

Tielaitos

Siltojen rakennelaskelmat

Sillansuunnittelu

Helsinki 1992

TIEHALLINTO
Siltayksikkö

Siltojen rakennelaskelmat

Tielaitos
TIEHALLINTO

Helsinki 2000

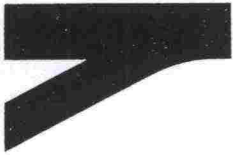
ISBN 951-726-583-2
TIEL 2170002

Edita Oy
Helsinki 2000

Julkaisua myy:
Tielaitos, julkaisumyynti
puhelin 0204 44 2053
telefaksi 0204 44 2652



Tielaitos
TIEHALLINTO
Siltayksikkö
PL 33
00521 HELSINKI
Puhelinvaihte 0204 44 150



Tielaitos

MUU OHJAUS

S/silta-628

18.12.1992

C.2.3.3

Jakelun mukaan

Säädösperusta
TL 117 §
Kohderyhmät
TIEH, ALUEHALLINTO

Voimassa
1.1.1993- TOISTAISEKSI

Asiasanat
SILLAT, SUUNNITTELU, OHJEET, RAKENNELASKELMAT

SILTOJEN RAKENNELASKELMAT, TIEL 217 0002

Rakennelaskelmien tarkoituksena on osoittaa, että rakenne täyttää määräyksissä ja ohjeissa sille asetetut vaatimukset.

Tämä julkaisu esittää suositukset siltojen rakennelaskelmien esitystavalta ja sisällön ryhmittelylle. Luvussa 3 esitetyt tarkastelut tulee esittää siltojen rakennelaskelmissa tarpeellisilta osiltaan.

Apulaisjohtaja
Siltayksikkö

Juhani Vähäaho

Diplomi-insinööri
Siltayksikkö

Matti Kuusivaara

JAKELU

Tiepiirit
S,Skk,Sts,S/silta,T
Kirjasto
Ohjekokoelma C.2.3.3
Ulkopuolinen jakelu/luettelo

LIITE

Siltojen rakennelaskelmat, TIEL 2170002

Matti Kuusivaara

LISÄTIETOJA
Matti Kuusivaara
Siltayksikkö
Puh. (90)14872349

JAKELU/MYYNTI
Tiehallitus, Painotuotevarasto
Opastinsilta 12A tai PL 33
00521 HELSINKI
Puh. (90)14872053

ALKUSANAT

Ohjeen Siltojen rakennelaskelmat tavoitteena on ohjata rakennelaskelmien laatimista niin, että laskelmien laatu yhtenäistyy ja paranee. Tähän tavoitteeseen pyritään esittämällä laskelmien esitystapaa ja sisällön ryhmittelyä koskevia suosituksia.

Ohjeen on laatinut konsulttina dipl.ins. Raimo Sormunen, Insinööritoimisto Sormunen & Uuttu Ky. Työtä ovat ohjanneet dipl.ins. Matti Kuusivaara ja dipl.ins. Hannu Utti tiehallituksesta.

Helsingissä joulukuussa 1992

Siltayksikkö

Sisältö

1 YLEISTÄ	9
2 ESITYSTAPA	9
3 LASKELMIEN SISÄLTÖ	10
A KOHDETTA KOSKEVAT TIEDOT	10
1 Siltapaikka	10
2 Silta	10
3 Mitoitusperusteet	10
3.1 Normit ja ohjeet	10
3.2 Rakenneosien materiaalit ja laskentalujuudet	10
4 Kuormat	10
4.1 Pysyvät kuormat	10
4.2 Muuttuvat kuormat	11
5 Lähdekirjallisuus	11
B PÄÄLLYSRAKENNE	11
1 Rakenne ja rakennejärjestelmä	11
1.1 Rakennemalli	11
1.2 Poikkileikkausarvot	11
2 Laskentamenetelmä	12
3 Kuormat	12
4 Voimasuureet ja siirtymät	12
5 Jännittäminen	12
5.1 Jännetyyppi	12
5.2 Jänteen kulku	12
5.3 Häviöt	13
5.4 Jännevoimat ja pakkovoimat	13
5.5 Jännittämissuunnitelmaan liittyvät laskelmat	13
6 Rajatilatarkastelut, Betonirakenteet	13
6.1 Murtorajatilat	13
6.2 Käyttörajatilat	14
7 Rajatilatarkastelut, Teräsrakenteet	14
7.1 Murtorajatilat	14
7.2 Käyttörajatilat	15
7.3 Vaihtorasitusrajat	15
7.4 Liitokset	15

8	Rajatilatarkastelut, Liittorakenteet	15
8.1	Murtorajatilat	15
8.2	Käyttörajatilat	16
8.3	Vaihtorasitusrajatila	16
8.4	Liitokset	16
9	Erillistarkastelut	16
9.1	Laakerointikohdat	16
9.2	Jänteiden ankkurointi- ja taitekohdat	17
9.3	Sillan päät	17
9.4	Tunkkauskohtat	17
C	PERUSTAMINEN JA ALUSRAKENNE	17
1	Alusrakenteet koko sillan kannalta	17
2	Maanvaraisperustukset	18
2.1	Rakenne	18
2.2	Kuormat ja kuormien yhdistely	18
2.3	Vakavuustarkastelut	18
2.4	Kantavuustarkastelu	18
2.5	Routasuojaus	18
2.6	Eroosiosuojaus	18
2.7	Muut geotekniset laskelmat	18
3	Lyöntipaaluperustukset	18
3.1	Rakenne	18
3.2	Kuormat ja kuormien yhdistely	18
3.3	Laskentamenetelmä	19
3.4	Paalukko	19
3.5	Paalukuormat	19
3.6	Paalun mitoitus	19
3.7	Paalukon siirtymät ja kiertymät	19
3.8	Paalujen säilyvyys	19
4	Suurpaaluperustukset	19
4.1	Rakenne	19
4.2	Kuormat ja kuormien yhdistely	19
4.3	Laskentamenetelmä	20
4.4	Paalukuormat	20
4.5	Voimasuureet	20
4.6	Paalun mitoitus	20
4.7	Paalun siirtymät	20
4.8	Paalun säilyvyys	20
5	Tukirakenne rakenneosittain	20
5.1	Rakenne	20
5.2	Laskentamenetelmä	20
5.3	Kuormat ja voimasuureet	21
5.4	Rajatilatarkastelut	21
5.5	Eryiskohtien raudoitukset	21

D VARUSTEET JA LAITTEET	21
<hr/>	
1 Laakerit	21
1.1 Laakerointi	21
1.2 Laakerivoimat	21
1.3 Siirtymät	22
1.4 Kiertymät	22
1.5 Mitoitusarvot	22
1.6 Mitoitus	22
2 Liikuntasauimalaitteet	22
2.1 Saumojen sijainti ja rakenne	22
2.2 Kuormat	22
2.3 Siirtymät	22
2.4 Laitteen geometrinen muoto ja mitat	22
2.5 Mitoitusarvot laitetoimittajalle	23
2.6 Mitoitus	23
3 Erityisosat	
E RAKENTAMISEEN LIITTYVÄT TARKASTELUT	23
<hr/>	
1 Ehdotetun rakentamis- tai asennustavan kuvaus	23
2 Tarkastelut eri asennustilanteille	23
2.1 Rakennemalli ja tuennat eri kokoamis- ja siirtovaiheissa	23
2.2 Laskentamenetelmä	23
2.3 Kuormat	23
2.4 Voimasuureet	24
2.5 Rajatilatarkastelut	24
2.6 Vakavuustarkastelut	24
2.7 Asennusliitokset	24
3 Tukitelineet	24

1 YLEISTÄ

Rakennelaskelmien tarkoituksena on osoittaa, että rakenne täyttää määräyksissä ja ohjeissa niille asetetut vaatimukset.

Tässä julkaisussa esitetään ohjeet siltojen rakennelaskelmien esitystavalle ja sisällön ryhmittelylle. Luvussa 3 esitetyt tarkastelut tulee esittää laskelmissa tarpeellisilta osiltaan.

2 ESITYSTAPA

Laskelmat varustetaan kansilehdellä ja varmennetaan suunnittelijan ja laskelmien tarkastajan allekirjoituksella. Jokaiselle laskelmasivulle merkitään kohteen nimi, sivun laadintapäivämäärä ja tekijän nimikirjaimet.

Laskelmissa tulee olla sisällysluettelo. Niistä tulee ilmetä käytetty lähdekirjallisuus, käytetyt mittayksiköt ja symbolit. Symbooleina käytetään kyseisiä rakenteita koskevien ohjeiden merkintöjä. Jos niistä poiketaan, on symbolien merkitys selvitettävä.

Laskelmat tulee laatia niin selkeästi, otsikoin, viittauksin sekä selventävin tekstein, taulukoin ja piirroksin varustettuina, että toinen asiantunteva henkilö voi niitä vaivatta lukea. Tämä on tarpeen paitsi suunnitelmien tarkastuksen myös rakenteiden myöhemmän mahdollisen tarkastelun kannalta.

Laskelmissa tulee käydä selville teoreettiset mitoitustulokset, rakenteseen sovelletut tulokset sekä vertailu normeissa ja ohjeissa annettuihin raja-arvoihin. Teräsbetonirakenteiden raudoitusten ulottumapinnat ja hakajako on esitettävä.

Laskelmien tai niiden pääosien lopussa on suositeltavaa esittää lyhyt yhteenveto mitoituksen määräävistä tekijöistä.

Atk-laskelmista saadut väli- ja lopputulokset voidaan käyttää laskelmarungossa vain tulostettuna tiivistetysti taulukkomuotoon ja varustettuna tarpeellisilla symbooleilla ja selityksillä. Täydellisiä atk-tulostuksia ei liitetä laskelmiin. Ne toimitetaan tilaajalle vain pyydettyäessä. Suunnittelijan on kuitenkin säilytettävä ne sillan laskelmien yhteydessä.

Laskelmat talletetaan tielaitoksessa optiselle levyille. Käsittelyä helpottaa jos seuraavat seikat on otettu huomioon laskelmia tehtäessä:

- Laskelmat esitetään A4 koossa. Liitteet voivat olla myös A3 kokoa.
- Tekstikokona käytetään vähintään 3,0 mm ja tekstijäljen tulee olla kuvaukseen soveltuvaa.
- Sivut numeroidaan juoksevalla numerolla alkaen kansilehdeltä.
- Laskelmat toimitetaan irrallisina muovikansissa (ei nidontaa tms.)

3 LASKELMIEN SISÄLTÖ

Tässä ohjeessa esitetään laskelmien jaottelu siinä järjestyksessä, missä laskelmien laadinta tavallisesti etenee. Se on samalla muistilista siltöjen rakennelaskelmissa käsiteltävistä asioista. Tarkastelutavan sekä tarkastelun laajuuden ja tarkkuuden valitsee suunnittelija. Jokaista suunniteltavassa rakenteessa olevaa ja luettelossa mainittua tarkastelukohdetta tulisi kommentoida laskelmissa. Sisältö on pyritty laatimaan mahdollisimman kattavaksi. Tavallisesti siitä tarvitaan vain osia.

Päällysrakenteen materiaaleista on käsitelty betoni ja teräs. Muiden materiaalien osalta noudatetaan ohjetta soveltaen.

A KOHDETTA KOSKEVAT TIEDOT

1 SILTAPAikka

Esitetään lyhyt kuvaus siltapaikasta.

2 SILTA

Esitetään lyhyt kuvaus sillasta kokonaisuutena käsittäen alus- ja päällysrakenteen ja niiden yhteistoiminnan: siltatyypit, perustamistapa, materiaalit, päämitat jne.

3 MITOITUSPERUSTEET

3.1 Normit ja ohjeet

3.2 Rakennusosien materiaalit ja laskentalujuudet

Esitetään laskelmissa käytetyt materiaalit, laskentalujuudet ja muut mahdolliset materiaaliominaisuudet ja -vaatimukset kootusti.

4 KUORMAT

Esitetään laskelmissa käytetyt kuormat luettelomaisesti.

4.1 Pysyvät kuormat

- rakenneosien paino
- kutistuminen
- viruminen
- maanpaine
- vedenpinnan aseman huomioonottaminen
- jännevoima

4.2 Muuttuvat kuormat

- ajoneuvoliikenteen kuormat
- - pystysuorat kuormat
- - vaakasuorat kuormat
- kevyen liikenteen kuormat
- - pystysuorat kuormat
- - vaakasuorat kuormat
- lämpötilan muutos
- epätasainen lämpötila
- tuulikuorma
- jääkuorma
- törmäyskuorma
- tukien siirtyminen
- laakerikitka
- liikennekuorman maanpaine
- vedenkorkeuden muutokset
- muut mahdolliset kuormat

5 LÄHDEKIRJALLISUUS

Esitetään luettelo lähdekirjallisuudesta. Lähteet varustetaan tunnuksilla, joita käyttäen laskelmissa viitataan kyseiseen lähteeseen.

B PÄÄLLYSRAKENNE

1 RAKENNE JA RAKENNEJÄRJESTELMÄ

1.1 Rakennemalli

Kuvataan rakenne ja sen rakenneanalyysia varten yksinkertaistettu malli ja esitetään arvio yksinkertaistuksen vaikutuksista. Kuvausta täydennetään piirroksin. Rakenteen toimintaa voidaan käsitellä joko samanaikaisesti pituus- ja poikkisuunnassa tai erikseen samaa alempana esitettyä jaoteltua noudattaen.

1.2 Poikkileikkausarvot

Esitetään rakenneanalyysissä ja jännitystarkastelussa käytettävät poikkileikkausarvot (A, I, It S jne) ottaen huomioon laattojen toimivat leveydet. Niitä selvennetään tarvittaessa piirroksin.

2 LASKENTAMENETELMÄ

Esitetään lyhyt kuvaus käytetystä laskentamenetelmästä. Tietokoneohjelmia käytettäessä esitetään ohjelman nimi, sen perusteet ja ominaisuudet sekä tulosten mahdolliset edelleen käsittely- tai korjausmenettelyt.

3 KUORMAT

Esitetään jokaisen rakenteeseen kohdistuvan kuorman vaikutus erikseen. Laskelmissa esitetään piirroksin selvennettyinä tutkitut kuorma-asennot ja edelleen niiden sijoittelu rakennemalliin.

Erikseen sovittaessa ohjeessa Siltojen kuormat esitettyjen kuormien lisäksi lasketaan julkaisussa Siltojen kantavuuden laskentaohje esitettyjä perusteita käyttäen kuormakaavion Y10 ($X = 100$ kN) vaikutukset (taivutusmomentti ja leikkausvoima) päärakenteen aukkojen määräävissä kohdissa ja tuilla a) yksin valvottuna kuljetuksena sekä b) yleiskuljetuksena. Samanaikaisesti esiintyvän ajoneuvoasetuksen mukaisen kuorman tai tasaisen pintakuorman vaikutukset lasketaan erikseen.

4 VOIMASUUREET JA SIIRTYMÄT

Esitetään mitoituksen kannalta tarpeelliset voimasuureet määräävissä kohdissa kustakin kuormasta erikseen sekä voimasuureyhdistelyt osavarmuuskertoimineen. Tulokset on havainnollisinta esittää taulukkomuodossa ja graafisin kuvaajin. Muiden tarkasteltavien kohtien osalta voimasuureet käsitellään yhdistelyinä atk-laskennassa. Tässä yhteydessä esitetään myös vertaileva voimasuurelaskelma määräävissä kohdissa atk-laskentojen tulosten varmistamiseksi. Poikkeamat kommentoidaan.

Esitetään siirtymät määräävissä kohdissa pysyvistä kuormista sekä niiden ääriarvot.

5 JÄNNITTÄMINEN

5.1 Jännetyyppi

Esitetään tiedot jännetyypistä sekä jänteiden ja ankkureiden sallituista keskiö- ja reunaetäisyyksistä piirroksin selvennettyinä. Jos laskelmien pohjana on jokin tietty menetelmä, mainitaan se tässä.

5.2 Jänteen kulku

Esitetään

- Käytetyt jänteiden ja ankkureiden keskiöetäisyydet
- Jänteen epäkeskisyys kanavassa

- Pienimmät kaarevuussäteet
- Jänneryhmien geometria piirroksin havainnollistettuna.

5.3 Häviöt

Esitetään häviöiden lähtötiedot ja häviölaskelma.

Välittömät häviöt:

- Betonin kimmainen kokoonpuristuma
- Kitka
- Ankkurointiliukuma

Pitkäaikaiset häviöt:

- Kutistuminen
- Viruminen
- Relaksaatio

5.4 Jännevoimat ja pakkovoimat

Lasketaan poikkileikkauksissa vaikuttavat voimasuureet jännittämisestä.

5.5 Jännittämissuunnitelmaan liittyvät laskelmat

Lasketaan ja esitetään:

- Jänneiden pituudet
- Jännittämisvoimat ja jännittämisjärjestys
- Venymät
- Mahdollinen tarvittava telineiden lasku

6 RAJATILATARKASTELUT, BETONIRAKENTEET

6.1 Murtorajatilat

Osoitetaan laskelmin, että rakenteen kestävyys jokaisessa kohdassa on vähintään ohjeiden mukaan varmuuskertoimella kerrottujen voimasuureiden summa. Lisäksi kootaan rakenneosien kapasiteetit määräävissä kohdissa taulukkoon.

- Taivutus ja normaalivoima
- Tarkistus haurasmurtuman varalta
- Leikkaus
 - - leikkaus uumassa
 - - laipan leikkautuminen
 - - laatan lävistys
 - - työsauman leikkauskapasiteetti
- Vääntö

- Yhdistetyt rasitukset
- - taivutus ja vääntö
- - leikkaus ja vääntö
- Rakenteen vakavuus
- Väsymismurtorajatila
- Raudoituksen ankkurointi

6.2 Käyttörajatilat

Osoitetaan laskelmin käyttörajatilavaatimusten täyttyminen.

- Vetojännitysrajatila
- Halkeaman muodostumisrajatila
- - halkeilukapasiteetti
- - halkeilun rajoittaminen
- Siirtymät
- - taipumat
- - kiertymät
- - vääntymät

Laskelmista tulee ilmetä käytettyä raudoitusta vastaavat halkeamakoot.

Siirtymien laskennassa käytettyjen jäykkyyksien valinnan ja määrittämisen tulee ilmetä laskelmista.

7 RAJATILATARKASTELUT, TERÄSRAKENTEET

Osoitetaan laskelmin rajatilavaatimusten täyttyminen. Lisäksi murtorajatilassa kootaan rakenteen kapasiteetit määrävissä kohdissa taulukoon.

7.1 Murtorajatilat

7.1.1 Murtuminen kestävyuden kannalta

- Taivutus
- Leikkaus
- Vääntö
- Normaalivoima
- Yhdistetyt rasitukset

7.1.2 Vakavuuden menetys

- Nurjahdus
- Vääntönurjahdus
- Kiepahdus
- Puristus ja taivutus
- Lommahdus

- Sivuttainen tuenta
- Jäykisteiden mitoitus

7.2 Käyttörajatilat

- Siirtymät
- Värähtelyt

7.3 Vaihtorasitusrajatila

- Taivutus
- Leikkaus

7.4 Liitokset

7.4.1 Hitsiliitokset

- Murtorajatila
- Vaihtorasitusrajatila

7.4.2 Pulttiliitokset

- Murtorajatila
- Käyttörajatila
- Vaihtorasitusrajatila

8 RAJATILATARKASTELUT, LIITTORAKENTEET

Osoitetaan laskelmin liittorakenteen betoni- ja teräsrakenteiden varmuus- tarkastelut murto-, käyttö- ja vaihtorasitusrajatilassa. Lisäksi mur- torajatilassa kootaan rakenteen kapasiteetit määräävissä kohdissa tauluk- koon.

8.1 Murtorajatilat

- Taivutus ja normaalivoima
- Leikkaus
 - - leikkaus uumassa
 - - leikkaus betonin ja teräksen rajapinnassa
 - - leikkaus vaarnojen ympäri
 - - laipan irtileikkautuminen
- Normaalivoima
- Vääntö
- Yhdistetyt rasitukset
 - - taivutus ja vääntö
 - - leikkaus ja vääntö

- Rakenteen vakavuus
- - nurjahdus
- - vääntönurjahdus
- - kiepahdus
- - puristus ja taivutus
- - lommahdus
- - jäykisteet

8.2 Käyttörajatilat

- Betonilaatan halkeilun rajoittaminen (raudoitus ja vastaava halkeamakoko)
- Siirtymät
- Värähtelyt

8.3 Vaihtorasitusrajatila

- Taivutus
- Leikkaus

8.4 Liitokset

Hitsi- ja pulttiliitoksiin liittyvät tarkastelut tehdään kuten kohdassa Rajatilatarkastelut, teräsrakenteet.

8.4.1 Vaarnaliitokset

- Teräs- ja betonirakenteen sauma
- Murtorajatila
 - Vaihtorasitusrajatila

9 ERILLISTARKASTELUT

9.1 Laakerointikohdat

Esitetään

- Kuvaus rakenteesta
- Lähtöarvot ja laskentaperusteet
- Voimasuureet
- Saadaan kohdasta B 4 ja 5
- Rajatilatarkastelut
- - murtorajatila
- - paikallinen puristus
- - halkaisuvoimat
- Jäykisteiden mitoitus

9.2 Jänteiden ankkurointi- ja taitekohdat

Esitetään tarkastelu jännevoiman siirtymisestä yksittäisten ankkurien ja ankkuriryhmien kautta rakenteeseen.

- Rakenne
- Lähtöarvot ja laskentaperusteet
- Kuormat ja voimasuureet
Saadaan kohdasta B 5.4
- Rajatilatarkastelut
- - murtorajatila

9.3 Sillan päät

- Betonirakenne
Tukireaktioiden ja jännevoiman johtaminen rakenteeseen.
Käsittely noudattaa edelläesitettyä jakoa esim. kohdassa 9.2.
- Liittorakenne
Teräs- ja betoniosan yhteistoiminnan varmistaminen.

9.4 Tunkkauskohdat

Tunkkauskohtien tarkasteluissa voidaan menetellä kohdan 9.1 mukaisesti.

C PERUSTAMINEN JA ALUSRAKENNE

1 ALUSRAKENTEET KOKO SILLAN KANNALTA

Esitetään alus- ja päällysrakenteen sekä maapohjan muodostaman kokonaisuuden rakennemalli. Määritetään lepopisteen paikka ja kuormien jakautuminen eri tukirakenteiden kesken.

Yleensä sillan perustaminen ja alusrakenteet voidaan käsitellä tuittain erikseen. Seuraavassa on perustamistavoista käsitelty maanvaraisperustus, lyöntipaaluperustus ja suurpaaluperustus. Muihin perustamistapoihin voidaan soveltaa edellä mainittujen tapojen laskelmajaottelua.

2 MAANVARAISPERUSTUKSET

2.1. Rakenne

Esitetään kuvaus tukirakenteesta.

2.2. Kuormat ja kuormien yhdistely

Esitetään kuormat eriteltyinä sekä niiden yhdistelyt kuormitustapauksiksi.

2.3. Vakavuustarkastelu

- Liukuminen
- Kaatuminen (kalliolla)

2.4. Kantavuustarkastelu

- Pohjapaine
- Maapohjan kantokyky

2.5. Routasuojaus

2.6. Eroosiosuojaus

2.7 Muut geotekniset laskelmat

Tarvittaessa tarkastellaan

- Painumat ja painumaerot
- Tulopengerten vakavuus
- Etuluiskan ja keilöjen vakavuus
- Rinteiden ja rantojen vakavuus
- Tulopenkereen ja sillan painumaero

3 LYÖNTIPAALUPERUSTUKSET

3.1 Rakenne

Esitetään kuvaus tukirakenteesta.

3.2 Kuormat ja kuormien yhdistely

Esitetään kuormat eriteltyinä sekä niiden yhdistelyt kuormitustapauksiksi.

3.3 Laskentamenetelmä

Esitetään lyhyt kuvaus laskentamenetelmästä.

3.4 Paalukko

Esitetään

- Paalutusluokka
- Paalujen sijainti, suunta ja numerointi
- Paalutyypit
- Sallitut paalukuormat
- Paalutustoleranssien vaikutus

3.5 Paalukuormat

Tulostetaan kaikkien paalujen paalukuormat

- pysyvistä kuormista
- max. ja min. kuorma

3.6 Paalun mitoitus

Tarvittaessa tarkistetaan paalun taivutus- ja leikkauskestävyys. Tehdään rajatilatarkastelut.

3.7 Paalukon siirtymät ja kiertymät

Lasketaan ja esitetään tarvittaessa.

3.8 Paalujen säilyvyys

Tarkistetaan paalujen kestävyys korroosiota vastaan.

4 SUURPAALUPERUSTUKSET

4.1 Rakenne

Esitetään kuvaus rakenteesta ja paalun ja ympäröivän maan ominaisuuksista ja hyväksytyistä laskenta-arvoista sekä paalutyypit, paalun toimintatapa ja sallitut paalukuormat.

4.2 Kuormat ja kuormien yhdistely

Esitetään kuormat ja niiden yhdistelyt kuormitustapauksiksi sekä laskennassa käytettävät yksikkökuormat.

4.3 Laskentamenetelmä

Esitetään laskentamenetelmä ja rakennemallit.

4.4 Paalukuormat

Esitetään paalukuormat pysyvälle ja lyhytaikaiselle kuormitukselle. Tarkistetaan lyhyiden paalujen alapäiden rasitukset.

4.5 Voimasuureet

Esitetään voimasuureet kuormittain ja niiden yhdistely mitoitusvoimasuureiksi.

4.6 Paalun mitoitus

Tehdään rajatilatarkastelut:
- Taivutus ja normaalivoima
- Leikkaus

4.7 Paalun siirtymät

Esitetään paalujen yläpäiden siirtymät sillan pituus- ja poikkisuunnassa.

4.8 Paalun säilyvyys

Tarkistetaan teräspaalujen kestävyys korroosiota vastaan.

5 TUKIRAKENNE RAKENNEOSITTAIN

Tukirakenteiden erilaiset rakenneosat, kuten antura, pilari, seinämä, laakeripalkki, siipimuri jne. mitoitetaan erikseen johdonmukaisessa järjestyksessä. Osien laskelmissa voidaan käyttää seuraavaa jaottelua:

5.1 Rakenne

Esitetään rakenne.

5.2 Laskentamenetelmä

Esitetään laskentatapa ja rakennemalli.

5.3 Kuormat ja voimasuureet

Esitetään kuormat ja voimasuureiden laskenta.

5.4 Rajatilatarkastelut

Tehdään rajatilatarkastelut.

- Murtorajatilat
- - taivutus ja normaalivoima
- - leikkaus
- - läpileikkautuminen
- - vääntö
- - yhdistetyt rasitukset
- - rakenteen vakavuus
- Käyttörajatilat
- - halkeilun rajoittaminen

5.5 Erityiskohtien raudoitukset

Esitetään tarvittaessa laskelmin erityiskohtien raudoitukset.

- Työsaumat
- Paikallinen puristus ja halkaisuvoimat
- Kutistumisraudoitus
- Pintaverkot
- Ankkurointi

D VARUSTEET JA LAITTEET

1 LAAKERIT

1.1 Laakerointi

Esitetään selvitys laakerijärjestelystä liittyen kohtaan C1 "Alusrakenteet koko sillan kannalta". Selvityksestä ilmenee laakerityypit, sijainnit ja liikesuunnat.

1.2 Laakerivoimat

Aikaisemmista laskelmista kerätään laakerivoimat taulukkoon ja esitetään niistä yhdistely:

- pysyvät kuormat
- lyhytaikaiset kuormat normaali- ja vaakavoimavastaavuuksineen

1.3 Siirtymät

Lasketaan tai kootaan muualta laskelmista taulukkoon eri kuormitus-tilanteiden aiheuttamat siirtymät sekä tarvittavat laakeriennakot.

Esitetään laakeriennakoiden muunnoskaava tai vastaava.

1.4 Kiertymät

Lasketaan tai kootaan muualta laskelmista taulukkoon eri kuormitus-tilanteiden aiheuttamat kiertymät.

Päällysrakenteen kiertymät laakereiden asennustilassa tulee laskea ja esittää.

1.5 Mitoitusarvot

Laakerikuormien, -siirtymien ja -kiertymien taulukoista kerätään laakeritoimitusta varten mitoitusaulukko, joka esitetään myös piirustuksissa.

1.6 Mitoitus

Kumilevylaakereista esitetään mitoituslaskelmat ja täytetty tilaustietokaa-vake.

Laakeritoimittaja suunnittelee muuntyyppiset laakerit.

2 LIKUNTA SAUMALAITTEET

2.1 Saumojen sijainti ja rakenne

2.2 Kuormat

2.3 Siirtymät

Lasketaan tai kootaan muualta laskelmista taulukkoon saumoissa esiin-tyvät pituudenmuutoksista, kiertymistä ja alusrakenteiden mahdollisista liikkeistä aiheutuvat siirtymät.

Lasketaan tarvittavat asennusennakot ja ennakoiden muunnoskaava tai vastaava.

2.4 Laitteen geometrinen muoto ja mitat

Määritellään laitteen muoto ja mitat.

2.5 Mitoitusarvot laitetoimittajalle

Kootaan mitoitusarvotaulukko, joka esitetään myös piirustuksissa.

2.6 Mitoitus

Yleensä laitetoimittaja suunnittelee liikuntasaumalaitteet.

3 ERITYISOSAT

Tarvittaessa esitetään erityisosien, kuten kiinnikkeiden, kannakkeiden tms. mitoitus.

E RAKENTAMISEEN LIITTYVÄT TARKASTELUT

1 EHDOTETUN RAKENTAMIS- TAI ASENNUSTAVAN KUVAUS

Esitetään teräsrakenteen lohkojako ja betonirakenteen vaiheittain valmistamisen perustelut.

Esitetään alustava rakentamis- tai asennustavan periaate ja kuvaus.

2 TARKASTELUT ERI ASENNUSTILANTEILLE

Tarkistetaan laskelmin pysyvien ja asennusaikaisten rakenteiden kestävyys ja toimivuus asennusaikaisille kuormituksille.

2.1 Rakennemalli ja tuennat eri kokoamis- ja siirtovaiheissa

2.2 Laskentamenetelmä

2.3 Kuormat

- Teräsrakenteen omapaino
- Muu mahdollinen kuorma; telinepukit, muotit, raudoitus jne.
- Sysäyslisä
- Muodonmuutoskuormat
- Tuulikuorma

2.4 Voimasaureet

2.5 Rajatilatarkastelut

- Murtorajatilat
- Käyttörajatilat

2.6 Vakavuustarkastelut

- Kiepahdus
- Lommahdus
- Pistekuorman kestävyys

2.7 Asennusliitokset

- Hitsit
- Pultit

Näiden perusteella saadaan

- Asennukselle asetettavat vaatimukset ja rajoitukset
- Asennuslaitteille tulevat suurimmat kuormitukset
- Tarvittavat apurakenteet.

3 TUKITELINEET

Rakennesuunnittelun yhteydessä tulisi tarkistaa pysyvien rakenteiden käyt-tökelpoisuus telineiden tuennan kannalta.

Jos suunnitelmassa on esitetty alustava telinesuunnitelma liitetään laskel-miin sitä koskevat tarkastelut.

ISBN 951-726-583-2
TIEL 2170002