

12.11.2021

Taitorakenteet



Rakenteiden suunnitteluohje

12.11.2021

Sisällys

1	Ohjeen käyttö	6
1.1	Yleistä	6
1.2	Ohje versio	6
1.3	Soveltamisala	6
1.4	Taitorakenteiden ja rakenteiden suunnittelu.....	7
1.4.1	Yleistä	7
1.4.2	Noudatettavat suunnitteluohjeet	7
1.4.3	Taitorakenteiden yleissuunnitelmat.....	8
1.4.4	Taitorakenteiden rakennussuunnittelu	8
1.4.5	Taitorakenteiden tietomallipohjainen suunnittelu	8
1.4.6	Suunnitelmien tarkastaminen	9
1.4.7	Taitorakenteiden ja rakenteiden luokitus.....	11
2	Vaatimukset.....	12
2.1	Perusvaatimukset.....	12
2.1.1	Yleistä	12
2.1.2	Siltapaikkaluokitus	12
2.1.3	Mittaus- ja merkitsemisjärjestelmä.....	12
2.1.4	Vedenkorkeus ja vesisyvyys.....	12
2.2	Luotettavuuden ja laadunhallinta	14
2.3	Käyttöikävaatimukset.....	15
2.3.1	Sillat	15
2.3.2	Vesirakenteet	16
2.3.3	Muut rakenteet	16
2.4	Toteutusluokat.....	17
2.5	Rakenteiden säilyvyys	18
2.5.1	Yleistä	18
2.5.2	Betonirakenteet	18
2.5.3	Teräsrakenteet	20
2.5.4	Alusrakenteet	20
2.6	Käyttöraajatilavaatimukset.....	21

12.11.2021

2.6.1	Yleiset vaatimukset.....	21
2.6.2	Betonirakenteiden halkeilu.....	22
2.6.3	Vaakasiirtymät.....	22
2.6.4	Betonirakenteiden taipumat ja siirtymät	22
2.6.5	Teräs- ja liittorakenteet	23
2.6.6	Puurakenteet.....	23
2.6.7	Raitiotieliikenteen käyttörajatilavaatimukset.....	24
2.6.8	Jalankulku ja pyöräily siltojen mukavuuskriteerit.....	24
3	Suunnitteluperiaatteet.....	25
3.1	Yleistä	25
3.2	Liikennetekninen mitoitus/ leveys (hl)	25
3.2.1	Sillan hyödyllinen leveys (hl).....	25
3.2.2	Siltojen vähimmäisleveys.....	27
3.2.3	Siltojen alikulkukorkeus	27
3.3	Siltojen ja vastaavien rakenteiden pintarakenteet	28
3.4	Kaiteet.....	28
3.4.1	Yleistä	28
3.4.2	Kaiteiden törmäyskestävyysluokat.....	29
3.4.3	Kaidekorkeus.....	29
3.4.4	Kaiteiden toteutus.....	30
3.4.5	Lisämääritykset kaiteille.....	30
3.4.6	Sillan kaiteen jatkaminen, siirtymärakenne ja tiekaide	30
3.5	Maanpainerakenteiden (gravitaatorakenteiden) mitoitus.....	31
3.6	Siirtymälaatat ja paalulaatat.....	32
3.7	Yleisten alueiden alla olevien eristysrakenteiden suojaaminen	33
3.8	Panospaikat ^(B)	33
4	Lähtötiedot.....	33
5	Kuormat.....	33
5.1	Pysyvät kuormat.....	33
5.1.1	Rakenneosien paino ja pintarakenteiden paino	33
5.1.2	Maanpaino	34

12.11.2021

5.1.3	Vedenpaine	34
5.2	Siltojen ja vastaavien rakenteiden mitoituskormat.....	34
5.2.1	Yleistä	34
5.2.2	Kuormitettavat alueet.....	34
5.2.3	Kevyen liikenteen sillat ja vastaavat rakenteet.....	35
5.3	Raitiotieliikenteen mitoituskormat ^(A)	36
5.3.1	Yleistä	36
5.3.2	Raitiotieliikenteen pystykuormat	36
5.3.3	Raitiotieliikenteen vaakasuuntaiset kuormat	37
5.3.4	Raitiotieliikenteen suistumiskormat.....	38
5.3.5	Raitiotieliikennekuormien kuormaryhmät	38
5.3.6	Raitiotieliikenteen väsytysskuormat.....	39
5.4	Henkilökuormat	42
5.5	Maanpaine.....	43
5.6	Kaidekuormat	44
5.7	Onnettomuuskuormat	44
5.7.1	Ajoneuvoliikenne	44
5.7.2	Raitiotieliikenne	44
5.7.3	Vesiliikenne	44
5.8	Liikennekuorman jakaantuminen maassa.....	45
5.9	Muut kuormat	46
5.9.1	Tukipainuman huomioiminen.....	46
5.9.2	Laakerikitka	46
5.9.3	Vedenpinnan korkeuseron huomioon ottaminen.....	46
5.9.4	Betonin kutistuminen ja viruminen	47
5.9.5	Jännevoima, kallioankkurit.....	47
5.9.6	Lumen välivarastointikuorma ^(A)	47
5.10	Vesirakenteet (laiturit, rantarakenteet)	48
5.11	Paalulaatat	48
5.12	Tunnelit	48
5.13	Muut taitorakenteet.....	48

12.11.2021

5.14	Kuormien yhdistelyt	48
5.14.1	Sillat ja muut liikennekuormien kuormittamat rakenteet	48
5.14.2	Sillat ja muut raitiotieliikenteen kuormittamat rakenteet ^(A)	48
5.14.3	Muut rakenteet	49
5.14.4	HW ja merivesitulva taitorakenteissa ^(A)	49
6	Asiakirjojen ja suunnitelmätiedon tuottaminen	49
6.1	Suunnitelma-aineisto	49
6.1.1	Yleissuunnitelman sisältö	49
6.1.2	Rakennussuunnitelman sisältö	49
6.2	Suunnitelmien numerointi	50
6.3	Rakennussuunnitelma, Taitorakenrekisteri ^(A)	51
6.4	Rakentamisvaihe ^(A)	51
6.5	Suunnitelma-aineiston arkistointi	51
6.6	Lopullinen ja arkistoitava aineisto ^(A)	52
6.6.1	Vastuut	52
6.6.2	Urakan "näin tehty"- aineisto ja arkistointi	52
6.6.3	Arkistointi	52
6.6.4	Taitorakenrekisteriin vietävä aineisto	52

12.11.2021

1 Ohjeen käyttö

1.1 Yleistä

Tässä ohjeessa on esitetty suunnitteluperusteet, vaatimukset ja ohjeet yleisille alueille tulevien uusien rakenteiden rakennussuunnitelmien laatimista varten Helsingin kaupungin kaupunkiympäristö toimialan hankkeissa, joissa suunnitellaan taitorakenteita (ohje on sovellettavissa myös muiden infran rakenteiden suunnitteluun).

1.2 Ohje versio

Ohjetta päivitetään tarpeen mukaan. Ohjepäivitykset on kokonaisuudessa esitetty alla olevassa taulukossa.

Taulukko 1. Versiohistoria

MUUTOS	SELITYS	PVM, TEHNYT	PVM, HYV.
-	Ensimmäinen versio	20.3.2017 Sito, Ari Savolainen	20.3.2017 HKR, Olli-Pekka Aalto
A	Päivitetty Kaupunkiympäristö toimialan pohjalle Tarkennettu ohjeistusta (merkitty tekstiin muutosmerkinnällä ^(A) oleellisisimmat muutokset)	8.3.2021 Sitowise, Ari Savolainen ja Mikko Tuominen	8.3.2021 Helsingin kaupunki, Olli-Pekka Aalto
B	Lisätty panostilaohjeistus kappaleeseen 3.8.	12.11.2021 Sitowise, Ari Savolainen	12.11.2021 Helsingin kaupunki, Olli-Pekka Aalto

1.3 Soveltamisala

Tässä ohjeessa on esitetty Helsingin kaupungin yleisille alueilla tulevien taitorakenteiden ja muiden rakenteiden rakennesuunnittelua varten suunnitteluperusteita, mitoitusohjeita ja suunnittelukuormia. Ohjeen käsittämät rakenteet suunnitellaan Eurokoodien mukaan. Suunnittelun apuna voidaan käyttää tätä ohjetta.

Tätä ohjetta voidaan käyttää hankekohtaisten suunnitteluperusteiden määrittämiseen. Niiden laadinnassa huomioidaan rakenteen todellinen käyttö ja olosuhteet, joiden perusteella määritetään tätä ohjetta täsmentävät tai tarkentavat hankekohtaiset suunnitteluperusteet.

12.11.2021

Tämä ohje perustuu Eurocode standardeihin sekä Liikenne- ja viestintäministeriön kansallisiin liitteisiin (NA/LVM) sekä soveltuvin osin Ympäristöministeriön kansallisiin liitteisiin (NA/YM). Lisäksi on pyritty huomioimaan Liikenneviraston soveltamisohjeet, NCCI-sarja soveltuvin osin.

Rakenteet toteutetaan toteutusstandardien SFS-EN 13670 ja SFS-EN 1090-2 mukaan siten, että Infrarakentamisen yleisten laatuvaatimusten (InfraRYL) vaatimukset toteutuvat.

1.4 Taitorakenteiden ja rakenteiden suunnittelu

1.4.1 Yleistä

Silloista ja taitorakenteista laaditaan omat erilliset rakennussuunnitelmat. Niistä tuotetaan yleis- ja rakennepiirustukset niin, että kadun tai puiston suunnitelmia (esim. asemapiirustus) ei tarvita ko. rakenteen toteuttamiseen. Kadun tai puiston suunnitelmissa esitetään rakenteet vain siinä määrin kuin ne niissä suunnitelmissa on tarpeen esittää.

1.4.2 Noudatettavat suunnitteluohjeet

Helsingin kaupungin yleisten alueiden yhteyteen tulevat rakenteet suunnitellaan eurokoodin mukaan. Suunnittelun apuna käytetään Liikenneviraston soveltamisohjeita (NCCI-sarja) sekä erillisiä Helsingin kaupungin ohjeita ja määräyksiä.

Suunnittelussa sovellettavien määräysten ja ohjeiden pätemisjärjestys on seuraava:

1. Liikenteen turvallisuusviraston (TraFi) määräykset
2. Helsingin kaupungin antamat hankekohtaiset suunnitteluperusteet
3. Eurokoodit ja niiden kansalliset liitteet (LVM)
4. Helsingin kaupungin rakenteiden suunnitteluohjeet
 - o tämä ohje
 - o Taitorakenteiden tietomallinnusohje, suunnitteluohje
 - o Sillan erikoistarkastus ja korjaussuunnittelu, suunnitteluohje (korjauskohteet)
5. Väyläviraston eurokoodien soveltamisohjeet (NCCI-sarja)
6. Muut ohjeet (Liikennevirasto, RIL, Helsingin kaupunki, jne...)

Väreissä, kalusteissa ja visuaalisessa ilmeessä noudatetaan lähtökohtaisesti Helsingin Kaupunkitilaohjetta:

<http://kaupunkitilaohje.hel.fi/>

12.11.2021

1.4.3 Taitorakenteiden yleissuunnitelmat

Taitorakenteen yleissuunnitelman laatiminen sisältää ohjeen "RIL 214-2002 Silta-alan konsultoinnin tehtävät" kohtien 2.2 "Yleissuunnittelu" ja 2.3 "Siltasuunnitelma" mukaisesti, ellei hankekohtaisesti ole muuta esitetty.

Suunnitelmat laaditaan samanaikaisesti ko. rakenteeseen liittyvän katusuunnitelman laatimisen kanssa. Tilaaja hyväksyttää yleisten töiden lautakunnalla katusuunnitelman ja katuun liittyvien rakenteiden suunnitelmat samalla kertaa.

1.4.4 Taitorakenteiden rakennussuunnittelu

Taitorakenteen rakennussuunnitelman laatiminen sisältää suunnitelmien laatimisen ohjeen "RIL 214-2002 Silta-alan konsultoinnin tehtävät" kohdan 2.4 "Rakennussuunnittelu" mukaisesti, ellei hankekohtaisesti ole muuta esitetty.

Täydentävinä tulosteina laaditaan erilliset tyyppikaiteisiin perustuvat kaidesuunnitelmat. Kaidesuunnitelma tarkoittaa kaiteiden mitta- ja detaljisuunnitelmia, joissa kaiteiden mitat, materiaalit, rakenneosat ja liitokset on esitetty sillä tarkkuudella, että kaidevalmistaja pystyy niiden perusteella tekemään tarkemmat teräsosakuvat ja toteuttamaan kaiteet.

1.4.5 Taitorakenteiden tietomallipohjainen suunnittelu

Sillat ja taitorakenteet mallinnetaan Helsingin kaupungin Taitorakenteiden tietomallin-
nusohteen mukaisesti huomioiden tämä ohje sekä hankekohtaiset määrätykset. Taitoraken-
teista laaditaan tietomalli kaikissa suunnitteluvaiheissa, ellei hankekohtaisesti ole muuta
sovittu. ^{A)}

Katu-, puisto- tai rakennussuunnitelmavaiheessa sillan tai taitorakenteen tietomalli laadi-
taan tietomallintamiseen tarkoitettulla ohjelmistolla, jossa mallinnetuille rakenteille voidaan
määrittää erityyppistä attribuuttitietoa. Mallintaminen laaditaan noudattaen Yleisiä inframal-
livaatimuksia (YIV).

Mallinnusohjelmistolla on pystyttävä tuotetusta aineistosta tuottamaan avoimeen tiedon-
siirtoformaattiin (IFC) tallennettu aineisto, jonka on kuvattava rakenne mittojen ja muotojen
sekä ominaisuuksien perusteella yhtä tarkasti kuin mitä alkuperäinen suunnitelmamalli.

Toimeksiantoon kuuluu sillan yleispiirustuksessa esitettävien asioiden mallintaminen. En-
sisijaisesti muiden tekniikkalajien mallit yhdistetään siltamalliin, mutta tarvittaessa siltamal-
lin laatimisen yhteydessä mallinnetaan ne yleispiirustuksessa esitettävät asiat, joita ei mui-
den tekniikkalajien malleista saada tuotua yhdistelmämallin. Kaikki siltapaikan rakenteet
mallinnetaan sen lähtökohdan mukaisesti, että siltapaikan yhdistelmämalli vastaa perin-
teistä yleispiirustusta. ^{A)} Hankekohtaisesti voidaan kokonaisuus päättää esitettäväksi yh-
distelmämallissa.

12.11.2021

Lähtötietomallin laatiminen siltojen ja taitorakenteiden osalta kuuluu osaksi yleissuunnitteluvaiheen toimeksiantoa. Rakennussuunnitelman viiteaineistona päivitetään lähtötietomalli vastaamaan suunnittelun aikana tarkentunutta tilannetta. Tarkentunut lähtötietomalli luovutetaan yhdessä tuotemallin kanssa tilaajalle osana viiteaineistoa.

Lähtökohtaisesti piirustukset tuotetaan tietomallista. Tietomallin ja piirustusten välillä ei saa olla ristiriitoja. ^(A)

Rakennussuunnitelmavaiheessa siltojen raudoitukset mallinnetaan, ellei hankekohtaisesti muuta sovita. Mallinnetusta raudoituksesta tuotetaan raudoituspierustukset, tai raudoituspierustukset laaditaan erikseen. Raudoituspierustusten ja raudoitteiden tietomallin välillä ei saa olla ristiriitoja. Raudoituspierustusten pitää olla niin kattavia, että koko rauditus pystytään pierustuksesta hahmottamaan. Hankekohtaisesti sovittaessa voidaan tietomallista tuotettuja raudoituspierustuksia osittain keventää niin, että tietyt kohdat ja rauditusjärjestelyt on esitetty tarkemmin vain tietomallissa. ^(A)

1.4.6 Suunnitelmien tarkastaminen

Kaikki rakennussuunnitelmat hyväksyy Helsingin kaupungin edustaja.

Suunnitelmat tarkastetaan suunnitelma-asiakirjoista, jotka on ensin tarkastettu suunnittelukonsultin oman laatujärjestelmän mukaisesti (dokumentoitu tarkastus). Dokumentti sisäisestä tarkastuksesta tulee toimittaa ensimmäisenä dokumenttina tarkastuspaketissa, suunnitelmaa ei oteta tilaajan tarkastukseen ilman ko. dokumenttia.

Tarkastettavan aineiston mukana on toimitettava hankekohtaiset suunnitteluperusteet, jos suunnittelun aikana on sovittu suunnitteluohjeista tai normaalikäytännöstä poikkeavista ratkaisuista.

Suunnitelmatarkastukseen toimitetaan suunnitelmapiirustukset sekä siihen liittyvät tekstiasiakirjat pdf tiedosto- formaatissa.

Suunnitelmatarkastukseen toimitetaan sillan tietomallin natiivimalli alkuperäisessä tiedostoformaattissa sekä ifc-formaatissa. Mallin mukana toimitetaan myös tietomalliselostus. Lisäksi tietomallista tuotetaan katseluversio (vrt. yhdistelmämalli), johon luodaan valmiita kuvantoja ja/ tai näkymiä, joilla osoitetaan tietomallin vastaavan suunnitteluperusteita ja liikenneteknisiä tilavaatimuksia.

Suunnitelmien ulkopuolinen tarkastus tehdään alla esitetyn kuvauksen mukaisesti:

- Suunnitelmat tarkastetaan tilaajan esittämän tehtävänmäärityksen mukaisesti.
- Rakennussuunnitelmat tarkastetaan Liikenneviraston ohjeen "Taitorakenteiden rakennussuunnitelmien tarkastus" – periaatteiden mukaisesti huomioiden tämän ohjeen mukaiset täsmennykset.

12.11.2021

- Suoritetusta tarkastustyöstä laatii tarkastuksen tekijä tarkastusraportin ja tehtäväkohtaisesti sovittaessa vertailevat laskelmat.
- Tarkastettavaksi tulevassa aineistossa tulee olla suunnittelusta vastaavan konsultin laatujärjestelmän mukainen tarkastuslista allekirjoitettuna, muuten aineistoa ei oteta tarkastukseen. Puuttuvasta dokumentista pitää informoida suunnittelijaa sekä tilaajaa.
- Suunnitelman tarkastuksessa kiinnitetään huomioita rakenteiden toteutettavuuteen.
- Tarkastaja laatii tarkastuslistan huomioista ja toimittaa sen ennakoon suunnittelijalle, jolla on aikaa vastata kommentteihin.
- Tarkastustilanteesta tarkastaja laatii muistion, jossa täsmennetään tarkastuslistan osalta mahdolliset selvinneet asiat.
- Suunnitelman tarkastuksesta laaditaan tarkastusraportti, joka sisältää mahdolliset punakynäliitteet suunnitelmista sekä tarkastuskokousten muistiot
- Sähköpostikirjeenvaihto on sallittua tarkastajan ja suunnittelijan välillä mutta siitä pitää tulla kopiot tilaajalle
- Suunnitelmien tarkastamisessa noudatetaan kunkin hankkeen suunnitteluajankautta. Suunnitelmien tarkastamiseen tarvitaan rakennussuunnitelmavaiheessa 4 viikkoa.
- Suunnittelutyön vastaavalla ulkopuolisella tarkastajalle on oltavat vastaavat suunnittelupätevyydet kuin mitä suunnittelijalta vaaditaan
- Tietomallien tarkastaminen kuuluu toimeksiantoon. Tietomallista tarkastetaan mm. seuraavat asiat alla esitettyjen periaatteiden mukaisesti:
 - tietomallin sijainti on oikein (koordinaatistot, yhdistelmämallin yhteensopivuus)
 - tietomalli on muodostettu oikein (mallinnettujen rakenneosien tyypit, osien ryhmittelynumeroinnit, vrt. HKR tietomalliohje)
 - tietomallit vastaavat tuotettuja suunnitelmapiirustuksia ja niissä esitettyjä ratkaisuja
 - tietomalli vastaa laskelmia ja suunnitteluperusteita
 - suunnittelija on tuottanut tietomallista aineiston, jolla se itse osoittaa mallin vastaavan suunnitteluperusteita ja lähtökohtia, tarkastetaan aineisto ja niiden pohjalta tietomalli
 - rakenteet on suunniteltu oikein lähtötietoihin nähden (vrt. nykytila, suunnitellut väylät jne...)
 - tietomallin sisältämien raudoitusten tarkastaminen tehdään määräävien poikkileikkausten ja rakenneosien osalta tietomallista, jos ei piirustuksia ole tuotettu (vastaavuus laskelmiin varmistetaan)

12.11.2021

1.4.7 Taitorakenteiden ja rakenteiden luokitus

Taitorakenteen määritelmä on kirjattu mm. Väyläviraston (ent. Liikenneviraston) ohjeessa Taitorakenteiden tarkastusohje (LO 17/2013). Sen pohjalta on tehty ao. taulukon luokittelu.

Taulukko 2. Taitorakenteiden luokittelu Helsingin kaupungissa

Helsingin kaupunki, katu- ja puisto-osasto Taitorakenteet/ rakenteet		
Rakenne	Tarkennus	Määritelmä
Sillat	Kaikki sillat	Taitorakenne
	Kadun tai muun liikennöidyn alueen ylittävä silta-mainen rakennus	Taitorakenne, ylittävän rakennososan osalta
Tunnelit	Betonitunneli	Taitorakenne
	Kalliotunnelin kantavat teräs-, betoni- tai muut rakenteet	Taitorakenne
	Kalliotunnelit, -leikkaukset, -vahvistukset yms.	*) Ei taitorakenne
Tukimuurit	Yleistä ajoneuvoliikennettä tukeva tukimuri	Taitorakenne
	Huoltoajoneuvoliikennettä tukeva tukimuri	Taitorakenne
	Maata tai henkilöliikennettä tukeva tukimuri, jossa suojakaide ja putoamiskorkeus $\geq 0,7$ m	Taitorakenne
	Muut tukimuurit	*) Ei taitorakenne
Laiturit	Ajoneuvoliikennettä kannatteleva laitur	Taitorakenne
	Henkilöliikenne laitur, paikalla rakennettu	Taitorakenne
	Henkilöliikenne laitur, valmisosista rakennettu, jonkun tuotejärjestelmän mukainen.	*) Ei taitorakenne
Paalulaatat	Kaikki kohteet	Taitorakenne
Meluesteet [rajamitta = näkyvä korkeus]	korkeus $> 2,0$ m	Taitorakenne
	korkeus $1,0 - 2,0$ m ja etäisyys liikennöidystä kadusta tai raitista vähemmän kuin korkeus	Taitorakenne
	Muut $\leq 2,0$ korkeat meluesteet	*) Ei taitorakenne
Portaat, tasonvaihtorakenteet, kansirakenteet ^(A)	Portaat, joissa erillinen kantava rakenne sekä maanvaraiset teräsbetonirakenteiset portaat	Taitorakenne
	Maastoporras "aasinporras"	Ei taitorakenne
	Hissi tms. tornien ja kuilujen kantavat rakenteet	Taitorakenne
Muut rakenteet	Pengerkaiteet, aidat	Ei taitorakenne
	Valaisinpylväät	Ei taitorakenne
	Penkit yms. puistovarusteet	Ei taitorakenne
	Kunnallistekniikan rakenteita tukevat kantavat rakenteet	Ei taitorakenne

*) Ei tulkita tämän ohjeen mukaiseksi taitorakenteeksi. Rakentaminen vaatii pääsääntöisesti lujuuslaskelmiin perustuvat rakennussuunnitelmat. Kalliorakenteiden tarkastus ja hyväksyntä Helsingin kaupungin Maa- ja kallioperäyksikkö.

12.11.2021

2 Vaatimukset

2.1 Perusvaatimukset

2.1.1 Yleistä

Rakenne on suunniteltava ja toteutettava siten, että se säilyttää luotettavuustasonsa suunnitellun käyttöikänsä ajan taloudellisesti

- kestää kaikki todennäköisesti esiintyvät kuormat ja vaikutukset
- säilyttää käyttökelpoisuutensa vaadittuun tarkoitukseensa.

Lisäksi rakenne tulee suunnitella siten, että sillä on riittävä kestävyys, käyttökelpoisuus ja säilyvyys. Nämä ja muut perusvaatimukset rakenteille on esitetty ohjeen RIL 201-1-2011 osan 0 kohdassa 2.1.

Taitorakenteista laaditaan rakennelaskelmat (lujuuslaskelmat) ja niihin perustuvat rakennussuunnitelmat tietomallipohjaisesti.

2.1.2 Siltapaikkaluokitus

Siltapaikka määritetään hankekohtaisissa suunnitteluperusteissa tai viimeistään suunnittelun alkaessa tilaajan kanssa yhteistyössä.

Helsingin kaupungin siltojen siltapaikkaluokituksen osalta noudatetaan pääpiirteittäin Väyläviraston ohjeita *Siltapaikkojen luokitusohje* ja *Sillat ja ympäristö*.

2.1.3 Mittaus- ja merkitsemisjärjestelmä

Koordinaattijärjestelmä: ETRS-GK25

Korkeusjärjestelmä: N2000

2.1.4 Vedenkorkeus ja vesisyvyys

Merivedenkorkeuden osalta käytetään suunnittelussa seuraavia arvoja. ^(A)

Taulukko 3. Vedenkorkeudet, (N2000)

<https://www.ymparisto.fi/download/noname/%7BA AFC10C7-A604-4DC0-9297-91D740A5683E%7D/103399> Taulukko 7.1.1.-1

MW	NW	HW _{100a}
+0,2	-0,72	+1,93 ^(A)

12.11.2021

Lisäksi huomioidaan tulvatilanne niiden rakenteiden osalta, jotka voivat jäädä merivesitulvan alle (ks. kohta 5.14.4). ^(A) Turvalliset rakennuskorkeudet Helsingin rannoilla on esitetty hel.fi karttapalvelussa. Näissä luvuissa on huomioitu mahdollinen aaltoilu. Taitorakenteiden osalta tarkastellaan merivesitulvatilanne, jossa yhtenäinen vesimassa nousee tasolle +3,0 (N2000).

Vedenpinnan mitoituskorkeudet merivedenkorkeuden vaikutusalueen ulkopuolella määritetään NCCI 1 -soveltamisohjeen kohtaa H.5 noudattaen. ^(A)

Vesisyvyys rantarakenteiden edustalla sekä veteen sijoittuvien tukirakenteiden osalta määritetään hankekohtaisesti. Ohjeellisina arvoina voidaan käyttää seuraavan taulukon arvoja.

Taulukko 4. Vesisyvyydet

Rakenne	Vesisyvyys (koven rakenteiden etäisyys vedenpinnasta)	Haraussyvyys
Rantamuuuri, kanava tms. ei vesiliikennettä	MW – 1,0 m	
Rantamuuuri, kanava tms. ”soutuveneliikenne”	MW – 2,0 m	MW -1,5 m
Rantamuuuri, kanava tms. vesibussit/ alukset	MW – 2,5 m	MW - 2,0 m
Rantamuuuri, kanava tms. purjeveneet	MW - 4,0 m	MW – 3,5 m
Siltojen anturat tms. kiinteät rakenteet vedessä (ei vesiväylän kohdalla)	MW – 1,5 m	MW -1,0 m

HUOM! Vesiväyliin liittyvät rantarakenteet, laiturirakenteet yms. on suunniteltava liittyvän vesiväylän vaatimusten mukaisesti.

12.11.2021

2.2 Luotettavuuden ja laadunhallinta

Periaatesääntö rakenteiden luotettavuuden osalta on esitetty Eurokoodissa Eurokoodin SFS-EN1990, RAKENTEIDEN SUUNNITTELUPERUSTEET, luvussa 2.

Rakenne tulee suunnitella ja toteuttaa siten, että se suunnitellun käyttöikänsä ajan, taloudellisesti:

- kestää kaikki kuormat ja vaikutukset, joita todennäköisesti esiintyy toteutuksen ja käytön aikana ja
- pysyy vaadittuun tarkoitukseensa käyttökelpoisena tarvittavat luotettavuustasonsa säilyttäen.

Pääsääntöisesti tämän ohjeen mukaiset taitorakenteet kuuluvat seuraamusluokkaan CC2, jolloin luotettavuusluokka on RC2 ja kuormakerroin $K_{FI}=1,0$.

Hankekohtaisesti, tietyissä erityistapauksissa, voidaan rakenne luokitella myös muihin vaativimpiin luokkiin. Poikkeuksellisen vaativat taitorakenteet luokitellaan seuraamusluokkaan CC3 ja luotettavuusluokkaan RC3.

Eurokoodin SFS-EN1990 liitteen B kohdan B3.1 mukaisesti rakennetyypistä ja suunnittelun aikana tehdyistä päätöksistä riippuen tietyt rakenteen osat voidaan nimetä samaan, korkeampaan tai matalampaan seuraamusluokkaan kuuluviksi kuin koko rakenne.

Seuraamusluokan CC3 ja luotettavuusluokan RC3 osalta on suunnitelmassa esitettävä ne toimenpiteet, joilla varmistetaan riittävän luotettavuustason saavuttaminen. Kohteelle laaditaan riskienarviointi, jonka perusteella tehdään rakenteen tai rakenneosien luokittelu seuraamus- ja luotettavuusluokkiin ja määritetään vaatimukset suunnitteluun, suunnitteluperusteisiin, rakentamiseen ja sen laadunvalvontaan. Näin menetellään myös tapauksissa, joissa CC3/ RC3 luokan taitorakenteen jokin rakenneosa nimetään matalampaan luokkaan.

Taulukko 4. Rakenteiden luokittelu luotettavuuden osalta

	Poikkeuksellisen vaativat taitorakenteet	Taitorakenteet
Seuraamusluokka	CC3	CC2
Luotettavuusluokka	RC3	RC2

Seuraamusluokka/ -luokat on esitettävä rakenteen yleispiirustuksessa.

12.11.2021

2.3 Käyttöikävaatimukset

Rakenteiden käyttöikä vaihtelee käyttötarkoituksen mukaisesti. Rakenteiden suunniteltu käyttöikä on arvioitava hanke- ja kohdekohtaisesti.

Suunniteltuun käyttöiän osalta on suunnittelussa mahdollisuuksien mukaan huomioitava koko käyttöiän ajalta:

- odotettavissa olevat ympäristöolosuhteet, maankäytön ja alueiden kehittämissuunnitelmat
- työnsuorituksen laatu ja valvonnan taso
- erityiset suojaustoimenpiteet
- tuleva ylläpito suunnitellun käyttöiän aikana
- rakenteiden tarkastettavuus
- mahdollisuudet rakenteiden korjaamiseen/ uusimiseen.

Seuraavien kohtien taulukoissa on esitetty viitteellinen suunniteltu käyttöikä eri rakenteille. Tätä voidaan hankekohtaisissa suunnitteluperusteissa tarkentaa.

2.3.1 Sillat

Taulukko 5. Viitteellinen suunniteltu käyttöikä, sillat

	Viitteellinen suunniteltu käyttöikä	Viitteellinen suunniteltu käyttöikä, poikkeuksellisen vaativat sillat
Alusrakenteet	100v	200v
Päällysrakenne	100v	200v (100 v osat, jotka voi peruskorjata)
Reunapalkit	50v	50v
Teräsrakenteiden pintakäsittelyt	50v (25v huoltomaalaus)	50v (25v huoltomaalaus)
Vinoköydet		75v
Varusteet ja laitteet		
- vesieristys	50v	50v
- laakerit	75v	75v
- liikuntasaumalaitteet	50v (kumien vaihto 25v)	50v (kumien vaihto 25v)

12.11.2021

2.3.2 Vesirakenteet

Taulukko 6. Viitteellinen suunniteltu käyttöikä, vesirakenteet

Rakenne	Viitteellinen suunniteltu käyttöikä
Satamalaiturit	50v
Yhteysalus- ja lauttalaiturit	100 v
Kevytrakenteiset rantalaiturit (ei ajoneuvokuormitusta)	50 v
Betonirakenteiset rantalaiturit (ei ajoneuvokuormitusta)	100 v
Sulut ja kanavarakenteet	100v
Laiva- ja uittojohteet	50v
Padot ja muut pysyvät tulvasuojarakenteet	100v
Rantamuurit	100 v

Rantamuurin käyttöikä voidaan suunnittelussa käyttää 100 vuotta, jos rakenne on peruskorjattavissa tai uusittavissa, siten ettei läheisten rakennusten tai työn aikana liikennöityjen katujen stabiileetti ja perustaminen vaurioidu. Muutoin rakenteiden suunnittelukäyttöikä on 200 vuotta.

2.3.3 Muut rakenteet

Taulukko 7. Viitteellinen suunniteltu käyttöikä, muut rakenteet

	Viitteellinen suunniteltu käyttöikä (vuosia)
Tunnelit	
- betonitunneleiden kantavat rakenteet	100v
- kalliotunnelit	100v
- suuaukkojen betonirakenteet	100v
- sekundäärirakenteet	50v
Yleisellä alueella sijaitsevat kansirakenteet (suunniteltava siltarakenteina)	100 v
Tukimuurit	100v
Paalulaatat	100v
Portaat	50v
- maanvaraiset portaat	50v

12.11.2021

- hissikulujen ja tornien kantavat rakenteet ja kantavat portaot	100v
Meluesteet	
- runkorakenteet	100v
- sekundäärirakenteet (var	50v
Siltojen ja vastaavien rakenteiden varusteet ja laitteet (kohdan 2.3.1 periaatteen mukaisesti)	
Muut rakenteet	50v (pääsääntöisesti, määritettävä rakennekohtaisesti)
Verhousrakenteet, rimoitukset, pellitykset, levytykset tms. vaihdettavat rakenteet	25v (pääsääntöisesti, määritettävä rakennekohtaisesti)

2.4 Toteutusluokat

Betonirakenteiden toteutusluokat on määritetty standardissa SFS-EN 13670 ja teräsrakenteiden osalta standardissa SFS-EN 1090-2. Rakenteen tai sen osan toteutusluokan määrittää suunnittelija Eurokoodien ja tämän ohjeen periaatteiden mukaisesti. Toteutusluokat hyväksyy Helsingin kaupungin edustaja. Toteutusluokat määritetään hankekohtaisissa suunnitteluperusteissa ja/tai rakennussuunnitelmassa. Toteutusluokka tulee aina esittää yksiselitteisesti suunnitelmapiirustuksissa.

Siltojen päälly- ja tukirakenteet kuuluvat betonirakenteiden osalta toteutusluokkaan 3. Muut taitorakenteet kuuluvat pääsääntöisesti toteutusluokkaan 2. Toteutusluokka on näytettävä suunnitelmapiirustuksissa (NCCI 2, kohta 1.1).

Terässiltojen (ja vastaavien teräsrakenteiden) osalta noudatetaan Liikenneviraston ohjetta NCCI T, jonka mukaisesti

- toteutusluokkaa EXC 2 käytetään normaaleille kevyen liikenteen silloille.
- toteutusluokkaa EXC 3 käytetään yleensä ajoneuvo- ja rautatieliikenteen silloille sekä vaativien kevyen liikenteen siltojen kantavuuden kannalta tärkeille rakenneosille.
- toteutusluokkaa EXC 4 käytetään vain suurten ja/tai erikoisrakenteisten ajoneuvo- ja rautatieliikenteen siltojen kantavuuden kannalta keskeisille osille.

Muut kuin siltamaiset teräsrakenteet sekä siltoihin liittyvät sekundääriset teräsrakenteet, joille ei ole harmonisoitua standardia ja jotka suunnitellaan eurokoodin mukaan, kuuluvat toteutusluokkaan EXC 2 ellei suunnitelmissa muuta ole annettu.

Esimerkkejä tällaisista rakenteista ovat kulkutasot, rautatiesiltojen kaiteet, kosketussuoja-seinät, merkkien tukirakenteet, portaalit, jne.

12.11.2021

2.5 Rakenteiden säilyvyys

2.5.1 Yleistä

Rakenteiden suunnittelussa huomioidaan niiden ympäristöolosuhteet, sijainti ja liikenne.

Helsingin ja muiden saman alueen siltojen suolarasitus on suurempi kuin Liikenneviraston silloilla ja muiden kuntien silloilla keskimäärin. Valtaosa Helsingin silloista on suolattavilla teillä ja suolauspäiviä, jolloin lämpötilan on välillä -6...+4 Celsiusastetta, on Helsingin seudulla selvästi keskimääräistä enemmän (kuva 8). Helsingin kaupungin suolankulutus katuverkolla vastaa Liikenneviraston suolankäyttöä Uudenmaan ELY-keskuksen alueella *Helsingin kaupungin rakennusviraston julkaisuja 2012:9, Siltojen ylläpito, toimintalinjat*.

Ajoneuvoliikenteen katujen yhteyteen suunniteltavien siltojen suunnittelussa on huomioitava katujen suolaus. Ellei hankekohtaisissa suunnitteluperusteissa muuta esitetä, oletetaan kadun hoitoluokka olevan I (vastaa vähintään Väyläviraston hoitoluokkaa 1), tämä koskee myös pyöräily ja jalankulku siltoja. Hankekohtaisesti pitää varmistaa harjasuolattujen jalankulku- ja pyörätieyhteyksin ympäristörasitus ja tarpeen mukaan määrittää betoni- luokat sekä teräsrakenteiden maalausjärjestelmät hoitoluokan 1 tasoa kestävimmiiksi. ^(A)

Kadun hoitoluokka voi muuttua sillan elinkaaren aikana esim. kadun muuttuessa tärkeäksi joukkoliikenteen reitiksi. Tämän vuoksi hoitoluokkaa I alemman hoitoluokan määrittäminen on tarkoin harkittava.

Rakenteet, jotka sijoittuvat alle 50 m:n päähän meren rantaviivasta on suunniteltava meren läheisyydessä oleviksi rakenteiksi. Rannalla olevien alusrakenteiden osalta huomioidaan pohjaveden kloridipitoisuus sekä muihin rakenteisiin kohdistuva suolasumurasitus.

2.5.2 Betonirakenteet

Vedessä olevien satamalaitureiden ja rantamuurien säilyvyyttä ja käyttöikämitoitusta on käsitelty kattavasti ohjeessa RIL 236- 2006 Satamalaitureiden kunnonhallinta sekä ohjeessa RIL 201-3-2013, Osa2 Vesirakenteet, Suunnitteluperusteet ja kuormat. Betonisiltojen osalta vastaavia asioita on esitetty ohjeessa NCCI 2 kohdassa 4. Kyseisten ohjeiden periaatteita noudatetaan tämän ohjeen käsittävien rakenteiden suunnittelussa huomioiden myös säilyvyyden osalta esitetyt perusvaatimukset ohjeessa RIL 201-1-2011 osan 0 kohdassa 2.4.

Taitorakenteiden osalta noudatetaan soveltuvin osin ohjeen NCCI 2 taulukoita 4.1, 4.2 sekä 4.3. Tukimuurien osalta noudatetaan rakenneosien Ro10 ja Ro11 vaatimuksia, ellei hankekohtaisesti muuta sovita. ^(A)

Aggressiiviseen kemialliseen ympäristöön rakennettujen betonirakenteiden osalta on suunnitelmissa esitettävä rasitusluokkaryhmän lisäksi myös XA- rasitusluokka. Aggressiivisen ympäristön luokittelu on esitetty standardissa SFS- EN 206-1.

12.11.2021

Kloridirasitettujen betonirakenteiden osalta, on huomioitava kasvanut räsitus. Kasvanut kloridirasitus voidaan hallita seuraavilla toimenpiteillä:

- kasvatetaan betonin lujuutta ja pakkasenkestävyyttä
- suojataan kloridirasitetut pinnat esim. impregnoimalla tai pinnoittamalla (*huomioitava menetelmä valinnassa pinnoitteen uusiminen, toteutettavuus, kustannukset*)
- kasvatetaan betonipeitettä suhteessa NCCI2 perusvaatimuksiin
- käytetään erillistä suojaverhousta (*huomioitava menetelmä valinnassa suojaverhouksen uusiminen, toteutettavuus, kustannukset*)
 - tai käytetään pintaraudoituksena korroosionkestävää harjateräsverkkoa (*) ja samalla lisätään tavanomaisten raudotteiden betonipeitettä ^(A)

Meriveden läheisyydessä olevien siltarakenteiden osalta on materiaalien ominaisuuksissa ja suojauksissa otettava huomioon kloridirasitus. **Siltojen päällysrakenteen osalta, kun rakenne ei ole suoraan meriveden vaihtelualueella:**

- suunnittelukäyttöikä 100 vuotta
 - käytetään vähintään lujuusluokan C55/67 betonia, jonka P-luku on P50, kun rakenteen viitteellinen suunniteltu käyttöikä on 100 vuotta.
- suunnittelukäyttöikä 200 vuotta
 - käytetään vähintään lujuusluokan C55/67 betonia, jonka P-luku on P50, jonka lisäksi pääkannattimen vetojännitysalueella (ala- ja sivupinta) betoni suojataan pinnoitteella tai impregnoimalla.
- Meriveden vaihtelualueella em. vaatimusten lisäksi lisätään tavanomaisten raudotteiden betonipeitettä 50 mm ja käytetään erillisenä pintaraudoituksena korroosionkestäviä betoniteräksiä (*)
 - Vaihtoehtoisesti, betonipeitteen paksuntaminen ja korroosionkestävä-raudoitusverkko voidaan korvata erillisellä, korroosion kestävästä teräsmateriaalista, tehdyllä suojaverhouksella ^{(A) (**)}

(*) suojaverhousrakenteissa (ei kantavana rakenteena) korroosionkestävänä betoniteräksenä käytetään B600KX terästä tai korroosiokestävyys ominaisuuksiltaan parempaa teräslaatu ^(A)

(**) teräslaadusta 1.4401 tai 1.4404 tehty teräslevyverhous tai korroosiokestävyys ominaisuuksiltaan parempi teräslaatu ^(A)

12.11.2021

Merivedessä olevat siltojen tukirakenteet tasojen NW-1 ja HW+2 välissä

- suunnittelukäyttöikä 100 vuotta
 - betonirakenteissa on käytettävä C40/50 betonia, jonka P-luku on P50
- suunnittelukäyttöikä 200 vuotta
 - betonirakenteissa on käytettävä C55/67 betonia, jonka P-luku on P50
- Molemmissa tapauksissa pintarautoituksena käytetään korroosionkestäviä betoniteräksiä (*) ja lisätään tavanomaisten raudoitteiden betonipeitettä 50 mm
 - tai käytetään erillistä suojaverhousta (A (**))

Muiden vesirakenteiden (rantamuurit, tukimuurit, padot jne.) betonirakenteiden osalta voidaan noudattaa edellä annettuja ohjeita (Merivedessä olevat siltojen tukirakenteet).

Rantamuurien osalta voidaan ≥ 50 mm paksu, sementtilaastilla saumattu, luonnonkiviverhous tulkita suojaverhousrakenteeksi, kun suojattavassa pinnassa ei ole rakenteen toiminnan kannalta määrääviä betoniteräksiä (esim. rantamuurien etupinta, kun pääraudoitus on takapinnassa).

2.5.3 Teräsrakenteet

Teräsrakenteiden rasitusluokat ja uudis- ja uusintamaalauksen maalausjärjestelmät on esitetty Liikenneviraston ohjeessa SILKO 3.351. Maalausjärjestelmää valittaessa noudatetaan kyseisen SILKO ohjeen kohtaa 4 sekä SILKO-ohjeen 1.351 ja sovellusohjeen NCCI T määräyksiä ja ohjeita.

Merivedessä tai sen välittömässä läheisyydessä olevien teräsrakenteiden rasitusluokka on C-5M(H). Vastaavan rasitusluokan alaisia ovat suolattujen katujen teräsrakenteet.

2.5.4 Alusrakenteet

Alusrakenteiden suunnittelussa noudatetaan Väyläviraston ohjetta NCCI 7 Geotekninen suunnittelu sekä muita Väyläviraston ohjeita (mm. NCCI 2 betonirakenteiden osalta).

Maassa olevien paalujen korroosio arvioidaan korroosiotutkimusten perusteella noudattaen em. ohjetta. Paalujen suunnittelussa huomioidaan korroosion aiheuttama seinämäpaksuuden menetys huomioiden maaperän korroosio-olosuhteet sekä ajoratojen suolauksen vaikutukset syöpymiseen (ko. ohjeen kohdan 4.5.1 alakohta Paalujen rakenteellinen kestävyys).

12.11.2021

Merivedessä olevien paalujen korroosion aiheuttamana seinämäpaksuuden menetyksenä paalujen ulkopinnassa käytetään:

Taulukko 8. Teräsputkipaalujen korroosiovara merivedessä

Tavoitekäyttöikä	100 vuotta	200 vuotta
Merivesi lauhkeassa ilmastossa suuren rasituksen alueella (laskuvesi ja roiskealueet)	7,5 mm	15 mm
Merivesi lauhkeassa ilmastossa pysyvässä upotuksessa	3,5 mm	7,0 mm

Avoimien putkipaalujen sisäpuolisen korroosion mitoitusarvo on 0,2 mm/100 vuotta. Paalujen sisäpuolinen korroosio voidaan jättää huomiotta betonilla täytettyjen paalujen sisäpinnoilla.

Betonoitujen teräsputkipaalujen betonointi tehdään IT-betonilla, jos paalut on mitoitettu liittopaaluina.

Suihkupaaluja ei hyväksytä kantavana rakenteena.

2.6 Käyttöraja-tilavaatimukset

2.6.1 Yleiset vaatimukset

Rakenteiden tai rakennneosien siirtymätila ei saa olla sellainen, että se haittaa rakenneseosan tai rakenteen tarkoituksenmukaista toimintaa tai ulkonäköä.

Siltojen osalta käyttöraja-tilavaatimusten osalta noudatetaan Väyläviraston Eurokoodien sovellusohjeita NCCI. Tähän ohjeeseen on koottu osa niissä esitetyistä vaatimuksista.

Muiden taitorakenteiden taipuma- ja siirtymäraja-arvot voidaan määrittää hankekohtaisesti, tämän ohjeen pohjalta. Muodonmuutokset on huomioitava rakennesuunnittelun yhteydessä ja on varmistuttava rakenteen riittävästä kapasiteetista ja stabiliteetista myös muodonmuutosten tapahduttua.

Esikohotuksella voidaan kompensoida pysyvästä kuormasta aiheutuvaa taipumaa, ellei siitä aiheudu haittaa rakenteelle.

Rakenteiden rakennustyön toteutuksen aikana tapahtuvat siirtymät ja muodonmuutokset on otettava huomioon rakenteiden ulkomitoissa ja suunnitteluratkaisuissa sekä huomioitava rakenteiden mitoituslaskelmissa työnaikaisen kestävyiden osalta.

Eri käyttöraja-tiloissa tehtävien tarkastelujen osalta voidaan noudattaa Väyläviraston ohjeen NCCI 1 kohtaa G.4.

12.11.2021

2.6.2 Betonirakenteiden halkeilu

Halkeilun rajoittamisen osalta rakenteet suunnitellaan siten, että ne täyttävät Väyläviraston ohjeen NCCI 2 kohdan 7.3 vaatimukset. ^(A)

2.6.3 Vaakasiirtymät

Sillat

Ajoneuvoliikenteen sekä pyöräily ja jalankulku silloilla saa sillan päähän kohdistuva laskennallinen poikittainen kokonaisvaakaliike ominaiskuormayhdistelmästä olla enintään 20 mm.

Raitiotiesilloilla, raitiotien kohdalla, saa sillan päähän kohdistuva laskennallinen poikittainen kokonaisvaakaliike ominaiskuormayhdistelmästä olla enintään 10 mm.

Suunnitelmassa tulee osoittaa, että liike ei aiheuta rakenteellisia vaurioita siltaan, sillan laakereihin, liikuntasaumalaitteisiin, sillan alusrakenteisiin, sillan kaiteisiin tai muihin ko. kohdan rakenteisiin.

Muut rakenteet

Rakenteiden vaakasiirtymä ominaiskuormayhdistelmästä saa olla enintään 20 mm. Myös kappaleen Yleiset vaatimukset - ehtojen on täyttyävä.

Siltojen ja muiden rakenteiden maanvaraisten tukien siirtymän vaakasuorassa suunnassa oletetaan olevan aina vähintään 10 mm (joka otetaan huomioon rakenteiden saumojen ja liitosten suunnittelussa, saumojen rakenteissa, liikuntasaumalaitteiden ja laakereiden liikevarioissa).

2.6.4 Betonirakenteiden taipumat ja siirtymät

Sillat

Siltojen ja siltamaisten, liikennekuormien kuormittamien, betonirakenteiden osalta noudatetaan ohjetta NCCI 2.

Taulukko 9. Betonisiltojen taipuman raja-arvot [NCCI 2]

Mitoituskuorma	Päällysrakenteen taipuma (L=jännevälin pituus)	Ulokkeen taipuma
Liikennekuorman LM1 tai LM2 tavallinen arvo ($\psi_1 = 0,75$ ja $0,4$)	L/500	L/200 (enintään 20 mm)

12.11.2021

Muut rakenteet

Betonirakenteiden taipumien ja siirtymien osalta voidaan soveltaa standardia SFS-EN 1992-1-1 ja siihen liittyvää Ympäristöministeriön kansallista liitettä, jonka mukaisesti:

”Taipuminen, joka ei ole ulkonäön kannalta hyväksyttävää, katsotaan vältetyksi, jos raudoituksen vetojännitys kuormien ominaisyhdistelmien vallitessa on enintään arvon $0,6 \cdot f_{yk}$ suuruinen. Kun jännitys aiheutuu pakkomuodonmuutoksista tai pakkosiirtymistä, saa vetojännitys olla enintään arvon $0,8 \cdot f_{yk}$ suuruinen. Jänneteräksissä vaikuttava keskimääräinen jännitys saa olla enintään arvon $0,6 \cdot f_{pk}$ suuruinen.”

2.6.5 Teräs- ja liittorakenteet

Sillat

Taulukko 10. Teräs- ja liittorakenteiden siltojen muodonmuutosten raja-arvot [NCCI 4]

Mitoituskuorma	Päällysrakenteen taipuma	Kansilaattaalokkeen taipuma	Sillan poikkileikkauksen kallistuma
Liikennekuorman LM1 tai LM2 tavallinen arvo ($\psi_1 = 0,75$ ja $0,4$)	L/500	L/200 (korkeintaan 20 mm)	1,0 %

Muut rakenteet

Pääkannattajien osalta noudatetaan em. raja-arvoja. Muiden täydentävien teräsrakenteiden osalta noudatetaan standardia SFS-EN 1993-1-1 ja siihen liittyvää Ympäristöministeriön kansallista liitettä.

2.6.6 Puurakenteet

Sillat

Taulukko 11. Puusiltojen taipuman raja-arvot [NCCI 5]

Mitoituskuorma	Taipuman (w_{inst}) raja-arvo (L =jännemitta)
Liikennekuorman LM1 tai LM2 tavallinen arvo ($\psi_1 = 0,75$ ja $0,4$)	L/400

Muut puurakenteet

Standardissa SFS-EN 1995-1-1 ja siihen liittyvässä Ympäristöministeriön kansallisessa liitteessä on esitetty raja-arvot puurakenteiden vaaka- ja pystysiirtymille, joita voidaan noudattaa myös tämän ohjeen käsittelemien puurakenteiden suunnittelussa.

12.11.2021

Taulukko 12. Taipumien ja rakennuksen vaakasiirtymien enimmäisarvot. Ulokkeiden taipuma jännevälin suhteen saa olla kaksinkertainen. L on jänneväli ja H on rakennuksen tarkasteltavan kohdan korkeus.

Rakenne	Taipuman $w_{inst}^{1)}$ raja-arvo	$w_{net,fin}$	$w_{fin}^{2)}$
Pääkannattimet	L/400	L/300	L/200
Orret ja muut toisiokannattimet		L/200	L/150
Rakennuksen vaakasiirtymä		H/300	-

¹⁾ Koskee pelkästään lattioita

²⁾ Koskee esikorotettuja sekä tukipisteiden välillä kaarevia tai taitteellisia rakenteita

2.6.7 Raitiotieliikenteen käyttörajatilavaatimukset

Hankekohtaisesti on käytävä läpi, jos raitiotieliikenteen osalta asetetaan ajoneuvoliikenteen silloista poikkeavia käyttörajatila vaatimuksia. Ratarakenteen ja kiskonliikuntalaitteiden yhteensopivuus on varmistettava, sekä liikuntasaumojen, liikuntasaumattomien siltojen päiden sallitut liikkeet tarkastettava huomioiden ratarakenne. ^(A)

Niiden siltojen osalta, joissa on pitkiä jännemittoja, on määritettävä sillan sallitut muodonmuutokset huomioiden muodonmuutosten vaikutukset raitiotieliikenteeseen ja rata- sekä ratasähkörakenteisiin. ^(A)

2.6.8 Jalankulku ja pyöräily siltojen mukavuuskriteerit

Kevytrakenteisten siltojen osalta tarkastetaan mukavuuskriteerit Väyläviraston ohjeen NCCI 1 kohdan G.4.3.2 mukaisesti.

Käytettävä siltaluokka määritetään hankekohtaisesti. Pääsääntöisesti Helsingin kaupungin sillat luokitellaan taulukon G.9 siltaluokkaan 2.

12.11.2021

3 Suunnitteluperiaatteet

3.1 Yleistä

Yleisille alueille rakennettavien rakenteiden suunnitteluperiaatteet ja -kuormat määritetään Eurokoodeissa ja sen kansallisissa liitteissä sekä niitä tarkentavissa ohjeissa huomioiden tämä ohje ja tämän ohjeen kappaleessa 1.4.1. esitetty ohjeiden pätemisjärjestys.

Eri rakenteiden suunnitteluohjeita on lueteltu alla olevassa taulukossa.

Taulukko 13. Eri rakenteiden suunnitteluohjeita

Rakenne	Ohje
Sillat ja liikennekuorman kuormittamat rakenteet	NCCI, Väylävirasto TOSS, Täydentäviä ohjeita siltojen suunnitteluun, Väylävirasto
Vesirakenteet	RIL201-3-2013 Suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat, Vesirakenteet
Tunnelit	Liikenneviraston ohjeita 14/2015 Tietunnelin rakennetekniset ohjeet
Muut rakenteet	Edelliset ohjeet sovellettavissa olevin osin

3.2 Liikennetekninen mitoitus/ leveys (hl)

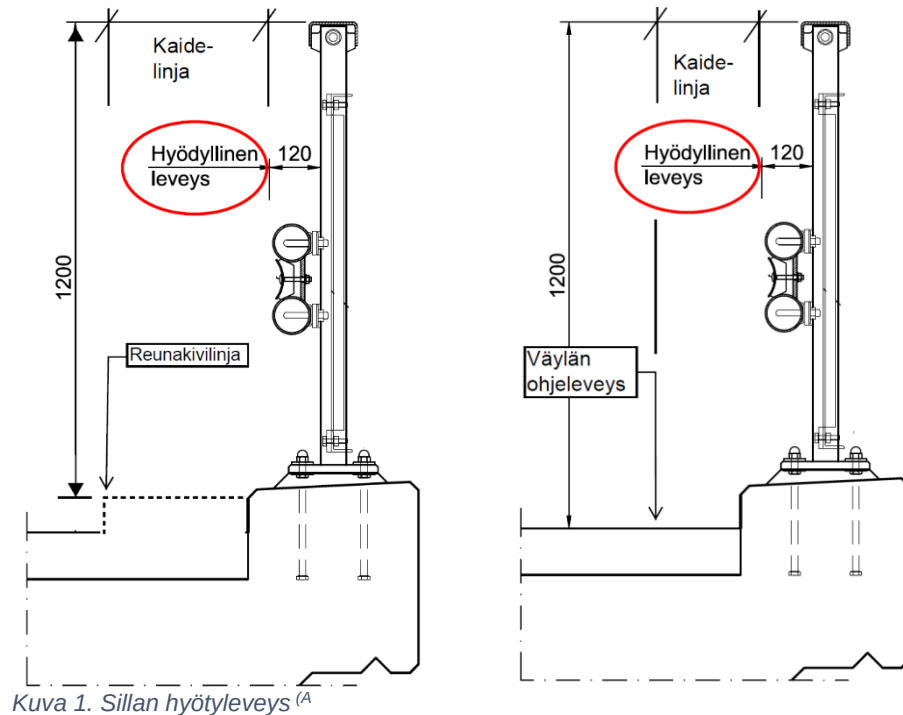
3.2.1 Sillan hyödyllinen leveys (hl)

Sillan (tai vastaavan rakenteen) leveys määräytyy sen ylittävän kadun tai aukion tms. tila-vaatimusten, pintarakenteiden (esim. reunakivet) sekä kaidarakenteiden mukaisesti.

Sillan suunnittelussa sillan leveyden lähtökohtana on sillan hyötyleveys (kuva 1), joka on sillan kaiteen johteiden sisäpintojen välinen kohtisuora ^(A) etäisyys. Kaiteen jatkuessa, sillan jälkeen kadun vieressä, on kaidelinjan pääsääntöisesti jatkuttava yhdensuuntaisena ilman sivusiirtymää.

Sillan hyötyleveys määräytyy kadulla liikenteelle varattavan tilan (ajoradan ohjeleveys, *Katutilan mitoitus, Suunnitteluohje, Helsingin kaupunki 05/2014*) ja taulukossa 16 esitettyjen kadun kaidelinja etäisyyksien mukaisesti.

12.11.2021



Taulukko 14. Kaiteen etureunan = "kaidelinjan", sijoittuminen kadulla. Mitat ja etäisyydet on tarkastettava kohdekohtaisesti. ^(A)

Kadulla reunakivi, joka on sijoitettu liikenteelle varattavan tilan reunaan	Etäisyys reunakivilinjasta kaidelinjaan
• Moottorikatu (suunnittelunopeus ≥ 80 km/h)	0,25 m
• Pääkadut (suunnittelunopeus 70 km/h)	0,50 m
• Pääkadut (suunnittelunopeus 50-60 km/h)	0,5 m
• Muut kadut (suunnittelunopeus 50 km/h tai alempi)	0,50 m
• Jalankulku- tai polkupyörätiet	0,25 m
• Raitiotiet	HKL, Raitioteiden suunnitteluohjeen mukaan (*)
Kadulla ei ole reunakiveä	Etäisyys väylän ohjeleveyden reunasta kaidelinjaan
• Kaikki katutyypit	0,50 m (= 0,25 m asfaltin reunasta), kaiteen ulkopuolella on tukipientareen leveys 0,25 m
• Raitiotiet	(*)

Esimerkki:

Kadun reunakivien välinen vapaa etäisyys on 10,5 m ja ajonopeus kadulla 50 km/h. Kadun reunaan tulee reunakivilinja ja kiveys ja kaide jatkuvat sillan jälkeen. Katuun liittyvän sillan hyötyleveys on

$$hl = 10,5 \text{ m} + 2 \times 0,5 \text{ m} = 11,5 \text{ m}$$

12.11.2021

3.2.2 Siltojen vähimmäisleveys

Uusien siltojen (ja vastaavien rakenteiden) leveydessä on aina huomioitava tuleva pintarakenteiden peruskorjauksen vaatimukset siten, että liikenne pystytään järjestämään sillan yli myös peruskorjauksen aikana. Siltojen leveydessä huomioidaan vaiheittain korjaamisen vaatima tilantarve seuraavan periaatteen mukaisesti:

Taulukko 15. Siltojen vähimmäisleveys

Rakenne	Vähimmäisleveys (hl)
Jalankulku ja/tai pyörätie sillat	hl $\geq$ 5,5 m
Ajoneuvoliikenteen sillat	hl $\geq$ 8,0 m (kun sillalla kaksi kaistaa) *) kun sillalla on enemmän kuin kaksi ajokaistaa on tapauskohtaisesti harkittava, onko tarpeen määrittää kohdan 3.2.1 mukana määritettyä hyötyleveyttä leveämpi hl sillalle.

3.2.3 Siltojen alikulkukorkeus

Sillan alikulkukorkeus alittavan ajoneuvoliikenteen väylän kohdalla on oltava vähintään 4,8 m ja kevyen liikenteen väylien kohdalla vähintään 3,2 m. Kevytrakenteisten siltojen tapauksessa on myös huomioitava alittavan liikenteen törmäminen siltakanteen ja sen huomiointi alikulkukorkeudessa sekä törmäyskuormissa (NCCI 1, kohta F.4).

Raitiotien kohdalla alikulkukorkeuden on oltava 6,0 m (poikkeustapauksissa 5,1 m). Rakenteen suunnittelu alle 6,0 m:n alikulkukorkeudelle on hyväksyttävä raitiotien hallinnoijalla (HKL).

Vesiväylien kohdalla siltojen alikulkukorkeudet ja vapaan aukon leveys määritetään hankekohtaisesti (alittavan vesiväylän mukaan) huomioiden alikulkukorkeudessa Helsingin alueella 0,5 m:n turvallisuusväli. Ohjeellisenä arvon voidaan pitää seuraavia arvoja:

Taulukko 16. Ohjeelliset alikulkukorkeudet vesistöissä

Rakenne	Alikulkukorkeus (vapaa korkeus- turvallisuusväli keskivedenkorkeudella MW)	Vapaan aukon leveys
Pienveneliikenne	3,0 m	5 m
Vesibussit, pienet/ pienveneet	4,5 m	10 m
Vesibussit, keskikokoiset	6,5 m	15 m
Vesibussit, isot	8,5 m	20 m
Purjeveneet	20 m	20 m

12.11.2021

3.3 Siltojen ja vastaavien rakenteiden pintarakenteet

Siltojen (ja muiden vastaavien rakenteiden) pintarakenteet toteutetaan pääsääntöisesti Helsingin kaupungin tyyppipiirustusten 30342 (417 - 421) mukaisesti.

Hankekohtaisesti voidaan sopia erilaisen vedeneristyksen käyttämisestä, jolloin pääsääntöisesti vedeneristys ja sen suojakerroksen on oltava väyläviraston ohjeiden TOSS ja NCCI 1 mukaisia.

Raitiotien ja sen suojabetonilaatan alapuolisena vedeneristeenä käytetään em. ohjeiden mukaista kaksinkertaista kermieristystä ja suojakerroksena suojabetonia. Kermieristys toteutetaan yhtenäisenä koko sillan kannelle.

3.4 Kaiteet

3.4.1 Yleistä

Kaikilla silloilla tai vastaavilla rakenteilla on oltava kaiteet, jotka takaavat kaikille sillan ylittäjille ja alittajille turvallisen liikkumisen. Myös muut putoamisvaaralliset rakenteet (esim. tukimuurit) on varustettava kaiteella, ellei hankekohtaisesti muuta sovita.

Siltojen ja vastaavien rakenteiden kaiteet suunnitellaan ja toteutetaan Helsingin kaupungin tyyppipiirustusten 30342 sekä Liikenneviraston ohjeen "Siltojen kaiteet LO 25/2012" mukaisesti.

Lähtökohtaisesti kaikkiin Helsingin kaupungin ajoneuvoliikenteen siltoihin tulevien kaiteiden on oltava törmäystestattuja, ellei voida muuten luotettavasti osoittaa kaiderakenteen kestävyys (esim. rakenteellinen suojaus). Kaiteisiin asennetaan tyyppipiirustusten mukaiset suojaverkot, ellei hankekohtaisesti toisin sovita.

^{A)} Hankekohtaisesti sovittaessa voidaan käyttää törmäystestaamatonta kaiderakennetta. Tämä on mahdollista kaduilla, joilla:

- nopeusrajoitus on korkeintaan 30 km/h,
- kadulle ei ole säännöllistä linja-autoliikennettä,
- kadulle ei ole merkittävää läpiajoliikennettä ja ajoneuvoliikenteen liikennemäärät, ovat pieniä
- kaide mitoitetaan kohdan 3.4.2 mukaisesti.

Risteysalueilla, jossa törmäyskulmat kaiteeseen voivat olla kohtisuoria, törmäystestamattoman kaiteen käyttö harkitaan erikseen ja käyttöön vaaditaan tilaajan erillispäätös.

Ohjeesta (LO25/2012) poiketen sillankaide ulotetaan sillan päällys- ja alusrakenteen reunapalkin pituudelle Helsingin kaupungin tyyppipiirustusta noudattaen.

12.11.2021

3.4.2 Kaiteiden törmäyskestävyysluokat

Pääsääntöisesti käytetään H2 luokan törmäystestattua kaidarakennetta rakenteissa, joissa ajoneuvo voi suistua kohti kaidetta. Erillisissä hankekohtaisissa suunnitteluperusteissa voidaan vaatia myös korkeamman törmäyskestävyysluokan kaidetta. Tätä on harkittava etenkin seuraavissa tapauksissa:

- silta ylittää vilkkaasti liikennöidyn radan
- silta ylittää aukion tai katutilan, jossa saattaa kokoontua suuria väkijoukkoja
- kaiteella suojataan siltaa kannattelevia, kannen yläpuolisia, rakenteita
- kaiteella suojataan sillan viereisiä toisen rakennuksen kantavia rakenteita
- sillan kaiteen vieressä kulkee raitiotie (raitiotien ja kaiteen välissä ei ole jalan- kulkua-, pyörätie- tai ajoneuvoliikenteen kaistoja)
- risteysalueiden yhteydessä olevat kaiteet, joihin ajoneuvo voi törmätä suorassa kulmassa ja kovalla nopeudella

Hankekohtaisesti sovittaessa voidaan myös käyttää rakenteellista suojausta estämään ajoneuvon tai raitiovaunun suistuminen siltakannelta tai vastaavan rakenteen päältä.

Myös kevyen liikenteen silloilla siltarakenteen reunauloke tms. reunarakenne on mitoitettava kestämään H2-luokan kaiteen mitoituskormaa, vaikka sillalle ei suunnitteluvaiheessa suunnitella H2-luokan kaidarakennetta.

Käytettäessä törmäystestaamatonta kaidarakennetta suunnitellaan ne ohjeen ”Siltojen kaiteet LO 25/2012” kohdan 2.12 mukaisesti. ^(A)

3.4.3 Kaidekorkeus

Kaidekorkeuden on oltava kaikissa tapauksissa vähintään 1200 mm kulkupinnan tasosta tai reunapalkin viereisen reunakivi, kiveyspinnan, betonirakenteen tms. tasosta.

Korkeampaa kaidetta (esim. 1400 mm, sovitaan hankekohtaisesti) käytetään seuraavissa tapauksissa:

- kyseessä on pyörätien viereinen kaide
- sillan kannen ja alittavan kadun, maanpinnan tai vedenpinnan välinen korkeusero on > 7 m.
- kaide on siltakannella, jonne saattaa syntyä poikkeuksellisen suuri väenpaljous

Kaidekorkeuden 1,2 m on täyttyvä kaikissa silloissa kaiteen vieressä astuttavissa olevan pinnan kohdalla (esim. reunakivi ja sen viereinen kiveys). Korkeamman kaidekorkeuden (esim. 1,4 m) on täyttyvä kulkupinnan tasosta mitattuna.

Kevyen liikenteen väylien kaiteiden osalta noudatetaan em. huomioiden Helsingin, Espoon ja Vantaan yhteistä kevyen liikenteen tyyppikaidemallistoa ja kaiteiden käytön ohjetta tai erillistä hankekohtaisesti sovittua kaidarakennetta.

Kaidekuormat on esitetty tämän ohjeen kohdissa 5.4 ja 5.6.

12.11.2021

3.4.4 Kaiteiden toteutus

Uudet kaiteet tehdään pulttikiinnitteisinä.

Kun kaiteen toimittaja ei ole tiedossa suunnitteluvaiheessa, kirjataan suunnitelmiin kaiteen määrittäminen (esim. H2 luokan teräskaide) seuraavanlaisesti:

"CE-merkitty (EN 1317-2) törmäysluokan H2 teräksinen Helsingin kaupungin tyyppipiirustusten mukainen kaide, joka täyttää Siltojen kaiteet ohjeen (LO 25/2012) vaatimukset. Suunnitelma on täydennettävä toimitettavan kaiteen valmistajan vaatimusten mukaiseksi ennen sillan rakentamista."

Muut kaideratkaisut (H3, H4, melukaiteet) esitetään vastaavanlaisesti valitsemalla perusratkaisuksi joku todennäköinen vaatimus täyttävä sillankaide ja laittamalla suunnitelmiin tai tuotevaatimuksiin vastaavanlainen teksti kuin edellä.

Kun kaiteen toimittaja on tiedossa suunnitteluvaiheessa (ns. ST-urakka), sillankaide suunnitellaan sillalle sillankaideohjeen ja kaidevalmistajan ohjeiden mukaisesti. Suunnitelmissa on huomioitava kaiteen vaatima kiinnitys, reunapalkin leveys, ulokkeen rauditus, pylväs- ja liikevarat, siirtymärakenteet, viittaukset oikeisiin tyyppipiirustuksiin yms.

3.4.5 Lisämääritykset kaiteille

Mahdolliset lisävaatimukset kaiderakenteella on mainittava suunnitelmissa.

Suunnitelmiin voidaan kirjata erilliset ulkonäkö- määritykset kaiderakennetta varten. Lisämäärityksenä annetaan esim. maalausjärjestelmät ja pintojen värisävyt. Lisäksi voidaan määrittää erillisten, kaiteen rakenteelliseen toimintaan vaikuttamattomien, osien ulkoasu, muoto ja profiili sekä niiden kiinnittäminen ja huomioiminen kaiderakenteessa.

Kun kaiteella halutaan suojata jotakin rakennetta, joka sijoittuu kaiteen taakse, on suunnitelmiin kirjattava vaatimus kaiteen toimintaleveydestä. Kaiteen ja suojattavan kohteen välisen raon on oltava suurempi kuin kaiteen toimintaleveys tai suistuvan ajoneuvon ulottuma vähennettynä kaiteen paksuudella.

3.4.6 Sillan kaiteen jatkaminen, siirtymärakenne ja tiekaide

Tiekaiteen pituus ennen siltaa määritetään Liikenneviraston ohjeessa Tiekaiteiden suunnittelu LO 27/2013, taulukossa 1. Sillan jälkeen tiekaide jatketaan ohjeen mukaisesti tarpeen mukaan.

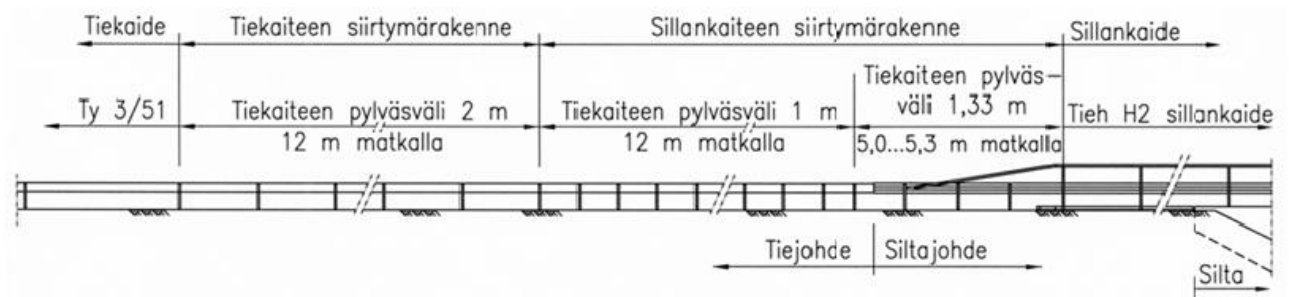
Tiekaiteiden suunnitteluohjeen mukaisesti:

Sillan kaiteen jatkeena käytetään sillankaidetta tai muuta vähintään 1 metrin korkuista törmäyskestävyysluokan H2 kaidetta myös penkereellä, kun vilkasliikenteinen tie (KVL > 6000 autoa/vrk ja nopeus 80 km/h) ylittää rautatien pääradan tai moottoritien. Sillan kaide aloitetaan 40 metriä ennen siltaa. Sillan kaide jatkuu myös 30 metriä sillan jälkeen, kun ajorata on kaksisuuntainen.

12.11.2021

Sillankaiteesta tehdään pitempi, jos väylät risteävät viistosti eikä maasto rajoita suistumista alapuoliselle väylälle. Jos kaiteen takana on suojattavia rakenteita, mutta edellä esitetyt kohdat eivät edellytä H2 kaiteen käyttöä niiden kohdalla, H2 kaiteen takana riittää joustovaraksi N2WN. Muissa kohteissa riittää kyseinen siirtymärakenne liikenteen tulopuolella ja liikenteen menopuolella kaide voidaan lopettaa siltajohteen päättämisen jälkeen.

Sillankaiteen liittäminen tiekaiteeseen on esitetty Liikenneviraston ohjeessa, Siltojen kaitteet, kuva alla.



Kuva 2. Ohjeen "Siltojen kaitteet" kuva 5.

Mikäli siirtymärakenteita ei pystytä tekemään täysimittaisina, kaitteiden kääntäminen tai viistäminen on sovittava tilaajan ja katusuunnittelijan kanssa sekä esitettävä suunnitelmassa.

Tarvittaessa sillankaidetta jatketaan penkereelle ainakin niissä tapauksissa, joissa muutoin on vaara putoamisesta alempana kulkevalle väylälle.

3.5 Maanpainerakenteiden (gravitaatorakenteiden) mitoitus

Maanpainerakenteita ovat kulmatukimuurit, massiiviset arkku- ja kasuunirakenteet sekä muut vastaavatyypiset rakenteet, joilla pystysuuntaan vaikuttavat pysyvät kuormat kompensoivat vaakasuuntaan vaikuttavat voimat. Suunnittelussa noudatetaan Väyläviraston Eurokoodien soveltamisohjetta "Geotekninen suunnittelu - NCCI 7".

Kallionvaraiset maanpainerakenteet suunnitellaan lepopaineella rakenteellisen kestävyysden, liukumisen ja kaatumisen suhteen. Kaatuminen tarkastetaan olettamalla kaatumiskiertopisteeksi perustuksen reunalinja.

12.11.2021

Maanvaraisen maanpainerakenteen rakenteellinen mitoitus tehdään pääsääntöisesti lepopaineella. Suunnittelussa on kuitenkin sen lisäksi arvioitava mitoitusiän aikana mobiilisoituva maanpaine ja tehdä tarkistus myös sen mukaiselle maanpaineelle, jos se muodostuu rakenteen kannalta määräävämmäksi tapaukseksi (NCCI 7, kohta 4.9).^(A)

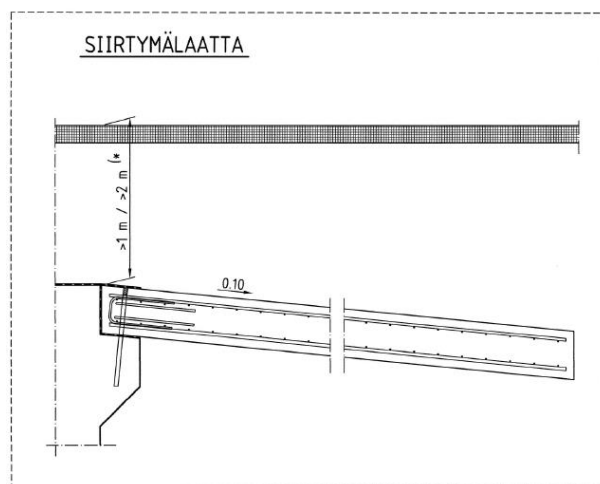
3.6 Siirtymälaatat ja paalulaatat

Pääsääntöisesti siltojen päihin tai muun painumattoman rakenteen ja katurakenteen väliin asennetaan siirtymälaatta. Jos odotettavissa oleva painumaero rakenteen muutoskohdassa on >20 mm, tulee käytettävän siirtymälaatan pituuden olla 5 metriä. Muuten voidaan käyttää siirtymälaattaa, jonka pituus on 3 metriä.

Siirtymälaatat mitoitetaan samoille kuormille kuin muut yleisen alueen alle tulevat rakenteet.

Siirtymälaatat ja paalulaatat sijoitetaan riittävän syvälle huomioiden kohteen kunnallistekniikka. Minimisyvyys on 1 m, kun laatan päällä kulkee johtoja ja niiden suojaputkia.

Jos kadun tai puiston alle on suunniteltu sijoitettavaksi kuivatus- tai kunnallisteknisiä putkia, on laatat sijoitettava aina vähintään 2 metrin syvyyteen olevasta ja tiedossa olevasta tulevasta kadun tai puiston pinnasta. Syvyys on tarkistettava kohdekohtaisesti.



Kuva 3. Siirtymälaatan etäisyys kadun pinnasta.

Poikkeustapauksessa hankekohtaisesti erikseen sovittaessa siirtymälaatta voidaan rakentaa korkeintaan metrin levyisistä elementeistä niin, että laatta voidaan tarvittaessa poistaa paikoiltaan ja asentaa uudelleen. Tällöin kunnallistekniikan putket voivat olla siirtymälaatan alapuolella. Tällaiseen ratkaisuun pitää kuitenkin aina hakea ennen suunnittelun aloittamista lupa katu- ja puisto-osastolta sekä kunnallistekniikan omistajalta.

12.11.2021

3.7 Yleisten alueiden alla olevien eristysrakenteiden suojaaminen

Jos yleisen alueen alla olevien rakenteiden yläpinnassa on lämpö- tai vesieristeitä, on ne suojattava suojabetonirakennetta käyttäen.

Suojabetonin paksuuden on oltava vähintään 50 mm ja se on raudoitettava tai betonimassassa tulee olla teräskuituja vähintään 50 kg/m³.

3.8 Panospaikat ^(B)

Helsingin kaupungin siltojen osalta noudatetaan Väyläviraston Panospaikkaohjetta. Ohje on ladattavissa Taitorakennerekisteristä, [Dokumentit | Sil-3002 Panospaikkaohje | Taitorakennerekisteri | Väylävirasto \(vayla.fi\)](#). Ladattua turvallisuusluokiteltua ohjetta ei saa jakaa eteenpäin missään muodossa. Ohje on tarkoitettu vain henkilökohtaiseen työkäyttöön, eikä sitä saa varmuuskopioida sitä esimerkiksi yrityksen palvelimille.

Helsingin kaupungin alueella ohjeen mukaiset panospaikat laitetaan pääkatujen ja isompien alueellisten kokoojakatujen siltoihin.

4 Lähtötiedot

Taitorakenteen suunnittelun lähtötiedot ja muiden tekniikkalajien suunnitteluaineisto on esitetty kattavasti Helsingin kaupungin Taitorakenteiden tietomallinnusohjeessa. ^(A)

5 Kuormat

5.1 Pysyvät kuormat

Pysyviksi kuormiksi katsotaan rakenneosien paino ja muu rakenteeseen vaikuttava muuttumaton kuorma kuten täytteet ja päällysteet, maanpaine sekä kuorma, joka aiheutuu keskivedenkorkeudella (MW) olevasta vedestä.

5.1.1 Rakenneosien paino ja pintarakenteiden paino

Rakenneosien ja pintarakenteiden painot ovat pysyviä kiinteitä kuormituksia. Ne määritetään nimellismittojen ja tilavuuspainojen ominaisarvojen perusteella. Tarkemmat ohjeet löytyvät ohjeesta RIL 201-1-2011 sekä NCCI 1.

Pintarakenteiden osalta on, hanke- ja rakennetyyppikohtaisesti, määritettävä rakennetyyppi sekä varautuminen pintarakenteiden mahdolliseen lisäämiseen. Silloilla varaudutaan lisäpäällystekerrokseen ohjeen NCCI 1 mukaisesti.

12.11.2021

Kun sillan tai kansirakenteen päällä on täyttöä enemmän kuin 0,5 m varaudutaan lisäpäälystekerrokseen seuraavasti

- täytön ollessa 0,5-1,0 m, 2 kN/m²
- täytön ollessa > 1,0 m, 4 kN/m²

5.1.2 Maanpaine

Maakerrosten painot ovat pysyviä kiinteitä kuormituksia. Ne määritetään nimellismittojen ja tilavuuspainojen ominaisarvojen perusteella.

Kevennettyjä maarakenteita ei pääsääntöisesti saa käyttää.

5.1.3 Vedenpaine

Vedenpaine käsitellään pysyvänä kuormana. Rakenteet tarkistetaan alivedenpinnan (NW) ja ylivedenpinnan (HW) tasoilla sekä murtorajatilassa merivesitulvakorkeudella, niiden rakenteiden osalta, jotka ovat merivesitulvan vaikutusalueella. ^(A)

5.2 Siltojen ja vastaavien rakenteiden mitoituskuormat

5.2.1 Yleistä

Ajoneuvoliikenteelle tarkoitetut sillat ja yleisille alueille maan alle tulevat rakenteet mitoitaan Väyläviraston Eurokoodien soveltamisohjeen "Siltojen kuormat ja suunnitteluperusteet – NCC1" mukaisille kuormakaavioille LM1, LM2 ja LM3 sekä tarvittaessa kuormakaavioille LM4 koko leveydeltään.

Sillan kansi tai vastaava rakenne jaetaan 3 metrin kuormakaistoihin. Kuormakaistojen suurin mahdollinen määrä sillalla määritetään kokonaislukuna sillan minimihyötyleveyden perusteella.

Kuormakaistat sijoitetaan aina niin, että ne aiheuttavat katualueen alle tuleviin rakenteisiin määräävän vaikutuksen.

5.2.2 Kuormitettavat alueet

Silta tai kaavassa katualueeksi tai yleiseksi alueeksi merkitty alue ja sitä kantava rakenne mitoitetaan kokonaisuudessaan em. ajoneuvoliikenteen kuormakaavioille kaavassa tai katusuunnitelmassa määrittelystä käyttötarkoituksesta riippumatta. Reunakiviliinja tms. ei ole ajoneuvoliikenteen kuormasijoittelun kannalta määräävä tekijä, vaan kuormakaaviot sijoitetaan koko rakenteen leveydelle.

Ajoneuvokuormalle mitoitettavat alueet (tontit tms. muut alueet) on merkittävä sallitut kuormitukset osoittavin liikennemerkein, jos niille on selkeä ajoyhteys yleisen liikenteen väylältä ja jos rakenteet on suunniteltu yleisen liikenteen kuormituksia pienemmille kuormille.

12.11.2021

Kaavassa puistoksi merkityille alueilla, maan pinnan alapuolelle tulevat rakenteet mitoite-
taan pintakuormalle 10 kN/m^2 ja sen lisäksi kuormakaavion LM1 ensimmäisen kaistan te-
likuormalle, jolloin kertoimelle α_{Q1} käytetään arvoa 0,8. Edellisille kuormille käytetään sa-
maa osavarmuuslukua ja samoja yhdistelykertoimia kuin tieliikenteen siltojen kuormakaa-
vion LM1 pinta- ja telikuormalle. ^(A)

Pelastustien alla olevat rakenteet suunnitellaan kestäämään pelastuslaitoksen ajoneuvojen
tukijalkakuorma 275 kN (tukijalan aluslevyn koko min. 750mm x 750mm, suurin sallittava
todellinen tukijalkakuorma 215 kN). Tukijalkakuorman vaikutus tarkastetaan murtorajatilán
ja käyttörajatilan ominaisyydistelyn osalta. Tukijalka kuorman osavarmuuslukuna käyte-
tään 1,5. Tukijalkakuorman yhdistelykertoimet ovat nollia ($\psi_0=0$, $\psi_1=0$, $\psi_2=0$). ^(A)

Kaikki edellä esitetyt kuormat ovat kuormien ominaisarvoja. ^(A)

5.2.3 Kevyen liikenteen sillat ja vastaavat rakenteet

Kevyen liikenteen sillat ja muut vastaavat rakenteet jaotellaan kolmeen kuormaluokkaan,
joista kuhunkin kohteeseen valittu kuormitus määritetään siltakohtaisissa suunnitteluperus-
teissa tai erikseen tilaajan kanssa ennen suunnittelua sopimalla.

1. Tavanomaiset sillat
 - NCCI mukaisen kuormakaavion LM1 ensimmäisen kaistan akselit alfaker-
toimella 0,8 tai vaihtoehtoisesti tungoskuorma 5 kN/m^2
 - vaakakuormat huomioidaan NCCI I kohdan B.4.4 mukaisesti, jarrukuorma
on 300 kN
2. Sillat, joita voidaan käyttää korvaavina reitteinä esim. viereisen ajoneuvoliiken-
teen sillan korjauksen aikana
 - NCCI mukaisen kuormakaavion LM1 ensimmäisen kaistan akselit alfaker-
toimella 0,8 ja tungoskuorma 5 kN/m^2
 - i. "leveillä silloilla on kohdekohtaisesti harkittava useamman kuor-
makaistan (LM1) käytöstä suunnittelukuormana"
 - vaakakuormat NCCI I kohdan B.4.4 mukaan
3. Evakuointireittien, pelastusajoneuvojen kuormittamat sillat
 - kuten ajoneuvoliikenteen sillat, vaakakuormat NCCI I kohdan B.4.4 mu-
kaan

12.11.2021

5.3 Raitiotieliikenteen mitoituskuormat ^(A)

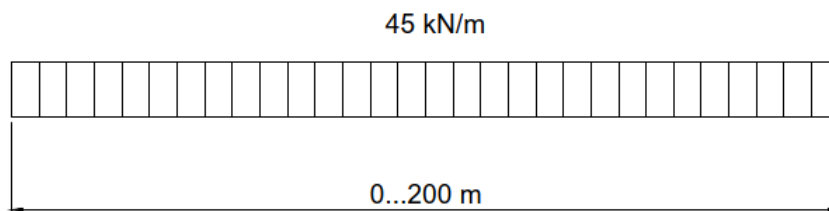
5.3.1 Yleistä

Kaikki raitiotieliikenteen kuormittamat sillat tai vastaavat rakenteet suunnitellaan ajoneuvo-liikenteen liikennekuormille koko leveydeltään kohdan 5.2.1 mukaisesti.

Tämän lisäksi raitiotieliikenteen sillan mitoitetaan raitiotieliikenteen aiheuttamille kuormille. Raitiovaunu kuormaa koostuu staattisia kuormia kuvaavasta kuormakaaviosta, dynaamisia kuormia kuvaavista pysty- ja vaakasuuntaisista lisäkuormista sekä keskipakokuormasta.

5.3.2 Raitiotieliikenteen pystykuormat

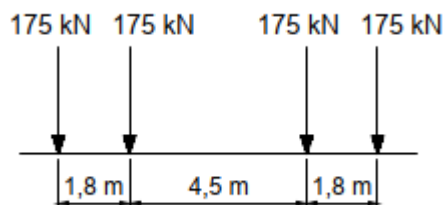
Raitiotien raitiovaunu kuormina käytetään raitiotiekuormakaavioita LMT ja LMT-L. Raideväli on 1,0 m.



Kuva 4. Raitiotiekuormakaavio LMT.

Nauhakuorman jakaantumisleveys on 1,5 m / raide

Nauhakuorma voi olla epäjatkuva ja se asetetaan vaikuttamaan vain vaikutuspinnan epä-edullisille osille. Epäjatkuvan nauhakuorman osiot voivat olla jakautuneet pidemmällä matkalla kuin 200 m. Kuormaosioiden yhteenlaskettu pituus on maksimissaan 200 m.



Kuva 5. Raitiotiekuormakaavio LMT-L.

Kuormakaavio LMT-L muodostuu neljästä akselikuormasta. Akselikuormat asetetaan raidevälin leveydelle.

12.11.2021

Pystykuormien epäkeskisyys

Kuormakaavion epäkeskisyys raiteen keskiviivaan nähden on ± 35 mm. Väsytsmitoituksessa tätä epäkeskisyttä ei tarvitse huomioida.

Raiteen sijainnin toleranssina käytetään ± 60 mm.

Pistekuorman tai pyöräkuorman pituussuuntainen jakaantuminen kiskon välityksellä

Paikallisten osien mitoituksessa kiskoa pitkin kulkevan piste- tai pyöräkuorman voidaan otaksua jakaantuvan kiskon välityksellä pituussuunnassa 1:1, kun kisko on jatkuvasti alustaan tuettu. Poikkisuunnassa kiskoa pitkin kulkevan piste- tai pyöräkuorman otaksutaan jakaantuvan kiskon alalaipan leveydelle.

Pölkyillä tuetulla sepeliradalla noudatetaan NCCI 1 ohjeistusta.

Dynaaminen suurennuskerroin Φ_2 (SFS-EN 1991-2 6.4.5.2)

Sysäysten vaikutus kuormakaavioihin LMT ja LMT-L saadaan kertomalla kuormakaavio dynaamisella suurennuskertoimella Φ_2 .

$$\Phi_2 = \frac{1,44}{\sqrt{L_{\Phi}-0,2}} + 0,82 ; \quad 1,00 \leq \Phi_2 \leq 1,67$$

Sysäyskertoimen laskennassa käytettävä jännemitta L_{Φ} määritetään SFS-EN 1991-2 taulukon 6.2 mukaisesti.

5.3.3 Raitiotieliikenteen vaakasuuntaiset kuormat

Keskipakokuorma F

$$F = P \frac{v^2}{9,81R} , \text{ missä}$$

P = raitiovaunu kuorman LMT pystykuorman ominaisarvo ilman sysäyslisää Φ_2 [kN, kN/m]

R = kaarresäde [m]

v = rataosan tavoitenopeus [m/s]

Sivusysäyskuorma Q_{sk}

Sivusysäyskuorman ominaisarvona käytetään arvoa $Q_{sk} = 70$ kN.

12.11.2021

Vedosta ja jarrutuksesta aiheutuvat kuormat

 Ominaisvetokuorma: $Q_{lak} = 10 \text{ [kN/m]} \times L_{a,b} \leq 650 \text{ kN}$

 Ominaisjarrukuorma: $Q_{lbk} = 10 \text{ [kN/m]} \times L_{a,b} \leq 650 \text{ kN}$, missä

 $L_{a,b} = \text{veto- ja jarrutuskuormien vaikutuspituus (maks. 65 m)}$

Veto- ja jarrukuormia ei kerrota sysäyskertoimella.

Raitiotiellä on kaksi raidetta, joilla on eri kulkusuunta. Samaan aikaan esiintyvät yhteen raiteeseen vaikuttava jarrukuorma ja yhteen raiteeseen vaikuttava vetokuorma.

5.3.4 Raitiotieliikenteen suistumiskuormat

Mikäli silta on kohdasta 5.3.2 poiketen suunniteltu vain raitiotieliikenteelle, tulee silta mitoitaa murtorajatilassa siten, että nauhakuorma LMT voi olla missä tahansa siltakannen alueella.

Kaiteisiin tai muihin vastaaviin rakenteisiin mahdollisesti aiheutuvat raitiotieliikenteen törmäyskuormat määritetään hankekohtaisesti.

Esimerkiksi Kruunuvuorensillassa, jossa pikaraitiotie (nopeus 60 km/h) kulkee suoraan sillan kaiteen vieressä, on suistuminen kaiteeseen huomioitu seuraavasti: raitiotien vieressä olevan reunapalkin korkeus on vähintään 340 mm reunapalkin raitiotien puoleisen päällysteen pinnasta. Kyseinen rakenne mitoitetaan vaakasuuntaiselle raitiovaunun suistumiskuormalle (onnettomuusmitoitustilanne), jonka suuruus on 750 kN ja pituus 2 m. Vaakasuuntainen suistumiskuorma vaikuttaa 0,3 metrin korkeudella raitiotien pinnasta. Korotetun reunapalkin päälle sijoitetaan törmäyskestävyysluokan H4 kaide.

5.3.5 Raitiotieliikennekuormien kuormaryhmät

Raitiotieliikenteen kuormat yhdistellään kuormaryhmiksi seuraavan taulukon mukaisesti. Kaikki kuormitukseen kohdistuvat kertoimet tulee ottaa huomioon. Vaakakuorman vaikutus otetaan huomioon vain, mikäli sen vaikutus on epäedullinen.

Taulukko 17

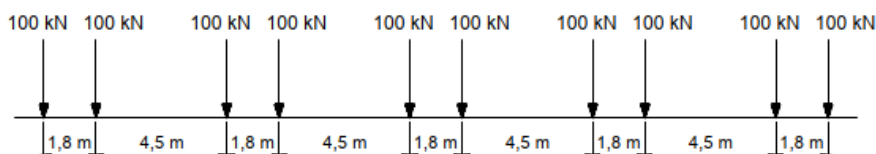
Kuormaryhmä	Kuormitetut raiteet	Pystykuormat		Vaakakuormat		
		LMT	LMT-L	Veto, jarrutus	Keskipakokuorma	Sisusysäyskuorma
gr11	1..2	1 ⁽¹⁾		1	0,5	0,5
gr12	1..2	1 ⁽¹⁾		0,5	1	1
gr13	1..2		1			

⁽¹⁾ Kerroin pienennetään arvoon 0,5 jos vaikutus on edullinen.

12.11.2021

5.3.6 Raitiotieliikenteen väsytkuormat

Raitiotieliikenteen aiheuttama väsytytys rakenteille tutkitaan väsytkuormakaavioilla FLMT.



Kuva 6. Raitiotien väsytkuormakaavio FLMT.

Väsytkuormakaavio FLMT asetetaan kuormittamaan useampi raiteisilla silloilla korkeintaan 2 raidetta kerrallaan siten, että saadaan määräävä vaikutus.

Väsytkuormakaavio FLMT käytetään dynaamista suurennuskerrointa, joka määritetään standardin SFS-EN 1991-2 liitteen D kaavalla (D.1). Suurimpana sallittuna kalustonopeutena käytetään 70 km/h.

Ellei hankekohtaisesti muuta sovita, käytetään väsytystarkasteluissa raitiovaunujen (FLMT-väsytkuormakaavion) liikennemääränä $0,2 \times 10^6$ (raitiovaunujen määrä/vuosi/suunta). Samanaikaisesti sillalla molemmilla raiteilla oletetaan olevan 12 % liikennemäärästä.

Betonisiltojen väsytystarkastelut

Väsytystarkastelut tehdään ohjeen NCCI 2 kohdan 6.8 mukaisesti seuraavin tarkennuksin.

- Liikenteen luokkiin perustuvia väsytystarkastelujen rajoituksia voidaan soveltaa tieliikenteen osalta. Edellisestä riippumatta on raitiotieliikenteen aiheuttama väsytytys tutkittava.
- Väsytystarkastelut tulee aina tehdä raitiotieliikenteen siltojen niiden pääkannattimien poikkileikkausten osalta, jotka ensisijaisesti kantavat raitiotieliikenteen kuormia.
- Tieliikenteen aiheuttamia väsytystarkasteluja pääkannattimien poikkileikkausten osalta ei vaadita niiden pääkannattimien osalta, joilla kuormakaavion LM1 aiheuttamat voimasuureet muodostuvat merkittävästi vähintään kahdelta samanaikaiselta kuormakaistalta.

12.11.2021

Raudoituksen väsytykestävyyden katsotaan olevan riittävä, mikäli jokin seuraavista ehdoista toteutuu:

- 1) Taivutusraudoituksen jännitys on korkeintaan 300 MPa ominaisyhdistelyllä
- 2) Sillan raudoituksen jännitysvaihteluväli on korkeintaan 180 Mpa määrävimmällä seuraavista kuormakaaviosta:
 - a. FLM1,
 - b. $0,8 \times \Phi_2 \times LMT$ tai $0,8 \times \Phi_2 \times LMT-L$, missä dynaaminen suurennuskerroin Φ_2 määritetään kohdan 5.3.2 mukaisesti. Kuormakaaviot LMT tai LMT-L voivat vaikuttaa useampi raiteisella sillalla korkeintaan kahdella raiteella kerrallaan.
- 3) Väsytyksmitoitus suoritetaan ekvivalentilla jännitysvaihteluvälillä NCCI 2 ehdon (3) mukaisesti käyttämällä raitiotieliikenteelle väsytyskuormakaaviota FLMT. Raitiotieliikenne rinnastetaan rautatieliikenteeseen. SFS-EN 1992-2 liitteen NN kohtaa NN.3.1 käytetään seuraavin muutoksin:
 - a. Kertoimen $\lambda_{s,1}$ määrittämisessä käytetään SFS-EN 1992-2 liitteen NN taulukon NN.2 raskaan sekaliikenteen (h^*) arvoja siten, että taulukon arvot $L \leq 2$ m kerrotaan kertoimella 1,15 ja arvot $L \geq 20$ m kerrotaan kertoimella 1,4.
 - b. Kertoimen $\lambda_{s,2}$ tilalla käytetään kerrointa λ_2 , joka on määritetty tämän ohjeen raitiotieliikenteen väsytystä käsittelevässä kohdassa *Teräs- ja liittoraken-teisten siltojen väsytystarkastelut*.
- 4) Väsytyksmitoitus suoritetaan Palmgren-Minerin säännöllä ohjeen NCCI 2 ehdon (4) mukaisesti.

12.11.2021

Betonin väsytykestävyys katsotaan olevan riittävä, mikäli jokin seuraavista ehdoista toteutuu:

- 1) Ohjeen NCCI 2 ehdon (1) epäytälöt toteutuvat
- 2) Väsytyksmitoitust suoritetaan ekvivalentilla jännitysvaihteluvälillä NCCI 2 ehdon (2) mukaisesti käyttämällä raitiotieliikenteen osalle väsytykskuormakaa-viota FLMT. Raitiotieliikenne rinnastetaan rautatieliikenteeseen. SFS-EN 1992-2 liitteen NN kohtaa NN.3.2 käytetään seuraavin muutoksin:

a. Kertoimen $\lambda_{c,1}$ määrittäksessä käytetään SFS-EN 1992-2 liitteen NN taulukon NN.3 raskaan sekaliikenteen (h^*) arvoja siten, että taulukon arvot $L \leq 2$ m kerrotaan kertoimella 1,15 ja arvot $L \geq 20$ m kerrotaan kertoimella 1,4.

b. Kertoimen $\lambda_{c,2,3}$ tilalla käytetään kerrointa:

$$\lambda_{c,2,3} = \frac{Q_{aks}}{100kN} \left(1 + \frac{1}{8} \log \left[\frac{N}{0,2 \cdot 10^6} \right] + \frac{1}{8} \log \left[\frac{N_{years}}{100} \right] \right)$$

missä

Q_{aks} on todellisen raitiotieliikenteen akselikuorma (tavallisesti 100 kN)

N on todellisen raitiotieliikenteen liikennemäärä (raitiovaunujen määrä/vuosi/suunta, tavallisesti $0,2 \times 10^6$)

N_{years} on sillan suunniteltu käyttöikä

- 3) Väsytyksmitoitust suoritetaan Palmgren-Minerin säännöllä ohjeen NCCI 2 ehdon (3) mukaisesti.

Teräs- ja liittorakenteisten siltojen väsytystarkastelut

Raitiotieliikenne rinnastetaan rautatieliikenteeseen ja mitoitustarkastelut tehdään NCCI 4 kohdan 6.1.6.3.3 mukaisesti. Rautatieliikenteen silloista poikkeavan väsytykskuormakaa-vion takia tehdään ekvivalentin jännitysvaihteluvälin laskennassa seuraavat muutokset:

NCCI 4 taulukon 6.25 λ_1 :n arvot korvataan seuraavan taulukon mukaisilla arvoilla.

Taulukko 18. Kertoimen λ_1 arvot vaikutusviivan pituudesta L [m] riippuen

L	λ_1	L	λ_1	L	λ_1	L	λ_1	L	λ_1	L	λ_1
0,5	2,10	3	1,96	6	1,78	12,5	1,62	30	1,32	60	1,32
1	2,10	3,5	1,91	7	1,76	15	1,56	35	1,32	70	1,32
1,5	2,10	4	1,87	8	1,73	17,5	1,50	40	1,32	80	1,32
2	2,05	4,5	1,82	9	1,71	20	1,44	45	1,32	90	1,32
2,5	2,01	5	1,81	10	1,69	25	1,32	50	1,32	100	1,32

12.11.2021

 NCCI 4 taulukon 6.26 λ_2 :n arvot korvataan seuraavalla kaavalla:

$$\lambda_2 = \frac{Q_{aks}}{100kN} \cdot \sqrt[5]{\frac{N}{0,2 \cdot 10^6}}$$

missä

 Q_{aks} on todellisen raitiotieliikenteen akselikuorma (tavallisesti 100 kN)

 N on todellisen raitiotieliikenteen liikennemäärä (raitiovaunujen määrä/vuosi/suunta, tavallisesti $0,2 \times 10^6$)

 λ_2 kertoimella voidaan tarvittaessa ottaa huomioon todellisen kaluston akselipaino sekä liikennemäärät.

5.4 Henkilökuormat

Rakenneosat ja rakenteet, joihin on pysyvästi estetty pääsy ajoneuvoilla (rakenteet ja rakennatkaisut eivät mahdollista ajoneuvon ajoa ko. alueelle, koskee myös talvihoidon kalustoa ^(A), mutta joihin on mahdollistettu henkilöliikenteen kulku, mitoitetaan seuraaville hyötykuormille:

Taulukko 19. Henkilökuormien ohjeellisia arvoja

	Hyötykuorma q_k	Pistekuorma Q_k	Vaakakuormat
Rakenteet ja tilat, joihin on mahdollista syntyä jatkuva tiivis tungos	5,0 kN/m ²	4,0 kN (100x100 mm ²)	3,0 kN/m
Muut henkilökuormien kuormittamat rakenteet ja tilat	2,5 kN/m ²	2,0 kN (50x50 mm ²)	0,5 kN/m

Kaiteisiin kohdistuvan vaakakuorman vaikutuskorkeutena on enintään 1,20 m.

Hyötykuorman pintakuorma ja pistekuorma eivät vaikuta samanaikaisesti.

Hankekohtaisissa suunnitteluperusteissa on esitettävä mitoituskuorma kullekin henkilökuorman kuormittamalle rakenteelle sen käyttötarkoituksen perusteella.

Taulukko 20. Henkilökuormien yhdistelykertoimet ja osavarmuusluvut

Yhdistelykertoimet			Osavarmuusluvut					
ψ_0	ψ_1	ψ_2	SET A-EQU		SET B-STR/GEO		SET C-STR/GEO	
Yhdistely-arvo	Tavallisen arvo	Pitkäaikaisarvo	epäedu	edull	epäedu	edull	epäedu	edull
0	0,4	0	1,5	0	1,5	0	1,3	0

12.11.2021

5.5 Maanpaine

Yleisen alueen alla oleviin rakenteisiin kohdistuva maanpaine lasketaan vähintään lepopaineen suuruisena.

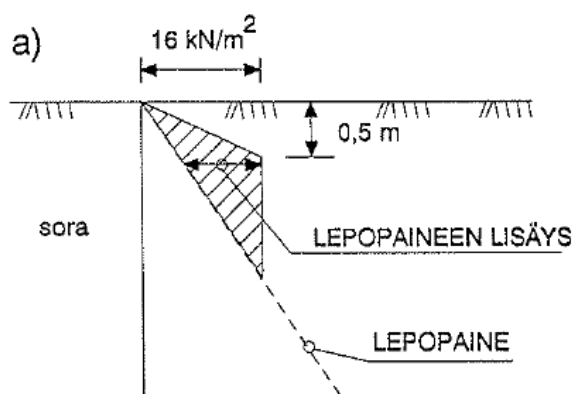
Lepopaine lasketaan käyttäen suunnitelman mukaisen tausta- tai ympärystätön leikkauskestävyysskulman ja tilavuuspainon ominaisarvoja, jotka vastaavat maarakenteelle asetettuja tiiveysvaatimuksia. Täytön leikkauskestävyysskulmalle käytetään kuitenkin korkeintaan arvoa 32° ja maan tilavuuspainolle vähintään arvoa 21 kN/m^3 , ellei suunnitelmissa muuten määritetä ^(A).

Lepopaine lasketaan kaavasta:

$$K_0 = (1 - \sin \varphi') \times \sqrt{\text{OCR}} \cdot (1 + \sin \beta)$$

Missä φ' on maan tehokas leikkauskestävyysskulma, β maanpinnan kaltevuus vaakatasosta ylöspäin ja OCR on ylikonsolidoitumissuhde. Lepopaineen oletetaan vaikuttavan vaakasuuntaan.

Välittömästi yleisen alueen alapuolella oletetaan lisäksi vaikuttavan ns. tiivistyslisän, joka määritellään seuraavan kuvan mukaisesti.



Myös yleiseen alueeseen rajoittuvien rakenteiden (jotka eivät sinänsä ulotu yleisen alueen alle) maanalaiset osat mitoitetaan edellä esitetyille maanpaineille.

Maanpainetta laskettaessa on otettava huomioon mahdolliset tulevat muutokset kadun tai puiston korkeustasossa (puisto- ja katusuunnitelmat). Mitoitustarkastelut suoritetaan määrävän maanpinnan korkeustason mukaan.

Geoteknisessä mitoituksessa rakennetta kaatavat maanpaineet käsitellään kuormina ja rakennetta pystyssä pitävät maanpaineet kestävyyskuormina. Pysyvistä omista painoista aiheutuvat maanpaineet käsitellään pysyvinä kuormina ja muuttuvista kuormista aiheutuvat maanpaineet käsitellään muuttuvina kuormina.

12.11.2021

Maanpaineen suuruutta laskettaessa huomioidaan rakenteen muodonmuutoksen ja maanpaineen suuruuden välinen yhteys sekä kuormituksen vaikutusaika. Pitkäaikaisessa tilanteessa käytetään koheesiomaalajeilla aina lepopainetta. Koheesiomaasta aiheutuva maanpaine on lyhytaikaisessa kuormitustilanteessa liiketilan funktio. Kitkamaasta aiheutuva maanpaine on aina liiketilan funktio. Lisäksi maanpaineen suuruuteen vaikuttaa mahdollinen tärinä. Jos tärinä aiheutuu samasta lähteestä kuin pintakuorma, huomioidaan se korottamalla pintakuorman suuruutta.

5.6 Kaidekuormat

Siltojen ja muiden liikennekuorman kuormittamien alueiden osalta noudatetaan Väyläviraston ohjetta Tiekaiteiden suunnittelu LO 27/2013.

Muiden ajoneuvoilla liikennöityjen alueiden suojaseinämiin ja kaiteisiin kohdistuvat kuormat voidaan määrittää ohjeen RIL 201-1-2011 osan 1.1 liitteen B mukaisesti.

5.7 Onnettomuuskuormat

5.7.1 Ajoneuvoliikenne

Ajoneuvoliikenteen osalta onnettomuuskuormat määritetään ohjeen NCCI 1 mukaisesti. Samassa ohjeessa on annettu myös onnettomuuskuormat rautatieliikenteen osalta. Nämä on huomioitava kohteissa, joissa rakenne ylittää rautatien.

5.7.2 Raitiotieliikenne

Raitiotieliikenteen osalta määritetään onnettomuuskuormatarkastelut hankekohtaisesti.

5.7.3 Vesiliikenne

Vesiliikenteen osalta onnettomuustilanteessa huomioitavat mitoituskuormat esitetty seuraavassa taulukossa.

Taulukko 21. Vesiliikenteen törmäyskuormat siltarakenteisiin [mitoituskuormat]

	Kauppamerenkulun väylät (syväys $\geq 9,0$ m)	Suurten veneiden vesiväylä (syväys 6,9 m)	Pienveneidä ja vesibussien vesiväylä (syväys 3,0 m)
Laivan törmäys välitukiin laivaväylän suunnassa, F_{dx}	NCCI 1, kohta F.4.8	5000 kN	1000 kN
Laivan törmäys välitukiin laivaväylää vastaan kohtisuorassa suunnassa, F_{dy}	NCCI 1, kohta F.4.8	3000 kN	500 kN
Törmäyskuormat F_{dx} ja F_{dy} eivät vaikuta samanaikaisesti.			

12.11.2021

Törmäyskuorma välitukiin vaikuttaa tasolla HW+1,5. Törmäyskuorman vaikutusala b x h: • b = pilarin leveys ja h = 0,5 m , törmäys laivaväylän suunnassa • b = 0,5 m ja h = 1,0 m , törmäys laivaväylää vastaan kohtisuorasti.			
Laivan törmäys sillan päällysrakenteeseen	NCCI 1, kohta F.4.8	1500 kN (voidaan jakaa sillan kansirakenteen ja mahdollisen erillisen pääkannattimen välillä, sovittava hankekohtaisissa suunnitteluperusteissa)	300 kN

A) CC3 luokan rakenteissa on törmäyskuorman dynaamisuus huomioitava SFS-EN 1991-1-7 mukaisesti, ellei hankekohtaisesti muuta sovita.

5.8 Liikennekuorman jakaantuminen maassa

Pystysuoran kuorman voidaan olettaa jakautuvan maassa alaspäin kaltevuudessa 2:1.

Pengerkorkeuden ollessa $\geq 1,4$ m, voidaan liikennekuorma LM1 korvata rakenteen pinnalla vaikuttavalla tasaisella kuormalla Liikenneviraston ohjeen 5/2014 "Paalulaattojen ja paaluhatturakenteiden suunnittelu"- kohdan 5.2.2 mukaisesti sekä raitiotien osalta tämän kappaleen mukaisesti. ^(A)

Kun pengerkorkeus on alle 1,4 m on rakenteet mitoitettava Liikenneviraston Eurokoodien soveltamisohjeen NCCI 1:n mukaisille liikennekuormille huomioiden materiaaliikohtaiset vaatimukset (NCCI – sarja) sekä raitiotieliikenteen osalta tämän ohjeen kappaleen 5.3 mukaisesti. ^(A)

Raitiotieliikenteen kuormat lasketaan olettamalla raitiotieliikenteen kuorman olevan 1,5 metrin levyisellä alueella kunkin raiteen kohdalla suuruudeltaan $1,4 \times 23 \text{ kN/m}^2$ ja jakautuvan raiteen poikkisuuntaan kaltevuudessa 2:1 alaspäin mentäessä ^(A). Näin saadut eri raiteiden intensiteetit summataan tarkasteltavalla tasolla yhteen niin, että vierekkäisistä raiteista kahdelta kuorma otetaan huomioon täytenä ja muilta puolen suuruisena.

Pelastuslaitoksen ajoneuvon tukijalan kuorman jakautuminen voidaan olettaa tapahtuvan kaltevuudessa 2:1 aina kadun alla olevaan rakenteen pintaan asti.

12.11.2021

5.9 Muut kuormat

5.9.1 Tukipainuman huomioiminen

Rakenteisiin syntyvät painumaerot arvioidaan geoteknisten laskelmien perusteella. Jos rakennetyyppi ja rakennesysteemi ovat sellaisia, että painumaerosta aiheutuu haittaa rakenteen kestävyydelle, on se huomioitava rakenteiden mitoituksessa. Suunnittelussa pitää huomioida mahdolliset epätasaiset painumat. Tarvittaessa perustukset yhdistetään toisiinsa vasta, kun painuman todetaan loppuneen.

Ellei tarkemmat geotekniset laskelmat muuta osoita käytetään seuraavia suunnitteluperiaatteita:

- Kallionvaraiset perustukset oletetaan painumattomiksi.
- Jatkuvien rakenteiden erillisten maanvaraisten perustusten välillä huomioidaan 10 mm painumaero
- Maan- ja kallionvaraisten erillisten perustusten vaakasiirtymäeroksi oletetaan 10 mm.
- Yhtenäiseksi laituriksi, yksittäisistä rakenneosista (esim. kulmatukimuurielementistä, kasuuneista, arkuista), rakennetun laiturin eri rakenneosien välillä ei siirtymäeroa huomioida.
- Yhtenäisellä, jatkuvalla rakenteella yhdistettyjen rakenneosien välillä ei siirtymäeroa huomioida, jos voidaan olettaa rakenneosien perustusten välisen siirtymäeron olevan alle 10 mm.

Tukipainuma oletetaan pysyväksi kuormaksi.

Mahdollinen painumaero on huomioitava myös liitos- ja tukirakenteiden kuten saumarakenteet, laakerit, liikuntasaumot yms. suunnittelussa.

5.9.2 Laakerikitka

Niiden rakenteiden osalta, jotka tuetaan perustuksiin liikkuvien laakereiden välityksellä, määritetään laakerikitka ohjeen NCCI 1 kohdan H.3 mukaisesti.

Laakerikitkan osalta yhdistelykertoimet ja osavarmuudet ovat aiheuttavan kuorman mukaiset.

5.9.3 Vedenpinnan korkeuseron huomioon ottaminen

Avoveteen rajautuvan ranta- tai tukimuurin tausta on salaojitettava tai on muuten varmistettava rakenteen riittävästä vedenläpäisevyydestä.

Kun muurin tausta on riittävästi salaojitettu tai tehty hyvin vettäläpäisevästä maalajista sekä muurin läpi on riittävästi vedentasauskanavia tai –reikiä, huomioidaan vedenpintojen välillä 50 cm korkeusero ohjeen RIL 201-1-3 liitteen 4 periaatteen mukaisesti.

12.11.2021

Muussa tapauksessa on rakenne tulkittava vettä pidättäväksi rakenteeksi, jonka suunnittelussa ja mitoituksessa on huomioitava vedenpinnan korkeusero = maanpinta/ylin mahdollinen vedenpinta -NW.

Vedenpinnan korkeusero vedenpinnan vaihtelun vuoksi huomioidaan vaakasuuntaan vaikuttavana vedenpaineena ja luokitellaan muuttuvaksi kuormaksi. Tarkastelu voidaan tehdä myös siten, että kyseinen paine tulkitaan pysyväksi kuormaksi. Tässä tapauksessa on osoitettava, että tulkinta ei johda alhaisempaan kapasiteettiin tai varmuuteen.

Taulukko 22. Vedenpaineen aseman muuttumisen aiheuttamien kuormien yhdistelykertoimet ja osavarmuusluvut

Yhdistelykertoimet			Osavarmuusluvut					
ψ_0	ψ_1	ψ_2	SET A-EQU		SET B-STR/GEO		SET C-STR/GEO	
Yhdistely-arvo	Tavallinen arvo	Pitkäaikais-arvo	epä-edu	edull	epä-edu	edull	epä-edu	edull
0,5	0,2	0	1,5	0	1,5	0	1,3	0

5.9.4 Betonin kutistuminen ja viruminen

Betonin kutistuminen ja viruminen voidaan yleensä ottaa huomioon suunnittelussa loppuarvolla. Tilanne, jossa vain osa kutistumisesta ja virumisesta on tapahtunut, tutkitaan tarvittaessa. Rakennetyyppikohtaisesti on kutistuman vaikutus mitoitukseen arvioitava.

Hyötykuorman kuormittaessa rakennetta voidaan otaksua vähintään 50 % kutistumasta ja virumasta tapahtuneeksi. Lisäohjeita esitetään mm. Liikenneviraston ohjeessa NCCI 2. Kuormayhdistelyissä kutistuminen ja viruminen otetaan huomioon pysyvänä kuormana.

5.9.5 Jännevoima, kallioankkurit

Jännevoiman vaikutus lasketaan välittömästi jännittämisen jälkeen hetkellä $t = 0$ ja kaikkien häviöiden tapahtuttua hetkellä $t = \infty$. Tarvittaessa tarkastellaan jännevoiman vaikutus ajanhetkellä $t = t_1$, jolloin rakenne kuormitetaan ja vasta osa häviöistä on tapahtunut.

5.9.6 Lumen välivarastointikuorma ^(A)

Niiden rakenteiden osalta, joiden päälle voidaan välivarastoida ja koota lunta talvikunnossapidon aikana, on suunnittelussa otettava kyseinen kuormitus huomioon. Lumen välivarastoinnin yhteydessä kantta liikennöidään ajoneuvolla, jonka osalta kuormitukset on esitetty kohdassa 5.2. Liikennekuorma ja lumen välivarastointikuorma eivät voi sijaita kannella samassa kohdassa.

Varastoidun lumimassan suunnittelukuormana käytetään 24 kN/m^2 (varastoidun lumen arvioitu tilavuuspaino 800 kg/m^3 ja kinostetun lumimassan korkeus $3,0 \text{ m}$). Kuorma sijoitetaan mahdollisena pidettävälle välivarastointialueelle siten, että saadaan rakenteen kannalta epäedullinen vaikutus.

Lumen välivarastointi huomioidaan kuormitusyhdistelyissä pysyvänä kuormana.

12.11.2021

5.10 Vesirakenteet (laiturit, rantarakenteet)

Vesirakenteiden (mm. laiturit, rantarakenteet) osalta noudatetaan ohjetta "RIL201-3-2013 Suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat, Vesirakenteet"

5.11 Paalulaatat

Paalulaattojen osalta noudatetaan Liikenneviraston ohjeen "Paalulaattojen ja paaluhatturakenteiden suunnittelu" periaatteita ja tässä ohjeessa annettuja ohjeita kadun alle rakentamisesta.

5.12 Tunnelit

Tunneleiden osalta noudatetaan Liikenneviraston ohjetta "Tietunnelin rakenteelliset ohjeet" soveltuvin osin.

5.13 Muut taitorakenteet

Muiden taitorakenteiden osalta noudatetaan edellä mainittuja ohjeita soveltuvin osin. Kuormat ja mitoitusperiaatteet on sovittava toimeksiannon alussa.

5.14 Kuormien yhdistelyt

5.14.1 Sillat ja muut liikennekuormien kuormittamat rakenteet

Kuormitusyhdistelyt muodostetaan standardin SFS-EN 1990 muutoksen A1 (SFS-EN 1990/A1 Liite A2) ja sen kansallisen liitteen mukaisesti.

5.14.2 Sillat ja muut raitiotieliikenteen kuormittamat rakenteet ^(A)

Kaikki raitiotieliikenteen kuormittamat sillat tai vastaavat rakenteet suunnitellaan ajoneuvoliikenteen liikennekuormien suunnitteluperusteiden mukaisesti koko leveydeltään. Kuormien yhdistelyt tehdään ajoneuvoliikenteen sillan yhdistelykertoimia käyttäen (NCCI 1, liite 1A). Raitiotieliikenteen määräävän kuormaryhmän (gr11...gr13) vaikutus otetaan yhdistelyissä huomioon käyttäen:

- osavarmuuslukua 1,45 ja
- yhdistelykertoimia $\psi_0=0,8$ $\psi_1=0,7$ $\psi_2=0,2$

EQU-rajatilan kaatumistarkasteluissa rakennetta kaatavien pysyvien kuormien ominaisarvot kerrotaan mallikertoimella 1,20 sekä normaalisti vallitsevissa että tilapäisissä mitoitus-tilanteissa.

12.11.2021

5.14.3 Muut rakenteet

Muiden kuin em. rakenteiden osalta voidaan kuormitusyhdistelyissä noudattaa kohdissa 5.1.10-5.1.13 esitettyjen ohjeiden periaatteita.

5.14.4 HW ja merivesitulva taitorakenteissa ^(A)

Murtorajatilassa käytetään pysyvien kuormien osavarmuuksia vedenpintaeron vaikutuksille, jotka saadaan keskivedenkorkeuden (MW) ja ääritilanteiden erotuksena (alivedenpinta (NW), ylivedenpinta (HW) tai merivesitulva).

Merivesitulva yhdistellään murtorajatilassa tarkastelussa pysyvän kuorman osavarmuusluvulla, mutta muuttuvana kuormana. Merivesitulvan yhdistelykertoimet ovat nolliä ($\psi_0=0$, $\psi_1=0$, $\psi_2=0$).

6 Asiakirjojen ja suunnitelmätiedon tuottaminen

6.1 Suunnitelma-aineisto

6.1.1 Yleissuunnitelman sisältö

Suunnitelmat laaditaan ohjeen ”RIL 214-2002 Silta-alan konsultoinnin tehtävät” kohdan 2.3 ”Siltasuunnitelma” mukaan, sisältäen ainakin:

- luonnokset vaihtoehtoista
- värillinen pääpiirustus katusuunnitelmaa varten
- alustavat rakennelaskelmat
- määräluettelo
- kustannusarvio
- hankekohtainen kaivu- ja täyttömaiden sekä hyötykäytettävien massojen taulukko
- suunnitelmaselostus
- siltakohtaiset tuotevaatimukset
- toteutustapaehdotus (tarvittaessa)
- havainnekuvia, 2 kpl/kohde.

6.1.2 Rakennussuunnitelman sisältö

Suunnitelmat laaditaan ohjeen ”RIL 214-2002 Silta-alan konsultoinnin tehtävät” kohdan 2.4 ”Rakennussuunnittelu” mukaan, sisältäen ainakin:

- yleispiirustukset
- rakennepiirustukset
- rakennelaskelmat (*)
- elementtirakenteiden asennustapaehdotukset
- alustavat jännityssuunnitelmat

12.11.2021

- teräsrakenteiden asennustapaehdotukset
- teräsrakenteiden mittapiirustukset (ei kokoonpano- ja osapiirustuksia)
- siltakohtaiset laatuvaatimukset ja työselostukset
- työselostukset
- määräluettelot sekä kustannusarviot
- hankekohtainen kaivu- ja täyttömaiden sekä hyötykäytettävien massojen taulukko
- ominaistietokortit
- tyyppipiirustukset
- tyyppiratkaisuista poikkeavat kaidesuunnitelmat
- maadoitussuunnitelmat (tarvittaessa)
- työtapasuunnitelmat (tarvittaessa)
- luonnonkivimuureista kiviluettelo, jossa esitetään kivien mitat ja pintakäsittely
- portaiden lämmityksen sähkösuunnitelma (piirustukset ja työselostukset)
- turvallisuusasiakirja ja riskikartoitus
- raudoitusluettelot (piirustuksissa raudoitusteräksistä esitetään mm. tunnus ja sijainti)

(* Rakennelaskelmat kootaan ja esitetään Väyläviraston voimassa olevan ohjeen ”Siltöjen rakennelaskelmat” mukaisesti.

6.2 Suunnitelmien numerointi

Suunnitelmien piirustusnumerointi on esitetty Helsingin kaupungin katu- tai puistosuunnitelmaohjeissa.

https://www.hel.fi/static/liitteet/kaupunkiymparisto/julkaisut/ohjeet/katu/ohjeet/katusuunnitelma_ohje_010720.pdf

Suunnitelmapiirustukset numeroidaan periaatteella:

suunnitelman päänumero _ suunnitelman alanumero.xxx, jossa loppuliite (xxx) kertoo tiedot tyyppin suunnitelmaohjeiden mukaisesti.

Esimerkki

27745_401.pdf on suunnitelmaan 27745 liittyvä sillan, tunnelin tai meluesteen (tai muun taitorakenteen) ensimmäinen piirustus pdf muodossa.

Vastaavan periaatteen mukaan nimetään myös kaikki muu suunnitelma-aineisto käyttäen asiakirjan nimessä suunnitelman päänumeroa sekä tarkenteena juoksevaa numerointia sekä viitekirjainta tai numeroa.

Esimerkki

27745_1-t.pdf on suunnitelmaan 27745 liittyvä tekstiasiakirja (esim. asiakirjaluettelo) pdf muodossa.

27745_2-t.pdf on suunnitelmaan 27745 liittyvä tekstiasiakirja (esim. työselitys) pdf muodossa.

12.11.2021

6.3 Rakennussuunnitelma, Taitorakennerekisteri ^(A)

Helsingin kaupungin taitorakenteiden tiedon käsittelyn osalta noudatetaan pääpiirteittäin Väyläviraston ohjetta 36/2018 **Taitorakenteiden tiedon käsittely**.

Rakennussuunnitelmatoimeksiannossa suunnittelija perustaa rakenteen, syöttää perustiedot ja tekee rakennekuvauksen Taitorakennerekisterissä ennen rakennussuunnitelman hyväksymistä. Rakenteen perustaminen taitorakennerekisteriin tulee tehdä ennen suunnitelmien toimittamista tarkastukseen, suunnitelmien hyväksymisen edellytys on rakenteen oikein toteutettu tietosisältö.

Suunnitelman päänumero on hankekohtainen ja sen toimittaa Helsingin kaupungin projektinjohtaja.

6.4 Rakentamisvaihe ^(A)

Rakentamisen aikaisessa tiedonhallinnassa noudatetaan Helsingin kaupungin ohjeistusta ja projektikäytäntöjä.

Taitorakenteiden osalta sovitaan erikseen mahdollisesta rakentamisaikaisesta Taitorakennerekisterin päivittämisestä, Väyläviraston ohjetta 36/2018 **Taitorakenteiden tiedon käsittely** kohdan 4.2. mukaisesti.

6.5 Suunnitelma-aineiston arkistointi

Suunnitelma-aineisto kootaan sähköisesti tallennettavaksi kokonaisuudeksi. Aineistot tallennetaan Helsingin kaupungin ohjeistuksen mukaisesti, käytössä olevaan tiedonhallintajärjestelmään.

Suunnitelmat kootaan seuraavan periaatteen mukaisesti:

- Kaikki piirustukset: dwg/dgn, tiff, pdf
 - Yleispiirustus lisäksi dgn formaatissa (tasopiirustus ETRS-GK25-tasokoordinaatisto)
 - tietomallipohjaisesti tehdystä suunnitelmasta tuotetaan 3D dwg/dgn formaatissa rakennemalli (ETRS-GK25-tasokoordinaatisto ja N2000 korkeusjärjestelmä)
- A4-tulosteet: pdf
- Työselostukset / laatuvaatimukset
- Määräluettelot
- Kustannusarviot
- Rauditusluettelot
- Laskelmat
- Ominaistietokortit

12.11.2021

- Työturvallisuusliite Konsultin sisäisen tarkastuksen dokumentit
- Ulkoisen tarkastusprosessin mukaiset tarkastusraportit vastineineen
- Tietomalliselosteet
- Tietomallit sekä käytettävän ohjelmiston natiivitiedostoformaattissa että avoimessa formaatissa (taitorakenteiden avoin formaatti on ifc ja maanrakennusosuuden avoin formaatti iframodel).
 - Käytettävä formaatti on hankkeen alussa voimassa ollut ifc tai IM formaatti, ellei hankkeen aikana yhdessä sovita tuoreemman formaatin käyttöönotosta).
 - Suunnittelutoimeksiannoissa laadittavien tietomallien omistus- ja käyttöoikeus siirtyy tilaajalle, tekijänoikeus säilyy konsultilla. Mallit tulee laatia siten, että myös natiiviformaatissa oleva tiedosto on luovutettavissa tilaajalle kaikkine tietosisältöineen.
- Hankkeen aikana koottu ja lopuksi tarkennettu lähtötietomalli, joka vastaa silta-paikka-asiakirjaa. Lähtötietomallin tulee sisältää nykyiset rakenteet, mutta niiden osalta voidaan mallintaminen tehdä ns. pintamallina esim. 3d-dwg-muodossa.

6.6 Lopullinen ja arkistoitava aineisto ^(A)

6.6.1 Vastuut

Helsingin kaupungin projektinjohtaja vastaa aineiston arkistoinnista. Suunnittelija vastaa hyväksytyn suunnitelman tallennuksesta taitorakennerekisteriin.

6.6.2 Urakan ”näin tehty”- aineisto ja arkistointi

Valmiista kohteesta tehdään toteuma-asiakirjat (”näin tehty- piirustukset”). Tämä sarja toimitetaan suunnitelmanumeroinnin mukaisena aineistona arkistoitavaksi sekä taitorakennerekisteriin vietävänä aineistona.

6.6.3 Arkistointi

Helsingin kaupunki vie toimitetun aineiston omaan arkistoonsa. Toteuma-aineisto toimitetaan Helsingin kaupungin projektisihteerille vastaavasti koottuna kuin aiemmissa kohdissa on esitetty.

Piirustusten ja laskelmien arkistoitavat tiedostomuodot ja laadut on esitetty Väyläviraston ohjeessa 36/2018 **Taitorakenteiden tiedon käsittely**, kohdassa 6.2.

6.6.4 Taitorakennerekisteriin vietävä aineisto

Aineiston viemisessä noudatetaan Väyläviraston ohjetta 36/2018 **Taitorakenteiden tiedon käsittely** (kappale 6.1)