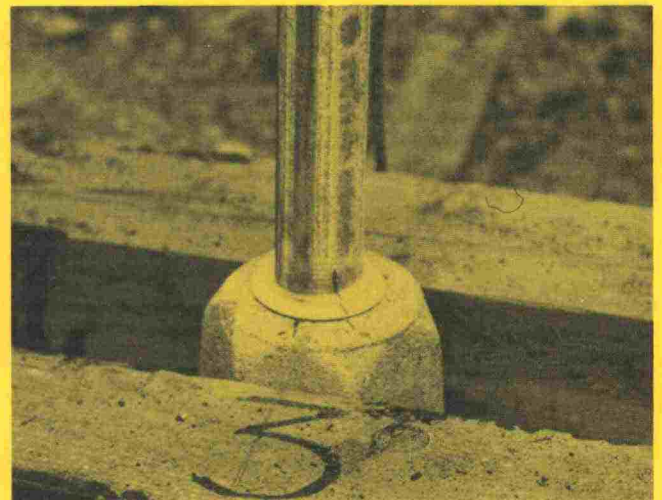
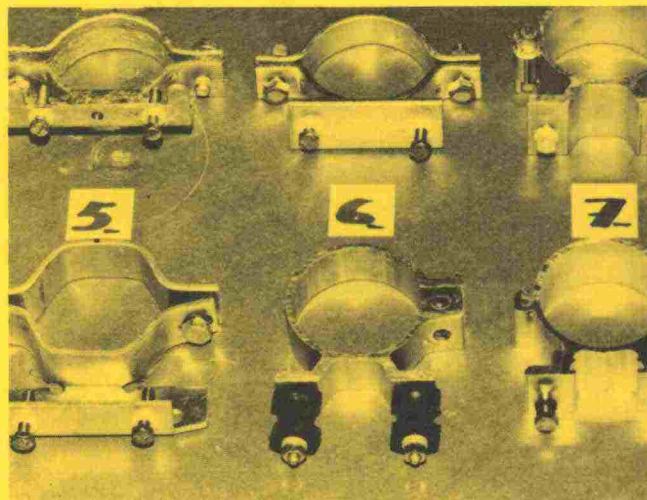
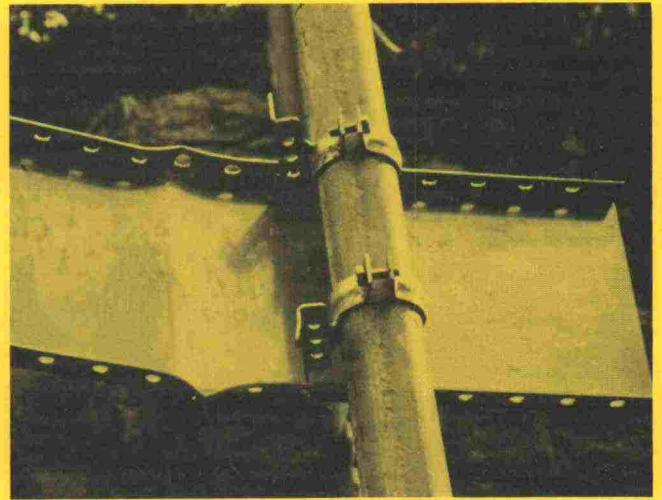


# LIKENNEMERKKIEN RASITUS- KOKKEET

TUTKIMUS LIKENNEMERKKIEN RAKENTEN  
KEHITTÄMISEKSI



TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS  
KÄYTTÖOSASTO, LIKENNETOIMISTO  
VIATEK OY

TVH 741979

HELSINKI 10.1.1980



LIIKENNEMERKKIEN RASITUSKOKEET  
TUTKIMUS LIIKENNEMERKKIEN RAKENTEEN  
KEHITTÄMISEKSI

TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS  
KÄYTTÖOSASTO, LIIKENNETOIMISTO

VIATEK OY

TVH 741979

HELSINKI 10.1.1980

# SISÄLLYSLUETTELO

Sivu

ALKUSANAT

YHTEENVETO

SAMMANDRAG

SUMMARY

1

JOHDANTO

7

2

KOEJÄRJESTELYT

9

- 2.1 Koejärjestelyn tavoitteet
- 2.2 Käytetty testausmenetelmä
- 2.3 Testausmenetelmän myöhempi käyttö

3

TUTKITUT RAKENTEET JA KOKEIDEN TULOKSET

12

- 3.1 Taulu
  - 3.1.1 Tutkitut taulurakenteet
  - 3.1.2 Johtopäätökset
  - 3.1.3 Ideoita taulun kehittämiseksi
- 3.2 Kiinnike
  - 3.2.1 Tutkitut kiinnikkeet
  - 3.2.2 Johtopäätökset
  - 3.2.3 Ideoita kiinnikkeen kehittämiseksi
- 3.3 Pylväs
  - 3.3.1 Tutkitut pylvästyypit
  - 3.3.2 Johtopäätökset
  - 3.3.3 Ideoita pylvään kehittämiseksi
- 3.4 Jalusta
  - 3.4.1 Tutkitut betonijalustatyypit
  - 3.4.2 Johtopäätökset
  - 3.4.3 Ideoita jalustan kehittämiseksi

4

LIIKENNEMERKIN RAKENNE KOKONAISUUTENA

38

## ALKUSANAT

Aurauslumi on suurin yksittäinen tekijä, joka rikkoo liikennemerkkejä, viittoja ja opastetauluja. Jäljempänä selostetussa selvityksessä on tutkittu yksivartisen liikennemerkin eri osien kestävyyttä aurauksilumirasitusta vastaavalla dynaamisella kuormalla. Selvityksen tarkoituksena on osoittaa nykyisessä liikennemerkin rakenteessa olevat heikkoudet sekä esittää uusia ideoita liikennemerkin kehittämiseksi siten, että se entistä paremmin kestää siihen yleisten teiden varsilla kohdistuvat rasitukset.

Selvitys on tehty TVH:n liikennetoimiston johdolla. Työtä valvovaan työryhmään ovat kuuluneet dipl.ins. Teppo Miikkulainen (puh.joht.), dipl.ins. Matti Roine ja ins. Esko Tuhola TVH:n liikennetoimistosta, tarkastaja Jorma Inkala kunnossapitotoimistosta, ins. Seppo Helenius ja tiemestari Tuomo Lindeman TVL:n Uudenmaan piiristä sekä dipl.ins. Markku Leppävuori ja ins. Tapani Kokko Viatek Oy:stä. Liikennemerkkien rasisutusko- keet on tehty TVL:n Uudenmaan piirin Espoon tiemestaripiirin Tuomarilan tukikohdassa liikennetoimiston ja Uudenmaan piirin yhteistyönä. Kokeiden suunnittelun ja raportin kokoamisen on tehnyt konsultti. Työ aloitettiin toukokuussa 1979 ja raportti valmistui vuoden 1980 alussa.

## YHTEENVETO

Suomen ankarissa sääoloissa joutuvat liikennemerkit yleisten teiden varsilla poikkeuksellisten rasitusten kohteeksi. Etenkin keväisin on havaittavissa talven kunnossapitotöiden jäljet liikennemerkeissä. Liikennemerkkivaurioita voidaan vähentää liikennemerkin oikealla sijoittamisella, sopivalla rakenteella sekä alentamalla aurausnopeutta. Oikealla liikennemerkkirakenteella on huomattava merkitys kunnossapitokustannusten, liikenneturvallisuuden ja tienvarsimaisemien kannalta.

Tämän selvityksen tarkoituksena on tutkia niiden voimien vaikutusta liikennemerkin rakenteeseen, joita teiden aurauksen yhteydessä niihin kohdistuu. Tutkimusta varten rakennettiin koe-  
paikka, jossa aurauslumikuormia voidaan testata antamalla vaihtelevien painojen törmätä aurauslumen lentonopeutta vastaavalla nopeudella liikennemerkkeihin.

Kokeilua varten koottiin markkinoilla olevat ja yleisesti käytetyt liikennemerkin eri osien rakenteelliset ratkaisut. Työn yhteydessä kehiteltiin myös eräitä uusia ideoita ja ratkaisuja. Työn aikana tutkittiin liikennemerkin taulun, kiinnikkeen, pylvään ja jalustan kestävyyttä ja kehittämistarvetta.

Liikennemerkin taulun kohdalta todettiin, että yleisesti käytössä oleva 3 mm:n alumiinitaulu kestää tyydyttävästi aurauslumikuormia, mutta ankarissa aurausolosuhteissa siihen tulee taipumia. Parhaiten tuntuu soveltuvan taulun materiaaliksi 9 mm:n vaneri. Lisäkilpimateriaalista kesti parhaiten alumiininen MP-profiili. Myös 12 mm:n vaneri osoittautui käyttökelpoiseksi. Tutkittu 2 mm:n alumiinitaulu ei kestänyt kokeen rasituksia.

Liikennemerkin kiinnikkeiden osalta todettiin, että niiden suurimpana heikkoutena on taipumus luistaa pylväessä. Jos kiinnikkeen kiristystä lisätään, on niiden rakenteella taipumus joutaa tai pettää. Kiinnikkeiden kohdalla onkin eniten kehittämistarvetta liikennemerkin rakennetta edelleen kehitettäessä. Olisi hyvä, jos kiinnike voitaisiin saada rakenteeltaan joustavaksi. Tällä tavoin vähenevät tauluun ja pylväeseen kohdistuvat rasitukset. Työn yhteydessä kehiteltiin ja kokeiltiin alustavasti eräitä uusia kiinniketyppejä, joiden pohjalta kiinnikkeitä mahdollisesti voidaan kehittää toivottuun suuntaan.

Liikennemerkkipylväs joutuu suurten rasitusten kohteeksi aurauslumen lentäessä liikennemerkkiin ja mahdolliseen lisäkilpeen. Yleisesti käytössä oleva teräsputkipylväs kestää nämä kuormat varsin hyvin. Samoin osoittautui kokeiltu vaneripylväs joustavuutensa ansiosta käyttökelpoiseksi. Tilapäisissä ja vähempiarvoisissa kohteissa ei ole esteitä myöskään tavallisen 50 x 100 mm:n puupylvään käyttämiselle. Kokeiltu alumiinipylväs osoittautui rakenteellisesti heikoksi.

Liikennemerkin jalustojen suurimpana heikkoutena on kiilausrengas, joka sallii pylvään luistamisen. Tämän tutkimuksen yhteydessä on esitetty uusi betonijalustatyyppe, jonka avulla pylvään kiertyminen ja kuljetusvauriot voidaan estää.

Tämän selvityksen yhteydessä on käynyt ilmi, että liikennemerkin rakennetta on syytä ja voidaan edelleen kehittää ja että valitsemalla sopivat rakenteet voidaan mm. lumen tarttumista liikennemerkkiin vähentää. Käytetty liikennemerkin testausmenetelmä tulisi ottaa standardimenettelyä käyttöön testattaessa uusia markkinoille tulevia liikennemerkkirakenteita. Vastavalla tavalla tulisi tutkia viittojen ja opastetaulujen rakennetta. Samoin tulisi tutkia taajamien liikennemerkkejä sekä ilkvallan kestäviä rakenteita.

## SAMMANDRAG

De utmed allmänna vägar utplacerade trafikmärkena utsetts för exceptionella påfrestningar i det hårda finska klimatet. I synnerhet om våren kan man se spåren av vinterns vägunderhåll på trafikmärkena. Genom riktig placering, lämplig konstruktion och nedsatt plogningshastighet kan skadorna på trafikmärken minskas.

Valet av trafikmärkets konstruktionstyp påverkar i hög grad underhållskostnaderna, trafiksäkerheten och vyerna utmed landsvägarna.

Syftet med denna utredning är att undersöka verkan av krafter som påverkar ett trafikmärkes konstruktiva delar vid snöplogning.

För detta ändamål byggdes en provplats där man simulerade av plogsnö förorsakade krafter genom att låta vikter av olika storlek träffa märket med samma hastighet som snön slungas från en snöplog.

För dessa prov hopsamlades marknadens samtliga i allmänt bruk varande konstruktionstyper för trafikmärkets olika delar.

Också några nya ideer och lösningar framtoogs. Hållbarheten samt utvecklingsbehovet av olika konstruktioner för trafikmärkets tavla, fästianordningar, stolpe och betongfot undersöktes.

Man konstaterade att den allmänt använda 3 mm aluminium tavlan klarar plogsnöpåfrestningar nöjaktigt. Vid svåra plogningsförhållanden böjs tavlan. 9 mm faner förefaller att vara det lämpligaste tavelmaterialet för trafikmärken. Som material för tillägs tavlor visade sig Mp-profilen av aluminium vara starkast. Även 12 mm faner visade sig vara användbart medan 2 mm aluminium-tavlor däremot icke bestod provets påfrestningar.

Visavi fästianordningen för trafikmärkets tavla konstaterade man att dess största svaghet är tendensen att glida runt stolpen. Ökar man spännkraften ger fästianordningen efter eller brister. Då det gäller att utveckla trafikmärkenas konstruktion är behovet störst vad beträffar fästianordningen.

Det vore fördelaktigt med en fjädrande fästianordning. Då skulle påfrestningarna på tavla och stolpe minska. Ett antal nya typer av fästianordningar framtoogs och utprovades preliminärt under arbetets lopp. Dessa kan tjäna som bas för en utveckling i rätt riktning.

Trafikmärkets stolpe utsetts för stora påfrestningar då plogsnö träffar tavlan och eventuella tillägstavlor. Den allmänt använda stålörsstolpen håller väl för dessa påfrestningar. Likaså visade sig den fanerstolpe som provades vara användbar tack vore sin fjädringsförmåga.

För tillfällig eller mindre viktig utplacering kan även vanliga 50 x 100 mm trästolpar användas. Aluminium stolpen som provades var för svag.



Det största problemet med trafikmärkets fot är kilringen, som icke förmår förhindra stolpen att glida runt i sockeln. I undersökningen presenteras en ny av betongfot som förhindrar stolpens vridning samt uppkomsten av transportskador.

Utredning visar att det är skäl och möjligt att vidareutveckla trafikmärkets konstruktion och att man genom att välja lämpliga konstruktiva lösningar kan minska bl.a. mängden av snö som fastnar på märket.

Den testningsmetod som använts borde tagas i bruk som standard metod för testning av de nya trafikmärkeskonstruktioner som dyker upp på marknaden. Konstruktionstyper för väg- och informationsskyltar borde undersökas på liknande sätt. Likaså borde tätorternas trafikmärken och märken som tål okynne undersökas.

## SUMMARY

In the severe weather conditions of Finland traffic signs are subject to extraordinary stain. Especially in springtime damage incurred by road maintenance work can be seen on the signs. The damage of traffic sign can be reduced by correct placing, suitable structural design and reduction of snowplowing speed. The choice of correct type of traffic sign structural design will considerably influence road maintenance costs, traffic safety and road side landscape.

The goal of this investigation is to study the effect on traffic sign structure of the forces which affect the sign during snow plowing. For the study a testing station was built, where snowplowing snowforces could be imitated by letting different weights smash into a traffic sign with a velocity corresponding to the speed with which snow is thrown by a snowplow.

All design types of traffic sign structural elements available on the market and in general use were gathered for testing purposes.

Some new ideas and solutions were also developed. The strength and need for development of the fastener, signplate, fastener, post and base were studied.

It was found that the 3 mm aluminium sign plate which is in general use can resist snowplowing loads fairly well but will bend in severe plowing conditions. 9 mm plywood seems to be the most suitable signplate material.

For additional signs an aluminium MP-profile proved to be the strongest. 12 mm plywood also proved fit use, but a 2 mm aluminium plate did not bear the strain of the test.

The greatest weakness pertaining to traffic sign bases is the wedging ring, which allows the post to glide. A new concrete base was developed, which eliminates rotation of the post and transportation damage.

This study shows that it is possible and there is reason to improve the structural design of traffic signs by choosing suitable designs. Among other things the amount of snow becoming stuck on the traffic sign can be reduced. The testing method used should be adopted as a standard testing method for new designs of traffic sign components appearing on the market.

The structural design of direction and information signs should be studied in a similar manner. Also urban traffic signs and mischief resistant structures should be tested.

The most important weakness pertaining to fasteners for mounting sign plates on poles is their tendency to slide on the pole. If tightening is increased the fastener tend to yield or brake. It is apparent that fasteners have the greatest need for development when traffic sign design is beeing improved. It would be advantageous if the structural design of the fasteners were elastic. This would reduce the strain imposed on sign and post. During the work new types of fasteners were developed and tested preliminarily to serve as a basis for desired development.

The traffic sign post is subject to great strain when snow thrown of a plow hits the signplate and possible additional signplates. The generally used steeltube post withstands the strain well. The tested plywood post also proved suitable for use due to its elasticity. For temporary use and in places of less importance a normal 50 x 100 mm wooden post can be used. The tested aluminium post proved to be structurally week.

# 1 JOHDANTO

Liikennemerkkejä ja opastetauluja on TVL:n hoidossa olevien yleisten teiden varsilla noin 250 000 kpl. Näistä yksivartisia liikennemerkkejä on noin 210 000 kpl. Yksivartisten liikennemerkkien uushankinta-arvo on noin 50 milj. mk. Vuosittain korjataan vaurioituneita merkkejä noin 90 000 kpl. Pahoin vaurioituneita merkkejä joudutaan uusimaan vuosittain useita tuhansia. Uusia liikennemerkkejä pystytetään teiden varsille noin 22 000 kpl vuodessa. Liikennemerkkien ja opastetaulujen korjaus, uusiminen ja uusien liikennemerkkien pystytys maksaa vuodessa noin 13 milj. mk.

Liikennemerkkeihin kohdistuvia vaurioita voidaan vähentää merkkien oikealla sijoituksella, niiden rakennetta kehittämällä ja käyttämällä riittävän alhaista aurasnopeutta niiden kohdalla.

Yksivartisen tavallisen liikennemerkin kestävyys auraslumiratsituksia vastaan on tärkeätä siksi, että se joudutaan usein sijoittamaan auraslumisuihkun alueelle. Sen sijaan opastetaulut voidaan usein sijoittaa niin etäälle tien reunasta, että suurin auraslumikuorma ei kohdistu niihin.

Liikennemerkkitaulujen ja kiinnikkeiden kestävyyttä staattista rasitusta vastaan on tutkittu jonkin verran TVH:n toimesta. Liikennemerkkivarsien jäykkyyttä on selvittänyt suppean tutkimuksen puitteissa aikaisemmin VTT. Auraslumen aiheuttamia vaurioita ja kuormituksia liikennemerkkeihin on selvitetty TVH:n liikennetoimiston auraslumivaurioita käsittelevässä selvityksessä (TVH 742004). Auraslumen aiheuttamia vaurioita on tutkittu myös melusuojarakenteita käsittelevän selvityksen yhteydessä (TVH 722304). Oulun piiri on tutkinut liikennemerkkien rakenteen ja sijoituksen vaikutusta kestävyYTEEN ja puhtaanapysymiseen (TVH 741987).

Liikennemerkkeihin kohdistuvaa tutkimusta, jossa vertailtaisiin liikennemerkin eri osien suhteellista kestävyyttä ja markkinoilla olevien ratkaisujen käyttökelpoisuutta ei ole riittävän laajana tehty. Tämän selvityksen avulla on pyritty saamaan uutta tietoa tältä alalta. Tutkimus pyrkii lähestymään liikennemerkin rakenteen kestävyyttä käytännön ongelmana. Liikennemerkin rakenteelliseen kestävyYTEEN todellisissa käyttöolosuhteissa vaikuttavat monet tekijät, joiden vaikutusten yksityiskohtainen mittaaminen tuottaa luonnollisesti vaikeuksia. Tarvitaan tietoja niistä vaatimuksista, joita liikennemerkin rakenteelle tulee asettaa paikoissa, joissa ne joutuvat kestäämään auraslumikuormia. Etenkin taajamissa on paljon liikennemerkkejä, joihin tällaisia kuormia ei kohdistu ja näissä paikoissa voidaan käyttää sellaisia liikennemerkkirakenteita, joiden ei tarvitse kestää näitä rasituksia.

Liikennemerkkejä käytetään erilaisissa olosuhteissa. Merkit voivat olla joko pysyviä tai tilapäisiä. Valitsemalla sopivat rakenteet eri käyttötarkoituksiin, voidaan saada kustannussäästöjä. Rakenteiden kehittämistarpeeseen vaikuttavat myös liikenneturvallisuusnäkökohdat ja niiden vaurioituneiden liikennemerkkien vaikutus tiemaisemaan, joita ei välittömästi ehditä korjaamaan. On myös pidettävä mielessä, että aivan vähäisenkin vaurion korjaaminen tai esimerkiksi pelkkä liikennemerkin varren oikaisu maksaa yleensä työ- ja matkakuluina huomattavasti enemmän kuin liikennemerkin kyseisen osan hankintakustannus.

## 2 KOEJÄRJESTELY

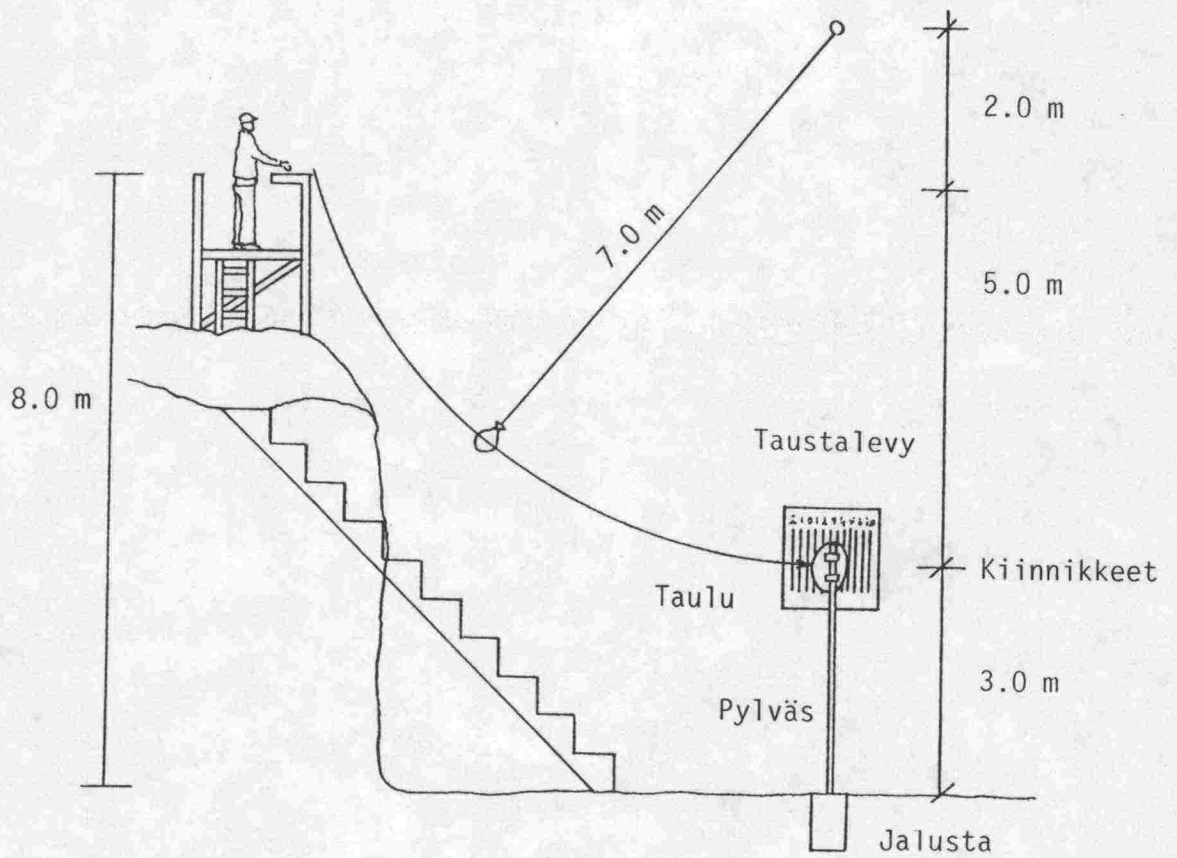
### 2.1 Koejärjestelyn tavoitteet

Tutkimuksen tarkoituksena oli kuormittaa liikennemerkkejä lentävää auraslunta vastaavalla kuormituksella. Aikaisemmin TVH:ssa tehdyissä melusuojarakenteita ja auraslumivaurioita käsittelevissä selvityksissä on tutkittu auraslumen aiheuttamia kuormituksia. Näiden tutkimusten mukaan suurimmat todetut auraslumen aiheuttamat kuormat olivat  $10 \text{ kN/m}^2$ . Tyypillisen aurasnopeuden perusteella voidaan laskea, että lumen lentonopeus on noin  $10 \text{ m/s}$ . Kun pyöreän liikennemerkin pinta-ala on noin  $0.32 \text{ m}^2$ , voidaan laskea, että maksimilumikuorma, joka kohdistuu pyöreään liikennemerkkiin, vastaa  $6.7 \text{ kg:n}$  hiekkapussia, joka törmää liikennemerkkiin nopeudella  $10 \text{ m/s}$ .

### 2.2 Käytetty testausmenetelmä

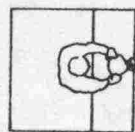
Kokeiden tekemistä varten TVL:n Uudenmaan piirin Espoon tiemestaripiirin Tuomarilan tukikohtaan rakennettiin kuvan 1 mukainen koejärjestely. Lavalla oleva mies päästää köyden päässä olevan hiekkapussin heilahtamaan liikennemerkkiä vasten. Hiekkapussien painoksi valittiin  $5.0$ ,  $7.5$ ,  $10.0$ ,  $12.5$  ja  $15.0 \text{ kg}$ . Hiekkapussit täytettiin hiekan ja sahanpurun sekoituksella, jotta kuorma jakautuisi tasaisesti koko liikennemerkillle. Kuormituksia arvioitaessa on otettava huomioon, että samassa liikennemerkkipylyvässä on usein liikennemerkin lisäksi lisäkilpiä, jolloin liikennemerkin vartta ja jalustaa rasittavat suuremmat kuormat kuin edellä laskettu  $6.7 \text{ kg}$ .

Kokeessa kuormitettiin aluksi liikennemerkkiä keskeisesti kaksi kertaa kullakin hiekkapussin painolla. Tapahtuma kaitafilmittiin (kuva 11). Jokaisen iskun jälkeen tehtiin merkinnät mahdollisista vaurioista. Pylvään taipuma kussakin kuormitustilanteessa määriteltiin silmämääräisesti koepaikan taustalla olevan mitaustaulun avulla ja tämän lisäksi taipuma määrättiin kaitafilmin perusteella. Kuormitusta jatkettiin, kunnes liikennemerkin tutkittavaan osaan tuli selviä vaurioita. Liikennemerkin kutakin osaa, taulua, kiinnikettä, pylvästä ja jalustaa testattiin erikseen käyttämällä muissa liikennemerkin osissa tavallista vahvempia osia. Keskeisen kuormituksen jälkeen kuormitettiin liikennemerkin reunaa toispuoleisen kuorman aiheuttamien vaurioiden selvittämiseksi.



Lava

Taustalevy



Liikennemerkki



Kamera



Hiekkapussin nopeus liikennemerkin kohdalla:

$$v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \times 9.82 \times 5.0} = 9.9 \text{ m/s}$$

Kuva 1

Liikennemerkkien kokeiluun kehitetty testausmenetelmä

### 2.3 Testausmenetelmän myöhempi käyttö

Koejärjestely osoittautui tarkoituksenmukaiseksi. Kokeessa käytetyt rakenteet ovat käytettävissä myöhemminkin lisätutkimuksia ja markkinoille tulevien uusien rakenneratkaisujen testaamista varten. Saatujen kokemusten perusteella voidaan harkita käyttöön otettavaksi kokeessa sovellettua tekniikkaa vastaava standardikoe, jossa hiekkapussin paino on 7.5 kg. Mikäli markkinoille tulevat uudet ratkaisut eivät kestä tätä kuormitusta, ei rakennetta tulisi käyttää yleisten teiden varsilla paikoissa, joissa esiintyy aerauslumikuormia.



### 3 TUTKITUT RAKENTEET JA KOKEIDEN TULOKSET

Rasituskokeilla pyrittiin selvittämään liikennemerkin eri osien kestävyyttä sekä vertaamaan markkinoilla olevia liikennemerkin eri osien rakenteellisia ratkaisuja. Työn yhteydessä kerättiin ja ideoitiin uusia ratkaisuja liikennemerkin edelleen kehittämiseksi. Eräiden uusien ratkaisujen osalta tehtiin myös rasituskokeita ajatusten käyttökelpoisuuden testaamiseksi.

#### 3.1 Taulu

Liikennemerkin taululle voidaan asettaa joukko yleisiä vaatimuksia, jotka taulun tulisi täyttää:

- taulun tulee kestää auraslumikuormat siten, että siihen ei tule pysyviä taipumia tai murtumia
- taulun pinnan tulee täyttää liikennemerkkikalvon kiinnittämisen asettamat vaatimukset ja taulumateriaalin tulee kestää sään vaikutukset
- tauluun ei saa tulla painumia tai murtumia kiinnikkeiden kohdalle eikä taulu saa joustaa kuormitustilanteessa niin paljon, että liikennemerkkikalvo rikkoutuu
- kestää riittävästi ilkivaltaa
- kohtuuhintainen

#### 3.1.1 Tutkitut taulurakenteet

Seuraavassa luettelossa on esitetty kokeen yhteydessä tutkitut taulurakenteet:

- alumiinilevy, 3 mm, reunataivutuksin
  - o ympyrä
  - o kolmio
  - o lisäkilpi 200 x 640
- alumiinilevy, 2 mm, reunataivutuksin, reunakiinnitys
  - o ympyrä
  - o kolmio
  - o lisäkilpi 200 x 640

- liikennemerkkivaneri, 9 mm
  - o ympyrä
  - o kolmio
  - o lisäkilpi 200 x 640
- liikennemerkkivaneri, 12 mm
  - o ympyrä
  - o kolmio
  - o lisäkilpi 200 x 640
  - o lisäkilpi 200 x 900
- ohutviiluinainen vaneri, 12 mm, 600 x 600
- lujitemuovi
  - o ympyrä
  - o kolmio
  - o lisäkilpi 200 x 640
- alumiiniprofiili (MP-profiili)
  - o lisäkilpi 320 x 900

Taulukossa 1 on esitetty rasisuskokeiden tulokset liikenne-merkin taulujen osalta.

## LIIKENNEMERKIN TAULUJEN RASITUSKOKEIDEN TULOKSET

Taulun materiaali, muoto ja kiinnitys	Hiekkapussin paino			Huom!
	5.0 kg	7.5 kg	10.0 kg	
Alumiini, 3 mm, reunataivutuksin. Ympyrä, jäykkä kiinnitys, kuormitus keskeinen.	Lievä painuma, jolla ei merkitystä.	Merkki taipunut keskeltä pylvästä vasten.	Huomattava painuma keskellä merkkiä, pylvään jälki painunut merkkiin.	
Alumiini, 3 mm, reunataivutuksin. Ympyrä, kuormitus epäkeskeinen.	Lievä taipuma, jolla ei merkitystä.	Selvä taipuma, haittaa käytännössä merkin lukemista.	Merkki taipui 30° kulmaan.	
Alumiini, 3 mm, reunataivutuksin. Kolmio, jäykkä kiinnitys. Kuormitus keskeinen.	Merkki keskeltä pylvästä vasten taipunut.	Huomattava painuma. Pylvään jälki painunut merkkiin.		Kiinnikkeiden etäisyys ympyrämerkkiin verrattuna lisää painumaa
Alumiini, 3 mm, reunataivutuksin. Kolmio, jäykkä kiinnitys, kuormitus epäkeskeinen.	Nurkka taipui. Haittaa merkin lukemista. Vaatii oikaisun.	Selvä taipuma. Haittaa huomattavasti lukemista.	Huomattava taipuma. Merkki taipunut n. 40°.	
Alumiini, 3 mm, reunataivutuksin. Lisäkilpi 200 x 640. Jäykkä kiinnitys, kuormitus epäkeskeinen.	Huomattava taipuma n. 40°. Vaatii merkin oikaisun.	Taipuma kasvoi n. 45° kulmaan.		
Alumiini, 2 mm, reunataivutuksin. Ruotsalaismallinen reuna-kiinnitys. Ympyrä, kuormitus epäkeskeinen.	Huomattava taipuma n. 30°. Vaatii merkin oikaisun.	Taipuma kasvoi n. 45° kulmaan.		
Alumiini, 2 mm, reunataivutuksin. Ruotsalaismallinen reuna-kiinnitys. Kolmio, kuormitus keskeinen.	Painuma. Merkki keskeltä kiinni pylväessä.	Painuma lisääntyi. Pylväs painoi merkkiin näkyvän lommon.	Pylvään jälki painunui merkkiin n. 20 cm pituudella.	

## LIIKENNEMERKIN TAULUJEN RASITUSKOKEIDEN TULOKSET

Taulun laatu ja merkki	Hiekkapussin paino			Huom!
	5.0 kg	7.5 kg	10.0 kg	
Alumiini, 2 mm, reunataivutuksin. Ruotsalaismallinen reunakiinnitys. Kolmio, kuormitus epäkeskeinen.	Pieni taipuma. Ei haittaa merkin lukemista.	Huomattava taipuma. Vaatii oikaisun.	Merkkiin n. 45 <sup>o</sup> suuruisen taipuma.	
Alumiini, 2 mm. Lisäkilpi 200 x 640, kuormitus epäkeskeinen.	Suuri taipuma, n. 45 <sup>o</sup> . Reunataivutukset lommahaneet, vaikea suoristaa.			
Vaneri, 9 mm. Ympyrä, jäykkä kiinnitys, kuormitus keskeinen.	Ei vaurioita	Ei vaurioita	Ei vaurioita	Ei vaurioita vielä 12.5 kg:n kuormalla.
Vaneri, 9 mm. Ympyrä, jäykkä kiinnitys, kuormitus epäkeskeinen.	Ei vaurioita	Ei vaurioita	Muoviset aluslevyt rikkoutuvat. Ruuvien kannat uppoavat vaneriin.	
Vaneri, 9 mm. Kolmio, jäykkä kiinnitys, kuormitus epäkeskeinen.	Ei vaurioita	Ei vaurioita	Halkeama kiinnikkeen kohdalla, aluslevynä pieni muovilevy. Muovi-aluslevyt rikkoutuvat. Ruuvien kannat painuvat vaneriin.	Kiinnityspultit vanerin läpi kuormalla 12.5 kg.
Vaneri, 9 mm. Lisäkilpi 200 x 640, jäykkä kiinnitys. Kuormitus epäkeskeinen	Ei vaurioita	Kalvo rikkoutui. Taulussa ei vaurioita hyvän joustavuuden tähden. Kalvo ei joustayhtä paljon.	Kalvossa vaurioita molempien kiinnikkeiden kohdalla.	
Vaneri, 12 mm. Ympyrä, jäykkä kiinnitys, kuormitus epäkeskeinen.	Ei vaurioita	Muovialuslevyt alkavat murtua ruuvien kantojen alkaessa upota vanerin sisään.	Kiinnitysruuvien kannat uppoavat vaneriin.	
Vaneri, 12 mm. Kolmio, jäykkä kiinnitys, kuormitus epäkeskeinen.	Ei vaurioita	Kiinnitysruuvi vanerin läpi. Ei aluslevyjä.		

## LIIKENNEMERKIN TAULUJEN RASITUSKOKEIDEN TULOKSET

Taulun laatu ja merkki	Hiekkapussin paino			Huom!
	5.0 kg	7.5 kg	10.0 kg	
Vaneri, 12 mm, lisäkilpi 200 x 640, kuormitus epäkeskeinen.	Ei vaurioita	Kiinnikkeiden kohdalla kilvessä halkeama.	Kilpi katkesi	
Vaneri, 12 mm. Lisäkilpi 200 x 900 mm, kuormitus epäkeskeinen.	Kilpi katkesi			
Ohutviiluin vaneri, 12 mm. 600 x 600, aluslevyt 20 mm	Ei vaurioita	Ei vaurioita	Ei vaurioita	Ei vaurioita vielä 15.0 kg:n kuormalla. Rakennetta käytettiin tutkittaessa lähinnä varsien kestävyyttä.
Lujitemuovi. Kalvo pinnassa. Ympyrä, kuormitus epäkeskeinen.	Ei vaurioita	Kalvo rikkoutui. Taulussa ei vaurioita hyvän joustavuuden tähden. Kalvo ei jousta yhtä paljon.	Kalvossa vaurioita molempien kiinnikkeiden kohdalla.	
Lujitemuovi. Kolmio. Kalvo pinnassa. Kuormitus epäkeskeinen.	Ei vaurioita	Lievä halkeama kalvossa kiinnikkeen kohdalla.	Merkin jäykistetaivutus alareunasta poikki. Kalvossa vaurioita molempien kiinnikkeiden kohdalla.	
Lujitemuovi. Kalvo pinnassa. Lisäkilpi 200 x 640. Kuormitus epäkeskeinen.	Kilvessä ei vaurioita. Kilpi joustaa kuormituksesta voimakkaasti.	Samat havainnot	Runsaasti hiushalkeamia.	Lujitemuovilisäkilpi joustaa kuormilla niin voimakkaasti, että kalvo ei säily vauriotta.
MP-profiili, alumiini, lisäkilpi 320 x 900.	Ei vaurioita	Hyvin lievä taipuma	Lievä taipuma	12.5 kg:n taipuma 40

### 3.1.2 Johtopäätökset

Yleisimmin käytössä oleva taulumateriaali on 3 mm vahvuinen alumiinitaulu. Rasituskokeiden pohjalta voidaan todeta, että tämä taulumateriaali kestää tyydyttävästi auraslumikuormia. Suuret auraslumikuormat pyrkivät kuitenkin vääntämään sitä, tämä koskee etenkin kolmiomerkin kulmia. Kokeessa oli mukana myös kolmea millimetriä ohuempia alumiinitauluja, mutta ne kes- tivät heikosti rasituksia ja vääntyivät helposti.

Tehtyjen rasituskokeiden pohjalta tuntuu 9 mm vaneritaulu sopi- vimmalta materiaalilta tavallisten liikennemerkkien pohjaksi. Vanerimerkin kestävyyttä kiinnityspulttien kohdalla parantaa riittävän suurten ( $\emptyset$  noin 15 mm) aluslevyjen käyttö kiinnikkei- den pulteissa. Aluslevyt voidaan maalata tarvittaessa kiinni- tyskohtaa vastaavalla liikennemerkkivärillä.

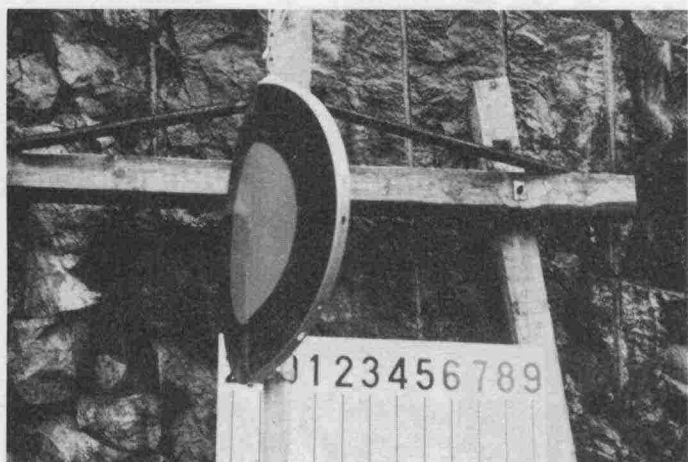
Lisäkilpien muoto aiheuttaa sen, että ne joutuvat suurempien taivutusvoimien alaiseksi kuin pyöreä liikennemerkki. Kun las- ketaan auraslumikuorman aiheuttamat suhteelliset vääntömomen- tit pyöreälle liikennemerkille, 640 mm:n ja 900 mm:n lisäkilvel- le, saadaan suhdeluvut 1.0, 1.7 ja 3.5.

Kokeilluista lisäkilpimateriaaleista kesti parhaiten alumiini- nen MP-profiili. Toinen hyväksyttävä lisäkilpimateriaali on 12 mm:n vaneri. Pitkissä lisäkilvissä saattaa tämäkin vaneri- vahvuus olla liian pieni. Lisäkilven kestävyyttä voidaan paran- taa asettamalla kiinnikkeen kohdalle n. 20 cm pala vaneria. Taulun ollessa joustavaa materiaalia, kuten lasikuitua, rik- koontuu liikennemerkkikalvo taulun vääntyessä, vaikka taulu py- syykin ehjänä.

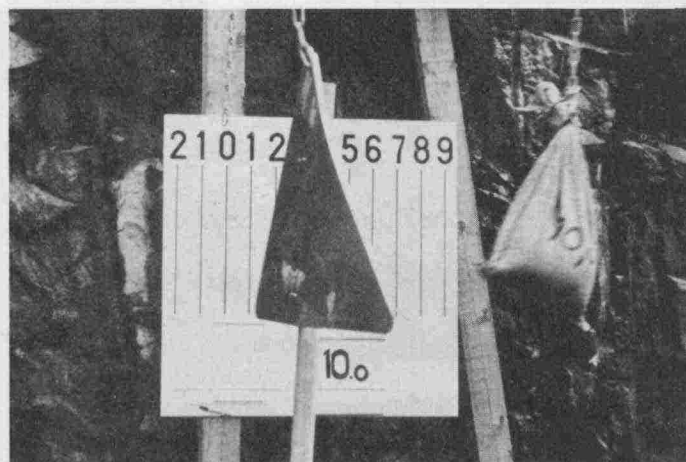
Kuvassa 2 on eräitä esimerkkejä tauluihin rasituskokeessa syntyvistä vaurioista.

### 3.1.3 Ideoita taulun kehittämiseksi

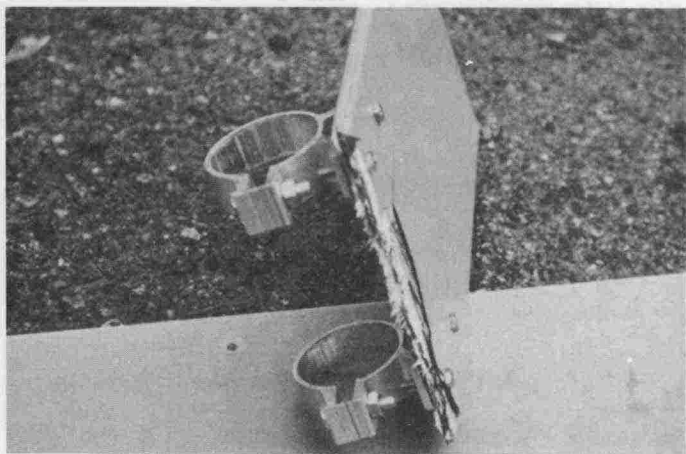
Kokeessa todettiin, että kolmion muotoisen alumiinimerkin nur- kat taipuvat varsin helposti. Tilannetta voitaneen parantaa asentamalla taulun vaakasuoran sivun puoleisen kiinnikkeen koh- dalle jäykiste alumiiniprofiilista.



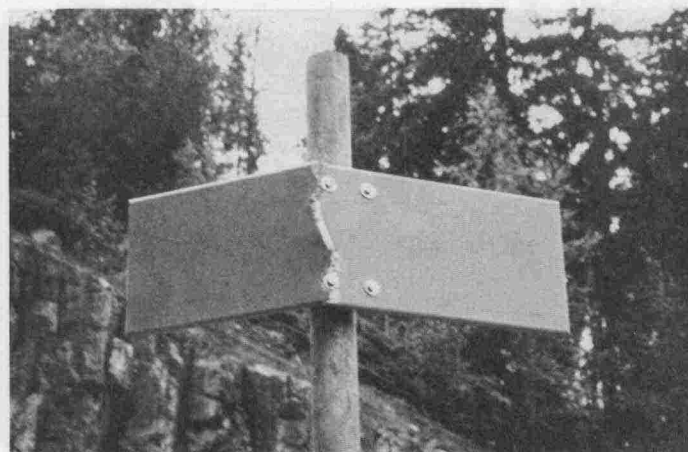
2 mm alumiinitaulu vääntynyt



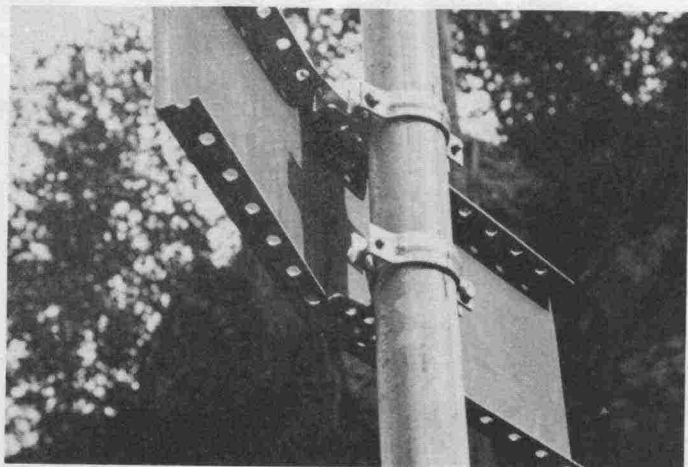
3 mm alumiinitaulu vääntynyt 10 kg:n hiekkapussin iskusta



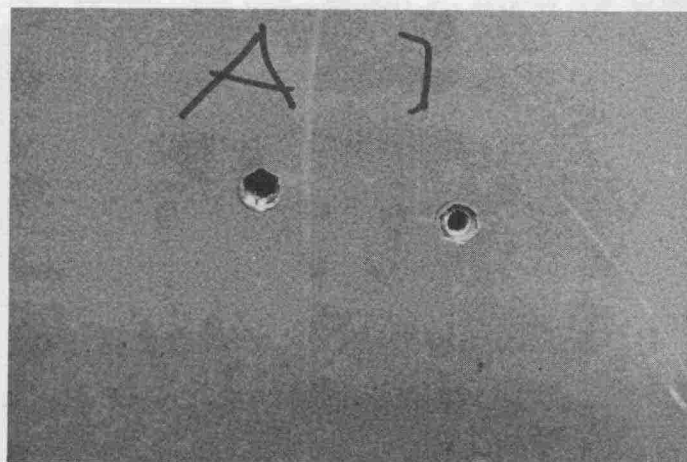
Vanerinen lisäkilpi 12 mm taittunut kiinnikkeiden kohdalta



Vanerinen lisäkilpi 9 mm taittunut



Alumiininen lisäkilpi 2 mm reunakiinnityksellä vääntynyt



Kiinnityspulttien kannat menneet vaneritaulun läpi

### 3.2 Kiinnike

Liikennemerkin kiinnikkeelle voidaan asettaa seuraavat yleiset vaatimukset:

- kiinnike ei saa luistaa varressa, kun tauluun kohdistuu epäkeskeinen kuorma
- kiinnikkeen tulee olla kyllin tukeva, jotta siihen ei aurautumikuormilla tule pysyviä muodonmuutoksia tai murtumia
- kiinnikemateriaalin tulee kestää säätä ja korroosiota
- kiinnikkeen tulisi olla rakenteeltaan yksinkertainen ja helppo kiinnittää normaaleilla työkaluilla
- kiinnikkeen tulisi olla mieluummin joustava, jotta se suojaa taulua ja liikennemerkin muuta rakennetta aurautumirasituksilta
- kiinnikkeen tulisi kestää riittävästi ilkivaltaa eikä se saisi aiheuttaa painumia tauluun kiinnityskohdassa
- kohtuuhintainen

#### 3.2.1 Tutkitut kiinnikkeet

Alla olevassa luettelossa on esitetty kokeessa tutkitut kiinnikkeet:

- Nokia Oy
  - o vakiomerkin kiinnike
  - o nivelkiinnike
- Purso Oy
  - o vakiomerkin kiinnike
  - o nivelkiinnike
- Olli/Laatukilpi Oy
  - o yleiskiinnike
- Rencotuote Oy
  - o liikennemerkkikiinnike



- Mercari Oy
  - o yleiskiinnike
- Muut kiinnikkeet
  - o Saabin pakoputkikumit
  - o ulokekiinnike saranalla
  - o U-palkkikiinnike

Taulukossa 2 on esitetty kokeessa saadut tulokset kiinnikkeiden kestävydestä.

## LIIKENNEMERKIN KIINNIKKEEN RASITUSKOKEEN TULOKSET

Kiinnikkeen laatu ja merkki	Hiekkapussin paino			Huom!
	5.0 kg	7.5 kg	10.0 kg	
Yksipuolinen vakiokiinnike, alumiini, Nokia Oy.	Kiinnike luisti lievästi. Kiristys suoritettiin normaalisti.	Alumiinipultti ei kestänyt riittävästi kiristämistä. Vaihdettu teräsruuvi tilalle.		Kiinnike katkesi 15.0 kg:n kuormalla toisella iskulla
Nivelkiinnike, alumiini, Nokia Oy.	Kiinnike luisti. Alumiiniruuvi katkesi kiristettäessä.	Alumiiniruuvi korvattiin teräsruuvilla. Luisto loppui.	Kiinnike petti nivelestä.	
Yksipuolinen vakiomerkin alumiinikiinnike, Purso Oy.	Kiinnike kiertyi. Kiristys suoritettu normaalisti.	Kiinnike luisti. Kiinnike jouduttiin kiristämään poikkeuksellisen lujasti (kiristysruuvi taipui).		Kiinnikkeen jalat antoivat periksi 12.5 kg:n kuormalla. Molemmat kiinnikkeet katkesivat 15.0 kg:n kuormalla ensimmäisellä iskulla.
Nivelkiinnike, alumiini, Purso Oy.	Kiinnike luisti ollessaan normaalisti kiristetty.	Kiinnike kiristetty poikkeuksellisen lujasti kiertymisen estämiseksi	Kiinnike petti nivelestä	
Yleiskiinnike, sinkitty teräs, Olli/Laatukilpi Oy.	Kiinnike kiertyi	Kiinnikkeen kaula vääntyi. Kiinnikkeen kiristysvara käytettiin loppuun kiertymisen estämiseksi.		Kiinnikkeet luistivat jo 5.0 kg:n kuormalla niiden ollessa normaalisti kiristetyt. Kokeen jatkuessa kiristysvara käytettiin kokonaan.
Yleiskiinnike, sinkitty teräs, Rencotuote Oy.	Lievä kiertymä. Kiristys suoritettiin normaalisti.	Kiinnike kiertyi runsaasti ja rikkoutui hitsauksen kohdalta.		
Ruotsalaistyyppinen yleiskiinnike, sinkitty teräs, Mercari Oy.	Kiinnike kiertyi. Kiinnikkeen kiristys suoritettiin normaalisti.	Kiinnike kiertyi. Kiinnikkeen kiristysvarat käytettiin loppuun (korvakkeet yhdessä).		

## LIIKENNEMERKIN KIINNIKKEEN RASITUSKOKEIDEN TULOKSET

Kiinnikkeen laatu ja merkki	Hiekkapussin paino			Huom!
	5.0 kg	7.5 kg	10.0 kg	
Vakiokiinnike ja pakoputken kiinnityskumi/ Saab.	Ei vaurioita	Ei vaurioita	Ei vaurioita	Ei vaurioita 12.5 kg:n kuormalla. Ei vaurioita varteen. Ei vaurioita tau- luun mate- riaalista riippumatta.
Saranakiinnitys ulokkeessa. Kuormitus kes- keinen.	Ei vaurioita	Ei vaurioita	Ei vaurioita	Kiinnike kes- ti keskeisen kuorman 15.0 kg. Kuormitus reunaan vään- si saranaa. Ei vaurioita varteen.
U-palkki-kiinni- ke, Teräs	Ei vaurioita	Ei vaurioita	Ei vaurioita	Ei vaurioita 10.0 kg:n kuormalla.

### 3.2.2 Johtopäätökset

Kaikkien kokeiltujen kiinnikkeiden kohdalta voidaan todeta, että ne eivät normaalikiristyksellä tartu riittävän hyvin varteeseen, vaan luistavat usein jo varsin pienillä epäkeskeisillä kuormilla. Joukossa oli myös eräitä kiinniketyyppejä, jotka olivat rakenteeltaan varsin heikkoja.

Kuvassa 3 on kokeessa mukana olleet kiinniketyypit ennen ja jälkeen rasituskokeen. Kuvassa 4 on esimerkkejä kokeessa syntyneistä kiinnikevaurioista.

### 3.2.3 Ideoita kiinnikkeen kehittämiseksi

Rasituskokeiden yhteydessä kokeiltiin auton pakoputken kiinnityskumien käyttöä kiinnikkeen ja taulun välissä (kuva 12). Kokeet antoivat hyviä tuloksia. Kokeessa todettiin, että kumit joustavat erittäin hyvin ja estävät taulun rikkoutumisen. Ne ovat kohtuuhintaisia ja ne voidaan asentaa helposti myös vanhoihin liikennemerkkeihin. Etenkin lisäkilvissä saattavat joustinkumit olla käyttökelpoisia. Näitä kumijoustimia on hankittu 1 000 kpl kenttäkokeita varten, jotta saataisiin kokemuksia kumijoustimien toimivuudesta käytännön olosuhteissa.

Nykyisten kiinnikkeiden tarttuvuutta pylväaseen voitaneen parantaa kiinnikkeen ja pylvään väliin asetetulla kitkanauhalla.

Kokeen yhteydessä testattiin myös saranoitua ulokekiinnikettä (kuvat 7 ja 13). Kiinnike kesti rasitukset hyvin. Ulokekiinnikkeen rakenne on edelleenkehittelyn alaisena ja sen käyttökelpoisuutta testataan Oulun piirissä käytännön kokemusten saamiseksi. Ulokekiinnikkeessä voidaan sarana mahdollisesti korvata palalla jousiterästä, joka pitää taulun normaalioloissa paikallaan, mutta joustaa kun auraslumi iskeytyy liikennemerkkiin.

Kiinnikettä voidaan kehittää tekemällä liikennemerkkin puoleinen osa kumista kuvan 5 kiinnikkeen periaatteen mukaisesti. Tämän tapainen kiinnike on rakenteeltaan yksinkertainen ja joustaa kuormitustilanteissa.

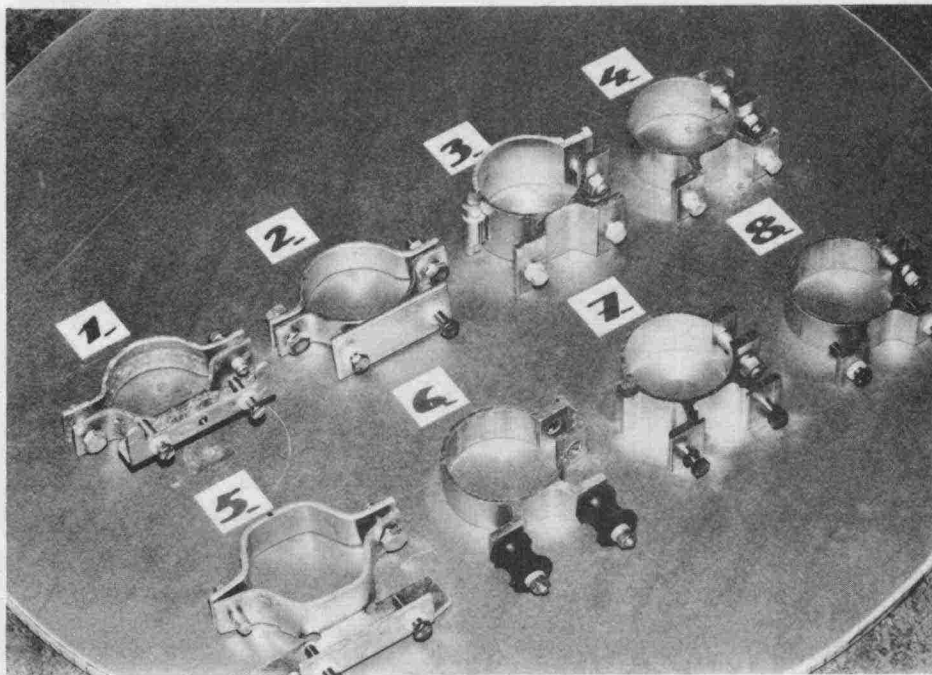
Kiinnike voidaan myös tehdä kokonaan kumista, jolloin sen kiinnittäminen liikennemerkkin varteeseen voidaan tehdä letkun kiristäjillä. Kokonaan kumista tehty liikennemerkkin kiinnikkeet voidaan muotoilla tavanomaisesta kiinnikkeestä täysin poikkeavalla tavalla, kuva 6.

Nykyisiä metallisia kiinnikkeitä voitaisiin kehittää vahvistamalla niiden rakennetta sekä varustamalla kiinnikkeen sisäpinta urilla tai pintakäsittelyllä kiinnikkeen tarttumisominaisuuksien parantamiseksi.

Merkin kiinnitys vaneri- tai puuvarteen voidaan tehdä pultaamalla se suoraan varteen.

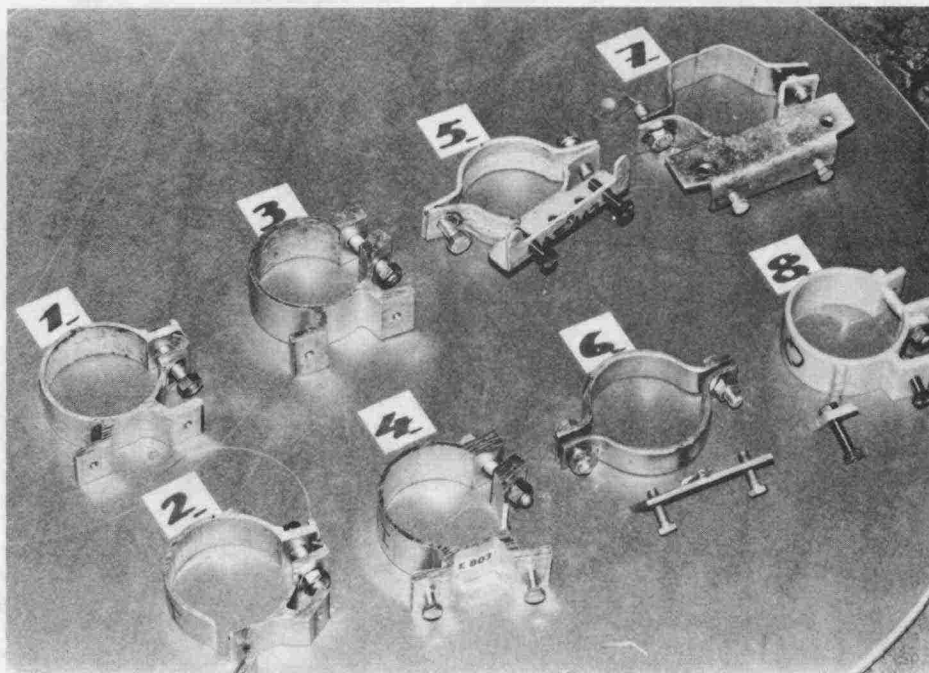
Kiinnikkeen taulua vasten oleva kantaosa tulisi olla nykyistä suurempi, jotta se ei painuisi liian helposti tauluun.

Käytettäessä vaneritaulua, voidaan kiinnityspulttien aluslevyt tehdä metallista tai muovista. Tällöin aluslevyt voidaan maalaata valmiiksi eri liikennemerkkiväreillä, jolloin on aina käytävissä pohjan värinen aluslevy.



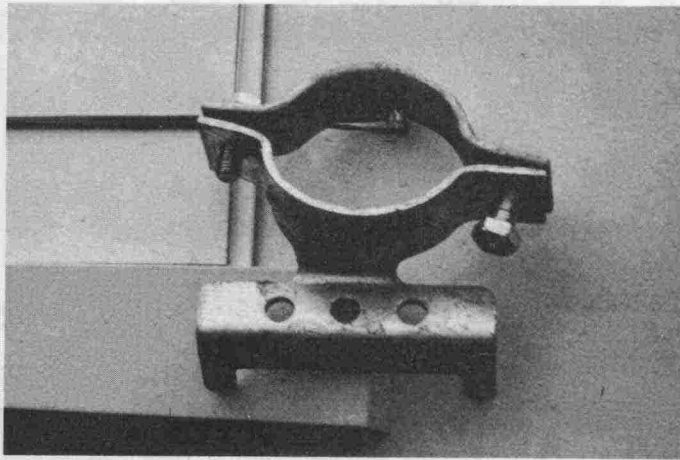
Kokeessa mukana olleet kiinniketyypit:

- 1 yleiskiinnike Olli/Laatukilpi Oy
- 2 yleiskiinnike/Rencotuote Oy
- 3 nivelkiinnike/Purso Oy
- 4 kiinnike/Nokia Oy
- 5 yleiskiinnike/Mercari Oy
- 6 kiinnike varustettuna joustinkumeilla/  
Saab 96
- 7 nivelkiinnike/Nokia Oy
- 8 kiinnike/Purso Oy

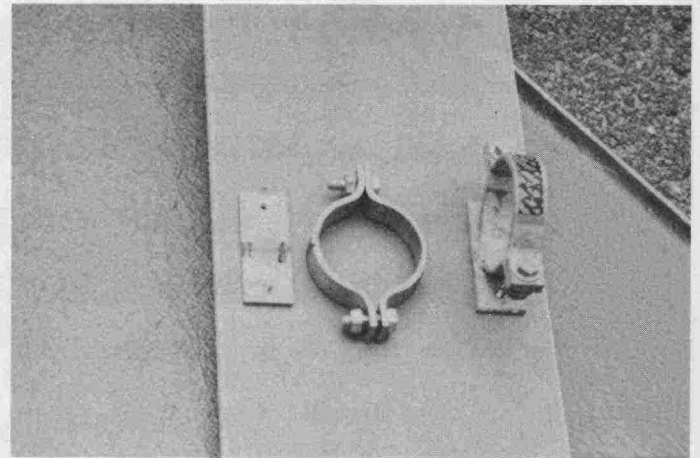


Kiinnikkeet rasituskoekiden jälkeen

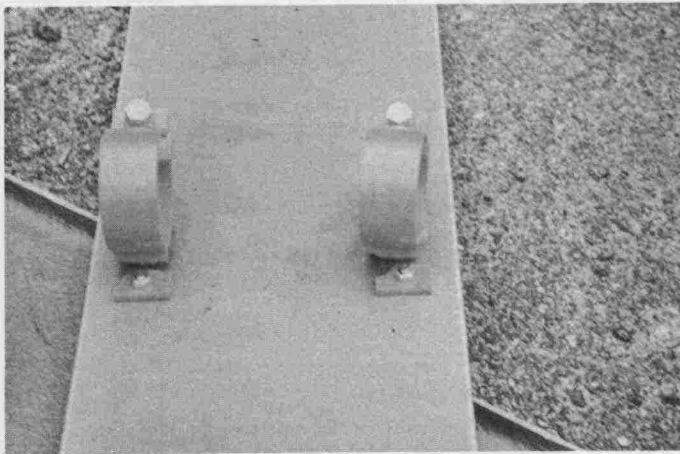
- 1 Purso Oy
- 2 Purso Oy
- 3 Nokia Oy
- 4 Nokia Oy
- 5 Olli/Laatukilpi Oy
- 6 Rencotuote Oy
- 7 Mercari Oy
- 8 Muovikiinnike



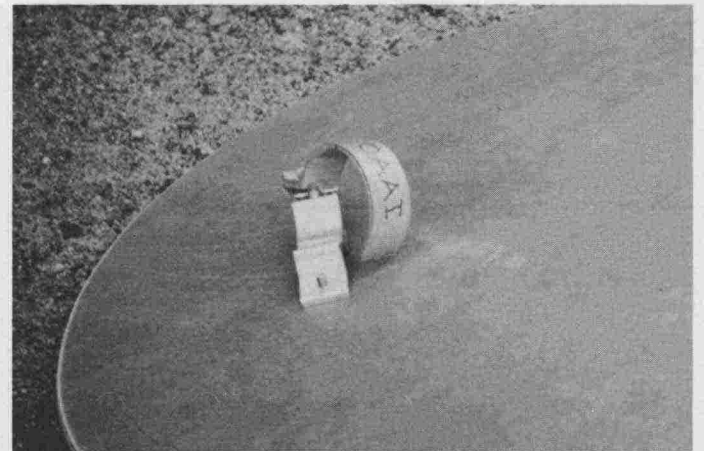
Kiinnikkeen kaula vääntynyt



Kiinnike katkennut hitsauksen kohdalta



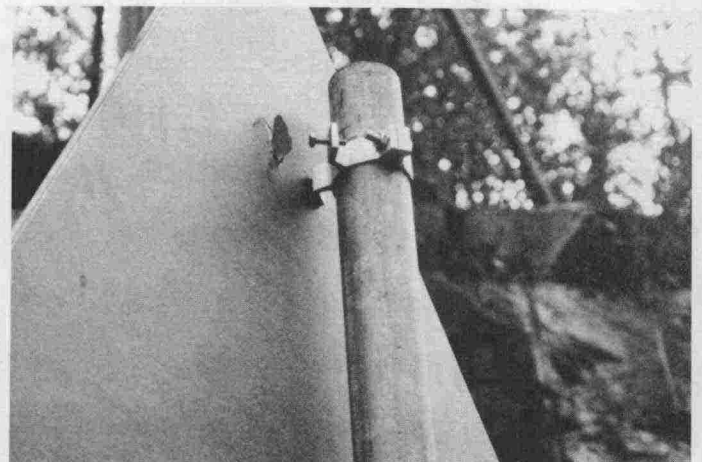
Muovikiinnike katkennut



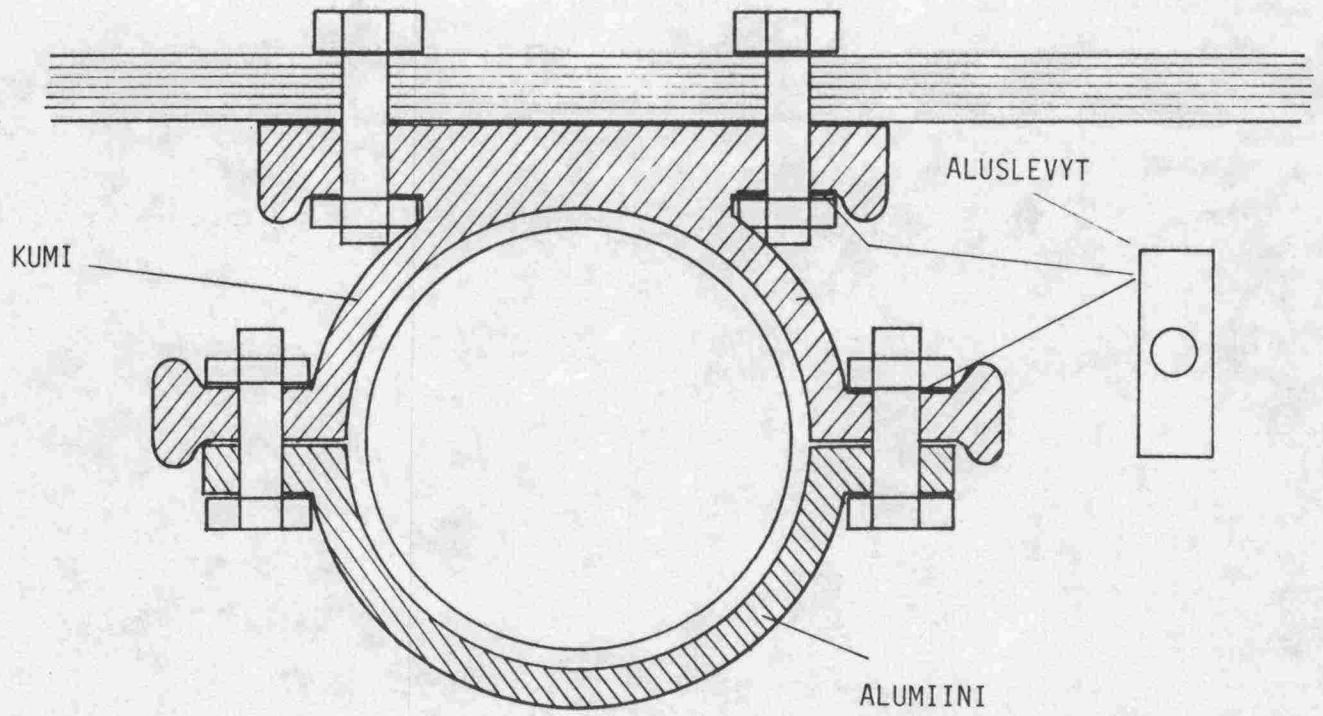
Alumiinikiinnike katkennut



Alumiinikiinnike katkennut

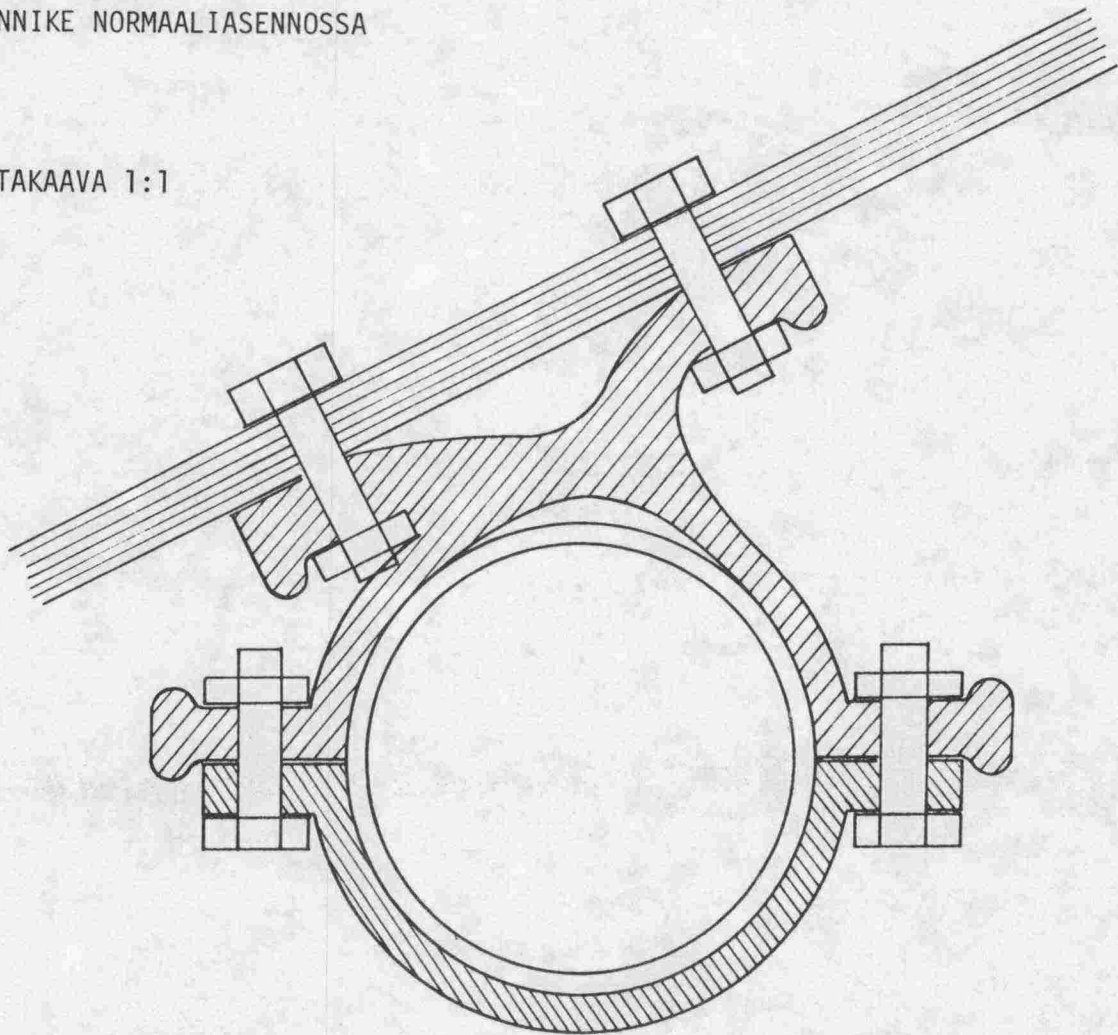


Ilman aluslevyä oleva kiinnikkeen pultti tullut vaneritaulun läpi



KIINNIKE NORMAALIASENNOSSA

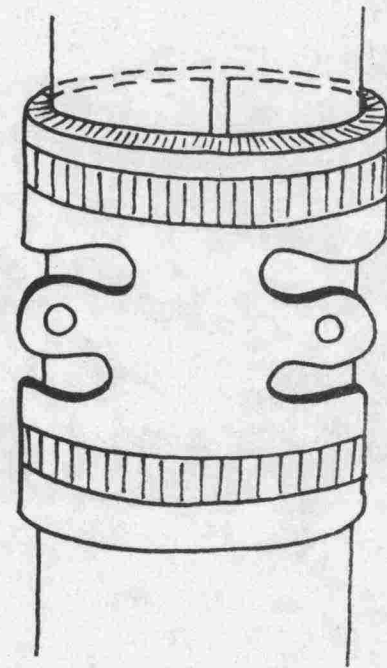
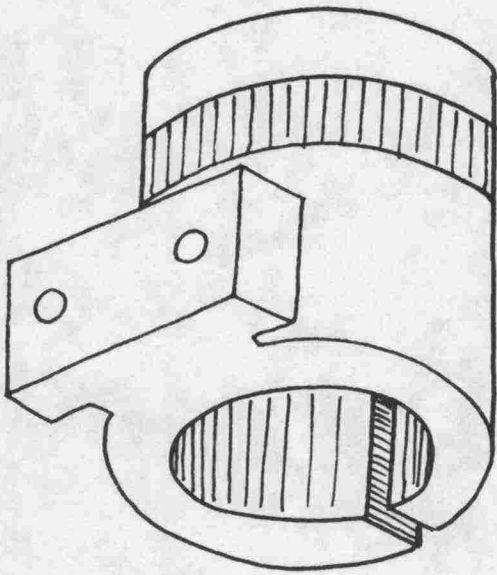
MITTAKAAVA 1:1

KIINNIKE TOISPUOLISEN  
RASITUKSEN ALAISENA

Kuva 5

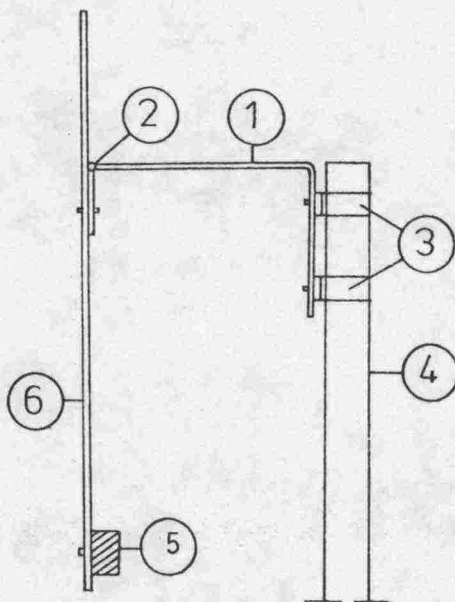
EHDOTUS OSITTAIN KUMISEKSI  
LIIKENNEMERKIN KIINNIKKEEKSI





Kuva 6

Ideoita kumisiksi kiinnikkeiksi.  
Kiinnitys varteen letkunkiristä-  
jällä.



Kuva 7

Kokeissa käytetty ulokekiinnike

- |   |  |
|---|--|
| 1 | Taivutettu lattarauta $\neq$ 80 x 6 mm |
| 2 | Sarana                                 |
| 3 | Normaalit liikennemerkkikiinnikkeet    |
| 4 | Liikennemerkkipylväs                   |
| 5 | Joustinkumi                            |
| 6 | Liikennemerkki                         |

### 3.3 Pylväs

Liikennemerkkipylväälle voidaan asettaa seuraavat yleiset vaatimukset:

- liikennemerkkin pylvään tulee kestää auraslumikuormat ilman, että siihen tulee pysyviä taipumia tai murtumia. On eduksi, että pylväs joustaa kuormitus-tilanteissa noin 40-50 cm. Tämä vähentää tauluun ja kiinnikkeisiin syntyviä vaurioita ja estää myös lumen tarttumista tauluun. Pylväs pitäisi voida oikais- ta, jos siihen tulee pysyviä taipumia
- pylvään tulee kestää riittävästi ilkivaltaa
- on eduksi, jos pylväs ei aiheuta autolle eikä matkustajille tarpeettomia vaurioita törmäystilan- teessa

#### 3.3.1 Tutkitut pylvästyypit

Seuraavassa luettelossa on esitetty rasituskokeissa tutkitut pylvästyypit:

- o teräsputki  $\varnothing$  60.3 x 2.9 kuumasinkitty
- o teräsputki  $\varnothing$  60.0 x 2.0 kuumasinkitty
- o teräsputki  $\varnothing$  60.3 x 2.25 kuumasinkitty
- o alumiiniputkiprofiili  $\varnothing$  60 malli/Nokia
- o lankku 50 x 100
- o vaneripylväs 50 x 70
- o lujitemuovipylväs  $\varnothing$  60

Taulukossa 3 on esitetty rasituskokeissa liikennemerkkipylväis- tä saadut tulokset.

## LIIKENNEMERKKIPYLVÄÄN RASITUSKOKEIDEN TULOKSET

Pylvään laatu	Hiekkapussin paino			Huom!
	5.0 kg	7.5 kg	10.0 kg	
Sinkitty teräsputki $\varnothing$ 60.3 mm + 1 % 2.9 mm + 10 % Fe37B SFS 200 todistus SFS 3-2 v Rautaruukki	Ei vaurioita	Ei vaurioita	Ei vaurioita	Pysyvä taipuma 12.5 kg:n kuormalla.
Sinkitty teräsputki $\varnothing$ 60.0 mm + 0.50 x 2.0 + 10 + % Z1 (SFS 655) Z28 (SFS 675) Rautaruukki	Ei vaurioita	Pysyvä taipuma		
Sinkitty teräsputki $\varnothing$ 60.3 mm + 1 % 2.25 mm + 10 % SIS 1232 HF Ruotsalainen	Ei vaurioita	Ei vaurioita	Ei vaurioita	Pysyvä taipuma 12.5 kg:n kuormalla.
Alumiiniputki-profiili, 60 mm, Nokia Oy.	Lievä taipuma	Pysyvä taipuma		
Puuvarsi, 50 x 100 mm	Ei vaurioita	Ei vaurioita	Varsi katkesi oksan kohdasta.	
Lujitemuovivarsi, 60 mm	Ei vaurioita	Ei vaurioita	Jalustan kiilat luistivat helposti	Varsi murtui 15.0 kg:n kuormalla
Vaneripylväs 50 x 70 mm, Ahlström Oy.	Ei vaurioita	Ei vaurioita	Ei vaurioita	Ei vaurioita 15.0 kg:n kuormalla. Taipuu runsaasti suurilla kuormilla.

### 3.3.2 Johtopäätökset

Tuloksia arvioitaessa on otettava huomioon, että liikennemerkipylvään tulee kestää suurempia kokonaiskuormia kuin taulun tai kiinnikkeen, koska pylväässä usein on sekä taulu että lisäkilpi, jolloin avarauslumikuorma kasvaa.

Kokeiden perusteella voidaan todeta, että yleisesti käytössä oleva sinkitty teräsputkipylväs ( $\emptyset$  60, 3 mm, seinämän paksuus 2.9 mm) täyttää hyvin yleisten teiden varsilla käytettävälle liikennemerkin varrelle asetettavat kuormitusvaatimukset. Kokeen perusteella tuntuu ruotsalainen teräsputkipylväs, jonka seinämävahvuus on 2.25 mm myös käyttökelpoiselta. Ohutseinäinen (2.0 mm) teräsputkipylväs ei kokeen perusteella kestä riittävästi avarauslumikuormia.

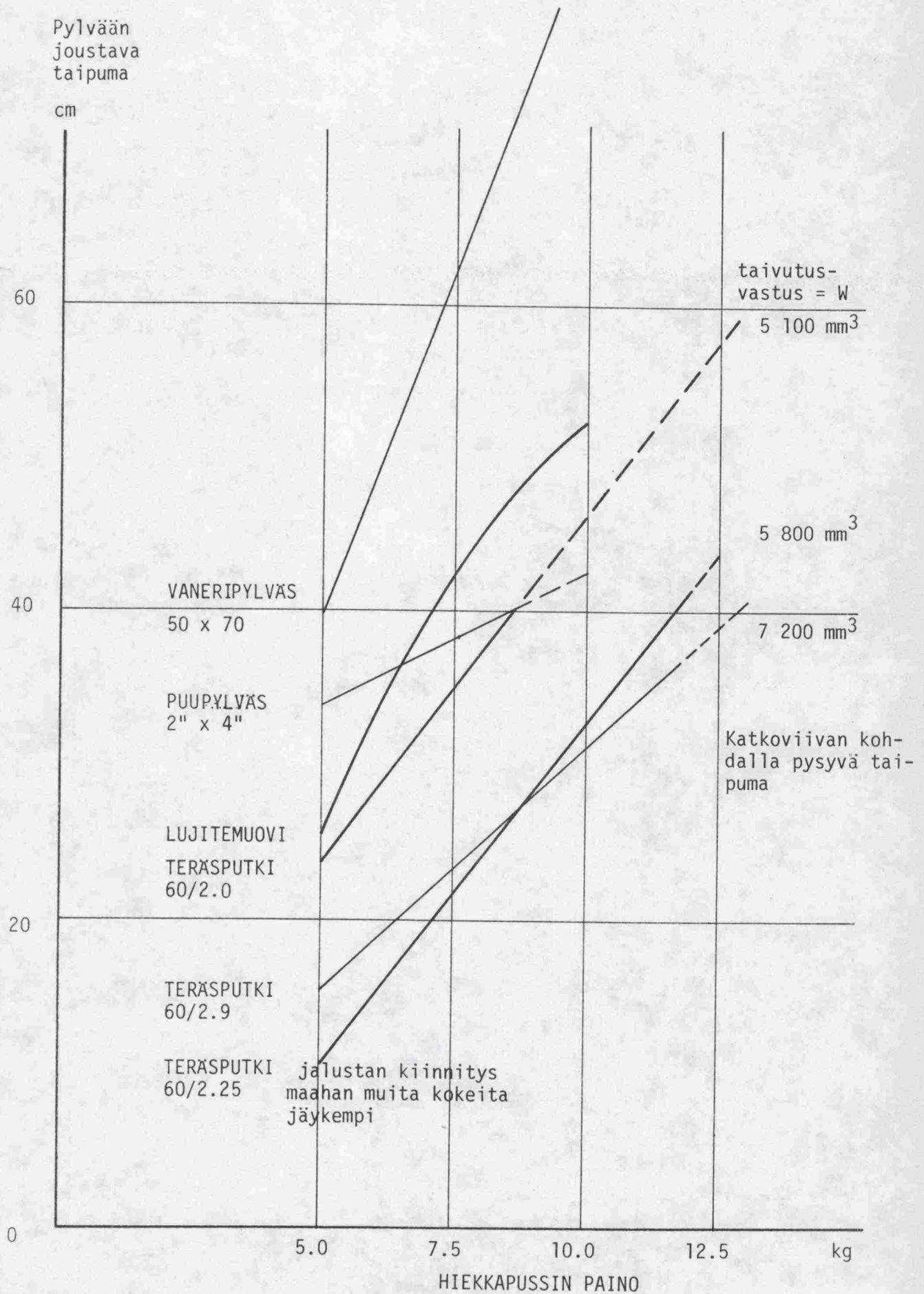
Kuvassa 8 on esitetty käyrästä kokeiltujen pylvästyypin taipumista eri kuormituksilla. Käyrästä tutkittaessa on otettava huomioon, että kokeen alkuvaiheissa ei jalustan kiinnitys ollut ehdottoman jäykkä, vaan se jousti hieman kuormituksen alaisena ja täten myös lisäsi jonkin verran pylvään mitattuja taipumia. Tutkittaessa teräsputkipylvästä, jonka seinämävahvuus oli 2.25 mm, oli jalusta kiinnitetty täysin jäykästi, joten tämän pylvästyypin kohdalla ovat mitatut taipumat suhteellisesti pienempiä kuin muiden pylväiden kohdalla.

Kokeessa testattu 50x70 mm:n vaneripylväs kesti hyvin ja jousti runsaasti kuormitustilanteessa. Vaneripylvään joustavuus vähentää myös lumen tarttumista tauluun. Myönteisten koetulosten perusteella voidaan vaneripylvään käyttöönottoa suositella.

Kokeessa testattiin myös tavallisen 50 x 100 mm:n lankun eli "kakkosnelosen" kestävyyttä liikennemerkkivartena. Tämä materiaali tuntuu varsin sopivalta tilapäisissä liikennemerkeissä käytettäväksi. Materiaalissa ei kuitenkaan saa olla oksia, koska varsi heikkenee niiden kohdalla ratkaisevasti.

### 3.3.3 Ideoita pylvään kehittämiseksi

Uutena pylväsmateriaalina voitaisiin tutkia lahosuojatun liimapuorakenteen käyttöä. Nelikulmainen metallipylväs saattaa olla käyttökelpoinen ja tutkimisen arvoinen ratkaisu.



Kuva 8

Liikennemerkkipyöväiden taipumat  
eri kuormituksilla

### 3.4 Jalusta

Liikennemerkkin jalustalle voidaan asettaa seuraavat yleiset vaatimukset:

- varsi pysyy kiinni jalustassa eikä se luista epäkei-  
keisen auraslumikuorman kohdistuessa liikennemerk-  
kiin
- jalustan tulee kestää varovainen pudottaminen kuorma-  
auton lavalta
- jalustan tulee olla helposti käsiteltävä ja pysty-  
tettävissä ilman erikoistyövälineitä
- varsi tulee olla riittävän helposti irroitettavissa  
jalustasta
- kohtuuhintainen

#### 3.4.1 Tutkitut betonijalustatyypit

Kokeilun yhteydessä tutkittiin seuraavat jalustatyypit:

- Mercari Oy
  - o malli P 60/500
- Rymättylän Betoni Oy
  - o RB 660
- Juuriputki lukitusruuvilla
- Betoniin valettu alaosastaan kapeneva ja  
soikionmuotoinen reikä, varren pää litistetty

Kuvassa 9 on esimerkkejä kokeilluista jalustatyypeistä.

Taulukossa 4 on esitetty jalustoista saadut tulokset.

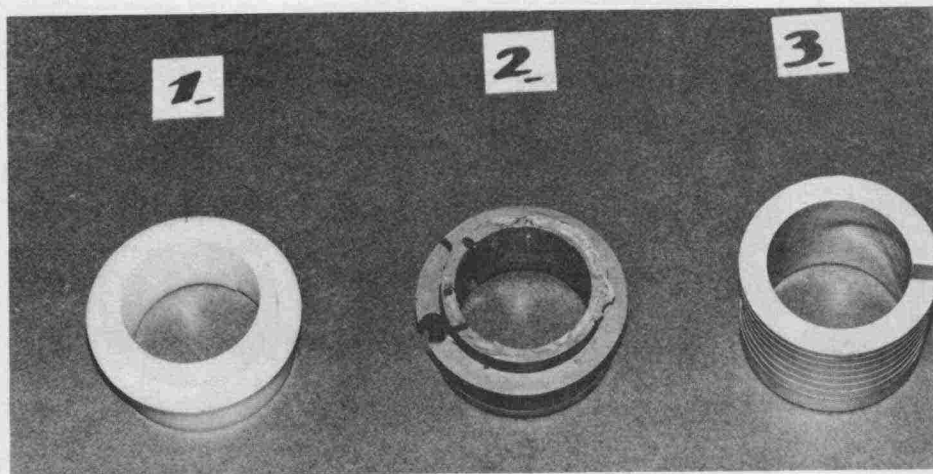
## LIIKENNEMERKKIJALUSTAN RASITUSKOKEIDEN TULOKSET

Jalustan laatu ja merkki	Hiekkapussin paino			Huom!
	5.0 kg	7.5 kg	10.0 kg	
Betonijalusta, Mercari Oy P60/500.	Varsi kiertyi jalustassa.			Varren kiilaus heikko. Jalustan yläosa lohkesi pudotuskokeessa.
Betonijalusta, Rymättylän Betoni RB660	Kiilat luistivat			Kiilaus heikko. Jalustan yläosa lohkesi pudotuskokeessa.
Betoniin valettu juuriputki lukitusruuvilla.	Lukitusruuvit luistivat hieman.	Varsi kiertyi jalustassa.		
Betonijalusta. Reikä alaosasta soikea ja kapea, putken päätä litistetty.	Ei vaurioita	Ei vaurioita	Ei vaurioita	Varsi pysyy tukevasti varressa eikä pyöri.

## 3.4.2 Johtopäätökset

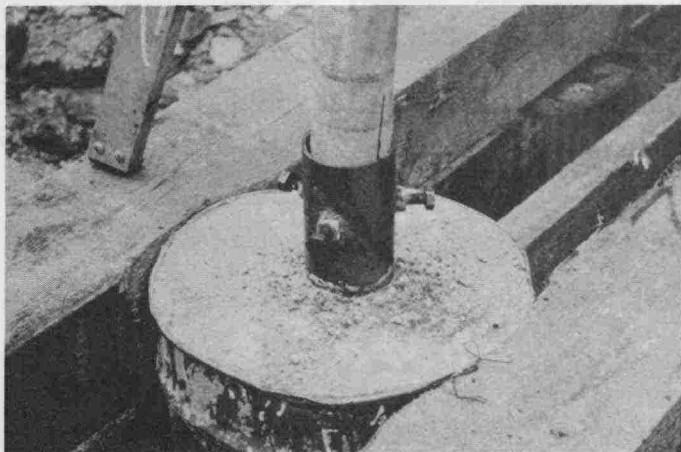
Nykyisten jalustatyyppien suurimpana heikkoutena on kiilausrenkas, joka ei riittävästi estä varren luistamista jalustassa kuormitustilanteessa. Toisaalta saattaa kiilausrenkas juuttua niin lujasti jalustaan, että pylvään irroittaminen on vaikeaa. Mikään tutkituista jalustatyypeistä ei ollut rakenteeltaan tyydyttävä tältä osin.

Kokeillut betonijalustat olivat jalustan yläpään osalta rakenteellisesti siinä määrin heikkoja, että ne murtuivat pudotettaessa jalusta auton lavalta. Jalustojen tulisi kuitenkin kestää tämäntäpainen kuljetusaikainen käsittely.

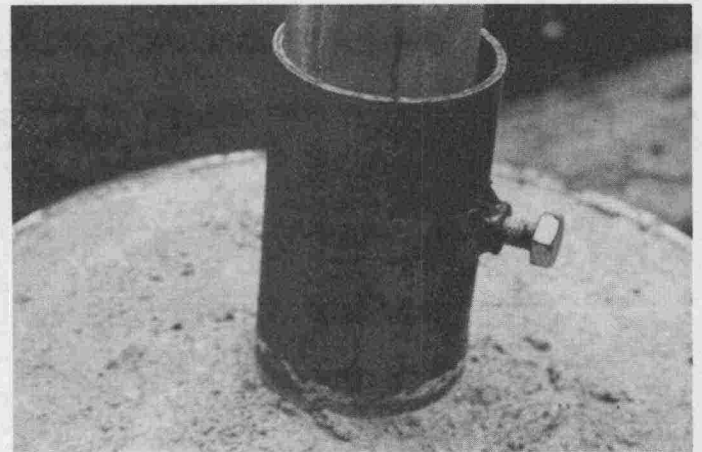


Kokeessa mukana olleet jalustan kiilausrenkaat:

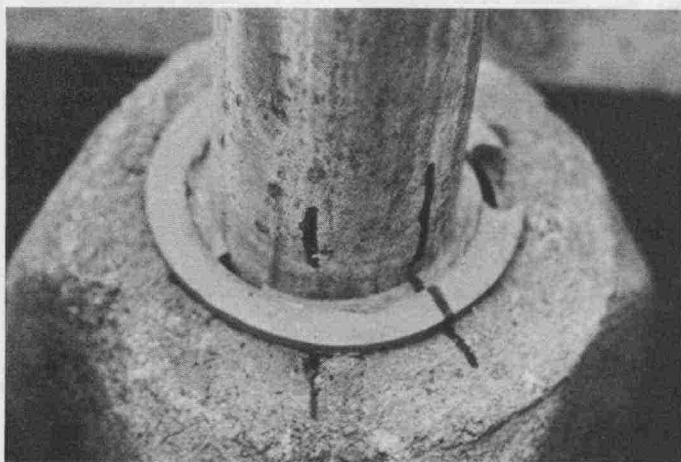
- 1 Mercari Oy
- 2 Rymättylän Betoni Oy
- 3 Rymättylän Betoni Oy



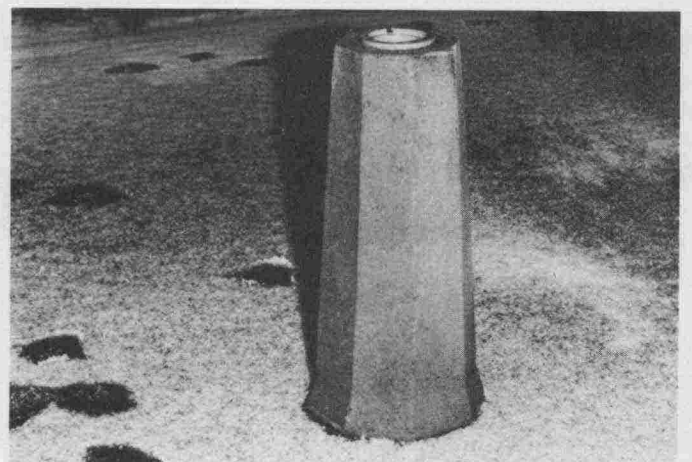
Betoniin valettu juuriputki kolme kiinnitysruuvia



Betoniin valettu juuriputki yksi kiinnitysruuvi



Varsi kiinnitetty jalustaan kiilausrenkailla



Liikennemerkkin betonijalusta



### 3.4.3 Ideoita jalustan kehittämiseksi

Kokeiden yhteydessä testattiin uutta betonijalustatyyppeä, jossa jalustan reikä on alaosastaan kapeneva ja soikion muotoinen (kuva 10). Litistämällä jonkin verran liikennemerkkipylvään päätä, saadaan se asettumaan tukevasti jalustaan ja kiertyminen tehokkaasti estettyä. Kokeet osoittivat, että tämä jalustatyyppe toimii hyvin. Kuvassa 10 on tyyppipiirustus tästä jalustasta. Piirustuksessa on esitetty myös tarvittava raudoitus jalustan yläosan kestävyuden parantamiseksi.

Mm. Helsingin kaupunki on saanut hyviä kokemuksia kiinnitysruuveilla varustetusta juuriputkesta, joka lyödään maahan täryttämällä. Kiinnitysruuvit eivät kuitenkaan tämän kokeen mukaan estä riittävästi varren kiertymistä.

Voidaan harkita myös nelikulmaisen teräsprofiilin käyttöä juuriputkena. Tämä soveltunee puu- ja vaneripylväiden pystyttämiseen.

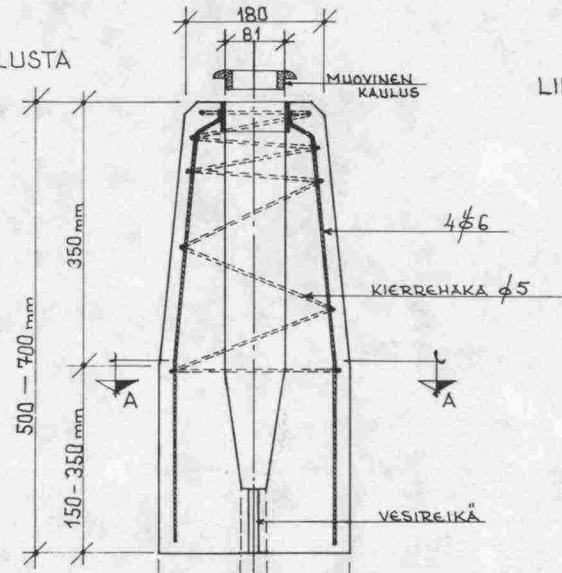
Liikennemerkkin jalusta voidaan myös valmistaa lahosuojatusta massiivisesta puuelementistä. Tämän ratkaisun kustannuksia ja käyttökelpoisuutta ei kuitenkaan tässä kokeessa ole testattu.

Eräissä maalajeissa liikennemerkkipylväs voitaneen junnata suoraan maahan. Tätä varten voitaisiin kehittää lohkorakenteinen kahvoilla varustettu paino, joka varren ympärille asennettuna toimisi junnana.

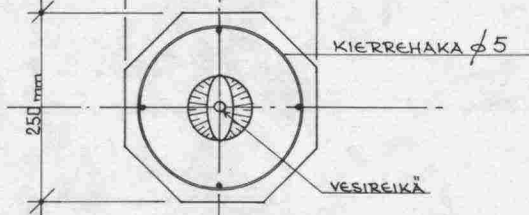
Kiilausrenkaat voitaisiin mahdollisesti varustaa korvakkeilla niiden irrottamisen helpottamiseksi.

Jalustaan kiinni juuttunut liikennemerkkipylväs voidaan irroittaa kiinnittämällä varren alaosaan nivelöity kiinnike ja käyttämällä irtovartta tai rautakankea vipuna (kuva 14).

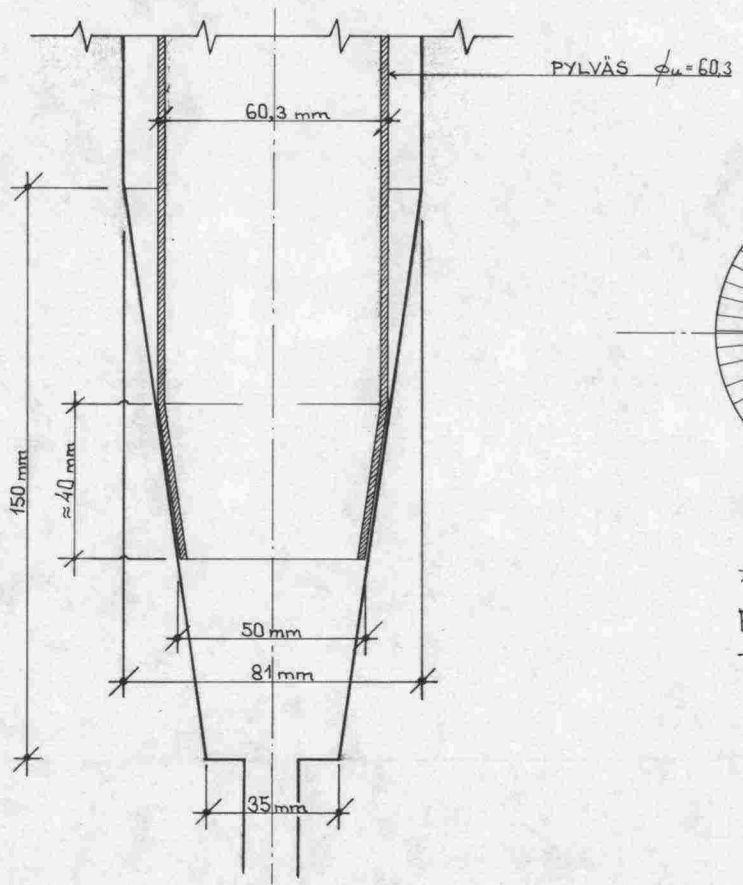
TB - JALUSTA  
1:10



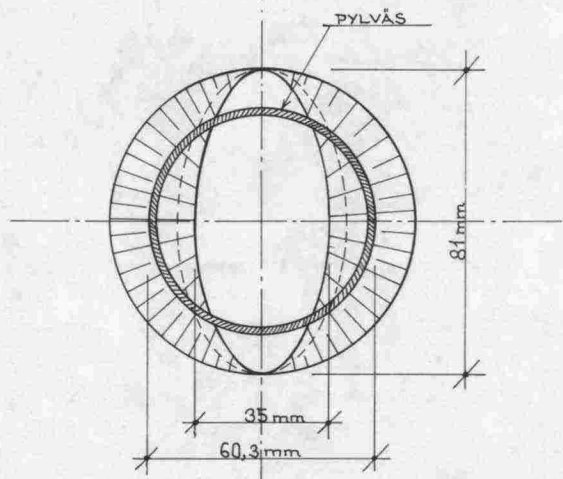
LEIKKAUS A-A  
1/10



LIIKENNERKIPYLVÄÄN PÄÄ 1/2



LIIKENNERKIJALUSTAN REIKÄ  
PÄÄLTÄ 1/2



BETONI: K-30-2 vesitiivis  
TERÄS: A 400 H (φ)  
A 220 (φ)

TVH / LIIKENNETOIMISTO	1/10
LIIKENNERKIN TERÄSBETONINEN JÄLJÄ	1/2
RAKENNEPIIRUSTUS	
<b>VIATEK OY</b>	
PVM 10.01.1980	<i>Kari Hattinen</i>

## LIKENNEMERKIN RAKENNE KOKONAISUUTENA

Liikennemerkin rakennetta tulee tarkastella toiminnallisena kokonaisuutena. Valittaessa rakenteellisia ratkaisuja tulee ottaa huomioon liikennemerkin sijoituspaikka ja käyttöaika. Suurimmat vaatimukset liikennemerkin rakenteelle täytyy asettaa silloin, kun yleisen tien varrelle asetetaan pysyvä liikennemerkki paikkaan, jossa esiintyy aurauslumikuormia. Näissä olosuhteissa on tärkeää, että liikennemerkin rakenteen jokin osa joustaa, koska muuten on pysyvä muodonmuutos tai särkyminen varsin todennäköinen. Liikennemerkin rakenteessa on tarkoituksenmukaista pyrkiä hyväksi havaittuihin vakioratkaisuihin.

Nykyisistä rakenteista kestää parhaiten vaneritaulu ja yleisesti käytössä oleva teräspankivarso, jonka seinämän vahvuus on 2.9 mm. Tässä rakenteessa on heikoin kohta kiinnike, joka luistaa varsin helposti pylväässä. Jos kiinnikettä kiristetään erittäin tiukalle, saattaa se jo kiristysvaiheessa vaurioitua. Liikennemerkkirakennetta tulisi kehittää etsimällä ratkaisuja, joilla liikennemerkki voidaan kiinnittää varteen joustavasti. Kokeiden perusteella tuntuu käyttökelpoiselta rakenteelta myös vaneripylvään ja vaneritaulun käyttö. Tällöin voidaan taulu kiinnittää varteen suoraan pulittaamalla. Vauriot estyvät, koska varsi taipuu huomattavasti kuormitustilanteessa.

Paikoissa, joissa ei synny aurauslumikuormia, toimivat useat nykyiset liikennemerkkirakenteet tyydyttävästi. Tällöin rakenteen valinnan ratkaisee lähinnä kustannustekijä. Kaikkein heikoimpia rakenteita ei tulisi kuitenkaan käyttää myöskään näissä olosuhteissa.

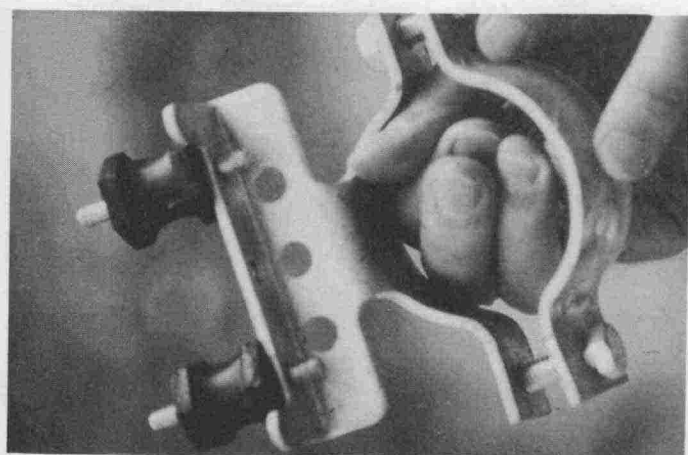
Tilapäisten ja vähempiarvoisten liikennemerkkien pylväsrakenteena soveltuu hyvin käytettäväksi tavallinen 50 x 100 mm oksaton puuvarsi. Myös tässä tapauksessa on vaneritaulun käyttö mm. yksinkertaisen kiinnitystavan takia sopiva ratkaisu.

Liikennemerkkijalustojen kohdalla on tarkoituksenmukaista pyrkiä yhteen vakioratkaisuun. Vakiojalustana voidaan käyttää tässä raportissa esitetyn tyyppiirustuksen mukaista ratkaisua, jossa betonijalustan raudoitusta on parannettu ja liikennemerkin varren kiertyminen estetty soikion muotoisella jalustan reijällä. Tähän jalustaan voidaan pystyttää varsi litistettynä tai pyöreänä.

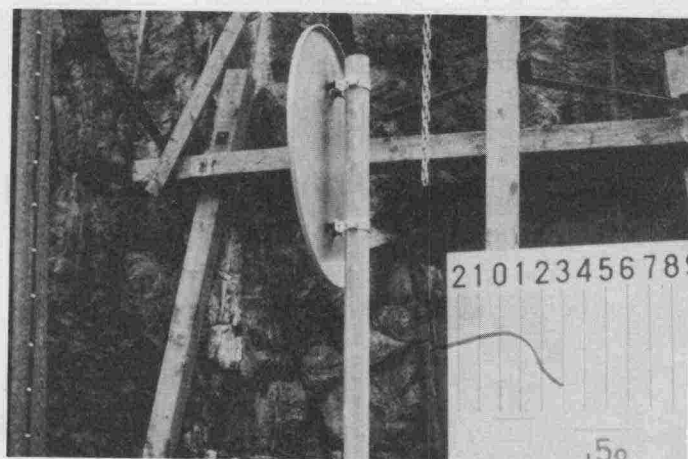
Betonisten liikennemerkkijalustojen kohdalla on tarkoituksenmukaista pyrkiä yhteen vakioratkaisuun. Vakiojalustana voidaan käyttää tässä raportissa esitetyn tyyppiirustuksen mukaista ratkaisua, jossa betonijalustan raudoitusta on parannettu ja liikennemerkin varren kiertyminen estetty soikion muotoisella jalustan reijällä. Tähän jalustaan voidaan pystyttää varsi litistettynä tai pyöreänä.



Kuva 11 Kokeessa käytetty kaitafilmikamera

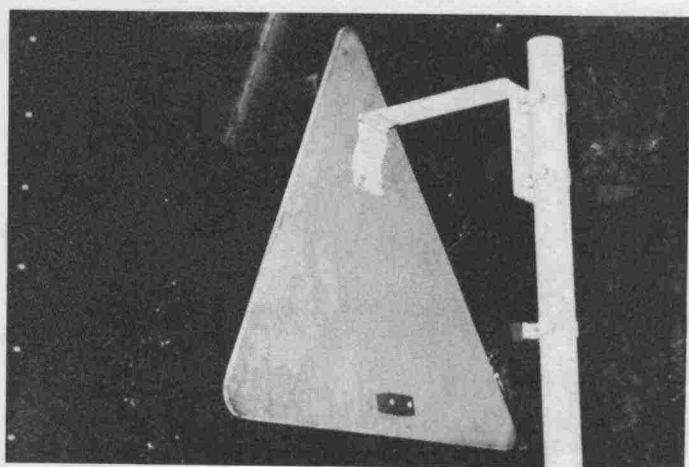


Kiinnike varustettuna auton pakoputken kiinnityskumeilla

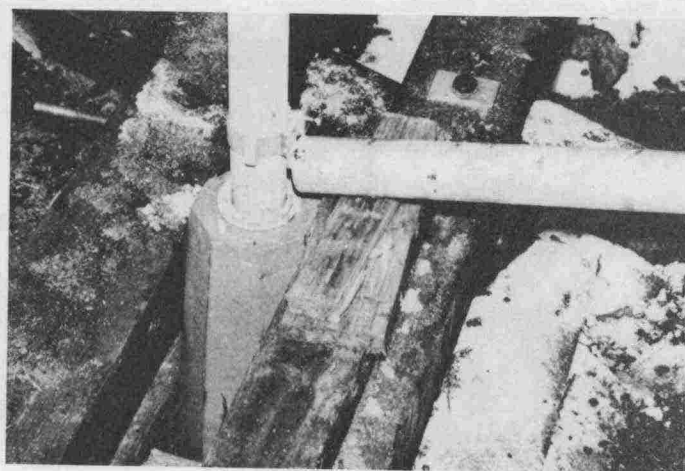


Kiinnityskumit asennettuna kiinnikkeen ja taulun väliin

Kuva 12 Kumijoustimen käyttö vakiokiinnikkeen yhteydessä



Kuva 13  
Liikennemerkkin saranakiinnitys



Kuva 14  
Jalustaan juuttuneen varren irrottaminen kiinnikkeen ja vivun avulla

ISBN-951-46-3550-7