

YLEISTEN TEIDEN KUNNOSSAPITOKUSTANNUKSET



**TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS
KUNNOSSAPITOTOIMISTO 1971**

TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS

**YLEISTEN TEIDEN
KUNNOSSAPITOKUSTANNUKSET**

Helsinki 1971

SISÄLLYSLUETTELO

	Sivu
1. JOHDANTO	1
2. TARKKAILUTIET JA TIETOJEN KERÄÄMINEN	1
3. TIETOJEN KÄSITTELY	2
4. KUSTANNUKSET SUORITERYHMITÄIN	10
4.1 Kesäkunnossapito	10
4.2 Talvikunnossapito	20
4.3 Yleiskustannukset	25
4.4 Kokonaiskustannukset	26
4.5 Tarkistettut kokonaiskustannukset	33
5. RASKAAN LIIKENTEEEN VAIKUTUS KUNNOSSAPITOKUSTANNUKSIIN	34
6. KUVIOT	39
7. LIITTEET	
6.1 Litterointitaulukko	68
6.2 Kustannustietojen tietokonekäsittely	70

Yleisten teiden kunnossapitokustannusten tutkimiseksi alettiin tie- ja vesirakennuslaitoksessa v. 1965 alussa kerätä kustannustietoja ns. tarkkailuteiltä. Vuosien 1965-66 tietojen pohjalta teki dipl.ins. Jorma Salmi diplomityön "Tutkimus yleisten teiden kunnossapitokustannuksista". Tietojen käsittelyä on tämän jälkeen jatkettu käyttäen vuosina 1965-69 kerättyjä kustannustietoja. Tutkimusta on valvonut työryhmä, johon kuuluivat tstoins. Jorma Hintikka, tstoins. Jussi Sauna-aho ja dipl.ins. Olli Uusitalo. Aineiston käsittelyn on suorittanut dipl.ins. Uusitalo.

Tässä tutkimusraportissa esitettyjä tietoja voidaan käyttää mm. kunnossapidon työsuunnittelussa. Eri henkilöillä on toisistaan poikkeavia käsityksiä eri kunnossapitotoimenpiteiden ja erilaisten teiden keskinäisestä tärkeydestä. Näistä tiedoista nähdään, miten koko maassa keskimäärin painotetaan eri töitä liikennemäärästä ja päällystetyypistä riippuen. Kun lisäksi otetaan huomioon paikalliset olosuhteet, voidaan saada ohjearvoja kunnossapitotasolle eri toimenpiteiden osalta. Tienpidon investointiohjelmia laadittaessa ja arvioitaessa kunnossapidon tulevaa rahoitustarvetta ovat saadut tulokset erittäin tärkeitä.

TARKKAILUTIET JA TIETOJEN KERÄÄMINEN

Tarkkailuteitä oli yhteensä 173 kpl ja niiden jakautuminen eri tielajeihin oli seuraavanlainen:

Moottoritiet	5 kpl
Kestopäällystetyt maantiet	26 "
Rakennetut tai perusparannetut öljysoramaantiet	39 "
Rakentamattomat öljysoramaantiet	26 "
Savioramaantiet	39 "
Saviorapaikallistiet	38 "
<u>Yhteensä</u>	<u>173 kpl</u>

Tieosien keskipituus oli n. 14 km. Tarkkailutieosia oli kaikissa tie- ja vesirakennuspiireissä.

Tietojen kerääminen tarkkailuteiden kunnossapidon työmääristä ja kustannuksista suoritettiin tiemestaripiirien toimesta. Tiedot kerättiin kuukausittain työtilastoilmoituslomakkeelle (Tvh 5424), josta ne vuoden lopussa yhdistettiin yhdelle lomakkeelle, joka toimitettiin tie- ja vesirakennushallitukselle.

Kustannustiedot esitettiin yleisten teiden kunnossapidon vanhan suorite-ryhmittelyn mukaisesti (liite 1). Työpalkat laskettiin kulloinkin maksettujen palkkojen mukaan ilman sosiaalikustannuksia. Samoin vuokrakoneiden kustannukset laskettiin kulloinkin maksetun todellisen vuokran mukaan. Omien koneiden ja autojen käytöstä aiheutuvat kustannukset laskettiin kolmena ensimmäisenä vuonna (1965-67) konekohtaisina ja sen jälkeen konetyyppikohtaisina. Poistoaikana käytettiin omien kuorma-autojen ja traktorien osalta 4 vuotta ja tiehöyliä osalta 5 vuotta. Vuosina 1965-67 ei tätä vanhemmille koneille kirjattu lainkaan pääomakustannuksia. Korjaus- ja huoltokustannukset sekä vuotuiset ajokilometrimäärät tai käyttötunnit laskettiin kunkin koneen kohdalla erikseen edellisen vuoden käyttötietojen mukaisesti. Näin saatu todellinen ajokilometri- tai käyttötuntikustannus voi vaihdella huomattavasti ja aiheuttaa kustannustiedoissa hajontaa. Myöhemmin käytettiin sen sijaan kunkin tie- ja vesirakennuspiirin laskemia konetyyppien yksikkökustannuksia, jolloin hajonta jäi pienemmäksi.

3. TIETOJEN KÄSITTELY

Kunkin tieosan kustannukset ja suoritemäärät jaettiin ensin tiepituudella, jolloin saatiin kunnossapitokustannukset ja suoritemäärät tiekilometriä kohti. Tämän jälkeen kustannukset muutettiin vuoden 1967 hintatasoa vastaavaksi. Suomessa ei vielä ole erikoista kunnossapitokustannusindeksiä kuten esim. USA:ssa, joten tässä käytettiin tienrakennuskustannusindeksiä. Indeksisuhde, jolla vuoden kunnossapitokustan-

nukset kerrottiin oli tällöin:

v. 1965	1,10
1966	1,04
1967	1,00
1968	0,94

Indeksi saattaa kokonaiskunnossapitokustannusten kohdalla olla varsin oikea, mutta eri osakustannusten kuten aurauskustannusten tai pölynsidontakustannusten kertominen samalla indeksisuhteella ei varmaankaan vastaa kyseisen työn kustannustason kehitystä.

Tiemestaripiirien ilmoittamiin kustannustietoihin jouduttiin vuosina 1967 ja 1969 tehdyillä tarkastusmatkoilla tekemään jonkin verran korjauksia. Muutamia tieosia jouduttiin jättämään lopullisen tarkastelun ulkopuolelle kustannusten arveluttavan suurten poikkeamain johdosta.

Tärkeimmät kunnossapitokustannuksiin vaikuttavat tekijät ovat liikenne, päällysteen tyyppi, ikä ja leveys, tien liikenteellinen merkitys, sijainti, sää ja kantavuus. Jonkin suureen riippuvuutta useasta eri tekijästä voidaan tutkia tilastomatematisesti usean muuttujan regressioanalyysillä. Tällöin saadaan tuloksena matemaattinen malli (eli kaava), jonka avulla voidaan laskea selitettävän suureen arvoja erilaisilla selittäjien arvoilla. Tässä tapauksessa oli selitettävänä suureena aina jonkin suoriteryhmän kustannukset (mk/tiekm/v) ja selittäjinä edellä mainittujen tekijöiden mitattuja lukuarvoja. Tietokoneella lasketut kustannusmallit on esitetty taulukossa 1. Esimerkiksi saviorakulutuserroksen kunnossapitokustannuksille on taulukossa 1. esitetty malli:

Kustannukset mk/tiekm/v =

$0,98 \cdot KVL - 3,55 \cdot T + 1216$, missä

KVL = tieosan keskimääräinen vuorokausiliikenne
hay/vrk (autot)

T = talven pituus vrk/v. (Saadaan taulukosta 2.)

Taulukko 1.

KUNNOSSAPITOKUSTANNUSMALLIT

Tielajit:

Sr = Savisoramaantiet

Ös_I = Rakentamattomat öljysoramaantiet

Ös_{II} = Rakennetut tai perusparannetut öljysoramaantiet

Kp = Kestopäällystetyt maantiet

Selittäjät:

KVL = keskimääräinen vuorokausiliikenne
hay/vrk (autot) ko. vuonna

IKÄ = päällysteen ikä vuosina

T = talven pituus (vuorokausikeskiarvo
alle 0°C, vrk/v)

L = lumisademäärä

P = niiden päivien lukumäärä, jolloin vuorokausi-
keskiarvo on alle -5°C, vrk/v.

Kunkin suoriteryhmän kohdalla on ensin esitetty kustannusten
keskiarvo ja sen jälkeen allekkain useampia kustannusmalleja.

Lyhennys (Yhd.) tarkoittaa, että kyseinen malli on saatu
yhdistämällä osakustannusten malleja.

Littera n:o	KESÄKUNNOSSAPITO		r
511 Savi- ja sidemaa tielle levitettynä	Sr	64 mk/km/v (=keskiarvo)	
512 + 513 Sora ja murskesora tielle levitettynä	Sr	348 0,19 · KVL + 272	0,17
520 Pölynsidonta	Sr	382 0,44 · KVL + 205 0,42 · KVL - 1,58 · T + 460	0,48 0,49
530 Ajoradan tasaus (lanaus ja höyläys)	Sr	272 0,38 · KVL + 120	0,63

510 + 520 + 530 Savisorapinnan kunnossapito yht.	Sr	1053 1,03 · KVL + 643 0,98 · KVL - 3,55 · T + 1216	0,54 0,55
543 b Öljysorapinnan kunnossapito	Ös _I	945 1,54 · KVL - 204 1,46 · KVL + 79 · (IKÄ) - 478	0,62 0,63
543 b Öljysorapinnan kunnossapito	Ös _{II}	618 0,63 · KVL + 14 0,58 · KVL + 61 · (IKÄ) - 244	0,51 0,53
573 b Bitumipäällysteen kunnossapito	Kp	170 0,057 · KVL + 10 0,054 · KVL - 1,49 · T + 240 0,052 · KVL + 12 · (IKÄ) - 28	0,67 0,67 0,68
552 Sivu-, niska-, lasku- ja salaojat	Sr Ös _I Ös _{II} Kp	151 38 25 15	
553 Heikkojen ja routivien tienkohtien parantaminen	Sr Ös _I Ös _{II} Kp	75 20 20 2	
558 Tulvien ja rankkasateiden aiheuttamien vahinkojen korjaus	Sr Ös _I Ös _{II} Kp	2 2 2 8	
559 Muut työt (lähinnä niittoa)	Sr Ös _I Ös _{II} Kp	57 29 0,013 · KVL + 19 32 0,029 · KVL + 5 114 0,019 · KVL + 60	0,27 0,38 0,18
562 Kaiteiden teko ja kunnossapito	Sr Ös _I Ös _{II} Kp	6 mk/km/v 12 6 11	
565 Liikennemerkkien pystyttäminen ja kunnossapito	Sr Ös _I Ös _{II} Kp	11 23 13 51	
569 Muut ohjaus- ja turvalaitteet	Sr Ös _I Ös _{II} Kp	3 32 40 214	

560	Sr	20	
Liikenteen ohjaus- ja turvalaitteet yhteensä	Ös _I	67 0,046 · KVL + 13	0,47
	Ös _{II}	59 0,036 · KVL + 8	0,42
	Kp	276 0,027 · KVL + 199	0,52
500 yhteensä	Sr	1358 1,14 · KVL + 930 0,98 · KVL - 3,55 · T + 1521	0,54 Yhd.
Teiden kesäkunnossapito ilman siltojen ja rumpujen kunnossapitoa (Ei sisällä yleiskustannuksia)	Ös _I	1101 1,64 · KVL - 139	
	Ös _{II}	756 0,70 · KVL + 75	0,55
	Kp	585 0,102 · KVL + 294 0,092 · KVL - 5,51 · T + 1145	0,65 0,68
610 ja 640	Sr	106	
Siltojen kunnossapito Rumpujen kunnossapito	Ös _I	33	
	Ös _{II}	6	
	Kp	27	
TALVIKUNNOSSAPITO			
710	Sr	34	
Kinostimet	Ös _I	10	
	Ös _{II}	3	
	Kp	0	
720	Sr	117 0,48 · L + 9 0,26 · L + 3,25 · T - 2,31 · P - 273	0,32 0,48
Ajouradan puhtaanapito (auraus)	Ös _I	113 0,022 · KVL + 0,83 · L - 87 (KVL yksin ei ole hyvä selittäjä)	0,40
	Ös _{II}	102 0,017 · KVL + 0,85 · L - 102	0,50
	Kp	122 0,0076 · KVL + 100 0,0086 · KVL + 0,78 · L - 71 0,0114 · KVL + 0,63 · L + 1,56 · T - 279	0,25 0,33 0,38

730 Ajoradan tasaus (=talvihöyläys)	Sr	141 0,087·KVL+106 0,093·KVL-0,33·L+1,47·T-51	0,31 0,40
	Ös _I	148 0,068·KVL+97 0,064·KVL-0,22·L+150	0,43
	Ös _{II}	151 0,059·KVL+94 0,050·KVL-0,43·L+198	0,44 0,45
	Kp	264 0,019·KVL+209 0,021·KVL+1,62·L-150	0,28 0,33
740 Liukkaan kelin torjunta	Sr	110 0,146·KVL+51 0,096·KVL-2,75·P+281 0,117·KVL-3,46·P+0,90·L+126	0,45 0,70 0,74
	Ös _I	213 0,054·KVL+187 0,054·KVL-3,15·P+412	0,28 0,40
	Ös _{II}	174 0,122·KVL+57 0,085·KVL-3,46·P+360 0,099·KVL-4,58·P+1,19·L+167	0,47 0,58 0,60
	Kp	325 0,034·KVL+229 0,013·KVL-7,20·P+765 0,010·KVL-10,94·P+5,75·L-228	0,33 0,56 0,69
760 Sekalaiset talvikunnossapitotyöt	Sr	60 0,028·KVL+48 0,042·KVL+0,36·L-38	0,13 0,22
	Ös _I	54 0,036·KVL+26	0,34
	Ös _{II}	51	
	Kp	79 0,006·KVL+60 0,007·KVL+0,82·L-121	0,17 0,25
700 yhteensä Teiden talvikunnossapito (ilman yleiskustannuksia)	Sr	462 0,266·KVL+356 0,225·KVL-10,1·P+10,9·T-560	0,47 0,55
	Ös _I	538 0,166·KVL+414	0,37
	Ös _{II}	481 0,181·KVL+316 0,161·KVL-1,86·P+472	0,50 0,52

	Kp	790 0,068·KVL+600 0,055·KVL-4,55·P+937				0,42 0,46
500, 600 ja 700 Kunnossapito yhteensä yleiskustannuksineen (suoriteryhmiin 500,600 ja 700 summa kerrottuna ker- toimella 1,4).	Sr	2700 (1,96·KVL+1950)ks. kuvio 41 1,69·KVL+10,3·T-14,1·P+1493				0,59 Yhd.
	Ös _I	2341 2,52·KVL+431 2,59·KVL-14,6·P+1450				0,65 0,65
	Ös _{II}	1740 1,23·KVL+550 1,20·KVL-2,60·P+774				0,64 Yhd.
	Kp	1963 (0,238·KVL+1288)ks. kuvio 42 0,218·KVL-7,00·P+1735 0,206·KVL-6,37·P-7,71·T+2952				0,64 0,66 Yhd.
Selittäjien keskiarvot (tarkkailuteilla)		KVL=	T =	P =	L =	IKÄ=
	Sr	399	156	76	222	-
	Ös _I	747	152	73	221	4,1
	Ös _{II}	958	155	77	222	4,9
	Kp	2816	149	66	217	4,1

Taulukko 2.

Kustannusmalleissa käytettyjen eri säätekijöiden keskimääräiset arvot tie- ja vesirakennuspiirien alueella.

P = niiden päivien lukumäärä, jolloin vuorokauden keskiarvo on alle -5°C , vrk/v.

L = vuoden lumisademäärä mm/v.

T = termisen talven pituus vrk/v (vuorokausikeskiarvo on alle 0°C).

Tie- ja vesirakennuspiiri	P	L	T
Uudenmaan	51	220	135
Turun	41	185	137
Hämeen	61	195	144
Kymen	64	225	140
Mikkelin	74	230	151
Pohjois-Karjalan	82	255	162
Kuopion	84	240	158
Keski-Suomen	80	225	154
Vaasan	69	175	152
Keski-Pohjanmaan	82	175	160
Oulun	93	240	171
Kainuun	96	270	173
Lapin	102	250	183

Jos tieosan liikennemäärä on esim. 300 hay/vrk ja jos se sijaitsee Lapin piirissä, ovat savisorakulutuseroksen kunnossapitokustannukset siten keskimäärin

$$0,98 \cdot 300 - 3,55 \cdot 183 + 1216 =$$

$$294 - 650 + 1216 = 860 \text{ mk/km/v.}$$

Ne mallit, jotka saatiin jakamalla maa kolmeen alueeseen, on esitetty kuvioissa 12.- 32. Taulukon 1. mallien lisäksi on käsityönä laskettu (ryhmäkeskiarvojen perusteella) käyriä, jotka on esitetty kuvioissa 1.- 11. ja 33.- 47.

Tietokonekäsittelyä on selvitelty yksityiskohtaisemmin liitteessä 2. Keskimääräisiä kunnossapitokustannuksia on esitetty myös taulukoissa 3. ja 4.

4. KUSTANNUKSET SUORITERYHMITTÄIN

4.1. Kesäkunnossapito

511. Savi ja sidemaa tielle levitettynä

Saven käyttö savisorateiden kunnossapitoon on kaiken aikaa vähenemässä, koska murskesora sisältää usein riittävän määrän hienoa ainesta. Saven käytön määrä riippuu myöskin sen saantimahdollisuuksista. Joissakin tie- ja vesirakennuspiireissä ei ole juuri lainkaan savea saatavissa.

Sidemaan käyttömäärän riippuvuus liikennemäärästä on esitetty kuviossa 4. Kuviossa 4. ovat mukana myöskin ne tiet, joilla savea ei ole käytetty lainkaan. Tällaisia teitä oli noin 40-50 % tarkkailuteistä. Kuljetusmatka ja välivarastointi vaikuttavat saven käytön yksikkökustannuksiin, jotka ovat olleet keskimäärin $8,50 \text{ mk/m}^3$. Kustannuksiin sisältyy myös sekoitus höylällä tai lanalla.

512. + 513. Sora ja murskesora tielle levitettynä

Soran ja murskesoran käytöstä aiheutuvia kustannuksia käsiteltiin yhtenä kokonaisuutena, koska ne ovat vaihtoehtoisia materiaaleja. Sen

enempää käytetyille soramäärille kuin soran käytöstä aiheutuville kustannuksillekaan ei regressioanalyysin avulla voitu löytää tyydyttävää riippuvuutta liikennemäärän, säätelijöiden tai muiden selittäjien suhteen. Kuvion 1. esittämät suorat on saatu ryhmäkeskiarvoina hyvin suurta vaihtelua sisältävistä kustannustiedoista. Keskimääräinen murskesoran ja soran käyttö oli savisoramaanteilla $54 \text{ m}^3/\text{km}/\text{v}$ (sora 12, murskesora $42 \text{ m}^3/\text{km}$) ja savisorapaikallisteilla $43 \text{ m}^3/\text{km}/\text{v}$ (sora 14, murskesora $29 \text{ m}^3/\text{km}$). Koska kysymys on varsin suurista kustannuksista maanteilla $350 \text{ mk}/\text{km}/\text{v}$ ja paikallisteilla $265 \text{ mk}/\text{km}/\text{v}$, olisi paikallaan, että sorastuksessa alettaisiin käyttää liikennemäärästä riippuvia ohje-arvoja. Ruotsissa on käytössä seuraavat ohje-arvot (7 kk sulan maan aika):

KVL hay $\text{m}^3/\text{km}/\text{v}$	
50	12
100	18
200	28
400	38
1000	57

520. Pölynsidonta

Pölynsidontakustannukset riippuvat selvästi liikennemäärästä ja myöskin talven pituudesta. Lisäksi vaikuttaa soratien leveys pölynsidontakustannuksiin. Savisoramaanteiden keskileveys oli 5,7 m. Yhden metrin lisäys (tai vähennys) leveyteen aiheuttaa keskimäärin $69 \text{ mk}/\text{km}/\text{v}$ lisäyksen (tai vähennyksen) pölynsidontakustannuksiin. Paikallisteilla on kalsiumkloridin käyttö ollut vain kolmasosa yhtä vilkkaasti liikennöityjen savisoramaanteiden kalsiumkloridin käytöstä. Kalsiumkloridimäärät maanteilla ja paikallisteilla on esitetty kuviossa 2. Samassa kuviossa on esitetty eräitä ohje-arvoja kalsiumkloridin käyttömäärille. Käyristä havaitaan, että kalsiumkloridimäärä kasvaa suuremmilla liikennemäärillä liikenteen vaikutuksesta enää hyvin vähän. Maanteiden kalsiumkloridin käyttö noudattelee Ruotsin ohje-arvoa tarkasti varsinkin pienemmillä liikennemäärillä.

Sadepäivien lukumäärän ja kalsiumkloridin käyttömäärän välille ei saatu riippuvuutta. Syynä tähän lienee se, että sadepäiviksi lasketaan jo sellaiset päivät, jolloin on satanut vain 1 mm vettä. Myöskin sateiden ajoittuminen vaikuttaa asiaan. Kalsiumkloridin yksikkökustannuksiksi tielle levitettynä saatiin 185 mk/tonni. Kalsiumkloridin käyttö eri alueilla nähdään kuviosta 12. Maan keskiosissa käytetään kalsiumkloridia selvästi enemmän kuin Pohjois-Suomessa johtuen pitemmästä kesäkaudesta. Sen sijaan Etelä-Suomen kalsiumkloridin käyttöä kuvaava suora menee edellisten kanssa ristikkäin (kuvio 12.). Syynä saattaa olla erilainen käsitys savisorateiltä vaadittavasta kunnossapitotasosta. Paikallisteiden ja maanteiden vertailu (kuvio 2) osoittaa, että kunnossapidon tasosta tinkiminen paikallisteillä tapahtuu pölynsidonnan kohdalla. Toisaalta vähentää paikallisteiden pölynsidonnan tarvetta vähäisempi asutus. Kalsiumkloridin käyttö kasvaa liikennemäärän kasvaessa yli 500 hay/vrk enää varsin vähän. Tämä voi johtua joko varojen puutteesta tai siitä, että tien pinta saavuttaa tietyn kalsiumkloridimäärän jälkeen jonkinlaisen kyllästymispisteen, jolloin kalsiumkloridin lisäämiseen ei enää ole tarvetta vaikka liikennemäärä kasvaakin.

530. Ajouradan tasaus.

Tien höyläys- ja lanaukuskustannukset laskettiin yhteen, koska höyläyksen ja lanauksen voi olettaa korvaavan toisiaan jossakin määrin. Kuviossa 3. on esitetty höyläys- ja lanausmäärät savisoramaanteilla ja savisorapaikallisteilla. Näihin ei kuitenkaan sisälly höylän tai lanan käyttö materiaalien sekoitukseen. Lanauksien riippuvuus liikennemäärästä on varsin satunnaista, kun taas höyläysmäärien ja liikennemäärän välinen riippuvuus on hyvin selvä. Höylä on pääasiallinen työkone soratien tasoittamiseksi, kun taas lanan käyttö on satunnaisempaa. Lanauksen määrä on vuosittain huomattavasti vähentynyt ja savisorapinta hoidetaan enenevässä määrin höylämällä.

Talven pituuden vaikutus höyläys- ja lanaukuskustannuksiin ei tullut malleja laskettaessa näkyviin. Tien leveydessä aiheuttaa yhden metrin

lisäys (tai vähennys) keskimäärin 65 mk/km/v lisäyksen (tai vähennyksen) savioramaantien höyläys- ja lanauskustannuksiin. Ruotsissa käytetään höyläystarpeen ohjearvona

$$t = 0,6 \cdot n \cdot KVL/100$$

missä t = höyläystarve (tuntia/km/v)

n = kesäkuukausien lukumäärä

KVL = keskimääräinen vuorokausiliikenne ajon./vrk

Lanauksen yksikköhinnaksi saatiin 1,40 mk/jkm ja höyläyksen 4,10 mk/jkm. Lanaus- ja höyläyskustannukset maan etelä-, keski- ja pohjoisosissa on esitetty kuviossa 13. Erot johtuvat selvästikin kesäkauden pituudesta ja ajoradan tasus on samalla liikennemäärällä eteläisissä piireissä keskimäärin noin 50 mk/v kalliimpaa kuin maan pohjoisosissa. Keski-Suomen arvot yhtyvät vähäliikenteisillä teillä pohjois-Suomen ja vilkasliikenteisillä teillä etelä-Suomen arvoihin. Näistä kustannuksista puuttuu samoin materiaalien sekoittamiseksi tehty höyläys ja lanaus, jotka sisältyvät litteroihin 510.

510. + 520. + 530. Saviorakulutuserroksen kunnossapito yhteensä

Saviorakulutuserroksen kunnossapitokustannukset saadaan laskemalla yhteen saven käytön, sorastuksen, pölynsidonnan ja ajoradan tasauksen kustannukset. Ulkopuolelle jää tällöin vielä routavauriokohtien korjaus (553.), joka sekin tavallaan kuuluu kulutuserroksen kunnossapitoon. Saviorakulutuserroksen kunnossapitokustannusten hajonta on varsin pieni ja pienempi kuin sen em. osatekijöiden. Tämä johtunee siitä, että sama tulos voidaan saavuttaa erilaisin materiaali- ja työmenekkiyhdistelmin. Saviorakulutuserroksen kunnossapitokustannuksille ei tietokoneella saatu käyräviivaista mallia, vaikka kuvaaja selvästi onkin ylöspäin kupera käyrä. Tämä käyrä on laskettu sensijaan käsin ryhmäkeskiarvojen perusteella (kuviot 39,45). Käyrän kuperaus johtuu osaksi myös siitä, että suurilla liikennemäärillä ei vastaaviin kunnossapitotoimenpiteisiin enää samassa suhteessa ole varaa eikä kalustoa ja tien kunto siten jää heikommaksi kuin vähäliikenteisten teiden. Ne toimen-

piteet, joissa vilkasliikenteisillä teillä tingitään, ovat pölynsidonta, sorastus ja höyläys. Monille vähäliikenteisille sorateille ajetaan suu-
rempia soramääriä kuin vilkkaimmin liikennöidyille teille. Koska ei lie-
ne tarkoituksenmukaista, että vilkkaat tiet ovat huonommassa kunnossa
kuin vähemmän liikennöidyt tiet olisi kunnossapitoresurssien käyttöä
ehkä hieman siirrettävä vähäliikenteisiltä savisoramaanteilta vilkas-
liikenteisille savisoramaanteille.

Savisorapaikallisteiden kulutuskerroksen kunnossapitokustannukset ovat
suurilla liikennemäärillä n. 70 % ja pienillä liikennemäärillä noin
50 % savisoramaanteiden kulutuskerroksen kunnossapitokustannuksista.
Ero johtuu suurimmalta osaltaan kalsiumkloridin vähäisestä käytöstä
paikallisteillä (vain 1/3 maanteiden käyttömääristä). Paikallisteiden
ja maanteiden kunnossapitotason eroista ei ole ohjeita, vaan suhde on
käytännössä muodostunut tällaiseksi. Savisorapaikallistien kulutusker-
roksen kunnossapitoon käytetään vähemmän varoja kuin sellaisella savi-
soramaantiella, jonka liikennemäärä on vain puolet paikallistien lii-
kennemäärästä. Tässäkin voidaan kysyä, onko tien liikenteellistä
merkitystä painotettu liikaa ja liikennemäärää liian vähän. Jos esim.
pelkät liikenteen ajokustannukset olisivat määrääviä, olisi yhtä vilk-
kaasti liikennöidyt paikallistiet ja maantiet ilmeisesti pidettävä
yhtä hyvässä kunnossa.

Savisorateiden kulutuskerroksen kunnossapitokustannukset ilman yleis-
kustannuksia olivat v. 1967 39,45 miljoonaa markkaa eli 36 % kaikista
kunnossapitokustannuksista. Savisoramaanteita tultaneen edelleen pääl-
lystämään huomattavasti liikennemäärien kasvaessa. Myös paikallistei-
den liikennemäärät kasvavat mutta jäävät silti enimmäkseen päällystä-
misen kannattavuusrajan alapuolelle. Paikallisteiden suuresta määrä-
stä johtuen tulee niiden osuus 10 vuoden kuluttua olemaan n. 40 % yleis-
ten teiden kunnossapitokustannuksista (ilman uudelleenpäällystyskus-
tannuksia).

Savisorateiden kulutuskerroksen kunnossapidolla on siis erittäin tärkeä osuus kunnossapitobudjetissa. Koska näköpiirissä ei ole paljoakaan sellaista, joka tätä tilannetta voisi muuttaa lähivuosikymmeninä, tulisi huomattava osa kunnossapitoalan tulevasta tutkimus- ja kehitystyöstä kohdistaa juuri savisorakulutusterroksen kunnossapitoon. Soran, murskesoran, kalsiumkloridin ja saven käytön, höyläys- ja lanausmäärien sekä tienpinnan kunnan ja liikennemäärän välillä on ilmeisesti olemassa keskinäisiä korvattavuus- ja riippuvuussuhteita joiden selvillesaaminen voisi antaa arvokkaita viitteitä siitä, kuinka savisoratiet voitaisiin pitää halvemmin kustannuksin paremmassa kunnossa. On olemassa monenlaisia tapoja hoitaa soratietä ja jotkut näistä ovat varmasti muita halvempia. Yksistään sen kokemuksen kerääminen ja levittäminen, joka tiemestareille on vuosikymmenien aikana kerääntynyt savisorapinnan käyttäytymisestä olisi hyvin hyödyllistä.

543 b. Öljysorapinnan kunnossapito

Öljysorapäällysteen kunnossapitokustannuksille on ominaista erittäin suuri vaihtelu. Kantavuuden vaikutuksen selville saamiseksi oli tiet jaettu rakentamattomiin (Ös_I) ja rakennettuihin tai perusparannettuihin öljysorateihin (Ös_{II}). Ensimmäisillä tarkoitetaan teitä, joilla ei ole havaittavissa rakennekerroksia. Tätä samaa jaottelua käytettiin muidenkin suoriteryhmiä kohdalla.

Paras selittäjä oli näiden kustannusten kohdalla liikennemäärä kerrottuna päällysteen iällä. Kun kuitenkin pelkkä liikennemääräkin antoi lähes yhtä hyvän korrelaation, ei ensiksi mainittua selittäjää käytetty muita malleja laskettaessa sen hankaluuden takia. Kuviossa 45. on esitetty öljysorapäällysteen kunnossapitokustannusten riippuvuus liikennemäärästä. Rakennetuilla öljysorateilla ovat siis päällysteen kunnossapitokustannukset noin puolet rakentamattomien öljysorateiden päällysteen kunnossapitokustannuksista. Kuviossa 9. on esitetty öljysorateiden päällysteen kunnossapitokustannusten riippuvuus tien kantavuudesta.

Arviot kantavuudesta on saatu piireistä ja perustuvat lähinnä tiemestarien käsityksiin ja kokemuksiin ko. tiestä. Arvosteluasteikko on: hyvä, tyydyttävä, välttävä, heikko. Viimeksi mainittuun kantavuusluokkaan kuuluvilla tieosilla oli hajonta niin suuri, että liikennemäärän ja kustannusten välinen riippuvuus oli varsin satunnaista. Kantavuusluokkaan "hyvä" kuuluvien teiden kohdalla oli hajonta jo sensijaan pieni. Öljysorapäällysteen kunnossapitokustannukset ja kestävyys riippuvat siis ratkaisevasti kantavuudesta. Jos kantavuus on hyvä, ovat päällysteen kunnossapitokustannuksetkin hyvin kohtuulliset, esim. 1500 hay/vrk liikennemäärällä alle 500 mk/km/v. Kantavuuden suhteen jakautuivat öljysoratarkkailutiet seuraavasti: hyvä kantavuus 25 %, tyydyttävä 58 %, välttävä 12 %, heikko 5 %. Öljysorapäällysteen täydellinen uusiminen suoritettiin vain yhdellä tarkkailutiellä. Tästä aiheutuneita kustannuksia ei ole laskettu mukaan kunnossapitokustannuksiin. Päällysteen iän vaikutus sen kunnossapitokustannuksiin nähdään kuviosta 10. Vuosikustannukset kasvavat tasaisesti aina 6. vuoteen asti. Tätä vanhempia päällysteitä oli niin vähän, että kustannuksista 6. vuoden jälkeen ei saatu luotettavia tietoja. Käyrät tosin korostavat liikkeen iän osuutta, koska vanhemmilla päällysteillä ovat myöskin liikennemäärät ja siten myös kustannukset suuremmat. Regressiomalleista taulukosta 1. käy iän vaikutus kunnossapitokustannuksiin paremmin ilmi. Mallien mukaan yhden vuoden lisäys päällysteen ikään lisää kunnossapitokustannuksia rakentamattomilla öljysorateilla 79 mk/km/v ja rakennetuilla öljysorateilla 61 mk/km/v. Tämän lisäksi tietysti liikennekin kasvaa vuoden aikana, mikä sinänsä aiheuttaa paljon suuremman lisäyksen kustannuksiin.

Maantieteellisen sijainnin vaikutus öljysorapäällysteen kunnossapitokustannuksiin nähdään kuvioista 15 ja 16. Rakentamattomien öljysorateiden kohdalla on nähtävissä selvä ero maan eri osien välillä. Keski-Suomessa tulee öljysorapäällysteen kunnossapito noin 700 mk/km/v halvemmaksi kuin etelä-Suomessa, pohjois-Suomessa ovat kustannukset suuremmilla liikennemäärillä enää vain puolet keski-Suomen arvoista. Erot

johtunevat kantavuuteen liittyvistä tekijöistä, koska rakennetuilla öljysorateilla ei yhtä selviä eroja enää esiinny (kuvio 16.).

Leveillä teillä ovat öljysorapinnan kunnossapitokustannukset pienemmät kuin kapeilla teillä. Rakennetuilla öljysorateilla, joiden keskileveys oli 6,4 m, aiheuttaa 1 metrin lisäys tien leveydessä 225 mk/km/v vähennyksen päällysteen kunnossapitokustannuksissa. Tämä johtuu liikenteen suuremmasta keskittymisestä kapeilla teillä. Rakentamattomilla öljysorateilla ei saatu tyydyttävää tulosta leveyden vaikutuksesta kustannuksiin.

573 b. Bitumipäällysteen kunnossapito

Päällysteen iän ja liikennemäärän tulo oli selittäjänä heikompi kuin pelkkä liikennemäärä.

Pitkä talvi vähentää päällysteen kunnossapidon tarvetta, kuten mallista nähdään. Päällysteen kunnossapitokustannukset maan eri osissa on esitetty kuviossa 17. Keski- ja etelä-Suomen välillä ei ole merkitsevää eroa, mutta pohjois-Suomessa ovat kustannukset selvästi pienemmät kuin muualla. Päällysteen iän vaikutus kunnossapitokustannuksiin on esitetty kuviossa 10. Kustannuksissa näyttää 3. ikävuoden kohdalla olevan selvä maksimikohta, jonka jälkeen ne jonkin verran pienentyvät. Tämä johtuu luultavasti siitä, että päällysteen heikot kohdat ja painumat korjataan vasta tällöin, minkä jälkeen päällyste kestää vähemmällä korjauksella. Vanhempia päällysteitä ei ehkä pidetä yhtä hyvässä kunnossa kuin uusia, koska uudelleen päällystäminen on odotettavissa muutaman vuoden kuluessa. (Regressiomallissa saatiin yhden ikävuoden vaikutus paljon pienemmäksi (12 mk/km/v) kuin kuvion perusteella voisi odottaa. Syynä on mallin lineaarisuus.) Kalliita pintakäsittelyjä ei tieosilla ollut, eikä niiden osuutta siis saada kustannusmalleista-kaan selville.

Kestopäällystettyjen teiden päällysteen korjauskustannukset ovat varsin pienet (n. 300 mk/km/v) verrattuna uudelleenpäällystämistä aiheutuviin päällysteen pääomakustannuksiin (n. 7000 mk/km/v).

552 ja 640. Ojitus ja rummut.

Seuraavassa taulukossa on esitetty kuivatuskustannukset ja ojankaivumäärät erilaisilla teillä:

Tien tyyppi	Ojien kunnossapito		Rumpujen kunnossapito mk/tiek/v	Kuivatus yhteensä mk/tiek/m
	mk/tiek/v	jkm/ km/v		
Saviorapaikallistiet	103	110	88	191
Savioramaantiet	151	161	106	257
Öljysoramaantiet	38	34	33	71
Kestopäällystetyt maantiet	15	6	27	42
Moottoritiet	6	-	21	27

Nähdään selvästi, että vähäliikenteisillä teillä on kuivatus tärkeämmässä asemassa kuin vilkkaasti liikennöidyillä teillä. Tämä johtuu siitä, että vilkasliikenteiset tiet ovat usein perusparannettuja ja noudattelevat vähemmän maaston muotoja kuin vanhat, rakentamattomat vähäliikenteiset tiet. Osasyynä on myös se, että uusilla korkeampi-luokkaisilla teillä eivät ojat ole vielä ehtineet tukkeutua.

Ojat pyritään avaamaan 7 vuoden välein, mutta usein on tukkeutuneet ojat avattava jo 5 vuoden kuluttua uudelleen, eikä kolmenkaan vuoden kiertoaika ole mikään harvinaisuus. Ojien avaamisesta aiheutuu vuosittain kustannuksia noin 7 milj. markkaa. Ojankaivun yksikkökustannukset olivat 1,17 mk/jm.

553. Heikkojen ja routivien tienkohtien parantaminen

Routavaurioiden korjaamisesta aiheutuvat kustannukset ovat vain savisorateilla merkittävää suuruusluokkaa, 75 mk/km/v. Tämä antaa kuitenkin väärän kuvan roudan vaikutuksesta kunnossapitokustannuksiin, sillä suuri osa mm. sorastustarpeesta ja päällysteiden vaurioista roudan aiheuttamia. Kuitenkin päällysteen korjauskustannukset on kirjattu varsin harvoin tähän suoriter ryhmään, koska vaurion syy ei useinkaan ole selvillä.

559. Muut työt.

Suurin osa tämän suoriter ryhmän menoista on niitosta aiheutuvia. Koska vilkasliikenteisillä teillä pannaan suurempaa painoa tien varsien ulkonäölle, on odotettavissa, että tämän suoriter ryhmän kustannukset riippuvat liikennemäärästä. Taulukossa 1. on tämä riippuvuus esitetty, joskin korrelaatio liikennemäärän kanssa on merkityksettömän pieni. Taulukosta 3. nähdään moottoriteiden niiton kalleus. Niitettävää pinta-alaa on moottoriteilla n. 3 ha/km.

562. Kaiteiden teko ja kunnossapito.

Kaiteiden kunnossapitokustannukset näyttävät olevan riippumattomia tietypistä tai liikennemäärästä sekä varsin pieniä, 6-12 mk/tiekkm. Poikkeuksen muodostavat moottoritiet, joilla kaiteiden kunnossapito on tullut maksamaan 47 mk moottoritiekilometriä kohti. Tämä johtuu siitä, että kaiteita on moottoriteilla paljon enemmän kuin muilla teilla ja vaurioita aiheuttavaa liikennettä on paljon.

565. Liikennemerkkien pystyttäminen ja kunnossapito.

Tien liikennemäärä vaikuttaa liikennemerkkikustannuksiin ratkaisevasti. Kun savisoramaanteilla käytetään liikennemerkkeihin vain 11 mk/km/v

niin kestopäällystetyillä teillä ovat kustannukset 51 ja moottoriteillä 286 mk/km/v. Kustannuksiin on kuitenkin vaikuttanut tarkkailuvuosien aikana tapahtunut suurempien opastintaulujen käyttöönotto.

569. Muut ohjaus- ja turvalaitteet

Tämän suoriteryhmän tärkeimpänä menoeränä on ajoratamerkinnöistä aiheutuvat kustannukset. Öljysorateilla maalataan vain keskiviiva eikä sitäkään kaikilla teillä joka vuosi. Kestopäällystetyillä teillä sen sijaan maalataan joka vuosi sekä keski- että reunaviivat. Moottoriteillä on viivojen määrä yli kaksinkertainen verrattuna kestopäällystettyihin maanteihin ja viivat ovat lisäksi leveämpiä

560. Liikenteen ohjaus- ja turvalaitteet

(Edellä käsitellyt kolme suoriteryhmää yhteensä). Riippuvuus tiettyistä on hyvin voimakas. Moottoriteillä on käytetty varoja liikenteen ohjaus- ja turvalaitteisiin kilometriä kohti 50 kertaa niin paljon kuin savioramaanteilla. (Taulukko 4).

4.2 Talvikunnossapito

710. Kinostimet

Kinostimien käyttö on yleisintä savioramaanteilla (34 mk/km/v). (taulukko 4.). Kestopäällystetyillä teillä ei kinostimia käytetä käytännöllisesti katsoen lainkaan. Tämäkin johtunee saviorateiden matalista penkereistä. Kinostimiin käytetään vuosittain noin 1,6 milj.mk. Tämä on kolmasosa vuotuisista auras-kustannuksista. Kun kinostimien käytöllä pyritään mm. vähentämään ja helpottamaan aurausta, tuntuu niiden osuus suurelta auras-kustannuksiin verrattuna. Kinostimien käyttö onkin vähenemässä samalla kun kinostimia on muutenkin kehitetty taloudellisemmiksi. Kinostimien pystytys ja purku maksoi 0,5 mk/jm.

Tästä puuttuu vielä osa kinostimien pääomakustannuksista, koska viime vuosina on uusien kinostimien teko ollut vähäistä. Alueellisesti jakautui kinostimien käyttö savisoramaanteilla seuraavasti:

etelä-Suomi (U,T,H,Ky)	17,92 mk/km/v
keski-Suomi (M,Ku,K-S,V,K-P)	32,20 -"-
pohjois-Suomi (P-K,O,Kn,L)	43,10 -"-

Pohjois-Suomessa käytetään siis yli kaksi kertaa niin paljon kinostimia kuin etelä-Suomessa.

720. Ajouradan puhtaanapito (=auraus yms.)

Auraukustannuksiin ei liikennemäärä paljon vaikuta varsinkaan savisoranteilla. Vähäliikenteisiä teitä aurataan lähes yhtä paljon kuin vilkasliikenteisiäkin teitä. Poikkeuksen muodostavat moottoritiet, joilla aurattavaa tiepintaa on paljon tiekilometriä kohti. Säätökijöistä oli lumipeitteen vesiarvo (maaliskuun 15 päivänä) paras selittäjä, mutta lopullisissa malleissa käytettiin vuoden lumisademäärää, joka on loogisempi selittäjä.

Alueittain vaihtelivat keskimääräiset auraukustannukset seuraavasti:

	U,T,H,Ky	M,Ku,K-S,V,K-P	P-K,O,Kn,L
Savisoramaantiet	101	111	136
Rakentamattomat öljysoratiet	105	102	128
Rakennetut öljysoratiet	93	90	159
Kestopäällystetyt maantiet	118	117	175 mk/km/v.

Etelä- ja keski-Suomen välillä ei siis ole selvää eroa auraukustannuksissa. Pohjois-Suomessa on sensijaan tietyypistä riippuen 25-70 % enemmän auraukustannuksia tiekilometriä kohti, kuin eteläisemmissä osissa maata. Markkamääräisesti ero on kuitenkin vähäinen. Aurauksmäärät olivat koko maassa keskimäärin 120 jkm/km/v.

730. Ajouradan tasaus.

Liikenne kuluttaa lumen ja jään peittämää ajorataa ja aiheuttaa siten höyläyksen tarvetta. Lisäksi höyläystä käytetään lumen ja sohjon poistamiseksi ja savisorateilla myös liukkauden poistamiseksi. Liikennemäärä on siten tärkein selittäjä. Erikoista on, että muilla kuin kestopäällystetyillä teillä vähentää lumisade höyläyksen tarvetta. Tämä nähdään lumisademäärän (L) kertoimen negatiivisesta etumerkistä kustannusmallissa (taulukko 1.). Syynä lienee se, että lumisade ja sitä seuraava auraus tasoittavat tien pinnan pienemmät epätasaisuudet. Kestopäällystetyillä teillä sen sijaan aiheuttaa lumisade ja sitä seuraava pelkän suolan käyttö sohjoa, joka on poistettava höyläämällä ja lumisade siis lisää höyläyksen tarvetta. Alueellisen jaottelun pohjalta ei löydetty mitään systemaattisia eroja maan eri osien välille.

740. Liukkauden torjunta.

Liukkaudentorjunta on kaikkein selvimmin maantieteellisestä sijainnista riippuva kunnossapitotoimenpide. Liukkaudentorjuntakustannukset vähenvät tasaisesti pohjoista kohti niin, että Lapissa on savisorateilla liukkaudentorjunnan tarve vain noin kymmenesosa siitä, mitä se on yhtä vilkkaasti liikennöidyillä savisorateilla Turun tie- ja vesirakennuspiirissä. Säätilastoista ei löydy mitään sellaista tekijää, joka loogisesti selittäisi näin suuret erot. Voitaisiin ajatella, että Pohjois-Suomessa on ankaran talven ansiosta hyvin vähän sellaisia päiviä, jolloin liukkautta esiintyy. Säätilastoista laskemalla päädytään kuitenkin siihen, että mahdollisia liukkauden esiintymispäiviä (jolloin lämpötila on käynyt välillä -5 – $+2$ °C ja maassa on ollut lunta) on etelässä ja pohjoisessa yhtä paljon. Tällaiset päivät ovat pohjoisessa vain aikaisemmin syksyllä ja myöhemmin keväällä kuin etelässä. Varsinainen syy maantieteellisiin eroihin saattaa olla se, että pohjoisessa lumi sataa syksyllä jo jäätyneeseen maahan ja yleensäkin on satava lumi "kuivempaa" kuin etelässä, jolloin ei ole edellytyksiä liukkauden

syntymiselle. Seuraavassa taulukossa on esitetty keskimääräiset liukkaudentorjuntakustannukset tarkkailuteilla:

	U,T,H,Ky	M,Ku,K-S,V,K-P	P-K,O,Kn,L
Savisoramaantiet	205	92	45
Rakentamattomat öljysoratiet	292	203	69
Rakennetut öljy- soratiet	305	173	67
Kestopäällystetyt maantiet	490	195	187 mk/km/v

Kuvioissa 21.-24. on esitetty sama asia liikennemäärä huomioon ottaen.

Suuret erot eri päällysteiden keskimääräisissä liukkaudentorjuntakustannuksissa johtuvat suureksi osaksi liikennemääristä. Lisäksi vaikuttavat eri tietyyppien kohdalla seuraavat tekijät:

- Pelkkää suolaa käytetään liukkaudentorjuntaan vain kestopäällysteillä teillä.
- Savisorateilla ehkäisee höyläyksen tien pintaan nostama hiekka liukkauden syntymistä.
- Savisoratiet ja rakentamattomat öljysoratiet ovat yleensä mutkaisempia ja mäkiempiä kuin rakennetut öljysoratiet ja kestopäällystetyt tiet. Edellisillä on siinä suhteessa suurempaa tarvetta hiekoitukseen kuin jälkimmäisillä.

Nämä syyt huomioon ottaen onkin ymmärrettävää, että rakentamattomat öljysoratiet ovat liikennemäärä huomioon ottaen liukkaudentorjunnan suhteen kalleimpia (kuviot 21.-24.); niillä ei voida käyttää pelkkää suolaa, ne ovat geometrialtaan sorateiden tasoa mutta niillä ei sorateiden tapaan ole löysää materiaalia vähentämässä liukkautta. Halvimpia ovat liukkaudentorjunnan suhteen savisoratiet.

Erittäin vahvaksi selittäjäksi liukkaudentorjuntakustannuksille osoitautui vuoden pakkaspäivien lukumäärä (alle -5 °C). Tämä säätekijä kasvaa tasaisesti pohjoiseen siirryttäessä, vaikka se ei muuten ehkä

olekaan täysin looginen, kuten jo edellä mainittiin. Toinen malleissa esiintyvä selittäjä on lumisademäärä. On luonnollista, että lumisade aiheuttaa liukkaudentorjunnan tarvetta.

760. Sekalaiset talvikunnossapitotyöt

Lumisademäärän esiintyminen kustannusmalleissa on luonnollista, koska tähän litteraan kuuluu paljon lumen suoranaisesti aiheuttamia töitä. Myös riippuvuus liikennemäärästä on selvä, joskin kokonaiskorrelaatio-kertoimet jäävätkin kovin heikoiksi. Moottoriteillä ovat tämän litteran kustannukset yli kymmenkertaiset muihin teihin verraten. Tämä johtunee etupäässä lumen kuormauksesta ja poiskuljetuksesta. (Taulukko 4).

700. Talvikunnossapitokustannukset

Koska liukkaudentorjunta on pohjois-Suomessa paljon vähäisempää kuin etelä-Suomessa, jäävät myös talvikunnossapitokustannukset kokonaisuudessaankin pienemmiksi. Pohjois-Suomen runsaampi aurauksen ja kinostimien tarve ja pitempi talvikunnossapitokausi eivät riitä korvaamaan liukkaudentorjuntakustannuksista etelä-Suomen suhteen aiheutuvaa eroa. Talvikunnossapitokustannusten riippuvuus liikennemäärästä alueittain on esitetty kuvioissa 25.- 28. Koko maan malleissa nähdään taas alle -5°C pakkaspäivien (P) talvikunnossapitokustannuksia alentava vaikutus. Savisoramaanteiden mallissa on talven pituus (T) talvikunnossapitokustannuksia lisäävä tekijä, mutta alle -5°C pakkaspäivien lukumäärä (P) kumoaa tämän vaikutusta niin, että talvikunnossapitokustannukset savisorateillaakin ovat pohjois-Suomessa pienemmät kuin etelä-Suomessa. Mallien mukaan ovat savisorateiden talvikunnossapitokustannukset pienimmillään keski-Suomessa (ks. kuva 48). Etelä-Suomessa lisää kustannuksia liukkaudentorjunta ja pohjois-Suomessa aurauksen ja kinostimet. Öljysorateilla ja kestopäällystetyillä maanteilla ei tämä enää päde, vaan talvikunnossapitokustannukset pienenevät jatkuvasti pohjoista kohti (kuvat 26,27,49,50). Tämä johtuu siitä, että näillä vilkasliikentei-

sillä, päällystetyillä teillä ovat liukkaudentorjuntakustannukset jo niin suuret, että niiden väheneminen pohjoista kohti korvaa moninkertaisesti aurauksesta yms. aiheutuvan lisäyksen.

Moottoriteillä ovat talvikunnossapitokustannukset aivan omaa luokkaansa, 4372 mk/moottoritiekm vuodessa, mikä on 5,5-kertainen verrattuna kestopäällystettyihin maanteihin (ks. taulukko 4.). Kustannusten suhde on samaa suuruusluokkaa sekä aurauksessa, talvihöyläyksessä, liukkaudentorjunnassa että sekalaisissa talvikunnossapitotöissä. Talvikunnossapitokustannuksia moottoriteillä nostavat kova liikenne, suuri käsiteltävä ajoradan pinta-ala, korkea vaatimustaso ja vaikeat työskentelyolosuhteet. Talvikunnossapitokustannukset muodostavat 2/3 moottoriteiden kunnossapitokustannuksista, kun taas esim. öljysorateilla talvikunnossapitokustannukset ovat vain 1/3 kokonaiskustannuksista.

Yleiskustannukset

4.3.

Litteroiden 500-700 ulkopuolelle jää kustannuksia, joita on vaikea kohdistaa erikoisesti millekään tieosalle tai mihinkään kunnossapitotyöhön. Tiemestaripiirien yleiskustannukset jaetaan liitteen 1 mukaan pääryhmiin:

- 100 Yleiset kustannukset
- 200 Rakennukset
- 300 Varasto

Lisäksi on otettava huomioon muut kuin mom. 12 Pl.VI:1 suoritettut menot, joita ovat:

- vakinaisten toimihenkilöiden palkat, matka- ja päivärahat
- tarverahat, valaistus ja lämmitys
- työkoneiden, kaluston ja rakennusten kunnossapito
- tiemestaripiirien tukikohtien pääomakustannukset, joksi tvh:ssa on v. 1967 arvioitu n. 27.000 mk/v.

Tiemestaripiirien yleiskustannukset vaihtelevat piirin koosta ym. seikoista riippuen. Kaikkien em. menojen keskiarvo oli vuosina 1965-68 236.000 mk/tmp/v.

Piirikonttorien kunnossapitotoimistojen menot sisältävät henkilökunnan palkat, matka- ja päivärahat, tarverahat, vuokrat, valaistuksen, lämmityksen ja siivouksen. Näistä kertyi kustannuksia tie- ja vesirakennuspiiriä kohti vuosina 1965-68 214.000 mk/tv-piiri/v. Tvh:n kunnossapitotoimiston menot ovat olleet n. 400.000 mk/v.

Yhteensä tiemestaripiiriä kohti lasketut yleiskustannukset ovat noin 40 % työkustannuksista (litterat 500-700). Näin ollen työkustannuksista päästään kokonaiskustannuksiin kertoimella 1,4.

4.4. Kokonaiskustannukset

Kun päälitterat 500 ja 700 sekä 610 ja 640 lasketaan yhteen ja kerrotaan edellä saadulla yleiskustannuskertoimella 1,4, saadaan teiden kokonaiskunnossapitokustannukset yleiskustannuksineen. Tällöin puuttuvat kustannuksista litterat:

543a	Öljysorapinnan teko
573a	Bitumipäällysteen teko
576-578	Päällystetyt jalkakäytävät ja pyörätiet (kesä)
580	Sorapintaiset jalkakäytävät, pyörätiet ja polkutiet
610	Siltojen kunnossapidosta on muutamia kalliita peruskorjausluonteisia töitä jätetty pois, loput pienemmät työt on sisällytetty kohtaan "Sillat ja rummut"
620	Erikoissillat ja laiturit
630	Lossit ja alukset
750	Erityisten talviteiden kunnossapito
770	Jalkakäytävien, polkupyöräteiden ja polkuteiden talvikunnossapito.

Taulukko 3.
 KESKIMÄÄRÄISET KUNNOSSAPITOKUSTANNUKSET
 TARKKAILUTEILLÄ 1965-68 (mk/km/v)
 Vuoden 1967 kustannustaso

Litte- ra n:o	Suoriteryhmän nimike	Sora- paikal- listiet	Sora- maan- tiet	Rakenta- mattomat öljysora maantiet	Rakenne- tut os- maan- tiet	Kesto- päälly- s- tetyt maan- tiet	Moot- tori- tiet
511	Savi- ja sidemaa	46	64				
512-13	Sora- ja murskesora	264	348				
520	Pölynsidonta	133	382				
530	Lanaus ja höyläys	166	272				
	Kulutuserroksen kp.	609	1053	945	618	170	312
552	Sivu-,niska-,lasku-,sala- ojat	103	151	38	25	15	6
553	Routavaurioiden korjaus	66	75	20	20	2	0
558	Tulvien ja rankkasateiden aih. vahinkojen korjaus	1	2	2	2	8	0
559	Muut työt (mm.niitto)	57	57	29	32	114	737
562	Kaiteet	1	6	12	6	11	47
565	Liikennemerkkit	10	11	23	13	51	286
569	Muut ohjaus- ja turvalaitt. (mm. ajoratamerk.)	0	3	32	40	214	734
610 ja 640	Sillat ja rummut	88	106	33	6	27	21
	Kesäkunnossapito + sillat ja rummut	935	1464	1134	762	612	2143
710	Kinostimet	16	34	10	3	0	0
720	Auraus	122	117	113	102	122	726
730	Talvihöyläys	87	141	148	151	264	1506
740	Liukkaudentorjunta	78	110	213	174	325	1391
760	Sekalaiset talvikunnossa- pitotyöt	51	60	54	51	79	749
700	Talvikunnossapito yht.	354	462	538	481	790	4372
	Kunnossapitokustannukset ilman yleiskustannuksia	1289	1926	1672	1243	1402	6515
	Kunnossapitokustannukset yleiskustannuksineen	1805	2700	2341	1740	1963	9121
	Tarkkailuteiden keskim. liikennemäärä KVL hay	255	399	747	958	2816	

Taulukko 4.

KESKIMÄÄRÄISET KUNNOSSAPITOKUSTANNUKSET (mk/km/v)

KAIKILLA TEILLÄ v. 1967.

Taulukon 1. malleihin on sijoitettu päällystetyyppien keskim. liikennemäärä

Litte- ra n:o	Suoriteryhmän nimike	Sr- paikall. tiet	Sr- maan- tiet	Rakent. ös-maan- tiet	Rakenn. ös.maan- tiet	Kp/Bls maan- tiet	Moot- tori- tiet
511	Savi- ja sidemaa	46	64				
512-13	Sora- ja murskesora	240	345				
520	Pölynsidonta	88	375				
530	Lanaus ja höyläys	109	265				
		483	1049				
552	Kulutuskerroksen kp			1296	628	327	312
	Sivu-,niska-,lasku-,sa- laojat	103	151	38	25	15	6
553	Routavaurioiden korjaus	66	75	20	20	2	0
558	Tulvien ja rankkasatei- den aih.vahinkojen kor- jaus	1	2	2	2	8	0
559	Muut työt (mm.niitto)	57	57	32	33	169	737
562	Kaiteet	1	6	12	6	11	47
565	Liikennemerkkit	10	11	23	13	51	286
569	Muut ohjaus- ja turva- laitt.(mm.ajoratamerk.)	0	3	32	40	214	734
610 ja 640	Sillat ja rummut	88	106	33	6	27	21
	Kesäkunnossapito + sil- lat ja rummut	809	1460	1489	773	824	2143
710	Kinostimet	16	34	10	3	0	0
720	Auraus	122	117	113	102	122	726
730	Talvihöyläys	62	139	163	152	318	1506
740	Liukkaudentorjunta	47	107	240	176	434	1391
760	Sekal.talvikunnossapito- työt	51	59	61	51	94	749
700	Talvikunnossapito yht.	298	456	587	484	968	4372
	Kunnossapitokustannukset ilman yleiskustannuksia	1107	1916	2076	1257	1792	6515
	Kunnossapitokustannukset yleiskustannuksineen	1550	2680	2910	1758	2510	9121
	Malleihin sijoitettu v.1967 liikennemäärä KVL hay	141	382	975	975	5727	

Taulukko 6.

KUNNOSSAPITOKUSTANNUSTEN PROSENTUAALINEN JAKAUTUMINEN (%)

Taulukon 5. arvot %

Lit- tera n:o	Suoriteryhmän nimike	Sr- pai- kall. tiet	Sr- maan- tiet	Sr- tiet yht.	Ös- maan- tiet	Kp/Blis maan- tiet	Moot- tori- tiet	Yht.	Kp-ti- lastot 1965- 1968
511	Savi- ja sidemaa	1,2	1,4	2,6					2,0
512-1	Sora- ja murskesora	6,4	7,6	14,0					17,4
520	Pölynsidonta	2,4	8,3	10,7					9,9
530	Lanaus ja höyläys	2,9	5,9	8,8					6,8
	Savisorakulutuskerr.kp	12,9	23,2	36,1				36,1	36,1
543 b	Öljysorapinnan kp				9,9			9,9	6,6
573 b	Bitumpäällysteen kp					1,9	0	1,9	2,6
	Kulutuskerr.kp.yht.	12,9	23,2	36,1	9,9	1,9	0	47,9	45,3
552	Sivu-,niska-,lasku-, salaojat	2,8	3,3	6,1	0,3	0,1	0	6,5	5,9
553	Routavaurioiden korj.	1,8	1,7	3,5	0,2	0	0	3,7	5,4
558	Tulvien ja rankkasatei- den aih. vahink. korv.	0	0	0	0	0	0	0	0,5
559	Muut työt (mm. niitto)	1,5	1,3	2,8	0,3	0,9	0	4,0	3,7
562	Kaiteet	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0	0,3	0,6
565	Liikennemerkit	0,3	0,2	0,5	0,2	0,3	0	1,0	3,1
569	Muut ohjaus- ja turva- laitt.(mm.ajoratamerk.)	0	0,1	0,1	0,4	1,2	0,1	1,8	1,2
610 ja 640	Sillat ja rummut	2,4	2,3	4,7	0,2	0,5	0	5,4	6,1
	Kesäkunnossapito + sillat ja rummut	21,7	32,2	53,9	11,6	5,0	0,1	70,6	71,8
710	Kinostimet	0,4	0,8	1,2	0,1	0	0	1,3	1,7
720	Auraus	3,3	2,6	5,9	1,1	0,7	0	7,7	7,6
730	Talvihöyläys	1,7	3,1	4,8	1,6	1,8	0	8,2	4,0
740	Liukkaudentorjunta	1,3	2,4	3,7	2,1	2,5	0,1	8,4	10,4
760	Sekalaiset talvikunnos- sapitotyöt	1,4	1,3	2,7	0,6	0,5	0	3,8	4,5
700	Talvikunnossapito yht.	8,1	10,2	18,3	5,5	5,5	0,1	29,4	28,2
	Kunnossapitokust. ilman yleiskust.	29,8	42,4	72,2	17,1	10,5	0,2	100,0	100,0
	Liikennesuorite %	7	15	22	18	58	2	100	%
	Kunnossapitokust. penniä/hay · km	3,03	1,93	2,26	0,65	0,12	0,09	0,68	

Tällä tavalla lasketut kokonaiskunnossapitokustannukset on esitetty kuvioissa 40. - 44. tieosittain. Kuviossa 46 on esitetty kaikkien tielajien kunnossapitokustannukset yhdessä, ja kuvioissa 35. - 39 kokonaiskustannusten jakautuminen kesä- ja talvikunnossapitokustannuksiin. Tällöin on kesäkunnossapitokustannuksiin laskettu myös siltojen ja rumpujen kunnossapito. Savisorateiden ja kestopäällystettyjen maanteiden kustannuskäyrä on piirretty ryhmäkeskiarvojen perusteella, koska taulukon 1 lineaariset mallit eivät riittävän hyvin kuvaa kokonaiskunnossapitokustannuksia näillä teillä.

Taulukon 1. malleihin on sijoitettu kunkin tielajin KVL:n koko maan keskiarvo, jolloin on saatu taulukon 4. arvot keskimääräisistä kunnossapitokustannuksista. Nämä on edelleen kerrottu vastaavilla tiepituuksilla, jolloin on saatu koko maan markkamääräisten kunnossapitokustannusten jakautuminen tielajeittain ja suoriteryhmittäin (taulukko 5.). Taulukon 5. viimeisessä sarakkeessa on vertailun vuoksi esitetty vuotuisten kunnossapitomenojen jakautuminen kunnossapitotilaston mukaan vuosina 1965-68 keskimäärin. Lopuksi on taulukon 5. luvut esitetty prosentteina taulukossa 6.

Kun sekä kesäkunnossapito että talvikunnossapito ovat pohjois-Suomessa halvempia kuin etelä-Suomessa, ovat kokonaiskunnossapitokustannuksetkin yleensä pohjois-Suomessa pienimmillään (kuviot 29 - 32, 48 - 50). Vähäisen poikkeuksen muodostavat savisoratiet (kuviot 29 ja 47), joilla pohjois-Suomen hieman korkeammat auraus- ja kinostinkustannukset kumoavat liukkaudentorjunnasta ja kesäkunnossapidosta tulevat säästöt. Savisorateilla eivät siten kokonaiskunnossapitokustannukset enää Kuopion korkeudelta pohjoiseen pienene.

Taulukon 6. alimmalla rivillä on esitetty kunnossapitokustannukset henkilöautoyksikkökilometriä kohti. Sen mukaan tielajien keskimääräinen liikennemäärä huomioon ottaen aiheuttaa sorateitä käyttävä auto n. 20 kertaa enemmän kunnossapitokustannuksia ajokilometriä kohti kuin kesto-

päällystettyjä päteitä käyttävä. Vähäliikenteiset savisoratiet ovat siis kunnossapidon kannalta tässä suhteessa hyvin epäedullisia. Kuviossa 47. on esitetty henkilöautoyksikkökilometriä kohti lasketut kunnossapitokustannukset liikennemäärän funktiona. (Taulukon 6. ja kuvion 47. luvut eivät ole vertailukelpoisia taulukoitten 7. ja 8. lukujen kanssa, koska jälkimmäisissä on kustannusfunktion vakio-osa esitetty erikseen.). Korkeampiluokkaisiin päällysteisiin siirryttäessä siirtyy samalla kunnossapidon painopiste kesäkunnossapidosta talvikunnossapitoon. Savisorateilla on kesäkunnossapidon osuus kokonaiskunnossapitokustannuksista 75 %, öljysorateilla 68 %, kestopäällystetyillä maanteilla 48 % ja moottoriteilla enää 33 % (taulukon 4. perusteella laskien).

Taulukosta 6. nähdään edelleen, että savisorateiden osuus yleisten teiden kunnossapitokustannuksista on 72,2 %, vaikka näiden teiden liikennesuorite on vain 22 % kaikkien teiden liikennesuoritteesta. Kesäkunnossapitoon käytetyistä varoista kuluu jopa 76 % savisorateilla. Sensijaan moottoriteiden osuus kunnossapidosta on häviävän pieni, vain 0,2 % (v. 1967). Tämä johtuu moottoriteiden vähäisestä määrästä, vaikka moottoriteiden kunnossapito kilometriä kohti onkin hyvin kallista.

Verrattaessa taulukon 5. kahta oikeanpuolista saraketta keskenään nähdään, että kunnossapitotilaston mukaiset menot ovat yleensä hiukan pienempiä kuin kustannusmalleilla saadut kustannukset. Edellisissä ei ole lainkaan mukana omien koneiden pääoma-, huolto- eikä korjauskustannuksia. Kuitenkin antavat kustannusmallit liian pieniä kustannuksia (pienempiä kuin tilastot) ainakin sorastukselle, bitumipäällysteen kunnossapidolle, routavaurioiden korjaukselle, tulvien ja rankkasateiden aiheuttamien vahinkojen korjaukselle, kaiteiden ja liikenne-merkkien kunnossapidolle ja kinostimille.

Virhelähteistä voidaan mainita seuraavat:

- Laiminlyönnit ja virheet kustannuksia kirjattaessa. Työmatkojen

- yms. työajan osuuden pois jättäminen.
- Koneiden pääoma-, huolto- ja korjauskustannusten pois jättäminen.
 - Tarkkailuteiden maantieteellinen jakautuminen ei ehkä vastaa täysin kaikkien teiden maantieteellistä jakautumista.
 - Tarkkailuteitä valittaessa ei ehkä ole otettu mukaan poikkeuksellisen kalliita teitä oikeassa suhteessa.
 - Sellaisten kustannusten pois jääminen, joita ei voida suoraan kohdistaa tarkkailuteille, mutta jotka eivät kuulu yleiskustannuksiinkaan.
 - Liikennemäärien laskemiseen sisältyvät lukuisat virhelähteet.

Tarkistettut käyrät kokonaiskustannuksista

4.5.

Em. syistä ja kustannustason nousun takia on kuvion 46. mukaisia kustannuskäyriä tarkistettu niin, että ne vastaavat paremmin nykytilannetta. Rakennettuja ja rakentamattomia öljysorateita on suunnilleen yhtä paljon, joten niiden keskiarvokäyrä on otettu edustamaan öljysorateita yleensä. Bitumiliuossorateita ei ole tarkkailuteinä erikseen käsitelty, joten niiden kunnossapitokustannuksia on otettu edustamaan rakennettujen öljysorateiden kunnossapitokustannuskäyrä. Tämä ei aiheuttane suurtakaan virhettä.

Jotta päästäisiin v. 1970 kustannustasoon, on vuotuisesti kunnossapitokustannusten nousuksi oletettu 4 %. Tämän jälkeen on käyriin puututtu seuraavin perustein:

1. Sorateiden kunnossapitokustannukset ovat tarkkailuteillä liian pienet. Virhettä on lähinnä soran ja murskesoran ilmoitetuissa määrissä. Lisäksi ojien kaivussa ovat kustannukset nousseet, johtuen siitä, että kaivumassat joudutaan kuljettamaan pois ojan reunalta yhä enenevässä määrin. Myöskin lanauksen ja höyläyksen kohdalla ilmoitetut kustannukset ovat todellisia pienemmät. Em. syistä on sorateiden kunnossapitokustannuskäyriä nostettu 10 %.

2. Öljysorateiden kustannukset ovat myös jääneet tarkkailuteilla liian pieniksi. Paikkaukseen käytettyjen massojen määrä on kasvanut viime vuosina huomattavasti johtuen niiden keskimääräisen iän kasvamisesta. Öljysorapäällysteitä tehdään nykyään vähemmän kuin aikaisemmin, mikä vaikuttaa niiden ikärakenteeseen. Tämä massanlisäys on ollut keskimäärin $7,5 \text{ m}^3/\text{km}$ ja kun öljysoran keskimääräinen hinta tielle levitettynä on n. $25 \text{ mk}/\text{m}^3$ saadaan tästä kilometrikustannuksiin lisä $187 \text{ mk}/\text{km}$. Tämä on lisätty liikennemäärän $\text{KVL}=800 \text{ hay}/\text{vrk}$ kohdalle ja käyrää on käännetty sen mukaisesti.
3. Moottoriteiden kustannuksissa on selviä virheitä kun ottaa huomioon nykyiset olosuhteet. Esimerkiksi ojien, salaojien ja pumppuasemien kustannukset kilometriä kohden ovat tarkkailuteilla $6 \text{ mk}/\text{km}/\text{v}$, kun todelliset kustannukset v. 1970 ovat n. $400 \text{ mk}/\text{km}/\text{v}$. Kulutuskerroksen kunnossapito tarkkailuteilla oli $312 \text{ mk}/\text{km}/\text{v}$ kun todelliset kustannukset nykyään ovat n. $1100 \text{ mk}/\text{km}/\text{v}$. Jo näistä kahdesta tekijästä aiheutuu siis n. $1200 \text{ mk}/\text{km}/\text{v}$ lisäys moottoriteiden kunnossapitokustannuksiin, jotka näin ollen siis olisivat $10.320 \text{ mk}/\text{km}/\text{v}$. Huomioon ottaen 4% vuosittaisen nousun muodostuu moottoriteiden kunnossapitokustannukseksi v. 1970 $11.610 \text{ mk}/\text{km}/\text{v}$.

Näillä tarkastuksilla saadaan kunnossapitokustannuskäyrät, jotka vastaavat vuoden 1970 kustannustasoa, kuvio 51.

5. RASKAAN LIIKENTEN VAIKUTUS KUNNOSSAPITOKUSTANNUKSIIN

Raskaan liikenteen vaikutusta kunnossapitokustannuksiin pyrittiin selvittämään käyttämällä selittäjinä eri ajoneuvoryhmien liikennemääriä. Tulokset on esitetty taulukossa 7. Ajoneuvoryhmittelyssä ei katsottu tarpeelliseksi erotella pakettiautoja eikä linja-autoja omiksi ryhmikseen.

Taulukko 7.

ERI AJONEUVORYHMIEN VAIKUTUS KUNNOSSAPITOKUSTANNUKSIIN

Regressiokertoimet					Yhteiskorrelaatio r ja testisuureet F ja t							
Selittäjät	x(HA+PA)	x (LA+KAIP)	x (KAP)	VAKIO-OSA	Yhteis korr.	HA+PA		LA+KAIP		KAP		VAKIO
Selitettävät kustannukset					r	F	t	F	t	F	t	t
KULUTUSKERROKSEN KUNNOSSAPITO												
Kestopäällystetyt maantiet	0,07		0,39	- 6	0,66	70,8	6,0			6,3	2,5	0,2
	0,027	0,163	0,522	- 7	0,69	70,8	1,4	9,1	3,0	6,3	3,3	0,3
Rakennetut öljysoramaantiet	0,97			+ 38	0,51	54,4	7,4					0,4
	0,71	kts.F ja t	3,31	+ 40	0,52	54,4	3,8	(0,02)	(0,1)	3,5	1,9	0,4
Rakentamattomat öljysoramaantiet	2,56			- 238	0,60	52,0	7,2					1,2
	1,49	kts.F ja t	11,1	- 65	0,65	52,0	3,1	(1,9)	(1,3)	9,5	3,1	0,3
Savisoramaantiet	0,86			+ 660	0,51	48,6	2,9	6,7	2,6			10,2
	0,80	2,81	7,15	+ 635	0,53	48,6	2,7	6,7	2,3	3,7	1,9	9,8
TALVIHÖYLÄYS												
Kestopäällystetyt maantiet	0,019		0,34	+ 184	0,35	10,7	1,6			5,2	2,3	7,8
		kts.F ja t						(0,4)	(0,6)			
Rakennetut öljysoramaantiet	0,035		0,67	+ 99	0,47	32,0	1,6			11,0	3,3	9,3
		kts.F ja t						(0,5)	(0,7)			
Rakentamattomat öljysoramaantiet	0,11			+ 96	0,41	19,5	4,4					7,1
	0,04	0,37		+ 93	0,42	19,5	0,7	2,1	1,4			6,7
Savisoramaantiet	0,09		1,44	+ 105	0,32	13,4	2,7			6,1	2,4	10,5
		kts.F ja t						(0,8)	(0,9)			
LIUKKAUDENTORJUNTA												
Rakennetut öljysoramaantiet	0,15		0,44	+ 66	0,47	42,9	3,7			1,3	1,1	3,3
	0,10	0,32	0,52	+ 60	0,47	42,9	1,6	1,4	1,2	1,3	1,3	2,9
Rakentamattomat öljysoramaantiet	0,11		1,80	+ 213	0,35	1,5	1,7			13,0	3,6	8,0
Savisoramaantiet	0,15		2,41	+ 51	0,47	29,5	3,7			14,1	4,1	4,6
	0,10	0,26	2,26	+ 48	0,48	29,5	2,0	1,9	1,4	14,1	3,5	4,2
TALVIKUNNOSSAPITO YHT.												
Rakennetut öljysoramaantiet	0,16		1,39	+ 322	0,51	47,7	2,9			7,0	2,7	11,7
		kts.F ja t						(0,5)	(0,7)			
Rakentamattomat öljysoramaantiet	0,25			+ 412	0,32	11,6	3,4					10,4
		1,18	1,17	+ 384	0,39	11,6	0,5	4,5	1,5	2,1	1,4	10,0
Savisoramaantiet	0,29		4,24	+ 316	0,49	34,9	4,6			14,1	3,7	16,2
		kts.F ja t						(0,51)	(0,71)			
KUNNOSSAPITO ILMAN YLEISKUST.												
Kestopäällystetyt maantiet	0,17		2,31	+ 736	0,70	63,1	4,8			25,4	5,0	10,4
	0,07	0,36	2,59	+ 735	0,72	63,1	1,3	5,0	2,2	25,4	5,7	10,5
Rakennetut öljysoramaantiet	1,34			+ 373	0,63	99,2	10,0					3,9
	0,94	kts.F ja t	5,20	+ 377	0,65	99,2	4,9	(0,8)	(0,9)	8,4	2,9	4,0
Rakentamattomat öljysoramaantiet	2,97			+ 179	0,62	57,7	7,6					0,8
	1,69	kts.F ja t	13,26	+ 385	0,67	57,7	3,2	(0,02)	(0,15)	11,4	3,4	1,8
Savisoramaantiet	1,65		14,55	+ 1117	0,56	58,3	6,4			10,2	3,2	14,2
	1,07	3,10	12,77	+ 1081	0,58	58,3	3,1	5,4	2,3	10,2	2,8	13,7

Taulukon 7. selityksiä:

(HA+PA) = Henkilöautot + pakettiautot, ajon./vrk

(LA+KAIP) = Linja-autot + kuorma-autot ilman peräv., ajon./vrk

(KAP) = Perävaunulliset kuorma-autot, ajon./vrk

- Esim: savisorakulutuskerroksen kunnossapitokustannukset
 $\text{mk/km/v} = 0,80 (HA+PA) + 2,46(LA+KAIP) + 7,15(KAP) + 635$
- Kustannustaso v. 1967 mukaan
- Testisuureiden F ja t rajat:
 Jos selittäjän F on yli 2,0, on olemassa yli 95 % todennäköisyys, että selitettävän funktion havaittu riippuvuus selittäjästä ei ole sattumasta aiheutuvaa. Jos $t = 2,00$ on olemassa 95 % todennäköisyys, että saatu regressiokerroin poikkeaa nollasta muutenkin kuin sattuman vaikutuksesta.
 Jos $t=2,6$ niin $P=99\%$, jos $t=3,4$ niin $P=99,9\%$.
- Seuraavan askeleen uuden selittäjän liian pienet testisuureet on esitetty suluissa.
- Havaintojen lukumäärä:
 $K_p = 105 \text{ kpl}$ $\bar{O}_{s_I} = 91 \text{ kpl}$
 $\bar{O}_{s_{II}} = 152$ $S_r = 155$

Taulukko 8.

YHDEN AJONEUVOKILOMETRIN AIHEUTTAMAT KUNNOSSAPITOKUSTAN-
NUKSET VAIN KULUTUSKERROKSEN OSALTA (p/ajon.km)

Tielaji \ Ajoneuvoryhmä	HA + PA	LA + KAIP	KAP
Kestopäällystetyt maant.	0,007	0,04	0,14
Rakennetut öljysoramt.	< 0,19	?	< 0,91
Rakentamattomat öljysoramt.	< 0,41	?	< 3,04
Savioramaantiet	0,22	0,67	1,96
			(p/ajon.km)

Taulukko 9.

YHDEN AJONEUVOKILOMETRIN AIHEUTTAMAT KOKONAISKUNNOSSA-
PITOKUSTANNUKSET ILMAN YLEISKUSTANNUKSIA (p/ajon.km)

Tielaji \ Ajoneuvoryhmä	HA + PA	LA + KAIP	KAP
Kestopäällystetyt maant.	0,019	0,10	0,71
Rakennetut öljysoramt.	< 0,26	?	< 1,42
Rakentamattomat öljysoramt.	< 0,46	?	< 3,64
Savioramaantiet	0,29	0,85	3,50
			(p/ajon.km)

Kaikkia kustannusryhmiä ei myöskään pyritty erikseen selittämään koska ne kuitenkin sisältyvät lopuksi kokonaiskustannuksiin. Taulukossa 7. on vasemmalla puolella esitetty kustannusmallien kertoimet ja oikealla puolella kuhunkin malliin liittyvät testisuureet F ja t. Useista kustannusryhmistä on esitetty allekkain kaksi erilaista mallia, joista alemmassa on selittäjänä mukana yksi ajoneuvoryhmä enemmän kuin ylemmässä. Niissä tapauksissa, joissa jonkin ajoneuvoryhmän osuutta kustannuksiin ei ole saatu lainkaan esille, on karsinnan aiheuttaneet heikot testisuureiden arvot esitetty suluissa. Taulukossa 7. on esitetty ensin ne kunnossapitokustannusryhmät, joissa voi odottaa olevan eroa eri ajoneuvoryhmien kesken: kulutuskerroksen kunnossapito, talvihöyläys ja liukkaudentorjunta. Perävaunullisten kuorma-autojen huomattavan suuri osuus liukkaudentorjuntakustannusten aiheuttajana on yllättävää. Selitys tähän on se, että perävaunullisilla kuorma-autoilla ei useinkaan ole riittävästi painoa vetopyörien päällä. Tämä on moottoriajoneuvoasetuksen mukaan sallittua, jos perävaunu on varustettu jarruin. Seurauksena tästä on se, että perävaunulliset kuorma-autot lisäävät huomattavasti mäkien hiekoituksen tarvetta.

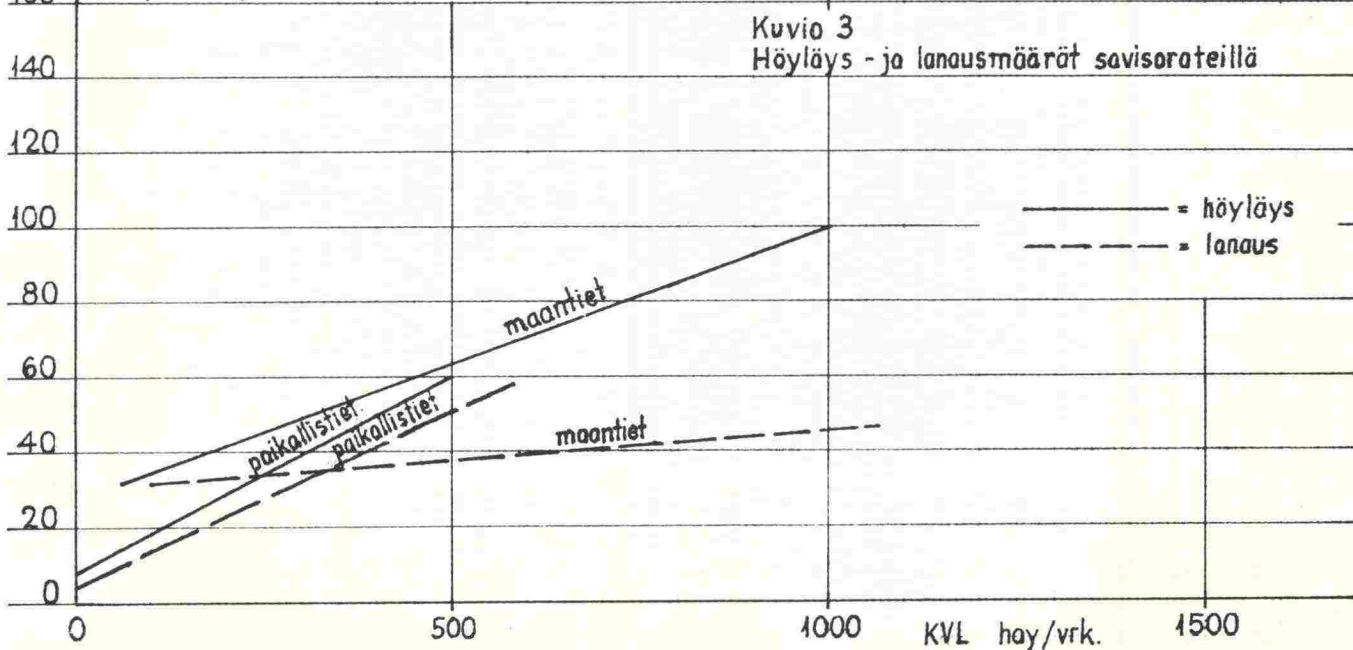
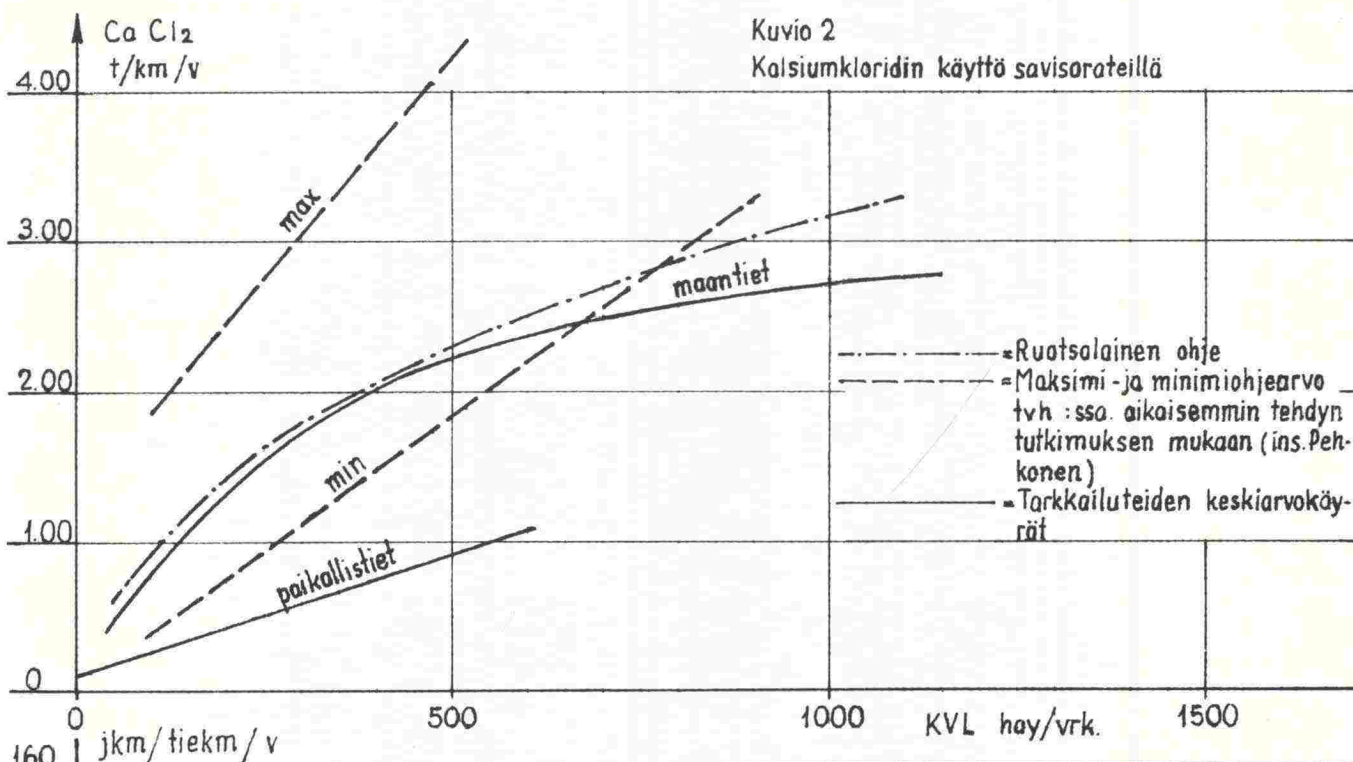
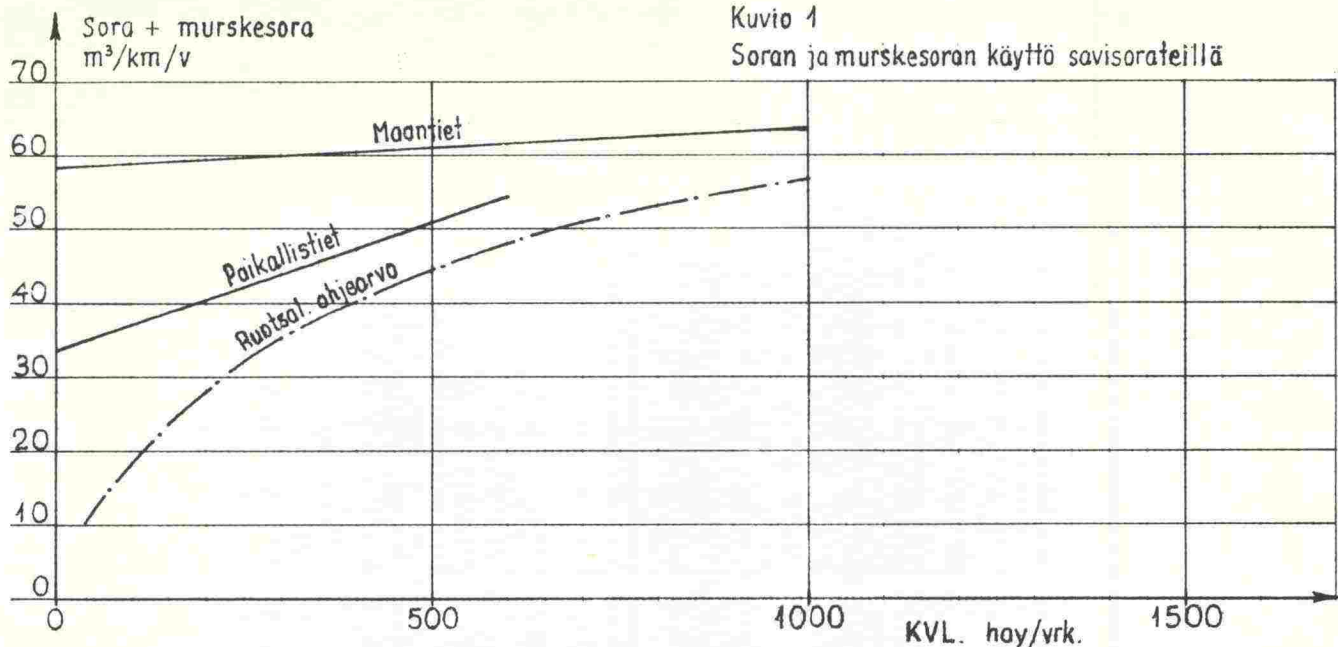
Öljysorateiden kohdalla ei onnistuttu saamaan ajoneuvoryhmää (LA+KAIP) merkitseväksi selittäjäksi juuri minkään kustannusryhmän kohdalla. Tämä saattaa hieman epäilyksen alaiseksi muittenkin mallien luotettavuutta, koska näin suuren ajoneuvoryhmän vaikutuksen pitäisi olla tilastollisesti paljon merkitsevämpi kuin mitä testisuureet osoittavat. Virhe on saattanut syntyä esim. liikenteen vaihtelumuotokertoimia laskettaessa.

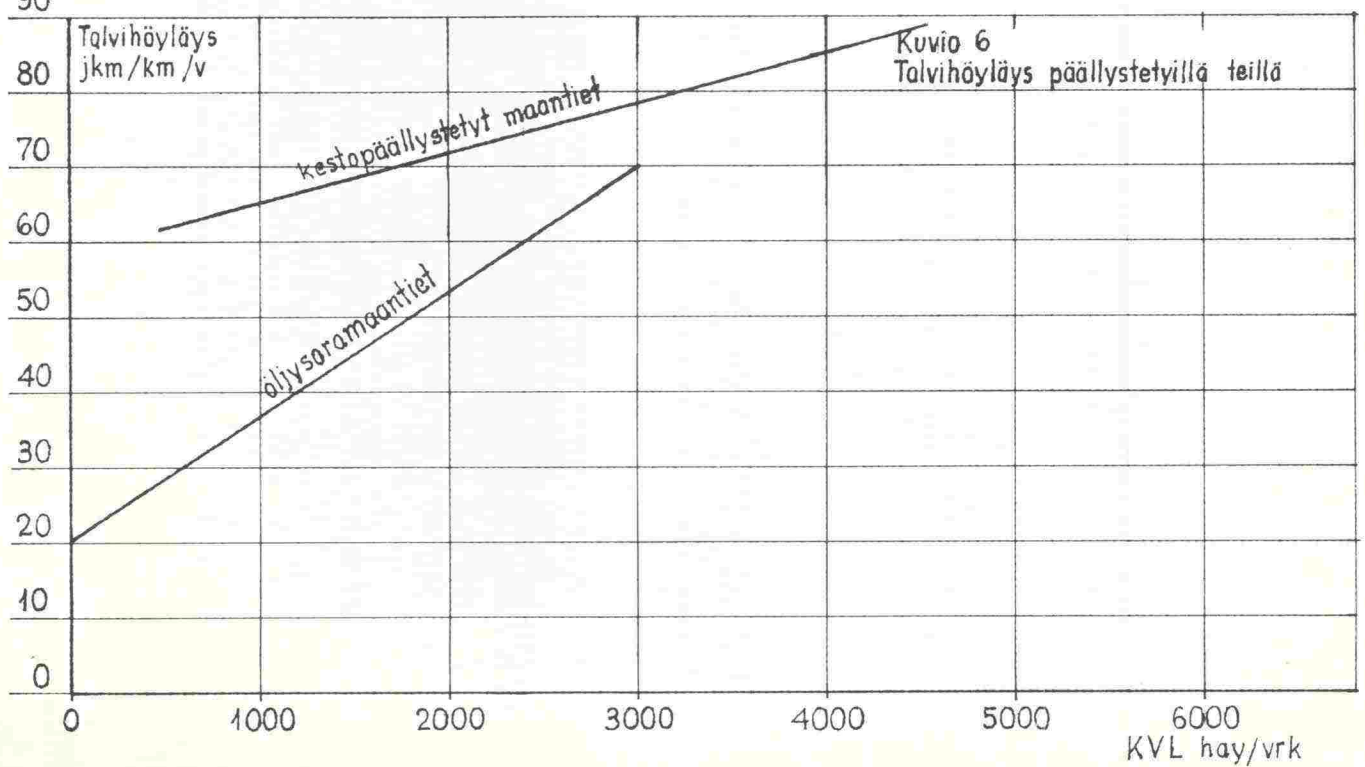
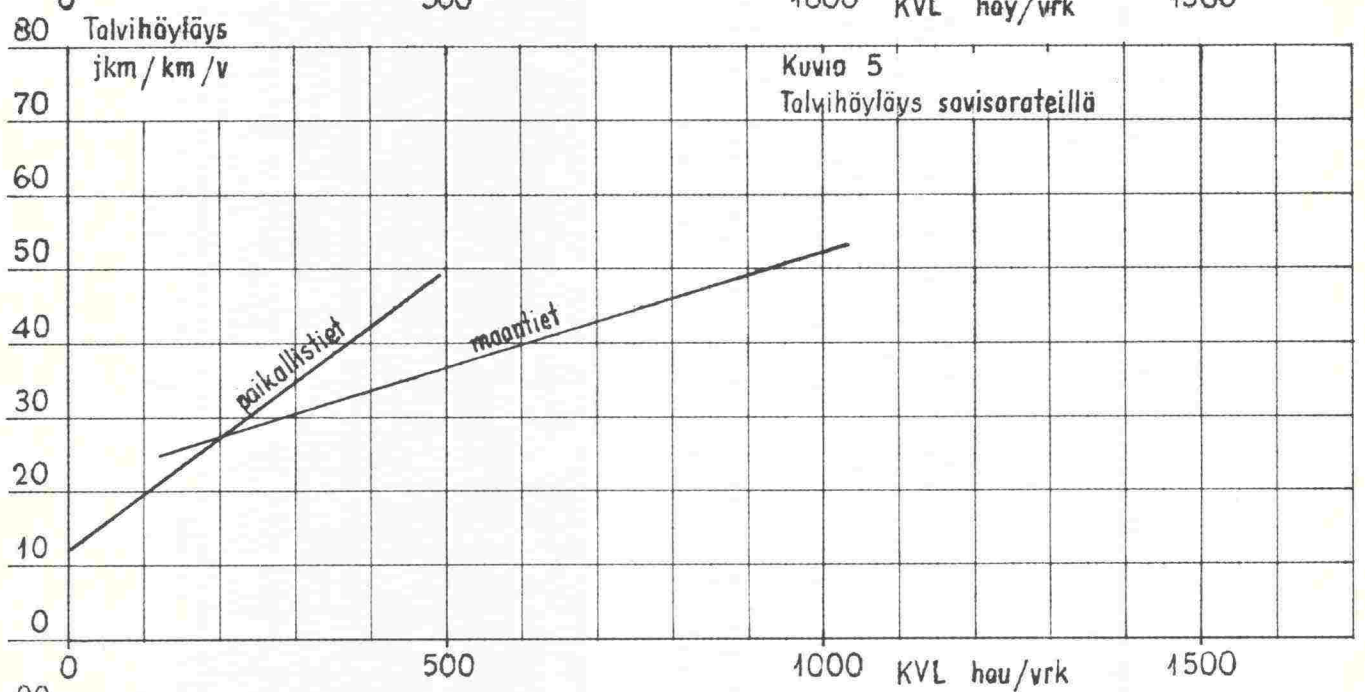
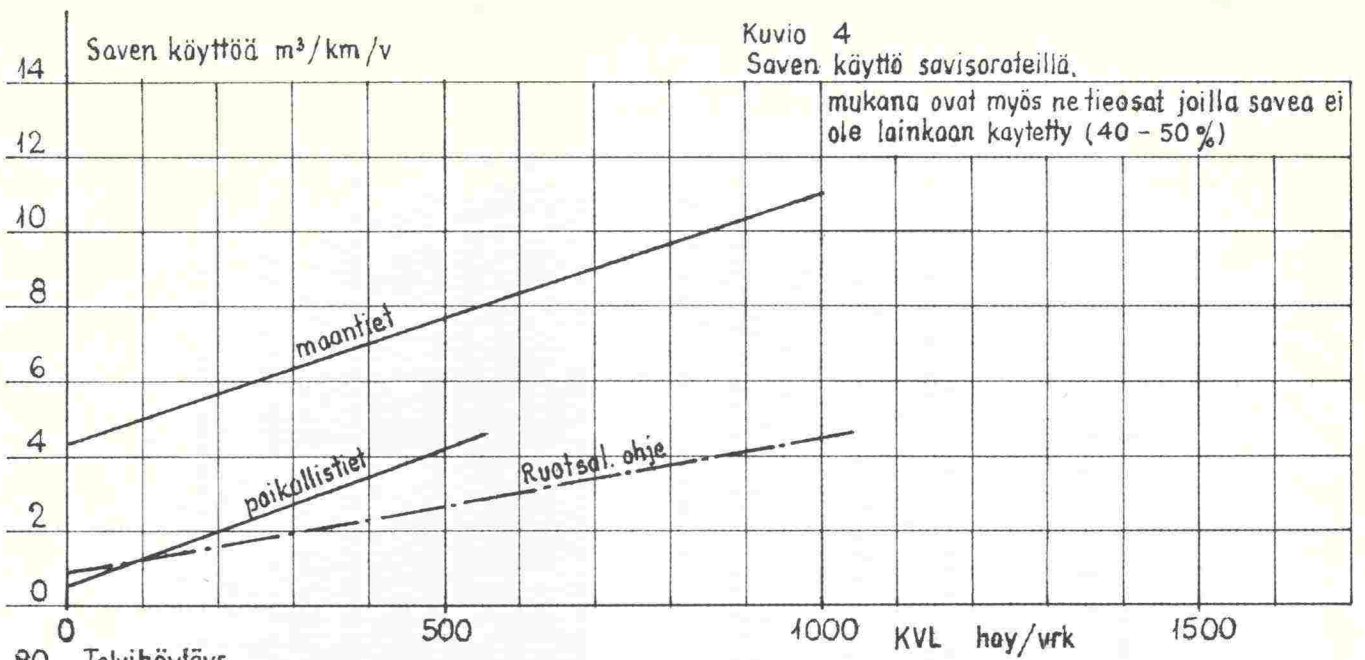
Mallit, joista jokin ajoneuvoryhmä puuttuu, antavat jonkin verran väärän kuvan muiden ajoneuvoryhmien osuudesta, koska puuttuvankin ajoneuvoryhmän aiheuttamat kustannukset selitetään tällöin muilla ajoneuvoryhmillä.

Tulosten mukaan kulutuskerroksen kunnossapitokustannukset kasvavat raskaampiin ajoneuvoryhmiin siirryttäessä suhteellisesti eniten kestopäällysteiden kohdalla ja vähiten rakennettujen öljysorasteiden kohdalla. Tämä johtunee kestopäällysteiden suuremmasta jäykkyydestä. Yhden ajoneuvokilometrin aiheuttamat kunnossapitokustannukset on esitetty taulukossa 8. Taulukosta nähdään, kuinka pieniä kestopäällysteiden korjauskustannukset ovat muihin päällysteihin verrattuna, vaikka raskaiden autojen vaikutus onkin liki 20-kertainen kevyisiin autoihin verrattuna. Kustannuksiin ei sisälly uudelleenpäällystämistä aiheutuvia pääomakustannuksia, jotka kestopäällysteillä ovat aivan toista suuruusluokkaa kuin päällysteen korjauskustannukset (n. 20-kertaiset). Olisi kuitenkin väärin tehdä sellainen johtopäätös, että eri ajoneuvoryhmät vaikuttaisivat samassa suhteessa myös päällysteen kestoikään kuin ne vaikuttavat päällysteen korjauskustannuksiin. Kestopäällysteiden korjaukset ovat lähinnä reikien paikkausta ja halkeamien juottamista. Tien uudelleen päällystäminen sensijaan suoritetaan päällysteen kulumisen johdosta, jota taas ei kunnossapitokorjauksilla voida parantaa. Päällysteen loppuunkulumiseen on nopeilla, nastarenkailla varustetuilla henkilöautoilla varmaankin suhteellisesti paljon suurempi vaikutus kuin mitä taulukon 7. luvut osoittavat.

Lisäksi on huomattava, että kaikissa malleissa on vakio-osa joka riippuu tielajista eikä jonkin ajoneuvoryhmän lisääntymisestä tai vähenemisestä.

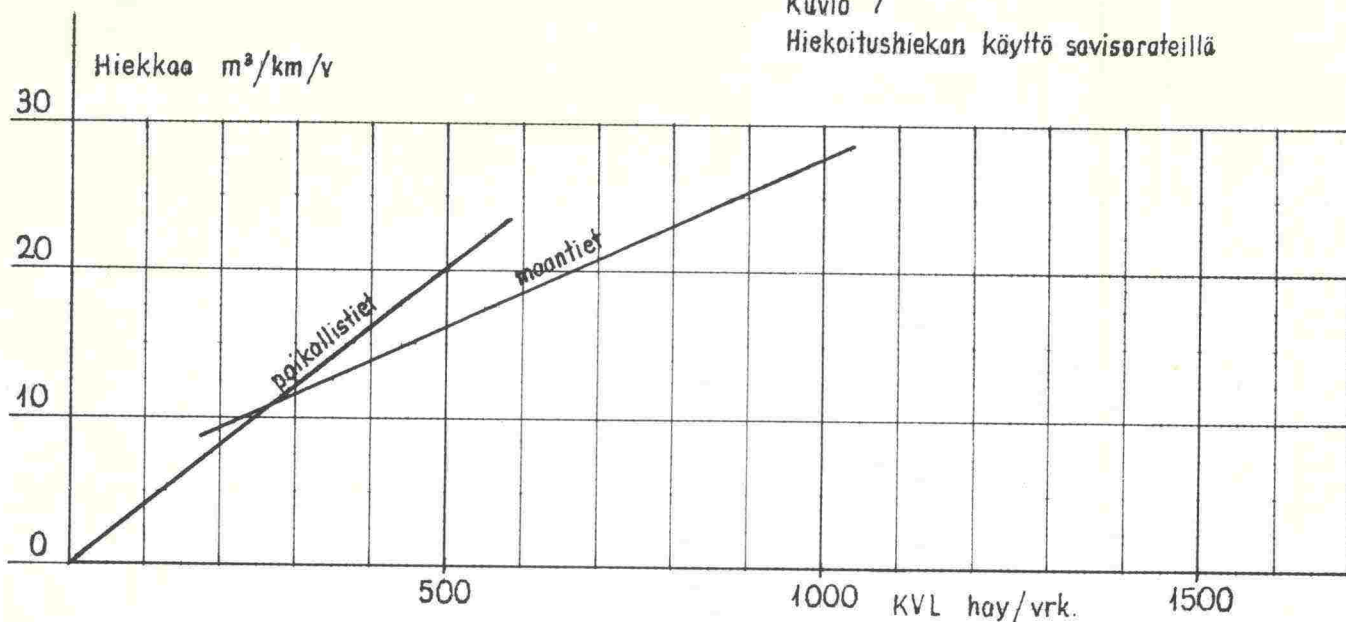
Taulukon 9. perusteella voidaan tehdä se johtopäätös, että henkilöautoihin ja pakettiautoihin verrattuna aiheuttavat linja-autot ja perävaunuttomat kuorma-autot päällysteestä riippuen 0,1 - 0,8 p/ajon.km ja perävaunulliset kuorma-autot 1,0 - 4,5 p/ajon.km enemmän kunnossapitokustannuksia. (Tällöin on huomioitu yleiskustannukset, mutta ei sensijaan päällysteen uusimiskustannuksia.) Jos myös päällysteen uusimiskustannukset otetaan huomioon ei voida varmuudella sanoa, että raskas ajoneuvo aiheuttaisi ajokilometriä kohti enemmän kunnossapitokustannuksia kuin kevyt ajoneuvo.





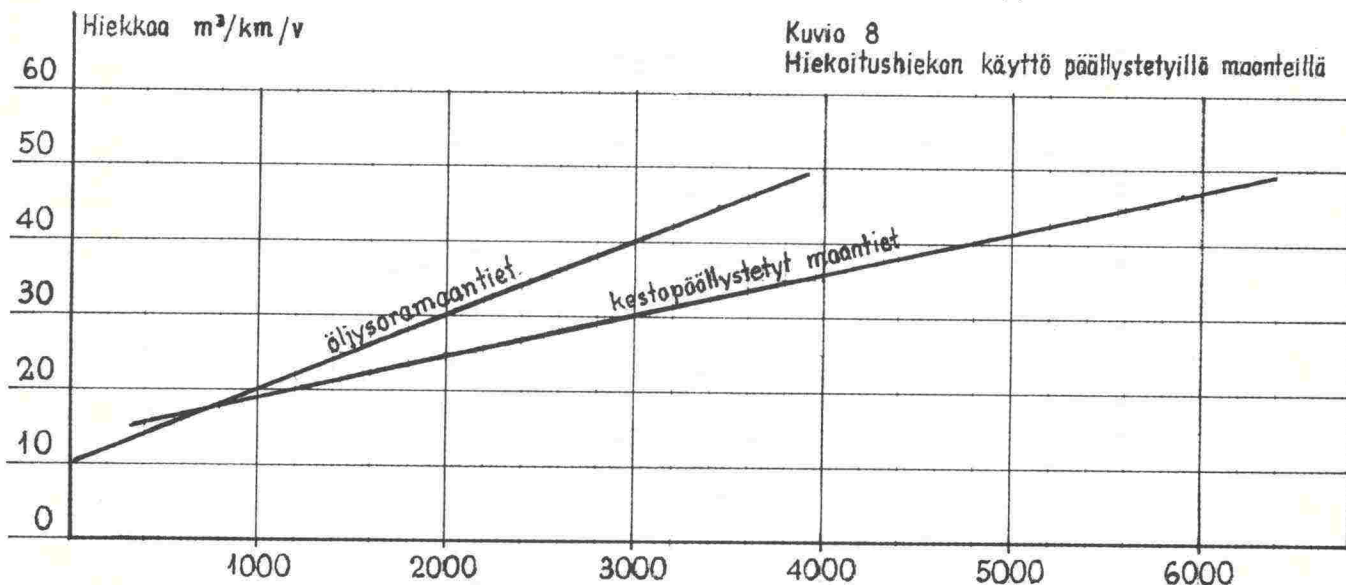
Kuvia 7

Hiekoitushiekan käyttö savisorateilla



Kuvia 8

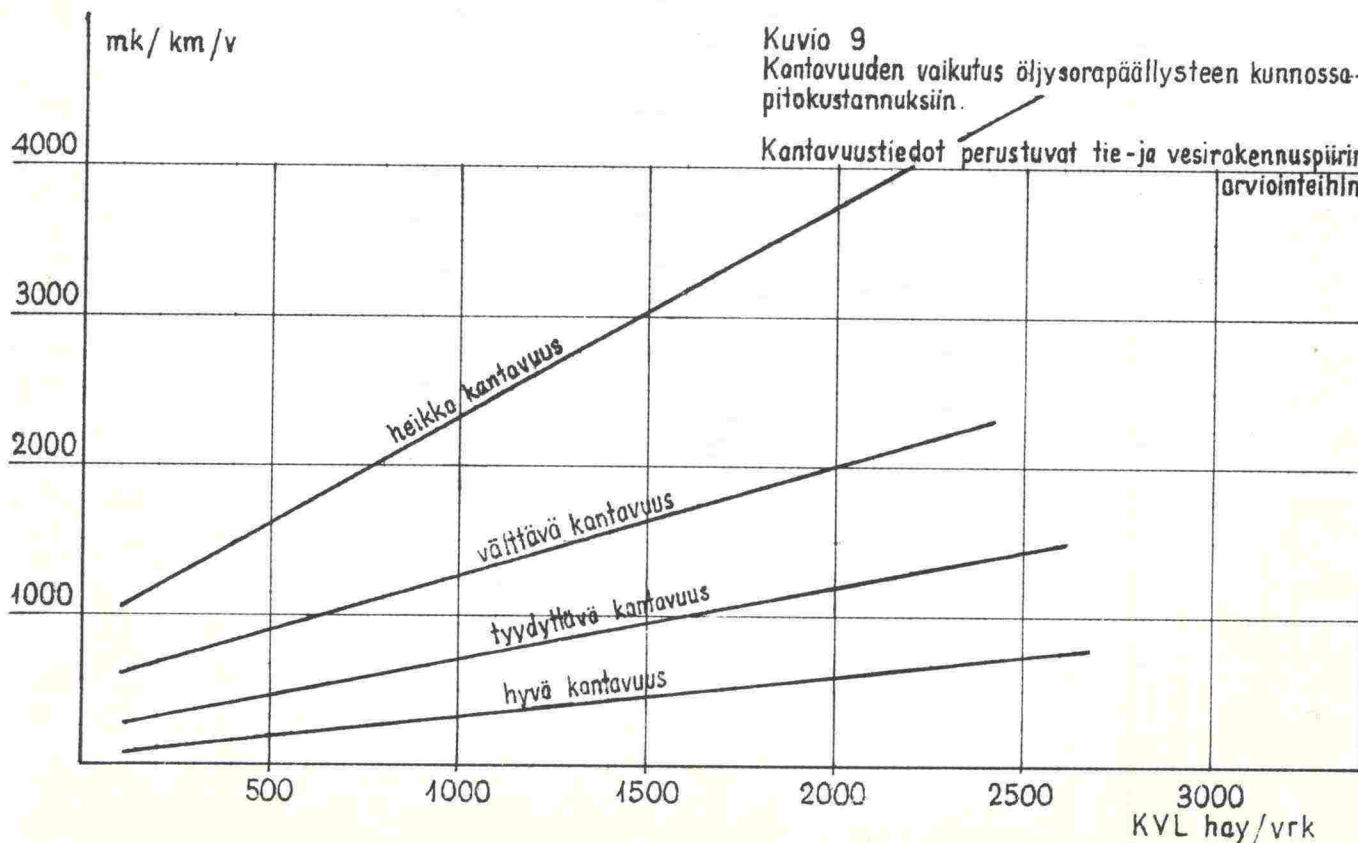
Hiekoitushiekan käyttö päällystetyillä maanteilla

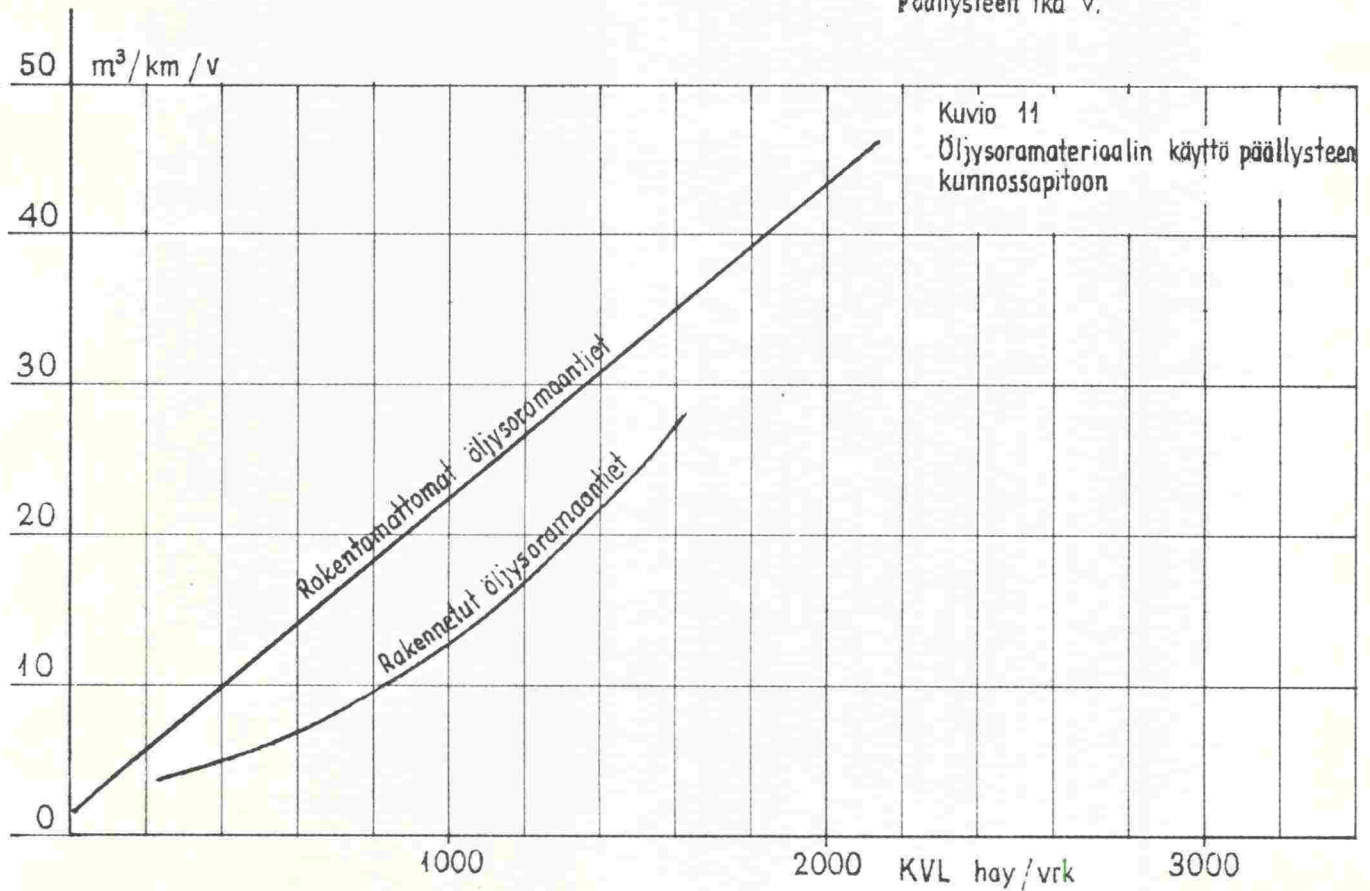
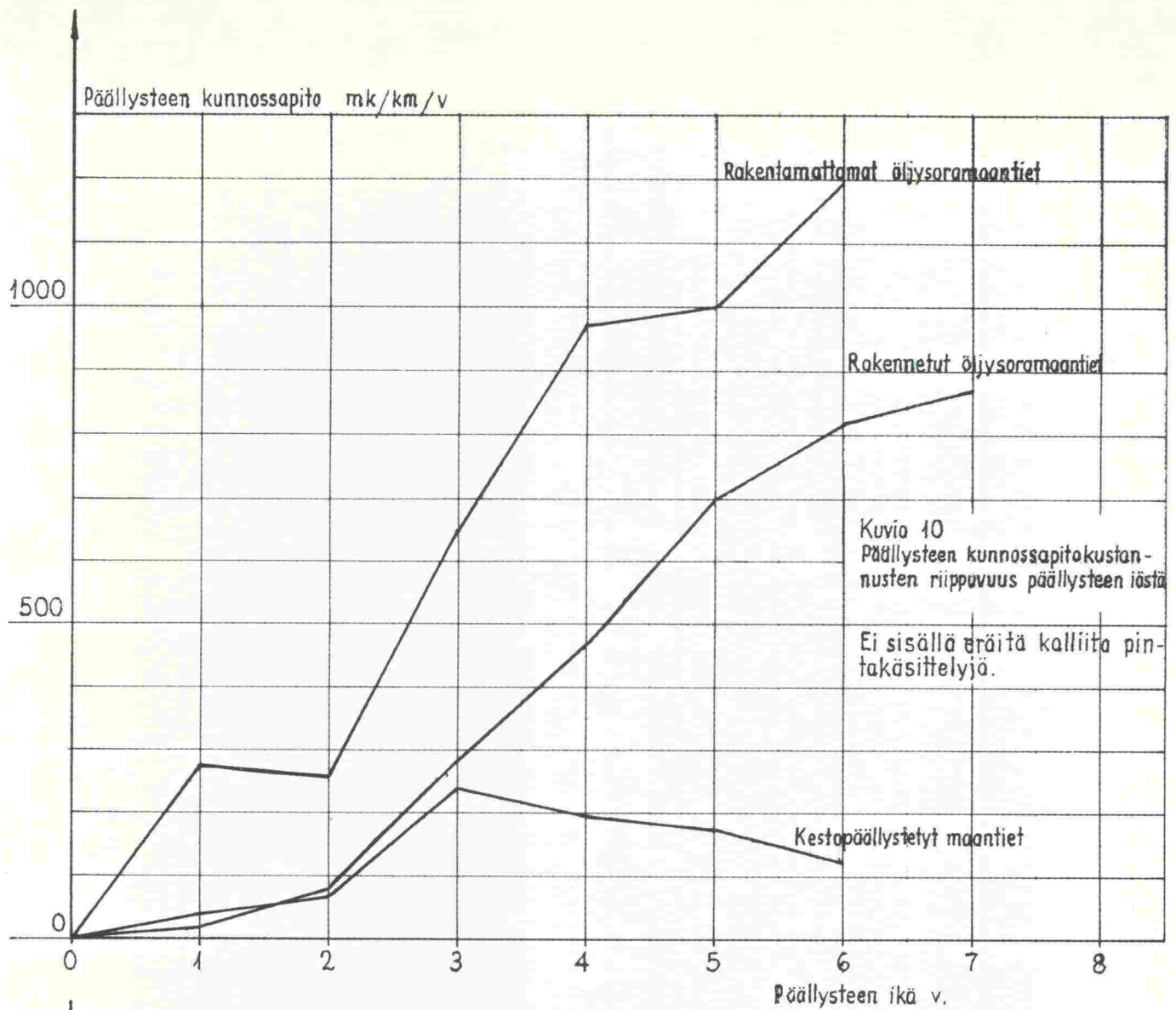


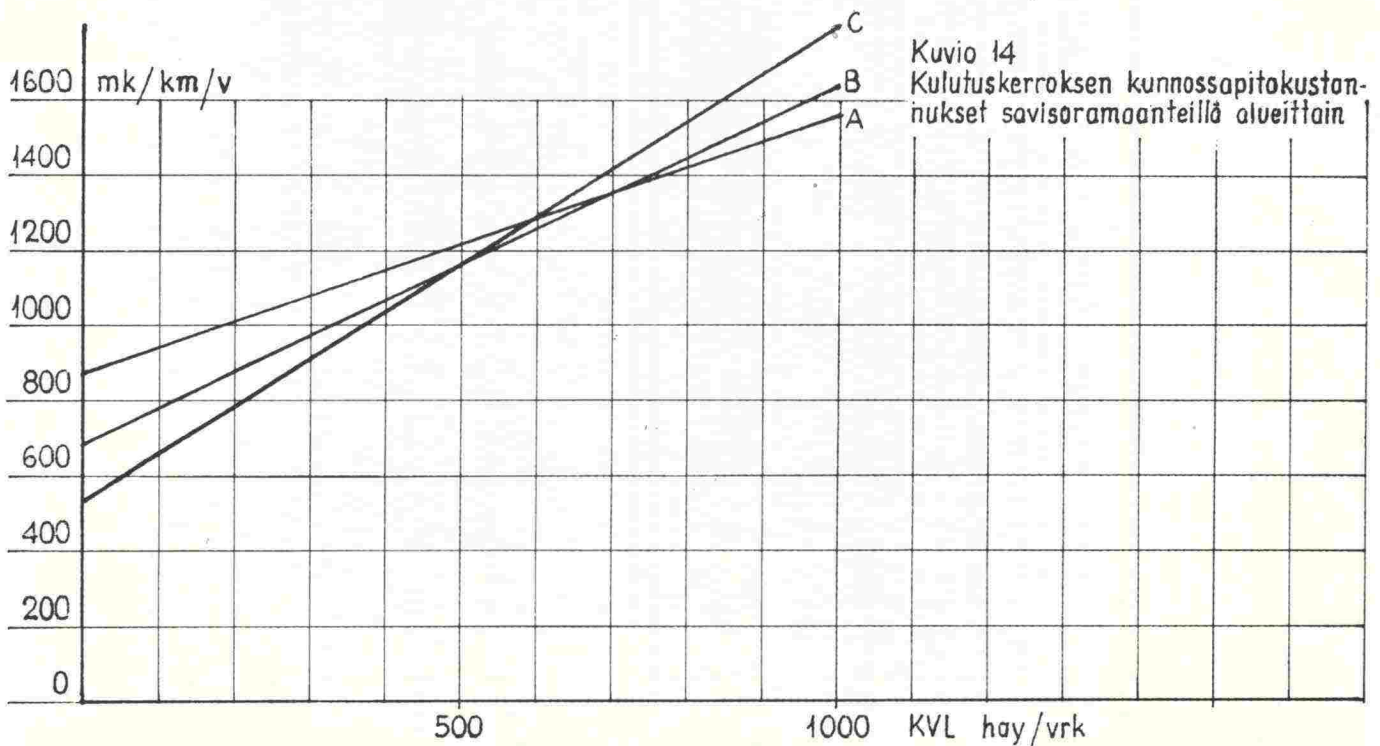
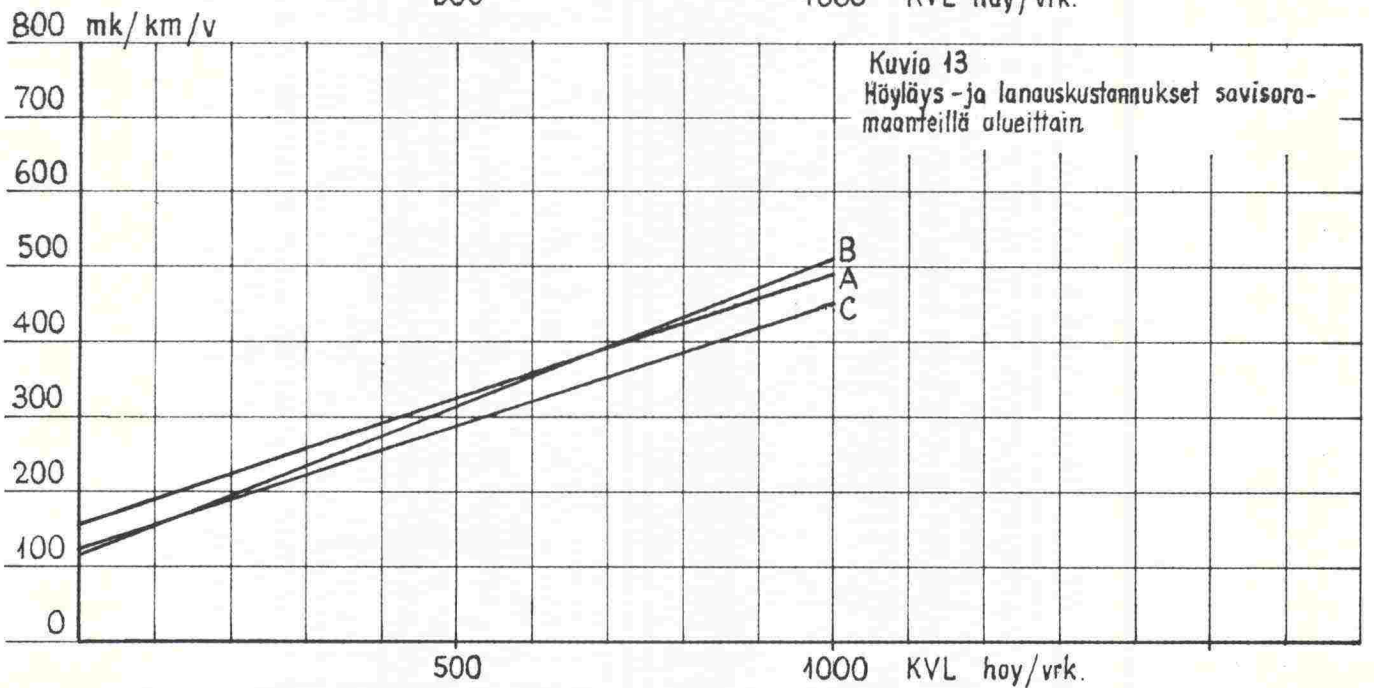
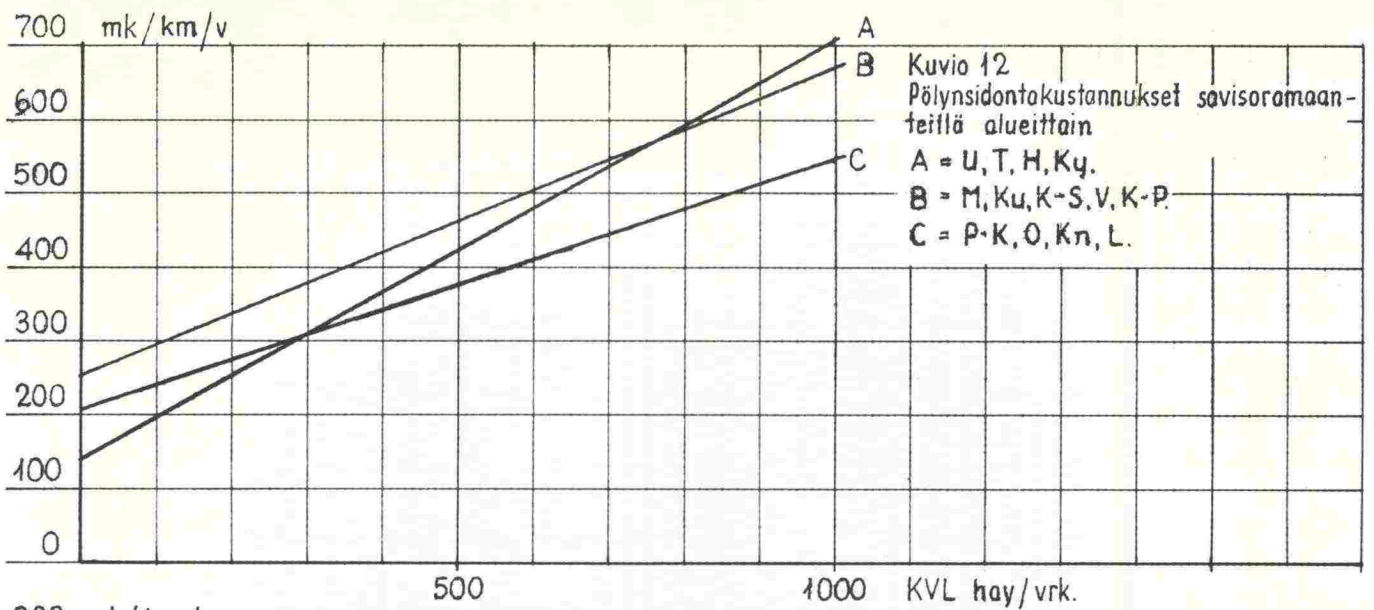
Kuvia 9

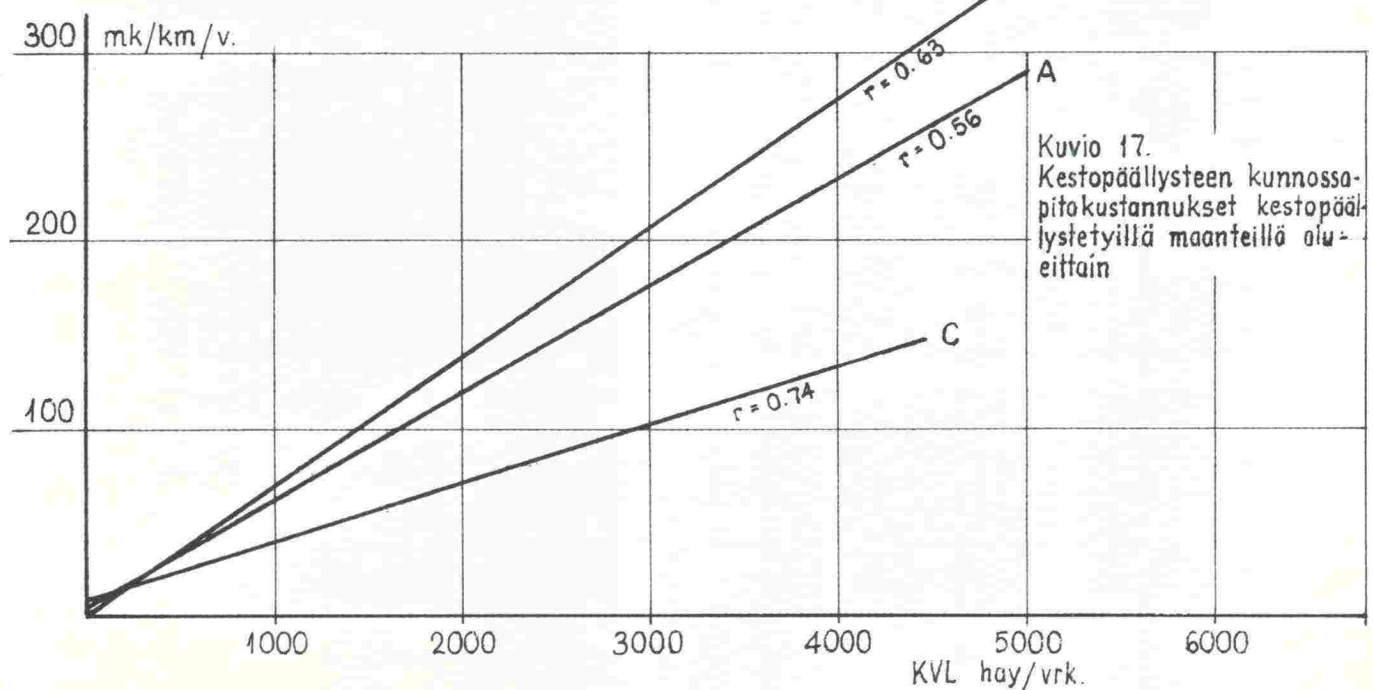
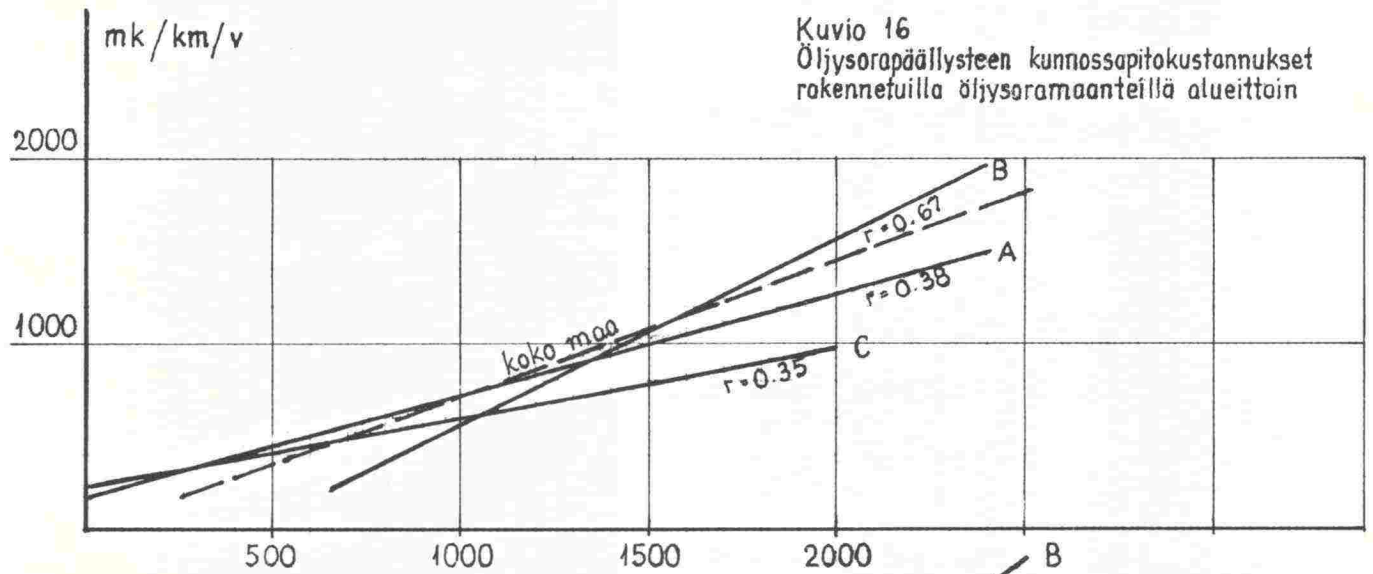
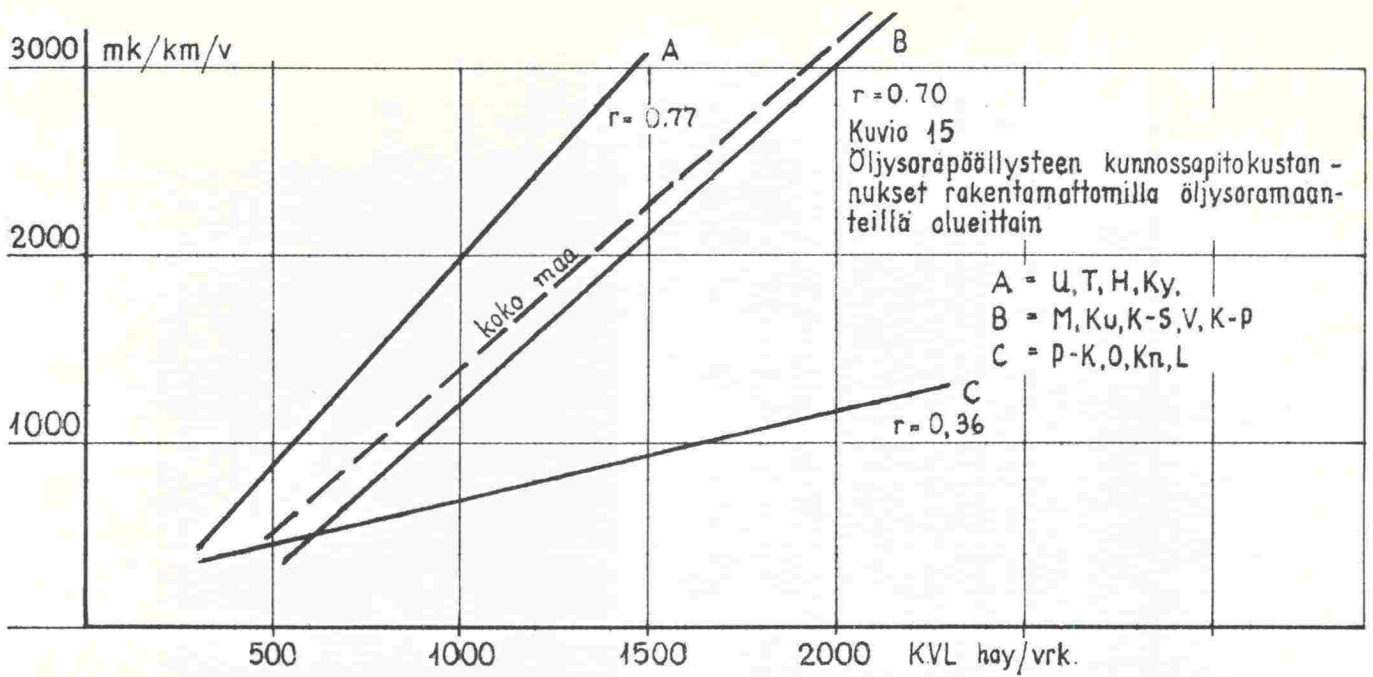
Kantavuuden vaikutus öljysorapäällysteen kunnossapitokustannuksiin.

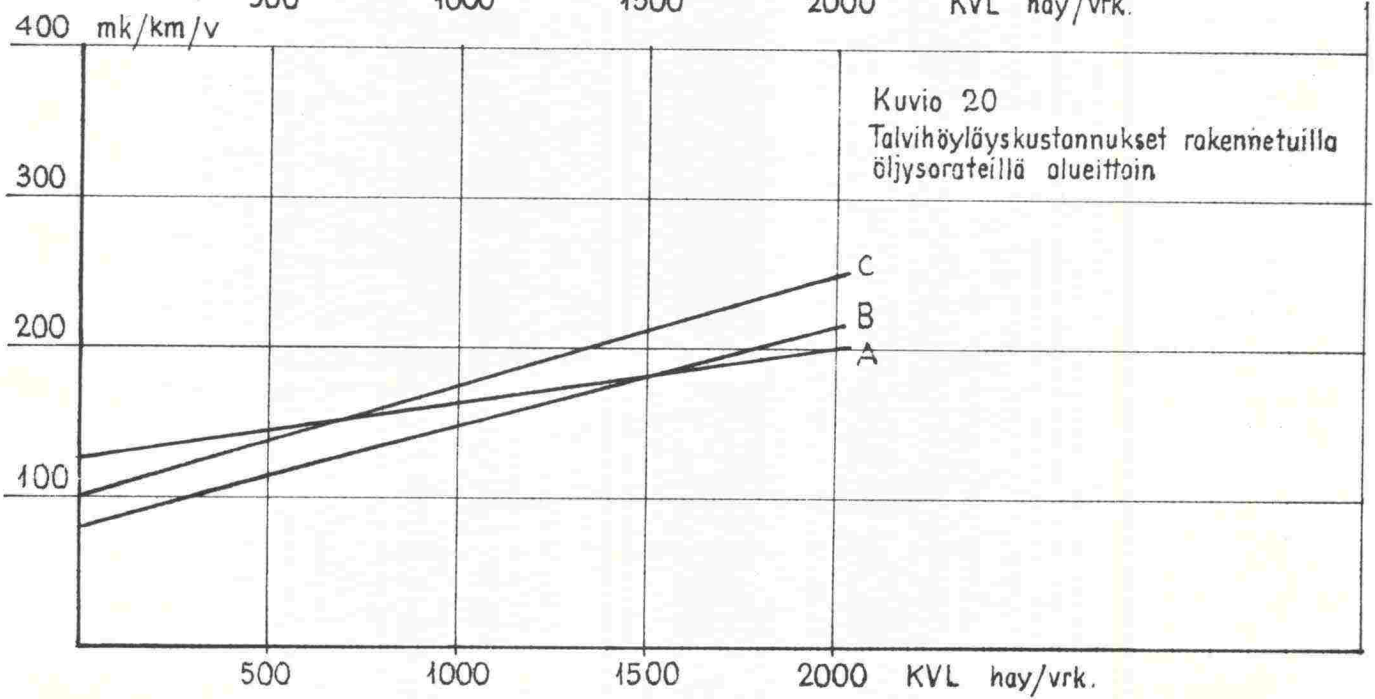
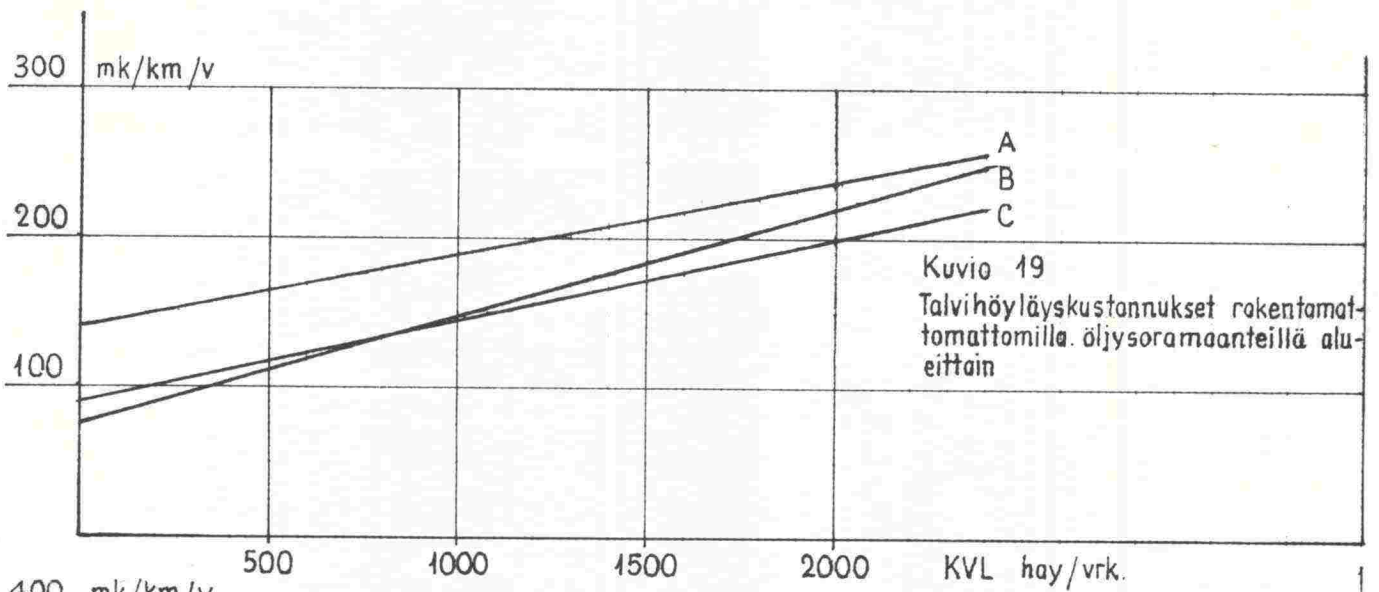
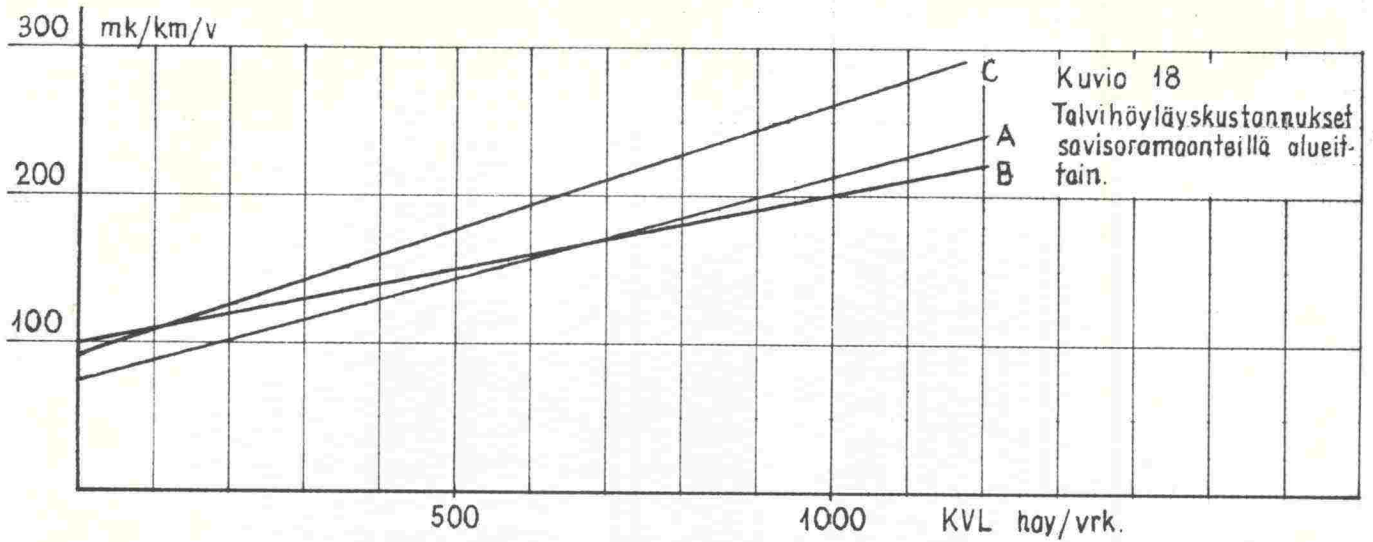
Kantavuustiedot perustuvat tie- ja vesirakennuspiirin arviointeihin

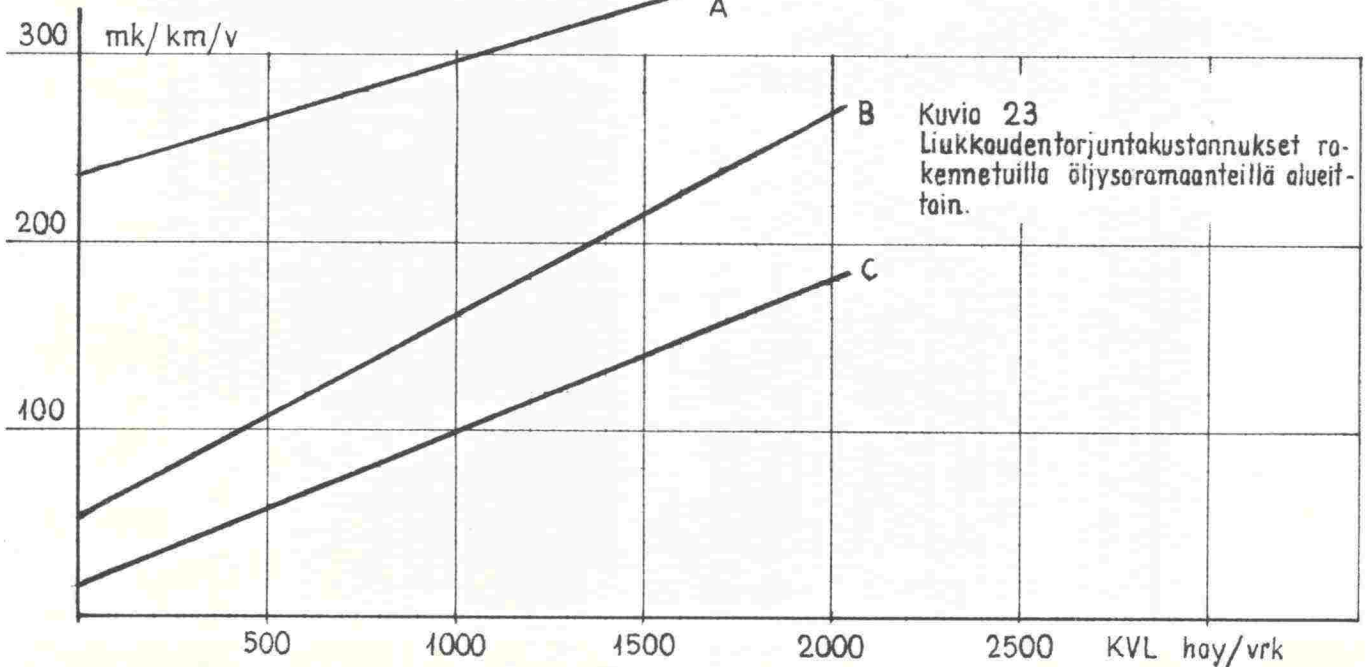
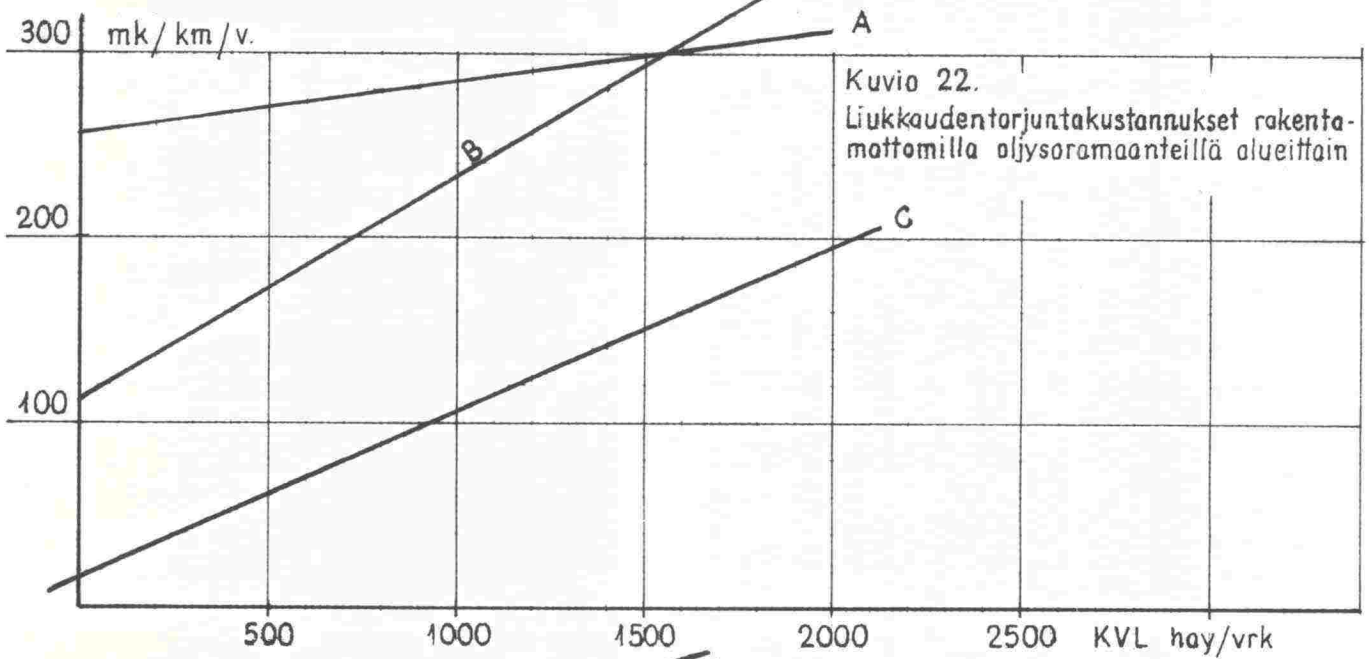
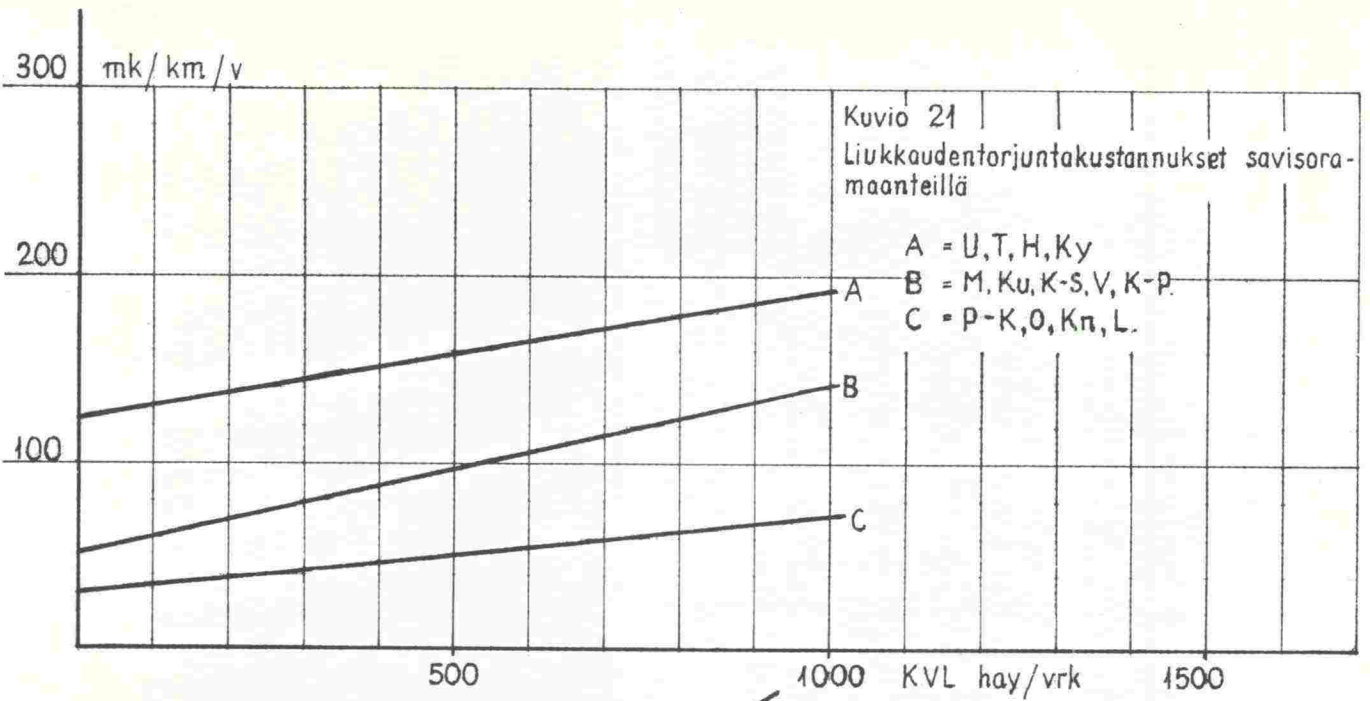


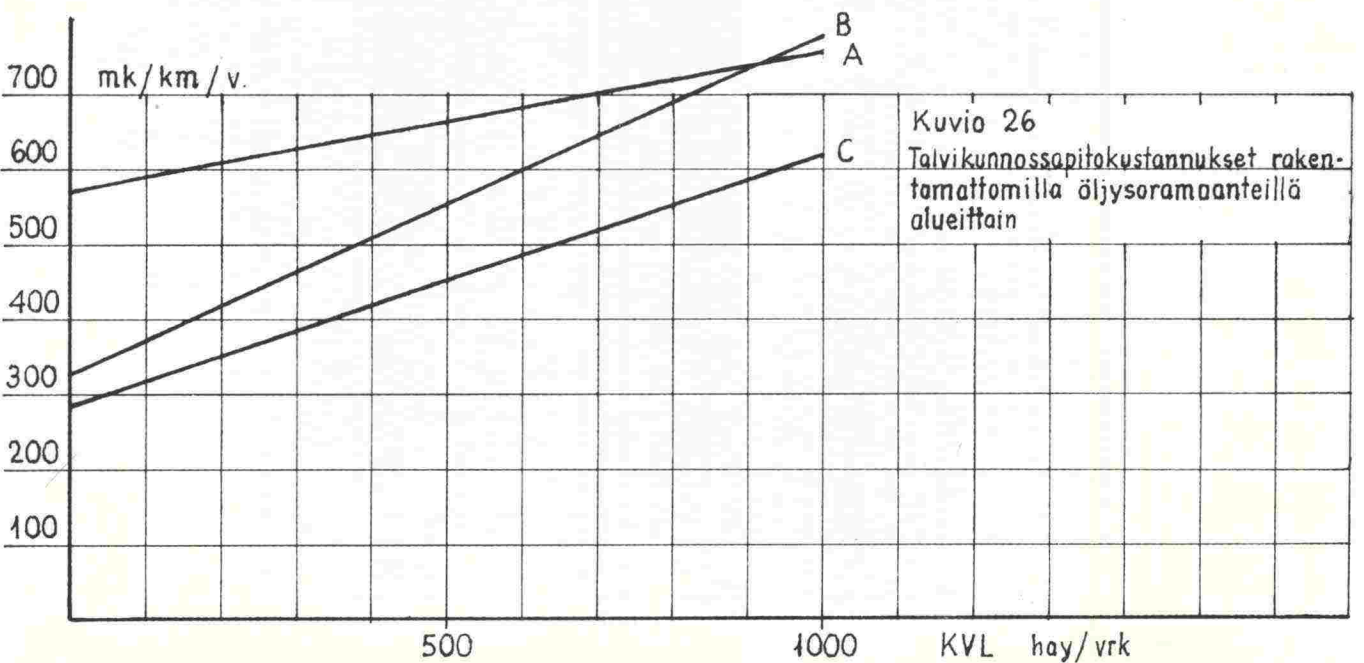
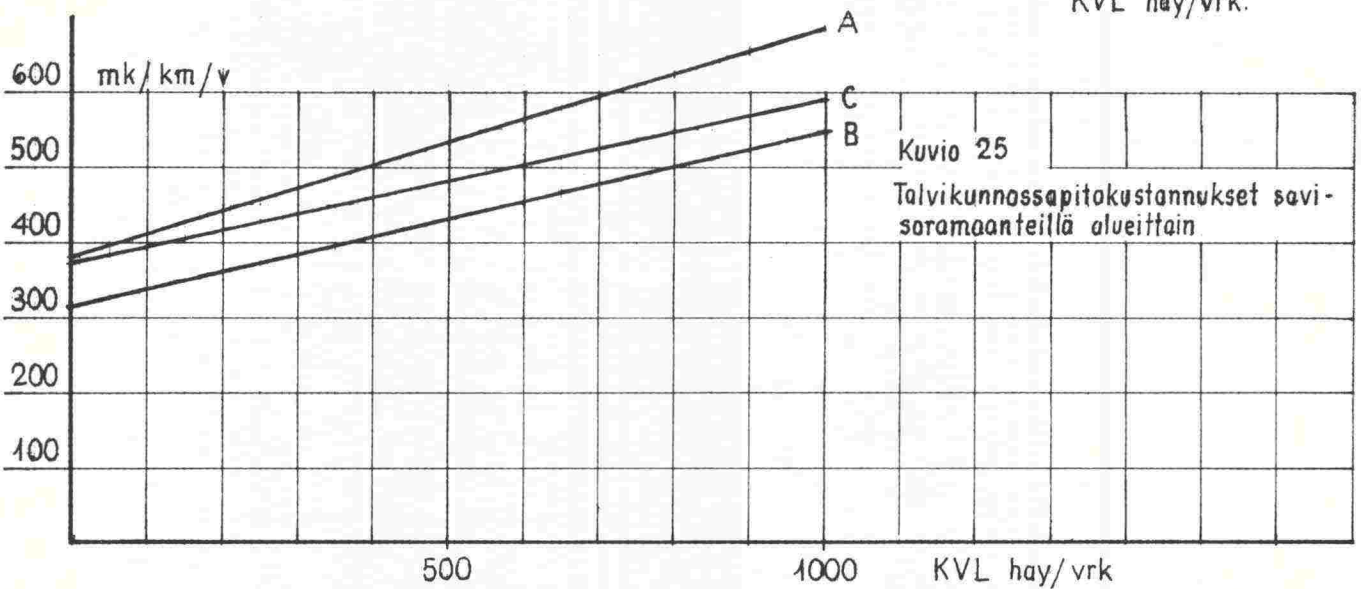
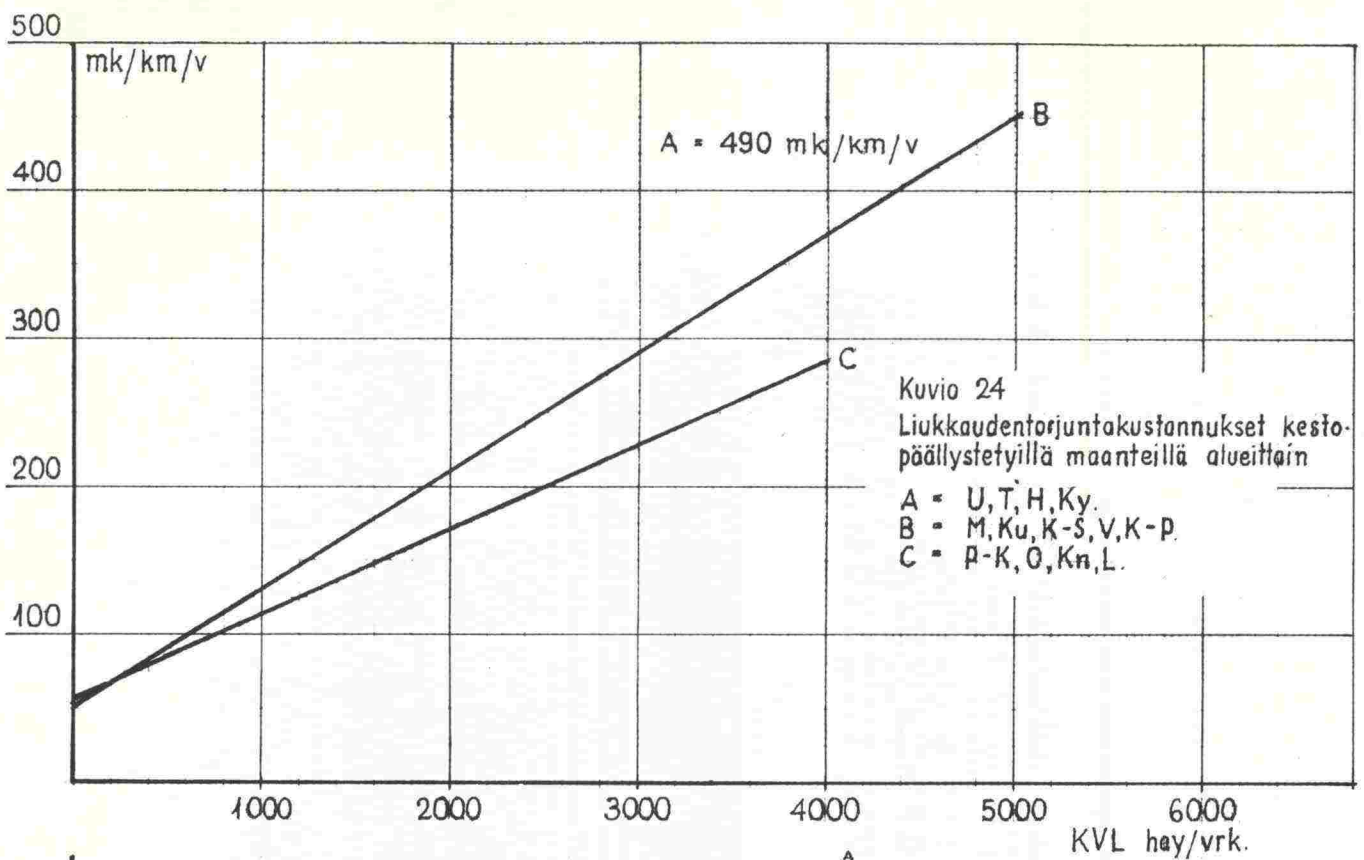


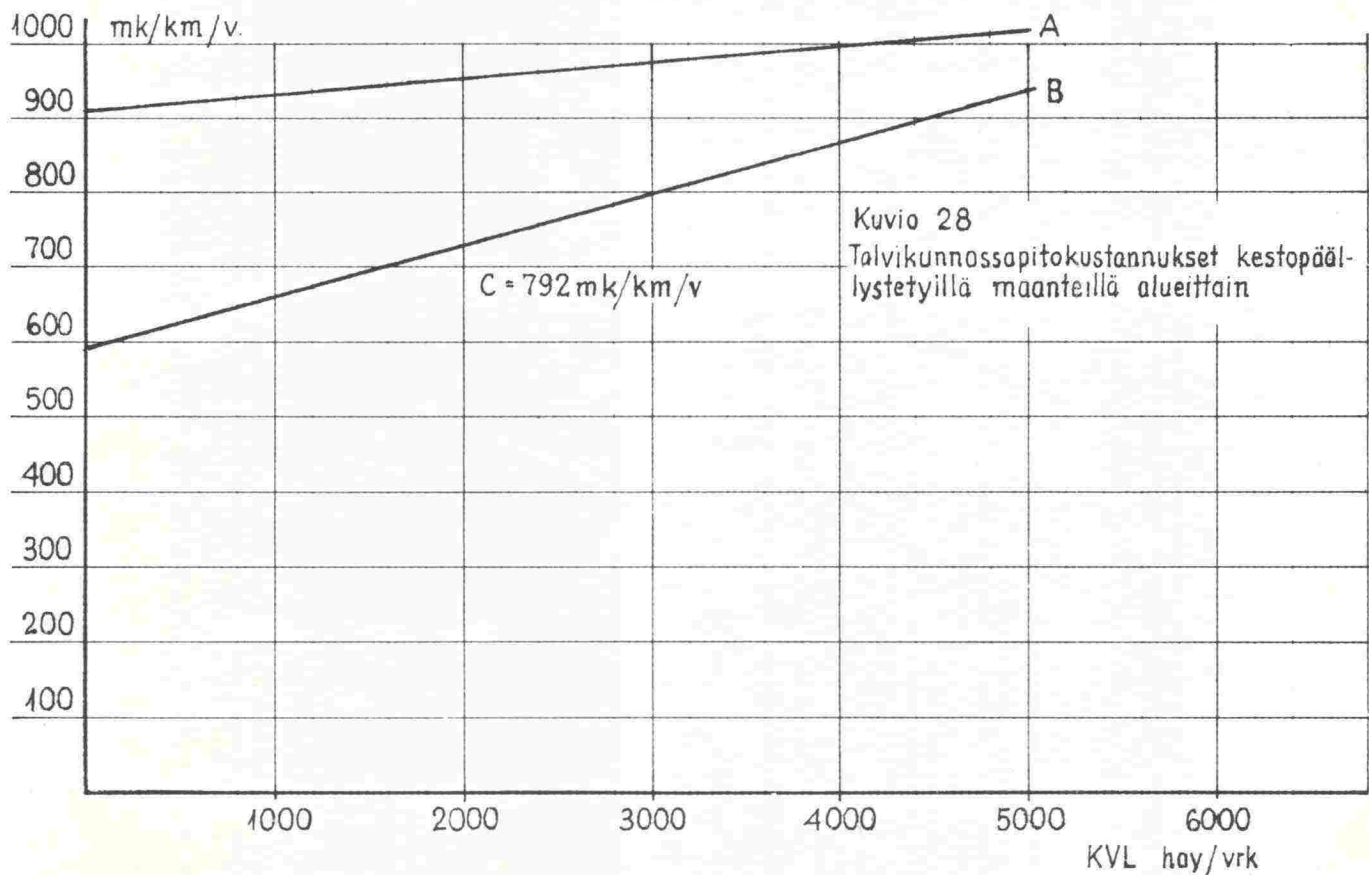
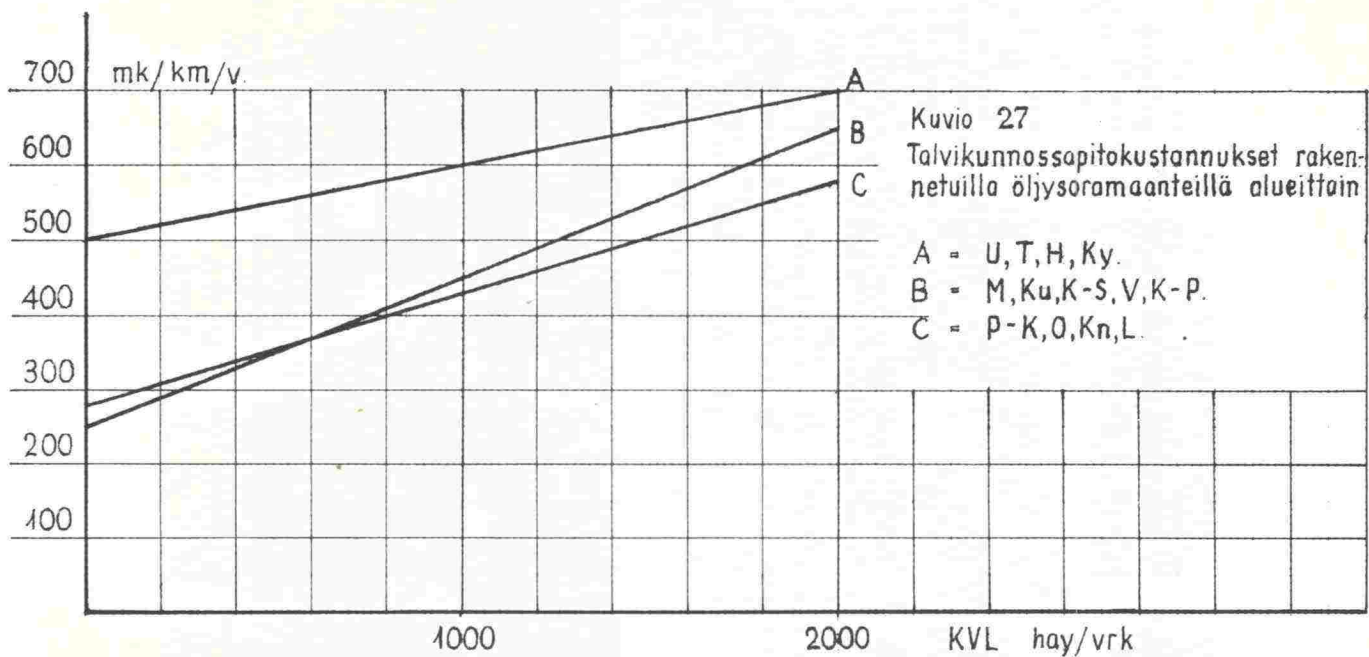


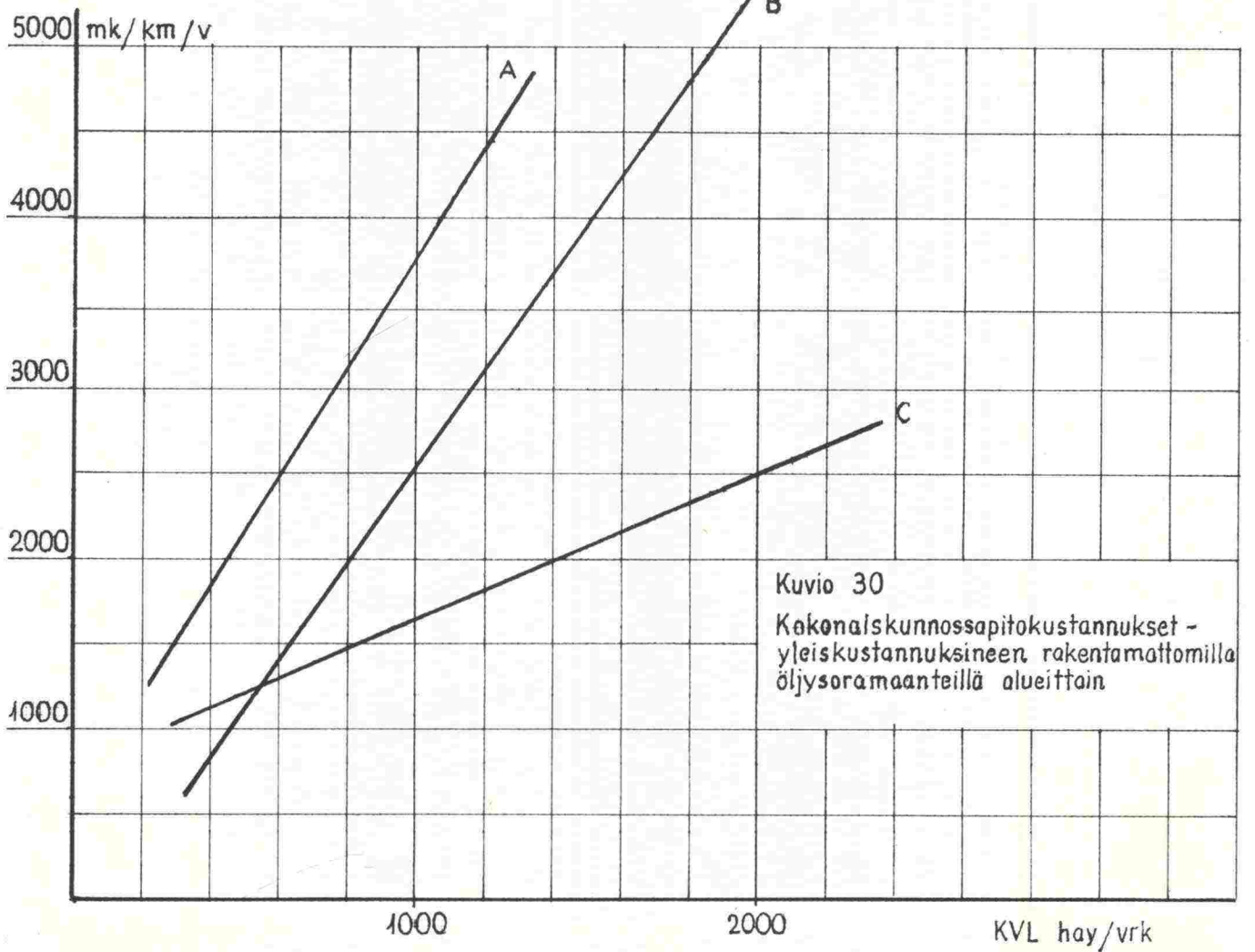
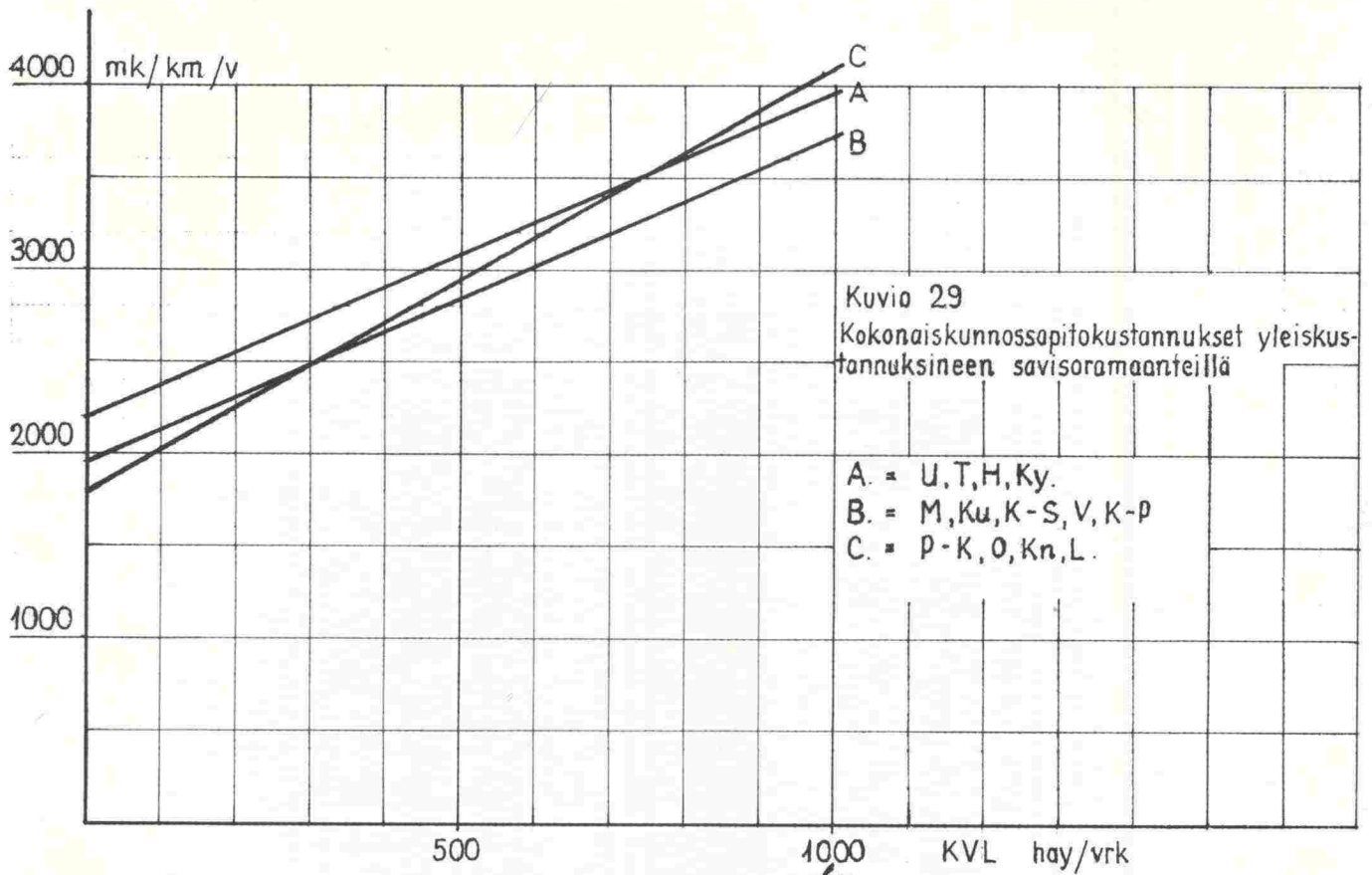


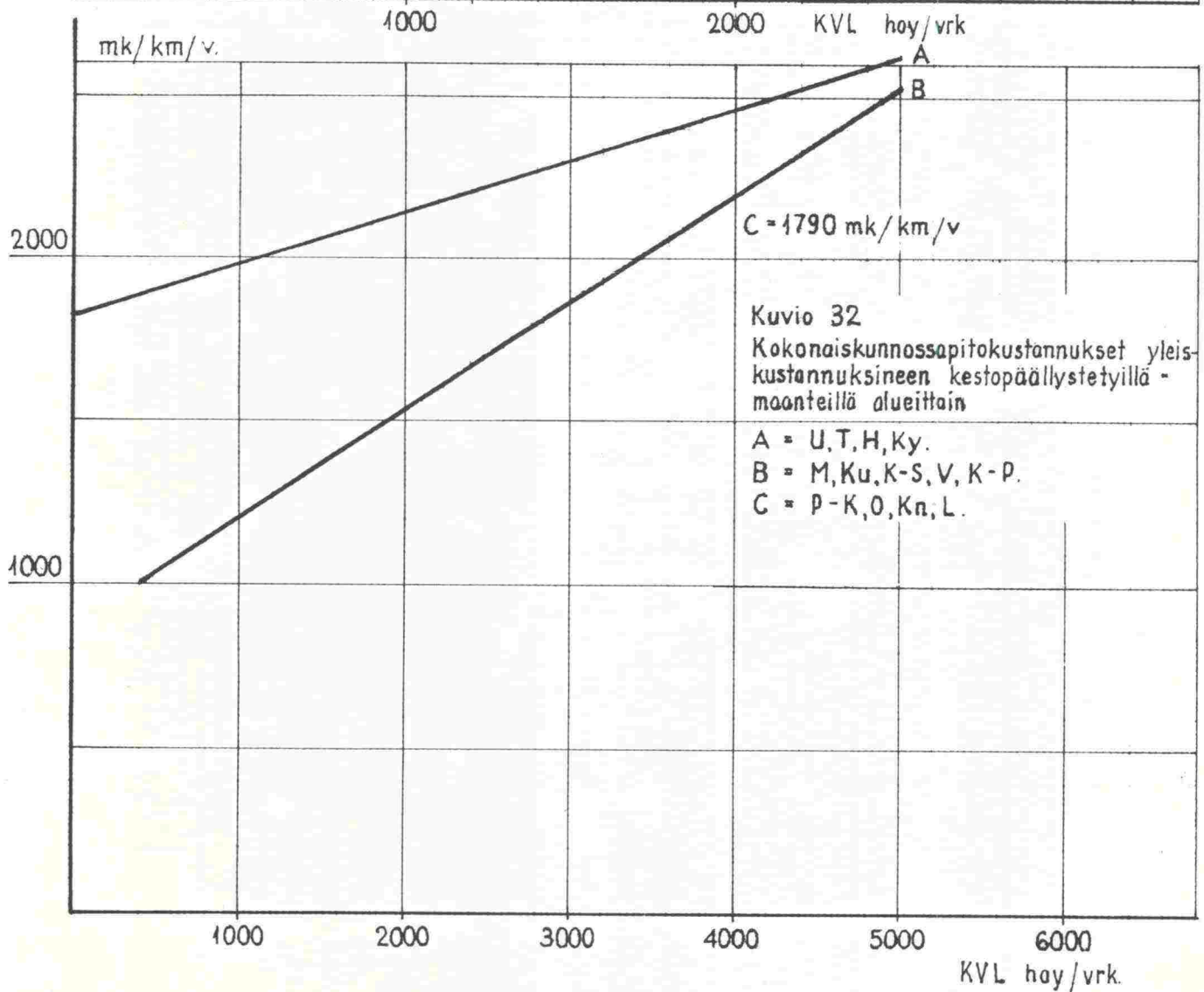
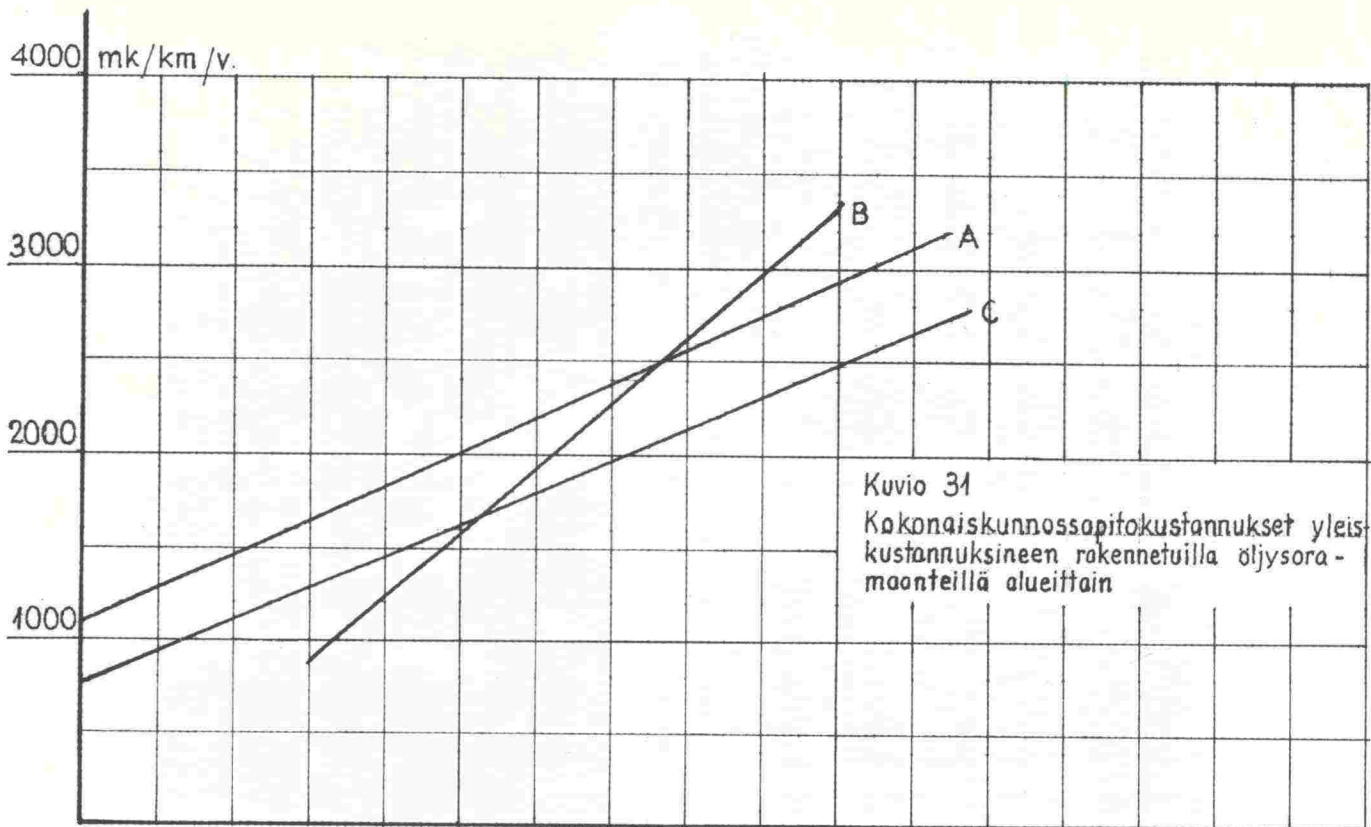


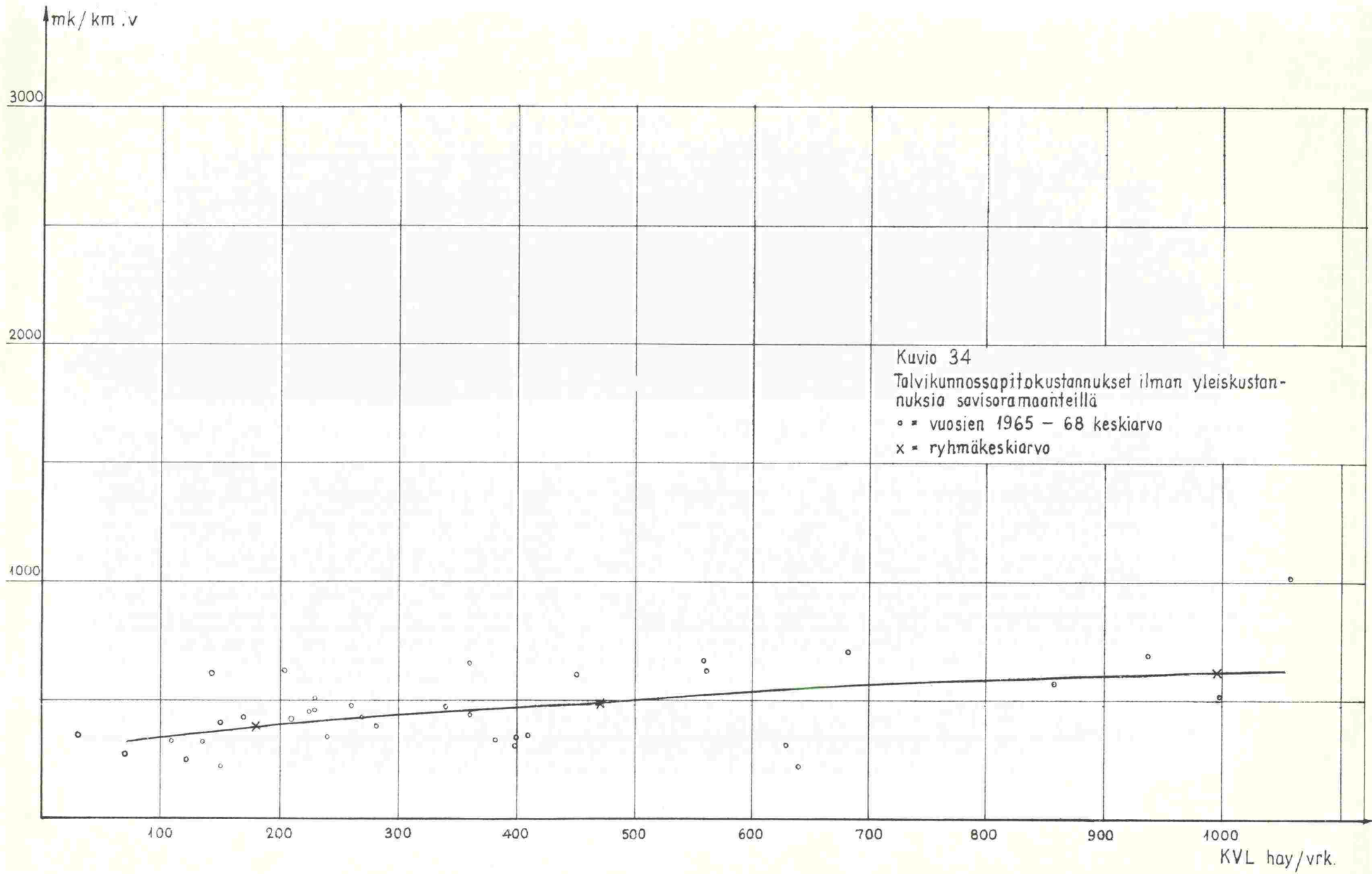


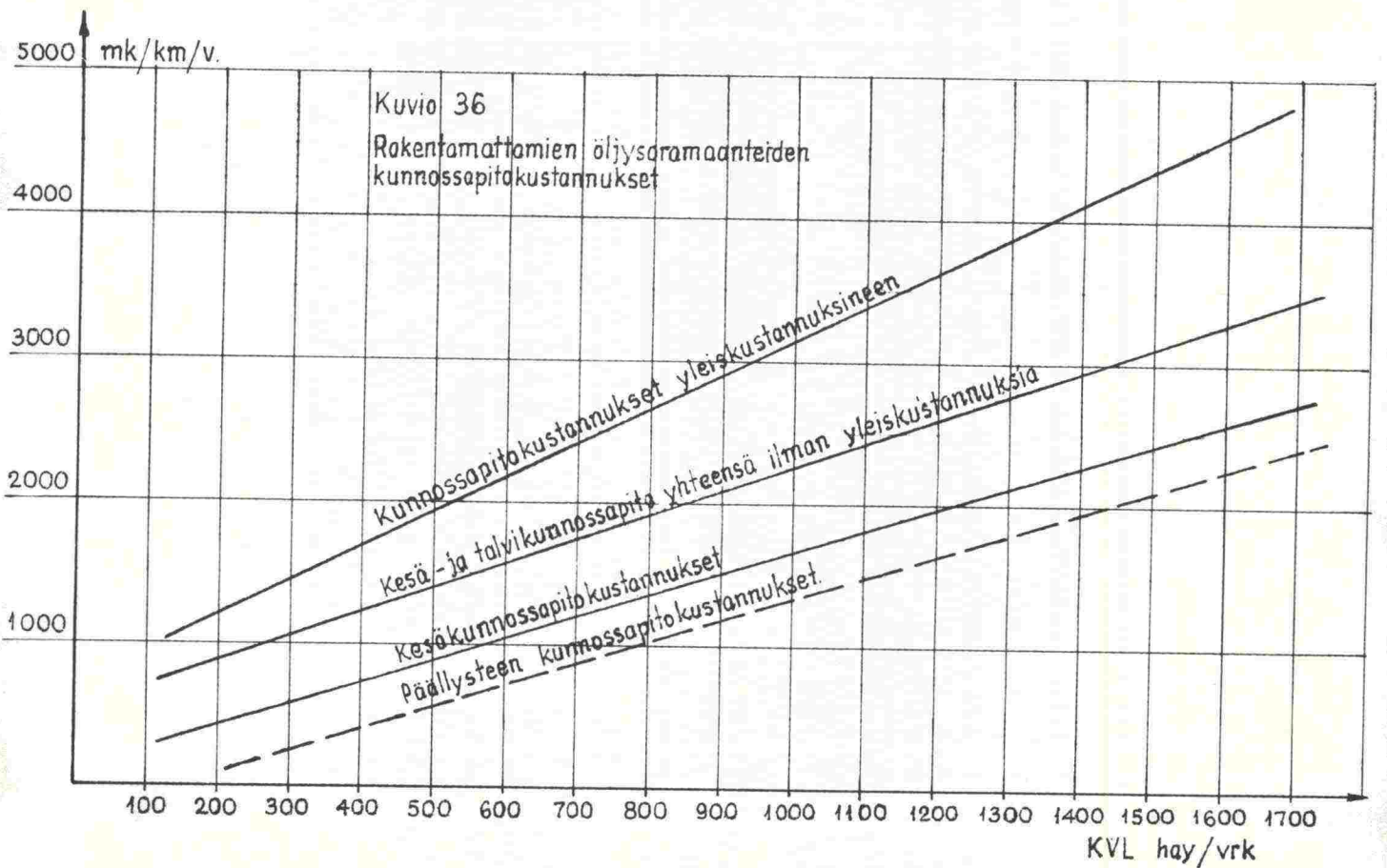
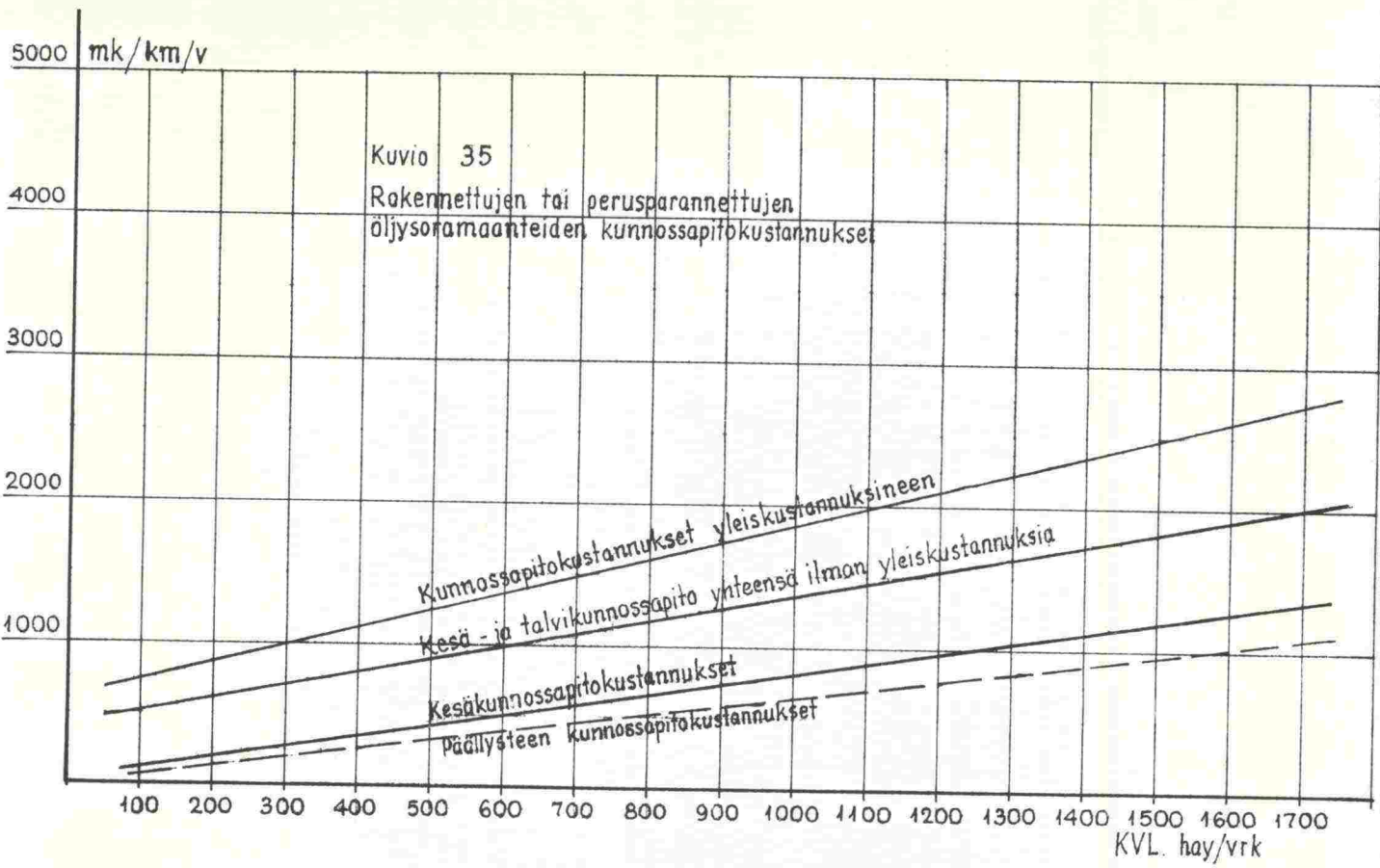


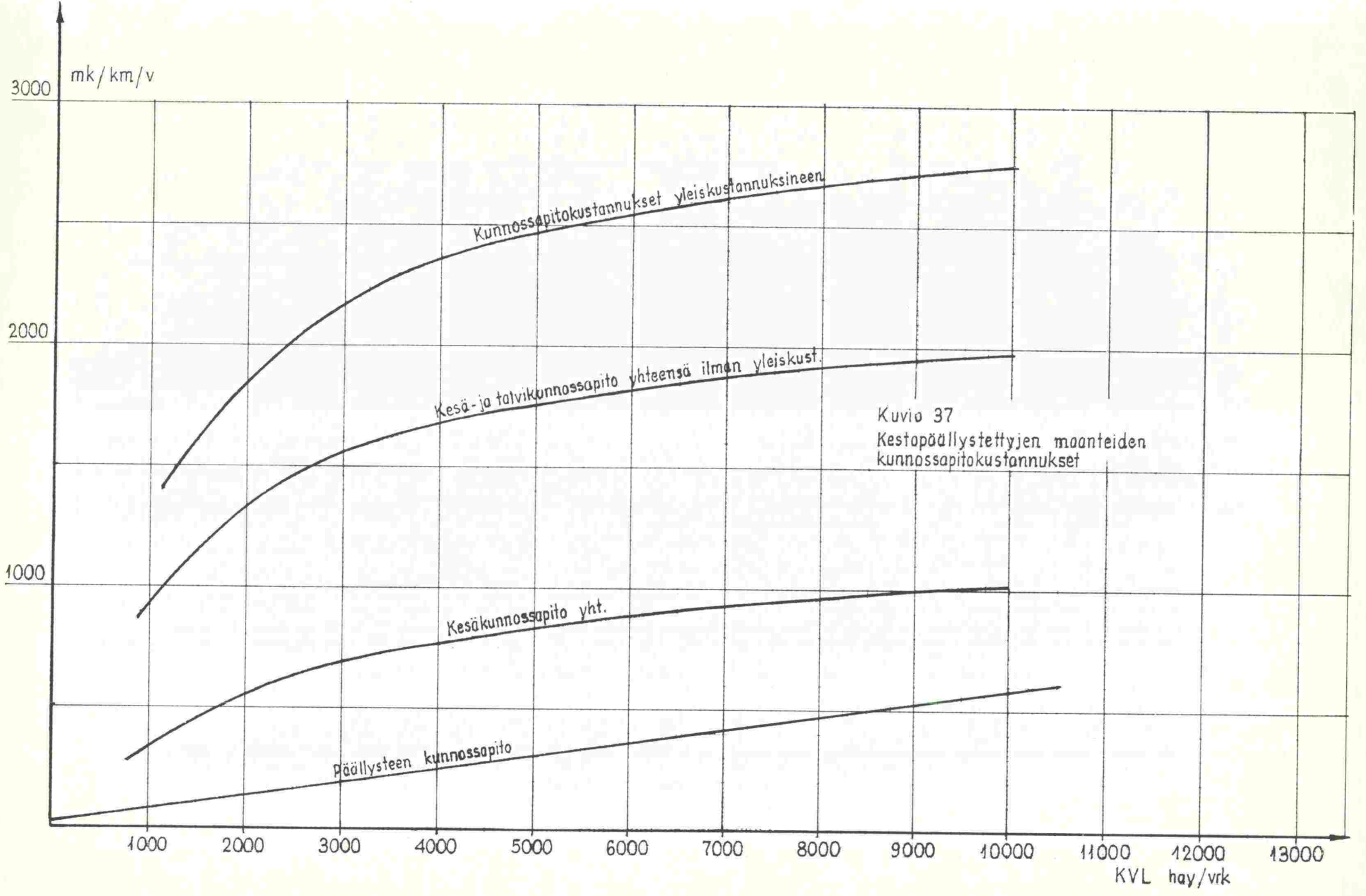












Kuvia 37
 Kestopäällystettyjen maanteiden
 kunnossapitokustannukset

3000

mk/km/v

Kuvio 38

Savisorapöykällisteiden kunnossapito-
kustannukset

2000

1000

Kunnossapitokustannukset yleiskustannuksineen

Kesä- ja talvikunnossapitokustannukset yhteensä ilman yleiskust.

Kesäkunnossapitokustannukset

Savisorakulukerroksen kunnossapitokustannukset

100

200

300

400

mk/km/v

3000

Kuvio 39

Savisoramaanteiden kunnossapito-
kustannukset

2000

1000

Kunnossapitokustannukset yleiskustannuksineen

Kesä- ja talvikunnossapitokustannukset yhteensä ilman yleiskustannuksia

Kesäkunnossapitokustannukset

Savisorakulukerroksen kunnossapitokust.

KVL hay/vrk

100

200

300

400

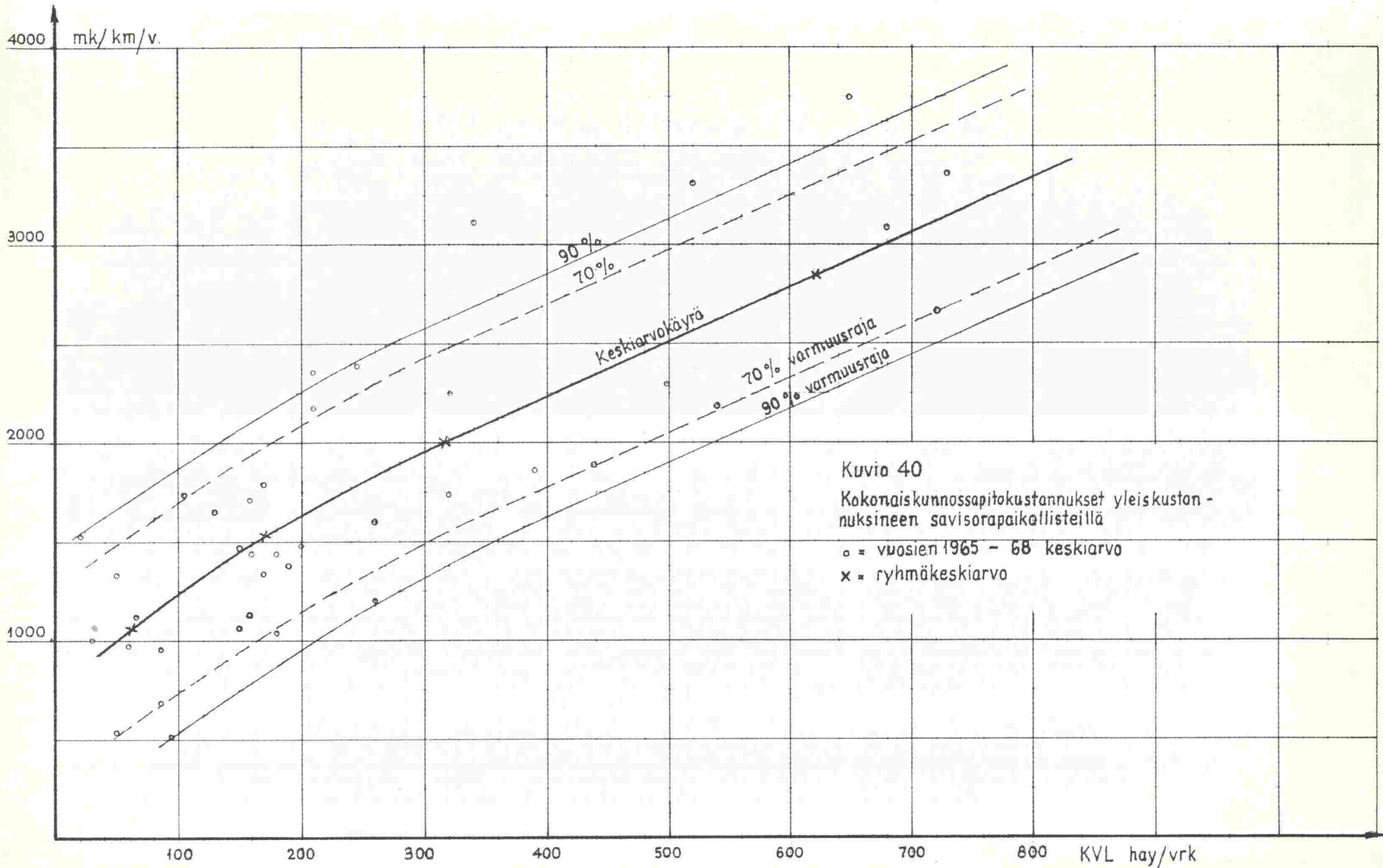
500

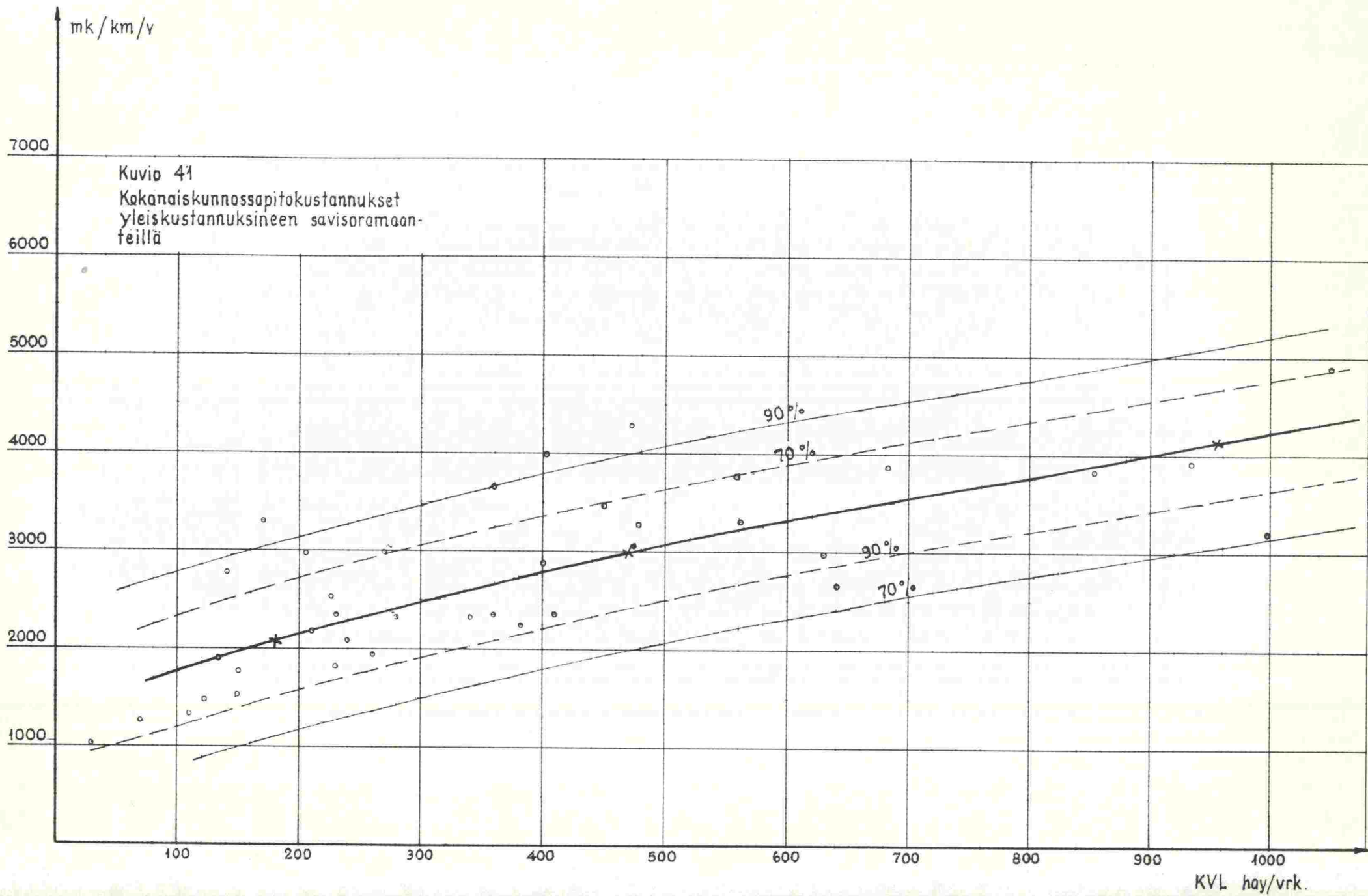
600

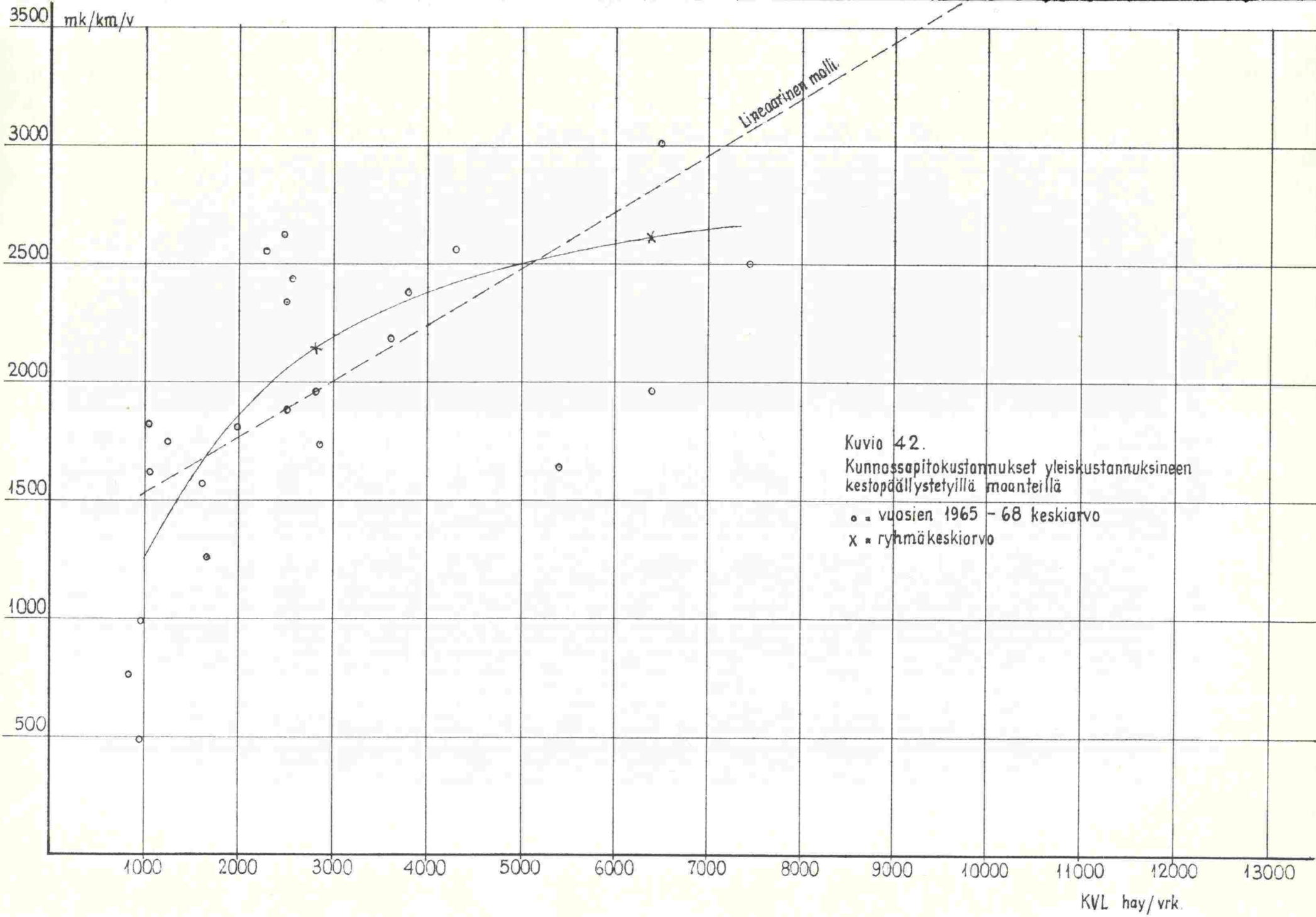
700

800

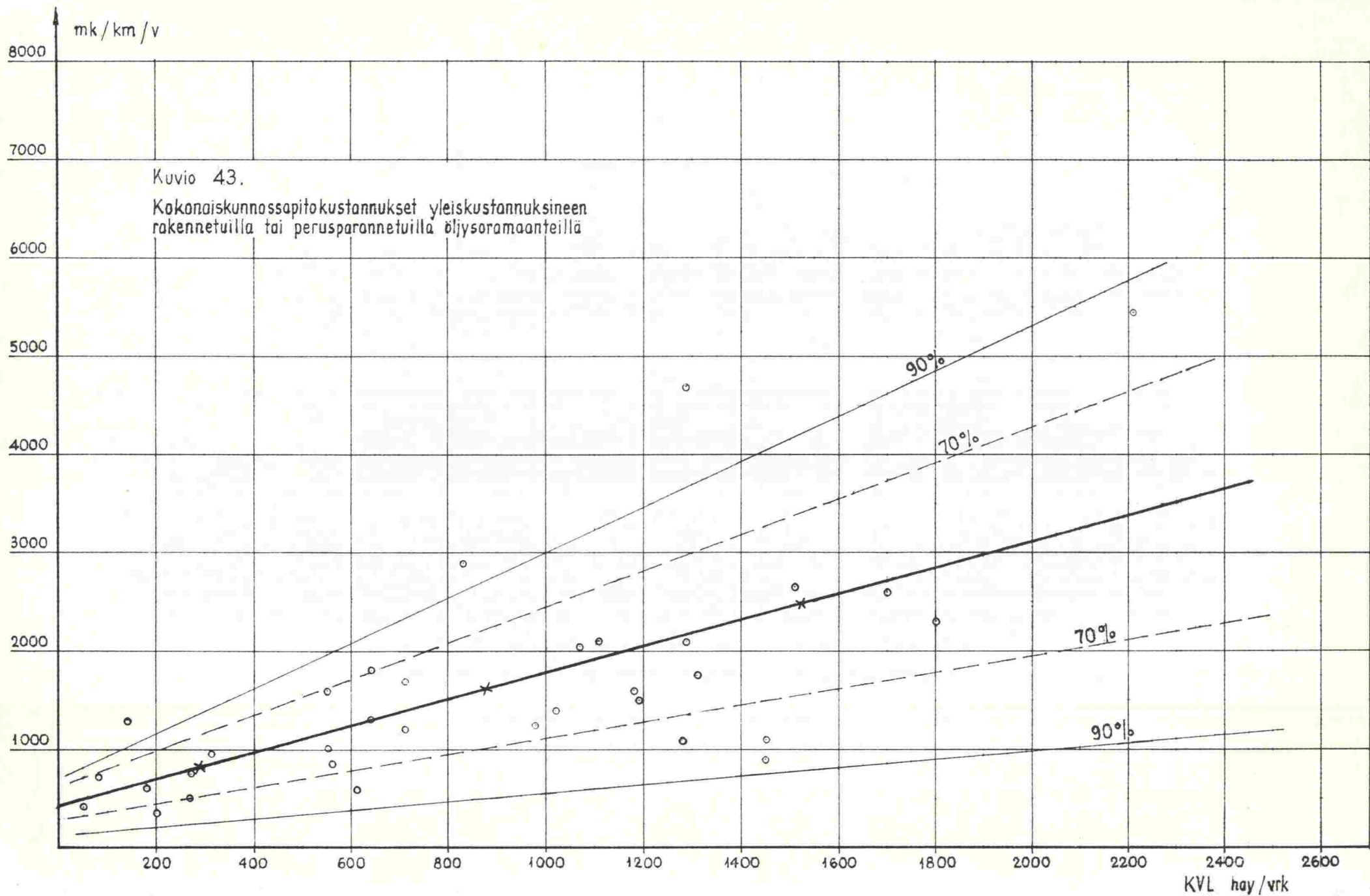
KVL hay/vrk

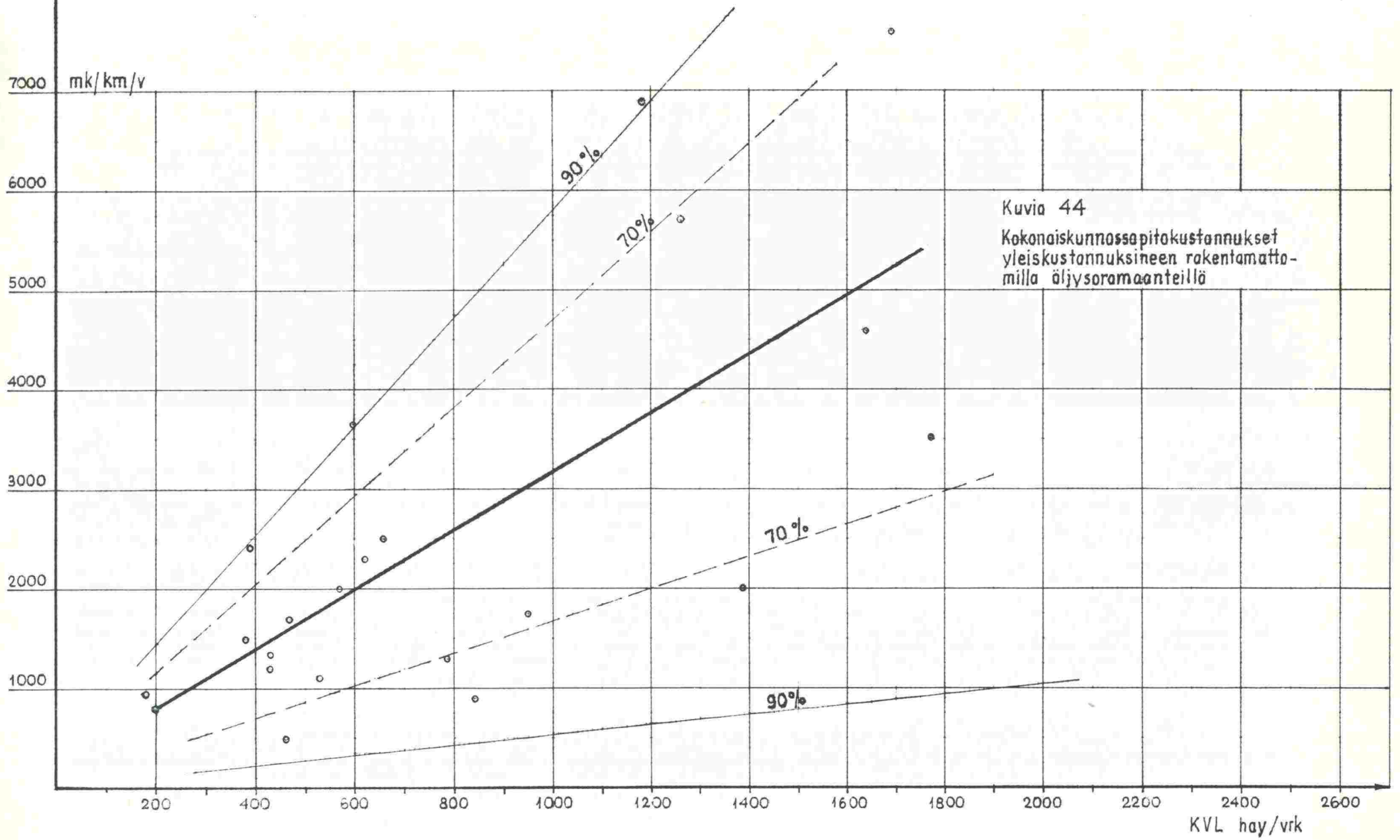




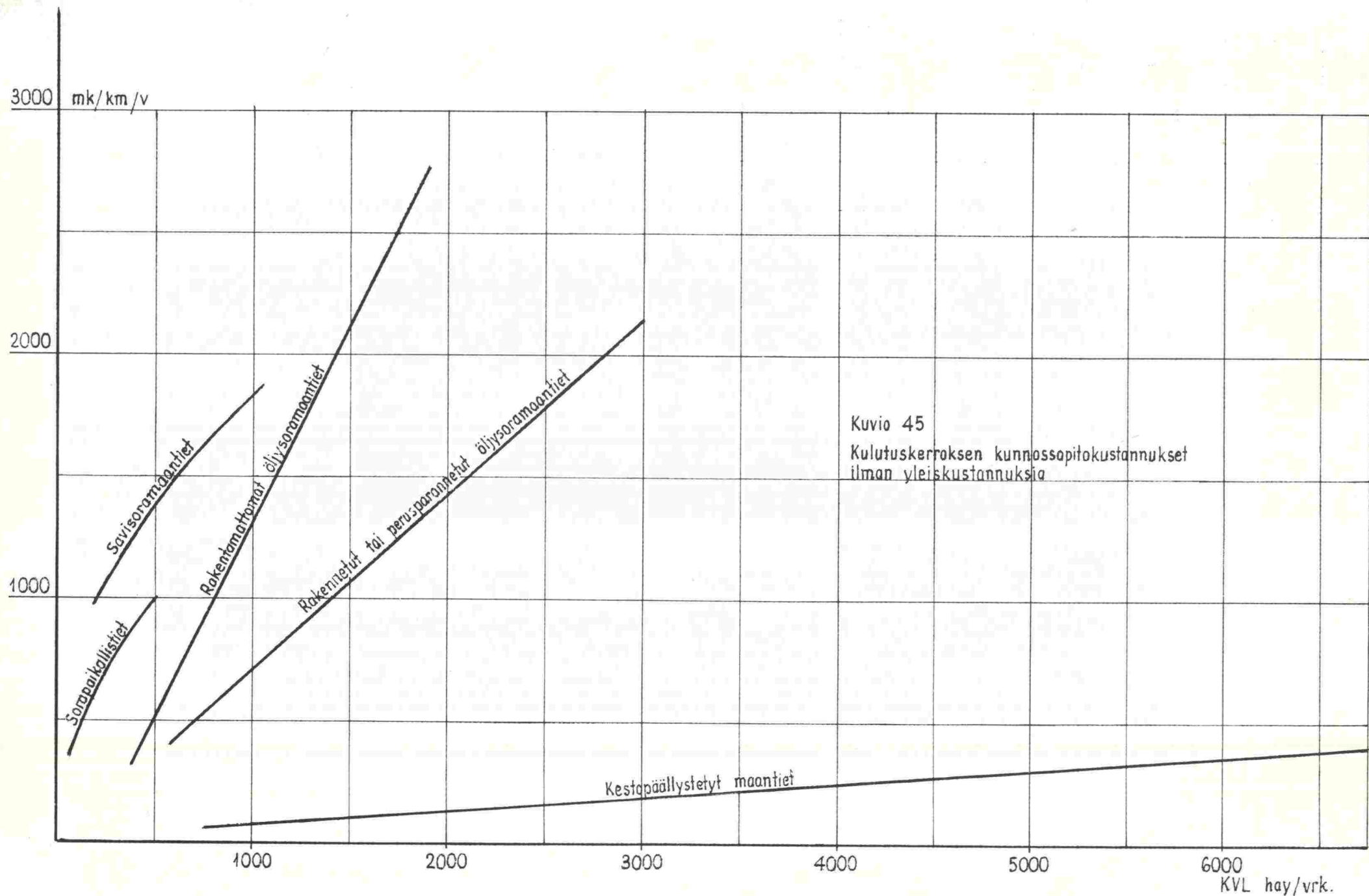


Kuvio 42.
 Kunnossapitokustannukset yleiskustannuksineen
 kestöpäällystetyillä maanteilla
 o = vuosien 1965 - 68 keskiarvo
 x = ryhmäkeskiarvo

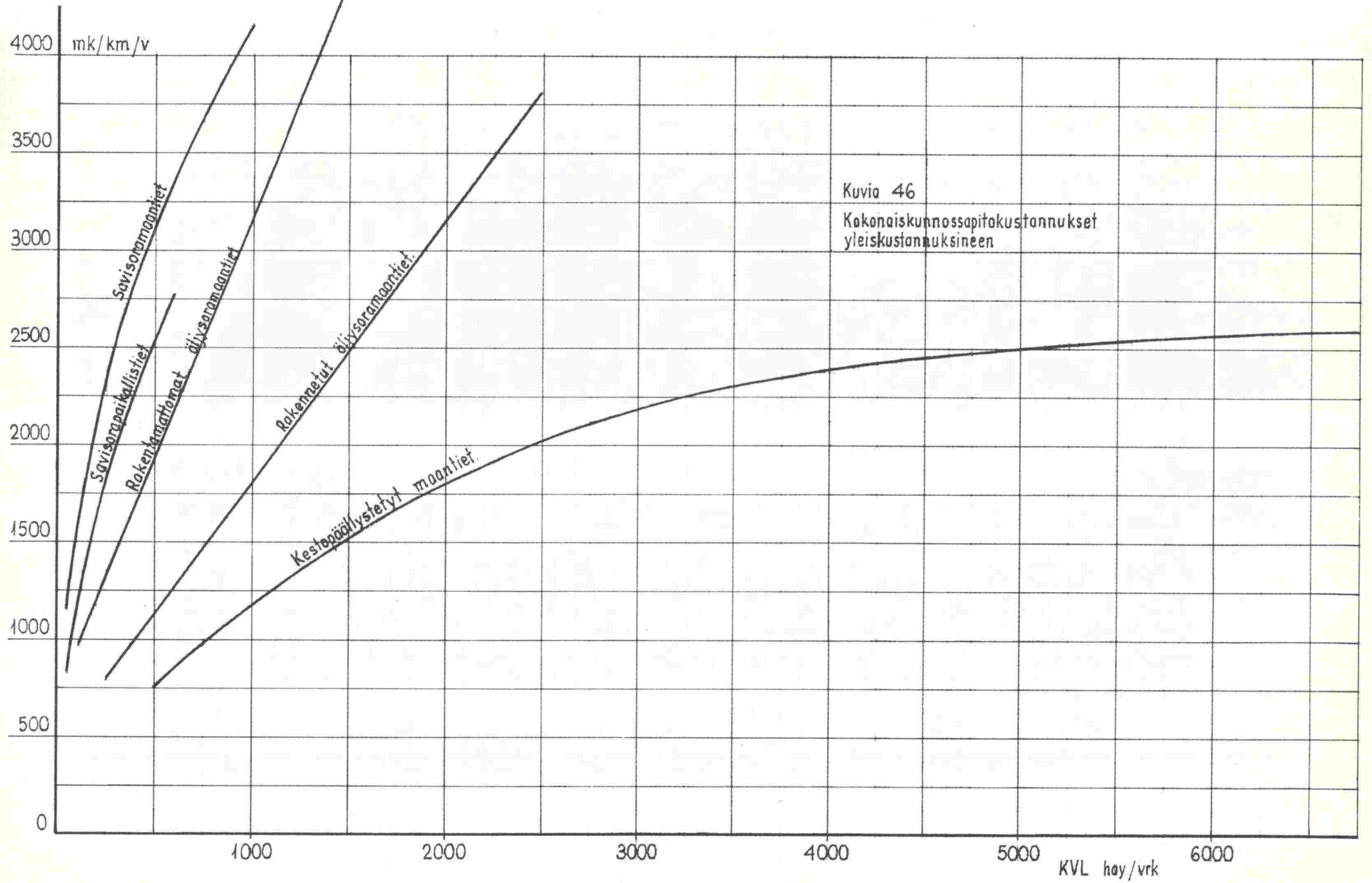




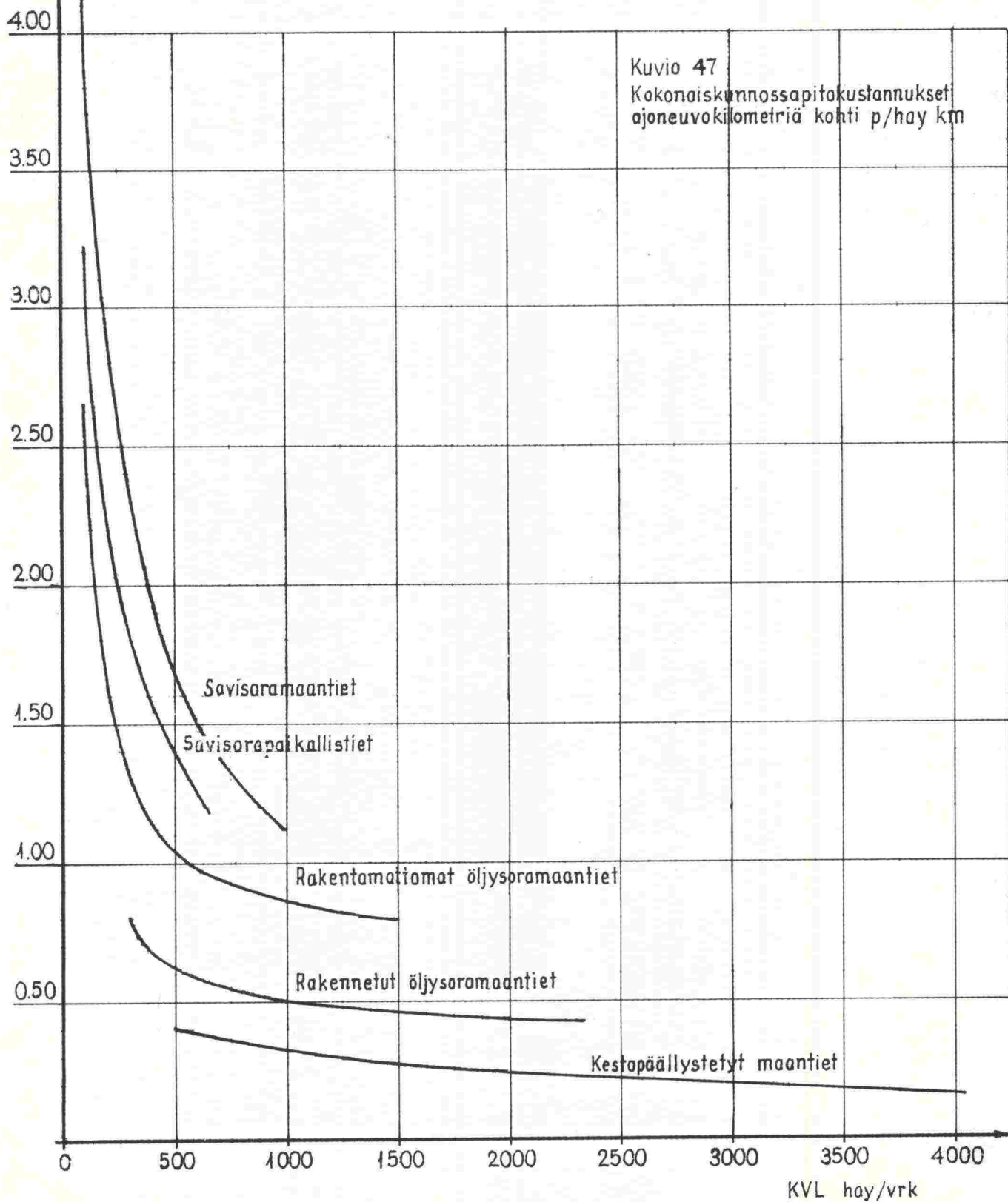
Kuvia 44
 Kokonaiskunnossapitokustannukset
 yleiskustannuksineen rakentamatta-
 milla öljysoramaanteillä



Kuvio 45
 Kulutuserroksen kunnossapitokustannukset
 ilman yleiskustannuksia



Kunnossapitokustannukset
yleiskustannuksineen
penniä / hay. km



Kuvia 48.

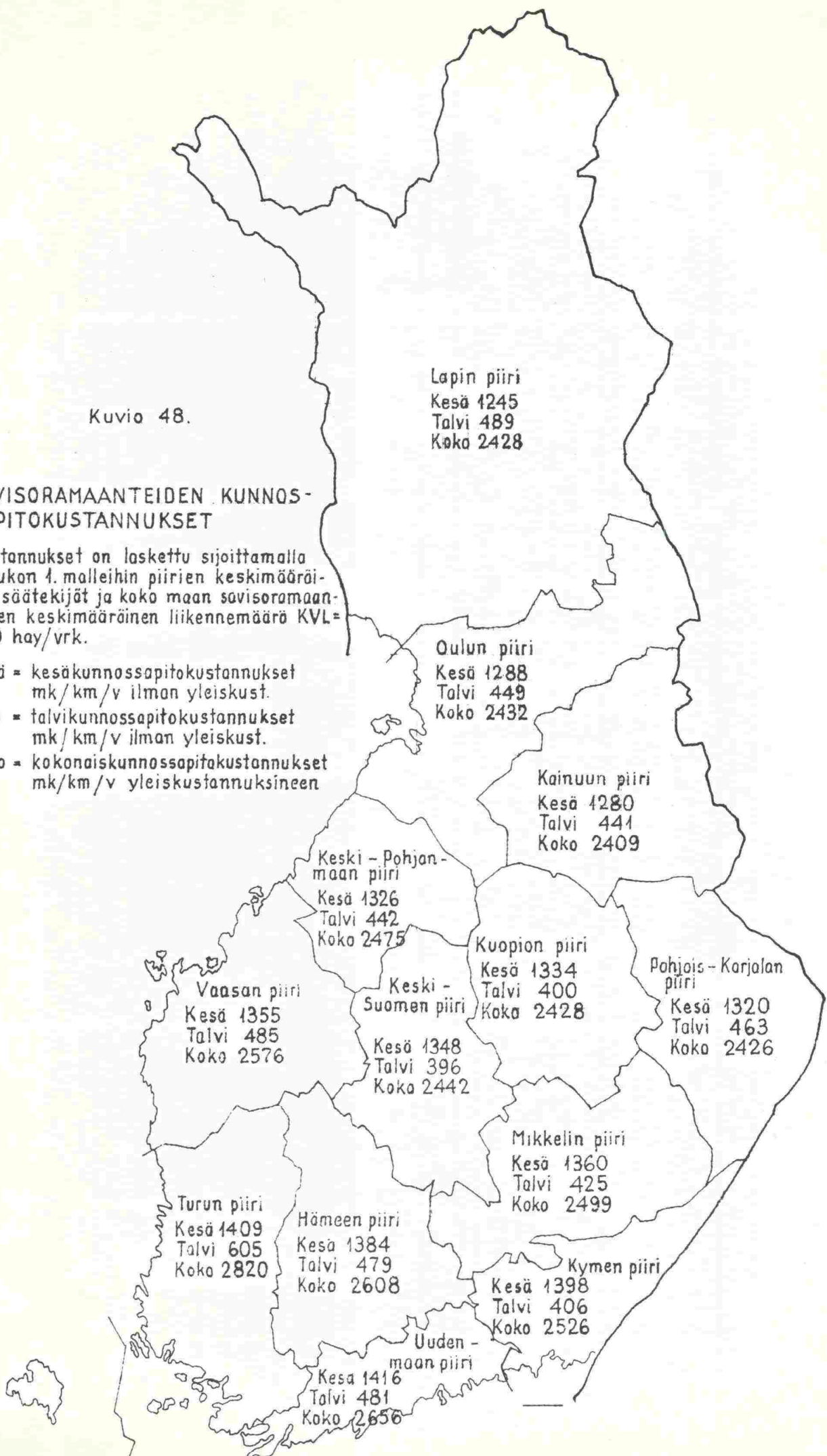
SAVISORAMAANTEIDEN KUNNOS- SAPITOKUSTANNUKSET

Kustannukset on laskettu sijoittamalla taulukon 4. malleihin piirien keskimääräiset säätelijät ja koko maan savisoramaanteiden keskimääräinen liikennemäärä KVL = 380 hay/vrk.

Kesä = kesäkunnossapitokustannukset
mk/km/v ilman yleiskust.

Talvi = talvikunnossapitokustannukset
mk/km/v ilman yleiskust.

Koko = kokonaiskunnossapitokustannukset
mk/km/v yleiskustannuksineen



Kuvio 49

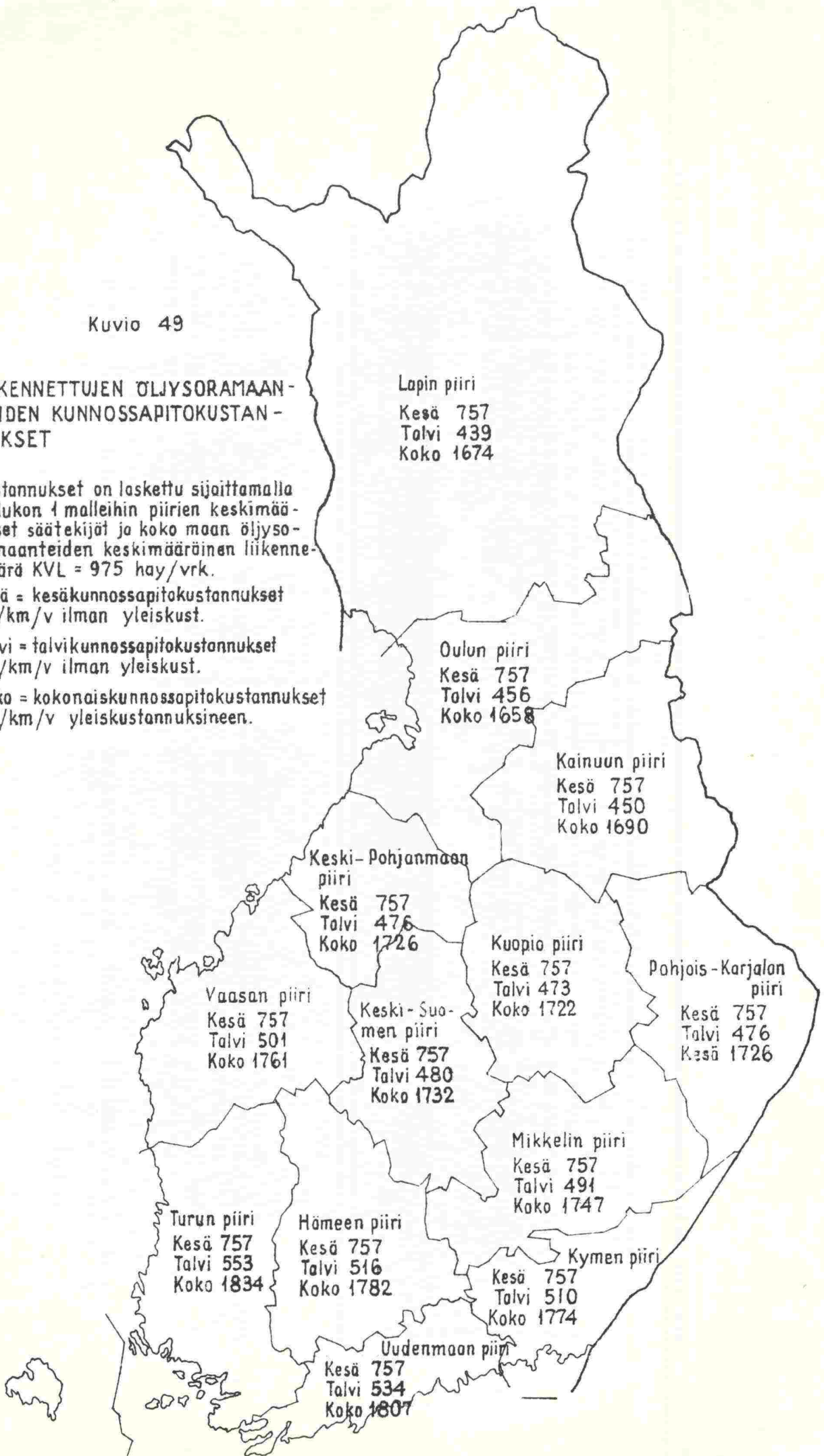
**RAKENNETTUJEN ÖLJYSORAMAAN-
TEIDEN KUNNOSSAPITOKUSTAN-
NUKSET**

Kustannukset on laskettu sijoittamalla taulukon 1 malleihin piirien keskimääräiset säätökijät ja koko maan öljysoramaanteiden keskimääräinen liikennemäärä KVL = 975 hay/vrk.

Kesä = kesäkunnossapitokustannukset mk/km/v ilman yleiskust.

Talvi = talvikunnossapitokustannukset mk/km/v ilman yleiskust.

Koko = kokonaiskunnossapitokustannukset mk/km/v yleiskustannuksineen.



Kuvio 50

KESTOPÄÄLLYSTETTYJEN MAANTEI- DEN KUNNOSSAPITOKUSTANNUKSET

Kustannukset on laskettu sijoittamalla taulukon 1.malleihin piirien keskimääräiset säätökijät ja koko maan kestopäällystettyjen maanteiden keskimääräinen liikennemäärä KVL = 5730 hay/vrk
Kesä = kesäkunnossapitokustannukset mk/km/v ilman yleiskust.

Talvi = talvikunnossapitokustannukset mk/km/v ilman yleiskust.

Koko = kokonaiskunnossapitokustannukset mk/km/v yleiskustannuksineen

Lapin piiri
Kesä 664
Talvi 788
Koko 2033

Oulun piiri
Kesä 730
Talvi 829
Koko 2143

Kainuun piiri
Kesä 719
Talvi 815
Koko 2148

Keski - Pohjan-
maan piiri
Kesä 790
Talvi 879
Koko 2337

Kuopion piiri
Kesä 801
Talvi 870
Koko 2339

Pohjois - Karjalan
piiri
Kesä 779
Talvi 879
Koko 2321

Vaasan piiri
Kesä 834
Talvi 938
Koko 2481

Keski - Suo-
men piiri
Kesä 823
Talvi 888
Koko 2395

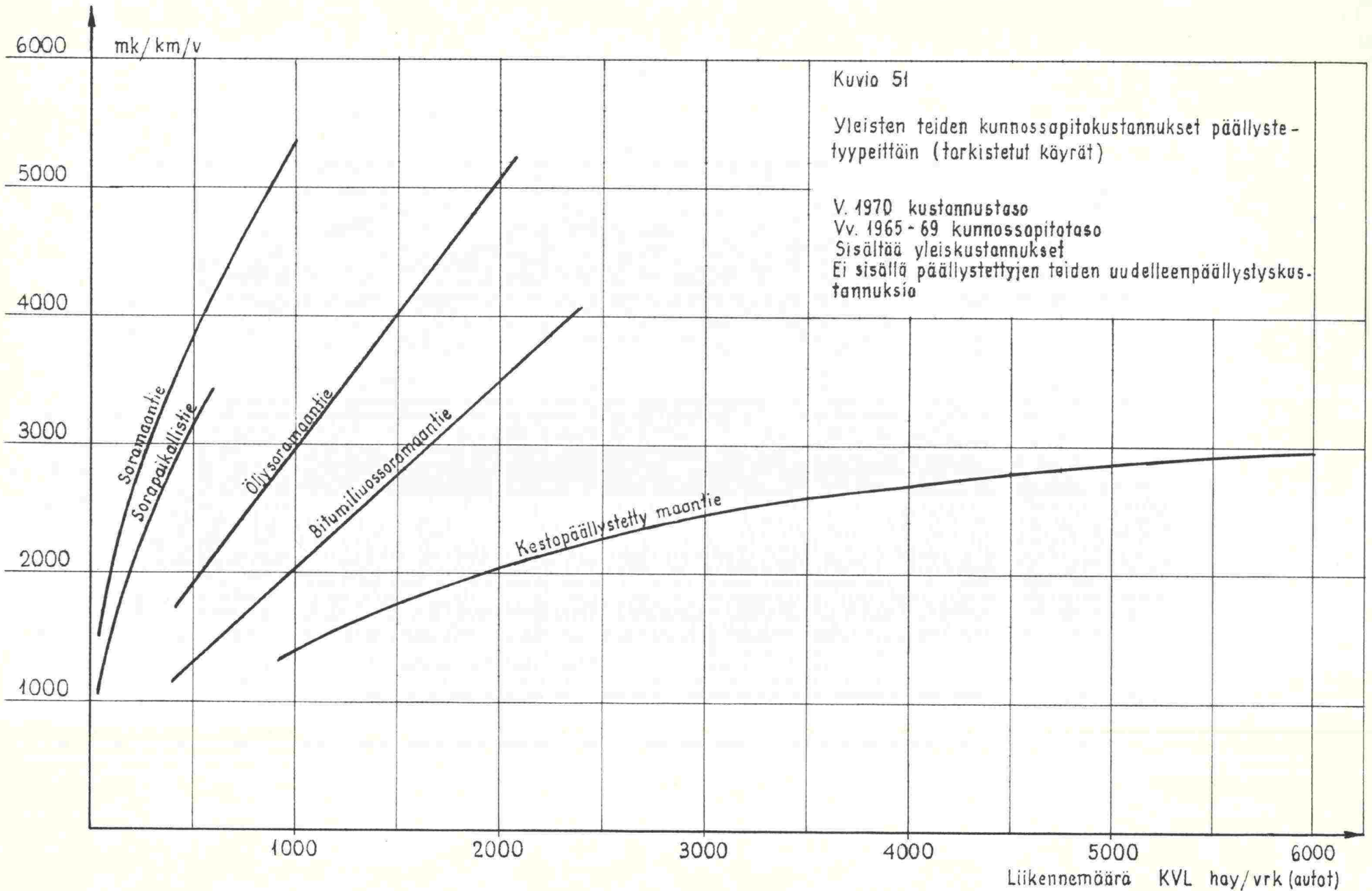
Mikelin piiri
Kesä 840
Talvi 915
Koko 2457

Turun piiri
Kesä 917
Talvi 1065
Koko 2775

Hämeen piiri
Kesä 879
Talvi 974
Koko 2594

Kymen piiri
Kesä 901
Talvi 915
Koko 2607

Uudenmaan piiri
Kesä 928
Talvi 1020
Koko 2727



560	Liikenteen ohjaus ja turvalaitteet.		
562	Kaiteiden teko ja kunnossapito — kaiteen rakentaminen paikkaan, missä aikaisemmin kaidetta ei ole ollut. Pylväiden oikaiseminen ja nosto. Parrun uusiminen ja korjaaminen ym. Maalaus. m = piirin koko määrä.	m	
565	Liikennemerkkien pystyttäminen ja kunnossapito — uusien tienviittojen ja liikennemerkkien sekä km-pylväiden hankinta ja vanhojen kunnossapito ym.		
569	Muut ohjaus- ja turvalaitteet — liikennesaarekkeiden, linja-autopysäkkien ja kaarreaitojen ym. rakentaminen ja kunnossapito. Ajouramerkinäät. Sulkulaitteet (lossilta ltk. 638) Valomerkit, liikennemajakat jne.		
570	Päälystetyn ajoradan teko ja kunnossapito.		
571	Kivipäälysteet — tasaus, puhtaanapito, hiekoitushiekan pois lakaiseminen jne. (Silloilla ja siltojen päissä olevat päälysteet merkitään litteralle 618.) km = piirin koko km-määrä 1. I tilastovuotena.	km	
572	Sementtibetonipäälysteet — laattojen nosto, saumojen täyttö, puhtaanapito, hiekoitushiekan pois lakaiseminen jne. (Silloilla ja siltojen päissä olevat päälysteet merkitään litteralle 618.) km = piirin koko km-määrä 1. I tilastovuotena.	km	
573a	Bitumpäälysteen teko — asfalttibetoni, sora-asfalttibetoni, bitumiliuosora, imeytys, terva, ym. — tarvittavat tarvaineet, massan valmistus tai hankinta, tielle ajo ja levitys sekä esityöt, kuten ojen puhdistus, routakohtien korjaus, ajoradan korottaminen jne. km = tehty km-määrä.	km	
573b	Bitumpäälysteen kunnossapito — litterassa 573 a:ssa mainittujen päälysteiden kunnossapito, kuten paikkaus, puhtaanapito, hiekoitushiekan pois lakaiseminen jne. (Silloilla ja siltojen päissä olevat päälysteet merkitään litteralle 618.) km = piirin koko km-määrä 1. I tilastovuotena.	km	
576	Päälystetyt jalkakäytävät (Silloilla olevat päälysteet merkitään litteralle 618.) km = piirin koko km-määrä 1. I tilastovuotena.	km	
577	Päälystetyt polkupyörätiet (Silloilla olevat päälysteet merkitään litteralle 618.) km = piirin koko km-määrä 1. I tilastovuotena.	km	
578	Päälystetyt yhdistetyt jalkakäytävät ja polkupyörätiet (Silloilla olevat päälysteet merkitään litteralle 618.) km = piirin koko km-määrä 1. I tilastovuotena.	km	
580	Sorapintaisten jalkakäytävien, polkupyöräteiden ja polkuteiden kunnossapito.		
581	Jalkakäytävät km = piirin koko km-määrä 1. I tilastovuotena.	km	
582	Polkupyörätiet km = piirin koko km-määrä 1. I tilastovuotena.	km	
583	Yhdistetyt jalkakäytävät ja polkupyörätiet km = piirin koko km-määrä 1. I tilastovuotena.	km	
584	Polkutiet km = piirin koko km-määrä 1. I tilastovuotena.	km	
600 Siltojen, lossien, alusten, rumpujen ja laivalaitureiden kunnossapito			
610	Siltojen kunnossapito		
612	Maatuet ja virtapilarit — kiviset, betoniset ja puiset		
613	Keilat ja uoma — keilojen kunnossapito ja uoman perkaaminen.		
614	Teräsoosat — maalaus ja kunnossapito.		
615	Päälysrakenteet — kivi-, betoni-, teräsbetoni- ja puuosien kunnossapito.		
618	Ajorata — kivi-, sementtibetoni-, bitumi-, puu- ym. ajoradan kunnossapito, myös puhtaanapito.		
620	Erikoissiltojen ja laivalaitureiden kunnossapito.		
621	Liikkuvat sillat — vartiointi, johteiden, pollarien, merkinantolaitteiden, sulkupuomien ym. kunnossapito. kpl = piirin koko määrä.	kpl	
622	Yhteiset maantie- ja rautatiesillat — vartiointi, sulkupuomien, vartiokojujen, kapsirakenteen ym. kunnossapito. Ajoradan puhtaanapito. kpl = piirin koko määrä.	kpl	
623	Purettavat sillat — kaikki menot, mitkä ao. työtä rasittavat. kpl = piirin koko määrä.	kpl	
624	Laivalaiturit — kaikki menot, mitkä ao. työtä rasittavat. kpl = piirin koko määrä.	kpl	
630	Lossien, alusten ja niiden laitteiden kunnossapito.		
631	Yleiset kustannukset — merkitään lossin kunnossapitoon kuuluvat yleismenot.		
632	Rakennukset — merkitään lossin kunnossapitoon kuuluvat rakennuksiin kohdistuvat menot.		
633	Varasto — merkitään lossin kunnossapitoon kuuluvat varastomenot.		
634	Käyttövoima — sähkövirta, poltto- ja voiteluaineet ym.		
635a	Moottorit ja voimansiirtolaitteet — kaikki menot, mitkä ao. työtä rasittavat.		
635b	Teräsköydet ja vinturit		
636	Lossit ja alukset — kalurit (pontoonit) ym. myös puulossien valmistus. kpl = piirin koko määrä.	kpl	
637	Kuljetus (myös venekuljetukset) — kuljettajien ja apumiesten palkat.		
638	Kiinteät laitteet — laiturit, kelkat, sulkupuomit, telakat ym. rakentaminen ja kunnossapito. Valaistus, hälytyslaitteet jne.		
639	Lossiväylät — lossiväylien ruoppaus, aallonmurtajien kunnossapito, lossiväylien avaus ja aukipito talvella, jääteiden viittoitus ja kunnossapito ym. km = piirin lossi- ja lauttaväylien yhteinen pituus 1. I tilastovuotena.	km	
640	Bumpujen kunnossapito.		
642	Betoniputkirummut — uusiminen, korjaus ja kunnossapito. kpl = piirin koko määrä.	kpl	
644	Aaltolevyrummut — uusiminen, korjaus ja kunnossapito. kpl = piirin koko määrä.	kpl	
646	Kivirummut — uusiminen, korjaus ja kunnossapito. kpl = piirin koko määrä.	kpl	
648	Puurummut — uusiminen, korjaus ja kunnossapito. kpl = piirin koko määrä.	kpl	
700 Yleisten teiden talvikunnossapito			
710	Kinostimet — hankinta, valmistus, pystytys, nosto ja poisto, myös kuljetukset sekä seipäiden hankinta. m = piirin kokonaismäärä.	m	
720	Ajoradan puhtaanapito.		
721	Auraus omilla koneilla	jk m	
722	Auraus vuokrakoneilla	jk m	
724	Lumen poistaminen lumilingoilla	jk m	
730	Ajoradan taasaus		
731	Höyläys omilla koneilla	jk m	
732	Höyläys vuokrakoneilla	jk m	
733	Lanaus omilla koneilla	jk m	
734	Lanaus vuokrakoneilla	jk m	
740	Iluikkaan kelin torjunta.		
741	Hiekoitus — kaikki menot, mitkä ao. työtä rasittavat, esim. hiekan hankinta, seulominen, kuormausta ja kuljetus silloon tai avovarastoon, vuorisuolan sekoittaminen, kuormausta ja kuljetus sillosta, avovarasosta tai kuopasta sekä levitys tielle ym. km = käsitellyn tien pituus riippumatta käsittelyjen lukumäärästä. m ³ = tielle levitetty määrä.	km, m ³	
742	Vesihiekoitus — kaikki menot, mitkä ao. työtä rasittavat, esim. hiekan hankinta, seulominen, kuormausta ja kuljetus silloon tai avovarastoon, kuormausta ja kuljetus sillosta, avovarasosta tai kuopasta tielle sekä veden ajo ym. km = käsitellyn tien pituus riippumatta käsittelyjen lukumäärästä. m ³ = tielle levitetty hiekkamäärä.	km, m ³	
749a	Vuorisuolan hankinta — kaikki menot, mitkä ao. työtä rasittavat, esim. hankinta, rahatit, kuormausta, kuljetus, varastointi, siirrot ym. Eiikkaan sekoittaminen ja tielle levitys kuormauksineen ja kuljetuksineen litteralle 741. Vuoden vaihteessa varastoon jäävä määrä (t) ja hinta (mk) jää kortille merkinnällä "varasto 31. 12." 749b Vuorisuolan käyttö — hiekkain sekoittaminen, pelkin vuorisuolan käyttö, tielle levitys kuormauksineen ja kuljetuksineen litteralle 741. t = varasto vuoden alussa + hankinnat vuoden aikana — varasto vuoden lopussa = vuoden kulutus.	t	
750	Erityisten talviteiden kunnossapito.		
752	Viittoitus ja auraus km = piirin koko km-määrä 1. I tilastovuotena.	km	
753	Liikenteen välittämisen raitioje ylläpito — raitiosiltojen, vartio- ja odotussuojien valmistus ja kunnossapito, raitiosuojien kuljetus ja kunnossapito, venekuljetukset ym.		
760	Sekalaiset talvikunnossapitotyöt Lumen luonti, toimenpiteet kuohjään (paanteen) estämiseksi ja poistamiseksi, hydedtulvien ehkäiseminen, jäiden räjyttäminen, järjestytyt rumpujen käytymisen estämiseksi, rumpujen sulattaminen, tienreunojen merkitseminen ym.		
770	Jalkakäytävien, polkupyöräteiden ja polkuteiden talvikunnossapito.		

Liite 2.

TARKKAILUTEIDEN KUSTANNUSTIETOJEN TIETOKONEKÄSITTELY

Tietokonekäsitteily suoritettiin usean muuttujan regressioanalyysillä (IBM:n ohjelma). Moottoriteiden ja paikallisteiden kustannustiedot jätettiin tietokonekäsitteilyn ulkopuolelle.

Eri kustannusryhmien selittäjinä kokeiltiin seuraavia suureita, joista karsinnan jälkeen parhaimmat valittiin lopullisiin malleihin:

Liikennetekijät

1. Kevyt liikenne HA + PA, henkilöautojen ja pakettiautojen lukumäärä vuorokaudessa.
2. Raskas liikenne LA + KA, linja-autojen ja kuorma-autojen lukumäärä vuorokaudessa.
3. KAP, perävaunullisten kuorma-autojen lukumäärä vuorokaudessa.
4. KA, kuorma-autojen lukumäärä vuorokaudessa
5. LA + KAIP, linja-autojen ja perävaunuttomien kuorma-autojen lukumäärä vuorokaudessa.
6. KVL autot, autojen lukumäärä vuorokaudessa.
7. KVL hay, henkilöautoyksikköjen lukumäärä vuorokaudessa.
8. AUTOT BRTN, autojen määrä vuorokaudessa bruttotonneina.
9. KKVL AUTOT, kesän keskimääräinen vuorokausiliikenne (autojen lukumäärä).
10. KKVL HAY, kesän keskimääräinen vuorokausiliikenne henkilöautoyksikköinä.

Päällyste

11. Päällysteen ikä (v.)
12. (Päällysteen ikä) x (KVL HAY)
13. Päällysteen leveys (m).

14. Pientareiden yhteenlaskettu leveys (m).

Sää (yleensä 30 vuoden keskiarvoja).

15. Lumisadepäivien (yli 0,1 mm vetenä) lukumäärä vuodessa (kyseisenä kustannustarkkailuvuonna).
16. Sadepäivien (yli 1 mm) lukumäärä touko-syyskuussa (kyseisenä kustannustarkkailuvuonna).
17. Niiden päivien lukumäärä, jolloin vuorokausikeskiarvo on alle $-5,0\text{ C}^{\circ}$.
18. Termisen kasvukauden pituus vrk.
19. Lumipeitteen vesiarvo 15.III. mm.
20. Vuoden lumisademäärä mm.
21. Lumipeitteen kesto aika vrk.
22. Termisen talven (alle 0 C°) pituus vrk.
23. Pakkasmäärä $\text{C}^{\circ}\text{x vrk}$.

Muut selittäjät

24. Paikkakuntakalleusluokka
23. Pidetäänkö tie sulana suolan avulla (1=kyllä, 0=ei).
24. Tie- ja vesirakennuspiirin saven käyttö $\text{m}^3/\text{km}/\text{v}$, vuosien 1963-66 keskiarvo.

Aluejako

Lisäksi tutkittiin, miten kunnossapitokustannukset riippuvat tieosan sijainnista. Tätä varten jaettiin aineisto kolmeen osaan seuraavasti:

Osa A = U, T, H, Ky-piirit

B = M, Ku, K-S, K-P, V

C = P-K, O, Kn, L

Selitettävänä kustannuksina olivat:

Savisoramaanteilla

1. Saven käyttö (littera 511, ks. liite 1.)
2. Sora ja murskesora (512 + 513)
3. Pölynsidonta (520)
4. Lanaus ja höyläys (530)
5. Savisorakulutuserroksen kunnossapito yhteensä (1.-4. yht.)
6. Routavauriokohtien korjaus (553).

Kestopäälystetyillä teillä ja öljysorateilla.

7. Päälysteen kunnossapito (573 b tai 543 b)

Kaikilla teillä

8. Liikenteen ohjaus- ja turvalaitteet (560)
9. Muut kesäkunnossapitotyöt (559)
10. Auraus (720)
11. Talvihöyläys (730)
12. Liukkaudentorjunta (740)
13. Muut talvikunnossapitokustannukset
14. Kesäkunnossapitokustannukset yhteensä
15. Talvikunnossapitokustannukset yhteensä
16. Kokonaiskunnossapitokustannukset yhteensä.

Tietokonekäsitteily

Jo ensimmäisen tietokoneajon jälkeen osoittautui, että luotettavien käyräviivaisten riippuvuuksien löytäminen kustannusten ja jonkin selittäjän välille on kustannusten suuren hajonnan vuoksi vaikeaa. Yritettäessä esim. laskea savisorateiden kokonaiskunnossapitokustannuksille toisen asteen käyrää saatiin tulokseksi paraabeli, jonka huippu oli 1100 hay:n kohdalla. Tämä johtui siitä, että savisorateilla ei ollut

paljon tätä suurempia liikennemääriä ja ko. käyrän ennen huippua oleva osa sopi pistejoukkoon parhaiten. Tällainen käyrä ei ole maksimikohdan esiintymisen takia tarkoituksenmukainen. Koska kustannusfunktiossa esiintyvä käyryys on graafisenkin tarkastelun perusteella varsin vähäistä, tyydyttiin malleja valittaessa tutkimaan riippuvuuksia suoraviivaisesti ja kokeiltavat mallit olivat aina muotoa:

$$K_i = a_{1i} X_1 + a_{2i} X_2 + a_{3i} X_3 + \dots$$

$$K_i = \text{kustannukset mk/km.v}$$

$$X_j = \text{selittäjiä}$$

Laskennassa käytettiin valikoivaa regressioanalyysiä. Ohjelma valitsi F-testin perusteella sen selittäjän, josta selitettävät kustannukset voimakkaimmin riippuvat. Näin saatiin malli, jossa oli vain yksi selittäjä. Seuraavalla askeleella ohjelma valitsi seuraavaksi voimakkaamman selittäjän toiseksi selittäjäksi jne. Kun ei enää löytynyt uusia selittäjiä, joiden F-arvo olisi ollut suurempi kuin 2,00, ei selittäjiä lisätty. (Kun $F=2,00$ on noin 5 % todennäköisyys sille, että löydetty riippuvuus on vain sattuman aiheuttamaa, eikä siis aiheudu kyseisestä selittäjästä).

Jokaisella askeleella saatiin siis yksi uusi malli. Saatujen kertoimien luotettavuutta tutkittiin joka askeleella t-testin avulla. Jos selittäjän kertoimen $t=2,00$ on olemassa 5 % todennäköisyys sille, että kerroin on vain sattuman vaikutuksesta saanut kyseisen nolosta poikkeavan arvon. Jos $t=2,6$ on em. todennäköisyys 1 % ja jos $t=3,4$ on em. todennäköisyys 0,1 %. Karsintarajana käytettiin $t=2,00$, mutta hyvin yleisesti t-arvot olivat yli 3,00.

Ensimmäisenä pakollisena selittäjänä käytettiin yleensä liikennemäärää KVL hay, muut annettiin ohjelman itse poimia. Merkitseviä selittäjiä löytyi yleensä 3-4 kpl toisinaan jopa 6-7 kpl. Osoittautui, että varsinkin säätelijöiden kohdalla oli selittäjien poiminta-

järjestys ja selittämiskoikeus varsinkin vaihtelevaa. Esim. aurauksen kohdalla saattoi ohjelma valita selittäjiksi kestopäällystetyillä teillä liikennemäärän, lumipeitteen vesi-arvon ja lumisademäärän. Savi-
sorateilla taas voivat parhaat selittäjät olla lumisademäärä, talven pituus ja pakkaspäivien lukumäärä. Tämä johtui siitä, että eräät selittäjät olivat keskenään yhtähyviä ja valinta näin ollen riippui sattumasta. Käyttökelpoisten ja yhdemukaisten mallien saamiseksi oli selittäjistä valittava sopivimmat, joita sitten käytettiin pakollisina selittäjinä. Kokonaisliikennemäärää kuvaamaan kokeiltiin viittä erilaista vaihtoehtoista suuretta. Paremmuusjärjestykseksi saatiin korrelaatiokertoimen ja F-testisuureen perusteella:

1. KVL hay
2. Autot brtn
3. KVL autot
4. KKVL hay
5. KKVL autot

Liikennetekniikassa yleisesti käytetty henkilöautoyksikkö osoittautui siis parhaimmaksi selittäjäksi myöskin kunnossapitokustannuksille. Kesäliikennettä kuvaavat kaksi viimeistä selittäjää osoittautuivat selvästi heikommiksi selittäjiksi kuin koko vuoden liikennettä kuvaavat ensimmäiset kolme selittäjää. Lopullisia malleja laskettaessa käytettiinkin liikennemääräselittäjänä vain suuretta KVL hay, ja muut neljä selittäjää karsittiin pois.

Muita huonoja selittäjiä olivat lumisadepäivien lukumäärä, sadepäivien lukumäärä touko-syyskuussa ja paikkakuntakalleusluokka. Lumisadepäivien lukumäärää pyrittiin käyttämään auraukustannusten selittäjänä, mutta korrelaatio jäi heikoksi, johtuen siitä, että lumisadepäiväksi lasketaan jo 0,1 mm vettä vastaava lumisademäärä, kun auraukseen vaaditaan noin 20-kertainen lumisademäärä. Sadepäivien lukumäärä touko-syyskuussa ei myöskään ollut tyydyttävä selittäjä saviorakulutuserroksen kunnossapidon osakustannuksille (höyläys,

lanaus, pölynsidonta). Tässäkin oli ilmeisesti syynä sademäärärajan alhaisuus, 1 mm, mikä tuskin vielä kastelee savisoratietä merkittävästi. Sadepäivien jakaantuminen erilaisiin jaksoihin vaikuttaa myöskin asiaan. Yleensä on todettava, että yleiset säätilastot eivät hyvin sovellu kunnossapidon tarpeisiin. Paikkakuntakalleusluokka antaa täysin harhaanjohtavia regressiomalleja eri kustannuksille, koska se korreloi vahvasti useiden säätekijöiden kanssa (Lapin kalliit kunnat ja ankara talvi). Tien sulanapidon vaikutusta liukkaudentorjuntakustannuksiin ei myöskään saatu selville.

Muut säätekijät olivat kohtalaisen hyviä selittäjiä eri osakustannuksille. Niistäkin otettiin lopullisiin malleihin kuitenkin vain 3 kappaletta. Pois jätettiin lumipeitteen vesiarvo, lumipeitteen kesto-aika, kasvukauden pituus ja pakkasmäärä. Lumipeitteen vesiarvo antoi yleensä muutamaa sadasosaa parempia korrelaatiokertoimia eri talvikunnossapitokustannuksille kuin lumisademäärä, mutta vuoden lumisademäärä valittiin lopullisiin malleihin, koska se on loogisempi ja tunnetumpi sääsuure kuin maaliskuun 15 päivänä mitattu lumipeitteen vesiarvo. Lumipeitteen kesto-aika ja termisen talven pituus olivat suunnilleen yhtä hyviä selittäjiä. Niistä valittiin jälkimmäinen, koska sen mittaus on yksikäsitteinen ja koska lumipeitteen kesto-aika aukeilla on aivan eri asia kuin teiden lumi- tai jääpeitteen kesto-aika. Kaarteisuuden ja mäkisyyden vaikutus kunnossapitokustannuksiin nähdään rakennettujen ja rakentamattomien öljysorateiden välisistä eroista eräiden töiden kohdalla.