

# **Kunnossapidon varatöiden eri toteutusmuotojen edullisuus**

**TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS**

Rakentamistalouden toimisto

31.10.1985

08

716-



86: 300 / 2

## JOHDANTO

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on mahdollisimman pelkistetysti selvittää kunnossapidon varatöiden (useimmiten rakenteenparantamistöitä) ongelmatiikka sekä ratkaista laskennallisesti töiden toteutuksen edullisuuteen liittyvät pääkysymykset tietuotannon näkökulmasta. Tienpidolliseen näkökulmaan ei tutkimus kajoa.

Tutkimuksessa on kohdistettu päähuomio rakenteenparantamistöiden eri toteutusmuotojen (kunnossapitäjä tekee/rakentaja tekee) edullisuusvertailuun. Varatöiden luonnetta ja kunnossapidon resurssien käyttöä on selvitetty tarkemmin DI P. Lydman'in laatimassa väliraportissa (13.8.1984).

Tutkimusta läheisesti sivuavia asioita on selvitetty aiemmin mm. seuraavissa raporteissa ja muistioissa:

- Kunnossapidon kaluston käytön lisääminen rakennustoimialalla (Kp, Rt/1981)
- Kunnossapidon kaluston käyttömahdollisuudet rakennustoimialalla (Rr/1979)

joiden sisältämät tiedot ovat varsin paikkansapitäviä nykyäänkin.

Tämä tutkimus on toteutettu kunnossapitotoimiston toimeksiannosta. Tutkimusraportin on laatinut DI Olli Penttinen.

## TIIVISTELMÄ

Kunnossapitotyöt tehdään pääosin laitoksen omin resurssein. Hoito- ja kunnostustyöt, joiden määrään oman kaluston mitoitus perustuu, työllistävät kaluston vain 33-68 %:sesti (v. 83) koneesta riippuen. Nämäkin työt jakautuvat ajan suhteen epätasaisesti.

Syntynyt kaluston ja muun organisaation "vapaa-aika" voidaan hyödyntää teettämällä sillä ns. varatöitä. Laskennallista menettelyä käyttäen voidaan kunnossapito-organisaation varatöinä tekemien rakenteenparantamistöiden edullisuutta arvioida muihin toteutusmuotoihin (esim. toteutus rakennustoimialan toimesta vuokrakalustoa käyttäen) verrattuna.

Selvitys perustuu tähänhetkiseen resurssitilanteeseen. Tässä yhteydessä ei puututa niihin kysymyksiin, jotka liittyvät resurssien omavaraisuusasteen olennaiseen muuttamiseen, vaan varatöiden edullisuutta on selvitelty erilaisissa nykyisen tilanteen sisäisissä työllistämistilanteissa (millaista muuta työtä resursseille olisi tarjolla). Tällä seikalla on olennainen merkitys niihin kustannuksiin, jotka laskelmissa on huomioitava.

Tutkimuksen mukaan tyypillisissä varatyötilanteissa, jolloin kunnossapidon resursseille ei ole osoittaa muuta tehokasta työtä ja työ toteutetaan pääosin omia koneita käyttäen, kunnossapitäjä toteuttaa rakenteenparantamishankkeen n. 30 % edullisemmin kuin rakennusorganisaatio. Vastaavasti rakennusorganisaatio toteuttaa työn n. 35 % tuottavammin ja useimmiten 30-60 % nopeammin.

Laskennallinen tulos eo:ssa tapauksessa johtuu pääosin seuraavista tekijöistä ja lähtöoletuksista:

- varatyöt eivät aiheuta kunnossapito-organisaatiolle ylimääräisiä kustannuksia miesten eikä useimpien yhteiskustannusten osalta
- kaluston hankinnasta aiheutuvia pääomakustannuksia voidaan laskea varatöiden osalle vain siltä osin, kuin niiden toteuttamisen voidaan katsoa vaikuttavan kaluston pitoaikaa lyhentävästi

- kun rakenteenparantamistyöt toteutetaan ns. puhtaina varatoina (pääosin omalla kalustolla), joudutaan työt järjestelemään vajailla resurssimäärillä, mikä huomattavasti alentaa työn edistymistä ja tuottavuutta.

Vieraan autokaluston käyttö varatöiden työketjujen tehostajana ei ole taloudellisin perustein kannattavaa, koska puoli-ilmaisen organisaation tehostaminen täysihintaisella vuokrakalustolla on työyksikköä kohti kallista. Vieraan kaluston käyttö on kuitenkin tietyissä tapauksissa perusteltavissa työn aikataulun selvän nopeuttamisen kannalta. Myöskään resurssien vuokraus rakentajan käyttöön ei ole yhtä edullista kuin oman rp-kohteen tekeminen ao. perustein.

Varatyökohteiksi kannattaa valita kohteita, jotka sijain- tinsa ja lyhyiden ajomatkojen vuoksi sitovat kerrallaan vähän resursseja.

Kunnossapito-organisaation rakenteenparantamistyöt poikkeavat huomattavasti vastaavista rakentajan toteuttamista kohteista. Kunnossapidon kohteissa pääpaino on kerrosten vahvistamisessa, kun taas tien linjaukseen, tasaukseen ja varustukseen kohdistuvat parannukset jäävät vähäisiksi. Tästä johtuen myös km-kustannukset ovat selvästi toisistaan poikkeavia.

Tämän selvityksen laskelmissa on oletettu työ tehtävän samoin suunnitelmin ja samaan laatuun tähdäten. On huomattava, etteivät työn laatu ja yksikkökustannukset ole kiinteässä sidossuhteessa toisiinsa.

Käytännössä toteutettujen rakenteenparantamiskohteiden osalta laatueroja on nähtävissä eri toimialojen välillä. Kantavuuden osalta tilanne on jokseenkin samantasoinen, mutta tiiveyden osalta kunnossapidon kohteet ovat rakentajan kohteita heikompia, mikä kuvastaa kerrosten teon viimeiste- lyssä olevan parantamisen varaa. Vaara jälkitiivistymiseen ja päällysteen rikkoutumiseen on ilmeinen.

# KUNNOSSAPIDON VARATYÖT

## SISÄLLYSLUETTELO

### Tiivistelmä

	sivu
1. Lähtökohdat ja perusongelmatiikka	1
2. Varatöiden luonne ja kunnossapidon resurs- sien käyttö	3
3. Eri toteutusmuotojen edullisuusvertailu	6
3.1 Perusongelman erittely	6
3.2 Edullisuusvertailun menetelmät ja lähtö- arvojen määrittely	7
3.3 Vertailun tulokset	9
3.4 Tulosten analysointi ja johtopäätökset	19
4. Työn laatu ja muut vertailuun vaikuttavat tekijät	21
5. Yhteenveto	24

LIITE: Vertailulaskelmat ja lähtöarvojen määrittely

## 1. Lähtökohdat ja perusongelmatiikka

Kunnossapidon hoito- ja kunnostustöiden luonne ja ajallinen jakautuma, sekä toiminnan perustuminen omien resurssien käyttöön luovat tilanteen, ettei resursseja ja organisaatiota voida nykytilanteessa täysin työllistää varsinaisten kunnossapitotehtävien toteutuksen suunnittelulla. Organisaatio on siis keskimäärin vajaatyöllistetty voidakseen kyllin tehokkaasti ja laadukkaasti huolehtia hoitotehtävistä "sesonkiaikoina".

Kunnossapitoressurssien omavaraisuusastetta, joka nykyisellään on n. 80 % voidaan teoriassa laskea vieraan kaluston käyttöä lisäämällä, mikä mahdollistaa oman kaluston käytön tehostumisen ja häivyttää näin pois ongelmat, jotka resurssien tehokkaaseen käyttöön ja varatöiden tarpeeseen liittyvät. Em. lääke sisältää kuitenkin leegion selvittämättömiä muita kysymyksiä, eikä niihin ole tässä tutkimuksessa tarkoitus puuttua.

Tämä selvitys pohjautuu siis nykytilanteeseen (KOREMI-mitoitus) kunnossapito-organisaatiossa. Hoito- ja kunnostustyöt työllistävät vain osittain organisaation. On luonnollista, että KOREMI-tavoitteiden saavuttaminen supistaa jossain määrin resursseja, jolloin käyttöasteongelmat ovat astetta nykyistä tilannetta lievempiä.

Kunnossapito-organisaation oman kaluston käytön jakautuma (taulukko 1) vuodelta 1983 kuvaa tämän selvityksen perustilannetta ja varatöiden tarpeen lähtökohdan.

Taulukko 1. Kunnossapito-organisaation omien pääresurssien käytön jakautumat (% käytettävissä olevasta ajasta = 2040 h/vuosi)

	KA	KUP	TH	KKT	TR+K
Hoito + kunnostus	68	40	45	36	33
Rak.par.työt (Kp.työt yht.)	13 (81)	20 (60)	6 (51)	11 (47)	3 (36)
* korjaus + huolto	17	13	19	13	8
* jouten tai rikki	2	27	30	40	56

Organisaation osittainen vajaatyöllistäminen heittää luonnollisesti esiin ajatuksen teettää resursseilla "vapaahetkinä" ns. varatöitä. Em. työt ovatkin kuuluneet jo perinteisenä osana kunnossapitäjän toimenkuvaan. Pääasiassa ns. varatöinä on tehty eriasteisia tierungon ja rakenteen parantamistöitä. Vapaa-aika on pyritty hyödyntämään myös monin erilaisin pienimuotoisemmin tehtävin.

Rakenteen parantamistöiden (joista pääosan voidaan katsoa olevan ns. varatöitä) osuus kunnossapidon kokonaiskustannuksista on keskimäärin 16 %; piirreittäin osuus vaihtelee 4...27 %:n välillä. Kaluston vähentymisestä huolimatta rp-töiden osuus ei ole vuosien varrella kuitenkaan vähentynyt. Työn tehostuminen ja suunnitelmallisuuden lisääntyminen ovat vapauttaneet resursseja rp-töihin.

Suhtautuminen kunnossapito-organisaation tekemiin rakenteenparantamistöihin vaihtelee varsin paljon laitoksen kunnossapito-organisaation sisällä. Eriäviä näkemyksiä esiintyy myös saman piirin eri toimialojen välillä. Tässä on siis tämän selvityksen siemen.

On toisaalta esitetty ajatuksia, että rp-töiden tekeminen on laitokselle erittäin tuottoisaa; vastustajat ovat toisaalta esittäneet, että rakennusorganisaatio voisi tehdä em. työt halvemmalla, tehokkaammin ja laadukkaammin.

#### Perusongelman kuvaus

Varatöiden ongelmatiikka rajataan tässä tutkimuksessa seuraavasti:

- varatyönä tarkastellaan rakenteenparantamistyön toteutusta.
- kuinka edullista rakenteenparantamistyön tekeminen on kp-organisaation toimesta, verrattuna siihen tilanteeseen, että sen tekisi rakennusorganisaatio, eli millä edellytyksillä toiminta on kannattavaa, kun tiedetään, että rakennusorganisaatio pystyy vieraita resursseja käyttäen tekemään työn tehokkaammin, mutta kunnossapidon resurssit ovat "vapaa-aikanaan puoli-ilmaisia"



TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS  
Kunnossapitotoimisto

Helsinki 28.1.1986

Nro O/Kp-18  
Viite Aloite

Tie- ja vesirakennuspiirit

Asia Kunnossapidon varatöiden  
eri toteutusmuotojen  
edullisuus

Kunnossapito-organisaation tekeminen varatöiden edullisuudesta ja laadusta on laitoksen piirissä hyvin erilaisia käsityksiä.

Koska aiheesta ei, sen mielenkiintoisuudesta huolimatta, ollut saatavissa tutkittua tietoa, tilasi kunnossapitotoimisto rakentamistaloudentoimistolta selvityksen po. aiheesta.

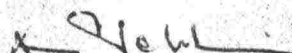
Kp-toimisto lähettää oheisena tutkimusraportin käyttöönnne.

Tutkimuksen mukaan tyypillisessä varatyötilanteessa, jolloin kunnossapidon resursseille ei ole osoittaa muuta tehokasta työtä, ja työ toteutetaan pääosin omia koneita käyttäen, kunnossapitäjä toteuttaa rp-hankkeen n. 30 % edullisemmin kuin rakennusorganisaatio. Vastaavasti rakennusorganisaatio toteuttaa työn n. 35 % tuottavammin ja useimmiten 30-60 % nopeammin.

Käytännössä toteutettujen rakenteenparantamiskohteiden osalta on nähtävissä laatueroja eri toimialojen välillä. Kantavuuden osalta tilanne on jokseenkin samantoinen, mutta tiiveyden osalta kunnossapidon kohteet ovat rakentajan kohteita heikompia.

Varatöiden teettäminen kunnossapito-organisaatiolla on selvityksen mukaan taloudellisesti perusteltua. Sopivien kohteiden valintaan ja työn laatuun on kuitenkin kiinnitettävä nykyistä enemmän huomiota.

Toimiston päällikkö  
Vt. Yli-insinööri

  
Arvo Pehkonen

LIITE: Tutkimusraportteja 3 kpl

TIEDOKSI: 1 kpl

Pj

Yj

K-

R-

S-

T-

Kp

Kp:n jaostopäälliköt

Kangas

JP/SHP

- tutkimuksen vertailutilanteessa oletetaan, että kunnossapito-organisaatio ja rakennusorganisaatio tekevät saman työn, samoihin suunnitelmiin perustuen samaan laatutasoon; kysymys on yksinkertaistettuna siitä, kuinka kalliiksi/halvaksi maa/sorakuution siirtäminen tulee kunnossapitäjän/rakentajan toimesta.
- toinen em. irrallaan oleva kysymys on, saavuttavatko eri organisaatiot käytännössä (vaadittuun) saman laatutason. Toisaalta suunnitelmien mukaisesti tekeminen ja tiettyyn laatutasoon pääseminen on kummallekin vertailupuolelle mahdollista, eikä juurikaan vaikuta taloudellisten tulosten vertailuun.
- Laatutuloksiin puututaan tutkimuksessa siinä määrin, mitä normaalit laadunvalvontatulokset siitä kertovat.

## 2. Varatöiden luonne ja kunnossapidon resurssien käyttö

Seuraavassa tarkastellaan varatöistä keskeisintä eli rakenteenparantamistöitä ja kaluston nykyistä käyttöä ja käyttömahdollisuuksia näissä töissä. Samat periaatteet soveltuvat muun tyyppiinkin varatöihin, kun huomioidaan niiden resurssitarpeen jakautumat, joten tutkimuksen kohdistaminen yhteen varatyötyyppiin ei aiheuta virhepäätelmiä.

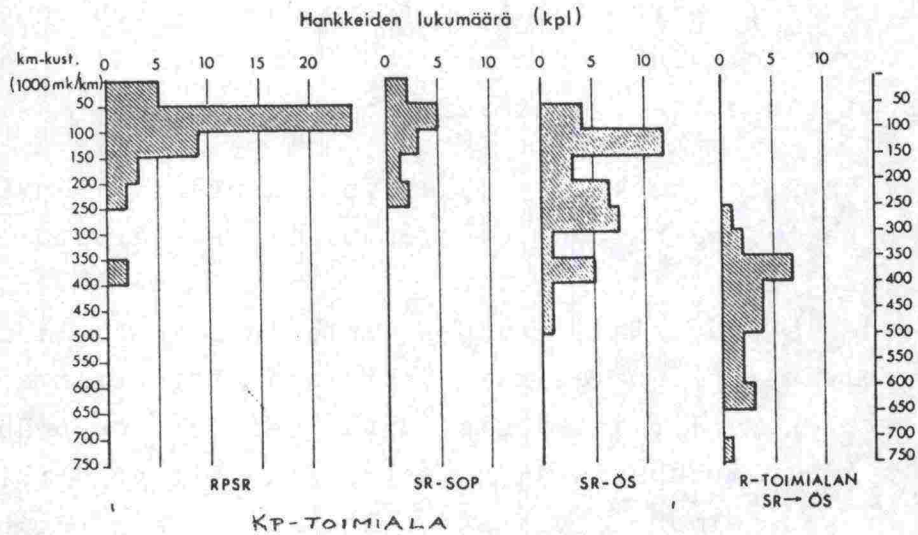
Kunnossapito-organisaation toteuttamat rakenteenparantamistyöt eroavat jossain määrin niistä kohteista, joita rakennusorganisaatio toteuttaa. Keskeisimpiä eroja ovat:

- toimenpide keskittyy pääasiassa kerrosten vahvistamiseen, mikä työ parhaiten soveltuu omalle kp-kalustolle (ks. taulukko 2)
- edellä olevasta johtuen parantamisen km-kustannukset ovat selvästi pienemmät kuin rakentajan toteuttamissa kohteissa (ks. kuva 1), jotka sisältävät selvästi enemmän maanleikkauksiin, raivauksiin ja varusteisiin liittyviä töitä
- kunnossapidon kohteita toteutetaan varsin paljon ilman valmiita suunnitelmia
- kunnossapidon kohteet painottuvat voimakkaasti alimman asteen tieverkolle (taulukko 3).

Taulukko 2. Kunnossapidon ja rakennusorganisaation toteuttamien rakenteenparantamiskohteiden kustannusjakautumat (rak.toimialan ne kohteet, jotka mahd. hyvin vastaavat kp-kohteita). (Huom. jakautuma on tasattu siten, että päällystekustannukset on asetettu molemmilla toimialoilla nolllaksi.

Työ	R-toimialan kohteet	Kp-toimialan kohteet
Purku + raivaus	7 %	3
Vahvistustyöt	0	0
Ojitus + putkitus	11	11
Kallion leikk.	6	3
Maanleikkaus	18	9
Kerrokset + murskaus	44	71
Päällyste	-	-
Varusteet	14	3
	yht. 100 %	100 %

Kuva 1. Sorateiden rakenteen parantamisen km-kustannusjakautumat (ei sisällä liittyviä tiejärjestelyjä eikä siltoja)



Taulukko 3. Kunnossapidon rakenteenparantamistöiden (kustannusten painottaminen tieverkolle (kohteet 1982-83 10 piirissä)

		KVL 80				
	< 100	100-200	200-500	500-1000	> 1000	yht.
sr-teiden rp	12 %	24	53	8	3	100
ös-teiden rp	-	35	46	14	5	100

(Huom. ös-teiden osuus 12 % kustannuksista)

Rakenteenparantamistyöt "työllistävät" eri tavoin eri resurssi-yksiköitä eikä työllistämisen jakautuma vastaa täysin hoidosta ja kunnostuksesta vapautuvien resurssituntien jakautumaa, joka on luettavissa taulukosta 1. Jokaista TH-tuntia kohti käytettiin rakenteenparantamistöissä 1 KUP-tunti, 1 TR-tunti, 5,5 KA-tuntia ja 10 mies+kuljettajatuntia. Rp-töiden osuus eri resurssien työtunneista on esitetty seuraavassa taulukossa.

Taulukko 4. Rp-töiden osuus (merkitsevyys - %) resurssien kaikista työtunneista v. 83.

Resurssi	omat res.	vuokreres.
tiehöylä (TH)	14	7
kuorma-auto (KA)	18	34
traktori+kuormain (TR)	10	12
traktorikaivuri (KKT)	21	30
pyöräkuormaaja (KUP)	36	37
miestyö	13	-

Parannustöissä käytetään pääosin omaa kalustoa. Miestyö ja tiehöylätunnit tehdään yksinomaan omin resurssein. Joka kahdeksas pyöräkuormaajatunti, joka neljäs traktoritunti ja joka kolmas kuorma-autotunti tehdään vuokrakalustolla (taulukko 5.)

Taulukko 5. Omien resurssien osuus (omavaraisuus -%)  
rp-töiden kustannuksista ja työtunneista v. 83

Resurssi	Omavaraisuus -%	
	- kustannuksista	- tunneista
tiehöylä	100	100
kuorma-auto	47	66
traktori+kuormain	} 36	71
traktorikaivuri		29
pyöräkuormaaja	78	78
miestyö	100	100

Omavaraisuusprosentit vaihtelevat runsaasti piireittäin, mikä omalla tavallaan kuvastaa eroja suhtautumistavoissa rakenteenparantamistöihin. Toisaalta rp-töitä pidetään puhtaina varatöinä ja toisaalta yhtenä keskeisenä osana kp-organisaation työkenttää, mihin sijoitetaan myös tarpeelliseksi katsottu määrä vieraita resursseja.

### 3. Eri toteutusmuotojen edullisuusvertailu

#### 3.1 Perusongelman erittely

Varatyökysymyksen perusongelma on: kuinka edullista kunnossapito-organisaation on tehdä ns. varatöitä (=rakenteenparantamistöitä). Tätä peruslähtökohtaa verrataan tilanteisiin:

- rakentaja tekee rp-työt vierasta kalustoa käyttöen; oma kalusto seisoo/ei seiso
- rakentaja käyttää jossain määrin kp-kalustoa vieraan kaluston rinnalla.

Kuhunkin tilanteeseen liittyy useista eri tekijöistä (vieraan kaluston käyttö, olosuhteet, kaluston käyttöikään liittyvät arvostukset, yhteiskustannukset yms.) johtuvia reunaehtoja, joilla on merkittävä vaikutus lopputulokseen. Nämä selvitetään erikseen vertailun yhteydessä.

Vertailussa lähdetään oletuksesta, että toteutus tehdään samoihin suunnitelmiin ja samaan laatutulokseen pyrkien; ongelma käsitellään siis tuotannollisena ongelmana. Lopputuloksen laatuun liittyviä kysymyksiä selvitetään kohdassa 4.

### 3.2 Edullisuusvertailun menetelmät ja lähtöarvojen määrittely

Edullisuusvertailussa eri toteutusvaihtoehdoille lasketaan kustannukset, työsaavutus ja tuottavuus, joiden vertailun perusteella tehdään ongelmaa koskevat johtopäätökset. Rakenteenparantamistöiden "yksipuolisesta" kustannusjakautumasta johtuen hanke ajatellaan koostuvan kolmesta eri työstä

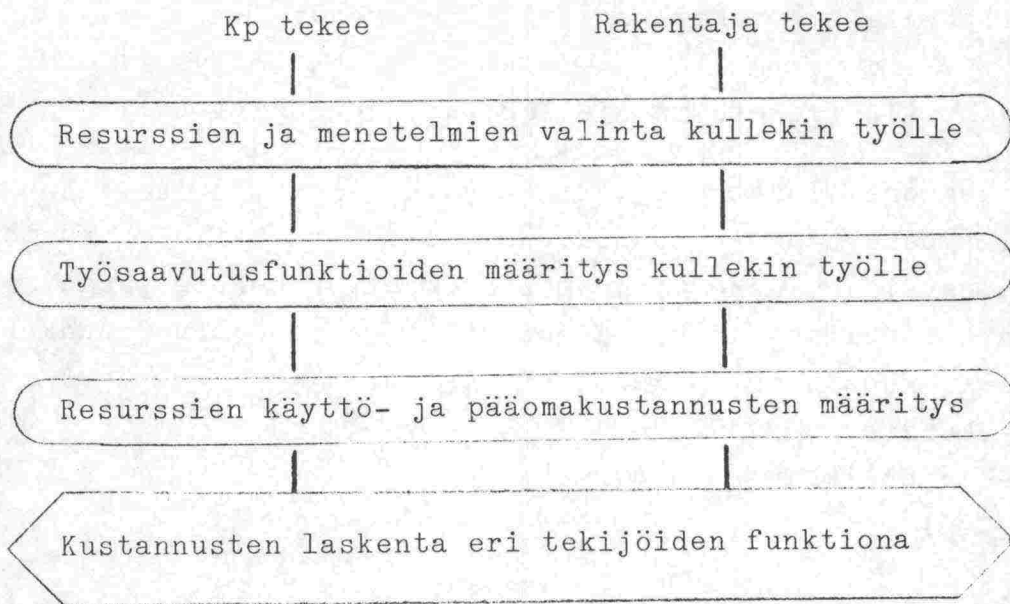
- kerrosten teko
- maanleikkaus/pengerrys
- ojitus

Näiden töiden osuus hankkeen niistä kustannuksista, jotka voidaan tehdä tiemestaripiirin toimesta (ei sis. päällystystä) on n. 90 %.

Kunnossapitäjän ja rakentajan ajatellaan toteuttavan hankkeet kullekin luonteenomaisilla resursseilla ja työnjärjestelyillä. Laskelmissa on käytetty teoreettisia työntutkimuksiin pohjautuvia työsaavutusmalleja, joiden sijoittaminen todelliseen tilanteeseen on tehty seurantatutkimusten antamien tietojen avulla. Kustannuksina käytetään v.-83 todellisia konepankin laskemia ja koneiden todellisten hankintahintojen pohjalta laskettuja kustannuksia sekä ao. vuoden keskimääräisiä vuokratone- ja kuljetustaksoja.

Vertailulaskelmat on tehty seuraavan kuvan periaatteita noudattaen ja ne sekä lähtöarvojen tarkempi määrittely on esitetty liitteessä 1.

Vertailulaskelman kulkukaavio



Seuraavassa on esitetty vertailulaskemien lähtöarvojen määrittelyyn liittyviä valintoja ja eräitä perusteluja:

- kerrosten teossa kunnossapitäjä kuormaa omalla pyöräkuormajalla (KUP09) rakentaja käyttää astetta suurempaa kuormauskonetta (KUP13)
- rakennusorganisaation toteutusmallissa autojen määrä on standardin mukaisesti mitoitettu<sup>1)</sup>; kunnossapidon kohteissa määrät vaihtelevat; usein selvä alimitoitus (seurantatutkimus)
- maanleikkaus- ja ojitustyön molemmat organisaatiot tekevät vuokrakoneella (KKH 16)
- kunnossapito-organisaatio käyttää aloitus/lopetustöihin ja siirto-ajoihin n. 1 h/vrk. Seuranta-aineisto painottuu voimakkaasti tähän arvoon.
- kunnossapidolla ja rakennusorganisaatiolla oletetaan olevan samaa tasoa olevat konekohtaiset työsaavutukset (yhtä hyvät kuljettajat, sama joutuisuus)
- laskelmien lopputulosten absoluuttiset arvot poikkeavat todellisista yksikkökustannuksista, koska ne pohjautuvat "teoreettiseen" minimityörytmiin ja standardiarvoihin, mutta ovat tästä johtuen hyvin vertailukelpoisia toisiinsa.

<sup>1)</sup> Rakennuskoneiden käytön ja maansiirtoketjun toimivuuden nykytila, Rr 1981



### 3.2<sup>3</sup> Vertailun tulokset

Kunnossapito-organisaation senhetkinen työtilanne, vieraan autokaluston käyttö, sekä eräät arviointeihin ja arvostuksiin perustuvat tekijät vaikuttavat olennaisesti saatavaan lopputulokseen. Seuraavassa hankkeen (kerrostenajo + maanleikkaus + ojitus) kustannuksia (yks.kust.) ja tuottavuutta vertaillaan erillistilanteessa:

- a) kunnossapitäjän organisaatio on vapaana tekemään varatöitä; muita töitä ei sillä hetkellä ole osoittaa
- b) kalusto on vapaana, mutta miehille olisi osoittaa muuta tuottavaa työtä
- c) organisaatiolla olisi rp-töiden vaihtoehtona hoito- tai kunnostustöitä
- d) oman autokaluston rinnalla käytetään vierasta autokalustoa
- e) yhteiskustannusten mukaanotto laskelmiin
- f) kunnossapidon kalustoa käytetään rakentajan työketjuissa.

A. Kunnossapitäjän organisaatio on vapaana tekemään varatöitä; muita töitä ei sillä hetkellä ole osoittaa.

Ko. tilanteessa organisaatiota rasittavat seuraavat kustannustekijät:

- kaluston täysimääräiset käyttökustannukset
- kuljettajat ja "jalkamiehet" eivät aiheuta kustannuksia, koska niiden palkat maksettaisiin joka tapauksessa
- koska kunnossapidon kaluston määrä ja koko mitoitetaan hoito- ja kunnostustehtävien mukaan, ei vapaana

olevan kaluston käytöstä varatöihin voidaan katsoa aiheutuvan pääomakustannuksia. Kuitenkin kaluston käyttömäärän lisääntyminen voidaan katsoa lyhentävän kaluston käyttöikää siihen tilanteeseen nähden, että kalusto seisoo käyttämättömänä. Koneiden pitoajan ja vuosittaisten käyttötuntien välillä ei ole löydettävissä selvää yhteyttä <sup>2)</sup>.

Tämän tutkimuksen laskelmissa on käytetty 10 % suurista käyttöistä muutosta, joka on huomioitu siten, että koneiden pääomakustannuksina on käytetty yksinkertaisesti 10 % täysistä pääomakustannuksista.

Kunnossapito-organisaatio toteuttaa kerrosten ajot, jotka tämän tutkimuksen laskelmissa näyttelevät pääosaa, vajailta automäärillä, mikä luonnollisesti pienentää työsaavutuksia. Seurantatutkimuksen mukaan keskimääräiset automäärät ovat:

ajomatka	0...5 km	3 kpl	(optimi 3)	20 % ajoista
	5...10 km	4	(optimi 5)	15 " "
	10...15 km	3,5	(optimi 7)	20 " "
	15...20 km	4	(optimi 9)	25 " "
	20...30 km	5	(optimi 14)	18 " "
	30...	4	(optimi 16)	2 " "
			yht.	100 %

Maanleikkaustyössä ja ojituksessa ajomatkat ovat varsin lyhyitä, joten kunnossapitäjän kalusto riittää optimiautomäärän käyttöön.

Laskelmien mukaan kunnossapidon ja rakentajan toteutuksen erot ovat seuraavat:

ajomatka	yks.hinta (mk/m <sup>3</sup> )			Tuottavuus (Panos/tuotos)		
	kp	rak.	ero %	kp	rak.	ero %
5 km	15,3	20,0	23	0,089	0,063	-41
10 km	16,8	23,4	28	0,113	0,089	-27
15 km	18,7	26,8	30	0,146	0,107	-36

$$\left( \text{ero} = 100 \% \frac{\text{rak-kp}}{\text{rak.}} \right)$$

2) Niiranen, Kankainen: Rakennuskoneiden vuokraushinnan määrittäminen, TKK -82

Laskelman mukaan voidaan todeta kunnossapitoorganisaation tekevän työn 28 % edullisemmin, mutta rakentaja 35 % tuottavammin. Kunnossapitäjän työn edullisuus johtuu itsestään selvästi "puoli-ilmaiaista" resursseista, rakentajan parempi tuottavuus taas kunnossapidon aloitus/lopetustöistä ja siirtoajoista sekä vajaasti mitoitettusta massansiirtoketjusta. Ero kasvaa kuljetusetäisyyden kasvaessa.

- B. Kunnossapitäjän kalusto on vapaana, mutta miehille olisi osoit-  
taa muita töitä.

Tällainen tilanne syntynee käytännössä varsin harvoin, yleensä lienee tilanne päinvastoin. Ko. tilanteessa kaluston kustannukset ovat kuin kohdassa A, mutta kuljettajista ja "jalkamiehistä" menee täysi kustannus.

Laskelma antaa seuraavat tulokset:

ajomatka	yks.hinta			tuottavuus
	kp	rak.	ero	
5 km	19,4	20,0	3 %	sama kuin
10 km	21,9	23,4	6 %	kohdassa A
15 km	25,4	26,8	5 %	

Tässä tilanteessa ero on enää n. 5 % kunnossapitäjän eduksi.

- C. Kp-organisaatiolla olisi rp-töiden vaihtoehtona hoito- tai kunnostustöitä.

Tällainen tilanne voidaan katsoa vallitsevan, kun rp-töiden kanssa kilpailevat vähemmän kiireelliset hoito- ja kunnostustyöt eli rp-töitä on "ajauduttu" tekemään enemmän kuin mitä varsinaisilta kunnossapitotöiltä liikenisi aikaa.

Ko. tilanteessa voidaan kunnossapitoressurssien olettaa maksavan täyden, todellisen kustannuksen; työnjärjestelyt ovat samat

kuin edellisissä kohdissa.

Laskelma antaa seuraavat tulokset:

ajomatka	yks.hinta		ero %	tuottavuus
	kp	rak.		
5	22,5	20,0	-12	
10	25,9	23,4	-11	sama kuin
15	30,4	26,8	-13	edellä.

Rakennusorganisaatio tekee työn n. 12 % halvemmallalla, mutta ero ei ole läheskään samaa suuruusluokkaa kuin mikä on tuottavuuden ero. Tämä johtuu osittain siitä, että kuljetustaksat ovat suuremmat kuin oman kaluston laskennalliset kuljetuskustannukset.

D. Oman autokaluston rinnalla käytetään vierasta kalustoa.

Kuten luvussa 2 on todettavissa, rakenteenparantamistöissä käytetään varsin paljon (33 % tunneista) vierasta autokalustoa massansiirtoketjuja vauhdittamassa.

Vieraan kaluston käyttöä tarkastellaan seuraavassa eo. kohtien A - C mukaisissa tilanteissa.

A. Vieraiden autojen käyttö ei ole kannattavaa, koska oman kaluston kustannus tässä tilanteessa on niin vähäinen. Vieraiden autojen käyttö (kuljetustaksat) maksaa enemmän kuin tuottavuuden paranemisesta aiheutuva säästö on. Tuottavuuden paranemiseen ja siten työn keston lyhenemiseen autojen lisäys luonnollisesti vaikuttaa.

VARAIDEN VERTAILURAPORTTI  
 -Pääomakustannuksista mukana 10.0 % -  
 -Miesten/kuljettajien kust. 0 mk-----

HANKKEEN YKSIKKÖKUSTANNUKSET KUN KERROSTEN AJOMATKA ON 15 KM  
 KP-TEKEE

VIER. I	OMIA AUTOJA						
AUTOJAI	2	3	4	5	6	7	I
0	I 21.45	I 19.64	I 18.73	I 18.19	I 17.83	I 17.57	I
1	I 21.29	I 19.87	I 19.05	I 18.51	I 18.14	I 17.86	I
2	I 21.62	I 20.30	I 19.48	I 18.92	I 18.51	I	I
3	I 21.95	I 20.72	I 19.89	I 19.31	I	I	I
4	I 22.23	I 21.07	I 20.26	I	I	I	I
5	I 22.46	I 21.37	I	I	I	I	I
6	I 22.64	I	I	I	I	I	I
7	I	I	I	I	I	I	I
8	I	I	I	I	I	I	I
9	I	I	I	I	I	I	I
10	I	I	I	I	I	I	I
11	I	I	I	I	I	I	I
12	I	I	I	I	I	I	I

VARAIDEN VERTAILURAPORTTI  
 -Pääomakustannuksista mukana 10.0 % -  
 -Miesten/kuljettajien kust. 0 mk-----

HANKKEEN TUOTTAVUUS KUN KERROSTEN AJOMATKA ON 15 KM  
 KP-TEKEE

VIER. I	OMIA AUTOJA						
AUTOJAI	2	3	4	5	6	7	I
0	I 2033	I 1652	I 1461	I 1347	I 1271	I 1217	I
1	I 1652	I 1461	I 1347	I 1271	I 1217	I 1176	I
2	I 1461	I 1347	I 1271	I 1217	I 1176	I	I
3	I 1347	I 1271	I 1217	I 1176	I	I	I
4	I 1271	I 1217	I 1176	I	I	I	I
5	I 1217	I 1176	I	I	I	I	I
6	I 1176	I	I	I	I	I	I
7	I	I	I	I	I	I	I
8	I	I	I	I	I	I	I
9	I	I	I	I	I	I	I
10	I	I	I	I	I	I	I
11	I	I	I	I	I	I	I
12	I	I	I	I	I	I	I

Mitä suurempi määrä resursseja on työketjussa, sitä edullisemmaksi vieraan kaluston käyttö tulee.

Siinä tapauksessa, että hankkeen aikataulu edellyttää nopeampaa työsuoritusta, on vieraiden autojen käyttö perusteltavissa.

- B. Tässä tapauksessa kuljettajien kustannusten mukaanotto kustannustekijänä lisää työketjun kokonaiskustannusta siinä määrin, että vieraiden autojen käyttö työketjun vauhdittajana on perusteltua. Saman tulokseen päästään myös automäärää kohottamalla omia autoja käyttämällä. Automäärää ei kannata nostattaa optimimäärään, koska hyöty ei kasva enää olennaisesti n. 70 % optimista - arvon jälkeen. Edullisuus rakentajan vaihtoehtoon nähden kasvaa 5 %:sta 14 %:iin.

-----VARATÖIDEN VERTAILURAPORTTI  
 -Pääomakustannuksista mukana 10.0 % -  
 -Miesten/kuljettajien kust. 40.7 mk\_

HANKKEEN YKSIKKÖKUSTANNUKSET KUN KERROSTEN AJOMATKA ON 15 KM  
 KP-TEKEE

VIER. I	OMIA AUTOJA							I
AUTOJAI	2	3	4	5	6	7	I	
0	130.67	127.13	125.37	124.31	123.60	123.10	I	
1	126.87	125.00	123.93	123.24	122.76	122.40	I	
2	125.68	124.22	123.34	122.76	122.35	I	I	
3	125.18	123.91	123.10	122.55	I	I	I	
4	124.95	123.79	123.03	I	I	I	I	
5	124.82	123.76	I	I	I	I	I	
6	124.76	I	I	I	I	I	I	
7	I	I	I	I	I	I	I	
8	I	I	I	I	I	I	I	
9	I	I	I	I	I	I	I	
10	I	I	I	I	I	I	I	
11	I	I	I	I	I	I	I	
12	I	I	I	I	I	I	I	

C. Kustannukset alenevat, jos autojen määrää nostetaan lähelle optimia. Tässä suhteessa vierasta kalustoa kannalttaa käyttää. Samaan tulokseen päästään myös omien autojen määrää lisäämällä kuljetusketjussa.

-----VARATÖIDEN VERTAILURAPORTTI  
 -Pääomakustannuksista mukana 100.0 % -  
 -Miesten/kuljettajien kust. 40.7 mk\_

HANKKEEN YKSIKKÖKUSTANNUKSET KUN KERROSTEN AJOMATKA ON 15 KM  
 KP-TEKEE

VIER. I	OMIA AUTOJA							I
AUTOJAI	2	3	4	5	6	7	I	
0	137.48	132.76	130.41	128.99	128.05	127.38	I	
1	130.98	128.83	127.62	126.85	126.31	125.91	I	
2	128.66	127.15	126.26	125.69	125.30	I	I	
3	127.56	126.30	125.53	125.04	I	I	I	
4	126.95	125.83	125.12	I	I	I	I	
5	126.58	125.55	I	I	I	I	I	
6	126.34	I	I	I	I	I	I	
7	I	I	I	I	I	I	I	
8	I	I	I	I	I	I	I	
9	I	I	I	I	I	I	I	
10	I	I	I	I	I	I	I	
11	I	I	I	I	I	I	I	
12	I	I	I	I	I	I	I	

Autojen määrän lisäys tekee kp-organisaation työn kilpailukykyiseksi rakentajan työn kanssa. (+ 6 %)

### E. Yhteiskustannusten mukaanotto laskelmiin

Edellä olevat laskelmat on tehty puhtaiden työkustannusten perusteella. Parannushankkeen toteuttaminen käytännössä edellyttää välttämättä yhteiskustannuksiin kuuluvia menoeriä, joiden osuus kokonaiskustannuksista oli v. 83 rakennushankkeilla 16,3 %. Yhteiskustannusten tärkeimmät menoerät olivat:

- työnjohto	50 %
- tukikohta + tstokust.	26 %
- mittaustyöt + lisätutk.	13 %
- laadun valvonta	3 %
- sosiaalitoiminta + koul.	4 %

Rakenteenparantamistyötä toteuttamaan kunnossapitäjällä on käytössään valmis organisaatio. Samoin kuin koneiden käytön osalta lähes kaikki em. kustannuserät joudutaan maksamaan, tehtiin varatöitä tai ei.

Jos rakenteenparantamistyöt kilpailevat muiden "tärkeimpien" tehtävien kanssa em. yhteiskustannusresursseista, voidaan kunnossapidon rp-töiden yhteiskustannuksiksi lukea suurin osa henkilökustannuksia  $\sim 65$  % yhteiskustannuksista ( $\hat{=}$  10 % kokonaiskustannuksista, 11 % työkustannuksista).

Jos resurssit katsotaan olevan vapaana, voidaan yhteiskustannuksiksi laskea vain eräitä mahdollisia lisäkustannuksia (osa työnjohdon km-korvauksista, mittaustöistä ja laadun valvonnasta)  $\sim 10$  % yhteiskustannuksista ( $\hat{=}$  1,5 % kokonaiskustannuksista, 1,7 % työkustannuksista).

Jos rakentaja toteuttaisi hankkeen, oletetaan sen edellyttävän 15 % yhteiskustannukset (17,2 % työkustannuksista).

Eo. periaatteiden soveltaminen kohtien A-C työkustannusten vertailuun antaa seuraavat tulokset:

- A. Kunnossapitäjä tekee työn n. 38 % edullisemmin
- B. Kunnossapitäjä tekee työn n. 10 % edullisemmin
- C. Rakentaja tekee työn n. 6 % edullisemmin.

F. Kunnossapidon kalustoa käytetään rakentajan työketjuissa

Kaluston vuokrausta rakentajalle käsitellään seuraavassa kahdessa eri tilanteessa:

- kunnossapitäjällä vapaana yksittäisiä resursseja
- kunnossapitäjällä vapaana työryhmä

Yleissääntö on, että vapaana oleva kalusto on laitoksen kannalta halvempi resurssi kuin ulkoa vuokrattu vieras kalusto.

Yksittäisen vapaana olevan resurssin suhteen on kaksi vaihtoehtoista käyttömahdollisuutta:

- kunnossapitäjällä on tarjolla tienpidon kannalta järkevä varatyö (esim. ojitus tiehöylällä)
- vuokrataan rakentajan käyttöön

Edullisuusjärjestys on myös edellä esitetty. Vaikka ulosvuokraus on varatöiden puuttuessa kannattavaa, liittyy siihen muita vaikeuksia. V. -81 tehdyn selvityksen <sup>3)</sup> mukaan vuokrausta vaikeuttaa mm. kaluston sopimattomuus (esim. koko) sekä rakentajan tarpeen ja kaluston vapaanaolojen esiintymisen huono yhteensopivuus. Ko. selvitys päättyy suosittelemaan vain tiehöyliä ja autojen vuokrausta.

Työryhmän ollessa vapaana ovat vaihtoehtoina oman varatyön (useimmiten rp-työn) tekeminen ja ryhmän tai sen osan vuokraus.

Jos koko työryhmä vuokrataan rakentajalle, joka lisää työketjuun lisää autoja saadakseen aikaan kyllin tehokkaan työryhmän, on tilanne lähes sama kuin edellä kohdassa D (+ rakentajan yhteiskustannukset).

Seuraavassa tarkastellaan tilannetta, jossa vain osa työryhmästä (autot) vuokrataan rakentajalle ja tätä verratetaan tilanteeseen, että vastaavat autot käytettäisiin

---

<sup>3)</sup> Kunnossapidon kaluston käytön lisääminen rakennustoimialalla (TVH/Kp, Rt 1981)



kunnossapidon omassa rp-kohteessa. Muutoin vertailu perustuu samoihin reunaehtoihin kuin edellä kohdissa A-C (Kunnossapidon auton ajatellaan maksavan rakentajan kohteessa siirtoaajoista ja ylityölisästä johtuen 14 % enemmän kuin omassa kohteessa).

Tilanne A. Resursseilla ei ole muuta työtä.

Kunnossapidon autojen käyttö rakentajan työssä laskee kustannuksia, mutta ei ole kilpailukykyinen kunnossapitäjän toteutuksen kanssa. (ero jää kunnossapidon hyväksi 14 %; yhteiskust. mukaanlukien 26 %).

VARATÖIDEN VERTAILURAPORTTI  
 -Pääomakustannuksista mukana 10.0 % -Ylityölisä rak.toimialan töissä 0.14 %  
 -Miesten/kuljettajien kust. 0 mk

HANKKEEN YKSIKKÖKUSTANNUKSET KUN KERROSTEN AJOMATKA ON 15 KM  
 KP-TEKEE RAKENTAJA TEKEE

VIER. I	OMIA AUTOJA					OMIA AUTOJA						
AUTOJAI	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5
0	I21.45	I19.64	I18.73	I18.19	I17.83	I17.57	I	I	I	I	I	I
1	I21.29	I19.87	I19.05	I18.51	I18.14	I17.86	I	I	I	I	I	I
2	I21.62	I20.30	I19.48	I18.92	I18.51	I	I	I	I	I	I	I
3	I21.95	I20.72	I19.89	I19.31	I	I	I	I	I	I	I	I
4	I22.23	I21.07	I20.26	I	I	I	I	I	I	I	I	I20.86
5	I22.46	I21.37	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I21.84
6	I22.64	I	I	I	I	I	I	I	I24.11	I	I	I
7	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
8	I	I	I	I	I	I	I	I25.42	I	I	I	I
9	I	I	I	I	I	I	I26.83	I	I	I	I	I
10	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
11	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
12	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I

Tilanne B. Kalusto vapaana, miehille olisi osoittaa muuta työtä.

Ilman yhteiskustannuksia laskien rakentajan toteutusvaihtoehto on edullisempi (13 %), jos ajatellaan rakentajan toteuttaessa rp-työn kp:n kuormaajalle ja höylälle löytyvän muuta mielekästä työtä. Muussa tapauksessa vaihtoehdot ovat yhtä edullisia.

Myös yhteiskustannukset huomioiden rak. versio on edullisempi (7 %). Jos kunnossapitäjä käyttää lisäksi vierasta kalustoa, ovat vaihtoehdot yhtä edullisia.

VARATÖIDEN VERTAILURAPORTTI  
 -----  
 -Pääomakustannuksista mukana 10.0 % -Ylityölisä rak.toimialan töissä 0.14 %  
 -Miesten/kuljettajien kust. 40.7 mk  
 -----

HANKKEEN YKSIKKÖKUSTANNUKSET KUN KERROSTEN AJOMATKA ON 15 KM

VIER. I	KP-TEKEE										RAKENTAJA TEKEE						
	OMIA AUTOJA										OMIA AUTOJA						
AUTOJAI	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
0	130.67	127.13	125.37	124.31	123.60	123.10	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
1	126.87	125.00	123.93	123.24	122.76	122.40	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
2	125.68	124.22	123.34	122.76	122.35	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
3	125.18	123.91	123.10	122.55	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
4	124.95	123.79	123.03	I	I	I	I	I	I	I	I	21.82	I	I	I	I	I
5	124.82	123.76	I	I	I	I	I	I	I	I	22.45	I	I	I	I	I	I
6	124.76	I	I	I	I	I	I	I	I	123.27	I	I	I	I	I	I	I
7	I	I	I	I	I	I	I	I	124.27	I	I	I	I	I	I	I	I
8	I	I	I	I	I	I	I	125.46	I	I	I	I	I	I	I	I	I
9	I	I	I	I	I	I	126.83	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
10	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
11	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
12	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I

Tilanne C. Teoreettinen tilanne; organisaatiolla olisi muutakin työtä, mutta autoja päätetään antaa rakentajan käyttöön.

Tässä tapauksessa rakentajan toteutus on edullisempi, koska "täysillä kustannuksilla" toteutettuna kp-työ maksaa huonommasta tuottavuudesta johtuen enemmän (32%). Myös yhteiskustannukset mukaanottaen rakentajan toteutus pysyy edullisempänä (26 %). Vaikka kunnossapito-organisaatio tehostaisi työtään käyttämällä vierasta kalustoa, pysyy rakentajan vaihtoehto edullisempänä (yht.kust. huomioiden 4 %).

VARATÖIDEN VERTAILURAPORTTI  
 -----  
 -Pääomakustannuksista mukana 100.0 % -Ylityölisä rak.toimialan töissä 0.14 %  
 -Miesten/kuljettajien kust. 40.7 mk  
 -----

HANKKEEN YKSIKKÖKUSTANNUKSET KUN KERROSTEN AJOMATKA ON 15 KM

VIER. I	KP-TEKEE										RAKENTAJA TEKEE						
	OMIA AUTOJA										OMIA AUTOJA						
AUTOJAI	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
0	137.48	132.76	130.41	128.99	128.05	127.38	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
1	130.98	128.83	127.62	126.85	126.31	125.91	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
2	128.66	127.15	126.26	125.67	125.30	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
3	127.56	126.30	125.53	125.04	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
4	126.95	125.83	125.12	I	I	I	I	I	I	I	I	22.58	I	I	I	I	I
5	126.58	125.55	I	I	I	I	I	I	I	I	22.94	I	I	I	I	I	I
6	126.34	I	I	I	I	I	I	I	I	123.54	I	I	I	I	I	I	I
7	I	I	I	I	I	I	I	I	124.39	I	I	I	I	I	I	I	I
8	I	I	I	I	I	I	I	125.49	I	I	I	I	I	I	I	I	I
9	I	I	I	I	I	I	126.83	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
10	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
11	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
12	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I

### 3.4 Tulosten analysointi ja johtopäätökset

Laskelmien mukaan varatyön (rakenteenparantamistyön) tekeminen kunnossapito-organisaation toimesta on laitokselle varsin edullista. Eron suuruus verrattuna siihen tilanteeseen, että rakennusorganisaatio toteuttaisi saman kohteen, riippuu siitä, ovatko rp-työssä tarvittavat resurssit täysin vapaita, vai onko niillä tai osalle niitä tarjottavissa laitoksen kannalta yhtä mielekkäitä tehtäviä hoito- tai kunnostustöissä.

Seuraavissa yhteenvetotaulukoissa on esitetty kunnossapitäjän ja rakentajan toteutusvaihtoehtojen ero eri tilanteissa (taulukko 6);

Taulukko 6. Laskennallisen rakenteenparantamistyön yksikkökustannuserot kunnossapitäjän ja rakentajien välillä eri tilanteissa.

Tilanne Kp-organisaatiossa	ERO: $\frac{\text{rakentaja} - \text{kunnossap.}}{\text{kunnossap.}}$ %				
	Kustannukset			Tuottavuus	
	Työkust.	Työkust+ Yht.kust.	Käytetään vieraita autoja (ilman yht.kust.)	omalla kalus- tolla	+vieraita autoja
A. Kp-resurssit täysin vapaana	+ 28	+ 38	+ 24	- 35	- 10
B. Kalusto vapaana, mutta miehillä/ kuljettajilla muuta mielekäs- tä työtä	+ 5	+ 10	+ 14	- 35	- 10
C. Organisaatiolla olisi vaihtoehtoisia kunnos- tus/hoitotehtä- viä	- 12	- 6	+ 6	- 35	- 10

( + = kunnossapitäjä edullisempi )  
( - = rakentaja edullisempi )

Vaihtoehtona kp:n omien varatöiden tekemiselle on luovuttaa kalustoa rakentajan kohteisiin. Seuraavassa yhteenvetotaulukossa on tarkasteltu eroja, kun kp tekee rp kohteen 4 autolla tai luovuttaa ko. 4 autoa rakentajan käyttöön (taulukko 7.):

Taulukko 7. Laskennallisen rakenteen parantamistyön yksikkökustannukset kunnossapitäjän ja rakentajan välillä, kun rakentaja käyttää kunnossapitäjän autoja (4 kpl).

	ERO: $\frac{\text{rakentaja} - \text{kunnossap.}}{\text{kunnossap.}}$ %		
	Tilanne		
	A	B	C
työkust. huomioiden	+14	-13	-32
työ+yht.kust. huomioiden	+26	- 7	-26
kp käyttää myös vierasta kalustoa (ilman yht.kust.)	+ 7	- 2	- 9
- " - (yht.kust.huomioiden)	+20	+ 3	- 4

(+ = kunnossapitäjä edullisempi  
- = rakentaja edullisempi )

Tyypillinen tilanne varatöistä puhuttaessa on eo. taulukoiden tilanne, jolloin kalusto ja miehet ovat muista tehtävistä vapaina tekemään rp-töitä. Rp-töiden voidaan katsoa tulevan tällöin laitokselle n. 38 % edullisemmin tehtyä kuin jos rakentaja toteuttaisi vastaavan työn. Tämä arvo pätee tilanteeseen (nykyinen käytäntö), jolloin rakenteen parantaminen on pääosin kerrosten vahvistamista, mikä parhaiten soveltuu kunnossapidon resursseille. On luonnollista, että päällystystyö (useimmin urakointi) on samanhintaista, oli työn rakennuttaja kunnossapitäjä tai rakentaja. Kunnossapidon toteutuksen edullisuus laskee, mitä enemmän hankkeeseen sisältyy tehtäviä, joita ei omilla resursseilla voida toteuttaa.

Jos hoito- ja kunnostustöiden katsotaan "kärsivän" siitä, että organisaatio "uppoutuu" tekemään rp-töitä, edullisuus kääntyy rakentajan toteutusvaihtoehdon puolelle.

Varatyönä toteutettava hanke kestää 30-100 % kauemmin kuin vastaavan työn tekeminen rakennusorganisaation toimesta, joten työ tulee tehdä mahdollisimman lyhyinä osuuksina, jottei valmistumisen viivästyminen turhan paljon haittaisi liikennettä. Alhaisista liikennemääristä johtuen liikennetaloudelliset tappiot ovat vähäiset.

Tyypillisessä varatyötilanteessa (tilanne A) vieraan autokaluston käyttö työketjujen tehostajana ei ole kannattavaa kustannusten kannalta katsoen, koska omien resurssien kustannus on pienekö vieraan kaluston kustannuslisään ja työn tehostumisen määrään nähden. Vieraan kaluston käyttö kylläkin parantaa tuotavuutta ja nopeuttaa kohteen valmistumista tilanteesta riippuen 30-60 %. Naapuritiemestaripiirien vapaana olevan autokaluston käyttö on kannattavaa.

Tyypillisessä varatyötilanteessa (tilanne A) rp-työn tekeminen on edullisempaa kuin esim. autokaluston siirto rakentajan käyttöön (jos ajatellaan, että rakentaja tulisi ko.rp-kohteen tekemään).

Tapauksissa, jolloin riittäviä työryhmiä ei oman työn toteuttamiseksi saada aikaan on resurssien ulosvuokraus luonnollisesti kannattavaa.

Varatyöksi kannattaa valita kohde, jossa kuljetusmatkat ovat lyhyitä; tällöin kp-kalusto riittää tehokkaiden työketjujen aikaansaamiseksi.

#### 4. Työn laatu ja muut vertailuun vaikuttavat tekijät

Kuten luvussa 1 on todettu, voidaan työn toteutuksen taloudellisuustarkastelu ja lopputuloksen laatuun liittyvät arvioinnit erottaa toisistaan. Se, kuinka edullista soran kuljetus on eri tilanteissa, ei juurikaan ole riippuvuussuhteessa siitä, mihin laatutulokseen työmaaorganisaatio pyrkii. Toteuttipa työn rakentaja tai kunnossapitäjä, on molemmilla sama mahdollisuus

toteuttaa työ suunnitelmiin perustuen ja laadunvalvontaohjeita noudattaen.

Käytännössä kunnossapidon rakenteenparantamiskohteita toteutetaan sekä täydellisten että varsin vajaiden suunnitelmien pohjalta.

Vuoden -84 keväällä laaditun kunnossapidon nykytilakuvauksen mukaan kaikista kunnossapidon rp-kohteista on hyväksytyt tuotesuunnitelmat kuudessa piirissä. Kuudessa piirissä suunnitelmat on laadittu osasta hankkeista. Yhdessä piirissä ei oltu laadittu piirin hyväksymiä suunnitelmia lainkaan. Kohteissa, joissa ei suunnitelmia oltu laadittu, oli pyritty noudattamaan kerrosten mitoituksessa suunnitteluhjetta.

Tilanne lienee suunnitelmallisuuden osalta paranemaan päin.

Samaisen nykytilakuvauksen mukaan laadunvalvonta ei ole täysin samaa tasoa kunnossapidossa kuin rakentamisessa, jossa siinäkin on parantamisen varaa. Kahdessa piirissä laadunvalvonta vastaa r-toimialan suorittamaa laadunvalvontaa. Lähes kaikissa piireissä tehdään kantavuusmittaukset ja kiviaineksen laadunvalvonta. Tiiveysmittauksia suoritetaan vain muutamassa piirissä.

Myös laadunvalvonnan osalta tilanne otaksutaan paranevan.

Koska laatu ei liity varsinaisesti varatöiden toteutuksen edullisuusvertailun perusongelmatiikkaan, ei tässä tutkimuksessa ole tehty erillisiä toteutuneen laadun tarkkailututkimuksia, vaan seuraavassa tyydytään tarkastelemaan laadunvalvontaraporttien antamia tuloksia.

Viidestä piiristä saatujen vertailukelpoisten rakenneluokan 5 laadunvalvontatulosten perusteella erot eivät rakennustoimialan ja kunnossapitotoimialan kohteiden välillä ole kovin suuret (taulukot 8 ja 9.):

- kantavuuden keskiarvot ovat 3 piirissä paremmat kunnossapitotoimialalla ja 2 piirissä rakennustoimialalla (keskiarvo hiukan parempi rakennustoimialalla)

- tiiveyden osalla keskiarvot ovat myös 4 piirissä paremmat kunnossapitotoimialalla ja 1 piirissä rakennustoimialalla (keskiarvo parempi rakennustoimialalla)
- sekä tiiveyden että kantavuuden osalta mittausarvojen hajonnat ovat suurempia kp-toimialan töissä, mikä kuvastanee epätasaisempaa laatua
- mittauskohteisista tuloksista vaaditun kantavuusarvon alitti rakennustoimialalla 20 % ja kp-toimialalla 23 %. Vaaditun tiiveysarvon ylitykset olivat rak.toimialalla 8 % ja kp-toimialalla 23 %.

Taulukko 8. Kantavuuden ja tiiveyden keskiarvot v. 83 rakennustoimialan ja kunnossapitotoimialan toteuttamissa rp-kohteissa.

Piiri	Rakennustoimiala						Kunnossapitotoimiala					
	Havain- toja (kpl)	Paino- arvo	Kantava E2 KA	Hajonta	E2/E1	Hajonta	Havain- toja (kpl)	Paino- arvo	Kantava E2 KA	Hajonta	E2/E1	Hajon- ta
U	51	51	155	33	2,12	0,33	1146	1134	165	45	1,83	0,37
H	167	167	197	35	2,06	0,49	1791	1769	186	35	2,05	0,40
M	1146	1144	242	47	1,86	0,24	424	423	270	86	1,82	2,25
KS	791	791	188	33	1,80	0,26	45	45	174	31	1,93	0,47
L	1843	1842	167	32	1,73	0,22	56	55	172	31	1,56	0,15
Yht.	3998	3995	194	37	1,80	0,25	3462	3426	189	44	1,94	0,37

Taulukko 9. Laatuvaatimusten alittavien ja ylittävien havaintojen lukumäärät taulukon 8. mukaisissa rp-kohteissa.

Piiri	Rakennustoimiala					Kunnossapitotoimiala				
	Havain- toja (kpl)	E2		E2/E1		Havain- toja (kpl)	E2		E2/E1	
		Alituk- sia (kpl)	%	Ylityk- siä (kpl)	%		Alituk- sia (kpl)	%	Ylityk- siä (kpl)	%
U	51	26	51	17	33	1146	339	30	191	17
H	167	16	10	44	26	1791	427	24	536	30
M	1146	34	3	110	10	424	20	5	63	15
KS	791	82	10	39	5	45	11	24	10	22
L	1843	622	34	96	5	56	9	16	0	0
Yht.	3998	780	20	306	8	3462	806	23	800	23

Edellä olevan otoksen perusteella voidaan kantavuuden osalta tilannetta eri toimialojen välillä pitää lähes yhtä hyvänä. Tiiviyn osalta laatu kunnossapitokohteissa on selvästi heikompi, mikä osoittaa, ettei kerrosten viimeistelyyn kiinnitetä tarvittavaa huomiota. Tästä johtuen päällystämisen jälkeinen tiivistyminen aiheuttaa päällysteeseen verkkohalkeamia ja epätasaisuutta.

## 5. Yhteenveto

Tässä tutkimuksessa on tarkasteltu kunnossapidon ns. varatöiden (useimmiten rakenteenparantamistöitä) toteutuksen edullisuutta eri tilanteissa, kun vertailukohteena on mahdollisuus, että rakentaja toteuttaisi vastaavat kohteet. Tutkimuksessa tarkastellaan myös vieraan kaluston käytön kannattavuutta varatyökohteissa ja toisaalta kunnossapidon kaluston tilapäistä vuokrausta rakennustoimialan kohteisiin.

Kunnossapitokalusto mitoitetaan hoito- (ja kunnostus) töiden tarpeen perusteella. Hoitotöiden tehokas suorittaminen edellyttää keskimääräistä käyttöä enemmän resursseja, ja kun hoitotarpeet esiintyvät ajallisesti epätasaisesti, jää resursseille ja koko organisaatiolle ajoittain "luppoaikaa" ja tilaisuus tehdä täytetöitä eli varatöitä.

Hoito- ja kunnostustöiden osuus eri resurssien kaikista tunneista vaihtelee 33 %:n (traktori) ja 68 %:n (kuorma-auto) välillä.

Parhaiten varatöiksi soveltuvat tienpitoa hyvin edistävät, vähillä resursseilla toteutettavat tehtävät, jotka eivät edellytä vierasta kalustoa tai materiaalihankintoja (=ylimääräisiä menoja). Yksittäiset resurssit (esim. tiehöylä ojituksessa) voidaan hyvin suunnitella ja saada tehokkaaseen käyttöön lyhyinäkin vapaahetkinä. Näiden pienehköjen töiden teko varatöinä on kannattavaa, koska resurssit ovat useimmiten työhön soveltuvia, eikä tehokkaalle toiminnalle ole sellaisia esteitä, joita esiintyy useita resursseja vaativissa, laajemmissa työtehtävissä.



Pienimuotoisia tehtäviä ei kuitenkaan riitä kaikille resursseille, joten useimmiten varatöiksi on suunniteltu rakenteenparantamistehtäviä, joissa paino on kantavuuden parantamisella. Näiden resurssitarve soveltuu varsin hyvin kp-organisaatiolle.

Kunnossapidon toteuttamat rakenteenparantamistyöt poikkeavat melkoisesti vastaavan nimen omaavista rakentajan hankkeista. Kunnossapidon kohteissa pääpaino on yksipuolisesti kerrosten vahvistamisessa, mistä johtuen tien linjaukseen, tasaukseen sekä varustukseen kohdistuvat parannukset jäävät vähäisiksi. Tästä johtuen kunnossapidon kohteiden kilometrikustannukset vaihtelevat 100 - 300 000 mk:n välillä, kun taas rakentajan toteuttamien vastaavantyyppisten kohteiden km-kustannukset ovat n. 300 - 600 000 mk. Ei siis voida puhua aivan samoista töistä.

Tyypillisessä varatyötilanteessa, jolloin kunnossapidon resursseille ei ole osoiteta muuta tehokasta työtä (esim. talvella ns. "seisovilla" kelijaksoilla) ja jolloin työ tehdään pääosin omilla resursseilla, kunnossapitäjä toteuttaa tyypillisen rakenteen parantamishankkeen n. 30 % edullisemmin kuin rakentaja. Vastaavasti rakentaja toteuttaa työn n. 35 % tuottavammin ja useimmiten 30- 60 % nopeammin kuin kunnossapitäjä. Syyt em. merkilliseltäkin tuntuvaan tilanteeseen johtuvat pääosin seuraavista tekijöistä:

- varatyöt eivät aiheuta kunnossapitoorganisaatiolle ylimääräisiä kustannuksia miesten eikä useimpien yhteiskustannusten osalta (maksettava joka tapauksessa)
- kaluston hankinnasta aiheutuvia pääomakustannuksia voidaan laskea vain siltä osin, mitä varatöiden toteuttaminen voidaan katsoa vaikuttavan kaluston pitoaikaa lyhentävästi
- kunnossapidon varatyöt toteutetaan lähes aina vajailla resurssimäärillä, mikä alentaa huomattavasti työn edistymistä ja tuottavuutta.

Mitä enemmän varatöissä käytetään vierasta kalustoa, sitä pienemmäksi edullisuusero rakentajan vaihtoehtoon pienenee.

Vieraan autokaluston käyttö varatöiden työketjujen vauhdittajana ei ole taloudellisin perustein kannattavaa; kylläkin työn aikataulun nopeutumisen kannalla. Naapuritiemestaripiirien vapaan autokaluston käyttö oman kaluston rinnalla on luonnollisesti kannattavaa ja suositeltavaa.

Resurssien vuokraus rakentajan käyttöön ei ole yhtä edullista kuin niiden käyttäminen omaan rp-kohteeseen. Jos sopivaa kohdetta ei ole, resursseja kannattaa vuokrata rakentajalle, sillä ne koko laitoksen edun kannalta säästävät kustannuksia.

Varatöiden edullisuutta on tässä tutkimuksessa tarkasteltu myös edellä kuvatusta tyyppitilanteesta poikkeavissa resurssikäyttötilanteissa. Riippuen siitä, millä tavoin resurssien käyttötarpeet ja niiden prioriteetti arvostetaan, vaihtelee edullisuus myös voimakkaasti. Jos kunnossapidon resurssit arvostetaan täysihintaisiksi, tekee rakentaja työn edullisemmin.

Jotta taloudellisuuseroja voidaan vertailla, tulee työn lopputuloksen laadun olla yhtä hyvä. On huomattava, etteivät työn laatu ja kustannukset ole kiinteässä sidossuhteessa toisiinsa. Sekä rakentajalla että kunnossapitäjällä on samat mahdollisuudet toteuttaa rp-hankkeet suunnitelmiin pohjautuen ja samaan laatuun tähdäten sen vaikuttamatta oleellisesti kustannuksiin. Tämän tutkimuksen laskelmat perustuvat molempien toimialojen osalta samaan laatutasoon.

Käytännössä toteutettujen rakenteenparantamiskohteiden osalta laatueroja on nähtävissä eri toimialojen välillä. Kantavuuden osalta tilanne on kutakuinkin samantasoinen, mutta tiiveyden osalta kunnossapitokohteet ovat rakentajan kohteita heikompia, mikä kuvastaa kerrosten teon viimeistelyssä olevan vielä parantamisen varaa. Vaara jälkitiivistymiseen ja päällysteen rikkoutumiseen on ilmeinen.

Tämän tutkimusten tulosten mukaan kunnossapitäjän varatöinä (pääosin omalla kalustolla) tekemien rakenteenparantamishankkeiden edullisuus (30 %) tulee ottaa huomioon tulkittaessa hankkeiden edullisuutta tienpidon kannalta. On huomattava, ettei em. ero tule näkyviin normaaleissa hanketta koskevissa kustannuslaskelmissa (esim. kustannukset toimenpideohjelmassa), koska ne tehdään totutusti keskimääräisiin, toteutuneisiin kustannuksiin perustuen.

RAKENTEENPARANTAMISTYÖN TOTEUTUKSEN VERTAILU, KUN TOTEUTTAJANA ON  
JOKO KUNNOSSAPITÄJÄ TAI RAKENTAJA

Rp -hankkeen ajatellaan koostuvan seuraavista töistä

-	kerrosten rakentaminen	
-	kerrosten ajo	80 %
-	loppumuotoilu	
-	maanleikkaus/pengerrys	12 %
-	ojitus	8 %

1. Menetelmävalinta

	kunnossapitäjä	rakentaja
kerrosten ajo	KUP 09 + n x KA + TH + RM	KUP 13 + n x KA + TRN + RM
loppumuotoilu	TH + TR + JT	TH + TR + JT
maanleikkaus	KKH 16 + n x KA + TH + RM	KKH 16 + n x KA + PT 08 + RM
ojitus	KKH 16 + n x KA + RM	KKH 16 + n x KA + RM

Kunnossapitäjä käyttää siis omaa pyöräkuormaajaa; rakentajalla on käytössä astetta suurempi kuormaaja. Maanleikkaustyössä ja ojituksessa kunnossapitäjä joutuu turvautumaan vuokra-kaivuriin.

2. Työsaavutukset ja ajankäyttö

Työsaavutukset perustuvat IS -korttien ja työntutkimusten antamaan keskimääräiseen tasoon. Rakentajan ja kunnossapitäjän ajatellaan pystyvän suhteessa samaan työtehoon.

Ajankäytön ajatellaan jakautuvan seuraavan periaatekuvan mukaisesti.

KUNNOSSAPITÄJÄ:

	Työkohteessa $K4 = a_3 \times a_2 \times k_2 \times \frac{\text{tod. automäärä}}{\text{optimiautomäärä}}$		
\	Aloitus		/
	Siirto		Siirto

RAKENTAJA:

Työkohteessa $K4 = a_3 \times a_2 \times k_2$ (aina opt. automäärä)
---

————— Työvuoron pituus —————

Työsaavutukset töittäin:

## Kerrosten rakentaminen:

KUP 09	120 m <sup>3</sup> itd/h (K2)	=>	96 m <sup>3</sup> itd/h (K3)
KUP 13	150    "-		120    "-

$$(K4 = 0,9 \times 0,8 \times K2)$$

## Loppumuotoilu

TH	1040 m <sup>2</sup> /h	=	320 m <sup>3</sup> itd/h (K3)
----	------------------------	---	-------------------------------

## Maanleikkaus

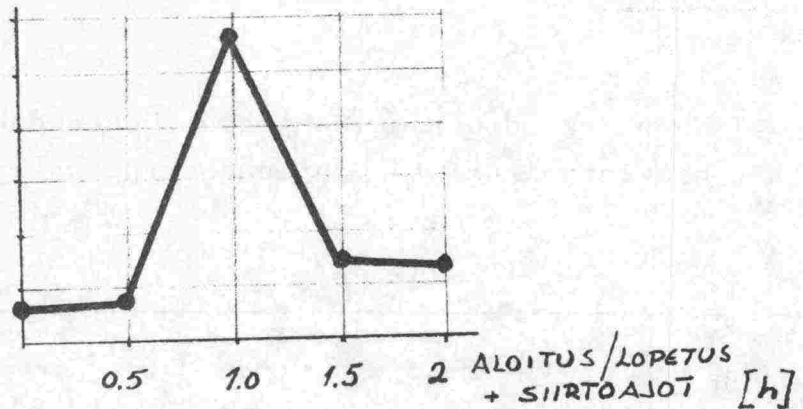
KKH 16	90 m <sup>3</sup> itd/h (K3)
--------	------------------------------

## Ojitus

KKH 16	83 m <sup>3</sup> itd/h (K3)
--------	------------------------------

Aloitus/lopetustöiden ja siirtoaikojen päivittäinen ajan-  
tarve painottuu voimakkaasti (seurantatutkimus) 1 h:n tasoon.  
Tämä johtuu siitä, että lyhyillä siirtomatkoilla kalusto  
ajetaan yöksi tukikohtaan, pitkillä ajomatkoilla hidas  
kalusto jätetään työkohteeseen:

## % AINEISTOSTA



Kuorma-autojen todellinen määrä kerrosten ajossa seuranta-  
tutkimuksen mukaan :

ajomatka	automäärän tod. jakautuminen *)									optimi tarve	% työvuoroista
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
0 - 5	4	13	14	10	3	2	-	-	-	2-4	20
5 - 10	-	4	6	15	4	5	1	-	-	4-6	15
10 - 15	2	14	13	12	4	1	-	-	-	6-8	20
15 - 20	5	11	16	11	1	6	-	4	2	8-10	25
20 - 30	-	8	2	11	4	14	2	1	-	10-15	18
30 -	-	-	1	4	-	-	-	-	-	15-	2

autoista vieraita (%)	8	8	18	31	41	43	19	28	33
-----------------------------	---	---	----	----	----	----	----	----	----

\*) seurattujen työvuorojen lukumäärät; n. 20 %:ssa työkohteista kuormaajana oli traktori

Kunnossapidon "perustilannetta" kuvaavina automäärinä kerrosten ajon laskelmissa käytettiin arvoja:

5 km	3 kpl	(optimi 4)
10 km	4 kpl	( -"- 6)
15 km	4 kpl	( -"- 8)

Maanleikkauksen ja ojituksen laskelmissa käytettiin vakio-ajomatkaa (2 km) ja automäärää 2 kpl, mikä vastanee todellista tilannetta.

## 3. Resurssien hinnat

Kunnossapidon koneiden pääomakustannukset on laskettu v.83 hankintahinnoista lähtien seuraavasti (korko = 6 %):

kone	hinta H (mk)	pitoaika (v)	ann. tekijä	po-kust. (mk/v)	poiston <sup>1)</sup> osuus %	koron osuus %	h/vuosi	pääoma kust. mk/h
KK1	350 000	9	0,147	51 450	76	24	959	53,65
TR + K	286 000	9	-"-	42 050	"	"	734	57,29
KUP	313 000	9	-"-	46 000	"	"	1 224	37,58
KA, 3 -aks.	405 000	9	-"-	59 550	"	"	1 652	36,05
TH 14, Lokomo	540 000	13	0,113	61 000	68	32	1 040	58,65
, Vammass	480 000	13	-"-	54 250	"	"	1 040	52,16

Käyttökustannuksina käytetään konepankin toteutuneita konekohtaisia kustannuksia :

KUP	40 mk/h
KA	55 "
TH	79 "
TR	33 "

Kuljettajan + kunnossapitomiehen palkka sosiaalikulunnuksineen = 40,7 mk/h.

Työnjohto on huomioitu yhteiskustannuksissa.

Rakennusorganisaation käyttämien resurssien tuntivuokrina on käytetty v.83 koko laitoksen keskihintoja:

KUP 13	120 mk/h	TRN 85	105 mk/h
KKH 16	140 "	TH	166 "
JT 06	105 "	PT 08	108 "

Rakennusmiehen tuntipalkka sosiaalimaksuineen = 34,8 mk/h.

Kuljetuskustannuksina on käytetty v.83 voimassa olleita taksoja, jotka noudattavat yhtälöä:

$$\text{yks.taksa} = 0,86 M + 3,63 \quad (M = \text{ajomatka})$$

#### 4. Hankkeen kustannus ja tuottavuus

Kolmesta eri työstä koostuvan hankkeen keskimääräinen yksikkökustannus on laskettu painotettuna keskiarvona:

$$= 0,72 \times \text{kerr.ajo} + 0,08 \times \text{kerr.muotoilu} + 0,12 \times \text{maanleikkaus} + 0,08 \times \text{ojitus}$$

Tuottavuus on laskettu litteroittain noudattaen yksinkertaista laskutapaa (panos/tuotos)

$$\text{TUOTTAVUUS} = \frac{\text{resurssien lukumäärä (koneet+autot+miehet)}}{\text{työsaavutus}}$$

Hankkeen tuottavuus on saatu eo. mukaisesti painotettuna keskiarvona.

#### 5. Laskukaavat

Lyhenteiden selitykset oheisiin kaavoihin:

(kun tarkoitetaan rakennusorganisaation konetta tai vuokra-konetta on lyhenteen edessä R)

KERRK	=	kerrosten teon yks.kust.	
KEI	=	kerrosten ajon työsaavutus	(RKEI vast. rakennusorg. työssä)
KEK	=	-"-	yks.kust.
MUT	=	Muotoilun	työsaavutus
MUK	=	-"-	yks.kust.
MLI	=	Maanleikk.	työsaavutus
MLK	=	-"-	yks.kust.
OJI	=	Ojituksen	työsaavutus
OJK	=	-"-	yks.kust.
HANKEI	=	Hankkeen	tuottavuus
HANKEK	=	-"-	yks.kust.
KUPI	=	pyöräkuormaajan	työsaavutus
KUPKK	=	-"-	käyttökustannus
KUPK	=	-"-	-"- (ilman kulj.)
KUPKP	=	-"-	pääomakust.



KAKK	=	kuorma-auton	käyttökustannus
KAK	=	"-	"- (ilman kulj.)
KAKP	=	"-	pääomakustannus
THKK	=	tiehöylän	käyttökustannus
THK	=	"-	"- (ilman kulj.)
THKP	=	"-	pääomakust.
TRKK	=	traktorin	käyttökustannus
TRK	=	"-	"- (ilman kulj.)
TRKP	=	"-	pääomakust.
RKKHT	=	kaivukoneen työsaavutus	maanleikkauksessa
RKKHK	=	"-	tuntivuokra "-
RKKHÖT	=	"-	työsaavutus ojituksessa
RJIK	=	täryjyrän	tuntivuokra
RPIK	=	puskutraktorin	"-
RM	=	kunnossapitomiehen/kuljettajan	tuntikust.
RRM	=	rakennusmiehen	tuntikust.
AVK	=	vieraiden autojen kust.	(yksikköhintataksa)
A	=	kp:n autojen lukumäärä	kerr. ajossa
A1	=	"-	maanleikkauksessa
A2	=	"-	ojituksessa
AV	=	vieraiden autojen määrä	kerr. ajossa
AV1	=	"-	maanleikkauksessa
AV2	=	"-	ojituksessa
$D_i$	=	IS -korttien mukainen	optimiautomäärä = f (M, KUPT)
M	=	kuljetusetäisyys	
p	=	se osuus pääomakustannuksista,	joka otetaan laskentaan mukaan
LI	=	resurssin ylityölisä (%/100)	kun oma kalusto on rakentajan työssä

Laskukaavat:

KERROSTEN AJO:

$$KET = 0,9 \times \frac{7 \times KUPT \times (A + AV)}{8 \times 0}$$

$$KEK = (KUPKK + KUPKP + THKK + THKP + RM)/KET + \frac{A}{A + AV} \left[ A \times (KAKK + KAKP)/KET \right] + \frac{AV}{A + AV} \times AVK$$

$$AVK = 0,86 M + 3,63$$

$$RKET = RKUPT = 0,9 \times 120 = 108$$

$$RKEK = (RKUPK + RTRK + RRM)/RKUPT + \frac{0 - A}{0} \times AVK + \frac{A}{0} \times \left[ A \times (KAKK + KAKP) \times LI \right] / RKUPT$$

KERROSTEN MUOTOILU:

$$\begin{aligned} \text{MUT} &= 260 \\ \text{MUK} &= (\text{THKK} + \text{THKP} + \text{TRKK} + \text{TRKP} + \text{RJTK})/280 \\ \text{RMUT} &= 320 \\ \text{RMUK} &= (\text{RTHK} + \text{RTRK} + \text{RJTK})/320 \end{aligned}$$

MAANLEIKKAUS:

$$\begin{aligned} \text{MLT} &= 0,9 \times \text{RKKHT} \times \frac{\text{A1} + \text{AV1}}{\text{O}_1} \\ \text{MLK} &= (\text{RKKHK} + \text{THKK} + \text{THKP} + \text{RM})/\text{MLT} \\ &+ \frac{\text{A1}}{\text{A1} + \text{AV1}} \times \left[ \text{A1} \times (\text{KAKK} + \text{KAKP})/\text{MLT} \right] + \frac{\text{AV1}}{\text{A1} + \text{AV1}} \times \text{AVK} \\ \text{RMLT} &= \text{RKKHT} \\ \text{RMLK} &= (\text{RKKHK} + \text{RPTK} + \text{RRM})/\text{RKKHT} + \frac{\text{O}_1 - \text{A1}}{\text{O}_1} \times \text{AVK} \\ &+ \frac{\text{A1}}{\text{O}_1} \times \left[ \text{A1} \times (\text{KAKK} + \text{KAKP}) \times \text{LI} / \text{RKKHT} \right] \end{aligned}$$

OJITUS:

$$\begin{aligned} \text{OJT} &= 0,9 \times \text{RKKHOT} \times \frac{\text{A2} + \text{AV2}}{\text{O}_2} \\ \text{OJK} &= (\text{RKKHK} + \text{RM})/\text{OJT} + \frac{\text{A2}}{\text{A2} + \text{AV2}} \times \left[ (\text{A2} \times (\text{KAKK} + \text{KAKP})/\text{OJT} \right] \\ &+ \frac{\text{AV2}}{\text{A2} + \text{AV2}} \times \text{AVK} \\ \text{ROJT} &= \text{RKKHOT} \\ \text{ROJK} &= (\text{RKKHK} + \text{RRM})/\text{RKKHOT} + \frac{\text{O}_2 - \text{A2}}{\text{O}_2} \times \text{AVK} + \frac{\text{A2}}{\text{O}_2} \times \left[ (\text{A2} \times (\text{KAKK} + \text{KAKP}) \times \text{LI}) / \text{RKKHOT} \right] \end{aligned}$$

KOKO HANKKEEN KUSTANNUS

$$\begin{aligned} \text{HANKEK} &= 0,8 \times \text{KERRK} + 0,12 \times \text{MLK} + 0,08 \times \text{OJK} \\ (\text{KERRK} &= \text{KEK} + \text{MUK} + 12) \text{ murskeen hinta} \\ \text{RHANKEK} &= 0,8 \times \text{RKERRK} + 0,12 \times \text{MLK} + 0,08 \times \text{ROJK} \\ (\text{RKERRK} &= \text{RKCK} + \text{RMUK} + 12) \end{aligned}$$

KOKO HANKKEEN TUOTTAVUUS

$$\begin{aligned} \text{HANKET} &= 0,72 \times \frac{\text{A} + \text{AV} + 3}{\text{KET}} + 0,08 \times 0,011 + 0,12 \times \frac{\text{A1} + \text{AV1} + 3}{\text{MLT}} \\ &+ 0,08 \times \frac{\text{A2} + \text{AV2} + 2}{\text{OJT}} \\ \text{RHANKET} &= 0,72 \times \frac{\text{O} + 3}{\text{RKUPT}} + 0,08 \times 0,009 + 0,12 \times \frac{\text{O}_1 + 3}{\text{RKKHT}} + 0,08 \times \frac{\text{O}_2 + 2}{\text{RKKHOT}} \end{aligned}$$

ALUSTAVAT KAAVAT

$$\begin{aligned} \text{KUPKK} &= \text{KUPK} + \text{RM} & \text{KUPKP} &= p/100 \times 38 \\ \text{THKK} &= \text{THK} + \text{RM} & \text{THKP} &= p/100 \times 55 \\ \text{TRKK} &= \text{TRK} + \text{RM} & \text{TRKP} &= p/100 \times 57 \\ \text{KAKK} &= \text{KAK} + \text{RM} & \text{KAKP} &= p/100 \times 36 \end{aligned}$$