

Sillanrakentamisen ja -korjaamisen arvonmuutosperusteet – SAP 2014



Sillanrakentamisen ja -korjaamisen arvonmuutosperusteet - SAP 2014

Liikenneviraston ohjeita 34/2014

Kannen kuvat: Arvo Heikkinen, Liikennevirasto

Verkojulkaisu pdf (www.liikennevirasto.fi)

ISSN-L 1798-663X

ISSN 1798-6648

ISBN 978-952-317-033-9

Liikennevirasto

PL 33

00521 HELSINKI

Puhelin 0295 34 3000

Infra ja ympäristö -osasto

19.12.2014

Dnro 5994/080/2014

Vastaanottaja
ELY-keskusten liikenne- ja infrastruktuuri vastualueet
Liikennevirasto

Säädösperusta
Maantielaki 109 §

Korvaa/muuttaa
Sillanrakentamisen ja -korjaamisen arvonmuutosperusteet
- SAP 2010, LO 17/2010

Kohdistuvuus
Liikennevirasto

Voimassa
1.1.2015 alkaen toistaiseksi

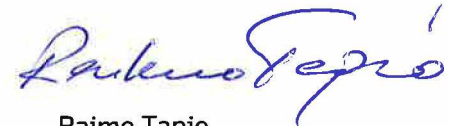
Asiasanat
sillat, arvonmuutosperusteet, laatu

Sillanrakentamisen ja -korjaamisen arvonmuutosperusteet - SAP 2014

Sillanrakentamisen ja -korjaamisen arvonmuutosperusteiden uudessa versiossa on tarkistettu arvonlennusten määriä ja laatupalkkion perusteita sekä päivitetty viittaukset muihin ohjeisiin. Lisäksi tekstiin on tehty täydennyksiä ja muotoilua.

Laatupalkkiota maksetaan vain urakka-asiakirjoissa esitetyissä tapauksissa.

Ylijohtaja



Raimo Tapio

Yksikön päällikkö



Arto Hovi

LISÄTIETOJA
Ossi Räsänen
Liikennevirasto
puh. 029 534 3603

Esipuhe

Nämä sillanrakentamisen ja -korjaamisen arvonmuutosperusteet ovat korjattu ja täydennetty painos vuonna 2010 julkaistusta arvonmuutosperusteista. Muutokset tähän painokseen on valmistellut dipl.ins. Juhani Hyvönen Pontek Oy:stä. Työtä ovat ohjanneet kehittämispäällikkö Ossi Räsänen, silta-asiantuntija Heikki Lilja, laatuinsinööri Tomi Harju, ylitarkastaja Sami Noponen, silta-asiantuntija Matti Piispanen, ylitarkastaja Pekka Siitonen ja silta-asiantuntija Heikki Myllymäki Liikenneviraston taitorakenneyksiköstä, geoasiantuntija Veli-Matti Uotinen Liikenneviraston tieteknisestä yksiköstä sekä projektipäällikkö Timo Repo Uudenmaan ELY-keskuksesta, dipl.ins. Risto Parkkila Sweco Rakennetekniikka Oy:stä ja TkT Seppo Matala Matala Consultingista.

Tätä ohjetta käytetään määrittäessä arvonalennuksia sillanrakennus ja -korjaustöissä ja soveltaen muissa taitorakennetöissä. Laaturaportti määritetään urakka-asiakirjoissa esitetyllä tavalla.

Asiakirja on tarkastettu ja viimeistelty saatujen lausuntojen pohjalta Liikennevirastossa.

Helsingissä joulukuussa 2014

Liikennevirasto
Infra ja ympäristö -osasto

Kaava (17) on korjattu 29.1.2015.

Sisältö

1	YLEISTÄ	7
1.1	Käyttöalue.....	7
1.2	Käsitteet.....	7
1.3	Tekstin sitovuus.....	8
1.4	Arvonlennusperusteiden yleisiä periaatteita	8
2	SILLANRAKENTAMISEN ARVONALENNUSPERUSTEET	10
2.1	Yleistä	10
2.1.1	Arvonlennusten enimmäis- ja vähimmäismäärät	10
2.1.2	Rakenneosan hinnan laskeminen.....	10
2.2	Sillan rakenneosien kantavuus	10
2.2.1	Yleistä.....	10
2.2.2	Sillan jännemitan ja vapaa-aukon mittatarkkuus	12
2.2.3	Sillan rakenneosien mittatarkkuus	12
2.2.4	Sillan ja sillan rakenneosien sijainti ja muoto	13
2.2.5	Betonin puristuslujuus.....	14
2.2.6	Voimia siirtävien saumaus- ja juotoslaastien tai -massojen puristuslujuus	14
2.2.7	Jänteiden injektointilaasti	15
2.2.8	Raudoituksen asema	15
2.2.9	Jänneraudoituksen poikkipinta-ala, jännevoima ja venymä	16
2.2.9.1	Yleistä	16
2.2.9.2	Jänneraudoituksen poikkipinta-ala.....	16
2.2.9.3	Kokonaisjännevoima ja yhteisvenymä	16
2.2.9.4	Yksittäisen jänteen jännevoima ja venymä	17
2.2.9.5	Jännevoiman tai -venymän poikkeamisista aiheutuvan arvonlennuksen laskeminen.....	18
2.2.10	Paaluperustukset.....	18
2.2.10.1	Paalut.....	18
2.2.10.4	Paalulaatat ja -hatut	21
2.2.11	Teräsputkisillat.....	21
2.2.12	Muut materiaalit ja erikoisrakenteet	22
2.3	Sillan käytettävyys	22
2.3.1	Yleistä.....	22
2.3.2	Sillan sijainti, kaltevuus ja suunta	22
2.3.3	Sillan, ajotien ja jalkakäytävien leveydet sekä kulkuaukot	22
2.3.4	Sillan, ajotien ja jalkakäytävän tasaisuus, kaltevuus ja liukkaus.....	23
2.3.5	Varusteiden ja laitteiden toimivuus.....	23
2.4	Rakenteiden säilyvyys	24
2.4.1	Yleistä.....	24
2.4.2	Betonin pakkasenkestävyys	24
2.4.3	Betonipeitteen paksuus	25
2.4.4	Betonipinnan huokoisuus.....	25
2.4.5	Betonipinnan harvavalut.....	25
2.4.6	Betonin jälkihoito.....	26
2.4.7	Metallirakenteen pinnoite.....	26
2.4.7.1	Pinnoitteen paksuuden alitus tai ylitys	26
2.4.7.2	Tartuntavetolujuus.....	27

Sillanrakentamisen ja -korjaamisen arvonmuutosperusteet - SAP 2014

2.4.8	Betonipinnan vedeneristys, tiivistys ja pinnoitus	27
2.4.8.1	Eristettävän pinnan laatu	27
2.4.8.2	Eristyksen, tiivistyksen tai pinnoitteen tartuntavetolujuus...	28
2.4.8.3	Eristyksen tai pinnoitteen kerrospaksuus	28
2.4.8.4	Eristysmateriaalin palautuma ja pehmenemispiste.....	28
2.4.8.5	Eristysmastiksin painuma	29
2.4.9	Vedeneristyksen suojakerros	29
2.4.9.1	Asfalttibetoni ja tasausmassa	29
2.4.9.2	Muut suojakerrokset.....	29
2.4.10	Asfalttipäällyste.....	29
2.5	Sillan ulkonäkö.....	29
2.5.1	Yleistä	29
2.5.2	Rakenteen muoto ja käyryys	30
2.5.3	Rakenteen kallistuma	33
2.5.4	Mittapoikkeama	33
2.5.5	Betonipinnan laatu.....	33
2.5.5.1	Pinnan käyryys ja aaltoilu	33
2.5.5.2	Muut laatutekijät.....	34
2.5.6	Teräs- ja puurakenteen pinnan laatu	34
2.5.7	Asfaltti- ja betonipäällysteen ulkonäkö	34
3	SILLANKORJAAMISEN ARVONALENNUSPERUSTEET	35
3.1	Yleistä	35
3.1.1	Arvonalennusten enimmäis- ja vähimmäismäärät.....	35
3.1.2	Rakenneosan tai työkokonaisuuden hinnan laskeminen	35
3.2	Korjatun sillan rakenneosien kantavuus	35
3.2.1	Yleistä	35
3.2.2	Ruiskubetonin puristuslujuuden alitus	36
3.3	Korjatun sillan käytettävyys	36
3.4	Korjatun sillan säilyvyys.....	36
3.4.1	Yleistä	36
3.4.2	Korjattavien betonipintojen kloridipitoisuus	36
3.4.3	Korjattavien tai korjattujen betonipintojen tartuntavetolujuus	37
3.4.4	Betonipaikkausten ja ruiskubetonin tartuntavetolujuus.....	38
3.4.5	Ruiskubetonin pakkasenkestävyys, paksuus ja jälkihoito	38
3.5	Korjatun sillan ulkonäkö.....	38
4	LAATUPALKKIO	39

1 Yleistä

1.1 Käyttöalue

Nämä ohjeet sisältävät sekä arvonalennus- että laatupalkkioperusteet tehtäessä sillanrakennus ja -korjaustöitä tai vastaavia töitä urakalla. Ohjetta voidaan soveltaa muihinkin taitorakenteisiin kuin siltoihin.

Uusien siltojen korjaustöiden jälkeisiin laadunalitukseen sovelletaan kohdan 2 sillanrakentamisen arvonalennusperusteita ja vanhojen siltojen korjaustöissä kohdan 3 sillankorjaamisen arvonalennusperusteita.

Näissä arvonmuutosperusteissa ei oteta kantaa toleranssiluokan 1 (enimmäispoikkeaman) ylittäviin virheisiin.

Arvonmuutosperusteita käytetään myös laadunarvioinnissa. Päällystystöissä noudatetaan niitä koskevia Liikenneviraston julkaisemia arvonmuutosperusteita.

1.2 Käsitteet

Arvonalennuksella tarkoitetaan urakoitsijalta perittävää hyvitystä, joka määräytyy rakennettujen tai korjattujen siltojen rakennusaineissa, tarvikkeissa tai rakenteissa, sillankorjauksen työkokonaisuuksissa tai urakoitsijan toiminnassa todetun poikkeavuuden tai puutteellisuuden perusteella.

Sillanrakentamisessa ja -korjaamisessa sallitun poikkeaman ylittävät, mutta enimmäispoikkeaman alittavat työvirheet pyritään aina korjaamaan sitä mukaa, kun niitä syntyy, ennen seuraavien työvaiheiden aloittamista. Jos kuitenkin rakenteisiin jää virheitä, jotka eivät välttämättä edellytä rakenteen tai työvaiheen uusimista ja joiden korjaaminen jälkikäteen on joko hyvin vaikeaa tai kohtuuttoman kallista, peritään niistä arvonalennus.

InfraRYL:n osan 3 Sillat ja rakennustekniset osat jaksolla 42000 Sillat tarkoitetaan infrarakentamisen yleisiä laatuvaatimuksia, jotka koskevat siltojen rakentamista.

Toleranssiluokka 1 tarkoittaa Eurokoodin mukaisen toiminnallisen toleranssin vähempää luokkaa. Aiemmassa SYL:n ja InfraRYL:n mukaisessa terminologiakäytännössä tämä tarkoitti hylkäysrajaa tai enimmäistoleranssia.

Toleranssiluokka 2 tarkoittaa Eurokoodin mukaisen toiminnallisen toleranssin tarkempaa luokkaa. Aiemmassa SYL:n ja InfraRYL:n mukaisessa terminologiakäytännössä tämä tarkoitti hyväksymisrajaa tai sallittua toleranssia.

Laatupalkkiolla tarkoitetaan hyvitystä, joka maksetaan urakoitsijalle liikennehaitan vähenemisen tai urakka-ajan lyhenemisen perusteella. Laatupalkkiota ei makseta yli-laadusta.

Laatupalkkiomenettelyä sovelletaan esimerkiksi hyvin hoidettuihin liikennejärjestelyihin tai urakka-ajan alittumiseen, jos niistä on etua tilaajalle ja menettely on sopimuskohtaisissa urakkaehdoissa erikseen mainittu.

Käytettyjen laatutermien määritelmät on esitetty julkaisun InfraRYL 2006 Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset Osa 3 kohdassa Termihakemisto.

Ohjearvolla tarkoitetaan sillan rakennussuunnitelmien mukaista ko. suureen arvoa.

Raja-arvolla tarkoitetaan sallitulla poikkeamalla korjattua ao. suureen ohjearvoa. Ylempi raja-arvo vastaa korjausta ylöspäin ja alempi raja-arvo alaspäin. Useimmiten vain toinen näistä on relevantti.

1.3 Tekstin sitovuus

Urakoitsijaa sitova teksti on kirjoitettu leveällä palstalla, ohjeellinen ja informatiivinen teksti kapealla palstalla.

1.4 Arvonalennusperusteiden yleisiä periaatteita

Jäljempänä on esitetty arvonalennusperusteet sillanrakentamisen ja -korjaamisen tärkeimpien laatuvaatimusten osalta. Tilaajalla on mahdollisuus periä yleisten sopimusehtojen mukaisesti arvonalennuksia myös muiden kuin jäljempänä esitettyjen laatu-poikkeamien perusteella. Arvonalennukset määritetään tällöin poikkeavuuksien vaikutusten perusteella ottaen huomioon väylänpitoon ja -käyttöön liittyvät lisäkustannukset sekä mahdolliset ympäristövaikutukset.

Tämän ohjeen mukaan lasketut arvonalennukset vastaavat Tilastokeskuksen maa-rakennuskustannusindeksin 2000=100 sillanrakennuksenosaindeksin arvoa 168,9 (lokakuu 2014).

Tilaaja päättää, milloin rakenne korjataan ja milloin noudatetaan arvonalennusmenettelyä. Urakoitsijalla on kuitenkin aina oikeus halutessaan korjata tai uusia poikkeava tai puutteellinen rakenne tai rakenneosa urakka-ajan puitteissa.

Rautatien osajärjestelmien YTE-vaatimukset sekä turvallisuutta koskevat vaatimukset on aina täyttyttävä eikä niiden osalla voida soveltaa arvonalennusmenettelyä.

Yhdestä poikkeavuudesta (esim. betonin vaaditun lujuuden alittuminen tai betonipinnan sallittua suurempi huokoisuus) saattaa aiheutua monenlaista haittaa. Tällöin peritään arvonalennusta jokaisen haitan (esim. kantavuuden aleneminen ja betonin pakkasenkestävyyden alitus tai sillan ulkonäön heikentyminen ja rakenteen säilyvyyden alitus) osalta erikseen.

Rakenteen tai sen osan laatupoikkeamasta peritään arvonalennusta silloin, kun poikkeama on ylittänyt InfraRYL:n jaksossa 42000, soveltamisohjeessa NCCI T tai rakennussuunnitelmassa esitetyn toleranssiluokan 2 sallitun poikkeaman arvon, mutta jäänyt alle toleranssiluokan 1 sallitun poikkeaman arvon. Teräsrakenteiden osalla sallittuna poikkeaman pidetään Standardin SFS-EN 1090-2 soveltamisohjeen, Teräsrakenteiden toteutus NCCI T taulukoissa 5 ja 6 ja standardin SFS-EN 1090-2 liitteessä D esitettyjä luokan 2 toiminnallisia poikkeamia ja enimmäispoikkeamina luokan 1 toiminnallisia poikkeamia. Ellei toleranssiluokan 1 sallittua poikkeamaa ole InfraRYL:n jaksossa 42000, soveltamisohjeessa NCCI T, standardissa SFS-EN 1090-2 tai rakennussuunnitelmassa määritelty, arvonalennukseen tyytyminen edellyttää, että rakenne tai sen osa on muuten vielä hyväksyttävissä ja otettavissa käyttöön.

Laskelman arvonalennuksesta laatii aina urakoitsija ja esittää laskelman tilaajalle. Halutessaan urakoitsija voi laskea kantavuuden alenemisen, josta arvonalennus aiheutuu, myös tarkemmin kuin tämän ohjeen kaavoja käyttäen. Tällöinkin arvonalennus määrätään tämän ohjeen taulukon 1 mukaan.

Tilaajalla on aina mahdollisuus laskea kantavuuden aleneminen tarkemmin kuin tämän ohjeen kaavoilla.

Jos uuden tai korjatun sillan rakenneosa joudutaan korjaamaan ja korjattu rakenneosa ei täytä sille sopimusasiakirjoissa asetettuja vaatimuksia, peritään arvonalennus näiden ohjeiden mukaisesti korjatun rakenneosan laadun perusteella. Paikatusta, harvavaluja sisältäneestä betonipinnasta peritään aina kohdan 2.4.5 mukainen arvonalennus.

Arvonalennukset lasketaan arvonlisäverottomista hinnoista, joihin sisällytetään yhteiskustannukset. Tämän ohjeen mukaan määritetyt arvonmuutokset eivät sisällä arvonlisäveroa.

Sillan päällysrakenteen uusimisessa käytetään kohdassa 2 esitettyjä sillanrakentamisen arvonalennusperusteita. Päällysrakenteen leventämisissä ja vahventamisissa arvonalennukset määritetään kohdassa 3 esitettyjen sillankorjaamisen arvonalennusperusteiden mukaan.

2 Sillanrakentamisen arvonalennusperusteet

2.1 Yleistä

2.1.1 Arvonalennusten enimmäis- ja vähimmäismäärät

Yksittäisen arvonalennuksen vähimmäismäärä poikkeavuudesta on 1000 €, säilyvyys- ja kantavuuspoikkeavuuksista 2000 €. Tähän vähimmäismäärään voi sisältyä useampia samassa rakenneosassa olevia saman laatuvaatimuksen alituksia tai toleranssin ylityksiä - vaatimukset alittavia yksittäisiä harvavaluja kuitenkin korkeintaan 5 kappaletta (vrt. kohta 2.4.5).

Yksittäiselle arvonalennukselle tai arvonalennuksien yhteismäärälle ei aseteta ylärajaa.

2.1.2 Rakenneosan hinnan laskeminen

Rakenneosan hinnalla tarkoitetaan valmiin rakenneosan hintaa yleis- ja muine kustannuksineen ilman arvonlisäveroa.

Rakenneosan hinta lasketaan prosentuaalisena osuutena sillan urakkahinnasta. Prosentuaalinen osuus lasketaan suunnittelijan tekemästä sillan kustannusarviosta. Jos sopimuksessa ei ole esitetty siltakohtaisia urakkahintoja, kunkin sillan prosentuaalinen osuus koko urakkahinnasta lasketaan suunnittelijan tekemän koko työn ja siltakohtaisten kustannusarvioiden perusteella.

Jos edellä kuvattua menettelyä ei voida käyttää, lasketaan rakenneosan tai sillan hinta sopimuksessa ilmoitettuja lisä- ja muutostöiden yksikköhintoja käyttäen.

Rakennussuunnittelua sisältävissä urakoissa rakenneosan hinta lasketaan FORE-ohjelmistoa käyttäen.

2.2 Sillan rakenneosien kantavuus

2.2.1 Yleistä

Sillan kantavuuden alenemisen perusteella laskettu arvonvähennys lasketaan kahdella tavalla:

1. Jos koko sillan kantavuus ei alene suunnitelmien mukaisesta yksittäisen rakenneosan kantavuuden alenemisen seurauksena, voidaan arvonalennus laskea pelkästään yksittäisen rakenneosan kantavuuden alenemisesta perusteella.
2. Jos yksittäisen rakenneosan kantavuuden aleneminen johtaa koko sillan kantavuuden alenemiseen, lasketaan arvonalennus koko sillan perusteella. Tällöin koko sillan kantavuudella tarkoitetaan kantavuutta, joka on laskettu sen rakenneosan

Sillanrakentamisen ja -korjaamisen arvonmuutosperusteet - SAP 2014

mukaan, joka antaa koko sillalle pienimmän kantavuuden. Yleensä tämän kantavuuden arvona voidaan käyttää sillan päällysrakenteen laskennallista kantavuutta.

Ensimmäistä menettelyä ei sovelleta sillan päällysrakenteen osalla, vaan sillan päällysrakenteen tai sen osan (esim. toisen pääkannattajan) kantavuuden aleneminen käsitellään aina koko sillan kantavuuden alenemisena.

Lopulliseksi arvonalennukseksi valitaan suurempi edellä kuvatuista menettelyistä saatavista arvonalennuksista.

Ensimmäisen menettelyn käytön edellytyksenä on, että rakenne voidaan hyväksyä ja ottaa käyttöön yksittäisen rakenneosan alentuneesta kantavuudesta huolimatta. Poikkeavuuksien aiheuttamat kantavuuden alenemat lasketaan jäljempänä kohdissa 2.2.2–2.2.10 esitetyllä tavalla.

Kantavuustarkastelussa käytetään ensisijaisesti sitä laskentamenetelmää, jota on käytetty siltaa suunniteltaessa tai erikseen sovittaessa muuta hyväksyttävää menetelmää.

Kantavuuden alenemaa verrataan rakenteen tai sen osan rakennussuunnitelman mukaiseen kantavuuteen. Näin ollen rakenteessa tai sen osassa olevaa ylimääräistä, suunnitelman mukaista kantavuusreserviä ei oteta huomioon vähentävänä tekijänä kantavuuden alenemasta aiheutuvaa arvonalennusta määritettäessä.

Esimerkiksi sellaisesta pilarista, jossa rakennussuunnitelman mukaan on ylimääräistä kantavuusreserviä, peritään arvonalennus poikkileikkausmittojen alentuessa, vaikka virheellisenkin rakenteen kantavuus olisi suurempi kuin kuormitusten edellyttämä laskennallinen kantavuus.

Hyväksytyyn suunnitelman mukaisen kantavuuden alittuessa peritään arvonalennus näiden arvonalennusperusteiden mukaan kaikissa, myös rakennussuunnittelua sisältävissä urakkamuodoissa.

Tilaaaja voi teettää kantavuustarkastelun yleensä sillan suunnittelijalla, mutta rakennussuunnittelua sisältävässä urakassa tarkastus teetetään joko rakennussuunnitelman tarkastajalla tai muulla puolueettomalla konsultilla.

Jokaisesta kantavuuteen vaikuttavasta toleranssiluokan 2 ylityksestä peritään kohdan 2.1.1 mukainen minimiarvonvähennys 2000 € vaikka taulukon 1 mukaista varsinaista kantavuuden alenemävähennystä ei tarvitsisi periäkään.

Taulukko 1. Kantavuuden alenemaan perustuvat arvonalennukset % yksittäisen rakenneosan tai koko sillan hinnasta (alv 0 %). Väliarvot interpoloidaan suoraviivaisesti.

Kantavuuden alenema %	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Arvonalennus %	0	0,7	1,5	3	6	9	12	15	18	21	25

- Yksittäisen rakenneosan on korjattava aina viimeistään silloin, kun ko. rakenneosan kantavuuden alenema aiheuttaa koko sillan kantavuuden alenemisen yli 5 %:lla.
- Yksittäisen rakenneosan arvonalennusprosenttina käytetään taulukossa esitetyn alennusprosentin kaksinkertaista arvoa.
- Yksittäisen rakenneosan kantavuuden alenema voi olla korkeintaan 10 %.

Esimerkkejä rakenneosista, joissa kantavuuden alenemaa saattaa esiintyä: paalutus, peruslaatta, pääty- tai välituki, laakeri tai nivel ja päällysrakenne.

Sillan yhdenkin jänteen jännemitan tai vapaa-aukon ylemmän raja-arvon ylittyessä lasketaan arvonalennus koko sillan hinnan perusteella.

2.2.2 Sillan jännemitan ja vapaa-aukon mittatarkkuus

Sillan jännemitan tai vapaa-aukon ylemmän raja-arvon ylittyessä lasketaan kantavuuden alenema seuraavasti:

$$a = \frac{100 \cdot (L^2 - L_{ohje}^2)}{L_{ohje}^2} \quad (1)$$

missä a = kantavuuden alenema prosentteina (arvonalennus taulukosta 1)
 L_{ohje} = jännemitan tai vapaa-aukon ohjearvo
 L = jännemitan tai vapaa-aukon toteutunut mitta.

Jännemitta tai vapaa-aukko mitataan sillan suuntaisena jokaisen pilari- tai laakerilinjan kohdalla. Mittaustulos L lasketaan tällöin kussakin sillan jänteessä, laattasilloissa ylemmän raja-arvon ylittävien mittaustulosten keskiarvona ja palkkisilloissa suurimman mittaustuloksen perusteella.

2.2.3 Sillan rakenneosien mittatarkkuus

Pääosin puristetun rakenteen poikkileikkausmitan alemman raja-arvon alittuessa lasketaan kantavuuden alenema seuraavasti:

$$a = \frac{100 \cdot (A_{ohje} - A)}{A_{ohje}} \quad (2)$$

missä a = kantavuuden alenema prosentteina (arvonalennus taulukosta 1)
 A_{ohje} = poikkileikkauspinta-ala ohjearvojen mukaisilla poikkileikkausmitoilla laskettuna
 A = mittaustulosten perusteella laskettu pienin poikkileikkauspinta-ala.

Rakenneosan voidaan katsoa olevan pääosin puristettu, kun murtorajatilassa puristavan mitoituskuorman epäkeskisyys on pienempi kuin 1/5 rakenneosan sivumitasta poikkileikkauksen pääjäykkyysuunnissa.

Muissa tapauksissa (rakenne taivutettu tai murtorajatilan puristusvoiman epäkeski-
syys suurempi kuin 1/5 sivumitasta s ainakin poikkileikkauksen toisessa pääjäykkyys-
suunnassa) suorakaidepoikkileikkauksen kantavuuden alenema lasketaan kaavasta:

$$a = \frac{100 \cdot (s_{ohje}^2 - s^2) \cdot (b_{ohje} - b)}{s_{ohje}^2 \cdot b_{ohje}} \quad (3)$$

missä a = kantavuuden alenema prosentteina (arvonalennus taulukosta 1)
 s_{ohje} = mitan ohjearvo tarkasteltavassa suunnassa
 s = rakenneosan todellinen mitta tarkasteltavassa suunnassa
 b_{ohje} = poikkileikkauksen tarkasteltavaa suuntaa vastaan kohtisuoras-
 sa oleva mitan ohjearvo
 b = poikkileikkauksen tarkasteltavaa suuntaa vastaan kohtisuoras-
 sa oleva mitan todellinen arvo.

Yleensä s-mitta on päätaivutussuunnan mukainen mitta.

Vastaavasti, kun ympyräpoikkileikkauksen halkaisija on joka suunnassa pienentynyt,
 kantavuuden alenema lasketaan kaavasta:

$$a = \frac{100 \cdot (a_{ohje}^3 - a^3)}{a_{ohje}^3} \quad (4)$$

missä a = kantavuuden alenema prosentteina (arvonalennus taulukosta 1)
 a_{ohje} = poikkileikkauksen halkaisijan ohjearvo
 d = poikkileikkauksen halkaisijan pienin mitta.

Jos ympyräpoikkileikkaus on muotoutunut niin, että sen läpimitta on vähintään oh-
 jearvon mukainen jossain päätaivutussuunnassa, mutta tätä suuntaa vastaan koh-
 tisuorassa suunnassa ohjearvoa pienempi, lasketaan kantavuuden alenema kaavasta:

$$a = \frac{100 \cdot (a_{ohje}^2 - a^2)}{a_{ohje}^2} \quad (5)$$

missä merkinnät ovat samat kuin kaavassa (4).

2.2.4 Sillan ja sillan rakenneosien sijainti ja muoto

Sillan päällysrakennetta välittömästi tukevien rakenneosien (pääty- ja välituet, laake-
 rit) sijaintitoleranssien ylittyessä, lasketaan (päällysrakenteen) kantavuuden alenema
 toleranssiylityksistä aiheutuneiden jännemittojen muutosten perusteella kaavaa (1)
 käyttäen. Tällöin laskennassa jännemittana käytetään todellisilla peräkkäisten tukien
 sijaintipoikkeamilla korjattua jännemitan ohjearvoa.

Jos rakenneosan sijainti- tai muotopoikkeamalla on vaikutusta itse rakenneosan kan-
 tavuuteen, menetellään kohdan 2.2.1 alussa esitetyllä tavalla.

Välituen tai erillisen pilarin kaltevuus- tai kaarevuuspoikkeaman vaikutus itse raken-
 neosan kantavuuteen selvitetään kussakin tapauksessa erillisin laskelmin.

2.2.5 Betonin puristuslujuus

Betonin puristuslujuuden alittuessa rakenneosan ja koko sillan arvonalennuksen laskemisessa noudatetaan kohdan 2.2.1 alussa esitettyä periaatetta.

Kunkin rakenneosan kantavuuden aleneminen betonin puristuslujuuden alituksen seurauksena lasketaan pääasiassa puristetuilla rakenteilla (ks. kohta 2.2.3) kaavasta:

$$a = \frac{100 \cdot (C_{vaad} - C_{tod})}{C_{vaad}} \quad (6)$$

missä a = kantavuuden alenema prosentteina (arvonalennus taulukosta 1)
 C_{vaad} = vaadittu puristuslujuus (kuutiolujuus)
 C_{tod} = mitattu puristuslujuus.

Puhtaasti taivutetulla rakenteilla tai kun epäkeskisyyks on suurempi kuin $d/5$ (ks. kohta 2.2.3) kantavuuden aleneminen betonin puristuslujuuden alittaessa vaaditun lasketaan kaavalla:

$$a = \frac{110 \cdot (C_{vaad} - C_{tod})}{C_{tod}} \quad (7)$$

missä merkinnät ovat samat kuin kaavassa (6).

2.2.6 Voimia siirtävien saumaus- ja juotoslaastien tai -massojen puristuslujuus

Jos kovettuneelle laastille tai massalle on asetettu puristuslujuusvaatimus (esimerkiksi laakereiden alustavalumassat, elementtien saumavalut, ankkurointiterästen juotosvalut ja vaarnapulttien jälkivalut) ja laastin tai massan välityksellä siirtyy voimia, määritetään kantavuuden alenema kaavalla (6).

Arvonalennus lasketaan kohdan 2.2.1 periaatteiden mukaan taulukkoa 1 käyttäen.

Voimia siirtävälle saumauslaastille rakenneosana käytetään koko rakennetta, jossa laastisaumoja käytetään (kiviholvi, elementtisaumaus).

Myös voimaa siirtämättömälle saumauslaastille rakenneosana käytetään koko rakennetta, jossa laastisaumoja käytetään, mutta arvonalennus on 20 % taulukkoa 1 käyttäen lasketusta arvonalennuksesta (verhouskivien saumaus).

Juotoslaastille rakenneosana käytetään juotettavilla teräksillä ankkuroitavaa rakennetta (tukimuuri, paalu).

Alustavaluille rakenneosana käytetään alustavalun kautta tuettua rakenneosaa (päällysrakenne, laakeri, teräspilari).

Vaarnapulttien jälkivaluille rakenneosana käytetään rakenneosaa, jonka kantavuus on riippuvainen vaarnan suunnitelmien mukaisesta toiminnasta.

2.2.7 Jätteiden injektointilaasti

Sillan päällysrakenteen jätteiden injektoinnissa käytettävän laastin puristuslujuuden keskiarvon alittaessa vaatimuksen lasketaan kantavuuden alenema kaavalla:

$$a = \frac{10 \cdot (C_{vaad} - C_{tod})}{C_{vaad}} \quad (8)$$

missä a = kantavuuden alenema prosentteina (arvonalennus taulukosta 1)
 C_{vaad} = vaadittu puristuslujuus (kuutiolujuus)
 C_{tod} = mitattu puristuslujuus.

Arvonalennus lasketaan taulukosta 1 kantavuuden alenemaprocentin perusteella koko sillan hinnasta.

Muiden rakenneosien osalla menetellään kohdan 2.2.1 alussa esitetyn menettelyn mukaan.

2.2.8 Raudoituksen asema

Suorakaidepoikkileikkauksen tehollisen korkeuden alittaessa taivutetussa suunnassa alemman raja-arvon taivutetussa rakenteessa tai normaalivoiman epäkeskisyyden ollessa $\geq d/5$, lasketaan kantavuuden alenema seuraavasti:

$$a = \frac{100 \cdot (d_{ohje} - d)}{d_{ohje}} \quad (9)$$

missä a = kantavuuden alenema prosentteina (arvonalennus taulukosta 1)
 d_{ohje} = tehollisen korkeuden ohjearvo
d = mitattu tehollinen korkeus.

Tehollisella korkeudella tarkoitetaan pääraudoituksen etäisyyttä taivutetun rakenteen puristetulla puolella olevasta pinnasta. Tehollinen korkeus määritetään mittaamalla kunkin tangon tai janteen keskikohdan etäisyys edellä mainitusta pinnasta ja laske-
malla etäisyyksien keskiarvo.

Jos poikkileikkaus on puristettu (epäkeskisyyden $\leq 1/5$ tarkasteltavan suunnan sivumi-
tasta) kantavuuden alenema lasketaan kaavasta:

$$a = \frac{50 \cdot (d_{ohje} - d)}{d_{ohje}} \quad (10)$$

missä merkinnät ovat samoja kuin kaavassa (9).

Raudoituksen tehollinen korkeus määritetään valmiista rakenteesta teh-
tävillä mittauksilla.

Kaavojen (9) ja (10) laskettuja kantavuuden alenemia käytetään arvonalennuksen las-
kemiseen vain, jos ne antavat suuremmat kantavuuden alenemat kuin kohdan 2.2.3
kaavat (2)...(5).

2.2.9 Jänneraudoituksen poikkipinta-ala, jännevoima ja venymä

2.2.9.1 Yleistä

Jänneraudoituksen poikkipinta-alan, jännevoiman ja venymän poikkeamien aiheuttama kantavuuden alenema lasketaan seuraavassa esitetyllä tavalla.

Jos jänneterästen asema poikkeaa suunnitellusta, lasketaan tästä syntyvä kantavuuden pieneneminen ja arvonalennus kohdan 2.2.8 kaavoja käyttäen

2.2.9.2 Jänneraudoituksen poikkipinta-ala

Jänneraudoituksen poikkipinta-alan ja/tai ominaisvetolujuuden alittuessa peritään arvonalennus olettamalla kantavuuden alenemaprosentiksi sama prosenttiosuus, minkä jänneterästen kokonaisvetolujuus pienenee eli kaavan muodossa:

$$a = 100 \cdot \left\{ \frac{A \cdot f_k}{A_{ohje} \cdot f_{k,ohje}} - 1 \right\} \quad (11)$$

missä

- a = kantavuuden alenema prosentteina
- A_{ohje} = jänneraudoituksen kokonaispoikkileikkauspinta-ala ohjearvojen mukaisilla poikkileikkausmitoilla laskettuna
- A = jänneraudoituksen todellinen kokonaispoikkileikkauspinta-ala
- $f_{k,ohje}$ = jänneraudoituksen lujuusluokan ohjearvo, $f_{p0,1k}$ tai f_{pk} määräävyyden mukaan
- f_k = jännittämistyössä käytetyn jänneraudoituksen lujuusluokka, $f_{p0,1k}$ tai f_{pk} määräävyyden mukaan.

Jänneraudoituksen poikkileikkauspinta-alan tai teräslaadun muutoksesta johtuvaa laskennollista kantavuuden alenemaa (kaava 11) ei sallita.

2.2.9.3 Kokonaisjännevoima ja yhteisvenymä

Kokonaisjännevoiman alittaessa alemman raja-arvon tai ylittäessä ylemmän raja-arvon jänteiden yhteisvenymän ollessa raja-arvojen sisällä lasketaan kantavuuden alenema seuraavasti:

$$a = \frac{k \cdot |\Sigma P_{ohje} - \Sigma P|}{\Sigma P_{ohje}} \quad (12)$$

missä

- a = kantavuuden alenema prosentteina
- ΣP_{ohje} = jännittämissuunnitelman mukainen kokonaisjännevoiman ohjearvo
- ΣP = mitattu kokonaisjännevoima.

Kaikkien jänteiden yhteisvenymän alittaessa alemman raja-arvon tai ylittäessä ylemmän raja-arvon kokonaisjännevoiman ollessa raja-arvojen sisällä lasketaan kantavuuden alenema seuraavasti:

$$a = \frac{k \cdot |\Sigma e_{ohje} - \Sigma e|}{\Sigma e_{ohje}} \quad (13)$$

missä a = kantavuuden alenema prosentteina
 Σe_{ohje} = jännittämissuunnitelman mukainen yhteisvenymän ohjearvo
 Σe = mitattu yhteisvenymä.

Kaikkien jänteiden jännevoiman summan poikkeaman itseisarvon ja jänteiden yhteisvenymän poikkeaman itseisarvon summan ollessa raja-arvojen ulkopuolella lasketaan kantavuuden alenema kaavasta:

$$a = k \cdot \left\{ \frac{|\Sigma e_{ohje} - \Sigma e|}{\Sigma e_{ohje}} + \frac{|\Sigma P_{ohje} - \Sigma P|}{\Sigma P_{ohje}} \right\} \quad (14)$$

missä merkinnät ovat samat kuin kaavoissa (12) ja (13).

Kaavoissa (12)...(14) olevan kertoimen k arvo saadaan taulukosta 2 sen mukaan, onko kokonaisjännevoima ja/tai jänteiden yhteisvenymä alemman ja ylemmän raja-arvon välissä, ylemmän raja-arvon yläpuolella vai alemman raja-arvon alapuolella.

Taulukko 2. Kaavoissa (12)...(17) käytettävän k -kertoimen arvot.

k	venymä raja-arvojen sisällä	venymä raja-arvojen yläpuolella	venymä raja-arvojen alapuolella
Jännevoima raja-arvojen sisällä	0	30	35
Jännevoima raja-arvojen yläpuolella	35	50	45
Jännevoima raja-arvojen alapuolella	40	55	60

2.2.9.4 Yksittäisen jänteen jännevoima ja venymä

Yksittäisen jänteen jännevoiman alittaessa alemman raja-arvon tai ylittäessä ylemmän raja-arvon jänteen venymän ollessa raja-arvojen sisällä lasketaan kantavuuden alenema seuraavasti:

$$a = \frac{2 \cdot k \cdot |P_{i,ohje} - P_i|}{\Sigma P_{ohje}} \quad (15)$$

missä

- a = kantavuuden alenema prosentteina
- $P_{i,ohje}$ = suunnitelman mukainen jännevoiman ohjearvo
- P_i = mitattu jännevoima
- ΣP_{ohje} = jännittämissuunnitelman mukainen kokonaisjännevoiman ohjearvo.

Yksittäisen jänteen venymän alittaessa alemman raja-arvon tai ylittäessä ylemmän raja-arvon jännevoiman ollessa alemman ja ylemmän raja-arvon välissä lasketaan kantavuuden alenema seuraavasti:

$$a = \frac{2 \cdot k \cdot |e_{i,ohje} - e_i|}{\Sigma e_{ohje}} \quad (16)$$

missä

- a = kantavuuden alenema prosentteina
- $e_{i,ohje}$ = suunnitelman mukainen venymän ohjearvo
- e_i = mitattu venymä
- Σe_{ohje} = jännittämissuunnitelman mukainen yhteisvenymän ohjearvo.

Yksittäisen jänteen jännevoiman poikkeaman itseisarvon ja venymän poikkeaman itseisarvon ollessa raja-arvojen ulkopuolella lasketaan kantavuuden alenema kaavasta:

$$a = 2 \cdot k \cdot \left\{ \frac{|e_{i,ohje} - e_i|}{\Sigma e_{ohje}} + \frac{|P_{i,ohje} - P_i|}{\Sigma P_{ohje}} \right\} \quad (17)$$

missä merkinnät ovat samat kuin kaavoissa (15) ja (16).

Myös tässä tapauksessa k-kertoimen arvo saadaan taulukosta 2 sen mukaan, onko yksittäisen jänteen jännevoima ja/tai venymä alemman ja ylemmän raja-arvon välissä, ylemmän raja-arvon yläpuolella vai alemman raja-arvon alapuolella.

2.2.9.5 Jännevoiman tai -venymän poikkeamisista aiheutuvan arvon-alennuksen laskeminen

Jänneraudoituksen jännevoimien ja venymien poikkeamista aiheutuva kantavuuden aleneminen saadaan kaavoista (12), (13) tai (14) saadun kokonaisjännevoimaan tai yhteisvenymään liittyvän kantavuuden alenemisen sekä kaavoista (15), (16) tai (17) saatavien yksittäisten jänteiden jännevoimaan tai venymään liittyvien kantavuuden alenemisten summana.

Jännevoiman ja jänteiden venymän poikkeamista syntyviä kantavuuden alenemisiä laskettaessa käytetään työssä käytetylle jänneraudoitukselle laskettuja jännevoiman ja venymän arvoja, joita pidetään ohjearvoina.

Arvonalentuminen lasketaan taulukon 1 mukaan saadun kantavuuden alenemisen perusteella.

2.2.10 Paaluperustukset

2.2.10.1 Paalut

Yksittäisten paalujen ja paaluryhmien arvonalennus lasketaan yksittäisen paalun tai paaluryhmän kantavuuden alenemisen perusteella taulukon 1 mukaan.

Arvonalennus määritetään paalun tai paaluryhmän kannattaman rakenneosan (päätytuki, välituki) tai koko sillan hinnan perusteella kohdan 2.2.1 periaatetta noudattaen.

Jos teräsputki- tai porapaalun poikkileikkauksen mitat jäävät poikkileikkauksen alemman raja-arvon alapuolelle, lasketaan tästä syntyvä kantavuuden alenema kohdan 2.2.3 periaatteiden mukaan (kaava 4). Jos paalu on lopputilanteessa liittorakennepaalu, käytetään teräksen ja betonin kimmomoduulien suhteelle arvoa 12 paalun poikkileikkauspinta-alaa laskettaessa. Jos paalun betonin lujuus jää alle vaaditun, kerrotaan todellinen betonipinta-ala vaaditun ja suunnitelmien mukaisen betonin lujuuden suhteella. Näin menetettäessä ei kaavan (6) mukaista puristuslujuuden alituksesta tulevaa kantavuuden alenemista tarvitse erikseen laskea.

Teräsputki- tai porapaalujen poikkileikkauspinta-alaa laskettaessa teräksen korroosiovara otetaan huomioon alkuperäisten suunnitelmien mukaisena. Jos teräspaalun vaippa toimii vain muottina, sitä ei oteta mukaan poikkileikkauspinta-alan laskelmiin.

Urakoitsija voi halutessaan lyödä paaluryhmään ylimääräisiä paaluja, jotta koko paaluryhmän kantavuus olisi suunnitelman mukainen eikä arvonalennusmenettelyä tarvitsisi soveltaa. Tämän edellytyksenä on kuitenkin, että ylimääräisille paaluille on tilaa (paalujen väliset etäisyysvaatimukset täyttyvät) ja peruslaatan raudoitus tarkistetaan uutta tilannetta vastaavaksi.

Teräsbetonista lyöntipaalua ei saa asentaa ennen kuin paalun on todettu täyttävän kaikki sille asetetut vaatimukset (mm. poikkileikkausmitat, suoruus, raudoitteiden betonipeite, puristuslujuus). Rikkoutunut paalu korvataan aina uudella vastaavalla.

Paalun asentamisen jälkeen todetun käyryyden vaikutus paalun kantavuuteen selvitetään laskelmin tapauskohtaisesti. Jos kantavuuden alenema ei vaikuta itse rakennesosan (sillan tuki tai paalulaatta) kantavuuteen lasketaan arvonalennus vain paalun hinnan perusteella. Muussa tapauksessa arvonalennus lasketaan joko ko. tuen / paalulaatan tai koko sillan / paalutetun penkereen hinnan perusteella kohdassa 2.2.1 esitetyn periaatteen mukaan

2.2.10.2 Paalun puristuskestävyys

Jos yksittäisen lyömällä asennettavan paalun geoteknisen puristuskestävyyden mitoitusarvo jää alle suunnitelmissa vaaditun, lasketaan paalun kantavuuden alenema kaavalla:

$$a = \frac{100 \cdot (R_{c,d,vaad} - R_{c,d,tod})}{R_{c,d,vaad}} \quad (18)$$

missä a = kantavuuden alenema prosentteina (arvonalennus taulukosta 1)
 $R_{c,d,vaad}$ = vaadittu paalun geotekninen puristuskestävyys
 $R_{c,d,tod}$ = mitattu (dynaaminen koekuormitus) paalun geotekninen puristuskestävyys.

Jos paaluryhmän paalujen dynaamisella koekuormituksella mitattu geoteknisen puristuskestävyyden mitoitusarvo jää alle suunnitelmissa vaaditun, lasketaan tästä syntyvä koko paalutuksen kantavuuden alenema kaavalla (18).

Paalun käyryyden vaikutus puristuskestävyyteen selvitetään tarpeen vaatiessa tapauskohtaisesti laskelmin.

Kaavaa (18) käytettäessä sallittuna vaaditun puristuskestävyyden alituksena (toleranssiluokka 2) pidetään 0 % ja toleranssiluokan 1 mukaisen alituksen arvona 10 %.

Kaivinpaalujen mahdollinen kantavuuden aleneminen lasketaan vain vaaditun puristuslujuuden alittumisen perusteella (kaava 6), Jos paalussa käytetään jollakin osalla vaippaputkea ympäröivän maan heikon leikkauslujuuden vuoksi, vaippaputken alimitaisuuden aiheuttama kantavuuden aleneminen lasketaan kaavan (4) perusteella. Jos UÄ-tutkimuksissa havaitaan paalussa harvavaluja tai muita kantavuuteen vaikuttavia virheitä, arvioidaan niiden aiheuttama kantavuuden aleneminen tapauskohtaisesti. Virheet tulee kuitenkin aina korjata tilaajan hyväksymällä tavalla.

2.2.10.3 Paalujen sijainti

Yksittäisen paalun tai paaluryhmän yhdenkin paalun ylittäessä toleranssiluokan 2 sallitun poikkeaman, lasketaan paalukuormat seuraavasti:

- Mitataan paaluryhmän kaikkien paalujen todelliset asemat ja suunnat.
- Lasketaan paaluihin syntyvät kuormat alkuperäisiä kuormitusyhdistelmiä ja todellisia paalujen asemia käyttäen.

Suurimman laskennollisen paalukuorman ($P_{Ed,max}$) tulee tällöin täyttää toleranssiluokassa 2 ehto (sallittu poikkeama):

$$P_{Ed,max} \leq k \cdot R_{c;d,vaad} , \text{ jos } R_{c;d,tod} > R_{c;d,vaad} \quad (19)$$

tai

$$P_{Ed,max} \leq k \cdot R_{c;d,tod} , \text{ jos } R_{c;d,tod} < R_{c;d,vaad} \quad (20)$$

ja vastaavasti vedolle:

$$P_{Ed,max} \leq k \cdot R_{t;d} \quad (21)$$

Toleranssiluokassa 1 kerroin $k=1,10$ ja toleranssiluokassa 2 kerroin $k=1,05$.

Jos em. ehdot eivät täyty toleranssiluokassa 1, joudutaan paaluryhmää täydentämään lisäpaaluilla.

Suurimman laskennallisen paalukuorman ylittäessä toleranssiluokan 2 arvon, mutta jäädessä pienemmäksi kuin toleranssiluokan 1 arvo lasketaan kantavuuden alenema kaavasta:

$$a = \frac{100 \cdot (P_{Ed,max} - R_{c;d,min})}{R_{c;d,min}} \quad (22)$$

missä a = kantavuuden alenema prosentteina (arvonalennus taulukosta 1)
 $R_{c;d,min} = \min\{R_{c;d,tod}; R_{c;d,vaad}\}$

Paalun sijaintipoikkeaman ylittäessä toleranssiluokan 2 raja-arvon kohdan 2.2.1 mukaista minimiarvonvähennystä ei peritä, vaan arvonalennus lasketaan kaavojen (19)...(22) ja taulukon 1 mukaan.

Jos yksittäisen paalun tai paaluryhmän sijaintipoikkeama aiheuttaa sen kannattaman rakenteen sijaintiin poikkeaman, joka ylittää ko. rakenteen toleranssiluokan 2 sallitun poikkeaman ja siitä aiheutuu paalulle tai paaluryhmälle tulevan kuorman lisääntyminen, otetaan tämä huomioon yksittäisen paalun tai paaluryhmän paalukuormia laskettaessa. Tästä aiheutuvasta mahdollisesta sillan jännemitan muutoksesta syntyvä kantavuuden alenema lasketaan kohdan 2.2.2 mukaan.

2.2.10.4 Paalulaatat ja -hatut

Paalulaatan paalujen osalla kantavuuden ja arvonalennuksen laskeminen suoritetaan edellisten kohtien periaatteiden mukaan. Paalulaatan paalutusta käsitellään paaluryhmänä. Jos paalulaatan paalut ovat jossain paalulaatan osassa pituudeltaan, maaperän ominaisuuksien osalta, loppulyöntivaatimusten osalta tai muutoin merkittävästi muista paalulaatan paaluista poikkeavia, käsitellään tällaisia paaluja omana paaluryhmänä.

Jos paalujen puristuskestävyys jää alle vaaditun, lasketaan kantavuuden aleneminen kaavan (18) mukaan.

Jos yksittäisten paalujen sijainnin toleranssiluokan 2 sallitut poikkeamat ylittyvät, täytyy todellisten paalujen asemien perusteella laskettujen paalukuormien täyttää kaavojen (19)...(21) ehdot. Mahdollinen paalulaatan paalujen kantavuuden alenema lasketaan kaavan (22) mukaan.

Paalulaatan jännemitan (yhden tai useamman samansuuntaisessa rivissä olevan paalun väli) ylemmän raja-arvon ylittyessä lasketaan kantavuuden alenema kuten kohdassa 2.2.2 (kaava 1).

Paalulaatan ja paaluhatun korkeusmitan alemman raja-arvon alittuessa lasketaan kantavuuden alenema kuten kohdassa 2.2.3 (kaava 3). Korkeus tarkastetaan erikseen laattaosalla ja palkkiosalla.

Paalulaatan ja -hatun puristuslujuuden alittaessa vaatimuksen lasketaan arvonalennus kohdan 2.2.5 mukaisesti (kaava 7).

Paaluhatun sivumitan alemman raja-arvon alittuessa lasketaan kantavuuden alenema kohdan 2.2.3 kaavasta (2).

Arvonalennus lasketaan paalulaatan kaistan (samansuuntaisten paalujen rivi) tai nelinkertaisen paaluhatun ja sen kannattaman rakenteen hinnan mukaan. Paalulaatan arvonalennuksia laskettaessa ei kuitenkaan käytetä pienempää kaistan leveyttä kuin 3,0 m.

Betonipeitteen paksuuden alemman raja-arvon alittuessa lasketaan arvonalennus kohdan 2.4.3 mukaan.

2.2.11 Teräsputkisillat

Jokaisesta teräsputkisiltaan syntyneestä kolhusta peritään 500 €:n arvonalennus edellyttäen, että teräsputken korjaamista ei katsota välttämättömäksi ja että putki voidaan kolhuista huolimatta ottaa käyttöön. Kolhujen aiheuttama ulkonäköhaitta ja siitä johtuva arvonalennus arvioidaan erikseen.

2.2.12 Muut materiaalit ja erikoisrakenteet

Muun materiaalin kuin betonin vaaditun lujuuden alittuessa tai jonkin erikoisrakenteen osoittautuessa kantavuudeltaan puutteelliseksi, määritetään kantavuuden alenema laskennallisen tarkastelun perusteella.

2.3 Sillan käytettävyys

2.3.1 Yleistä

Sillan käytettävyyttä arvioidaan sillan sijainnin, leveyden, kulkuaukkojen mittojen, ajotien tasaisuuden ja kaltevuuksien sekä varusteiden ja laitteiden toimivuuden perusteella.

2.3.2 Sillan sijainti, kaltevuus ja suunta

Jos sillan sijainnin, kaltevuuden tai suunnan poikkeama on sallittua suurempi, määritetään arvonalennukset kussakin tapauksessa erikseen ottaen huomioon poikkeamasta aiheutuva haitta sillan käytölle ja siltaan liittyvän väylän rakennuskustannusten lisääntymiselle.

2.3.3 Sillan, ajotien ja jalkakäytävien leveydet sekä kulkuaukot

Sillan ajotien tai jalkakäytävän leveyden, vapaa-aukon, kulkukorkeuden (ajoradan kohdalla tien pinnasta tai rautatiellä kiskonselästä yläpuoliseen rakenteeseen mitattu pienin pystysuora etäisyys) tai kulkuaukon vapaan korkeuden alemman sallitun poikkeaman raja-arvon alittuessa (toleranssiluokka 2) lasketaan arvonalennus seuraavasti:

$$V = \frac{100 \cdot (f_{ohje} - f)^2 \cdot K}{f_{ohje}^2} \quad (23)$$

missä

V	=	arvonalennus
f_{ohje}	=	mitan ohjearvo
f	=	pienin mitattu mitta
K	=	kustannus, joka saadaan taulukosta 3.

Sillanrakentamisen ja -korjaamisen arvonmuutosperusteet - SAP 2014

Taulukko 3. Arvonlennusten laskennassa käytettävät kustannukset (K) poikkeavuudesta kärsimään joutuvan liikennemuodon perusteella (alv 0 %). (S = sillan päällysrakenteen hinta (alv 0 %) sillä osalla, missä poikkeavuus esiintyy).

Tarkasteltava mitta	Vene- tai laiva-liikenne	Auto-liikenne	Jk-, pp- ja huolto-liikenne	Rautatie-liikenne
Sillan tai ajotien leveys	-	S	-	S
Jalkakäytävän leveys	-	-	S	-
Kulkuaukon vapaa korkeus	S	S	S	2S
Kulkukorkeus	S	S	S	S
Vapaa leveys / kulkuaukon leveys	S	S	S	2S
Huoltokäytävän leveys	-	-	-	S

Jos siltaa käyttää usea eri liikennemuoto, lasketaan arvonlennus kaikille liikennemuodoille aiheutuneiden haittojen perusteella.

Vastaavasti menetellään, jos sillan ali kulkee usea eri liikennemuoto.

Jos leveydet tai kulkuaukkojen mitat ovat määräytyneet muiden kuin liikenteen vaatimusten perusteella, voi tilaaja luopua arvonlennusten perimisestä joko kokonaan tai osittain.

2.3.4 Sillan, ajotien ja jalkakäytävän tasaisuus, kaltevuus ja liukkaus

Arvonmuutosten määrittämisessä noudatetaan kulloinkin voimassa olevia Liikenneviraston urakkakohtaisia asfalttipäällysteitä koskevia arvonmuutosperusteita.

2.3.5 Varusteiden ja laitteiden toimivuus

Liikuntasauimalaitteiden, kuivatuslaitteiden, rautatiesillan tukikerroksen katkaisulaitteiden, laakereiden, kaiteiden, kosketussuojien, nivelten, koneistojen ja ohjaamoiden, suojalaitteiden sekä muiden varusteiden ja laitteiden toimivuudessa havaittujen puutteellisuuksien vaikutukset väylän ja sillan käytettävyyteen sekä niiden perusteella määräytyvät arvonlennukset lasketaan kussakin tapauksessa erikseen.

Rautatiesillan tukikerroksen katkaisulaitteen tai kosketussuojien osalla minimiarvonlennus on 3000 €.

Arvonlennuksen suuruuteen vaikuttavat mm. virheestä sillan käytölle aiheutuvan haitan suuruus ja mahdolliset tulevat korjauskustannukset.

2.4 Rakenteiden säilyvyys

2.4.1 Yleistä

Rakenteiden säilyvyyttä arvioidaan rakennusaineiden säilyvyysominaisuuksien sekä rakenteiden pintojen ja pinnoitteiden laadun perusteella.

2.4.2 Betonin pakkasenkestävyys

Betonin pakkasenkestävyyden alittaessa ohjearvon, lasketaan arvonalennus kaavoja (24) ja (25) käyttäen. Kaavoja sovelletaan sellaisenaan massiivisiin peruslaattoihin, kansilaattoihin ja niihin verrattaviin rakenneosiin. Pilarimaisissa välituissa ja palkkirakenteisissa kansirakenteissa ja muissa vastaavissa rakenneosissa kaavojen antama arvonalennus kerrotaan kahdella ja reunapalkeissa viidellä.

Toleranssiluokassa 2 pakkasenkestävyysluokan vaatimus ei voi alittua lainkaan ja toleranssiluokassa 1 20 %.

Jos P-lukujen (mittaustulosten) keskiarvo alittaa vaatimuksen, lasketaan arvonalennus kaavaa (24) käyttäen.

$$V = \left\{ \frac{4 \cdot (P_{ohje} - P)^2}{P_{ohje}^2} - 0.03 \right\} \cdot K \quad (24)$$

missä V = arvonalennus
 K = niiden rakenneosien hinta, joissa poikkeavuus esiintyy
 P_{ohje} = pakkasenkestävyysluvun ohjearvo
 P = laskettujen pakkasenkestävyyslukujen keskiarvo.

Jos useampi kuin yksi kolmesta peräkkäisestä P-luvusta alittaa vaatimuksen enintään 20 %:lla, lasketaan arvonalennus kaavaa (25) käyttäen.

$$V = \frac{2 \cdot n \cdot P_{ohje} \cdot K}{5 \cdot N \cdot P} \quad (25)$$

missä n = raja-arvon alittavien yksittäisten mittaustulosten määrä
 N = kaikkien mittausten lukumäärä
 P = yksittäinen alittava pakkasenkestävyysluku tai alittavien pakkasenkestävyyslukujen keskiarvo.

Betonia tarkastellaan yleensä arvosteluerittäin. Jos alitus voidaan kohdistaa arvosteluerää pienempään määrään betonia, lasketaan arvonalennus vastaavien rakenneosien hintojen perusteella.

Kun kyseessä on vesirajassa oleva pilari tai maatuki, käytetään hintaa K (ks. kaavat 24 ja 25) määritettäessä lähtökohtana teoreettista rakenne-osaa, jonka korkeus on aina vähintään 3,0 m ja poikkileikkaus sama kuin tarkasteltavan rakenteen poikkileikkaus keskiveden korkeudella. Jos todellisen rakenneosan korkeus on suurempi kuin 3,0 m, lasketaan hinta K todellisen rakenneosan hintana.

2.4.3 Betonipeitteen paksuus

Raudoitteita tai työraudoitteita suojaavan betonipeitteen paksuuden ollessa pienempi kuin betonipeitteen toleranssiluokan 2 mukainen arvo, mutta suurempi kuin betonipeitteen toleranssiluokan 1 mukainen arvo, määritetään arvonalennus seuraavasti:

$$V = A \cdot 500 \text{ €/m}^2 \quad (26)$$

missä V = arvonalennus

A = alue, jossa raudoitteet (esimerkiksi pää-, haka- tai työraudoitteet) ovat liian lähellä pintaa (m^2).

Betonipeitteen paksuuden vähimmäisarvon alittuessa yhden terästangon kohdalla käytetään pinta-alaa A laskettaessa laskennallista leveyttä $b = 200$ mm.

Kaavaa sovelletaan myös muiden ruostuvien ja suojaamattomien betonin sisään jäävien teräsosien betonipeitteiden alituksiin ja silloin, kun muottikankaan poimut ovat niin syviä, että niiden kohdalla betonipeitteen paksuuden vähimmäisarvo alittuu.

2.4.4 Betonipinnan huokoisuus

Jos betonipinnassa esiintyy sallittua suurempi määrä valuhuokosia, määritetään arvonalennus kaavan (27) mukaisesti, jolloin A = alue, jossa valuhuokosia esiintyy sallittua enemmän.

$$V = A \cdot 300 \text{ €/m}^2 \quad (27)$$

2.4.5 Betonipinnan harvavalut

Jos betonipinnassa on sallittua enemmän tai sallittua laajempia harvavaluja, peritään niistä jokaisesta arvonalennus:

$$V = A \cdot 10000 \text{ €/m}^2 \quad (28)$$

missä A = yksittäisen harvavalun pinta-ala (m^2), joka on sen suorakaiteen pinta-ala, jonka sisään paikattu harvavalu mahtuu kokonaisuudessaan.

Jännitetyissä silloissa sillan tukialueella poikkileikkauksen ylimmässä kolmanneksessa, kenttäalueella poikkileikkauksen alimmassa kolmanneksessa tai jännitetyn sillan ankkurointialueella sijaitsevan harvavalun arvonalennus on kaavan (28) nelinkertainen arvo.

Tällöin tukialueeksi lasketaan alue, joka ulottuu tuen viereisen jännemitan viidenneksen päähän välituolta ja kenttäalueeksi kunkin jänteen em. tukialueiden väliin jäävän alueen. Sillan päätytuella kenttäalue ulottuu pään ankkurointialueeseen saakka. Ankkurointialue käsittää sillan päällysrakenteen pään sen rakennekorkeuden pituisella matkalla. Väliankkureiden kohdalla ankkurointialue ulottuu 2,0 metrin päähän ankkurilevystä tai -kappaleesta sen takapuolelle ja metrin jänteen kummallekin puolelle. Passiiviankkurin ankkurointialue on ankkurointilevyä tai -kappaletta käytettäessä samanlainen kuin väliankkurin kohdalla ja 'vispiläankkureita' käytettäessä ankkuri-alue alkaa 'vispilän' kärjestä ja ulottuu metrin verran jännemenetelmän mukaisten hakojen takapuolelle alueen leveyden ulottuessa metrin jänteen kummallekin puolelle.

Jännittämättömissä betonisilloissa sillan tukialueella poikkileikkauksen alimmassa kolmanneksessa tai kenttäalueella poikkileikkauksen ylimmässä kolmanneksessa sijaitsevan harvavalun arvonlennus on kaavan (28) kaksinkertainen arvo. Tällöin tukialueeksi lasketaan alue, joka ulottuu tuen viereisen jännemitan viidenneksen päähän välituilta ja kenttäalueeksi kunkin janteen em. tukialueiden väliin jäävä alue. Sillan päässä kenttäalue alkaa reunajanteen kymmenesosan päässä päätytuelta.

Jokaisesta vaatimukset alittavasta yksittäisestä harvavalusta peritään kuitenkin aina vähintään 400 €:n arvonlennus.

Kaikki harvavalut, myös sallitut, korjataan aina.

2.4.6 Betonin jälkihoito

Jos betonipinnan jälkihoito on jäänyt kokonaan tekemättä tai on käytetty jälkihoitoainetta, jota Liikennevirasto ei ole hyväksynyt silloissa käytettäväksi, arvonlennus on 12 % sen rakennusosan hinnasta, johon heikon jälkihoidon vaikutus kohdistuu. Reunapalkeissa arvonlennus on 60 % ja pilareissa 24 % rakenneosan hinnasta. Jos jälkihoito on jäänyt osittain tekemättä, tarkastellaan arvonlennus tapauskohtaisesti.

2.4.7 Metallirakenteen pinnoite

2.4.7.1 Pinnoitteen paksuuden alitus tai ylitys

Jos tarkastusalueella tehdyssä kalvonpaksuusmittauksessa yksittäisistä kalvonpaksuuden mittaustuloksista n kpl on vähemmän kuin 80 % nimelliskalvonpaksuudesta eikä paksuutta vaadita korjattavaksi, peritään arvonlennusta seuraavasti:

$$V = \frac{n \cdot K}{(1 - p/100)^2 \cdot N} \quad (29)$$

missä

V	=	arvonlennus
n	=	nimelliskalvonpaksuuden alittavien mittaustulosten lukumäärä tarkastusalueella
p	=	nimelliskalvonpaksuuden alittavien mittausten alitusten keskiarvo (%)
N	=	kaikkien mittaustulosten lukumäärä tarkastusalueella
K	=	pinnoitteen hinta tarkastusalueella pinnan puhdistuksineen.

Jos kalvonpaksuusmittauksessa yhdellä tarkastusalueella paikallinen kalvonpaksuus eli mittausaluiden kalvonpaksuusmittausten keskiarvo alittaa nimelliskalvonpaksuuden eikä paksuutta vaadita korjattavaksi, määritetään arvonlennus seuraavasti:

$$V = \frac{p \cdot K}{50} \quad (30)$$

missä

V	=	arvonlennus
p	=	paikallisen kalvonpaksuuden alitus nimelliskalvonpaksuuteen verrattuna (%)
K	=	pinnoitteen hinta tarkastusalueella pinnan puhdistuksineen.

Samaa kaavaa sovelletaan myös silloin kun paikallinen kalvonpaksuus on yli kaksinkertainen nimelliskalvonpaksuuteen verrattuna eikä ylipaksuutta vaadita korjattavaksi. Kaavan termi "p" on silloin paikallisen kalvonpaksuuden prosentuaalinen ylitys kaksinkertaiseen nimelliskalvonpaksuuteen verrattuna.

Kaavoja (29) ja (30) sovelletaan erikseen sekä pohjamaalille että kokonaiskalvonpaksuudelle. Pinnan puhdistuksen ja pohjamaalin hinta otetaan arvonlennusta määritetäessä huomioon kuitenkin vain kertaalleen.

Edellä esitettyjä menettelyjä sovelletaan myös teräspuutkisoltoihin.

2.4.7.2 Tartuntavetolujuus

Jos tartuntavetolujuuden mittaustulosten keskiarvo alittaa ohjearvon, lasketaan arvonlennus seuraavasti, ellei pintakäsittelyä vaadita uusittavaksi:

$$V = \frac{5 \cdot (T_{ohje} - T)^2 \cdot K}{T_{ohje}^2} \quad (31)$$

missä V = arvonlennus
 T_{ohje} = tartuntavetolujuuden ohjearvo (N/mm²)
 T = mitattujen tartuntavetolujuuksien keskiarvo (N/mm²)
 K = pinnoitteen hinta tarkasteltavalla alueella pinnan puhdistukseen.

Edellä esitettyä menettelyä sovelletaan myös teräspuutkisoltoihin.

2.4.8 Betonipinnan vedeneristys, tiivistys ja pinnoitus

2.4.8.1 Eristettävän pinnan laatu

Eristettävälle pinnalle ei saa jäädä vesipesiä. Vesipesät on aina korjattava epoksilla tai epoksin ja hiekan seoksella.

Suunnitelmassa esitetyn vastaviisteen puuttumisesta reunapalkin vieressä peritään arvonlennusta 100 €/m. Kumibitumilla tai kumibitumilla ja kermillä tehdystä vastaviisteestä arvonlennus on puolet edellä esitetystä.

Jos eristettävä tai tiivistettävä pinta ei täytä muilta InfraRYL:n jakson 42000 luvussa 42300 mainituilta ominaisuuksiltaan sille asetettuja vaatimuksia eikä alustaa vaadita korjattavaksi, arvonlennus määritetään seuraavasti:

$$V = A \cdot 50 \text{ €/m}^2 \quad (32)$$

missä A = pinnan ala, joka ei täytä vaatimusta (m²).

Jos pinnalle asetetut vaatimukset alittuvat usean ominaisuuden osalta, korotetaan kaavan (32) mukaista arvonlennusta vastaavasti.

2.4.8.2 Eristyksen, tiivistyksen tai pinnoitteen tartuntavetolujuus

Eristyksen, tiivistyksen tai pinnoitteen tartuntavetolujuuden mittaustulosten keskiarvon alittaessa nimellisarvovaatimuksen lasketaan arvonalennus seuraavasti:

$$V = \frac{t^2 \cdot K}{1000} \quad (33)$$

missä V = arvonalennus
t = kaikkien mittaustulosten keskiarvon alitus ilmaistuna %
nimellisarvovaatimuksesta
K = kannen pintarakenteen tai pinnoitteen hinta.

Jos alustasta irti oleva kohta on avattu ja kermi kiinnitetty uudelleen, jätetään siltä alueelta tehdyt, alittavat mittaustulokset pois arvonalennusta laskettaessa ja niiden tilalle tehdään uudet mittaukset.

2.4.8.3 Eristyksen tai pinnoitteen kerrospaksuus

Eristyksen tai pinnoitteen paksuuden alittaessa alemman raja-arvon (esim. mastiksi-, ja polyuretaanieristeet ja erilaiset betonirakenteiden pinnoitteet), lasketaan arvonalennus seuraavasti ellei eristystä / pinnoitetta vaadita uusittavaksi:

$$V = \frac{k \cdot (P_{ohje} - P)^2 \cdot K}{P_{ohje}^2} \quad (34)$$

missä V = arvonalennus
P_{ohje} = paksuuden ohjearvo
P = mitattu paksuus (keskimääräinen tai minimipaksuus)
K = kannen pintarakenteen tai pinnoitteen hinta
k = 3, kun P:n arvona käytetään keskimääräistä paksuutta ja
= 1, kun P:n arvona käytetään mitattua minimipaksuutta.

Näin lasketuista arvonalennuksista suurempi on määrävä.

Jos kermien limitys on tehty väärinpäin, eristys uusitaan.

Jos mastiksin keskimääräinen tai suurin paksuus ylittää ylemmän raja-arvon, lasketaan arvonalennus kaavasta (34) jakamalla näin saatu arvonalennus kahdella.

2.4.8.4 Eristysmateriaalin palautuma ja pehmenemispiste

Eristysmastiksin palautuman tai pehmenemispisteen alittaessa ohjearvon lasketaan arvonalennus seuraavasti:

$$V = \frac{2 \cdot (P_{ohje} - P)^2 \cdot K}{P_{ohje}^2} \quad (35)$$

Missä V = arvonalennus
P_{ohje} = palautuman (%) tai pehmenemispisteen (°C) ohjearvo
P = mitattu palautuma (%) tai pehmenemispiste (°C)
K = kannen pintarakenteen hinta.

Eristysmateriaalin ollessa kumibitumia (tai muuta erikseen hyväksyttyä liimausbitumia) palautuman ja/tai pehmenemispisteen alittaessa nimellisarvon lasketaan arvonalennus kaavasta (35) siten, että saatu lukuarvo jaetaan kahdella.

2.4.8.5 Eristysmastiksin painuma

Eristysmastiksin painuman ylittäessä tai alittaessa ohjearvon lasketaan arvonalennus seuraavasti:

$$V = \frac{2 \cdot (p - p_{ohje})^2 \cdot K}{p_{ohje}^2} \quad (36)$$

missä V = arvonalennus
 p = mitattu painuma (mm)
 p_{ohje} = painuman ohjearvo (mm)
 K = kannen pintarakenteen hinta.

2.4.9 Vedeneristyksen suojakerros

2.4.9.1 Asfalttibetoni ja tasausmassa

Arvonalennus määritetään kulloinkin voimassa olevien Liikenneviraston julkaisemien päällystystöiden arvonmuutosperusteiden mukaisesti.

2.4.9.2 Muut suojakerrokset

Suojabetonin tai muusta materiaalista tehdyn suojakerroksen arvonalennukset määritetään tapauskohtaisesti soveltaen mahdollisuuksien mukaan edellä esitetyjä arvonalennusperusteita.

2.4.10 Asfalttipäällyste

Arvonalennukset määritetään kulloinkin voimassa olevien Liikenneviraston julkaisemien asfalttipäällysteiden massamäärää, tyhjätilaa, saumoja, lajittumia ja halkeamia sekä päällystemassan sideainepitoisuutta ja -määrää, rakeisuutta, täytejauheen pitoisuutta ja laatua sekä kiviainesta ja tartuketta koskevien arvonalennusperusteiden mukaisesti.

2.5 Sillan ulkonäkö

2.5.1 Yleistä

Sillan ulkonäköä arvioidaan ja arvonalennukset määritetään sillan ja sen osien muodon ja mittatarkkuuden sekä pintojen laadun perusteella.

Jos sillan rakennussuunnitelmassa ei ole mainintaa Liikenneviraston Siltapaikka- luokituksen mukaisesta siltapaikkaluokituksesta tai silta on luokiteltu kuuluvaksi luokkaan III tai IV, peritään ulkonäkövirheistä johtuvat arvonalennukset jäljempänä kohdissa 2.5.2–2.5.7 esitettyjen suuruisina, mutta luokassa II puolitoista- ja luokassa I kaksinkertaisina.

2.5.2 Rakenteen muoto ja käyryys

Rakenteen muodon tai käyryyden (InfraRYL:n jakson 42000 kohdat 42001.2.4.3, 42001.2.4.4, 42001.2.4.6 ja 42001.2.4.11 sekä luvut 42210 ja 42060 sekä Standardin SFS-EN 1090-2 soveltamisohjeen, Teräsrakenteiden toteutus NCCI T kohdat 3.10.2 ... 3.10.4) ylittäessä raja-arvon lasketaan arvonalennus seuraavista kaavoista:

Rakenteen muodon ylittäessä raja-arvon arvonalennus lasketaan kaavasta:

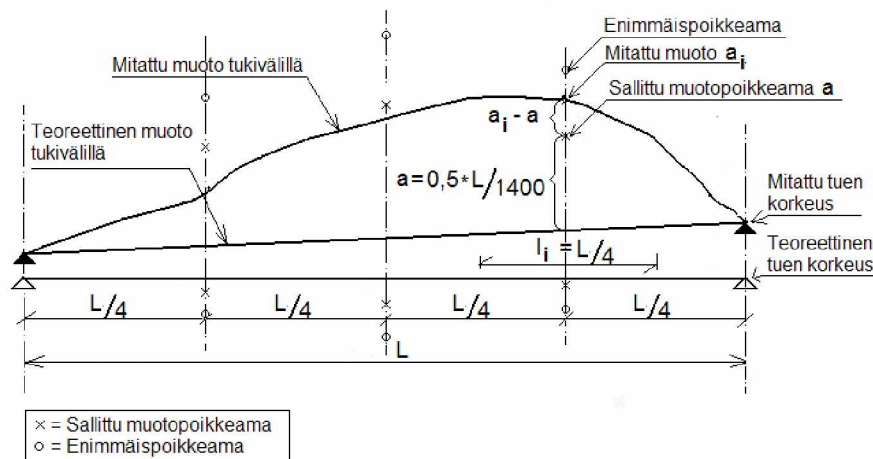
$$V_{mp} = \sum \frac{(a_i - a_{r,i})^2 \cdot L \cdot K_i}{10 \cdot a_{r,i}^2 \cdot l} \quad (37)$$

- missä
- V_{mp} = arvonalennus muotopoikkeamasta
 - a_i = toleranssin ylittävä poikkeama rakenteen teoreettiseen muotoon (ohjearvoon) verrattuna poikkeavuuden mittauskohdassa i (kuva 1)
 - $a_{r,i}$ = poikkeaman raja-arvo (toleranssiluokka 2) poikkeavuuden mittauskohdassa i.
 - L = tarkasteltavan sillan jänteen pituus tai tarkasteltavan rakenneosan pituus
 - l = L/n , mittausvälin pituus (InfraRYL taulukko 42001:T1) jokaisen mittauspisteen kohdalla arvonalennusta laskettaessa InfraRYL kohtien 42001.2.4.3 tai 42001.2.4.4 ja kuvan 1 mukaisesti tai Standardin SFS-EN 1090-2 soveltamisohjeen, Teräsrakenteiden toteutus NCCI T taulukoiden 5 ja 6 mukainen rakenteen / rakenneosan mittausvälin pituus
 - K_i = rakenteen hinta kunkin mittausvälin l pituudelta.

Jos muotopoikkeamaan liittyy lisäksi InfraRYL:n jakson 42000 kohdan 42001.2.4.6 mukainen yksi peräkkäisten $1/n$ -pisteiden muotopoikkeamien sallittua suurempi keskinäinen ero, kerrotaan kaavasta (37) saatu arvonalennus kertoimella 1,5. Jos näitä sallittua suurempia eroja on samassa muotopoikkeamassa kaksi, on tämä kerroin 2.

Jos sillan kannessa on InfraRYL:n jakson 42000 kohdan 42001.2.4.6 tarkoittama vierekkäisten $1/n$ -osapisteiden mukainen muotopoikkeama mutta ei kohtien 42001.2.4.3 ja 42001.2.4.4 mukaista muotopoikkeamaa, lasketaan arvonalennus kaavasta (37). Muotopoikkeaman pituus on tällöin näiden vierekkäisten $1/n$ -osapisteiden keskinäinen etäisyys l . Tällöin kaavassa (37) a_i on todellinen peräkkäisten tarkastelupisteiden välinen muotoero ja $a_{r,i}$ eron sallittu arvo toleranssiluokan 2 mukaan.

Teräsputkisillan muotopoikkeamaa tarkasteltaessa mittausvälin pituus on aina teräsputken vaakasuuntainen halkaisija ($l = D$).



Kuva 1. Muoto poikkeama a_i (Yksijänteinen silta, tasausviiva suora).

Standardin SFS-EN 1090-2 soveltamishojeen, Teräsrakenteiden toteutus NCCI T taulukon 5 mukaiset käyryydet tarkastellaan kaavan (37) mukaan muoto poikkeamina.

Rakenteen käyryyden ylittäessä raja-arvon arvonlennus lasketaan kaavasta:

$$V_{kp} = \sum \frac{(a_i - a)^2 \cdot K_i}{2 \cdot (1 + l_i/5) \cdot a^2} \quad (38)$$

- missä
- V_{kp} = arvonlennus käyryyspoikkeamasta
 - a_i = suurin toleranssiluokan 2 ylittävä käyryyden poikkeama rakenteen teoreettiseen muotoon verrattuna mittausvälillä l_i (ks. kuva 2)
 - a = käyryyden raja-arvo (toleranssiluokka 2) a_i :tä laskettaessa käytetyllä mittausvälillä l_i
 - l_i = käyryyspoikkeaman a_i sisältävä mittausvälin pituus, $2,0 \text{ m} \leq l_i \leq l_{i,k}$ ja mittausvälin l_i tulee olla kokonaan mittausvälin $l_{i,k}$ sisällä (kuva 2). Tukirakenteissa mittausvälinä käytetään kuitenkin enintään tuen matkalla mitatun suurimman yksittäisen poikkeaman ja tuen pään välistä kaksinkertaista etäisyyttä.
 - $l_{i,k}$ = mittausväli, jolla tarkasteltavan käyryyspoikkeaman kohdalla $a_{i,k} = a_k$ eli sallittu poikkeama mittausvälillä $l_{i,k}$. Ehdon $l_{i,k} \leq L/N$ (vrt. kaava 37) tulee olla voimassa (kuva 2).
 - K_i = rakenteen hinta mittausvälin $l_{i,k}$ pituudella (kuva 2).

Teräsputkisillan käyryyspoikkeamaa tarkasteltaessa mittausvälin $l_{i,k}$:na arvona käytetään aina teräsputken vaakasuuntaista halkaisijaa ($l_{i,k} = D$).

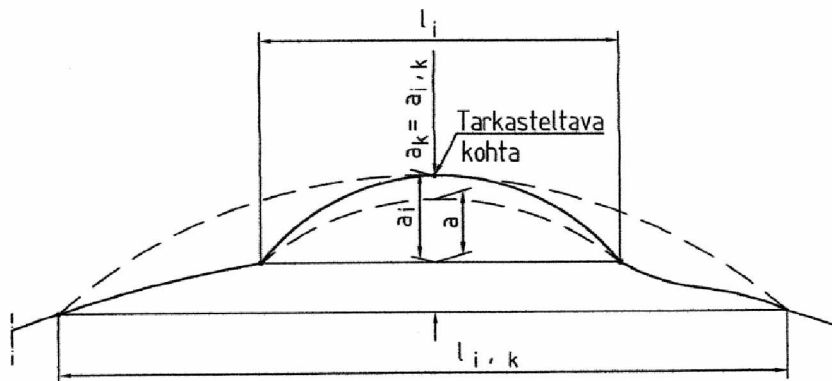
Jos käyryyden raja-arvojen ylityksiä on useita (kuva 3), lasketaan arvonlennus jokaisesta ylityksestä erikseen ja näin lasketut arvonlennukset lasketaan yhteen (kaava 38).

Jos rakenteen tai sen osan sekä muoto että käyryys ylittyvät joko osittain tai kokonaan samalla alueella, peritään arvonlennus kyseiseltä alueelta kummankin poikkeaman osalta erikseen ja näin saadut arvonlennukset lasketaan yhteen.

Jos muoto- tai käyryyspoikkeama on sillan päällysrakenteessa vain toisella puolella siltaa, lasketaan rakenteen hinta poikkeaman sisältävän sillan puolikkaan osalta.

Jos kyseessä on pilari, kerrotaan kaavasta (38) saatu arvonalennus kahdella, reuna-
palkeissa neljällä ja kaiteissa viidellä.

Kaiteen yläjohteen yksittäisistä toleranssin ylittävistä taitteista peritään arvonalen-
nusta 1000 €/taite.



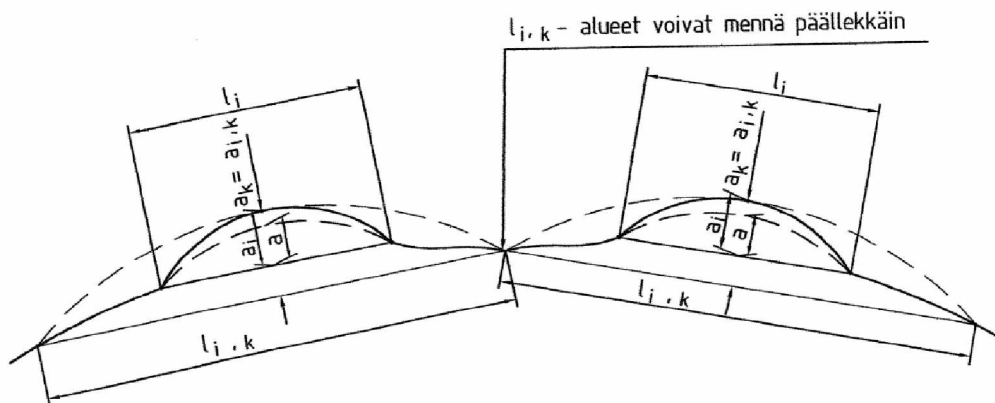
$l_{i,k} = \leq L/N =$ mittausväli, jolla $a_k = a_{i,k}$

$l_i =$ Mittausväli, jolla $\left(\frac{a-a_i}{a}\right)^2$ saa suurimman arvonsa, joka on mittausvälin $l_{i,k}$ sisällä ja joka ≥ 2 metriä

$a = l_i / (20 \times l_i + 300)$

$a_k = l_{i,k} / (20 \times l_{i,k} + 300) = a_{i,k}$ tarkasteltavassa kohdassa

Kuva 2. Yksittäinen käyryyspoikkeama a_i .



Kuva 3. Useita käyryyspoikkeamia a_i .

2.5.3 Rakenteen kallistuma

Kallistuman ylittäessä raja-arvon määritetään arvonalennus seuraavasti:

$$V = \frac{(b - b_{raja})^2 \cdot K}{10 \cdot b_{raja}^2} \quad (39)$$

missä V = arvonalennus
 b = kallistuma (‰)
 b_{raja} = kallistuman raja-arvo (‰)
 K = kallistuneen rakenneosan maanpäällisen osan hinta.

Tätä arvonalennusperustetta sovelletaan myös arkku- ja kasuuniperustuksiin.

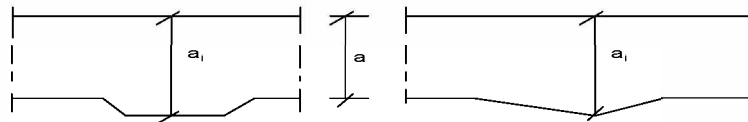
2.5.4 Mittapoikkeama

Sillan näkyvän osan mitan (esim. pilarin leveys tai palkin korkeus) ylittäessä tai alittaessa raja-arvon, määritetään arvonalennus seuraavasti:

$$V = \frac{5 \cdot |a_i - a| \cdot K}{a} \quad (40)$$

missä V = arvonalennus
 a_i = rakenneosan mitta
 a = mitan raja-arvo
 K = rakenneosan hinta.

Sillan näkyvän osan mitan alittaessa tai ylittäessä paikallisesti raja-arvon määritetään arvonalennus kertomalla edellä esitetyllä tavalla lasketut arvonalennukset kahdella (ks. kuva 4).



Kuva 4. Paikallisia mittapoikkeamia

2.5.5 Betonipinnan laatu

2.5.5.1 Pinnan käyryys ja aaltoilu

Tätä arvonalennusta määritettäessä mitataan pinnan käyryys ja aaltoilu 1,5 m:n oikolaudalla. Jos näkyviin jäävän betonipinnan laatu on pinnan käyryyden tai aaltoilun osalta yhtä luokkaa alhaisempi kuin vaadittu laatu, määritetään arvonalennus kaavasta (42). Jos näkyviin jäävän pinnan laatu on pinnan käyryyden tai aaltoilun osalta kaksi luokkaa alhaisempi kuin vaadittu laatu, on arvonalennus kaavasta (42) laskettu arvonalennus kaksinkertaisena. Pinnan käyryyden ja aaltoilun arvonalennusta laskettaessa A= vajaalaatuisen pinnan ala (m²), joka on sen suorakaiteen pinta-ala, jonka sisälle vajaalaatuinen pinta mahtuu kokonaisuudessaan, kuitenkin vähintään 1 m².

2.5.5.2 Muut laatutekijät

Jos näkyviin jäävän betonipinnan laatu muiden kuin kohdassa 2.5.5.1 mainittujen laatutekijöiden, esimerkiksi huokoisuuden tai paikkauksesta ja muista syistä aiheutuneen värisävyn vaihtelun takia on yhtä luokkaa alhaisempi kuin vaadittu laatu, lasketaan arvonalennus seuraavasti:

$$V = A \cdot 200 \text{ €/m}^2 \quad (41)$$

missä V = arvonalennus
A = vajaalaatuisen pinnan osuus näkyvästä betonipinnasta (m²), joka on sen suorakaiteen pinta-ala, jonka sisälle vajaalaatuinen pinta mahtuu kokonaisuudessaan.

Jos näkyviin jäävän betonipinnan laatu muiden kuin kohdassa 2.5.5.1 mainittujen laatutekijöiden osalta on kaksi luokkaa alhaisempi kuin vaadittu laatu, on arvonalennus

$$V = A \cdot 400 \text{ €/m}^2 \quad (42)$$

Jos näkyviin jäävällä betonipinnalla on värisävyltään poikkeavia alueita (esim. paikkauksia tai injektoituja halkeamia) tai ulkonäöltään häiritsevää muottikankaan rypyisyyttä, lasketaan arvonalennukset kaavan (42) avulla. Vajaalaatuisen pinnan alana (A) käytetään sen suorakaiteen pinta-alaa, jonka sisälle vajaalaatuinen pinta mahtuu kokonaisuudessaan, kuitenkin vähintään 1 m².

Muottikankaan rypyisyydestä johtuva arvonalennus lasketaan siltä pinta-alalta, minkä ulkonäön muottikankaan rypyisyys tarkasteluetäisyydeltä katsottuna heikentää.

2.5.6 Teräs- ja puurakenteen pinnan laatu

Jos teräs- tai puurakenteen näkyvällä pinnalla on värisävyltään tai kiilloltaan selvästi muusta pinnasta poikkeavia alueita tai teräsrakenteen pinnalla betoniroskeita, määritetään arvonalennus edellisessä kohdassa esitetyn kaavan (41) avulla.

Jos liittopalkkisillan ylälaipan näkyviin jäävillä pinnoilla on betoniroskeita, lasketaan arvonalennus kaavan (41) mukaan niin, että A on sen laipan osan pituus (m), jolla betoniroskeita esiintyy, ja kaavan laatu on €/m.

2.5.7 Asfaltti- ja betonipäällysteen ulkonäkö

Asfalttipäällysteen pinnalla olevista poikkeamista arvonalennus määritetään kulloinkin voimassa olevan Liikenneviraston julkaiseman ohjeen "Päällysteet Yleiset arvonvähennysperusteet" mukaisesti.

Jos betonipäällysteen pinnalla on värisävyltään poikkeavia alueita (esim. injektoituja tai muulla tavalla täytettyjä halkeamia) lasketaan arvonalennukset kohdassa 2.5.5 esitetyllä kaavalla (41), jolloin A on vähintään 1 m².

3 Sillankorjaamisen arvonalennusperusteet

3.1 Yleistä

3.1.1 Arvonalennusten enimmäis- ja vähimmäismäärät

Arvonalennuksen vähimmäismäärä yksittäisestä toleranssin ylityksestä tai muusta poikkeavuudesta on yleensä 500 € mutta kantavuuden ja säilyvyyden alituksista 1000 €.

Työkokonaisuuksista perittävien arvonalennusten enimmäismäärä on sama kuin työkokonaisuuden hinta.

3.1.2 Rakenneosan tai työkokonaisuuden hinnan laskeminen

Rakenneosan tai työkokonaisuuden hinnalla tarkoitetaan valmiin rakenneosan tai työkokonaisuuden hintaa yleis- ym. kustannuksineen ilman arvonlisäveroa.

Rakenneosan tai työkokonaisuuden hinta lasketaan prosentuaalisena osuutena korjaustyön urakkahinnasta. Prosentuaalinen osuus lasketaan suunnittelijan tekemästä korjaustyön kustannusarviosta. Jos useamman sillan korjaustyön sopimuksessa ei ole esitetty siltakohtaisia urakkahintoja, kunkin sillan prosentuaalinen osuus koko urakkahinnasta lasketaan suunnittelijan tekemien siltakohtaisten kustannusarvioiden perusteella.

Tarvittaessa rakenneosan tai työkokonaisuuden hinnan laskemisessa voidaan käyttää hyväksi urakan maksuerätaulukkoa tai sopimuksessa ilmoitettuja lisä- ja muutostöiden hintoja.

3.2 Korjatun sillan rakenneosien kantavuus

3.2.1 Yleistä

Korjaustyöstä johtuvasta sillan kantavuuden alenemasta peritään arvonalennusta silloin, kun korjattu rakenne ei täytä sille korjaussuunnitelmassa asetettuja kantavuusvaatimuksia. Kohdassa 2.2 mainittujen laatupoikkeamien alentaessa korjatun sillan kantavuutta, arvonalennus lasketaan noudattaen kohdassa 2.2 esitettyjä sillanrakentamisen arvonalennusperusteita, kuitenkin siten, että em. kohdan mukaan laskettu arvonalennus jaetaan korjaustöissä kahdella, jos kysymyksessä on vanhan rakenteen vahvistaminen / korjaaminen.

Korjaustöissä kantavuuden alenemaa voivat aiheuttaa kohdassa 2.2 mainittujen laatupoikkeamien lisäksi esimerkiksi ruiskubetonin vaaditun puristuslujuuden alittuminen.

3.2.2 Ruiskubetonin puristuslujuuden alitus

Jos ruiskubetonin vertailulujuus alittuu, arvonalennus määritetään laskemalla kaavan 6 avulla 'laskennallinen kantavuuden alenema' ja edelleen taulukosta 1 arvonalennuksen suuruus. Laskennassa rakenneosan hintana on ruiskubetonoinnin hintaa. Siihen sisältyvät kaikki ruiskubetonointityöhön tarvittavat työt ja materiaalit kuten telineiden tekeminen, vanhan rakenteen piikkaus, tarvittavien muottien rakentaminen, raudotus ja varsinainen ruiskubetonointi jälkitöineen.

3.3 Korjatun sillan käytettävyys

Korjatun sillan käytettävyyden jäädessä suunniteltua huonommaksi, lasketaan arvonalennus kohdassa 2.3 esitettyjä perusteita noudattaen, kuitenkin siten, että näin saadut arvonalennukset jaetaan kahdella.

Korjaustöissä sillan käytettävyyttä voivat heikentää kohdassa 2.3 mainitut laatupoikkeamat.

3.4 Korjatun sillan säilyvyys

3.4.1 Yleistä

Korjatun sillan säilyvyyteen vaikuttavista, kohdassa 2.4 mainituista laatupoikkeamista lasketaan arvonalennus kohdassa 2.4 esitettyjen perusteiden mukaan kuitenkin siten, että näin lasketut arvonalennukset jaetaan kahdella.

Korjaustöissä sillan tai sen rakenneosien säilyvyyttä voivat heikentää kohdassa 2.4 mainittujen laatupoikkeamien lisäksi esimerkiksi seuraavat virheet ja puutteet:

- pinnoitettavien, eristettävien, paikattavien tai ruiskubetonoitavien pintojen kloridipitoisuuden ylittyminen
- pinnoitettavien, eristettävien, paikattavien tai ruiskubetonoitavien pintojen tartuntavetolujuuden alittuminen
- pinnoitteen, eristeen, paikkausten ja ruiskubetonin tartuntavetolujuuden alittuminen
- ruiskubetonin pakkasenkestävyyden ja paksuuden alittuminen
- halkeamien täyttymättömyys injektoinnissa.

3.4.2 Korjattavien betonipintojen kloridipitoisuus

Korjattavan pinnoitettavan, eristettävän, paikattavan tai ruiskubetonoitavan vanhan betonipinnan kloridipitoisuuden ylittäessä korjaussuunnitelmassa esitetyn maksimiarvon, arvonalennus lasketaan kaavoja (43) ja (44) käyttäen.

Kloridipitoinen betoni on aina poistettava käsiteltävistä pinnoista. Jos pintoihin jää kuitenkin pieniä määriä maksimiarvon ylittäviä kloridipitoisuuksia, tilaaja voi tyytyä arvonalennukseen.

Jos kloridimittausten keskiarvo ylittää korjaussuunnitelmassa esitetyn maksimiarvon, lasketaan arvonalennus seuraavasti:

$$V = \frac{(kl - kl_{\max}) \cdot K}{2 \cdot kl} \quad (43)$$

missä V = arvonalennus
kl = kloridipitoisuusmittausten keskiarvo
kl_{max} = kloridipitoisuuden sallittu maksimiarvo
K = betonipinnalle tulevan pinnoitteen, ruiskubetonin tai pintarakenteen (eristys ja päällysrakenne) hinta alustan korjauksineen ja käsittelyineen.

Jos yksi tai useampi yksittäinen mittaustulos ylittää maksimiarvon, lasketaan arvonalennus seuraavasti:

$$V = \frac{n \cdot p \cdot K}{100 \cdot N} \quad (44)$$

missä n = sallitun maksimiarvon ylittävien mittaustulosten lukumäärä
p = sallitun arvon ylittävien arvojen keskimääräinen ylitysprosentti
N = kaikkien mittausten lukumäärä
K = pinnoitteen, ruiskubetonin tai pintarakenteen hinta, ks. kaava (43).

Jos kloridipitoisuuden ylitykset voidaan kohdistaa rajatulle alueelle, otetaan se huomioon arvonalennusta laskettaessa.

3.4.3 Korjattavien tai korjattujen betonipintojen tartuntavetolujuus

Jos korjattavan pinnoitettavan, paikattavan, eristettävän tai ruiskubetonoitavan betonipinnan tartuntavetolujuuden mittaustulosten keskiarvo alittaa ohjearvon ja tämä johtuu puutteellisesta työsuorituksesta, lasketaan arvonalennus kaavan (45) avulla. Kaavaa sovelletaan myös korjattujen pinnoitettavien tai eristettävien betonipintojen tartuntavetolujuuksien alituksista johtuvien arvonalennusten määrittämiseen.

$$V = \frac{5 \cdot (T_{\text{ohje}} - T)^2 \cdot K}{T_{\text{ohje}}^2} \quad (45)$$

missä V = arvonalennus
T_{ohje} = tartuntavetolujuuden ohjearvo (N/mm²)
T = mitattujen tartuntavetolujuuksien keskiarvo (N/mm²)
K = betonipinnalle tulevan pinnoitteen, paikkauksen, ruiskubetonin tai pintarakenteen (eristys ja päällysrakenne) hinta alustan korjauksineen ja käsittelyineen.

3.4.4 Betonipaikkausten ja ruiskubetonin tartuntavetolujuus

Jos betonipaikkausten tai ruiskubetonin tartuntavetolujuuden mittaustulosten keskiarvo alittaa ohjearvon, lasketaan arvonalennus kaavan (46) mukaisesti. Kaavaa sovelletaan myös eristettävien betonipintojen muotoiluvalun tartuntavetolujuuden alituksesta johtuvan arvonalennuksen määrittämiseen.

$$V = \frac{5 \cdot (T_{ohje} - T)^2 \cdot K}{T_{ohje}^2} \quad (46)$$

missä V = arvonalennus
 T_{ohje} = tartuntavetolujuuden ohjearvo (N/mm²)
 T = mitattujen tartuntavetolujuuksien keskiarvo (N/mm²)
 K = betonipinnan paikkauksen tai ruiskubetonin hinta alustan korjauksineen ja käsittelyineen.

3.4.5 Ruiskubetonin pakkasenkestävyys, paksuus ja jälkihoito

Jos ruiskubetonin pakkasenkestävyys ei täytä sille korjaussuunnitelmassa esitettyjä vaatimuksia, lasketaan arvonalennus soveltaen kohdassa 2.4.2 esitettyjä kaavoja (24) ja (25) kuitenkin siten, että näin saatu arvonalennus jaetaan kahdella.

Jos ruiskubetonin paksuusmittausten keskiarvo alittaa ohjearvon, lasketaan arvonalennus seuraavasti:

$$V = \frac{3 \cdot (P_{ohje} - P)^2 \cdot K}{P_{ohje}^2} \quad (47)$$

missä V = arvonalennus
 P_{ohje} = paksuuden ohjearvo (mm)
 P = mitattujen paksuuksien keskiarvo (mm)
 K = ruiskubetonoinnin hinta alustan korjauksineen ja käsittelyineen.

Jos ruiskubetonin jälkihoito ei täytä sille asetettuja vaatimuksia, lasketaan arvonalennus kohdan 2.4.5 mukaan kuitenkin siten, että näin laskettu arvonalennus jaetaan kahdella.

3.5 Korjatun sillan ulkonäkö

Korjatun sillan ulkonäköön vaikuttavista, kohdassa 2.5 mainituista laatupoikkeamista lasketaan arvonalennus kohdassa 2.5 esitettyjen perusteiden mukaan kuitenkin siten, että näin lasketut arvonalennukset jaetaan kahdella.

Korjaustöissä sillan ulkonäköä voivat heikentää kohdassa 2.5 mainittujen laatupoikkeamien lisäksi esimerkiksi paikkausten ja pinnoitteiden ulkonäkövirheet. Tällöin sovelletaan kohtaa 2.5.5.2.

4 Laatupalkkio

Tilaaaja maksaa laatupalkkiota vain urakka-asiakirjoissa niin esitettäessä.

Tilaaaja ei maksa laatupalkkiota vaaditun laadun ylityksestä.

Laatupalkkiota voidaan maksaa esimerkiksi suunnitellun urakka-ajan alittumisen, työn aiheuttaman liikennehaitan vähenemisen tai lossin käyttöajan lyhenemisen perusteella. Periaatteena on, että maksettava palkkio on puolet tilaaajan em. asioiden perusteella saamasta hyödystä.

