Liimapuinen palkkisilta (Plp)

1.7.2009

TIEHALLINTO
VÄGFÖRVALTNINGEN

Liimapuinen palkkisilta (Plp)

1.7.2009

Suunnitteluvaiheen ohjaus

Tiehallinto

Helsinki 2009

Verkkojulkaisu pdf (www.tiehallinto.fi/sillat)

ISBN 978-952-221-208-5
TIEH 2100036-v-09

Helsinki 2009

TIEHALLINTO
Keskushallinto
Opastinsilta 12 A
PL 33
00521 HELSINKI
Puhelin 0204 22 11

TIEHALLINTO
VÄGFÖRVALTNINGEN

26.6.2009 7657/2009/30/1

Vastaanottaja
Tiepiirit

Säädösperusta	Korvaa/muuttaa Ohje liimapuisen palkkisillan jm= 4…20 m tyyppipiirustussarjan käyttämisestä, TVH 722050 / 1978
Kohdistuvuus Tiehallinto	Voimassa 1.7.2009 - toistaiseksi

Asiasanat
sillansuunnittelu, sillanrakennus, puusillat, puurakenteet

Liimapuinen palkkisilta (Plp) TIEH 2100036-v-09

Tiehallinto on päivittänyt liimapuisen palkkisillan (Plp) tyyppipiirustussarjan. Päivitykseen on yhdistetty eri aikoina tehdyt muutokset ja täydennykset sekä ajanmukaistettu standardeihin kohdistuvat viittaukset. Rakenneratkaisuja tai dimensioita ei ole muutettu.

Tämä julkaisu on saatavissa vain internetistä.

Yksikön päällikkö Matti Piispanen

Kehittämispäällikkö Olli Niskanen

LISÄTIETOJA
Olli Niskanen
Tiehallinto, Asiantuntijapalvelut
Puh. 0204 22 11

ESIPUHE

Tie- ja vesirakennushallitus julkaisi vuonna 1976 ohjeen ”Ohje liimapuisen palkkisillan jm=4..20 m tyyppipiirustussarjan käyttämisestä (TVH 722050)”. Ohjetta täydennettiin vuosien mittaan useaan otteeseen mm. standardien muuttumisen vuoksi.

Kun ohjeen painos on jo loppunut ja toisaalta materiaaleja ja rakenneosia koskevat standardit ovat edelleen muuttuneet, Tiehallinto julkaisee ohjeesta tämän päivitetyn version (v.1.1) nimellä ”Liimapuinen palkkisilta”.

Tähän painokseen on yhdistetty seuraavilla TVH:n kirjeillä käyttöön määrätyt ohjeet:

Sss-913 / 8.11.1976	Ta 177 / 7 / 14-76	- alkuperäinen ohje
Sss-222 / 9.5.1977	Ta 177 / 7 / 14-76	- lujuusluokan ja palkkidimensioiden muutos
Sss-236 / 5.6.1978	Ta 190 / 7 / 1978	- penkereenvarainen perustaminen
Sss-166 / 24.4.1979	Ta 180 / 7 / 1979	- kansielementit

Tässä painoksessa rakenneratkaisut ja mitat on säilytetty muuttumattomina, mutta viittaukset standardeihin on ajanmukaistettu. Piirustukset on piirretty kokonaan uudestaan. Ne ovat nyt saatavissa sekä pdf- että dwg-muodossa.

Helsinki kesäkuussa 2009

Tiehallinto
Asiantuntijapalvelut

Sisältö

1 YLEISTÄ 9

2 PALKKIEN MITAT 12

3 ALUSRAKENNE 12

3.1 Puupaalut 12
3.2 Betonipaalut 12
3.3 Penkereen varaan perustetut maatuet 13
3.4 Vanhat maatuet 14

4 PÄÄLLYSRAKENNE 12

4.1 Poikittaissiteet 15
4.2 Päätysiteet 15
4.3 Sillan kansi 15

5 LIIMAPUUPALKKIEN VALMISTUSPIIRUSTUKSET 16

6 LAAKEROINTI 17

7 KAITEET 18

8 MASSALUETTELO JA KUSTANNUSARVIO 18

9 LIITTEET 17

Liite 1. Tietoja kuvatiedostoista
Liite 2. Piirustukset

1 YLEISTÄ

Tässä julkaisussa esitetään tyyppipiirustussarja liimapuiselle palkkisillalle, jota voidaan käyttää ajoneuvoliikenteen siltana vähäliikenteisillä teillä (alle 400 hay/vrk), lähinnä paikallisteillä. Sillat on suunniteltu Tiehallinnon ohjeen ”Siltojen kuormat 1999” (TIEL2172072-99) mukaisille kuormille. Erikoiskuormana on kuormaluokka Ek II.

Tyyppipiirustuksiin kuuluu yleispiirustuksen mallipiirustuksia sekä yksityiskohtaiset rakennepiirustukset.

Tyyppirakennepiirustukset on tarkoitettu käytettäväksi sellaisenaan, mutta tapauskohtaisesti voidaan niitä muuttaa tai täydentää. Muutoksissa ja täydennyksissä on otettava huomioon tämän ohjeen ehdot ja rajoitukset. Yleispiirustus laaditaan aina tapauskohtaisesti.

Piirustussarja on laadittu jännemitoille 4,0…20,0 m ja hyötyleveyksille 4,5; 6,0 ja 6,5 m (taulukko 1). Pääkannattimien leveysvaihtoehdot ovat 190, 215 ja 245 mm.

Taulukko 1. Plp-tyyppipiirustuksissa esitettyjen siltojen hyödylliset leveydet Hl [m] ja jännemitat Jm [m].

	Piirustuksen tunnus	**Hl** [m]	**Jm** [m]
Alusrakenne	Plp/b-1	4,5	4...14
	Plp/b-2	6,0	4...12
	Plp/b-3	6,5	4...8
	Plp/b-4	4,5	4...20
	Plp/b-5	6,0	4...20
	Plp/b-6	6,5	4...20
	Plp/b-7	4,5/6,0/6,5	10...20
	Plp/b-8	4,5	10...20
	Plp/b-9	6,0	10...20
	Plp/b-10	6,5	10...20
Päällysrakenne	Plp/c-1	4,5	4…9
	Plp/c-2	4,5	10…20
	Plp/c-3	6,0	4…12,
	Plp/c-4	6,0	13…20
	Plp/c-5	6,5	4…12
	Plp/c-6	6,5	13…20
	Plp/c-7	4,5	4…9
		6,0/6,5	4…12
	Plp/c-8	4,5	10…20
	Plp/c-9	6,0/6,5	13…20
	Plp/c-10	4,5/6,0/6,5	4...20
	Plp/c-11	4,5/6,0/6,5	4...20
	Plp/c-20	4,5/6,0/6,5	4...20
	Plp/c-21	4,5/6,0/6,5	4...20

Piirustussarjassa esitettyjä rakenneperiaatteita voidaan soveltaa myös kevyen liikenteen siltoihin.

Sillan perustamistavoiksi on kolme vaihtoehtoista mallia:

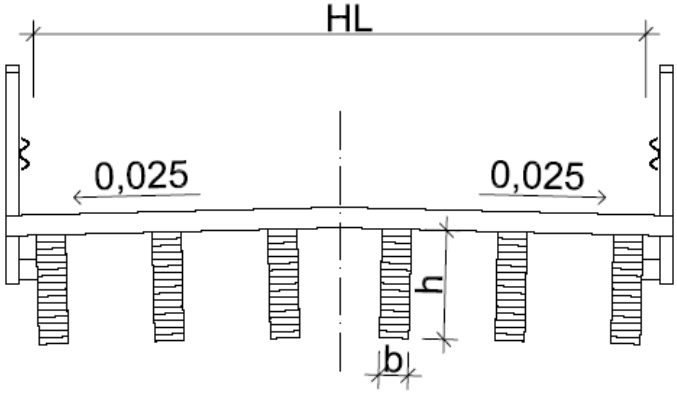
- Puupaalut ja teräksinen niskapalkki
- Betonipaalut ja paikalla valettu teräsbetoninen niskapalkki
- Penkereenvaraiset maatuet

Suurimmat jännemitat puupaaluja käytettäessä ovat hyötyleveydestä riippuen 8,0…14,0 m. Paalumateriaalia valittaessa on otettava pohjaolosuhteet, materiaalin taloudellisuus sekä rakentamisajankohta. Penkereenvarainen perustamistapa edellyttää yleensä vähintään 10,0 m:n jännemittaa.

Muut perustukset, esim. vanhojen tukien käyttö, on suunniteltava tapauskohtaisesti.

2 PALKKIEN MITAT

Sillan poikkileikkaus on esitetty kuvassa 1. Se on keskilinjan suhteen symmetrinen ja kannen yläpinta sivulle kalteva.



Kuva 1. Sillan poikkileikkausmitat

Tarvittava palkin korkeus h riippuu jännemitasta ja palkin leveydestä (taulukko 2 seuraavalla sivulla.). Valitsemalla kapea ja korkea palkki voidaan päästä pienempään liimapuun menekkiin, mutta samalla pengerkorkeus saattaa kasvaa. Palkin korkeus ja leveys ovat päämittoja, jotka esitetään yleispiirustuksessa.

Taulukko 2. Liimapuupalkin poikkileikkausmitat [mm]
Hl = hyödyllinen leveys *b = palkin leveys*
Jm = jännemitta *h = palkin korkeus*

Hl [mm]	4500			6000			6500		
b [mm]	190	215	245	190	215	245	190	215	245
Jm [mm]	h [mm]								
4000	466	433	400	533	500	433	666	566	500
5000	533	500	466	600	533	500	733	633	566
6000	566	533	500	666	600	566	800	700	633
7000	633	600	566	733	666	633	866	766	666
8000	666	633	600	766	700	666	900	800	700
9000	733	700	666	800	766	733	966	833	766
10 000	800	766	733	866	800	766	1000	900	800
11 000	866	833	800	933	833	800	1033	933	866
12 000	933	900	866	966	900	866	1066	966	900
13 000	1000	966	933	1033	966	933	1133	1033	966
14 000	1066	1033	1000	1066	1033	1000	1200	1100	1033
15 000	1166	1100	1066	1166	1100	1066	1233	1166	1100
16 000	1233	1166	1133	1233	1166	1133	1300	1233	1166
17 000	1300	1233	1200	1266	1233	1166	1366	1300	1233
18 000	1366	1300	1266	1333	1300	1233	1400	1333	1300
19 000	1433	1366	1333	1400	1333	1300	1466	1400	1333
20 000	1500	1433	1366	1466	1400	1333	1533	1466	1400

3 ALUSRAKENNE

Sillan perustamistavoiksi on kolme vaihtoehtoista mallia:

- Puupaalut ja teräksinen niskapalkki
- Betonipaalut ja paikalla valettu teräsbetoninen niskapalkki
- Penkereenvaraiset maatuet

Suurimmat jännemitat puupaaluja käytettäessä ovat hyötyleveydestä riippuen 8,0…14,0 m. Paalumateriaalia valittaessa on otettava pohjaolosuhteet, materiaalin taloudellisuus sekä rakentamisajankohta. Penkereenvarainen perustamistapa edellyttää yleensä vähintään 10,0 m:n jännemittaa.

Muut perustukset, esim. vanhojen tukien käyttö, on suunniteltava tapauskohtaisesti.

3.1 Puupaalut

Tukipaaluilla tarkoitetaan tässä tyyppipiirustussarjassa sillan päällysrakennetta kannattavia paaluja. Paalutyyppinä käytetään esim. kitkapaaluja. Jotta paalun sivuvakavuus olisi riittävä, tulisi paalujen olla riittävän pitkiä sekä tukeutua alkuperäiseen pohjamaahan riittävän syvälle, yleensä vähintään 1500 mm.

Puisten tukipaalujen suurimmat paalukuormat ja niitä vastaavat minimilatvaläpimitat esitetään taulukossa 3.

Taulukko 3. Puisten tukipaalujen suurimmat paalukuormat P ja niitä vastaavat minimilatvaläpimitat D.

	HL = 4500 mm		HL = 6000 mm		HL = 6500 mm	
L [m]	P [kN]	D [mm]	P [kN]	D [mm]	P [kN]	D [mm]
uv	123	175	130	175	150	200
5	130	175	137	175	160	200
6	137	175	144	175	170	200
7	143	175	152	200	179	200
8	150	200	159	200	188	200
9	157	200	166	200		
10	163	200	173	200		
11	169	200	179	200		
12	175	200	185	200		
13	181	200				
14	187	200				

3.2 Betonipaalut

Betonisten tukipaalujen (7 kpl/maatuki) suurimmat paalukuormat esitetään taulukossa 4 seuraavalla sivulla. Maatuen teräsmenekkiä laskettaessa on otettava huomioon, että maatukien betonisten takaseinien vaakaterästen lukumäärä on riippuvainen seinän korkeudesta.

3.3 Penkereen varaan perustetut maatuet

Maatuki tehdään yleensä kahdesta betonisesta valmisosasta, jotka yhdistetään tien keskilinjalla. Tarvittaessa tuki voidaan tehdä myös paikallavalettuna, jolloin tehdään siltakohtainen suunnitelma esim. tämän piirustussarjan elementtipiirustuksia soveltaen.
Penkereenvaraisen maatuen stabiliteettiin vaikuttavat oleellisesti silta-aukon puoleiset maamassat, joiden määriin vaikuttava suure tässä piirustussarjassa on mitta a.

Taulukko 4. Betonisten tukipaalujen maksimipaalukuormat P [kN]

L [m]	HL = 4500 mm P [kN]	HL = 6000 mm P [kN]	HL= 6500 mm P [kN]
4	128	178	190
5	138	194	207
6	147	206	220
7	153	215	230
8	158	223	239
9	167	236	253
10	178	252	269
11	188	266	284
12	197	277	297
13	204	289	309
14	212	299	319
15	218	309	330
16	225	317	339
17	231	326	349
18	238	335	357
19	244	343	366
20	250	350	375

Stabiliteettiin vaikuttavat osaltaan myös maatuen kuormitus, vedenpinnan korkeus sekä penkereen alapuolinen perusmaa.

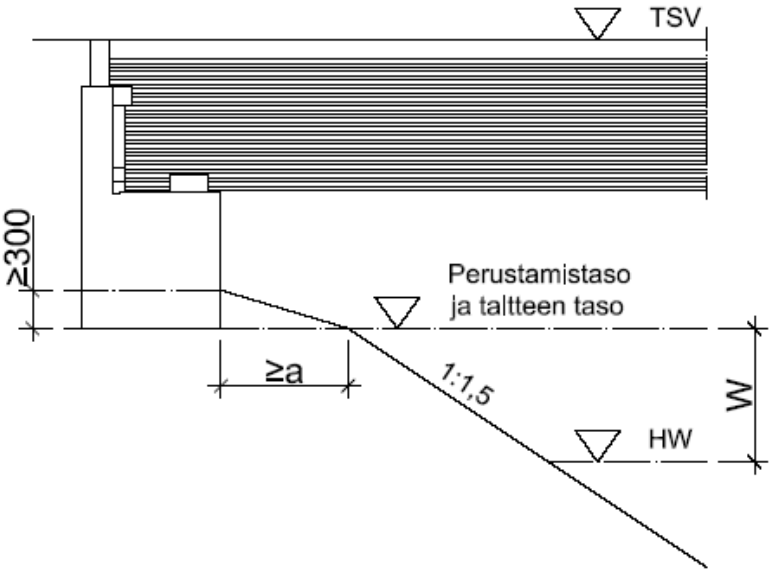
Perusmaan ollessa savea, silttiä tai muuta heikosti kantavaa maalajia, on perusteellisella geoteknisellä selvityksellä todettava edellytykset penkereenvaraisen perustamistavan käytölle.

Mahdollisen massanvaihdon syvyys ja laajuus sekä pituus- että poikkisuunnassa tulee esittää siltakohtaisissa suunnitelmissa, samoin täyttömaan laatu ja täyttötapa. Penkereenvaraisen päätytuen suunnittelun edellytyksenä on, että veteen joudutaan ajamaan täyttöä enintään 1500 mm:n paksuudelle ja sen yläpuolinen täyttö voidaan tehdä kuivatyönä 300 mm:n kerroksina tiivistäen. Huomioitavaa on, että tyyppipiirustussarjassa esitetyt massanvaihdot ovat vain esimerkkitapauksia

Louheen tai sementtistabiloidun soran varaan perustaminen vaatii tapauskohtaisen luvan sekä työ- ja materiaaliselvitykset geotekniikan ja siltasuunnittelun asiantuntijoilta.

Penkereen vakavuuden uomassa tulee olla riittävä. Ellei koheesiomaapohjalla saada maan liikkeitä hallituksi työnaikaisella ylipenkereellä, voidaan

harkita myös massanvaihtoa. Jos pehmeä savimaa joudutaan paaluttamaan massanvaihdon sijaan, tulee sillan maatuen rakenne tarkistaa. Mahdolliset penkereen vahvistustoimenpiteet on esitettävä yleispiirustuksessa.



Kuva 2. Etuluiskan asema, kun silta perustetaan penkereen varaan.

Taulukko 4: Maatuen etuseinän etäisyys a [m] luiskasta ylävedenkorkeuden W [m] funktiona (perustamistasossa).

HL[m]	L [m]	W < 1,5 m a [m]	1,5 m ≤ W < 3 m a [m]	W ≥ 3 m a [m]
4,5	≤ 15	1,0	1,0	1,0
	16	1,1	1,0	1,0
	17	1,2	1,1	1,0
	18	1,3	1,1	1,0
	19	1,4	1,2	1,0
	20	1,5	1,2	1,0
6,0 ; 6,5	10	1,5	1,0	1,0
	11	1,6	1,1	1,0
	12	1,7	1,2	1,0
	13	1,8	1,3	1,0
	14	1,9	1,4	1,1
	15	2,0	1,5	1,1
	16	2,0	1,6	1,1
	17	2,1	1,7	1,1
	18	2,1	1,7	1,2
	19	2,2	1,8	1,2
	20	2,2	1,8	1,2

3.4 Vanhat maatuet

Kun silta uusitaan vanhoille maatuille, soveltuvat päällysrakennepiirustukset käytettäviksi joko sellaisinaan tai pienin tapauskohtaisin muutoksin. Maatukien muutostöistä on aina laadittava erilliset siltakohtaiset rakennesuunnitelmat.

4 PÄÄLLYSRAKENNE

Päällysrakennepiirustukset on tehty hyötyleveyksittäin erikseen lyhyille (4..9 m) ja pitkille (10..20 m) jännemitoille.

4.1 Poikittaissiteet

Käytettäessä suurempia jännemittoja kuin 10,0 m (Hl=4,5 m) tai 13,0 m (HL=6,0 ja 6,5 m) on päällysrakenne jäykistettävä poikittaissiteillä. Siteiden jäykistävänä osana käytetään vanerilevyä, joka vinositeissä naulataan piirustuksissa esitetyllä naulamäärällä n1 liimapuupalkkeihin kiinnitettyihin sivupuihin. Sivupuiden materiaalille ja kiinnitykselle on esitetty vaihtoehtoisia tapoja niitä koskevissa tyyppipiirustuksissa.

4.2 Päätysiteet

Käytettäessä puupaaluperustusta on sillan pääty jäykistettävä pääkannattimiin kiinnitetyllä vinolaudoitetulla seinällä.

Betonipaaluperustuksessa pääkannattimet sidotaan maatuen betoniseen takaseinään puuosilla, jotka kiinnitetään palkkien väleihin pulttitartunnoilla.

Sillan pituussuuntaiset kuormat siirtyvät takaseinään kiilauksen välityksellä.

Vanhoille maatuille tehtävän päällysrakenteen päätyjäykistys on suunniteltava tapauskohtaisesti ja tarvittaessa laadittava siitä oma erikoispiirustus.

4.3 Sillan kansi

Sillan kansilaatta voidaan tehdä joko paikalla naulaamalla taikka liimapuuelementeistä.

Naulattu kansi tehdään piirustuksen Plp/c-10 mukaisesti, joka on sama kaikille jännemitoille ja hyötyleveyksille.

Kansielementit tehdään piirustuksen Plp/c-11 mukaisesti. Peruselementti on vakiolevyinen 1014 mm. Viimeisen elementin leveys määräytyy sillan pituuden mukaan.

5 LIIMAPUUPALKKIEN VALMISTUSPIIRUSTUKSET

Jos siltarakennetta ei jäykistetä poikittaissiteillä, käytetään aina piirustusta nro Plp/c-7. Samaa piirustusta käytetään myös, jos poikittaissiteiden vaatimat palkkien sivupuut kiinnitetään työmaalla.

Jos palkkien sivupuut kiinnitetään tehtaalla, käytetään hyötyleveydestä riippuen joko piirustusta nro Plp/c-8 tai Plp/c-9.

Mikäli sillan pituuskaltevuus on suurempi kuin 0,010, on palkkien päät muotoiltava siten, että niiden päätypinnat tulevat sillassa pystysuoraan. Betonipaaluilla tai penkereen varaan perustettaessa on myös palkkien alemman pään alapinnan tultava vaakasuoraan tasoon 750 mm:n pituudelta.

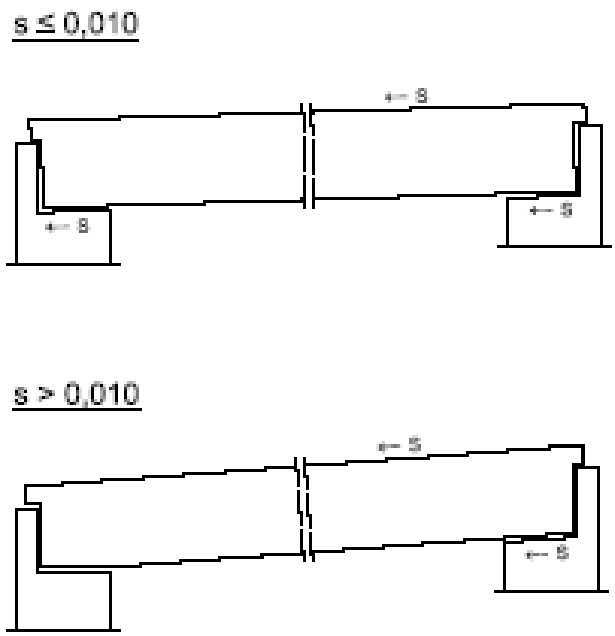
6 LAAKEROINTI

Puupaaluille perustettavien siltojen pääkannattimet tuetaan teräksiseen niskapalkkiin. Niskapalkin asentamisessa on otettava huomioon sillan mahdollinen pituuskaltevuus.

Betonipaaluille ja penkereen varaan perustettavien sekä vanhoille maatuille tehtävien siltojen pääkannattimet laakeroidaan kumilevylaakereilla. Laakerointi on esitetty alusrakennepiirustuksissa. Molempien laakeritasojen pituuskaltevuudet noudattavat tien pituuskaltevuutta, kun pituuskaltevuus on enintään 0,010.

Mikäli pituuskaltevuus on suurempi kuin 0,010 noudattelee ylemmän maatuen laakeritaso tien pituuskaltevuutta ja alempi laakeritaso on vaakasuora. Tällöin pääkannattimen alapinta viistetään alemman laakeritason suuntaiseksi.

Tapauksissa, joissa laakeritaso on pituussuunnassa kalteva, on alusrakennepiirustuksissa esitetty laakeritason ja maatuen pohjan välinen etäisyys voimassa vain maatuen etupinnassa.



Kuva 3. Laakeritasojen pituuskaltevuudet

7 KAITEET

Kaidetyyppinä käytetään joko korkeaa tai matalaa kaidetta, joiden kiinnitys-piirustukset on esitetty piirustuksissa nro Plp/c-20 ja Plp/c-21. Muut kaidepiirustukset on esitetty kaiteiden tyyppipiirustussarjoissa.

8 MASSALUETTELO JA KUSTANNUSARVIO

Massaluettelo ja kustannusarvio laaditaan niistä annettujen ohjeiden mukaan.

9 LIITTEET

Liite 1. Tietoja kuvatiedostoista

Liite 2. Piirustukset

LIITE 1. TIETOJA KUVATIEDOSTOISTA

L.1.1 Yleistä

Tyyppipiirustussarjan piirustukset ovat saatavilla sekä.pdf- että .dwg-tiedostoina. Kuvatiedostot on alkujaan luotu AutoCAD-ohjelman versiolla 2005.

Tässä liitteessä käsitellään kuvatiedostojen tekemisessä käytettyjä periaatteita ja selostetaan lyhyesti joitain niiden käyttötapoja. Valmiiden kuvatiedostojen käyttö edellyttää sopivan ATK-laitteiston, Adobe Acrobat reader -ohjelmiston sekä kyseisen ohjelman käytön hallitsemista.

L.1.2 Viivatyypit ja tekstikoot

Jatkuvan viivan tyyppinä tyyppisarjan kuvissa on käytetty *continous*-, katkoviivana *dashed*- ja pistekatkoviivana *dashdot*-viivatyyppiä.

AutoCAD-kuvissa käytetyt viivatyypit vastaavat piirustuksissa seuraavia viivapaksuuksia:

Viivatyyppi	Viivanpaksuus piirustuksessa
Normaali piirustusviiva	0,25 mm
Rasteroinnit	0,09 mm
Tekstit ja mittaviivat	0,35 mm

Tekstikokona tyyppisarjassa on käytetty normaaliteksteissä ja mittaviivamerkinnöissä 4 mm, piirustusnumeroissa ja leikkausmerkinnöissä 5 mm sekä otsikoissa 7 mm. Viivanpaksuutena tekstissä on käytetty 0,35 mm.

Piirustuksissa on käytetty AutoCADin mitoitusautomatiikkaa.

L.1.3 Mittakaavat ja paperikoot

Piirustusten mittayksikkönä on käytetty pääosin millimetriä. Piirustusosien tulostusmittakaavat on valmiiksi asetettu halutunlaisiksi, joten piirustukset tulostetaan Acrobat Readerin tulostustilassa mittakaavalla 1:1.

Paperikokoina käytetään tiedostokohtaisesti standardikokoja A1, A2 ja A3.

LIITE 2. PIIRUSTUKSET

Liimapuisen palkkisillan tyyppipiirustussarjaan kuuluvat seuraavat piirustukset:

Piir. nro	Piirustuksen nimi
Plp a-1	Yleispiirustus, puupaaluperustus
Plp a-2	Yleispiirustus, betonipaaluperustus
Plp a-3	Yleispiirustus, penkereenvarainen perustus
Plp b-1	Alusrakenne, puupaalut
Plp b-2	Alusrakenne, puupaalut
Plp b-3	Alusrakenne, puupaalut
Plp b-4	Alusrakenne, betonipaalut
Plp b-5	Alusrakenne, betonipaalut
Plp b-6	Alusrakenne, betonipaalut
Plp b-7	Alusrakenne, penkereenvarainen
Plp b-8	Alusrakenne, penkereenvarainen
Plp b-9	Alusrakenne, penkereenvarainen
Plp b-10	Alusrakenne, penkereenvarainen
Plp c-1	Päällysrakenne
Plp c-2	Päällysrakenne
Plp c-3	Päällysrakenne
Plp c-4	Päällysrakenne
Plp c-5	Päällysrakenne
Plp c-6	Päällysrakenne
Plp c-7	Liimapuupalkkien valmistuspiirustus
Plp c-8	Liimapuupalkkien valmistuspiirustus
Plp c-9	Liimapuupalkkien valmistuspiirustus
Plp c-10	Kansilankutus
Plp c-20	Matalan kaiteen kiinnitys
Plp c-21	Korkean kaiteen kiinnitys

Piirustukset ovat saatavissa Tiehallinnon siltatekniikan internet-sivujen kautta sekä pdf- että dwg-muodossa, kumpikin zip-paketteina:

PDF:	Yleispiirustuksen mallit plp a-1..3	(zip/pdf 1,7 Mt)
	Alusrakenteet plp b-1..10	(zip/pdf 8,4 Mt)
	Päällysrakenne plp c-1..21	(zip/pdf 6,0 Mt)
DWG:	Kaikki piirustukset	(zip/dwg 3 Mt)

ISBN 978-952-221-208-5
TIEH 2100036-v-09