

Tielaitos

Vesa Männistö, Tiina Salmela

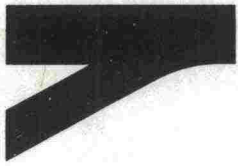
Ylläpitostrategioiden tietotuki: analyysi HIPS - ohjelmistolla

**Tielaitoksen
sisäisiä
julkaisuja**

14/1993

Helsinki 1993

Tutkimuskeskus



24.5.1993

93/20/Tk-59

Jakelussa mainituille

TIEVERKON YLLÄPITOSTRATEGIOITA TUKEVA SELVITYS

Lähetämme tiedoksenne 2 kpl tielaitoksen sisäisiä julkaisuja "Ylläpitostrategioiden tietotuki: analyysi HIPS-ohjelmistolla". Julkaisu on tulos projektista, jossa HIPS:iä käyttäen analysoitiin tieverkon nykyistä ja tavoitteellista kuntoa ja tutkittiin mm. eri budjettivaihtoehtojen vaikutusta tieverkon tulevaan kuntoon.

Selvityksessä todetaan mm. että kestopäällysteisten teiden nykyinen pintakunto on optimitilaa parempi. Öljysorapäällysteinen tieverkko taasen on optimikuntoa huonommassa tilassa.

Projektin tuloksia käytettiin hyväksi laitoksen vuoden 1994 kunto-tavoitteen ja vuoden 1997 päämäärän määrittelyssä.

Julkaisuja voi tilata tielaitoksen hallinnon palvelukeskuksesta.

Lisätietoja selvityksestä saa tutkimuskeskuksesta Kari Hiltuselta, puh. 90 - 1487 2633 ja Vesa Männistöltä puh. 90 - 1487 2673.

Apulaisjohtaja
Tutkimuskeskus

Martti Mäkelä

LIITE

Ylläpitostrategioiden tietotuki: analyysi HIPS-ohjelmistolla,
Tielaitoksen sisäinen julkaisu 14/1993, TIEL 4000031

JAKELU

Ylijohtaja
E Koskinen, J
Tiepiirit ja maakuntakonttorit
E, Ts, Gk, Tk
Männistö ja Salmela, Tk

K Hiltunen/KJH

Tielaitoksen sisäisiä julkaisuja
14/1993

**Ylläpitostrategioiden tietotuki:
analyysi HIPS - ohjelmistolla**

Tielaitos
Tutkimuskeskus

Helsinki 1993

TIEL 4000031
Painatuskeskus Oy
Helsinki 1993

Julkaisua myy:
Tielaitos, hallinnon palvelukeskus,
painotuotemyynti
Telefax (90) 1487 2652

Tielaitos

Opastinsilta 12 A
PL 33
00521 HELSINKI
Puh. vaihde (90) 148 721

Asiasanat: PMS, Ylläpitostrategia

TIIVISTELMÄ

Tielaitoksessa on kehitetty päällystettyjen teiden ylläpitovaihtoehtojen tarkasteluun HIPS-järjestelmä (Highway Investment Programming System). Järjestelmällä analysoidaan koko maan päällystettyjen teiden ylläpitovaihtoehtojen yhteiskuntataloudellista kannattavuutta. Sen tulosten pääasiallisia käyttäjiä ovat tielaitoksen tuotannon strategisesta suunnittelusta vastaavat yksiköt, joskin järjestelmän tuloksia voidaan soveltaa myös yksittäisissä piireissä.

HIPS-järjestelmä sisältää tieverkkotasoisia malleja tien rappeutumisesta, toimenpiteiden vaikutuksista sekä ylläpito- ja ajokustannuksista. Malleja on kuusi kummallekin päällysteryhmälle (Ab/Ös), taustamuuttujina käytetään alue- ja KVL-luokkakajakoja. Malleissa käytetään tien kunnan kuvaamiseksi neljää luokiteltua kuntomuuttujaa.

Tämän raportin analyysit on jaettu kahteen osaan. Ensimmäisessä osassa esitellään lyhyesti HIPS-järjestelmän viimeisimmät lähtötiedot: tien kuntoa kuvaavat muuttujat ja niiden luokkarajat, käytetyt nykykuntojakaumat, toimenpidevaihtoehdot sekä ajokustannukset. Toisessa osassa esitetään HIPS-järjestelmällä saatuja perustuloksia. Pitkän aikavälin analyysin eli tavoittilan muodostamisen lisäksi esitetään erilaisia lyhyen aikavälin analyyskejä: 1) ilman budjettirajoitusta, 2) budjettirajoituksilla 700-1100 miljoonaa, 3) nykykunnan ylläpito, 4) ilman rakenteen parantamistoimenpiteitä, 5) ilman ajokustannuksia ja 6) ilman toimenpiteitä. Eri strategioiden vertailu tehdään kokonaiskustannusten (ylläpito- ja ajokustannukset) suhteen.

Pitkän tähtäimen tulokset osoittavat, että AB-teillä urat ja vauriot ovat optimitilaa paremmassa kunnossa ja kantavuus sekä tasaisuus pääosin huonompia. Ös-teillä tilanne on jokaisen kuntomuuttujan suhteen jonkin verran optimin alapuolella.

Lyhyen tähtäimen analyysien tulokset ovat pääosin edellisten vuosien tuloksien kaltaisia: pitkällä tähtäimellä (yli 8 v.) ajateltuna reilu investointi (noin 2 Mrd markkaa) ensimmäisenä vuotena tuottaa parhaimman tuloksen. Budjettiltaan rajoitetut vaihtoehdot ovat 8 vuoden ajalla taloudellisessa mielessä hyviä, jos rakenteen kunnan parantamisesta joustetaan muutaman vuoden jänteellä. Vastaavasti tiukka nykykuntopolitiikka on hyvä vain erittäin lyhyellä tähtäimellä. Ab-teillä parhaat vaihtoehdot ovat ne, joissa kuntotavoitteena on pt-optimi ja budjetti on tasolla 550-650 Mmk/vuosi. Ös-teillä vastaavasti ne, joissa tavoitteena on pt-optimi ja budjettitasona vähintään n. 440 Mmk.

Lopuksi voidaan todeta, että tiestö on urien osalta niin hyvässä kunnossa, että kunnossapitoponnistukset olisi lähivuosina kannattavaa suunnata ensisijaisesti kantavuuden ja tasaisuuden parantamiseen.

Keywords: PMS, Maintenance strategy

SUMMARY

The Finnish National Road Administration has developed a Highway Investment programming system (HIPS) to study alternatives in road maintenance. System analyzes social economic profitability of alternative maintenance of paved roads. Main users of the results are FinnRas units, which are responsible for strategic planning, but the results can also be applied by a single Road district.

HIPS includes network level models of pavement deterioration, influence of actions, agency costs and user costs. 6 models have been constructed for both pavement types (AC/OG) using environmental and traffic characteristics as background variables. 4 classified variables are used in models to describe the road condition.

The analysis of this report has been divided into 2 parts: The first part introduces shortly the latest input data: variables describing road condition and their class limit, current condition, action alternatives and user costs. The second part presents the basic results made by HIPS: long term analysis, forming a long term steady state and different short term analysis: 1) unlimited budget, 2) 700-1000 million FM budget, 3) maintaining current condition, 4) without improving a road structure, 5) without user costs and 6) without any actions. Comparison between different strategics is made concerning total costs.

Long term results indicate that in AC-roads defects and ruts are in condition better than optimal state and roughness and bearing capacity mainly below it. In OG-roads the situation is somewhat below the optimal state.

Short term analysis indicate mainly same things that analysis made in previous years: while thinking long term target (more than 8 years) a large investment (about 2 billion FM) in the first year will provide best results. The alternatives with limited budgets are in 8 years period of time economically good if improvement of road structure is flexible for couple of years. Correspondingly a strict current condition policy would be good only for a very short target. Best alternatives in AC-roads are those with steady state as condition target and 550-650 million FM budget a year. In OG-roads those with steady state as a target and at least 440 million FM budget a year.

Eventually can be stated that concerning the ruts are roads in so good condition that it would be profitable to direct the maintenance primarily to improvement of roughness and bearing capacity.

Sisältö	
Symboli- ja lyhenneluettelo	8
1 YLEISTÄ	9
2 YLEISTÄ HIPS-JÄRJESTELMÄSTÄ	9
3 TIEN TILAA KUVAAVAT MUUTTUJAT JA LUOKKARAJAT	10
3.1 Aluejako	10
3.2 Liikennemäärä ja tiestön pituus	10
3.3 Tien tilan kuvaajat	11
3.3.1 Kantavuus	12
3.3.2 Tasaisuus	13
3.3.3 Urat ja poikittainen epätasaisuus	14
3.3.4 Vauriot	16
4 NYKYKUNTOJAKAUMAT	17
5 TOIMENPIDEVAIHTOEHDOT	17
5.1 Yleistä	17
5.2 Sallitut tilat ja toimenpiteet	18
6 AJOKUSTANNUKSET	19
6.1 Ajokustannusten laskentaperusteet	19
7 TIEN KUNNON RAPPEUTUMINEN	20
8 PERUSTULOKSET VUONNA 1993	20
8.1 Yleistä	20
8.2 Pitkän aikavälin tulokset (pt-tulokset)	21
8.2.1 Perustulokset	21
8.2.2 Kuntorajoitusten vaikutus pt-tuloksiin	26
8.3 Lyhyen aikavälin tulokset (lt-tulokset)	27
8.3.1 Ilman budjettirajoitusta	27
8.3.2 Budjettirajoitus ja budjetin jako varjohinnan avulla	28
8.3.3 Budjettirajoitus 1.1 Mrd.	31
8.3.4 Budjettirajoitukset 700 - 1000 miljoonaa	32
8.3.5 Nykyisen kuntotilan ylläpito	33
8.3.6 Ilman rakenteen parantamistoimenpiteitä	34
8.3.7 Ilman mitään toimenpiteitä	34
8.3.8 Ilman ajokustannuksia	35
8.3.9 Eri ylläpitovaihtoehtojen vertailu	36
9 LOPUKSI	38
KIRJALLISUUSLUETTELO	40
LIITTEET	41

SYMBOLI- JA LYHENNELUETTELO

TIEL	Tielaitos
Ab	kestopäällyste, asfalttibetoni
Ös	kevytpäällyste, öljysora
KAb	kevytasfalttibetoni
ÖsRC	Öljysora (recycle)
PMS	Pavement Management System
HIPS	Highway Investment Programming System
KURRE	Kuntotietorekisteri
S	south, etelä-Suomi, piirit U, T, H, Ky ja V
N	north, muu Suomi, piirit M, PK, Ku, KS, KP, O, Kn ja L
H, High	Vilkkaat tiet: Ab-tiet KVL > 6000 ja Ös-tiet KVL > 800
M, Med	Keskim. tiet: Ab-tiet 1500 < KVL < 6000 ja Ös-tiet 350 < KVL < 800
L, Low	Hiljaiset tiet: Ab-tiet KVL < 1500 ja Ös-tiet KVL < 350
HA	henkilöauto
KA	kuorma-auto
VS	vauriosumma
IRI	International Roughness Index [mm/m]
kmk	1000 markkaa

1 YLEISTÄ

Tielaitoksen uusi tulosohjaus ja tuotepakettien tilaaminen piireiltä edellyttävät tieverkon ylläpitotarpeen entistä tarkempaa hallintaa. PMS- ja kuntotietojärjestelmät tarjoavat yhden tarkastelutavan erilaisen strategioiden vertailuun. Tieverkkotason järjestelmä HIPS on tarkoitettu juuri pitkän aikavälin tarkasteluihin, joissa selvitetään erilaisten strategioiden vaikutusta ylläpidon rahoitustarpeeseen. Kuntotietojärjestelmän, KURREn, avulla voidaan tutkia lisäksi tiestön nykykuntoa ja sen historiaa.

Tässä tutkimuksessa tutkitaan päällystetyn (Ab+Ös) tieverkon kunnan kehittymistä ja ylläpitovaihtoehtoja HIPS-järjestelmällä ja haetaan tukea pitkän ja keskipitkän aikavälin tarkasteluihin. Analyyseissä vertaillaan eri budjettitasojen, kuntorajoitusten sekä muiden lähtötietojen vaikutusta tuloksiin.

Tutkimus jakaantuu seuraaviin osiin:

- tarvittavien lähtötietojen kuvaus
- pitkän tähtäimen analyysi (Long-term)
- lyhyen tähtäimen analyysi (Short-term)
 - budjettisimulointi
 - kuntotavoitesimulointi
 - toimenpiderajoitussimulointi

Tämän raportin ovat koonneet tielaitoksen tutkimuskeskuksen tuotannon ohjausjärjestelmät -ryhmästä FM Vesa Männistö ja tekn.yo Tiina Salmela. Tilaajana on toiminut tielaitoksen keskushallinnon Tienpidon suunnittelu -yksikkö; yhteyshenkilöinä DI Juhani Pulkkanen ja DI Jyri Mustonen.

2 YLEISTÄ HIPS-JÄRJESTELMÄSTÄ

HIPS on yksi tieverkon rakenteellista ylläpitoa tukevista tielaitoksen ohjausjärjestelmistä. Sen avulla voidaan asettaa tieverkon kunnolle pitkän aikavälin tavoite ja lyhyen aikavälin tavoiteasettelulla on mahdollista ohjata tieverkon kuntotila tämän päivän tilasta valittuun tavoitetilaan.

Ohjelmiston kehittäminen aloitettiin vuonna 1987. Ensimmäinen tuotantoversio HIPS 1.0 valmistui vuonna 1989. Nyt käytössä oleva versio on HIPS 2.0. Ohjelmiston toimintaperiaatteet on kuvattu mm. kirjallisuusviitteissä Talvitie &al. (1988b), CSI (1989), Thompson &al. (1989) sekä Äijö &al. (1990). Käytettävien tietojen perusteet on selitetty tarkemmin raporteissa Tiehallitus (1991a) ja (1991b).

3 TIEN TILAA KUVAAVAT MUUTTUJAT JA LUOKKARAJAT

3.1 Aluejako

Suomen tieverkko on jaettu kahteen alueeseen. Jako on tehty, koska tiestön kunnan muuttuminen, tien ylläpitokustannukset ja ajokustannukset eroavat toisistaan eri puolilla maata. Jako noudattaa pääasiassa sulan maan kauden pituuseroja.

Taulukko 1. Tiepiirien jako alueisiin.

<i>Alue</i>	<i>Tiepiirit</i>
etelä-Suomi	Uusimaa, Turku, Häme, Kymi ja Vaasa
muu Suomi	Mikkeli, Pohjois-Karjala, Kuopio, Keski-Suomi, Keski-Pohjanmaa, Oulu, Kainuu ja Lappi.

Uudet piirimuutokset tulevat muuttamaan tätä jakoa jonkin verran. Näissä analyyseissä muutoksia ei ole vielä huomioitu.

3.2 Liikennemäärä ja tiestön pituus

Tiestö on jaettu päällysteittäin kolmeen liikennemääräluokkaan. Luokkarajoina on sovellettu tielaitoksen yleistä hoitoluokkajaottelua. Taulukossa 2 on esitetty kesto- ja kevytpäällystettyjen teiden tiepituu-
det alueittain kussakin liikennemääräluokassa. Jako eri liikennemääräluokkiin on tehty tierekisterin 1.1.1993 tiepituuksien perusteella. Pituudet ilmoitetaan keskiviivapituuksina ellei muuta mainita.

Taulukko 2. Tiestön pituus päällysteen, alueen ja liikennemäärän mukaan 1.1.1993 (kaksiajorataiset kaksinkertaisina) [km]

		Ab	Ös
KVL < 1 500 (< 350)	etelä-Suomi	2903	3858
	muu Suomi	2278	8199
	<i>yhteensä</i>	<i>5181</i>	<i>12057</i>
KVL 1 500 - 6 000 (350 - 800)	etelä-Suomi	5171	4458
	muu Suomi	3791	6404
	<i>yhteensä</i>	<i>8962</i>	<i>10862</i>
KVL > 6 000 (> 800)	etelä-Suomi	1970	1869
	muu Suomi	602	2763
	<i>yhteensä</i>	<i>2572</i>	<i>4632</i>
	<i>Kaikki yhteensä</i>	<i>16715</i>	<i>27552</i>

Päällysteen, alueen ja liikennemäärän muodostamien osa-alueiden liikennesuoritetta kuvataan osa-alueiden keskimääräisellä vuorokausiliikenteellä (taulukko 3).

Taulukko 3. Keskimääräinen liikenne eri liikennemääräluokissa
 1.1.1993 [ajoneuvoa/vkr].

Ab-tiet		HA	KA	Yhteensä
KVL < 1 500	etelä-Suomi	808	88	896
	muu Suomi	912	112	1024
KVL 1 500 - 6 000	etelä-Suomi	2779	355	3134
	muu Suomi	2593	314	2907
KVL > 6 000	etelä-Suomi	10408	1168	12216
	muu Suomi	9087	940	10027
Ös-tiet		HA	KA	Yhteensä
KVL < 350	etelä-Suomi	202	21	223
	muu Suomi	183	18	201
KVL 350 - 800	etelä-Suomi	491	49	540
	muu Suomi	486	48	534
KVL > 800	etelä-Suomi	1114	97	1211
	muu Suomi	1102	96	1198

Keskimääräiset liikennemäärät ovat pysyneet suunnilleen ennallaan vuodesta 1991 lähtien. Suurin yksittäinen muutos on noin +3 prosenttia (Ab-tiet, etelän vilkasliikenteiset tiet).

3.3 Tien tilan kuvaajat

Tien tilaa kuvaavat muuttujat ovat Ab-teillä *kantavuus* (K), *tasaisuus* (T), *urat* (U) ja *vauriot* (V) ja Ös-teillä *kantavuus* (K), *tasaisuus* (T), *poikittainen epätasaisuus* l. *uraisuus* (U) ja *vauriot* (V).

Kantavuus on Ab-teillä jaettu viiteen luokkaan (0=paras, 4=huonoin) ja Ös-teillä neljään luokkaan (0=paras, 3=huonoin). Kaikki muut muuttujat on luokiteltu kolmeen luokkaan (0=paras, 2=huonoin).

Tiestön kuntojakaumat on nyt ensimmäistä kertaa muodostettu siten, että puuttuvat ura-, vaurio- ja tasaisuustiedot korvataan ennustemallien avulla. Nämä ennustemallit on esitelty Tielaitoksen raportissa

Päällystetyn tien kuntoennusteet (TIEL:n selvityksiä 35/92). Poikittaiselle epätasaisuudelle on mallit estimoinut Tuula Kyyrä (TIEL/Tk).

Ennustemallien lisäksi nykykuntojakauman muodostamista on muutettu niin, että KURRE tuottaa myös täysin jakaumasta puuttuviin kuntotiloihin 1/10000 osuuden osaverkon pituudesta. Tällä menettelyllä saadaan HIPS tuottamaan verkkotason toimenpidesuositus kaikkiin mahdollisiin kuntotiloihin. Tiestön erinomaisen pintakunnon nykytilan takia tämä approksimaatio lisää analyyseissä hieman uraisten ja epätasaisten Ab-teiden määrää, osaverkosta riippuen 5-30 kilometriä. Tulokset osoittavat kuitenkin, että tällä ei ole merkitystä tieverkkotasoisissa tarkasteluissa, sillä näin muodostettu lähtötila on jopa lähempänä laskennallista optimitilaa.

3.3.1 Kantavuus

Kantavuusluokkarajat on määritetty tielaitoksen kantavuusnormien pohjalta. Taulukossa 4 on esitetty käytössä olevat rajat sekä Ab- että Ös-teille ja vastaavat nykytilajakaumat kuvissa 1 ja 2.

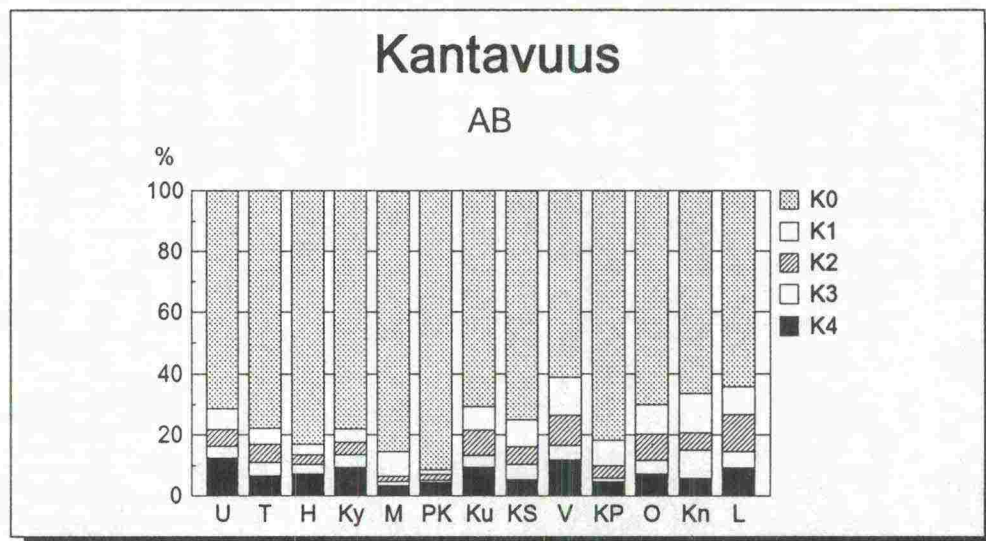
Taulukko 4. Kantavuusluokat [MN/m²].

Ab-tiet:

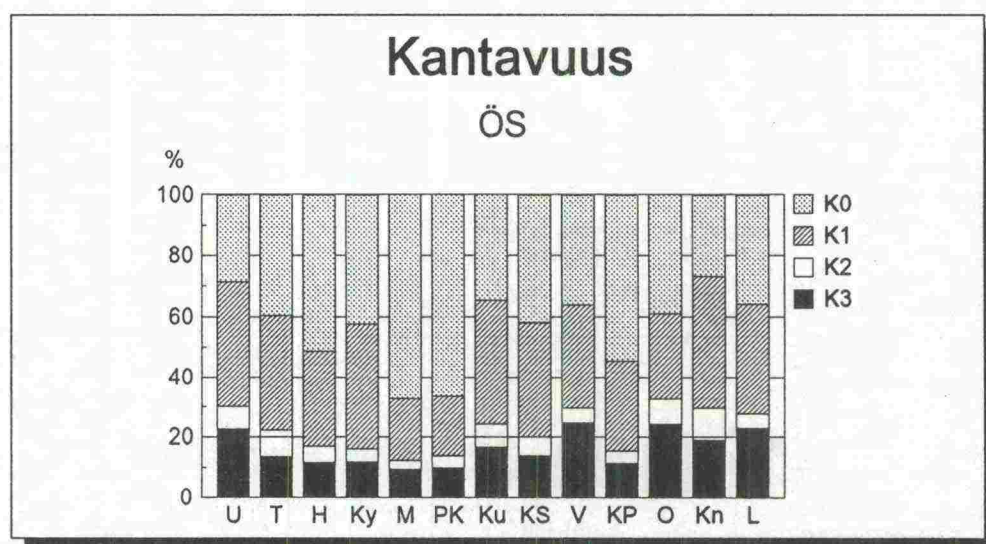
	KVL < 1 500	KVL 1500 - 6000	KVL > 6000
0	>230	>260	> 330
1	201 - 230	241 - 260	311 - 330
2	171 - 200	221 - 240	251 - 330
3	141 - 170	201 - 220	211 - 250
4	< 140	< 200	< 211

Ös-tiet:

	KVL < 350	KVL >= 350
0	> 184	> 199
1	130 - 184	140 - 199
2	120 - 129	125 - 139
3	< 120	< 125



Kuva 1. Piireittäiset kantavuusluokkajakaumat 1.1.1993, Ab-tiet [%].



Kuva 2. Piireittäiset kantavuusluokkajakaumat 1.1.1993, Ös-tiet [%].

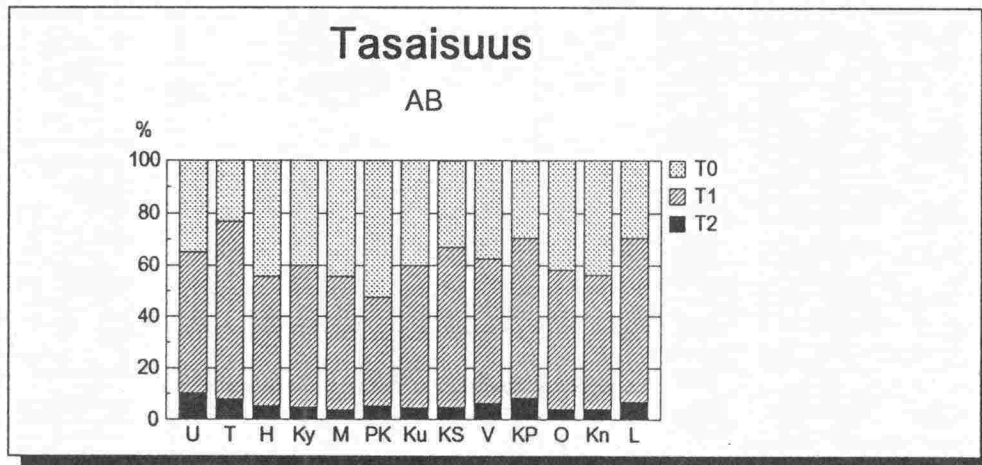
3.3.2 Tasaisuus

Tasaisuuden luokkarajat ovat seuraavat:

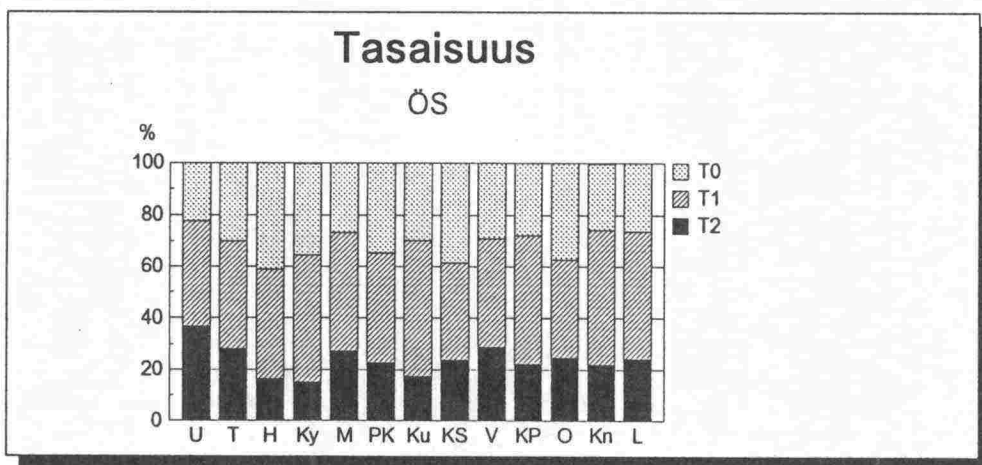
Taulukko 5. Tasaisuusluokat [IRI mm/m].

Ab-tiet	T0 < 1.5	T1 1.5 - 3.49	T2 ≥ 3.5
Ös-tiet	T0 < 2.0	T1 2.0 - 3.49	T2 ≥ 3.5

Tiestön jakautuminen tasaisuusluokkiin 1.1.1993 (mitatut ja ennustetut) esitetään kuvissa 3 ja 4.



Kuva 3. Tasaisuusluokkajakaumat piireittäin 1.1.1993, Ab-tiet [%].



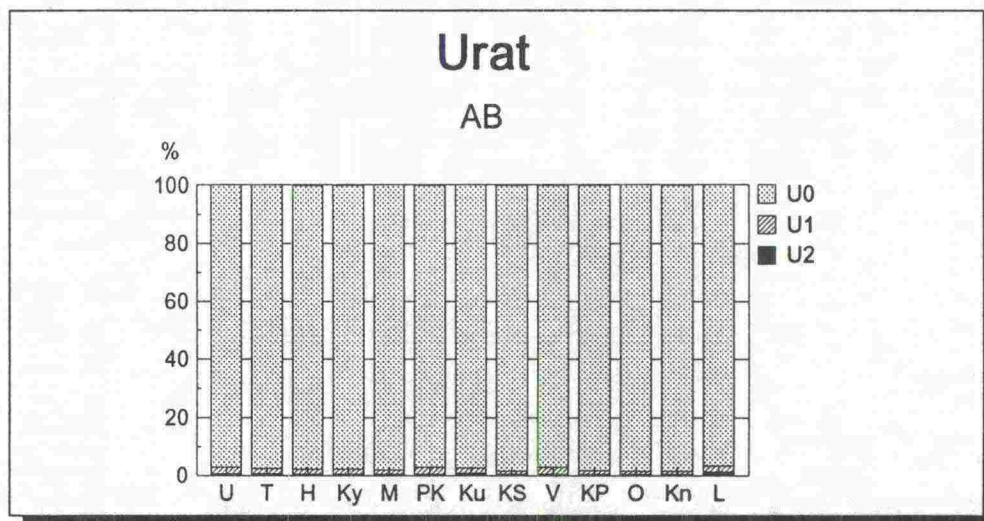
Kuva 4. Tasaisuusluokkajakaumat piireittäin 1.1.1993, Ös-tiet [%].

3.3.3 Urat ja poikittainen epätasaisuus

Uramuuttujana käytetään 100 m osuuksilta mitattujen maksimiurasyvyyksien keskiarvoa. Muuttujan arvot jaetaan kolmeen luokkaan. Luokkarajat ovat taulukossa 6 ja jakauma kuvassa 5.

Taulukko 6. Urasyvyyden luokat (Ab-tiet) [mm].

U0	0 - 13
U1	13.1 - 19.9
U2	>= 20



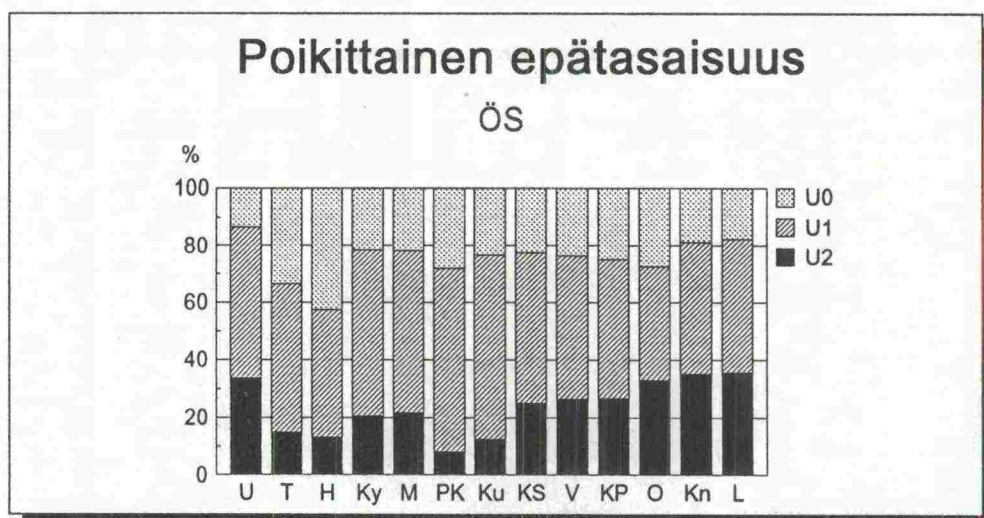
Kuva 5. Uraluokkajakaumat piireittäin 1.1.1993, Ab-tiet [%].

Nykykuntotilaan tehty verkkotason toimenpidesuosituksia parantava muutos näkyy edellä olevasta urajakaumasta; huonoimmassa luokassa on noin 70 kilometriä liikaa teitä (noin 0.5 prosenttia).

Ös-teillä urautumisongelma on enemmän deformatumista kuin Ab-teillä. Tämän vuoksi Ös-teillä käytetään muuttujana poikittaista epätasaisuutta, joka kuvaa tien poikkiprofilia eli reunapainumia, deformaatioita ja uraisuutta.

Taulukko 7. Poikittaisen epätasaisuuden luokat (Ös-tiet) [mm].

U0	alle 5
U1	5-12
U2	yli 12



Kuva 6. Poikittaisen epätasaisuuden jakaumat piireittäin 1.1.1993, Ös-tiet [%].

3.3.4 Vauriot

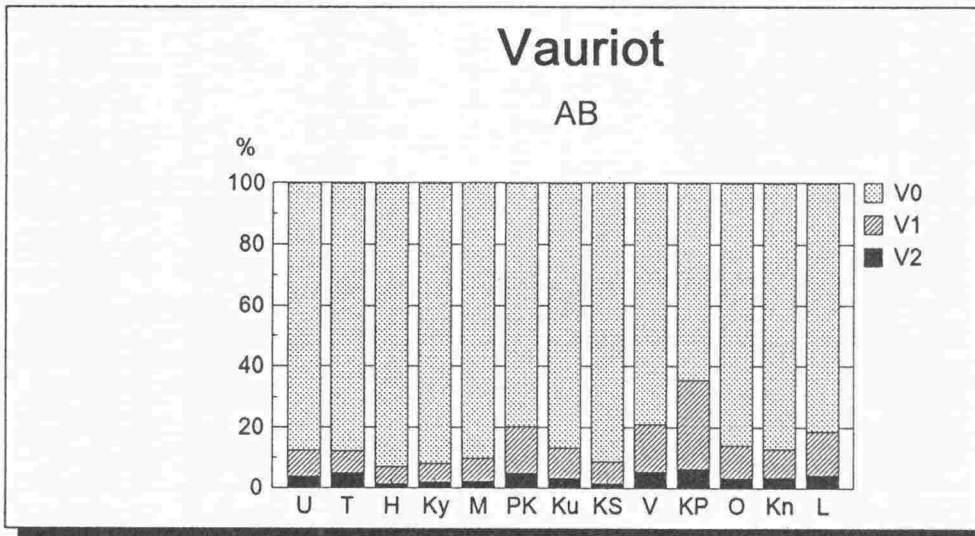
Tien pinnan vauriot määritetään vaurioinventoinnin avulla. Puuttuva mittaustieto on estimoitu ennustemalleilla.

Vaurioinventoinnin tuloksista lasketaan vauriosumma, VS, painottaen eri vauriotyyppejä seuraavasti:

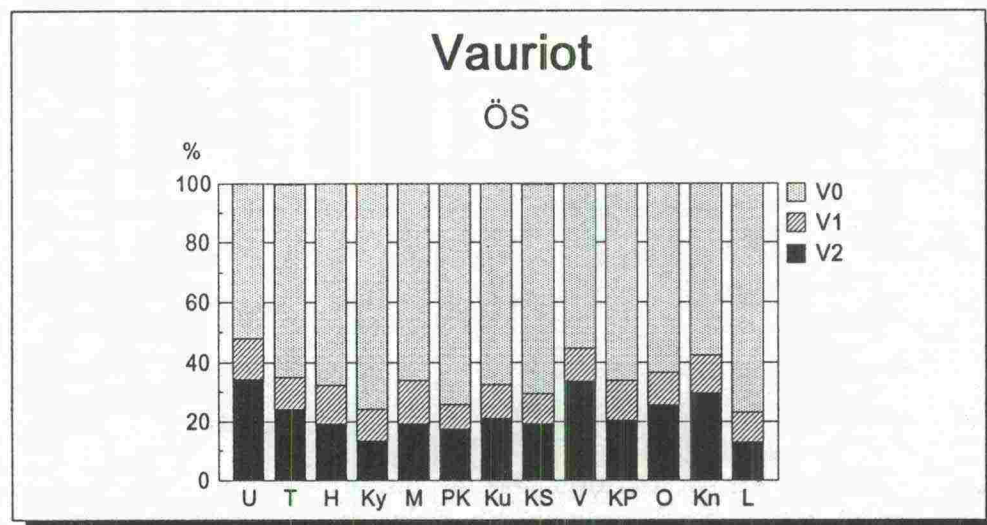
$VS = 0.5 \times \text{poikkihalkeamat} + 0.5 \times \text{pituushalkeamat} + 0.1 \times \text{saumahalkeamat} + 1.0 \times (\text{verkkohalkeamat} + \text{paikat} + \text{reiät})$.

Taulukko 8. Vaurioluokat vauriosumman mukaan.

	Ab-tiet	Ös-tiet
V0	< 15	< 24
V1	15 - 58	24 - 53
V2	> 58	> 53



Kuva 7. Vaurioluokkajakaumat piireittäin 1.1.1993, Ab-tiet [%].



Kuva 8. Vaurioluokkajakaumat piireittäin 1.1.1993, Ös-tiet [%].

4 NYKYKUNTOJAKAUMAT

Tieverkon nykytila määritellään HIPS-ohjelmistossa Ab-teillä 135 (5*3*3*3) ja Ös-teillä 108 (4*3*3*3) kuntotilan avulla. Jakaumaa muodostettaessa käytettiin piirien kuntorekistereistä (1.1.1993) tielaitoksen KURRE-järjestelmään siirrettyjä tiedostoja ja KURRE-järjestelmän ennustemalleja.

Nykykunnossa tapahtuneita muutoksia on selvitetty graafisesti erillisen tutkimuksen avulla (Tuotannon ohjausjärjestelmät / Hiltunen, Kyyrä ja Salmela).

5 TOIMENPIDEVAIHTOEHDOT

5.1 Yleistä

HIPS-ohjelmistossa käytettävät hoito- ja kunnostustoimenpiteet on luokiteltu kustannus- ja kuntovaikutuksen perusteella Ab-teillä 8 eri toimenpidetasoon ja Ös-teillä 5 eri toimenpidetasoon.

Toimenpiteiden kustannukset hoito- ja kunnossapitotoimenpiteiden osalta on saatu kunnossapitotilastosta ja POT-tietokannasta. Rakenteen parantamistoimenpiteissä kustannukset on laskettu tienrakennustoimenpiteiden kustannusmallin avulla. Näissä tapauksissa kustannukset sisältävät myös suunnittelun, piirin yleiskustannukset sekä mahdollisen maanlunastuksen. Toimenpide 0 (Ei tehdä mitään) sisältää tavanomaisen (ilman ohjelmointia tehdyn) hoidon kustannukset. Hinnat riippuvat liikennemäärästä ja alueesta.

Tienrakennusindeksinä on käytetty arvoa 136 (1993).

Taulukko 9. Toimenpidetasot ja hinnat Ab- ja Ös-teillä.

Ab-tiet:

0	Ei tehdä mitään	1-23 kmk
1	Urapaikkaus	86 kmk
2	Paikkaus	34-57 kmk
3	Pintaus	90-136 kmk
4	Ohut uudelleen päällystys	181-256 kmk
5	Paksu uudelleen päällystys	212-282 kmk
6	Kevyt rakenteen parantaminen	470-1112 kmk
7	Raskas rakenteen parantaminen	681-1446 kmk

Ös-tiet:

0	Ei tehdä mitään	1-23 kmk
1	Kevyt paikkaus	32 kmk
2	Aluepaikkaus	46 kmk
3	Karhinta + Ös-pintaus	79-90 kmk
4	Rakenteen parant. + Ös/ÖsRC/KAb	308-488 kmk

Vuoden 1993 aikana tarkennetaan edellä esitettyjä kustannuslukuja mm. yleiskustannusten osalta ja pyritään saamaan niihin myös lisää riippuvuuksia tien kunnosta ennen toimenpidettä.

5.2 Sallitut tilat ja toimenpiteet

Laskentojen nopeuttamista varten voidaan HIPS-ohjelmistossa etukäteen määritellä, mitkä toimenpiteet ovat sallittuja vaihtoehtoja eri kuntotiloihin. Tällaisia rajoituksia ovat mm. urapaikkauksen rajoittaminen vain tilanteisiin, jossa tiellä on pelkkiä uria.

Taulukossa 10 on kuvattu sallitut toimenpidetasot Ab-teillä ja taulukossa 11 vastaavasti Ös-teillä.

Taulukko 10. Sallitut tilat ja toimenpiteet Ab-teillä

<i>Tp-taso</i>	<i>sallitut tilat</i>
Ei tehdä mitään	tilat, joissa sekä urat että vauriot luokissa 0 tai 1.
Urapaikkaus	tilat, joissa vain uraongelmia
Paikkaus	tilat, joissa vain vaurio- ja tas.ongelmia
Pintaus	pääosin tilat, joissa vaurioluokka V=2
Ohut up	pääosin tilat, joissa kantavuusluokka K < 3
Paksu up	tilat, joissa kantavuusluokka K = 2 tai 3
Kevyt rp	tilat, joissa kantavuusluokka K > 2
Raskas rp	samoin kuin kevyt rp

Taulukko 11. Sallitut tilat ja toimenpiteet Ös-teillä

<i>Tp-taso</i>	<i>sallitut tilat</i>
Ei tehdä mitään	kaikki kuntotilat
Paikkaus	hyvä kantavuus ($K < 2$) eikä paljon vaurioita ($V < 2$)
Aluepaikkaus	vaurioiden luokat 1 ja 2 kokonaan sekä vaurioiden luokka 0, kun tiellä lisäksi tasaisuusongelmia ($T = 1$ tai $T = 2$), mutta ei kantavuusongelmia ($K < 3$)
Ös-pintausta Rp	kaikki tilat, paitsi 6 parasta kuntotilaa tilat, joissa kantavuusongelmia ($K > 1$)

Lyhyen tähtäimen analyysissä on AB-teillä sallittu "ei tehdä mitään"-vaihtoehto kaikkiin kuntotiloihin. Tämä teoreettisesti rajoitettua tilannetta parempi vaihtoehto mahdollistaa erikoistenkin, muuten huonosti ratkeavien strategioiden simuloinnin. Pitkän tähtäimen analyysissä toimenpidevalikko on perusvaihtoehdossa suppeampi laskennallisten ongelmien takia.

Öljysorasteiden lyhyen tähtäimen rajoitetuissa analyysissä on sallittuja tila/toimenpidekombinaatioita muutettu hieman. Näillä muutoksilla on estetty tiukoista budjettirajoituksista johtuva teiden nopea vaurioituminen pakottamalla ohjelma suosittamaan edes jokin toimenpide kaikkein huonommille kuntotiloille. Sallittuja tila/toimenpidekombinaatioita tutkitaan tarkemmin v. 1993 järjestelmän herkkyysoanalyysin yhteydessä.

6 AJOKUSTANNUKSET

6.1 Ajokustannusten laskentaperusteet

Liikennetaloudellisiin laskelmiin tarvittavat ajokustannukset on määritetty tielaitoksen julkaisuissa *Tieliikenteen ajokustannukset 19xx* (TIEH 1990-1992). Koska HIPS-järjestelmä käsittelee yksittäisten tieosien ja teiden sijasta tieverkkoja, on em. julkaisun laskentaperusteita muokattu vastaavasti.

HIPSissä tiet luokitellaan päällysteen (Ab/Ös), alueen (etelä/muu Suomi), liikennemäärän (3 luokkaa) ja tien kunnan [135/108 (Ab/Ös) kuntotilaa] mukaan. Käyttäjän kustannukset on määrätty kullekin päällyste-alue-liikennemäärä-kuntotila-kombinaatiolle erikseen.

Määräämällä kullekin osaverkolle (päällyste - alue - liikennemäärä - kombinaatiolle) tavoitteellinen nopeus voidaan ajokustannusjulkaisun perusteella laskea tavoitteellinen tienkäyttäjän kustannus. Tämä tavoite-kustannus määrätään tienkäyttäjän kustannukseksi tien ollessa hyvässä kunnossa.

Tutkimusten perusteella voidaan tien kunnan arvioida vaikuttavan kustannuksiin sekä suoraan että ajonopeuden muutosten kautta. Käytetyistä kuntomuuttujista (kantavuus, tasaisuus, urat ja vauriot) ei kantavuuden katsota vaikuttavan ajokustannuksiin lainkaan.

Käytännön ajokustannuslaskelmat on julkaistu edellisessä HIPS-järjestelmän lähtötietoraportissa (Tielaitos 1991a). Kustannusluvut (esim. polttoaineen hinta) on päivitetty vuoden 1993 tasoa vastaavaksi. Myös kustannusten riippuvuutta päällysteen kunnosta on hieman tarkistettu. Ajokustannusten laskennassa tapahtuneet muutokset on kirjattu järjestelmän herkkyyksianalyysin raporttiin.

7 TIEN KUNNON RAPPEUTUMINEN

Teiden kunnan kehitystä kuvataan Markovin prosessin avulla. Sekä rappeutumiselle että kunnossapitotoimenpiteiden vaikutukselle on estimoitu todennäköisyysmallit, jotka esitetään siirtotodennäköisyysmatriiseina. Rappeutumismallit perustuvat pääasiassa 3000 km otostieverkkoon, jota on mitattu palvelutasomittareilla, vaurioinventoinnilla ja pudotuspainolaitteilla vuodesta 1988 lähtien. Rappeutumismallit on estimoitu ordinaalisella logistisella regressioanalyysillä (McCullagh & al. 1983). Toimenpiteiden vaikutusmallit on muodostettu Delphikyselyllä (Äijö & al. 1988) ja otostiemittausten perusteella.

Käytössä olevat mallit ovat pysyneet lähes ennallaan verrattuna vuonna 1991 estimoituihin malleihin. Ne on esitelty raportissa *Otostiet ja rappeutumismallit* (TIEH 1991). Toimenpidemallien johdonmukaisuus on tarkistettu ja vaurioitumismallia on hieman hidastettu.

8 PERUSTULOKSET VUONNA 1993

8.1 Yleistä

Tässä kappaleessa esitellään HIPS 2.0 ohjelmistolla lasketut perustulokset. Aineistona on käytetty mallisarjaa JAN93, joka sisältää edellä kuvatut lähtötiedot lisättynä tarpeellisilla budjetti- ja kuntorajoituksilla. Tuloksia verrataan soveltuvin osin aikaisempien vuosien tuloksiin.

HIPS-ohjelmiston käyttö jakautuu kahteen osaan: toisaalta pitkän aikavälin tarkasteluihin (pt) ja toisaalta lyhyen ja keskipitkän aikavälin tarkasteluihin (1 - 8 vuotta, lt).

Pitkän aikavälin tarkasteluilla haetaan optimaalista kokonaiskustannustasoa sekä sitä vastaavaa kuntotila- ja toimenpidejakaumaa, jolloin

Kokonaiskustannukset = Ajokustannukset + Ylläpitokustannukset

ovat minimissään.

Lyhyen ja keskipitkän aikavälin tarkasteluissa pyritään löytämään nopein tie, jolla tiestön kunto saatetaan nykytilasta asetettuun tavoitteeseen.

Pitkän aikavälin analyyseissä optimilla tarkoitetaan yllä kuvattua kokonaiskustannuksiltaan halvinta kuntotilaa ja sen ylläpidossa tarvittavaa rahoitustasoa ja vastaavaa toimenpidejakautamaa.

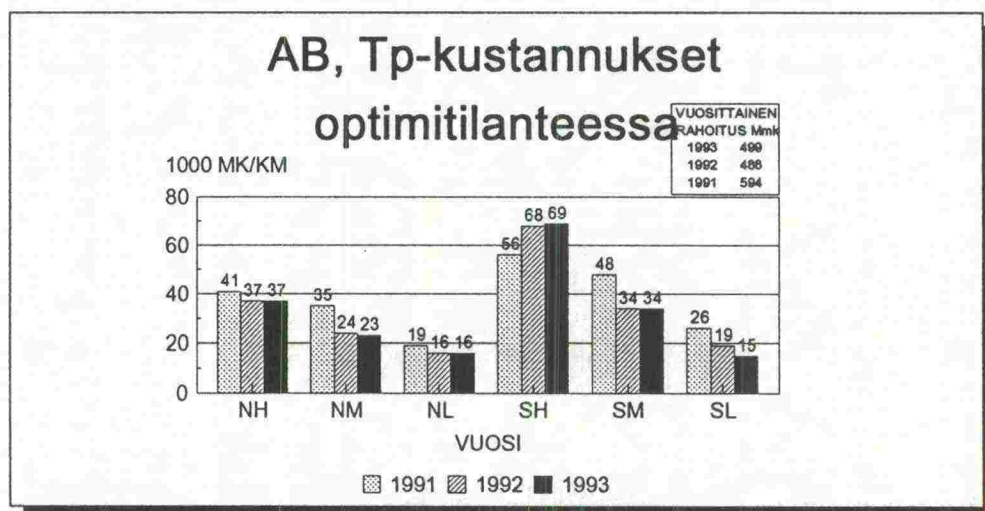
Lyhyen aikavälin analyyseissä optimi on se 8 vuoden ylläpitostrategia, joka minimoi kokonaiskustannukset.

8.2 Pitkän aikavälin tulokset (pt-tulokset)

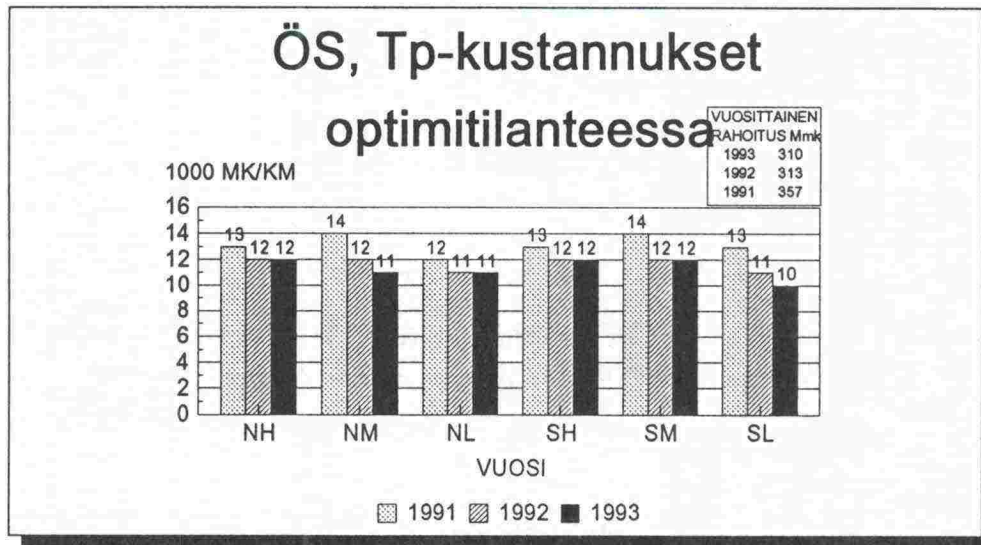
HIPS-ohjelmiston pitkän aikavälin tarkasteluissa haetaan kokonaiskustannusten minimiä vastaavaa kuntotilajakaumaa sekä sen ylläpitämiseksi tarvittavien toimenpiteiden määrää. Analyysi tehdään ns. Long-Term- ajolla. Kullekin osaverkolle on laskettu erikseen pt-tulos: toimenpide- ja sitä vastaava kuntotilajakauma eri rahoitustasoilla. Pitkän aikavälin tavoite valitaan sellaisen ratkaisun kohdalta, jossa kokonaiskustannukset ovat minimissään.

8.2.1 Perustulokset

Seuraavissa kuvioissa on esitetty osaverkoittain pitkän tähtäimen optimaalisen vakiokuntotilan ylläpitämisen kustannukset v. 1993 analyysien mukaan. Vertailun vuoksi taulukkoon on liitetty vastaavat tulokset vuosilta 1991 ja 1992.



Kuva 9. Pitkätähätäimen tavoite: kokonaiskustannusminimiä vastaava rahoitus osaverkoittain, Ab-tiet.

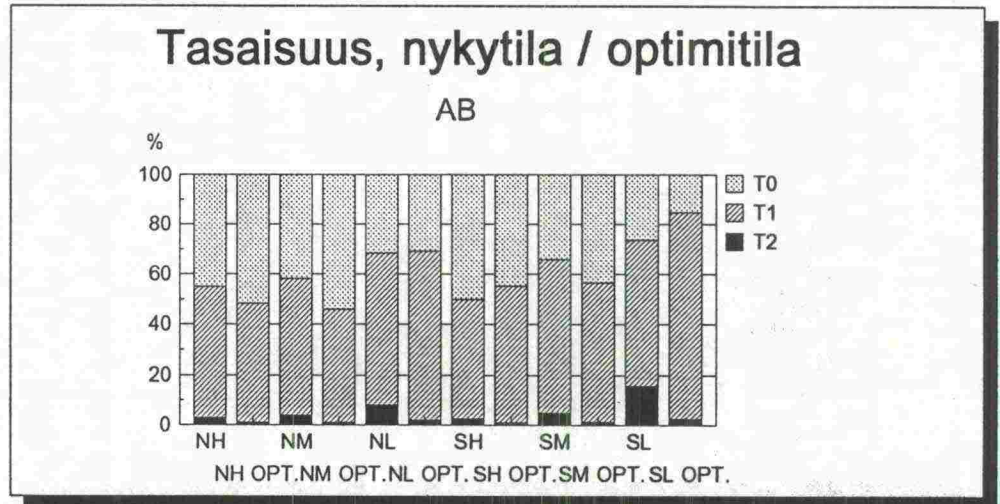


Kuva 10. Pitkätähntäimen tavoite: kokonaiskustannusminimiä vastaava rahoitus osaverkoittain, Ös-tiet.

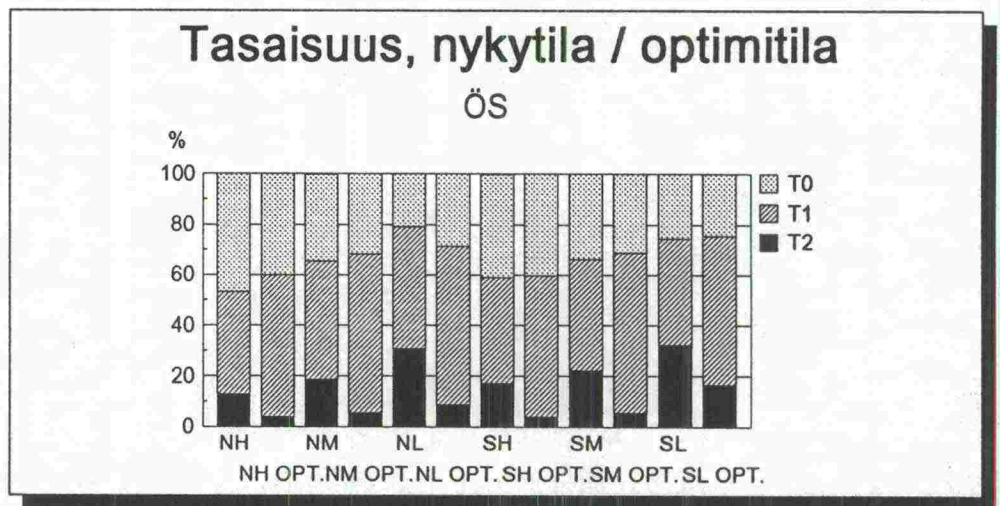
Tulosten perusteella maksaisi Ab-tieverkon ylläpito optimitilassa noin 500 Mmk/v (31000 mk/km/v) ja Ös-tieverkon vastaavasti noin 310 Mmk/v (1000 mk/km/v). Ylläpidolla tarkoitetaan tässä paikkauksia, kunnostuksia ja rakenteen parantamista. Kokonaisuudessaan kustannustaso on pysynyt vuoden 1992 analyysien tasolla.

Optimitasolla olevan Ab-verkon ylläpito voidaan hoitaa pääasiassa kevyemmälläkin toimenpiteillä (uudelleen päällystäminen ja ohut pintausta, ylimmässä KVL-luokassa myös urapaikkaus). Ös-verkon ylläpito olisi hoidettava käytännössä pelkästään öljysorapintausten avulla. Kummankaan verkon ylläpitoon ei tarvittaisi RP-toimenpiteitä juuri ollenkaan, mikä on luonnollinen tulos tilanteessa, jossa tieverkon kantavuus on nostettu optimijakauman mukaiselle, varsin hyvälle, tasolle.

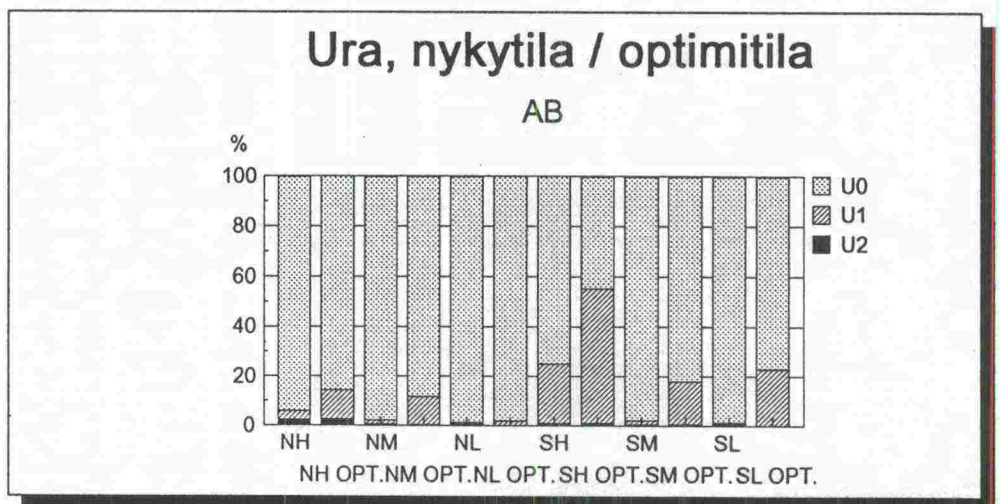
Optimitilannetta vastaavaa kuntotilajakaumaa on mielenkiintoista verrata nykytilanteeseen eri osaverkoilla. Nämä tulokset on koottu kuviin 11 - 18.



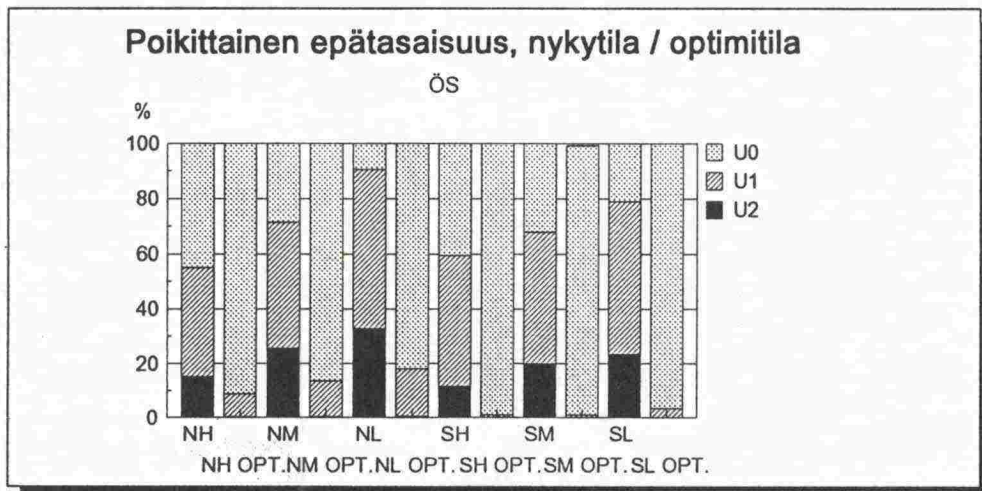
Kuva 11. Tasaisuuden nykytila ja optimitila osaverkoittain, Ab-tiet



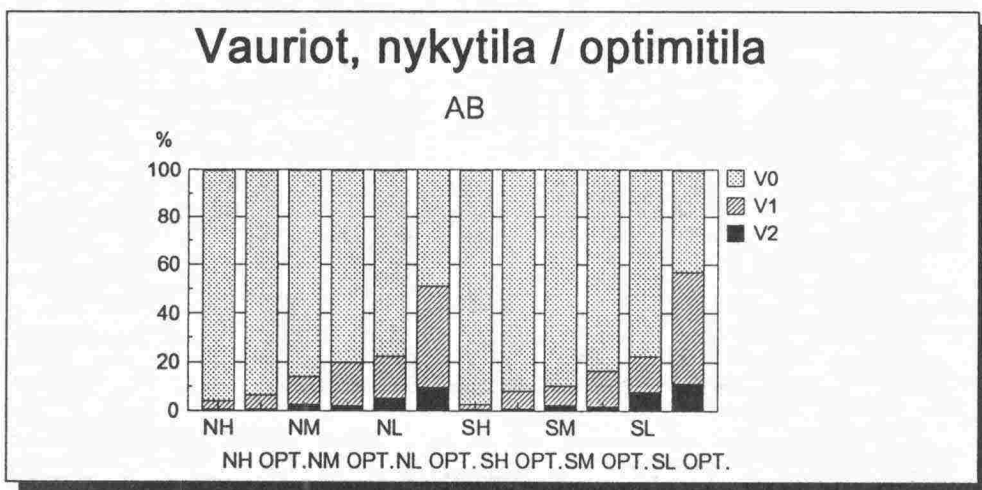
Kuva 12. Tasaisuuden nykytila ja optimitila osaverkoittain, Ös-tiet



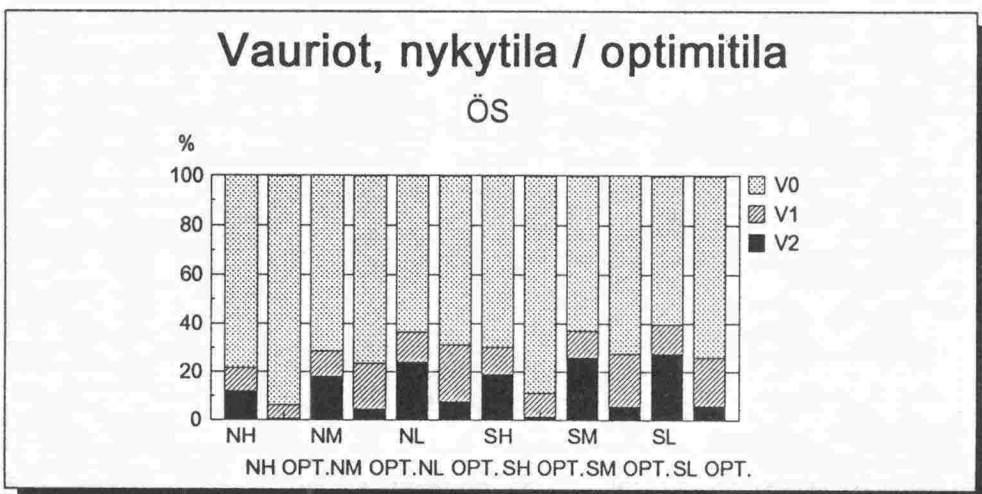
Kuva 13. Urien nykytila ja optimitila osaverkoittain, Ab-tiet.



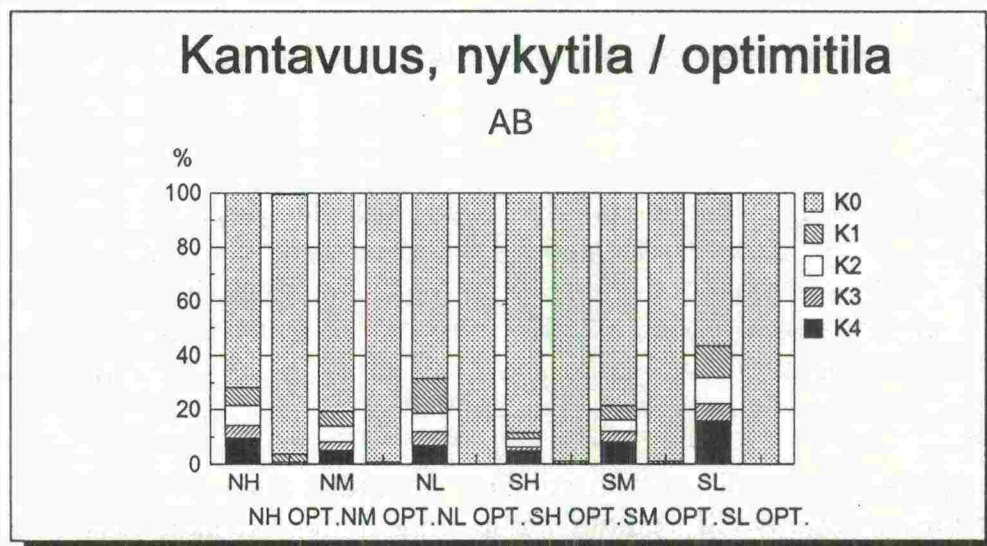
Kuva 14. Poikittaisen epätasaisuuden nykytila ja optimitila osaverkoittain, Ös-tiet



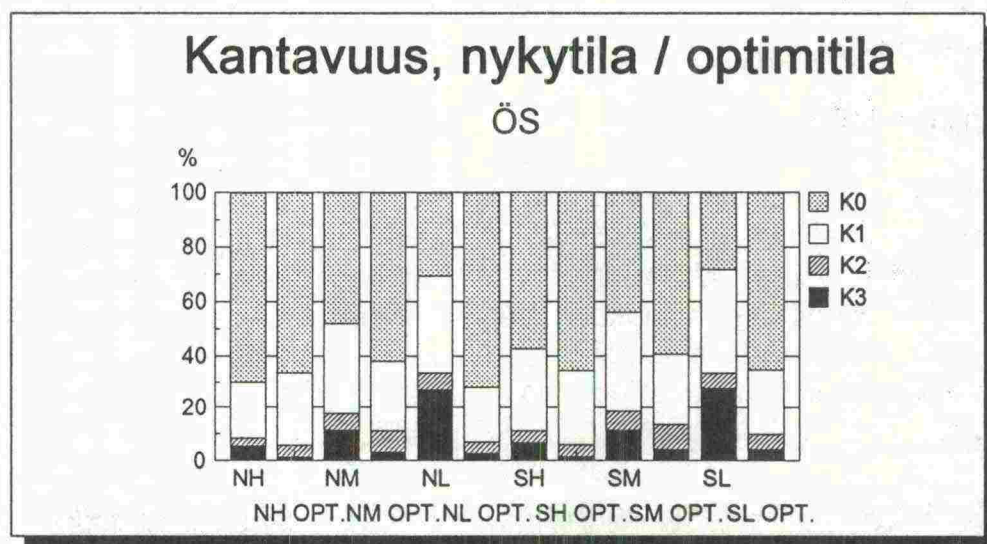
Kuva 15. Vaurioiden nykytila ja optimitila osaverkoittain, Ab-tiet



Kuva 16. Vaurioiden nykytila ja optimitila osaverkoittain, Ös-tiet



Kuva 17. Kantavuuden nykytila ja optimitila osaverkoittain, Ab-tiet



Kuva 18. Kantavuuden nykytila ja optimitila osaverkoittain, Ös-tiet

Molemmilla päällysteillä ollaan **selvästi jäljessä pt-tasaisuustavoitteesta**: Ab:lla noin 750 km ja Ös:llä yli 4000 kilometriä. Tästä puutteesta johtuva kokonaiskustannusten nousu on jopa luokkaa 40 %.

Kantavuuspuute näkyy selvästi sekä Ab- ja Ös-teillä, erityisesti verkon vähempiliikenteisillä osilla. Myös tässä tapauksessa vallitseva tilanne aiheuttaa huomattavia lisäkustannuksia pääasiassa nopeamman rappeutumisen ja sitä kautta myös suurempien ajokustannusten muodossa.

Vauriotilanteen suhteen päällystetyypit eroavat toisistaan. **Ab-teillä vauriotilanne on joko optimissa tai sen yläpuolella** (optimissa

huonoimman luokan osuus noin 740, nykytilassa 590 km). **Ös-teillä** tilanne on päinvastainen, **vaurioituneita** teitä on noin 6000, **reilusti yli optimin**, 1400 km.

Suurin ero optimin ja nykytilan eroissa eri päällysteillä on urissa. **Ab-verkolla** nykytilanne on **selkeästi optimin yläpuolella**. Tämä näkyy osin huonoimmassa luokassa olevien teiden määränä mutta eritoten keskimmäisen luokan, 14-19 mm, osuutena. Optimitilanteessa näitä teitä saisi olla noin 2500 kilometriä, mutta nykytilassa niitä on vain 300 kilometriä. Ab-verkolla on siis varaa keskittyä muihin kuin urien huomiointiin osaverkosta riippuen ainakin 1-2 vuotta.

Ös-teillä poikkiprofilia kuvaa **poikittainen epätasaisuus**, jonka nykytila on **huomattavasti optimin alapuolella**. Tähän vaikuttaa osaltaan kuitenkin vielä se, että analyyseissä käytettyä muuttujaa ei ole vielä tarkoin tutkittu. Poikittainen epätasaisuus on kuitenkin nykyisten mallien mukaan tärkeä muiden kuntomuuttujien rappeutumiseen vaikuttava tekijä, joten sen käyttöä ei kannata väheksyä. Myös ajokustannukset ovat huomattavan korkeat muuttujan huonoimmassa luokassa.

Yhteenveto pt-analyyseistä:

Pitkän tähtäimen analyysin tulokset ja niiden vertailu nykykunnan kanssa kuvastavat selkeästi nykyistä tienpitopolitiikkaa: tiukan uranormin takia piirit keskittyvät urien hoitoon jo varsin aikaisessa vaiheessa. Tämän analyysin mukaan huomiota pitäisi enemmän kiinnittää tiestön rakenteellisen kunnan ja tasaisuuden parantamiseen. Tällä tavalla tiestön rappeutuminen hidastuisi ja ajokustannukset pienenisivät.

Öljysorateilla jakaumat ovat joka muuttujan suhteen pääosin optimia huonompia. Tämä indikoi selvästi sitä, että ös-teiden kunnossapitoon tulisi kiinnittää huomattavasti enemmän huomiota, esim. käytettävissä olevan rahoituksen toisenlaisella jaolla. Erityistä huomiota vaatii poikittaisen epätasaisuuden tutkiminen.

8.2.2 Kuntorajoitusten vaikutus pt-tuloksiin

Alemman tieverkon tiukkoja kantavuusvaatimuksia on pidetty myös epärealistisina, sillä niistä saatavat taloudelliset hyödyt ovat lyhyellä tähtäimellä jopa negatiivisia. HIPSillä suoritettut simuloinnit, joissa kantavuustavoitetta laskettiin, tuottivat kuitenkin tuloksen, jossa pinta-kuntotavoite laski myös huomattavasti. Näin ollen kantavuustavoitetta ei kannata muuttaa, ellei rappeutumismalleihin tehdä tarkistuksia.

8.3 Lyhyen aikavälin tulokset (lt-tulokset)

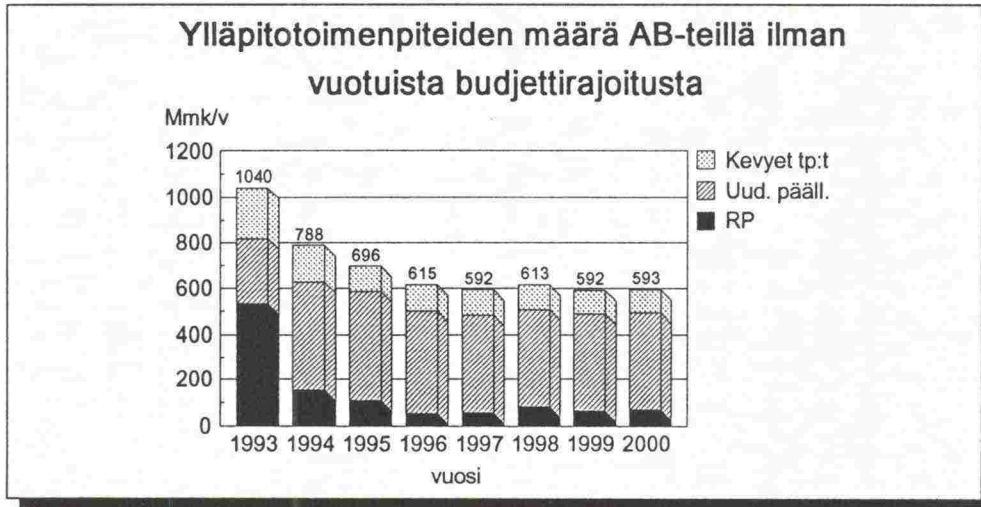
Lyhyen ja keskipitkän aikavälin (1-8 vuotta) analyysissa etsitään nopeinta tietä nykykuntotilasta asetettuun tavoitteeseen. Analyysi tehdään ns. Short-Term-ajoilla. Tämän raportin laskelmat on tehty ajanjaksolle 1993-2000. Lähtötilanteena on kunkin osaverkon kuntotilajakauma ja tavoitteeksi asetetaan pitkän aikavälin tuloksena saatu optimitilanteen mukainen kuntotila- sekä toimenpidejakauma. (Tämä tavoite voi olla myös joku muu haluttu jakauma.)

Lyhyen aikavälin tuloksissa nähdään, millä toimenpiteillä ja miten nopeasti nykytilasta edetään kohti tavoitetilaa. Lyhyen aikavälin analyysistä tehtäessä voidaan myös asettaa budjettirajoituksia eli annetaan kunkin osaverkon vuotuinen maksimirahoitus. Kuntotilarajoitus voidaan tehdä esimerkiksi ura- tai tasaisuustavoitteen kohdalla, joissa laskennallinen optimitilanne poikkeaa eniten valitusta politiikasta.

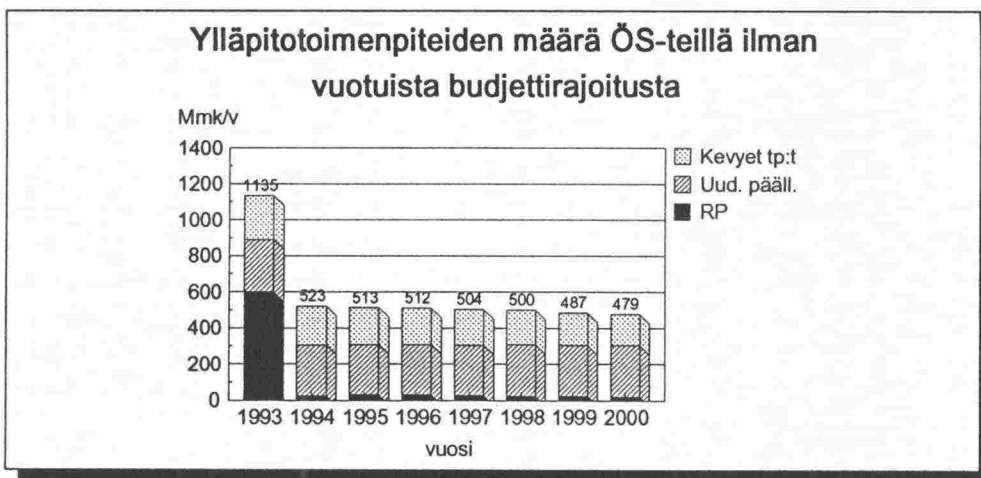
8.3.1 Ilman budjettirajoitusta

Lyhyen aikavälin perustana on analyysi ilman budjettirajoitusta. Kun budjettirajoitusta ei anneta, ovat ensimmäisten vuosien ylläpitoimenpiteiden määrät yleensä suuria, sillä tavoitetila pyritään saavuttamaan mahdollisimman nopeasti; järjestelmä pyrkii erityisesti eroon rakenteeltaan huonokuntoisista teistä. Tulosten mukaan ylläpidon rahoitustasoa pitäisi nostaa siten, että ensimmäisen vuoden aikana rahoitus olisi koko maassa Ab-verkolla noin 1,04 Mrd mk ja Ös-verkolla noin 1.14 Mrd mk, laskien seuraavien kolmen vuoden aikana tasoille 600 Mmk/v ja 500 Mmk/v.

Molemmilla verkoilla noin puolet ensimmäisen vuoden rahoituksesta (noin 1.1 Mrdmk) tulisi osoittaa RP-toimenpiteisiin ja loput päällysteisiin ja paikkauksiin. Tämän investoinnin jälkeen RP-toimenpiteiden määrä vähenisi nopeasti alle 200 Mmk/v.



Kuva 19. Ylläpitotoimenpiteiden määrä Ab-teillä ilman vuotuista budjettirajoitusta [Mmk/v].



Kuva 20. Ylläpitotoimenpiteiden määrä Ös-teillä ilman vuotuista budjettirajoitusta [Mmk/v].

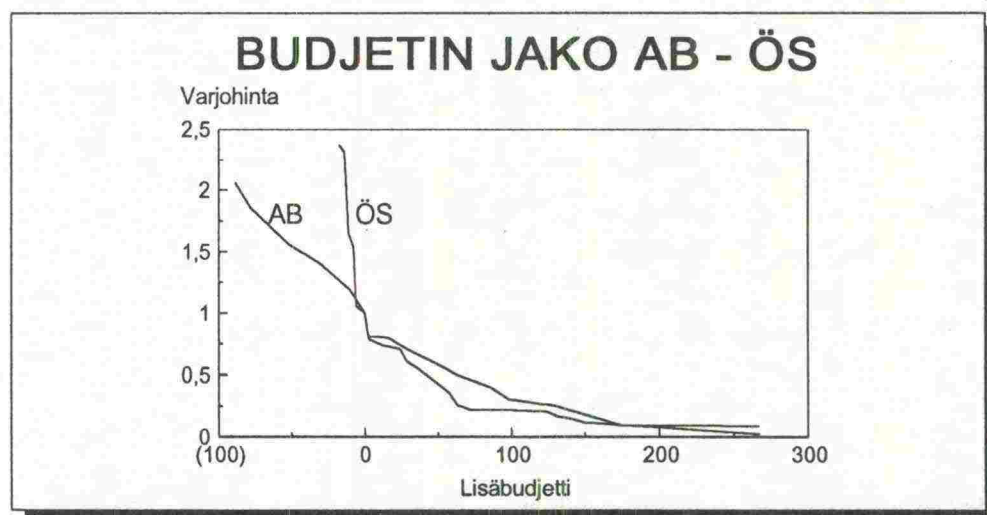
Rajoittamattomalla lyhyen tähtäimen strategialla päästään AB-verkolla kantavuutta lukuunottamatta optimaaliseen tilaan osaverkosta riippuen 1-4 vuodessa. ÖS-verkolla optimitilan saavuttaminen on hidasta; 8 vuoden aikana saavutetaan vain tasaisuustavoite. Eniten puutetta aiheuttaa hidas vaurioiden korjaantuminen.

8.3.2 Budjettirajoitus ja budjetin jako varjohinnan avulla

Koska edellä esitetty rajoittamaton tulos on vuotuisen rahoituksen vaihtelujen takia epärealistinen, täytyy lyhyen aikavälin analyysi tehdä siten, että rahoitustasoa rajoitetaan budjettirajoituksella tasolle, joka on käytännössä mahdollista saavuttaa.

Kokonaisrahoituksen perustaso päätettiin asettaa nykyisten TTS-laskelmien perusteella noin 1,1 Mrdmk:n tuntumaan vuodessa. Tämä budjetti jaetaan osaverkoille kustannus-hyötyanalyysin (varjohinta) ja osaverkkojen nykykunnan avulla. Varjohinta-analyysissä verrataan ajokustannuksissa saatuja hyötyjä ja osaverkkojen rahoitustasoa keskenään. Muuttamalla kerrallaan yhden osaverkon vuotuista km-rahoitusta ja vertaamalla lisäystä ajokustannusten vähenemiseen saadaan varjohinta, joka kuvaa rahoituksen muuttumisesta koituvaa hyötyä. Pitkän aikavälin tavoitteellinen rahoitustason saadaan varjohinnan -1 kohdalta, jolloin yhdellä rahayksiköllä saatavat lisähyödyt ovat yhtä suuret kuin lisäkustannukset kaikilla osaverkoilla (ns. Pareto-optimaalinen tilanne). Kokonaisrahoitustaso on tällöin $500+310 \text{ Mmk/v} = 810 \text{ Mmk/v}$. Tämä rahamäärä kuvaa tilannetta, jossa tiestö on ja pysyy optimikunnossa.

Jos käytettävissä on enemmän rahaa kuin em. 810 Mmk, voidaan tällä rahoituksella parantaa tiestön kuntoa kohti optimitasoa. Tämä lisärahoitus jaetaan HIPSin avulla kaksivaiheisesti: kuvassa 21 on esitetty lisärahoituksen jako päällystetyyppien kesken varjohintojen perusteella. Päällystetyypin sisällä rahat jaetaan siten, että ne osaverkot, joiden liikennemäärillä painotettu kuntotila poikkeaa eniten optimikunnosta, saavat enemmän rahaa. Taulukossa 12 on esitetty edellä kuvattu budjetin jako 12 osaverkolle budjettitasolla noin 1.1 Mrd. Optimin (810 Mmk) ylittävä rahoitus (264 Mmk) jakaantuu selkeästi liikennemäärän suhteessa.



Kuva 21. Budjetin jako varjohinnan avulla päällystetyyppien kesken

Kuvan 21 perusteella nähdään, että Ös-tiet ovat pitkällä tähtäimellä huomattavasti herkempiä budjetin pienentämiselle: jo pienikin pudotus alle 310 Mmk/v aiheuttaa ajokustannusten suuren nousun. Ylimääräisen rahoituksen jaossa yhtä suuria eroja ei ole.

Taulukko 12. Osaverkkojen rahoitus budjettitasolla n. 1,1 Mrd mk.

Osaverkko	Rahoitus [1000 mk/km/v]			Yhteensä [Mmk/v]	
	Ab	Optimi	Lisä		Budjetti
NH		36,6	22,0	58,6	35,3
NM		22,7	7,7	30,4	115,2
NL		15,5	4,2	19,7	44,9
SH		69,0	11,0	80,0	157,6
SM		33,8	9,4	43,2	223,4
SL		15,3	6,4	21,7	63,0
Yhteensä	(500)		(140)		639,4
Ös					
NH		12,4	6,2	18,6	51,3
NM		11,2	4,5	15,7	100,4
NL		10,7	3,3	14,0	115,8
SH		12,4	9,4	21,8	40,7
SM		11,8	4,4	16,2	72,2
SL		10,5	3,6	14,1	54,4
Yhteensä	(310)		(135)		434,8

Varjohinnan perusteella tehty lisärahan jako eri verkoille varmistaa sen, että saatu hyöty olisi suurin mahdollinen.

Taulukkoon 13 on koottu HIPS:n tekemä budjettien 700-1100 miljoonan jako Ab:n ja Ös:n välillä.

Taulukko 13.

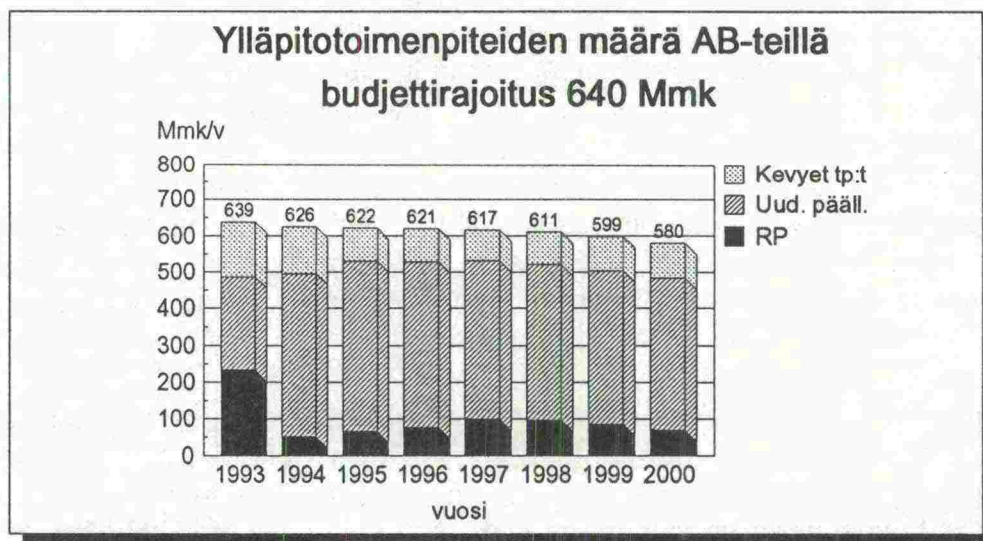
AB	ÖS	Yhteensä
640	435	1075
630	370	1000
550	350	900
500	310	810
410	305	715

8.3.3 Budjettirajoitus 1.1 Mrd.

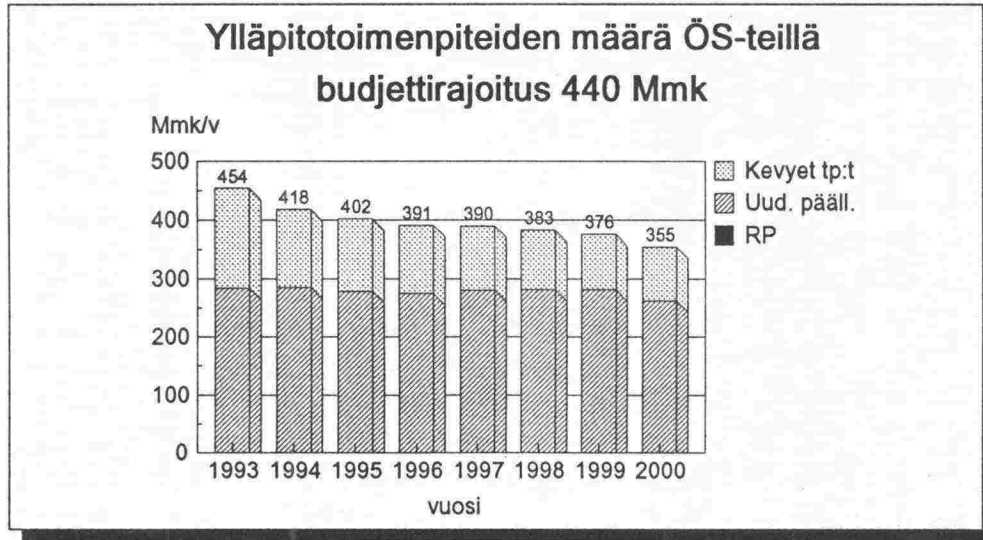
Kun ylläpidon rahoitustasoa nostetaan 290 Mmk/v (810 -> 1100) eli suunnilleen nykytasolle, jakaa HIPS tämän suunnilleen tasan Ab- ja Ös-verkoille. Tieverkon kunto paranee vielä hitaasti kohti pt-tavoitetta. Koska rahoitustason lisäys on kuitenkin verrattain pieni verrattuna ilman budjettirajoitusta saadun lt-tuloksen edellyttämään tasoon, on kunnan paraneminen huomattavasti hitaampaa kuin mitä se voisi olla vapaalla rahoitustason valinnalla. Ab-teillä paraneminen tapahtuu kantavuuden ja tasaisuuden suhteen, mutta Ös-teillä rahat riittävät vain poikittaisen epätasaisuuden parantamiseen.

Budjettirajoituksen asettaminen muuttaa suositeltavaa toimenpidejakaumaa siten, että RP:n osuus vähenee Ab-verkolla rajoittamattoman laskennan osuudesta 20 % rajoituksella tehtyyn 14 %:iin. Ohjelma toimii kuten nykykäytäntökin eli riittävän rahoituksen puuttuessa vajaus otetaan RP-toimenpiteistä ja kuntotaso yritetään hoitaa kevyemmällä toimenpiteillä.

Ös-teillä siirtyminen optimista noin 440 Mmk:n vuotuisen budjettirajoitukseen lopettaa RP:n täysin ja Ös-pintauksesta tulee hallitseva toimenpide.



Kuva 22. Ylläpitotoimenpiteiden määrä Ab-teillä vuotuisen budjettirajoituksen ollessa 640 Mmk/v [Mmk/v].



Kuva 23. Ylläpitotoimenpiteiden määrä Ös-teillä vuotuisen budjettirajoituksen ollessa 440 Mmk/v [Mmk/v].

Eri Ös-osaverkoilla pintakuntotavoitteet saavutetaan lukuunottamatta vähäliikenteisten teiden vaurioita, joita jää noin 300 km enemmän siten, että tasaisuus- ja vauriojakaumat heikkenevät ja rahoitus ohjautuu poikittaisen epätasaisuuden korjaamiseen.

8.3.4 Budjettirajoitukset 700 - 1000 miljoonaa

Pienemmillä budjettirajoituksilla törmätään Ös-teiden kohdalla laskennallisiin ongelmiin. Rajoituksen muodostuvat niin tiukoiksi, että perusvaihtoehdossa (1.1. Mrd) käytetty toimenpidevalikko ei ole enää riittävä. Tämä johtaa siihen, että ei tehdä mitään -toimenpidettä on mahdollistettava useampiin kuntotiloihin - myös pinta- ja rakenteelliselta kunnoltaan huonoihin. Ab-teillä tätä ongelmaa ei ole, sillä tien kunnan käyttäytymismallit ovat hieman kehittyneempiä ja toimenpidevaihtoehtoja on muutenkin useampia.

Ab-teillä budjetin pienentäminen näkyy selvimmin rakenteellisen kunnan hitaampana paranemisena. Budjetilla 550 Mmk/v pysytään vielä nykykunnossa vaurioita lukuunottamatta. 500 Mmk/v rajoitus pitää tasaisuuden ennallaan, mutta urat ja vauriot lisääntyvät hieman. 410 Mmk/v ei ole enää edes tasaisuuden suhteen riittävä määrä.

Kokonaistaloudellisesti katsoen olisi 500 Mmk/v optimaalinen 8 vuoden tähtäimellä. Tämä johtuu tasaisuuden voimakkaasta ja vaurioiden heikosta ajokustannusriippuvuudesta. Nykyisiin tavoitteisiin peilaten tasot 550 Mmk/v ylöspäin ovat sovellettavissa. Tällöin Ab-tiestön kunto ei juuri heikkene. Tulokset on koottu liitteeseen 1.

Ös-teillä budjettimuutosten vaikutus on paljon herkempää. Pienet budjetit johtavat siihen, että toimenpiteeksi suositellaan vain öljysora-

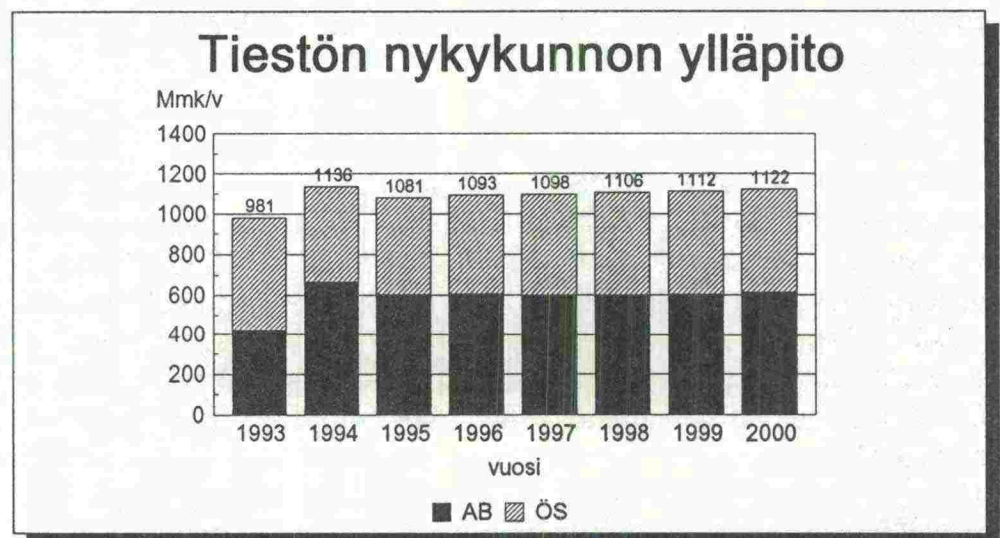
pintausta tai hoitoa. Jos budjettia vähennetään alle 435 Mmk/v kunto-tila heikkenee vaurioiden ja tasaisuuden osalta. Rahat ohjautuvat etupäässä poikittaisen tasaisuuden parantamiseen. Kokonaistaloudellisesti katsoen vaihtoehto 435 Mmk/v on siis optimaalinen. Tulokset on koottu liitteeseen 2.

Koko päällystettyä verkkoa ajatellen taloudellisesti paras vaihtoehto on täten 935 Mmk/v. Kuntotekijät huomioiden hyviä vaihtoehtoja ovat myös tasot 935-985 Mmk/v.

8.3.5 Nykyisen kuntotilan ylläpito

Tienpidon tavoitteena v. 93 on nykyisen kuntotilan ylläpitäminen. Tätä tavoitetta on simuloitu siten, että kuntotavoitejakaumaksi annetaan nykyjakauma ja budjettirajoitusta ei käytetä.

Tulosten mukaan ko. vaihtoehdossa ylläpitokustannukset olisivat vuosina 1993-2000 Ab-verkolla noin 4,7 Mrd.mk ja Ös-verkolla 4,1 Mrd.mk. Vuosittaiset kustannukset eri verkoilla ovat kuvassa 24.



Kuva 24. Vuosittaiset kustannukset, kun tavoitteena on nykytilan ylläpito

Ab-verkon kunnan pitäminen nykytilassa maksaisi siis noin 600 Mmk/v ja Ös-verkon 500 Mmk/v. Kokonaiskustannuksiltaan nykykuntotilan säilyttämisvaihtoehto on tarkasteluaikana 1993-2000 Ab-verkolla 338,6 Mrd.mk, josta tienpitäjän kustannuksia on 4,7 Mrd.mk ja loput 333,9 liikenteen kustannuksia. Ös-verkolla vastaavat kustannukset ovat 82,0 Mrd.mk, josta tienpitäjän kustannuksia 4,1 Mrd.mk ja loput 77,9 liikenteen kustannuksia.

Kun nykykuntopolitiikkaa verrataan siihen, että tavoitteena olisi optimikuntotila, ilman budjettirajoitusta havaitaan, että nykykuntopolitiikka

on 8 vuoden tähtämellä hieman halvempaa (kuvat 27 ja 28). Ensimmäisenä vuonna päästäisiin selkeästi nykytasoa halvemmalla, mutta tulevina vuosina tilanne tasaantuu kohti "normaalin" tasoisia budjetteja. Ero näkyy kuitenkin analyysijakson lopussa siitä, että nykykuntopoliitiikan mukaiset viimeisen vuoden tp-kustannukset ovat optimitaivoitetta 130 Mmk korkeampia. Myös kuntotiloissa on selkeä ero.

Tämän analyysin perusteella on selvää, että tavoitteita pitäisi muuttaa nykykunnan ylläpidosta niin, että tavoitteena olisi pt-optimi-tila. Tämä näkyy siinä, että tarkasteluaikana rahaa kuluu suunnilleen yhtä paljon mutta saavutettava loppukunto on huomattavan erilainen; optimibudjetilla voidaan korjata lähes kaikki puutteet ja lievästi budjettirajoitetut vaihtoehdot pystyvät saamaan 8 vuoden aikana pintakunnan nykytilaa paremmaksi. Nykykunnan ylläpitäminen estää samalla tiestön kunnan kohentumisen kohti taloudellisempaa optimi-tilaa.

8.3.6 Ilman rakenteen parantamistoimenpiteitä

Rajoittamattomien lyhyen tähtäimen analyysien ratkaisut sisältävät yleensä huomattavan määrän rakenteen parantamistoimenpiteitä. Seuraavassa on lyhyesti esitetty politiikka, missä RP-toimenpiteet on jätetty pois vaihtoehdoista.

Ilman RP-mahdollisuutta HIPS joutuu selviin vaikeuksiin: Ab-teillä rappeutumisenopeutta ei saada hillittyä pelkillä päällystystoimenpiteillä ja vähäliikenteisillä teillä pintakunnoltaan huonojen teiden määrä lisääntyy kaikilla osaverkoilla (vaurioituneet jopa 5-kertaisiksi). Kokonaiskustannukset 8 v. ajalta ovat tässä tutkituista strategioista keskimääräiset. Ajokustannukset kasvavat kuitenkin kaikilla osaverkoilla. Tuloksena on siis se, että rakenteen parantamisen lopettaminen ei tuo säästöä, budjettirajoitukset toimivat huomattavasti tehokkaammin. Ös-teillä RP:n poisto toimii kuten 370 Mmk:n budjettirajoitus, sillä HIPS suosittelee niissä joka tapauksessa pääasiassa öljysorapintausta. Tällä tavoin ei siis saada erikoisesti lisäinformaatiota.

8.3.7 Ilman mitään toimenpiteitä.

Tällä strategialla voidaan simuloida järjestelmässä käytössä olevia rappeutumismalleja. Ilman kunnossapitoa tiestön kunto heikkenee tasaiseen tahtiin. Samalla hoitokustannukset ja erityisesti liikenteen kustannukset nousevat voimakkaasti.

Erittäin tiukan rahoituspolitiikan vallitessa näyttäisi siltä, että päällystetyn tieverkon voisi hätätilanteessa jättää pelkän rutiinhoidon varaan maksimissaan noin 1-2 vuoden ajaksi. Tällä aikaa ei peruuttamatonta rappeutumista tapahtuisi liikaa. Tämä vaatii kuitenkin lisäselvittelyitä.

Tätä vaihtoehtoa on verrattu myös taloudellisesti parhaaseen lyhyen tähtäimen strategiaan. Vertailu on tehty laskemalla optimi-investoinneille karkeat hyöty-kustannussuhteet osaverkoittain vuosien 1993-2000 summille. Nämä on kerätty kuviin 25 ja 26. Niiden perusteella voidaan todeta, että 8 vuoden tähtäimellä laskettuna optimipoliitiikalla saatavat liikenteen kustannussäästöt ovat merkittäviä vain, jos liikennettä on tarpeeksi.

8.3.8 Ilman ajokustannuksia

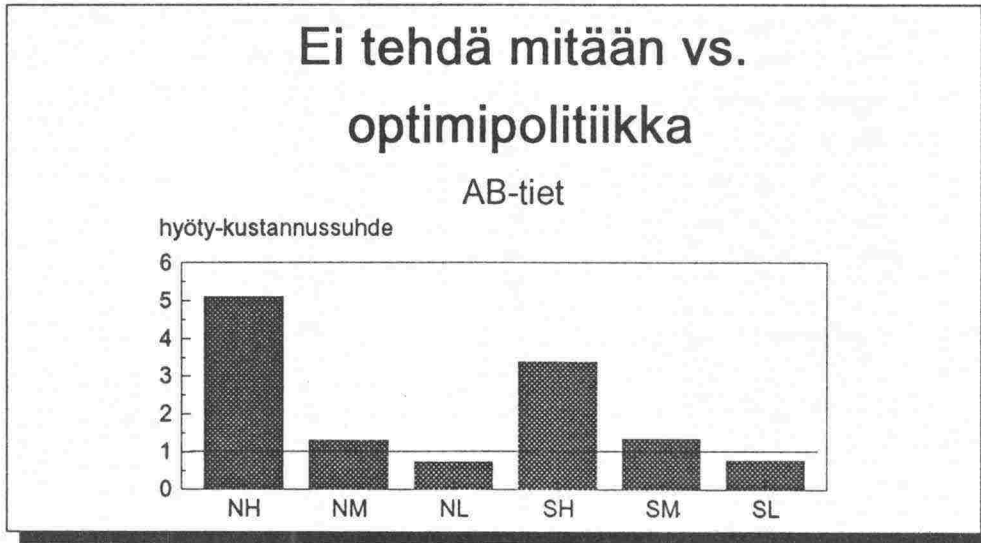
HIPS:n lt-analyysissä pyritään minimoimaan kokonaiskustannuksilla painotettua nykytilan ja tavoitetilan erotusta. Jos analyysit halutaan tehdä pelkkiin kuntotavoitteisiin nojautuen, voidaan ajokustannukset poistaa analyyseistä.

Taulukkoon 14 on koottu lt-mallien vertailut ilman ajokustannuksia ja ajokustannusten kanssa.

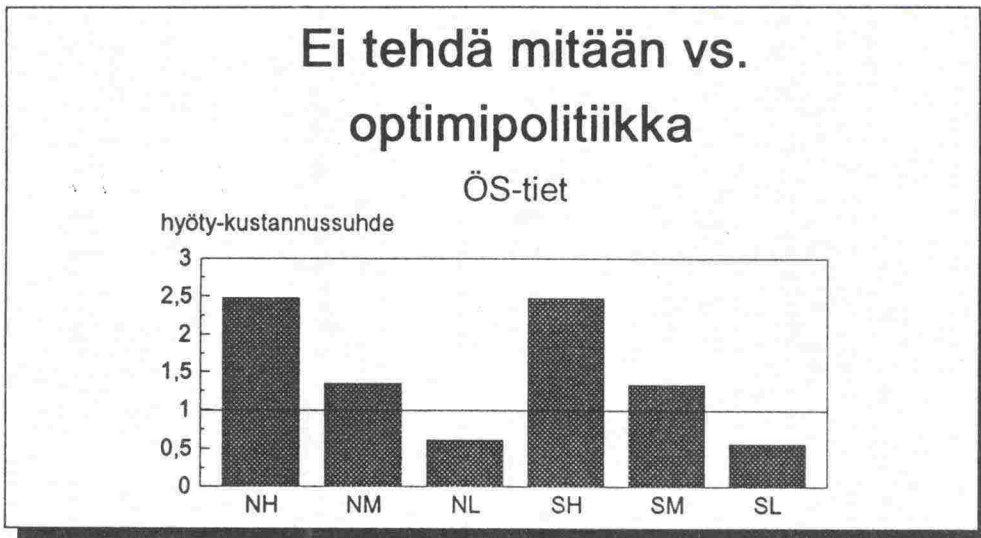
Taulukko 14. Lt-analyysi ilman ajokustannuksia ja ajokustannusten kanssa

BUDJ.RAJ	BUDJETTI 1993		BUDJETTI 1993-2000		KUNTOTAVOIT- TEESTA SAAVUTETTU %	
	ON	EI	ON	EI	ON	EI
AB	1 040	2 290	5 529	6 710	84	95
ÖS	1 135	1 442	5 129	5 034	69	32
YHT.	2 175	3 732	10 658	11 744		

Ajokustannusten poisto tuottaa entistäkin suuremman budjettiehdotuksen 1. vuodelle, sillä hyöty perustuu pelkästään saavutettavaan kuntotilan parantumiseen. Tulokset ovat huomattavan epärealistisia; on siis suositeltavampaa käyttää ajokustannuksia.



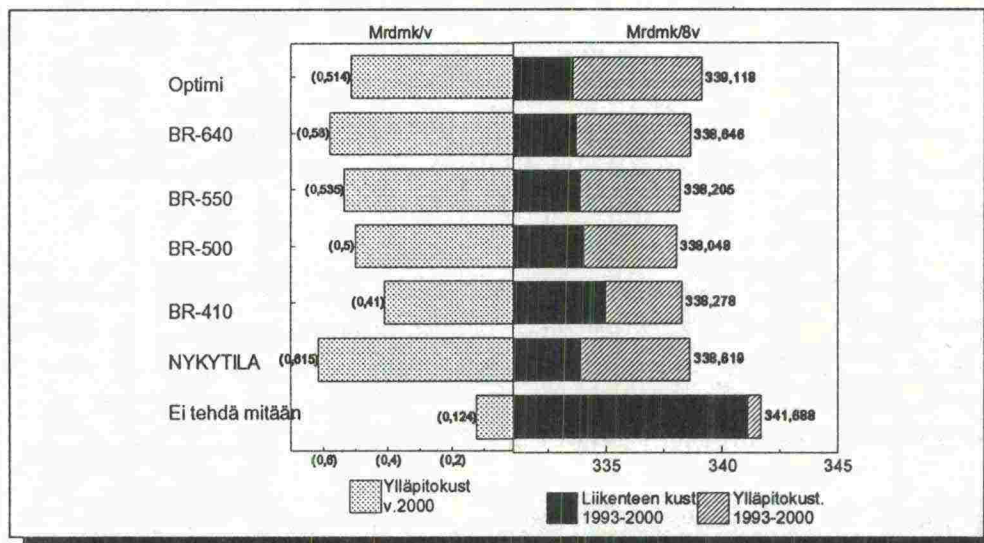
Kuva 25. *Ei tehdä mitään -politiikka Ab-teillä*



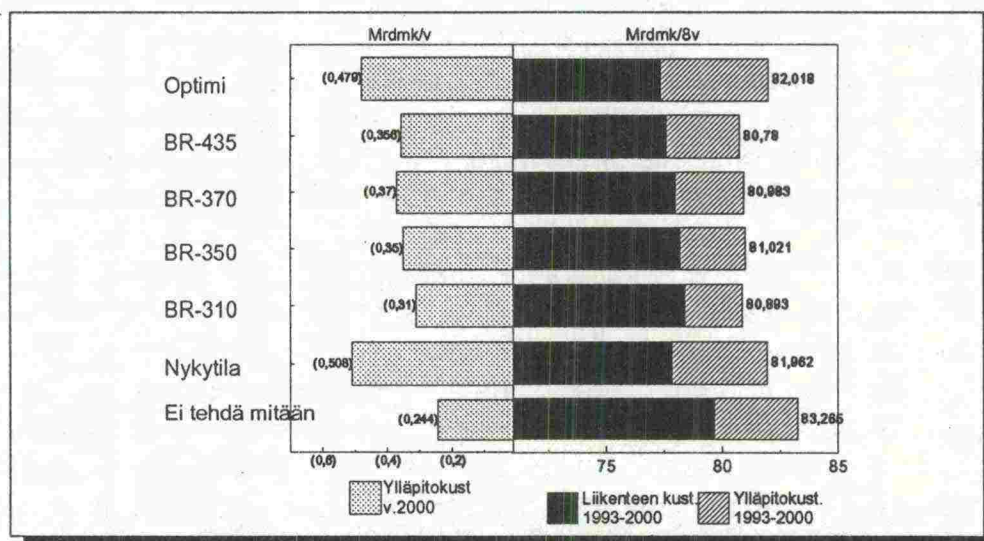
Kuva 26. *Ei tehdä mitään -politiikka Ös-teillä*

8.3.9 Eri ylläpitovaihtoehtojen vertailu

Edellä tehtyjen It-vaihtoehtojen vertailu on koottu kuviin 27 ja 28, joissa on esitetty eri vaihtoehtojen kokonaiskustannukset kahdeksan vuoden ajalta 1993-2000 sekä kunkin vaihtoehdon ylläpitokustannus vuonna 2000.



Kuva 27. Eri vaihtoehtojen vertailu Ab-verkolla



Kuva 28. Eri vaihtoehtojen vertailu Ös-verkolla

Ab-tiet:

Kokonaiskustannuksiltaan halvin vaihtoehto olisi luonnollisesti optimi eli se kuntotila ja rahoitustaso, johon tulisi pyrkiä. Vaihtoehdon kokonaiskustannukset olisivat mainitulla aikavälillä 333,4 Mrd.mk ja vuotuisen ylläpitokustannus 500 Mmk/v. On kuitenkin huomattavaa, että tämä on tällä hetkellä hypoteettinen vaihtoehto, sillä tiestö ei ole optimikunnossa.

Paras vaihtoehto kokonaistaloudellisessa mielessä 8 v. tähtäimellä olisi se, jossa tavoitteena on pt-optimi ja budjettirajoituksena 500 Mmk/v. Tällä vaihtoehdolla ei voida juurikaan tehdä RP-toimenpiteitä,

mutta pintakunto ei huonone muuten kuin vaurioiden osalta. Vuoden 2000 ylläpitokustannukset ovat 500 Mmk/v.

Kokonaiskustannusten perusteella edellistä vaihtoehtoa hieman huonommat ovat muut budjettirajoitukset, nykytilan ylläpito ja strategia ilman RP-toimia.

Analyysi ilman ajokustannuksia toimii kuten rajoittamaton vaihtoehto: nämä osoittautuvat 8 vuoden aikana taloudellisesti vain kohtuullisiksi vaihtoehdoiksi. Niitä noudattamalla saadaan tiestö kuitenkin kaikkein lähimmäksi optimitasoa. Tämän vuoksi analyysijä pitäisikin ehkä tehdä hieman pidemmälle ajalle kerrallaan.

Ös-tiet:

Ös-verkolla osoittautuivat erilaiset budjetiltaan rajoitetut vaihtoehdot parhaimmiksi: kaikki vaihtoehdot 300 Mmk/v - 440 Mmk/v ovat kokonaistaloudellisessa mielessä suunnilleen samaa tasoa. On kuitenkin todettava, että pienet (alle 430 Mmk) budjetit johtavat siihen, että teiden vauriot lisääntyvät voimakkaasti ja HIPS suosittaa rahoituksen keskittämistä vain uraisuuden ja tasaisuuden poistoon, millä lienee suuri merkitys pidemmällä tähtäimellä. Nykyiset tavoitteet huomioiden **Ös-teiden vuotuinen rahoitus pitäisi olla vähintään 430 Mmk.**

Nyt saadut tulokset eroavat varsin merkittävästi edellisten vuosien tuloksista, joissa rajoittamaton It-analyysi saatiin sekä Ab- että Ös-teillä paremmaksi vaihtoehdoksi. Tähän on ilmeisenä syynä se, että Ab-tiestö on urien ja vaurioiden suhteen niin hyvässä kunnossa, että RP-politiikkaa suosiva rajoittamaton analyysi ei ehdi tuottaa tarpeeksi hyötyjä lyhyessä ajassa. Ös-teillä analyysijä sotkee poikittainen epätasaisuus, jonka jakauma on selkeästi huonompi kuin ennen (joh-tuen osin ennusteista).

9 LOPUKSI

Tässä raportissa on analysoitu päällystetyn tieverkon ylläpidon erilaisia strategioita vuoden 1993 lähtötietoihin perustuen. Saatuja tuloksia voidaan käyttää tielaitoksen pitkän ja keskipitkän aikavälin strategisessa suunnittelussa.

Nyt käytössä olevat järjestelmät ja lähtötiedot ovat selvästi edellisiä parempia, sillä (a) kuntotietojärjestelmän ja ennustemallien avulla saadaan entistä tarkempi tiestön nykykunto; (b) HIPS-järjestelmän malleja on kehitetty niin AB- kuin ÖS-teidenkin osalta ja (c) ohjelmiston käyttökokemukset ovat lisänneet tulosten analysointikokemusta.

Saadut tulokset osoittavat, että HIPS tarvitsee yhä kehittämistä. Suurin puute tällä hetkellä on lyhyen tähtäimen optimointifunktion teknisyyksi; se ei pyri etsimään taloudellisinta vaihtoehtoa vaan nopeinta tietä tavoitteeseen. Tämä on ristiriidassa taloudellisten tavoitteiden kanssa. Myös käytössä olevat kustannusmallit kaipaavat vähintään päivittämistä.

Kaikkia analyyseissä käytettyjä järjestelmiä kehitetään edelleen niin tietojen kuin koodinkin osalta. Jo vuoden 1993 aikana uudistetaan HIPS-järjestelmää esim. piirimuutosten ja kaikkien mallien osalta. KURRE-järjestelmässä käytettäviä rappeutumismalleja tarkistetaan vastaavasti. Kokonaan uusi, kolmannen sukupolven lähtötietopaketti on tarkoitus saada käyttöön vuonna 1994.

KIRJALLISUUSLUETTELO:

Cambridge Systematics Inc. (CSI) (1989). *Highway Investment Programming System; User's Manual*. Cambridge, MA.

Talvitie, A. ja Olsonen, R. (1988a). *Selecting Asphalt Concrete Condition States for Finland's Highways*. Esitelmä TRB:ssä (Washington D.C.).

Talvitie, A., Tapio, R., Olsonen, R., Äijö, J. ja Miettinen, M. (1988b). *Tieverkon ylläpidon ohjausjärjestelmä 1. Yleiset perusteet, 2. Tien kunnan arviointi, 3. Tuotannon optimointi, 4. Toimenpiteiden vaikutuksen arviointi, 5. Järjestelmäkuvaus*. Artikkelisarja *Tie ja Liikennelehteen* lokakuu 88 - maaliskuu 89;

Thompson, P., Olsonen, R., Talvitie, A ja Tapio, R. (1989). A Micro-Computer Markov Model for Optimal Pavement Rehabilitation Policy. Teoksessa *Selected Proceedings of The Fifth World Conference on Transportation Research, vol. 1. Yokohama 1989*. Ventura, CA. Western Periodicals. 375-389.

Tiehallitus (1991). *Tieverkon ylläpidon ohjausjärjestelmät: Otostiet ja rappeutumismallit*. Helsinki. Tielaitoksen selvityksiä 53/1991.

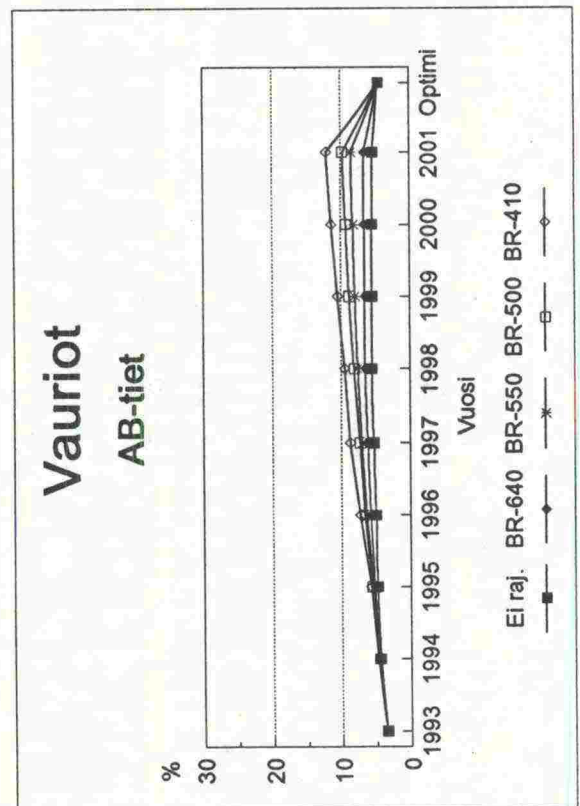
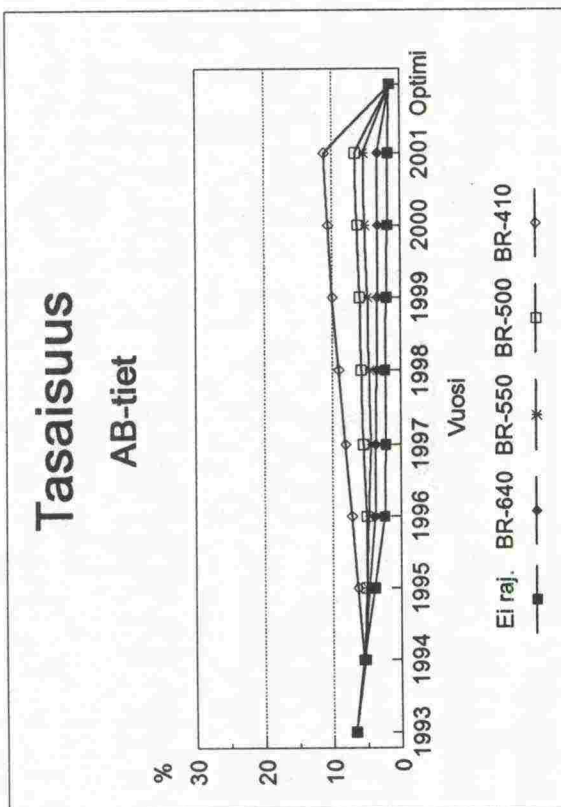
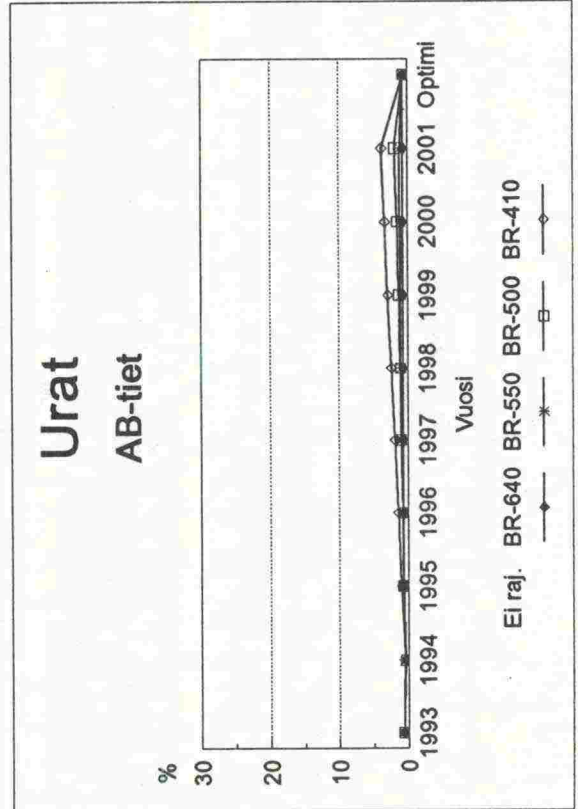
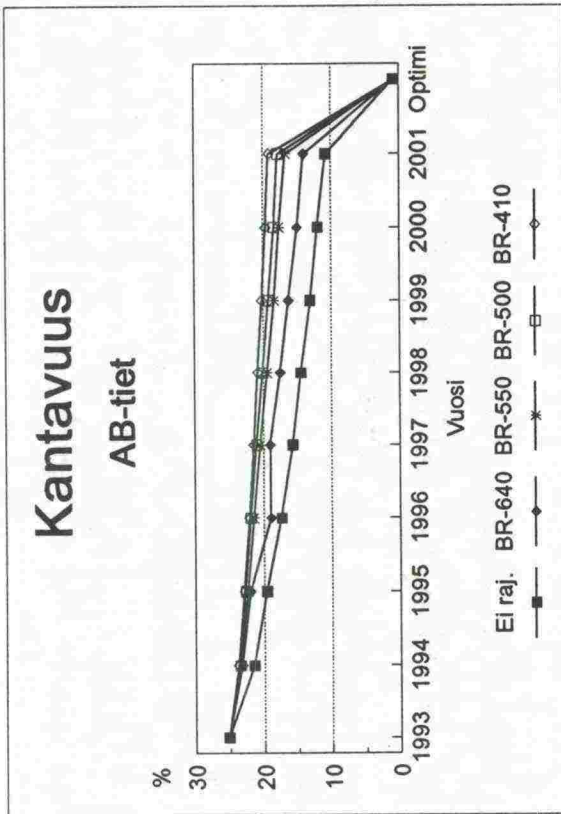
Tiehallitus (1991). *Tieverkon ylläpidon ohjausjärjestelmät: HIPS-ohjelmiston lähtötiedot ja perustulokset 1991*. Helsinki. Tielaitoksen selvityksiä 54/1991.

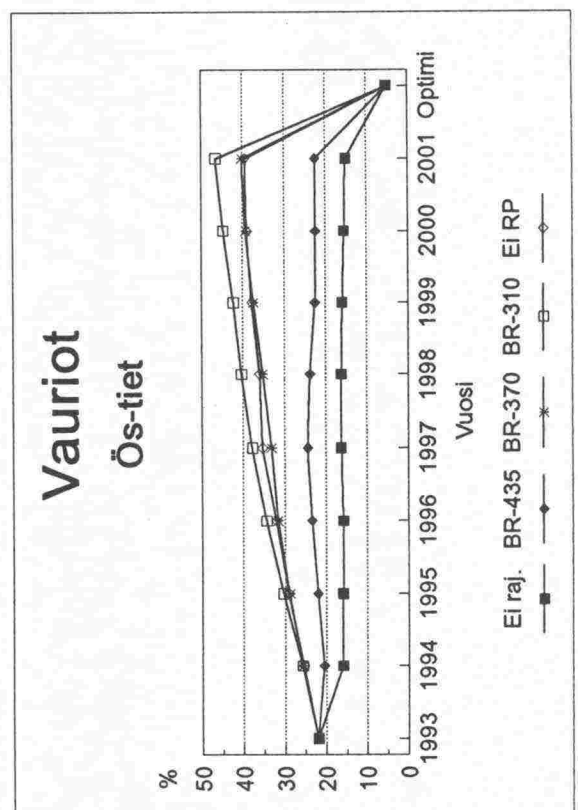
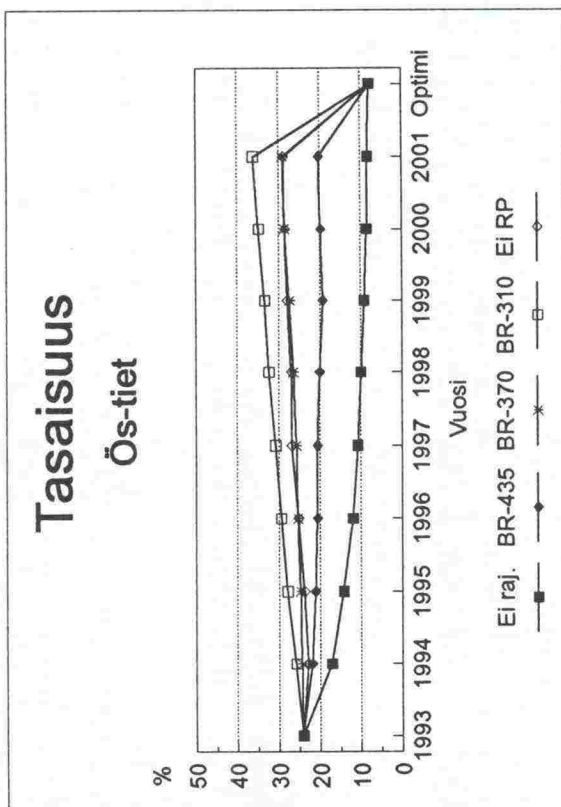
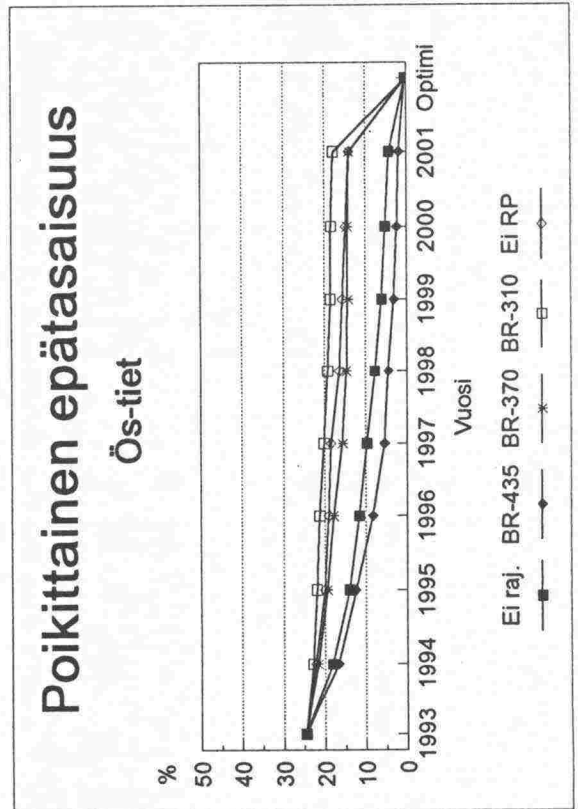
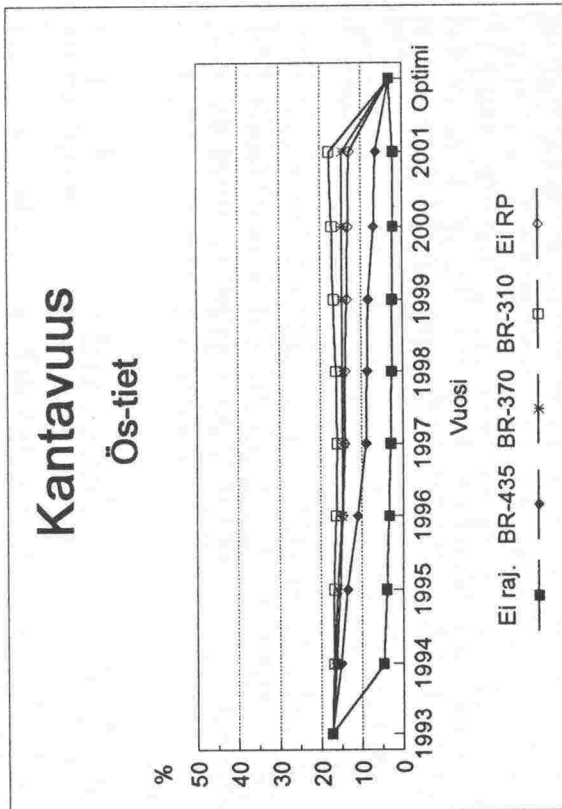
Tiehallitus (1992). *Päällystettyjen teiden kuntoennusteet*. Helsinki. Tielaitoksen selvityksiä 35992

Tiehallitus (1991/1992). *Tieliikenteen ajokustannukset 1991/1992*. Helsinki.

Äijö, J., Olsonen, R., Talvitie, A. ja Miettinen, M. (1988). *Estimation of the effectiveness of different paving actions in Finland*. Julkaisematon raportti, TVH ja Viatek Oy.

Äijö, J., Tapio, R., Männistö, V. & Thompson, P. (1990). *Minimum of social cost as a guideline of Finnish pavement management*. Proceeding at PTCR annual Summer meeting 1990, Brighton, England.





Tieh HIGHWAY INVESTMENT PROGRAMMING SYSTEM
Summary of current network conditions

PAVEMENT: Asphalt

DATE: 04.Feb.93 09:37 Thu
TITLE: Kuntotila 1.1.1993

REPORT: K2

5

NATIONAL TOTAL

KT	UV								
	00	01	02	10	11	12	20	21	22
00	4604	179	20	28	5	2	2	2	2
01	5879	671	156	92	18	7	12	2	2
02	277	90	35	11	7	4	5	5	2
10	239	20	4	2	2	2	2	2	2
11	565	140	46	13	3	2	2	2	2
12	71	44	25	3	2	2	2	2	2
20	168	17	4	2	2	2	2	2	2
21	438	119	46	8	4	3	3	2	2
22	60	39	21	4	4	2	2	2	2
30	101	6	3	2	2	2	2	2	2
31	288	66	32	5	2	2	2	2	2
32	44	34	25	2	2	3	2	2	2
40	392	9	3	2	2	2	2	2	2
41	515	86	46	5	3	2	3	2	3
42	103	87	50	5	6	6	3	3	4

Figures in Km (16261 CL-km plus 454 km fwy)

NATIONAL ADT >6000

KT	UV								
	00	01	02	10	11	12	20	21	22
00	903	10	0	10	1	0	1	0	0
01	798	15	1	38	1	0	9	0	0
02	22	2	0	2	1	0	4	3	0
10	17	0	0	0	0	0	0	0	0
11	44	1	0	8	0	0	1	0	0
12	2	0	0	1	0	0	0	0	0
20	22	0	0	1	0	0	0	0	0
21	49	3	0	4	0	0	2	0	0
22	5	1	0	1	0	0	0	1	0
30	7	1	0	1	0	0	0	0	0
31	22	5	0	3	1	0	1	0	0
32	2	0	0	0	0	0	0	1	0
40	58	0	0	0	0	0	0	0	0
41	52	0	0	2	0	0	1	0	0
42	2	0	0	0	0	0	1	2	0

Figures in Km (2163 CL-km plus 409 km fwy)

NATIONAL ADT 1500-6000

KT	UV								
	00	01	02	10	11	12	20	21	22
00	2731	107	11	18	4	1	1	1	1
01	3552	352	73	49	14	3	2	1	1
02	140	31	9	7	3	2	1	2	1
10	121	9	2	1	1	1	1	1	1
11	235	46	11	5	2	1	1	1	1
12	22	10	3	2	1	1	1	1	1
20	80	13	2	1	1	1	1	1	1
21	204	65	13	3	2	2	1	1	1
22	18	11	3	3	2	1	1	1	1
30	47	4	2	1	1	1	1	1	1
31	146	31	15	2	1	1	1	1	1
32	16	8	10	1	1	2	1	1	1
40	160	7	1	1	1	1	1	1	1
41	270	55	22	2	1	1	1	1	1
42	39	25	17	3	4	2	1	1	1

Figures in Km (8952 CL-km plus 10 km fwy)

NATIONAL ADT <1500

KT	UV								
	00	01	02	10	11	12	20	21	22
00	970	61	8	1	1	1	1	1	1
01	1530	304	82	4	3	4	1	1	1
02	115	57	25	2	3	2	1	1	1
10	100	10	2	1	1	1	1	1	1
11	286	92	35	1	1	1	1	1	1
12	47	34	22	1	1	1	1	1	1
20	66	4	2	1	1	1	1	1	1
21	185	51	33	1	1	1	1	1	1
22	37	28	18	1	1	1	1	1	1
30	47	2	1	1	1	1	1	1	1
31	119	30	17	1	1	1	1	1	1
32	26	25	15	1	1	1	1	1	1
40	174	2	1	1	1	1	1	1	1
41	193	31	23	1	1	1	1	1	2
42	61	61	33	1	2	3	1	1	2

Figures in Km (5146 CL-km plus 35 km fwy)

STATE VARIABLES

K = Bearing capacity
T = Roughness
U = Rutting
V = Defects

LAST UPDATED:
Date: 04.Feb.93
Time: 09:26 Thu
User: VMA
Lbl: cc1993

TieH HIGHWAY INVESTMENT PROGRAMMING SYSTEM
Summary of current network conditions

PAVEMENT: Light

DATE: 04.Feb.93 09:28 Thu
TITLE: Kuntotila 1.1.1993

REPORT: K2

NATIONAL TOTAL

KT	UV								
	00	01	02	10	11	12	20	21	22
00	2311	96	70	1544	115	108	313	21	27
01	1233	127	127	2272	378	456	523	135	200
02	155	31	38	504	149	246	173	90	201
10	783	31	33	946	76	104	323	27	54
11	579	89	115	1559	346	591	636	208	443
12	110	33	63	466	219	512	354	185	557
20	111	4	7	158	6	11	57	5	8
21	76	10	15	237	55	95	138	41	87
22	16	6	15	100	60	114	64	42	146
30	317	4	7	597	10	20	141	9	18
31	117	15	33	612	86	224	255	80	251
32	34	14	35	360	199	379	209	145	609

Figures in Km (27553 CL-km plus 0 km fwy)

NATIONAL ADT >800

KT	UV								
	00	01	02	10	11	12	20	21	22
00	887	42	30	431	31	25	73	4	4
01	399	47	50	415	84	91	63	20	27
02	42	10	11	88	29	49	20	12	25
10	176	8	10	149	14	11	33	2	4
11	107	19	23	172	39	59	52	21	34
12	15	5	8	49	19	45	30	22	52
20	24	1	2	20	1	2	6	1	1
21	16	3	3	17	5	7	11	3	5
22	3	1	1	6	4	8	5	4	8
30	38	1	1	21	1	2	5	0	1
31	13	3	3	27	7	12	15	4	16
32	4	1	2	19	6	19	18	7	28

Figures in Km (4632 CL-km plus 0 km fwy)

NATIONAL ADT 350-800

KT	UV								
	00	01	02	10	11	12	20	21	22
00	1095	41	33	563	61	63	153	11	14
01	569	59	57	892	166	228	225	64	102
02	71	11	15	176	55	106	65	44	92
10	445	13	14	388	32	57	181	12	29
11	275	37	48	634	132	241	226	74	165
12	43	14	22	139	71	192	107	68	209
20	73	2	3	59	3	5	31	2	3
21	41	5	8	79	27	44	52	17	40
22	7	3	7	40	18	53	31	20	66
30	176	2	3	88	3	9	49	3	5
31	45	4	10	142	21	72	72	19	58
32	9	3	4	80	27	93	55	48	131

Figures in Km (10864 CL-km plus 0 km fwy)

NATIONAL ADT <350

KT	UV								
	00	01	02	10	11	12	20	21	22
00	329	13	7	551	23	20	87	7	8
01	265	22	21	964	128	137	235	51	70
02	43	10	12	240	66	91	87	35	84
10	162	11	9	408	29	36	110	14	20
11	197	33	44	753	175	291	358	114	245
12	51	14	32	278	129	275	217	95	296
20	14	1	2	79	2	4	21	2	4
21	20	2	4	141	24	44	75	21	42
22	6	2	6	54	38	54	28	18	73
30	102	2	3	487	6	9	87	6	12
31	58	8	20	444	58	140	167	57	178
32	22	10	29	261	165	267	136	90	450

Figures in Km (12057 CL-km plus 0 km fwy)

STATE VARIABLES

K = Bearing capacity
T = Long. roughness
U = Trans. roughness
V = Distress

LAST UPDATED:
Date: 04.Feb.93
Time: 09:26 Thu
User: VMA
Labl: cc1993

HIPS2.0:n AJOKUSTANNUSTEN MÄÄRITTÄMINEN

22.12.1992/PVi

MALLIN VALINTA

PÄÄLL AB-TIET
ALUE Muu S
KVLik Vilkas

MALLIN

KVL:T
nimi kvl
KVLk 3087
KVLr 1168

AJOKUSTANNUSTEN KESKIARVOT

	Ajon	Aika	Onn	Yht.
Kevyt	56,8	51,0	11,1	147,2
Raskas	398,3	202,0	11,1	402,4

Kustannus- tasokorjaus	Tr. ind.	Muu ind.
Numerot:	138	100
Suunnitt.	138	100
Kerroin	0,0	

Mallia vastaavat sarakkeet: kevyet Raskaat Taulukoissa kvl ja tp

KESKIMÄÄRÄISET LIIKENNEMÄÄRÄT

Alue	KESTOPÄÄLLYSTETIET						KEVYTPÄÄLLYSTETIET						SORATIET					
	KEVYET			RASKAAT			KEVYET			RASKAAT			KEVYET			RASKAAT		
	KVL-luokka			KVL-luokka			KVL-luokka			KVL-luokka			KVL-luokka			KVL-luokka		
	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2
0	9087	2593	912	1168	355	88	1102	486	183	96	48	18						
1	10408	2779	808	940	314	112	1114	491	202	97	49	21						

TOIMENPIDETIEDOT

TOIMENPITEIDEN AIHEUTTAMAT AJOKUSTANNUSLISÄT p/km

	KESTOPÄÄLLYSTETIET						KEVYTPÄÄLLYSTETIET						SORATIET					
	KEVYET			RASKAAT			KEVYET			RASKAAT			KEVYET			RASKAAT		
	KVL-luokka			KVL-luokka			KVL-luokka			KVL-luokka			KVL-luokka			KVL-luokka		
	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	33,1	30,3	28,5	119,6	96,3	103,9	27,8	20,6	20,6	99,6	79,1	79,1	0	0	0	0	0	0
2	33,1	30,3	28,5	119,6	96,3	103,9	27,8	20,6	20,6	99,6	79,1	79,1	0	0	0	0	0	0
3	33,1	30,3	28,5	119,6	96,3	103,9	37,6	30,4	30,4	145,4	124,9	124,9	0	0	0	0	0	0
4	33,1	30,3	28,5	119,6	96,3	103,9	44	41	41	186,5	149,7	149,7	0	0	0	0	0	0
5	33,1	30,3	28,5	119,6	96,3	103,9							0	0	0	0	0	0
6	40,8	38,1	41,4	145,4	122,1	145,5							0	0	0	0	0	0
7	40,8	43,2	41,4	145,4	137,9	145,5							0	0	0	0	0	0

Toimenpiteistä aiheutuvat lisäajokustannukset / ajoneuvo / km

Toimenpide	0	1	2	3	4	5	6	7
Vaikutusaika	1	1	1	2	5	5	90	90
KEVYET tpajoku	0	33,1	33,1	33,1	33,1	33,1	40,8	40,8
RASKAAT p/km/aj	0	119,6	119,6	119,6	119,6	119,6	145,4	145,4

Vaikutusaika (vrk)

	0	1	2	3	4	5	6	7
AB-päällyste	1	1	1	2	5	5	90	90
Ös-päällyste	1	1	2	5	7	90		
Sr-päällyste	0	0	0	0	0	0	0	0

TAVOITENOPEUS PÄÄLLYSTETITEITÄIN (ja kantavuusluokittain)

K	KESTOPÄÄLLYSTETIET						KEVYTPÄÄLLYSTETIET						SORATIET					
	KEVYET			RASKAAT			KEVYET			RASKAAT			KEVYET			RASKAAT		
	KVL-luokka			KVL-luokka			KVL-luokka			KVL-luokka			KVL-luokka			KVL-luokka		
	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2
0	91	86	82	80	84	82	86	84	82	78	76	75						
1	91	86	82	80	84	82	86	84	82	78	76	75						
2	91	86	82	80	84	82	86	84	82	78	76	75						
3	91	86	82	80	84	82	86	84	82	78	76	75						
4	91	86	82	80	84	82	86	84	82	78	76	75						

Aktiivisen mallin tavoite l. vapaa nopeus

K	0	1	2	3	4
Kevyet	91	91	91	91	91
Raskaat	80	80	80	80	80

TIEN KUNNON VAIKUTUS

Kunnon vaikutus ajonopeuteen

V = f(T-luokka)		
	KEV.	RASK.
T0	1	1
T1	1	0,995
T2	0,99	0,97

V = f(V-luokka)		
	KEV.	RASK.
V0	1	1
V1	1	1
V2	0,99	0,99

V = f(U-luokka)		URA-LK		PT-LK		
	KEV.	RASK.	Kestopääll.		Kevytpääll.	
	KEV.	RASK.	KEV.	RASK.	KEV.	RASK.
U0	1	1	1	1	1	1
U1	0,95	0,95	0,95	0,95	1	1
U2	0,9	0,9	0,9	0,9	0,98	0,98

Kunnon vaikutus ajoneuvokustannuksiin

Kuntokl.	Kevyet ajoneuvot				Raskaat ajoneuvot					
	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4
K	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
T	1	1,01	1,1			1	1,03	1,12		
U	1	1	1,01			1	1	1,01		
V	1	1,02	1,04			1	1,02	1,04		

ONNETTOMUUSASTEET

KVL-ik	POHJ-SUOMI			ETELÄ-SUOMI		
	AB	OS	SR	AB	OS	SR
0	0,4	0,57	1	0,397	0,567	1
1	0,42	0,666	0,9	0,415	0,663	0,9
2	0,46	0,7	0,85	0,461	0,697	0,85

Onnettomuuskustannukset

	Kevyt	Raskas
Yksikkökust.	3E+05	3E+05
Onn. Aste	0,4	0,4
Kust./km	12,3	12,3

onn/miljkm
p/km

Kunnon vaikutus onnettomuusasteeseen

O = f(T-luokka)			O = f(V-luokka)		
	KEV.	RASK.		KEV.	RASK.
T0	1	1	V0	1	1
T1	1,01	1,01	V1	1	1
T2	1,02	1,02	V2	1	1

Nopeuden vaikutus onnettomuusasteeseen

dOnna-% = k * dV - b	
k	b
2,195	-1,45

Sääjakauma		
ALUE	hyvä %	huono %
PS	70	30
ES	80	20

AB	hyvä	huono	0,862		
			AB	Os	Sr
U0	0,78	1	0,98	0,99	1
U1	0,75	1,1	0,99	1	1
U2	0,62	1,5	1,03	1,01	1

Onn-k = f(U-luokka)			
	Val.	KEV	RASK
U0	0,98	0,98	0,98
U1	0,99	0,99	0,99
U2	1,03	1,03	1,03

AJOKUSTANNUSJULKAISUN LÄHTÖTIEDOT: Päivitys vuoden 199 + arvio v. 93

VALINTA (0 = verottomat, 1 = verolliset)

LIITESIVUT: 46-47	Yks.	0 Verottomat hinnat				
		Kertoim	Kevyet ajoneuvo	Raskaat ajoneuvot	Kertoim	
A. Ajosuoritteeseen kohdistuu p/km	A/2	p/km	UCAk	19,36	UCAr	106,4
B. Ajoaikaan kohdistuu p/km	A/2	p/km	UCBk	19,36	UCBr	106,4
Aikakustannus [mk/h]		mk/h	aikak	43,5	aikar	149,8
C. Polttoaineen mukaan Bras	B	B	UCCbk	47,08	UCCbr	183,8
D. vertailutiedot						
		V0 km/h	v0k	80	v0r	70
		Po lit/100k	Pk	8,2	Pr	34,3

		1,807 1,132		
		Verottomat hin	Verolliset hinnat	
Verot	Kevyet	Raska	Kevyet	Raskaat
0	19,36	106	35,0	120,4
1	19,36	106	35,0	120,4
	47,08	184	85,1	208,1

E. Polttoaineenkulutuskertoimet									
Vakio	V	V*V	dV	dV*dV	dV*V	dV*V*	dV*dV	dV*dV*V	dV*dV*V*
KEV.	9,43	-0,084	7E-04	0,234	0,007	-0,005	2E-05	-1E-04	4E-07
RASK.	42,1	-0,586	0,005	1,543	0,023	-0,024	8E-05	-3E-04	1E-06

Polttoaineen hinta V. 1			
	10	0,6	
	2,54	2,06	4,98 2,27
BE95E	2,28		3,96
BE99	2,4		4,53
DI	2,06		3,1
Vuonna 1992			4,131

TIEHALLITUKSEN SISÄISIÄ JULKAISUJA

- 47/1992 Liikenneympäristön tilaselvitys, melu. Kehittämiskeskus
- 48/1992 Tieliikenneonnettomuudet eri nopeusrajoituksilla vuonna 1991. TIEL 4001828-92
- 49/1992 Pyöräkuormaajien ja traktorien seurantatutkimus. TIEL 4000024
- 50/1992 Liuoslevittimien käyttökokeilu. TIEL 4000025
- 51/1992 Sorateiden kelirikkovaurioiden korjaaminen, väliraportti III: Materiaalitutkimuksia jalostetuista teollisuuden sivutuotteista. Kuopion tuotantotekninen kehitysyksikkö
- 52/1992 Sorateiden kelirikkovaurioiden korjaaminen, väliraportti IV: Koerakenteet. Kuopion tuotantotekninen kehitysyksikkö
- 53/1992 Tieterien pinnoitteet ja kovametalliset terät lumiauroissa. Kuopion tuotantotekninen kehitysyksikkö.

TIELAITOKSEN SISÄISIÄ JULKAISUJA

- 1/1993 Liuosuolan ja kostutetun suolan kenttäkokeita; ennakkosuolaus, suolan leviäminen ja pysyvyys. Tampereen tuotantotekninen kehitysyksikkö
- 2/1993 Työjärjestys. Keskushallinto
- 3/1993 Liuoksen kuljetussäiliöt, runko- ja jalkarakenteet; Vaihtoehdot 1.1.1993. Tampereen tuotantotekninen kehitysyksikkö.
- 4/1993 Tulohajauksen kehittäminen kohti tuotantosopimusmenettelyä. TIEL 4000026
- 5/1993 Tielaitoksen henkilöstö 1992. Keskushallinto/yhtymähallinto
- 6/1993 Yleisjohdon neuvottelupäivät, Helsinki 19-20.1993, kokousmuistio
- 7/1993 Yleissuunnittelun pilottiraportti, Länsiväylä välillä Kivenlahti-Suomenoja. Keskushallinto/tiehallinto
- 8/1993 Matkakertomus Ruotsiin ja Norjaan suuntautuneelta talvikunnossapito-matkalta 13-19.12.1992. Tuotannon palvelukeskus, Tampere
- 9/1993 Ympäristövaikutusten arviointi, kokeilu tiehankkeissa I. TIEL 4000027
- 10/1993 Päälystetyn tieverkon kuntomittaukset ja hallintajärjestelmät. TIEL 4000028
- 11/1993 Tuloraportti 1992. TIEL 4000029
- 12/1993 Yleisten teiden ympäristön tilan selvitys; Luonto, maisema, kulttuuri-historia. TIEL 4000030
- 13/1993 Elastisten kulusterien kulutuskestävyys. Tuotannon palvelukeskus, Tampere