

Reunapaalututkimus

Laite- ja materiaalierittely

Kunnossapito

Käyttökokemukset

Käyttösuositukset

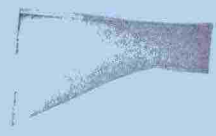


Tiehallitus
Tuotanto-osasto
Tuotannon kehittämisspalvelut

TIEL 743900
Helsinki 1990

08 TVEH

20018



Tielaitos
Tiehallituksen kirjasto

Doknro: 910417
Nidenro: 910515

REUNAPALUTUTKIMUS 1987-1989

TIEHALLITUS
TUOTANTO-OSASTO
TUOTANNON KEHITTÄMISPALVELUT
Helsinki Maaliskuu 1990

TIIVISTELMÄ

Käsillä oleva raportti liittyy yhtenä osana vuosina 1987-1989 suoritettuun reunapaalujen käyttökokeiluun - reunapaalututkimukseen.

Tässä raportissa selvitetään eri paalumallien käytöstä saadut kokemukset. Vertaillaan heijastimien kestävyyttä sekä kalvo- ja prismaheijastimien ominaisuuksia. Lisäksi on selvitetty miten reunapaalut vaikuttavat kunnossapitotöihin.

Yleisin paaluvaurio oli katkeaminen. Katkeamisen syynä ei yleensä ollut paalun rakenteellinen heikkous. Tosin rakenne on vaikuttanut vauriosummaan. Yllättävää on ilkivallasta aiheutuneiden vaurioiden suuri osuus. Odotettua oli kunnossapitotoimenpiteistä ja liikenteestä aiheutuneiden vaurioiden suhteellisen tasainen esiintyminen.

Heijastimien kunnossapito muodostaa tulevaisuudessa "uuden" tiemestariipiiriä työllistävän toimenpiteen. Näin riippumatta siitä käytetäänkö kalvo- tai prismaheijastimia.

Kalvoheijastimien tulokset ovat ristiriitaiset. Yhden paalutyypin ja eräiden pienempien paaluerien osalta tulokset olivat surkeat. Valtaosa kalvoista irtosi ensimmäisen koetalven jälkeen. Toisaalta on koetieosuuksia, joilla kalvoja on irronnut suhteellisen vähän. Prismoista saadut tulokset osoittavat, että ne vaurioituvat kalvoja herkemmin - vaurioherkyys noin kolminkertainen. Toisaalta prismojen uusiminen on nopea ja varma toimenpide. Lisäksi ne ovat huokeampia kuin kalvot.

Reunapaalujen todettiin aiheuttavan lisäkustannuksia kunnossapitäjälle, koska ne hidastavat eräitä hoitotoimenpiteitä. Ko. töihin käytetyt ajat ovat lisääntyneet 10 - 30 %. Taipuvan paalumallin on todettu nopeuttavan luiskien niittoa. Kunnossapitäjä ei ole kokenut muodostuneita lisäkustannuksia merkittäviksi.

Raportin loppupuolella esitetään vertailulaskelmat paalujen investointi- ja ylläpitokustannuksista.

Lopuksi esitetään paalujen periaatteelliset käyttösuositukset sekä eräitä näkökohtia jatkokehittelyn kannalta.

Laskelmat osoittavat, että paalujen väliset kustannukset, (mk/km/vuosi) eroavat selvästi toisistaan. Syitä tähän ovat joko paalujen alttius vaurioille tai kallis hankintahinta. Luonnollisesti pahinta on, jos nämä ominaisuudet vaikuttavat yhdessä.

Raportissa esitetyistä suosituksista huolimatta uusia paalumalleja on jatkossa syytä kokeilla ja kehittää.

TIIVISTELMÄ

1.	JOHDANTO	1.
2.	KOKEILUN LAAJUUS	2.
3.	KOEJÄRJESTELYT	2.
3.1	Reunapaalukokeilu	3.
3.1.1	Sijoittamisohjeet kokeilussa	4.
3.2	Aurausviittakokeilu	5.
4.	LAITE JA MATERIAALIERITTELY	6.
4.1	Paalutyypit	6.
4.2	Heijastintyypit ja kiinnitystapa	7.
4.3	Aurausviitat	8.
5.	KÄYTTÖKOKEMUKSET	9.
5.1	Reunapaalut	9.
5.1.1	Reunapaalujen vaurioprocentit	10.
5.1.2	Reunapaalujen vauriotyypit	10.
5.1.3	Paaluvaurioiden aiheuttajat	10.
5.1.4	Reunapaalujen vauriot	12.
5.2	Heijastimien vauriot	15.
5.2.1	Kalvo- ja Prismaheijastin	17.
5.3	Reunapaalujen sijoittaminen	21.
5.4	Aurausviitat	24.
6.	KUNNOSSAPITO	27.
6.1	Reunapaalujen kunnossapito	27.
6.2	Reunapaalujen puhtaanapito	27.
6.3	Lisäkustannukset tien kunnossapidolle	27.
7.	VERTAILULASKELMAT KUSTANNUKSISTA	30.
8.	KÄYTTÖSUOSITUKSET	32.
9.	JATKOKEHITYS	34.

LIITTEET

1. JOHDANTO

Syksyllä 1987 TVH käynnisti tutkimuksen, jonka tarkoituksena on selvittää reunapaalujen vaikutukset liikenneturvallisuuteen ja ajokäyttäytymiseen. Tutkimus jatkuu edelleen liikenneturvallisuusselvityksen osalta.

Tutkimuksen toisena tavoitteena oli selvittää mm. eri tyyppisten reunapaalujen sekä tehokkailla heijastimilla varustettujen aurasviittojen toimivuutta sekä näiden vaikutuksia kunnossapitoon. Tässä yhteydessä tiemestaripiirit ovat suorittaneet seuranta-koetieosuuksilla aina vuoden 1989 alkutalveen saakka.

Reunapaalujen laajempaa käyttöä on perusteltu niiden positiivisella vaikutuksella liikenneturvallisuuteen sekä autoilijoiden myönteisellä suhtautumisella asiaan.

Piirit ovat myös keränneet tietoja paalujen pystytysmenetelmistä sekä kustannuksista. Ko. tietojen perusteella asiasta laadittiin raportti, joka valmistui kesällä 1988.

Tähän raporttiin on dokumentoitu ohjeet, joiden mukaisesti tutkimuksessa käytetyt reunapaalut asennettiin tiestölle kokeilua varten. Pääpaino on seurannassa saatujen tulosten tarkastelussa. Tavoitteena on saattaa tulokset yleiseen käyttöön. Näin paaluhankintoja suoritettaessa kyetään tekemään oikeat valinnat. Lisäksi osoitetaan ominaisuudet, joita jatkossa tulee kehittää niin paalujen kuin kunnossapitomenetelmienkin osalta. Raportissa käsitellään myös reunapaalujen puhtaanapitoa.

Raportin on tiehallituksessa laatinut ylitarkastaja
Kullervo Havu.

2. KOKEILUN LAAJUUS

Koetieosuudet valittiin Uudenmaan-, Turun-, Hämeen-, Kymen-, Mikkelin-, Kuopion-, sekä Vaasan piirien alueilta.

Em. piirien alueelta valittiin yhteensä 20 tieparia. Kustakin tieparista muodostettiin reunapaaluin varustettu koetie sekä tälle liikenteeltään ja geometrialtaan samankaltainen vertailutie, jonne reunapaaluja ei asennettu.

Reunapaalukokeilun alaisten teiden yhteispituus oli 1130 km, joista koeteitä 540 km ja vertailuteitä 590 km.

Aurausviittojen kokeilukohteille ei valittu erillisiä vertailuteitä.

Reunapaalututkimukseen valittujen koeteiden liikennemäärät (KVL) olivat välillä 1000 - 6000. Vallitsevin poikkileikkaustyyppi oli 8/7. Koetieosuuksien pituudet olivat 11 - 44 km:n välillä.

3. KOEJÄRJESTELYT

Tutkimus toteutettiin varustamalla koeteiksi valitut tieosuudet reunapaaluilla tai aurausviitoilla, joihin oli asennettu heijastavat tarrat.

Koetieosuudet pidettiin koko kokeilun ajan uutta paa-luutusta/viitoitusta vastaavassa kunnossa korjaamalla laitteille aiheutuneet vauriot sekä korvaamalla hävinneet ja rikkoutuneet laitteet uusilla. Reunapaalut pyrittiin puhdistamaan myös tarpeen vaatiessa.

Irronneiden tai rikkoutuneiden heijastimien uusimistyö sensijaan jouduttiin suorittamaan yleensä kesän kuluessa. Tavoitteena oli toimia siten, että ennen syksyn "pimeitä" kaikissa reunapaaluissa olisi toimivat heijastimet.

Kohteissa suoritettiin tiemestareiden toimesta seuranta kaksi kertaa kuukaudessa siten, että tarkastuskertojen väli oli noin kaksi viikkoa. Seurantatulokset kirjattiin tarkoitusta varten laaditulle lomakkeelle (liite).

3.1 Reunapaalukokeilu

Kokeilussa käytettiin muovista valmistettuja valkoisia paaluja. Paalut olivat rakenteeltaan taipuvia tai jäykkiä. Taipuvat mallit olivat, joko profiililtaan U:n muotoisia tai levymäisiä I:n muotoisia paaluja. Jäykät paalut olivat ns. putkipaaluja - muodoltaan pyöreitä tai lähes kolmion muotoisia.

Paalut olivat varustettu valkoisilla (kirkas) heijastimilla siten, että ajosuunnassa oikella puolella näkyi yksi suorakaiteen muotoinen ja vasemmalla puolella kaksi pyöreää heijastinta. Heijastimina käytettiin sekä kalvo- että prismaheijastinta. Kahteen paalutyyppiin oli asennettu prismaheijastimet.

Lisäksi paalutyypit erosivat toisistaan heijastimien asennustavan perusteella. Ne olivat joko pinta-asennuksena tai upotettuna paalun pinnan tasoon, jota tarkoitusta varten paaluun oli muotoiltu kolo tai reikä. Viimeksi mainitut olivat yleensä prismaheijastimia. Ainoastaan I-prof. muotoisissa paaluissa kalvoheijastin oli suojaassa levymäisen paalun reunojen muodostamassa urassa.

3.1.1 Sijoittamisohjeet kokeilussa

Seuraavassa on esitetty ohjeet, joiden perusteella reunapaalut asennettiin koetieosuuksille. Jäljempänä esitetään (kappale 5.3) ohjeisiin tehdyt muutokset.

Sijainti tien pituussuunnassa

Jotta tien linjaus havaitaan oikein tulee reunapaalut asentaa kohdakkain samalle keskinäiselle etäisyydelle siten, että vähintään kolme paalua on samalla puolella tietä yhtäaikaaisesti näkyvillä. Erityisesti pienisäteissä kaarteissa ja kuperissa pyöristyskaarissa, joissa näkemät ovat lyhyitä joudutaan käyttämään pientä paaluväliä.

Samalla tiejaksolla tulee reunapaalujen välit olla yhtä pitkät molemmilla puolin tietä. Ts. jos paaluväliä joudutaan muuttamaan, tulee muutokset tapahtua samantyyppisissä molemmilla puolin tietä.

Paalujen etäisyys suoralla tieosalla sekä koveralla pyöristyskaarella tulee olla 60 m. Kaarteessa, jonka säde on pienempi kuin 700 m ja kuperalla pyöristyskaarella, jonka säde on pienempi kuin 2500 m tulee etäisyyden olla 30 m.

Valaistuille tienosille (taajamat), silloille, erotuskaistoille, korokkeille ja risteäville teille ei paaluja asenneta. Valaistut risteykset (pistekohtainen valaistus) paalutetaan normaalisti.

Sijainti tien poikkileikkauksessa

Koska reunapaalun, jonka varsinainen tehtävä on vahvistaa tien optista ohjausta, tulee myös toimia aurasmerkkinä asennetaan se pääsääntöisesti 0,5 metrin etäisyydelle päällysteen reunasta.

Poikkeuksellisesti (esimerkiksi jyrkkä luiska tai leveä päällystämätön piennar) paalu voidaan sijoittaa lähemmäksi päällysteen tai pientareen reunaa - ei kuitenkaan pientareelle.

Reunapaalujen sijainti sivusunnassa tulee olla muuttumaton niin pitkällä jaksoilla kuin mahdollista. Mikäli sivuttaisetaisyttä joudutaan muuttamaan tulee ero tasoittaa vähintään kolmella paaluvälillä.

Kaiteen yhteydessä reunapaalu asennetaan johteen ulkopuolelle ja samaan linjaan kaidepylväiden kanssa siten, että ajosuuntaan oikealla puolella oleva reunapaalu asennetaan ensimmäisen varsinaisen kaidepylvään viereen, ei sivulle taitetun viiston alkuosan taakse.

Reunapaalut tulee sijoittaa siten, että kumpaankin ajosuuntaan tien oikealla puolella havaitaan suorakaiteen muotoiset heijastimet sekä tien vasemmalla puolen pyöreät heijastimet.

Paaluvälin muutokset

Tien "epäjatkuvuuskohtat" kuten pysäkit, p-paikkalevennykset, tasoliittymät jne. vaativat paaluvälin muutosta ja poikkeamaa normaalista. Tällaisissa tapauksissa muutos sovitaan tapahtuvaksi pääsääntöisesti neljällä paaluvälillä.

3.2 Aurasviittakokeilu

Aurasviittoja käytettiin normaaliin tapaan. Kokeilun tarkoituksena oli saada tietoa aurasviittojen vaikutuksesta liikenneturvallisuuteen sekä missä määrin tien optinen ohjaus paranee käyttämällä perinteisistä "näreistä" poikkeavaa - tehokkailla heijastimilla varustettua aurasviittaa.

Aurasviittakokeilu toteutettiin seitsämässä kohteessa: Uudenmaan-, Kymen-, Mikkelin-, Kuopion- ja Vaasan piirissä. Näiden kohteiden yhteispituus oli noin 160 km.

4. LAITE JA MATERIAALIERITTELY

4.1 Paalutyypit

Reunapaaluina käytettiin kokeilussa kahdeksaa erilaista paalutyyppeä. Lisäksi syksyllä 1988 otettiin testaukseen kaksi uutta paalumallia, joiden osalta ei voida esittää systemaattiseen seurantaan perustuvia tuloksia. Kaikki paalut olivat materiaaliltaan muovia. Raportin liitteenä on kunkin paalun tyyppikuvat.

<u>Paalutyyppi</u>	<u>a-hinta</u>	<u>paaluja</u>
JB-paalu - puolipyöreä taipuisa - halkaisija 90 mm; kalvoheijastimet	48 mk	12450 kpl
Renco- tuote (R1) - puolipyöreä taipuisa - halk. 110 mm; kalvoheijastimet	44 mk	4600 kpl
Renco- tuote (R2) - pyöreä putkipaalu - halkaisija 110 mm; kalvoheijastimet	59 mk	1600 kpl
AS- muovi - pyöreä putkipaalu - halk. 90 mm; kalvoheijastimet	40 mk	800 kpl
AS- muovi - pyöreä putkipaalu - halk. 90 mm; prismaheijastimet (pinta- asennus)	44 mk	400 kpl
AS- muovi - pyöreä putkipaalu - halk. 80 mm; kalvoheijastimet	37 mk	1100 kpl
HKV - pyöreä putkipaalu + jalusta - halk. 100 mm; kalvoheijastimet	116 mk	100 kpl
Exomet - I-prof. taipuisa; lasikuituvahv. - halk. 100 mm; kalvoheijastimet	64 mk	1800 kpl
Kepa - I-prof. taipuisa; lasikuituvahv. - paalun päähän mahd. asentaa jatkoksi aur.viitta - halk. 90 mm; kalvoheijastimet	98 mk	400 kpl
	Yhteensä:	23250 kpl

SYKSYLLÄ 1988 HANKITTIIN SEURAAVAT PAALUT:

<u>Paalutyyppi</u>	<u>a-hinta</u>	<u>paaluja</u>
Reflex- paalu	75,00 mk	100 kpl
- pisaramuotoinen putkipaalu,		
- halk. 140 mm; prismaheijastimet (upotus)		
- paalu asennetaan jalustalle (2x4 -lankku)		
- jalustan hinta ei sisälly ko. paalun hintaan		
Profmer- paalu	68,50 mk	200 kpl
- puolipyöreä taipuisa,		
- halk. 85 mm; prismaheijastimet asennettu		
paaluun muotoiltuun koloon.		

Paalujen hinnat ovat hankinta-ajankohdan hintatasossa. Em. paaluista muut paitsi JB-, Exomet-, ja Kepa ovat kotimaista valmistetta.

4.2 Heijastintyypit ja kiinnitystapa

Seuraavassa on esitetty tiedot paalu/heijastintyypeistä sekä kiinnitys- ja asennustavasta.

<u>Paalu</u>	<u>Heijastin</u>	<u>Kiinnit./asennustapa</u>
JB	KALVO 3M-HI (I-lk)	liimaus pinta-asennus
R1	- " - REFLEXC.-"-	- " - - " -
R2	- " - 3M-EG (II-lk)	- " - - " -
AS	- " - REFLEXC.(I-lk)	- " - - " -
AS	PRISMA TALMU -"-	ruuvikiinnit. pinta-asen.
Exom.	KALVO 3M-HI -"-	liimaus uraan pinta-asen.
Kepa	- " - 3M-HI -"-	liimaus uraan pinta-asen.
HKV	- " - 3M-HI -"-	- " - pinta-asennus
Profm.	PRISMA TALMU -"-	ruuvik. muotoiltuun koloon
Reflex	- " - HERRMANS-"-	ripak. reikään osit.upotus
Reflex	- " - TALMU -"-	ruuvikiinnit. pinta-asen.

4.2 Aurausviitat

<u>Viittatyyppi</u>	<u>a-hinta</u>	<u>viittoja</u>
Exel - lujitemuoviputki	4,80	1600 kpl
Lövgren - bambu + muovisukka, PVC	5,00	1600 kpl
Kone-Tukku - PVC muovi	7,40	1600 kpl
Createc - bambu	3,50	1600 kpl
	Yhteensä:	6400 kpl

Kaikissa viittatyypeissä oli 2 kpl/viitta 25 mm:n le-
vystä heijastavaa (vähintään II lk) kalvoa viitan ym-
päri kierrettynä. Viittojen hinnat ovat hankinta-ajan-
kohdan (kesä 1987) hintatasossa.

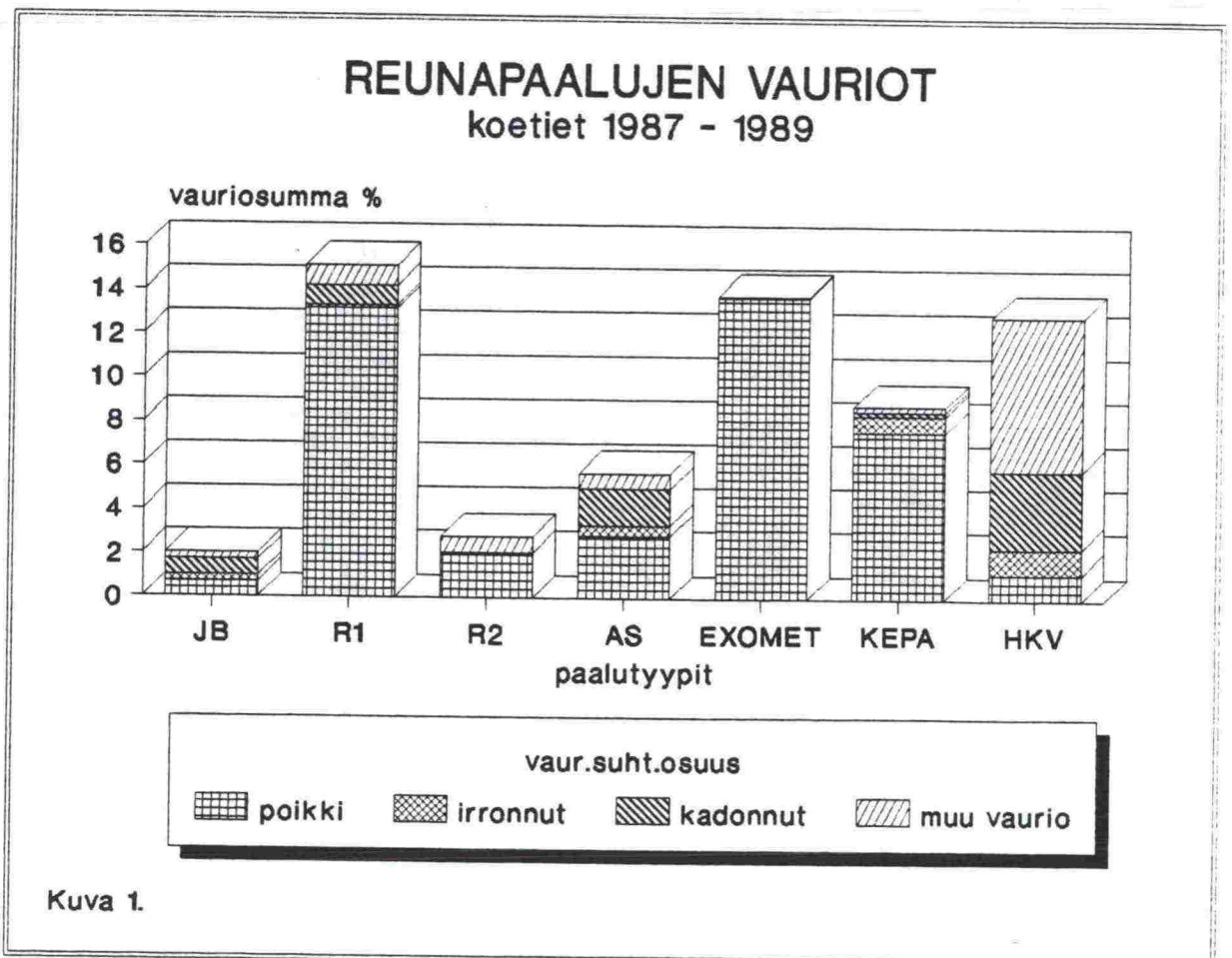
5. KÄYTTÖKOKEMUKSET

5.1 Reunapaalut

5.1.1 Reunapaalujen vaurioprocentit

Reunapaaluissa ilmenneet vauriot on esitetty kuvassa 1. Ko. kuvasta nähdään myös eri vauriotyyppien (poikki, irronnut, kadonnut, muu vaurio) suhteelliset osuudet. Kuvasta havaitaan, että kolme vähiten vaurioista kärsinyttä paalua olivat JB (vaurioprocentti 2,0%), Renco 2 (2,8%), ja AS (5,7%). JB-paalu on taipuva U:n muotoinen paalu ja Renco 2 sekä AS-paalu ovat pyöreitä putkipaaluja.

Alttiimmiksi vaurioille osoittautuivat Renco 1 (vaurioprocentti 15,1%); Exomet (13,8%); HKV (12,9%) ja KePa (8,8%). Yllä mainitussa ryhmässä ovat edustettuna kaikki kokeilussa mukana olleet paalutyypit.



5.1.2 Reunaapaalujen vauriotyypit

Kuvan 2 perusteella voidaan todeta, että yleisin paalu- ja kohdannut vaurio oli katkeaminen. Katkeamisen syynä ei yleensä ole ollut paalun rakenteellinen heikkous tai riittämätön ainevahvuus. Poikkeuksen tästä muodostaa R1 (taipuva paalu), jonka rakenne osoittautui selvästi muita vaurioherkemmäksi, sillä paalu katkesi tai repeytyi siinä olevan sauman kohdalta.

Paalujen irtoamisissa ei keskimäärin tarkastellen ollut merkittäviä eroja. Paalujen irtoaminen onkin harvinaista. Kahden paalutyypin osalta (R2 ja Exomet) ei irtoamisia tapahtunut juuri lainkaan. Tämä osoittaaakin, että huolellisella työllä ja käytetyillä pystytysmentelmillä ja -syvyydellä saavutetaan riittävän hyvä tulos.

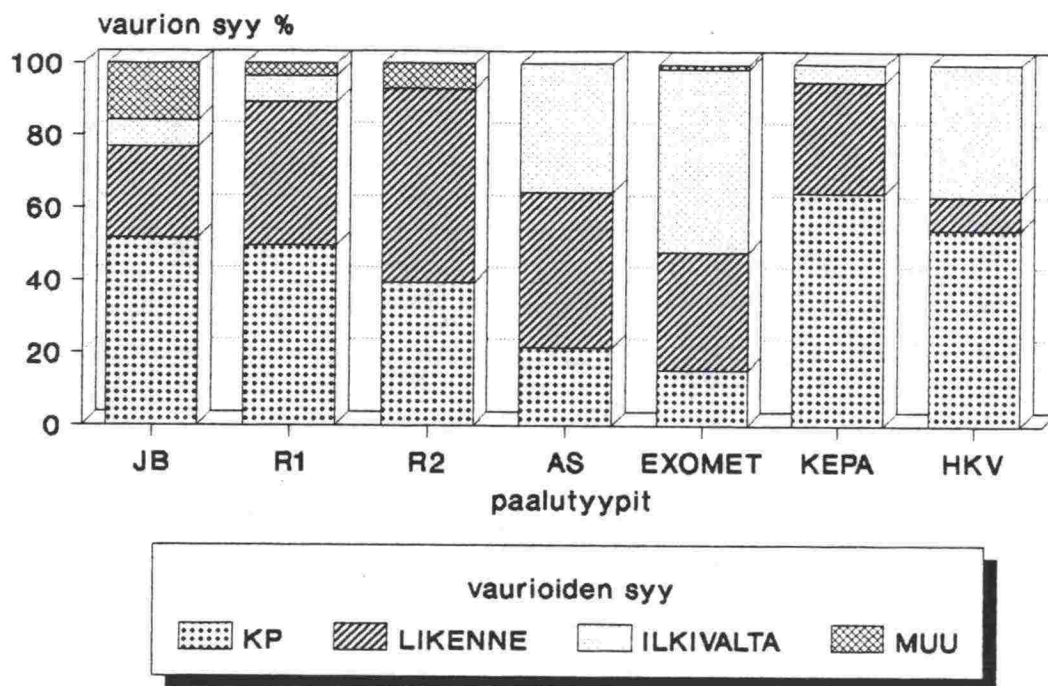
Mikäli 50 cm:n upotussyvyyttä joudutaan selvästi vähemmän, on seurauksena irtoamisia sekä paalujen asentojen muutoksia. Tästä osoituksena HKV- paalun kohdalle sattuneiden ongelmien (muut vauriot) suhteellisen suuri osuus.

5.1.3 Paaluvaurioiden aiheuttajat

Kuvassa 3 on eritelty ne tekijät, jotka ovat aiheuttaneet edellä kuvatut paaluvauriot.

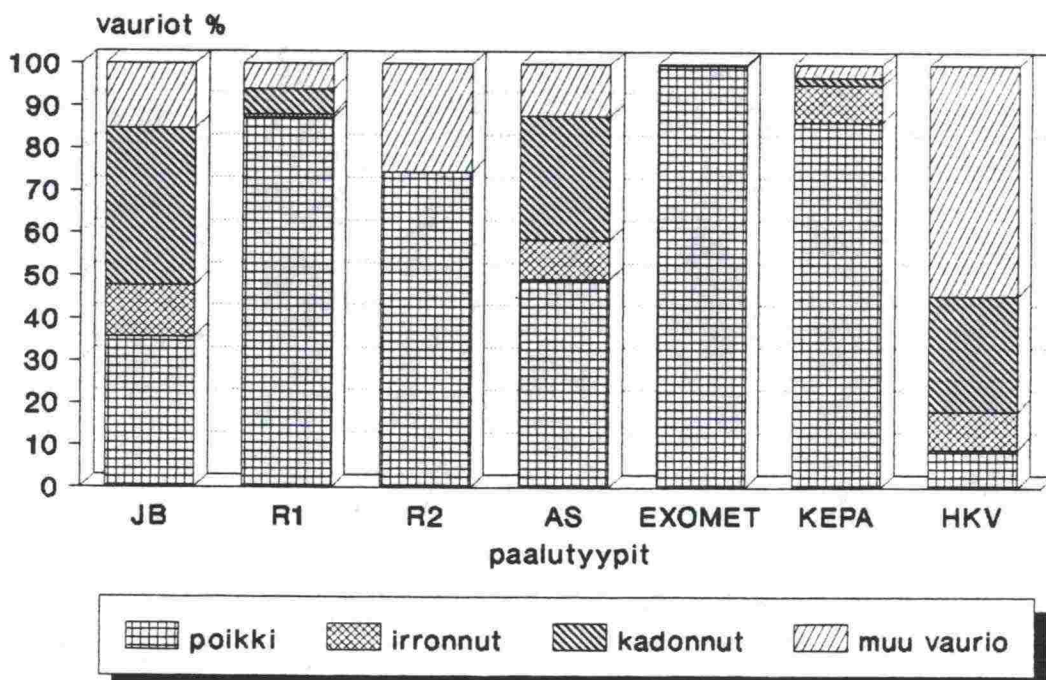
Yllättävää on ilkeivallasta aiheutuneiden paaluvaurioiden suuri osuus. Sensijaan odotettua oli kunnossapito-toimenpiteistä ja liikenteestä aiheutuneiden vaurioiden suhteellisen tasainen esiintyminen, sillä ko. vaurioiden osuus paalukohtaisesti oli yleensä samaa suuruusluokkaa.

PAALUVAURIOIDEN AIHEUTTAJAT koetiet 1987-1989



Kuva 2.

REUNAPAALUISSA ILMENNEET VAURIOT koetiet 1987-1989



Kuva 3.

Em. kokonais-vaurioastetta tarkasteltaessa on huomattava, että ilkivalta vaikuttaa tulokseen liian suurella painoarvolla. Kokeen kuluessa havaittiin, että ilkivalta keskittyi tietyille kotieosuuksille. Erityisesti pysäkit, koulujen läheisyys jne. ovat olleet selittävinä tekijöinä arvioitaessa syitä kohonneisiin paalu- ja heijastinvaurioihin. Onkin todennäköistä, että ilkivalta aiheutuneet vauriot vähenevät jatkossa sitä myötä, kun paalujen "uutuusarvo" yleisön silmissä vähenee.

Paaluvaurioita tarkastellaan jatkossa siten, että tuloksista on poistettu ilkivallasta aiheutuneet vauriot. Vertailulaskelmissa tosin on menetelty siten, että mikäli ilkivallan osuus on suurempi kuin 15 % - niin ylimenevä osuus on poistettu kokonaisvaurioista. Mm. näiltä osin tuloksia käsitellään seuraavassa.

5.1.4 Reunapaalujen vauriot

Katkeaminen on yleisin paaluvaurio. Tämä riippumatta siitä, onko paalutyyppejä ns. taipuva vai jäykkä rakenteeltaan. Vaikka paalu on rakenteeltaan taipuva ja se on suunniteltu kestämään mm. yliajot ja esim. työkoneiden terien iskut, sen toiminta estyy talvisaikaan. Tällöin paalu suurelta osaltaan jää tiiviiksi pakkautuvan ja kevättä kohti kovaksi jäätyvän aurasvallin sisään. Näissä olosuhteissa paalu katkeaa tai repeää yhtäläisellä, kuten jäykkä putkipaalu. Taipuvan paalun edut tulevatkin esille kesäaikana - niin kestävyys kuin myös kunnossapitoa helpottavan ominaisuuden osalta.

Tämä ei ole itsestään selvää, sillä taipuvista paalumalleista ainoastaan JB-paalu oli kestävämpi kuin jäykät putkipaalut. JB-paalu osoittautuikin tutkimuksen kestävimmäksi paaluksi.

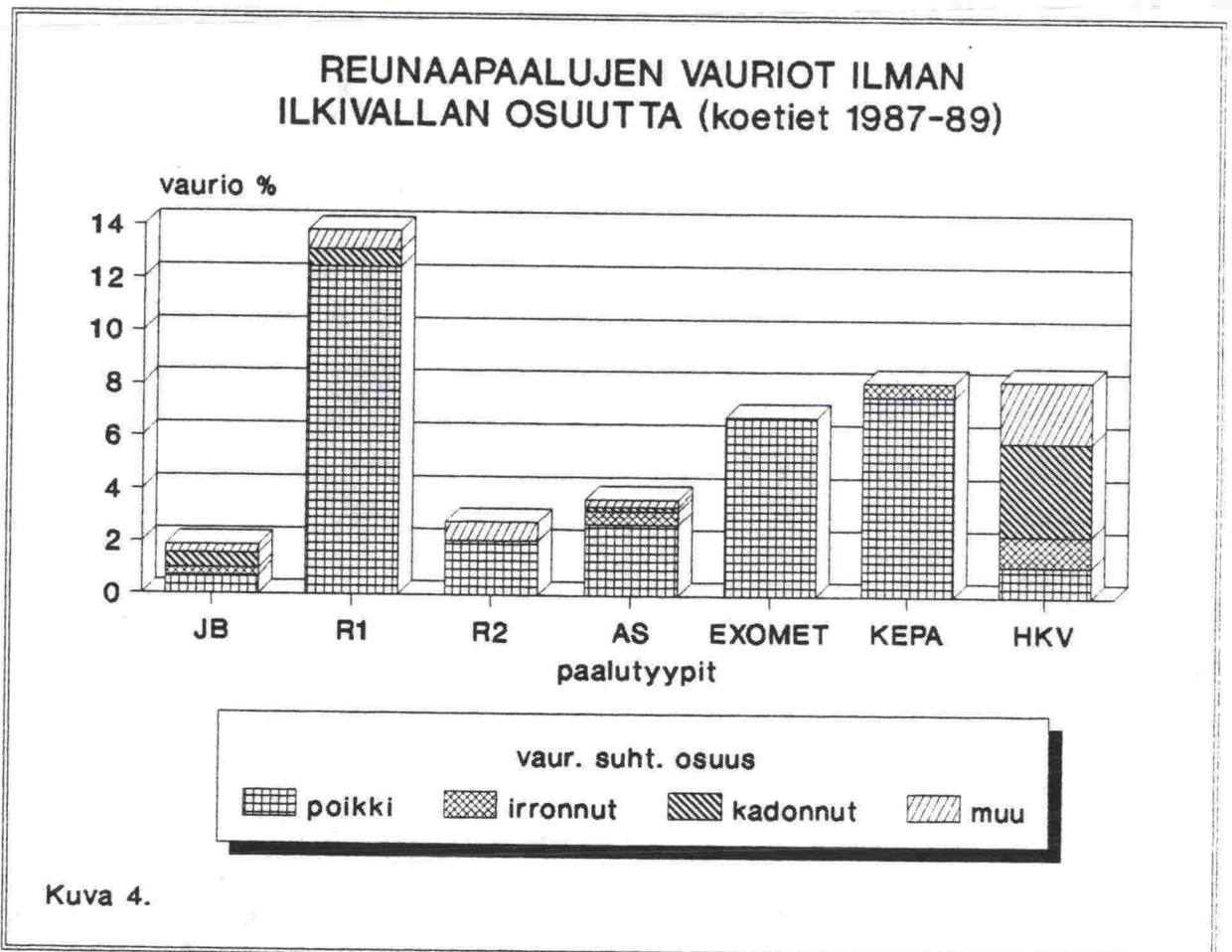
Tutkimuksessa huonoimmaksi osoittautui taipuva paalu R1. Paalurakenteessa on hitsausseurauma, joka ei kestä rasitusta. Mikäli vastaavaa paaluratkaisua halutaan käyttää, paalu tulee olla VTT:n testaama. Materiaalin ja

sauman lujuus sekä kestävyys liittyvät ominaisuudet tulee selvittää.

Tutkittaessa vaurioiden (kunnossapito, liikenne, jne.) aiheuttajia, tulokset osoittavat, että mikään paalutyyppi ei ole erityisen herkkä tietyille vaurioille.

Tulokset osoittavat taipuvan JB-paalun katkeavan perin harvoin - varsinkin muihin paalutyyppeihin verrattuna. Tämä ominaisuus vähentää myös vaurioiden syntymistä (irtoamiset, halkeilut jne.)

Asetettaessa paalutyyppejä/malleja "paremmuusjärjestykseen" vaurioherkkyyden kannalta katsottuna, on tilannetta tarkasteltava siten, että tuloksissa ei huomioida ilkeivallasta aiheutuneita vaurioita. Näin paalujen välinen vertailu on tasapuolista, sillä liikenteestä ja kunnossapidosta johtuneet paaluvauriot ovat kohdistuneet tasapuolisesti kaikille koetieosuuksille sekä paalutyypeille. Kyseiset tulokset on esitetty kuvassa 4.



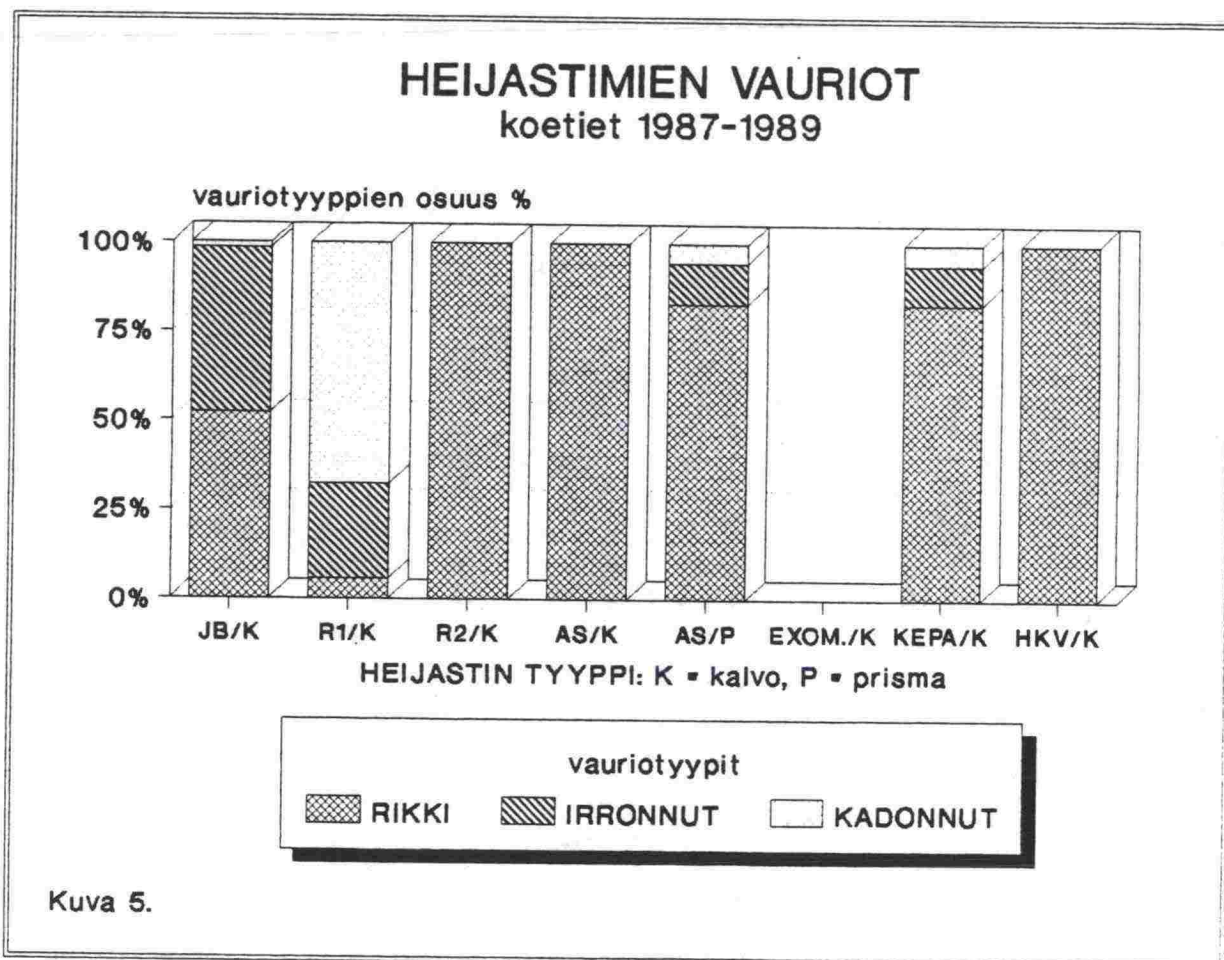
Seuraavassa eräitä tärkeitä huomioita, joita on kertynyt mm. koetieosuuksien seurannan päätyttyä. Viimeisimmät havainnot ovat tammikuulta 1990.

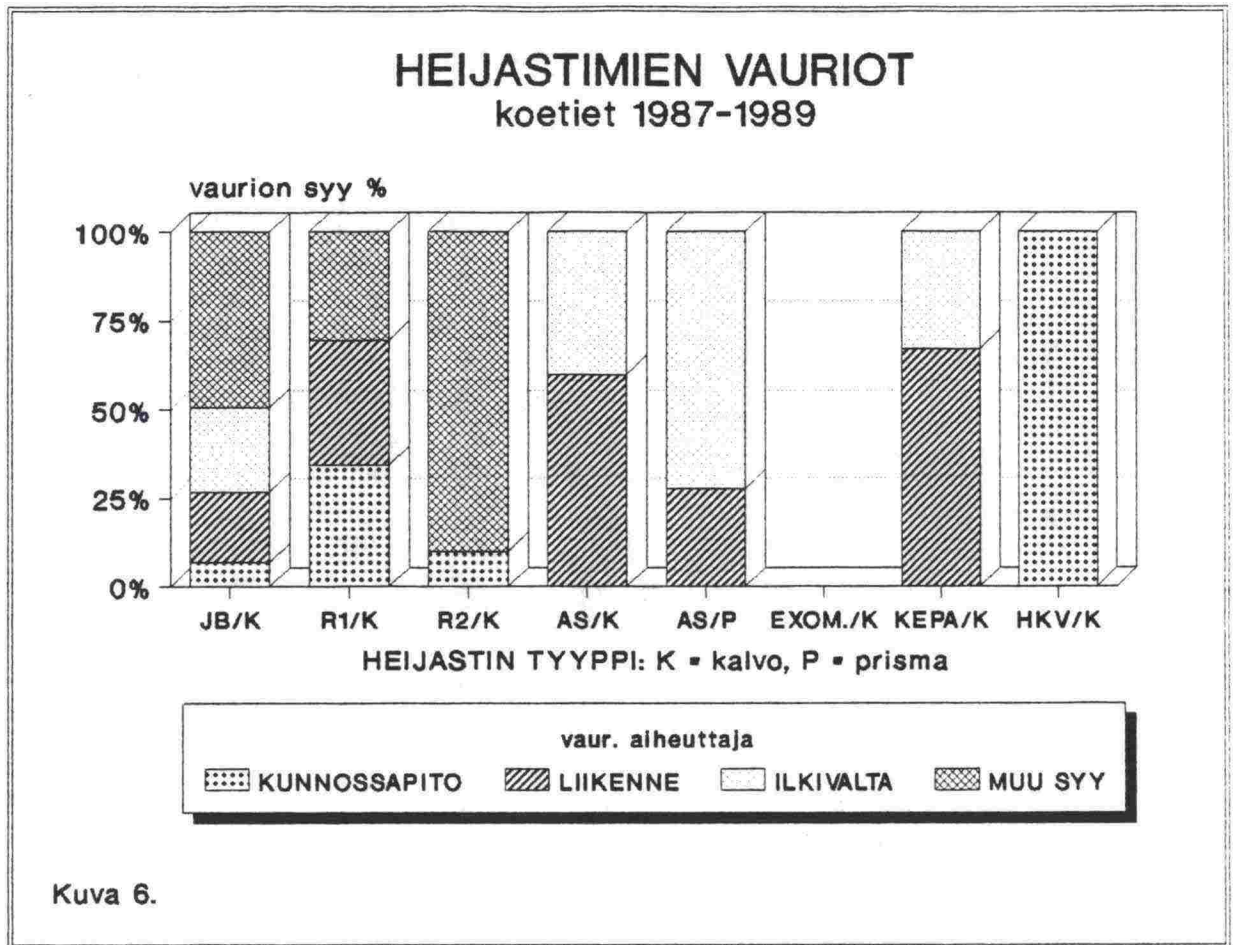
- Litteät I-palkin muotoiset paalut (Exomet ja Kepa) ovat liian taipuisia. Tuuli sekä ajoneuvojen ilmavirrat aiheuttavat huojumista. Suurin osa paaluista on taipunut vinoon asentoon.
- Samankaltainen värinä esiintyy myös halkaistuissa (R1 ja Profmer) paaluissa. Tämä johtuu paalun rakenteesta sekä riittämättömästä ainevahvuudesta.
- Yllä mainittua ongelmaa ei ole esiintynyt mainittavissa määrin JB- paalussa.
- Pyöreät putkipaalut (R2, AS ja HKV) ovat tähän asti kestäneet niihin kohdistuneet rasitukset. Kolmantena talvena (tammikuu 1990) on eräiden paalujen juurissa havaittavissa lievää taipumista. Tämä ilmenee paalun juuressa (maan ja paalun rajakohta) toisella puolen paaluseinämää (ajosuuntaan nähden taustalla) pienenä uramaisena muodonmuutoksena.
- Reflex paalut ovat eräällä Uudenmaan piirin tieosalla taipuneet takaviistoon aurauslumen iskuista. Paalun seinämä ei ole kestänyt siihen kohdistunutta leikkausvoimaa, joka on suurimmillaan paalun seinämän ja juuripaalun (2*4-lankku) rajakohdassa. Ko. paalu asennetaan maahan iskettävän lankun varaan. Juuripaalut olivat ehjiä. Paalun seinämäpaksuutta on lisättävä.
- Paalujen tulee olla riittävän pitkiä, jotta ne juuripaalun varaan pystytettäessä voidaan asentaa siten, että koko jalusta jää piiloon.

5.2 Heijastimien vauriot

Tutkimuksen kuluessa tarkkailtiin myös miten paaluissa käytetyt heijastimet täyttivät tehtävänsä. Seuranta kohdistui mm. seuraaviin seikkoihin: pysyivätkö heijastimet kiinni paaluissa, sietivätkö heijastimet irtoamatta tai vaurioitumatta puhtaanapitotoimenpiteet, olivatko tietyn paalutyypin heijastimet erityisen alttiita vaurioille, ja mikä aiheutti vauriot. Tämän lisäksi saatiin kokemusperäistä tietoa kalvo- ja prismaheijastimien käytön eduista ja epäkohdista.

Kuva 5 osoittaa minkä tyyppin vaurio (rikki, irronnut, kadonnut) on yleisin kunkin heijastimen kohdalla. Lisäksi kuvassa 6 on eritelty tekijät, (kunnossapito, liikenne, ilkivalta, muu syy) jotka ovat ko. vauriot aiheuttaneet (%-osuudet).

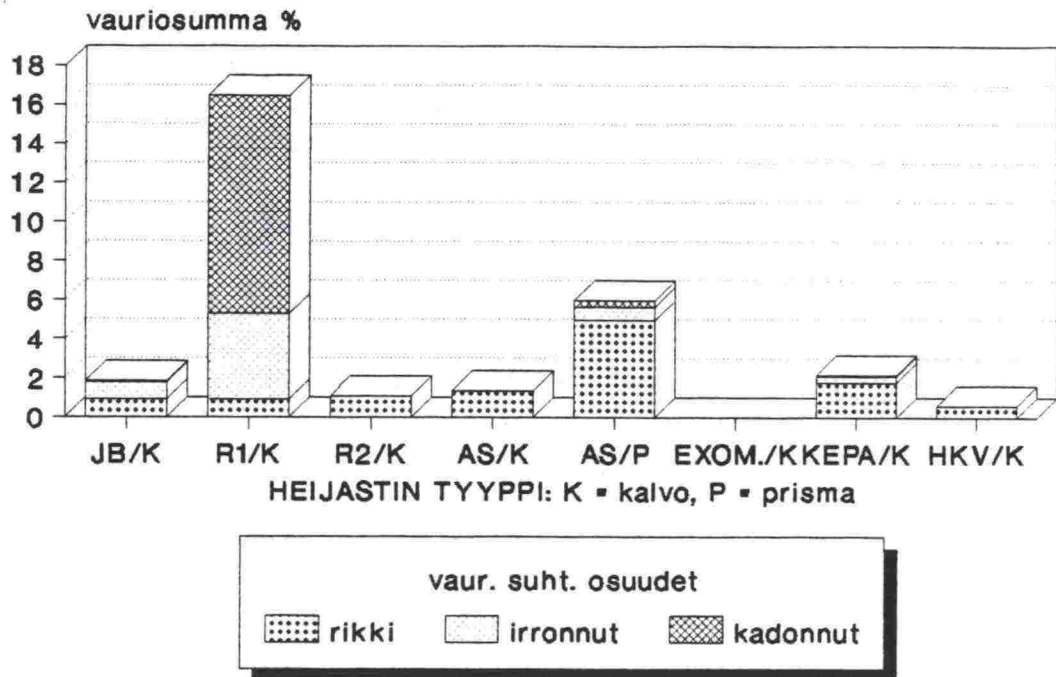




Kuvassa 7 on esitetty paalukohtaisesti heijastimien vauriot.

Tulokset antavat viitteen siitä, että kalvoheijastimilla saavutetaan tyydyttävä tulos. Kuitenkin yhden paalutyypin sekä eräiden pienempien paaluerien osalta tulokset olivat surkeat. Ensimmäisen talven jälkeen suurin osa kalvoista oli irronnut. Tämä riippumatta siitä mistä tuotteesta oli kyse. Tästä osoituksena paalut Exomet - käytännöllisesti katsoen - ei lainkaan heijastinvaurioita ja paalu R1 - vaurioprosentti n. 16 (%).

HEIJASTIMIEN VAURIOT koetiet 1987 - 1989



Kuva 7.

5.2.1 Kalvo- ja Prismaheijastin

Samalla koetieosuudella (sama paalu) käytettiin kalvo- ja prismaheijastimia. Tulokset osoittavat, että prismaheijastin vaurioituu selvästi herkemmin.

Kalvoheijastimien vaurioprosentti oli n. 1,8 (%), kun se prismoilla oli kolminkertainen n. 6,0 (%). Samalla todettiin, että prismat ovat herkkiä ilkeivallalle - iskunkestävyys on huono. Ne houkuttelevat ilkeivallante-koihin "erikoisuutensa" vuoksi.

Prismojen vaurioista n. 76 % aiheutui ilkeivallasta. Kalvoheijastimien osalta vastaava luku oli n. 30 %. On todettava, että prismojen asennustapa oli niiden kestävyyskannalta huonoin mahdollinen. Ruuvikiinnitys pyöreään putkipaaluun pintaan. Näin prismat eivät ole täysin tuettuna paalun seinämää vasten. Ko. tapauksessa ne murtuvat herkästi iskun voimasta.

Prisman edut, (materiaali akryyli, PMMA) kalvoheijastimiin verrattuna ovat:

- + paremmat optiset ominaisuudet
- + hyvät liuos- ja säänkesto-ominaisuudet
- + suuri pintakovuus (vrt. lasi)
- + uudet heijastimet voidaan asentaa vaivattomasti
- + kiinnitys onnistuu varmemmin
- + yksikköhinnaltaan edullisempi

huonoja ominaisuuksia ovat:

- vähäinen isku/taivutuslujuus
- prisman osittainenkin rikkoutuminen "pimentää" sen
- prisma "vaatii" kalliin paaluratkaisun
- pinta-asennettuun prismaan jää lumi kiinni

Seuraavassa esitetty vertailu perustuu enimmäkseen kokemukseen, jota prismojen ja kalvojen ominaisuuksista on kertynyt kokeilun jälkeen. Viimeisimmät huomiot ovat tammikuulta 1990.

Prisma:

- + Suositeltavin asennus/paalurakenne on sellainen, jossa prisma on "upotettu" paaluun muotoiltuun kooloon. Prisman ja paalun pinnan tulee muodostaa samassa tasossa oleva yhtenäinen rakenne. Prisman kestävyyttä lisää, mikäli se on hieman paalun pinnan suojassa ≤ 2 mm. Ero paalun ja prisman pintojen tasossa ei saa olla iso, sillä muutoin lumi ja lika jää prisman päälle.

- Pinta-asennetuista prismoista on ristiriitaisia kokemuksia. Eräillä tieosilla vauriot ovat olleet suhteellisen vähäisiä. Toisaalta varsinaisen koetieosuuden tulokset eivät puolla ko. asennustapaa.
- Paaluun muotoiltuun reikään ei prismoja tule asentaa. Prisma rikkoutuu mm. auraslumen iskuista.

Kalvo:

- Kalvoja on yleisesti irtoillut enenevässä määrin. Paalujen kestoikä on selvästi pitempi kalvoihin verrattuna. Heijastinkalvojen uusiminen tulee jatkossa merkittävästi lisääntymään.
- Kokemuksen mukaan kalvojen uusiminen on työteliäs tehtävä (pinnan puhdistus/uuden heijastin tarran asettelu ja liimaus ulko-olosuhteissa). Kyseisen työn suorittamisesta ei ole käytettävissä selkeitä ohjeita. Heijastinkalvojen myyjiltä/maahantuojiilta tulee pyytää asiasta ohjeet.
- Uudelleen liimatun heijastinkalvon/tarran pysyvyys on muovin ominaisuuksiin liittyvä ongelma. Yleisin paalumateriaali on polyeteeni. Liimojen pitävyys ko. materiaalissa on epävarmaa.

Kyseiseen ongelmaan haetaan ratkaisua seuraavasta:

Heijastimet uusitaan käyttämällä valmista korjaussarjaa. Heijastintarrat liimataan ohuelle alumiini-levylle. Alumiinin ja tarran liimattavuus ei ole ongelma. Levy asennetaan paaluun esim. pop-niitillä.

Asia selvitetään erään kilpivalmistamon toimesta. Koekappaleiden jälkeen voidaan tarkemmin arvioida menetelmän käyttökelpoisuus. Todennäköistä on, että menetelmä on liian kallis laajempaan ja jatkuvaan käyttöön, sillä korjaussarjan yksikköhinta muodostuu melkoisen kalliiksi.

Prisma- ja kalvoheijastimien hintasuhde paalua kohden (1 kpl suorak. ja 2 kpl pyöreitä heijastimia) on n. 1:2. Ts. prismat ovat n. 50 % - huokeampia. Kalvojen hinta nousee korkeaksi, koska ne joudutaan yleensä valmistamaan kirjapainotyönä (silkkipaino).

5.3 Reunapaalujen sijoittaminen

Kokeilun kuluessa kerättiin tietoa seuraavista seikoista:

*** ovatko paalujen keskinäiset välimatkat sopivat**

Paalujen keskinäiset välimatkat (kohta 3.1.1 sijoittamishohjeet) olivat suoralla sekä koveralla pyöristyskaarella 60 m. Pienisäteisissä kaarteissa ja kuperalla pyöristyskaarella ($r \leq 2500$ m) etäisyys oli 30 m.

Erityisesti kokeilun alkuvaiheessa saatiin niin tienkäyttäjien kuin tienpitäjänkin taholta palautetta, jonka mukaan paaluväli koettiin liian tiheäksi.

Kokemuksen karttuessa havaittiin, että ko. etäisyyksiä ei ole kuitenkaan syytä pidentää, sillä:

- + ajoneuvon kuljettajan tulee saada informaatiota tien linjauksesta huonoissa keliolosuhteissa (pimeä, sade /sumu)
- + kolme paalua tulee näkyä yhtäaikaisesti samalla puolen tietä
- + näkyvyyttä heikentää lyhyiden valojen käyttö sekä vastaan tulevan liikenteen valot
- + paalut ja heijastimet vaurioituvat - mitä enemmän vaurioita, sitä pidemmiksi paaluvälit muodostuvat

Seurantatulosten perusteella todetaan, että parhaassakin tapauksessa - suurimman osan ajasta - jokaiselta tiekilometriltä, on keskimäärin rikki vähintäänkin 1 paalu/heijastin. Mikäli paaluväliä halutaan kasvattaa, suurenevat myös ne välit, jotka rikkoutumisien vuoksi ovat "pimeitä". Nykyiselläkin 60 metrin paaluvälillä kahden perättäisen paalun/heijastimen rikkoutuminen merkitsee suoralla tieosalla 180 m:n paaluväliä.

Lisäksi asiaan vaikuttava seikka on paalujen puhtaana-
pito (ks. 6.2).

Puhtaat heijastimet takaavat hyvän optisen ohjauksen. Seurantatulokset osoittavat, että tähän ei täysin päästä. Mitä pienempi paaluväli, sitä paremmin heijastimet toimivat myös lievästi kuraisina ja lyhyillä valoilla ajettaessa.

*** ovatko paalujen sivuttaisetäisyydet oikeat**

Paalujen sivuttaisetäisyys oli pääsääntöisesti 0,5 m päällysteen reunasta. Näin siksi, koska paalujen tuli myös toimia aurasviittoina ja haluttiin varmistaa, että ns. yliaurauksia ei synny.

Käytäntö osoitti, että etäisyyttä on suurennettava. Vähäinen sivuttaisetäisyys pieneksi koetun paaluvälin kanssa aiheutti mm. paaluvilinat ja efektit "tunnelissa ajamisesta".

Lisäksi etäisyyden lisääminen, jota kunnossapitäjänkin mukaan voitiin kasvattaa aina metriin - aurauksen siitä kärsimättä, vähentää paaluvaurioita sekä tuo kustannussäästöjä eräisissä kp-toissa. Sivuttaisetäisyyttä kasvattamalla mm. reunapalteen poisto sekä reunan täyttö onnistuvat helpommin. Tämä tosin lisää yliaurauksen riskiä.

Sivuttaisetäisyydeksi hyväksyttiin 0,8 m.

*** riittäkö paalujen pituus ja ovatko heijastimet oikealla korkeudella**

Paalut asennettiin siten, että upotussyvyudeksi pientareeseen tuli vähintään 0,5 m. Lisäksi paalussa olevan heijastimen yläreuna on n. 1,10 m:n korkeudella ajoradan pinnasta.

Paalukorkeus oli riittävä. Heijastimet eivät jääneet aurasvallien alle. Päinvastoin havaittiin, että niitä on syytä laskea alemmaksi. Testattu 1,10 m:n korkeus on liikaa. Ajoneuvojen valokiila (lyhyet valot) ei yllä tehokkaasti em. tasolle.

Pohjoisin koetieosuus sijaitsi Kuopion- piirissä. Tulokset osoittavat, että Etelä- ja Keski-Suomen alueilla paalu/heijastinkorkeutta voidaan laskea.

Pohjois-Karjalan-, Kainuun-, Oulun- ja Lapin piirin lumiset alueet saattavat olla poikkeavia. Em. alueille voidaankin tarvittaessa ryhtyä erikoisjärjestelyihin mikäli halutaan paalun näkyvän myös lumisina ajankohdina.

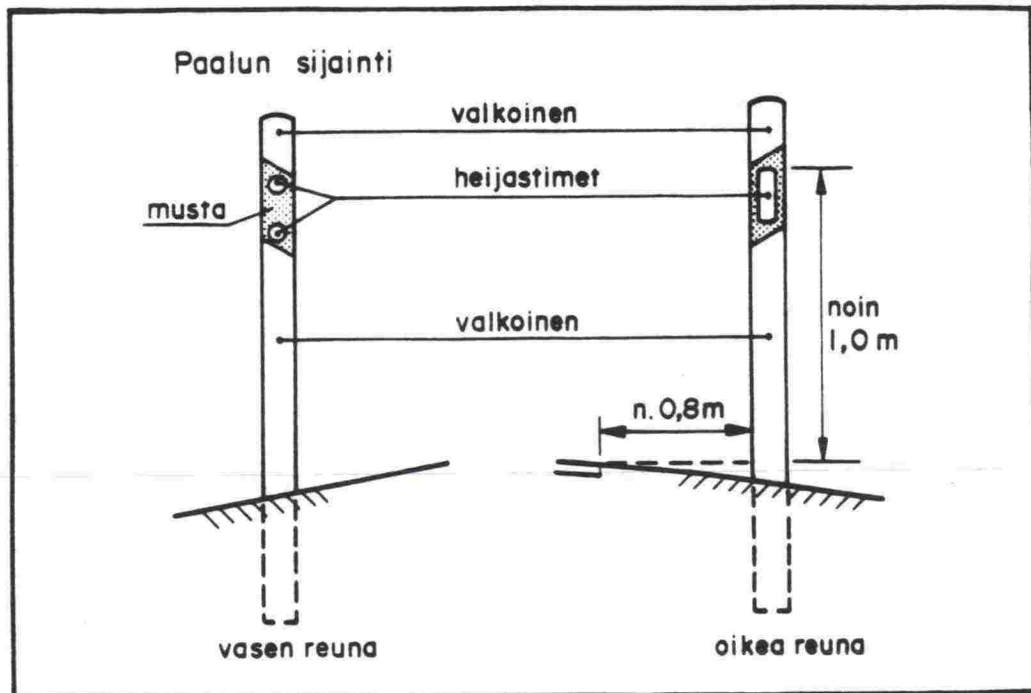
Tulosten perusteella päätettiin, että jatkossa reunapaalujen heijastimen yläosan tulee olla 1,0 metrin korkeudella ajoradan (päällysteen reuna) pinnasta mitattuna.

**TVH on antanut kirjeellä nro Skk-283/SkkR-37/89
11.12.1989 ohjeet reunapaalujen käytöstä.**

Em. ohjeen lisäksi reunapaaluja asennettaessa kaksiajorataiselle- tai yksisuuntaiselle tiestölle on yhtenäisyyden vuoksi noudatettava jo omaksuttua periaatetta:

- 1) Kummallakin puolen ajorataa käytetään paaluja, joiden etupuolella on suorakaiteen muotoiset heijastimet.
- 2) Paalujen taustat ovat ilman heijastimia.

Paalun sijainti ja periaatteellinen ulkomuoto yksi-ajorataiselle tielle asennettuna:



*** korvaako reunapaalu aurasviitan**

Seurantatulokset osoittavat, että Etelä- ja Keski-Suomen tieosilla reunapaaluja käytettäessä ei aurasviittoja tarvita.

Tehokkailla heijastimilla varustettujen aurasviittojen käyttö on varteenotettava vaihtoehto reunapaalujen käytölle. Tämä tulee kysymykseen varsinkin lumisten alueiden vähäliikenteisillä päätteillä.

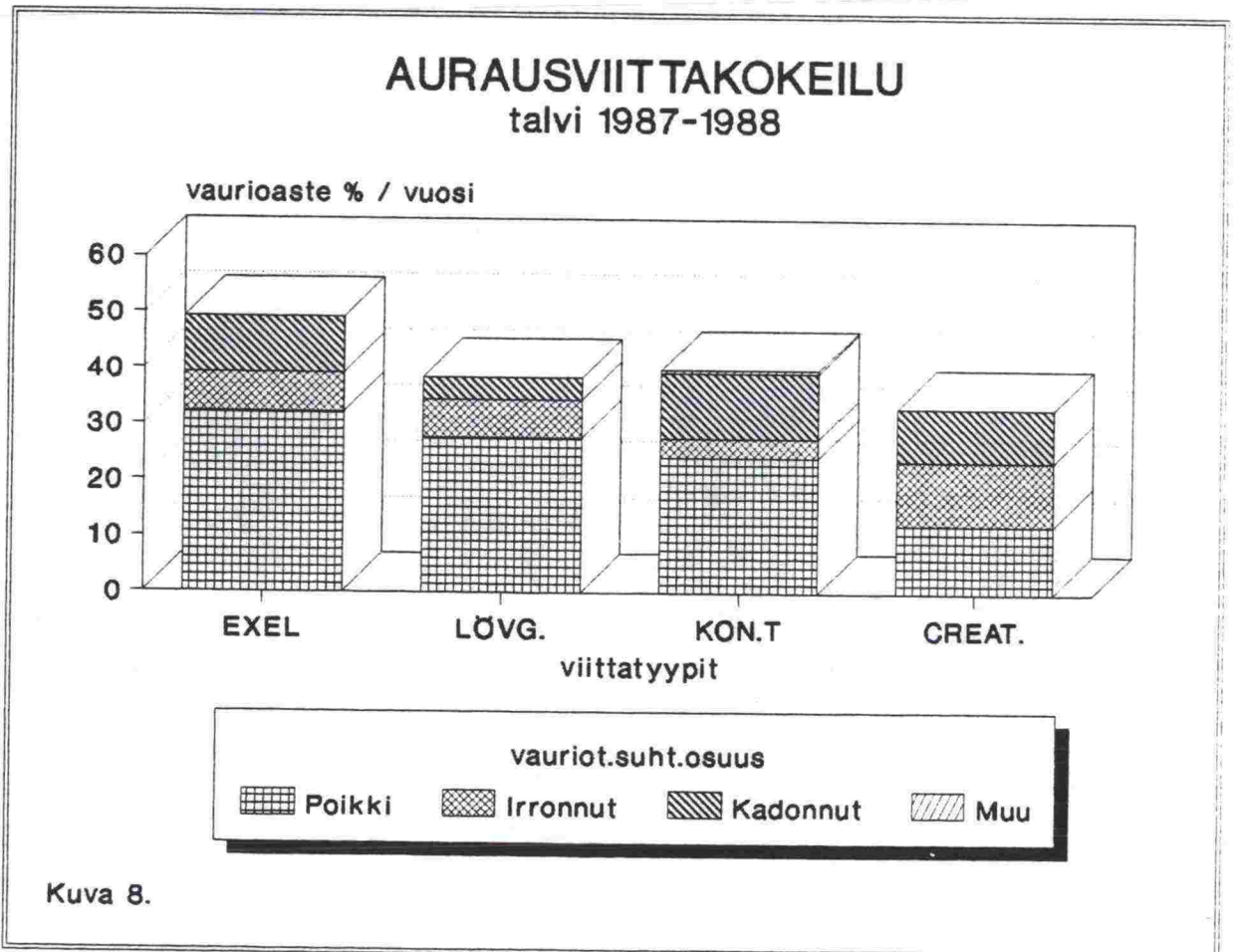
5.4 Aurausviitat

Aurausviittakokeilu osoitti, että "tehdasvalmisteisten" viittojen vaurioherkkyys on luvattoman suuri.

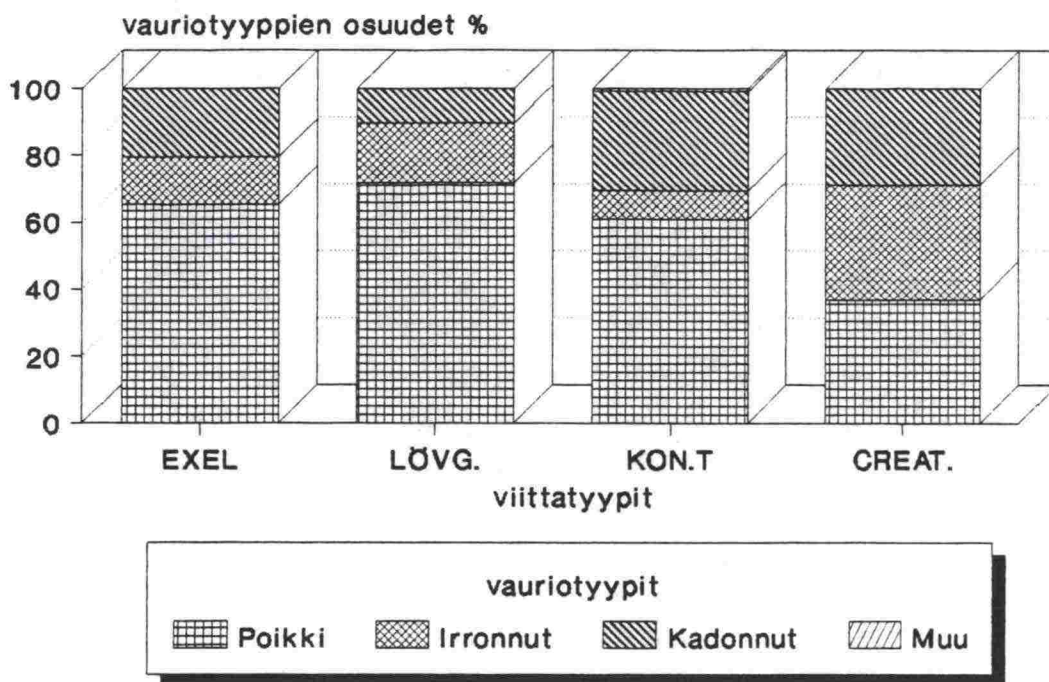
Kokeilun tulokset on esitetty tiivistetyssä muodossa seuraavissa kuvissa:

Kuva 8 esittää eri viittojen vaurioasteet (%). Kuva 9 puolestaan osoittaa - mikä vauriotyyppi on ollut yleisin. Lisäksi kuvasta 10 nähdään - minkälainen osuus eri tekijöillä (kp, liikenne, jne.) on ollut em. vaurioiden aiheuttajana.

Teollisesti valmistetun aurausviitan käyttö on viime vuosina lisääntynyt. Näin tulee tapahtumaan myös lähivuosina. Niiden käyttö ja materiaalitarrjonta on osoittautunut kirjavaksi. Yhtenäisyyden vuoksi viittojen käytöstä ja niiden ominaisuuksista (materiaali, väri, heijastimet jne.) on syytä antaa ohjeet.

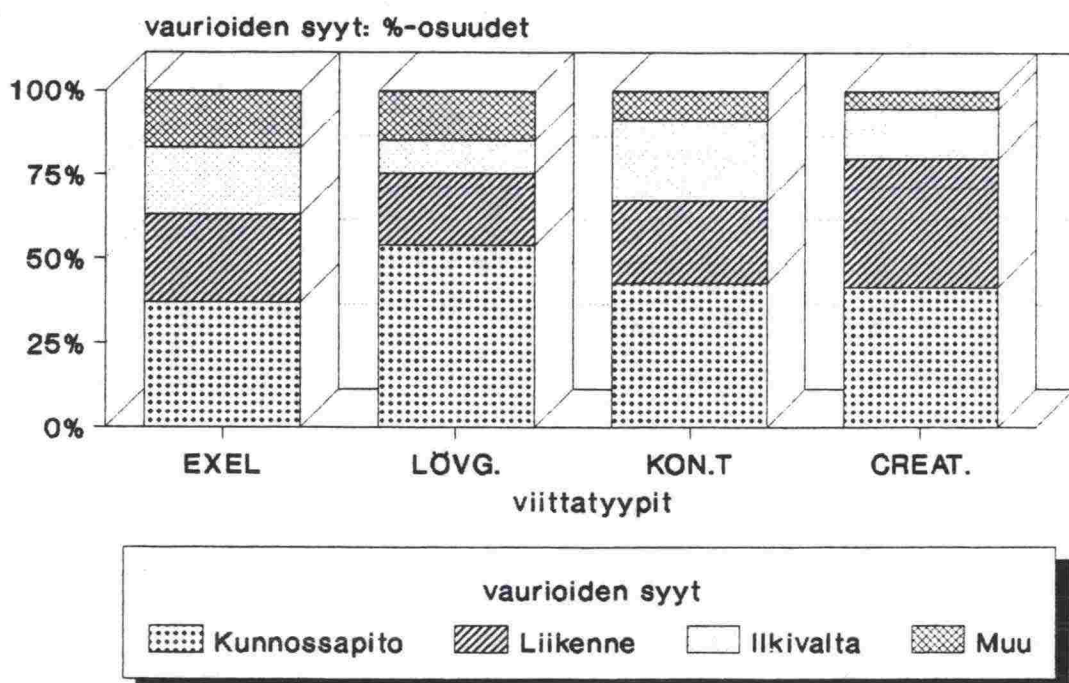


AURUSVIITTAKOKEILU talvi 1987-1988



Kuva 9.

AURUSVIITTAKOKEILU talvi 1987-1988



Kuva 10.

6. KUNNOSSAPITO

6.1 Reunapaalujen kunnossapito

Tulokset osoittavat, että paalujen kunnossapitokustannuksiin (korjaus + puhdistus) vaikuttaa oleellisesti kaksi seikkaa: liikennemäärä sekä missä määrin ko. tien liukkaudentorjuntaan käytetään suolaa. Seuraavassa on eritelty ko. jaon perusteella yhden hoitokauden kustannukset.

Kunnossapitoluokka I

Päätiestöllä paalujen keskim. kunnossapitokustannukset olivat n. 70 mk/paalu/vuosi. Tästä puhdistuskustannusten osuus oli 60-70 %.

Kunnossapitoluokat II-III

Alemmalla tieverkolla, jossa suolaa ei käytetä ja liikennemäärät ovat suhteellisen vähäisiä muodostui keskim. kp-kustannukseksi n. 10 mk/paalu/vuosi. Suurin syy tähän on puhdistustarpeen väheneminen. Puhdistuskustannusten osuus oli 40-50 %.

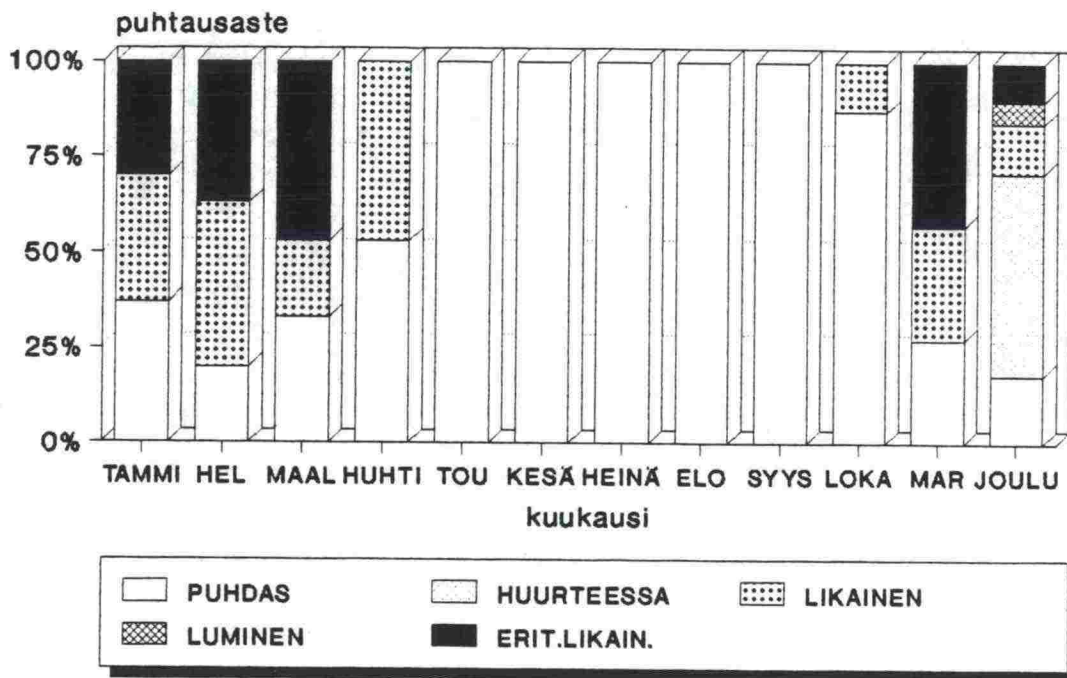
6.2 Reunapaalujen puhtaanapito

Paalujen puhtaanapidon merkityksestä antaa selkeän kuvan Hämeen piirin koetieosuus Vt 3:lla (kuva 11). Kyseinen tieosuus on oiva esimerkki siitä, mikä merkitys paalujen puhtaanapidolla on, varmistettaessa paalujen toimivuus Etelä- ja Keski-Suomen pääteillä. Toisaalta tutkimus on osoittanut, että sadevesi puhdistaa paalujen pinnasta irtonaisen lian ja loskan. Tämä vähentänee puhdistustarvetta.

Kuvien 11 ja 12 avulla voidaan arvioida paalujen puhtaanapidon tarvetta.

REUNAPAALUJEN PUHTAANAPITO 1988/1-12

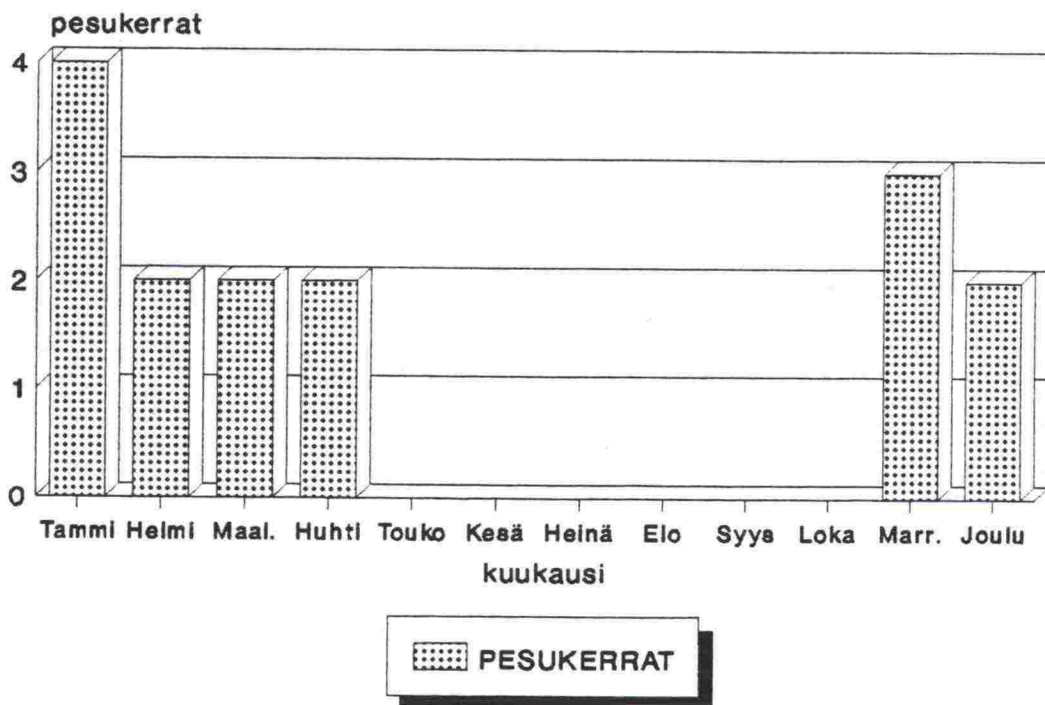
H-PIIRI: VT 3 (Valkeak. - Tampere)



Kuva 11.

REUNAPAALUJEN PESUKERRAT 1988/1-12

H-piiri: VT 3 (Valkeak.- Tampere)



Kuva 12.

6.3 Lisäkustannukset tien kunnossapidolle

Paalujen todettiin aiheuttavan lisäkustannuksia, koska ne hidastavat seuraavia hoitotoimenpiteitä: -vallin poisto (leikkaus), -reunapalteen poisto, - luiskien niitto, - päällysteen reunan täyttö.

Em. töihin käytetyt ajat lisääntyivät 10-30 %. Tämä aiheuttaa lisäkustannuksia enimmillään noin 100 mk kilometriä kohti vuodessa.

Tutkimuksen puitteissa ei ollut mahdollisuutta ryhtyä vertailemaan tarkemmin eri paalutyyppeiden välisiä eroja lisäkustannusten suhteen.

Erot ilmenevät taipuvan/jäykän paalun osalta varsinkin kesähoitoon liittyvissä toimenpiteissä. Taipuvan paalun on todettu nopeuttavan luiskien niittoa. Näin ollen kustannuserot syntyvät aikasäästöjen muodossa. Mikäli halutaan yksilöidympää tietoa, asia on selvitettävä erillisellä tutkimuksella.

Reunapaalujen investointi- ja ylläpitokustannusten suhteuttamiseksi niitä on syytä verrata muihin hoitokustannuksiin. Talvihoidon kustannukset (1988) ovat hyvä vertailupohja. Reunapaalujen kustannuksina on käytetty keskimääräisiä arvoja. Investointi kustannukset on jaettu 7:lle vuodelle.

Kp- lk	talvih. kustan- nukset	PAALUJEN KUSTANNUKSET (mk/km/v)			
		inves- tointi	uusimi- minen	korj.+ pesu	Yh- teensä
I sk	35400 mk/km	530	70	2900	3500 mk/km/v
I s	15000 mk/km	530	70	2900	3500 mk/km/v
I	9300 mk/km	530	70	2900	3500 mk/km/v
II	4000 mk/km	530	70	400	1000 mk/km/v
III	2500 mk/km	530	70	400	1000 mk/km/v

7. VERTAILULASKELMAT KUSTANNUKSISTA

Laskelmissa käytetyt paaluhinnat on korjattu indeksillä vuoden 1989 tasolle. Todelliset hinnat poikkeavat näistä, sillä isoissa erissä ostettuna yks.hinnat yleensä laskevat.

Investointi- ja ylläpitokustannuksille voidaan osoittaa selvät erot laskettuna paalujen käyttöiän suhteen. Laskelmien osoittamat suhteelliset erot eivät merkittävästi muutu, mikäli paalujen hinnoissa ei tapahdu selviä muutoksia.

Tulosten käyttökelpoisuuden varmistamiseksi laskelmissa on tehty seuraavia oletuksia:

- 1) Paalujen Profmer ja Reflex osalta laskelmat perustuvat AS-paalun tuloksiin paaluvaurioiden suhteen. Näin, jotta em. paalujen suhteen kyettäisiin tekemään tarvittavat vertailut. Menettely ko. paaluja kohtaan on varsin kohtuullinen.
- 2) Ilkivalta on merkittävästi lisännyt paaluvaurioita. Niiden osuus eri koekohtessa on vaihdellut melkoisesti. Vääristymien välttämiseksi - paalujen osalta - joihin on kohdistunut ilkivaltaa poikkeavan paljon, sitä on korjattu ottamalla laskelmissa huomioon vain 15 %:n osuus. Mikäli tulokset osoittavat pienempää ilkivallan osuutta, sitä ei ole korotettu, vaan on käytetty laskelmissa sellaisenaan.

Laskelmat paalujen investointikustannuksista**Investointikustannukset:**

Hankintahinta : mk/kpl
 Pystytys kustannus: mk/kpl
Jalustan hinta : mk/kpl
 Σ: mk/kpl (X)

Täydentämistarve:

Rikkoutuvat paalut: %/vuosi (A)
 Vaurioituvat -"- : %/vuosi (B), vauriot lyhentävät
 paalujen käyttöikä 1/3 (laskennallinen oletus).

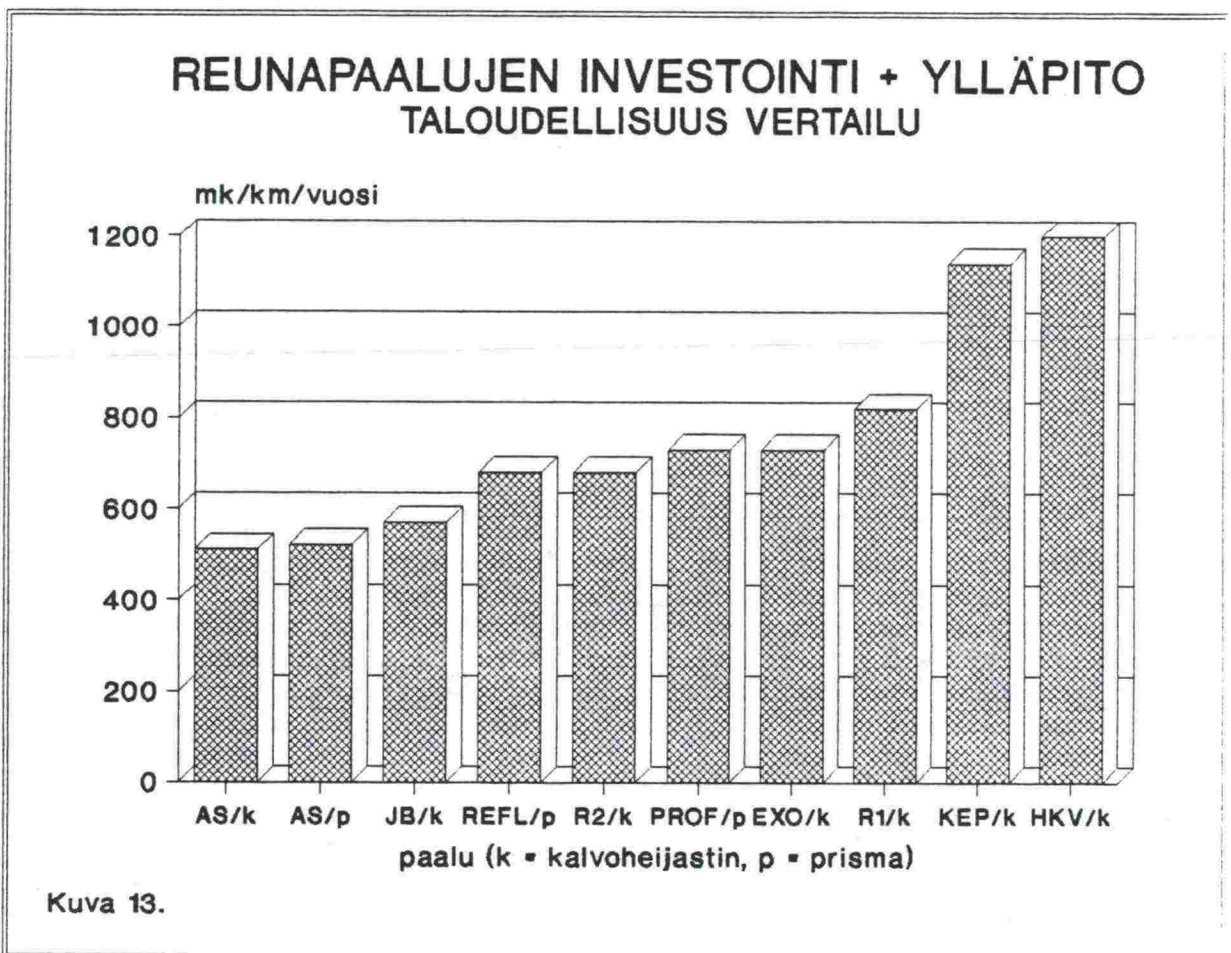
Paalujen täydentämistarve (%) vuotta kohti on seuraava:
A (%) + B (%) : 1/3 = AB (%) Paalujen kestoiksi oletetaan 7 vuotta. Ko. periaatteella suoritettavat laskelmat osoittavat alla olevan taulukon mukaiset erot investointi + käyttökustannuksissa (paalujen ja heijastimien uusiminen) vuotta kohden kunkin paalun osalta (ei sisällä pesu + korj. kustannuksia).

Raportin kohdassa 6.3 on esitetty keskimääräiset reuna-
 napaalujen investointi + kp- kustannukset (paalujen korjaus, uusiminen ja pesu) mk/km/vuosi.

INVESTOINTI					PAALU+HEIJ.		YHTEENSÄ	
PAALU	hinta (mk)	pyst. (mk)	jalus (mk)	YHT.	mk/km	vaur. %/v.	mk/km/v.	INV.+KÄYTTÖK./VUOSI
JB	56	35	-	91	3640	1,08 %	47	567 mk/km
R1	52	35	-	87	3480	7,34 %	324	820 mk/km
R2	70	35	-	105	4200	1,84 %	82	682 mk/km
AS/K	44	35	-	79	3160	1,57 %	56	507 mk/km
AS/P	44	35	-	79	3160	1,57 %	68	520 mk/km
Exomet	76	35	-	111	4440	2,15 %	94	728 mk/km
Kepa	116	35	-	151	6040	4,48 %	280	1142 mk/km
HKV	137	35	-	172	6880	3,13 %	218	1200 mk/km
Prof/P	76	35	-	111	4440	1,84 %	94	728 mk/km
Refl/P	75	20	9	104	4160	1,84 %	88	682 mk/km

Laskelmat osoittavat, että AS- ja JB- paalu on edullisimpia. Suurin osa paaluista kuuluu suhteellisen tasapäiseen keskiryhmään. Tosin näidenkin sisällä on selkeät keskinäiset erot. Kolmas, eli huonoiten menestynyt ryhmä erottuu muusta joukosta - syynä tähän ovat joko paalujen alttius vaurioille tai kallis hankintahinta. Luonnollisesti pahinta on, jos nämä ominaisuudet vaikuttavat yhdessä.

Vertailun helpottamiseksi kuvassa 13 on esitetty tulokset vuosittaisten investointi- ja ylläpitokustannusten perusteella.



8. KÄYTTÖSUOSITUKSET

Seuraavaan taulukkoon on kerätty yhteenvetona paalujen eri ominaisuuksia. Paalutyypin arvostelu on

suoritettu raporttiin kirjattujen tulosten perusteella seuraavasti:

- + + + (hyvä)
 + + (tyydyttävä)
 + (välttävä)
 - (heikko)
 - - (huono)
 - - - (erittäin huono)

Viimeisimmillä riveillä on esitetty paalujen käyttösuositukset. Erilaisten paalujen - niin uusien kuin parannettujen mallien - kokeilu on suotavaa.

REUNAPAALUJEN KÄYTTÖSUOSITUKSET										
ominaisuus	JB	AS/K	AS/P	R2	REFL.	PROF.	EXOM.	HKV	KEPA	R1
Kestävyys	+++	++	++	++	++	++	-	++	-	---
-taipuva	X					X	X		X	X
-jäykkä		X	X	X	X			X		
Värinä	++	+++	+++	+++	+++	--	--	+++	--	---
Ulkomuoto	++	++	++	++	+++	++	++	++	++	++
Pystytys										
-jalusta					X					
-mahd.jal.	X	X	X			X				
Heijastin										
-kalvo	X	X		X			X	X	X	X
-prisma			X		X	X				
Vaur.herk.	+	++	--	++	--	--	+++	++	+	---
Paal.hinta										
-kesk.kall				X	X	X	X	X	X	
-kesk.halv	X	X	X							X
KÄYTTÖ										
-suositus	kyllä	kyllä	ei	ei	kyllä	ei	ei	ei	ei	ei
-varauksin	-	-	ei	kyllä	-	kyllä	ei	ei	ei	ei
kohde										
-yleisk.	X	X	ei	(X)	X	X	ei	ei	ei	ei
-erik.koht	X	X	ei	X	X	X	ei	ei	ei	ei

9. JATKOKEHITYS

1) Reunapaalu voidaan valita käyttökohteen mukaan:

- yleismallit; rakenne "kevyehkö".
Sopii tiestömme tyypillisille kapeille poik-
kileikkauksille. Noin 50 % tiestöstä - KVL
≥ 500 - on leveydeltään (ajorata + piennar)
alle 8 metriä.
- erikoismallit; pääasiallisin käyttökohde
leveät- ja kaksi-ajorataiset tiet. Rakenteel-
taan se on edellistä "massiivisempi". Raken-
ne ja ulkomuoto vastaavat tieympäristöä anta-
malla autoilijalle kuvan tien luokasta.

2) Pystytys

On suotavaa, että paalu voidaan pystyttää
jalustalle tai jalustatta.

Jalustan suhteen on ideoinnin ja kehittämisen
tarvetta. Esimerkiksi "yleispaaluun" voidaan
kehittää metallinen (kevyt) jalusta. Tällöin
pystytyksessä ei tarvita järeitä erikoistyö-
kaluja eikä koneita.

3) Prisma

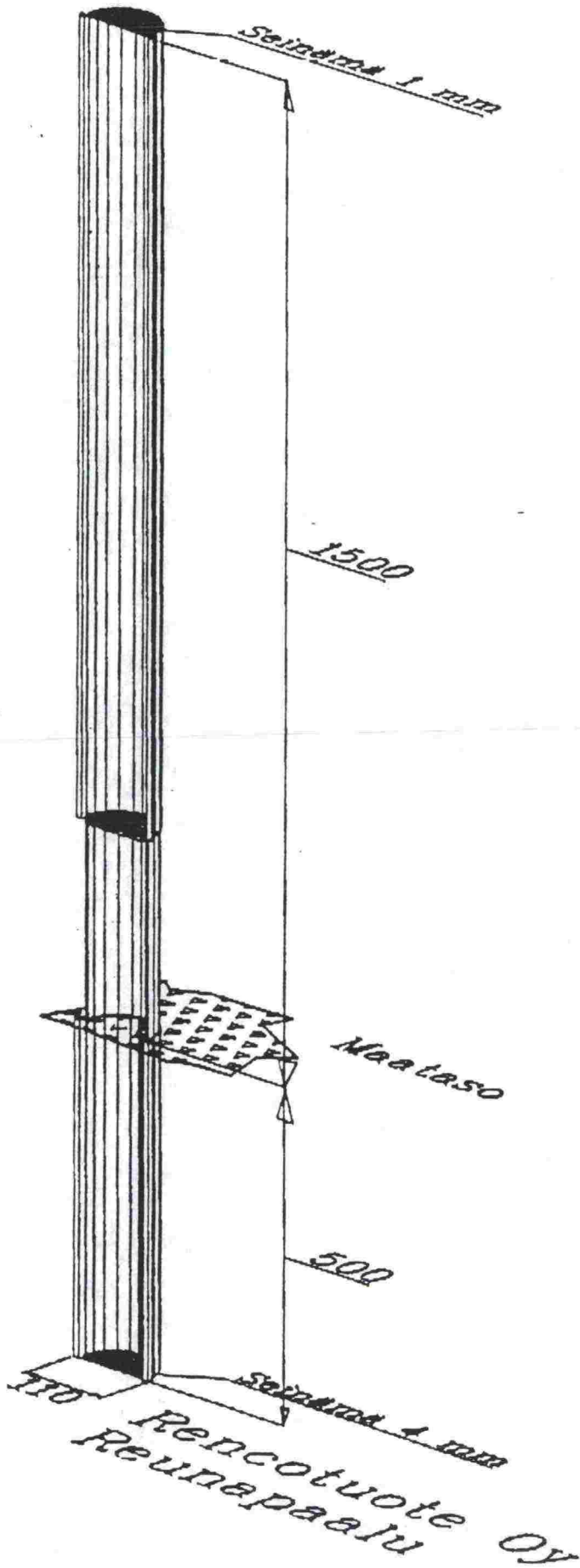
Prisman käytöllä on mahdollista saavuttaa mer-
kittäviä etuja. Tämä edellyttää kuitenkin seu-
raavaa:

- akryylin sijasta käytetään iskun ja taivu-
tuksen kestävä (esim. High Impact Poly-
styrol) materiaalia.
- prisma tulee olla rakenteeltaan kennomainen,
jolloin yhden osan rikkoontuminen ei pimennä
koko prismaa
- prisman ja paalun rakenne suunniteltava sel-
laiseksi, että prisma on helppo vaihtaa.
- kokeilu osoitti, että taipuva (halkaistu)
paalumalli ei estä prismojen käyttöä.

4) Materiaali

Lähivuosina paalu- ja aurasviittojen materi-
aalina uusiomuovi tulee markkinoille.

Reunapaalu R 1



JB - TALPUISSA TIENREUNAPÄÄLLI

Kantstolper har som viktigste oppgave å vise trafikantene veiens videre føring. Spesielt har kantstolper en misjon ved kjøring i mørke på vei uten veibelysning. Stolpene er derfor utstyrt med lysreflekterende materiale for å reflektere billyset tilbake til føreren.

Undersøkelser har vist at kantstolper med refleks gir en reduksjon av ulykkene, da spesielt i mørke og ved høyere fartsgrenser. De gir også en viss fartsreduksjon ved høyere fartsgrenser. Viktig er også at kantstolper inngir trygghet og øker kjørekomforten.

For at effekten skal holde seg er det viktig at stolpen og spesielt refleksen må holdes rene.

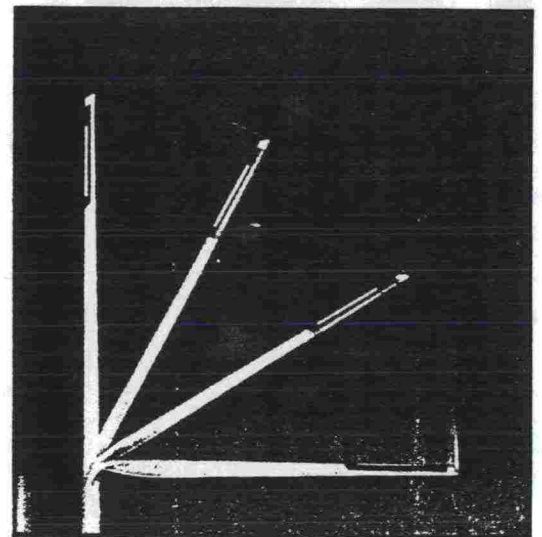
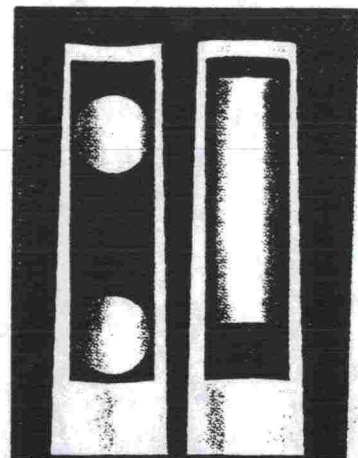
JB-stolpen er en fleksibel plastkantstolpe. Den er laget av en blanding av termoplast og gummi (STATOIL TPE: PP/EPDM), et materiale som gir kantstolpen en særdeles høy slagfasthet og elastitet, også i kulde. Kantstolpen er påsatt 3M High Intensity høyreflekterende folie type 5870 med ekstra aggressivt limstoff.

JB-stolpen har profil som et diagonalkløyvd rør. Denne formen sammen med materialkvaliteten gjør JB-stolpen fleksibel og unik som kantstolpe:

- * Øket slagålighet.
- * Viker unna ved slag, påkjørsel m.m.
- * Reiser seg selv etter nedbøyning.
- * Vibrerer noe i vind slik at snøen vanskeligere fester seg.

JB-stolpen Flexibel plastkantstolpe. Lengde 180 cm, med refleks: 3M 5870 hvit High Intensity. Høyre side (foran): rekt. 180x40 mm. Venstre side (bak): 2 stk. Ø 65 mm.

Kantstolper monteres med konstant høyde 1 m over veibanen og 0,5 m utenfor ytre skulderkant/kjørefeltkant. Ved større serier kan det være effektivt å benytte en slagmaskin med spett eller stålblad i en noe større profil enn kantstolpen.



KONE-TUKKU OY

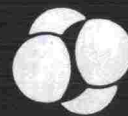
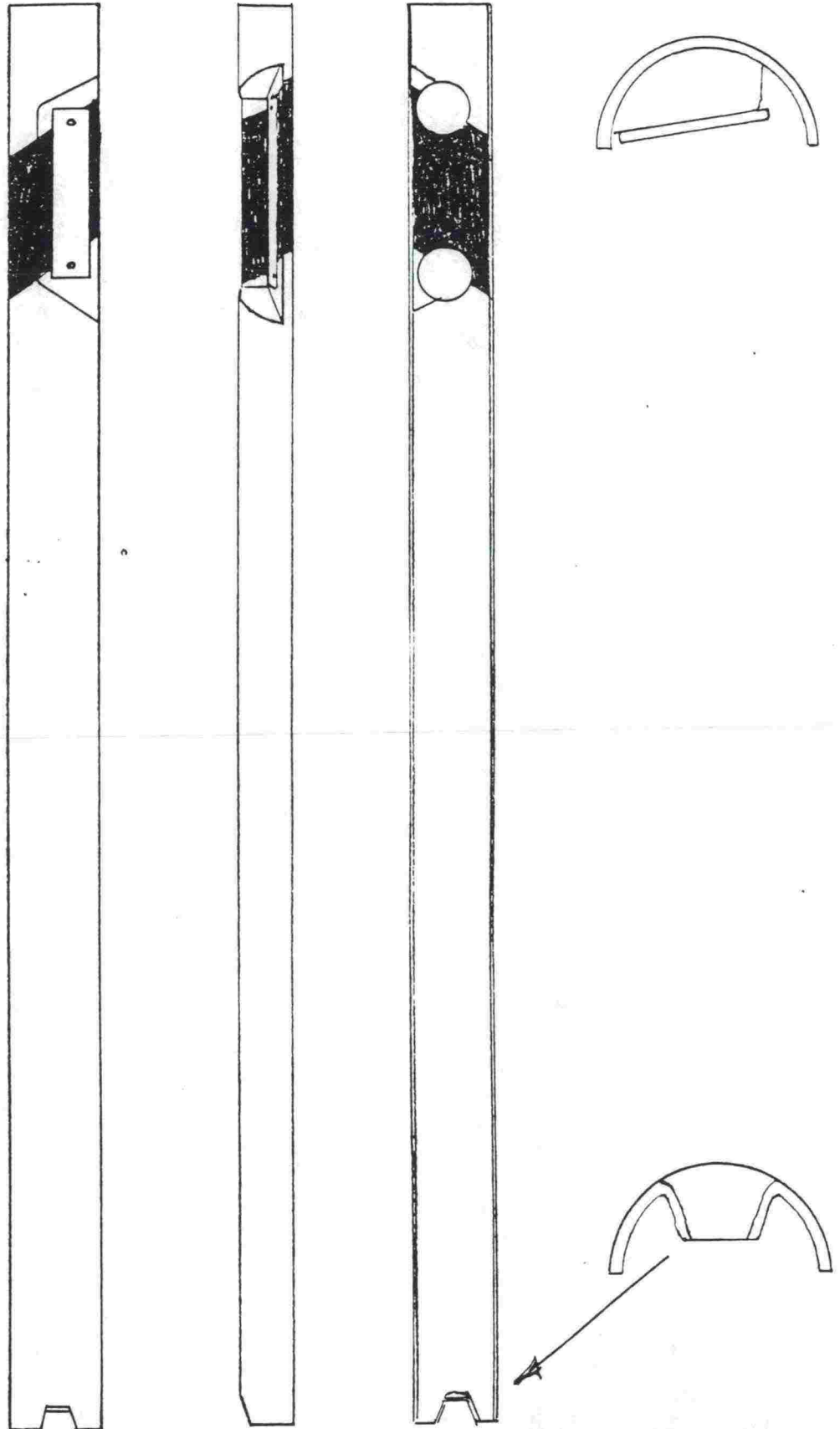
Venontekijäntie 14 - 00210 Helsinki 21

☎ 90-892 5442

TELEX 124783

FICE

Reunapaalu: Profmer



PROFMER OY

POLYMEERITEKNIikka

KEPA - TIENREUNAPAALU

KEPA-tienreunapaalu on valmistettu lasikuituvahvisteisesta polyesterimonikerrosmuovista.

Se on I-profiilin muotoinen, joka antaa sille sopivan jäykkyyden ja rakennelujuuden.

Reunapaalun elastisuus säilyy muuttumattomana kaikissa olosuhteissa ja se kestää mm. päälleajon.

AURASKEPPI

KEPA-tienreunapaaluun voidaan kiinnittää lasikuidusta valmistettu erittäin elastinen (-60 C) auraskeppi.

Se painetaan paalun yläpäässä olevaan kiinnitysrakenteeseen, johon se lukkiutuu kiinni. Yksinkertaisella aukaisuvälineellä auraskeppi voidaan irrottaa.

Auraskeppi on oranssin värinen ja varustettu heijastimella. Se on 20 mm. leveä ja 650 mm. pitkä.

KONTRASTILEVYT

KEPA-tienreunapaalun kummallakin puolella on mustasta pakkasenkestävästä (-40 C) HOSTYREN-muovista valmistetut kontrastilevyt.

Heijastinkalvot on upotettu kontrastilevyyn, jolloin ne ovat hyvin suojassa erilaisilta kolhuilta. Musta kontrastilevyyn on myös merkitty reunapaalun valmistusvuosi ja -kuukausi.

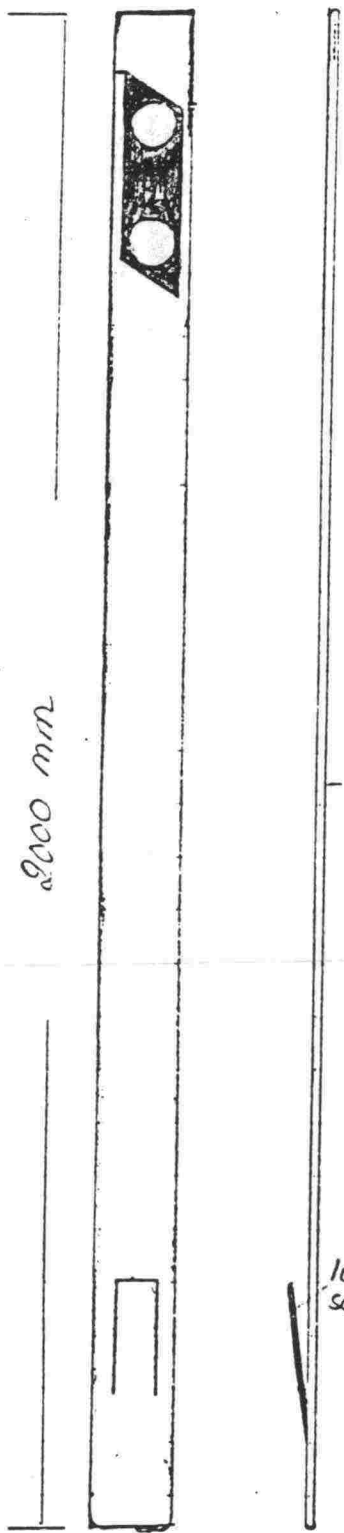
ANKKUROINTIOSA

Ennen kuin paalu asennetaan maahan pujotetaan sen alaosassa olevien kahden reiän läpi ns. lukitusharus. Tämä estää sen, ettei KEPA-tienreunapaalua voida nostaa maasta ylös ilman erityisiä työkaluja.

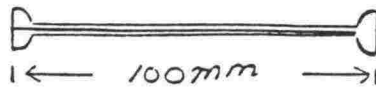
On laskettu, että n. 3v. kuluttua KEPA-reunapaalu on maksanut hankintahintansa takaisin. Suurin säästö muodostuu siitä kun auraskeppien pystytys- ja poistamistyö jää pois.

KEPA-reunapaalu:

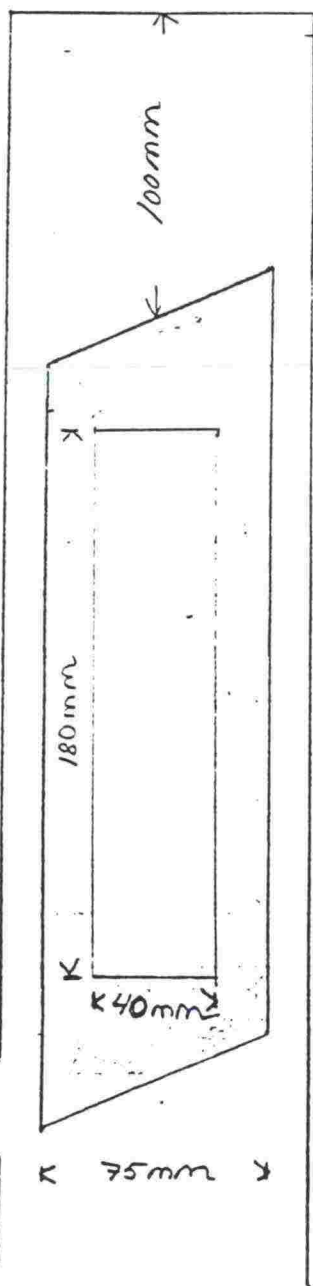
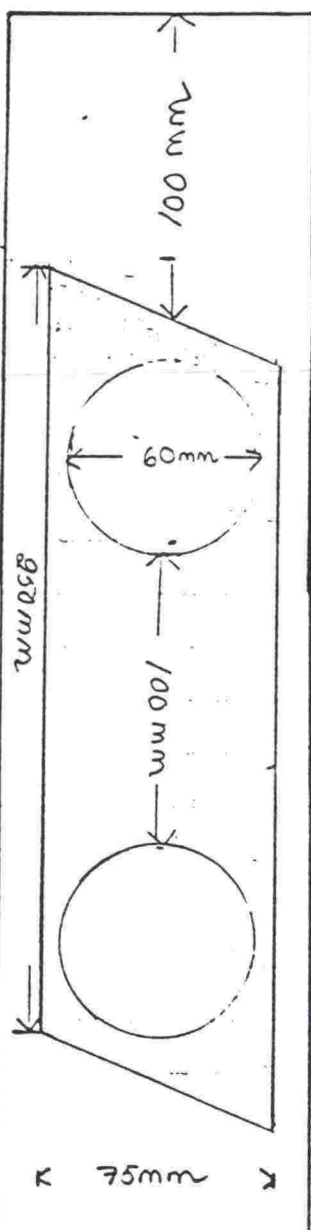
- pituus 2100 mm tai 1800mm
- leveys 90 mm
- paino n. 1,5 kg
- pakkaus 25 kpl/nippu
- väri valkea

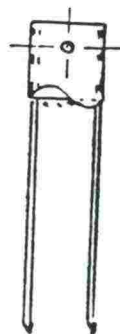
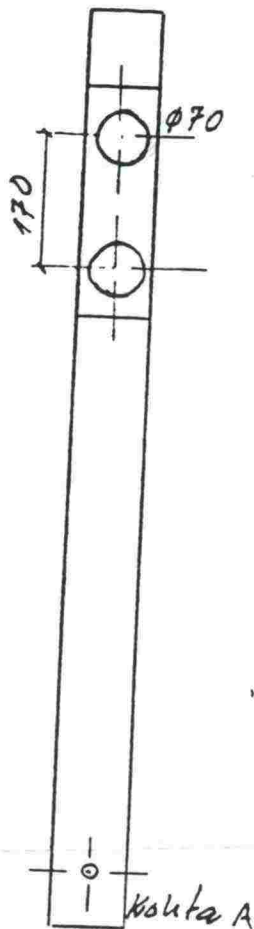
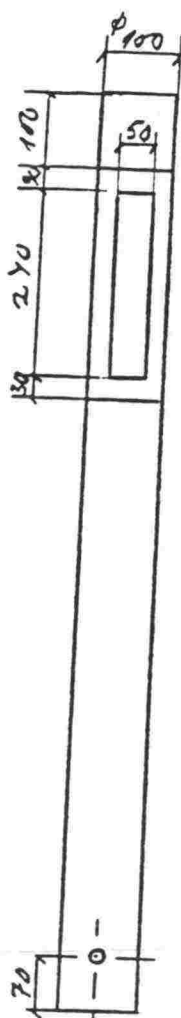


POIKKILEIKKAUS

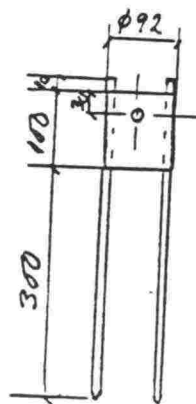


HEIJASTIMET



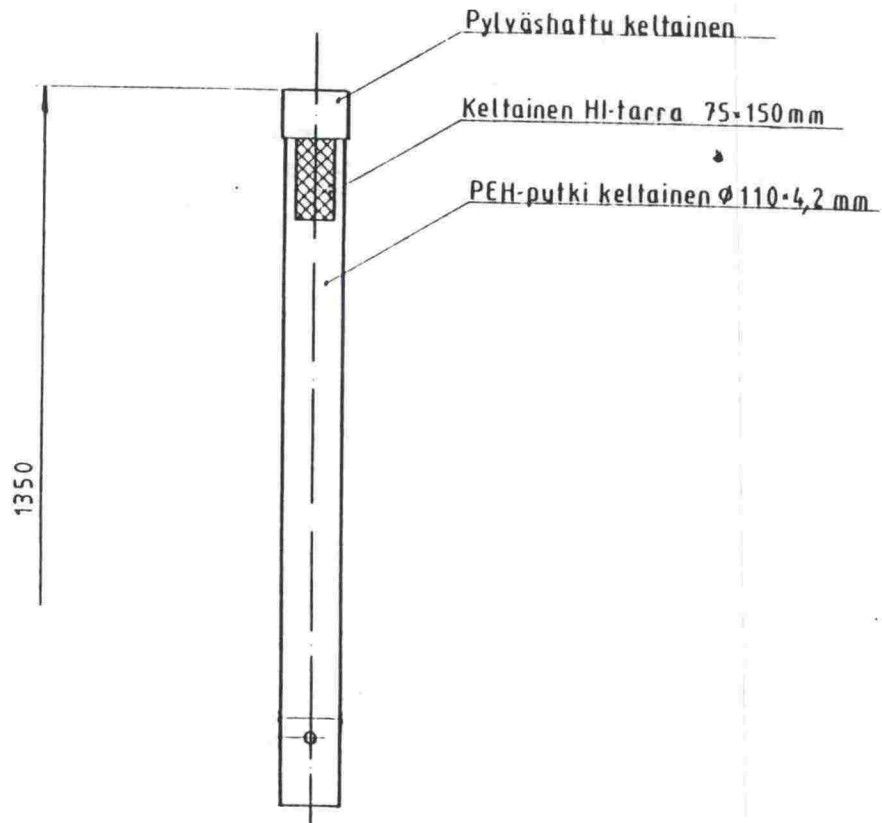


Kohda A



$\phi 7$ Lukitusoska $\phi 6$

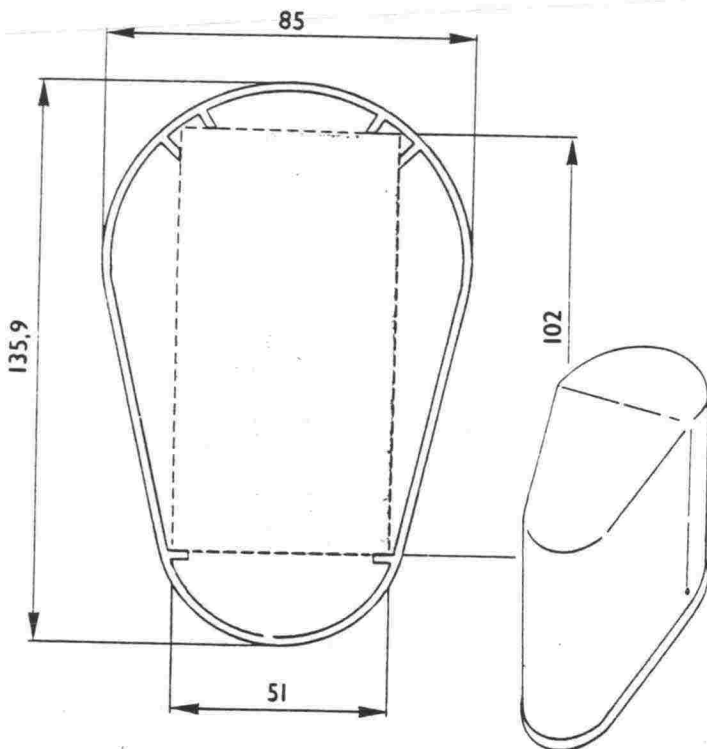
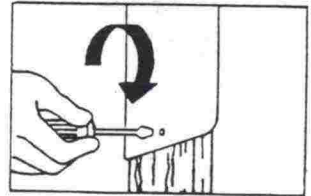
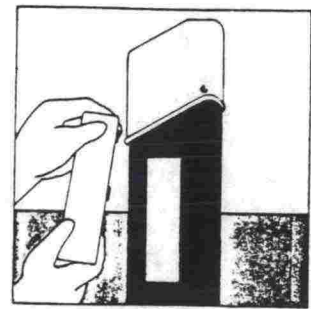
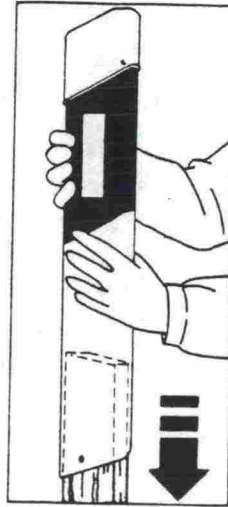
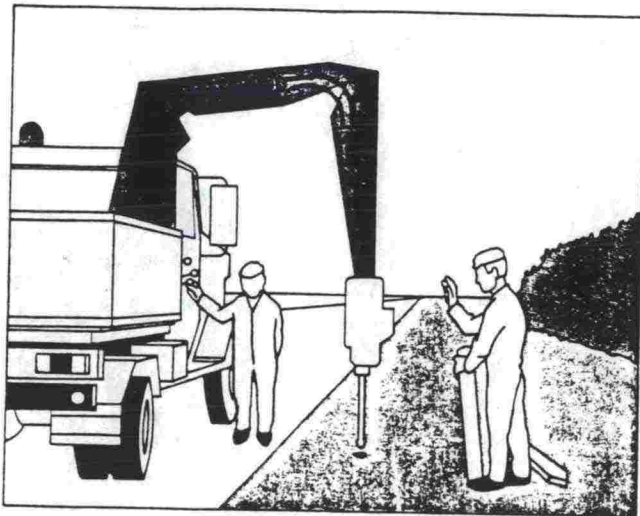
			2 x $\phi 70$
Heijastin	5		valk. 50 x 270
Heij. taustalemy	4		High Intensity musta 300
Paalu	3		Muovipatki Rel. PEH $\phi 150 \times 4,2 \times 1,500$
.	2		Harjateros $\phi 20 \times 410$
Jalusta	1		Hits. terospatki 88 x 2
Kpl	1		aine, mitta, huoma.
HKV			Piirt.
			Tark.
			Hyt.
Reunapaalu ja jalusta			



Reunapaalu R 2

Osa	Piirustusnumero Tavaratunnus	Osan tai kokoonpanoryhmän nimitys	Standardi tai luettelo	Muoto, malli, määrä Lajimerkki	Laji
Yleistoleranssi		Mittakaava 1:10	Tuote	Liittyy	REUNAPAALU
Piiri	7/86 PL		RENCOTUOTE OY		Eni
Suunn			DORVON		Uusi
laik		Massa			

REFLEX



Reunapaalu AS



AS MUOVI

Puhelin 924/40 700 SOMERO
Postiosoite 31520 PITKÄJÄRVI