



Tielaitos

Siltojen rakennelaskelmat

Sillansuunnittelu

Helsinki 1992

TIEHALLINTO
Siltayksikkö

Siltojen rakennelaskelmat

Tielaitos
TIEHALLINTO

Helsinki 2000

ISBN 951-726-583-2
TIEL 2710002

Edita Oy
Helsinki 2000

Julkaisua myy
Tielaitos, painotuotemyynti
Puhelin 0204 44 2053
Telefax 0204 44 2652

Tielaitos
TIEHALLINTO
Siltayksikkö
PL 33
0521 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 esitystavalle 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	11
2 ESITYSTAPA	11
3 LASKELMIEN SISÄLTÖ	12
A KOHDETTA KOSKEVAT TIEDOT	12
1 SILTAPAIKKA	12
2 SILTA	12
3 MITOITUSPERUSTEET	12
3.1 Normit ja ohjeet	12
3.2 Rakennusosien materiaalit ja laskentalujuudet	12
4 KUORMAT	12
4.1 Pysyvät kuormat	12
4.2 Muuttuvat kuormat	13
5 LÄHDEKIRJALLISUUS	13
B PÄÄLLYSRAKENNE	13
1 RAKENNE JA RAKENNEJÄRJESTELMÄ	13
1.1 Rakennemalli	13
1.2 Poikkileikkausarvot	13
2 LASKENTAMENETELMÄ	14
3 KUORMAT	14
4 VOIMASUUREET JA SIIRTYMÄT	14
5 JÄNNITTÄMINEN	14
5.1 Jännetyyppi	14
5.2 Jänteen kulku	14
5.3 Häviöt	15
5.4 Jännevoimat ja pakkovoimat	15
5.5 Jännittämissuunnitelmaan liittyvät laskelmat	15
6 RAJATILATARKASTELUT, BETONIRAKENTEET	15
6.1 Murtorajatilat	15
6.2 Käyttöraajatilat	16
7 RAJATILATARKASTELUT, TERÄSRAKENTEET	16
7.1 Murtorajatilat	16
7.2 Käyttöraajatilat	17
7.3 Vaihtorasitusrajatila	17
7.4 Liitokset	17

8 RAJATILATARKASTELUT, LIITTORAKENTEET	17
8.1 Murtorajatilat	17
8.2 Käyttörajatilat	18
8.3 Vaihtorasitusrajatila	18
8.4 Liitokset	18
9 ERILLISTARKASTELUT	18
9.1 Laakerointikohdat	18
9.2 Jänteiden ankkurointi- ja taitekohdat	19
9.3 Sillan päät	19
9.4 Tunkkauskohdat	19
C PERUSTAMINEN JA ALUSRAKENNE	19
1 ALUSRAKENTEET KOKO SILLAN KANNALTA	19
2 MAANVARAISPERUSTUKSET	20
2.1. Rakenne	20
2.2. Kuormat ja kuormien yhdistely	20
2.3. Vakavuustarkastelu	20
2.4. Kantavuustarkastelu	20
2.5. Routasuojaus	20
2.6. Eroosiosuojaus	20
2.7 Muut geotekniset laskelmat	20
3 LYÖNTIPAALUPERUSTUKSET	20
3.1 Rakenne	20
3.2 Kuormat ja kuormien yhdistely	20
3.3 Laskentamenetelmä	21
3.4 Paalukko	21
3.5 Paalukuormat	21
3.6 Paalun mitoitus	21
3.7 Paalukon siirtymät ja kiertymät	21
3.8 Paalujen säilyvyys	21
4 SUURPAALUPERUSTUKSET	21
4.1 Rakenne	21
4.2 Kuormat ja kuormien yhdistely	21
4.3 Laskentamenetelmä	22
4.4 Paalukuormat	22
4.5 Voimasuureet	22
4.6 Paalun mitoitus	22
4.7 Paalun siirtymät	22
4.8 Paalun säilyvyys	22
5 TUKIRAKENNE RAKENNEOSITTAIN	22
5.1 Rakenne	22
5.2 Laskentamenetelmä	22
5.3 Kuormat ja voimasuureet	23
5.4 Rajatilatarkastelut	23
5.5 Erityiskohtien raudoitukset	23

D VARUSTEET JA LAITTEET	23
1 LAAKERIT	23
1.1 Laakerointi	23
1.2 Laakerivoimat	23
1.3 Siirtymät	24
1.4 Kiertymät	24
1.5 Mitoitusarvot	24
1.6 Mitoitus	24
2 LIIKUNTASAUMALAITTEET	24
2.1 Saumojen sijainti ja rakenne	24
2.2 Kuormat	24
2.3 Siirtymät	24
2.4 Laitteen geometrinen muoto ja mitat	24
2.5 Mitoitusarvot laitetoimittajalle	25
2.6 Mitoitus	25
3 ERITYISOSAT	25
E RAKENTAMISEEN LIITTYVÄT TARKASTELUT	25
1 EHDOTETUN RAKENTAMIS- TAI ASENNUSTAVAN KUVAUS	25
2 TARKASTELUT ERI ASENNUSTILANTEILLE	25
2.1 Rakennemalli ja tuennat eri kokoamis- ja siirtovaiheissa	25
2.2 Laskentamenetelmä	25
2.3 Kuormat	25
2.4 Voimasuureet	26
2.5 Rajatilatarkastelut	26
2.6 Vakavuustarkastelut	26
2.7 Asennusliitokset	26
3 TUKITELINEET	26

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. Symboleina käytetään kyseisiä rakenteita koskevien ohjeiden merkintöjä. Jos niistä poikeaan, 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 mitoitus tulokset, rakenteeseen 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 symboleilla 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 juoksevilla 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 siltojen rakennelaskelmissa käsiteltävistä asioista. Tarkastelutavan sekä tarkastelun laajuuden ja tarkkuuden valitsee suunnittelija. Jo-kaista 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: siltatyyppi, perustamista-pa, 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 jaottelua noudattaen.

1.2 Poikkileikkausarvot

Esitetään rakenneanalyysissä ja jännitystarkastelussa käytettävät poikkileikkausarvot (A, I, I_t, 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 kuormasennot ja edelleen niiden sijoittelu rakennemalliin.

Erikseen sovittaessa ohjeessa Siltojen kuormat esitetyjen kuormien lisäksi lasketaan julkaisussa Siltojen kantavuuden laskentaohje esitetyjä perusteita käyttäen kuormakaavion Y1O ($X = 100$ kN) vaikutukset (taivutusmomentti ja leikkausvoima) päärakenteen aukkojen määrävissä 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 määrävissä 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 määrävissä kohdissa atk-laskentojen tulosten varmistamiseksi. Poikkeamat kommentoidaan.

Esitetään siirtymät määrävissä 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:

- Jänteiden 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 määrävissä 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 määrityksen tulee ilmetä laskelmista.

7 RAJATILATARKASTELUT, TERÄSRAKENTEET

Osoitetaan laskelmin rajatilavaatimusten täyttyminen. Lisäksi murto-rajatilassa kootaan rakenteen kapasiteetit määäävissä kohdissa taulukoon.

7.1 Murtorajatilat

7.1.1 Murtuminen kestäävyyden 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 varmuustarkastelut murto-, käyttö- ja vaihtorasitusrajatilassa. Lisäksi murtorajatilassa kootaan rakenteen kapasiteetit määräävissä kohdissa taulukkoon.

8.1 Murtorajatilat

- Taivutus ja normaalivoima
- Leikkaus
 - leikkaus uumassa
 - leikkaus betonin ja teräksen rajapinnassa
 - leikkaus vaar노jen 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 Laakeroointikohdat

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 laskelmajaotte-lua.

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
- Paalutyyppe
- 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 paalutyyppe, 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, siipimuuri 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 C11 "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 tilaustietokaavake.

Laakeritoimittaja suunnittelee muuntyyppiset laakerit.

2 LIIKUNTA SAUMALAITTEET

2.1 Saumojen sijainti ja rakenne

2.2 Kuormat

2.3 Siirtymät

Lasketaan tai kootaan muualta laskelmista taulukkoon saumoissa esiintyvät 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 käyttökelpoisuus telineiden tuennan kannalta.

Jos suunnitelmassa on esitetty alustava telinesuunnitelma liitetään laskelmiin sitä koskevat tarkastelut.