

# AURASLUMIVAURIOT

SELVITYS AURASLUMEN LIIKENNEMERKEILLE  
JA OPASTETAULUILLE AIHEUTTAMISTA VAURIOISTA



TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS  
KÄYTTÖOSASTO, LIIKENNETOIMISTO  
VIATEK OY

TVH 742004

HELSINKI 03.11.1978

08  
TIE-



78 727

AURAUSLUMIVAURIOT

SELVITYS AURAUSLUMEN LIIKENNEMERKEILLE  
JA OPASTETAULUILLE AIHEUTTAMISTA VAURIOISTA

TIE- JA VESIRAKENNUSHALLITUS  
KÄYTTÖOSASTO, LIIKENNETOIMISTO  
VIATEK OY  
TVH 742004  
ISBN-951-46-3492-6

HELSINKI 02.11.1978

## SISÄLLYSLUETTELO

		Sivu
1	JOHDANTO	2
2	LIIKKENEMERKKIEN JA OPASTETAULUJEN VAURIOITUMINEN LUMENAURAUKSEN YHTEYDESSÄ	4
	2.1 Lumiaurat	4
	2.11 Yleistä	4
	2.12 Auratyypit	4
	2.13 Aurskoheet	7
	2.2 Aurauksen aiheuttamat vauriot	17
	2.21 Yleistä	17
	2.22 Vaurioitumiseen vaikuttavat tekijät	17
	2.23 Vauriotyypit	21
3	AURAUSSLUMIVAURIOIDEN VÄHENTÄMINEN	28
	3.1 Liikennemerkkeihin ja opastetauluihin kohdistuvat toimenpiteet	28
	3.11 Yleistä	28
	3.12 Sijoituspaikan valinta	28
	3.13 Rakenteelliset toimenpiteet	30
	3.2 Auraustapaan kohdistuvat toimenpiteet	37
	3.21 Yleistä	37
	3.22 Aurasnopeuden valinta	38
	3.3 Aurasaluston kehittäminen ja sijoittelu eri talviolosuhteissa	41
4	YHTEENVETO	42
	SAMMANDRAG	44
LIITTEET		
	1 Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen tutkimusselostus aurasvoimamittauksista	
	2 Auraslumivaurioista tehdyn kyselyn kyselykaavake	

## ALKUSANAT

Aurauslumen aiheuttamia vaurioita ja vaurioiden syitä on maasamme selvitetty 1960-luvulta lähtien. Näyttää kuitenkin siltä, että aurauslumivauriot ovat lisääntyneet liikennemerkkien määrän voimakkaan kasvun myötä. Vaurioiden aiheuttamien kustannusten voidaan arvioida nousevan vuosittain noin viiteen miljoonaan markkaan.

Tässä selvityksessä tarkastellaan aurauslumivaurioiden syitä ja seurauksia ja ennen kaikkea vaurioiden vähentämismahdollisuuksia. Tavoitteena on ollut laatia raportti, jossa esitettyjä periaatteita soveltamalla voidaan mahdollisimman pian pienentää aurauslumen aiheuttamia vauriokustannuksia.

Selvityksen on tehnyt TVH:n käyttöosaston liikennetoimiston toimeksiannosta Viatek. Työtä ohjaavaan ja valvovaan työryhmään ovat kuuluneet dipl. ins. T. Miikkulainen (puh. joht.) ja dipl. ins. S. Sarjamo liikennetoimistosta sekä tstoins. J. Rekonen hankintatoimistosta ja tstoins. T. Tampon kunnossapitotoimistosta. Työryhmän sihteerinä on toiminut Viatek Oy, josta työhön ovat osallistuneet ins. T. Kokko ja dipl. ins. R. Ottman.

1  
JOHDANTO

Viime vuosikymmenen alkupuolelta aina tähän päivään asti on liikennemerkkien lukumääräinen kasvu ollut huomattavaa. Tänäpäin Suomen yleisillä teillä on erilaisia liikennemerkkejä\* yli 250 000 kpl ja erikokoisia opastetauluja\* yli 37 000 kpl. Näiden merkkien ja opastetaulujen uushankinta-arvo on liikennemerkkien osalta noin 75 milj. markkaa ja opastetaulujen osalta noin 125 milj. markkaa eli yhteensä noin 200 milj. markkaa.

Liikennemerkkien ja opastetaulujen määrän kasvun myötä ovat myös niiden kunnossapitoon liittyvät toimenpiteet ja kustannukset lisääntyneet. Tällä hetkellä tien varsilla olevista merkeistä ja tauluista joudutaan vaurioitumisten takia kunnostamaan vuosittain noin 80 000 kpl. Tämän lisäksi joudutaan pahoin vaurioituneita merkkejä uusimaan kokonaan useita tuhansia. Kaiken kaikkiaan uusia merkkejä ja tauluja pystytetään teittemme varsille vuosittain noin 35 000 kpl, joista osa nimenomaan vaurioitumisten vuoksi.<sup>1)</sup>

Edellä mainituista toimenpiteistä aiheutuu vuosittain kunnostuskustannuksia kaikkiaan noin 11,7 - 12,2 milj. markkaa (1977-1976). Tästä korjausten osuus on noin 5,8 - 6,1 milj. markkaa ja uusimisten osuus noin 5,5 - 6,4 milj. markkaa.<sup>1)</sup>

Korjaus- ja uusimistoimenpiteiden lisäksi merkkejä ja tauluja joudutaan puhdistamaan mm. lumesta. Vuonna 1977 puhdistusker-toja oli litteroitu kaikkiaan yli 200 000 kpl. Näistä aiheutui kustannuksia noin 1,5 milj. markkaa.<sup>1)</sup>

Liikennemerkkien ja opastetaulujen vaurioiden ja likaantumisten pääasialliset aiheuttajat ovat aurauslumi, ilkivalta, autojen törmäämiset ja sääolosuhteet. Tässä selvityksessä on keskitytty aurauslumen aiheuttamien vaurioiden syihin ja seurauksiin sekä mahdollisuuksiin vähentää näitä vaurioita.

Aurauslumivaurioita on käsitelty jo vuonna 1960 tekn. lis. O.A. Taivaisen toimesta. Tällöin syynä oli lähinnä siirtyminen aikaisempaa maalattua teräslevyä heikompaan ja arempaan heijastavalla kalvolla päällystettyyn alumiinilevyyn liikennemerkkien taulumateriaalina. Seuraavan kerran asia tuli esille vuonna 1967, jolloin tie- ja vesirakennushallituksen toimesta tutkittiin sitä mm. lähettämällä kyselyt kaikille piirikonttoreille aurauksen vaikutuksesta opastusmerkkeihin.

1) Tilastoja yleisten teiden kunnossapidosta 1976-1977.

\*) Tässä selvityksessä liikennemerkeillä tarkoitetaan lähinnä vakiokokoisia yksivartisia liikennemerkkejä ja opastetauluilla isokokoisia opastusmerkkejä, kuten suunnistustauluja, viittoja, etäisyystauluja tms.

Tällöin kävi ilmi, että miltei kaikissa piireissä oli liikennemerkkejä vaurioitunut talvikautena 1965 - 1966. Kymen piirissä jopa yli 65 % uusista merkeistä oli vaurioitunut.

Tämän selvityksen yhteydessä tehdyn kyselyn ja muutaman viime vuosina tehdyn selvityksen pohjalta on käynyt ilmi, että auraslumivauriot edustavat edelleenkin noin 35 - 40 % kaikista liikennemerkkeihin ja opastetauluihin kohdistuvista vahingoista. Rahallisesti tämä merkitsee noin 5 milj. markan vuosittaista kustannusta. Tästä korjausten osuus on noin 2,3 milj. markkaa, uusimisten noin 2,4 milj. markkaa ja puhdistamisten noin 0,3 milj. markkaa.

Vaurioiden aiheuttajana on aurasauton heittävä lumi, joka iskeytyy liikennemerkkiin tai opastetauluun. Iskun aiheuttama voima on riippuvainen mm. aurasauton nopeudesta. Näin ollen vaurioiden välttäminen edellyttää mm. aurasnopeuden pienentämistä raskasta tai runsasta lunta aurattaessa tietä lähellä olevien merkien ja taulujen kohdalla. Aura-autojen ajonopeutta ei voida kuitenkaan hidastaa juurikaan alle 40 km/h, sillä tätä alhaisemmat aurasnopeudet lisäävät kunnossapitokustannuksia. Sen sijaan nopeuden hidastaminen esim. 60 km/h → 40 km/h merkien kohdalla ei sanottavasti lisääisi kunnossapitokustannuksia, mutta jo se saattaisi vähentää liikennemerkki- ja opastetauluvaurioita huomattavasti.

Aurasnopeuden hidastaminen liikennemerkkien kohdalla ei edellä mainittujen rajoitusten takia kuitenkaan yksinään riitä estämään vaurioiden syntymistä. Vaurioiden vähentäminen edellyttää lisäksi muita toimenpiteitä. Tässä raportissa on tarkoitus käsitellä vaurioiden syiden ja seurausten lisäksi kaikkia niitä mahdollisuuksia, joiden avulla auraslumivaurioita voidaan vähentää. Lisäksi pyritään antamaan viitteitä liikennemerkkien ja opastetaulujen rakenteen kehittämiseksi ja sijoittamiseksi, auratyypien kehittämiseksi sekä selvitetään tiemestareille ja aurasauton kuljettajille auraustapaan liittyviä näkökohtia.

2  
 LIIKENNEMERKKIEN JA OPASTETAULUJEN VAURIOITUMINEN  
 LUMENAURAUKSEN YHTEYDESSÄ

2.1 Lumiaurat

2.11 Yleistä

Tässä luvussa käsitellään lumiauroja, niiden lumisuihkun koostumukseen, muotoon ja lentorataan vaikuttavia tekijöitä sekä Joutsan varalaskupaikalla järjestettyjä aurasuokeita.

2.12 Auratyypit

Auratyypit on jaettu tässä raportissa karkeasti kahteen ryhmään:

1. Aurat, joiden lumisuihkun lentorata on matala.  
(Useat uudet matalasiipiset aurat.)
2. Aurat, joiden lumisuihkun lentorata on korkea.  
(Useat vanhemmat korkeasiipiset aurat.)

Tällä hetkellä maassamme käytössä olevista auroista on vielä suurin osa vanhoja korkealle heittäviä auroja. Niiden määrä oli 30.04.1978 noin 1.200 kpl. Vastaavasti matalalle heittävien aurojen määrä oli noin 500 kpl. Taulukossa 2.1 on esitetty tarkempi piirikohtainen jaottelu.

Auran rakenne ei kuitenkaan yksinään takaa lumisuihkulle kaikissa olosuhteissa samanlaista lopputulosta vaan lumisuihkun koostumukseen, muotoon ja lentorataan vaikuttavat auran ominaisuuksien lisäksi monet muut tekijät. Tällaisia ovat mm. erilaiset sää- ja olosuhtetekijät, kuten esimerkiksi:

- lumen määrä
- lumen laatu (kosteus, tiheys, talletuneisuus, hiäkoitushiekkan määrä jne.)
- lumen sijainti ajoradalla (keskellä, reunassa, koko leveydellä)
- lumivallin koko, muoto, kovuus, epähomogeenisuus
- lämpötila- ja tuuliosuhteet

Auratyypin "herkkyys" aurasuhteiden vaikutuksille vaihtelee, mutta ongelmaa ei voida kuitenkaan täysin poistaa aurasuhteiden ominaisuuksien siitä kärsimättä.

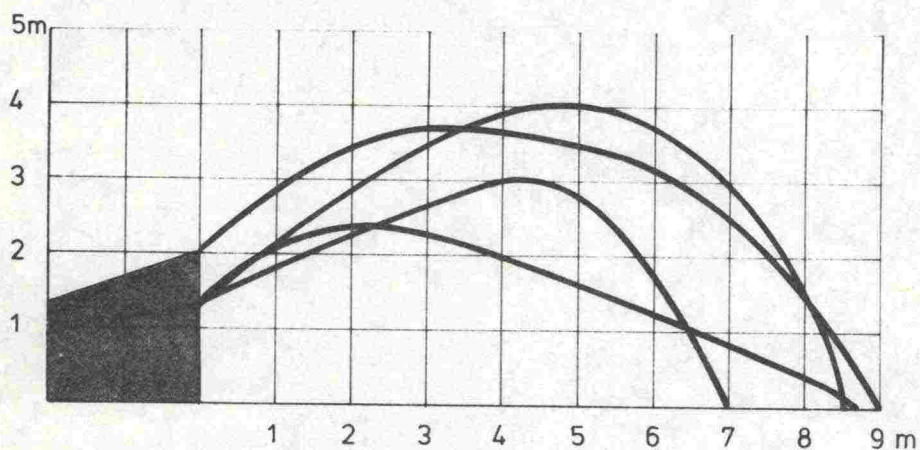


VINOETUAUROJEN PIIRIKOHTAINEN JAKO SIIVEN (LUMISUIHKUN) KORKEUDEN MUKAAN.

30.4.1978 (karkea arvio)

Vinoetuaurat	U	T	H	Ky	M	PK	Ku	KS	V	KP	O	Kn	L	Yht.
korkea	100	132	135	65	96	134	88	102	91	33	72	87	99	1234
matala	91	50	40	35	30	10	35	35	60	30	30	10	30	486
Yht.	191	182	175	100	126	144	123	137	151	63	102	97	129	1720

Kuvassa 2.1 on esitetty esimerkkejä tällä hetkellä käytössä olevien eri tyyppisten ja eri ikäisten aurojen lumisuihkujen lentoradoista. Kuvassa esitetyt lumisuihkut ovat syntyneet aurasnopeuden ollessa noin 50 km/h. Olosuhteet, kuten esimerkiksi työleveys on vaihdellut. Matalin kaari edustaa lähinnä uudemman kehityksen tulosta. Kaaren lakikorkeus ei ylitä juurikaan kahta metriä. Korkeista kaarista toinen edustaa vanhaa auratyyppiä, lakikorkeus lähes neljä metriä, ja toinen korkea kaari on syntynyt aurattaessa uudemmantyyppisellä auralla vajaalla työleveydellä suhteellisen kevyttä lunta.



Kuva 2.1 Tällä hetkellä käytössä olevien eri tyyppisten ja ikäisten aurojen lumisuihkujen lentoratoja eri olosuhteissa.

Esimerkit osoittavat, että eri auratyypin eri olosuhteissa aikaansaamat lumisuihkut poikkeavat toisistaan niin huomattavasti, ettei ole mahdollista kartoittaa kaikkia mahdollisia tapauksia. Liikennemerkkien ja opastetaulujen vaurioitumista ajatellen ovat olosuhteet epäedullisimmat lumen ollessa runsaimmillaan ja/tai raskaimmillaan. Tämän vuoksi tieto mm. erilaisten aurojen käyttäytymisestä tällaisissa olosuhteissa on tärkeää selviteltäessä mahdollisuuksia vähentää auraslumi-vaurioita. Seuraavassa käsitellään Joutsan varalaskupaikalla järjestettyjä auras-kokeita, joiden aikana olosuhteet olivat ehkä pahimmat mahdolliset.

### 2.13 Auras-kokeet

Kevättalvella 1978 järjestettiin Joutsan varalaskupaikalla auras-kokeita, joiden tarkoituksena oli selvittää raskaan lumen todellinen lentorata ja ennen kaikkea lumisuihkun aiheuttama iskuvoima. Vastaavanlainen koe on järjestetty vuonna 1974, jolloin oli käytettävissä vain yksi auratyyppi. Silloin saatujen tulosten yksinomainen käyttö nähtiin liian yksipuoliseksi, joten katsottiin tarpeelliseksi järjestää uusi auras-koe, jossa selvitettiin kolmen erityyppisen auran ominaisuuksia.

Näihin kokeisiin osallistuivat seuraavat auratyypit:

1. Teho 6 PJ M2 (1974)
2. Teho 2800 15 P, muovimaalipinta, (1978)
3. Teho 2800 15 P, normaali maalaus, (1978)
4. Ajax 2800 JH (1978)
5. Hokke AKH (1978)

Kokeisiin osallistuneet auratyypit poikkesivat ominaisuuksiltaan varsin selvästi toisistaan. Sitä vastoin auran siiven erilaisella pintakäsittelyllä ei ollut havaittavaa vaikutusta heitto-ominaisuuksiin (aurat 2 ja 3).

Lumisuihkun aiheuttamien voimien selville saamiseksi Joutsan varalaskupaikalle pystytettiin metallikehikko, johon kiinnitettiin kuvan 2.2 mukaisesti viisi vanerilevyä (ä 1 m<sup>2</sup>). Kukin levy oli kiinnitetty kehon tukirakenteisiin neljällä pultilla, jotka toimivat samalla voiman mittareina. Valtion teknillinen tutkimuskeskus mittasi, rekisteröi ja myöhemmin analysoi tulokset. VTT:n tutkimusselostus vuoden 1978 kokeista on tämän raportin liitteenä. Siitä selviää tarkemmin koejärjestelyt, kokeen aikana vallinneet olosuhteet ja mittaustulokset.

Olosuhteet vuosina 1974 ja 1978 järjestettyjen aurasuhteiden aikana olivat suunnilleen samanlaiset. Ilman lämpötila vaihteli  $-20^{\circ}\text{C}$  ja  $+3^{\circ}\text{C}$  välillä. Molemmissa kokeissa lumi otettiin tien vierestä auraspenkasta kauhakuormaajalla. Levitys ja hienontaminen tehtiin lapiolla ja haravalla (kuva 2.3). Lumimaton paksuus oli noin 10 cm vuonna 1974 ja noin 5-10 cm vuonna 1978 ja sen pituus oli 10 - 15 m. Lumen tiheys vaihteli 480 - 730  $\text{kg/m}^3$  välillä.

Vuonna 1978 aurattiin kokeisiin osallistuneilla neljällä auralalla kaikkiaan 48 kertaa. Tavoitenopeuksina käytettiin 40, 50 tai 60 km/h. Nopeudet mitattiin tutkan avulla. Seuraavassa on lyhyt yhteenveto kunkin auratyypin tuloksista.

#### Teho 2800-15 P (kuva 2.4 ja 2.5)

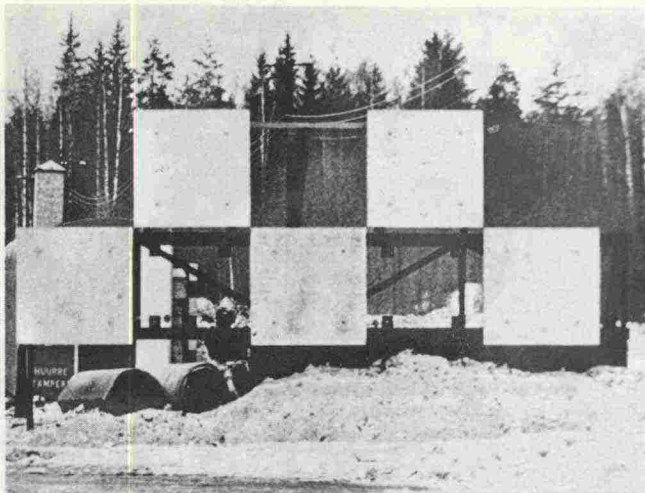
Auroja oli kaksi, joista toinen oli käsitelty epoksimaalilla ja toinen normaalilla maalilla. Siiven pintakäsittely ei aiheuttanut sanottavia eroja tuloksiin, joten ne on yhdistetty kokemaan yleisesti Teho:n tyyppiä 2800-15 P. Ajoja oli yhteensä 22 kappaletta. Tulokset on esitetty kuvassa 2.8, josta ilmenee lumisuihkun voimien jakautuminen eri alueille (1, 2 ja 4) sekä voimien suuruus aurasuhteiden funktiona. Alueella yksi voimat kasvavat erityisen voimakkaasti nopeuden ylitettyä 40 km/h. Nopeuden ollessa 60 km/h lumisuihku nousee osittain yli alueen yksi ja suurimmat voimat keskittyvät tällöin alueille kaksi ja neljä. Voimia tarkasteltaessa ja kriittistä rajaa etsittäessä voidaan nyrkkisääntönä pitää 2  $\text{kN/m}^2$  rajaa, sillä normaali yksivartinen liikennemerkki kestää hiukan olosuhteista riippuen suunnilleen 2  $\text{kN/m}^2$  suuruisen voiman.

#### Ajax 2800 JH (kuva 2.6)

Ajax:lla aurattiin kaikkiaan 11 kertaa. Sen heittokaari oli matalampi kuin Tehon. Tuloksista (kuva 2.9) se nähdään hyvin, sillä alueella neljä voimat eivät ole juurikaan ylittäneet 2  $\text{kN/m}^2$ . Sen sijaan alueella yksi voimat ovat kasvaneet jyrkästi nopeuden lisääntyessä 40 km/h  $\rightarrow$  60 km/h.

#### Hokke AKH (kuva 2.7)

Hokke AKH:lla aurattiin kaikkiaan 15 kertaa, joista 5 ajoa lumivallin reunaa pitkin osittain koko työlevyvedellä ja osittain vajaalla työlevyvedellä. Hokke AKH:n lumen heittokaari oli korkein matalin. Se nähdään myös tuloksista, jotka on esitetty kuvissa 2.10 ja 2.11.



Kuva 2.2 Metallikehikko, johon on kiinnitetty vaneriset mittalevyt



Kuva 2.3 Lumimaton levitystyö käynnissä



Kuva 2.4 Teho 2800 15 P, siipi maalattu epoksimaalilla



Kuva 2.5 Teho 2800 15 P



Kuva 2.6 Ajax 2800 JH



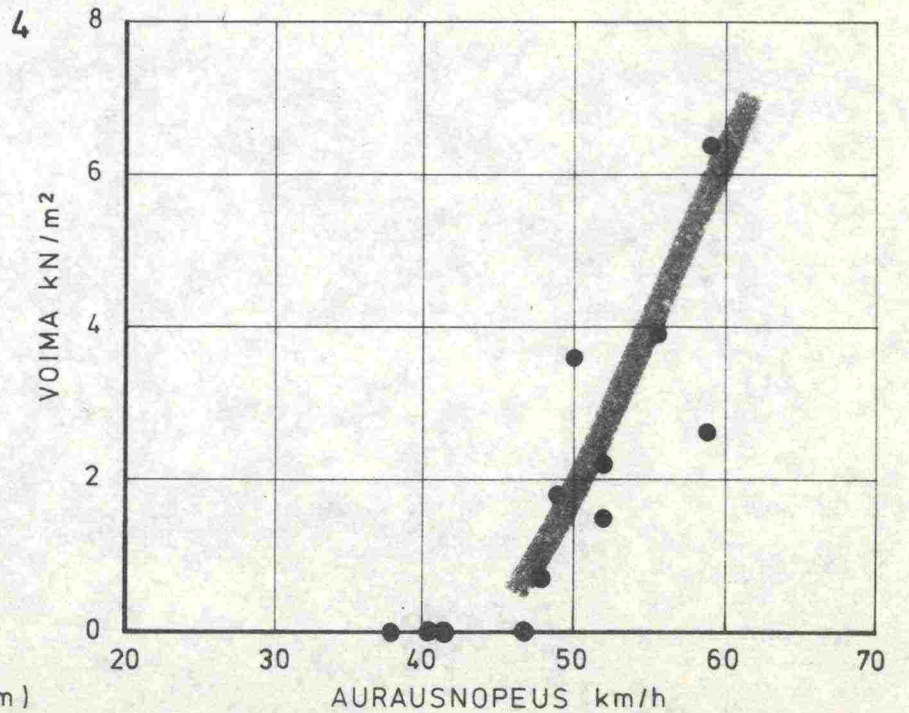
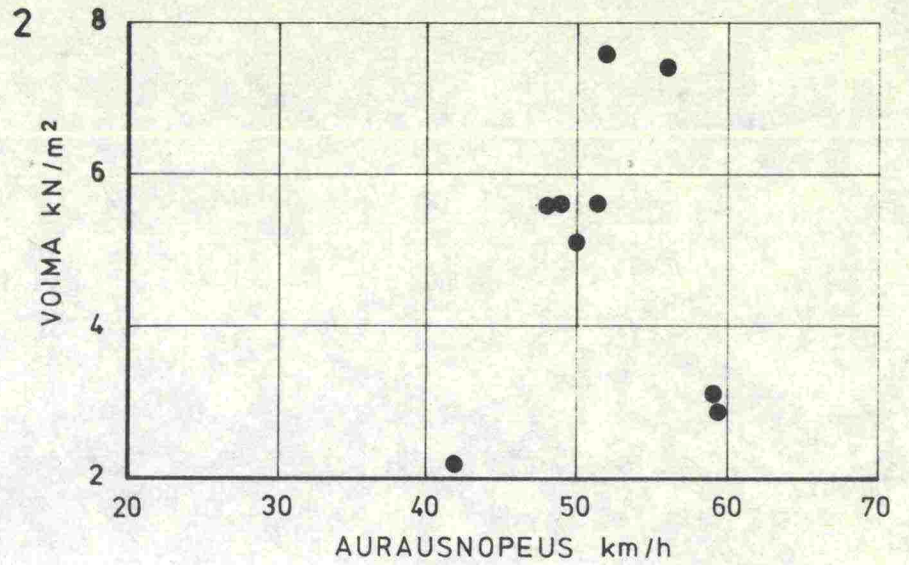
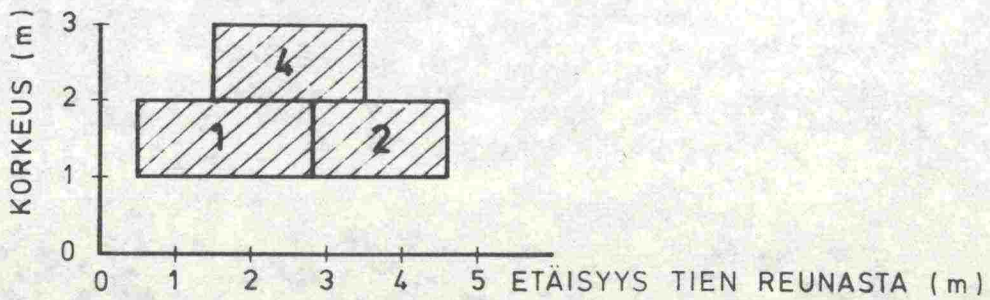
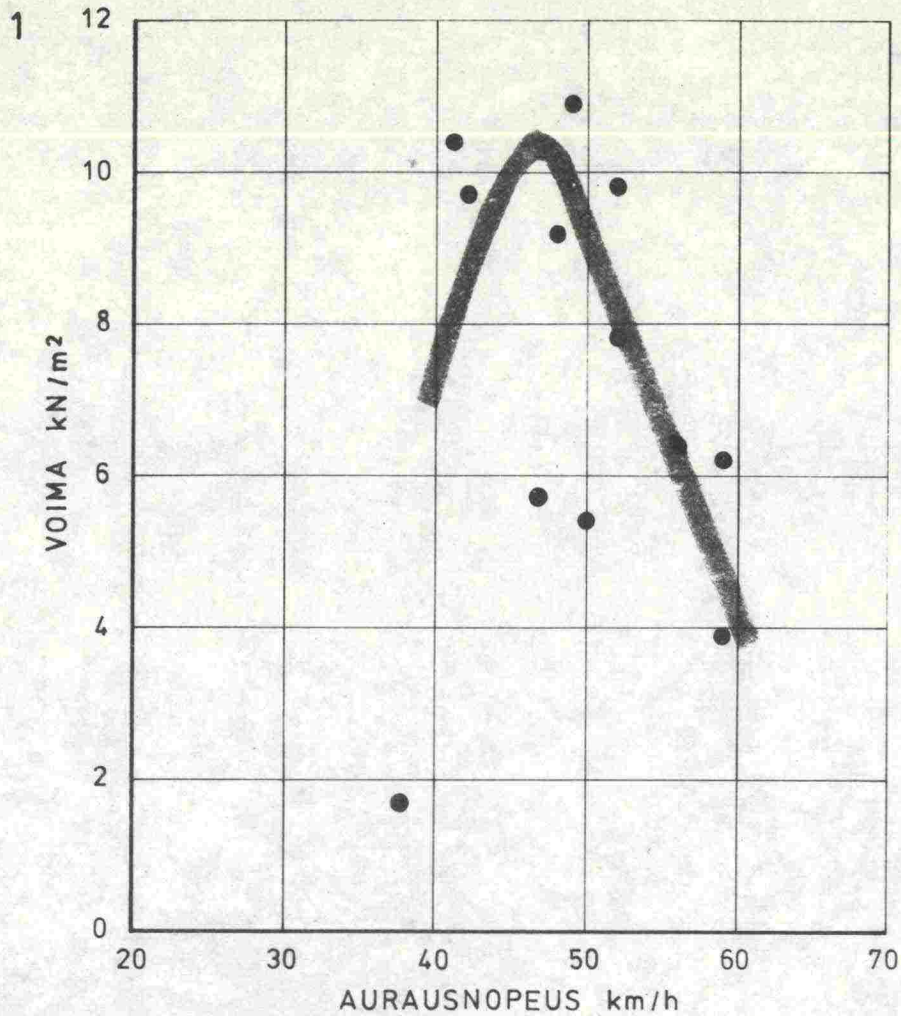
Kuva 2.7 Hokke AKH

Kuvassa 2.12 on esitetty yhdistelmä aurasuokkeen kaikkista tulokista suhteessa tien poikkileikkaukseen.

Vuoden 1974 aurasuokeeseen osallistunut aura aurasu kaikkiaan 90 kertaa. Aurasuokoe järjestettiin lähinnä melusteiden mitoitussarvojen määrittämistä varten. Näin ollen siinä tarkasteltiin sekä tien suuntaisia että myös kohtisuoraan tietä vastaan suuntautuvia voimia. Ensin mainittuja tuloksia voidaan käyttää hyväksi myös tarkasteltaessa liikennemerkkeihin kohdistuvia voimia. Nämä tien suuntaiset voimat on esitetty suhteessa tien poikkileikkaukseen kuvassa 2.13.

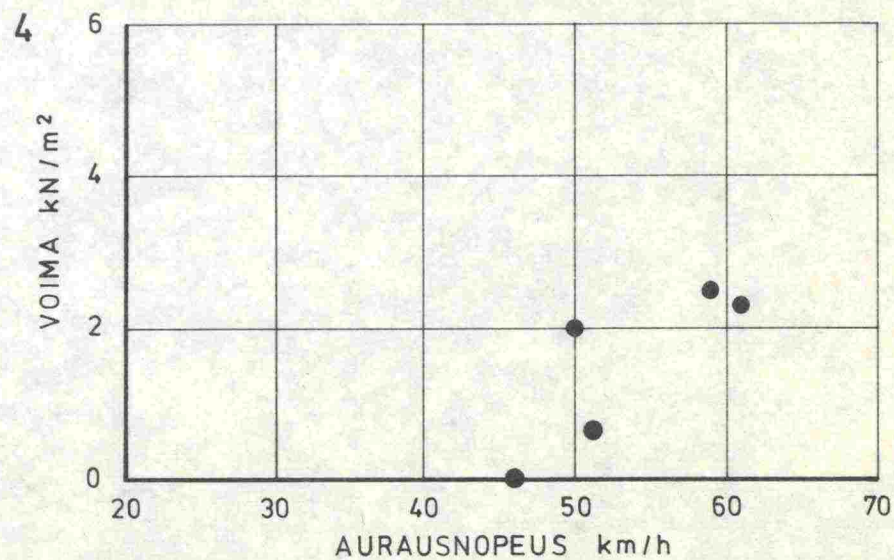
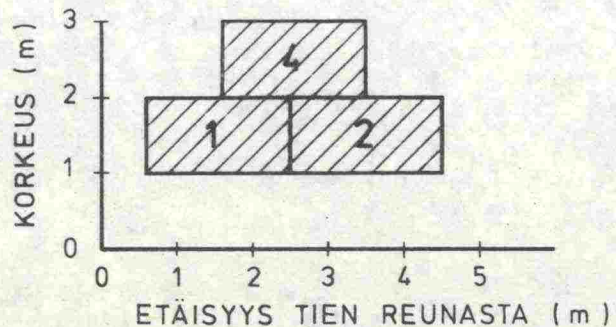
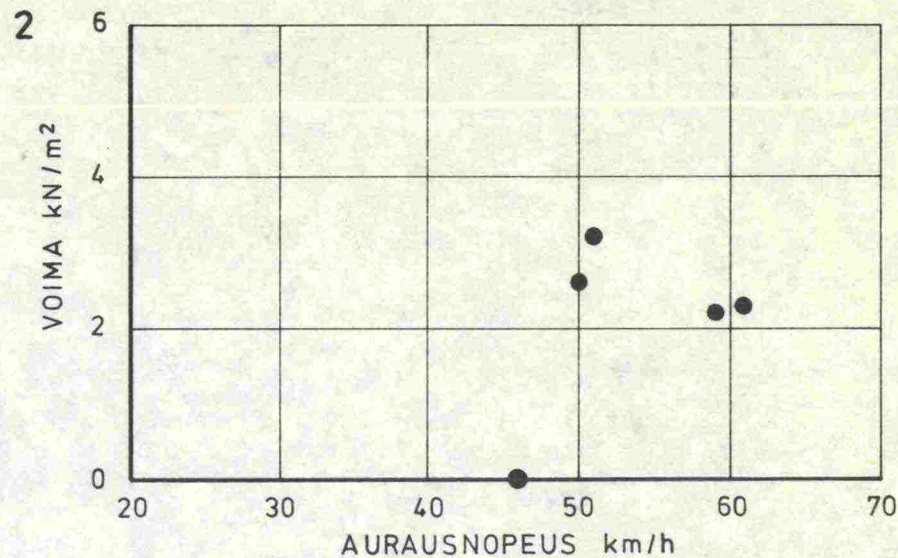
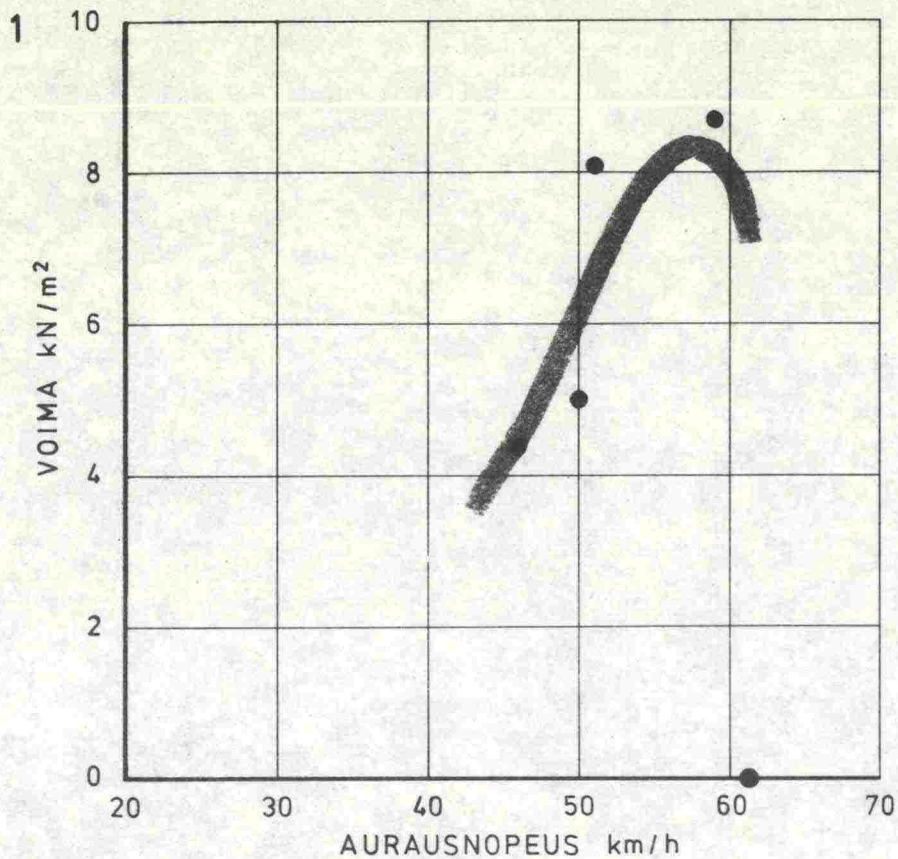
Molemmista aurasuokeista saatuja tuloksia on käytetty hyväksi jäljempänä suositeltaessa liikennemerkkien ja opastetaulujen sijoituspaikkoja sekä tarkasteltaessa aurasuotapaan liittyviä tekijöitä.

# TEHO 2800 - 15P



Kuva 2.8 Aurauslumen aiheuttamat voimat 29.-30.3.1978 Joutsassa.

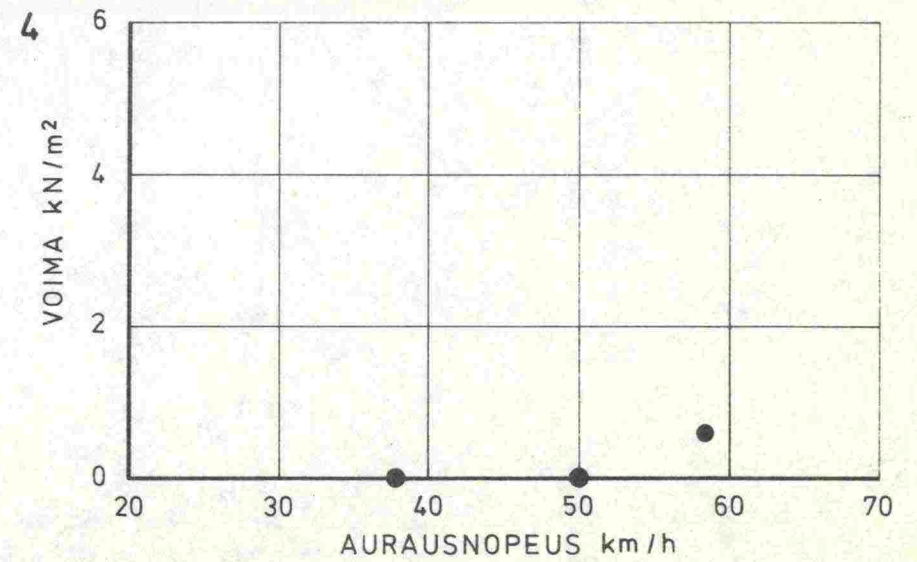
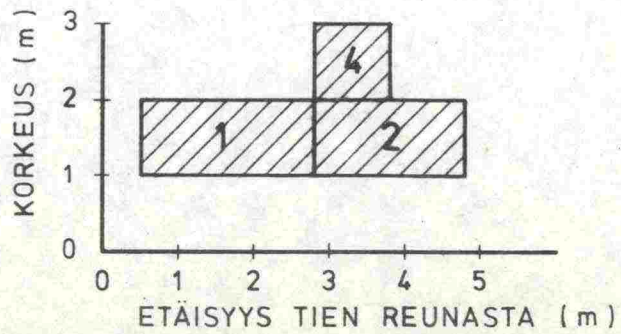
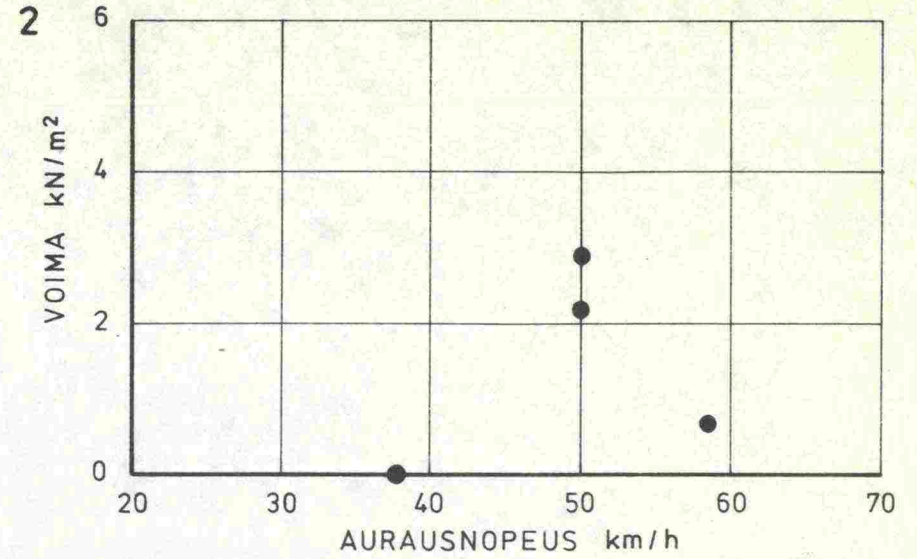
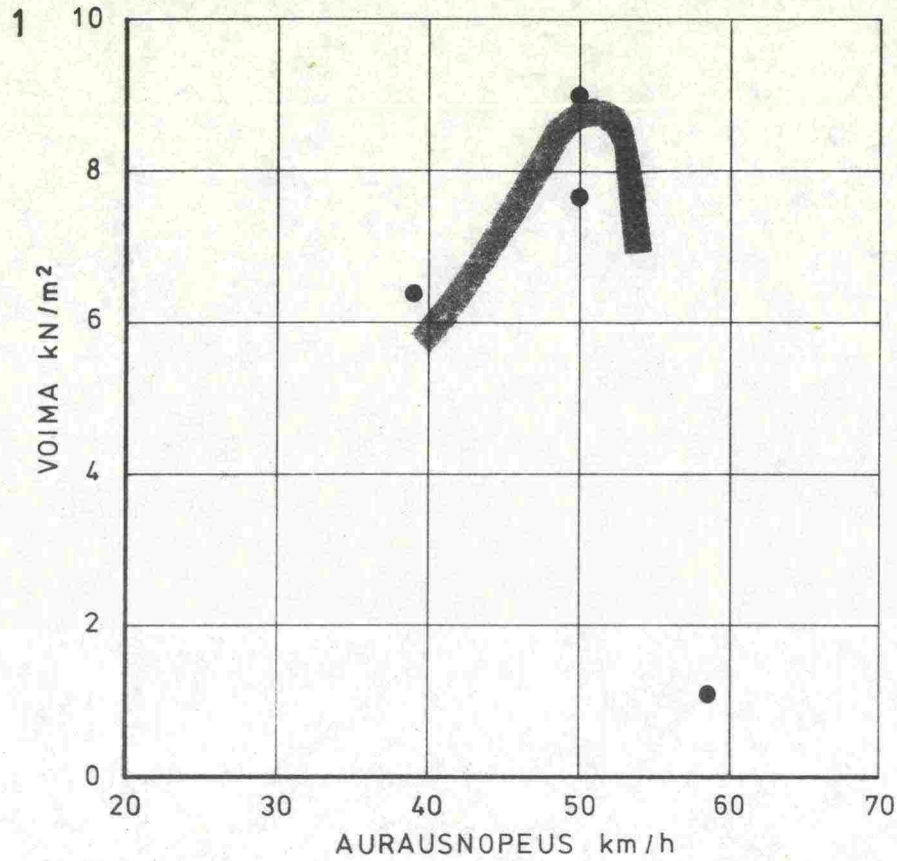
# AJAX 2800 JH



Kuva 2.9 Auraslumen aiheuttamat voimat 29.-30.3.1978 Joutsassa.

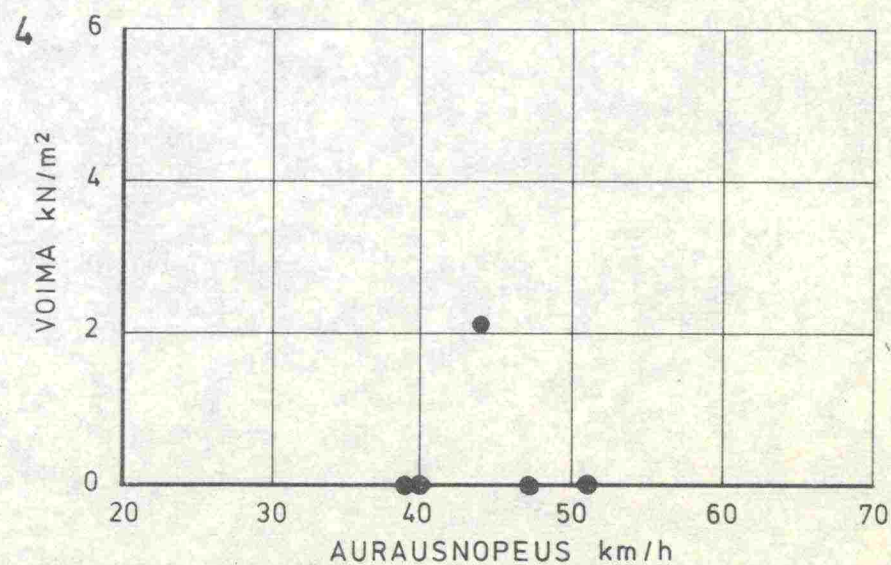
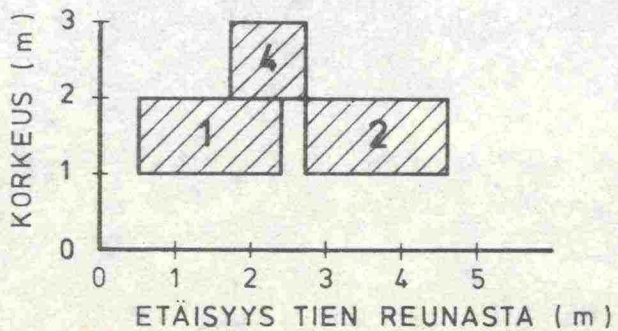
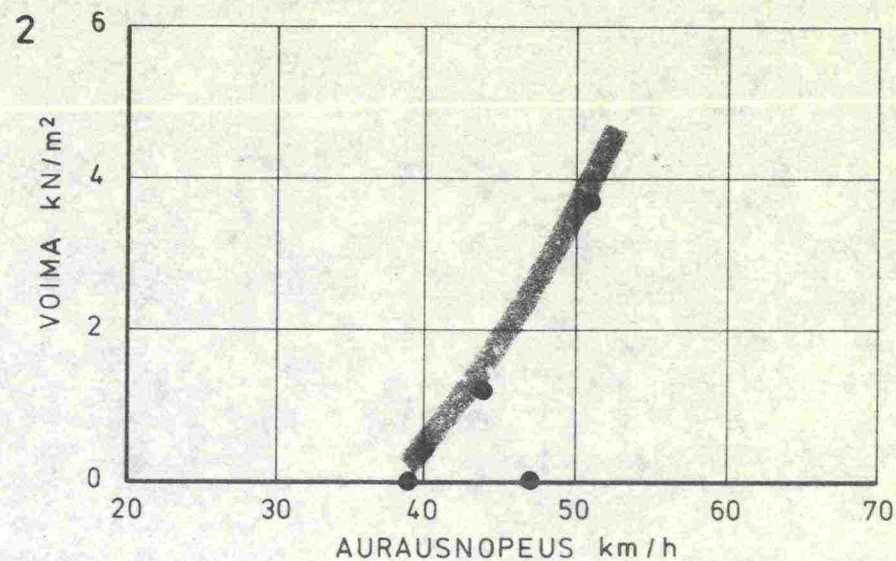
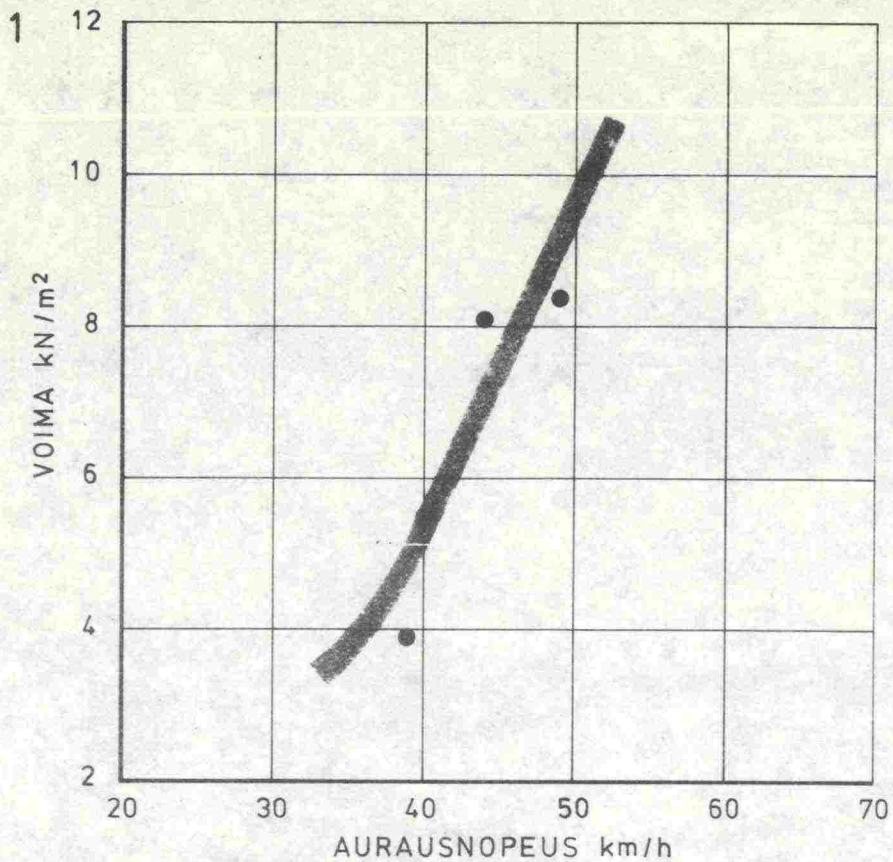


# HOKKE AKH



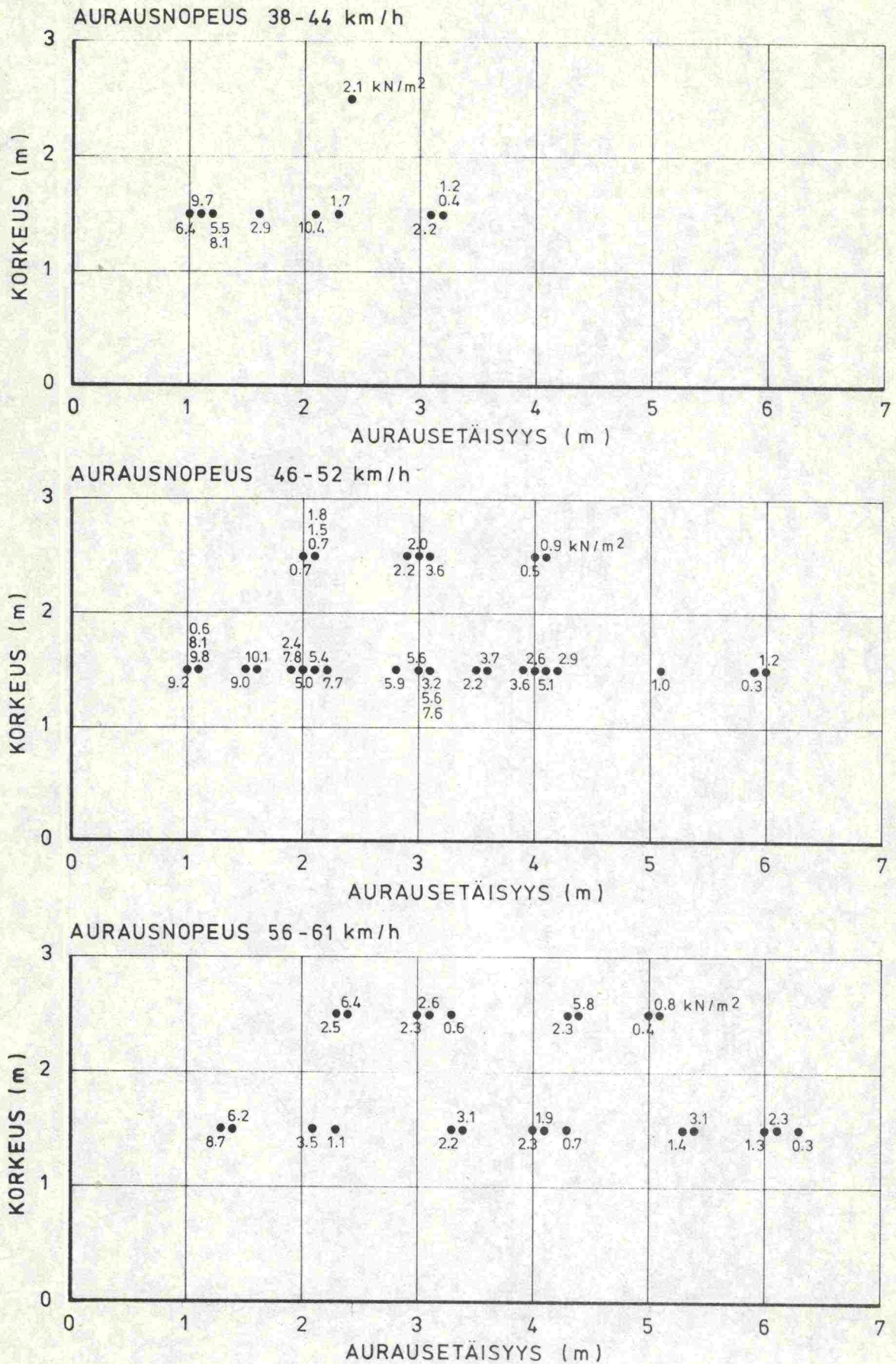
Kuva 2.10 Auraslumen aiheuttamat voimat 29.-30.3.1978 Joutsassa.

# HOKKE AKH ( Valliajo )



Kuva 2.11 Aurauslumen aiheuttamat voimat 29.-30.3.1978 Joutsassa.

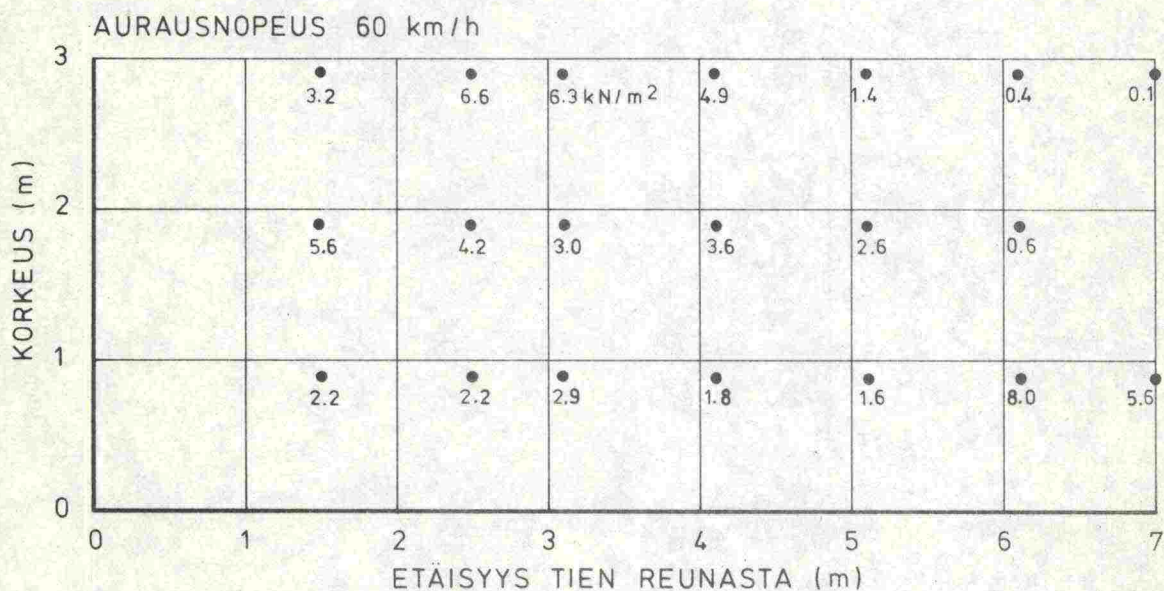
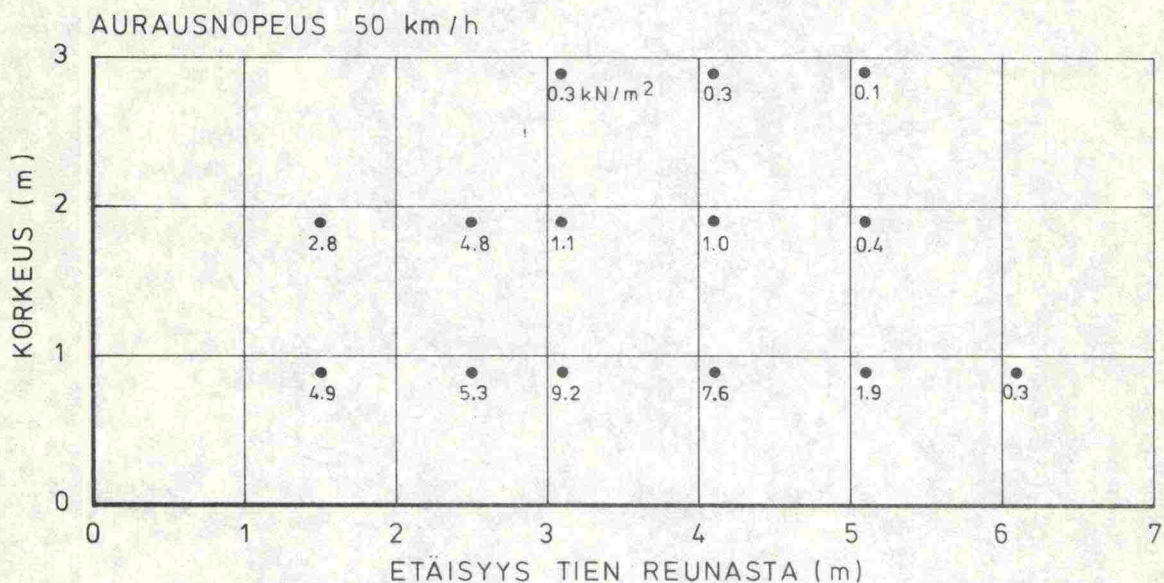
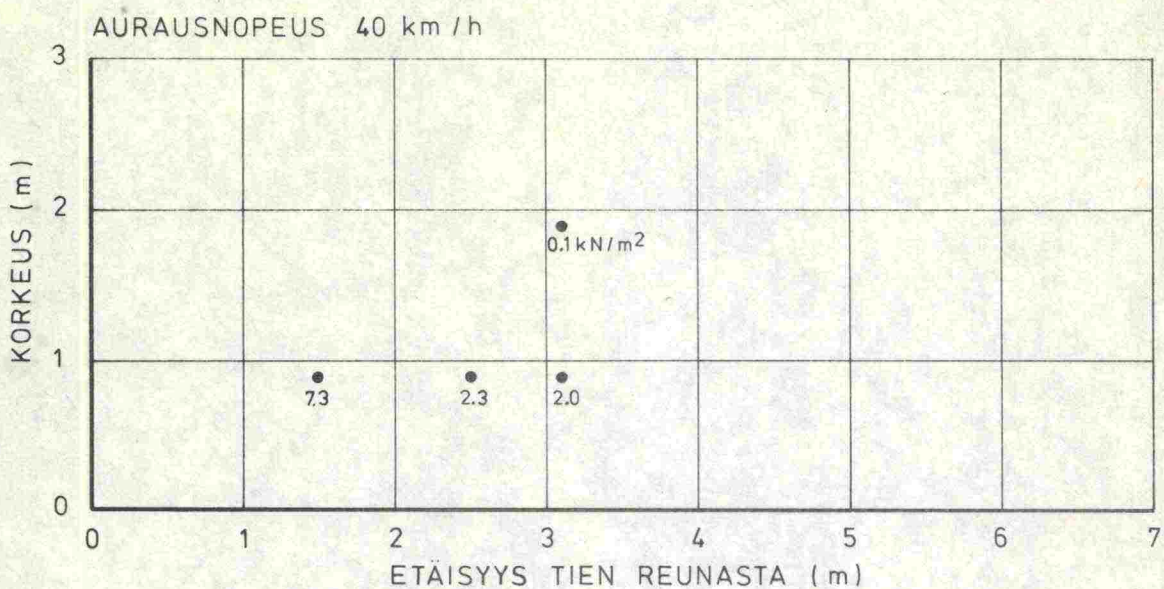
AJAX 2800 JH, HOKKE AKH, HOKKE AKH (Valliajo)  
TEHO 2800-15P



Kuva 2.12

Aurauslumen aiheuttamat voimat 29.-30.3.1978 Joutsassa.

## TEHO 6 PJ-M2



Kuva 2.13

Aurauslumen aiheuttamat voimat 19.-26.3.1974 Joutsassa.

## 2.2 Aurauksen aiheuttamat vauriot

### 2.21 Yleistä

Keväällä 1978 laadittiin kysely, jonka tarkoituksena oli selvittää auraslumivaurioiden laatu ja taloudellinen merkitys. Kirjallinen kysely lähetettiin eri puolilta Suomea valittuihin tiemestariipiireihin.<sup>1)</sup> Kyselyssä selvitettiin mm. kustannustekijöitä, vauriotyyppejä, vaurioiden syitä ja niiden vähentämismahdollisuuksia.

Seuraavassa käsitellään lähemmin tämän kyselyn, maastossa tehtyjen havaintojen, muiden kokemusten ja aikaisemmin tehtyjen selvitysten pohjalta auraslumen aiheuttamia vahinkoja. Esityksessä keskitytään vaurioitumiseen vaikuttaviin tekijöihin ja vauriotyyppeihin.

### 2.22 Vaurioitumiseen vaikuttavat tekijät

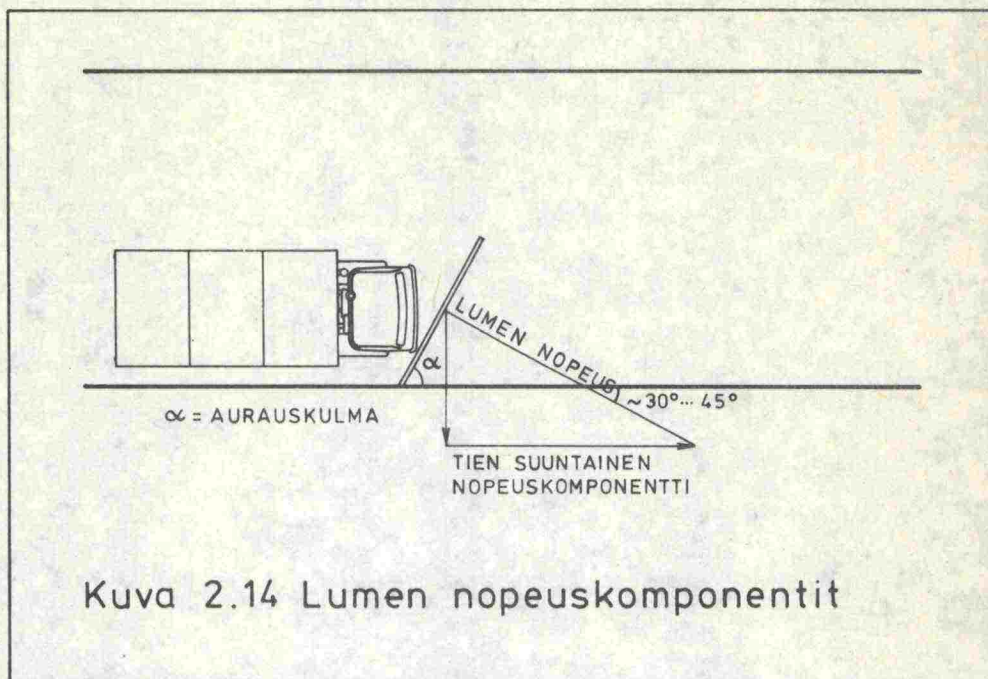
Seuraavat kolme tekijää vaikuttavat liikennemerkkien ja opastaulujen vaurioitumiseen:

1. Lumiauran heittämän lumen iskuvoima
2. Liikennemerkkien ja opastaulujen sijainti tien poikkileikkauksessa
3. Liikennemerkkien ja opastaulujen heikko rakenne

Lumiauran siivestä sinkoutuva lumi lentää etuviistoon. Tien suuntainen nopeuskomponentti yhdessä lumen määrän ja laadun kanssa määräävät liikennemerkkeihin ja opastetauluihin kohdistuvan voiman suuruuden. Kuvassa 2.14 on esitetty lumen nopeuskomponentit.

#### 1) Kyselyyn vastanneet tiemestariipiirit:

Espoo, Hämeenkyrö, Hämeenlinna, Lappeenranta, Nurmes, Oulu, Rovaniemi itäinen, Seinäjoki, Suolahti, Turku  
(kyselykaavake liitteenä)



Tien suuntainen nopeus on likimain suoraan verrannollinen aurausauton nopeuteen, aurauskulmaan ja myös siiven ja lumen väliseen kitkaan. Näin ollen mitä suurempi aurausnopeus, aurauskulma ja kitka, sitä suurempi on tien suuntainen nopeuskomponentti.

Nopeuden kasvulla on huomattavan suuri merkitys voiman kasvuun, sillä voima kasvaa suhteessa nopeuden neliöön (mekaniikan II peruslaki:  $F = mv^2/2$ ). Esimerkiksi nopeuden lisäys 40 km/h → 60 km/h kasvattaa voiman 2.25-kertaiseksi. Massaan voima sen sijaan suhtautuu suoraan verrannollisesti, kuten mekaniikan II peruslaista voidaan nähdä.

Aurattavan lumen nopeus ei kuitenkaan yksinään ilman riittävän suurta massaa pysty kasvattamaan voimaa niin suureksi, että se vahingoittaisi liikennemerkkejä ja opastetauluja. Esimerkiksi vähäinen lumimäärä tai kevyt pakkaslumi eivät vahingoita merkkejä, vaikka lentonopeus olisi suurikin. Sen sijaan runsas ja raskas lumi yhdessä nopeuden kanssa saattavat kasvattaa iskuvoinman niin suureksi, että lumisuihkun alle sattuva merkki tai taulu saattaa vaurioitua.

Olosuhteet ovat pahimmat alkutalvella ja keväällä, jolloin lämpötilat vaihtelevat  $-2^{\circ}\text{C}$  ja  $+3^{\circ}\text{C}$  välillä. Tällöin aurattavan lumen tiheys on suurimmillaan ts. lumi on tällöin erittäin kostea ja raskasta. Samoin keskitalvella suojailmojen aikana sattuivat runsaat lumisateet ovat pahoja.

Myös rankkojen lumisateiden aikana saattavat olosuhteet muodostua haitallisiksi, jos tielle ehtii muodostua paksu, yhtenäinen lumikerros. Tällöin aurattavan lumen määrä tulee niin suureksi, että se vahingoittaa suurilla nopeuksilla aurattaessa lumisuihkun alle sattuvia liikennemerkkejä ja opastetauluja.

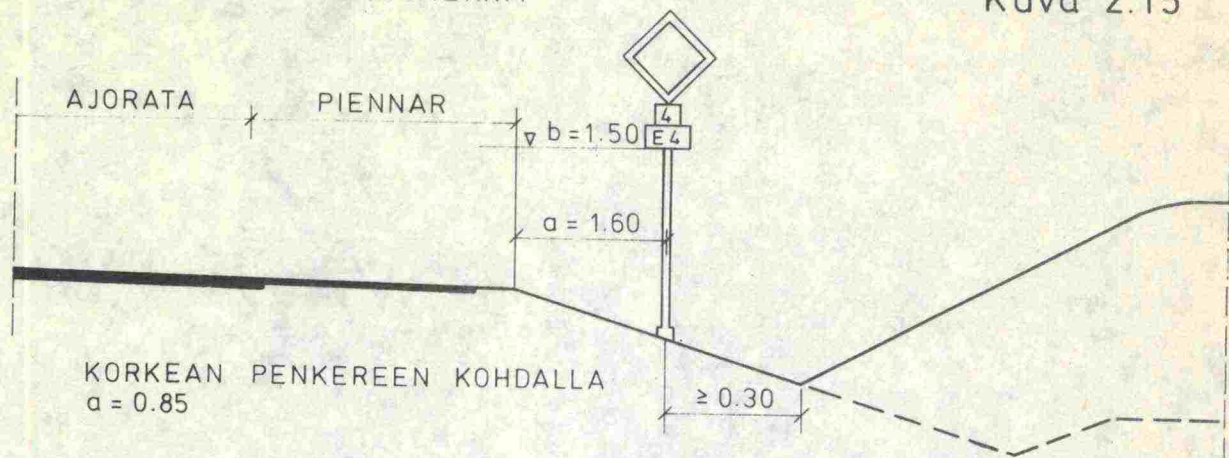
Edellä mainittujen tapausten lisäksi on joukko erikoistilanteita, jolloin lunta joudutaan auraamaan erityisen paljon tai jolloin lumi on hyvin raskasta. Tällaisia tilanteita syntyy esim. lumivallien levityksen yhteydessä, aurattaessa tuiskun aikana syntyneitä kinoksia sekä aurattaessa tieltä tai risteysalueelta tien reunaan työnnettyjä lumia. Varsinkin keväisin tiehöylän synnyttämä ns. höyläyskarhe on erityisen painavaa. Sen auraaminen vajaalla työlevyvedellä aiheuttaa runsaasti vaurioita.

Lumiauran heittämän lumen suuri iskuvoima aiheuttaa vaurion, mikäli liikennemerkki tai opastetaulu joutuu lumisuihkun alle. Epäedullisella sijainnilla on näin ollen myös huomattava merkitys vaurioitumiseen. Alussa mainitun kyselyn mukaan vaurioituneet merkit ja taulut olivat joko liian lähellä tietä (1,5 - 2,5 m) tai liian matalalla (1,0 - 1,7 m).

Liikennemerkkien ja opastetaulujen sijoittelusta on viimeisen kahdenkymmenen vuoden aikana annettu useampiakin ohjeita. Vuonna 1957 antoi kulkulaitosten ja yleisten töiden ministeriö päätöksen, jonka mukaan kohtisuoraan ajosuuntaa vastaan asetetun merkin alareunan korkeus ajoradan pinnasta saa olla 1,5 - 2,2 m ja sen keskiviivan etäisyys ajoradan reunan kautta kulkevasta pystytasosta saa olla enintään 2,0 m. Vuonna 1974 tätä päätöstä muutettiin väljemmäksi siten, että se sallii merkin sijoittamisen 3,5 metrin etäisyydelle tien reunasta, mutta mikäli tiessä on piennar ei merkkiä saa vielääkään sijoittaa 1,5 metriä kauemmaksi pientareen ulkoreunasta. Tämän nykyisin voimassa olevan liikennemerkkipäätöksen antamat sijoittelurajat on esitetty kuvassa 2.15.

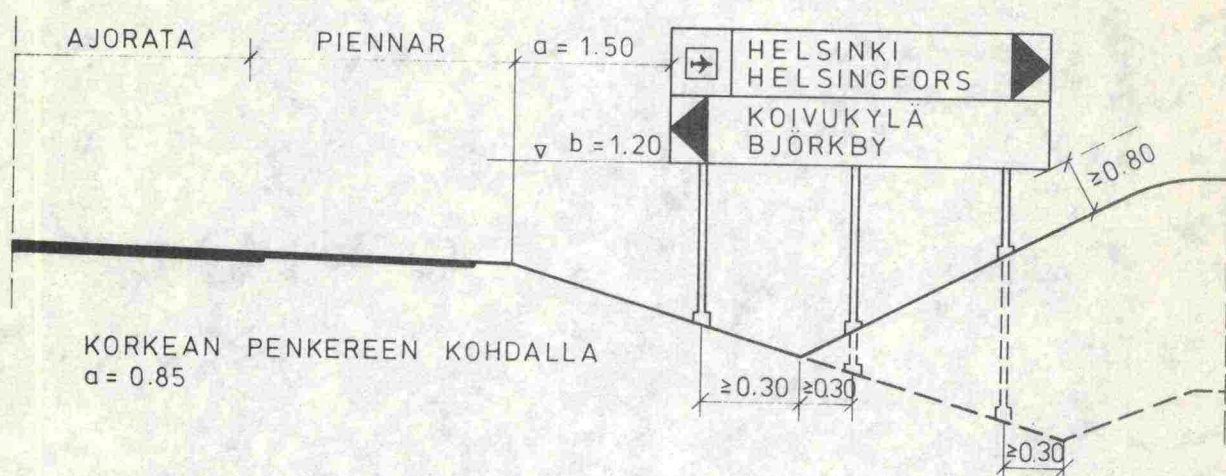
Liikennemerkkipäätöksessä ei ole puututtu opastetaulujen sijoitteluun. Sensijaan tie- ja vesirakennushallitus on vuonna 1966 antamassaan kirjeessä (Tr-4271/21.12.1966) suositellut opastetaulujen sijoittamista siten, että taulujen tien puolinen reuna tulisi 4 - 5 m etäisyydelle pientareen ulkoreunasta, mikäli merkein havaittavuus ei siitä sanottavasti kärsi.

Tämän jälkeen on TVH:n tiensuunnittelutoimiston toimesta laadittu tyyppipiirustus, josta osa on esitetty kuvassa 2.15. Uusimpien teiden varsille liikennemerkkejä ja tauluja on sijoiteltu lähinnä tämän tyyppipiirustuksen mukaan. Seurauksena on ollut monesti merkkien ja taulujen sijoittuminen aurauksen kannalta liian matalalle ja liian lähelle tietä.

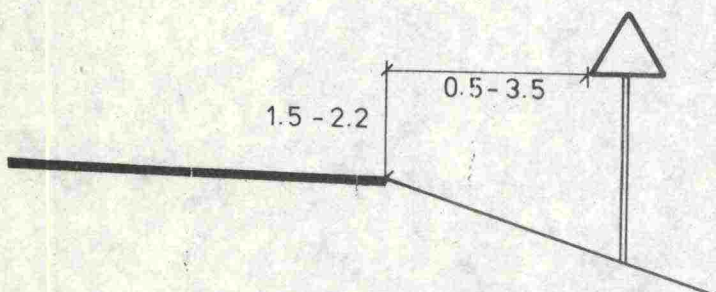
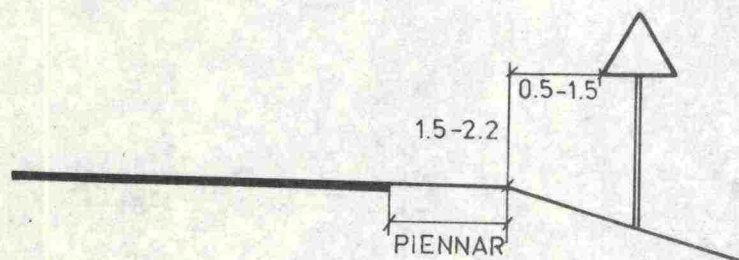


Mikäli liikennemerkin suunniteltu sijainti poikkeaa tässä piirustuksessa esitetystä, ilmoitetaan poikkeukset (mitat a ja b) liikennemerkkiluettelossa.

SUUNNISTUS- JA ETÄISYYSTAULUT SEKÄ VIITAT



Liikennemerkin sijainti tien poikkileikkauksessa tyyppiirustuksen № 21T/10 mukaan. (22.07.1976)



OPASTETAULUJEN  
SIJOITTELUA EI OLE  
RAJOITETTU

Liikennemerkin sijainti tien poikkileikkauksessa liikennemerkkipäätöksen mukaan.



Vaurioitunut liikennemerkki tai opastetaulu on usein väärän sijoittelun lisäksi rakenteeltaan liian heikko, heikosti pystytetty tai tuettu. Liikennemerkin rakenteen heikoin kohta oli kyselyn mukaan yleisimmin varsi, mutta myös tauluun ja kiinnitykseen kohdistuvia vaurioita oli havaittu. Suurempiin opastusmerkkeihin kuten suunnistustauluihin, etäisyystauluihin ja tienviittoihin kohdistuvat vauriot ovat yleisimmin vaurioita, jotka ovat riippuvaisia tuentatavasta. Tukia saattaa olla liian vähän tai ne ovat väärin asetettuja. Kiinnitys- tai pystytystapa voi myös olla väärä.

### 2.23 Vauriotyypit

Liikennemerkkeihin ja opastetauluihin kohdistuvat vauriot voidaan jakaa kolmeen eri vauriotyyppiin, jotka ovat varteen, tauluun ja kiinnitykseen kohdistuvat vauriot.

Aurauslumen aiheuttamat voimat kohdistuvat ensisijaisesti merkien ja taulujen varsiin. Varsivahingot edustavat lukumääräisesti lähes puolta kaikista liikennemerkkivahingoista. Näistä suurin osa johtuu aurauslumesta. Esimerkiksi Pohjois-Suomessa on tiemestaripiirejä, joiden alueella lähes kaikki liikennemerkkien varret vaurioituvat talven aikana.

Varren oikaisu tai uusiminen on suhteellisen halpaa. Esimerkiksi yleisimmin käytetty  $\emptyset 60,3 \times 2,9$  mm teräsvarsi maksaa vain noin 10 mk/m. Tästä johtuukin, että korjauskustannuksista vain 15 % kohdistuu varren osalle.

Liikennemerkin varsi kestää yleensä vähemmän vääntöä kuin liikennemerkin taulu. Tästä johtuu, että liikennemerkkien taulut vaurioituvat aurauslumen takia harvemmin. Jonkinlaisen poikkeuksen muodostavat havaintojen perusteella alumiiniset kolmion muotoiset merkit, jotka taipuvat helpommin kuin pyöreät tai neliömäiset merkit.

Sensijaan erilaisten lisäkilpien, tiennumerokilpien ja suurempien merkien sekä suunnistus- ja etäisyystaulujen tauluvauriot ovat yleisempiä.

Tauluvauriot edustavat lukumääräisesti noin neljättä osaa liikennemerkkeihin ja opastetauluihin kohdistuvista vaurioista, jos puhdistuksia ei lasketa mukaan. Taulumateriaali on huomattavan paljon kalliimpaa ( $150 - 200 \text{ mk/m}^2$ ) kuin varsissa käytetty teräsputki. Näin ollen kunnossapidon korjauskustannuksista kaikkiaan noin 80 % kohdistuukin taulun osalle. Tästä vajaa puolet on aurauslumen syytä.

Epäkeskisesti liikennemerkkiin tai opastetauluun kohdistuva voima rasittaa taulun lisäksi sen kiinnittimiä. Liian suuren voiman seurauksena kiinnitin antaa myöten, jolloin taulu kiertyy varren ympäri tai kiinnike murtuu. Lukumääräisesti kiinnitysvauriot edustavat noin neljättä osaa merkkeihin ja tauluihin kohdistuvista vaurioista. Markkamääräisesti se merkitsee kuitenkin vain noin 5 % merkkien ja taulujen korjauskustannuksista.

Kuvissa 2.16 - 2.41 on esitetty lähinnä Etelä-Suomessa otettuja kuvia erilaisista sijoittelu- ja rakenneratkaisuista. Osa kuvista on otettu syksyllä, jolloin teittemme varsilla oli vielä runsaasti edellisen talven jälki näkyvissä.



Kuva 2.16 Aivan uusi lisäkilpi vääntynyt



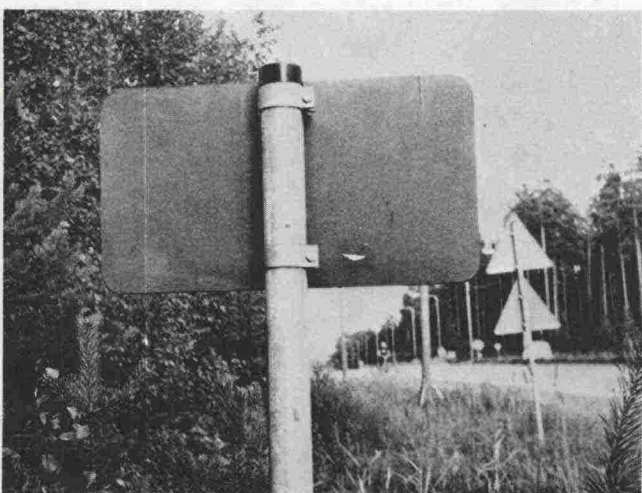
Kuva 2.17 Pahoin vaurioitunut lisäkilpi



Kuva 2.18 Alumiininen tienumerokilpi vaurioitunut



Kuva 2.19 Vanerinen tienumerokilpi on kestävämpi kuin alumiinikilpi



Kuva 2.20 Vanerikilven kunto säilynyt hyvänä



Kuva 2.21 Riittävän kauas tien reunasta sijoitettu tienumerokilpi. Näkyvyys silti hyvä.



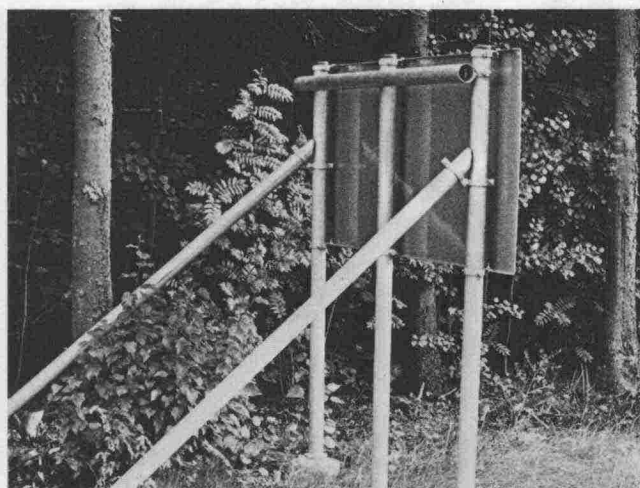
Kuva 2.22 Heikkorakenteinen ja liian lähelle (1.5 m) tien reunaa sijoitettu opastetaulu on pahoin vaurioitunut



Kuva 2.23 Reunimmainen tuki liian kaukana taulun ulkoreunasta. Taulun reuna vääntynyt.



Kuva 2.24 Hyvin tuettu opastetaulu on säilynyt ehjänä



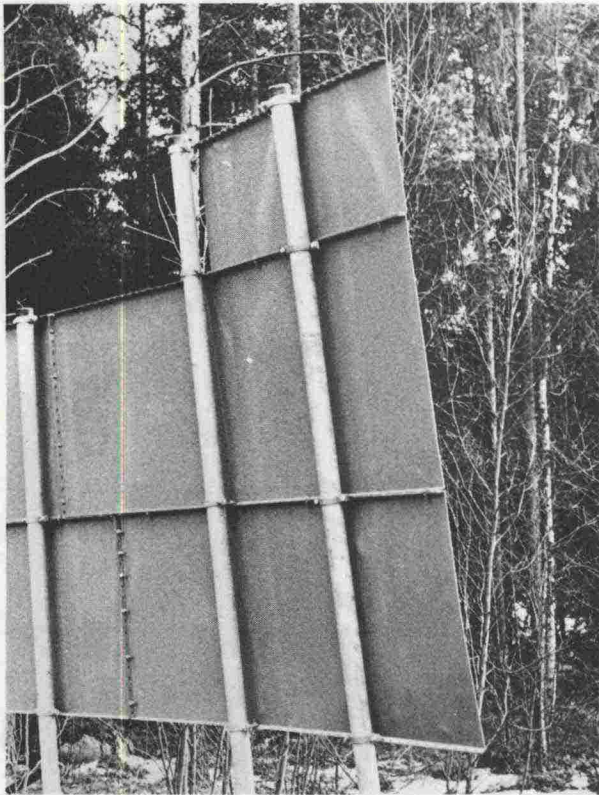
Kuva 2.25 Edellisen kuvan opastetaulu takaa päin



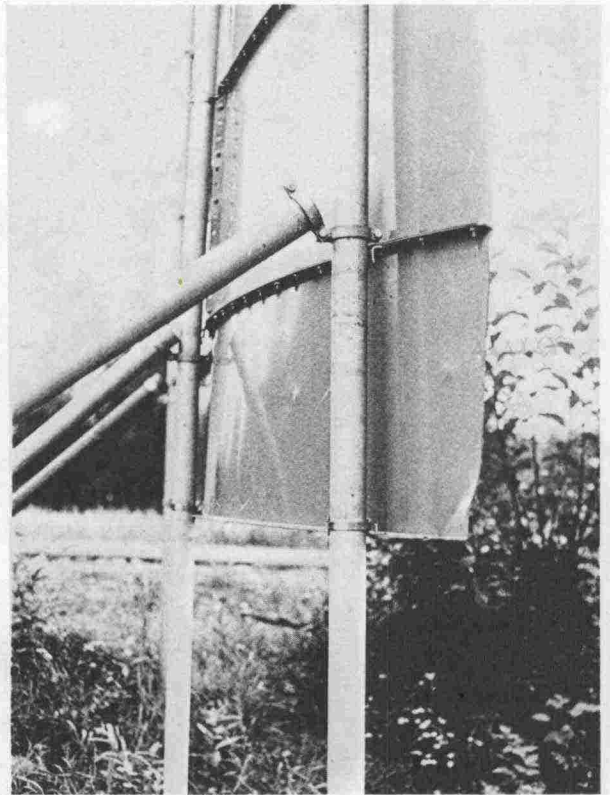
Kuva 2.26 Riittävän kaukana (7 m) tien reunasta oleva opastetaulu. Näkyvyys hyvä.



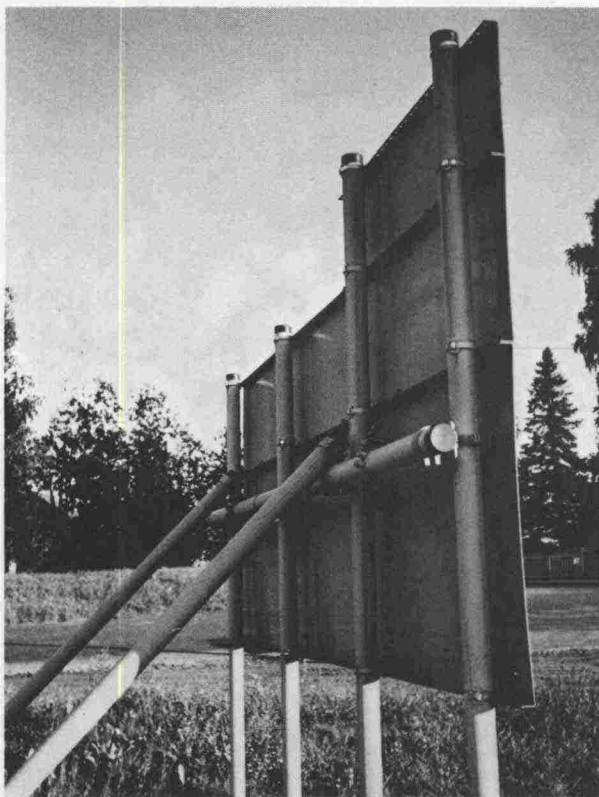
Kuva 2.27 Hyvin sijoitettu opastetaulu. Etäisyys tien reunasta 4 m.



Kuva 2.28 Vaurioitunut opastetaulu 1.5 m tien reunasta. Vino- ja poikkituet puuttuvat. Tien puoleinen pystytuki liian kaukana taulun reunasta.



Kuva 2.29 Iso opastetaulu liian lähellä (2.2 m). Poikkituet puuttuvat. Taulu pahoin vaurioitunut.



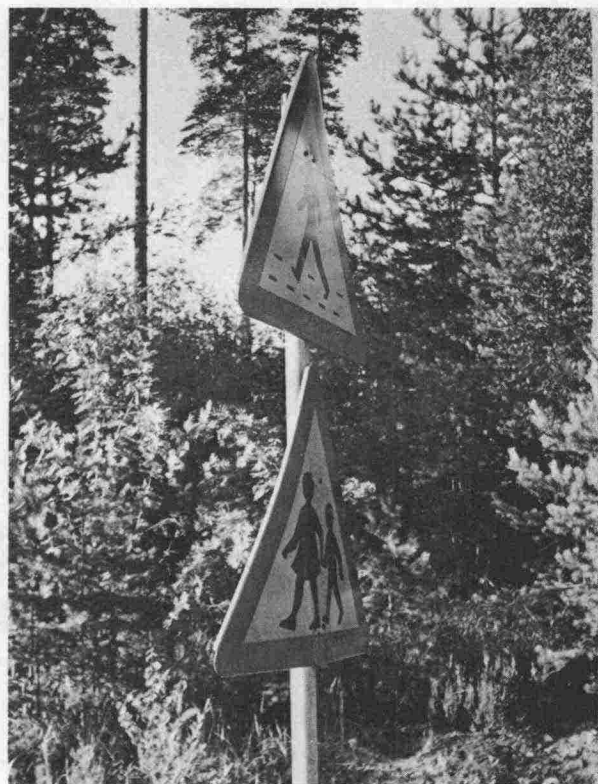
Kuva 2.30 Hyvin tuettu opastetaulu säilynyt ehjänä



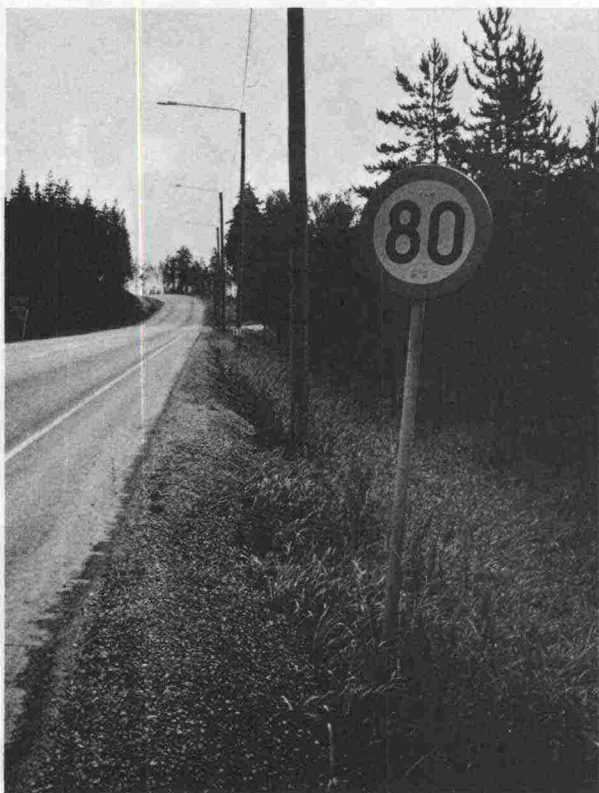
Kuva 2.31 Vinotuet olisivat olleet tarpeen



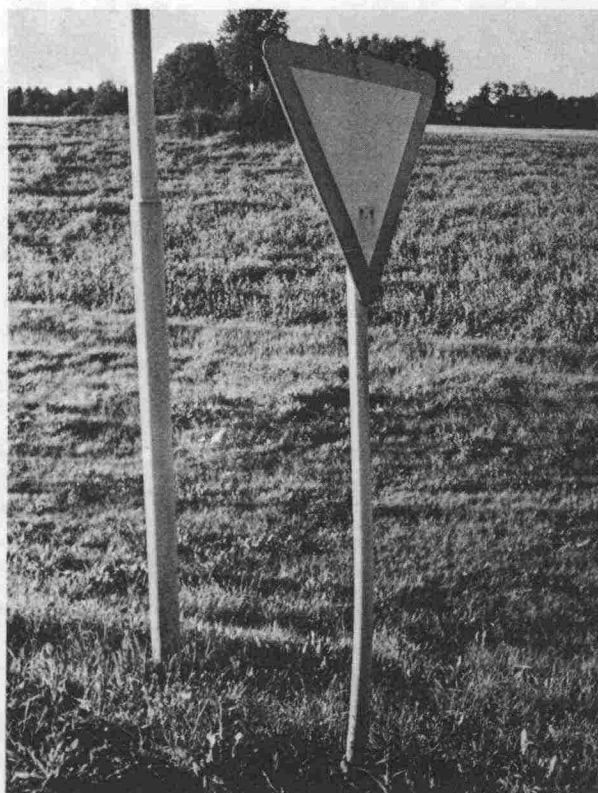
Kuva 2.32 Heikko opastetaulu vaurioitunut. Etäisyys tien reunasta 2 m.



Kuva 2.33 Ylimmäinen merkki pysynyt ehjänä. Alimmainen taittunut. Etäisyys 2.4 m ja alareunan korkeus 1.3 m.



Kuva 2.34 Liian lähellä (1.5 m) ja liian matalalla (1.3 m) oleva nopeusrajoitusmerkki vaurioitunut. Pylväs-rivi ja korkea pengerrajoittanut sijoittelua.



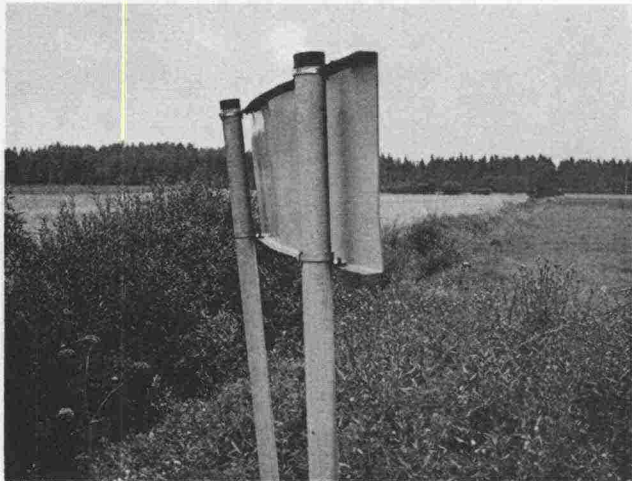
Kuva 2.35 Liian lähellä (1.7 m) ja liian matalalla (1.1 m) olevan merkin varsi taittunut



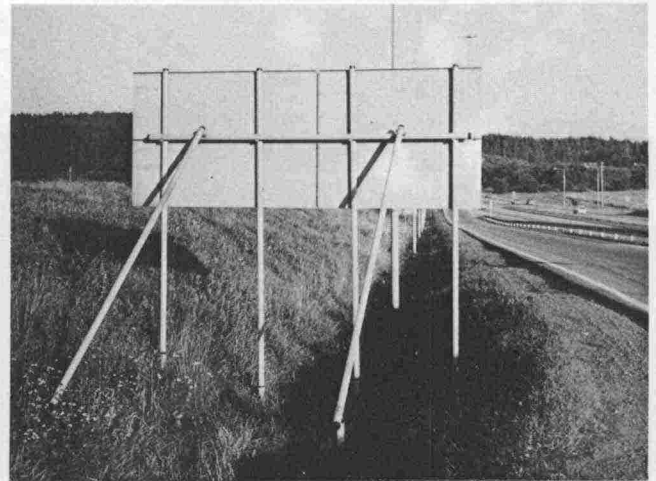
Kuva 2.36 Yhtenäiset lisäkilvet pysyneet ehjinä



Kuva 2.37 Erilliset kilvet taittuneet



Kuva 2.38 Huonosti tuettu paikannimikilpi vaurioitunut



Kuva 2.39 Hyvin tuettu opastetaulu säilynyt ehjänä. Etäisyys 1.2 m ja korkeus 1.4 m



Kuva 2.40 Alimmainen kolmion muotoinen merkki taittunut. Etäisyys 1.3 m ja alareunan korkeus 1.5 m



Kuva 2.41 Yksivartinen erkanemismerkki taittunut

### 3 AURAUSLUMIVAURIOIDEN VÄHENTÄMINEN

#### 3.1 Liikennemerkkeihin ja opastetauluihin kohdistuvat toimenpiteet

##### 3.31 Yleistä

Tässä luvussa esitetään miten liikennemerkkit ja opastetaulut olisi sijoitettava ja minkälaisia niiden rakenteiden olisi oltava, jotta aurauslumen aiheuttamat vahingot jäisivät mahdollisimman pieniksi. Merkkien ja taulujen sijoituksessa on kuitenkin otettava huomioon myös muita tekijöitä, joista ensisijainen on merkin näkyvyys.

##### 3.12 Sijoituspaikan valinta

Liikenteenohjaussuunnitelmassa esitetään usein varsin tarkoin merkin sijainti. Tämä on välttämätöntä varsinkin valaistujen merkkien kohdalla. Uusimpien teiden varsille merkkejä sijoitettaessa on usein noudatettu liian kirjaimellisesti tyyppipiirustusta n:o 21T/10/22.07.1976. Tästä on ollut seurauksena merkin tai taulun sijoittuminen aurauksen kannalta liian matalalle ja liian lähelle tietä. Sijoitettaessa merkkejä olisi toivottavaa, että kullekin merkille valittaisiin maastossa mahdollisimman edullinen sijainti sekä näkyvyyden että muiden tekijöiden, kuten aurauksen kannalta. Ennen merkin sijoituspaikan lopullista päättämistä tulisi rakennustyömaan käyttää paikallisen tiemestari-piirin asiantuntemusta hyväksi.

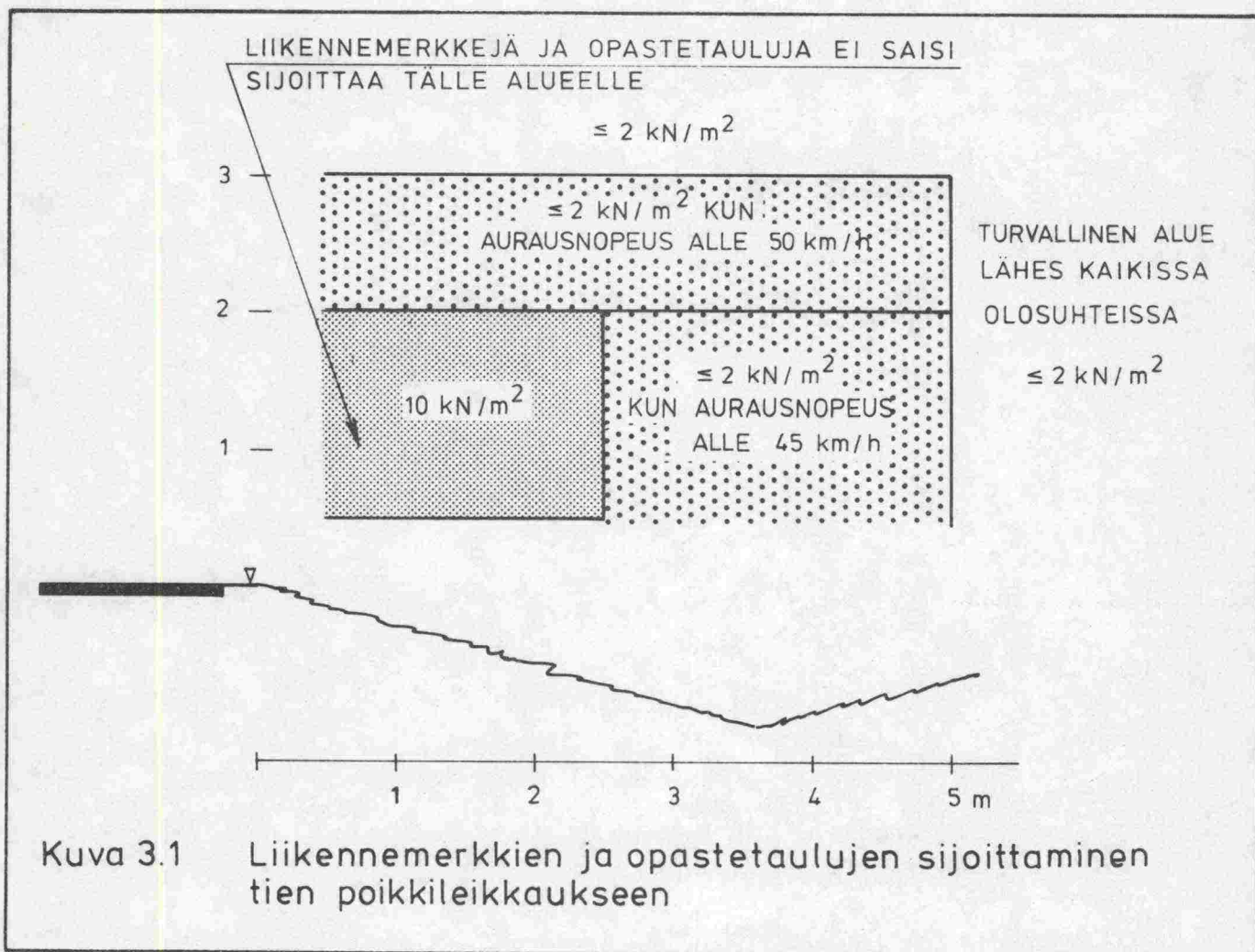
Tiemestariپیiri pystyttää vaurioituneen merkin tai taulun tilalle uuden. Tällöin, mikäli muut tekijät eivät aseta rajoituksia, tulisi uusi sijainti valita siten, että merkki tai taulu olisi enää yhtä altis vaurioitumiselle.

Liikennemerkkejä sijoitettaessa on otettava liikennemerkkipäätöksessä annettujen rajoitusten lisäksi huomioon näkyvyyden asetamat rajoitukset. Monesti esim. parantamattomilla teillä tiealue on niin kapea, ettei merkkiä tai opastetaulua voi viedä kovin kauas tien reunasta ilman, että näkyvyys ratkaisevasti huononee. Sama koskee myös korkeita pengerosuuksia. Usein kuitenkin siirtämällä merkkiä tai taulua tien pituussuunnassa saatetaan löytää paikka, jossa merkki tai taulu voidaan sijoittaa riittävän kauas tien reunasta näkyvyyden siitä olennaisesti kärsimättä. Näkyvyyden ja myös aurauksen kannalta hyvä sijainti on esimerkiksi nousevassa rinteessä ulkokaarten puolella. Yleensäkin merkki olisi pyrittävä sijoittamaan mahdollisimman vapaaseen maastoon, jolloin näkyvyys on hyvä ja se voidaan viedä riittävän kauas tien reunasta. Jos merkki tai taulu kuitenkin joudutaan sijoittamaan lähelle tien reunaa, on sen asettaminen korkeammalle tai vahvistaminen suositeltavaa.



Opastetaulujen sijoittelua ei ole liikennemerkkipäätöksessä rajoitettu, joten ne voidaan sijoittaa auraslumisuihkun ulkopuolelle, mikäli muut olosuhteet sen sallivat. Opastetaulut olisivatkin syytä sijoittaa, mikäli mahdollista siten, että niiden tienpuoleinen reuna on 4 - 6 metrin etäisyydellä tien reunasta, kuten TVH:n ohjeissa on suositeltu. Pelkästään opastetaulujen sijoitusten huolellisella valinnalla voidaan nykyisiä auraslumesta aiheutuvia korjaus- ja uusimiskustannuksia vähentää merkittävästi, sillä tämänhetkisistä kustannuksista noin puolet kohdistuu kalliisiin opastetauluihin.

Joutsassa järjestettyjen aurasluokeiden perusteella on laadittu kuva 3.1. Siinä on rajattu alue, joka on jaettu kolmeen osaan. Rajatun alueen ulkopuolella auraslumi aiheuttaa harvoin yli  $2 \text{ kN/m}^2$  suuruisia voimia. Näin ollen merkki, joka on sijoitettu rajatun alueen ulkopuolelle, säilyy melko varmasti ehjänä. Rajatun alueen sisäpuolella on alue, johon kohdistuvat voimat nousevat raskaan lumen ollessa kyseessä pienilläkin nopeuksilla (yli  $40 \text{ km/h}$ ) jopa  $10 \text{ kN/m}^2$ . Tälle alueelle ei merkkejä ja opastetauluja saisi lainkaan sijoittaa, vaan ne on vietävä tämän alueen ulkopuolelle, mikäli muut tekijät sen suinkin sallivat. Tämän alueen lisäksi on rajattu kaksi aluetta, joille sijoitetut merkit tai taulut säilyvät mitä todennäköisimmin vaurioitta, mikäli noudatetaan kuvassa annettuja aurasnopeuksia raskaasta tai runsasta lunta aurattaessa.



Kuva on laadittu silmälläpitäen lähinnä uusimpia auratyyppejä. Vanhempien aurojen lumen heittokaari on korkeampi, joten jos halutaan ottaa huomioon myös vanhimmat aurat ja tilanteet, jolloin heittokaari on normaalia korkeampi niin alue, jolle merkkejä ja tauluja ei saisi sijoittaa, laajenee hiukan ylöspäin. Tällöin merkin alareunan olisi oltava mieluummin 2.2 - 2.5 metrin korkeudella ajoradan reunan tasosta mitattuna.

Liikennemerkkejä ei saa tällä hetkellä sijoittaa 3.5 metriä kauemmaksi ajoradan ulkoreunasta ja mikäli tiessä on piennar 1.5 metriä kauemmaksi pientareen ulkoreunasta. Näin ollen liikennemerkkit joutuvat lähes aina lumisuihkun alle. Samoin opastetaulut joudutaan joskus olosuhteiden pakosta sijoittamaan lähelle tien reunaa, vaikkei niiden sijoittelua olekaan rajoitettu. Näissä tapauksissa onkin toivottavaa, että aurauton kuljettaja valitsisi olosuhteisiin nähden oikean nopeuden lähelle tien reunaa sijoitettujen merkkien ja taulujen kohdalla.

Lopuksi voidaan vielä todeta, että liikennemerkkin paikka olisi aurauksen kannalta valittava siten, ettei se sijoittuisi alle 2.5 metrin etäisyydelle tien reunasta. Useimmiten ne voidaankin sijoittaa kauemmaksi, mutta esim. näkyvyyden takia on aina tilanteita, jolloin ne joudutaan pystyttämään lähemmäksi. Tällöin liikennemerkkin alareuna on pyrittävä nostamaan vähintään kahden metrin korkeudelle tien pinnasta mitattuna ja opastetaulut, joita ei voida nostaa niin ylös, on vahvistettava.

### 3.13 Rakenteelliset toimenpiteet

Kysymys liikennemerkkien ja opastetaulujen rakenteesta voidaan jakaa kahteen osaan:

1. Olemassa oleviin liikennemerkkeihin ja opastetauluihin kohdistuvat rakennemuutokset
2. Uusien ja vaurioituneiden tilalle pystytettävien merkkien ja taulujen rakenteen valinta

Olemassa olevien liikennemerkkien vahvistaminen on sekä hankalaa että kannattamatonta. Sensijaan vahvistamistoimenpiteisiin ryhtymistä kannattaa harkita, kun kyseessä on opastetaulu tai tienviitta, joka sijaitsee liian lähellä tietä ja joka on rakenteeltaan heikko.

Yksivartisen liikennemerkkin rakenteen tarkastelu keskittyy niin ollen uuden merkin rakenteen kehittelyyn ja valintaan. Opastetaulujen rakenteen kehittelyssä voidaan sensijaan keskittyä sekä jo olemassa olevien taulujen vahvistamiseen että uusien rakennetarkaisujen kehittelyyn. Seuraavassa käsitellään ensin yksivartista liikennemerkkiä.

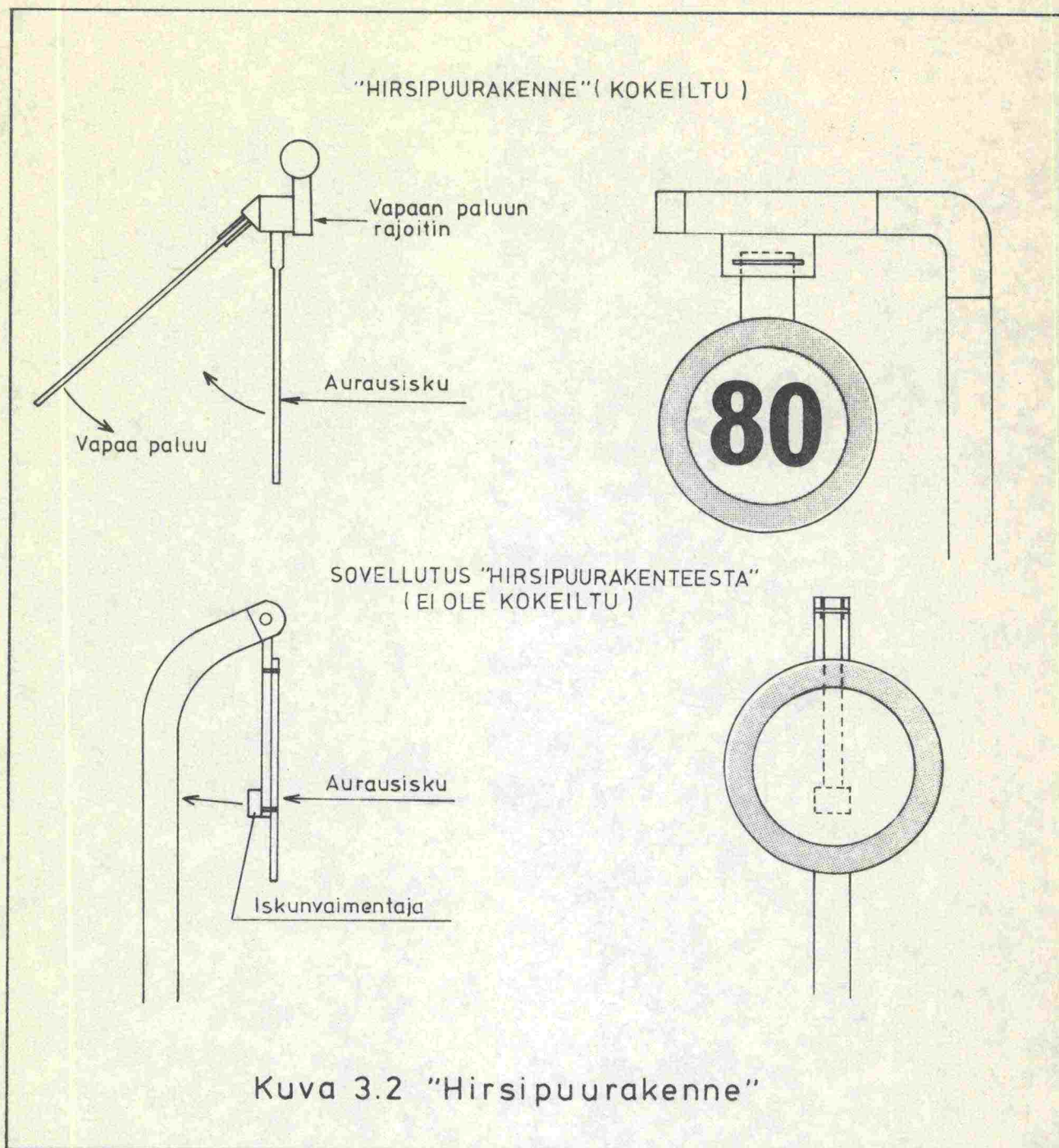
Merkissä on varsi, taulu ja kiinnike. Ohjeena rakenteen mitoituksessa voidaan pitää seuraavaa periaatetta: taulun on oltava muita osia vahvempi, koska se on kokonaisuuden kallein osa. Näin ollen on parempi, että varsi taipuu tai kiinnitys pettää kuin, että taulu vaurioituu.

Nykyinen liikennemerkki on rakenteeltaan onnistunut, sillä tauluvauriot ovat suhteellisen harvinaisia. Toisin sanoen, jos vartta halutaan vahvistaa, on kaikkia osia vahvistettava suunnilleen samassa suhteessa. Esimerkiksi siirtyminen vahvempaan vanerimerkkiin ja taulun nostaminen ylemmäksi ovat muutoksia, joiden vuoksi nykyistä vartta olisi syytä vahvistaa, jotta osien kestävyys-suhteet pysyisivät sopusuhtaisina. Vahvistustoimenpiteisiin olisi syytä ryhtyä ensisijaisesti sellaisten merkkien kohdalla, jotka joudutaan sijoittamaan alle 2.5 metrin etäisyydelle tien reunasta.

Liikennemerkkien vahvistustoimenpiteiden vaihtoehtona on joustavan kiinnityksen kehittäminen. Eräänlaista joustavaa kiinnitystä on jo kokeiltukin Pohjois-Suomessa. Tässä ns. hirsipuorakenteessa merkki roikkuu poikkipuomissa, merkki ei siis ole jäykästi kiinni varressa (kuva 3.2). Näin varteen ja tauluun kohdistuvat voimat on saatu pieneneväksi huomattavasti. Tämän rakenteen haittapuolella on monimutkaisempi ja näin ollen myös kalliimpi rakenne. Taulun ja varren yhtymäkohta kannattaa edelleen kehitellä. Yhtenä ratkaisuna saattaisi olla eräänlainen joustava kiinnike, joka antaisi myöten ja vaimentaisi näin voimien vaikutusta. Samoin joustavan varren kehittelyyn kannattaisi ilmeisesti kiinnittää huomiota.

Liikennemerkkeihin liittyvät pelkällä reunakanttauksella varustetut lisäkilvet ovat osoittautuneet heikoiksi. Vahvemman materiaalin (esim. vaneri tai alumiiniprofiili) käyttö lisäkilvissä on perusteltua. Yleisesti ottaen voidaan todeta, että erillisten lisäkilpien käyttöä olisi vältettävä. Ne olisi syytä liittää mieluummin kiinteästi varsinaiseen tauluun. Erilliset tienumerokilvet olisi syytä myös tehdä vahvasta materiaalista.

Normaalia suuremmat merkit kuten esim. erkanemismerkit olisi usein syytä varustaa kahdella varrella samalla tavoin kuin esim. STOP-merkki on varustettu.



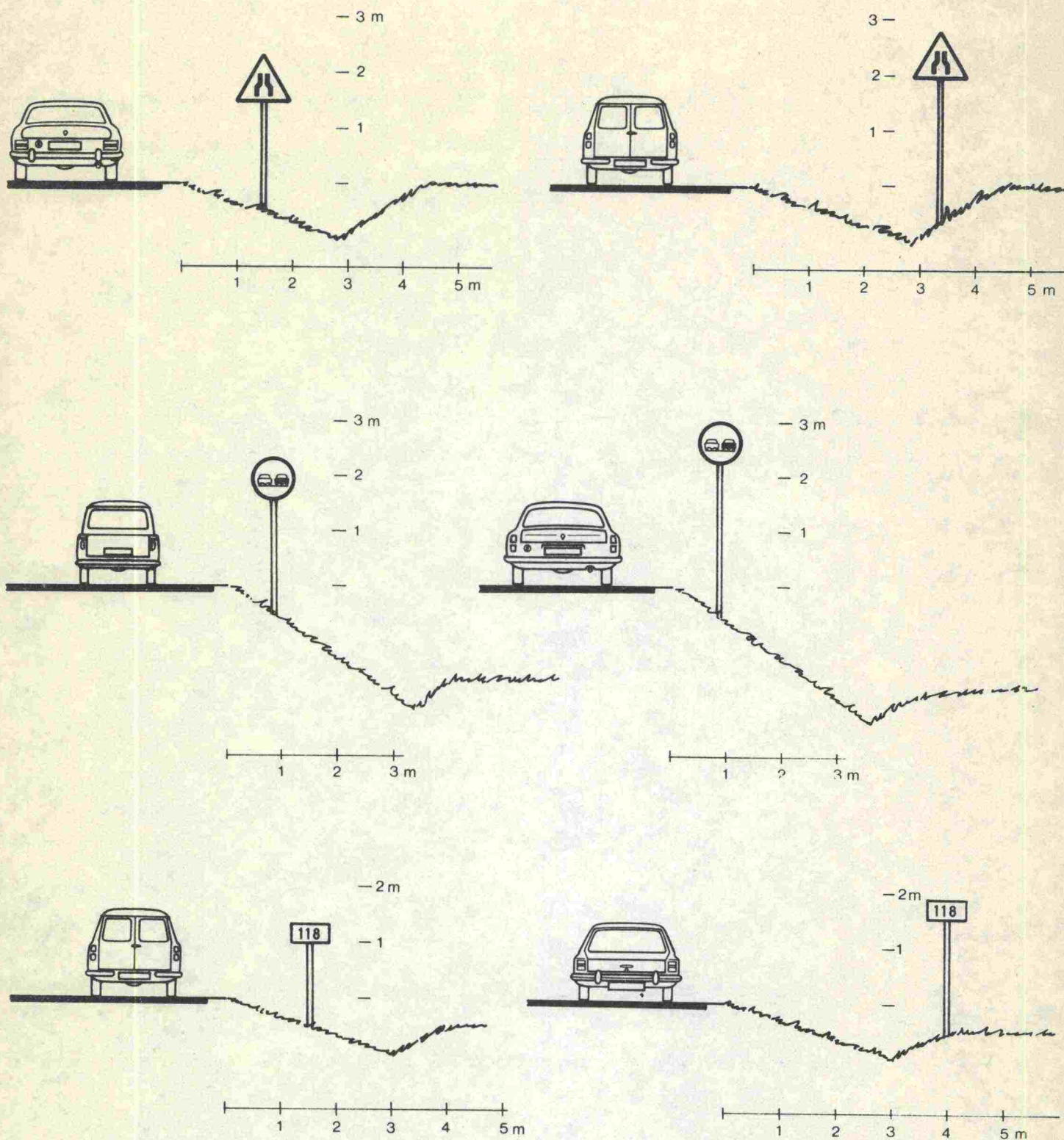
Opastetaulujen rakenne on riippuvainen suuresti taulun koosta. Seuraavia ohjeita voidaan kuitenkin pitää yleisperiaatteena suunniteltaessa opastetaulujen, tienviittojen ja paikannimikilpien ym. isompien merkkien rakennetta:

Aurauslumi rasittaa yleensä isoa opastetaulua epätasaisesti ts. taulun tienpuoleinen reuna joutuu usein suuremman rasituksen kohteeksi, kuin muu osa taulusta. Näin ollen tämä osa on tehtävä muuta taulua vahvemmaksi. Tämä edellyttää esim. ylimääräisiä pystytukia tienpuoleisen reunan osalle tai/ja suuremman jäykkyyden järjestämistä poikittaistukien avulla.

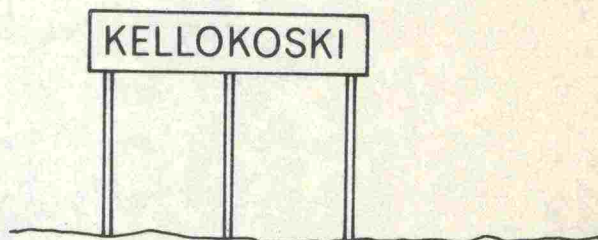
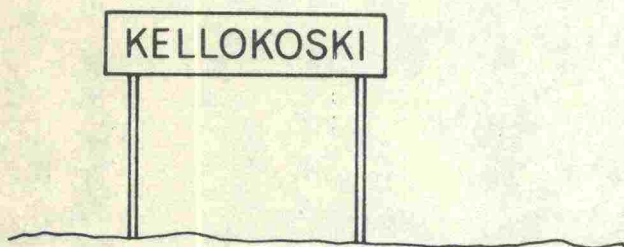
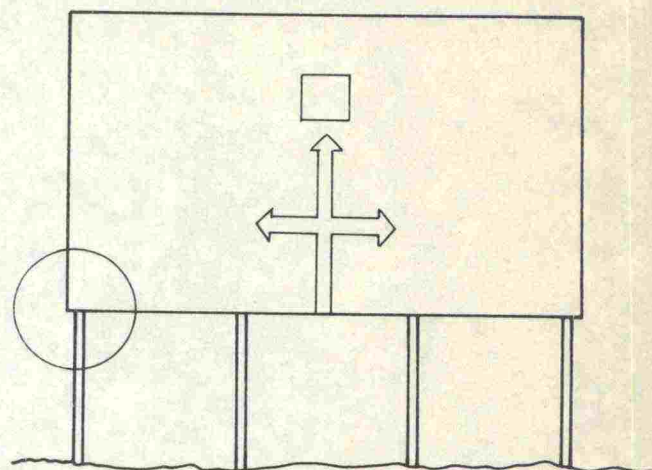
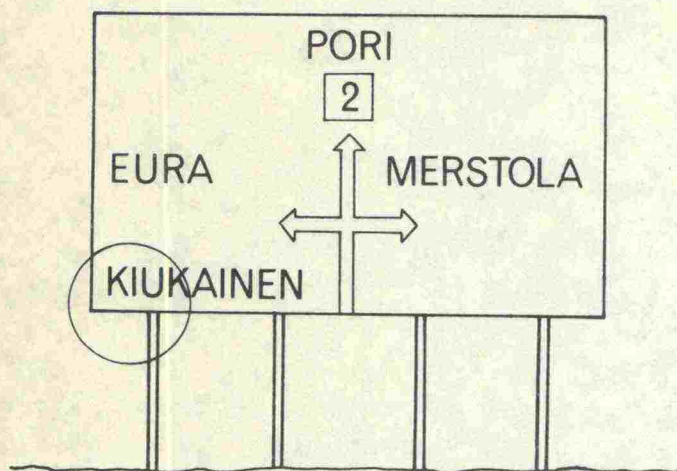
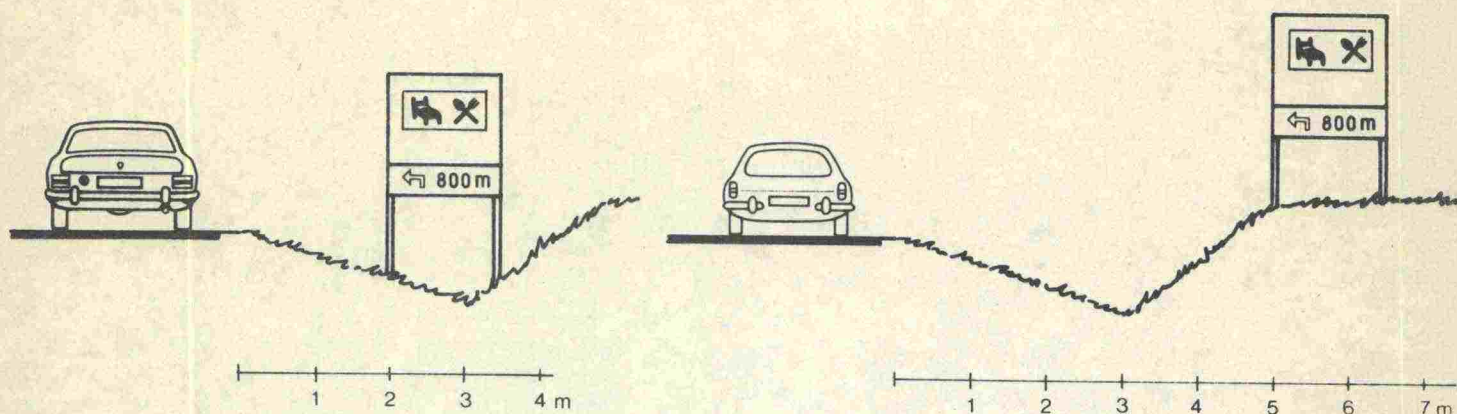
Alle 5 metrin etäisyydelle tien reunasta sijoitettavien taulujen ja vastaavien rakenteiden mitoituksessa on otettava tuulikuorman lisäksi huomioon aurauslumen aiheuttama kuormitus. Näin ollen nämä taulut on varustettava aina vähintään kolmella pystytuella ja myös viistotuilla. Samoin tausta olisi jäykistettävä poikkituen avulla. Pystypylväiden välin tulisi olla 0.3 metriä ja pystypylväs saisi olla enintään 0.2 m päässä merkin kannasta ja tien puoleisella osalla enintään 0.1 m päässä.

Olemassa olevien opastetaulujen ja vastaavien vahvistaminen tulee kysymykseen lähinnä silloin, kun niiden rakenne on ilmeisen heikko ja ne on sijoitettu alle 5 metrin etäisyydelle tien reunasta. Yleisinä vahvistusmenetelminä ovat pystytukien ja vino tukien vahvistaminen ja lisääminen sekä taulun taustan jäykistäminen.

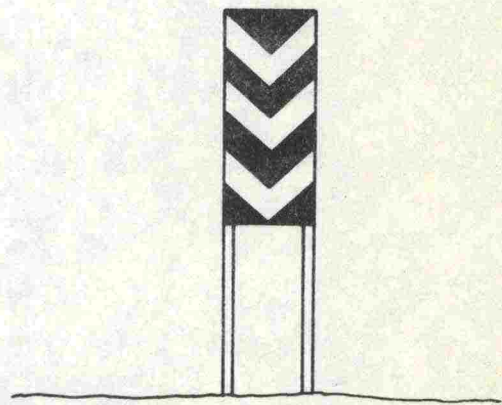
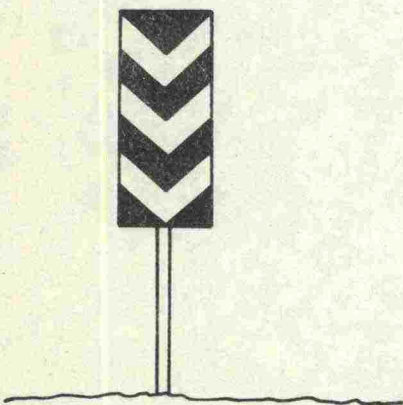
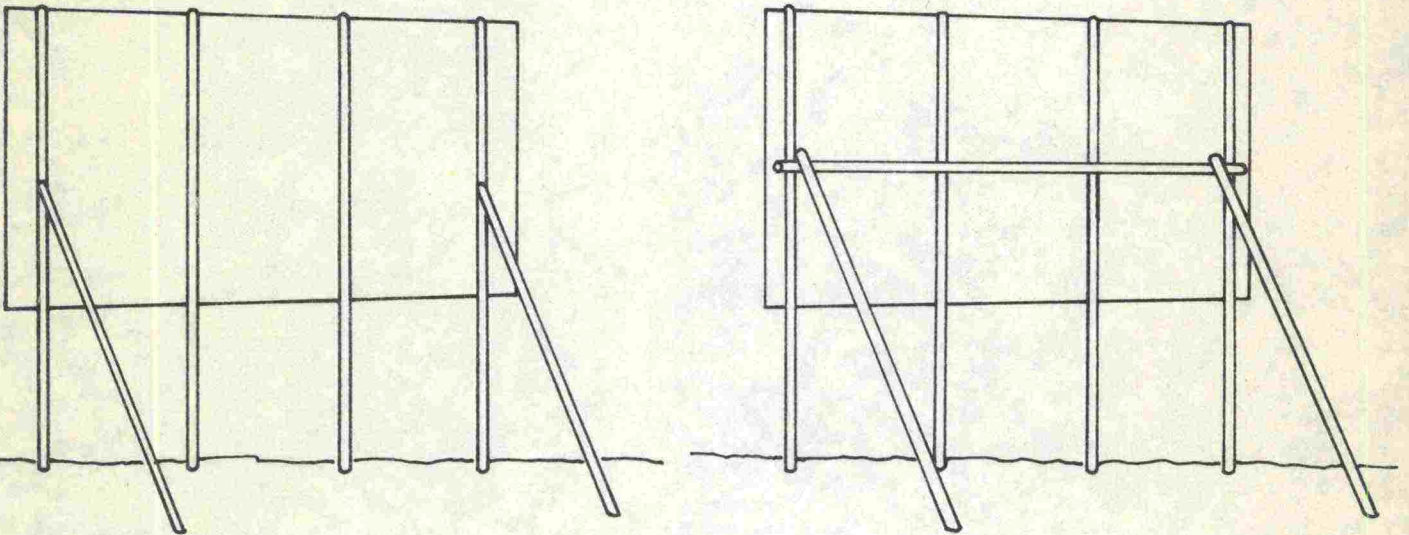
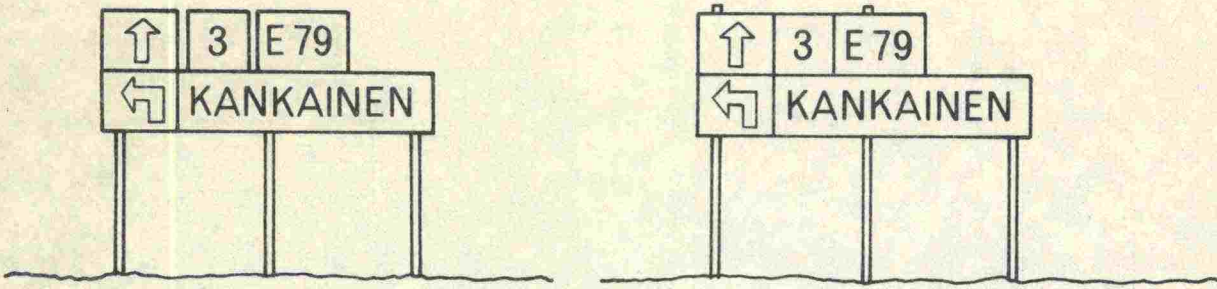
Kuvissa 3.3 - 3.5 on esitetty rinnan aurauksen kannalta huono ja hyvä sijoitus tai rakenne. Kumpiakin sijoitus- ja rakenneratkaisuja on löydettävissä teittemme varsilla.



Kuva 3.3 Oikealla puolella esitetty suositeltavampi sijoitusvaihtoehto auraslumen kannalta



Kuva 3.4 Oikealla puolella esitetty suositeltavampi sijoitus- ja rakennusratkaisu auraslumen kannalta



Kuva 3.5 Oikealla puolella esitetty suositeltavampi rakennusratkaisu auraslumien kannalta



## 3.2 Auraustapaan kohdistuvat toimenpiteet

### 3.21 Yleistä

Kuten kohdassa 2.2 kävi ilmi, vaurioiden aiheuttaja on lumiauran heittävä lumi, mutta liikennemerkkin ja opastetaulun vaurioitumiseen vaikuttaa ratkaisevasti myös sen heikko rakenne sekä aurauksen kannalta epäedullinen sijainti. Koska pystytettyjä merkkejä ja tauluja ei kannata siirtää, on mielekästä kohdistaa vaurioiden vähentämiseen tähtäävät toimenpiteet ensisijaisesti auraustapaan.

Auraustapaan voidaan vaikuttaa mm. tarkentamalla aurausohjeita ja kouluttamalla aurauksen kanssa tekemisissä olevaa henkilöstöä.

Aurauksohjeet on laadittava siten, että niiden perusteella tiemestari tai aurausauton kuljettaja voi sanoa, kuinka kullakin reitillä aurauks on tehtävä. Aurauksohjeiden lisäksi aurauksreitien varsilta olisi hyvä olla tiedot aikaisempina vuosina tapahtuneista auraukslumivaurioista. Näiden tietojen ja aurauksohjeiden avulla tiemestari pystyy varoittamaan erityisen pahoista paikoista ja antamaan ajo-ohjeita varsinkin uusille kuljettajille eri sää- ja keliolosuhteissa vaurioitumisalttiiden merkkien ja taulujen kohdalla.

Edellä mainittujen ohjeiden lisäksi on tiedotettava mahdollisuuksista vähentää vaurioita. Tiedottaminen voi tapahtua esim. TVL:n koulutustilaisuuksien yhteydessä. Vain näin voidaan taata, että ongelma tiedostetaan ja muistetaan ottaa huomioon suunniteltaessa aurauksreittejä ja annettaessa ohjeita aurauksen suorittamisesta.

Ohjeiden ja koulutuksen lisäksi tilanteen kehitystä voidaan myös seurata. Jos toivottuja tuloksia ei saavuteta, voidaan tiedotustoimintaa tehostaa ja annettuja ohjeita täsmentää. Seurannan voi tehdä kukin tiemestari erikseen ja TVH:n liikennetoimisto voi kerätä tulokset ja tehdä tarvittavat tarkistukset yleisiin ohjeisiin sekä lisätä tarvittaessa koulutusta. Nykytilanteesta ja saavutetuista tuloksista on syytä tiedottaa, sillä jo nyt tehdyn kyselyn perusteella ongelmien ja vaurioiden suuruudessa oli havaittavissa suuria vaihteluita.

Nykyinen TVH:n antama auraukslumivaurioiden välttämiseksi annettu ohje on sisällytetty aurauksohjeisiin ja se on kokonaisuudessaan seuraavanlainen:

Liikennemerkkien lisääntynyt käyttö ja varsinkin nykyiseen opastusjärjestelmään siirtyminen on tuonut auraaajalle lisähankaluuksia. Raskas lumi vaurioittaa helposti merkkejä. Myöskin merkkien peittyminen lumikerroksella vaikeuttaa niiden näkymistä ja jopa tekee niiden luettavuuden mahdottomaksi. Mitään yleispätevää ajonopeusohjetta ei voida auraaajille tässäkin tapauksessa antaa vaurioiden välttämiseksi, koska lumen käyttäytymiseen vaikuttavat useat eri seikat. Sellaisia ovat ajonopeuden lisäksi esimerkiksi lumen ja kaluston laatu sekä merkkien etäisyys tien reunasta. Ainoa tapa välttää vaurioilta lieneekin ajonopeuden valinta eri olosuhteissa sellaiseksi, ettei "lumisuihku" kohdistu merkkeihin.

Seuraavassa käsitellään aikaisemmassa ohjeessa avoimeksi jätettyjä kysymyksiä ja pyritään antamaan mahdollisimman yksiselitteiset vastaukset, jotta vastaisuudessa liikennemerkkeihin ja opastetauluihin kohdistuvat vauriot jäisivät mahdollisimman pieniksi.

### 3.22 Aurasnopeuden valinta

Seuraavassa annettavat ohjeet perustuvat tämän raportin edellisissä luvuissa ilmitulleisiin tuloksiin ja suosituksiin. Ohjeiden laadinnassa on pyritty ottamaan huomioon mahdollisimman hyvin nykyisin vallitsevat olosuhteet:

1. Käytössä on tällä hetkellä ominaisuuksiltaan erilaisia auroja
2. Liikennemerkkien ja opastetaulujen sijoittelu vaihtelee teiden varsilla
3. Liikennemerkkien ja varsinkin opastetaulujen rakenteet vaihtelevat suuresti

Seuraavassa käsitellään ajonopeutta ja sen valintaan vaikuttavia tekijöitä. Käsiteltävät tekijät ovat:

1. Lumen laatu ja määrä sekä ilman lämpötila
2. Liikennemerkkien ja opastetaulujen etäisyys tien reunasta ja korkeus ajoradan pinnasta
3. Kaluston laatu

Aurausauton ajonopeuden merkitys liikennemerkki- ja opastetauluvaurioiden syntymiseen on huomattavan suuri, kuten jo luvussa 2.22 todettiin. Normaalin ajonopeuden (50 km/h - 70 km/h) hidastaminen seuraavissa kohdissa annettujen ohjeiden mukaisesti pienentää auraslumen aiheuttaman iskuvoiman mitä suurimmalla todennäköisyydellä niin pieneksi, että enimmiltä vaurioitumisilta vältytään. Nopeussuosituksia on annettu siten, ettei niiden noudattaminen lisää vallinmuodostusta eikä hidasta olennaisesti auraustyötä. Näin ollen ohjeiden noudattaminen ei myöskään lisää olennaisesti kunnossapitokustannuksia.

## 1. Lumen laatu ja määrä sekä ilman lämpötila

Liikennemerkkeihin ja opastetauluihin kohdistuva kevyt pakkaslumi ei vaurioita merkkejä. Tällöin merkkien ja taulujen kohdalla ei tarvitse alentaa normaalia aurasnopeutta. Jos säätila ja olosuhteet ovat seuraavassa luetellun kaltaisia, on aurasnopeutta hidastettava kohdan kaksi mukaisesti:

- ilman lämpötila  $-2^{\circ}\text{C}$  -  $+3^{\circ}\text{C}$  ja lumimäärä 3 - 5 cm
- paksu (yli 5 cm) yhtenäinen tien peittävä lumipeite
- tiehöylän tieltä tai risteysalueelta tien reunaan työntämä raskas karhe
- levitysourauksen jälkeen tien sivuun aurattu raskas lumi
- tielle ulottuvat kinokset ennen merkkejä ja tauluja

Edellä on lueteltu yleisimmät ns. huonot olosuhteet vaurioiden syntymisen kannalta. Niiden lisäksi on varmaan muita harvemmin ja paikkakuntakohtaisesti esiintyviä olosuhteita, joiden vallitessa on myös syytä noudattaa seuraavassa kohdassa annettuja suosituksia.

## 2. Liikennemerkkien ja opastetaulujen etäisyys tien reunasta ja korkeus ajoradan pinnasta

Edellä mainittujen olosuhteiden vallitessa lunta on joko niin paljon tai se on niin raskasta, että aurattavan lumen massa kasvaa helposti hyvin suureksi. Tämä massa synnyttää voiman, joka nopeuden lisääntyessä kasvaa hyvin nopeasti niin suureksi, että se saa aikaan vaurioita. Näin ollen nopeuden hidastaminen vähentää aina olennaisesti auraslumen synnyttämiä voimia. Seuraavassa annetaan lähinnä tehtyjen aurasnopeuksien tulosten perusteella nopeussuosituksia liikennemerkkin ja opastetaulun sijainnin funktiona edellä mainittujen olosuhteiden vallitessa:

- jos merkki tai taulu on alle 2.5 metrin etäisyydellä tien reunasta ja alareuna on alle 2 metrin korkeudella tien pinnasta mitattuna, on aurasnopeutta hidastettava mieluummin alle 40 km/h. (Jos merkki on kovin alhaalla, esim. alareuna alle 1.0 - 1.2 metrin korkeudella tien pinnasta mitattuna, voidaan lumisuihku lennättää merkin yli tiettyissä olosuhteissa ajamalla normaalia nopeutta hidastamatta.)

- jos merkki tai taulu on 2.5 - 5 metrin etäisyydellä tien reunasta ja alareuna on alle 2 metrin korkeudella tien pinnasta mitattuna, on aurasnopeutta hidastettava 40 - 45 km/h
- jos merkki tai taulu on alle 5 metrin etäisyydellä tien reunasta ja alareuna on hyvin korkealla yli 2.0 - 2.2 metrin korkeudella tien pinnasta mitattuna, on ajonopeutta hidastettava 45 - 50 km/h

Edellä luetellut rajat ja nopeussuositukset on esitetty myös kuvassa 3.1. Nopeussuositukset on laadittu lähinnä nyt järjestettyjen aurasnopeuskoekokeiden perusteella, mutta ne ovat sopusoinnussa myös aikaisemmin järjestettyjen kokeiden ja selvitysten kanssa. Niitä ei ole suinkaan tarkoitettu kirjaimellisesti noudatettaviksi vaan lähinnä ohjeiksi, joita voidaan soveltaa olosuhteiden ja kokemusten mukaan. Niistä voidaan myös poiketa, jos tilanne esim. kuljettajan kokemusten perusteella sen sallii.

### 3. Kaluston laatu

Edellä olevia ohjeita noudatettaessa on lisäksi otettava huomioon auratyypin asettamat vaatimukset. Suositukset on annettava silmälläpitäen nykyisiä yleisimmin käytettyjä auratyyppejä. Niihin voidaan tehdä muutoksia tai lievennyksiä, jos auran lumenheitto-ominaisuudet sitä vaativat tai sen sallivat. Esimerkiksi uusien aurojen matala lumisuihku ei juurikaan yllä yli kahden metrin. Näin ollen, jos liikennemerkin alareuna on yli 2 metrin korkeudella tien pinnasta mitattuna, ei aurasnopeutta tarvitse hidastaa alle normaalin. Sen sijaan, jos merkki on kovin matalalla ja lisäksi lähellä tietä, on aurasnopeutta hidastettava mieluummin niin paljon, kuin olosuhteisiin nähden on mahdollista.

### 3.3 Auraskaluston kehittäminen ja sijoittelu eri talviolosuhteissa

Tiemestaripiireille lähetyssä kyselyssä tiedusteltiin myös eri auratyypin ominaisuuksia. Vastauksissa todettiin mm., että varsinkin vanhemmat auratyypit "vihaavat" liikennemerkkejä ja opastetauluja.

Uuden auraskaluston kehittämisessä on pyritty mm. siihen, että

1. Aurasta lähtevä lumisuihku on riittävän suppea. Tämä vähentää liikenneturvallisuuden kannalta haitallista pölyämistä ja takaa lumen siirtymisen riittävän kauas.
2. Lumisuihku purkautuu siiven yläosasta heittoliikkeellä vielä pienilläkin nopeuksilla. Tällöin aura ei kasvata vallia, vaan lumi nousee vallin ylitse myös ylämäessä.
3. Lumisuihku ei suuntaudu liian pystyyn. Tällöin pölyäminen estyy eikä tuuli kuljeta lunta takaisin tielle.

Uusien auratyypin matalahko suppea lumisuihku on helpommin väistettävissä merkkien sijainnin määrittelyllä, joten liikennemerkkien ja opastetaulujen vaurioitumista ajatellen kehitys on mennyt oikeaan suuntaan. Haittana voidaan pitää voimien keskittymistä. Seurauksena on suurempi vaurioitumistodennäköisyys jo pienillä nopeuksilla, jos merkki tai taulu joutuu lumisuihkon kohteeksi.

Uudet aurat soveltuvat erityisen hyvin vähälumisille alueille. Runsaslumisilla alueilla joudutaan käyttämään auramalleja, jotka pystyvät käsittelemään suurempia lumimääriä ja jotka yleensä myös joutuvat suuntamaan lumisuihkon tavanomaista korkeammalle. Tämä puolestaan vaikeuttaa vahinkojen välttämistä liikennemerkkein sijoittelulla ja edellyttää useammin kuin tavanomaisissa olosuhteissa poikkeamista normaalista aurasnopeudesta. Toisaalta merkkien määrä runsaslumisilla alueilla on yleensä keskimääräistä pienempi.

Aurojen uushankintojen yhteydessä olisi hankittava yksinomaan uusia matalaheittoisia auroja. Tällöin voitaisiin oikealla aurasnopeudella ja vähitellen liikennemerkkien ja opastetaulujen sopivalla sijoittelulla ratkaisevasti vähentää auraslumivaurioita.

Vanhat hyväkuntoiset korkealle heittävät aurat voitaisiin joissakin tapauksissa muuttaa ominaisuuksiltaan paremmiksi sekä kuljettajan että liikennemerkkien kannalta osin siiven muotoa muuttamalla.

4  
YHTEENVETO

Lumiaura, jonka nopeus on nykyisin jopa 70 km/h, heittää etenkin raskaan lumen sellaisella voimalla tien varsilla olevia liikennemerkkejä ja opastetauluja vasten, etteivät niiden nykyiset rakenteet kestä, vaan ne vaurioituvat. Näiden vaurioiden korjaaminen maksaa vuosittain noin 5 milj. markkaa.

Aurauslumivaurioita voidaan vähentää:

- omaksumalla liikennemerkkien ja opastetaulujen kohdalla auraustapa, jossa on otettu huomioon auratyypien ja olosuhteiden asettamat vaatimukset
- sijoittamalla liikennemerkit ja taulut lumisuihkun ulkopuolelle
- vahvistamalla tai kehittämällä liikennemerkkien ja taulujen rakennetta sellaiseksi, että ne kestävät niihin kohdistuvat voimat

Vaurioiden vähentämiseen tähtävien toimenpiteiden on kohdistuttava ensimmäisenä auraustapaan, koska jo pystytettyjen liikennemerkkien ja taulujen siirtäminen on usein hankalaa tai mahdotonta. Sama koskee myös yksivartisten liikennemerkkien vahvistamista.

Oikean auraustavan omaksuminen edellyttää ennen kaikkea, että aurauksen aiheuttamat vauriot tuodaan riittävän hyvin esille sekä, että käytettävissä on aurausohjeet, joihin on sisällytetty selvät ohjeet vaurioiden välttämiseksi. Raportissa on esitetty vaurioiden estämisen kannalta tärkeitä auraustapaan kohdistuvia toimenpiteitä aurausohjeissa huomioon otettavaksi.

Aurauslumivaurioiden vähentäminen edellyttää myös, että liikennemerkkejä ja tauluja maastoon sijoitettaessa otetaan huomioon näkyvyyden lisäksi aurauksen asettamat vaatimukset. Opastetaulujen sijainnin valinnassa tulisi noudattaa tässä raportissa ja mm. TVH:n kirjeessä Tr 4271/21.12.1976 annettuja sijoitusohjeita. Liikennemerkkien osalta em. ohjeiden noudattaminen edellyttää liikennemerkkipäätöksessä olevien sijoittelua rajoittavien määräysten väljentämistä sekä uusien sijoitusohjeiden laatimista.

Liikennemerkkejä ja tauluja ei voida kuitenkaan aina olosuhteista johtuen sijoittaa lumisuihkun ulottumattomiin. Tällöin rakenteen on oltava riittävän vahva kestämään tuulikuorman lisäksi myös siihen kohdistuva lumikuorma.

Tämä edellyttää joko nykyisten rakenteiden vahvistamista tai kokonaan uudentyypin rakenteen kehittämistä. Rakennetta voidaan vahvistaa mm. materiaalikehittelyn avulla esim. siirtymällä

käyttämään vaneria taulumateriaalina. Rakennetta voidaan myös kehitellä joustavammaksi, jolloin auraslumi ei rasita sitä yhtä paljon kuin jäykkää rakennetta. Nykyisin tien varsilla olevia suurempia opastetauluja voidaan vahvistaa erilaisilla lisä- ja poikkituilla. Suurisuuntaisemmat materiaali- ja rakennemuutokset edellyttävät yleensä pitempää kehittäelytyötä ja käytännön kokeita.

Tässä raportissa käsitellyt asiat ja annetut ohjeet on tarkoitettu viitteeksi suunnittelijoille ja ohjeiden laatijoille sekä sille kunnossapitohenkilökunnalle, joka käytännössä vastaa auraustavan valinnasta, liikennemerkkien ja taulujen korjaamisesta sekä uudelleen sijoittelusta.

## SAMMANDRAG

Snöplogens hastighet kan nuförtiden stiga upp till 70 km/h. Den slungar framförallt den tyngre snön med sådan kraft mot trafikmärken och orienteringstavlor att konstruktionerna kan ta skada. Reparationskostnaderna uppgår årligen till ca. 5 milj. mark.

Snöplogningsskadorna kan minskas genom att:

- anpassa plogningen vid trafikmärken och orienteringstavlor efter de krav som plogtypen och rådande förhållanden ställer
- placera trafikmärkena och tavlorna utom räckhåll för snöslungningen
- stärka konstruktionerna så att de kan motstå de krafter som de utsätts för

Åtgärderna bör i första hand riktas mot ändring av plognings sättet. Flyttning av redan uppställda trafikmärken och tavlor är ofta svårt eller rentav omöjligt. Detsamma gäller också stärkning av enstolpiga trafikmärken.

För att ett rätt anpassat plogningsstätt skall anammas bör de möjliga skadeverkningarna klart betonas och i plogningsanvisningarna bör ingå klara direktiv över hur skadeverkningarna kan undvikas. I rapporten ingår en beskrivning av skadenedsättande åtgärder som berör plogningsstättet. Åtgärdsbeskrivningen kan utnyttjas i plogningsanvisningarna.

En minskning av snöplogningsskador förutsätter att förutom siktkrav också plogningskrav tas i beaktande vid uppställning av trafikmärken och tavlor i terrängen. Vid val av uppställningsplats bör följas direktiv presenterade i denna rapport och i VOV:s brev Tr 4271/21.12.1976. För trafikmärkenas del betyder tillämpningen av dessa direktiv att trafikmärkes beslutets bestämmelser med avseende å restriktioner vid val av uppställningsplats kommer att bli lindrigare och att nya direktiv sålunda bör fastställas.

Trafikmärken och tavlor kan dock inte alltid uppställas utom räckhåll för snöslungningen. Konstruktionen bör i sådana fall kunna motstå förutom vindbelastningen även en snöbelastning.

Detta förutsätter att nuvarande konstruktioner stärks eller att helt nya konstruktioner planeras. Konstruktionerna kan stärkas genom material utveckling tex genom att övergå till fanér som material för tavlorna. En mera elastisk konstruktion blir mindre påfrestad av plogningssnön än en styv konstruktion. De befintliga större orienteringstavlorna kan stärkas med stöttbjälkar. Vidlyftigare material och konstruktionsändringar förutsätter i allmänhet längre utvecklingsarbete och praktiska prov.



Direktiven som är presenterade i denna rapport är avsedda som riktningsgivare för planerare och personer som kommer att utarbeta nya anvisningar samt för den personal som i praktiken ansvarar för val av plogningssätt, reparation av tillkomna skador och omupställningar av trafikmärken och tavlor.

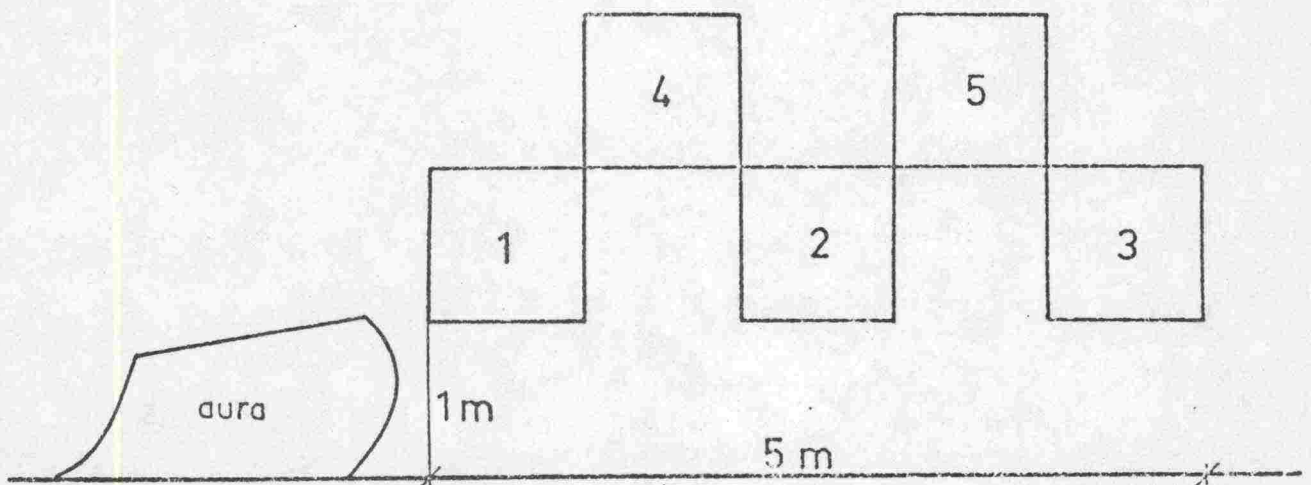
Työ n:o MEK-1637

Tilaaaja: Tie- ja vesirakennushallitus  
Käyttöosasto/Liikennetoimisto  
Hämeentie 3-5  
00530 HELSINKI 53

Tilaus: No KI-60/23.3.1978

Tehtävä: Aurausvoimamittaukset

**Yleistä** Aurauskokeet tehtiin Joutsan varalaskupaikalla 29. ja 30.3.1978. Tilaaajan toimesta oli pohjois-eteläsuunnassa sijaitsevan las-  
kupaikan itäreunalle kentän puoliväliin pystytetty metalli-  
kehikko, johon kiinnitettiin kuvan 1 mukaisesti sijoittaen  
viisi vanerilevyä kooltaan 2 cm x 99 cm x 99 cm. Levytasojen  
normaalin suunta oli tien suuntainen.  
Kukin levy kiinnitettiin kehikkoon neljällä ruuvilla, jotka  
toimivat samalla voima-antureina. Voima mitattiin vastusve-  
nymäliuskojen avulla siten, että kullekin levyille osuvan  
lumisuihkun aiheuttama kohtisuora voimakomponentti (tien  
suuntainen) rekisteröityi vahvistimien kautta magneettinau-  
halle myöhempää analysointia varten.



Kuva 1. Mittauslevyjen sijainti.

Työ n:o MEK-1637

Kalusto

Mittauskaluston muodostivat vastusvenymäliuskat, joista tulevat impulssit rekisteröitiin mittavahvistimen KWS/GT-5 kautta 7-kanavaiselle instrumenttinauhurille Honeywell 5600 C ja CEC-oskillograafipiirturille. Nauhurin toiminnan tarkistamiseksi käytettiin Tektronix 5103 N oskilloskooppia. Rekisteriöinti tapahtui tilaajan toimittamassa työmaakopissa, joka oli tien reunassa n. 10 m mittauskohdan takana.

Auraukset tehtiin kolmella eri autolla ja neljällä auralla. Yhdistelmät olivat seuraavat.

- Aurauksissa A oli auto Kontio-Sisu LV-131 CVT ja aura Teho 2800-15P, jossa oli muovimaalipinta.
- Aurauksissa B oli auto Jyry-Sisu R-141 ja aura Ajax 2800 JH.
- Aurauksissa C oli auto Jyry-Sisu R-141 ja aura Teho 2800-15 P, jossa oli normaali maalaus.
- Aurauksissa D oli auto Jyry-Sisu R-148 ja aura Hokke AKH.

Auton tavoitenopeudet olivat 40, 50 ja 60 km/h. Lumipatjan jarrutuksesta ja mittariheitoista johtuen todellisissa nopeuksissa oli hajontaa. Nopeudet mitattiin tilaajan toimesta tutkalla.

Olosuhteet

Auraukokeiden aikana jatkui aikaisemmin alkanut lämpimän, kostean lounaisen ilmapirtauksen aiheuttama suojasää. Mittauksia edeltävä yö oli sumuinen ja lämpötila oli 0°C. Seuraavana päivänä satoi ajoittain vettä lämpötilan ollessa n. +1°C. Tuuli oli lounaasta 3 m/s. Toisena mittauspäivänä vallitsi pilvinen poutasää lämpötilan ollessa n. +3°C ja lounaistuulen n. 2 m/s.

Lumi

Kokeissa käytetty lumi otettiin tien vierestä aurauspenkasta kauhakuormaajalla. Levitys ja hienontaminen tehtiin lapioidella ja haravalla. Lumimaton paksuudeksi valittiin 5 cm, kun aurauksessa n:o 1 olleen paksuuden 10 cm todettiin vaikeuttavan liikaa auton hallittavuutta. Lumimaton leveys oli n. 3 m ja se ulottui n. 15 m päähän kehikosta.

Työ n:o MEK-1637

Ensimmäisenä mittauspäivänä käytetty osittain jäinen lumi oli melko kuivaa. Sen tiheys vaihteli välillä  $480 - 560 \text{ kg/m}^3$  aurauksissa n:o 1 - 24. Toisena mittauspäivänä käytetty lumi oli sitä edeltäneestä vesisateesta ja korkeasta lämpötilasta johtuen märkää - loppuvaiheessa jo suorastaan vetistä. Sen tiheys vaihteli välillä  $560 - 600 \text{ kg/m}^3$  aurauksissa n:o 25 - 48.

#### Auraukset

Aurautot ottivat vauhtia kentän päästä, ja kiihdyttivät vauhdin tavoitenopeuteen (40, 50 tai 60 km/h). Tavoite-etäisyydet e aurausjäljestä kehikon reunaan olivat 0,5 ja 1,5 m. Tällä pyrittiin saamaan mittaustuloksia myös kuvan 1 mittauskohtien väliin jäävistä aukko- ja auroista. Autot eivät ainoastaan pystyneet säilyttämään suuntaansa johtuen lyhyellä auramatkalla olevan lumen aiheuttamasta epätasaisesta auravastuksesta, vaan autot kääntyivät tien reunasta ulospäin - vaihtelevasti eri auroilla, autoilla ja nopeuksilla.

Aurauksissa C oli vaikeuksia saada levitetty lumi aurattua auran pyrkiessä pomppimaan, niin että paikoitellen suurin osa lumesta jäi paikalleen. Tällä on luonnollisesti vaikutusta tulosten voima-arvoihin.

Aurauksissa D tehtiin lopuksi joukko valliaurauksia (n:o 44 - 48). Etäisyydelle 0,5 m kehikon reunasta tehtiin 0,6 m korkea lumivalli, joka viimeisteltiin auraamalla. Sen jälkeen aurattiin normaalisti lumipatjat. Aurauksissa n:o 45 ja 48 ajettiin tosin vain edellisessä ajossa lähelle lumivaltia jäljelle jäänyt lumimassa.

#### Tulokset

Eri aurauksista saadut tulokset ovat ryhmiteltyinä taulukoissa 1 - 5. Niissä on annettu ajon numero, auton nopeus  $v$ , auratäisyys  $e$  kehikosta, mittauslevyn numero, lumisuihkun kesto-aika  $t$ , lumisuihkun viive  $t_0$  mittauslevyyn n:o 1 nähden, lumisuihkun maksimivoima  $F_{\max}$  ja sen esiintymiskohta  $t_{\max}$  sekä graafisesti integroitu lumisuihkun "pulssi"  $\int F dt$ . Lähes samalla autonnopeudella ja auratäisyydellä saaduista tuloksista on annettu keskiarvot. Keskiarvoa 10 % suuremmat

Työ n:o MEK-1637

maksimivoiman ja "pulssin" ylitysarvot on annettu samoin kuin keskiarvotuloksiin käytettyjen mittauster. lukumäärä n. Ajoissa n:o 14 ja 18 eivät mittauslevyn n:o 1 tulokset rekisteröityneet.

Taulukko 1. Aurauskokeiden A tulokset.

ajo n:o	v km/t	e m	levy n:o	t ms	t <sub>0</sub> ms	t <sub>max</sub> ms	F <sub>max</sub> kN	pulssi Ns	n kpl	ylitys F <sub>max</sub>	ylitys "pulssi"
1 5, 7, 8	38	1,8	1	65		15	1,7	70	1		
	48	0,5	1	165		120	9,2	570	3	10,9	640
			2	120	150	65	5,6	230	3	6,7	280
			4	30	130	10	0,7	40	3	1,0	60
			5	20	310	10	0,5	40	1		
2 9	47	2,3	1	140		155	5,9	460			
	52	0,6	1	170		130	9,8	840			
			2	175	125	60	7,6	210			
			4	55	175	35	1,5	90			
3, 10, 11	52	1,4	1	170		120	7,8	570	3		
			2	135	105	85	5,6	220	3	6,5	260
			3	70	185	60	0,3	90	1		
			4	65	115	30	2,2	90	3	3,7	150
4, 6	59	0,9	1	150		115	6,2	480	2		
			2	120	50	65	3,1	170	2	4,0	210
			3	105	195	85	3,1	130	2		
			4	90	110	40	6,4	500	2		
			5	110	160	80	5,8	240	2	7,0	270
12	56	1,5	1	160		50	6,4	450			
			2	160	75	145	7,4	330			
			4	90	105	55	3,9	150			

Työ n:o MEK-1637

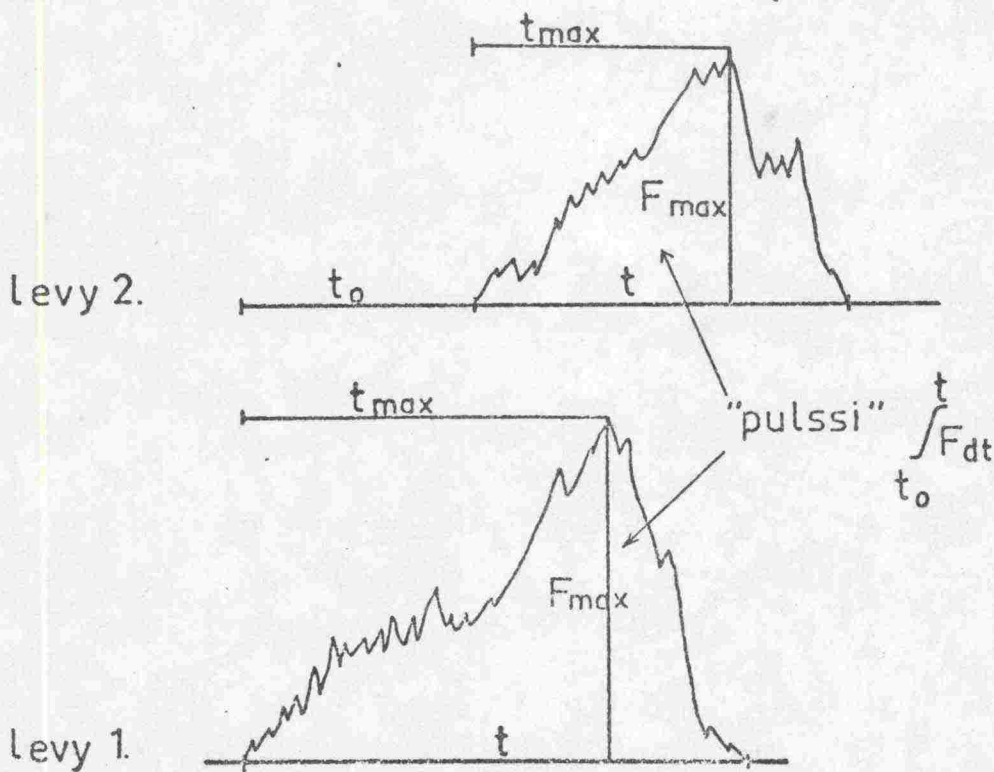
Taulukko 2. Aurasokeiden B tulokset.

ajo n:o	v km/t	e m	levy n:o	t ms	t <sub>o</sub> ms	t <sub>max</sub> ms	F <sub>max</sub> kN	pulssi Ns	n kpl	ylitys F <sub>max</sub>	ylitys "pulssi"
20 15,16,21	46	1,5	1	110		49	4,4	310		9,5	590
			1	160		50	8,1	530	3		
	51	0,6	2	100	90	35	3,2	120	3		
			4	100	110	45	0,7	60	3		
13,19,24	50	1,5	5	100	235	35	0,9	130	3	5,1	200
			1	160		60	5,0	320	3		
			2	110	100	45	2,6	90	3		
			3	115	125	30	1,2	50	1		
			4	80	100	60	2,0	20	1		
17,22,23	59	0,8	1	145		40	8,7	540	3	2,7	100
			2	90	45	45	2,2	80	3		
			3	130	95	65	1,4	80	3		
			4	145	75	40	2,5	70	3		
			5	100	115	50	2,3	80	3		
18	61	1,5	1							3,3	110
			2	140		70	2,3	90			
			3	210	40	70	1,3	70			
			4	110	25	30	2,3	120			
			5	130	75	10	0,4	20			

Taulukko 3. Aurasokeiden C tulokset.

ajo n:o	v km/t	e m	levy n:o	t ms	t <sub>o</sub> ms	t <sub>max</sub> ms	F <sub>max</sub> kN	pulssi Ns	n kpl	ylitys F <sub>max</sub>	ylitys "pulssi"
33	42	0,6	1	160		115	9,7	610			
			2	135	110	85	2,2	110			
36 29,30,34	41	1,6	1	145		105	10,4	620		12,6	840
			49	0,6	1	180		120	10,6		
	2	165			80	120	5,6	300	3		
	3	85	200	55	1,0	40	2				
28,32,35	50	1,6	4	65	115	25	1,8	50	3	3,9	110
			1	195		95	5,4	450	3	6,7	500
			2	170	100	120	5,1	280	3		
			4	120	105	50	3,6	150	3	4,7	170
27, 31	59	1,6	1	160		70	3,5	250	2	3,9	280
			2	145	80	80	1,9	110	2		
			3	155	170	110	2,3	170	2	2,7	200
			4	150	80	80	2,6	200	2		
			5	50	225	30	0,8	20	2		

Työ n:o MEK-1637



Kuva 2. Tyypillinen rekisteröintitulokäytettyine merkintöineen.

Työ n:o MEK-1637

Taulukko 4. Aurauskokeiden D tulokset.

ajo n:o	v km/t	e m	levy n:o	t ms	t <sub>o</sub> ms	t <sub>max</sub> ms	F <sub>max</sub> kN	pulssi Ns	n kpl	ylitys F <sub>max</sub>	ylitys "pulssi"
38	39	0,5	1	130		75	6,4	340			
26,39-42	50	1,0	1	165		40	9,0	560	5		660
			2	180	45	50	2,2	150	5	3,8	300
25,37	50	1,7	1	160		40	7,7	430	2	8,7	500
			2	110	60	35	2,9	70	1		
14,43	58,5	1,8	1	125		30	1,1	50	(1)		
			2	130	20	35	0,7	40	2		70
			3	195	70	35	0,3	30	1		
			4	160	50	50	0,6	30	1		
Valliajot											
48	40	0,7	1	190		35	5,5	480			
			2	95	45	75	0,4	20			
44	39	1,1	1	90		35	2,9	140			
45	44	0,7	1	155		65	8,1	450			
			2	255	60	80	1,2	80			
			4	175	55	25	2,1	140			
46	51	1,1	1	145		40	10,1	490			
			2	155	25	80	3,7	100			
47	49	1,4	1	125		35	8,4	420			

Espoossa 1978-06-21

VALTION TEKNILLINEN TUTKIMUSKESKUS  
Rakenteiden mekaniikan laboratorio

Vt. laboratorionjohtajan po. *Erkki Helander*  
Erkki Helander

Tutkija

*Jorma Kangas*  
Jorma Kangas

JK/AP



Ray Ottman/SSt

28.02.1978

## KYSELY TIEMESTARIPIIRIEN AURAUSSLUMIVAURIOISTA

## TIEMESTARIPIIRI .....

Tietoja tiemestaripiirien uusimista ja korjaamista liikenne-merkeistä ja tauluista saadaan kustannus- ja suoritustietoina kunnossapitorekisteristä. Näistä ei kuitenkaan käy ilmi, mikä osuus uusimisista ja korjauksista johtuu aurausslumivaurioista. Tämän seikan selvittämiseksi tehdään kirjallinen kysely eräissä satunnaisesti valituissa tiemestaripiireissä.

Seuraavassa esitetään joukko numeroituja kysymyksiä, joihin tiemestareita pyydetään vastaamaan viime vuosien kunnossapitokäytännön perusteella. Kysymykset koskevat liikennemerkkejä ja opastustauluja.

1  
Kustannukset

- 1.1 Arvio kuinka suurina aurausslumivaurioiden aiheuttamat liikenne-merkkien ja opastetaulujen korjauskustannukset ovat
- a) suhteessa kaikkiin kustannuksiin jakautuneena seuraavasti:
- suunnistus ja etäisyystaulut
  - tienviitat
  - muut liikennemerkit
- b) markkamääräiset korjauskustannukset esim. v. 1977 tai v. 1965
- suunnistus ja etäisyystaulut
  - tienviitat
  - muut liikennemerkit
- 1.2 Arvio kuinka paljon liikennemerkkejä ja opastetauluja joudutaan uusimaan vuosittain johtuen lumen aurauksen aiheuttamista vahingoista.
- a) osuus kaikista vuosittain uusituista merkeistä ja
- b) kappalemäärät esim. v. 1977 tai v. 1976
- suunnistus- ja etäisyystaulut
  - tienviitat
  - muut liikennemerkit

## 2 Vauriotyyppi

- 2.1 Arvio aurauslumen aiheuttamista vauriotyypeistä, ts. minkä tyyppisiä vaurioita aurauslumi aiheuttaa
- a) tauluun kohdistuvat
  - b) varteen kohdistuvat
  - c) kiinnitykseen kohdistuvat
  - d) muut vauriotyypit

## 3 Olosuhteet

- 3.1 Arvio milloin ja missä aurauslumivaurioita esiintyy
- a) vuodenaika
  - b) säätila, lumimäärä
  - c) liikennemerkkin etäisyys tien reunasta
  - d) liikennemerkkin alareunan korkeus tien pinnasta
  - e) pientareen leveys
  - f) muut tekijät

## 4 Kalusto

- 4.1 Tiemestaripiirissä käytetyt auratyypit
- a) mitkä niistä ovat hyviä
  - b) mitkä huonoja
- 4.2 Tiemestaripiirissä käytetyt aurausautot

- 4.3 Jos käytetään yksityisiä yrittäjiä aurauksessa, onko eroja vaurioissa tai auraustavoissa yksityisten ja omien ajamilla reiteillä ja jos on niin millaisia

## 5 Aurautumivaurioiden synty

- 5.1 Käsitteenne vaurioiden syistä (myös muista kuin aurautumivaurioiden):

## 6 Aurautumivaurioiden välttäminen

- 6.1 Miten mielestänne voidaan parhaiten välttää aurautumivaurioita. Seuraavassa eräitä ehdotuksia, merkitkää kustakin oma mielipiteenne.

a) siirretään liikennemerkkejä (minne ?)

b) vahvistetaan liikennemerkkejä ja tauluja siten, että ne kestävät aurautumisen kuormitukset

c) tehdään liikennemerkeistä ja tauluista rakenteeltaan joustavia, jolloin aurautuminen ei kuormita niitä yhtä paljon kuin jäykkiä rakentaita

d) valitaan sopiva aurautumistyyppi (mikä ?)

e) alennetaan riittävästi aurautumisnopeutta liikennemerkkien ja taulujen kohdalla

f) muut liikennemerkit teknistä rakennetta tai sijoitusta koskevat ratkaisut (mitkä ?)

## 7 Liikennemerkkien määrä

- Kuinka monta
- suunnistus- ja etäisyystaulua
  - tienviittaa
  - muuta liikennemerkkiä

tiemestari- ja etäisyystaulu on ?

