



Joni Pelkonen

REUNAPALKIN
SILLANKORJAUSTÖISSÄ

KORJAAMINEN

REUNAPALKIN KORJAAMINEN
SILLANKORJAUSTÖISSÄ

Joni Pelkonen
10.1.2012
Tekniikan yksikkö
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

Tiivistelmä

Oulun seudun ammattikorkeakoulu

Rakennustekniikan koulutusohjelma, tuotantotekniikan suuntautumisvaihtoehto

Tekijä: Joni Pelkonen

Opinnäytetyön nimi: Reunapalkin korjaaminen sillankorjaustöissä

Työn ohjaaja: Hannu Kääriäinen

Työn valmistumislukukausi ja –vuosi: 10/2012

Sivumäärä: 37

Tässä opinnäytetyössä on tarkoituksena löytää kokonaisuutena toimivia ja turvallisia työtapoja sillankorjauskohteiden reunapalkin korjaamiseen. Tavoitteena on antaa vähintään yksi toimintamalli reunapalkin korjauksen jokaiseen työvaiheeseen ja useampia toimintamalleja reunapalkin muotitukseen. Työtapojen ohella työssä keskitytään työn turvallisuuteen.

Tietoa reunapalkin korjaukseen kerättiin Skanska Infra oy:n omasta tietokannasta, työntekijöiden haastatteluista, alan kirjallisuudesta, internetistä ja omasta seurannasta. Kerättyä tietoa yhdistettiin omaan tietämykseen.

Opinnäytetyössä löydettiin toimiva malli jokaiseen työvaiheeseen työn aloituksesta lopetukseen. Reunapalkin muotitukseen on kuvattu neljä eri reunapalkin muotitustapaa. Jokainen tässä työssä kuvattu työvaihe on käytännössä toteutettu.

ALKUSANAT

Tämä opinnäytetyö on tehty Oulun seudun ammattikorkeakoulun rakennustekniikan koulutusohjelmassa vuoden 2011 aikana. Opinnäytetyön tilaajana toimi Skanska Infra Oy:n Oulun alueyksikkö.

Työn ohjaajana on toiminut lehtori Hannu Kääriäinen Oulun seudun ammattikorkeakoulusta. Skanska Infran puolelta työn valvojana on toiminut projektipäällikkö Jouko Aaramaa. Osoitan kiitokset Skanska Infralle sujuvasta yhteistyöstä sekä lehtori Hannu Kääriäiselle asiantuntevasta ohjauksesta.

Kempeleessä 10.1.2012.

Joni Pelkonen

SISÄLTÖ

TIIVISTELMÄ.....	3
ALKUSANAT	4
1 JOHDANTO	6
2 TEORIAA	8
3 REUNAPALKIN KORJAUSTYÖN ALOITUS.....	11
3.1 Työalueen leveys.....	11
3.2 Työalueen pituus.....	11
3.3 Työalueen levitys.....	12
3.4 Suojaukset.....	13
3.5 Kulkutiet.....	13
3.6 Työnaikainen sähkö.....	14
4 RAKENTEIDEN PURKU.....	15
4.1 Mittaus ja merkintä.....	15
4.2 Reunapalkin piikkaus.....	16
5 TARTUNTOJEN POROUS JA RAUDOITUS.....	18
5.1 Tartunnat.....	18
5.2 Raudoitus.....	19
6 TELINEET	21
7 REUNAPALKIN LAUDOITUS.....	22
7.1 Muotti kannen läpi ripustamalla.....	22
7.2 Ulokepalkkisillan reunapalkin muotitus.....	24
7.3 Holvisillan reunapalkin muotitus.....	26
7.4 Reunapalkin muotitus pintakorjauksessa.....	28
7.5 Kannen ja maatuen välinen liikuntasäula.....	29
8 BETONOINTI.....	31
9 MUOTTIEN PURKAMINEN.....	32
10 TYÖTURVALLISUUS.....	33
11 YHTEENVETO.....	34
LÄHDELUETTELO.....	36

1 JOHDANTO

Skanska Oy on perustettu vuonna 1887 nimellä Skånska Cementgjuteriet, ja se on maailman vanhimpia yhä toimivia rakennusyhtiöitä. Yhtiön toiminta keskittyi alkuvaiheessa betonituotteisiin. 1950-luvulla palveluvalikoima laajentui huomattavasti ja samalla kansainvälistyi. Tukholman pörssiin yhtiö listattiin vuonna 1965. Vuonna 1984 yritys otti käyttöönsä nimen Skanska. (1.)

Suomeen Skanska perusti ensimmäisen haarakonttorin vuonna 1917. Yhtiön Suomen ja Viron toiminnoista vastaava Skanska Oy perustettiin vuonna 1994. Rakentamispalveluihin kuuluvat talonrakennus, talotekniikka sekä maa- ja ympäristörakentaminen. Talonrakentamisesta ja talotekniikkapalveluista vastaa Skanska talonrakennus Oy, maa- ja ympäristörakentamisesta huolehtivat Skanska Infra Oy ja Skanska Asfaltti Oy. Skanskan Suomen ja Viron yhteenlaskettu liikevaihto vuonna 2010 oli noin 880 miljoonaa euroa ja henkilöstöä oli noin 3100, joista Suomessa työskenteli noin 2700. (2.)

Skanska Infra Oy:llä on sertifioitu laatujärjestelmä SFS-EN ISO 9001:2000 , maa- ja vesirakennus, sertifioitu ympäristöjärjestelmä SFS-EN ISO 14001 sekä sertifioitu työturvallisuus- ja terveysjärjestelmä OHSAS 18001. (3.)

Opinnäytetyön tilaajana on Skanska Infra OY. Opinnäytetyön aiheen antoi Oulun aluetoimiston projektipäällikkö Jouko Aaramaa. On huomattu, että kattavia korjausohjeita sillan reunapalkin korjauksesta ei ole olemassa ja olemassa olevat korjausohjeet esimerkiksi reunapalkin laudoituksesta ovat vanhentuneet. Lisäksi ohjeet sisältävät työtapoja, joita ei nykyisten ohjeiden mukaan saa enää käyttää. Työn tavoitteena onkin laatia kattava toimintamalli reunapalkin uusimiseen sillankorjauskohteissa. Opinnäytetyössä annetaan toimintamalli jokaiseen työvaiheeseen ja useampia toimintamalleja uuden reunapalkin laudoitustöihin.

Tämän opinnäytetyön tekemisessä käytetyt tiedot on kerätty Skanska Infra Oy:n sillankorjauskohteissa vuosien 2007- 2011 välisenä aikana. Työn tekemisessä on käytetty hyväksi alan kirjallisuutta, Skanska Oy:n omia tietokantoja sekä tekijän omaa työkokemusta.

2. SILLAN REUNAPALKIN KORJAUKSEN TEORIAA

Siltojen reunapalkit suunniteltiin aina 1970-luvun taitteeseen saakka valettavaksi jälkivaluna. Jälkivaluna tehtävän reunapalkin muoto oli yleensä suorakulma, jonka paksuus oli 10 cm. 60-luvun puolivälin jälkeen pääteitä alettiin enenevässä määrin suolata, ja suolavesi pääsi rikkomaan sillan sen aikaisen sillansuunnittelun mukaisia eristys- ja kuivausrakenteita ja siltojen ikä lyheni.

1970-luvun alusta lähtien sillansuunnittelussa pyrittiin pidentämään sillan käyttöikää mm. kasvattamalla sillan reunapalkin kokoa ja valamalla sillan reunapalkki yhtäaikaan sillan kansirakenteen kanssa, jolloin päästiin eroon ongelmia aiheuttavasta valusaumasta. (4.)

Betonipinnan halkeilun lisäksi vanhoissa silloissa ongelmia ovat aiheuttaneet varsinkin raudoituksia suojaavan pintabetonin pieni määrä, eli ns. suojaetäisyyden riittämättömyys. Lisäksi vanhat betonirakenteet eivät kestä riittävän hyvin pakkasta ja tiesuoloja, minkä vuoksi betonin rapautumisen ja terästen ruostumisen johdosta on siltojen reunapalkkeja jouduttu uusimaan. Muita siltarakenteita rappeuttavia tekijöitä ovat kosteus, ilman hiilidioksidipitoisuus, pakkanen ja lämpötilanvaihtelut ja liikenteen aiheuttamat rasitustekijät. (5.)

Sillan reunapalkin korjauksessa poistetaan vanha betoni joko uloimpien pääterästen alapuolelle, jolloin vain vanhan palkin pinta ja raudoitukset uusitaan tai vanha reunapalkki poistetaan kokonaan. Periaatteena on, että vanhoja poikittaisteräksiä säästetään niin paljon kuin mahdollista ja uudet tartuntateräkset porataan vanhojen poikittaisterästen lisäksi.

Sillan reunapalkin uusiminen alkaa liikennejärjestelyjen ja työalueen rajaamisen jälkeen. Vanhat sillan kaiteet poistetaan ja vanha reunapalkki

piikataan pois . Sillan kannen ja purkurajan puhdistamisen jälkeen porataan ja juotetaan tartunta teräkset, joihin kiinnitetään varsinaiset reunapalkin raudoitukset.

Reunapalkin muotituksessa käytetään lähes poikkeuksetta kappaletavaramuottia, koska siltojen pintarakenteissa tulee näkyä lautamuottipinta. Joissakin sillan reunapalkeissa on käytetty muottikangasta paremman pintatiiveyden ja sitä kautta paremman tiesuolojen kestävyuden saavuttamiseksi.

Sillan betonirakenteen korjausvaiheet on esitetty tarkemmin taulukossa 1.

TAULUKKO 1. Betonirakenteen korjaustyön vaiheet.(6.)

BETONITYÖT
Betonyösuunnitelma sekä muotti- ja betonointikaluston hankinta
Korjattavien rakenneosien esikäsittely
Betonimassan saannin varmistus sekä muottien ja raudoitusten teko
Betonimassan valmistus ja kuljetus sekä betonointi
Jälkihoito ja suojaus

Sillan reunapalkin korjauksessa laatu varmistetaan uudisrakentamisen tapaan. Korjaustöiden laadunvarmistus perustuu betonoinnin aikana tehtäviin kokeisiin ja vaatimustenmukaisuuskokeisiin. Urakoitsija laatii työkohtaisen laatusuunnitelman joka on pohjana korjaustyölle. Laatusuunnitelma jakaantuu kolmeen osaan taulukon 2 mukaisesti:

TAULUKKO 2. Laatusuunnitelman jakaantuminen kolmeen vaiheeseen. (7.)

YLEISET TIEDOT	TYÖNAIKAISET TARKASTUKSET JA MITTAUKSET	VAATIMUSTEN MUKAISUUDEN OSOITTAMINEN
<p>-sillankorjaushankkeen laadunvalvonta organisaatio</p> <p>-laaduntarkastuksessa käytettävä kalusto</p>	<p>-reunapalkin kloridipitoisuuden mittaus</p> <p>-karbonatisoitumis-syvyyden mittaus</p> <p>-esikäsittelyn (vesipiikkaus, piikkaus, suihkupuuhdistus jne.) tarkastus</p> <p>-olosuhdemittaukset</p> <p>-tartuntavetomittaukset</p> <p>-koekappaleiden valmistus puristuslujuuden määrittämistä varten</p> <p>-kimmoasaramittaukset</p> <p>-silämääräiset havainnot</p> <p>-laadunohjaus</p>	<p>-betonointipöytäkirjat, tartunta- ja lujuusmittausten pöytäkirjat</p> <p>-poikkeamaraportit</p> <p>-korjaustoimenpiteet</p> <p>-uusintatarkastus</p>

3. REUNAPALKIN KORJAUSTYÖN ALOITUS

Ennen sillan korjaustyön varsinaista aloittamista on kohteessa aluesuunnitelmaan varattava riittävän pitkä ja leveä alue, jotta työn suorittaminen olisi työmaalla turvallista sekä työntekijöille että liikenteelle.

3.1 Työalueen leveys

Työalueen leveys vanhasta reunapalkista tulee olla noin 3,5 metriä purkutöiden ajan, sillä piikkausrobotti ja piikkausjätteen keräävä kaivinkone vaativat minimissään edellämainitun tilan. Käytännössä reunapalkit puretaan yksi kerrallaan, eli levitys tehdään ensin ensimmäisen reunapalkin purkuun, jonka ajaksi liikenne ohjataan lähemmäs toista palkkia. Kun ensimmäisen reunapalkin purku on saatu suoritettua, siirretään suoja-aitaa noin kahden metrin päähän (tämä tulee olemaan reunapalkin uusimisen vaatima tila) purkurajasta.

3.2 Työalueen pituus

Työalueen olisi hyvä olla noin 15 metriä pitkä reunapalkin päästä. Palkin uusiminen vaatii aina reunapalkin päiden avaamisen kaivinkoneella ja helpoin tapa sijoittaa kaivumaat on muotoilla ne piennaralueelle tehtävään levitykseen. Lisäksi työalueelta vaativat pituutta kuorma-autot ja varsinkin palkin valun aikana pumppuauto ja betoniatot. Työalueen toinen pää olisikin syytä venyttää pidemmäksi kuin toinen pää, mikäli mahdollista. Tiellä liikkujille ja liikenteen sujuvuudelle on aina parempi, kun kaikki kuormien purut tapahtuvat aidatun työalueen sisällä.

3.3 Työalueen levitys

Piennaralueelle tehtävällä levityksellä on useampiakin toiminnallisia tarkoituksia, joista pääimmäisenä on tilan saaminen palkin korjauksen vaatimille materiaaleille ja työpisteille, esimerkiksi harjateräkset, puutavara ja sirkkeli- ja raudoituspöytä. Lisäksi levitystä tarvitaan valun aikana, jotta pumppuauton tukijalat saadaan riittävän leveälle ja tukevalle alustalle. Levityksille on hyvä sijoittaa myös työmaan aikaiset roskalavat ja metalliromut esimerkiksi vanhat poistetut kaiteet. (kuva 1.)



KUVA 1. Piennaralueelle tehtävä levitys.

Etenkin työkalukontit on syytä sijoittaa mahdollisimman lähelle työpistettä, jotta varsinainen työn tekeminen on tehokasta, unohtamatta työturvallisuusvaikutusta, kun liikkuminen liikenteen seassa vähenee. Useimmiten ainoa mahdollisuus sijoittaa esim. työkalukontti on juuri piennaralueen levitys.

Kun työmaa on rajattu aidoin riittävän pitkäksi ja leveäksi, on liikkuminen ja työskentely liikenteen seassa huomattavasti vähäisempää kuin liian pieneksi

rajatulla työmaalla. Riittävän isot työalueet lisäävät turvallisuutta sekä työntekijöille että tienkäyttäjille.

3.4 Suojaukset

Purkutöiden aikainen suojaus betoninroiskeilta on tehtävä riittävän korkeilla suoja-aidoilla, jottei betoninsiruja lentäisi liikenteen sekaan. Reunapalkin piikkauksessa irtoava vanha betoni on käytännöllisintä ottaa suoraan poistettavan palkin alla pidettävään kaivinkoneen kauhaan, jolla betonijäte on hyvä viedä heti vaihtolavalle tai suoraan kuorma-auton lavalle. Kauhan vaatima tila on huomioitava työtelineen teossa, eli jätetään riittävän suuri väli telineen kaiteista reunapalkkiin. Kaivinkoneen kauhan vaatima tila on noin 150 cm. Teline ulotetaan purettavan palkin alle, jotta kauhan ohi menevät purkujätteet saadaan telineeltä betonilavalle.

3.5 Kulkutiet

Työturvallisuuden kannalta on tärkeää, että sosiaalityöalueilta työmaalle tehdään kunnolliset kulkutiet. Se tarkoittaa ojien ja kaivantojen yli tehtäviä kulkusilloja asianmukaisine aitoineen. Lisäksi penkoille ja muihin nousuihin on tehtävä portaat. Kunnolliset kulkutiet mahdollistavat turvallisen liikkumisen ja työskentelyn ja liikenteen aiheuttamat vaaratilanteet vähenevät.



KUVA 2. Kulkusilta I-palkista ja Peri-portaat

3.6 Työnaikainen sähkö

Työn aikainen sähkö on oltava minimissään 32 ampeerin sähkökeskukselta. Sosiaali- ja varastotiloille riittää 16 ampeerin keskus, mutta esimerkiksi sirkelin ja paineilmakompressorien yhtäaikainen käyttö vaatii isomman 32 ampeerin keskuksen. Mikäli työmaasähköt vaativat vähänkään pidemmän jatkojohdon vedon (yli 40 metriä), on sähkökeskuksen syytä olla kokoa 63 ampeeria. Esimerkiksi piikkausrobotit vaativat edellämainitun suuruisen sähkövirran. Yleensäkin käytettäessä 63 ampeerin keskusta sujuu koko korjaustyö ilman isoja ongelmia. Mikäli 63 ampeerin sähkökeskuksen saaminen ei ole mahdollista, on työnaikainen sähköntarve katettava aggregaatilla.

4. RAKENTEIDEN PURKU

4.1 Mittaus ja merkintä

Kun vanhat kaiteet on poistettu purettavasta reunapalkista, on merkittävä ylös vanhojen rakenteiden sijainti ja korko. Reunapalkin sisäpuolen viereisen asfalttipinnan korko merkitään ylös, koska se määrää uuden reunapalkin pinnan koron. Reunapalkin sisäpuolista asfaltti- ja sora/betonikerrosta kaivetaan auki riittävän laajalti, että uusi reunapalkin muotti mahtuu hyvin ja jää riittävä työtila. Riittävä purkuleveys on noin 100 cm, jolloin kannen reunan eristäminen on helppoa. Mikäli asfaltin alla on sorakerros, on edellämainittu 100 cm:n työtila riittävä, jotta täyttö ja tiivistys tärylätkällä onnistuvat.

Reunapalkin siipimuurien (palkin päät) aukaisu on tehtävä myös riittävän laajalle sivu- ja syvyysuunnassa (kuva 3.) Reunapalkin ulkopuolinen kaivu on ulotettava riittävän laajalle, jotta tuleva teline sopii tarpeeksi leveänä paikoilleen. Käytännössä on havaittu aukaisun olevan riittävä noin 1,5 metriä leveänä tulevan rakenteen ulkoreunasta. On huomioitava, että pelkkä tartunnanporauksen vaatima tila (mies ja poravasara) on minimissään 120 cm.

Reunapalkin päiden syvyysuuntaisen aukaisun on ulotuttava reilusti alle purkurajan. Yleensä noin 70 cm alle purkurajan ulottuva kaivu on riittävä, jotta tuleva muottilaudoitus sopii paikoilleen. Ennen reunapalkin kaivua on järkevää merkata sillan keilakivien sijainti tulevaa käyttöä varten. Keilakivet toimivat sillan maatukien tulvasuojana.



KUVA 3. Reunapalkin sivujen ja pään aukaisu.

4.2 Reunapalkin piikkaus

Tässä opinnäytetyössä suositellaan käytettäväksi reunapalkin piikkauksessa joko piikkausrobotin ja kaivinkoneen yhdistelmää tai vaihtoehtoisesti piikkausvasaralla varustettua kaivinkonetta (n.10 - 14 tn) ja toista kaivinkonetta piikkausjätteen keräämiseen. Ely-keskuksen ohjeissa suositellaan ensisijaiseksi purkutavaksi vesipiikkausta, mutta käytännössä on huomattu suurien betonimäärien poistamisen vesipiikkauksella olevan todella hidas ja kallis toimenpide. Lisäksi liikenteen suojaaminen vesipiikkauksen betoniroiskeilta on erittäin vaikeaa.

Reunapalkin piikkauksesta tulevat purkujätteet on käytännöllisintä ottaa suoraan kaivinkoneen kauhaan (kuva 4.), jota pidetään purettavan reunapalkin alla. Poistettu betonijäte kannetaan kaivinkoneella suoraan esimerkiksi vaihtolavalle, jottei purkujätteitä siirreltäisi useita kertoja. Työmaan siisteyden ja turvallisuuden kannalta on myös tärkeää, että kaikki jäte vietään mahdollisimman nopeasti asianmukaiseen loppusijoitukseen.



KUVA 4. Piikkaus kaivinkoneen kauhaan.

Mikäli vanha reunapalkki poistetaan kokonaan, on se purettava niin laajalti, että uudet raudoitukset sopivat kokonaisina paikoilleen. Robotin tai kaivinkoneen piikkausjälki viimeistellään käsin piikkauskoneella, jotta irtonaiset ainekset saadaan pois. Ennen tartuntojen poraamista purettu alue pestään esimerkiksi korkeapainepesulla.

Vanhat reunapalkin raudoitukset säästetään niiltä osin, kuin se on mahdollista. Jyrkät, piikkauksessa taipuneet raudat poistetaan. Lisäksi vanhoissa silloissa on usein käytetty raudoitukseen pyöröterästä, jonka tartuntakyky betoniin on olematonta, jolloin pyöröterästen säästäminen uuden rakenteen tartuntateräksenä on kyseenalaista. Vanhoja raudoitteita säästettäessä on myös huomioitava, että uudet raudoitteet sopivat ongelmitta paikoilleen ja että mahdolliset reunapalkkiin tulevat sähköjohtojen varausputket mahtuvat kulkemaan niille piirretyssä kohdassa palkkia.

5. TARTUNTOJEN PORAUS JA RAUDOITUS

5.1 Tartunnat

Tartunnat porataan sopivan kokoisella terällä, jotta ankkurointimassan menekki olisi mahdollisimman vähäistä. Tartuntojen porauksessa on huomioitava, että työteline on oikealla korkeudella ja riittävän leveä. Tartuntareivät porataan suunnittelijan määräämään syvyyteen. Porattu tartuntateräksen reikä puhdistetaan paineilmalla välittömästi reiän porauksen jälkeen, jotteivät porauspöly ja vesi pääse ”liimautumaan” reiän seinämille heikentäen juotosmassan tarttuvuutta. Taulukossa 3. on kerrottu, minkä kokoinen reikä on porattava huomioiden tartuntateräksen vahvuus.

.TAULUKKO 3. Tartuntateräksen vaatima reiän koko käytettäessä Hilti Hit -massaa ja juotosbetonia

Tartuntateräs (mm)	Reiän koko käytettäessä Hilti Hit-massaa (mm)	Reiän koko käytettäessä juotosbetonia (mm)
12	14	20
16	20	25
20	25	30

Tartunnan ollessa pystysuuntainen käy ankkurointiaineeksi juotosmassa. Juotosmassaa käytettäessä on huomioitava aineen pitkä kovettumisaika. Juotosmassan sitoutumisen aikana ei tartuntoja saa häiritä. Juotosta käytettäessä olisikin hyvä tehdä juotostyö esimerkiksi viikonloppua vasten, jolloin saadaan riittävän pitkä häiriötön sitoutumisaika. Juotosbetoni valmistetaan pieninä määrinä mahdollisen massan erottumisen

minimoimiseksi. On myös huomioitava, ettei valmistajan suosittamia käyttölämpötiloja aliteta. Mikäli tarvitaan nopeampi pystytartuntojen kovettumisaika, on syytä käyttää Hilti Hit -massaa, jolloin tartuntateräs kestää vetoa jo tunnin kuivumisen jälkeen.(8.)

Vaakasuuntaiset tartuntateräskset ankkuroidaan käyttäen Hit-massaa. Näin saadan varmempi tartunta ja nopeampi kovettumisaika, kuin juotosbetonilla. Tartuntateräksiä ankkuroitaessa on pidettävä suojalaseja. Tartuntateräksen asennuksessa on myös tärkeää huomioida teräksen asema suhteessa tulevan reunapalkin mittoihin, jottei suojabetonin paksuutta alitettaisi.

5.2 Raudoitus

Raudoitus tehdään useimmiten valmista muottilaudoitusta vasten (kuva 5), mutta jos tehdään ns. kevyt reunapalkin korjaus, jossa vain vanhan palkin pinnat piikataan, on hyvä tehdä vain tulevan reunapalkin pohja valmiiksi ja raudoittaa reunapalkin ulkopuolelta (kuva 6). Ulkopuolelta raudoitettaessa hitsataan työhaat noin 1,6 metrin välein kiinni vanhoihin hakoihin tai tartuntateräsiin, huomioiden oikea hakasten jako. Palkin pohjalaudoitukseen merkataan esim. väri-langalla tai linjalaserilla palkin ulkoreunan paikka, jotta saadaan oikea suojabetonin paksuus raudoituksiin. Työhakasiin kiinnitetään vaakateräskset ja loput haat. Raudoitteen alle asennetaan oikean korkuiset välikkeet, jotta saadaan oikea suojabetonin vahvuus myös palkin alapintaan. Näin tehdyn (työhakasten hitsaus) raudoituksen suojabetonivälিকেitä ei tarvitse naulata kiinni muottilaudoitukseen, joten muotin purkaminen ja uuden reunapalkin jälkipuhdistus on helpompaa.



KUVA 5. Raudoitus muottipintaa vasten



KUVA 6. Raudoituksen asentaminen ennen muottipintaa

6. TELINEET

Lähtökohtaisesti aukkomitaltaan alle 10 metrin siltojen telinetyöt kannattaa tehdä työmaalla itse. Kun sillan maatukien väli on suurempi kuin 10 metriä, on telinetöissä syytä käyttää telineasennuksiin erikoistuneiden yritysten palveluja. Tässä opinnäytetyössä keskitytään telinetöihin alle 10 metrin aukkoisilla silloilla.

Pienten (alle 4 metrin aukkoisten) siltojen telinetyöt voi tehdä esim. 51*200 kertopuupalkeilla, jotka on ladottu sillan maatukiin tai siipimuureihin kiinnitettyjen telinekonsolien varaan. Esimerkiksi 4 syrjälleen asennettua 51*200 kertopuusta t-palkkia antavat 5 metrin aukkomitalalla noin 260 kg:n tasaisen kuorman kantavuuden käytettäessä telineen pintana 18 mm:n havuvaneria (telineen leveys 1,2 metriä). (9.)

Suuremmat 4-10 metrin aukkoiset sillat on viisainta tehdä käyttäen teräspalkkeja, jotka on ladottu sillan maatukiin tai siipimuureihin kiinnitettyjen telinekonsolien varaan. Esimerkiksi kaksi IPE 200 s 235 palkkia kestää tasaista kuormaa noin 700 kg/m tuentojen välin ollessa 10 metriä. Edellämainitun kaltaiseen telineeseen on helppo tehdä kaidetyöt kiristettävillä metallisilla ns. holvikaiteilla. (10.)

7. REUNAPALKIN LAUDOITUS

7.1 Muotti kannen läpi ripustamalla

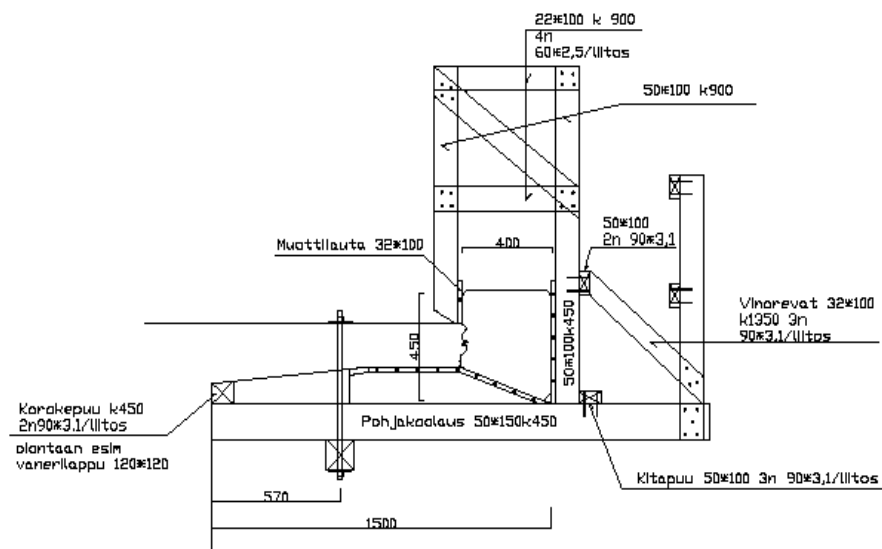
Ulokelaattasilloissa käyttökelpoisin reunapalkin muotitustapa on laattaalokkeen läpi ripustettava muottilaudoitus. (kuva 8.) Laattaalokkeen läpi porataan 25 mm:n reiät kannen läpi vietävien kierretankojen vuoksi. Kierretanko on käytännöllistä olla kokoa m20, koska siihen löytyy hyllytavarana riittävän isoja aluslevyjä sekä kannen päälle että kannen alapuolisen muottilaudoituksen kannatuspalkkien alle. Mahdollisia sadeveden poistojärjestelmään kuuluvia happoteräksisiä tippuputkien reikiä voi myös käyttää kierretankojen läpivientireikinä. Läpivientireikien suurin etäisyys toisiinsa ei saisi ylittää sataaviittäkymmentä senttiä normaalikokoisen reunapalkin korjauksessa, jottei kannatuspalkkeja kuormitettaisi liikaa ja näin lisättäisi palkin taipumista liikaa.

Kannatuspalkit ovat tässä mallissa kokoa 125*125 mm. Aluslevy on oltava minimissään kokoa 100*100*8 mm, jottei aluslevy painuisi kannatuspalkkiin liiallisesti ja aiheuttaisi taipumia reunapalkkiin. Muottilaudoituksen pohjakoolauksena on 50*150 soivot, joiden etäisyys keskeltä keskelle ei saa ylittää 450:ä millimetriä, jotta muottilautana käytettävään raakaponttiin (23mm*95mm) ei tulisi taipumia betonin painosta. Pohjakoolauksen päälle tulevan korokepuun asennuksessa on oltava huolellinen, eli asennuksen on oltava mahdollisimman ”tiukka”, jotta muotopuun taipuma olisi vähäistä.

Laattaalokkeen laudoitus oiotaan suoraksi esim. vakaalle alustalle asennetulla putkilaserilla, johon saa asetettua mahdolliset sillankannen mukaiset vietot. Lyhyissä silloissa on mahdollista käyttää oikomiseen myös linjalankaa, kunhan huomioidaan langan taipuma. Varsinainen oionta suoritetaan edellisessä kappaleessa mainitun korokepuun kokoa

muuttamalla tai käyttämällä korokepuun asemesta esim. vanerilappuja.
(kuva 8.)

Sisäpuolen muottipinta asennetaan kuvan 8. mukaisesti esivalmistettuun muottirunkoon. Muottirunko asennetaan 900 mm:n välein eli joka toiseen ulkopuolen pystysoiroon. Muottirungon korkeusasema mitataan pystyrunkoon esim. laser-mittauslaitteen avulla, jotta sisäpuolen muottilaudoitusta tulee oikeaan korkoon. Sisäpuolen muottilautana käytetään 32*100 mm:n soiroa. Sisäpuolen muottilaudoituksen tukirungon pystyrungon alapää viistetään mahdollisen kansiosan betonipinnan hierron helpottamiseksi.



KUVA 8. Muotti kannen läpi ripustamalla.

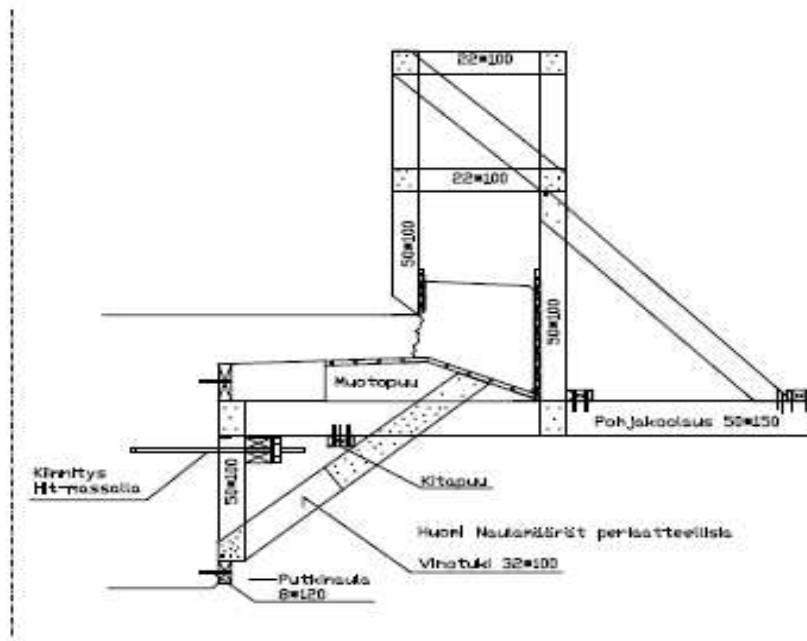
7.2 Ulokepalkkisillan reunapalkin muotitus

Palkkisilloissa on reunapalkin muotti tehtävä sillan kannatinpalkin kyljestä tukemalla (kuva 9). Mikäli vanhan sillankannen mitta-aitot ovat pieniä, on muotin pohjakoolaukset, vinorevat ja takatukipuut helpointa naulata toisiinsa muottipöydällä, jolloin säästytään hankalilta ja ahtailta työasunnoilta sillan alla. Muottipöydällä naulattaessa on muistettava kiinnittää huomiota oikeisiin naulamääriin kutakin liitosta kohti. Valettavan reunapalkin betonimassan paino otetaan vinositeillä kannatinpalkin kylkeen, joten vinositeiden naulamäärät ovat suurimmat, noin 15-20naulaa (3,1*90) naulauspinnalle käytettäessä vinositeenä 32*100 soiroa. Tämän ns. muottirungon pohjakoolauslankkujen keskinäinen etäisyys toisiinsa ei saa ylittää 450:tä millimetriä, joka on muottilautana käytettävän 23*90 mm raakaponttilaudan suurin sallittu etäisyys ilman suurempia taipumia. Pohjakoolauslankkuna käytetään 50*150 mm:n soiroa muottitaipuman minimoimiseksi. Vinositeinä käytetään 2*32*100 mm:n soiroja molemmin puolin pohjakoolauspuuta. Vinositeiden väliin naulataan pohjakoolauspuun tueksi tukisoiro.



KUVA 9. Muotin tuenta kannatinpalkista.

Sillan kannatinpalkin kylkeen kiinnitetään esimerkiksi 8*120 (k-k 500) putkinauloilla 50*100mm:n soiro, jonka päälle muottipöydällä esivalmistetut tukirungot asennetaan (kuva 10). Em. soiro ottaa vastaan muotin ja betonimassan painoa, joten kiinnityksessä käytettävän putkinaulan pituus on oltava ainakin 120 mm.



KUVA10. Periaatekuva ulokepalkkisillan reunapalkin muotituksesta.

Kannatinpalkin yläosaan, noin 70 mm pohjakoolauspuun alle porataan halkaisijaltaan 14 mm:n reiät. Reikien syvyys tulee olla noin 200 millimetriä ja niiden keskinäinen väli max. 600 mm. Näihin reikiin kiinnitetään Hilti Hit -massalla happoteräksiset 12mm:n vetotangot, joihin muottia ulospäin siirtävät voimat otetaan kiinni. Näihin happoterästankoihin kiinnitetään muottilukoilla lukkopuut, joiden takaa muottilukonkiristimellä kiristetään muottirunko mahdollisimman lujasti vasten kannatinpalkkia. Ennen lopullista kiristämistä on muotin vanhaa kantta vasten tulevan laudoituksen oltava valmiina, jotta saadaan mahdollisimman tiivis valupintojen raja. Tässä

vaiheessa voidaan vanhan sillankannen mittapoikkeamia oikoa muottirungon takatukipuun alle sijoitettavilla esim. havuvanerisilla korokelapuilla.

Pohjakoolauksen ja vinositeiden yhtymäkohtaan kiinnitetään ns. kitapuu (kuva 10), jolla naulaliitokseen kohdistuvaa painetta vähennetään. Reunapalkin ulkopinnan muotin koolaussoiron taakse naulataan myös kitapuu naulaliitokseen kohdistuvan paineen vähentämiseksi.

Ulokepalkkisillan sisäpuolen muotitus tehdään kuten kohdan 7.1 muotissa.

7.3 Holvisillan reunapalkin muotitus

Holvisiltojen reunapalkkien muotituksessa pätevät pääpiirteissään samat periaatteet kuin ulokepalkkisiltojen muoteissa. Muottilaudoituksen tukirunkoon kohdistuvat samansuuntaiset voimat ja käytettävät työtavat ovat periaatteellisesti samoja. Oleellisimmat erot ulokepalkkisillan muottiin ovat käytettävän tukirungon pienempi koko ja lukkopuiden sijoitus tukirungon taakse (kuva 11).



Kuva 11. Holvisillan reunapalkin ulkopuolen muotti.

Vetotankoina käytettävien 12 mm:n happoterästankojen pituudessa on huomioitava, että lukkopuu tulee nyt muottirungon taakse, joten tanko on ulotettava n. 250 mm tukirungon yli. Vanhaa sillankylkeä vasten tuleva alimmainen muottilauta on kiinnitettävä ennen tukirungon asennusta esimerkiksi 6*60 mm:n putkinauloilla. Näin kiinnitettyyn muottilautaan naulataan joka kolmas tukirunkoelementti kiinni ja asennetaan loput sillankylkeä vasten tulevat muottilaudat sillan ja tukirungon väliin (kuva 12).



Kuva 12. Muottilautojen asennusvaihe.

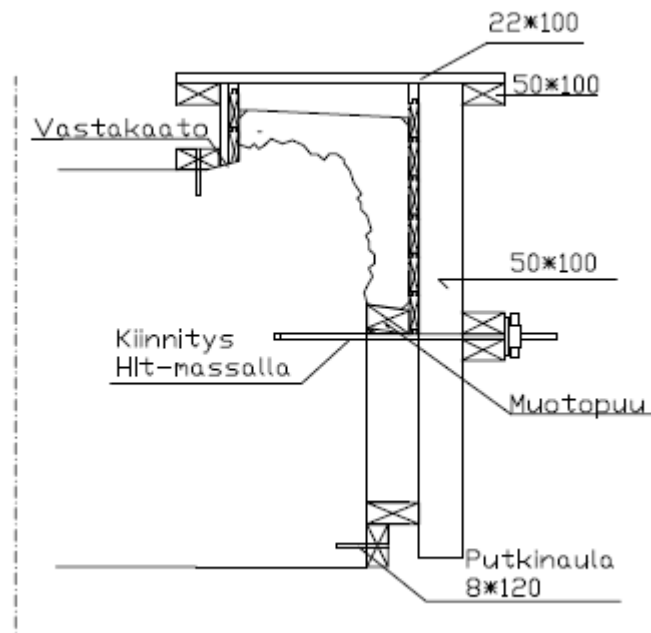
Holvisillan reunapalkin sisempi muottilautoitus asennetaan myös muottipöydällä esivalmistettuun muottirunkoon (kuva 13). Alimmainen muottilauta kiinnitetään sisäpuolen vanhaan betonipintaan esim. putkinauloilla, ja kuten ulkopuolen muotissa, joka kolmas muottirunkoelementti naulataan muottilautaan ja asennetaan loput muottilaudat. Näin tehty muottilautoitus ankkuroidaan paikoilleen vanhaan rakenteeseen 10 millimetrin vahvaisilla happoteräksisillä vetotangoilla. Vetotangot kiinnitetään Hilti Hit- massalla sillan runkoon. Lopuksi ulko- ja sisäpuolen muotit kiinnitetään toisiinsa kuvan 13. mukaisilla yläjuoksupuihin naulattavilla sidelautoilla.



Kuva 13. Holvisillan sisäpuolen muotti.

7.4 Reunapalkin muotitus pintakorjauksessa

Kun korjattavasta reunapalkista poistetaan vain vaurioituneet pinnat, on palkin rauditus tehtävä ennen ulkopinnan muotitusta. Muotin pohjaksi sirkkelöidään muotopuu (kuva 14). Muotopuu sijoitetaan palkin pohjan suuntaisesti kiinnitettyjen 12 mm:n happoterästankojen päälle, jotka ottavat vastaan betonimassan painon. Happoterästankojen keskinäinen väli ei saa ylittää 600 millimetriä.



Kuva 14. Pintakorjauksen muotitus.

Reunapalkin ulkopuolen muotti tehdään raudoituksen jälkeen muottipuuta vasten. Ulkopuolen pystytukipuu naulataan muotopuuhun ja alapäästään sillan kylkeen kiinnitettyyn muotopuun levyiseen soiroon. Muotin pintalaudoitus tehdään tavalliseen tapaan pystytukipuihin kiinnittämällä. Ulkopuolen muotti kiristetään lukkolankkujen takaa muottilukonkiristäjällä tiukasti vasten sillan kylkimuuria. Tällaisessa pintakorjauksessa sisäpuolen muotti voidaan tavallisesti kiinnittää sillan kanteen esim. putkinauloilla. Sisäpuolen muottilaudoitukseen kannattaa tehdä viistoon sahaaminen, jolloin saadaan useimmiten vaadittava niin sanottu vastakaato suoraan valun yhteydessä.

7.5 Kannen ja maatuen välinen liikuntasäama

Mikäli kannen ja maatukien reunapalkit betonoidaan samalla valulla, tulee näiden väliin yleensä liikuntasäama. Liikuntasäaman varausmuotti on helpointa tehdä käyttäen 3 mm:n vahvuista teräslevyä, joka kiinnitetään muottilaudoitukseen kolmiorimoilla kiertämällä. Teräslevy pinnoitetaan 10

mm:n polyuretaanisella matolla (ns. routamatolla), jotta levy ja routamatot saadaan betonimassan kovetuttua vetäistyä palkin välistä pois (kuva 15). Tällöin jää noin 25 mm:n levyinen rako, joka saumataan vaadittavalla elastisella saumamassalla.



Kuva 15. Liikuntasauman varaus peltilevystä.

8. BETONOINTI

Ennen reunapalkin betonointia on huomioitava, että betonin pumppauskalustolle on varattuna riittävän iso tila ilman, että mahdollinen liikenne kärsii (aluesuunnitelma). Mikäli lämpötila on yli 20 astetta, on syytä harkita hidastimen käyttöä betonimassassa. Pitkien reunapalkkien valuissa tulee olla riittävästi työvoimaa. Mikäli betonimassa tulee useammassa kuormassa, on yli 20 asteen lämpötilassa mietittävä otetaanko kuormat sopivalla viiveellä, jotta saadaan edellisellä kuormalla valettu reunapalkin osa hierrettyä. Hellepäivinä on viisasta suorittaa betonointi yöllä, kun lämpötila on alhaisempi. Myös liikenne on yöllä rauhallista, joten olosuhteet ovat senkin puolesta paremmat.

Valun jälkeen reunapalkki käsitellään jälkihoitoaineella liian nopean kuivumisen aiheuttamien kutistushalkeamien vähentämiseksi. Mikäli reunapalkin valuun kuuluu myös eristettävän kannen valua, kannattaa jälkihoitoainetta käyttää vain reunapalkin osalla. Eristettävän alueen hiekkapuhallus jälkihoitoaineesta puhtaaksi on työlästä. Sen vuoksi sillankantta kannattaa kastella runsaasti ja peittää se muovilla jälkihoitoaineen käytön sijaan.

9. MUOTTIEN PURKAMINEN

Muotteja purettaessa on mietittävä, mitkä osat purettavasta muotista kannattaisi säästää esimerkiksi toisen puolen reunapalkin muotitukseen. Usein esimerkiksi muottirunkoelementit voidaan säästää toisen puolen muotitukseen ja siten saada aika- ja materiaalisäästöä. Purettavat tavarat siirretään heti esimerkiksi vaihtolavalle ja kuljetetaan loppusijoituspaikkaan. Puhdas työmaa on turvallinen työmaa.

10. TYÖTURVALLISUUS

Normaalien turvallisuusohjeiden noudattamisen lisäksi on muistettava, että suurimmat työturvallisuushkat sillankorjauksissa liittyvät selkeästi putoamissuojaukseen ja liikenteen aiheuttamiin riskitekijöihin. Telineissä on panostettava kunnollisiin kaiteisiin, unohtamatta valjaiden ja muiden putoamissuojainten käyttöä. Teline on myös tehtävä oikean korkeiseksi, jotta työasennot ja telineellä liikkuminen olisi mahdollisimman tarkoituksenmukaisia.

Liikenteen aiheuttamia vaaratilanteita torjutaan tehokkaimmin materiaalien, sosiaali- ja työvälinitilojen ja vaihtolavojen oikealla sijoittelulla, jolloin liikkuminen liikenteen seassa jää mahdollisimman vähäiseksi. Työalueen varaaminen riittävän isoksi ja tehtävien levitysten hyödyntäminen esimerkiksi sirkkelipöydän sijoituksessa ovat tehokkaita keinoja vaaratilanteiden välttämiseksi. Ojien ja kaivantojen yli on rakennettava kulkusillat, jotta työmaalla liikkuminen olisi turvallista.

11. YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli laatia toimintamalli ja työohjeet reunapalkin korjaukseen sillankorjauskohteissa. Opinnäytetyö tulee Skanska Infra Oy:n käyttöön. Työssä laadittiin toimintamalli jokaiseen sillan reunapalkin korjaustyön vaiheeseen painottaen työn turvallista suorittamista. Työssä tutustuin sillan reunapalkin korjauksen teoria-aineistoon ja suoritin dokumentaatioita työkohteissa.

Kattavaa toimintaohjetta sillan reunapalkin korjaukseen ei opinnäytetyön alkuvaiheessa ollut. Lähinnä olemassa olevat ohjeet keskittyivät siihen, millainen kunkin työvaiheen lopputuloksen tulisi olla. Muottilaudoituksen osalta olemassa olevat ohjeet olivat Ely-keskuksen nykyisten vaatimusten mukaan vanhentuneita. Tärkein tulos, joka tässä opinnäytetyössä saavutettiin on vaatimusten mukainen toimintamalli sillan reunapalkin korjaukseen vaihe vaiheelta. Opinnäytetyötä voidaan käyttää hyväksi uusien sillankorjauskohteiden läpiviennissä.

Opinnäytetyö on tehty monivuotisen sillankorjausurakan seurannan perusteella ja merkittäviä eroja on tullut vanhoihin ohjeisiin nähden varsinkin sillan reunapalkin purkamisessa ja muottilaudoituksen ratkaisuisissa. Sillan reunapalkin purkamisessa opinnäytetyössä suositellaan käytettäväksi piikkausrobotin ja kaivinkoneen yhdistelmää Ely-keskuksen ohjeiden suositteleman vesipiikkauksen asemesta. Monivuotisen seurannan perusteella on huomattu opinnäytetyön suositteleman purkutavan säästävän huomattavasti sekä ajallisesti että rahallisesti vesipiikkaukseen verrattuna. Reunapalkin muotituksen osalta opinnäytetyössä löydettiin nykyvaatimukset täyttävät muotitusvaihtoehdot yleisimpiin reunapalkin malleihin. Lisäksi opinnäytetyössä annetaan toimiva työmalli muihin sillan reunapalkin korjauksen työvaiheisiin.

Opinnäytetyötä tehdessäni opin hakemaan tietoa eri tietolähteistä ja käyttämään hyväksi sitä. Lisäksi opin paljon sillan korjauksen teoriasta. Opin yhdistelemään keräämääni tietoa omaan kokemukseeni ja käyttämään

keräämääni aineistoa dokumentoinnissa. Opin myös paljon työturvallisuudesta ja työturvallisuusohjeista. Toivon, että työstäni on hyötyä Skanska Infralle uusien siltakohteiden suunnittelussa ja urakoinnissa.

LÄHTEET

1. Skanska. Tietoa toiminnastamme Suomessa ja Virossa. Saatavissa: <http://skanska.fi/fi/Tietoa-Skanskasta/Historiamme/> Hakupäivä 5.11.2011.
2. Skanska. Perustietoa toiminnastamme Suomessa ja Virossa.2011. Saatavissa: <http://skanska.fi/fi/Tietoa-Skanskasta/Skanska-Suomessa-ja-Virossa/Perustietoa-toiminnastamme-Suomessa-ja-Virossa/> Hakupäivä 18.10.2011.
3. Rala yritysraportti Skanska Infra oy. 2011. Saatavissa: http://intra.rala.fi/rala/yritys_raportti.phtml?yritys_id=100899 Hakupäivä 21.10.2011.
4. Tiehallinto. Sillat/ julkaisut/ Janhunen. 2007. Saatavissa: http://alk.tiehallinto.fi/sillat/julkaisut/janhunen_2007.pdf Hakupäivä 5.11.2011.
5. Tiehallinto. SILKO siltojen korjausohjeet. 2007 . S.6. Saatavissa: http://alk.tiehallinto.fi/sillat/silko/kansio1/s1201_2007.pdf Hakupäivä 26.12.2011.
6. Tiehallinto. SILKO siltojen korjausohjeet. 2007 . S.10. Saatavissa: http://alk.tiehallinto.fi/sillat/silko/kansio1/s1201_2007.pdf Hakupäivä 26.12.2011.
7. Tiehallinto. SILKO siltojen korjausohjeet. 2007 . S.19. Saatavissa: http://alk.tiehallinto.fi/sillat/silko/kansio1/s1201_2007.pdf Hakupäivä 26.12.2011.
8. Hilti. Ankkurointitekniikka, Hilti Hit-Hy150 ominaisuudet. 2011. Saatavissa: http://www.hilti.fi/holfi/page/module/product/prca_productdetail.jsf?lang=fi&nodoid=-263949&selProdOid=642092 Hakupäivä 13.9.2011.

9. Rakentajan kalenteri 2004, s. 107.

10. Teräspalkin kantokyvyn arviointi, kandidaattityö, s.17, Tommi Nieminen, 2008. Saatavissa: http://www.tkk.fi/Yksikot/Rakenteidenmekaniikka/ojkoti/rt-kandsem/k-08/kandityo_nieminen_final.pdf

Hakupäivä 9.4.2011.