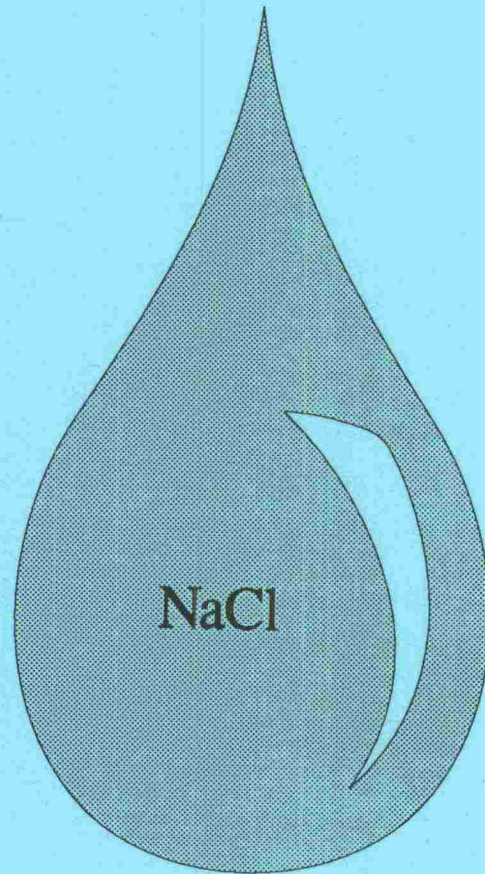


**Tielaitos**

Pentti Honkanen - Heikki Lappalainen - Antti Tuokkola

## **Liuoslevittimien käyttökokeilu**



**Tiehallituksen  
sisäisiä  
julkaisuja**

**50/1992**

Helsinki 1992

**Helsingin ja  
Tampereen  
tuotantotekniset  
kehitysyksiköt  
Turun tiepiiri**

Taulukko 1. Liuoslevittimien vertailu

MUUTTUJA	TAVOITE	AJO	EPOKE	PIVOT	PURE	RE-LE-1	SALO 100	SALO 1100	WEISSER
TUOTTO (>=kg/min) Liuos-g/m <sup>2</sup>	-	420	400	110	280	300	320	600	280
* kaista/ 10 km/h	5...40	5...20	10...75	40...60	35...70	95...165	40...110	40...110	5...40
* kaista/ 60 km/h	5...40	10...45	10...55	10...25	10...35	20...50	10...90	10...90	10...35
* 2 kaistaa/ 10 km/h	5...40	5...20	10...75	45...90	30...75	40...80	20...55	30...100	5...40
* 2 kaistaa/ 60 km/h	5...40	10...40	10...55	10...30	10...40	10...40	10...30	10...80	10...35
LIUOSJAKAUMA	hyvä	hyvä	lähes hyvä	eritt.välttävä	tyydyttävä	tyydyttävä	tyydyttävä	välttävä	tyydyttävä
* kaista/ 40 km/h	hyvä	hyvä	hyvä	tyydyttävä	tyydyttävä	tyydyttävä	tyydyttävä	välttävä	hyvä
* kaista/ 60 km/h	hyvä	hyvä	hyvä	hyvä	tyydyttävä	hyvä	välttävä	välttävä	tyydyttävä
* 2 kaistaa/ 40 km/h	hyvä	tyydyttävä	välttävä	välttävä	tyydyttävä	välttävä	tyydyttävä	välttävä	tyydyttävä
* 2 kaistaa/ 60 km/h	hyvä	hyvä	hyvä	huono	tyydyttävä	tyydyttävä	hyvä	tyydyttävä	välttävä
ANNOSTUS- AUTOMATIikka	-	oma	oma	auton	auton	auton	auton	auton	oma
* toimintatarkkuus	tarkka	epätarkka	tarkka	epätarkka	epätarkka	epätarkka	epätarkka	epätarkka	tarkka
LIUOSSUODATIN	on	on	on	on	on	on	on	on	ei
KÄYTTÖOHJE	on	on	on	ei	on	ei	ei	on	on
* puutteita	ei	vähän	useita	-	useita	-	-	vähän	useita
PÄÄOMAKULUT(mk/h)	halpa	130	300	60	75	85	80	170	375
* 50 h/a	halpa	20	50	10	10	15	15	30	60
* 300 h/a	ei	ei	useita	ei	ei	ei	ei	ei	useita
HÄIRIÖT KOKEESSA	ei	ei	useita	ei	ei	ei	ei	ei	useita

Tiehallituksen sisäisiä julkaisuja  
50/1992

Pentti Honkanen - Heikki Lappalainen - Antti Tuokkola

## **Liuoslevittimien käyttökokeilu**

**Tielaitos**  
Helsingin ja Tampereen  
tuotantotekniset kehityksiköt  
Turun tiepiiri

Helsinki 1992

TIEL 400025  
PAINATUSKESKUS OY  
Helsinki 1993

Julkaisua myy  
Hallintopalvelut, painotuotevarasto  
Telefax (90) 1487 2698

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

## ALKUSANAT

Tutkimus on tehty tiehallituksen resurssipalvelujen tilauksesta. Sen tarkoituksena on selvittää liuoslevittimien sopivuutta tielaitoksen käyttöön sekä edistää niiden kehitystä parannusehdotusten avulla.

Raportin tiedot perustuvat Hyvinkään tiemestaripiirissä tehtyihin toiminta- ja tasaisuuskokeisiin 18 - 27.8.1992.

Toimintakokeista vastasivat Pentti Honkanen (TIEL/T) ja Antti Tuokkola (TIEH/Hky). Rauno Kuusela (TIEH/Tky), Heikki Lappalainen (TIEH/Tky) sekä Tapio Raukola (TIEH/Tky) selvittivät levitysmäärien tasaisuusarvot. Pentti Honkanen, Heikki Lappalainen ja Antti Tuokkola laativat tutkimuslausekkeen. Tutkimusjärjestelyistä huolehti Hyvinkään tiemestaripiirin henkilökunta ja laitteiden toimintakunnosta vastasi Reino Nieminen (TIEL/U).

Tutkimustuloksia saa käyttää markkinointiin vain, jos siitä erikseen sovitaan tiehallituksen kanssa.

Helsingissä marraskuussa 1992

Helsingin ja Tampereen tuotantotekniset kehitysyksiköt  
Turun tiepiiri

Honkanen Pentti, Lappalainen Heikki, Tuokkola Antti: Liuoslevittimien käyttökokeilu, Helsinki 1992, Tiehallitus. Tiehallituksen sisäisiä julkaisuja 50/1992, 18 s, TIEL 4000025  
Aiheluokka: 71  
Asiasanat: talvihoito, liukkaudentorjunta, liuossuolaus, lisälaitteet

## TIIVISTELMÄ

Tutkimuksessa on selvitetty kahdeksan liuoslevittimen sopivuutta tielaitoksen käyttöön.

Tutkimus perustuu järjestetyissä koeolosuhteissa tehtyihin työntutkimuksiin, eikä siihen sisälly liuoslevittimien kulutuskestävyyden ja häiriöalttiuden jatkuvaa tarkkailua. Tuloksiin perustuen on laadittu tyyppikohtaisia parannusehdotuksia.

Epoke Sh 2000- ja Weisser Sta/NaD H-90 -levittimien annostustarkkuus oli ajonopeudesta riippumatta riittävän hyvä. Muut levittimet annostelivat epätarkasti pienillä nopeuksilla. Ajo SL800:n epätarkkuus aiheutui levittimen omasta automatiikasta. Muiden levittimien epätarkkuuden aiheutti joko huono yhteensopivuus kuorma-auton hydraulikkaan tai kuorma-auton hydraulikan puutteet. Halvat levittimet saadaan toimimaan pienin muutoksin kalliiden levittimien tarkkuudella kun kuorma-auton hydraulikkaa kehitetään.

Levityskokeissa yhden kaistan käsittely onnistui kohtuullisesti, mutta kahden kaistan käsittelyssä oli puutteita kaikilla levittimillä. Ongelmana oli useimmiten rinnakkaiskaistan jääminen ulkoreunaltaan vajaaksi. Työnopeuden muutoksella arvosta 40 km/h arvoon 60 km/h ei ollut yleensä huonontavaa vaikutusta levitystasaisuuteen.

Kun toiminnalliset ja hankintahintojen erot otetaan huomioon, on kalliin levittimen hankintaan perusteita vain, jos laitteella on runsaasti jatkuvaa käyttöä läpi talven.

## Sisältö

1 JOHDANTO	5
2 TUTKIMUS	5
2.1 Sisältö	5
2.2 Tutkitut levittimet	5
3 TUTKIMUSTULOKSET	7
3.1 Voimalähteen toimivuus	7
3.1.1 Kuorma-auton hydraulikka	7
3.2 Liuoslevittimien toimivuus	7
3.2.1 Ajo	7
3.2.2 Epoke	7
3.2.3 Pivot	8
3.2.4 Pure	8
3.2.5 Re-Le-1	9
3.2.6 Salo	9
3.2.61 Salo L100	9
3.2.62 Salo L1100	9
3.2.7 Weisser	10
4 TASAISUUSKOKEIDEN TULOKSET	10
4.1 Mittaukset	10
4.2 Levityskuvion ominaisuuksista	10
4.3 Tulokset	11
5 KÄYTTÖOHJEET	12
5.1 Ajo	12
5.2 Epoke	12
5.3 Pivot	12
5.4 Pure	13
5.5 Re-Le-1	13
5.6 Salo	13
5.6.1 Salo L100	13
5.6.2 Salo L1100	13
5.7 Weisser	13
6 TARKASTELU	13
7 LIITTEET	16

## 1 JOHDANTO

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää levittimien toimivuus, käyttökelpoisuus, levittimien tuottamat liuosmäärät, levityslevyydet ja -jäljen tasaisuus sekä tehdä levittimiin parannusehdotuksia.

## 2 TUTKIMUS

### 2.1 Sisältö

Levittimistä on mitattu:

- tuotto (kg/min, g/m<sup>2</sup>) siten, että levittimen mitattuna aikana tuottama nestemäärä on kerätty ja punnittu
- levitetyn materiaalin jakautuminen (g/m<sup>2</sup>) tavoitteelliselle levitysalueelle.

Mittauksissa käytettiin kylläistä suolaliuosta (liite 1).

Tuottomittaukset tehtiin kahdella tavalla: paikallaan olevan auton hydraulikan käsisäätöjä käyttäen ja auton ollessa pukeille kohotettuna auton hydraulikan tai levittimen omaa nopeusautomaatiikkaa käyttäen normaaleja levitysnopeuksia simuloiden.

Levitysjäljen tasaisuutta on mitattu suutin- tai lautaskohtaisina tuottoina paikallakäytön yhteydessä ja SOBO 20-mittarilla tien pinnalta. SOBO 20:lla mitataan pisteittäin tiellä oleva suolamäärä (g/m<sup>2</sup>).

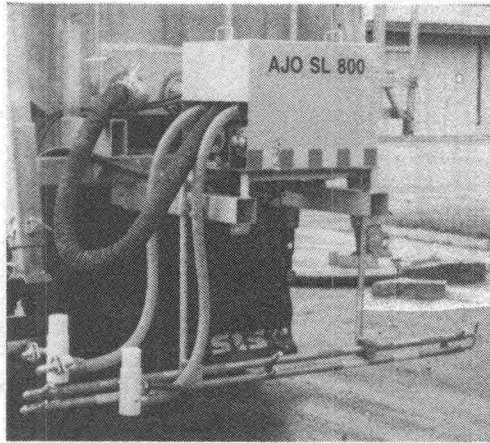
Levittimien käyttöohjeet tarkastettiin ja hydraulikan tuotot mitattiin ja säädettiin.

### 2.2 Tutkitut levittimet

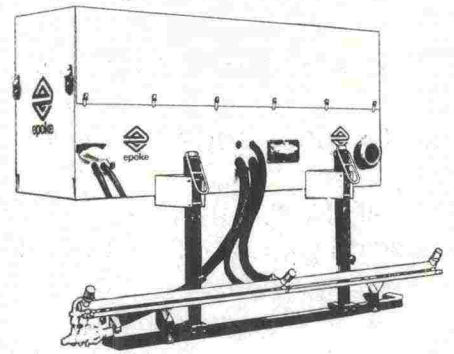
Mukana oli kolme omalla säätöautomaatiikalla varustettua levitintä ja viisi yksinkertaista vain auton hydraulikan kautta ohjattavaa levitintä (liite 2). Valmistajat/ myyjät tarkastivat ja huolsivat levittimet ennen kokeita.

Voimakoneena käytettyjen autojen hydraulikka oli säädetty valmistajan suosittamiin ohjearvoihin Uudenmaan tiepiirin korjaamolla (liite 3)





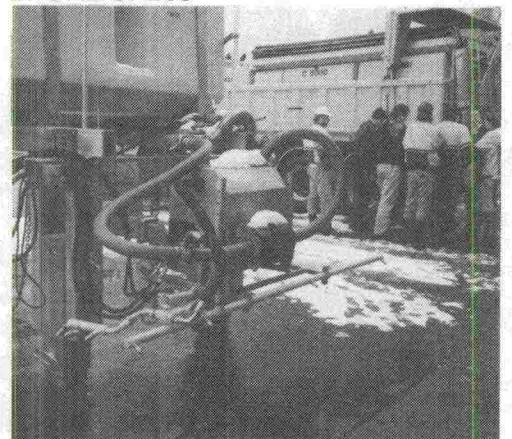
AJO SL 800



EPOKE SH200



PIVOT

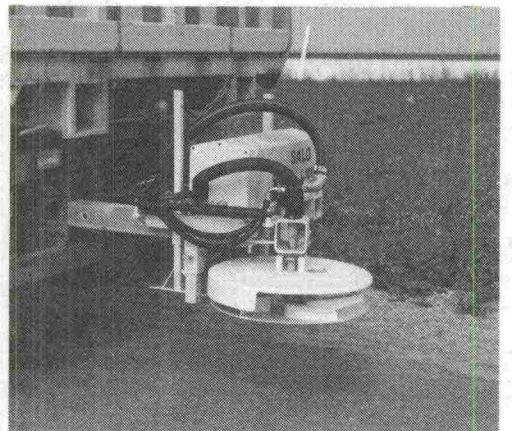


PURE

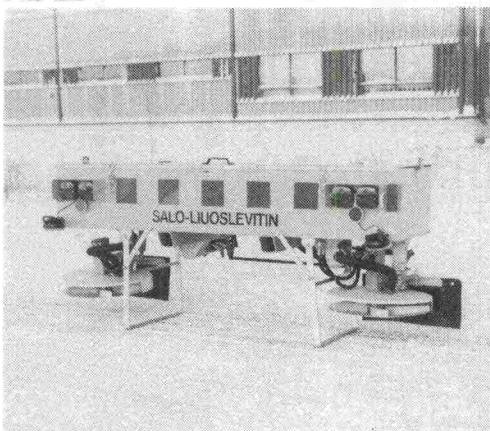
Kuva 1: Levittimet



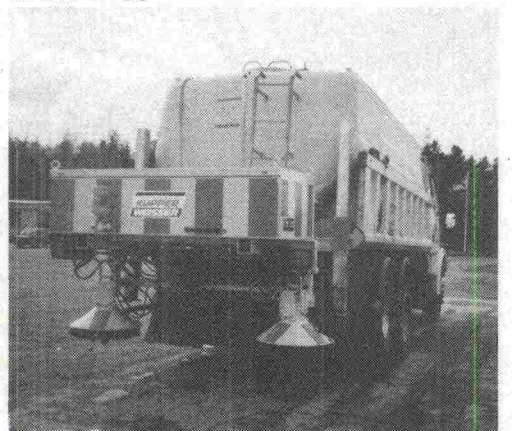
RE-LE 1



SALO L100



SALO L1100



WEISSER Sta/Nad -90H

## 3 TUTKIMUSTULOKSET

### 3.1 Voimalähteen toimivuus

#### 3.1.1 Kuorma-auton hydrauliiikka

Autojen (4 kpl) hydrauliiikat säädettiin ja mitattiin ennen testejä (liite 3). Autojen hydrauliikkatuotot (sirotinportti) säädettiin arvoon 60 l/min. Kuitenkin yhdessä autossa tuotto oli 50 l/min ja toisessa 70 l/min.

Kuorma-auton hydrauliiikan nopeusautomaatiikka oli tarkkuudeltaan Ajo-levittimen veroinen, mutta epätarkempi kuin Epoken tai Weisserin ajoautomaatiikkaa.

Hydrauliiikan nopeusautomaatiikka osoittautui testeissä epätarkaksi varsinkin pienillä säädöillä (potentiometrin arvo < 50). Hydrauliiikan nopeusautomaatiikan suunnittelija (Oy Danfoss Ab) tarkasti testien jälkeen yhden kuorma-auton hydrauliiikan. Tarkastuksessa (liite 3) todettiin mm:

- levittimien hydraulimoottorien tilavuuden vaihtelu vaikeuttaa hydrauliiikan tarkan määräsäätöautomaatiikan rakentamista levittämiin.
- nykyisiin määräsäätöautomaatiikan käyttö- ja hoito-ohjeisiin tulee tehdä tarkennuksia

### 3.2 Liuoslevittimien toimivuus

#### 3.2.1 Ajo

Ajo-levitin toimi omalla automaatiikalla. Muista levittimistä poiketen suutinputkisto oli auton edessä. Putkiston liuostuotto (liite 4.A) käsisäädöllä oli enintään 450 kg/min. Laitteen oma automaatiikka on säädetty arvoille 5...40 liuos-g/m<sup>2</sup>.

Mitatut arvot poikkesivat säätöarvoista 0...10 km/h ajonopeudella selvinä ali-annoksina (5...20 liuos-g/m<sup>2</sup>). Yli 10 km/h nopeudella laitteen automaatiikka annosteli joko liikaa tai liian vähän, poikkeama oli noin 5 liuos-g/m<sup>2</sup>. Suuttimien tuotto vaihteli siten, että liuosvirran kasvaessa perusputken keskisuuttimen tuotto oli noin 50 % sivusuuttimen tuotosta.

Levitin toimi häiriöttä tutkimuksen ajan.

#### 3.2.2 Epoke

Epoke toimi omalla automaatiikalla. Levittimen liuostuotto (liite 4.B) omalla automaatiikalla oli enintään 400 kg/min. Laitteen oman automaatiikan säätöarvot olivat 2,5...15 suola-g/m<sup>2</sup>. Arvot perustuvat liuksen 23 % suolapitoisuuteen ja pitävät siten riittävällä tarkkuudella paikkansa.

Mitatut arvot (10...60 liuos-g/m<sup>2</sup>) olivat säätöarvojen mukaiset yli 10 km/h nopeuksilla. Nopeudella 10 km/h annostus (10...76 liuos-g/m<sup>2</sup>) on 10...20 % säädettyä suurempi. Suuttimien tuoton keskinäinen vaihtelu on noin 10 %.

Levittimessä oli kokeiden aikana useita häiriöitä, vaikka laite oli ollut juuri maahantuojan huollossa. Viat olivat:

- Yksi hydrauliletku halkesi
- Liuosletku vuoti
- Sivusuuttimet olivat jumiutuneet kiinni
- Suutinliitokset vuotivat jonkin verran.

Lisäksi hydraulimoottori ja liuospumppu pitivät voimakasta ääntä, varsinkin isoilla nestevirroilla.

### 3.2.3 Pivot

Pivot-levittimen liostuotto (liite 4.C) oli enintään 210 kg/min. Säätöarvot olivat kahdelle kaistalle levitettäessä 10...60 liuos-g/m<sup>2</sup> ja yhdelle kaistalle levitettäessä 10...90 liuos-g/m<sup>2</sup>. Annoksiin 5...40 liuos-g/m<sup>2</sup> tarvittiin auton hydraulikan nopeusautomaatiikan säätöarvot 1...90.

Nopeudella 10 km/h annos (liuos-g/m<sup>2</sup>) oli 2...3 kertainen verrattuna suurien nopeuksien annokseen. Nopeudella 60 km/h laitteen annostus oli enintään 30 g/m<sup>2</sup>. Suuttimien tuotoissa ei ollut merkittäviä eroja.

Levittimen annostustarkkuus riippuu kuorma-auton hydraulikasta. Lisäksi levittimen nestevirta oli kokeiden aikana hieman sykkivä.

Levitin toimi häiriöttä tutkimuksen ajan. Hydraulimoottori ja liuospumppu pitivät voimakasta ääntä isoilla nestevirroilla.

### 3.2.4 Pure

Pure-levittimen liostuotto (liite 4.D) oli enintään 280 kg/min. Säätöarvot ovat 10...70 liuos-g/m<sup>2</sup>. Annoksiin 5...40 liuos-g/m<sup>2</sup> tarvittiin auton hydraulikan säätöarvot 1...60.

Nopeudella 10 km/h annos (liuos-g/m<sup>2</sup>) oli 2...3 kertainen verrattuna suurien nopeuksien annokseen. Nopeudella 60 km/h laitteen annostus jäi alle 40 liuos-g/m<sup>2</sup>. Alituotto johtui siitä, että levittimen hydraulimoottori oli mitoitettu 70 - 90 l/min suuruiselle hydraulioöljyn tuotolle ja kuorma-auton tuotto oli vain 60 l/min. Suuttimien tuotoissa ei ollut merkittäviä eroja.

Levittimen annostustarkkuus riippuu kuorma-auton hydraulikasta. Lisäksi levittimen nestevirta oli kokeiden aikana hieman sykkivä.

Levitin toimi häiriöttä tutkimuksen ajan. Hydraulimoottori ja liuospumppu piti voimakasta ääntä. Laite valutti liuosta pysäytysasennossa, jolloin suolaliuos purkautui ohitusvirtausputkiston kautta

### 3.2.5 Re-Le-1

Re-Le-1 -levittimen liuostuotto (liite 4.E) oli enintään 300 kg/min. Säättöarvot olivat levitysleveydellä 3,5 m 20...170 liuos-g/m<sup>2</sup> ja levitysleveydellä 7m 10...80 liuos-g/m<sup>2</sup>, joten laite yhtä kaistaa suolattaessa helposti annosteli suolaliuosta liikaa. Annokseen 20...40 liuos-g/m<sup>2</sup> tarvittiin auton hydrauliiikan nopeusautomaatiikan pienimmät säädöt 5...10.

Nopeudella 10 km/h annos (liuos-g/m<sup>2</sup>) oli 2...4 kertainen verrattuna suurien nopeuksien annokseen. Nopeudella 60 km/h laitteen annostus oli enintään 40 g/m<sup>2</sup>. Suuttimien keskinäiset tuotot erosivat noin 30 %. Samoilla säätöarvoilla levittimen tuotto vaihteli.

Levittimen tarkkuus riippuu kuorma-auton hydrauliiikasta. Lisäksi levittimen nestevirta oli kokeiden aikana hieman sykkivä.

Levitin toimi häiriöttä tutkimuksen ajan. Hydraulimoottori ja liuospumppu pitivät voimakasta ääntä. Lepoasennossa laite valutti liuosta.

### 3.2.6 Salo

#### 3.2.61 Salo L 100

Salo L 100 -levittimen liuostuotto (liite 4.F) oli enintään 320 kg/min. Säättöarvot (nopeusautomaatiikan säätöarvoilla 1...40) levitysleveydellä 3,5 m olivat 10...130 liuos-g/m<sup>2</sup>. Levitysleveydellä 7 m nopeusautomaatiikan arvoilla 1...60 annokset olivat 5...65 liuos-g/m<sup>2</sup>.

Yhtä kaistaa levitettäessä laitteella helposti annostellaan liikaa suolaa. Nopeudella 10 km/h annos (liuos-g/m<sup>2</sup>) oli enintään 3 kertainen verrattuna suurien nopeuksien annokseen. Levitys tapahtui yhdellä lautasella.

Levittimen tarkkuus riippuu kuorma-auton hydrauliiikasta.

Levitin toimi häiriöttä tutkimuksen ajan.

#### 3.2.62 Salo L 1100

Salo L 1100-levittimen liuostuotto (liite 4.G) oli enintään 600 kg/min. Säättöarvot olivat 10...110 g/m<sup>2</sup>, joten laitteella helposti annostellaan suolaa liikaa. Annos 5...40 liuos-g/m<sup>2</sup> saatiin auton hydrauliiikan nopeusautomaatiikan säätöarvoilla 1...40. Levitys tapahtui kahdella lautasella.

Nopeudella 10 km/h annos ( $\text{g}/\text{m}^2$ ) oli enintään 2...4 kertainen verrattuna suurien nopeuksien annokseen.

Levittimen tarkkuus riippuu kuorma-auton hydrauliiikasta.

Levittimen liuospumpun akseli vuoti, silti levitin toimi häiriöttä tutkimuksen ajan.

### 3.2.7 Weisser

Weisser-levittimen liuostuotto (liite 4.H) omalla automatiikalla oli enintään 230  $\text{kg}/\text{min}$ . Laitteen oma automatiikka oli säädetty liuosmäärän arvoille 5...40 liuos- $\text{g}/\text{m}^2$ . Liuos levitettiin kahdella lautasella.

Mitatut arvot poikkesivat levityspeveydestä riippumatta säätöarvoista enintään 6 liuos- $\text{g}/\text{m}^2$ . Levityspeveydellä 7 m laite levitti luotettavasti enintään 30 liuos- $\text{g}/\text{m}^2$ .

Levittimessä oli testien aikana useita häiriöitä, vaikka laite oli ollut juuri maahantuojan huollossa. Kokeet keskeytyivät rikkoutuneen nopeusimpulsianturin liittimen ja hapettuneen säätöjärjestelmän sulakkeen takia. Korjauksen jälkeen levitin toimi moitteettomasti.

## 4 TASAISUUSKOKEIDEN TULOKSET

### 4.1 Mittaukset

Levittimillä testattiin 7 m ja 3.5 m työleveyttä nopeuksilla 40 ja 60 km/h. Tavoiteannoksena oli 20 liuos- $\text{g}/\text{m}^2$  eli noin suola-5  $\text{g}/\text{m}^2$ . Ajo-sirottimella tavoiteannos oli kuitenkin 30 liuos- $\text{g}/\text{m}^2$ .

Jokaisen laitteen levitysalasta määritettiin suolapitoisuus kahden poikkileikkauksen mittausarvojen keskiarvona. Reunaviivasta toiseen otettiin kussakin poikkileikkauksessa 9 pisteittäistä näytettä. Lisäksi tehtiin mittaukset pientareilta ja 5 kontrollimäärittystä kaistan keskeltä.

Mittaukset tehtiin liikennöimättömällä kuivalla tai hieman kostealla ajoradalla. Tuuli oli mittauksen aikana heikko, joten laitteiden tuulialttiutta ei pystytty mittaamaan.

### 4.2 Levityskuvion ominaisuuksista

Jos liuos levitetään kuivalle tai hieman kostealle tielle, on suolan leviäminen tien poikkisuunnassa hidasta. Liikenne tasaa pituussuuntaiset vaihtelut nopeasti siksi suolan on levittävä koko alueelle reunaviivasta toiseen. Suolaustehoa huonontavat eniten syvät lovet ja kuivaksi jääneet reunat.

Parasta levitys ei kuitenkaan ole tasaisena reunaviivasta toiseen, vaan levityksen tulee olla keskitiepainotteinen. Reunaviivalla tulisi olla suolaa noin 30...50% poikkileikkauksen keskimääräisestä g/m<sup>2</sup> arvosta molempien ajokaistan käsittelyn jälkeen. Tien keskimmaisella leveysmetrillä tulisi olla noin puolet lopullisesta suola-annoksesta ensimmäisen suunnan käsittelyn jälkeen.

### 4.3 Tulokset

Levityskuviot on esitetty liitteessä 5. Taulukossa 1 on esitetty suuntaantava kuvioden arvostelu.

Tavoiteannoksia ei onnistuttu kovin hyvin tuottamaan, vaikka tiedossa olivat levittimien alustavat tuottomittausten tulokset.

Koeolosuhteissa nopeuden muutoksella arvosta 40 km/h arvoon 60 km/h ei ollut yleensä huonontavaa vaikutusta levitystasaisuuteen.

Taulukko 1: Levityskuvioden arvostelu

Levitin:	Ajo	Epoke	Pivot	Pure	Re-Le	Salo 100	Salo 1100	Weisser
<b>Levityskuvio:</b>								
1 kaista 40 km/h	4	4	3	3	3	3	2	4
1 kaista 60 km/h	4	4	4	3	4	2	2	3
2 kaistaa 40 km/h	3	2	2	3	2	3	2	3
2 kaistaa 60 km/h	4	4	1	3	3	4	3	2

Arvosteluasteikko: 1 = huono, 2 = välttävä, 3 = tyydyttävä, 4 = hyvä, 5 = kiitettävä.

*Yhden kaistan käsittely* onnistui kohtuullisesti kaikilla levittimillä, mutta hienosäätöä kaivattiin. Lautaslevittimillä Salo ja Weisser ajoviima taittoi luoksen hieman liian kapealle alueelle.

*Kahden kaistan käsittelyssä* oli enemmän hajontaa. Rinnakkaiskaistan jääminen vajaaksi oli yleisin puute.

**Ajo-levitin;** Luoksen leviäminen oli lähes optimaalinen, mutta keskitielle jäi vajaa kaistale.

**Epoke SH 2000;** Tulosta huononsi levityksen epätasaisuus ja rinnakkaiskaistan ulkoreunan jääminen vajaaksi.

**Pivot-levitin;** Levitys oli epätasainen nopeudella 40 km/h ja rinnakkaiskaista jäi selvästi vajaaksi nopeudella 60 km/h.

**Pure-levitin;** Tulosta huononsivat rinnakkaiskaistan reunan vajoaus nopeudella 40 km/h ja levityksen epätasaisuus nopeudella 60 km/h.

**Rele-levitin;** Levitys oli erittäin epätasaista. Yliannostus keskittyi rinnakkaiskaistan keskelle.

**Salo L 100;** Yhden lautasen levitin toimi ennakkokäsityksiä paremmin. Ajokaistan reunavajoaus huononsi tulosta etenkin pienellä nopeudella. Lautanen oli verrattain ylhäällä, mikä lisää sirottelyn ulottuvuutta mutta saattaa haitata kohtaavaa liikennettä.

**Salo L 1100;** Kahden lautasen malli ei ollut L100-versiota parempi levityksen suhteen. Koska lautaset olivat matalammalla, saavutettiin vain sama ulottuvuus.

**Weisser NAD;** Rinnakkaiskaista jäi selvästi reunoiltaan vajaaksi, lautasen kääntäminen ja leveyden säätäminen 8 metriin ei juurikaan parantanut ongelmaa. Levityslautasten nosto olisi saattanut auttaa.

## 5 KÄYTTÖ-OHJEET

### 5.1 Ajo

Käyttöohjeena oli muovikantinen A4-kokoinen suomenkielinen moniste, jossa on yleisohjeet levittimen asennuksesta, kalibroinnista ja huollosta. Ohjeista sai levittimen käytön perustiedot. Käyttöarvoa parantaisi vielä aakkosellinen hakusanasto ja mukana kuljetettava "pika-apu". Esitystavaltaan ohje on selkeä.

### 5.2 Epoke

Käyttöohjeena oli paperinen A4-kokoinen suomenkielinen moniste. Se sisälsi kuvan ohjauskeskuksesta ohjeineen, varoituksen levittimen ilmauksen väärästä säädöstä, liuoksen km-kulutustaulukon, ohjeita käsikäytöstä, sivusuuttimen korkeussäädöstä, huollosta ja ajonopeusohjauksen tarkistamisesta. Käyttö-ohjeesta puuttuivat mm. ohjeet levityssuuttimien huollosta, kulutuskestävät kannet, sisällysluettelo, aakkosellinen hakusanasto, "pika-apu", asennusohjeet ja pumppujen huolto-ohjeet. Kuvitukseltaan ohje on hyvä, mutta jäsentelyltään hajanainen.

### 5.3 Pivot

Käyttöohje puuttui.

## 5.4 Pure

Käyttöohjeena oli paperinen A4-kokoinen suomenkielinen moniste, joka sisältää ohjeet asennuksesta, kalibroinnista, koe-ajosta ja huollosta. Ohjeessa oli virheellisesti tai epätarkasti kerrottu mm. hydrauliliitännät (automaatiikka!) ja levittimen tarvitsema hydrauliiikan tuotto. Käyttö-ohjeesta puuttuivat mm valmistajan ja myyjän nimi yhteystietoineen, kulutuskestävät kannet, "pika-apu", sisällysluettelo ja aakkosellinen hakusanasto sekä ohjeet levitysmäärän ajonaikaisesta säätämisestä. Esitystavaltaan ja jäsentelyltään ohjeet ovat selkeät.

## 5.5 Re-Le-1

Käyttöohje puuttui.

## 5.6 Salo

### 5.6.1 Salo L 100

Käyttöohjetta ei ollut.

### 5.6.2 Salo L 1100

Käyttöohjeena oli paperinen, muovitetuissa kansissa oleva A5-kokoinen suomenkielinen moniste. Se sisälsi ohjeet asennuksesta, kalibroinnista, heiton säädöstä, säilytyksestä ja huollosta. Ohjeessa oli epätarkasti kerrottu mm. annostuksen säätö ja tarvittava moottorin kierrosluku. Käyttö-ohjeesta puuttuivat mm "pika-apu", sisällysluettelo ja aakkosellinen hakusanasto. Esitystavaltaan ja jäsentelyltään ohjeet ovat selkeät.

## 5.7 Weisser

Käyttöohjeena oli muovikansinen A4-kokoinen suomenkielinen moniste, jossa on yleisohjeet levittimen käyttöönotosta, määrän ja leveyden säädöstä, ohjauspanelista ja sen käytöstä sekä annosmäärän kalibroinnista. Ohjeista puuttui mm. sisällysluettelo, aakkosellinen hakusanasto, mukana kuljetettava "pika-apu" sekä hoito- ja huolto-ohjeet. Esitystavaltaan ja jäsentelyltään ohjeet ovat epäselvät.

## 6 TARKASTELU

Tutkituissa liuoslevittimissä oli eroja (taulukko 1).



Taulukko 1: Levittimien vertailua

MUUTTUJA	TAVOITE	AJO	EPOKE	PIVOT	PURE	RE-LE-1	SALO 100	SALO 1100	WEISSER
TUOTTO (>=kg/min) Liuos-g/m	-	420	400	110	280	300	320	600	280
* kaista/ 10 km/h	5...40	5...20	10...75	40...60	35...70	95...165	40...110	40...110	5...40
* kaista/ 60 km/h	5...40	10...45	10...55	10...25	10...35	20...50	10...90	10...90	10...35
* 2 kaistaa/ 10 km/h	5...40	5...20	10...75	45...90	30...75	40...80	20...55	30...100	5...40
* 2 kaistaa/ 60 km/h	5...40	10...40	10...55	10...30	10...40	10...40	10...30	10...80	10...35
LIUOSJAKAUMA	hyvä	hyvä	lähes hyvä	eritt.välttävä	tyydyttävä	tyydyttävä	tyydyttävä	välttävä	tyydyttävä
* kaista/ 10 km/h	hyvä	hyvä	hyvä	tyydyttävä	tyydyttävä	tyydyttävä	tyydyttävä	välttävä	hyvä
* kaista/ 60 km/h	hyvä	hyvä	hyvä	hyvä	tyydyttävä	hyvä	välttävä	välttävä	tyydyttävä
* 2 kaistaa/ 10 km/h	hyvä	tyydyttävä	välttävä	välttävä	tyydyttävä	välttävä	tyydyttävä	välttävä	tyydyttävä
* 2 kaistaa/ 60 km/h	hyvä	hyvä	hyvä	huono	tyydyttävä	tyydyttävä	hyvä	tyydyttävä	välttävä
ANNOSTUS- AUTOMATIikka	-	oma	oma	auton	auton	auton	auton	auton	oma
* toimintatarkkuus	tarkka	epätarkka	tarkka	epätarkka	epätarkka	epätarkka	epätarkka	epätarkka	tarkka
LIUOSSUODATIN	on	on	on	on	on	on	on	on	ei
KÄYTTÖOHJE	on	on	on	ei	on	ei	ei	on	on
* puutteita	ei	vähän	useita	-	useita	-	-	vähän	useita
PÄÄOMAKULUT(mk/h)	halpa	130	300	60	75	85	80	170	375
* 50 h/a	halpa	20	50	10	10	15	15	30	60
* 300 h/a									
HÄIRIÖT KOKEESSA	ei	ei	useita	ei	ei	ei	ei	ei	useita

Hyvän liuoslevittimen toiminnallisia tunnusmerkkejä ovat:

- **Käyttövarmuus.** Jäätymisen estämiseksi on suihkuputkisto voitava tyhjentää nopeasti, helposti ja kokonaan. Elektroniikka sekä muut levittimen herkäät osat on suojattava lian ja suolan aiheuttamilta käyttöhäiriöiltä.
- **Vaihtokelpoisuus.** Levitin on voitava vaihtaa ajoneuvosta toiseen helposti ilman erillisiä asennustöitä.
- **Yhteensopivuus** sekä kuorma-auton hydrauliiikan tuottoon, sen nopeusautomaatiikkaan sekä käsikäyttöön.
- **Helppo säädettävyys.** Ajonaikaista suolaliuoksen määrää ja levityslevyyttä on voitava säätää ohjaamosta helppokäyttöisellä ohjaimella. Levittimessä voi olla myös oma nopeusautomaatiikka. Jos sitä ei ole, tulis levitin varustaa anturilla, joka ilmaisee liuospumun kierrosluvun.
- **Oikea ja tarkka annostus.** Levittimen tuoton määrää on voitava luotettavasti säätää välillä 5...40 liuos-g/m<sup>2</sup>. Annostelutarkkuus saa erota suunnitellusta määrästä hetkellisesti 25%, mutta kuitenkin enintään 5 liuos-g/m<sup>2</sup>. Keskimääräinen poikkeama saa olla enintään 10 % suunnitellusta määrästä. Liuoksen on jakauduttava koko levityslevydelle. Jakautuman on oltava keskittien suhteen symmetrinen ja keskipainotteinen eikä levityskuvio saa olla lovekas. Useaa kaistaa levitettäessä saa kaistojen annos erota keskimäärin enintään 10 %.
- **Säädeltävä levitysleveys.** Levityslevyyttä on voitava nopeasti vaihtaa 3,5 m tai 7 m levyiseksi.
- **Riittävä työnopeus.** Levittimen tulee toimia vähintään 60 km/h nopeudessa. Jos levitintä käytetään ennakkosuolaukseen, on levittimelle eduksi toimia aina 80 km/h nopeuteen saakka.
- **Lioussuodatin.** Suodattimen on oltava pinta-alaltaan niin suuri, ettei sitä tarvitse puhdistaa päivittäin. Suodatin on voitava helposti puhdistaa likaamatta tarpeettomasti ympäristöä suolaliuoksella.
- **Riittävä maavara.**
- **Turvallisuus.** Kaistan tai kaistojen käsittely on oltava mahdollista "roikkumatta" keskiviivalla. Liuossuihku ei saa aiheuttaa myöskään kohtuutonta haittaa muulle liikenteelle. Pysäytettyinä levitin ei saa valuttaa suolaliuosta ympäristöön.
- **Helppokäyttöisyys ja -opittavuus.** Jokaisessa levittimessä on oltava selkeä ja seikkaperäinen käyttöohjekirja. Käyttöohjeissa on tarkat ohjeet erityisesti määrän säädöstä ja häiriöiden estosta. Myyjällä ja valmistajalla on oltava valmiudet neuvoa yksiselitteisesti myymänsä laitteen toimintaperiaatteet ja -tavat.

Tutkituissa levittimissä on ainakin seuraavat kehitystarpeet:

- Ajo SL800:n omaa nopeusautomaatiikkaa tulisi parantaa.
- Epoke SH-2000:n huoltoa ja käyttöohjeita tulisi parantaa.
- Pivot:n tuottoa tulisi lisätä suurilla (>60 km/h) nopeuksilla ja laatia ohjekirja.
- Re-Le-1:ssä tulisi mahdollistaa 5...20 liuos-g/m<sup>2</sup> -annosten levittäminen, vähentää yli-annostuksen mahdollisuutta sekä laatia käyttöohjeet
- Salo L100:ssa tulisi mahdollistaa 5...10 liuos-g/m<sup>2</sup> -annosten levitys, vähentää yliannostuksen vaaraa sekä laatia käyttöohjeet.
- Salo L1100:ssa tulisi mahdollistaa 5...10 liuos-g/m<sup>2</sup> -annosten levitys, vähentää yliannostuksen vaaraa sekä parantaa käyttöohjeita.
- Weisser Sta/Nad-90H:n elektroniikan suojausta, huoltoa ja käyttöohjeita tulisi parantaa.

Lisäksi erityistä huomiota tulisi kiinnittää kuorma-auton hydraulikan säätöön, auton puhtauteen ja lisälaitteiden käytön opetukseen.

Liuoslevitintä valittaessa on merkittävää ottaa huomioon erityisesti levittimeltä vaadittava tarkkuus ja levittimen pääomakustannukset (liite 6). Tutkimuksen mukaan halpojen ja kalliiden levittimien annostelutarkkuuden ero on alle 10 % ja ero aiheutuu kuorma-auton hydraulikan nopeusautomaatiikan epätarkkuuksista.

Jos suolattavana on ympäristösuojelullisesti arkoja tieosia, on levittimen annosteltava mahdollisimman tarkasti. Näilläkin tieosilla halpojen levittimien tarkkuus riittää, jos työnaikainen annostus tehdään tarkasti. Kalliin liuoslevittimen hankinta on perustelua vain, jos levittimelle on runsaasti käyttöä läpi talven.

## 7 LIITTEET

### 1. Suolaliuos

#### 2. Levittimien tekniset tiedot

- 2.A Ajo SI 800
- 2.B Epoke SH-2000
- 2.C Pivot
- 2.D Pure
- 2.E Re-Le-1
- 2.F Salo L100
- 2.G Salo L 1100
- 2.H Weisser Sta/Nad-90H

#### 3. Voimakoneiden hydrauliiikka

- 3.A BFN-251
- 3.B BEO-533
- 3.C BBC-482
- 3.D Nopeusautomaatiikka

#### 4. Toimintakokeiden tulokset

- 4.A Ajo SI 800
- 4.B Epoke SH-2000
- 4.C Pivot
- 4.D Pure
- 4.E Re-Le-1
- 4.F Salo L100
- 4.G Salo L 1100
- 4.H Weisser Sta/Nad-90H

#### 5. Tasaisuuskokeiden tulokset

- 5.A Ajo SI 800
- 5.B Epoke SH-2000
- 5.C Pivot
- 5.D Pure
- 5.E Re-Le-1
- 5.F Salo L100
- 5.G Salo L1100
- 5.H Weisser Sta/Nad-90H

#### 6. Liuoslevittimien vertailulaskelmia

## KÄYTETTY SUOLALIUOS LEVITTIMITTÄIN

LEVITIN	VÄKEVYYSERO (%-yks.)	TIHEYSERO (g/cm <sup>3</sup> )
AJO	1.96	0.01
EPOKE	-1.54	-0.02
PIVOT	0.96	0.01
PURE	0.16	0
RE-LE	-1.24	0
SALO 100	1.66	0.01
SALO 1100	-0.54	0
WEISSER	-1.44	0.01

ERO = LEVITINKOHTAINEN ARVO - KESKIARVO

Näyte otettu satunnaisesti annosmittausten yhteydessä levittimeltä tulevasta liuksesta.

Pitoisuusmääritykset on tehnyt TIEH/ Geopalvelukeskus.

**AJO SL 800****Valmistusvuosi:** 1991**Valmistuskilpi ja -numero:** puuttuu**Oma paino:** 120 kg**HYDRAULIMOOTTORIT:** 2 kpl**Merkki/ Malli:** Danfors Omp 40**Kunto:** hyvä**PUMPUT:** 2 kpl**Merkki/ Malli:** Oberdorfer 13500**Nimellistuotto:** 5...230 l/min/kpl**Kunto:** hyvä**LEVITYSTAPA:**

Suuttimet joko edessä tai takana

**Työleveys:** 3,5...8 m**Perusputken suuttimet:**

merkki Floodjet

2 kpl 1/2 k 140 (päät)

1 kpl 1/2 k 80 (keskusta)

3 kpl 1/4 k 15

**Sivusuuttimet:**

merkki Veejet

1 kpl HB 1/2 U 50200

1 kpl HB 3/4 U 50400

**KÄYTTÖVOIMA:** KA:n hydraulikasta**Tehon tarve:** 175 bar/ 55 l/min**LEVITYSMÄÄRÄN SÄÄTÖ:**

Oma automatiikka tai KA:n hydraulikasta

**Oman automatiikan käyttölaite:**

helppokäyttöinen

**SUODATIN:**

Ruostumaton teräsverkko, # 0,5 mm,

halkaisija 200 mm, pituus 300 mm

**SÄILYTYS:**

Levitin säiliöineen kiinnitetty vaihtolavarunkoon

**HUOLTO/ PUHDISTUSKOHTEET:**

\* suolaliuos suodatin

\* pumpun laakerit 2 kpl

**KÄYTTÖOHJEKIRJA:**

suomenkielinen

**POIKKEAMAT VAKIOKONEESTA:**

normaalisti kiinnitetään auton tai säiliön holkkeihin

**TURVALLISUUS:** ei puutteita**TUOTOT VALMISTAJAN MUKAAN:**

Tuotto enintään: 480 l/min

Levitysnopeudet: 10...80 km/h

**Valmistajan tiedot antoi:** Paavo Alhainen**TUTKIMUKSEN AIKAISET HÄIRIÖT:** Ei**Liitetty KA:oon:** BBL - 219

**EPOKE SH 2000**

**Valmistusvuosi:** 1990  
**Valmistuskilpi:** On  
**Valmistusnumero:** 22  
**Oma paino:** ei merkitty, (750 kg)

**HYDRAULIMOOTTORIT:** 1 kpl  
**Merkki/ Malli:** Bucher AMS 16  
**Kunto:** hyvä

**PUMPUT:** 2 kpl  
**Merkki/ Malli:** Annovi AR 230 Bp  
**Nimellistuotto:** 200 l/min/kpl  
**Kunto:** hyvä

**LEVITYSTAPA:** Suuttimet  
**Työleveys:** 3,5...7,5 m  
**Suuttimet:**  
merkki PNRI  
3 kpl KHW 2157 (taka)  
3 kpl S.S.CO 1/2 K70 (taka)  
**Sivusuuttimet:**  
3 kpl 6-kt NV 32x103,5

**KÄYTTÖVOIMA:** KA:n hydraulikasta  
**Tehon tarve:** 250 bar/ 35 l/min

**LEVITYSMÄÄRÄN SÄÄTÖ:**  
Oma automatiikka  
**Automatiikan käyttölaite:** helppokäyttöinen

**SUODATIN:**  
2 kpl muovisuodatin, halkaisija 105 mm,  
pituus 180 mm, silmäkoko # 0,6 mm

**SÄILYTYS:**  
Liuossäiliössä kiinni tai ripustettuna 4  
koukun varaan

**HUOLTO/ PUHDISTUSKOHTEET:**  
\* suolaliuos suodatin  
\* 2 pumpun öljy  
\* pumppujen välinen kytkinketju  
\* hydrauliohjain korkeapainesuodatin (kerran  
vuodessa)

**KÄYTTÖOHJEKIRJA:**  
suomenkielinen

**POIKKEAMAT VAKIOKONEESTA:**  
ei

**TURVALLISUUS:** ei puutteita

**TUOTOT VALMISTAJAN MUKAAN:**  
Tuotto enintään: 400 l/min  
Levitysnopeudet: 5...6 km/h  
**Valmistajan tiedot antoi:** Ahtiainen

**TUTKIMUKSEN AIKAiset HÄIRIÖT:** Oii

**Liitetty KA:oon:** BBC - 482

**PIVOT****Valmistusvuosi:** 1991**Valmistuskilpi:** on**Valmistusnumero:** 1**Oma paino:** 45 kg**HYDRAULIMOOTTORIT:** 1 kpl**Merkki/ Malli:** Casappa 20 cm<sup>3</sup>**Kunto:** hyvä**PUMPUT:** 1 kpl**Merkki/ Malli:** Japsco 104 90-07**Nimellistuotto:** 20...330 l/min/kpl**Kunto:** hyvä**LEVITYSTAPA:** Suuttimet**Työleveys:** 3,5...7,5 m**Suuttimet:**

merkki Aaretti

7 kpl  $\varnothing$  3 mm (taka)**Sivusuuttimet:**3 kpl  $\varnothing$  5 mm**KÄYTTÖVOIMA:** KA:n hydrauliiikasta**Tehon tarve:** 160 bar/ 45 l/min**Sallittu paine:** 220 bar**LEVITYSMÄÄRÄN SÄÄTÖ:**

KA:n nopeusautomaatiikka tai käsisäätö

**Annostelulaite:** kuten ko. KA:ssa**SUODATIN:**

teräsverkko, halkaisija 75 mm,

pituus 64 mm, silmäkokoa # 2,5 mm

**SÄILYTYS:**

Liuossäiliössä kiinni tai maahan nostettuna

**HUOLTO/ PUHDISTUSKOHTEET:**

\* suolaliuos suodatin

**KÄYTTÖOHJEKIRJA:** ei**POIKKEAMAT VAKIOKONEESTA:** ei**TURVALLISUUS:** ei puutteita**TUOTOT VALMISTAJAN MUKAAN:**

Tuotto enintään: 330 l/min

Levitysnopeudet:

\* 1 kaistalle 5 liuos-g/m<sup>2</sup> >60 km/ h\* 2 kaistalle 40 liuos-g/m<sup>2</sup> < 45 km/h**Valmistajan tiedot antoi:** Lauri Pekkarinen**TUTKIMUKSEN AIKAiset HÄIRIÖT:** Ei**Liitetty KA:oon:** BFN - 251



**PURE**

**Valmistusvuosi:** 1992  
**Valmistuskilpi:** on  
**Valmistusnumero:** 266  
**Oma paino:** 100 kg

**HYDRAULIMOOTTORIT:** 1 kpl  
**Merkki/ Malli:** TRW730-0130-120  
**Kunto:** hyvä

**PUMPUT:** 1 kpl  
**Merkki/ Malli:** Annovi AR 260 BP  
**Nimellistuotto:** 270 l/min/kpl  
**Kunto:** hyvä

**LEVITYSTAPA:** Suuttimet  
**Työleveys:** 3,5...7 m  
**Suuttimet:**  
merkki Spraying Flat Jet narrow angle  
6 kpl P/1/4P - 5040  
**Sivusuuttimet:**  
2 kpl B 1/2 GG - 15/90 Fuljet  
1 kpl B 3/3 GG - 15/50

**KÄYTTÖVOIMA:** KA:n hydraulikasta  
**Tehon tarve:** 90 bar/ 71,5 l/min

**LEVITYSMÄÄRÄN SÄÄTÖ:**  
KA:n nopeusautomaattikka tai käsisäätö  
**Automaattikan käyttölaite:** kuten ko. KA:ssa

**SUODATIN:**  
muoviverkko, # 1mm, halkaisija 100 mm,  
pituus 270 mm

**SÄILYTYS:**  
Liuossäiliössä kiinni tai maahan nostettuna

**HUOLTO/ PUHDISTUSKOHTEET:**  
\* suolaliuos suodatin  
\* liuospumpun öljy  
\* suihkuntappajan sylinterin voitelu

**KÄYTTÖOHJEKIRJA:** on

**POIKKEAMAT VAKIOKONEESTA:** ei

**TURVALLISUUS:** ei puutteita

**TUOTOT VALMISTAJAN MUKAAN:**  
Tuotto enintään: 270 l/min  
Levitysnopeudet: 10 - 60 km/h

**Valmistajan tiedot antoi:** Vuorela ja  
Kuukkanen

**TUTKIMUKSEN AIKAiset HÄIRIÖT:** Ei

**Liitetty KA:oon:** BFN - 251

**RE-LE-1****Valmistusvuosi:** 1992**Valmistuskilpi:** on**Valmistusnumero:** 6**Oma paino:** 225 kg**HYDRAULIMOOTTORIT:** 1 kpl**Merkki/ Malli:** Danfors OMS-80**Kunto:** hyvä**PUMPUT:** 1 kpl**Merkki/ Malli:** Annovi AR 260 BP**Nimellistuotto:** 260 l/min/kpl**Kunto:** hyvä**LEVITYSTAPA:** Suuttimet**Työleveys:** 3,5...7 m**Perusputken suuttimet:**

merkki Spraying Flat Jet

6 kpl B3/8P 5040

**Sivusuuttimet:**

2 kpl B1/2GG 1590

1 kpl B3/8GG 1556

**KÄYTTÖVOIMA:** KA:n hydraulikasta**Tehon tarve:** 250 bar/ 50 l/min**LEVITYSMÄÄRÄN SÄÄTÖ:**

KA:n nopeusautomaatiikka tai käsisäätö

**Annostelulaite:** kuten ko. KA:ssa**SUODATIN:**

Haponkestävä metalliverkko, # 1,5 mm,

halkaisija 130 mm, pituus 300 mm

**SÄILYTYS:**

Liuossäiliössä kiinni tai maahan nostettuna

**HUOLTO/ PUHDISTUSKOHTEET:**

\* suolaliuos suodatin

\* liuospumpun öljy

**KÄYTTÖOHJEKIRJA:** ei**POIKKEAMAT VAKIOKONEESTA:** ei**TURVALLISUUS:** ei puutteita**TUOTOT VALMISTAJAN MUKAAN:**

Tuotto enintään: 280 l/min

Levitysnopeudet:

\* 1 kaistalle 5 liuos-g/m<sup>2</sup> > 30 km/h

\* muuten 60 km/h

**Valmistajan tiedot antoi:** Pursiainen**TUTKIMUKSEN AIKAiset HÄIRIÖT:** Ei**Liitetty KA:oon:** BFN - 251

**SALO L 100**

**Valmistusvuosi:** 1992  
**Valmistuskilpi:** on  
**Valmistusnumero:** 1  
**Oma paino:** 120 kg

**HYDRAULIMOOTTORIT:** 2 kpl  
**Merkki/ Malli:** Danfors OMP 40  
**Merkki/ Malli:** Danfors OMM 32 (lautanen)  
**Kunto:** hyvä

**PUMPUT:** 1 kpl  
**Merkki/ Malli:** Oberdorfer  
**Nimellistuotto:** 260 l/min/kpl  
**Kunto:** hyvä

**LEVITYSTAPA:** 1 lautanen  
**Työleveys:** 3,5...8 m

**KÄYTTÖVOIMA:** KA:n hydraulikasta  
**Tehon tarve:** 170 bar/ 65 l/min

**LEVITYSMÄÄRÄN SÄÄTÖ:**  
KA:n nopeusautomaattikka tai käsisäätö  
**Annostelulaite:** kuten ko. KA:ssa

**SUODATIN:**  
Ruostumaton teräsverkko, # 1,25 mm,  
halkaisija 53 mm, pituus 185 mm

**SÄILYTYS:**  
Liuotussäiliössä kiinni tai ripustettuna

**HUOLTO/ PUHDISTUSKOHTEET:**  
\* suolaliuos suodatin  
\* pumpun laakerin rasvanippa  
\* lautasen laakerin rasvanippa

**KÄYTTÖOHJEKIRJA:** ei

**POIKKEAMAT VAKIOKONEESTA:** ei

**TURVALLISUUS:** ei puutteita

**TUOTOT VALMISTAJAN MUKAAN:**

Tuotto enintään: 260 l/min  
Levitysnopeudet: 20...55 km/h

**Valmistajan tiedot antoi:** Harri Kiviaho

**TUTKIMUKSEN AIKAISET HÄIRIÖT:** Ei

**Liitetty KA:oon:** BFN - 251

**SALO L 1100**

**Valmistusvuosi:** 1991

**Valmistuskilpi:** on

**Valmistusnumero:** 23

**Oma paino:** 430 kg

**HYDRAULIMOOTTORIT:** 3 kpl

**Merkki/ Malli:** Danfors OMP 40

**Merkki/ Malli:** Danfors OMM 32 (2 kpl)

**Kunto:** hyvä

**PUMPUT:** 2 kpl

**Merkki/ Malli:** Oberdorfer 13500

**Nimellistuotto:** 260 l/min/kpl

**Kunto:** hyvä

**LEVITYSTAPA:** 2 lautasta

**Työleveys:** 3,5...8 m

**KÄYTTÖVOIMA:** KA:n hydrauliiikasta

**Tehon tarve:** 170 bar/ 65 l/min

**Sallittu paine:** 250 bar

**LEVITYSMÄÄRÄN SÄÄTÖ:**

KA:n nopeusautomaattikka tai käsisäätö

**Annostelulaite:** kuten ko. KA:ssa

**SUODATIN:** 2 kpl

ruostumaton teräsverkko, # 1,25 mm,  
halkaisija 53 mm, pituus 185 mm

**SÄILYTYS:**

Liutussäiliössä kiinni tai ripustettuna

**HUOLTO/ PUHDISTUSKOHTEET:**

\* suolaliuos suodatin

\* 2 pumpun laakerin rasvanippa

\* 2 lautasen laakerin rasvanippa

**KÄYTTÖOHJEKIRJA:** on

**POIKKEAMAT VAKIOKONEESTA:** ei

**TURVALLISUUS:** ei puutteita

**TUOTOT VALMISTAJAN MUKAAN:**

Tuotto enintään: 520 l/min

Levitysnopeudet: 20...110 km/h

**Valmistajan tiedot antoi:** Harri Kiviaho

**TUTKIMUKSEN AIKAiset HÄIRIÖT:** Ei

**Liitetty KA:oon:** BFN - 251

LIITE 2H

**WEISSER W STA NAD H90**

Valmistusvuosi: 1990  
Valmistuskilpi: on  
Valmistusnumero: 66  
Oma paino: 240 kg

HYDRAULIMOOTTORIT: 3 kpl  
Merkki/ Malli: Bucher 32 cm<sup>3</sup> (pumppu)  
Merkki/ Malli: Bosch 8 cm<sup>3</sup> (2 kpl)  
Kunto: hyvä

PUMPUT: 1 kpl  
Merkki/ Malli: Johnson F8B-89  
Nimellistuotto: 280 l/min/kpl  
Kunto: hyvä

LEVITYSTAPA: 2 lautasta  
Työleveys: 3,5...8 m

KÄYTTÖVOIMA: KA:n hydraulikasta  
Tehon tarve: 150 bar/ 45 l/min

LEVITYSMÄÄRÄN SÄÄTÖ:  
Oma nopeusautomaatiikka

SUODATIN: ei

SÄILYTYS: Omilla jaloillaan

**HUOLTO/ PUHDISTUSKOHTEET:**

- \* hydraulikka suodatin (1 krt/a)
- \* hihnan tarkistus
- \* sähköliittimien tarkastus

KÄYTTÖOHJEKIRJA: on

POIKKEAMAT VAKIOKONEESTA: ei

TURVALLISUUS: ei puutteita

**TUOTOT VALMISTAJAN MUKAAN:**

Tuotto enintään: 280 l/min

Levitysnopeudet:

- \* 1 kaista 5...60 km/h
- \* 2 kaistaa 5...40 km/h

Valmistajan tiedot antoi: Lahtinen

**TUTKIMUKSEN AIKAISET HÄIRIÖT:**

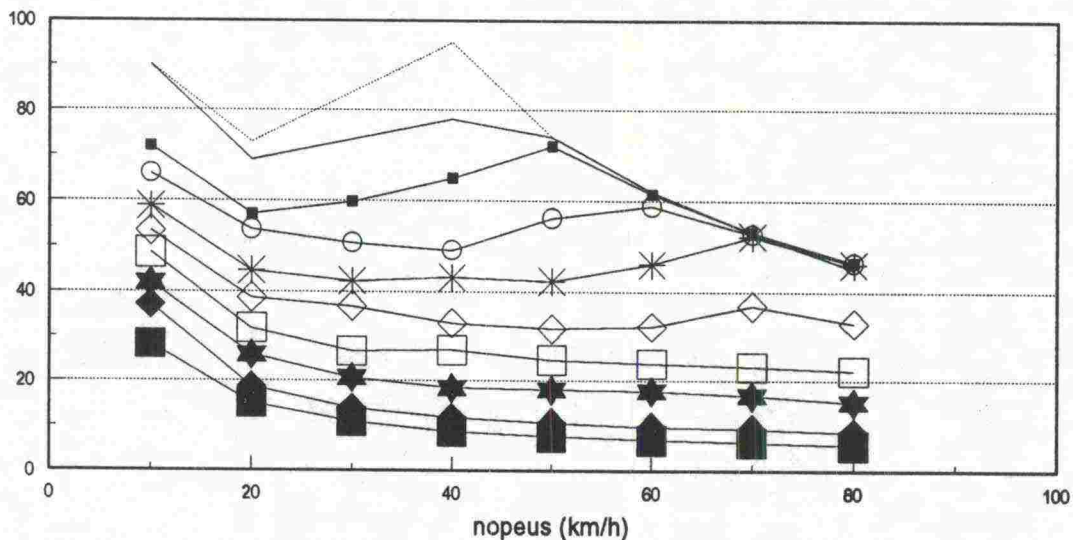
Oli useita  
Liitetty KA:oon: BEC - 533

SISU SR 270 HYDRAULIIKKA

BFN-251

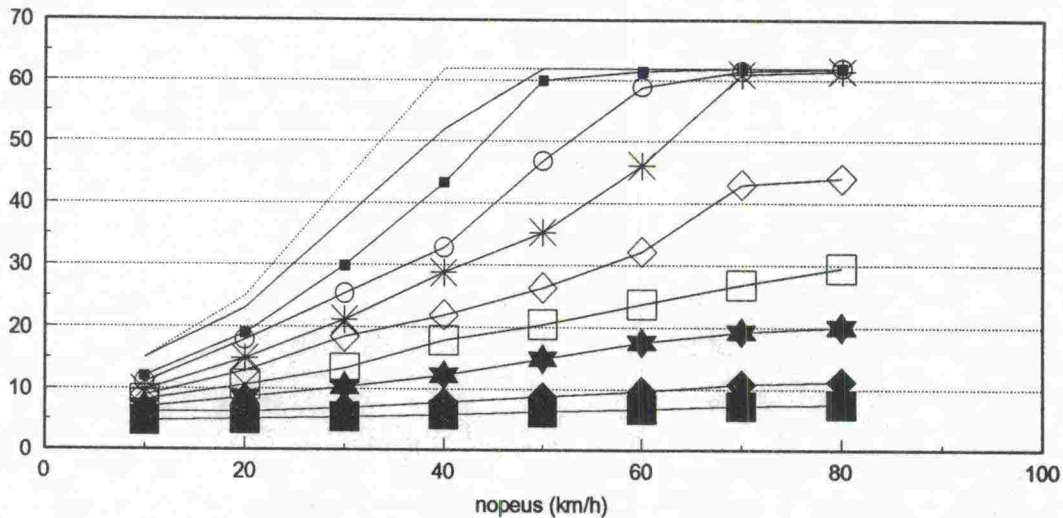
SIROTINPORTTI NOPEUSAUTOMATIIKKA

tuotto (l/min)



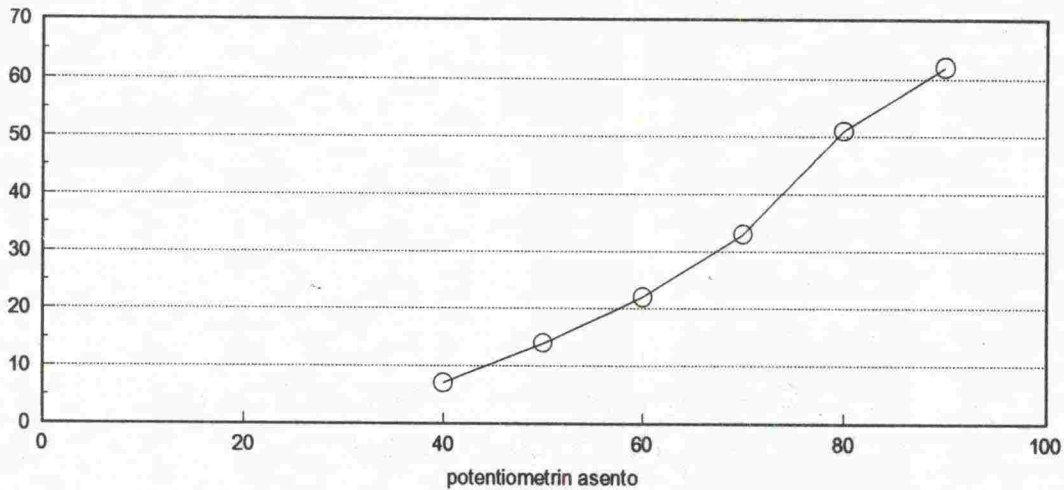
NOPEUSAUTOMATIIKKA

tuotto (l/min)



KÄSIKÄYTTÖ

tuotto (l/min)



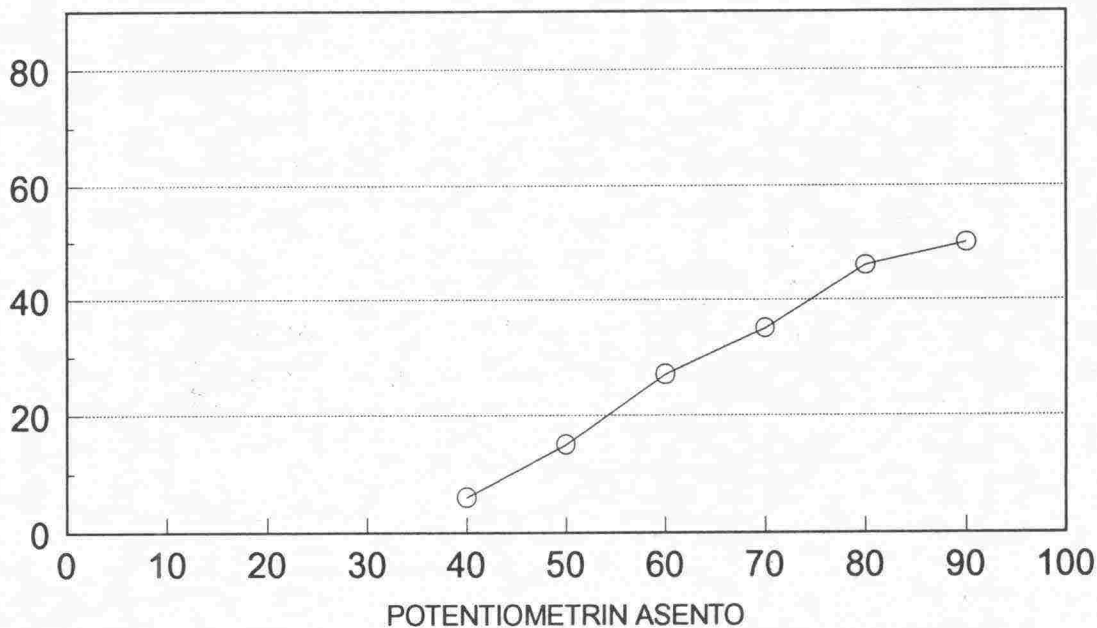
AUTON VUOSIMALLI: 1990  
 VAIHTEISTO: FULLER 11613  
 KONEEN KÄYNTINOPEUS: 1400 r/min  
 AUTOON LIITETTY: PIVOT, PURE, RE-LE-1, SALO L100 JA L1100

## SISU SL 210 HYDRAULIIKKA

BEC - 533

SIROTINPORTTI KÄSIKÄYTTÖ

TUOTTO (l/min)



AUTON VUOSIMALLI: 1987

VAIHEISTO: FULLER 11613

KONEEN KÄYNTINOPEUS: 1400 r/min

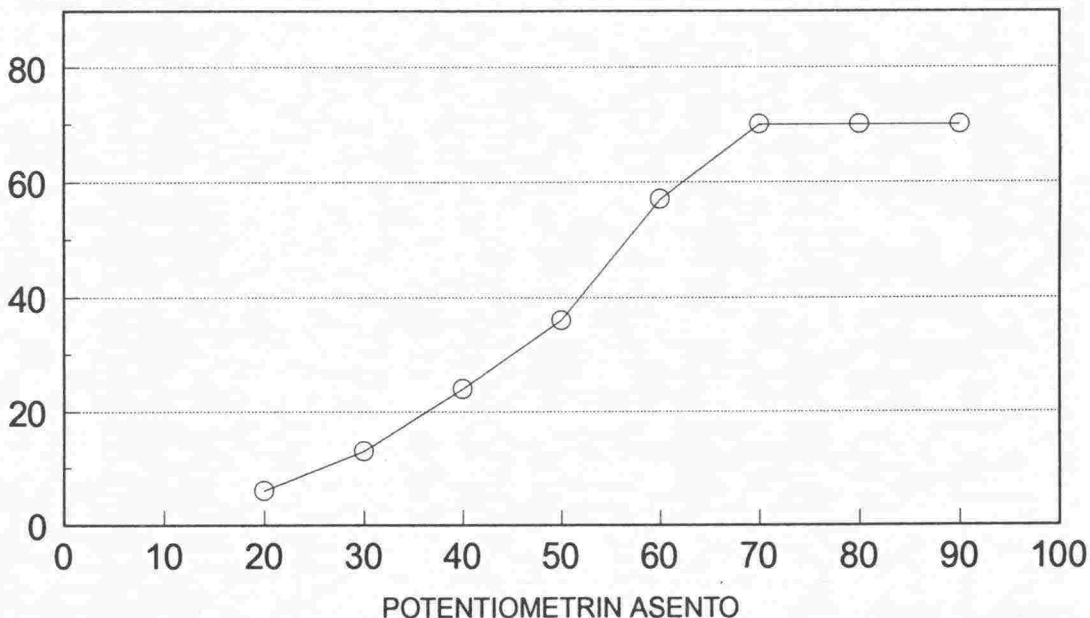
AUTOON LIITETTY: WEISSER W STA NAD H 90

## SISU SL 171 HYDRAULIIKKA

BBL - 219

LISÄLAITE 2B KÄSIKÄYTTÖ

TUOTTO (l/min)



AUTON VUOSIMALLI: 1986

VAIHEISTO: ZF 5S - 92 GP

KONEEN KÄYNTINOPEUS: 1400 r/min

AUTOON LIITETTY: AJO SL 800

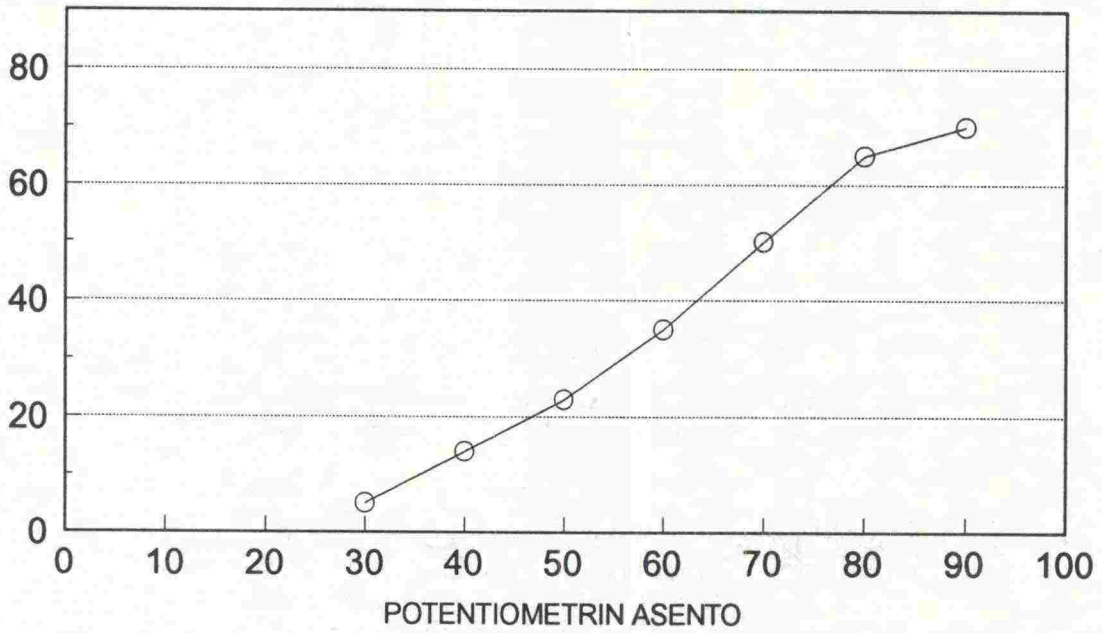
# SISU SL 210 HYDRAULIIKKA

LIITE 3C

BBC - 482

SIROTINPORTTI KÄSIKÄYTTÖ

TUOTTO (l/min)



AUTON VUOSIMALLI: 1986

VAIHTEISTO: FULLER 11613

KONEEN KÄYNTINOPEUS: 1400 r/min

AUTOON LIITETTY: EPOKE SH 2000



Tiehallitus  
Martti Sarro  
PL 33

00521 HELSINKI

Viite nro  
Er ref. M. SarroViite nro  
Vår ref. P. Eskola/mlEspoo  
Esbo 20.10.92

Mittaukset Hyvinkäällä 19. lokakuuta 1992

HIEKOTUSAUTOMATIikka

Oheisena tulosten perusteella muutamia näkemyksiämme.

Mittaukset tehtiin autolla jossa oli perussäädöt sen hetkises-  
sä tilassa. Ts. säätöjä ei muutettu eikä pääosin edes tarkis-  
tettu.

Tehtäessä tarkkoja mittauksia, joista halutaan pitkälle johta-  
via analysointeja, on ensin tehtävä hydraulikan osalta perus-  
säädöt sekä vastaavat toiminnot säätöautomaatiikan suhteen.

EHS automaatiikan toimintaa ajatellen tärkeitä pisteitä ovat  
liikkeellelähtö-ajankohta sekä maksimi työnopeus. Näitten  
välisellä alueella automaatiikka toimii suoraviivaisesti piir-  
turilta tulevan nopeustiedon ohjaamana. Kuljettaja voi ohjata  
toimintaa määrittelemällä suhteellisen määrän joka sitten  
pysyy vakiona pysähtyneestä tilasta maksimi työnopeuteen.

Kuten keskusteluissa totesimme liikkeellelähtökohta on hieman  
ongelmallinen mikäli moottorin kierrostilavuudet vaihtelevat  
ilmoittamissanne rajoissa - 20 --- 315 cm<sup>3</sup>.

Mitatussa ajoneuvossa olisi ehkä ollut tarkennettava liikkeel-  
lelähtökohdan säätöjä. Samalla on myös todettava, että mitta-  
usta ei suoritettu 0:sta alkaen vaan n. 10 km/h lukemasta.  
Käytetty mittauslaite aloitti myös toiminnan vasta 2 --- 3  
l/min.

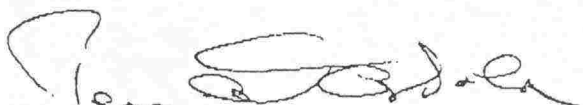
Suurimman työnopeuden kohta oli säätämättä tai sitten asetet-  
tu yli 80 km/h arvoon. Tämä näkyy mitatuissa arvoissa siten,  
että lukemat eivät "leikkaudu" ennen kuin on saavutettu karan  
lämpöisyarvo.

Toimintakuvaajat ovat oikean suuntaisia. Tilastovirheitä on  
kuitenkin liikaa johtuen pääosin siitä, että nopeusmittarin  
lukemakohta ei ollut vakio ja osin tultiin alaspäin ja osin  
ylöspäin.

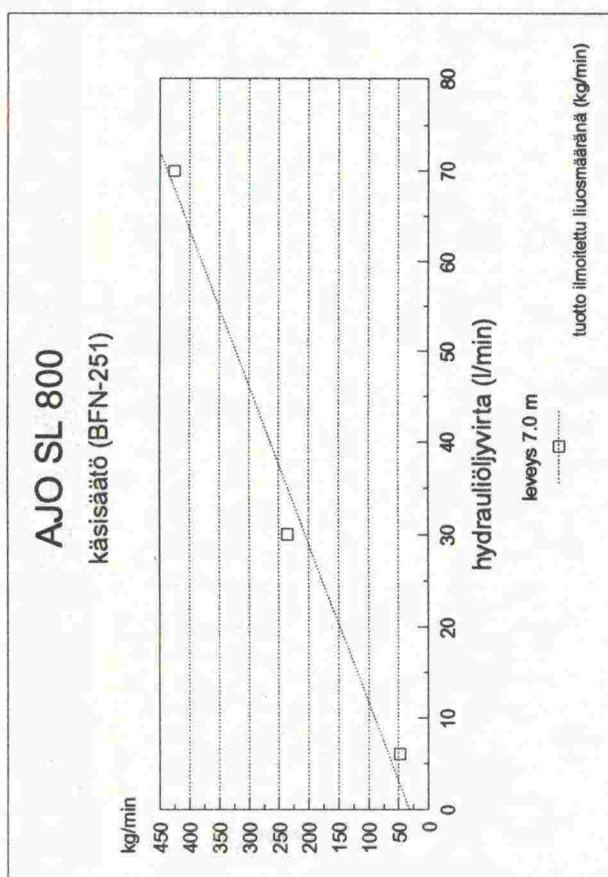
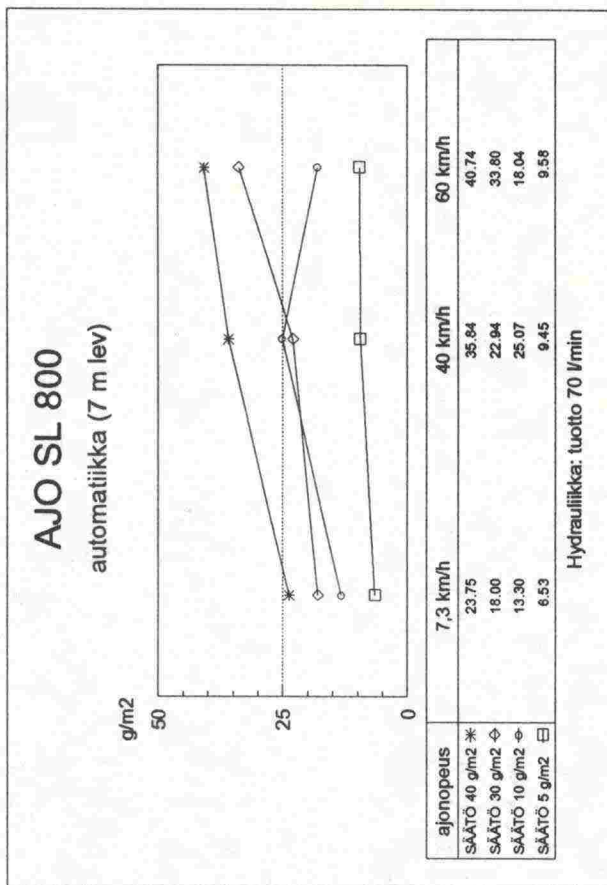
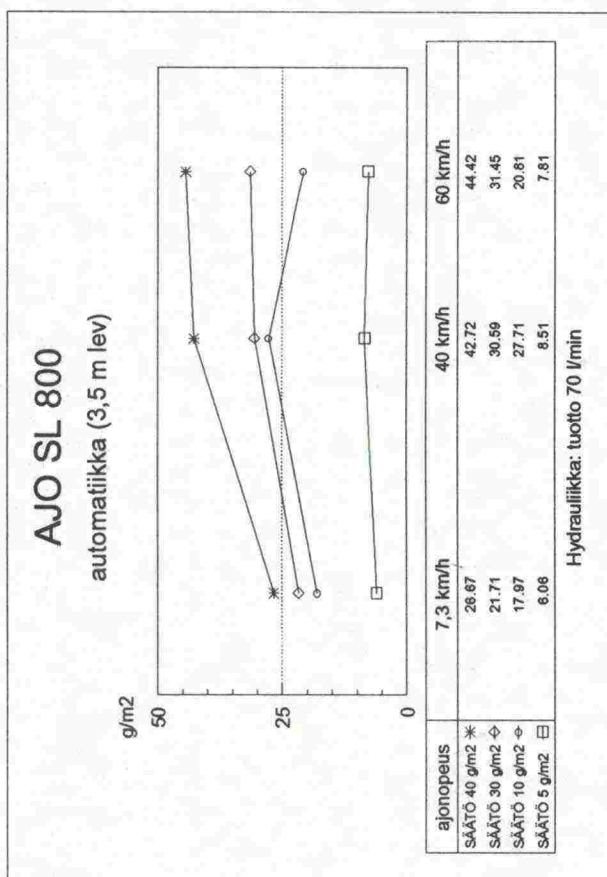
Auton perusjärjestelmä on kuitenkin hyvin toimiva ja säätöjä  
tarkentamalla sekä mahdollisesti lisälaitteita standardisoi-  
malla päästään niin hyvään lopputulokseen kuin se tällaisella  
avoimella (ei takaisinkytkentää) säätöjärjestelmällä on mah-  
dollista.

Toivomme, että voimme olla avuksi kehittäessänne järjestelmää  
edelleen.

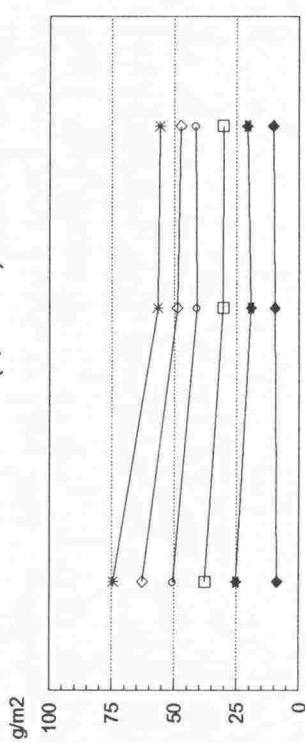
Ystävällisin terveisin

OY DANFOSS AB  
Hydrauliikka


Pentti Eskola



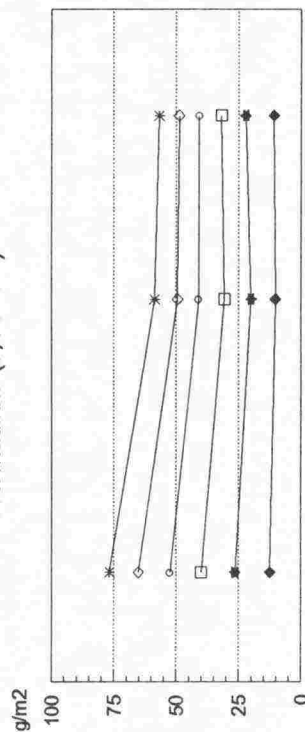
**EPOKE SH 2000**  
 automatiikka (3,5 m lev)



ajonopeus	10 km/h	40 km/h	60 km/h
SAATO 15 *	74,53	55,71	55,03
SAATO 12,5 ◊	62,78	48,87	47,45
SAATO 10 ◊	50,70	41,09	41,51
SAATO 7,5 ◻	37,87	30,58	30,37
SAATO 5 ◼	25,37	19,35	20,71
SAATO 2,5 ◆	8,88	9,78	10,31

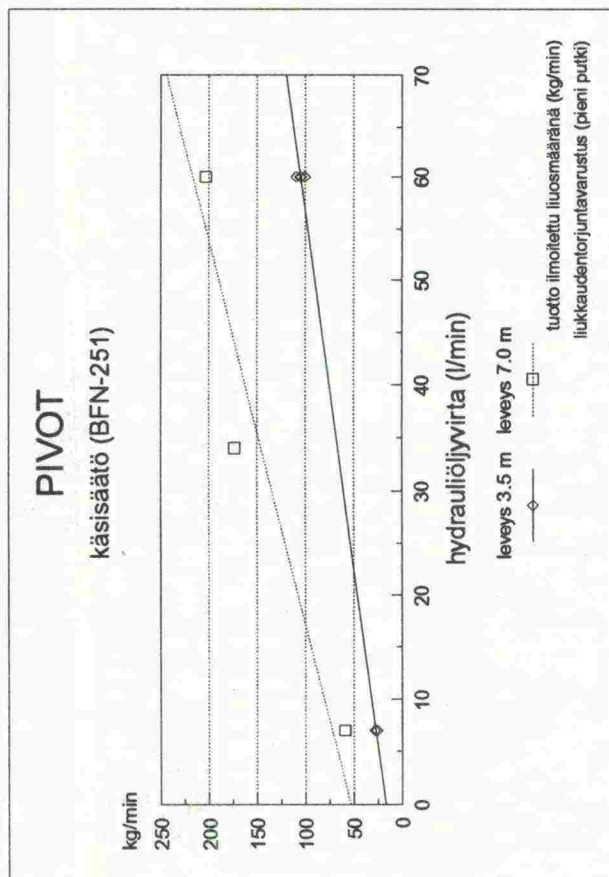
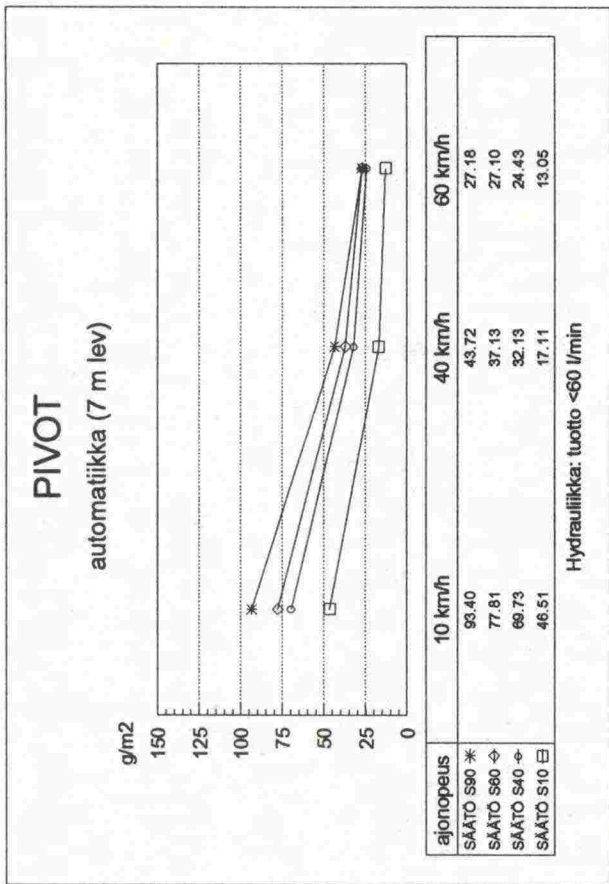
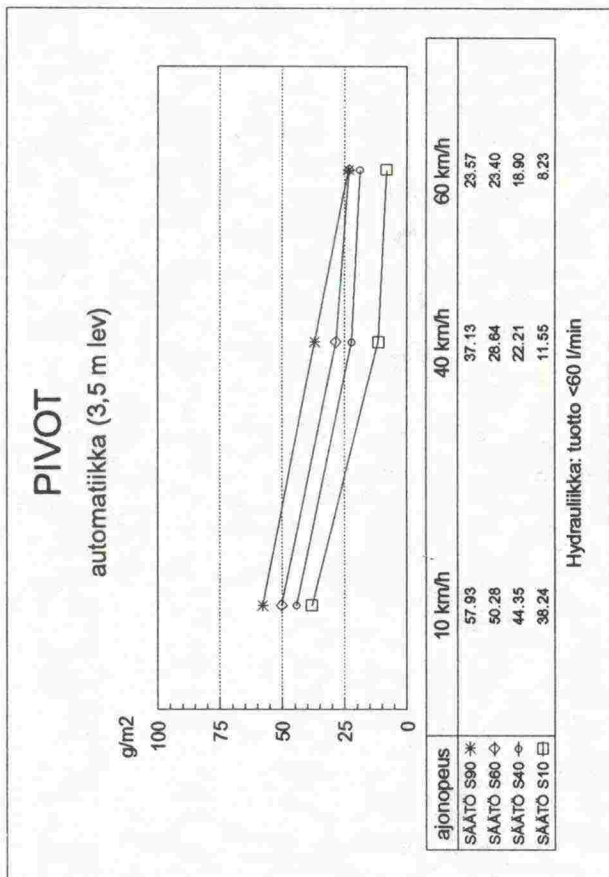
Hydrauliikka: tuotto 70 l/min

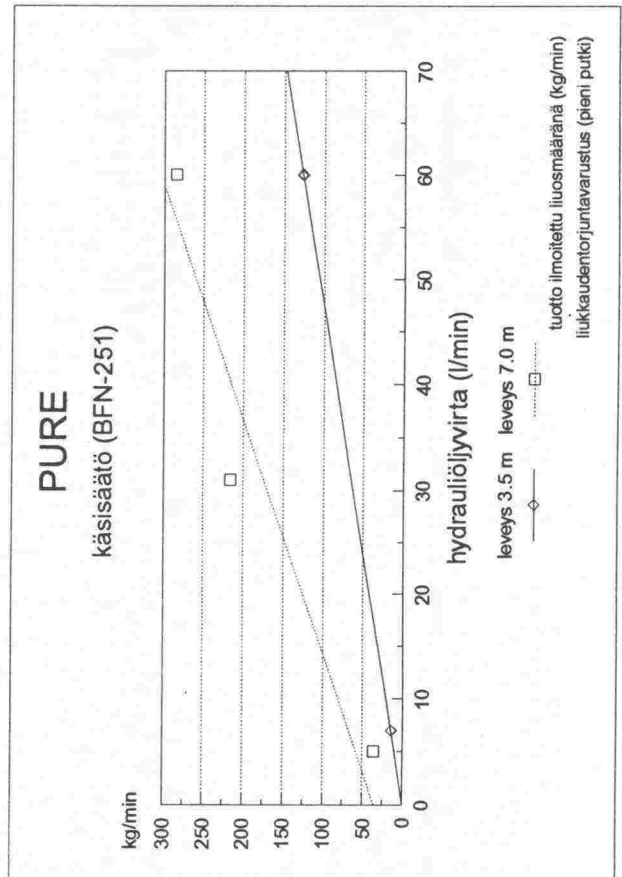
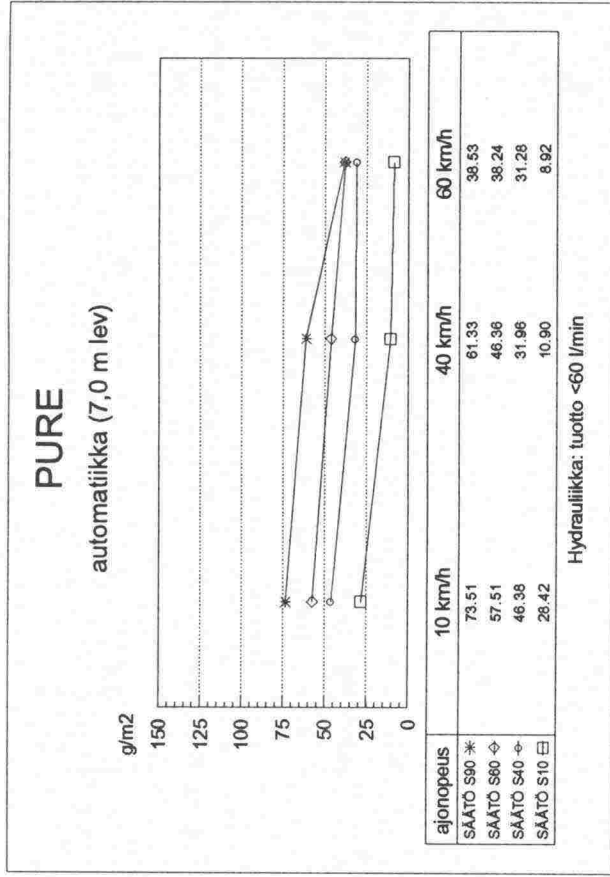
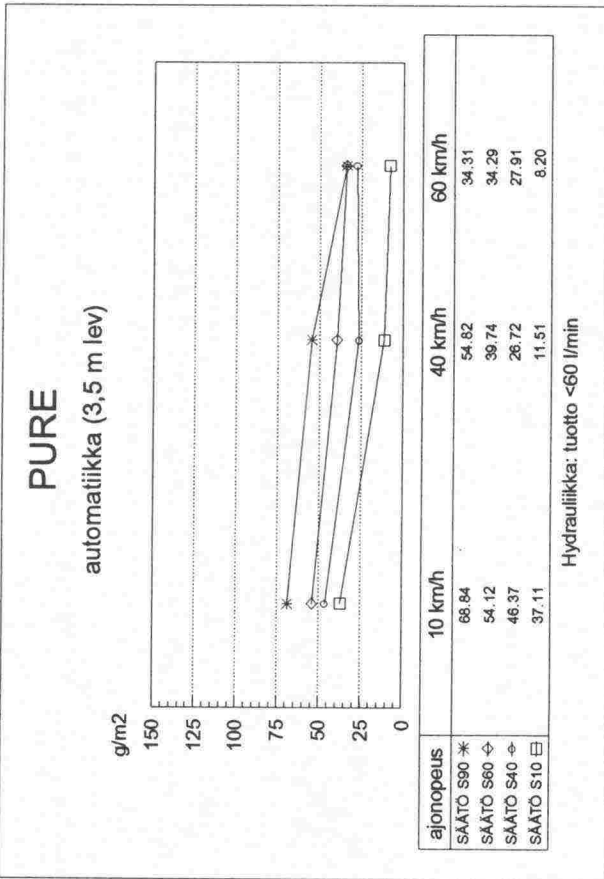
**EPOKE SH 2000**  
 automatiikka (7,0 m lev)

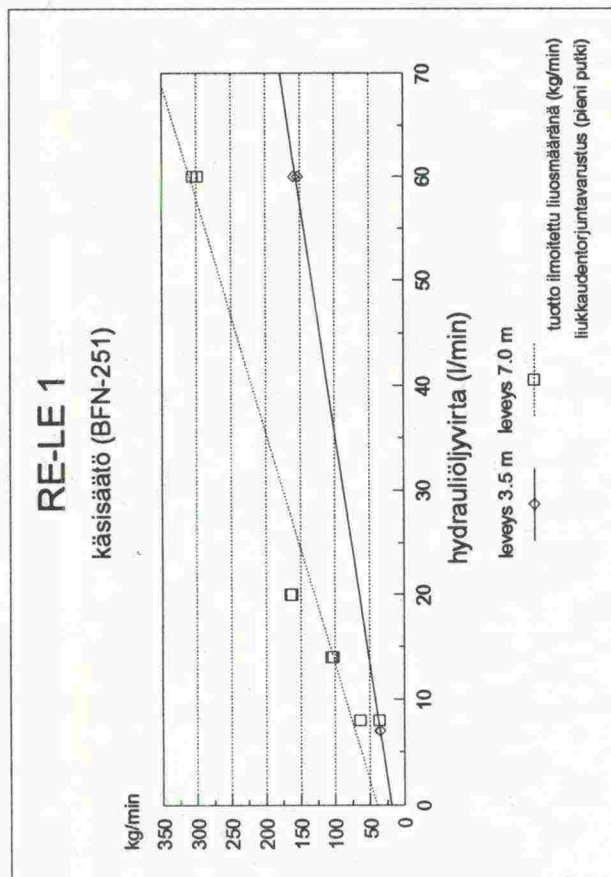
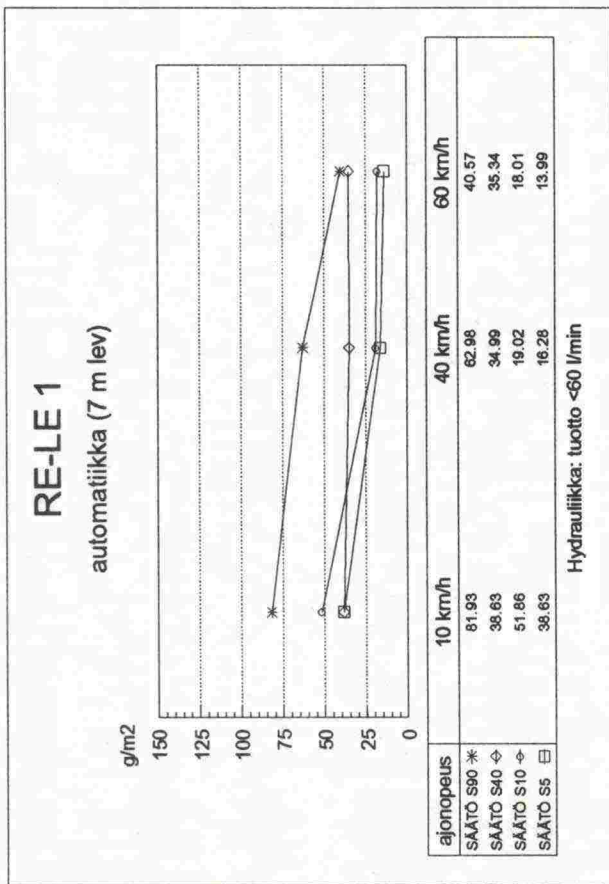
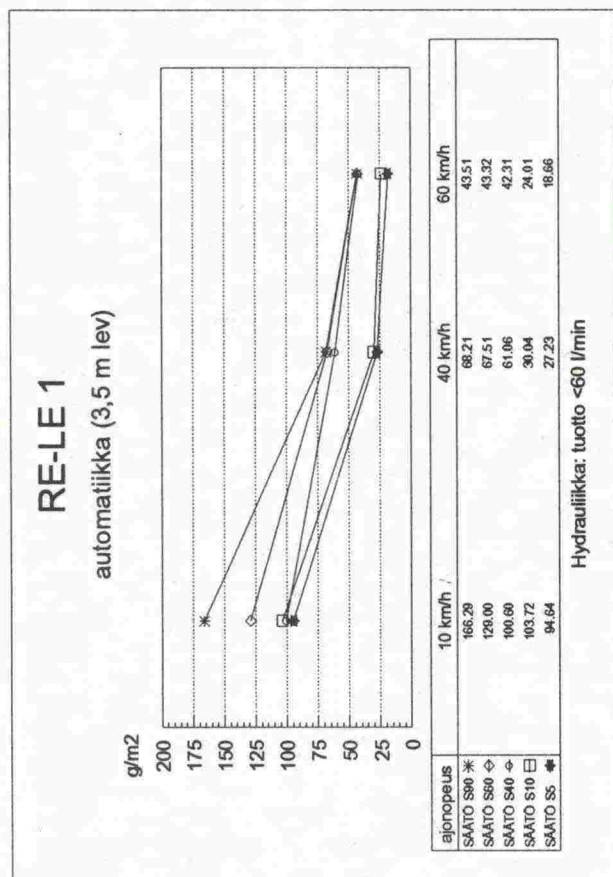


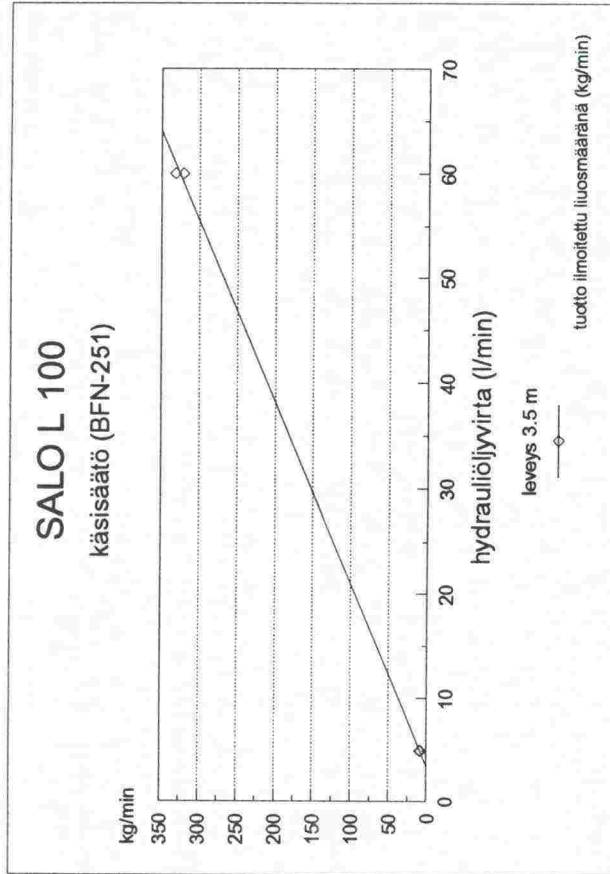
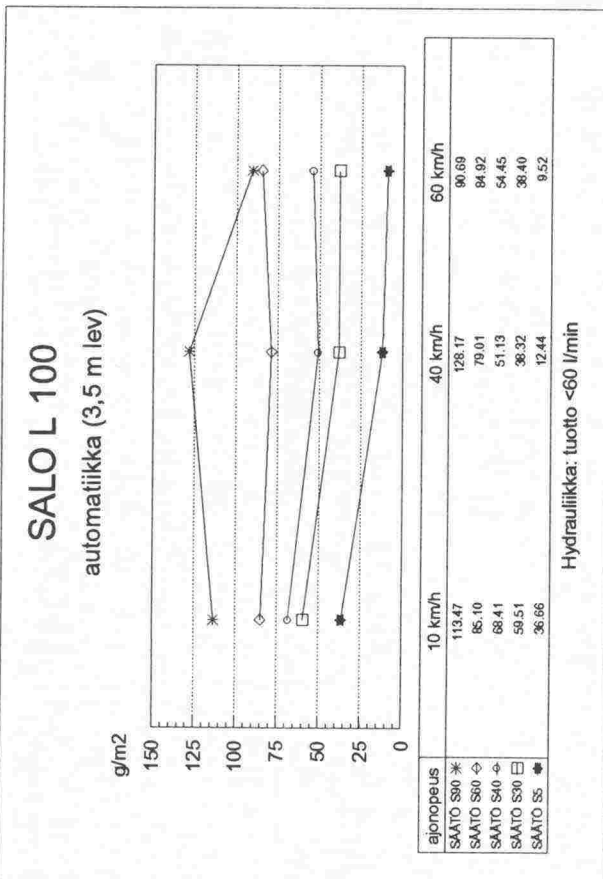
ajonopeus	10 km/h	40 km/h	60 km/h
SAATO 15 *	76,82	59,72	56,86
SAATO 12,5 ◊	62,22	49,54	46,84
SAATO 10 ◊	52,57	41,08	40,94
SAATO 7,5 ◻	40,01	30,72	32,09
SAATO 5 ◼	26,51	20,16	22,31
SAATO 2,5 ◆	12,58	10,41	11,01

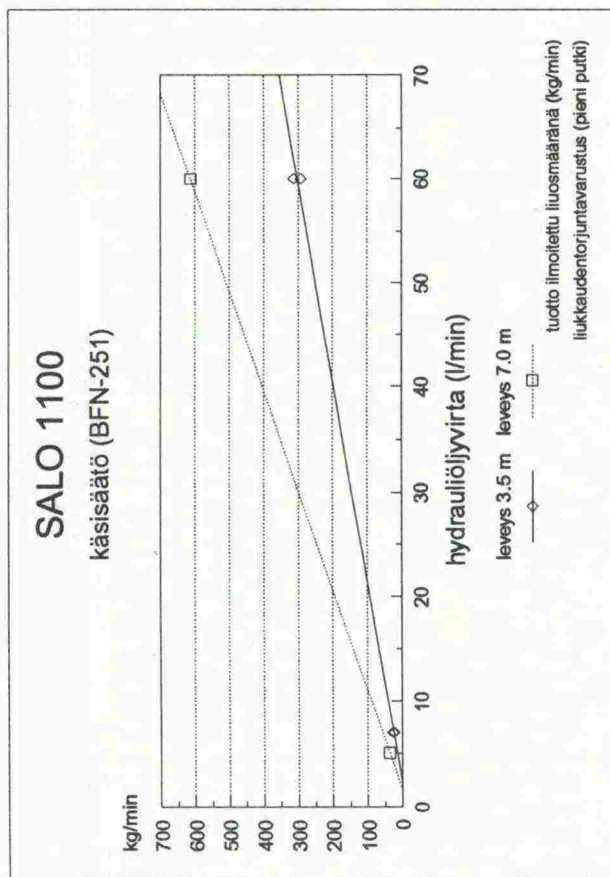
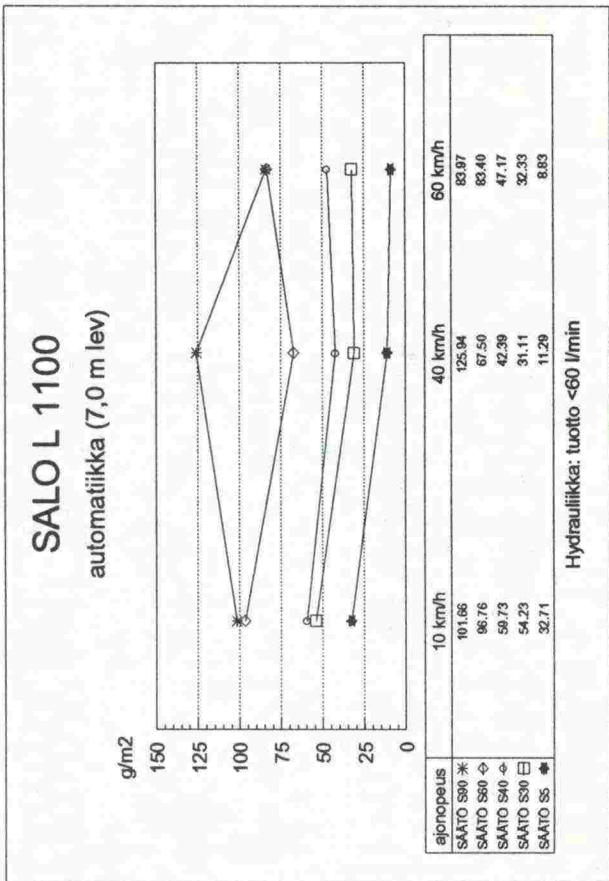
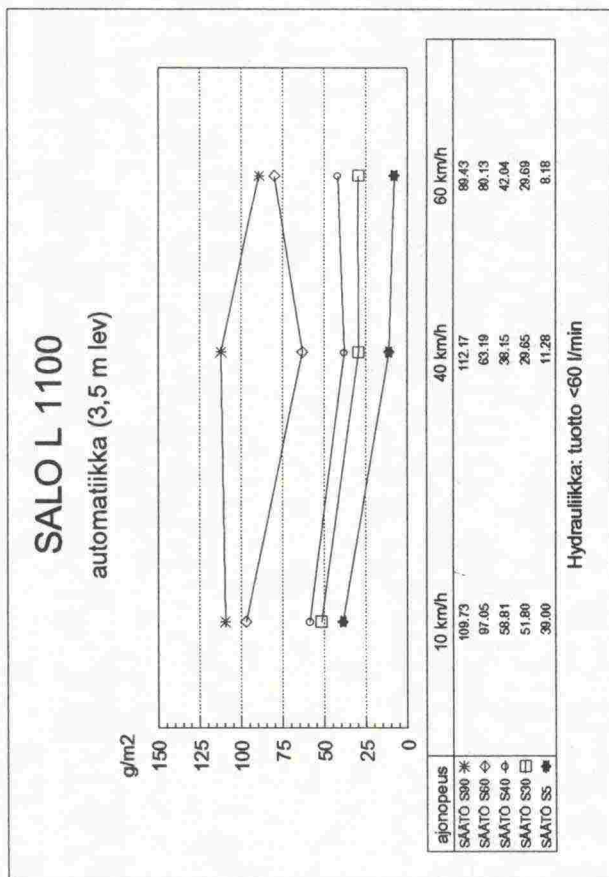
Hydrauliikka: tuotto 70 l/min







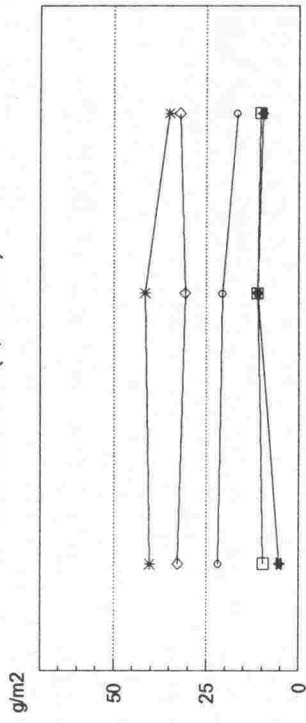






### WEISSER Sta/NAD H 90

automaattikka (7,0 m lev)

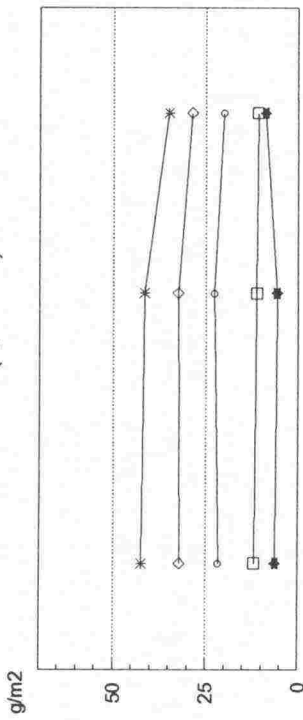


ajonopeus	10 km/h	40 km/h	60 km/h
SAATO S40 *	40.31	41.45	34.83
SAATO S30 ◇	32.71	30.72	32.08
SAATO S20 ◊	21.83	20.82	16.85
SAATO S10 □	9.66	11.18	10.45
SAATO S5 ◆	5.34	11.17	9.79

Hydrauliikka: tuotto 50 l/min

### WEISSER Sta/NAD H 90

automaattikka (3,5 m lev)

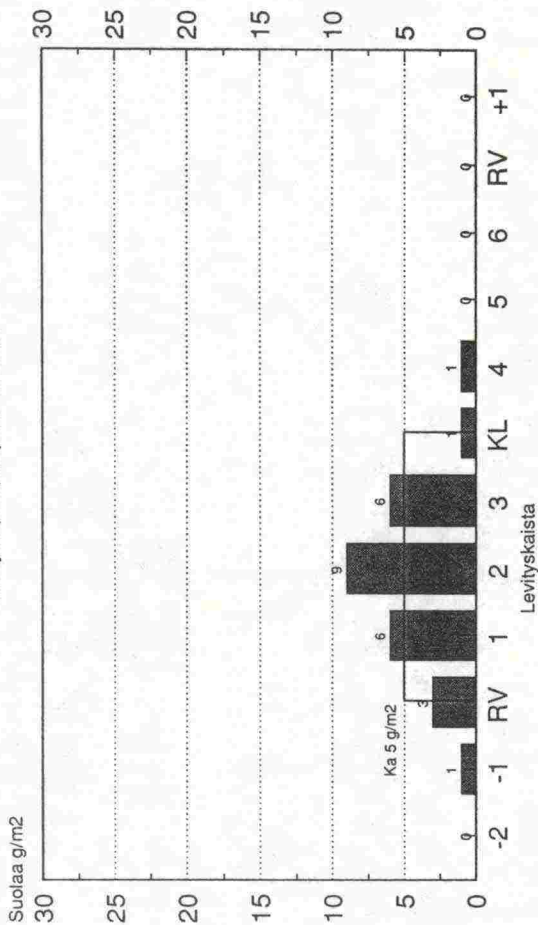


ajonopeus	10 km/h	40 km/h	60 km/h
SAATO S40 *	42.38	41.45	34.83
SAATO S30 ◇	32.06	32.47	28.65
SAATO S20 ◊	21.54	22.68	20.07
SAATO S10 □	11.89	11.28	10.83
SAATO S5 ◆	6.25	5.77	8.87

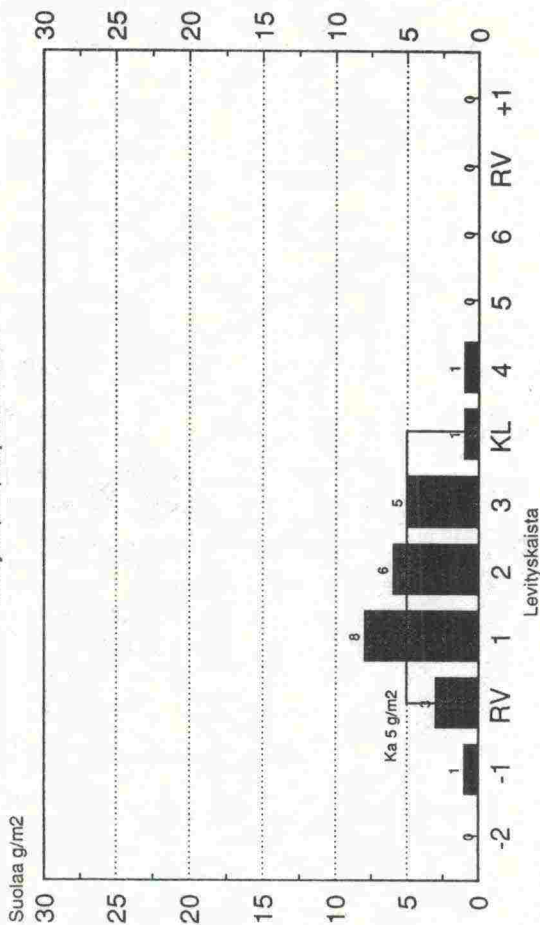
Hydrauliikka: tuotto 50 l/min

### Ajo SL 800 levityskuviot

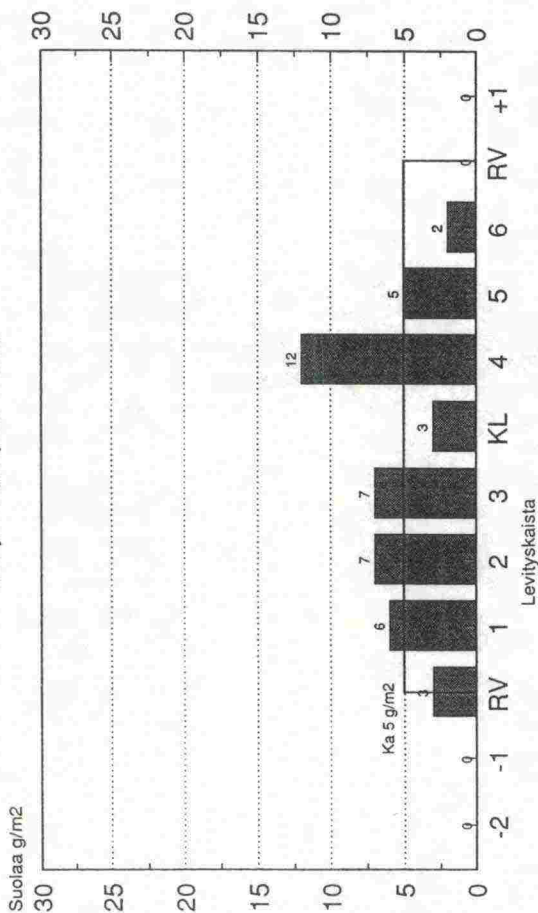
AJO SL 800  
Leveys 3,5 m, Nopeus 40 km/h



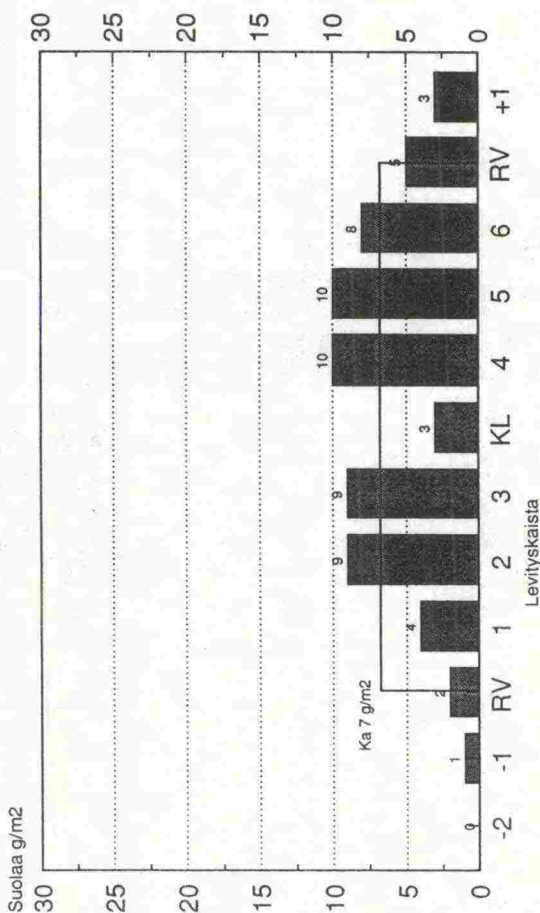
AJO SL 800  
Leveys 3,5 m, Nopeus 60 km/h



AJO SL 800  
Leveys 7 m, Nopeus 40 km/h

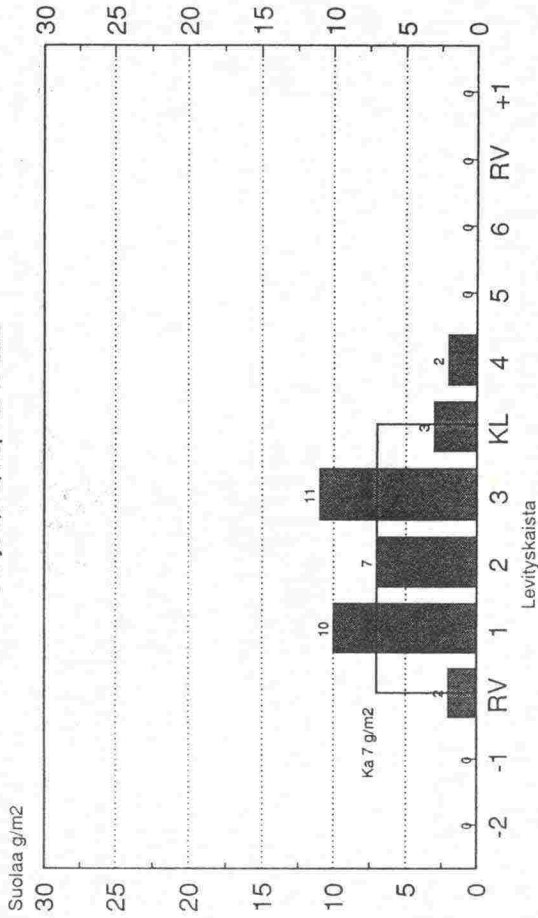


AJO SL 800  
Leveys 7 m, Nopeus 60 km/h

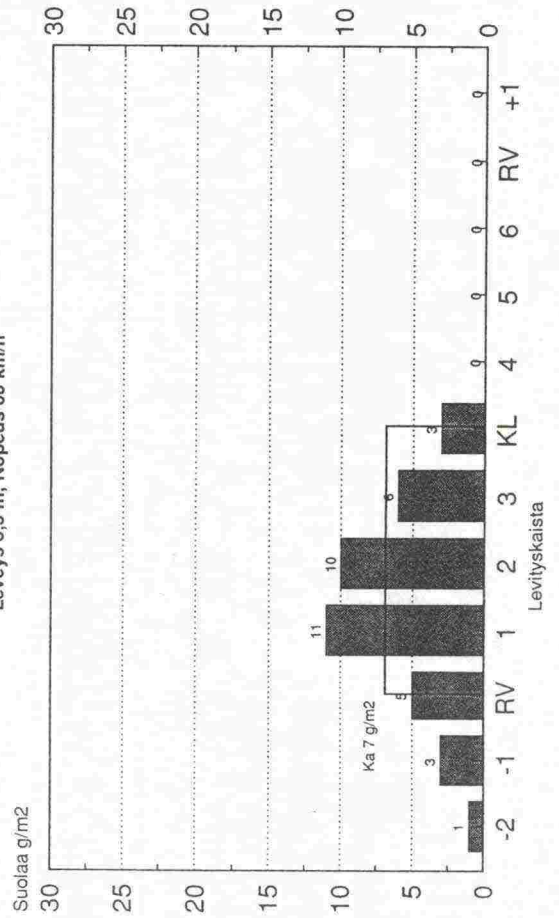


### Epoke SH-2000 levityskuviot

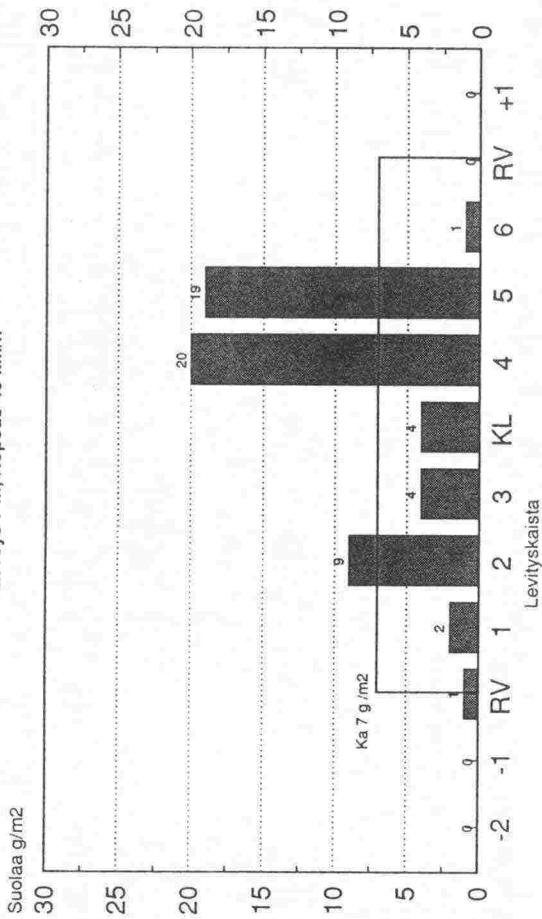
EPOKE SH 2000  
Leveys 3,5 m, Nopeus 40 km/h



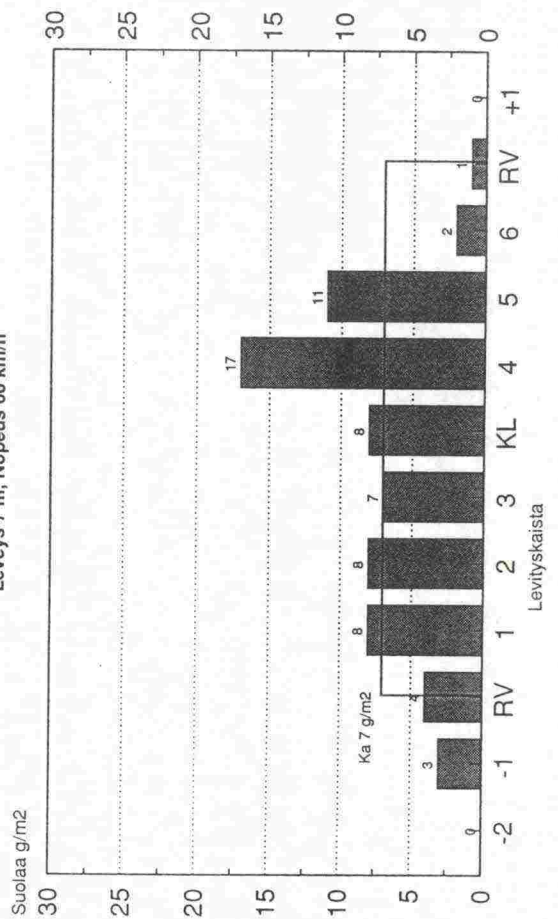
EPOKE SH 2000  
Leveys 3,5 m, Nopeus 60 km/h



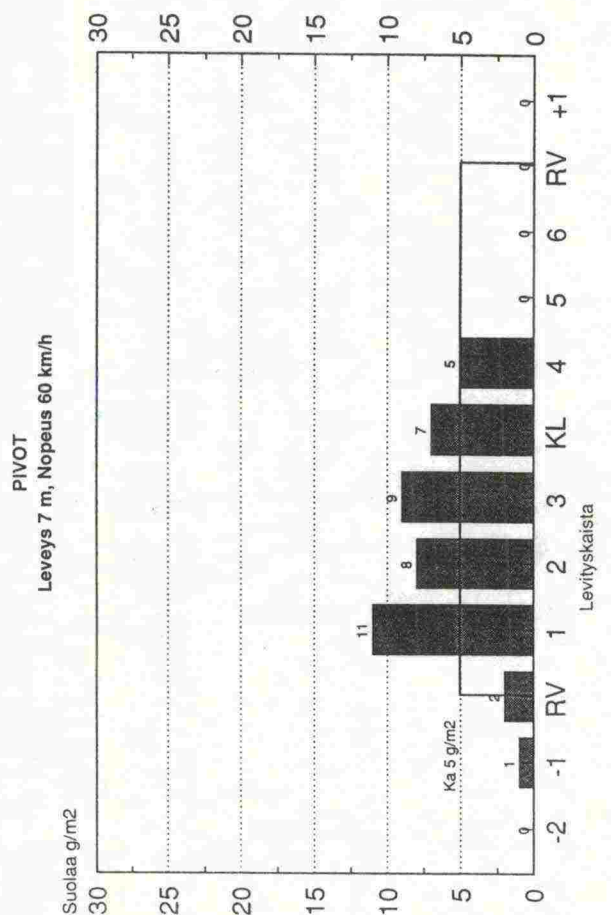
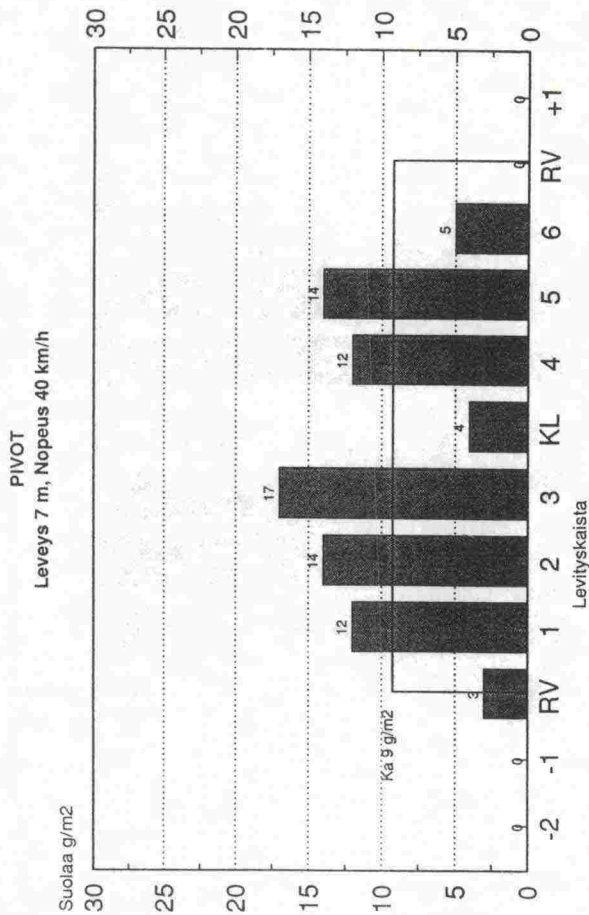
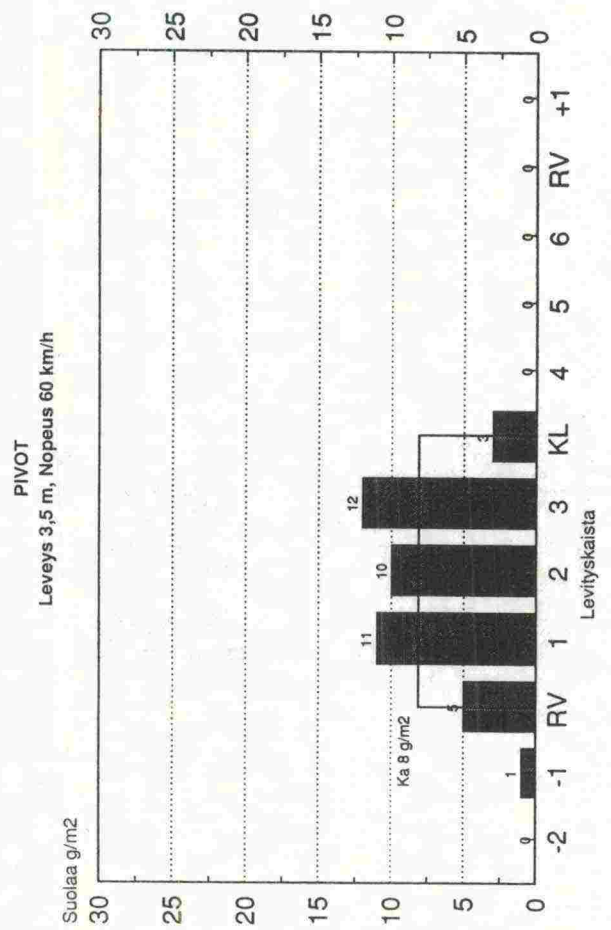
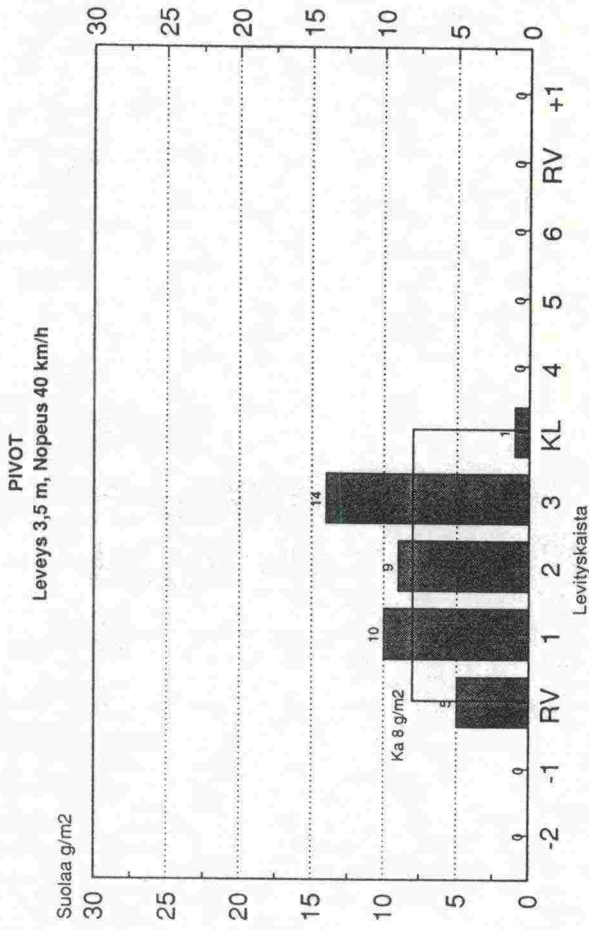
EPOKE SH 2000  
Leveys 7 m, Nopeus 40 km/h



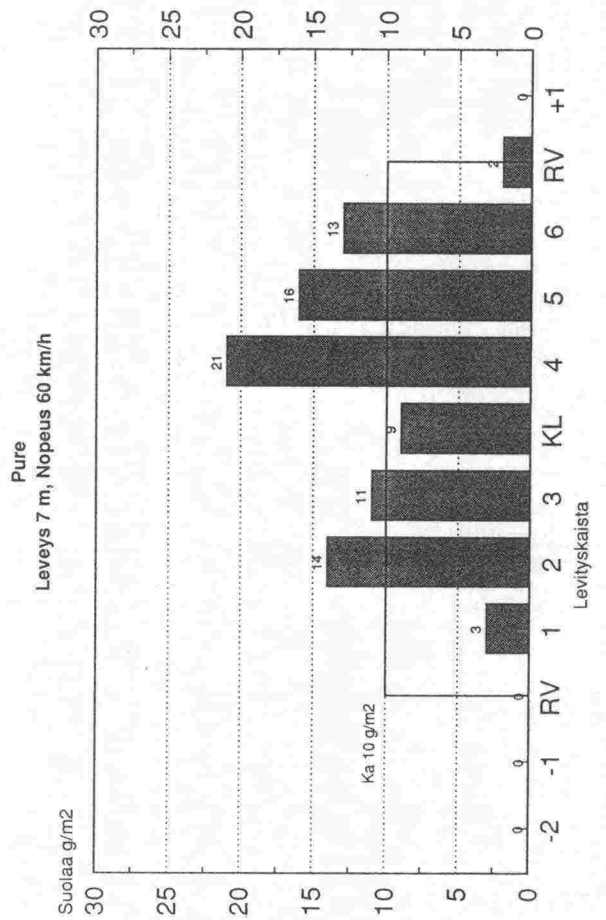
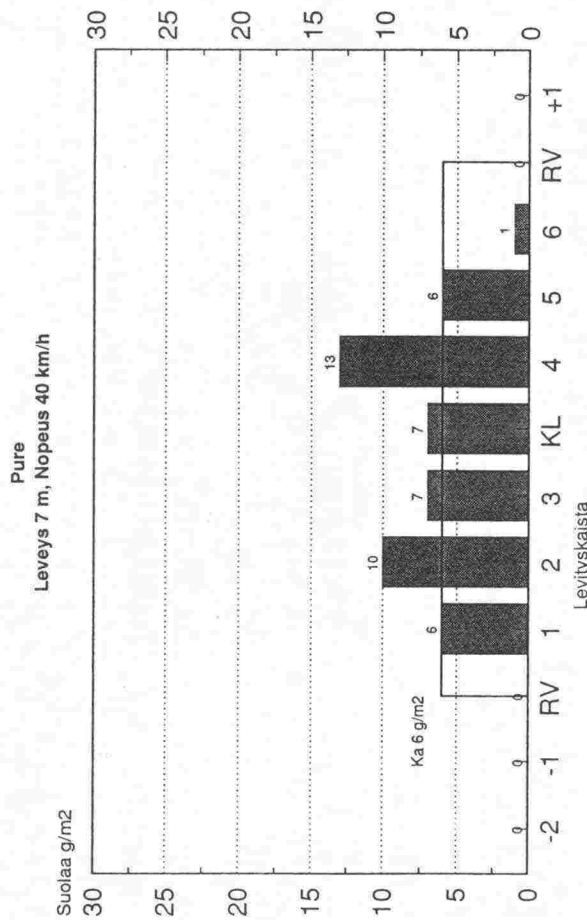
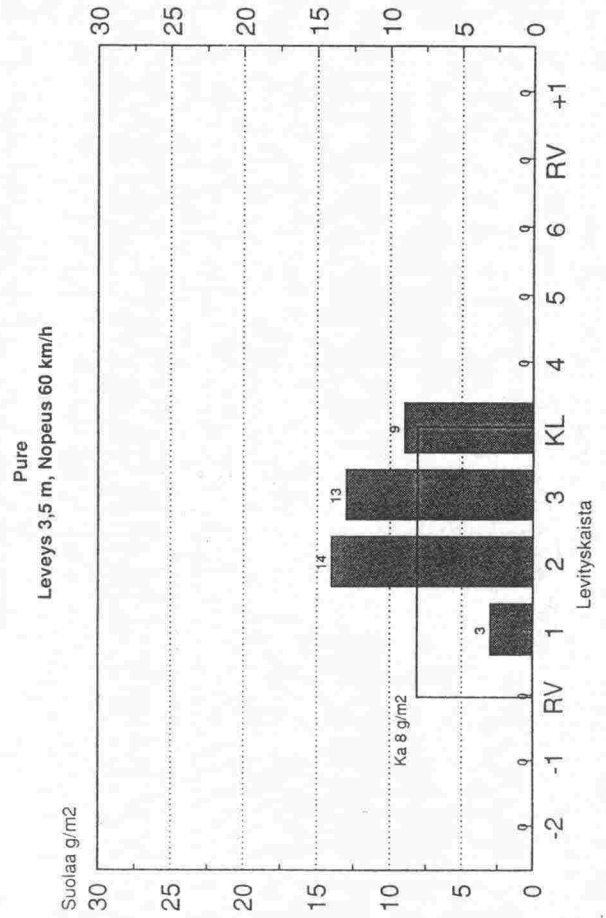
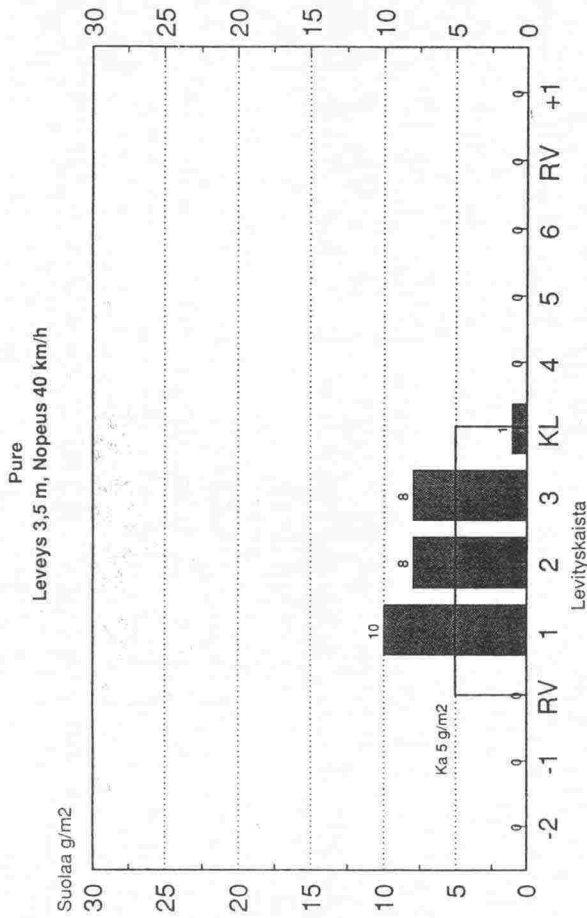
EPOKE SH 2000  
Leveys 7 m, Nopeus 60 km/h



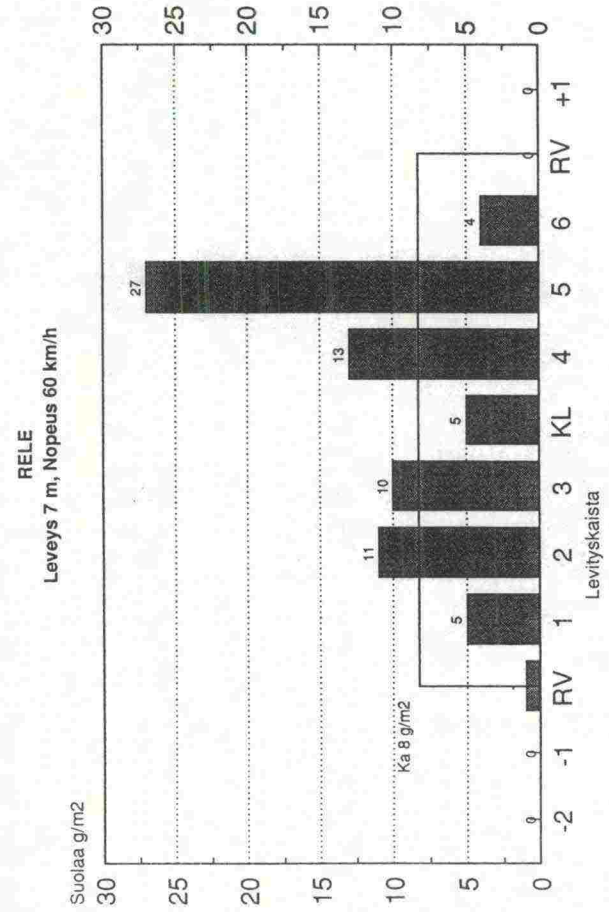
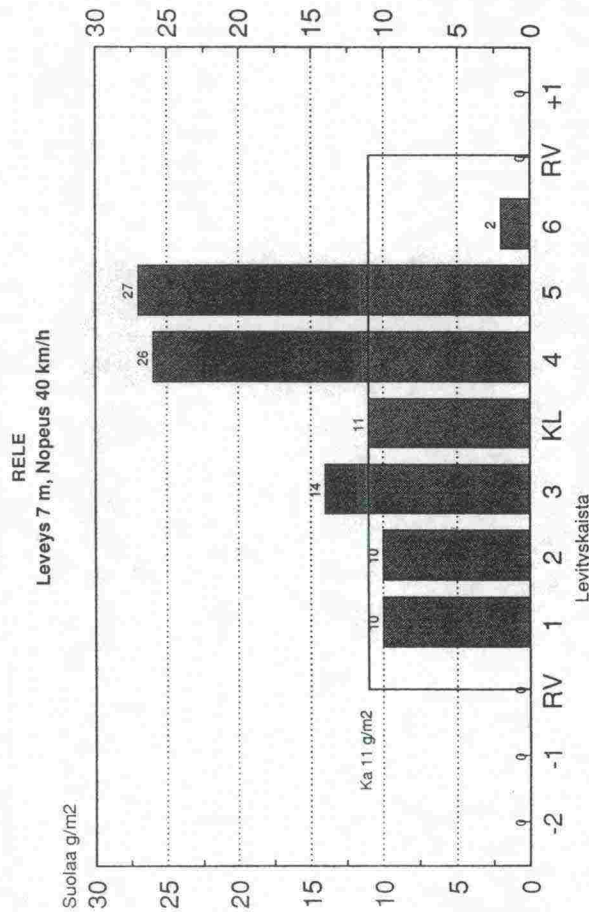
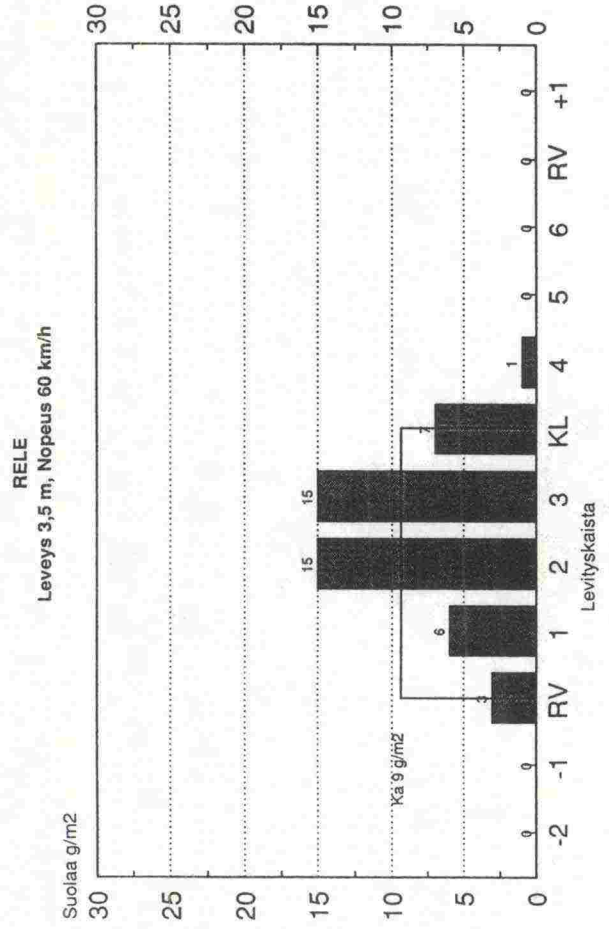
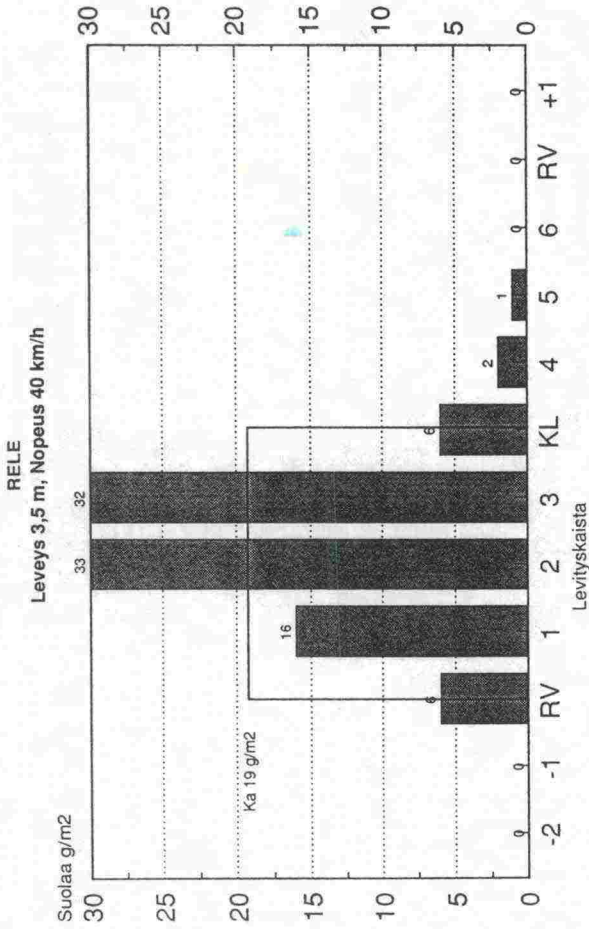
Pivot levityskuviot



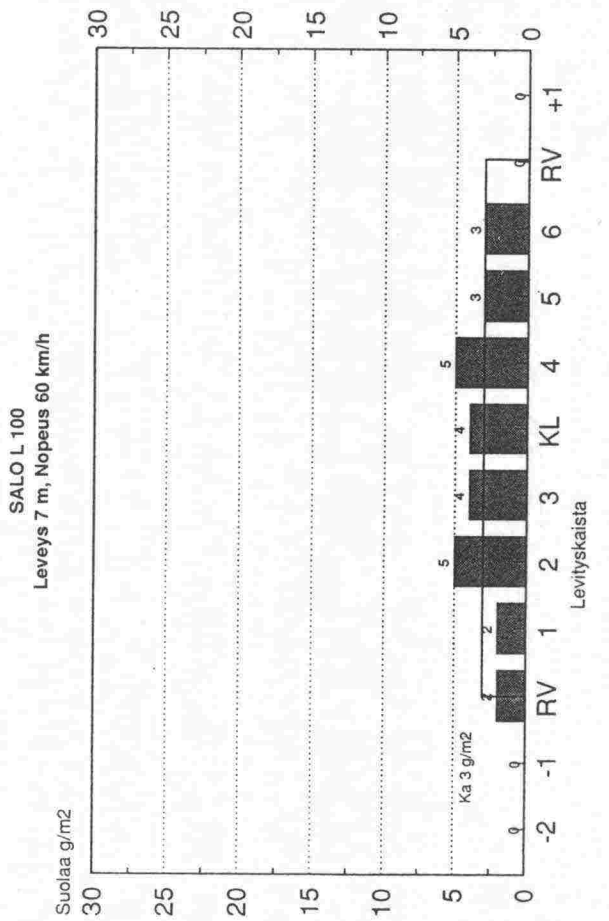
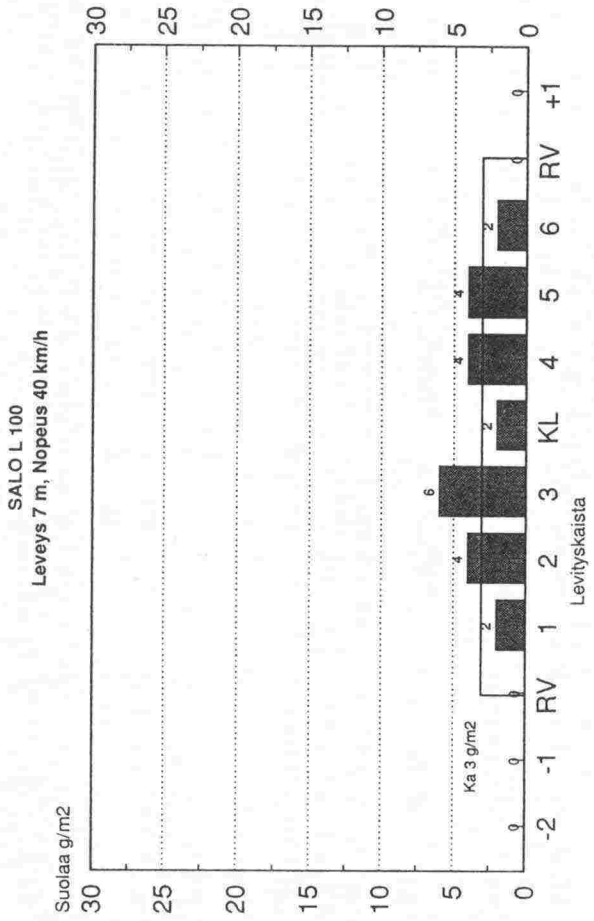
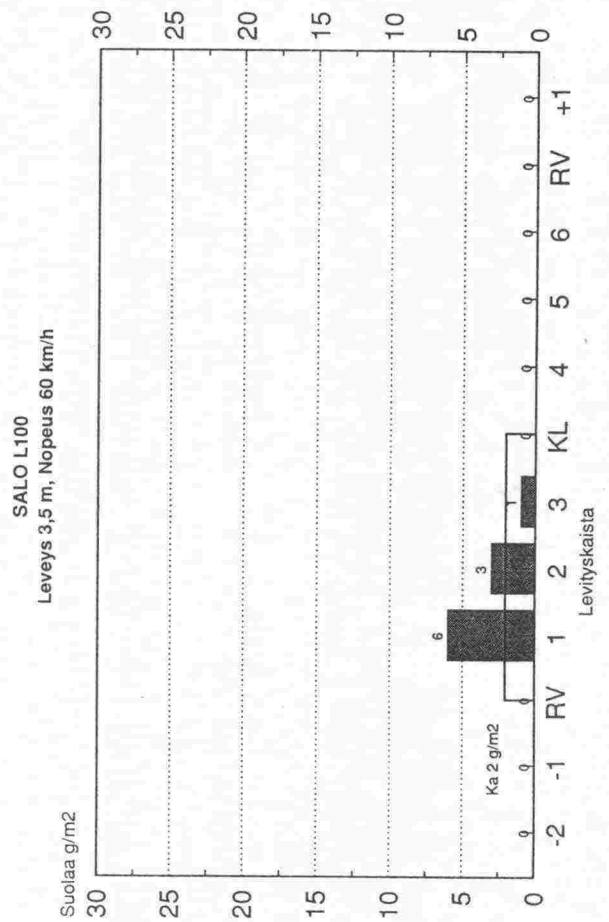
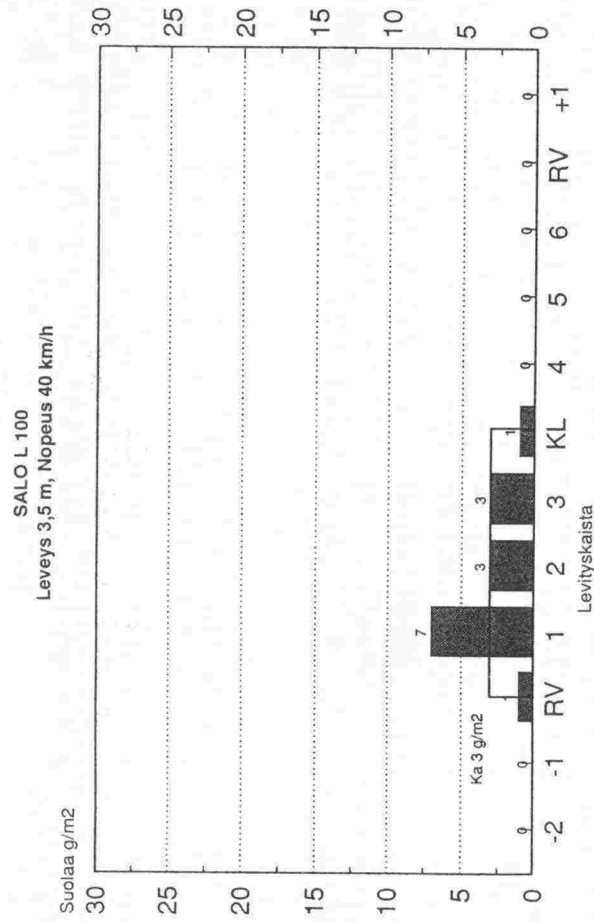
Pure levityskuviot



Re-le-1 levityskuviot

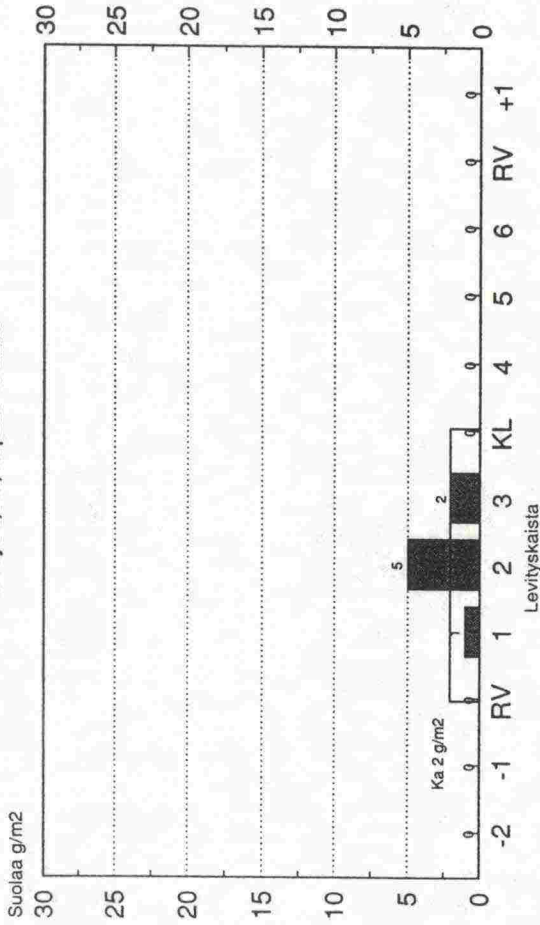


Salo L 100 levityskuviot

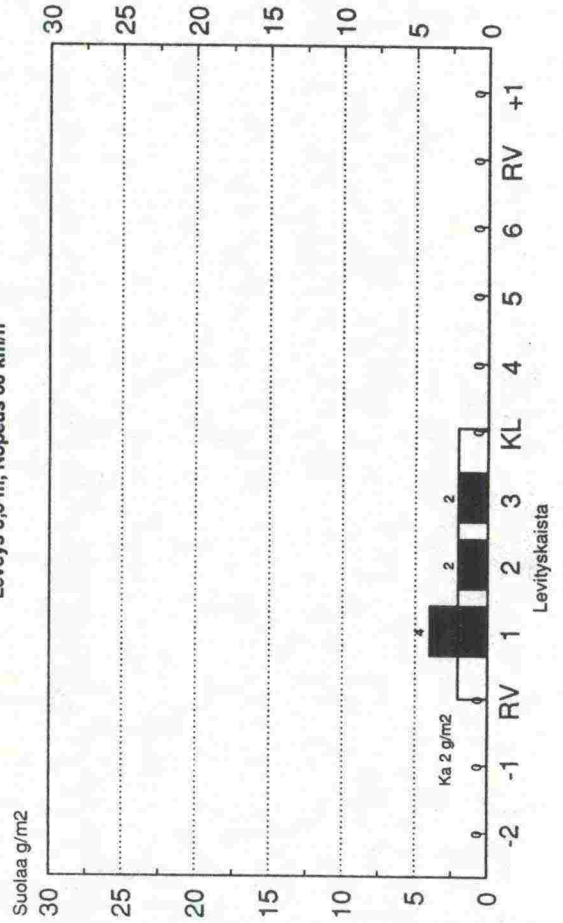


**Salo L1100 levityskuviot**

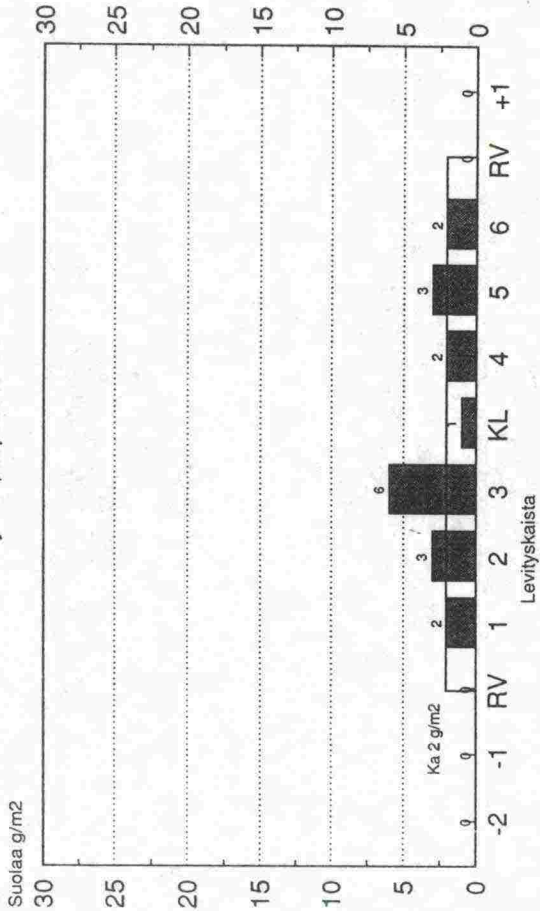
**SALO L1100**  
Leveys 3,5 m, Nopeus 40 km/h



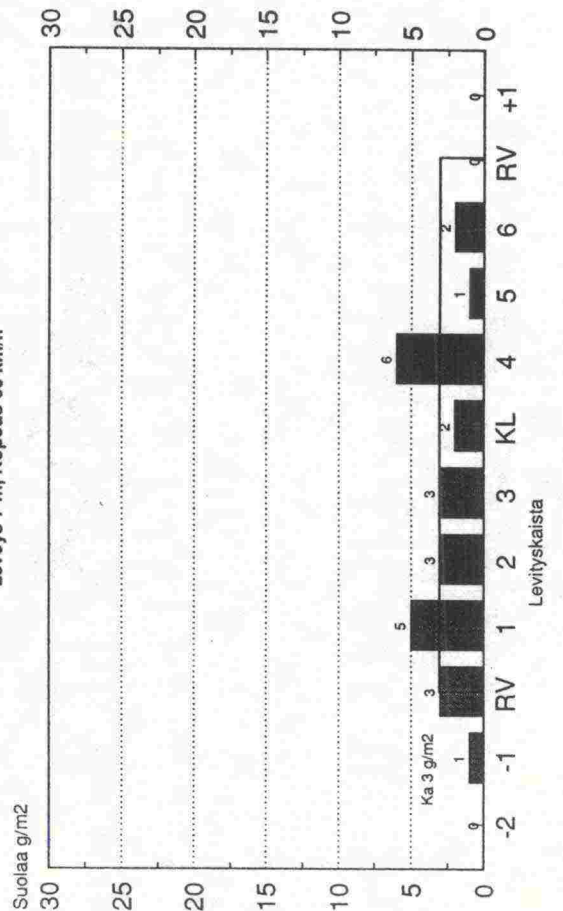
**SALO L1100**  
Leveys 3,5 m, Nopeus 60 km/h



**SALO L 1100**  
Leveys 7 m, Nopeus 40 km/h



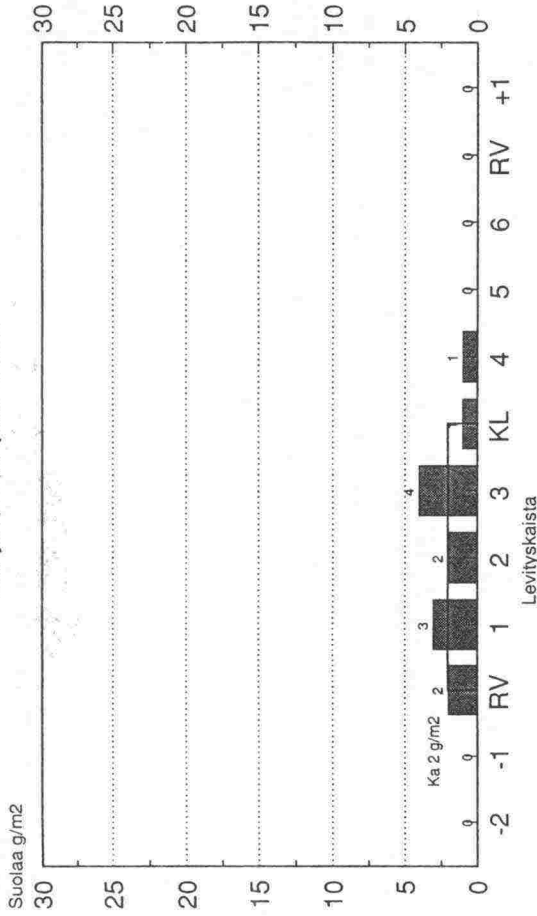
**SALO L 1100**  
Leveys 7 m, Nopeus 60 km/h



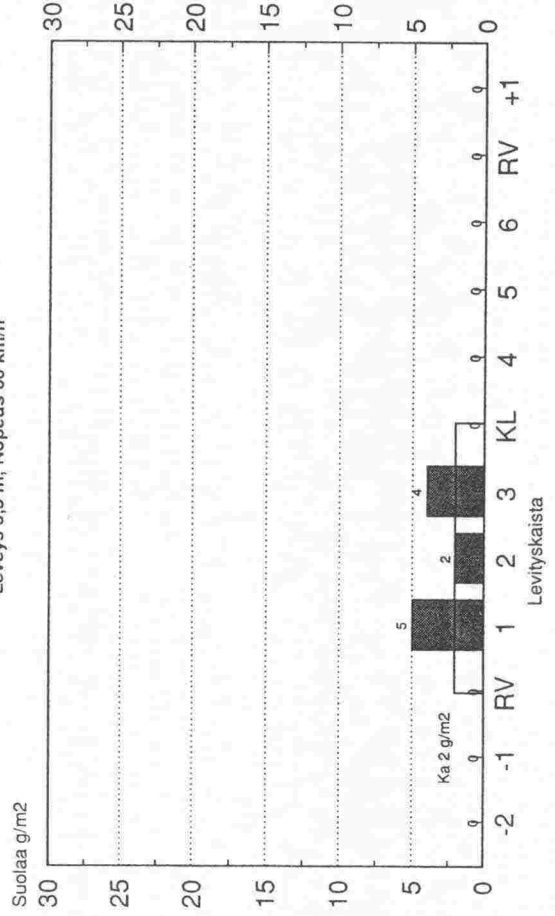


Weisser Nad-90H levityskuviot

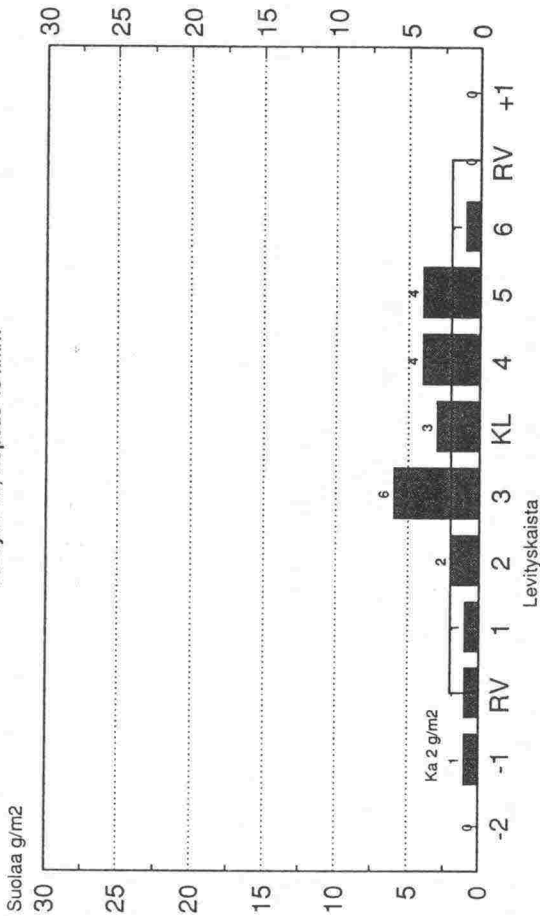
WEISSER NAD  
Leveys 3,5 m, Nopeus 40 km/h



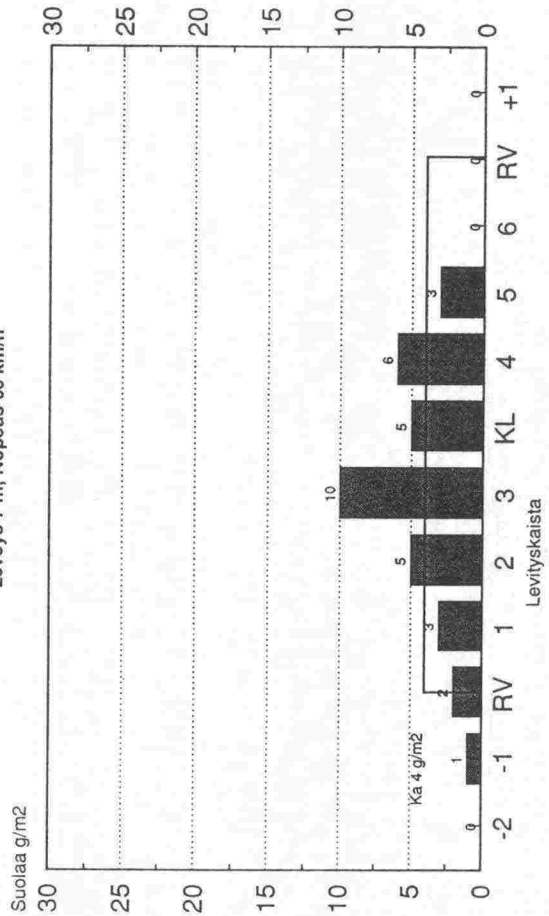
WEISSER NAD  
Leveys 3,5 m, Nopeus 60 km/h



WEISSER NAD  
Leveys 7 m, Nopeus 40 km/h



WEISSER NAD  
Leveys 7 m, Nopeus 60 km/h



## LIUOSLEVITTIMIEN PÄÄMAKUSTANNUKSET ANNUITEETTIPERIAATTEEN MUKAAN

Levitin	Pitoaika (a)	Hankinta- hinta (mk)	Korko (%)	Jäännös (%)	Jäännös- arvo (mk)	Vuosi- kustannus (mk/a)	Tuntikustannus (mk/a)	
							Käyttö 50 h/a	Käyttö 300 h/a
AJO	9	36 000	12	5	1 800	6 419	128	21
EPOKE	9	84 000	12	5	4 200	14 977	300	50
PIVOT	9	17 000	12	5	850	3 031	61	10
PURE	9	21 000	12	5	1 050	3 744	75	12
RE-LE-1	9	24 000	12	5	1 200	4 279	86	14
SALO 100	9	22 500	12	5	1 125	4 012	80	13
SALO 1100	9	48 000	12	5	2 400	8 558	171	29
WEISSER	9	105 000	12	5	5 250	18 721	374	62

Hankintahinnat ovat virallisten tarjousten hintoja vuodelta 1992, kuitenkin SALO L100:n hinta perustuu valmistajan suulliseen ilmoitukseen.

## TIEHALLITUKSEN SISÄISIÄ JULKAISUJA

- 31/1992 Autojen nopeudet pääteillä 1991. TIEL 4001836-92
- 32/1992 Sorateiden kelirikkovaurioiden korjaaminen, väliraportti II; Prosessikipsin ja biotiitin materiaalitutkimukset. Kuopion tuotantotekninen kehitysyksikkö
- 33/1992 Ympäristöosaaminen tielaitoksessa. Kehittämiskeskus
- 20/1991 Routavaurio- ja kuivatustutkimus: Kalliokohdetutkimus. TIEL 4000003
- 21/1991 Routavaurio- ja kuivatustutkimus: Pituushalkeamat osa I; routanousun vaikutus halkeamatodennäköisyyteen. TIEL 4000004
- 22/1991 Routavaurio- ja kuivatustutkimus: Pituushalkeamat osa II; tien rakenne- ja olosuhdetekijöiden vaikutus tien routanousuihin. TIEL 4000005
- 34/1992 Routavaurio- ja kuivatustutkimus: Pituushalkeamat osa III, elävät pituushalkeamat ja niiden syntymistodennäköisyys routivassa tierakenteessa. TIEL 4000017
- 35/1992 Routavaurio- ja kuivatustutkimus: Kuivatustutkimus osa I sekä roudan syvyyshavainnot. TIEL 4000018
- 36/1992 Aurusviitoituslaitteet; täydentävä vertailututkimus. Tampereen tuotantotekninen kehitysyksikkö
- 37/1992 Tielaitoksen oma kalusto 1991. TIEL 4000019
- 38/1992 Ohituskaiastien turvallisuus. TIEL 4000020
- 39/1992 Omajohtoiset työt 1991; Vuokrattu kuljetus- ja konekalusto. TIEL 4000021
- 40/1992 Neuraaliverkkomallin käyttö autokannan ennustamisessa. Tutkimuskeskus
- 41/1992 MEPLAN-esiselvitys, liikenteen ja maankäytön vuorovaikutusmall. Tiensuunnittelu
- 42/1992 Pehmeikölle perustettavan tiepenkereen geotekniset laskelmat. Geopalvelukeskus
- 43/1992 Pehmeikölle rakennettavien tieleikkausten geotekniset laskelmat. Geopalvelukeskus
- 44/1992 Saven varaan perustetut alikulkukäytävät. Geopalvelukeskus
- 45/1992 Tielaitoksen pudotuspainolaitteiden vertailu; Saarijärvi 8-9.7.1992. TIEL 4000023
- 46/1992 Tielaitoksen liiketaloudelliset laskelmat; Tilinpäätösanalyysi ja ennakoiva tulossuunnitelma, yleisohje. Talous- ja tietotuki
- 47/1992 Liikenneympäristön tilaselvitys, melu. Kehittämiskeskus
- 48/1992 Tieliikenneonnettomuudet eri nopeusrajoituksilla vuonna 1991. TIEL 4001828-92
- 49/1992 Pyöräkuormaajien ja traktorien seurantatutkimus. TIEL 4000024