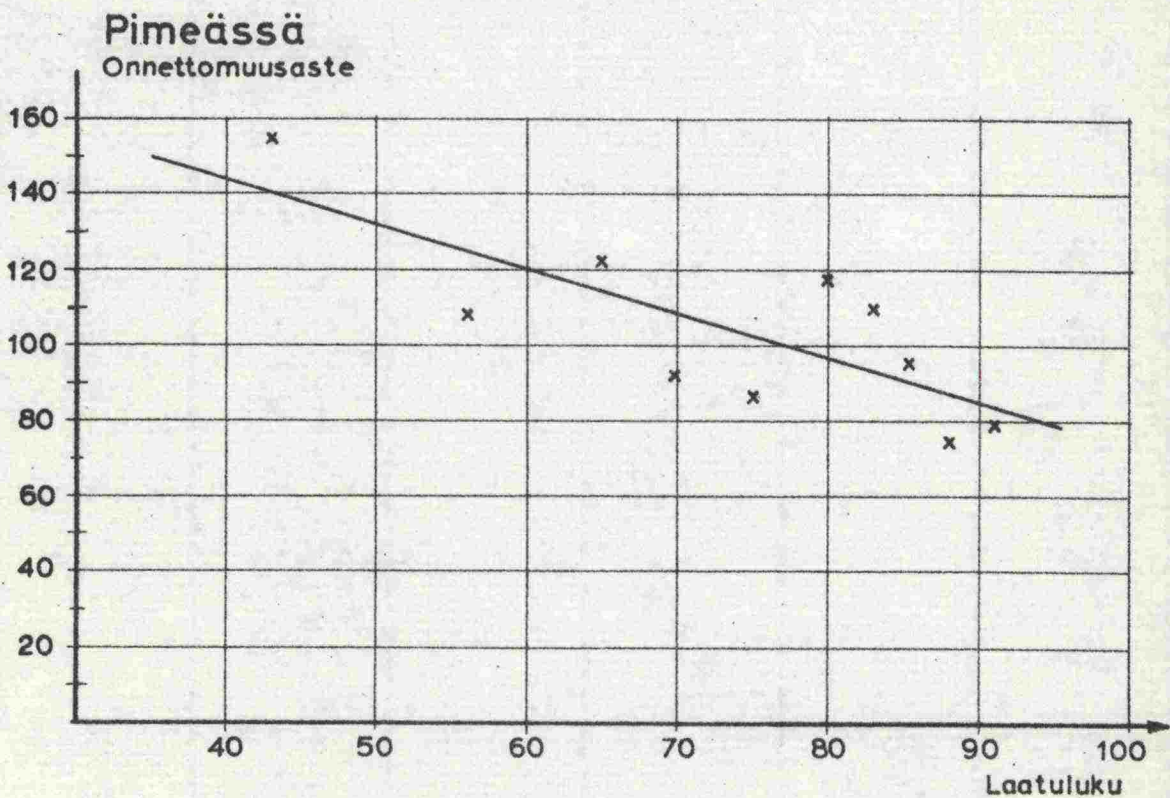
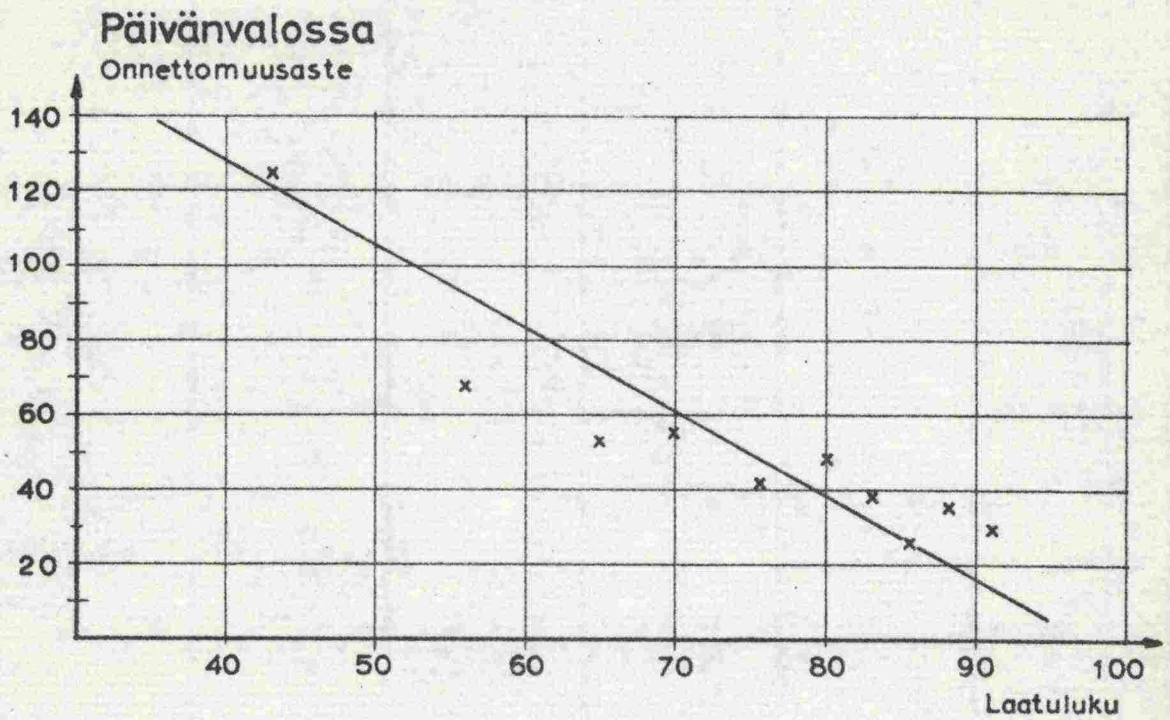
$$r = 0,781^{xxx}$$

Päivänvalossa aste nousee vastaavasti 20:stä 130:een onn./10<sup>8</sup>m-ajon.km, jota kuvaa lauseke:

$$A = 177 - 1,7 L$$

$$r = 0,966^{xxx}$$





Kuva 8 Valaistuksen vaikutus linjaonnettomuuksista laskettuun onnettomuusasteeseen (onn./10<sup>6</sup> m-ajon. km)



Pimeänaikainen onnettomuusaste on keskimäärin 2-kertainen verrattuna päivänvaloaikaiseen. Huonolla tiellä asteet ovat lähes samat, mutta laatuluvun noustessa pimeänaikainen onnettomuusaste ei laske yhtä jyrkästi kuin päivänvalonaikainen, vaan jää jopa 4-kertaa suuremmaksi hyvällä tiellä.

Tuloksista voitaneen tehdä sellainen johtopäätös, että jos tehdään hyvä tie, on myös olosuhteet saatava vastaamaan tien standardia. Koska huonolla tiellä onnettomuusasteet ovat lähes samat, riittävät ajoneuvojen valot käytettyihin nopeuksiin, mutta korkealuokkaisella tiellä ovat nopeudet niin suuret, että valaistu alue on vain osa tarvittavasta näkemästä. Koska liikennekin on vilkkaampaa, lisääntyy häikäisy, eikä kaukovaloja voi käyttää kuin osalla matkaa. Saattaa olla, etteivät oletukset pimeänaikaisesta liikenteestä pidä kovinkaan hyvin paikkaansa.

Nykyisin on pyritty valaisemaan vaarallisimpia risteyksiä, mutta tärkeämpää olisi valaista vilkkaimmat päätiet. Erään ruotsalaisen tutkimuksen mukaan valaistus on taloudellisesti kannattavaa, jos KVL on suurempi kuin 3500 hay/vrk.

### 5.2.3 Keliolosuhteiden vaikutus linjaonnettomuuksiin

Keliolosuhteiden vaikutuksen selvittämiseksi on laskettu niiden onnettomuuksien määrä, joissa tien pinta oli luminen ja jäinen. Taulukossa 16 on osuudet linjaonnettomuuksissa esitetty laatuluvun mukaisten ryhmien osalta.

Onnettomuuksista tapahtuu keskimäärin 41 % tien pinnan ollessa luminen ja jäinen. Osuudet vaihtelevat ryhmittäin 31,7 %... 50,2 %. Riippuvuutta laatuluvusta ei ole havaittavissa. Tarkkaa arviota liukkaan kelin aikaisesta liikenteestä on mahdoton saada. Ilmasto-olosuhteet vaihtelevat paljon maan eri osissa, sekä myöskin eri vuosina. Yöpakkasia on jo paljon ennen pysyvän lumen



tuloa. Pääteiden suolaus pitää taas nämä sulina melkein ympäri vuoden.

Karkean arvion saamiseksi on oletettu, että liukkaan kelin aikainen liikenne kestää joulukuun alusta huhtikuun loppuun. Tämän ajan liikennesuorite on 1/3 koko vuoden arvosta. Näillä oletuksilla on liukkaan kelin aikainen onnettomuusalttius noin 1,4 kertainen kesäolosuhteisiin verrattuna. Arvio on erittäin epätarkka.

Taulukko 16. Niiden linjaonnettomuuksien osuus, joissa tien pinta oli luminen tai jäinen.

Ryhmä (laatuluku)	kpl	%
1	119	43,6
2	110	38,1
3	86	31,7
4	147	44,4
5	152	42,6
6	106	38,9
7	115	38,2
8	124	47,0
9	99	50,2
10	76	39,8
	1132	41,1

### 5.3 Liikennemäärän vaikutus onnettomuusasteeseen

Liikennemäärän vaikutuksesta onnettomuuksiin on esitetty varsin poikkeavia tuloksia. Eräät tutkijat ovat tulleet siihen tulokseen, että onnettomuusaste kasvaa liikennemäärän noustessa,



kun taas toiset ovat saaneet tulokseksi päinvastaisen riippuvuuden, tai että riippuvuutta ei ole lainkaan /10,12,13/.

Tämän seikan selvittämiseksi laatuluvun mukaisten ryhmien tieosat on jaettu KVL:n mukaan 5 luokkaan:

alle 1.500 m-ajon./vrk.

1.500-3.000 "

3.000-4.500 "

4.500-6.000 "

yli 6.000 "

Näiden mukaan lasketut onnettomuusasteet linjaonnettomuuksien osalta on esitetty taulukossa 17.

Taulukko 17. Onnettomuusaste eri KVL:n arvoille.

Ryhmä (laatu- luku)	onn./10 <sup>8</sup> m-ajon.km, kun KVL (m-ajon./vrk) on:				
	alle 1.500	1.500- 3.000	3.000- 4.500	4.500- 6.000	yli 6.000
1	52	47	36	41	67
2	30	46	74	42	
3	40	44	48		67
4	79	51	53	63	
5	75	61	92		
6	58	53	53		
7	70	67	55		66
8	77	63	75		
9	80				
10	132				

Näyttää siltä, ettei KVL:llä ole ainakaan suurta vaikutusta onnettomuusasteeseen, sillä vain ryhmässä 3 nousu on tasainen KVL:n suuretessa. Eräs selitys on aineiston käyminen pieneksi



näin tarkkaan käsittelyyn.

Tuntuisi luontevalta, että kullekin tieluokalle olisi olemassa optimiliikennemäärä tässä mielessä. Suuri liikennemäärä pakottaa liikennevirran yhtenäisemmäksi, mutta toisaalta liikennemäärän pieneneminen vähentää mahdollisia osapuolia. yhteenajoon.

#### 5.4 Vertailu investointilaskelmissa käytettyihin arvoihin onnettomuusasteesta

Ohjeissa tieinvestointilaskelmien suorittamiseksi (tvh 1967) /13/ on esitetty käyrät onnettomuusasteelle tien luokasta ja liikennemäärästä riippuen. Näiden mukaan onnettomuusaste aluksi kasvaa liikennemäärän noustessa, mutta kasvu pysähtyy noin 3.000 m-ajon./vrk kohdalla ja onnettomuusaste on siitä eteenpäin melkein vakio eri tieluokilla.

Kun KVL:n vaikutus jätetään huomioonottamatta, saadaan onnettomuusasteelle samansuuntainen riippuvuus tien standardista kuin tässä tutkimuksessa. Lukuarvoltaan onnettomuusasteet ovat kuitenkin moninkertaiset. Esimerkiksi luokaltaan IN-13/7,5 (vastannee laatulukua 90) olevalla tiellä on käyrän mukaan onnettomuusaste 250...350 onn./10<sup>8</sup>m-ajon.km. Tässä tutkimuksessa saatiin arvoksi kaikki onnettomuudet huomioonottaen 80. Vastavasti IIN-7/6 (vastannee laatulukua 50) luokkaiselle tielle saatiin käyrältä onnettomuusasteeksi 400...550 onn./10<sup>8</sup>m-ajon.km, kun taas tässä saatiin vain 140. Vaikka nekin onnettomuudet, jotka eivät tule poliisiviranomaisten tietoon, lisättäisiin asteisiin, ne jäävät selvästi pienemmiksi kuin investointilaskelmissa käytetyt.



## 6. ONNETTOMUUKSIEN VAKAVUUS

Onnettomuudet jaetaan vakavuuden perusteella kuolemaan, loukkaantumiseen tai ainoastaan aineellisiin vaurioihin päättyneisiin. (aina vakavimman seurauksen mukaan).

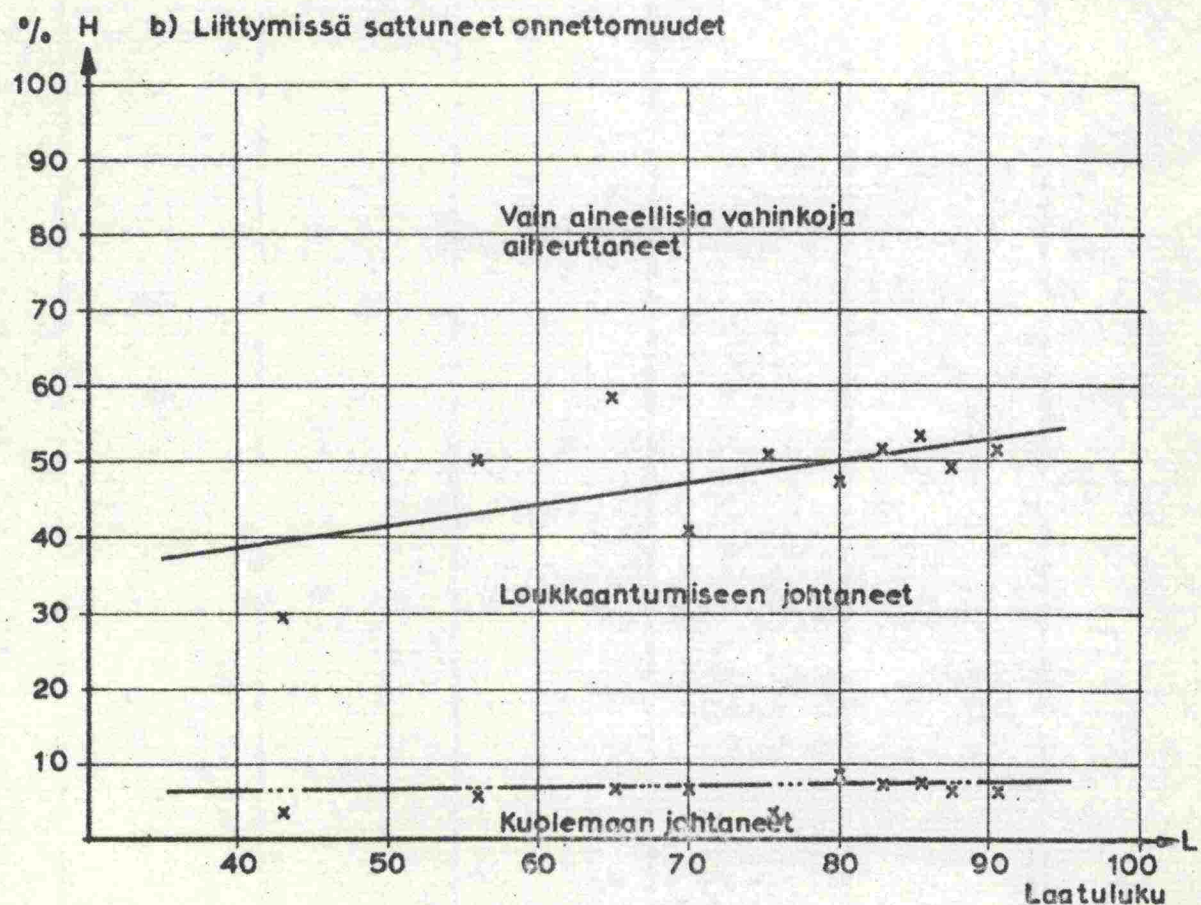
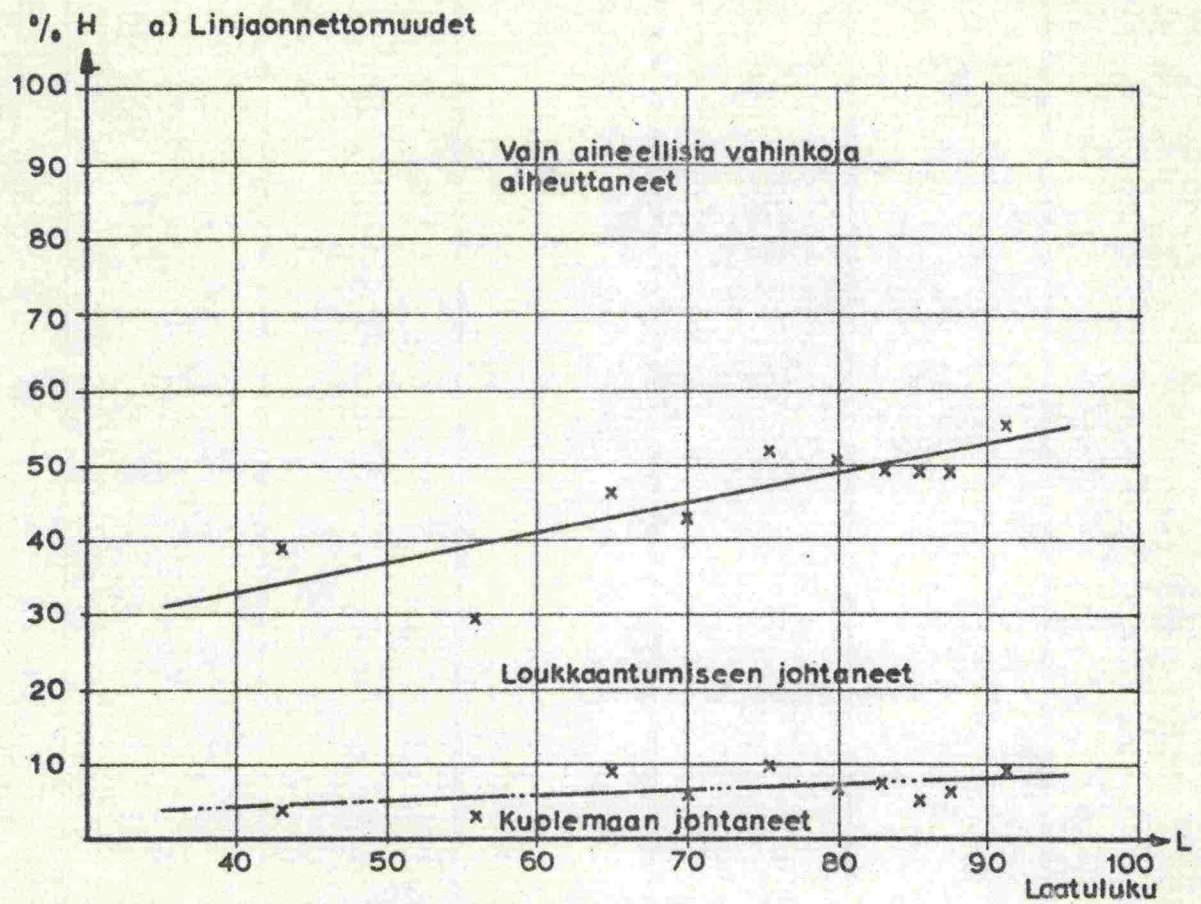
### 6.1 Henkilövahinkoihin päättyneiden osuus kaikista onnettomuuksista

Linjaonnettomuuksista päättyi kuolemaan 6,8 % ja loukkaantumiseen 41,0 %, eli henkilövahinkoihin yhteensä 47,8 %. Liittymissä sattuneissa onnettomuuksissa osuudet olivat melkein samat (taulukko 18 ja kuva 9).

Taulukko 18. Henkilövahinkoihin päättyneiden onnettomuuksien osuus

Ryhmä (laatuluku)	Linjaonnettomuudet		Liittym.sattun.onn.	
	Kuol.joht. %	Loukk.joht. %	Kuol.joht. %	Loukk.joht. %
1	9,5	46,5	6,3	44,9
2	6,9	42,5	6,3	42,9
3	5,1	44,5	7,5	45,5
4	7,3	43,2	7,4	43,7
5	6,4	44,5	8,5	38,7
6	9,9	43,0	3,2	48,1
7	5,3	38,2	6,9	33,7
8	9,1	37,5	6,8	51,7
9	3,0	26,9	5,4	44,6
10	3,2	36,6	3,3	26,6
Keskiarvo	6,8	41,0	6,5	42,7





Kuva 9 Henkilövahinkoihin päättyneiden onnettomuuksien osuus laatuluvun funktiona



Linjaonnettomuuksissa vakavien onnettomuuksien osuus lisääntyy selvästi laatuluvun noustessa. Kun laatuluku on 40, päättyy henkilövahinkoihin 33 % onnettomuuksista, mutta sen ollessa 90 jo 53 %. Riippuvuutta kuvaa yhtälö:

$$H(\%) = 17,4 + 0,4 L$$

$$r = 0,804^{xxx}$$

$H(\%)$  = henkilövahinkoihin päättyneiden osuus onnettomuuksista.

Liittymäonnettomuuksissa riippuvuus päätien standardista on samanlaatuinen, mutta hajonta on suurempi.

$$H(\%) = 26,1 + 0,3 L$$

$$r = 0,574$$

Laatuluvun nousu 40:stä 90:een merkitsee henkilövahinkoihin päättyneiden osuuden kasvua 39:stä 53:een.

Käytetyt nopeudet ovat suoraan verrannollisia laatulukuun /11/, mikä selittää vakavuuden kasvun.

## 6.2 Seuraukset onnettomuutta kohti

### 6.2.1 Seuraukset linjaonnettomuutta kohti

Keskimääräinen menetys 100 linjaonnettomuutta kohti oli 8,1 kuollutta, 74 loukkaantunutta ja 142 vaurioitunutta ajoneuvoa. Onnettomuuksien vakavuus lisääntyy melko voimakkaasti tien standardia noustessa. Laatuluvun muuttuessa 40:stä 90:een nousee 100 linjaonnettomuutta kohti tulevien kuolleiden määrä 3,5:stä 10:een, siis kolminkertaiseksi. Loukkaantuneiden määrä kasvaa vastaavasti 51:stä 84:ään ja vaurioituneiden moottoriajoneuvojen 108:sta 155:een, molemmat noin 1,5-kertaiseksi. Riippuvuudet



ovat yhtälön muodossa:

$$\begin{aligned} K(\text{kuoll.}/100 \text{ onn.}) &= -2,5 + 0,14 L & r &= 0,673^X \\ L(\text{loukk.}/100 \text{ onn.}) &= 23 + 0,67 L & r &= 0,807^{XXX} \\ V(\text{ajon.vaur.}/100 \text{ onn.}) &= 69 + 0,96 L & r &= 0,828^{XXX} \end{aligned}$$

Tulokset on esitetty ryhmittäin (laatuluku) taulukossa 19 ja vastaavat käyrät kuvassa 10.

Taulukko 19. Seuraukset 100 onnettomuutta kohti.

Ryhmä (laatuluku)	Linjaonnettomuudet			Onnettom.liittym.		
	Kuoll.	Loukk.	Vaur.	Kuoll.	Loukk.	Vaur.
1	10,6	85	146	8,1	84	184
2	9,4	77	161	7,3	90	184
3	6,6	82	147	9,6	79	188
4	8,5	79	156	7,8	71	176
5	8,4	85	146	8,9	67	181
6	12,8	74	137	3,2	69	191
7	6,0	71	143	7,9	74	179
8	9,5	64	140	7,5	92	172
9	3,0	44	102	5,4	69	169
10	3,1	63	118	3,3	42	174
Keskiarvo	8,1	74	142	7,4	80	181

#### 6.2.2 Seuraukset liittymäonnettomuutta kohti

Seuraukset 100 yksityisten teiden liittymissä sattunutta onnettomuutta kohti olivat keskimäärin 5,5 kuollutta, 78 loukkaantunutta ja 185 moottoriajoneuvovauriota. Yleisten teiden



liittymissä tapahtuneissa onnettomuuksissa vastaavat luvut olivat 8,9 kuollutta, 82 loukkaantunutta ja 178 ajoneuvovauriota. Ryhmittäin lasketuissa arvoissa oli suuri hajonta ja riippuvuus laatuluvusta jäi heikoksi, ilmeisesti aineisto ei riitä näin tarkkaan käsittelyyn. Tämän takia liittymäonnettomuudet on yhdistetty (taulukko 19 ja kuva 11). Tällöin menetyksille päätien laatuluvun funktiona saatiin lausekkeet:

$$\begin{aligned} K(\text{kuoll./100 onn.}) &= -0,2 + 0,1 L & r &= 0,647^X \\ L(\text{loukk./100 onn.}) &= 30 + 0,6 L & r &= 0,655^X \\ V(\text{vaur.ajon./100 onn.}) &= 157 + 0,3 L & r &= 0,672^X \end{aligned}$$

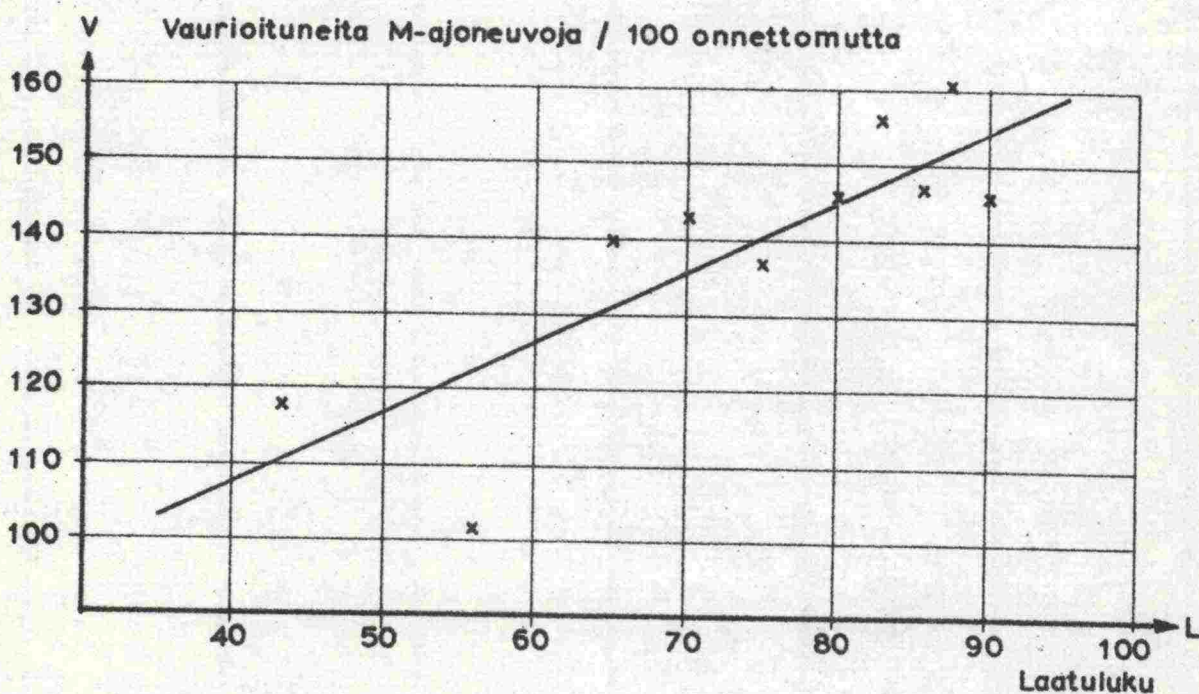
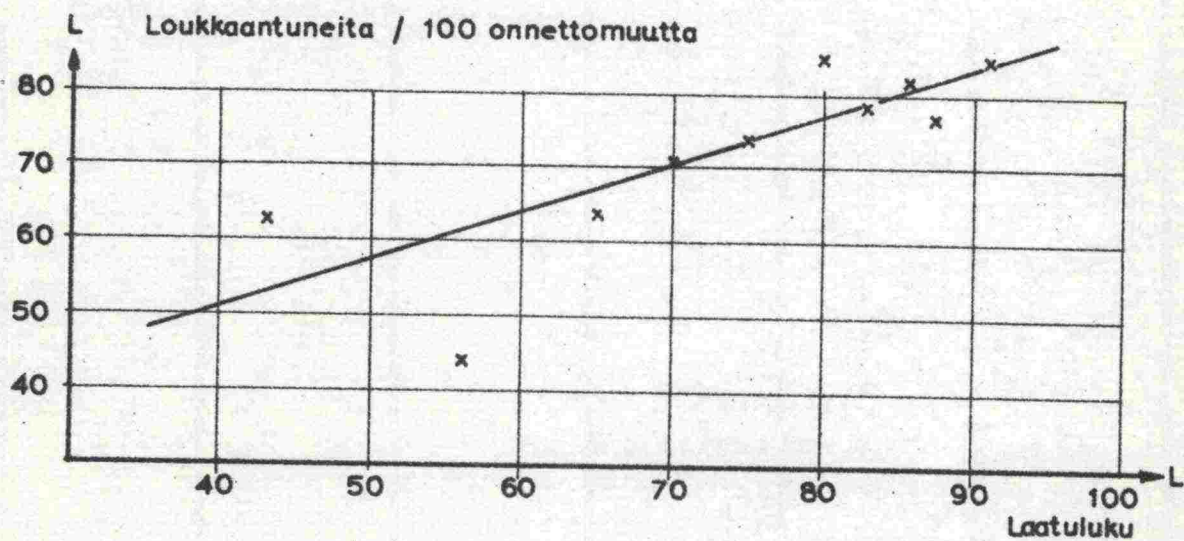
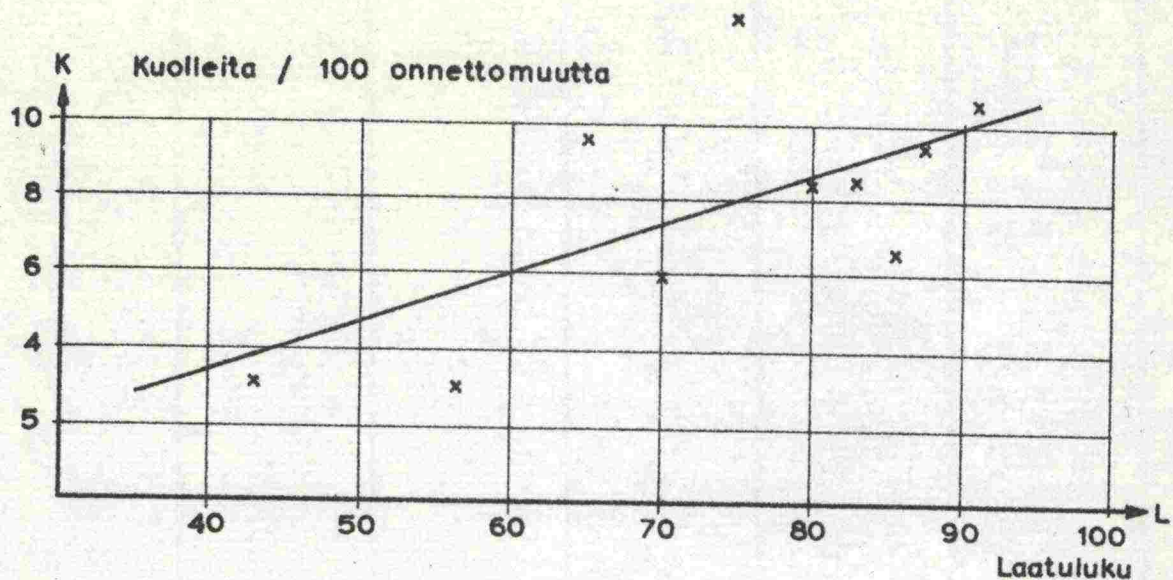
### 6.2.3 Keskimääräiset seuraukset onnettomuutta kohti

Menetysten lausekkeet on lopuksi laskettu kaikille onnettomuuksille yhdessä. Vaikka liittymäonnettomuuksien osalta saadut regressiokertoimet olivat paljon huonommat kuin linjaonnettomuuksien, antoivat nämä yhdessä parhaan riippuvuuden laatuluvusta. Seuraukset on esitetty ryhmittäin taulukossa 20 ja käyrät kuvassa 12.

$$\begin{aligned} K(\text{kuoll./100 onn.}) &= -1,2 + 0,12 L & r &= 0,811^{XXX} \\ L(\text{loukk./100 onn.}) &= 23 + 0,7 L & r &= 0,890^{XXX} \\ V(\text{vaur.ajon./100 onn.}) &= 82 + 1,0 L & r &= 0,906^{XXX} \end{aligned}$$

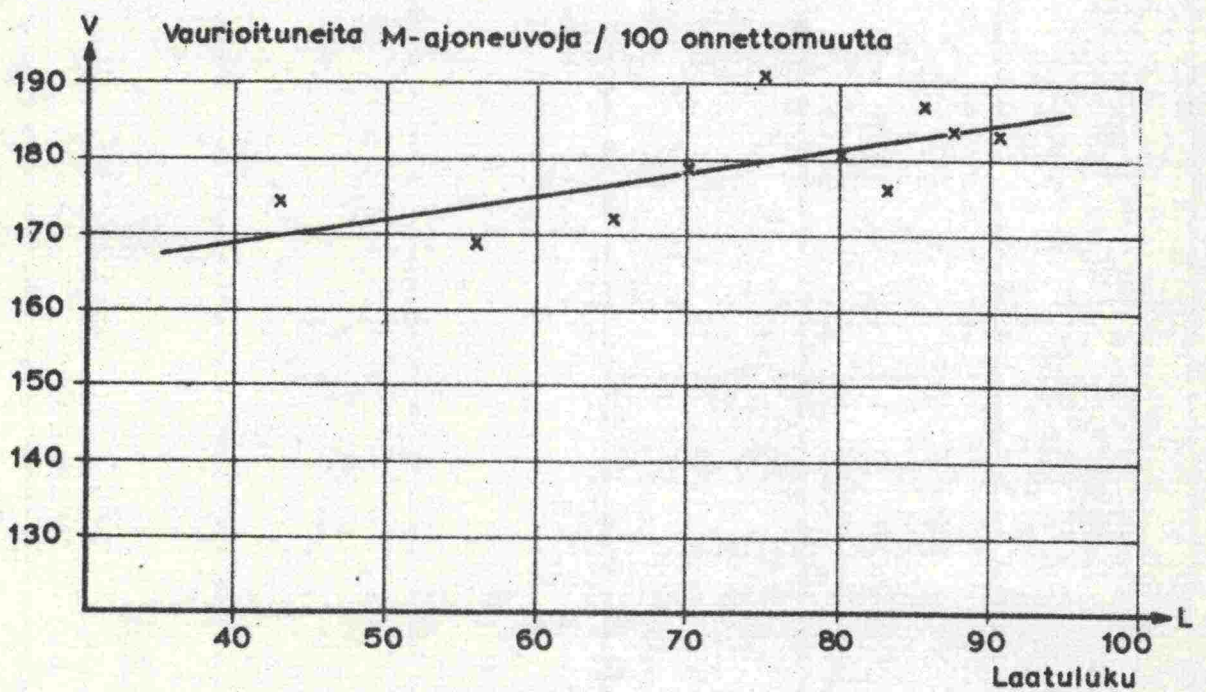
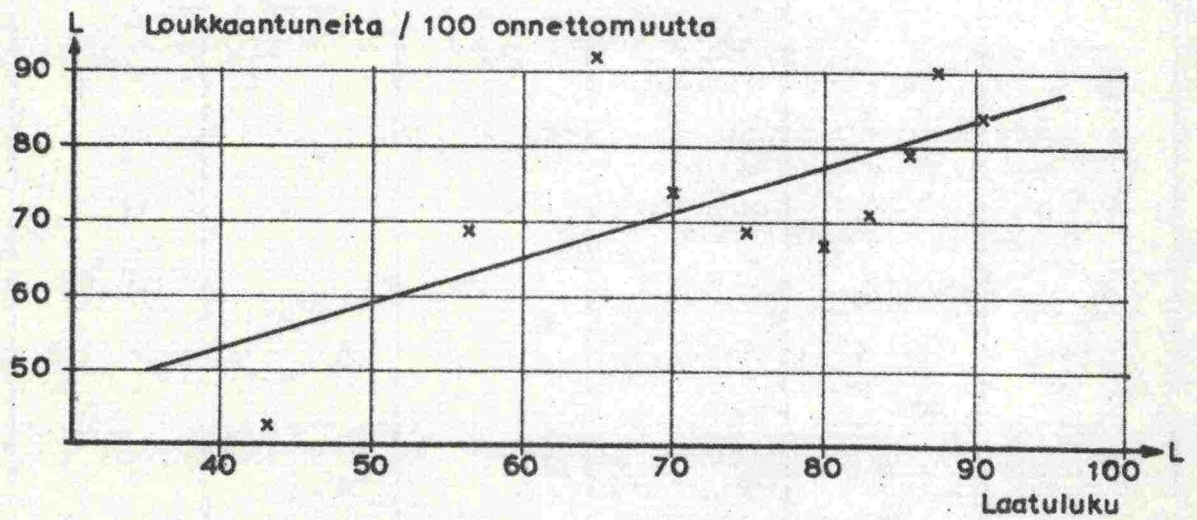
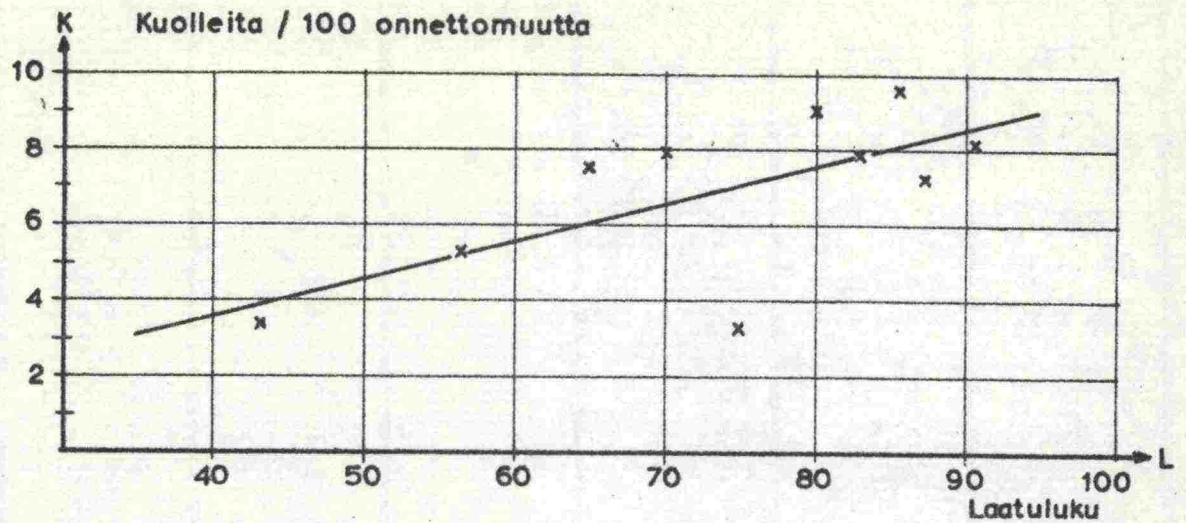
Siis laatuluvun nousu 10 pisteellä lisää 100 onnettomuutta kohti tulevia menetyksiä keskimäärin 1 kuolleella, 7 loukkaantuneella ja 10 moottoriajoneuvovauriolla.





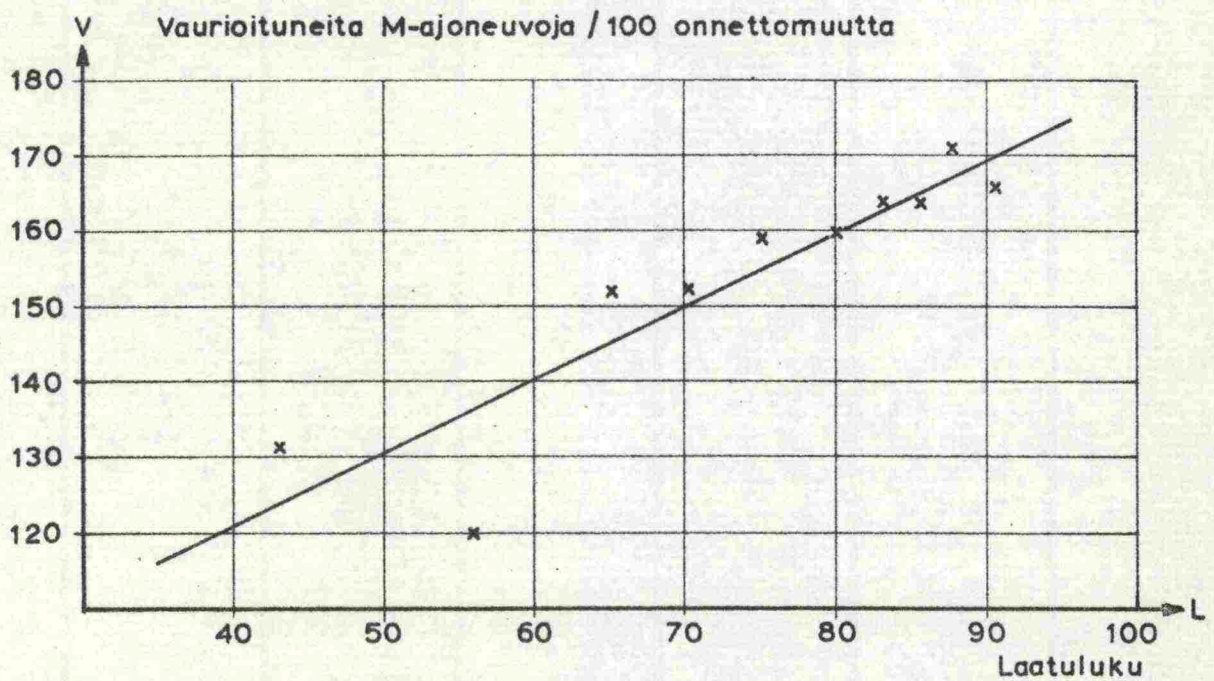
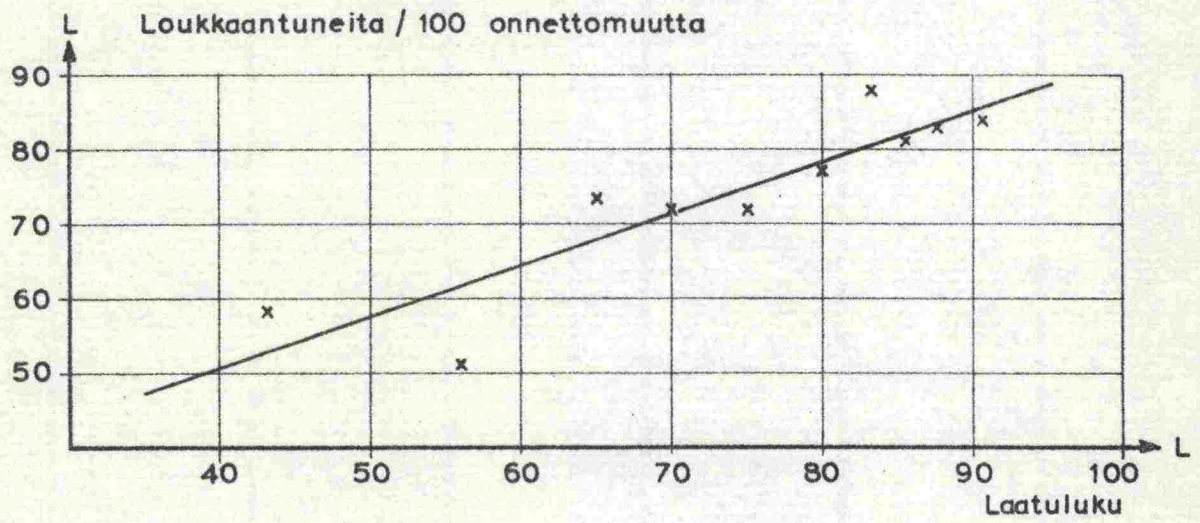
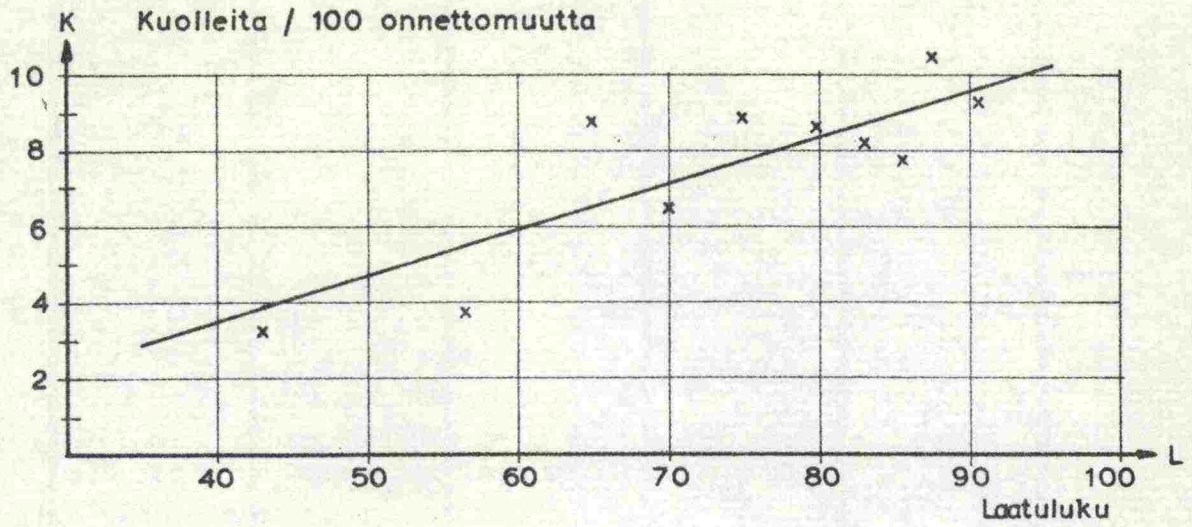
Kuva10 Menetykset 100 linjaonnettomuutta kohti laatuluvun funktiona





Kuva 11 Menetykset 100 onnettomuutta kohti liittymissä päätien laatuluvun funktiona





Kuva 12 Menetykset 100 onnettomuutta kohti laatuluvun funktiona



Taulukko 20. Seuraukset 100 onnettomuutta kohti.

Ryhmä (laatuluku)	Kuoll.	Loukk.	Vaur.
1	9,3	84	166
2	10,5	83	171
3	7,8	81	164
4	8,2	88	164
5	8,6	77	160
6	8,9	72	159
7	6,5	72	152
8	8,8	74	152
9	3,7	51	120
10	3,2	58	131
Keskiarvo	7,8	78	157

Koska tien standardin noustessa kuolleiden lukumäärä onnettomuuksissa moninkertaistuu, käyvät myös loukkaantumiset vakavimmiksi, joten menetykset ovat tältä osin suuremmat kuin mitä määrän lisäys osoittaa. Samaa voidaan sanoa moottoriajoneuvovaurioiden osalta. Esimerkiksi liittymäonnettomuuksissa on melkein aina kaksi osapuolta, jotka myös vaurioituvat, eikä päätien laatuluvun nousu lisää paljonkaan vaurioiden lukumäärää vaan suuruutta. Nopeuden lisäksi myös onnettomuuden laadulla on merkitystä vakavuuden muutokseen siinä mielessä, että esimerkiksi suistumisten osuus on suurempi alempiluokkaisella tiellä.

### 6.3 Muita onnettomuuksien vakavuuteen vaikuttavia tekijöitä

#### 6.3.1 Seuraukset erilaatuisissa linjaonnettomuuksissa

Keskimääräiset seuraukset erilaatuisissa linjaonnettomuuk-



sissa on esitetty taulukossa 21.

Taulukko 21. Seuraukset 100 onnettomuutta kohti.

	Kuoll.	Loukk.	Vaur.
Yhteenajo vast. suuntiin ajaen	20,6	119	214
Yhteenajo samaan suuntaan ajaen	4,5	53	190
Peräänajo	3,3	53	224
Ajo esteeseen ajoradalla	-	31	92
Ajo pysäköityyn ajoneuvoon	3,8	68	193
Jk:n päälleajo	24,6	67	80
Yhteenajo pp:n kanssa	18,6	85	136
Suistuminen	3,8	82	95
Kumoonajo	2,2	82	96
Ajo eläimen päälle	0,4	30	80
Muu	7,0	54	142
Linjaonnettomuudet	8,1	74	142

Joka neljäs jalankulkijan päälleajo päättyy kuolemaan ja melkein kaikki muut loukkaantumiseen, useimmiten vakavaan. Yhteenajoissa polkupyöräilijän kanssa seuraukset ovat lähes yhtä vakavat. Kolmas selvästi muita enemmän henkilövahinkoja vaativa onnettomuuden laatu on yhteenajo vastakkaisista suunnista ajaen. Näissä kuolee 100 onnettomuutta kohti 20,6 henkeä loukkaantuu 119 ja 214 ajoneuvoa vaurioituu. Yhteenajot samaan suuntaan ajaen ja peräänajot aiheuttavat runsaasti ajoneuvovaurioita, mutta henkilövahinkojen määrä on pieni, varsinkin kuolleiden. Suistumisissa ja kumoonajoissa kuolee vähän mutta loukkaantuu keskimääräistä enemmän ihmisiä. Seurauksiltaan vähäisimmiksi osoittautuvat eläinten päälleajot. Näistä johtaa kuolemaan keskimäärin yksi 250:stä onnettomuudesta.



Myös loukkaantuneiden ja ajoneuvovaurioiden määrä 100 onnettomuutta kohti oli pienin.

### 6.3.2 Seuraukset niissä linjaonnettomuuksissa, joissa tietty ajoneuvotyyppi oli mukana

Kaikkien linjaonnettomuuksien keskimääräisiä menetyksiä voidaan pitää ominaisina onnettomuuksille, joissa henkilö- tai pakettiauto on osallisena, sillä niitä oli melkein jokaisessa. Näihin verrataan seurauksia niissä onnettomuuksissa, joissa tietty ajoneuvotyyppi oli osallisena (taulukko 22).

Tuhoisimpia olivat ne onnettomuudet, joissa oli mukana linja-auto. Sekä kuolleiden ja loukkaantuneiden että vaurioituneiden ajoneuvojen määrät 100 onnettomuutta kohti olivat paljon suuremmat kuin kaikissa linjaonnettomuuksissa.

Kuorma-auton osallisuus onnettomuuteen merkitsee keskimääräistä enemmän hengenmenetyksiä mutta vähemmän loukkaantumisia. Varsinkin kuolleiden osalta vakavimpia ovat perävaunullisten kuorma-autojen onnettomuudet, joissa kuolee 100 onnettomuutta kohti 11,9.

Aivan päinvastainen jakautuma on onnettomuuksissa, joissa oli moottoripyörä tai mopedi osallisena, sillä niissä kuoli vain 6,5, mutta loukkaantui jopa 96 henkilöä 100 kohti. Suhteellisesti vähiten hengenmenetyksiä vaativat traktorionnettomuudet, 100:ssa kuolee keskimäärin ainoastaan 3,1 ihmistä.

Vakavuuksien eroon ovat osaltaan syynä ajoneuvokohtainen nopeusrajoitus ja paino, jotka poikkeavat ajoneuvotyypeittäin, toisaalta taas onnettomuuden laadun mukainen jakautuma. Linja-autoissa on paljon matkustajia, mikä selittää suuret henkilövahingot onnettomuuksissa, joissa ne olivat mukana.



Taulukko 22. Seuraukset 100 onnettomuutta kohti.

		Kuoll./ 100 onn.	Loukk./ 100 onn.	Vaur./ 100 onn.
Kaikki linjaonnettomuudet		8,1	74	142
Onnettomuudet, joissa oli osallisena				
	La	10,7	96	189
	Kai	9,6	50	162
	Kap	11,9	50	148
	Mp+Mpo	6,5	96	144
	Tr	3,1	75	153

### 6.3.3 Olosuhteiden vaikutus linjaonnettomuuksien vakavuuteen

Taulukossa 23 on esitetty keskimääräiset seuraukset eri olosuhteissa tapahtuneissa linjaonnettomuuksissa.

Jalankulkijoiden päälleajoista tapahtuu pimeällä 2/3 ja tämä nostaa hengenmenetysten määrän pimeänaikaisissa onnettomuuksissa selvästi keskimääräistä suuremmaksi. Sensijaan hämärässä sattuneet onnettomuudet ovat keskimäärin jopa lievempiä kuin päivänvalossa. Ainakin tässä tutkimuksessa selitys löytyy onnettomuuden laadusta, sillä hämärässä tapahtui paljon suistumisia ja eläinten päälleajoja, jotka ovat seurauksiltaan suhteellisen lieviä.

Tien pinnan liukkaus lisää onnettomuuksien määrää, mutta näistä suurin osa on lieviä, joten keskimääräiset menetykset jäävät pienemmiksi, kuin kaikissa linjaonnettomuuksissa.



Taulukko 23. Seuraukset 100 linjaonnettomuutta kohti eri olo-  
suhteissa.

	Kuoll.	Loukk.	Vaur.
Linjaonnettomuudet	8,1	74	142
pimeässä	10,4	74	136
hämärässä	5,9	67	133
pi+hä	9,3	73	135
päivänvalossa	6,8	75	147
luminen/jäinen	6,8	68	142

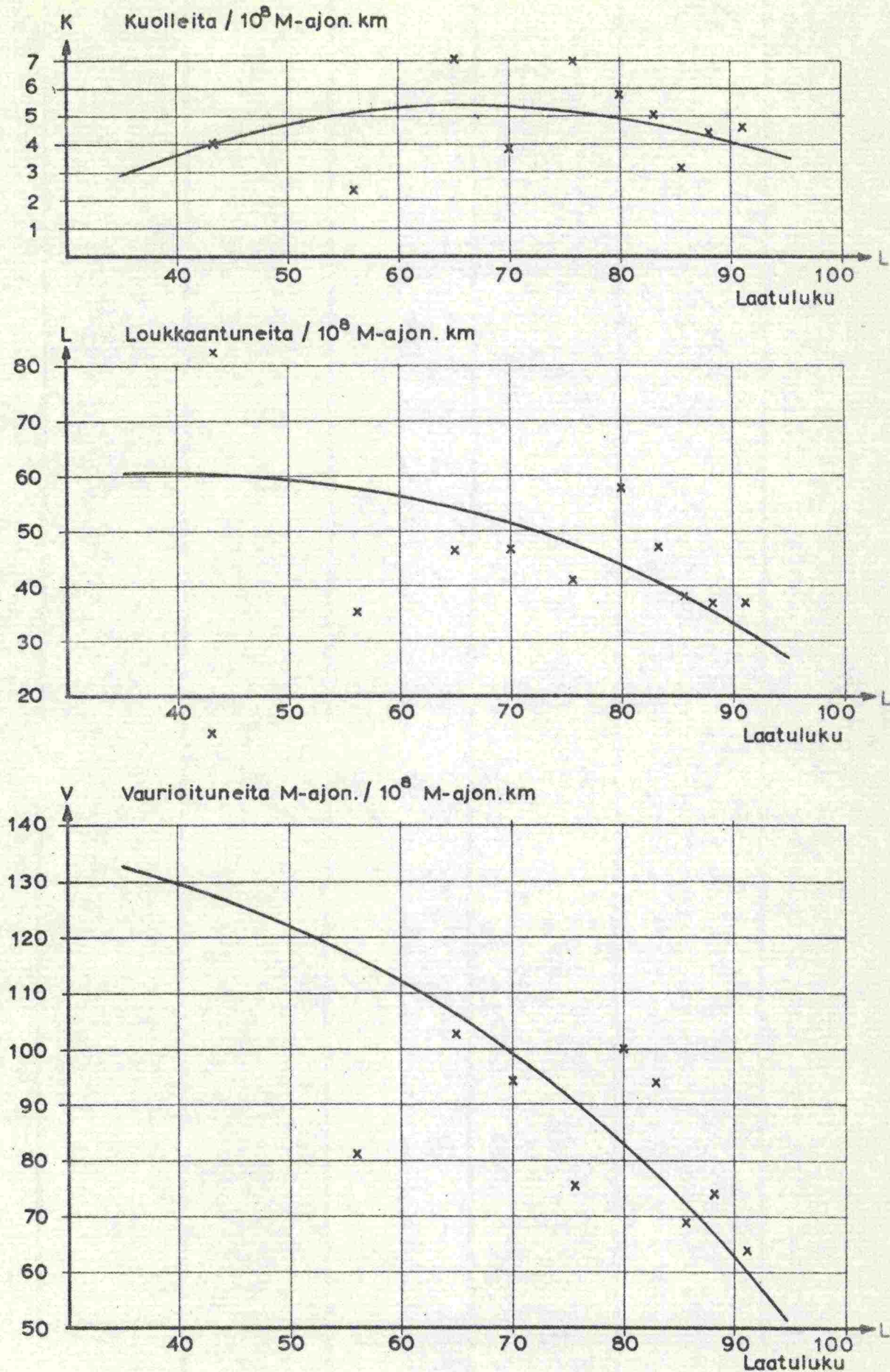
#### 7. ONNETTOMUUKSISTA AINEUTUVAT SEURAUKSET LIIKENNESUORITETTA KOHTI

Onnettomuusaste (onn./10<sup>8</sup>m-ajon.km) pienenee laatuluvun kasvaessa, mutta sensijaan menetykset onnettomuutta kohti lisääntyvät. Kun näiden vaikutus yhdistetään, näyttää ilmeiseltä, että seuraukset liikennesuoritetta kohti ovat samaa suuruusluokkaa kaikenlaatuisille teillä. Tulos riippuu lähinnä siitä, minäläiset painot erilaatuisille menetyksille annetaan.

##### 7.1 Linjaonnettomuuksista aiheutuvat seuraukset liikennesuoritetta kohti

Kun aikaisemmin saadut yhtälöt linjaonnettomuuksien vakavuudesta ja onnettomuusasteesta yhdistetään, saadaan käyrät onnettomuuksien aiheuttamille menetyksille liikennesuoritetta kohti laatuluvun funktiona (kuva 13).





Kuva 13 Linjaonnettomuuksista aiheutuneet menetykset liikennesuoritetta kohti laatuluvun funktiona



$$A(\text{onn.}/10^8 \text{ m-ajon.km}) = 185 - 1,6 L \quad r = 0,922^{\text{xxx}}$$

$$K(\text{kuoll.}/100 \text{ onn.}) = -2,5 + 0,14 L \quad r = 0,673^{\text{x}}$$

$$L(\text{loukk.}/100 \text{ onn.}) = 23 + 0,67 L \quad r = 0,807^{\text{xxx}}$$

$$V(\text{ajon.vaur.}/100 \text{ onn.}) = 69 + 0,96 L \quad r = 0,828^{\text{xxx}}$$

$$AK(\text{kuoll.}/10^8 \text{ m-ajon.km}) = -4,6 + 0,30 L - 0,0022 L^2$$

$$AL(\text{loukk.}/10^8 \text{ m-ajon.km}) = 42,3 + 0,87 L - 0,0107 L^2$$

$$AV(\text{ajon.vaur.}/10^8 \text{ m-ajon.km}) = 128 + 0,67 L - 0,0154 L^2$$

Taulukossa 24 on esitetty suoraan ryhmittäin (laatulukku) lasketut menetykset liikennesuoritetta kohti. Nämä pisteet on vertailun vuoksi merkitty edellä saatujen käyrien kanssa samaan kuvaan. Erot käyristä ovat melko suuret.

Taulukko 24. Onnettomuuksista aiheutuvat seuraukset liikennesuoritetta kohti ( $10^8 \text{ m-ajon.km}$ )

Ryhmä (laatulukku)	Linjaonnettomuudet			Onnettomuudet liittym.		
	Kuoll.	Loukk.	Vaur.	Kuoll.	Loukk.	Vaur.
1	4,7	37	64	3,7	39	84
2	4,4	37	76	2,5	30	62
3	3,1	38	69	3,1	25	60
4	5,1	47	94	3,3	43	73
5	5,8	58	100	4,0	31	82
6	7,0	41	75	1,2	27	72
7	3,9	47	94	1,8	17	39
8	7,0	47	103	3,1	38	71
9	2,4	35	81	1,6	21	51
10	4,2	83	157	1,4	18	72
Keskiarvo	4,8	44	85	2,8	30	68



Loukkaantuneiden ja vaurioituneiden moottoriajoneuvojen lukumäärä  $10^8$ m-ajon.km kohti laskee laatuluvun noustessa, mutta kuolleiden määrä nousee aluksi ja vasta laatuluvusta noin 70 ylöspäin se alkaa lievästi laskea.

## 7.2 Kaikista onnettomuuksista aiheutuvat seuraukset liikennesuoritetta kohti

Yhdistämällä aikaisemmin saaduista lausekkeista, saadaan vastaavalla tavalla kuin edellisessä kohdassa seuraavat yhtälöt:

$$A(\text{onn.}/10^8\text{m-ajon.km}) = 215 - 1,5 L \quad r = 0,820^{\text{xxx}}$$

$$K(\text{kuoll.}/100 \text{ onn.}) = -1,2 + 0,12 L \quad r = 0,811^{\text{xxx}}$$

$$L(\text{loukk.}/100 \text{ onn.}) = 23 + 0,7 L \quad r = 0,890^{\text{xxx}}$$

$$V(\text{ajon.vaur.}/100 \text{ onn.}) = 82 + 1,0 L \quad r = 0,906^{\text{xxx}}$$

$$AK(\text{kuoll.}/10^8\text{m-ajon.km}) = -2,6 + 0,28 L - 0,0018 L^2$$

$$AL(\text{loukk.}/10^8\text{m-ajon.km}) = 49 + 1,07 L - 0,0011 L^2$$

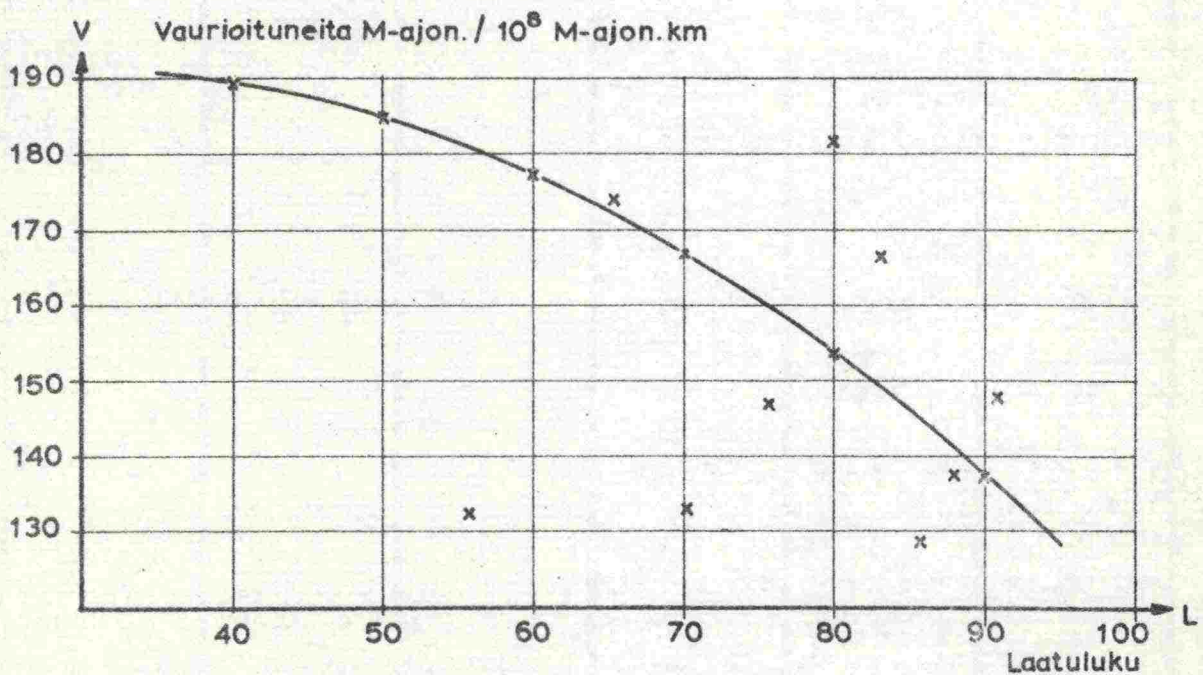
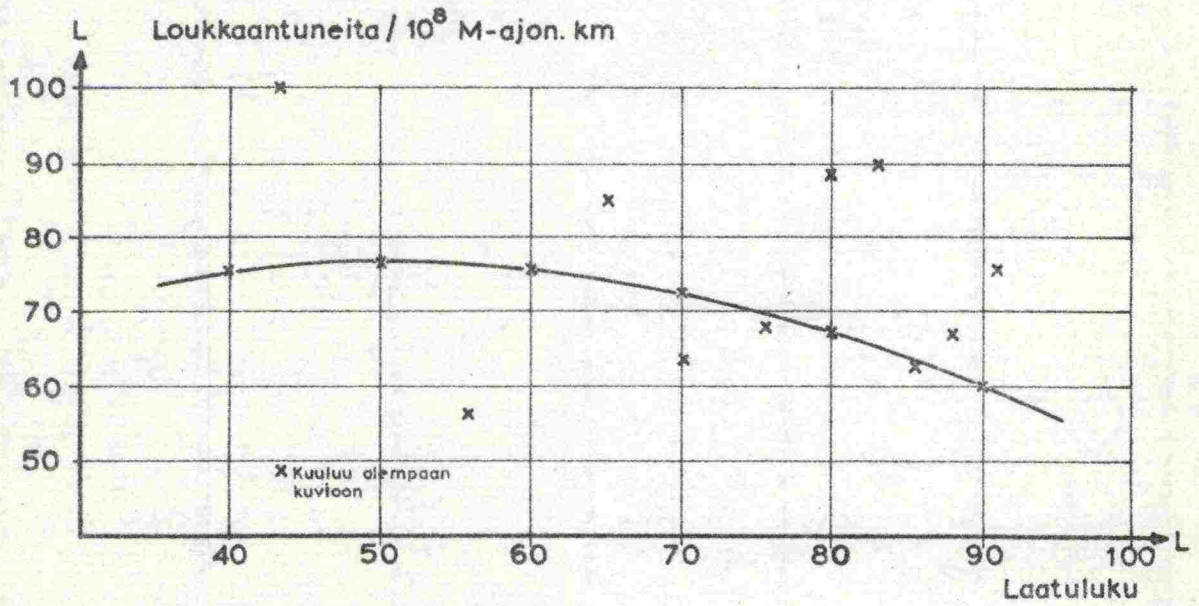
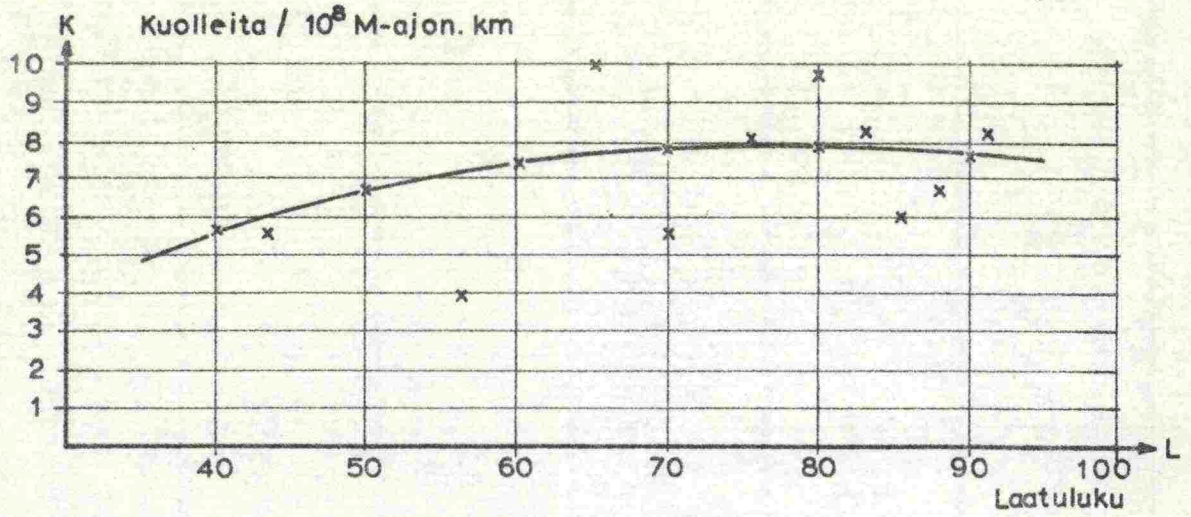
$$AV(\text{ajon.vaur.}/10^8\text{m-ajon.km}) = 176 + 0,92 L - 0,0015 L^2$$

Suoraan ryhmittäin lasketut pisteet eroavat paljon käyristä, mutta näiden perustana olevien suorien regressiokertoimet olivat niin korkeat, että saatujen käyrien luotettavuus on hyvä (kuva 14).

Koska liittymäonnettomuuksien osuus on suurempi hyvällä tiellä kuin laatuluvultaan alhaisella, lisää niiden huomioonottaminen päätien liikennesuoritetta kohti tulevia seurauksia suhteellisesti enemmän korkealuokkaisella tiellä.

Keskimääräinen menetys  $10^8$ m-ajon.km kohti on 7,6 kuollutta, 74 loukkaantunutta ja 153 moottoriajoneuvoa.





Kuva 14 Linja- ja liittymäonnettomuuksista aiheutuneet menetykset liikennesuoritetta kohti laatuluvun funktiona



## 8. YHDEN ONNETTOMUUDEN KESKIMÄÄRÄINEN KUSTANNUS

### 8.1 Onnettomuuksista aiheutuvien menetysten yksikkökustannukset

Onnettomuuksista aiheutuvat menetykset on pyritty useassakin eri yhteydessä määrittämään rahana ilmaistuna kansantaloudellisena kustannuksena, joilloin on otettu huomioon omaisuusvahingot, hallinnolliset ja lääkintäpalvelusten kustannukset sekä kokonaistuotantoon tuleva nettomähennys. Jotta inhimilliset tekijät tulisivat paremmin mukaan, on toisinaan käytetty jakoa yksilölle ja yhteiskunnalle aiheutuviin kustannuksiin.

Saatuja arvoja voidaan pitää minimikustannuksina, koska kaikkia tekijöitä ei ole voitu täysimääräisinä ottaa mukaan. Arvostukset muuttuvat ajan mukana ja niiden määrittäminen on vaikeaa, varsinkin inhimillisten kärsimysten osalta.

Tieinvestointilaskelmissa käytetyt onnettomuuksien kustannukset ovat keskiarvoja, jotka on laskettu tilastollisin menetelmin. Vuosittaiseksi kasvuksi on oletettu 3 %.

Yksikkökustannuksiksi vuodelle 1965 on saatu /7,13/:

kuollut 114883 mk

loukkaantunut 3930 mk

aineelliset vahingot onnett.kohti 5522 mk

Viimeisimmät arviot on saatavissa vuoden 1967 onnettomuuksien perusteella /9/. Näiden mukaan yksikkökustannukset ovat:

Kuollut 135532 mk

loukkaantunut 7808 mk

aineelliset vahingot onn. kohti 1240 mk



Koska onnettomuudessa oli keskimäärin 1,57 osallista moottoriajoneuvoa, on kustannus yhtä kohti 794 mk.

Tässä tutkimuksessa on käytetty viimeksi mainittuja arvoja, sillä niiden perustana on osittain samat onnettomuudet kuin tässä mukana olleet.

Erilaisista menetyksistä aiheutuvien kustannusten suhde on samansuuruinen ulkolaisissa tutkimuksissa. Esimerkiksi F. Bitzl on saanut onnettomuuksille vakavuuden perusteella seuraavat painotukset:

Vain aineellisiin vaurioihin johtanut onnettom.			1
Lievään loukkaantumiseen	"	"	5
Vakavaan	"	"	70
Kuolemaan	"	"	130

Suomessa saatujen kustannusten avulla laskettu kuolemaan päättyneen onnettomuuden arvo (kustannus oli ilmoitettu yhtä kuollutta kohti), on jonkinverran yli 130-kertainen vain aineellisia vahinkoja aiheuttaneeseen verrattuna, mutta ero ei ole suuri.

## 8.2 Kaikkien onnettomuuksien keskimääräinen kustannus

Keskimääräinen kustannus onnettomuutta kohti oli 17.870 mk. Kustannus nousee 10.800...21.800 mk, kun laatuluku kasvaa 40:stä 90:een. Muuttamalla aikaisemmin saadut menetykset yksikkökustannusten avulla markoiksi, saadaan yhden onnettomuuden kustannukselle lauseke:

$$\text{Kust. (1000 mk/onn.)} = 0,9 + 0,23 L$$



Suora on esitetty kuvassa 15, ja samaan on merkitty laatuluvun mukaisille ryhmille lasketut kustannukset (taulukko 25).

Taulukko 25. Yhden onnettomuuden kustannus.

Ryhmä (laatuluku)	Linjaonnettom. mk	Kaikki onnettom. mk
1	22.200	20.400
2	20.000	22.100
3	16.500	18.100
4	18.900	19.300
5	19.200	18.900
6	24.200	18.900
7	14.800	15.600
8	19.000	18.900
9	8.300	10.000
10	10.100	9.900
Keskiarvo	17.900	17.870

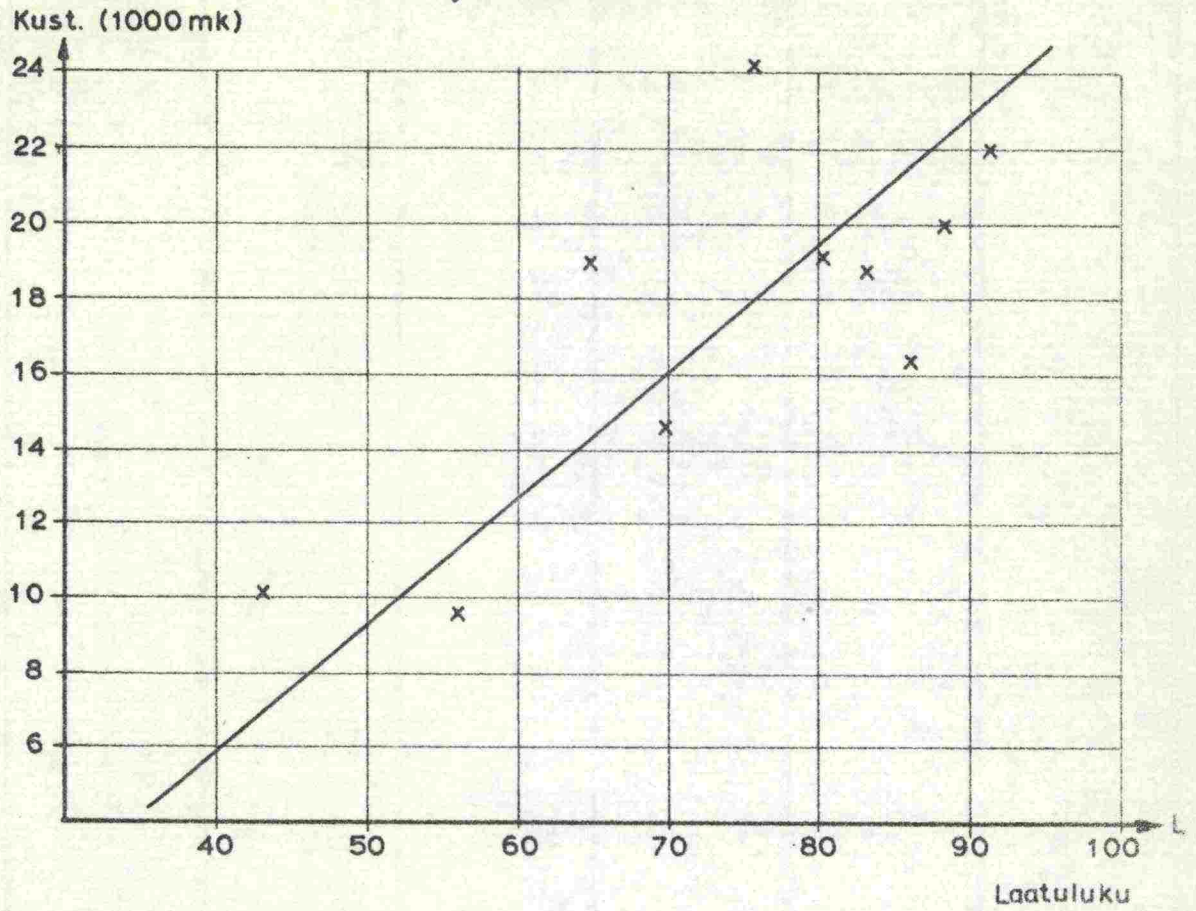
Loukkaantumiset ja ajoneuvovauriot ovat todennäköisesti vakavampia paremmalla tiellä, koska kuolleiden määräkin on moninkertainen. Tässä on kaikille käytetty keskimääräisiä kustannuksia, mutta jos olisi pystytty erottamaan edes vaikeat ja lievät loukkaantumiset, niin riippuvuus olisi vieläkin jyrkempi.

### 8.3 Linjaonnettomuuden keskimääräinen kustannus

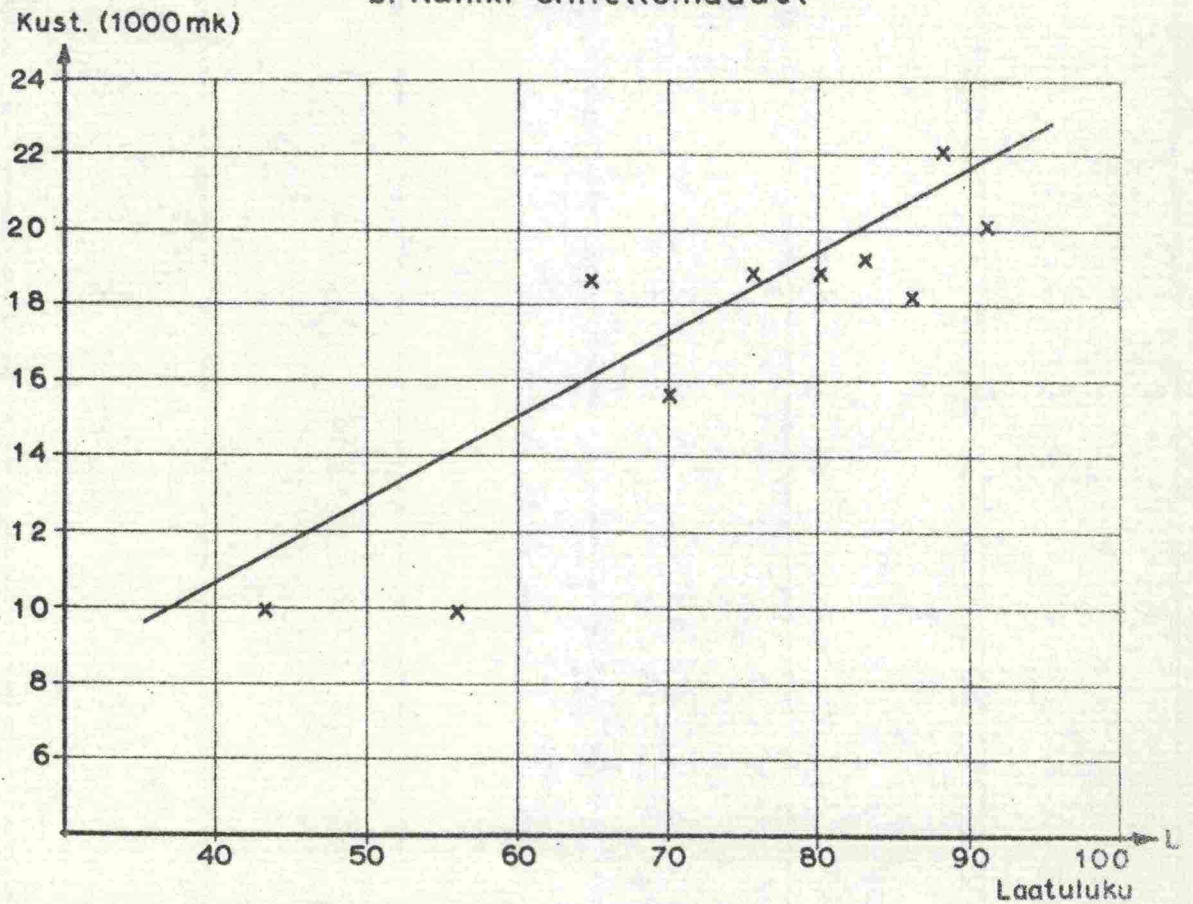
Linjaonnettomuuden keskimääräinen kustannus oli 16.900 mk. Ryhmittäin lasketut arvot ovat taulukossa 25. Menetysten avul-



### a. Linjaonnettomuudet



### b. Kaikki onnettomuudet



Kuva15 Yhden onnettomuuden kustannus laatuluvun funktiona.



la laskettu lauseke on (kuva 15):

$$\text{Kust.}(1000 \text{ mk/onn.}) = -1,1 + 0,25 L$$

Yhden linjaonnettomuuden kustannus nousee jyrkemmin laatuluvun kasvaessa kuin kaikkien onnettomuuksien osalta laskettu keskimääräinen kustannus, koska liittymäonnettomuuksien vakavuus ei ole kovin selvästi riippuvainen päätien laatuluvusta. Laatuluvun nousu 40:stä 90:een merkitsee onnettomuuden keskimääräisen kustannuksen kohoamista 6.000...23.000 mk, siis melkein nelinkertaiseksi.

### 8.3.1 Linjaonnettomuuden kustannuserittely

Kuolleen aiheuttama menetys on arvioitu tavattoman suureksi. Vaikka kuolleita on vähän verrattuna muihin menetyksiin, ne määräävät koko kustannusten suuruusluokan. Esimerkin vuoksi on laskettu eri seurausten aiheuttamat kustannukset eriteltynä ryhmille 1 ja 10 (taulukko 26). Jakautuma riippuu eri tekijöiden arvostuksesta.

Taulukko 26. Yhden linjaonnettomuuden kustannuserittely.

	Kuoll/onn.	Loukk./onn.	Vaur.ajon./onn.	Yht.
Ryhmä 1	0,106	0,85	1,46	
mk	14,363	6.637	1.159	22.159
%	65	30	5	100
Ryhmä 10	0,031	0,63	1,18	
mk	4.200	4.919	937	10.056
%	42	49	9	100
Keskiarvo	0,081	0,74	1,42	
mk	10,976	5.778	1.127	17.881
%	61	32	7	100



Näiden mukaan kuolleiden osuus onnettomuuksien kustannuksista on peräti 61 % ja muiden henkilövahinkojen 32 %, joten aineellisten vaurioiden osuudeksi jää vain 7 %.

### 8.3.2 Linjaonnettomuuden kustannus eri olosuhteissa

Kun keskimääräiset menetykset linjaonnettomuutta kohti eri olosuhteissa muutetaan kustannuksiksi, saadaan taulukossa 27 olevat arvot.

Taulukko 27. Kustannus onnettomuutta kohti.

---

Kaikki onnettomuudet	17.870 mk
Onnettomuudet liittymissä	17,700 "
Yksit.teiden liittymissä	15.000 "
Yleist.teiden liittymissä	19.900 "
Linjaonnettomuudet	17.900 "
Pimeässä	20.900 "
Hämärässä	14.300 "
Pimeässä ja hämärässä	19.400 "
Päivänvalossa	16.200 "
Tien pinta luminen tai jäinen	15.700

---

Pimeässä sattuneen onnettomuuden keskimääräinen kustannus oli 20.900 mk, joka on selvästi suurempi kuin kaikissa linjaonnettomuuksissa, sensijaan hämärässä sattuneet ovat huomattavasti pienempiä kustannuksiltaan.

Liukkaalla tiellä tapahtuneen onnettomuuden kustannus oli vain 15.700 mk.

Kustannukset vastaavat menetyksiä ja perustelut ovat samat kuin vakavuudelle. Erot johtuvat lähinnä siitä, että on-



nettomuuksien laadun mukainen jakautuma vaihtelee eri olosuh-  
teissa.

### 8.3.3 Erilaatuisten linjaonnettomuuksien kustannukset

Koska kuolleiden määrä ratkaisee kustannusten suuruusluo-  
kan, on erilaatuisten onnettomuuksien järjestys kustannuksia  
ajatellen sama kuin kuolleiden määrän mukaan (taulukko 28).

Taulukko 28. Erilaatuisten linjaonnettomuuksien kustannukset.

Yhteenajo vast.suuntiin ajaen	38.900 mk
Yhteenajo samaan suuntaan ajaen	11.700 "
Peräänajo	10.400 "
Ajo esteeseen ajoradalla	3.200 "
Ajo pysäköityyn ajoneuvoon	12.000 "
Ajo jk:n päälle	39.200 "
Yhteenajo pp:n kanssa	31.800 "
Suistuminen	11.600 "
Kumoonajo	9.400 "
Ajo eläimen päälle	3.500 "
Muu	14.800 "
Linjaonnettomuudet keskimäärin	17.900 "

Näiden mukaan jalankulkijan päälleajot ovat kustannuksil-  
taan suurimmat, keskimäärin 39.200 mk. Samansuuruiset kustan-  
nukset ovat seurauksena yhteenajoissa vastakkaisista suunnista  
ajoen. Myös polkupyöräilijöiden päälleajoissa ovat kustannuk-  
set keskimäärin yli 30.000 mk. Muiden onnettomuuksien kustan-  
nukset jäävät selvästi pienemmiksi, noin 10.000 mk:n paikkeil-



le. Pienimmät kustannukset aiheutuvat ajoissa esteeseen ajoradalla sekä eläinten päälleajoissa, joissa ne ovat ainoastaan noin 3000 mk keskimäärin.

Verrattuna investointilaskelmissa käytettyjen yksikkökustannusten avulla saatuihin arvoihin vuodelle 1965 /7/, ovat erilaatuisten onnettomuuksien kustannukset suuremmat. Niissä oli keskimääräinen kustannus kaikkien onnettomuuksien osalta 10.628 mk (1965), mutta tässä tutkimuksessa saatiin arvo 17.870 mk (1967). Vaikka vuotuinen kasvu otettaisiin huomioon, on ero huomattava. Eräs syy lienee se, että tässä tutkimuksessa kaikki tieosat olivat valta- ja kantateitä, kun taas investointilaskelmissä käytetty arvo perustuu kaikkiin maanteillä tapahtuneisiin onnettomuuksiin.

## 9. ONNETTOMUUSKUSTANNUKSET LIIKENNESUORITETTA KOHTI

### 9.1 Kaikista onnettomuuksista aiheutuvat kustannukset liikennesuoritetta kohti

Kun aikaisemmin saadut lausekkeet onnettomuusasteesta (onn./10<sup>8</sup>m-ajon.km) ja kustannuksista onnettomuutta kohti yhdistetään saadaan onnettomuuskustannus liikennesuoritetta kohti (kuva 16).

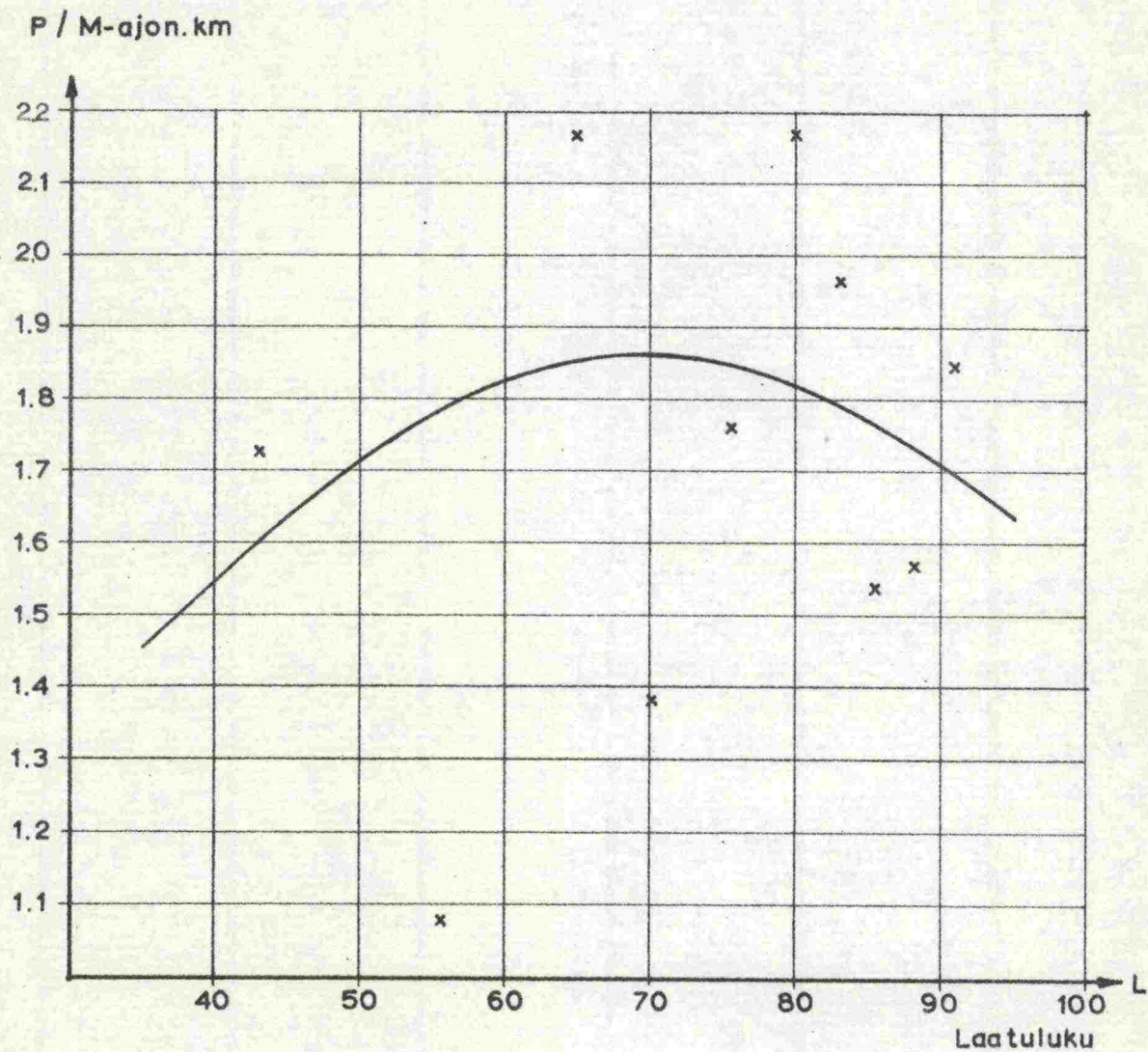
$$A(\text{onn./10}^8\text{m-ajon.km}) = 215 - 1,5 L$$

$$\text{Kust.}(1000 \text{ mk/onn.}) = 0,9 + 0,23 L$$

$$\text{Kust.}(1000 \text{ mk/10}^8\text{m-ajon.km}) = 170 + 48,3 L - 0,345 L^2$$

$$\text{Kust.}(p/m\text{-ajon.km}) = 0,17 + 0,0483 L - 0,000345 L^2$$





Kuva 16 Kaikista onnettomuuksista aiheutuva kustannus liikennesuoritetta kohti laatuluvun funktiona



Onnettomuuskustannukset voidaan laskea myös suoraan laatuluvun mukaisille ryhmille (taulukko 29). Nämä on lisätty kuvaan 16.

Taulukko 29. Onnettomuuskustannukset (p/m-ajon.km).

Ryhmä (laatuluku)	Linjaonnettomuudet	Kaikki onnettomuudet
1	0,98	1,85
2	0,95	1,57
3	0,77	1,54
4	1,13	1,97
5	1,31	2,17
6	1,33	1,76
7	0,97	1,38
8	1,40	2,17
9	0,66	1,08
10	1,34	1,73
Keskiarvo	1,06	1,73

Kuolleiden määrä oli tilastollisesti pieni. Siihen vaikuttaa suuresti sattuma, koska vakavissa onnettomuuksissa kuolleiden määrä riippuu paljon siitä, montako oli kyydissä. Kun kuolleet kuitenkin yksinään edustavat yli 60 % onnettomuuskustannuksista, ei ole yllättävää, että ryhmittäin lasketut pisteet eroavat paljon käyrästä.

Koska käyrän perustana olevien suorien regressiokertoimet olivat varsin hyvät, voidaan saatua onnettomuuskustannuskäyrää pitää suhteellisen luotettavana.

Onnettomuuskustannukset lisääntyvät aluksi laatuluvun noustessa, mutta alkavat laskea kun laatuluku on suurempi kuin 70. Maksimi kohtaa edustavan tien standardi on suhteellisen huono valtatieksi, sillä tässäkin tutkimuksessa yli 80 % liikenne-



suoritteesta tapahtuu paremmalla tiellä.

Käyrän mukaan tien laatuluvun nostaminen 70:stä 90:een alentaa keskimääräisiä onnettomuuskustannuksia 0,14 p/m-ajon.km, eli ainoastaan 7,5 %. Lasku on häviävän pieni verrattuna esimerkiksi tässä aineistossa olevaan hajontaan.

Keskimääräinen onnettomuuskustannus muodostuu seuraavasti:

Linjaonnettomuuksista	1,06 p/m-ajon.km
Onnettom. yleisten teiden liitt.	0,37 p/m-ajon.km
" yksit.teiden liittym.	0,30 p/m-ajon.km
Yhteensä	1,73 p/m-ajon.km

## 9.2 Linjaonnettomuuksista aiheutuvat kustannukset liikennesuoritetta kohti

Onnettomuuskustannuskäyrä vain linjaonnettomuudet huomioiden on seuraava (kuva 17):

$$A(\text{onn.}/10^8 \text{m-ajon.km}) = 185 - 1,6 L$$

$$\text{Kust. (1000 mk/onn.)} = -1,1 + 0,25 L$$

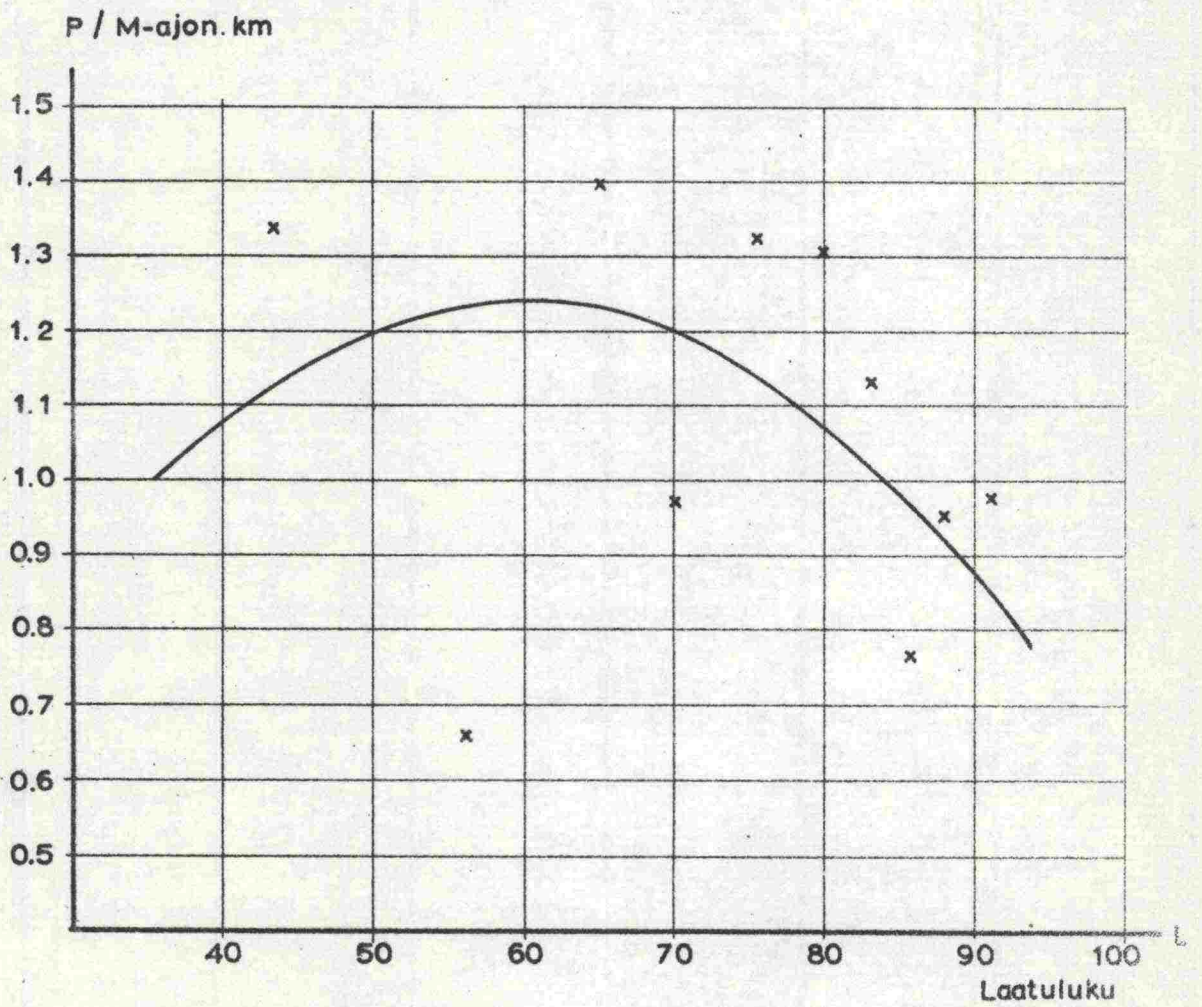
$$\text{Kust. (1000 mk}/10^8 \text{m-ajon.km}) = -204 + 48,0 L - 0,40 L^2$$

$$\text{Kust. (p/m-ajon.km)} = -0,20 + 0,0480 L - 0,00040 L^2$$

Suoraan ryhmittäin (laatulukku) lasketut arvot ovat taulukossa 29 ja ne on merkitty myös kuvaan 17.

Yleisten teiden liittymissä sattuneiden onnettomuuksien aiheuttama kustannus on suurin hyvällä tiellä ja sen takia näiden vähentäminen alentaa onnettomuuskustannuksia nimenomaan korkean laatuluvun kohdalla. Käyrän maksimikohta siirtyy laatuluvun 60 kohdalle, jossa kustannus on 1,24 p/m-ajon.km. Pelkästään linjaonnettomuuksista tuleva onnettomuuskustannus saadaan alenemään 0,32 p/m-ajon.km eli 27 % nostamalla tien laatulukua 70:stä 90:een.





Kuva 17 Linjaonnettomuudesta aiheutuva kustannus liikennesuoritetta kohti laatuluvun funktiona



9.2.1 Valaistuksen vaikutus linjaonnettomuuksista aiheutuviin kustannuksiin

Laskemalla linjaonnettomuuksien osalta onnettomuuskustannuskäyrät erikseen pimeän - ja päivänvaloaikaiselle liikenteelle, saatiin seuraavat yhtälöt (kuva 18):

Päivänvalo

$$\text{Kust. (p/m-ajon.km)} = -0,20 + 0,0461 L - 0,000425 L^2$$

Hämärä tai pimeä

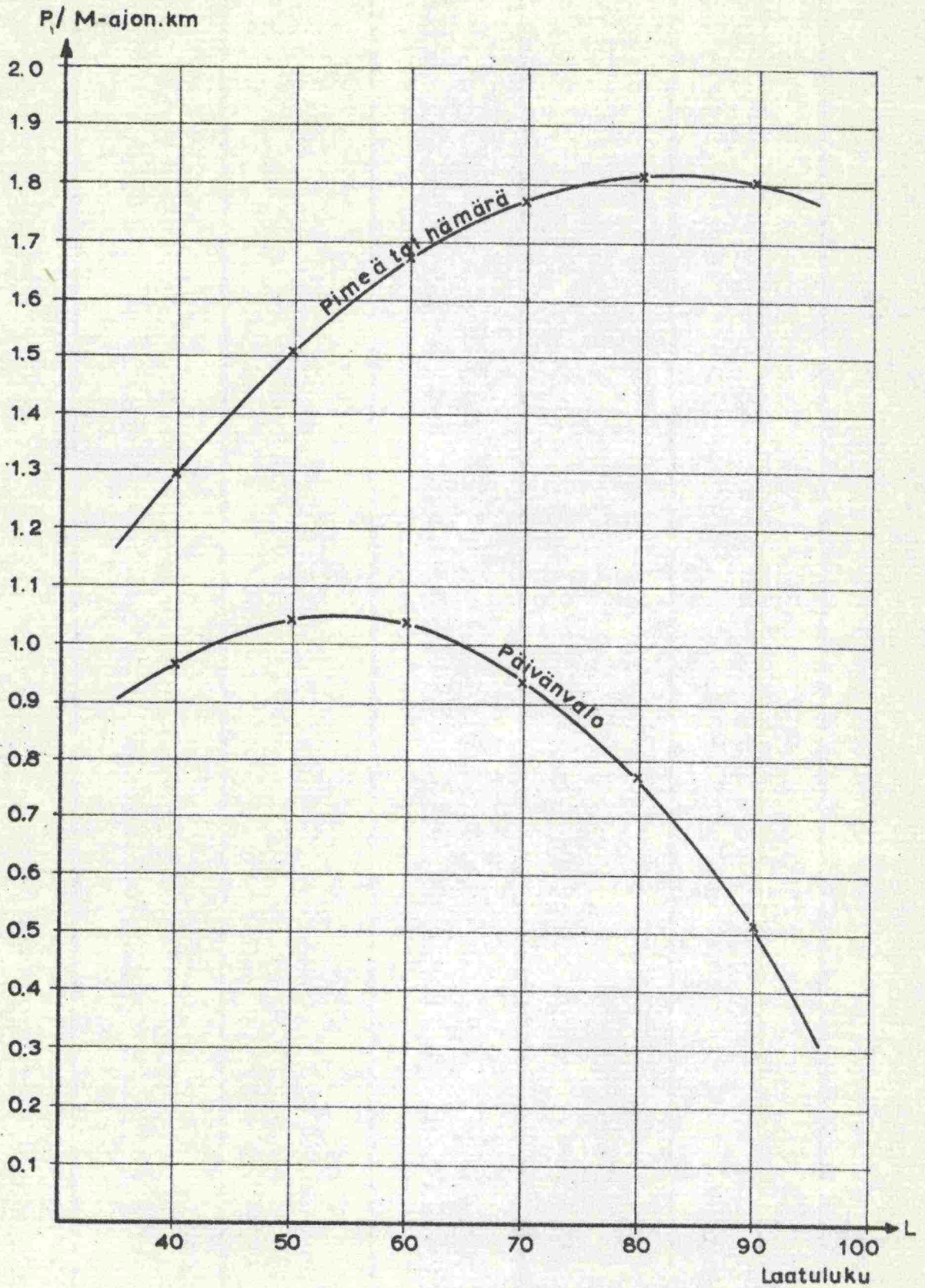
$$\text{Kust. (p/m-ajon.km)} = -0,21 + 0,0493 L - 0,000300 L^2$$

Pimeässä tapahtuvalle liikenteelle ovat onnettomuuskustannukset liikennesuoritetta kohti vain vähän suuremmat kuin päivänvalossa, jos tien standardi on alhainen. Mutta laatuluvun kohotessa laskevat valoisan ajan liikenteen onnettomuuskustannukset jyrkästi, kun taas pimeänaikaisen liikenteen nousevat jonkin verran. Käyrien mukaan saataisiin laatuluvun nostamisella 70:stä 90:een päivänvaloaikaisen liikenteen onnettomuuskustannukset laskemaan 0,93:sta 0,50:een p/m-ajon.km, mutta pimeänaikaisen pysyvät melko tarkasti 1,80 p/m-ajon.km.

Mikäli tien valaisulla saadaan päivänvaloa vastaavat olosuhteet niin, että pimeänaikaisen liikenteen onnettomuuskustannukset alenevat valoisan tasolle, on seurauksena kustannusten säästö, joka on riippuvainen tien luokasta ja liikennemäärästä. Olettamalla pimeänaikaiseksi liikenteeksi 30 % vuorokauden liikennemäärästä, saadaan yhden kilometrin valaisulla säästö, joka on:

$$\text{Säästö (p/vrk)} = 0,3 \text{ KVL } (-0,01 + 0,0032 L + 0,000125 L^2)$$





Kuva 18 Valaistuksen vaikutus linjaonnettomuuksista aiheutuviin kustannuksiin liikennesuoritetta kohti laatuluvun funktiona



Tälle on piirretty käyrä arvolla KVL = 1000 m-ajon./vrk kuvaan 19. Muilla KVL:n arvoilla säästö olisi KVL/1000-kertainen.

9.2.2 Eri ajoneuvotyyppien linjaonnettomuuskustannukset liikennesuoritetta kohti

Eri ajoneuvotyyppien onnettomuusalttiutta ei voitu liittää sattuneiden onnettomuuksien osalta tutkia, koska liitettävien teiden liikennettä ei tässä tutkimuksessa ole otettu huomioon.

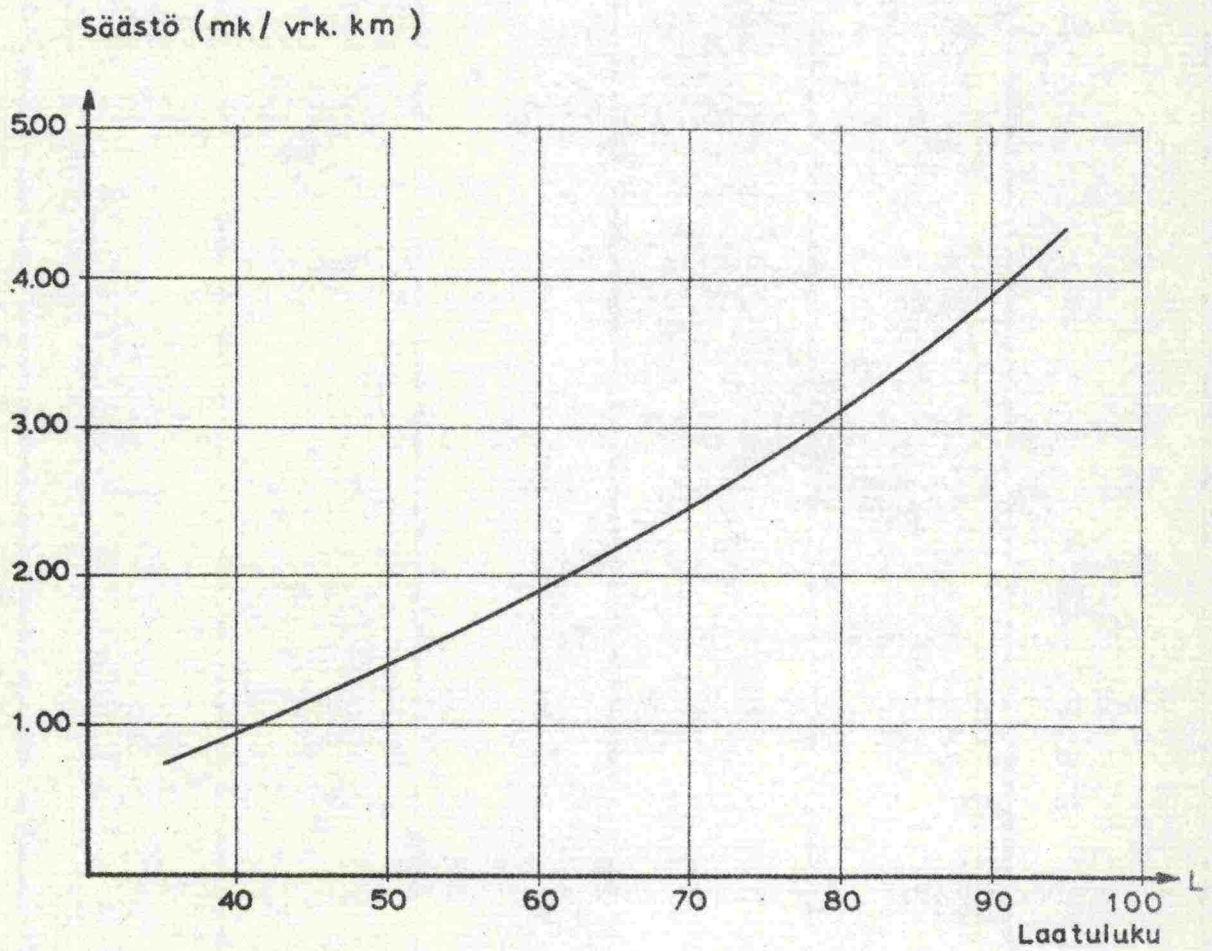
Kun keskimääräiset menetykset niissä linjaonnettomuuksissa, joissa tietty ajoneuvotyyppi oli mukana, muutettiin kustannuksiksi, saatiin taulukossa 30 olevat arvot!

Arviot eri ajoneuvotyyppien onnettomuuskustannuksista linjaonnettomuuksien osalta on saatu kertomalla keskimääräinen kustannus (1,06 p/m-ajon.km) ao. tyyppin onnettomuusalttiudella. Tulosta on tarkennettu käyttämällä kertoimena niiden onnettomuuksien, joissa ao. tyyppi oli mukana, kustannusten suhdetta kaikkien linjaonnettomuuksien keskimääräiseen kustannukseen (17.900 mk).

Taulukko 30. Niiden onnettomuuksien keskimääräiset kustannukset, joissa tietty ajoneuvotyyppi oli mukana.

Onnettomuudet, joissa oli mukana		
	LA	23.500 mk
	KAI	18.300 mk
	KAP	21.200 mk
	MP+MPO	17.400 mk
	TR	11.300 mk
Kaikki linjaonnettomuudet		17.900 mk





KVL= 1000 M-ajon / vrk

Kuva 19 Tien valaisulla saatava säästö laatuluvun funktiona



Arviot ovat vain suuntaa antavia, koska syyllisyyttä ei ole otettu huomioon. Henkilövahingot määräävät kustannusten suuruusluokan, joten korjauskustannusten erilaisuus ei vaikuta paljoakaan tulokseen (taulukko 31).

Taulukko 31. Eri ajoneuvotyyppien onnettomuuskustannukset.

	Onnettom. alttius	Tyypilliset onnett.kust./ 17.900 mk	p/ajon.km
HA+PA	0,98	1,00	1,06
LA	0,71	1,31	0,99
KAI	0,92	1,02	0,99
KAP	1,46	1,18	1,81
MP+MPO	1,08	0,97	1,11
TR	4,00	0,63	2,67

Traktorionnettomuudet johtavat usein suhteellisen pieniin henkilövahinkoihin, ja siksi linjaonnettomuuskustannukset jäävät huomattavasti pienemmiksi kuin onnettomuusalttiuden perusteella olisi luullut, ne ovat 2,67 p/m-ajon.km.

Perävaunullisilla kuorma-autoilla kustannus oli 1,8-kermainen perävaunuttomiin verrattuna.

Ne onnettomuudet, joissa linja-auto oli mukana, aiheuttivat suurimmat menetykset, mutta onnettomuusalttius oli pienin. Onnettomuuskustannukset olivat samaa luokkaa kuin perävaunutomilla kuorma-autoilla, 0,99 p/m-ajon.km. Vain vähän korkeampi arvo saatiin henkilö- ja pakettiautoille sekä moottoripyörille ja mopedeille.

Liittymäonnettomuuksien osalta on erittäin vaikea sanoa, kuinka paljon ne nostavat onnettomuuskustannuksia ja vaikuttavat näiden suhteeseen eri ajoneuvotyypeillä.



### 9.3 Vertailu investointilaskelmissa käytettyihin arvoihin

Investointilaskelmissa käytetyt arvot onnettomuuskustannuksista perustuvat ulkolaisten tutkimusten perusteella arvioituihin käyriin onnettomuusasteesta, sekä tilastollisin menetelmin määrättyyn yhden onnettomuuden keskimääräiseen kustannukseen /7,13/.

Verrattuna tässä tutkimuksessa saatuihin tuloksiin, ovat käytetyt onnettomuusasteen arvot olleet liian suuria, mutta onnettomuuskustannusten suuruusluokka lienee oikea, koska taas keskimääräinen onnettomuuden kustannus on ollut liian pieni.

Suurin virhe on tehty siinä, ettei vakavuuden eroa ole otettu huomioon. Onnettomuuden keskimääräinen kustannus olisi laakettava erikseen ainakin eriluokkaisille teille. Tällöin onnettomuuskustannukset korkeatasoisilla teillä nousevat ja huonoilla laskevat nykyisin käytettäviin verrattuna. Näiden mukaan onnettomuuskustannukset laskevat voimakkaasti tien parantuessa, mutta todellisuudessa ne saattavat olla lähellä vakiota tien yleisestä standardista riippumatta.



## 10. L O P P U S A N A T

Luokituspisteet kuvastavat tien standardia myös onnettomuuksia ajatellen. Huolimatta aineiston puutteellisuuksista saatiin useille onnettomuuksiin liittyville tekijöille melko hyviä riippuvuuksia tien laatuluvusta.

Tulokset ovat luonteeltaan suuntaa antavia ja luovat pohjan, johon yksityisellä tieosalla havaittuja onnettomuustekijöitä voidaan verrata. Vastaa tierekisterin valmistuttua käyttökuntoon, voidaan laatulukuun kuuluvat tekijät erottaa ja määrätä niiden vaikutukset onnettomuuksiin. Nämä poikkeavat varmasti huomattavasti toisistaan. Tämän jälkeen voidaan kehittää varsinaiset onnettomuusmallit, joista sitten voidaan jo yksityiselle tieosalle mahdollisesti tulevat onnettomuudet jollain tarkkuudella ennustaa.

Onnettomuuksien vakavuuden lisääntyminen kumooa tien yleisen standardin nostamisella aikaansaadun onnettomuusasteen laskun. Sen takia suuret investoinnit tähän tarkoitukseen eivät ole liikenneturvallisuusmielessä perusteltavissa.

Onnettomuuskustannuksia voidaan alentaa keskittymällä ns. mustien pisteiden eli onnettomuuksien kasaantumiskohtien poistamiseen. Tällaisia pisteitä ovat myös yksityisten teiden liittymät ja yleisten teiden liittymät varsinkin korkealuokkaisilla teillä. Standardin tasaisuudella on erittäin suuri merkitys liikenneturvallisuudelle, joten äkilliset poikkeamat yleisestä tasosta olisi eliminoitava. Korkealuokkaiset tiet olisi valaistava, jotta olosuhteet vastaisivat käytettyjä ajonopeuksia myös pimeässä.

Tien standardin nostamisella voidaan alentaa onnettomuuskustannuksia, jos vakavuuden nousu estetään nopeusrajoituksella.



Tätä on käytetty paljon ulkomailla. Mikäli nopeuksia ei haluta rajoittaa, on mahdollisuudet ajovirheisiin tehtävä mahdollisimman pieniksi. Tätä vastannee lähinnä moottoritie.

Näitä tuloksia tarkasteltaessa on syytä muistaa, että onnettomuudet olivat vain poliisiviranomaisten tietoon tulleita (alle 50 %). Lisäksi kehitys vuodesta 1967 on ollut suotuisa liikenneturvallisuuden kannalta. Onnettomuusaste on pienentynyt kymmeniä prosentteja, joten lukuarvoja ei sellaisenaan voi soveltaa muille ajankohdille.



## L Ä H D E K I R J A L L I S U U S

- /1/ Bitzl Frantz:  
"The Accident Risk on Motorways", Eighth international study week in traffic engineering 1966 international road safety congress.
- /2/ Eränne Timo & Salovaara Veikko:  
"Liikenneonnettomuustiheyden riippuvuus tietekijöistä", Tieolosuhteet ja liikenneturvallisuus n:o 6 1967, tvh, Helsinki.
- /3/ Häkkinen Sauli & Leppänen Urpo:  
"Tieliikenneonnettomuudet pimeään aikaan", Taljan tutkimuksia n:o 9, Helsinki.
- /4/ Kosunen Jorma:  
"Tien valaistuksen vaikutus liikenneturvallisuuteen", Tieolosuhteet ja liikenneturvallisuus n:o 1 1966, tvh, Helsinki.
- /5/ Rahkonen Ossi:  
"Liikenneturvallisuustyö ja taloudelliset laskelmat", Tieolosuhteet ja liikenneturvallisuus n:o 3 1967, tvh, Helsinki.
- /6/ Roosmark P-O & Fräki Rolf:  
"Olycksuppföljning i anledning av införandet av differentierade hastighetsgränser", Statens väginstitut, Stocholm.
- /7/ Sauna-aho Jussi & Rahkonen Jarkko:  
"Ajokustannukset", Liikennetekniikka, teiden ja katujen taloudellinen suunnittelu. Insinöörijärjestöjen koulutuskeskus, julkaisu 16-68.



- /8/ Sirjamo Anna-Liisa:  
"Tieliikenneonnettomuudet Suomessa ja niiden kustannukset vuonna 1965", tvh ja Helsingin yliopisto.
- /9/ Sirjamo Anna-Liisa:  
"Tieliikenneonnettomuuksien yksikkökustannukset vuonna 1967", Tieolosuhteet ja liikenneturvallisuus n:o 2 1969, tvh, Helsinki.
- /10/ Thorson Ole:  
"Traffic Accidents and Road Layout", The Technical University of Denmark 1967.
- /11/ Wahlgren Otto:  
"Ajoneuvojen nopeuksien riippuvuus eri tekijöistä - erityisesti tien geometriasta - Suomen 2-kaistaisilla maanteillä", Tieolosuhteet ja liikenneturvallisuus n:o 4 1967, tvh, Helsinki.
- /12/ "Trafikolyckornas samband med trafikmiljön, en litteraturoversikt", Chalmers Tekniska Högskola, Göteborg.
- /13/ "Ohjeet tieinvestointilaskelmien suorittamiseksi", tvh, 1967.
- /14/ "Liikenneonnettomuudet Helsingissä", Kaupunkisuunnitteluviraston liikennesuunnitteluosasto 1969.
- /15/ "Tilastomatematiikan perusteet II", Insinöörijärjestöjen koulutuskeskus, Täydennyskoulutuskurssi n:o 46, STS 1964.