



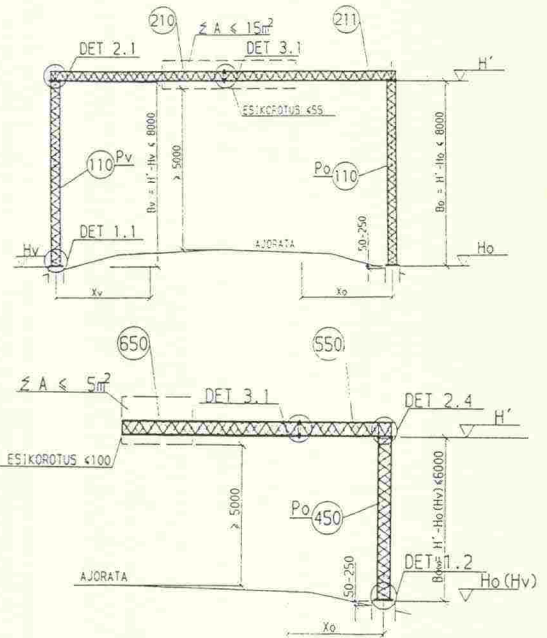
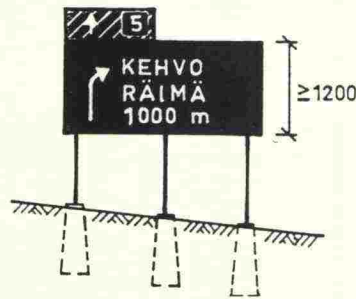
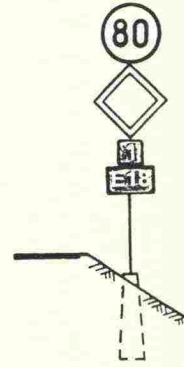
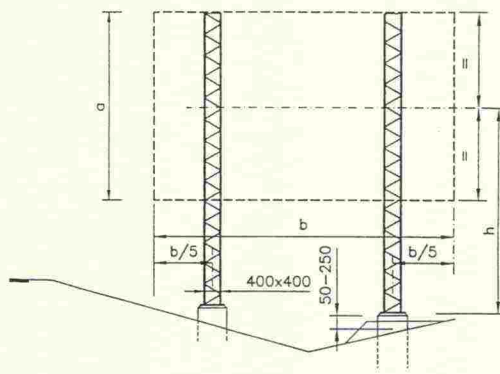
Tielaitos

Liikennemerkkien tukien taipumaluokat prEN 12899-1 mukaan

Yleistä projektista

Tyyppisarjojen tukien rakennesuunnittelun tarkistus

Uudet taipumaluokat



Tielaitoksen
selvityksiä
39/1998

Helsinki 1998

TIEHALLINTO
Tie- ja
liikennetekniikka

Tielaitoksen selvityksiä
39/1998

Liikennemerkkien tukien taipumaluokat prEN 12899-1 mukaan

Yleistä projektista
Tyyppisarjojen tukien rakennesuunnittelun tarkistus
Uudet taipumaluokat

Tielaitos
TIEHALLINTO

Helsinki1998

ISBN 951-726-462-3
ISSN 0788-3722
TIEL 3200531

Oy Edita Ab
Helsinki 1998

Julkaisua myy
Tielaitos, kirjasto
Telefax 0204 44 2652



Painotuote

Tielaitos
TIEHALLINTO
Tie- ja liikennetekniikka
Opastinsilta 12 A
PL 33
00521 HELSINKI
Puhelinvaihte 0204 44 150

Liikennemerkkien tukien taipumaluokat prEN 12899-1 mukaan. Yleistä projektista. Tyyppisarjojen tukien rakennesuunnittelun tarkistus. Uudet taipumaluokat. [Requirements for the deflection of vertical signs according to prEN12899-1]. Helsinki 1998. Tielaitos, tie- ja liikennetekniikka. Tielaitoksen selvityksiä 39/1998, 17 s + liitt. TIEL 3200531.

Aiheluokka 22

Asiasanat Liikennemerkkit, portaalit, mitoitus, standardit, taipumat

TIIVISTELMÄ

Tutkimuksessa on verrattu Tielaitoksen tyyppiirustuksessa esitettyjen liikennemerkkien, suunnistustaulujen ja portaalien taipumia prEN 12899-1 mukaisesti taipumaluokkiin. Vertailujen perusteella standardissa esitetyt taipumaluokat soveltuvat myös Suomessa käytettäviksi.

Laskelmien perusteella liikennemerkkeille, suunnistustauluille ja portaalille on esitetty uusi standardiluonnoksen mukainen taipumaluokka. Uudet taipumat sallisivat eräissä tapauksissa aikaisempaa suurempia kuormia nykyisille rakenteille. Annetun taipumaluokan ja muiden kuormitusperusteiden avulla valmistajat voivat mitoittaa omia rakenteitaan tyyppiirustuksissa esitettyjen ratkaisujen vaihtoehdoiksi.

Raportissa on kuvattu myös Tielaitoksen uusi aurauslumikuorman kestävyttä koskeva vaatimus. Tielaitos haluaa sisällyttää vaatimuksen myös prEN12899-1:een. Liikennemerkkeissä käytetty 60 mm teräsputki ei aina täytä tätä uutta vaatimusta. Meluusteitä koskevassa jo hyväksytyssä EN 1794-1 standardissa on jo sama aurauslumikuorma.

Requirements for the deflection of vertical signs according to prEN12899-1.

Key words Traffic sign, standard, deflection

ABSTRACT

Deflections of vertical signs described in the standard drawings of the Finnish National Road Administration were compared with the requirements of prEN12899-1 1997. The proposed deflection classes seem to be applicable in Finland, too.

A new deflection class has been proposed for each type of vertical signs. New requirements would allow greater loads for some of the existing sign support types than the earlier requirements did.

On the basis of the new requirements the manufacturers will be able to design their own support types as an alternative for the existing types described in the standard drawings.

The requirement concerning the dynamic load from snow clearance is described in this standard. The Finnish National Road Administration wants to include it in the prEN12899-1, as well. It already is included in EN1794-1 Road traffic reducing devices – Non-acoustic performance: Part 1 Mechanical performance and stability requirements.

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	5
1.1	Projektin tavoitteet	5
1.2	Projektin käynnistäminen	5
1.3	Projektin osapuolet	5
1.4	Laatuvaatimuksista yleensä	5
1.5	Vertailut eri normien kanssa	6
1.6	Rakenteiden taipumaluokat ja taipumat tuulikuormasta	6
2	MITOITUS JA LASKENTAPERUSTEET	6
2.1	Mitoituksen perusteet ja kuormat	6
2.1.1	Käytetyt materiaalit	6
2.1.2	Tuulikuorma	6
2.1.3	Aurauskuorma	6
2.1.4	Kuormien yhdistely	6
3	PORTAALIT	7
3.1	Ristikkorakenteiset kehäportaalit	7
3.2	Putkirakenteiset kehäportaalit	8
3.3	Ristikkorakenteiset ulokeportaalit	8
3.4	Putkirakenteiset ulokeportaalit	9
4	OPASTUSTAULUJEN TUET	10
4.1	Ristikkorakenteiset tuet	10
4.2	Putkirakenteiset tuet	10
4.3	Muut materiaalit	11
5	LIKENNEMERKIT	13
5.1	Liikennemerkkien tuet	13
6	TÖRMÄYSTURVALLISUUS	13
6.1	Yleistä	14
6.2	Liikennemerkit	14
6.3	Opastustaulut	14
6.4	Portaalit	14
7	VAIKUTUSTARKASTELUT	15
7.1	Tyyppiirustusten käyttöalueen laajentaminen	15
7.2	Tyyppiirustusten muutokset	15
7.3	Valmistajien omat ratkaisut	15
8	JOHTOPÄÄTÖKSET	16
9	LIITTEET	17

1 JOHDANTO

1.1 Projektin tavoitteet

Projektin tavoitteena oli selvittää tulevien Eurostandardien vaikutukset laatuvaatimukseen koskien liikennemerkkien tukirakenteiden taipumaluokkia ja miten tuleva käytäntö vaikuttaa uudistettavaan TYLT:n näitä rakenteita koskevaan osaan. Tielaitoksen tyyppipiirustusten mukaan tehdyt rakenteet eivät voi olla tulevaisuudessa ainoat ja hyväksyttävät, vaan ohjeissa tulee näiltäkin osin esittää vain laatuvaatimuksia, jotka toimittajien valmistamat rakenteet tulee täyttää.

Tässä projektissa ei käsitelty tukien perustamiseen liittyviä asioita. Siitä on tehty oma selvitys.

1.2 Projektin käynnistäminen

Tielaitoksen tie- ja liikennetekniikka -yksikkö käynnisti selvitystyön 1.11.1997.

1.3 Projektin osapuolet

Hanketta varten muodostettiin hankeryhmä, jonka kokoonpano oli seuraava:

Kari Lehtonen,	TIEL/Htl	puheenjohtaja
Teuvo Kela,	TIEL/Hlp	
Esko Tuhola,	TIEL/Hlp	
Leo Seppänen,	A-Insinöörit Oy,	sihteeri

1.4 Laatuvaatimuksista yleensä

Perinteisen rakennustavan mukaan on rakennuttaja määritellyt rakenteiden ja materiaalien laatuvaatimukset ja asettanut myös materiaalien ja rakenteiden valmistukselle ja työtavoille vaatimuksia. Tässä tapauksessa tuotteiden laatu on varmistettu toteamalla rakenteiden ja materiaalien kelpoisuus sekä noudattamalla työmenetelmille asetettuja vaatimuksia.

Myös tienrakennustöissä on siirrytty yhä enemmän laatuvaatimusten asettamiseen, jossa rakennuttaja määrittelee rakenteiden ja materiaalien laatuvaatimukset, mutta ei yleensä aseta valmistukselle tai työtavoille vaatimuksia.

Tämän työn tarkoituksena oli tarkistaa nykyisten käytössä olevien Tielaitoksen tyyppisarjojen soveltuvuus ja niiden muutostarpeet laatuvaatimusperiaatteisiin nähden. Myös tulevat eurooppalaiset vaatimukset otettiin huomioon määrittämällä rakenteille taipumaluokat ja tarkistamalla suunnitteluperusteet ja kuormitukset.

Tuulikuorman mitoitussarvon muuttaminen Euronormien mukaisiksi ($q_{ref} = 0,50 - 0,66 \text{ kN/m}^2$ maastosta riippuen) ei oleellisesti salli suurempien taulupinta-alojen käyttöä, mutta tarkemmissa laskelmissa tämä vaikutus tulisi tarkistaa. Joissakin tapauksissa voidaan sallia aikaisempaa suurempi taipuma. Silloin taulukokoa voi suurentaa.

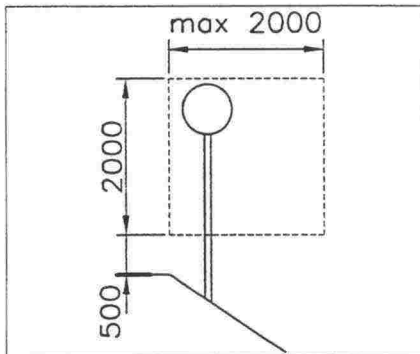
1.5 Vertailut eri normien kanssa

Vertailu Suomen ja Ruotsin normien välillä tuulikuorman ja ominaistaajuuden osalta:

	Suomi	Ruotsi
– referenssituulennopeus	23 m/s	21 - 26 m/s
– tuulikuorman osavarmuuskerroin	1,4	1,3
– ominaistaajuus	$\geq 1,0$ Hz	$\geq 0,5$ Hz

1.6 Rakenteiden taipumaluokat ja taipumat tuulikuormasta

Standardiluonnoksen prEN 12899-1/ Road equipment - Fixed, vertical road traffic signs - Part 1: Signs, June 1997/ mukaan ovat hetkelliset suurimmat sallitut taipumat ja vastaavat taipumaluokat seuraavat:



Luokka	Taipuma mm/m
TD1	100
TD2	25
TD3	10
TD4	5
TD5	2

Taulukko 1.

Kuva 1: Aurauskuorman vaikutusalue.

2 MITOITUS- JA LASKENTAPERUSTEET

2.1 Mitoituksen perusteet ja kuormat

2.1.1 Käytetyt materiaalit

Teräsrakenteiden materiaali on S355JO, SFS-EN 10025 (1994), eli Fe52D, SFS200.

Puurakenteisten tukien materiaali on T30, kosteusluokka 3 ja aikaluokka C.

2.1.2 Tuulikuorma

- tuulenpaine $q_k = 0,65 \text{ kN/m}^2$ (tyyppisarjoissa käytetty arvo)
- muotokerroin taululle $\mu_k = 1,2$

2.1.3 Aurauskuorma

Alle 4 m tien reunasta oleviin merkkeihin kohdistuu aurauksesta aiheutuva mitoituskuorma, jonka voiman suuruus on $3,75 \text{ kN/m}^2$, kuitenkin enintään 2 m x 2 m alalle. Yli 4 m:n etäisyydellä voima pienenee $0,625 \text{ kN/m}^2$ aina, kun etäisyys kasvaa 1 metrin. Katso kuva 1.

2.1.4 Kuormien yhdistely

Tuulikuorma ja aurausalukuorma eivät vaikuta samanaikaisesti.

3 PORTAALIT

3.1 Ristikkorakenteiset kehäportaalit

Kehäportaalit tarkistettiin aiemmista laskelmista tyyppien R1 - R7 osalta. Tyyppisarja on vuodelta 1992 ja ne on päivitetty viimeksi 1996. Tämän työn yhteydessä tarkistettiin:

- kuormitusperusteet
- materiaalien laatuvaatimukset
- rakenneosien käyttöasteet (jännitysten tarkastelut)
- taipumat

Suomessa voidaan käyttää kehäportaaleille taipumaluokan TD2 vaatimuksia, jossa kokonaistaipuma on vähemmän kuin 25 mm.

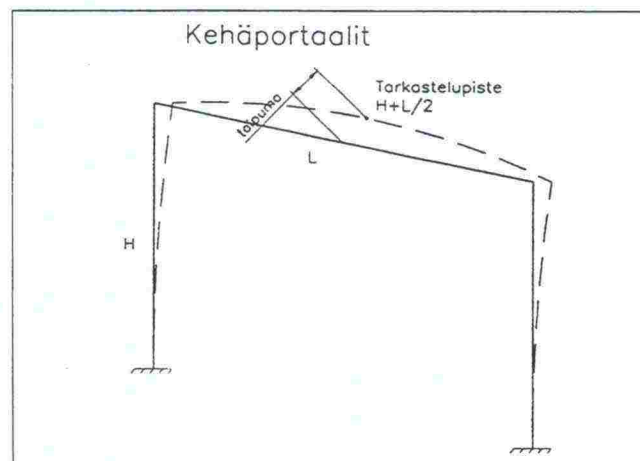
	Portaalityyppi						
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
siirtymä (mm)							
pilarin yläp (H)	60	64	51	49	68	65	39
pilari+palkki (H+L/2)	112	158	220	202	174	175	171
taipuma (mm/m)							
pilarin yläp (H)	7.5	8.0	6.4	6.1	8.5	8.1	4.9
pilari+palkki (H+L/2)	14.0	19.8	27.5	25.3	21.8	21.9	21.4
taipumaluokka							
pilarin yläp (H)	TD3	TD3	TD3	TD3	TD3	TD3	TD4
pilari+palkki (H+L/2)	TD2	TD2	TD1	TD1	TD2	TD2	TD2

Taulukko 2: Ristikkorakenteiset kehäportaalit (tuulenpaine $q_k = 0,65 \text{ kN/m}^2$).

Taipuman laskentakohta on esitetty kuvissa 2 ja 3.

Portaalin R3 laskettu kokonaistaipuma ylittää luokan TD2 vaatimuksen n. 10 %, mutta kun suurinta sallittua pinta-alaa (25 m^2) pienennetään vastaavasti (uusi arvo $22,5 \text{ m}^2$), voidaan Suomessa käyttää kaikille ristikkorakenteisille kehäportaaleille (R1 - R7) taipumaluokkaa TD2. Tällöin tuulenpaineen ominaisarvo on $0,65 \text{ kN/m}^2$.

Portaalin R4 taipumaluokan TD2 rajan ylitys on niin vähäinen, ettei sen osalta tarvitse vähentää maksimipinta-alaa.



Kuva 2: Taipuman tarkastelukohda kehäportaaleissa.

3.2 Putkirakenteiset kehäportaalit

Kehäportaalisarja, tyypit I - IX on vuodelta 1982 ja se on tarkistettu ja päivitetty 1992. Tämän työn yhteydessä tarkistettiin:

- tuulikuormien aiheuttamat taipumat
- rakenneosien käyttöasteet (jännitystarkastelut)

Suomessa voidaan käyttää kehäportaaleille taipumaluokan TD2 vaatimuksia, jossa kokonaistaipuma on vähemmän kuin 25 mm.

Putkirakenteisten portaalien (kehä) laskennalliset taipumat ovat n. 10 - 15 mm. Mikäli sallitaan taipumaluokka TD2 (25 mm), voidaan taulupinta-aloja tai palkin pituuksia kasvattaa arviolta 20 - 40 %.

Tämä voidaan ottaa huomioon nykyisissä tyyppisuunnitelmissa siten, että piirustuksiin liimataan tarra, jossa esitetään Euronormien vaikutus orren pituuteen L, taulujen pinta-alaan A ja/tai niiden tuloon $A * L$.

Tämän työn yhteydessä ei tarkkoja laskentoja tehty kaikille putkirakenteisille portaalityypeille, vaan arvio perustuu aikaisempiin laskelmiin.

3.3 Ristikkorakenteiset ulokeportaalit

Ulokeportaaleista tarkistettiin aiemmista laskelmista taipumat tyyppien RU1-RU5 osalta. Tyyppisarja on vuodelta 1992 ja ne on päivitetty 1996. Tämän työn yhteydessä tarkastettiin:

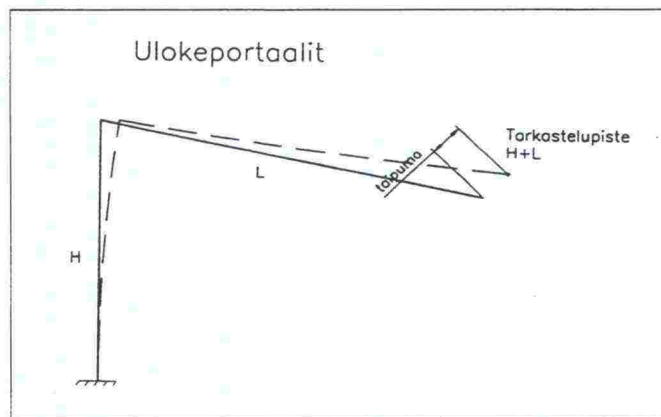
- kuormitusperusteet
- materiaalien laatuvaatimukset
- rakenneosien käyttöasteet (jännitystarkastelut)
- taipumat

	Portaalityyppi				
	RU1	RU2	RU3	RU4	RU5
siirtymä (mm)					
pilarin yläp (H)	16	15	14	13	14
pilari+palkki (H+L)	291	349	433	491	315
taipuma (mm/m)					
pilarin yläp (H)	2.5	2.3	2.2	2.0	2.3
pilari+palkki (H+L)	44.8	53.7	66.6	75.5	52.5
taipumaluokka					
pilarin yläp (H)	TD4	TD4	TD4	TD4	TD4
pilari+palkki (H+L)	TD1	TD1	TD1	TD1	TD1

Taulukko 3: Ristikkorakenteiset ulokeportaalit (tuulenpaine $q_k = 0,65 \text{ kN/m}^2$).

Ristikkorakenteisen ulokeportaalin (RU1-RU5) taipumaluokaksi voidaan valita TD1. Tällöin voidaan kaikissa muissa paitsi tyypeissä RU3 ja RU4 korottaa taulujen sallittuja maksimipinta-aloja n. 15 % tai palkin pituutta 7 %, jolloin mitoittavaksi rajaksi määräytyy rakenneosien kestävyys (käyttöaste). Tuulikuorman ominaisarvona on $0,65 \text{ kN/m}^2$.

Ulokeportaaleille voidaan sallia suuremmat taipumat kuin kehäportaaleille, koska ulokeportaanin mitoittaminen TD2 luokan vaatimusten mukaan ei ole taloudellista. Ulokeportaaleita voidaan tässä taipumaluokituksen määrittelyssä suosia siksi, että ne ovat törmäysten kannalta turvallisempia niiden sijaitessa yleensä etäämpänä tien reunalinjasta.



Kuva 3: Taipuman tarkastelukohta ulokeportaaleilla.

3.4 Putkirakenteiset ulokeportaalit

Ulokeportaalisarja, tyypit U1 - U5 on vuodelta 1982 ja se päivitettiin vuonna 1992. Tämän työn yhteydessä tarkistettiin:

- tuulikuormien aiheuttamat taipumat
- rakenneosien käyttöasteet (jännitystarkastelut)

Lisäksi tarkasteltiin ylikorkeiden kuljetusten reitille asetettavat putkirakenteiset ulokeportaalit. Näissä tapauksissa pilarin korkeus on 9,20 m.

Taulukossa 4 on tarkasteltu ylikorkeiden kuljetusten reitille asetettavien putkirakenteisten ulokeportaalien (U1-U5) taipumia. Laskelmissa on tarkistettu myös rakenteellinen kestävyys aiemmin tehtyjen laskelmien perusteella. Teräksen materiaalina on ollut Fe 52 D. Määrävimmit jännityshuiput on saavutettu kytkentäaukon kulmissa.

Taipuma tuulikuormasta (pilari+palkki)

U1	U2	U3	U4	U5	
412	354	245	270	304	mm
23	19.8	13.7	15.1	17	mm/m
TD2	TD2	TD2	TD2	TD2	

Taulukko 4: Putkirakenteiset portaalit (uloke) ylikorkeiden ($h \geq 7,2$ m) kuljetusten reiteillä. Teräslaatu Fe 52 D. Tuulikuormana $q_k = 0,65$ kN/m².

Putkirakenteisten ulokkeiden taipumaluokaksi voidaan valita TD1. Rakenteet U1 - U5 täyttävät jopa luokan TD2 vaatimukset.

Vaikka taipumissa näyttää olevan vähän varaa luokan TD2 ylärajaan nähden, ei maksimipinta-aloja tai orren pituutta tule lisätä, koska jännityshuiput kytkentäaukon kulmissa ovat jo nyt suurimmat sallitut.

Tulevaisuudessa tulisi kytkentäaukon muotoilua ja vahvistustapaa tarkistaa tai luopua kokonaan kytkentäaukoista. Mikäli kytkentäaukoja ei olisi, voitaisiin taulupinta-aloja tai orren pituutta lisätä.

4 OPASTUSTAULUJEN TUET

4.1 Ristikkorakenteiset tuet

Opastustaulujen ristikkotukien tyyppiirustukset ovat vuodelta 1995. Tämän työn yhteydessä tarkistettiin tuulikuormien aiheuttamat taipumat. Tarkistusta auraslumikuormille ei tässä yhteydessä tehty.

Suomessa on näiden tukien osalta taipumaluokkavaatimus TD2. Työryhmässä keskusteltiin myös tiukemmasta rajasta, eli TD3. Tämä siksi, että ainakin teoreettisesti tarkasteltuna isot ja heijastavat taulut saattavat olla vaikeasti luettavissa, mikäli taipumat ovat niin suuria, että ne vaikuttavat heijastuskulmiin. Portaaleissa oleviin tauluihin auton valot eivät osu samalla tavalla.

	Ristikkotukityyppi		
	RT1	RT2	RT3
siirtymä (mm)			
pilarin yläpää	55	64	83
taipuma (mm/m)			
pilarin yläpää	6.6	7.4	9.2
taipumaluokka			
pilarin yläpää	TD3	TD3	TD3

Taulukko 5: Ristikkorakenteiset tuet.

Opastustaulujen ristikkotukien osalta voidaan käyttää taipumaluokkaa TD3 nykyisten tyyppiirustusten osalta.

4.2 Putkirakenteiset tuet

Suunnistustauluissa on käytetty useita ulkohalkaisijaltaan \varnothing 114,3 mm:n putkia pienemmille tauluille. Suuremmille tauluille on suunniteltu tapauskohtaisesti tarpeelliset tuet. Tämän työn yhteydessä tutkittiin usean putken korvaamista yhdellä halkaisijaltaan suuremmalla putkella. Silloin tulee käyttää törmäysturvallista liukulaippaa ja perustamistyöt helpottuvat. Myös opasteen ulkonäkö parantuu, kun tukia on vähemmän.

Näissä taulukoissa \varnothing on putken ulkohalkaisija (mm) ja t on seinämävahvuus (mm). Nämä tutkitut putkikoot soveltuvat sekä yksi- että useampiputkisille, kunhan otetaan huomioon yhdelle tuelle tulevat pinta-alavaatimus ja taipumaluokka, mikä putkirakenteisilla tuilla on TD2. Taulukoiden taipuma-arvot on määrittänyt putken kestävyys, eli sallittavat jännitykset (ei taipuma). Teräslaatuina laskelmissa on ollut Fe 52D.

Auraslumikuormille ei määritetä taipumaluokkaa, vaan rakenteet tarkistetaan aina erikseen taulun sijoituksen ja tauluun vaikuttavan kuorman mukaan.

Ø159,0 t=4,0

A	h	f_{taut} [mm/m]	
7,0	3,0	13,3	TD2
6,5	3,2	14,1	TD2
6,0	3,5	15,5	TD2
5,5	3,8	16,8	TD2
5,0	4,2	18,7	TD2
4,5	4,6	20,1	TD2
4,0	5,2	22,9	TD2

Suurin sallittu taulupinta auras-
kuorman vaikutusalalla (= alle
2,5 m korkeudella tien pinnasta),
kun tuen kohdalla (luiska) maan
pinta on 0,5 m tien pintaa alem-
pana.

Ø168,3 t=4,0

A	h	f_{taut} [mm/m]	
7,5	3,1	12,8	TD2
7,0	3,4	14,4	TD2
6,5	3,6	15,0	TD2
6,0	3,9	16,2	TD2
5,5	4,3	18,1	TD2
5,0	4,7	19,6	TD2
4,5	5,3	22,5	TD2
4,0	5,8	23,9	TD2

2,2 m²

Ø219,1 t=4,0

A	h	f_{taut} [mm/m]	
13.5	3.0	9.6	TD3
10.0	4.0	12.7	TD2
9.5	4.2	13.3	TD2
9.0	4.5	14.4	TD2
8.5	4.8	15.5	TD2
8.0	5.1	16.5	TD2
7.5	5.4	17.3	TD2
7.0	5.8	18.6	TD2
6.5	6.2	19.8	TD2
6.0	6.8	22.0	TD2
5.5	7.0	21.3	TD2

2,5 m²

Kestää koko aorauskuorman.

Ø273,0 t=4,0

A	h	f_{taut} [mm/m]	
20.0	3.2	8.3	TD3
15.0	4.2	10.7	TD2
10.0	6.4	16.6	TD2
9.5	6.7	17.3	TD2
9.0	7.0	17.9	TD2
8.5	7.5	19.4	TD2
8.0	8.0	20.7	TD2

Kestää koko aorauskuorman.

Taulukot 6 – 9: Putkirakenteiset tuet, A = taulun pinta-ala yhtä tukea kohti (m²),
h = taulun keskipisteen korkeus maasta (m²). Tuulikuormana $q_k = 0,65 \text{ kN/m}^2$.

4.3 Muut materiaalit

Tässä projektissa tarkasteltiin myös massiivisesta puusta tehtyjä opastus-
taulujen tukirakenteita. Halkaisijat olivat joko 250 mm tai 350 mm. Lopputu-
lokseksi saatiin, että puisia tukia on taloudellista käyttää ainoastaan 2- tai
useampi tukisissa ratkaisuihin, koska 1-tukisissa ratkaisuihin myös kierty-
misongelmat ovat ilmeiset. Puutuillekin voidaan soveltaa taipumaluokkaa
TD2. Alla olevissa taulukoissa sallitut jännitykset rajoittavat kuormia enem-
män kuin taipumat.

Puutuet**Ø250**

A/yhtä tukea kohti	h	f_{tuuli} [mm/m]	
8.0	3.0	13.9	TD2 *
6.0	4.0	18.6	TD2 *
4.8	5.0	23.2	TD2 *
3.5	6.0	24.4	TD2 *
2.6	7.0	24.7	TD2 *

A = taulun pinta-ala/yksi tuki

h = taulun keskiön korkeus
tienpinnasta

f = tuulikuormasta aiheutuva taipuma

* = tässä tapauksessa sallitut
jäännitykset mitoittavat**Ø350**

A/yhtä tukea kohti	h	f_{tuuli} [mm/m]	
20.0	3.3	11.0	TD2 *
15.0	4.4	14.6	TD2 *
10.0	6.6	22.0	TD2 *
9.4	7.0	23.2	TD2 *

Ø350

A/yhtä tukea kohti	h	f_{tuuli} [mm/m]	
20.0	3.1	9.7	TD3
18.0	3.3	9.9	TD3
16.0	3.5	9.9	TD3
14.0	3.7	9.7	TD3
12.0	4.0	9.7	TD3
10.0	4.4	9.8	TD3
8.0	4.9	9.7	TD3

Taulukot 10 – 12: Puiset tuet. Tuulikuormana $q_k = 0,65 \text{ kN/m}^2$.

Suurin sallittu taulupinta aurauSKUORMAN vaikutusalalla, kun maan pinta on 0,5 m tien pintaa alempana (luiska): Ø 250 $A_{sall} = 2,5 \text{ m}^2$, Ø 350 kestää koko aurauSKUORMAN.

Viimeinen taulukko 12 on laadittu vertailuksi edelliseen taulukkoon 11, eli taipuma on rajoitettu arvoon 10 mm (TD3), jolloin saadaan oheiset pinta-alat ja kuormien keskiöiden korkeudet tienpinnasta.

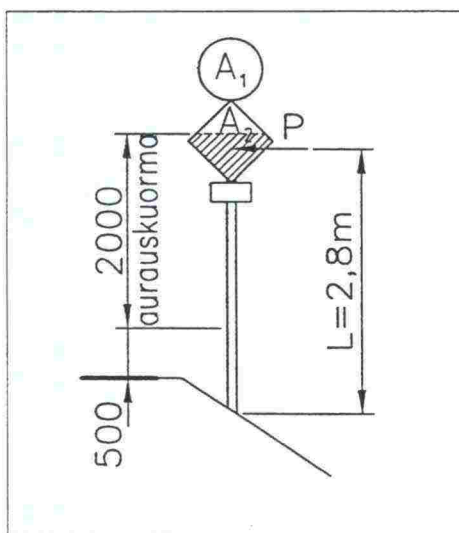
Käytettäessä onttoa Ø 270 mm, t = 30 mm pylvästä ovat taipumat Ø 250 pylväeseen verrattuna n. 16 % suuremmat.

5 LIKENNEMERKIT

5.1 Liikennemerkkien tuet

Liikennemerkkien pystytysohje on vuodelta 1994. Tämän työn yhteydessä tarkastettiin tuulikuorman ja auraslumikuorman aiheuttamat taipumat ja määritettiin taipumaluokat.

Liikennemerkkien tukien osalta tarkastettiin taipumat tuulikuormalle $q_k = 0,65 \text{ kN/m}^2$ suurimmalle mahdolliselle merkkipinta-alalle. Lopputulokseksi saatiin, että vaatimukseksi esitetään taipumaluokkaa TD2, johon putkikokoalla $\varnothing 88,9$ mm päästään helposti. Putkikoko $\varnothing 88,9$ kestää myös auraslumikuorman $p = 3,75 \text{ kN/m}^2$ aiheuttamat rasitukset, mikäli merkkipinnan sijoitus noudattaa kuvan 4 mittoja, eli merkistä enintään $0,25 \text{ m}^2$ on alle $2,5 \text{ m}$ korkeudella tien pinnasta. Putkikoko $\varnothing 60,3$ kestää auraslumikuorman, kun merkki on kokonaan yli $2,5 \text{ m}$:n korkeudella tien pinnasta tai kuormitusalueen pinta-ala ei ole suurempi kuin $0,12 \text{ m}^2$. Laskelmissa ei ole otettu huomioon tolpan tai varsinaisen merkin alla olevien lisäkilpien vaikutusta auraslumikuorman kestävyksiä laskettaessa. Muilta osin katso liite 6.



Kuva 4: Auraslumikuorman vaikutusalue liikennemerkkien tuissa.

$\varnothing 60,3$ t=2,0	f_{sw} [mm/m] = 40.9	TD1	S355JO (Fe52C)
$\varnothing 88,9$ t=2,0	f_{sw} [mm/m] = 12.4	TD2	
$\varnothing 114,3$ t=2,0	f_{sw} [mm/m] = 5.7	TD3	

Taulukko 13: Liikennemerkkien putkituet.

Taulukossa on pinta-alana käytetty tuulikuormalle $A_1 = 0,32 \text{ m}^2$, $A_2 = 0,36 \text{ m}^2$. Auraslumikuormilla ei tässä eikä muissakaan tuissa ole taipumaluokkavaatimuksia.

Suosittelavaa on, että putkikokoina käytetään halkaisijaltaan $\varnothing 88 \text{ mm}$:n putkea.

6 TÖRMÄYSTURVALLISUUS

6.1 Yleistä

Liikennemerkkien ja valaisinpylväiden törmäysturvallisuutta tutkitaan törmäyskokein prEN 12767-standardiehdotuksen mukaan. Suomessa todennäköisesti kielletään törmäyksessä vaarallisten rakenteiden asentaminen vilkasliikenteisten yleisten teiden varsille vuoden 1999 alusta lähtien.

6.2 Liikennemerkit

Yksipylväisiin liikennemerkeihin suositellaan 60 tai 89 mm putkea, jonka seinämäpaksuus on 2 mm. Se on ulkonäöltään ja törmäysturvallisuudeltaan parempi kuin 114 mm pylväs.

6.3 Opastustaulut

Törmäysturvallisuuden kannalta suunnistustaulut tulisi sijoittaa sivuojan taakse vähintään metrin etäisyydelle ulkoluiskasta, leikkauksissa vähintään metri ojan pohjaa ylemmäksi tai valmiina olevan kaiteen taakse. Aina tämä ei ole kuitenkaan mahdollista. Enimmäisetäisyys tien reunasta riippuu mm. tekstikoosta ja teialueen leveydestä. Sisäluiska voi kuitenkin olla ojanpohjaa parempi sijainti.

Suurissa suunnistustauluissa voidaan käyttää pylväänä liukulaipallisen valaisinpylvään alapäätä, johon on hitsattu kehikko taulua varten. Valaisinpylväsvalmistajilla, Tehomet ja Stahlsund on piirustukset myös suunnistustaulusta. Ratkaisu toimii hyvin, kun käytetään yhtä tukea.

Pieniin suunnistustauluihin liukulaipallinen pylväs voi olla liian kallis. Toistaiseksi voidaan käyttää kahta tai kolmea 114 mm putkea. Niiden tyvi voidaan myöhemmin tarvittaessa heikentää törmäysturvallisemmaksi. Seinämäpaksuuden tulisi olla 2 mm. Parasta olisi löytää uudenlaisia ohutseinäputkia, jotka ovat jäykkiä kunnes niihin törmätään.

Myös puusta voidaan tehdä törmäysturvallisia tukia suunnistustauluille. Kivi- tai puu-putki 140 mm puupylväs katkeaa törmäyksessä turvallisesti, samoin kuin n. 270 mm paksuinen ontoksi porattu Vierumäen Teollisuus Oy:n turvapylväs tai ontto Comwood-liimapuupylväs. Tauluihin tarvitaan tavallisesti kaksi pylvästä, jotka sijoitetaan niin, ettei auto törmää molempiin yhtä aikaa. Pyöreä A-luokan mukaan painekyllästetty puu kestää hyvin lahoamista maahan upotettunakin.

Ristikkorakenteiset pylväät ja auton alle taipuvasta valaisinpylvästä tehty pylväät eivät välttämättä toimi toivotulla tavalla, kun törmäysnopeus on suuri. Jäykkä ja suuri taulu estää turvallista toimintaa törmäyksessä.

6.4 Portaalit

Portaalien pylväiden eteen tehdään kaide aina, kun tiellä käytettävä nopeus on 60 km/h tai suurempi, ellei pylvästä voi sijoittaa selvästi sivuojan taakse tai ylemmäksi leikkausluiskaan. Nykyisin voimassa olevan kaideohjeen (1987) suojaetäisyydet ovat liian pienet, ja niitä suurennetaan ohjeen uusi-

misen yhteydessä. Myös ohjeessa ehdotetut kaidepituudet ja joustovarot ovat hiukan liian pieniä. Pylvään ja kaiteen väliin tarvitaan vähintään 1 m väli, mieluiten 2 m.

Kehäportaalin pylvästä ei pitäisi sijoittaa kapealle keskikorokkeelle. Lyhyelle ja kapealle korokkeelle on vaikea tehdä kunnollista kaidetta, joustovara ja kaiteen pituus eivät riitä. Lisäksi kaiteiden väliin korokkeelle jää lunta, joka valuu kevätiltaisin liittymän ajokaistoille ja voi jäätyä.

Ulokeportaali tai koko tien ylittävä portaali on parempi.

7 VAIKUTUSTARKASTELUT

7.1 Tyypipiirustusten käyttöalueen laajentaminen

Portaaleista, liikennemerkkien ristikkotukien sekä liikennemerkkien tukien tyypipiirustusten sallittuja käyttöalueita voidaan laajentaa jonkin verran tapauksesta ja tyypistä riippuen. Tapauskohtainen taulupinnan laajennus tyypipiirustusten maksimipinta-aloihin on 0 - 20 %. Jotta mahdollista "laajennusvaraa" voidaan käyttää, tulee kussakin tapauksessa vielä tarkistaa:

- perustusten kestävyys
- maapohjan kantokyvyn riittävyys
- tarkasteltavan rakenteen ja materiaalin kestävyys
- vaikutus ominaistajuuksiin

7.2 Tyypipiirustusten muutokset

Työryhmä ehdottaa, että nykyisiin tyypipiirustuksiin lisätään:

- taipumaluokka
- lasketut taipumat maksimipinta-aloille
- mahdollinen käyttöalueen laajennus
- varoitus perustamisolosuhteista, mikäli käyttöaluetta laajennetaan nykyisistä alueista

7.3 Valmistajien omat ratkaisut

Valmistajat voivat laatia omia tukirakennusratkaisuja tämän raportin periaattein.

8 JOHTOPÄÄTÖKSET

Opastustaulujen ristikkotukien tyyppiirustussarja vuodelta 1995 on edelleen käyttökelpoinen materiaaliensa ja tuulikuorman osalta. Uusi auraslu-
mikuorman arvo on aluekuorma, jonka suuruus on $F = 15 \text{ kN}$ (aurausnopeus $\geq 60 \text{ km/h}$) tai $F = 10 \text{ kN}$ (aurausnopeus $\leq 50 \text{ km/h}$) ja joka jakautuu pinta-
alalle $h \times b = 2 \times 2 \text{ m}^2$. Tämä pinta ulottuu korkeintaan 3,5 m:n korkeuteen
tien pinnasta. Vaikuttava voima F pienenee lineaarisesti arvoon 5 kN, kun
opasteen etäisyys tien reunaviivasta kasvaa 4 m:stä 8 m:iin, kun aurasno-
peus on $\geq 60 \text{ km/h}$ ja 4 m:sta 6 m:iin aurasnopeuden ollessa alle 50 km/h.

Tuulikuorman mitoitusarvon muuttaminen Euronormien mukaisiksi ($q_{\text{ref}} =$
0,50 ... 0,66 kN/m² maastosta riippuen) ei tutkittavissa tapauksissa oleelli-
sesti salli suurempien taulupinta-alojen käyttöä, mutta tarkemmissa laskel-
missa tämä vaikutus tulisi tarkistaa.

Taipumaluokkavaatimuksen (TD) asettaminen samaksi kunkin tukiryhmän
sisällä antaa mahdollisuuden käyttää jonkun verran (0 - 26 %) suurempia
taulun maksimipinta-aloja tai pidempiä ulokkeita tai jännemittoja (0 - 5 %)
portaalirakenteissa. Tarkkoja arvoja ei tässä selvitystyössä määritelty.

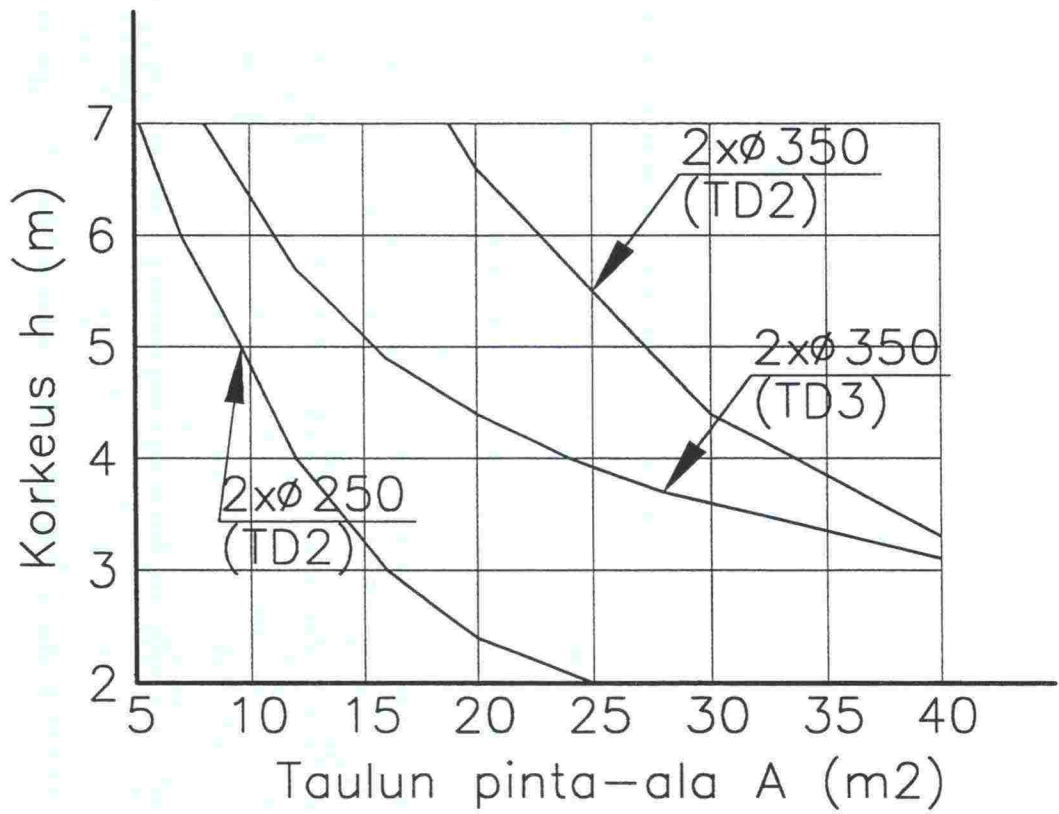
Perusratkaisuista laaditaan erillinen selvitys.

9 LIITTEET

1. Yksitukiset opastustaulut, pylvästyypin valinta
2. Kaksitukiset opastustaulut, puutuet
3. Ristikkorakenteiset kehäportaalit, malli lisätarrasta
4. Putkiportaalit, malli lisätarrasta
5. Ristikkorakenteiset tuet, malli lisätarrasta
6. Yhteenveto tarkasteluissa käytetyistä kaavoista ja materiaaliarvoista

OPASTUSTAULUJEN PUUTUET

Kaksitukinen opastustaulu



YLEISTÄ

Ristikkorakenteiset kehäportaalit on taulupinta-alan ja jännemitan perusteella luokiteltu tyypeihin R1, R2, R3, R4, R5, R6 ja R7. Seuraavien ohjeiden ja taulukon avulla valitaan portaalityyppi riippuen taulupinta-alasta ΣA ja jännemittasta L. Portaalin korkeus $H' - H_v$ o saa olla enintään 8000 mm.

TAULUPINTA-ALA ΣA JA JÄNNEMITTA L

Eri portaalityyppien raja-arvot taulukossa ja kokoonpanopiirustuksessa ovat enimmäisarvoja, jolla ei voi ylittää ilman rakenteen mitoituksen tarkistamista.

PORTAALITYYPIN VALINTA

Tiesuunnittelija laatii hankkeeseen portaaleista suunnitelman, jossa luetteloidaan portaalityypin valintaan tarvittavat tiedot:

- taulupinta-ala ΣA
- jännemitta L
- portaalin korkeudet B_v ja B_o
- taulujen epäkeskisyyden portaalipalkkiin nähden Σe

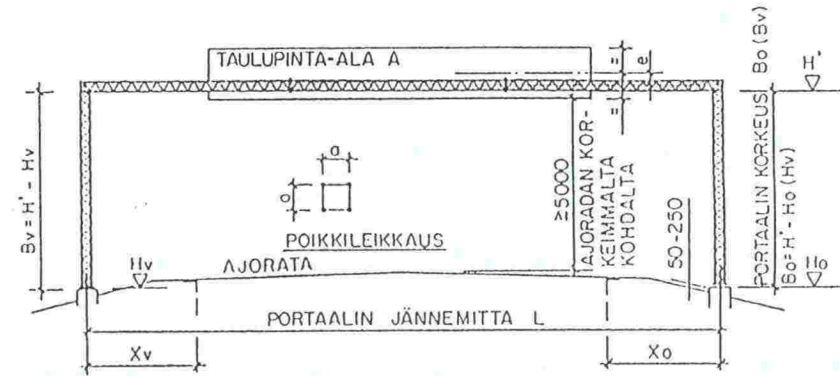
Lisäksi suunnitelmassa esitellään:

- portaalien sijainnit X_v , X_o
- perustusten yläpinnan korkeudet H_v ja H_o
- portaalipalkin korkeus H'
- perustamistapa ja perustustyyppi
- opastustaulujen sijoitus

Palkkien ja pilareiden pituudet ovat valittavissa modullimitin eli diagonaaln aallon kerrannaisina taulukon mukaan.

PORTAALIN MERKINTÄ

Portaalin kiinnitetään numerolevy, johon stapssataan suurin sallittu taulupinta-alan arvo tyyppiirustuksen Ty 12/1991 mukaan.



PORTAALI-TYYPPI	L max mm	B_v, o max mm	ΣA max m^2	Σe max mm	o mm	$\Delta B_v, o$ mm	ΔL mm
R 1	15 000	8 000	15	500	400	$n \times 250$	$n \times 500$
R 2	20 000	8 000	15	500	400	$n \times 250$	$n \times 500$
R 3	25 000	8 000	15	250	400	$n \times 250$	$n \times 500$
R 4	30 000	8 000	15	250	500	$n \times 300$	$n \times 600$
R 5	20 000	8 000	30	500	400	$n \times 250$	$n \times 500$
R 6	25 000	8 000	30	600	500	$n \times 300$	$n \times 600$
R 7	30 000	8 000	30	500	600	$n \times 375$	$n \times 750$

Σe = TAULUJEN EPÄKESKISYYS PORTAALIPALKIN KESKIÖÖN NÄHDEN. e max ON VOIMASSA SILLOIN, KUN TAULUPINTA-ALA $A = A_{max}$. KUN TAULUPINTA-ALA $A < A_{max}$, e VOIDAAN LASKEA KAAVASTA:

$$e = \frac{(l_1 \times e_1 + l_2 \times e_2 + \dots + l_n \times e_n) \times A}{\Sigma l \times A_{max}} \leq e_{max}, \text{ JOSSA}$$

$l_1 \dots l_n$ = YKSITTÄISEN TAULUN PITUUS

$e_1 \dots e_n$ = YKSITTÄISEN TAULUN EPÄKESKISYYS

Σl = TAULUJEN YHTEENLASKETTU PITUUS

ΔL JA $\Delta B_v, o$ OVAT MITAT, JOIDEN KERRANNAISINA JÄNNEMITTA JA KORKEUTTA VOIDAAN NORMAALISTI PIENENTÄÄ.

TAIPUMALUOKKA TD2

Oheisia taulupinta-aloja voidaan kasvattaa 10% taipumaluokan pysyessä samana. Rakenteen kestävyys on tarkistettava tapauskohtaisesti.

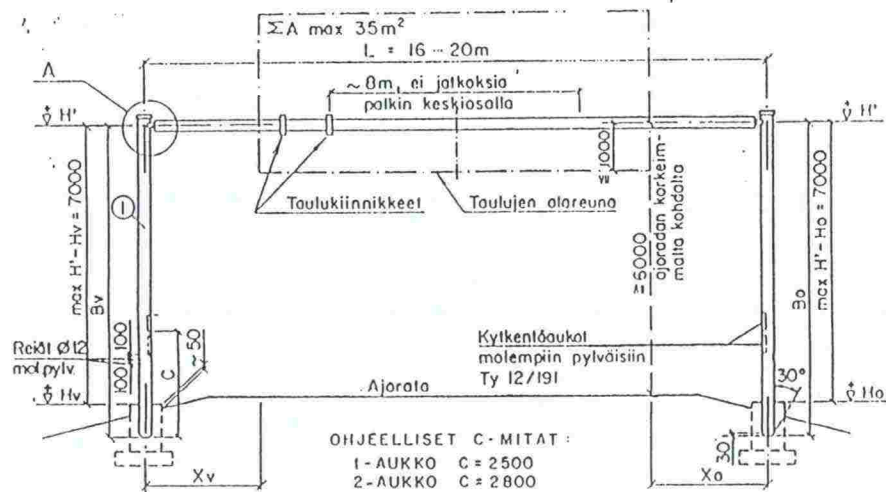
RISTIKKORAKENTEISET KEHÄPORTAALIT

PORTAALITYYPIN VALINTA

TIEH Skk Tr S/sillo

27. 11. 1992

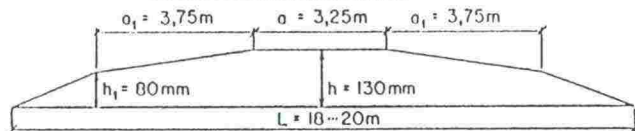
Ty 12 / 401



OHJEELLISET C - MITAT :

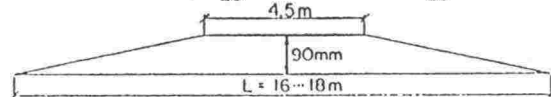
- 1 - AUKKO C = 2500
- 2 - AUKKO C = 2800

PALKIN ESIKOROTUS



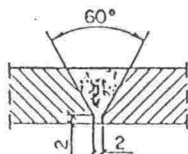
Jos $L > 20m$, niin $h = (\frac{L}{20})^3 \times 130$ [mm] ja $a = \frac{L}{20} \times 3,25$ [m]

$h_1 = (\frac{L}{20})^3 \times 80$ [mm] ja $a_1 = \frac{L}{20} \times 3,75$ [m]



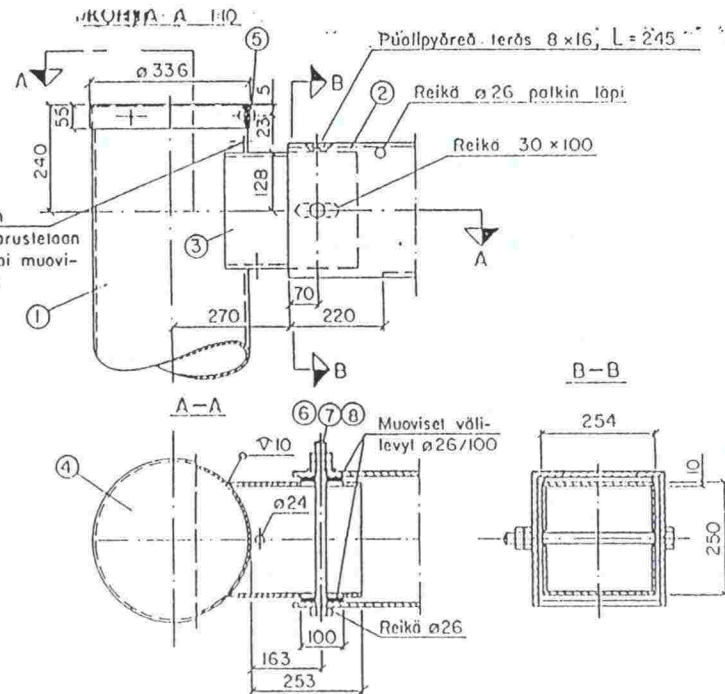
Jatkoksien hitsaukset, hitsiluokka WB SFS 2379.
 Taivutus kuumentamalla, taivutusalue $\approx 2m$.
 Mitat B_0 , B_v , L , X_0 , X_v ja C ilmoitetaan suunnitelmassa.

PALKIN JATKOS



PALKKI VOIDAAN JATKAA PULTTILIITOKSELLA DETALJIN 2 Ty 12 / 193 MUKAAN

TAIPUMALUOKKA TD3



N:o	OSA		RAAKA-AINE			
	Nimitys	Kpl	Laatu	Mitat	kg kpl	Huomi
1	PYLVÄS Pø 323,9 x 10	2	FE 510 D	1 ≤ 8545	≤ 661	
2	PALKKI Pø 300 x 12,5	1	---	1 ≤ 19 460	≤ 2114	
3	PALKIN KANNATIN PL10	2	---	250 x 254 - 303	24	
4	KANSI PL 5	2	---	ø 336 x 55	6	3 ÷ 7
5	PORARUUVI	6	ST 37	SD15 - T15 - 5,5 x 38 ZnK		SPEDECT VAST
6	KUUSIORUUVI	2	B.B	M24 x 360		ISO 4014
7	ALUSLAATTA	2	140 HV	24		ISO 7089
8	KUUSIOMUTTERI	4	B	M24		ISO 4032

YHT. ≤ 3496 KG

PINTAKÄSITTELY KUUMASINKITYS LUOKKA B SFS 2765,
 RUUVIT SFS 4449. KUUMASINKITYKSEN JÄLKEEN HITSATTUIHIN KOHTIIN
 RUISKUSINKITYS VASTAAVAAN KERROSPAKSUUTEEN SFS 3107 MUKAAN

PORTAALI

Tyyppi IX

TIEH Skk Tr S/silta

27. II. 1992

Ty 12 / II9

Oheisia taulupinta-aloja voidaan kasvattaa 10% taipumaluokan pysyessä samana. Rakenteen kestävyys on tarkistettava tapauskohtaisesti.

Tukityypin valinta, keskeinen ja epäkeskeinen taulu
Tuet RT1, RT2, RT3

YLEISTÄ

Opastustaulujen ristikkorakenteiset tuet on taulupinta-
alan perusteella luokiteltu tyyppihin RT1, RT2 ja RT3. Seuraavien ohjeiden ja taulukon avulla valitaan tukityyppi taulupinta-
alan A (a x b) mukaan. Taulun keskipisteen korkeus h saa olla enintään 7000 mm. Opastustaulu on sijoitettava tien poikkileikkaukseen nähden siten, että taulun etäisyys pientareen ulkoreunasta on vähintään 2500 mm ja taulun alareunan korkeus ajoradan reunaviivasta on vähintään 1200 mm.

TAULUPINTA-ALA A JA TAULUN KESKIPISTEEN KORKEUS h

Eri tukityyppien raja-arvot diagrammissa ja tukien valmistuspiirustuksissa ovat enimmäisarvoja, joita ei saa ylittää ilman rakenteen mitoituksen tarkistamista. Diagrammissa 1 on annettu taulun maksimileveys eri taulupinta-aloille ja diagrammissa 2 taulun keskipisteen suurimmat korkeudet taulupinta-
alan mukaan.

TUKITYYPIN VALINTA

Suunnittelija laatii hankkeeseen suunnitelman, jossa luetteloidaan tukityypin valintaan tarvittavat tiedot:

- taulupinta-ala A
- korkeus h taulun keskipisteeseen

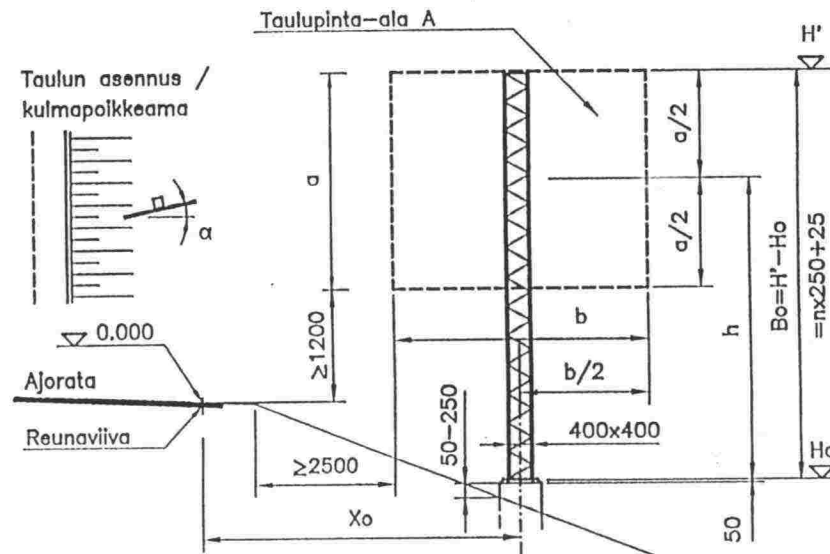
Lisäksi suunnitelmassa esitetään:

- tuen sijainti X_o
- perustuksen yläpinnan korkeus H_o
- tuen yläpään korkeus H'
- perustamistapa ja perustustyyppi
- taulun sijainti ja mitat
- tuen kokonaiskorkeus B_o
- taulun kulmapoikkeama α tielinjaan nähden (5-10°)

Jos taulu sijaitsee lähempänä tai alempana pientareen ulkoreunaan nähden, tulee ristikkotuen mitoitus tarkistaa erikseen aurasuormalle $p=2,0 \text{ kN/m}^2$. (Tuki on mitoitettu tuulikuormalle sekä aurasuormalle 1 kN/m^2 , joka kuormittaa koko taulua tai sen osaa.)

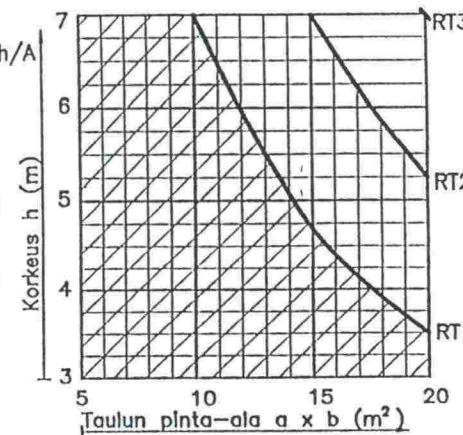
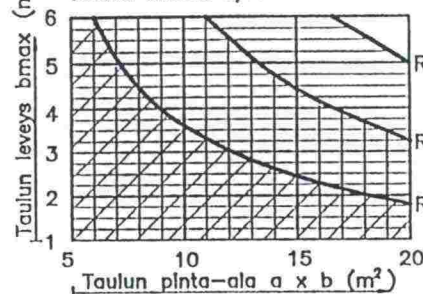
TUEN MERKINTÄ

Tukeen kiinnitetään hitsaamalla n. 1.5m:n korkeuteen numerolevy, johon stanssataan suurin sallittu taulupinta-
alan arvo ja suunnitelmakohtainen numero.



DIAGRAMMI 2
Taulun korkeus h/A

DIAGRAMMI 1
Taulun muoto b/A



Oheisia taulupinta-aloja voidaan kasvattaa 10% taipumaluokan pysyessä samana. Rakenteen kestävyys on tarkistettava tapauskohtaisesti.

OPASTUSTAULUJEN RISTIKKOTUET

Yksitukinen opastustaulu

Tukityypin valinta TAIPUMALUOKKA TD3

TIEL Lpk Rpk Sk
P-OL P-OL SP MKu

30.09.1994

Ty 12/51

Yhteenvedo tarkasteluissa käytetyistä kaavoista ja materiaaliarvoista

Teräs:

Materiaaliarvot: S355J0 (Fe 52 C)
 Kimmokerroin $E = 210000 \text{ N/mm}^2$
 $f_y = 355 \text{ N/mm}^2$
 $f_d = f_y / \gamma_m$, $\gamma_m = \text{aineosavarmuusluku} = 1.0$
 $= 355 \text{ N/mm}^2$

Taivutuskestävyys M_R : $M_R = \eta * f_d * W$
 $\eta = 1.0$
 $W = \text{taivutusvastus} = \pi (D^4 - d^4) / 32 D$
 $D = \text{ulkohalkaisija}$
 $d = \text{sisähalkaisija}$

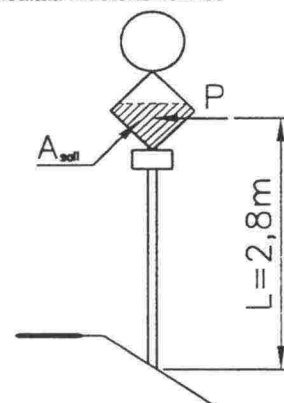
Taipuma f : $f = P_d L^3 / 3 E I$
 $P_d = \gamma * A * q_k$
 $I = \text{jäyhyysmomentti} = \pi (D^4 - d^4) / 64$
 $\gamma = \text{kuormituksen osavarmuuskerroin} = 1.4$
 $A = \text{kuormituspinta-ala}$
 $q_k = \text{tuulenpaineen ominaisarvo, joka sisältää muotokertoimet}$

Liikennemerkkit:

rakenne		W	I	M_R	A_{sall}
D [mm]	t [mm]	[mm ³]	[mm ⁴]	[kNm]	[m ²]
60.3	2.0	5168	155814	1.83	0.12
88.9	2.0	11601	515679	4.12	0.28
114.3	2.0	19469	1112671	6.91	0.47

t = Putken seinämävahvuus

A_{sall} = Sallittu ala, joka saa olla auraslumikuorman vaikutusalueella
 (Huomioon ei ole otettu itse pylvästä, eikä merkkien alla olevia lisäkilpiä)



Kuva. Auraslumikuorman vaikutusalue liikennemerkkeihin

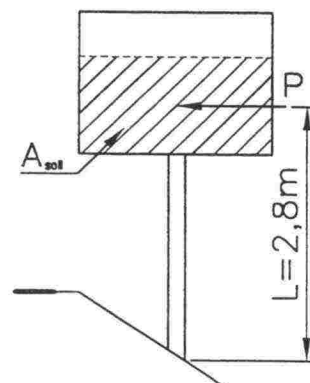
Opastintaulut: (Teräsputket)

rakenne		W	I	M_R	A_{sall}
D [mm]	t [mm]	[mm ³]	[mm ⁴]	[kNm]	[m ²]
159.0	4.0	73627	5853345	26.14	1.78
168.3	4.0	82839	6970917	29.41	2.00
219.1	4.0	142751	15638362	50.68	3.45

t = Putken seinämävahvuus

A_{sall} = Sallittu ala, joka saa olla auraslumikuorman vaikutusalueella
 (Huomioon ei ole otettu itse pylvästä)

Huom! Opastintaulujen tapauksessa on sallittu kuormituspinta-ala laskettu yhtä tukeaa kohti symmetrisenä kuormituksena.



Kuva. Auraslumikuorman vaikutusalue opastintauluihin

Puu:

Materiaaliarvot: T30 kosteusluokka 3 aikaluokka C
 Kimmokerroin $E = 7000 \text{ N/mm}^2$
 Ominaistaivutuslujuus $f_{bk} = 23 \text{ N/mm}^2$
 Laskentataivutuslujuus $f_b = f_{bk} * k_t / \gamma_m = 23 * 1.0 / 1.17 = 19.7 \text{ N/mm}^2$
 $k_t = \text{aika- ja kosteusluokan kerroin} = 1.0$
 $\gamma_m = \text{aineosavarmuuskerroin} = 1.3 * 0.9 = 1.17$

Taivutuskestävyys M_{dmax} : $M_{dmax} = f_b * W$
 $W = \text{taivutusvastus} = \pi D^3 / 32$
 $D = \text{halkaisija}$

Taipuma f : $f = P_d L^3 / 3 E I$
 $I = \text{jäyhyysmomentti} = \pi D^4 / 64$
 $P_d = \gamma * A * q_k$
 $\gamma = \text{kuormituksen osavarmuuskerroin} = 1.4$
 $A = \text{kuormituspinta-ala}$
 $q_k = \text{tuulenpaineen ominaisarvo, joka sisältää muotokertoimet}$

Opastintaulut:
(Puutuet)

rakenne D [mm]	W [mm ³]	I [mm ⁴]	M_{dmax} [kNm]	A_{sall} [m ²]
250	1533981	191747598	30.22	1.80
350	4209243	736617574	82.92	4.94

A_{sall} = Sallittu ala, joka saa olla auraslumikuorman vaikutusalueella
(Huomioon ei ole otettu itse pylvästä)

ISBN 951-726-462-3
ISSN 0788-3722
TIEL 3200531