

1 VAURIO



Kuva 1. Talvisuolauksen aiheuttamaa rapautumista reunapalkissa.

Betonin rapautuminen on yleisin reunapalkin uusimiseen johtava vaurio. Rapautuminen johtuu siitä, että vesi pääsee betonin huokosiin ja irrottaa jäätyessään kerros kerrokselta betonin pintaa. Teiden talvisuolaus kiihdyttää vauriota jäätymissulamiskertojen lisääntyessä. Kun rapautuminen edistyy niin pitkälle, ettei betonipeite suojaa raudoitusta, vaurio pahenee nopeasti teräskorroosion vaikutuksesta. Raudoituksen korrosio voi käynnistyä nopeamminkin, jos kloridit pääsevät tunkeutumaan reunapalkin halkeamien kautta rakenteeseen. Tällöin betonipeite lohkeaa pois ja korrosio kiihtyy.

Joskus reunapalkki lohkeaa, kun esimerkiksi kaidepylvään juureen jääneeseen onkaloon pääsee vettä, joka murtaa jäätyessään rakenteen. Betonin sisään jääneet puuvälikkeet aiheuttavat samanlaisen vaurion.

2 KORJAUSTARVE



Kuva 2. Rapautuminen on edennyt niin pitkälle, että reunapalkki on uusittava.

Koska reunapalkin uusiminen on suuritöinen, vaurion annetaan yleensä edistyä varsin pitkälle. Yleensä korjaustyöhön ryhdytään, kun pääraudoitusta on näkyvissä. Merkittävän sillan ulkonäköön kohdistuvat vaatimukset saattavat joskus nopeuttaa korjaustyön aloittamista. Ehdoton vaatimus on, ettei liikenneturvallisuus saa vaarantua kaidepylväiden huonon kiinnityksen eikä reunapalkista irtoilevien betonikappaleiden vuoksi.

Korjaus tehdään yleensä sillan peruskorjauksen yhteydessä. Kaiteet uusitaan samalla, jos se on ohjeiden mukaan tarpeen.

Korjaustarvetta voidaan arvioida *Sillantarkastuskäsikirjan* /1/ taulukoiden 2 ja 4 avulla.

3 OHJEEN SOVELTAMISALA

Tätä ohjetta käytetään sillan betonisia reunapalkkeja uusittaessa ottaen huomioon seuraavaa:

- Sillan leventämistarve on selvitettävä ennen korjaussuunnitelman laatimista ja otettava huomioon sillan reunaa mitoitettaessa.
- Rakennesuunnittelijan tekemän kantavuuslaskelman tarpeellisuus määritetään korjattavan rakenneosan perusteella korjaussuunnitelmaa laadittaessa.
- Betonipeitettä voidaan purkaa pelkästään urakoitsijan laatiman työsuunnitelman mukaan Tiehallinnon ohjeessa *Betonipinnan poistamisohjeita siltojen korjauksissa* /2/ esitetystä määrin.
- Reunapalkin uusimisen periaateratkaisua tehtäessä otetaan vaihtoehtona huomioon Tiehallinnon julkaisun *Siltojen reunapalkkien kuoret* /3/ mukaiset valukiinnitteiset ratkaisut (julkaisun /3/ liitteen kuvat 10 ja 13).

Liitteissä 1, 2, 3, ja 4 esitetään neljä sillankorjaustöiden yhteydessä kehitettyä puista muottisysteemiä: 1) kaiteen varaan asennettava muottielementti, 2) kansilaattaan ankkuroitava muotti, 3) tippuputkien läpi ripustettava muotti ja 4) ulokkeen varaan ripustettava muotti.

Tässä ohjeessa ei käsitellä jännitettyjä rakenteita, jos jänneraudoitus on vaurioitunut.

Pienet paikkaukset tehdään eri ohjeiden mukaan.

Työssä tarvittavia taustatietoja on saatavissa mm. seuraavista SILKO-yleisohjeista:

- SILKO 1.201; betoni sillakorjausmateriaalina
- SILKO 1.202; työsuojelu polymeeripitoisia aineita käsiteltäessä
- SILKO 1.203; purkamismenetelmät ja niiden vaatimat työsuojelutoimenpiteet.

4 LAATUVAATIMUKSET

Reunapalkit uusitaan suunnittelijan laatiman korjaussuunnitelman mukaan. Urakoitsija laatii työ- ja laatusuunnitelman, joka toimitetaan tilaajalle.

Olosuhteiden on oltava valittujen korjausaineiden vaatimusten mukaiset. Rakenteen lämpötilan on oltava kovettumisen ajan vähintään +5 °C. Jos ulkoilman olosuhteet eivät ole vaatimusten mukaisia, käytetään sääsuojaa.

Korkeita lämpötiloja on syytä välttää, koska kutistumishalkeilun riski kasvaa. Suositeltava lämpötila työn aikana on +5...+15 °C. Sopiva korjausaineiden varastointilämpötila on noin +20 °C.

Piikkausraja on määritettävä kohdan 5.1 mukaan kloriditestin perusteella. Tartuntapinnan vetolujuuden on oltava vähintään 1,5 N/mm².

Käytäntö on osoittanut, että vauriot uusiutuvat nopeasti, jos liian kloridipitoista tai karbonatisoitunutta betonia jää raudoituksen ympärille.

Korjausbetonin on oltava Tiehallinnon käyttöönsä hyväksymä.

Korjausbetonin tai juotoslaastin valinta perustuu eurooppalaiseen standardiin *SFS-EN 1504-3 ja SILKO-yleisohjeeseen 1.201 /4/* Valinta tehdään alustavasti korjaussuunnitelmaa laadittaessa ja lopullisesti työ- ja laatusuunnitelmaa tarkastettaessa.

Muoteissa käytettävän puutavaran lujuusluokan on oltava vähintään T 24.

Betonipeitevaatimus määritetään *SILKO-yleisohjeen 1.201 /4/* rasisluokkataulukoiden avulla.

Sillan rakenneosan raudoitteen betonipeitteen nimellisarvon vähimmäismäärä riippuu sillan osan rasisluokkaryhmästä, raudoitustyyppistä (tavallinen tai jännitetty) ja valumenetelmästä.

Seuraavien asioiden pitää täyttää *InfraRYL osan 3 /20/ (SYL 3:n /5/)* vaatimukset:

- Mittatarkkuus; *InfraRYL 42210.4.2 (SYL 3.2.3.2)*
- Pinnan laatu ja halkeilu; *InfraRYL 42111.4.4 ja 42210.4.4 (SYL 3.2.2.5 ja 3.2.3.4)*
- Muottikankaan käyttö; *InfraRYL 42111.4.4 ja 42210.4.4 (SYL 3.2.2.5 ja 3.2.3.4)*
- Pinnan suojaaminen; *InfraRYL 42500 (SYL 3.2.8)*.

Kuorielementtien on täytettävä *Tiehallinnon julkaisun /3/* laatuvaatimukset.

Korjaustyön tekijöiden ammattitaito on osoitettava ti-laajan hyväksymällä työnäytteellä tai ammattipassilla.

Uusi reunapalkki ei saa erottua häiritsevästi ympäröivästä betonipinnasta.

Korjaustyöstä on pidettävä pöytäkirjaa.

Pöytäkirjan malli on *SILKO-yleisohjeen 1.231 /6/* liitteenä.

5 TYÖVAIHEVAATIMUKSET

5.1 Korjaussuunnitelman laatiminen

Reunapalkkien uusimista varten on tehtävä erikoistarkastus, jossa selvitetään erityisesti betonin kloridipitoisuus ja karbonatisoituminen sekä raudoituksen korroosiotila ja betonipeitteen paksuus *Sillantarkastusohjeen /7/* kohtien 4.4.1, 4.5.1 ja 4.6.1 mukaan. Myös paikalleen jäävän rakenteen pakkasvauriot ja lujuus on selvitettävä.

Kloridipitoisuus saa olla normaalisti raudoitettussa rakenteessa betonin painosta 0,07 % happoliukoisena mitattuna. Jos kloridipitoisuus on suurempi, betoni on piikattava pois siten, että raudoituksen ympärille ei jää betonia, jonka kloridipitoisuus on suurempi kuin 0,02 %.

Näyteporaus ulotetaan vähintään 40 mm:n syvyyteen tai syvemmällä olevan raudoituksen tasoon, koska kloridit tunkeutuvat yleensä syväälle ja tutkimuksen tarkoituksena on selvittää piikkausraja.

Jos hoikan ulokkeen reunapalkki uusitaan kokonaan, paikalleen jäävän betonin lujuus on yleensä syytä selvittää rakenteesta porattavan lierion avulla. Jos lujuus on alle K30, rakenne on tutkittava tarkemmin.

Raudoituksen korroosiotila selvitetään potentiaalimittauksella.

Raudoituksen korroosio on yleensä käynnistynyt halkeilleen tai lohjenneen alueen ulkopuolella. Piikkausraja määritetään potentiaaliarvojen avulla niin, että rauditus on piikattava esiin, jos potentiaali on suuruusluokaltaan negatiivisempi kuin -200 mV (Cu/CuSO₄-elektrodi). Mittaustulosten tarkemmassa arvostelussa käytetään *ASTM-standardia C876-91 (1999)*. Piikkausrajan määrittämisperusteita on selostettu *Sillantarkastusohjeen /7/* kohdassa 5.2.3.

Reunapalkin liikuntasaumasta on tarkistettava, että lämpöliikkeet pääsevät tapahtumaan.

Suunnittelun tärkein vaihe on korjausbetonin valinta. Suositeltavia vaihtoehtoja ovat

1. *SILKO-ohjeen 3.211 /8/* mukaiset vakiobetonit (reseptibetonit ja kuivatuotteet).
2. *InfraRYL osan 3 luvun 42020 /20/ (SYL 3:n /5 /) ja SILKO-yleisohjeen 1.201 /4/* mukainen pakkaskestävä betoni K35/P50 ja itsestivistävä betoni (ITB).

Ennakkokokeita ei tarvita, jos käytetään vakiobetonina. Pakkaskestävän betonin ja ITB:n laadunvarmistus tehdään *SILKO-yleisohjeen 1.201 /4/* kohdan 11 mukaan.

Reunapalkin korjaussuunnitelmassa pitää esittää ainakin

- purettavien osien rajat ja suositeltava purkamismenetelmä sekä tarvittaessa kantavuuslaskelma
- reunapalkin rakennetyyppi, matala tai korkea, valinnan seurausvaikutukset kuten kaideratkaisut ja syöksytorvien tarve
- mitat, betoni ja rauditus
- kaiteet
- reunapalkin impregnointi ja impregnointiaineen laatuvaatimukset (ei koske muottikangaspintaa eikä polymeerisementtibetonia)
- teline- ja muottirakenteet sekä muottikankaan käyttö
- uusien rakenneosien ankkurointi
- työ- ja ympäristönsuojelutoimenpiteet
- työhön vaikuttavat paikalliset olosuhteet kuten rautatien sähköistys (neuvoteltava rautatieviranomaisen kanssa), työnaikainen uminen sekä raudoituksen korroosiotila ja liikenne, vesistön käyttö jne.
- liikennejärjestelyt.

Korjaussuunnitelmassa voidaan asettaa betonin kutistumalle vaatimus, mikäli betonivalu ulottuu vain raudoituksen ja kloridipitoisuuden vaatimaan syvyyteen.

Betonin kutistuma mitataan joko siltapaikalla tai laboratoriossa Naulalevymenetelmällä ohjeen *by 22* käyttöselosteita koskevassa lisälehdessä esitetyllä tavalla.

Piikkausraja on määritettävä huolellisesti, koska käytäntö on osoittanut, että vauriot uusiutuvat nopeasti, jos liian kloridipitoista tai karbonatisoitunutta betonia jää raudoituksen ympärille.

Kloridien haitallista vaikutusta pyritään välttämään — ajoittamalla korjaustyö kevääseen, jolloin impregnointi voidaan tehdä syksyllä tai — välttämällä suolausta ensimmäisenä talvena tai suojaamalla reunapalkki peitteillä.

Reunapalkin uusimiseen saattaa liittyä muita korjaustöitä, jotka tehdään erillisten SILKO-ohjeiden mukaan seuraavasti:

- Tippuputken teko, SILKO 2.611
- Reunasalaojan teko, SILKO 2.613
- Kaiteen uusiminen, SILKO 2.311 tai Kaidepylvään juuren kunnostus, SILKO 2.331
- Reunapalkin liikuntasauaman kunnostus, SILKO 2.711, 2.712, 2.713 tai 2.731
- Vedeneristyksen paikkaaminen, SILKO 2.831.

Nämä on otettava huomioon reunapalkin korjaussuunnitelmaa laadittaessa.

5.2 Valmistelevat työt

Urakoitsija laatii ennen korjaustyön aloittamista yhdistetyn työ- ja laatusuunnitelman, jossa esitetään seuraavat asiat alla olevan jaottelun mukaan:

1. Yleiset tiedot

- hankkeen työ- ja laadunvalvontaorganisaatio: henkilöt, vastuu, toimivalta ja tehtävät
- työmäärien tarkistus
- laaduntarkastuksissa käytettävä kalusto
- työturvallisuus- ja ympäristönsuojelutoimet
- työhön vaikuttavat paikalliset olot kuten rautatien sähköistys ja työskentely rautatien läheisyydessä (neuvoteltava rautatieviranomaisten kanssa), työnaikainen liikenne, vesistön käyttö jne.
- lupien hankinta.

2. Työsuunnitelma

- purettavien osien rajat ja purkamismenetelmä
- teline- ja muottirakenteet sekä muottikan-kaan asentaminen ja käsittely
- uusien rakennosien ankkurointi
- korjausaineet tuotenimin ja ominaistiedoin
- betonointimenetelmä
- jälkihoitomenetelmä
- kuinka työ tehdään: työntekijät, työjärjestys, työkapasiteetit ja aikataulu
- työalueen suojaaminen turvallisesti
- henkilönostimen ja telineiden käyttö.

3. Työnaikaiset tarkastukset ja mittaukset

- olosuhdemittaukset
- pinnan laadun, tartunnan ja ulkonäön tarkastus
- laadunohjaus yllä mainittujen toimien perusteella.

4. Vaatimustenmukaisuuden osoittaminen

- betonointipöytäkirjat
- tartuntamittaukset
- poikkeamaraportit
- korjaustoimenpiteet
- uusintatarkastus.

Ennen korjaustyötä on tehtävä seuraavat toimet:

- Liikenteen järjestelyjä varten laaditaan *eri ohjeen /9/* mukaan liikenteenohjaussuunnitelma, joka toimitetaan tilaajan edustajalle tarkastettavaksi.

Sillan osalle asetetaan nopeusrajoitus 30—50 km/h, johon tarvitaan tieviranomaisen päätös. Tie suljetaan liikenteeltä ajokaista kerrallaan. Yleensä käytetään liikennevaloja (kuva 3).

- Työntekijöiden perehdyttämiseksi annetaan työn edellyttämä määrä työnopastusta.



Kuva 3. Liikenteen ohjaus sujuu parhaiten liikennevalojen avulla.

Työntekijöiden turvallisuus varmistetaan suojakaiteilla, joilla
 — estetään putoaminen sillan reunan yli ja
 — erotetaan työskentelytila ajoradan puolella.

Reunan suojakaiteet on esitetty liitteiden 1–4 muottivaihtoehdoissa.

Ajoradan puolelle tehdään suojakaide ainakin silloin, jos ajokaistan reuna on alle metrin etäisyydellä työskentelyalueesta. Kaide tehdään betonielementeistä tai kiinnittämällä sillan reunasta purettu kaide pintarakenteeseen *eri ohjeen /10/ mukaan*.

Jos sillan kaiteet uusitaan, vanhan kaiteen pylväiden katkaistuihin päihin hitsataan teräslevyt, joihin porataan reiät ja kaiteet kiinnitetään ruuveilla kannen pintarakenteeseen (kuva 4).

Jos rakenteiden purkamisessa käytetään vesi-piikkausta, kivien ja muun purkujätteen sinkoilu estetään suojaseinällä. Suojarakenteiden tarve on harkittava muissakin tapauksissa, kuten alikulkevan liikenteen suojaamistarpeen ilmetessä.

Henkilönostot tehdään *SILKO-yleisohjeen 1.111 /11/ kohdan 5.2.2 mukaan*.

Telineet ja työtasot tehdään *rakennustöiden turvallisuudesta annettujen määräysten /12/ ja ohjeiden /13/, /14/ ja /15/ mukaan*. Jos siltaa levennetään korjauksen yhteydessä, telineiden lujuuslaskelmat on tehtävä tapauskohtaisesti.

Reunapalkin muottisuunnitelma voidaan laatia tämän ohjeen esimerkkien (liitteet 1–4) mukaan tai niitä soveltaen. Telineet voidaan tukea sillan rakenteisiin tai maahan (kuva 5). Jos kaiteiden kiinnitys reunapalkkeihin säilyy riittävänä, niin telineet voidaan ripustaa kaiteiden varaan. Jos telineet tuetaan maahan, ne tehdään yleensä jonkin putkitelinetyypin elementeistä. Pienen sillan telineet voidaan tehdä puurakenteisena.

Purkujätteet on kerättävä talteen korjaussuunnitelman mukaisesti.



Kuva 4. Suojakaide työskentelyalueen ja ajoradan välissä.



Kuva 5. Maahan tuetut telineet.

5.3 Reunapalkin purkaminen

Piikattava alue rajataan yleensä suoraviivaisesti kulmahiomakoneella tai timanttisahalla. Rajaus tehdään mieluummin rakenteen jonkin särmän kohdalle. Rajaukset ja miestyönä tehtävät piikkaukset tehdään yleensä kaiteen varaan ripustettavasta hoitokorista käsin.

Piikkausraja syvyysuunnassa määritetään kloriditestin tulosten perusteella. Piikkaus ulotetaan raudoitustangon halkaisijan verran tai vähintään 20 mm paljastuneen raudoituksen taakse.

Reunapalkin purkamiseen sopivia menetelmiä ovat

- vesipiikkaus (kuva 6)
- piikkaus hydraulisella robotilla (kuva 7)
- murtaminen hydraulisella puristimella
- koneellinen piikkaus kevyellä tai keskiraskaalla piikkausvasaralla (kuva 8) ja
- timanttisaha.

Mieluummin käytetään vesipiikkausta, jolloin saadaan mahdollisimman hyvä tartuntapinta. Jos käytetään vesipiikkausta, kivien ja muun purkujätteen sinkoilu estetään suojarakenteilla. Piikkausvasaraa käytettäessä piikkaus tehdään paikalleen jäävää betonipintaa lähestyttäessä kevyellä kalustolla, jotta tartuntapinnan mikrohalkeilu jää mahdollisimman vähiin. Piikatun pinnan pitää olla rosoinen ja karkea.

Vesipiikattu pinta on pestävä painepesurilla ja muulla tavoin piikattu pinta on suihkupuhdistettava ja pestävä painepesurilla. Tartuntapintaan ei saa jäädä mitään irtainta ainesta tai epäpuhtauksia.

Jos vesipiikkausta ei käytetä, betoniterästangot puhdistetaan ruosteesta piikatun pinnan suihkupuhdistuksen yhteydessä puhdistusasteeseen Sa 2½. Jos reunapalkkiin ei kohdistu suolarasitusta, puhdistus voidaan tehdä porakoneeseen kiinnitettävällä teräsharjalla puhdistusasteeseen St 2. Raudoitusta piikataan esiin niin paljon, että raudoitus on ruosteetonta vähintään 100 mm:n pituudelta tai piikkausraja selvitetään potentiaali-mittauksella.

Jos raudoitustanko on ruostunut tai vahingoittunut piikattaessa niin, että sen poikkileikkausala on pienentynyt 30 % tai enemmän, tanko korvataan uudella *eri ohjeen /16/* mukaan.

Raudoitustangot ankkuroidaan tarvittaessa *eri ohjeen /16/* mukaan.



Kuva 6. Reunapalkkia puretaan vesipiikkausella, mikä on suositeltavin purkamismenetelmä.



Kuva 7. Hydraulinen piikkauslaite.



Kuva 8. Pieniä alueita voidaan purkaa piikkausvasaralla.

5.4 Muottien teko

Muotit valmistetaan siltapaikalla puutavarasta (kuvat 9 ja 10). Muotin pintamateriaali valitaan siten, että uuden reunapalkin pinta sopeutuu vanhan rakenteen ulkonäköön. Yleensä muottilautana käytetään 20 mm:n sahattua, laatuluokan C tai D, raakaponttilautaa tai karkeahöylättyä mitalistettua lautta, jonka pitää olla ulkokuivaa (kosteusaste keskimäärin 20 %). Sahattu pinta tulee betonia vasten.

Muottityössä kiinnitetään erityistä huomiota

- muottien tiiviyyteen vanhaa rakennetta vastaan
- tukien kiinnittämiseen
- kulmien viisteisiin
- muottien lujuteen itsetiivistyvää betonia käytettäessä.

Kiila- ja lyöntiankkureiden pysyvyyteen muottien kiinnittämisessä pitää kiinnittää erityistä huomiota. Tarvittaessa ankkureiden pysyvyys pitää varmistaa koevedoin. Kiila- ja lyöntiankkureita ei saa käyttää rakenteiden alapinnoissa eikä kohteissa, joissa niiden irtoaminen voi johtaa muotin jatkuvaan sortumaan.

Muotit pidetään jatkuvasti kosteina.

Kun suolarasituksen alaiseksi joutuvien reunapalkkien pystypinnoissa käytetään Tiehallinnon käyttöönsä hyväksymää muottikangasta, muottikankaan asennus ja käsittely tehdään tuotekohtaisten ohjeiden mukaan.

Muottikangas vähentää pintahuokosia ja parantaa pinnan pakkassuolakestävyttä (kuva 12).

Muottien mitoitus ja tiiviys on varmistettava ennen valua. Itsetiivistyvää betonia käytettäessä muotit on mitoitettava betonimassan aiheuttamalle hydrostaattiselle paineelle *InfraRYL 42020.3.2.1:n /20/ (SYL 3 /5/ 3.4.2.1:n)* mukaan.

Liitteissä 1—4 esitetään neljä sillankorjaustöiden yhteydessä kehitettyä reunapalkkien muottisysteemiä ja yksi tehdasvalmisteinen systeemi.

Kuorielementtien asentamisesta on ohjeita *Tiehallinnon julkaisussa /3/*.



Aarne Raudaskoski

Kuva 9. Kaiteen varaan asennettava muottielementti.



Kuva 10. Tippuputkien läpi ripustettu muotti.



Raimo Vessonen

Kuva 11. Muottien asentamiseen ja purkamiseen sopiva nostokori.



Kuva 12. Muottikangasta vasten valettu pinta.

5.5 Raudoitustyö

Raudoitustyön on täytettävä *InfraRYL osan 3* kohdan 42020.3.3 (SYL 3 /5/ 3.4.3) mukaiset laatuvaatimukset.

Reunapalkin rauditus ja rauditusluettelo esitetään korjaussuunnitelmassa.

Jos koko reunapalkki uusitaan, se tehdään korjaussuunnitelman mukaan (kuvat 13 ja 14). Jos reunapalkkia ei pureta kokonaan, se tehdään usein lähes entisen muotoiseksi. Betoniterästan-koja ei saa asentaa siten, että ne ulottuvat kaidepylväiden mahdollisiin varauksiin.

Ruostumattomia, epoksinnoitettuja ja kuuma-sinkittyjä rauditustankoja voidaan käyttää erikoistapauksissa korjaussuunnitelman mukaan. Kuorielementeissä käytetään ruostumatonta terästä.

Jos betonipeitevaatimukset eivät täyty, käytetään ruostumatonta terästä, joka ei saa tulla kosketukseen normaalin raudituksen kanssa.

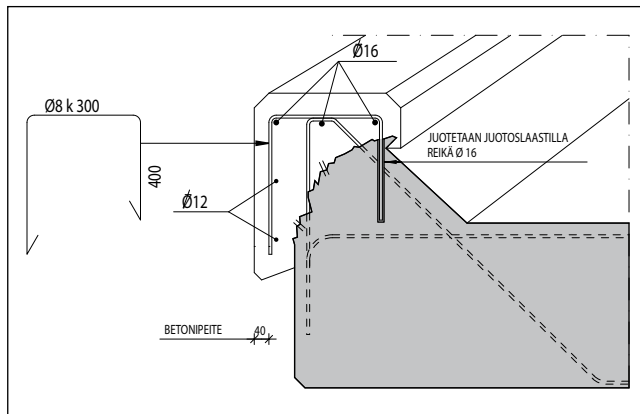
Rauditteet tehdään mahdollisimman valmiiksi etukäteen.

Tarvittavat ankkuroinnit pyritään tekemään alaviistoon, jolloin rauditustanko kiinnitetään juotoslaastilla. Vaakasuurissa ja yläviistoon poratuissa rei'issä on käytettävä valumatonta paikkauslaastia.

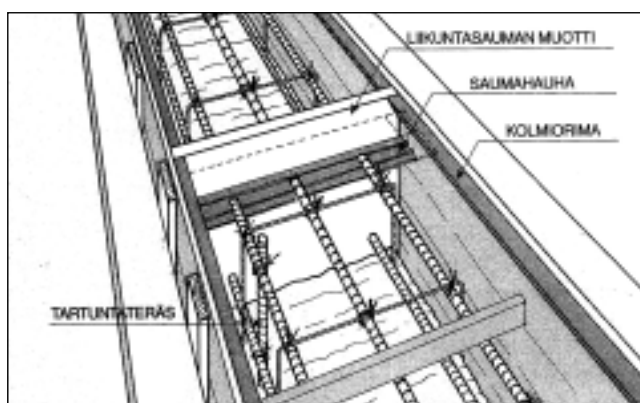
Kemiallisia ankkureita voidaan käyttää erikoistapauksissa korjaussuunnitelman mukaan.

Vaadittava betonipeitteen paksuus voidaan varmistaa käyttämällä riittävän paljon muovisia korokkeita ja vanteita (kuva 15).

Reunapalkeissa ei käytettä työrauditteita.



Kuva 13. Uusittavan reunapalkin rauditusesimerkki.



Kuva 14. Valmis rauditus sekä liikuntasauaman muotti ja saumanauha.



Kuva 15. Reunapalkin kulmissa käytettävä normivanne ja muualla käytettäviä korokkeita.

5.6 Betonointi

Betonityön on täytettävä *InfraRYL osan 3 kohdan 42020.3.4 /20/ (SYL 3 /5/ 3.4.4)* mukaiset laatuvaatimukset.

Betonimassan notkeusvaatimus on S3—S4.

Jos betonia tarvitaan vähän, betonin sekoittaminen työmaalla kuivatuotteista on suositeltavaa. Valmistajan antamia ohjeita on noudatettava tarkasti. Erityisesti on valvottava, että vettä lisätään vain ohjeen mukaan ja sekoitusaika on riittävä.

Muotit ja piikatut betonipinnat kastellaan hyvin vuorokausi ennen betonointia ja suojataan saateita ja auringonpaisteelta. Betonoinnin alkaessa betonipintojen pitää olla kosteita, mutta ne eivät saa olla märkiä (kiiltäviä).

Betonimassa tiivistetään 25—48 mm:n tärysauvalla. Tärysauva pidetään mahdollisimman pystysuorassa (kuva 16). Tärytysaika on 200—300 s/m³. Lopuksi tehdään kevyt muottitärytys. Jälkitiivistys tehdään massan tärytysajan kuluessa. Ellei tarkempaa määrittystä tehdä, jälkitärytys on mahdollista, jos sauva painuu omalla painollaan massaan. Notkistavan lisäaineen vaikutus tärytykseen on otettava huomioon.

Yläpinta tasoitetaan ja hierretään lastalla. Hierto on tehtävä ajoissa ennen kuin massa alkaa jäykistyä.

Muotteja kastellaan 1—2 viikon ajan. Jos muotit puretaan ennen kuin jälkihoitovaatimus on täyttynyt, pintojen jälkihoito tehdään varsinaisella jälkihoitoinneella tai kosteajälkihoitona (vesikastelu). Muottien varhaisessa purkamisessa on noudatettava erityistä varovaisuutta, jotta rakenteen särmät eivät rikkoudu. Pintoja on jälkihoidettava erittäin huolellisesti, koska muottien poistaminen aiheuttaa pinnoille lämpöshokin, joka aiheuttaa mikrohalkeilua.

Pintojen kosteajälkihoitoaika on vähintään yksi viikko. Varsinaisen jälkihoitoinneen vaikutus vastaa 3,5 vuorokauden kosteajälkihoitoa. Jälkihoitoinneen on oltava Tiehallinnon käyttöönsä hyväksymä ja se on tarvittaessa poistettava ennen pinnan suoja-ainekäsittelyä.

Jälkihoidon vaikutus on tehokkain, kun välittömästi valun jälkeen valupinnalle levitetään muovikalvo tai varhaisvaiheen jälkihoitoinne. Pinnan hierontamisen jälkeen heti, kun pinta kestää vettä, se kastellaan sumuttamalla tai ruiskutetaan varsinainen jälkihoitoinne ja suojataan uudestaan tiiviillä peitteellä.

Sähköistetyn radan ylikulkusillalla ei saa käyttää vesikastelua, jos ajojohdoissa on virta.

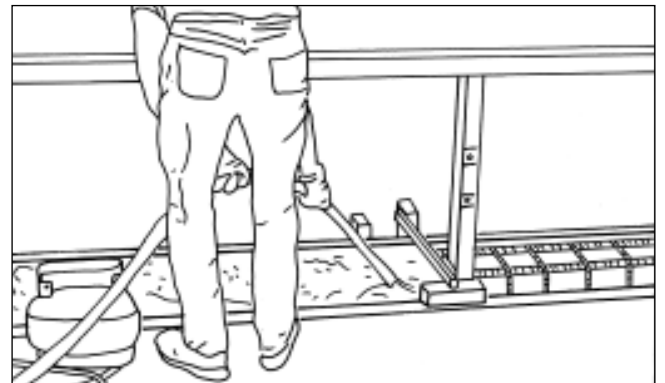
Polymeerisementtibetoni (lateksibetoni) poikkeaa muista betoneista, joten sen jälkihoidossa on

noudatettava polymeerin valmistajan ohjeita, jotka toistetaan pääosin korjaussuunnitelmassa.

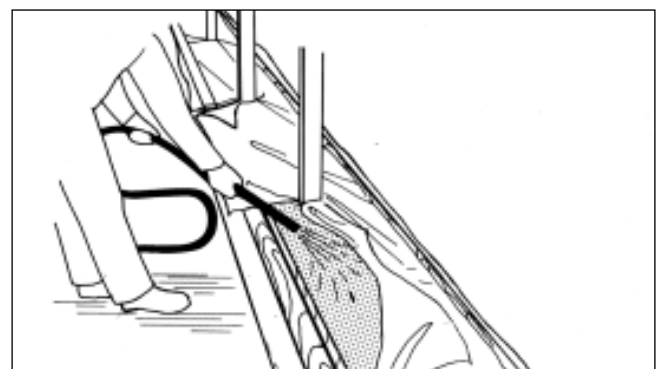
Jos reunapalkkiin tulee halkeamia, ne on välittömästi suljettava imeyttämällä/18/.

Muottikangaspintaa, polymeerisementtibetonia ja kuorielementtejä lukuun ottamatta reunapalkit suojataan klorideja vastaan impregnoimalla *SILKO-ohjeen 2.252 /19/* mukaan (kuva 18).

Impregnointiaine voidaan levittää aikaisintaan kuuden kuukauden kuluttua valusta, ellei tuotekohtaisesti ole sanottu muuta. Impregnoinnin sijasta reunapalkki voidaan pinnoittaa hyväksytyllä elastisella polymeeripinnoitteella.



Kuva 16. Betonin täryttäminen oikealla tavalla ja riittävästi on tärkeitä.



Kuva 17. Vesikastelu on paras jälkihoitomenetelmä.



Kuva 18. Reunapalkin suojausta impregnoimalla.

6 LAADUNVARMISTUS

Urakoitsija tekee laadunvarmistustoimet kohdassa 5.2 esitetyn laatusuunnitelman mukaan.

Olosuhdemittaukset tehdään työvuoron alussa ja lopussa ja kerran työvuoron aikana.

Piikatum pinnan tartuntalujuus tutkitaan tarvittaessa vetokokeella.

Betonin ilmamäärä mitataan työmaalla (kuva 19). Ilmamäärästä lasketaan P-luku.

Puristuslujuus määritetään *SILKO-ohjeen 1.201 /4/ kohdan 11.4.2* mukaan.

Betonipinnan laatu ja halkeilu sekä rakenteiden mittatarkkuus tarkastetaan silmämääräisesti. Tarvittaessa tehdään mittauksia.

Itsetiivistyvän betonin laadunvarmistus tehdään *InfraRYL luvun 42020 ja liitteen 42020: Liite 4 (SYL 3 /5/)* mukaan.

Työn valmistuttua tehdään laaturaportti, jossa esitetään muun muassa

— korjaussuunnitelma ja sillan hoito-ohje

— yhdistetty työ- ja laatusuunnitelma

— ainestodistukset

— betonointipöytäkirjat

— mahdolliset poikkeamaraportit

— vaatimustenmukaisuuden yhteenvetoraportti.

Laaturaportti luovutetaan tilaajan edustajalle viimeistään vastaanottotarkastuksessa.



Kuva 19. Ilmamäärämittaus.

7 TÄYDENTÄVÄT OHJEET

- /1/ *Sillantarkastuskäsikirja. Helsinki: Tiehallinto 2004. ISBN 951-803-208-4. TIEH 2000009-04.*
- /2/ *Betonipinnan poistamisohjeita siltojen korjauksissa. Tiehallinto, Asiantuntijapalvelut.*
- /3/ *Siltojen reunapalkkien kuoret. Helsinki: Tiehallinto 2005. 34 s. ISBN 951-803-425-7.*
- /4/ *Betonirakenteet. Betoni sillankorjausmateriaalina. Helsinki: Tiehallinto 2006. (SILKO 1.201) TIEH 2230095-1.201.*
- /5/ *Sillanrakentamisen yleiset laatuvaatimukset. Betonirakenteet - SYL 3. Helsinki: Tiehallinto 2005. ISBN 951-803-433-8. TIEH 2200034-05 + päivityssivut www.tiehallinto.fi/sillat*
- /6/ *Betonirakenteet. Betonin paikkaus. Helsinki: Tielaitos 1996. (SILKO 1.231) TIEH 2230095-1.231.*
- /7/ *Sillantarkastusohje. Helsinki: Tiehallinto 2004. 100 s. ISBN 951-803-195-9. TIEH 2000008-04.*
- /8/ *Betonirakenteet. Vakiobetonit. Helsinki: Tiehallinto 2000. 3 s. (SILKO 3.211) TIEH 2230097-3.211.*
- /9/ *Liikenne tietyömaalla. Kunnossapitotyöt 5C-4. Liikennejärjestelyt ja työturvallisuus kunnossapitotyössä. Helsinki: Tiehallinto 2005. TIEH 2200030-v-07.*
- /10/ *Liikenne tietyömaalla. Sulku- ja varoituslaitteet 5D-2. Helsinki: Tiehallinto. TIEH 2200051-v-07.*

- /11/ *Yleisohjeet. Työturvallisuus. Helsinki: Tiehallinto 2000. (SILKO 1.111) TIEH 2230095-1.111.*
- /12/ *Valtioneuvoston päätös (629/94) rakennustöiden turvallisuudesta.*
- /13/ *STM:n päätös 156/98 työtelineiden ja putoamista estävien suojarakenteiden käytöstä rakennustyössä.*
- /14/ *Työtelineet ja suojarakenteet RIL 142-1999. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto ry.*
- /15/ *Tukitelineet RIL 147-1993. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto ry. ISBN 951-758-307-9*
- /16/ *Betonirakenteet. Raudoituksen uusiminen. Helsinki: Tie- ja vesirakennushallitus, 1983. 5 s. SILKO 2.262 (moniste).*
- /17/ *Betonirakenteet. Tartuntateräksen ankkurointi. Helsinki: Tie- ja vesirakennushallitus, 1982. 7 s. SILKO 2.261 (moniste).*
- /18/ *Betonirakenteet. Halkeaman imeytys. Helsinki: Tiehallinto, 2004. 8 s. (SILKO 2.239) TIEH 2230096-2.239.*
- /19/ *Betonirakenteet. Betonipinnan impregnointi. Helsinki: Tiehallinto, 2004. 8 s. (SILKO 2.252) TIEH 2230096-2.252*
- /20/ *InfraRYL 2006 Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset 2006. Osa 3 Sillat ja rakennustekniset osat. RT 14-10920. Rakennustieto Oy. Helsinki 2008.*

OPASTAVAT TIEDOT

LIITE 1

1. KAITEEN VARAAN ASENNETTAVA MUOTTIELEMENTTI

Muottielementit (kuva 9) valmistetaan sahatusta, laatuluokan C tai D, puutavarasta, jonka pitää olla ulkokuivaa (kosteusaste keskimäärin 20 %) ja fil-mipinnoitetusta muottivanerista. Elementin pituus on 2–3 metriä.

Reunapalkin sisäkulman betoniterästanko ja tartuntaraidoitteet asennetaan vasta elementin asentamisen jälkeen.

Kaiteeseen tuettava muottielementti asennetaan paikalleen seuraavasti (kuva 20a, työvaiheiden numerot on merkitty piirustukseen):

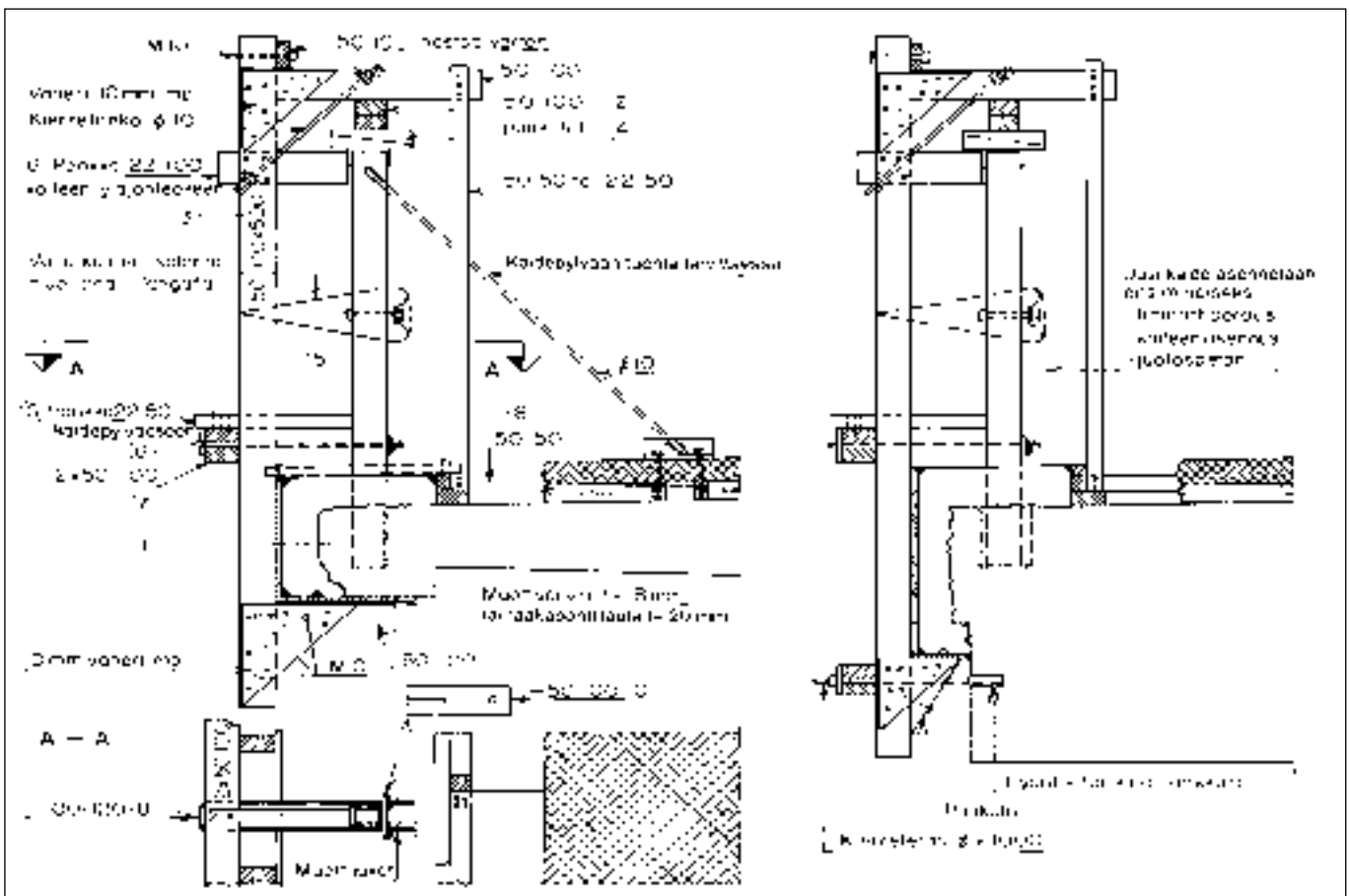
1. Betoni puretaan tarvittavaan syvyyteen kaiteen varassa liikuteltavasta tai nostimen puomiin kiinnitetystä huoltokorista käsin.
2. Kaiteen yläjohteen päälle asennetaan lauta tai soiroja kaiteen korkeuden vaatima määrä niin, että elementti voidaan kiilata oikeaan korkeusasemaan.
3. Elementti nostetaan paikalleen.
4. Elementin korkeusasema säädetään kiilojen avulla siten, että muotti liittyy tiiviisti rakenteen pintaan.

5. Elementti sidotaan esimerkiksi kaiteen välijohteen muovipäällysteisellä langalla. Nostoliinat irrotetaan.
6. Elementti kiinnitetään kaidepylväisiin. Kiinnityslaitteen kiristysosan ja kaidepylvään väliin asennetaan puupönkä.
7. Muotin yläosaan asennetaan puuvälikkeet (kiri-puut), jotka poistetaan betonoinnin aikana.
8. Reunapalkin sisäreunan muotti tuetaan elementin yläosaan ja sillan kanteen.

Mahdollinen muottikangas kiinnitetään muottikan-kaan toimittajan antamien ohjeiden mukaisesti.

Muottielementit puhdistetaan huolellisesti heti niiden irrottamisen jälkeen.

Jos sillan kaiteet uusitaan reunapalkin korjauksen yhteydessä, uudet kaidepylväiden varaukset porataan ja kaiteet asennetaan ja juotetaan paikoilleen ennen reunapalkin piikkausta (kuva 20b). Kuvien 20a ja 20b mukaista muottielementtiä voidaan soveltaa käyttäen myös matalassa kaiteessa ja reu-napalkkia korotettaessa.



Kuva 20a. Kaiteeseen tuettavan muottielementin osat ja niiden asennusjärjestys.

Kuva 20b. Sovellus laattasillan reu-napalkkiin.

OPASTAVAT TIEDOT

LIITE 2

2. KANSILAATTAAN ANKKUROITAVA MUOTTI

Muottityö tehdään nostokorista (kuva 11). Elementin pituus on 4–4,5 m. Kansilaattaa ankkuroitava muottielementti asennetaan paikalleen seuraavasti (kuva 21, työvaiheiden numerot on merkitty piirustukseen):

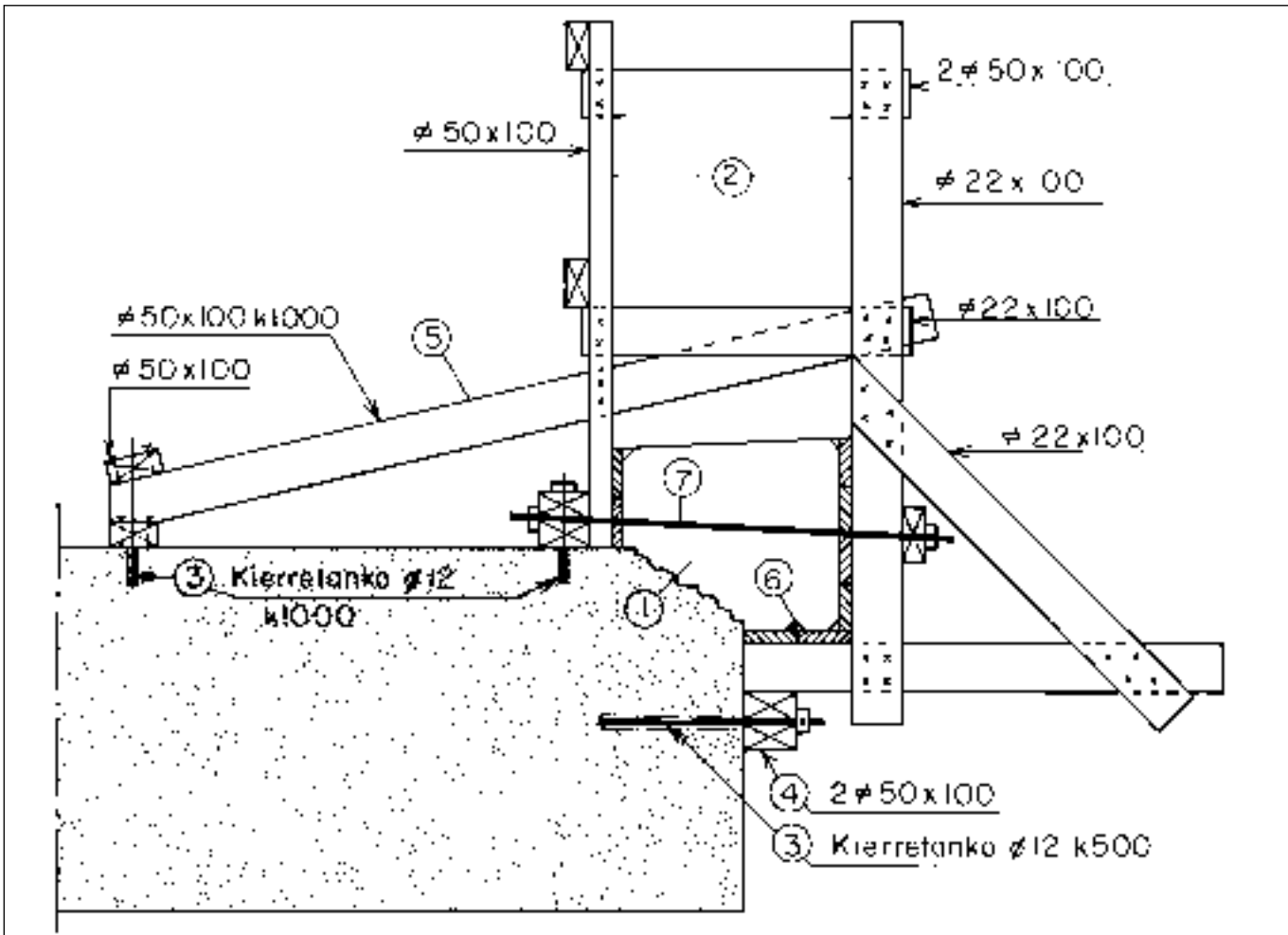
1. Kaiteet leikataan irti. Reunapalkki puretaan vesipiikkaamalla tai hydraulisella leukapuristimella. Vaurioitunut rauditus poistetaan ja tarunnoiksi jäävät tangot taivutetaan haluttuun muotoon. Näkyviin jäävät pinnat rajataan timanttilaikalla ja viimeistelypiikkaus tehdään kevyellä piikkausvasaralla. Lisätartuntoja varten porataan reiät ja tangot juotetaan paikoilleen.
2. Muottipukit valmistetaan ja laudoitetaan työpöydällä samanaikaisesti piikkauksen kanssa.
3. Kierretankojen paikat mitataan ja vaaitaan. Tankoja varten porataan reiät. Kierretangot ja juoksut asennetaan paikoilleen.
4. Muottielementti nostetaan laatan kylkeen asennetun vaakajuoksun varaan siten, että muotti liittyy tiiviisti rakenteen pintaan.

5. Muottielementti asennetaan pystysuoraan siteiden avulla.
6. Kulmarima naulataan paikalleen. Reunapalkki raudoitetaan.
7. Muottisiteet asennetaan paikoilleen *InfraRYL* kohdan 42020.3.2.2 /20/ (SYL 3 /5/ kohta 3.4.2.2) mukaan.

Mahdollinen muottikangas kiinnitetään.

Muotti voidaan tehdä myös siten, että muottipukit valmistetaan ja asennetaan etukäteen ja laudoitus tehdään työkohteessa.

Muotit puhdistetaan huolellisesti heti niiden irrottamisen jälkeen, jos niitä voidaan käyttää vielä uudestaan.



Kuva 21. Kansilaattaan ankkuroitavan muotin osat ja asennusjärjestys.

OPASTAVAT TIEDOT

LIITE 3

3. TIPPUPUTKIEN LÄPI RIPUSTETTAVA MUOTTI

Muotti tehdään siltakohtaisesti kaiteen varaan ripustettavasta hoitokorista tai puomiin kiinnitettävästä nostokorista käsin. Telineistä muodostuu sillan sivulle työnaikainen kulkutie, joka toimii samalla purkujätteiden keräysalustana.

Tippuputkien läpi ripustettava muotti asennetaan paikalleen seuraavasti (kuva 22, työvaiheiden numerot on merkitty piirustukseen):

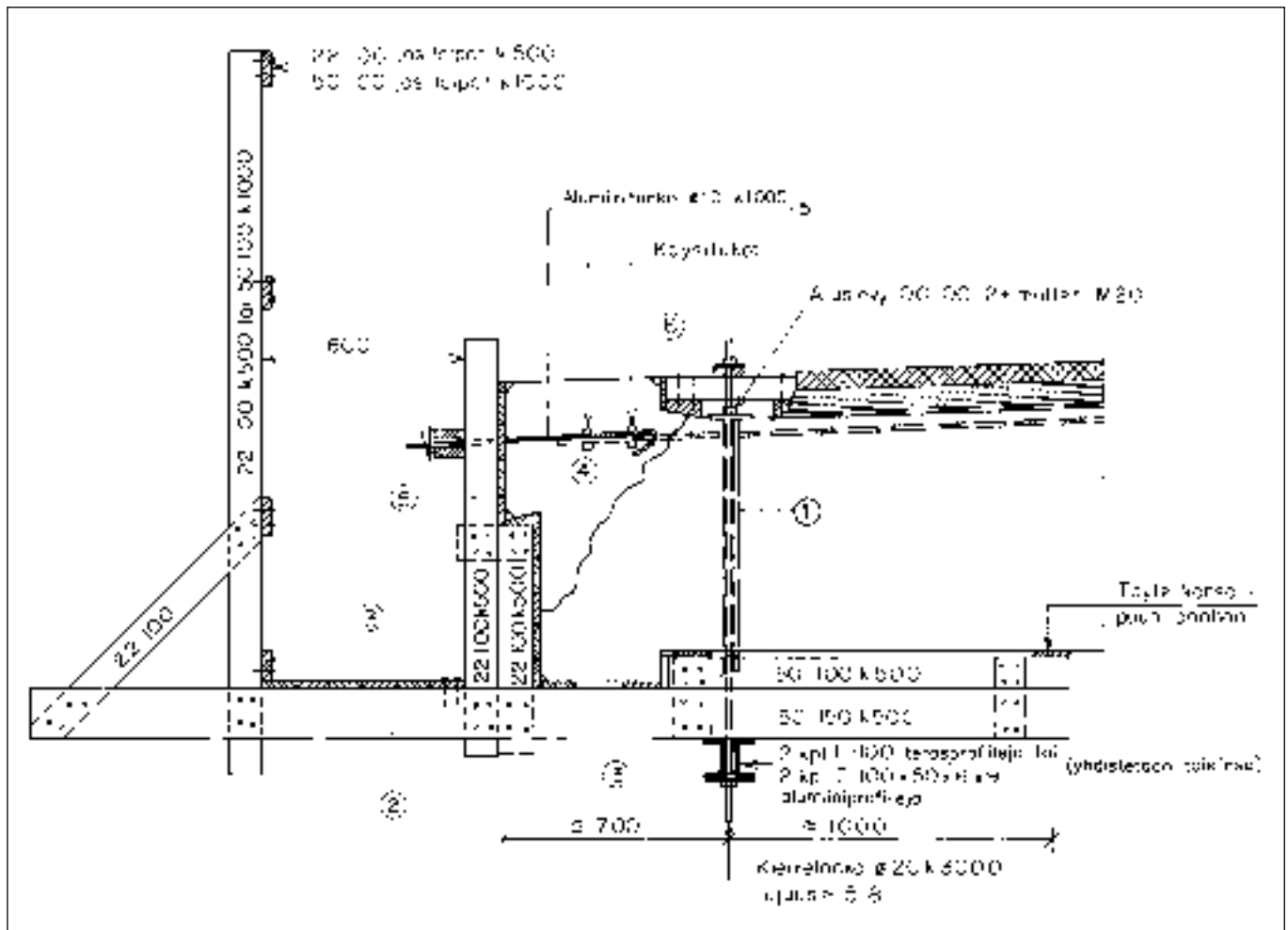
1. Sillan reunan rakenteita puretaan tarvittavilta osin. Jos sillassa ei ole tippuputkia, ne tehdään *SILKO-ohjeen 2.611* mukaan.
2. Muottipukit valmistetaan työpöydällä. Alapuoliset U-palkit liitetään toisiinsa.
3. Kierretangot, alapuoliset U-palkit ja muottipukit asennetaan paikoilleen nostokoria apuna käyttäen ja tehdään kulkutien pohjalankutus.

4. Betoni piikataan. Purkujätteet kerätään tynnyreihin, jotka nostetaan pois.
5. Ulkopinnan muotti tehdään ja sidotaan paikalleen muottisteillä *InfraRYL kohdan 42020.3.2.2 /20/ (SYL 3 /5/ kohta 3.4.2.2)* mukaan.
6. Sisäreunan muotti asennetaan ja tuetaan pönkillä pintarakenteen purettuun reunaan ja ankuroidaan tarvittaessa kansilaatan yläpintaan.

Raudoitus asennetaan valmiiseen muottiin.

Mahdollinen muottikangas kiinnitetään.

Muotit puhdistetaan huolellisesti heti niiden irrottamisen jälkeen, jos niitä voidaan käyttää vielä uudestaan.



Kuva 22. Tippuputkien läpi ripustettavan muotin osat ja asennusjärjestys.

OPASTAVAT TIEDOT

LIITE 4

4. ULOKKEEN VARAAN RIPUSTETTAVA MUOTTI

Muotti tehdään siltakohtaisesti. Muotin kantavana rakenteena toimii ulokkeen alle ripustettavat teräskonsolit. Muotti on käyttökelpoinen, kun uloketta levennetään reunapalkin uusimisen yhteydessä. Uusi kaide tehdään *SILKO-ohjeen 2.311* mukaan.

Ulokkeen varaan ripustettava muotti asennetaan paikalleen seuraavasti (kuva 23, työvaiheiden numerot on merkitty piirustukseen):

1. Ulokkeeseen porataan reiät 40 mm:n timanttiporalla kahden metrin välein.
2. Hoitokori kiinnitetään sillan vanhaan kaiteeseen.
3. Teräspalkit (konsolit) asennetaan paikoilleen. Ne nostetaan puominosturilla paikoilleen ja kiinnitetään huoltokorista käsin ankkuripultteihin ja ripustustankoihin.
4. Suojakaiteen puupylväät kiinnitetään konsolien

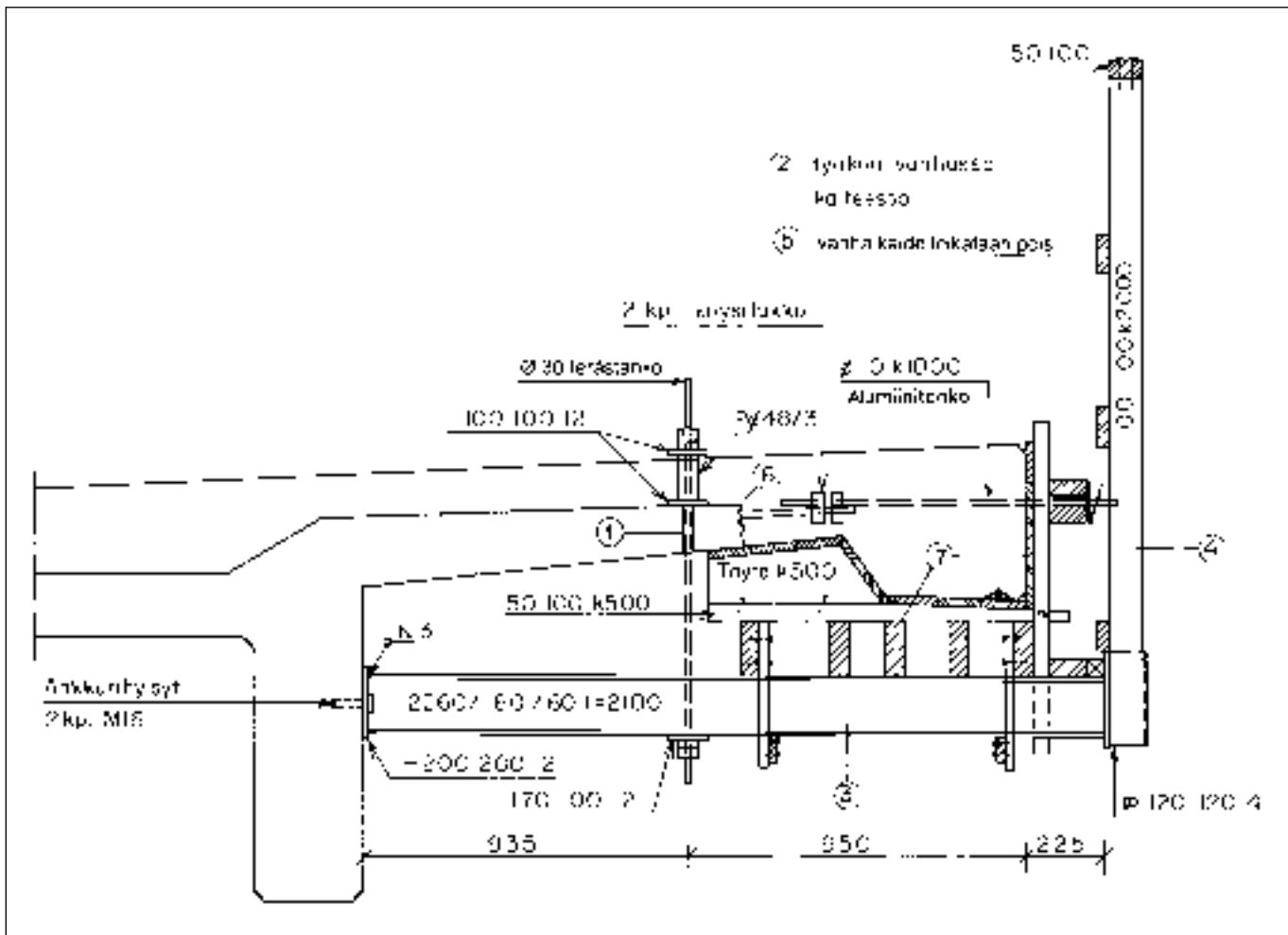
päissä oleviin holkkeihin ja kaiteen puujohteet naulataan paikoilleen.

5. Vanha kaide leikataan irti.
6. Reunapalkki ja ulokkeen poistettavat osat piikataan. Konsolien päälle laitetaan harva lankutus tai vanerilevyt, joilta purkujäte voidaan kerätä helposti.
7. Uloke ja reunapalkki koolataan ja laudoitetaan. Muotin pohjan korkeustaso säädetään oikeaksi kiilaamalla ja telineen kierretangon avulla.

Uloke ja reunapalkki raudoitetaan valmiiseen muottiin korjaussuunnitelman mukaan.

Mahdollinen muottikangas kiinnitetään.

Muotit puhdistetaan huolellisesti heti niiden irrottamisen jälkeen, jos niitä voidaan käyttää vielä uudestaan.

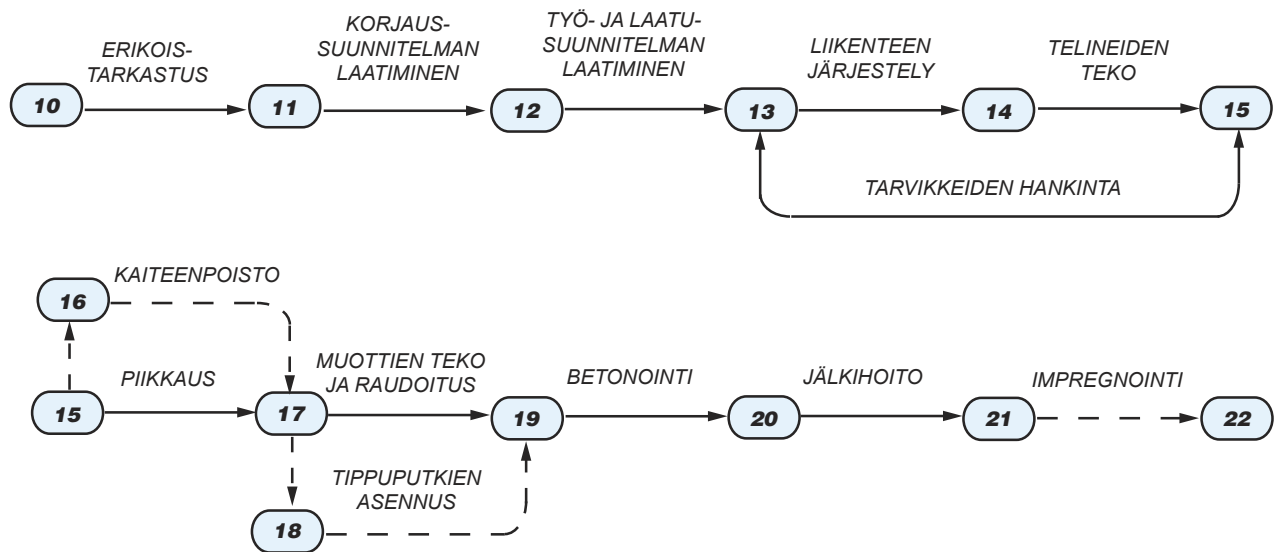


Kuva 23. Ulokkeen varaan ripustettavan muotin osat ja asennusjärjestys.

OPASTAVAT TIEDOT

LIITE 5

TYÖVAIHEET



RESURSSIT

- TYÖVOIMA:** — työnjohtaja (TJ) ja 4 rakennusammattimiestä (RAM).
- TYÖVÄLINEET:** — sähköaggregaatti 5—9 kW tai kompressori 3—7 m³/min. tai muu voimayksikkö
 — vesipiikkauslaite (700—1000 bar) tai hydraulinen piikkausrobotti tai hydraulinen puristumurskain (puristusvoima 45 tonnia)
 — kulmahiomakone tai timanttisaha ja katkaisulaikat tai kuivaleikkausterä
 — piikkausvasara ja taltat
 — pöytäsiirkeli ja sähköporakone
 — teräksenleikkuri ja -taivuttaja
 — betoninsekoitin, työntökärryt ja sauvatäryttimiä
 — tarvittaessa lieriöporakone (timanttipora)
 — tarvittaessa nosturilla varustettu kuorma-auto tai muu nostin.
- TYÖMAA-JÄRJESTELYT JA TYÖTURVALLISUUS:** — liikenteenohjauslaitteet ja tarvittaessa liikennevalot
 — piikattaessa silmien- ja kuulonsuojaimet
 — laastia sekoitettaessa silmiensuojaimet
 — tarvittaessa hoitokori tai henkilönostin.
- TARVEAINEET:** — vakiobetoni, joita ovat reseptibetoni, polymeerisementtibetoni tai vastaavat kuivatuotteet (SILKO 3.211) tai itsetiivistyvä betoni tai notkea juotoslaasti (SILKO 3.231)
 — raakapontti- tai mitallistettu lauta (SFS 2511) tai mahdollisesti muottivaneri tukineen ja kiinnikkeineen
 — tarvittaessa alumiinitanko ja alumiiniprofiili EN AW 6082 (SFS-EN 573-3) ja terästanko ja teräsprofiili S235JRG2 (SFS-EN 10025)
 — betoniterästangot A 500 HW (SFS 1215) ja mahdollisesti lyöntiankkurit (Eurooppalainen tyyppi hyväksyntä ETA-02-0032) tai kiila-ankkurit (ETA-99-0001)
 — muottikangas (InfraRYL osa 3 kohta 42020.1.11 / SYL 3:n kohta 3.3.11)
 — tarvittaessa halkeamien imeytysaine (SILKO 3.235)
 — impregnointiaine (SILKO 3.252) tai elastinen polymeeripinnoite (SILKO 3.253 / 2.2 tai SILKO 3.815 / 1 ja 2).

LIKIMÄÄRÄISET TYÖSAAVUTUKSET:	— piikkaus:	vesipiikkaus	15—20 m/työvuoro
		piikkaus robotilla	10—15 — “ —
		murskaus	20—40 — “ —
		sahaus	30—40 — “ —
	— laudoitus		5—10 — “ —
	— muottien asennus		10—20 — “ —
	— raudoitus		5—10 — “ —
	— betonointi		50—70 — “ —

Teksti ja kuvat *): Insinööritoimisto Jorma Huura Oy
Sivujen valmistus ja paino: Kirjapaino Öhrling Oy, Tampere 2008

*) Ellei kuvan yhteydessä ole muuta mainittu.