



Sillan korjaussuunnittelu

Alaa Meis

OPINNÄYTETYÖ
Maaliskuu 2020

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
Talonrakennustekniikka

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
Talorakennustekniikka

MEIS, ALAA:
Sillan korjaussuunnittelu

Opinnäytetyö 128 sivua, joista liitteitä 75 sivua
Maaliskuu 2020

Opinnäytetyön tarkoituksena on tehdä korjaussuunnitelma Hämeenlinnan Lukio-
kadulla sijaitsevaan teräsbetoniseen risteyssiltaan. Työn tilaaja on Hämeenlinnan
kaupunki, ja sen tuottaa A-insinöörit Civil Oy. Työssä perehdytään Suomen sil-
toihin ja niiden yleiskuntoon, sillan tarkastuksiin ja betonisiltojen yleisiin vaurioihin
sekä vaurioiden korjaustoimenpiteisiin.

Korjaussuunnitelman lähtötietoina oli sillalle tehty erikoistarkastus ja sillan alku-
peräiset piirustukset. Mitään vakavia vaurioita sillalla ei ole todettu. Sillan vauri-
oita olivat mm. pakkasrapautumaa, halkeilua, vesivuoto liikuntasaumojen koh-
dalla ja painumat tulopenkereillä. Myös sillan reunapalkit on tehty matalina reu-
napalkkeina, joita ei sallita risteysilloissa. Korjaussuunnitelmassa otettiin huomi-
oon sillalle aikaisemmin tehty peruskorjaus. Suunnittelussa oli käytössä mm. eri
SFS-standardit, Eurokoodit, Väyläviraston ohjeet ja mallipiirustukset. Sillalle ei
ole tehty kantavuustarkastusta.

Työn tuloksena saatiin korjaussuunnitelma, jonka mukaan risteyssilta tullaan kor-
jaamaan kesällä 2020. Korjaussuunnitelmassa ja tutkimusosassa käsiteltiin
oleelliset betonivauriot ja niiden korjaustoimenpiteet, joten opinnäytetyötä voi-
daan hyödyntää betonisiltojen tarkastus- ja korjausprosesseissa.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Construction Engineering
Building Construction

MEIS, ALAA:
Repair Planning of a Bridge

Bachelor's thesis 128 pages, appendices 75 pages
March 2020

The purpose of this thesis was to make a repair plan for the reinforced concrete intersection bridge at Lukiokatu. The work was commissioned by the City of Hämeenlinna and it was produced by A-insinöörit Civil Oy. At the beginning of the work, an overview is given on Finnish bridges and their general condition, bridge inspections and general damage in the concrete bridges and damage maintenance methods.

The repair plan was based on a special inspection of the bridge and the original drawings of the bridge. No serious damage in the bridge has been found. The damage to the bridge was e.g. frostbite, cracking, water leakage at the expansion joints, depressions on the inlets. The bridge side beams are low edge beams that are not allowed on intersection bridges. The bridge has not been subjected to a load bearing test. An earlier renovation of the bridge was taken into account in the renovation plan. The design process included consultation of e.g. various SFS standards, Eurocodes, Finnish Transport Infrastructure Agency's guidance, model drawings and other documentation was used in the design process.

The work's main result was a repair plan for the intersection bridge, that will be used in the repairing of the bridge in the summer of 2020. The repair plan and the research section dealt with essential concrete damage and its maintenance methods, so the thesis can be used in concrete bridge inspection and repair processes.

Key words: Bridge, repair construction,

SISÄLLYS

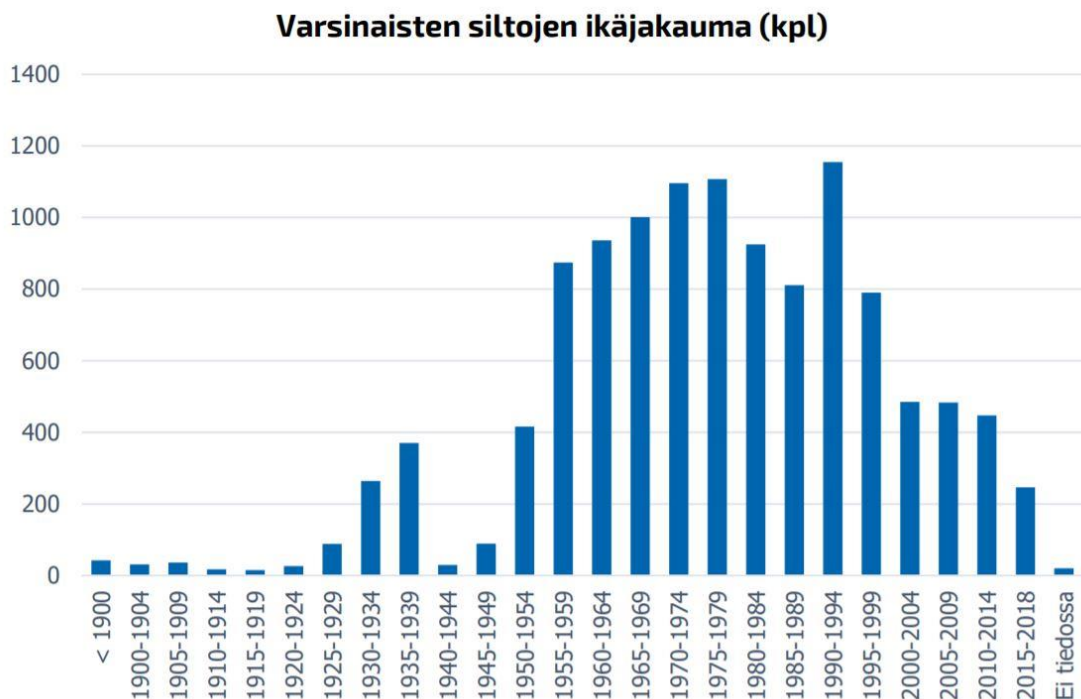
1	JOHDANTO	6
1.1	Suomen sillat yleisesti	6
1.2	Työn tausta	9
2	SILLAN TARKASTUKSET	10
2.1	Yleistä	10
2.2	Siltojen tarkastusjärjestelmä.....	10
3	BETONISILLAN VAURIOITUMUNEN.....	12
3.1	Yleistä	12
3.2	Halkeilu	14
3.3	Rapautuminen.....	15
3.4	Betoniraudoitteiden korrosio.....	16
3.5	Valuvirheet	18
4	SILLAN KORJAUSSUUNNITTELU.....	19
4.1	Yleistä korjaussuunnittelusta.....	19
4.2	Kohde.....	20
4.3	Tehdyt tutkimukset	21
4.4	Vaurioituneiden rakenteiden purkaminen.....	23
4.4.1	Betoni rakenteiden purkaminen	25
4.4.2	Betoni- ja teräsvauriokohtien piikkaus	29
4.4.3	Betonipintojen suihkupuhdistus	29
4.4.4	Pintarakenteiden purkaminen	30
4.4.5	Kansilaatan yläpinnan purkaminen.....	31
4.5	Korjaustyöt.....	31
4.5.1	Raudoitus	31
4.5.2	Betonointi.....	33
4.5.3	Välitukien manttelointi.....	33
4.5.4	Paikkaus ilman muotteja.....	34
4.5.5	Ruiskubetonointi	36
4.5.6	Halkeamien injektointi.....	38
4.5.7	Betonipintojen pinnoitus	39
4.5.8	Reunapalkkien impregnointi	40
4.5.9	Kansilaatan muotoiluvalu.....	41
4.6	Vedeneristys ja päällystäminen.....	42
4.7	Liikuntasaumat	44
4.8	Sillan kaiteiden uusiminen.....	44
4.9	Sillan kuivatus	45

4.10 Valaistus	45
4.11 Kolhaisusuojaat	46
4.12 Jätteiden tarkastus.....	46
4.13 Luiskien verhous.....	46
4.14 Liikennejärjestelyt	46
4.15 Kustannusarvio	47
4.16 Tulokset.....	48
4.17 Yhteenveto korjauksista.....	50
5 POHDINTA	51
LÄHTEET	53
LIITTEET.....	54
Liite 1. Erikoistarkastusraportti	54
Liite 2. Työselitykset ja laatuvaatimukset	55
Liite 3. Korjauspiirustus	56

1 JOHDANTO

1.1 Suomen sillat yleisesti

Väylävirasto omistaa vuonna 2019 15054 tiesiltaa ja 2575 rataverkon siltaa. Suurin osa Suomen silloista on rakennettu 1960- ja 1990-luvun välillä. Uusia siltoja on rakennettu huomattavasti vielä 2000-luvun alussa (kuvio 1). Väyläviraston tilastojen mukaan noin 67% Suomen silloista on teräsbetonisia siltoja (kuvio 2).

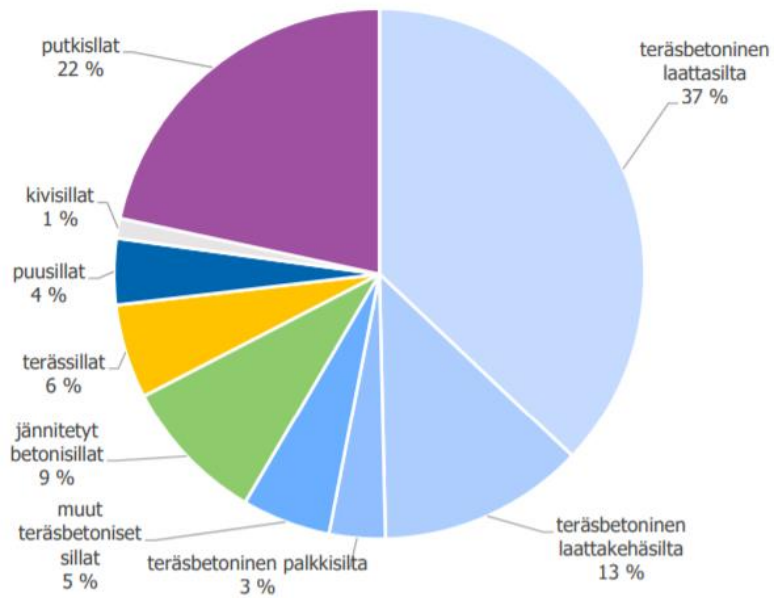


KUVIO 1. Varsinaisten siltojen ikäjakauma. (Väyläviraston sillat 2019)

Käytännön kokemusten perusteella silta tulee peruskorjausikänsä 30–40 vuoden iässä. Rautateillä, jossa ei ole suolarasitusta materiaalien ikääntyminen on hie- man hitaampaa kuin maanteillä. Ikärakenteen takia siltojen korjaustarve on kas- vanut voimakkaasti 1990-luvulta lähtien ja se tulee pysymään vähintään nykyistä vastaavalla tasolla pitkään myös tulevana vuosina. (Väyläviraston sillat 2019, 9.)

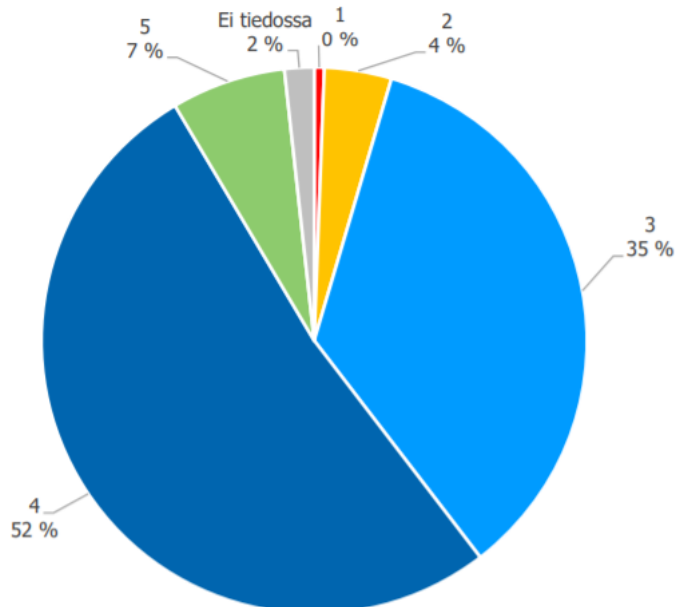
Väylävirasto on tehnyt siltojen kuntoluokitus vuonna 2019. Kuntoluokitus perus- tuu silloille tehtyihin tarkastuksiin ja se jakaa sillat ylläpitotarpeiden mukaisesti luokkiin (kuva 3) ja (taulukko 1).

Siltojen lukumäärien jakauma siltatyypeittäin



Kuvio 2. Siltojen lukumäärien jakauma siltatyypeittäin (Väylävirasto 2019)

Siltojen kuntojakauma



Kuvio 3. Siltojen kuntoluokitus. 5 = Erittäin hyvä, 4 = Hyvä, 3 = Tyydyttävä, 2 = Huono, 1 = Erittäin huono (Väyläviraston sillat 2019)

TAULUKKO 1. Siltojen kuntoluokitus (Väyläviraston sillat 2019).

Kuvaus kunnosta	Luokitteluperusteet		
	Varsinaiset sillat	Putkisillat	Rautatiesillat
5 ERITTÄIN HYVÄ Uusi tai lähes uuden veroinen silta.	LYK = 0,0 - 0,50 ja YKA = 0	LYK = 0,0 - 0,50 ja YKA = 0	LYK = 0,0 - 0,50 ja YKA = 0
4 HYVÄ Hyväkuntoinen silta, jossa on normaalia kulumista ja ikääntymistä. Sillan yleiskunto voi olla hyvä, vaikka jonkin pääraakeneosan kuntoarvio on tyydyttävä tai huono.	LYK = 0,51, 1,25 tai YKA = 1 eikä kumpikaan huonompi	LYK = 0,51, 1,25 tai YKA = 1 eikä kumpikaan huonompi	LYK = 0,51, 1,25 tai YKA = 1 eikä kumpikaan huonompi
3 TYYDYTTÄVÄ On jo puutteita ja vaurioita, kuten rapautumista tai ruostumista, mutta korjaamista voidaan vielä siirtää. Yleiskunto voi olla tyydyttävä, vaikka jonkin pääraakeneosan kuntoarvio olisikin huono tai erittäin huono.	LYK = 1,26 - 2,00 tai YKA = 2 eikä kumpikaan huonompi	LYK = 1,26 - 2,00 tai YKA = 2 tai jompikumpi on huonompi, mutta teräsputkessa ei ole vaurioluokan 4 korroosiovauriota	LYK = 1,26 - 2,00 tai YKA = 2 eikä kumpikaan huonompi
2 HUONO Useita selvästi havaittavia korjausta vaativia vaurioita tai jokin yksittäinen vakava vaurio. Erikoistarkastuksen ja peruskorjauksen tarve on ilmeinen.	LYK = 2,01 - 2,75 tai YKA = 3 eikä kumpikaan huonompi tai kansilaatan vesivuotovaurio vaurioluokassa 4 tiellä, jota ei suolata	LYK = 2,01 - 3,75 tai YKA = 3 eikä kumpikaan huonompi ja teräsputkessa on vaurioluokan 4 korroosiovaurio	LYK = 2,01 - 2,75 tai YKA = 3 eikä kumpikaan huonompi tai kansilaatan vesivuotovaurio vaurioluokassa 4
1 ERITTÄIN HUONO Silta on täydellisen peruskorjauksen tai jopa uusimisen tarpeessa. Kunto ei ole hyväksyttävissä. Vaurioita on niin paljon, että pelkästään niiden kirjaaminen on työlästä.	LYK = 2,76 - 4,00 tai YKA = 4 tai kansilaatan vesivuotovaurio vaurioluokassa 4	LYK = 3,26 - 4,00 tai YKA = 4	LYK = 2,76 - 4,00 tai YKA = 4

LYK = Laskettu yleiskunto

YKA = Sillantarkastajan antama yleiskuntoarvio

Siltojen kuntoluokituksen perusteella nähdään, että 35% silloista on siinä vaiheessa, että peruskorjaus on tehtävä pian, ja 4% silloista on korjattava nyt.

1.2 Työn tausta

Työ tehdään Hämeenlinnan kaupungin pyynnöstä ja sen tuottaa A-insinöörit Civil Oy. Työn tarkoitus on tehdä Hämeenlinnassa Lukiokadulla sijaitsevaan risteys-siltaan korjaussuunnitelma. Korjaussuunnitelman lisäksi työssä tutustutaan teräsbetonisiltojen yleisiin vaurioihin ja niiden korjaustoimenpiteisiin.

Risteysilta on esijännitetty teräsbetoninen jatkuva laattasilta, joka on rakennettu vuonna 1963. Silta ylittää Helsinki-Tampere moottoritien, tämä tarkoittaa, että sil-lan alusrakenteet ovat alttiina säännölliselle suolasumurasitukselle (kuva 1). Sil-lalla on yksi ajorata molempiin ajosuuntiin ja kaksi kevyen liikenteen väylää.

Silta on peruskorjattu vuonna 1995 erikoistarkastusraportin mukaan. Peruskor-jauksessa on tehty mm. reunapalkkien uusiminen, siltakaiteiden uusiminen, alus-rakenteiden pinnoitus, vesieristeiden uusiminen ja pintarakenteiden uusiminen.



Kuva 1. Lukiokadun silta, (Erikoistarkastuksen raportti 2016)

2 SILLAN TARKASTUKSET

2.1 Yleistä

Siltojen tarkastukset otettiin käyttöön 1960-luvulla. Ensimmäinen järjestelmällinen sillan tarkastustoiminta aloitettiin Tie- ja vesirakennuslaitoksessa vuonna 1970. Tielaitoksen siltojen tarkastustoiminta kehittyi voimakkaasti 1980- ja -90-lukujen vaihteessa. Siltojen tarkastusten helpottamiseksi on laadittu sillantarkastuskäsikirja, joka sisältää sillantarkastustietojen luokittelu- ja kirjaamisohjeet, julkaistiin vuonna 1990 ja on uusittu useita kertoja sen jälkeen.

Siltojen tarkastustoiminnan päämääränä on taata liikenneturvallisuus, estää siltojen tarpeeton rappeutuminen sekä säilyttää rakenteiden ulkonäkö sopivalla tasolla. Liikenneturvallisuuden asettamista vaatimuksista ei voida tinkiä. Sillan käyttöaikaan ja kestoikään vaikuttaminen riippuu tiepoliittisista ratkaisuksista, joita tehtäessä on tärkeätä, että sillaston kunnosta on riittävästi tietoja. Näitä tietoja voidaan saada vain järjestelmällisen siltojen tarkastustoiminnan avulla. Sillan ja sillapaikan ulkonäköön on kiinnitettävä huomiota niin, että ne ovat sillan maise-mallisen arvon mukaisessa kunnossa. (Sillantarkastusohje 2004, 14.)

2.2 Siltojen tarkastusjärjestelmä

Tarkastusjärjestelmä muodostuu seuraavista siltakohtaisista tarkastuksista:

- Vastaanottotarkastus
- Jatkuva tarkkailu ja vuositarkastukset
- Yleistarkastukset
- Erikoistarkastukset
- Tehostettu tarkkailu. (Sillantarkastusohje 2004, 15.)

Sillan vastaanottotarkastus on tilaisuus, jossa rakennuttaja vastaanottaa urakoitsijan suorittaman sillan rakennus- tai korjaustyön tuloksen (Sillantarkastusohje 2004, 34). Tarkastuksen tarkoitus on arvioida sillan rakennustyön ja verrata sitä suunnitelmaan, tarkastaa urakoitsijan laatiman laaturaportin, kirjaa virheet ja

vauriot sekä määrää korjaustoimenpiteet, kokoa tarkastustoiminnan lähtöaineistot ja hankkia palautteen suunnittelijoille ja rakentajille.

Sillan jatkuvan tarkkailun tarkoituksena on havaita liikenneturvallisuutta vaarantavat tai liikenteen sujuvuutta haittaavat tekijät. Sillan vuositarkastuksessa kirjataan myös tarvittavat hoito- ja kunnostustoimenpiteet. Vuositarkastukset täydentävät sillan yleistarkastuksia. (Sillantarkastusohje 2004, 35.)

Sillan yleistarkastuksen tarkoituksena on sillan ja sen rakenteiden kunnan seuranta ja arviointi niin, että hallitsematon rappeutuminen vältetään oikeaan aikaan tehtävillä hoito- ja kunnostustoimenpiteillä. Yleistarkastuksessa rakenteet tarkastetaan systemaattisesti ja kirjataan kunto- ja vauriotiedot sekä tarkistetaan ja täydennetään Siltarekisterin perustietoja. (Sillantarkastusohje 2004, 36.)

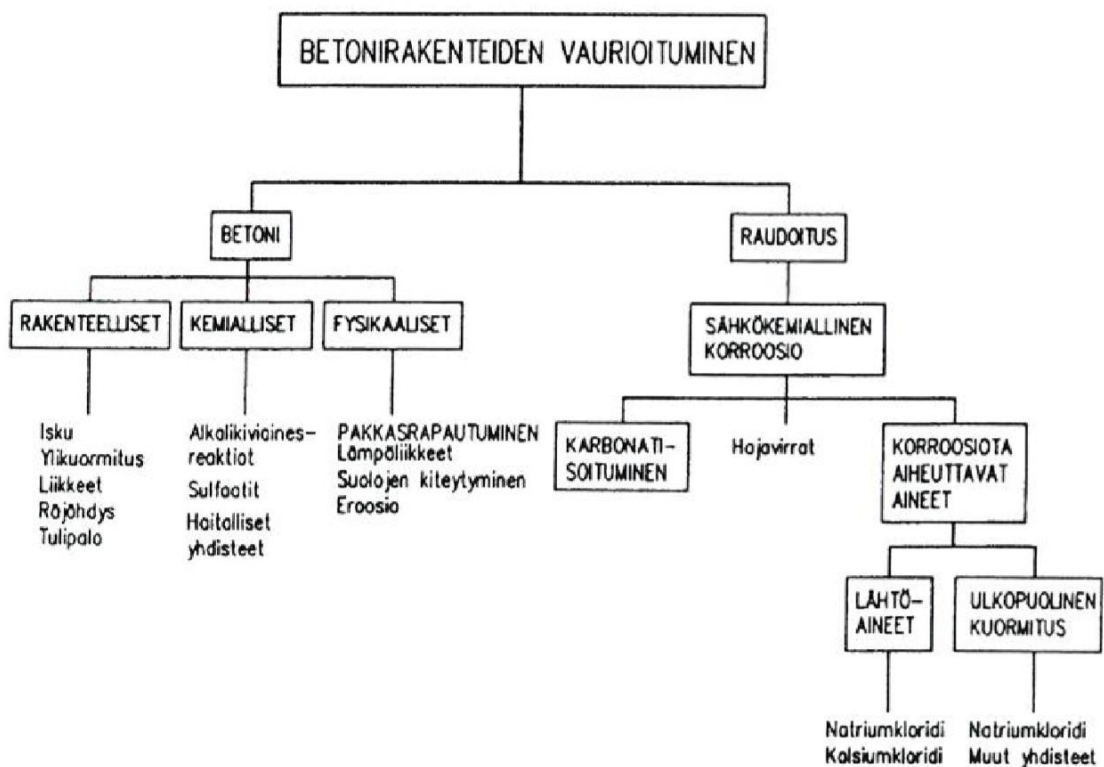
Erikoistarkastuksia tehdään tarvittavien toimenpiteiden valinnan ja päätösten tekemistä varten, ennen korjaussuunnitelman laatimista, silta- tai siltatyypikohtaisen ohjelman mukaan tai erityisestä syystä. Teräsbetonisten kotelopalkkisiltajen päällysrakenne otetaan siltakohtaisen ohjelman mukaiseen seurantaan, jos tarkastuksissa on havaittu merkittäviä taipumia tai halkeamia. Erikoistarkastuksessa on tärkeää, että vaurion syy saadaan selville. Tutkimukset pyritään tekemään ainetta rikkomattomilla menetelmillä, mutta varsinkin betonirakenteista joudutaan poraamaan näytteitä, jotta säilyvyyteen vaikuttavista tekijöistä saadaan riittävä käsitys. Työtä varten laaditaan tutkimussuunnitelma. (Sillantarkastusohje 2004, 42.)

Tehostetun tarkkailun tarkoituksena on mahdollistaa sillan tai sen osan laskennallisen kantavuuden ylittäminen ajoneuvoasetuksen salliman kuormituksen tai sillan painorajoituksen aiheuttamiin rasituksiin asti. Tehostettua tarkkailua käytetään useimmiten niissä tapauksissa, jolloin silta tai sen osa kulutetaan loppuun. Tällöin sillan käyttöikä lyhenee, mutta hyötykuorman lisäyksen kautta voidaan saavuttaa paras mahdollinen kansantaloudellinen hyöty. (Sillantarkastusohje 2004, 44.)

3 BETONISILLAN VAURIOITUMUNEN

3.1 Yleistä

Sillan rakenteet ovat alttiina erilaisille rasituksille ympäri vuoden. Nämä rasitukset tekevät muutoksia rakenteissa ja heikentävät rakenteiden ominaisuuksia. Rasitukset ovat sisäisiä rasituksia kuin betonin kutistuminen, halkeilu ja raudoituksen korrosio, joita liittyvät materiaaliominaisuuksiin ja ulkoisia rasituksia kuin kemiallisia rasituksia, törmäys, ulkoisia pakkovoimia, tilapäinen ylikuormitus, eroosio ja viruma (kuvio 4). Rasitukset vaikuttavat rakenteessa yksin tai yhdessä muiden rasitusten kanssa ja seurauksena syntyy erilaisia vaurioita. Yleisimmät siltojen betonirakenteiden vauriot ovat halkeilu, korrosio, pakkasrapautuminen ja törmäysvauriot.



Kuvio 4. Teräsbetonirakenteen vauriot. Betonitekniiikan oppikirja 2004.

Korjattava silta on alttiina säännölliselle suolarasitukselle (XD3), karbonatisoitumiselle (XC3,4) ja jäätymisrasitukselle (XF4). Tämän perusteella sillan rakenteiden rasitusluokkaryhmä voidaan määrittää taulukon 2 mukaan.

TAULUKKO 2. Betonirakenteiden vähimmäisvaatimukset. NCCI2-2010.

Sillan osa	Sillan osan tunnus	Rakitusluokaryhmä	Rakitusluokat	Vaatimukset				Suunnittelukäyttöikä	Betonipintojen suojaus
				Lujuusluokka 6)	P-lukuvaatimus	Betonipeitteen nimellisarvo [mm] 6) (vähimmäisarvo)	Raudotustyyppi 1)		
Teräsputken tai muun tiivinvälikkeen kuoren sisävalutasolta maanpinta - 1 m alas	R001	R4	XC2	C25/30	-	40	tr	100	
Teräsputken tai muun tiivinvälikkeen kuoren sisävalutasolta maanpinta - 1 m ylös	R002	R4	XC2, XF2	C25/30	P20	40	tr	100	
Peruslaatta yleensä	R003	R4	XC2	C25/30	-	50/100 (25) (7)	tr	100	
Peruslaatta vedessä	R004	R4	XC2	C30/37	-	50/100 (25) (7)	tr	100	
Peruslaatta meressä	R005	R4	XC2, XS2	C30/37	-	60/100 (40) (7)	tr	100	
Rengaskehan peruslaatta	R006	R1	XC2, XD1, XF4	C30/37	P50	50/100 (35) (7)	tr	100	
		R2	XC2, XD1, XF4	C30/37	P30	50/100 (35) (7)	tr	100	
		R4	XC2, XF2	C25/30	P20	50/100 (25) (7)	tr	100	
Peruslaatta ajokaistojen välillä ja suolasumurasituksen ulottumalla (2)	R007	R1	XC2, XD1, XF4	C30/37	P50	50/100 (35) (7)	tr	100	
		R2	XC2, XD1, XF2	C30/37	P30	50/100 (35) (7)	tr	100	
Maa- ja välituet yleensä 2)	R010	R1	XC3, XC4, XF2	C30/37	P30	45	tr	100	
						55	Jr		
		R2	XC3, XC4, XF2	C30/37	P20	40	tr	100	
						50	Jr		
R4	XC3, XC4, XF2	C30/37	P20	40	tr	100			
				50	Jr				
Suolasumurasitetut maa- ja välituet 2)	R011	R1	XC3, XC4, XD3, XF4	C35/45	P50	45	tr	100	(3)
		R2	XC3, XC4, XD1, XF2	C30/37	P30	40	tr	100	(3)
						50	Jr		
						40	tr		
R3	XC3, XC4, XS1, XF2	C30/37	P30	40	tr	100			
Maatukien ja päällysrakenteen stöpimuurit ja siirtymäläattojen yläpuoliset osat (ulkopinta maatukien mukaan)	R012	R1	XC3, XC4, XD2, XF2	C30/37	P30	45	tr	100	(4)
						55	Jr		
Tukirakenteet vedessä tasolta NW - 1 m alaspäin	R013	R4	XC2	C30/37	-	50	tr	100	
						60	Jr		
Tukirakenteet vedessä tasolta NW - 1 m ylöspäin	R014	R4	XC3, XC4, XF4	C35/45	P50	50	tr	100	(5)
						60	Jr		
Tukirakenteet meressä tasolta NW - 1 m alaspäin	R015	R4	XC2, XS2	C30/37	-	60	tr	100	
						70	Jr		
Tukirakenteet meressä NW - 1 m ylöspäin	R016	R4	XC4, XS3, XF4	C35/45	P70	60	tr	100	(5)
						70	Jr		
Päällysrakenteen ja maatukien reunapalkit	R022	R1	XC4, XD3, XF4	C35/45	P50	45	tr	50	(4)
		R2	XC4, XD2, XF4	C30/37	P50	40	tr	50	(4)
						50	Jr		
		R3	XC4, XS1, XD3, XF2	C35/45	P30	45	tr	50	(4)
55	Jr								
R4	XC4, XF2	C30/37	P30	40	tr	70			
						50	Jr		

3.2 Halkeilu

Betonirakenteiden halkeaminen voi johtua esimerkiksi plastisen ja kovettumisvaiheen kutistumisesta, kovettuneen betonin kuivumiskutistumisesta, lämpötilan muutoksista, tukien siirtymisestä, rakenteiden ulkoisesta kuormituksesta, pakasrapautumisesta ja raudoitteen korroosion aiheuttamista paineesta (kuva 2). Tässä luvussa ei käsitellä rakenteellisia halkeamia eli halkeamat, jotka ovat syntyneet kuormituksesta tai omasta painosta, koska silloin tarvitaan rakenteiden vahvistaminen ja kantavuuden säilyttäminen.



Kuva 2. Sillan reunapalkin halkeilu, (Ari Husso 2019).

Halkeamisen suurin vaikutus on sitä, että haitalliset aineet kuten kloridit tai karbonaatit voivat päästä betoniin raudoitteiden saakka ja aiheuttavat korroosiota. Vaikutus riippuu halkeamaleveydestä ja syvyydestä, siksi on tosi tärkeä tietää halkeaman jatkuvuus rakenteen sisällä ja ulottuuko se raudoitukseen asti. Halkeamisella on myös esteettistä haittaa, joka riippuu sen leveydestä ja pinnan laadusta.

Halkeamien korjauksessa joskus halkeilun syy on poistettava ennen korjaustyön aloittamista esimerkiksi raudotteiden korrosio. Sillankorjauksessa halkeaman korjaustarve määräytyy sillan rakenteesta ja halkeaman koosta. Halkeamat, joiden leveys on $\geq 0,20$ mm injektoidaan. Vuotavat halkeamat ei sallita siltarakenteissa. Injektoimalla korjataan päällysrakenteiden halkeamat, maatukien kutistumishalkeamat, hoikkien ulokkeiden taivutushalkeamat ja avonaiset työsaumat. Imeyttämällä korjataan plastisen kutistumisen ja painuman halkeamat, jotka vaikuttavat säilyvyyteen.

3.3 Rapautuminen

Pakkasrapautuminen on Suomen betonisiltojen merkittävin vauriotyyppi. Pakkasrapautuma tapahtuu, kun betonin huokosissa oleva vesi jäätyy ja aiheuttaa sisäistä painetta betoniin. Sisäinen paineen ylittäessä betonin vetolujuuden rakenteeseen syntyy halkeamia (kuva 3). Tiesuolan käyttö ja rakenteen jäätymissulamissyklit kasvattavat pakkasrapautumavaurion riskin.

Pakkasrapautumavaurioita esiintyy kohdissa, joissa on suuri kosteuspitoisuus ja kloridipitoisuus, katso kuva 3. Tällaisia rakenneosia ovat esimerkiksi reunapalkit, suolatun tien ylittävien teiden pilarit, vuotavien saumojen alla olevat rakenteet (Sillat 2018, 395). Kansilaatan yläpinnan rapautuminen on vakavinta vaurio. Rapautuma syntyy pintarakenteen alla, jolloin ainoa tapa havaitsemaan vaurio on rakenneavaus.

Betonirakenteiden rapautuminen tapahtuu myös alkalikiviainesreaktiosta (AKR), joka on kemiallinen reaktio, joka tapahtuu tiettyjen kiviaineksessa olevien mineraalien ja sementtikivien alkalien ja hydroksyyli-ionien välillä. Yleensä nämä reaktiot ovat luonteeltaan paisuvia, aiheuttaen betonissa sisäisiä jännityksiä ja niiden seurauksena halkeilua.



Kuva 3. Pakkasrapautuminen alkuvaiheessa, (Sillat 2018)

Rapautumavaurion paikallistamisessa käytetään yleisesti silmämääräistä tarkastelua ja vasarointia. Betonin rapautumatilanne (pakkasenkestävyys sekä mahdollinen rapautumisen mekanismi ja laajuus) selvitetään kuntotutkimuksen yhteydessä (BY 41 2013, 21). Rapautuma piikataan sopivalla tavalla ja paikataan esimerkiksi ruiskubetonilla, jos korjattava alue on suuri. Piikkausraja voidaan määrittellä vetokokeiden avulla. Vesipiikkausta käytettäessä menetelmä itsessään yleensä määrittelee luontevan piikkausrajan, koska vesipiikkauksen selektiivisyys ehjän ja rapautuneen betonin välillä on hyvä, mikäli käytettävä paine ei ole kohtuuttoman suuri (BY 41 2013, 21).

3.4 Betoniraudotteiden korroosio

Korroosio on sähkökemiallinen ilmiö. Betoniterästen korroosio edellyttää, että rakenteessa on riittävästi kosteutta ja teräksen pinnassa on epäjatkuvuuskohtia (anodi- ja katodialueita). Betonin alkalisuus muodostaa suojavaan kalvon teräksen ympärillä, joka estää korroosion. Betonin emäksisyys vähenee ajan myötä ilman

hiilidioksidin vaikutuksesta eli karbonatisoituu. Karbonatisoitumiseen vaikuttaa betonin tiiviys ja halkeilu. Teräksen betonipeite vaikuttaa myös korroosioon, mitä pienempi betonipeite on, sitä nopeampi korroosio. Kun kloridit pääsevät betoni-teräksen asti, korroosio alkaa välittömästi, vaikka betoni ei ole vielä karbonatisoitunut, koska kloridit puhkaisevat suojavaan kalvon.

Siltojen reunapalkit ja ajoradan lähellä olevat väli- ja maatuet ovat alttiina kloridikorroosiolle, jos tiet suolataan (kuva 4). Myös sillan kansilaatan yläpintaa on rasituksen alaisena, jos vedeneriste vuotaa. Korroosiotuotteiden suuri tilavuus aiheuttaa terästen paisumista ja pitkälle edettyään lohkaisee betonipeitteen (Sillat 2018, 397).



Kuva 4. Kloridipitoinen vesi aiheuttanut kloridikorroosio ja rapautuma, (Sillat 2018).

Pinnassa olevat korroosioauriot paikallistetaan silmämääräisesti. Tämä menetelmä ei riitä, koska rakenteeseen jää paljon korroosiotilassa olevia teräksiä, jotka ei huomata. Huolellinen tarkastelu menetelmä on syytä tehdä, mikäli rakenteen pitkä käyttöikä on tavoitteena tai rakenne on rakenteellisesti vaativa.

Korjattavan alueen rajan ja piikkaussyvyyden määrittely tehdään betonipeitteen, karbonatisoitumissyvyyden ja kloridien tunkeutumissyvyyden mittaamisella, jotta pinnan lähellä oleva rauditus paljastetaan. Rajasyvyydestä päätettäessä on syytä muista, että yleensä ei ole tarpeen määrätä paljastettavaksi kaikkea rauditusta, joka on karbonatisoitumissyvyyden maksimiarvoa lähempänä pintaa (BY 41, 2016, 23). Korroosioaurioiden korjaus tapahtuu piikkaamalla esiin ruostuneet ja vaarassa olevat raudotteet ja paikkaamalla niitä käsittelyn jälkeen.

3.5 Valuvirheet

Sillan rakentamisessa betonointityössä tapahtumat virheet kutsutaan valuvirheeksi tai valuviaksi. Valuvirheiden yleisin syy on puutteellinen tiivistäminen valuvaiheessa (kuva 5). Myös erottuminen betonimassa voi aiheuttaa epähomogeenisiä alueita betonirakenteessa. Muottien epäpuhtaudet tai niiden vuotavat saumat voivat synnyttää heikkoja kohtia betonipinnassa.



Kuva 5. Valutyössä oli puutteellista tiivistämistä, (rakennuslehti 2016).

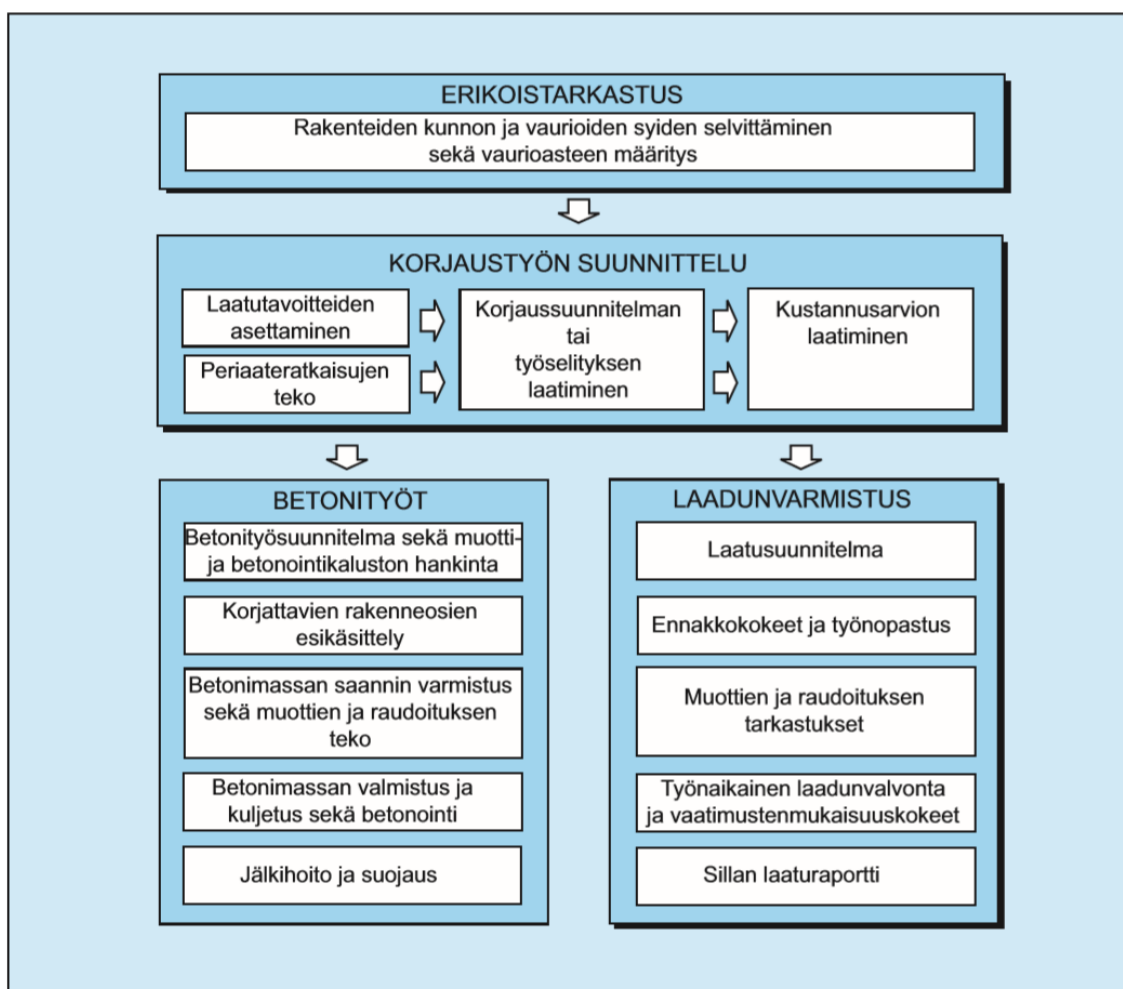
Epätiiviyys betonipinnassa helpottaa kosteuden ja hiilidioksidin tunkeutumista raudituksen tasoon asti, joka aiheuttaa korroosiota ja pakkasrapautuma. Valuvirheet korjataan piikkaamalla heikommat alueet ja paikataan sopivalla tavalla.

4 SILLAN KORJAUSSUUNNITTELU

4.1 Yleistä korjaussuunnittelusta

Sillan korjaussuunnittelu perustuu erikoistarkastusraporttiin ja muihin siltaan liittyviin tietoihin, kuten korjaushistoria. Korjaussuunnittelun tarkoitus on sitä, että vaurioita aiheuttamat syyt poistetaan ja vauriot korjataan.

Siltojen korjaussuunnittelussa tulee noudattaa Väyläviraston ohjeita, Tiehallinnon laatimia Siltojen korjausohjeita, eli SILKO-ohjeita, sekä muita siltojen korjaukseen liittyviä ohjeita esimerkiksi InfraRYL:n ohjeita. Alla kuviossa 4 on esitetty korjaustyön vaiheet.



Kuvio 5. Betonirakenteen korjaustyön vaiheet. Siltojen korjausohjeet SILKO 1.201 2019.

4.2 Kohde

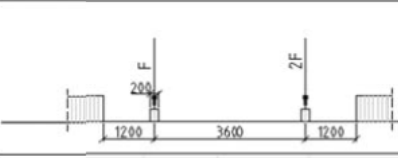
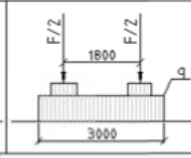
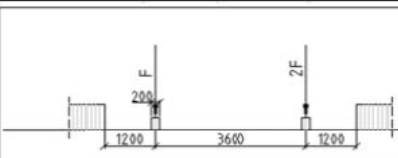
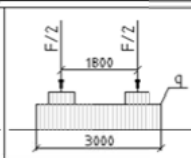
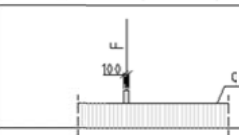
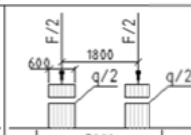
Silta on esijännitetty teräsbetoninen jatkuva laattasilta. sillan kokonaispituus on 42,60 metriä ja kokonaisleveys on 14,84 metriä. Sillan kansilaatan poikittainen kallistus on harjakalteva 0,020 ja ulokkeiden 0,020 laskien ajoradan ja jalkakäytävien taitetta kohti. Sillan pituussuunnassa pystygeometria on ympyrän kaari $S = 1000$ m (kuva 2).

Silta on perustettu paaluilla. Sillan maatuet ovat teräsbetoniset ja niiden siipimuurit ovat ylittävän kadun suuntaiset. Maatuilla on teräslaakerit. Välituen pilarit liittyvät jäykästi kansilaattaan. Pintarakenne koostuu ajoradan kohdalla bitumista ja asfalttibetonista. Pinta-kerroksena ajoradalla on 155-175 mm paksu asfalttibetoni. Kevyen liikenteen väylän kohdalla pintarakenne ei ole tutkittu erikoistarkastuksessa. Kaidetyyppi on korkea, harva sillankaide.

Sillan tietoja ei ole Väyläviraston Taitorakennerekisterissä. Kohteesta oli käytävissä alkuperäiset suunnitelmat, vuodelta 1963. Erikoistarkastusraportin mukaan sillalle tehtyjä korjaustoimenpiteitä ovat mm. pintarakenteiden uusiminen, reunapalkkien uusiminen, maatuen 3 korjaaminen, kaiteen uusiminen. Sillan korjaussuunnitelmista ei löytynyt tietoa.

Sillan alkuperäinen suunnittelukuorma on $AI/2$, akselikuorma $F = 140$ kN ja telikuorma $l, q = 12...24$ kN/m, jonka mukaan sillan kantavat rakenteet on mitoitettu ks. taulukko 2.

TAULUKKO 3. Laskennassa käytetyt liikennekuormat, sysäyslisät ja osavarmuusluvut. Siltojen kantavuuslaskentaohje 2015.

Nimi/ Vuosi/ Mitoitus- menetelmä	Kuormat	Akseli- kuormat	Pintakuorma	Sysäyslisä	Kuormakerroin
9T 1930-luku Sallitut jännitykset	Sillalla voi vaikuttaa samanaikaisesti kaksi (2) ajoneuvua, tai yksi (1) ajoneuvo ja pintakuorma.	F=30 kN	q=4 kN/m ²	sisältyy kuormaan	1,5 ⁽⁹⁾
					
12T 1940-luku Sallitut jännitykset	Sillalla voi vaikuttaa samanaikaisesti kaksi (2) ajoneuvua, tai yksi (1) ajoneuvo ja pintakuorma.	F=40 kN	q=4 kN/m ²	sisältyy kuormaan	1,5 ⁽⁹⁾
					
A1 1955 Sallitut jännitykset	Kaista 1: F=140 kN Kaista 2: F=140 kN Kaista 3:	q=12-24 kN/m ⁽³⁾ q=12-24 kN/m ⁽³⁾ q=12-24 kN/m ⁽³⁾		akselikuormaan: 1,4	1,5 ⁽⁹⁾
					

4.3 Tehdyt tutkimukset

Sito Rakennuttajat Oy on tehnyt sillasta erikoistarkastuksen 7.12.2016, jonka perusteella on laadittu erikoistarkastusraportti. Tässä esitetyt korjaustoimenpiteet perustuvat em. raporttiin. Erikoistarkastusraportti on tämän työ liitteenä.

Erikoistarkastuksen yhteydessä otettiin betonirakenteista seuraavat näytteet:

- Poralieriönäytteet siipimuurista 2 kpl
- Poralieriönäytteet välituesta 2 kpl
- Poralieriönäytteet reunapalkeista 2 kpl
- Poralieriönäytteet kannen alapinnasta 2 kpl
- Poralieriönäytteet kannen sivusta 1 kpl

- Poraliieriönäytteet kannen yläpinnasta 4 kpl
- Porajauhenäytteet/kloridisarjat 0-20 ja 20-40 etumuureista, siipimuureista, välituesta ja kannen sivuista 10 kpl + 4 kpl murskaamalla kannen yläpinnasta otetuista näytteistä
- Rakenneavaukset sillan pintarakenteista 4 kpl.

Näytteille tehtiin seuraavat tutkimukset:

- Betonin karbonatisoitumissyvyys 13 kpl
- Ohuthietutkimukset kannen yläpinnasta 2 kpl
- Betonin vetolujuuskokeet 9 kpl
- Kloridipitoisuusmääritykset 0-20 ja 20-40 mm 14 kpl.

Sillan tutkimustulokset ovat tämän työn liitteenä.

Erikoistarkastuksen perusteella merkittävimmät vauriot ja ongelmat sillalla ovat:

- Maatuen 1 etu- ja siipimuureissa on hieman pitkälle edennyt paikallinen rapautumavaurio.
- Välituilla on kriittisiä kloridipitoisuuksia ja alkava rapautumaa. Lisäksi pinnoitus on hilseillyt.
- Reunapalkeissa on yksittäisiä pystyhalkeamia.
- Kansilaatan ala- ja sivupinnassa on paikallisia korroosiovaurioita ja halkeilua. Pinnoitteen hilseily.
- Kannen yläpinnan vetolujuus on heikohko.
- Tippuputket ovat lyhyet ja niissä esiintyy ruostetta ja tukoksia.

Erikoistarkastuksen perusteella muita vaurioita ja ongelmia ovat:

- Päällysteessä on paikallisia verkkohalkeilleita alueita.
- Kannessa on halkeilua.
- Sillan idänpuoleisella tulopenkereellä on pieni notkelma.
- Sillan kaidepylväiden juurissa ja johteissa on aerauskaluston aiheuttamia jälkiä
- Siltapaikalla on töherryksiä.
- Kannen kulmauksissa ei ole kolhaisusuoja ajoratojen kohdalla.

Erikoitarkastuksen perusteella ja yleisten laatuvaatimusten noudattaessa sillalle tehdään seuraavat korjaustoimenpiteet:

1. Pintarakenteet uusitaan.
2. Kannen yläpinta vesipiikataan ja muotoiluvaletaan.
3. Kannen ala- ja sivupinta suihkupuuhdistetaan ja pinnoitetaan, paikalliset vauriot ja halkeamat korjataan ennen pinnoittamista.
4. Reunapalkit korotetaan ja niiden liikuntasaumot uusitaan.
5. Kaiteet uusitaan ja liitetään tiekaiteisiin.
6. Maatukien alaosat ja siipimuurit piikataan ja ruiskubetonoidaan. Maatuet ja siipimuurit pinnoitetaan.
7. Pilareiden vauriot korjataan ja pilarit mantteloidaan haponkestävällä teräskuorella.
8. Tippuputket ja kannen putkisalaojat uusitaan.
9. Tiekaiteet uusitaan ja palteet poistetaan.
10. Keilat nurmetetaan korjauksen jälkeen ja luiskat siistitetään.
11. Rullalaakereiden kunto tarkastetaan ja huoltokäsitellään.
12. Sillan päihin tehdään päällysteen kumibitumiliikuntasauva ajoradalla ja massaliikuntasauva kevyenliikenteen väylillä.
13. Kannen päädyt piikataan ja jänneankkureiden kunto tutkitaan.
14. Ajoratojen tulopuolille kannen alakulmiin asennetaan kolhaisusuojat.
15. Valaisimet uusitaan LED valoina.
16. Tulopenkereiden päällyste uusitaan 20 metrin matkalla sillan molemmissa päissä.
17. Pohjoispuoleisen (keskustan puolella) keilaan tehdään kenttäkiviverhous ja keilan alareuna tuetaan kivikoreilla.

4.4 Vaurioituneiden rakenteiden purkaminen

Luvun 1980:in jälkeen rakennettujen siltojen betonin lujuus on useimmiten alle K40. Näiden rakenteiden purkaminen ei yleensä ole vaikea. Viime vuosikymmeninä silloissa käytetyn betonin lujuus on kasvanut huomattavasti.

Betonin lujuus vaikuttaa etenkin piikkausmenetelmän valintaan. Karkean kuvan asiasta saa taulukon 3 arvoista, jotka perustuvat kokemuseräisiin havaintoihin.

Poraus-, leikkaus- ja murtamismenetelmät eivät riipu yhtä paljon betonin lujuudesta, joskin työajat ovat sitä pitemmät, mitä lujempaa betoni on. (Siltojen korjausohjeet SILKO 1.203. 2019, 3.)

TAULUKKO 4. Betonin lujuuden vaikutus piikkausvälineen valintaan. (Siltojen korjausohjeet SILKO 1.203 2019, 3).

Piikkausväline	Helposti piikattavissa	Menetelmän yläraja
Käsityövälineet	-K25	K35
Piikkausvasara	-K35	K60
Maakiilakone	-K45	K60
Vesipiikkaus	-K35	K50
Puristumurskain	-K50	K80

Piikkausmenetelmään vaikuttaa myös paikalleen jäävän rakenteen pinnan laatuvaatimukset. Vesipiikkaus on paras menetelmä, jos pinnan tartuntalujuusvaatimus on vähintään 1,5 MPa. Jos purettavassa rakenteessa on säilytettävä vanha raudoitus, leikkaus- ja murtamismenetelmät tulisi välttää, koska ne leikkaavat raudoitustangot. Seuraavassa taulukossa on esitetty purkamismenetelmät.

TAULUKKO 5. Purkamis- ja puhdistusmenetelmien käyttökohteet.

(Siltojen korjausohjeet SILKO 1.203 2019, 8)

TYÖMENETELMÄ KÄYTTÖKOHDE	KÄYTTÖKOHDE																	
	Piikkaus käsityövälineillä	Koneellinen piikkaus	Vesipiikkaus	Iskuporaus	Lieriöporaus	Timanttisahaus	Sulatusleikkaus	Puristumurskaus	Koneellinen halkaisu	Halkaisu paisunta-aineella	Hallittu räjäytys	Irrutus kaivinkoneella	Uraijrsintä	Tasojrsintä	Suihkupuhdistus	Liekkiharjaus	Suurpainepeesu	Imurointi
Betonirakenteet																		
Purkaminen																		
– reunapalkki		●	●					●	○	○	○							
– kansilaatan yläpinta		●	●											●				
– alusrakenteiden pinnat		●	○															
– kansilaatan alapinta		●	○															
Läpiviennit				○	●		○											
Ankkuroinnit				●	○													
Rajaukset						●							○					
Tartuntapinnan viimeistely	●																	●
Pintarakenteet																		
Purkaminen																		
– päällyste ja suojabetoni		●	●									●		●				
– vedeneristys		●	●											●				
Saumaus						●							●					
Jyrsiminen														●				
Vedenalaiset rakenteet																		
Purkaminen		○	●	●				○										
Leikkaus				●	●													

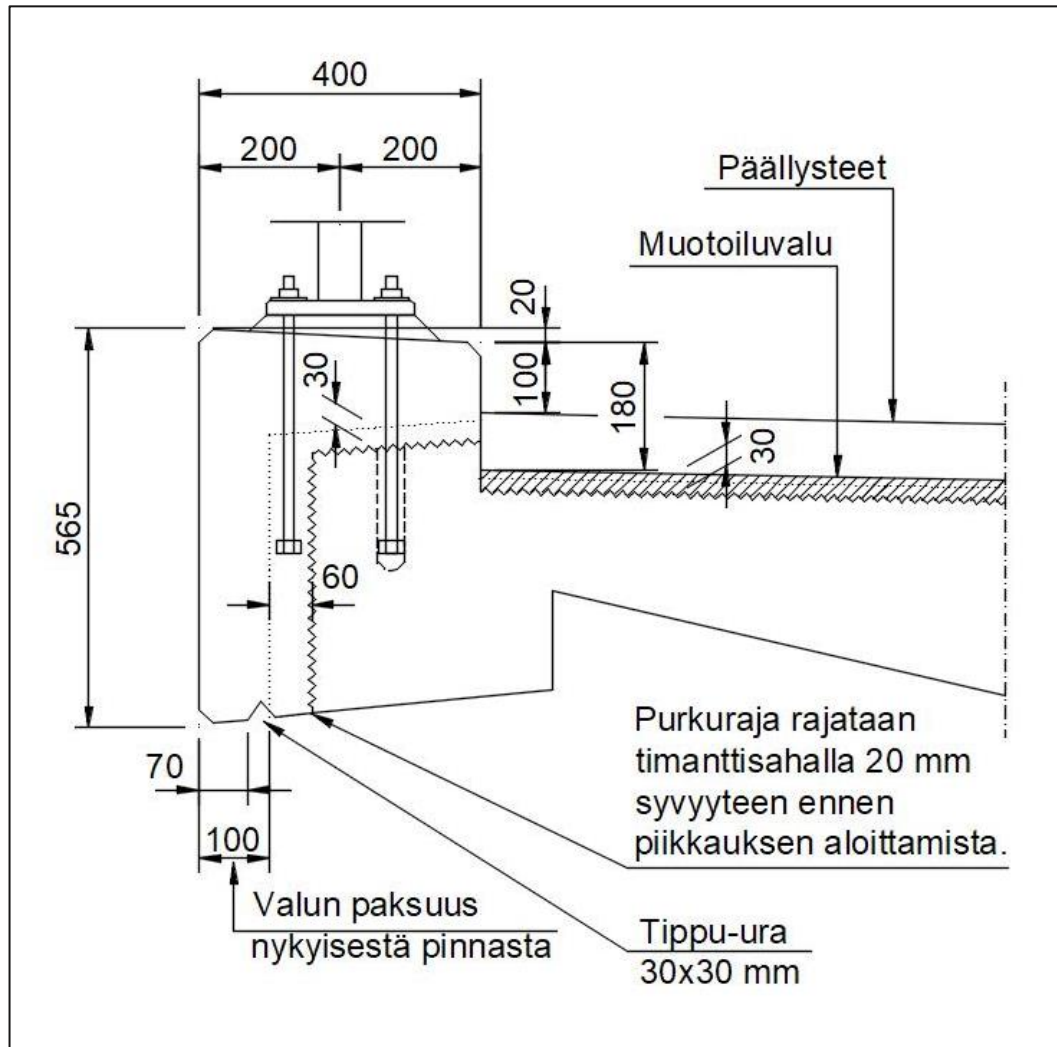
● Sopii hyvin, ○ Voidaan käyttää

4.4.1 Betoni rakenteiden purkaminen

Betonisiltojen purkutöissä laaditaan aina purkutyösuunnitelma jos:

- raudoitusta joudutaan paljastamaan niin paljon, että taivutetun rakenteen tai pilarin taivutusmurto tai nurjahdus on mahdollinen
- jokin rakenneosa puretaan kokonaan
- korjataan esijännitettyä rakennetta
- betonia puretaan niin paljon, että jätteiden käsittely vaati toimia (Siltojen korjausohjeet SILKO 1.203 2019, 10.)

Tämän kohteen reunapalkit ovat matalina reunapalkkeina, joita eivät täytä Eurokoodin soveltamisohjetta (NCCI2 2010) ”Risteysiltoihin, alikulkukäytäviin ja rautatien ylittäviin siltoihin tulee korkea reunapalkki”. Tämän perusteella reunapalkkien ylä- ja sivupinnat piikataan ja reunapalkit korotetaan (kuva 6).



Kuva 6. Reunapalkin poikkileikkaus.

Tässä työssä sillan reunapalkit, kansilaatan yläpinta, kansilaatan päät, reuna-
 naukoiden alapinta liikuntasauvan vierestä ja pilareiden piikkaus tehdään ve-
 sipiikkaamalla. Maatukien kloridipitoiset ja rapautuneet alueet piikataan kevyellä
 kalustolla. Muut maatukien ja kansilaatan pinnat suihkupuhdistetaan hiekkapu-
 haltamalla SILKO-ohjeen 1.203 mukaisesti. Suihkupuhdistuksen tulee vastata
 SILKO-ohjeen 1.203 kappaleessa 11 esitettyä normaalia (kuva 7) suihkupuhdis-
 tettua pintaa.



Kuva 7. Normaalisti suihkupuuhdistettu betonipinta. Siltojen korjausohjeet SILKO 1.203, 2019, 29.

Erikoistarkastusraportin mukaan etu- ja siipimuureissa kloridipitoisuus on 0,03-0,05% syvyydellä 20 mm, joten näiden rakenteiden betonipinnasta piikataan syvyydeltä 20 mm ja paikataan ruiskubetonilla.

Piikkaustöissä on huomioitava, että purkamisessa ei saa käyttää menetelmiä (liian järeitä), joilla saatetaan vaurioittaa säilytettäväksi tarkoitettuja rakenteita. Reunapalkin näkyviin jäävän työsauman rajataan suoraviivaiseksi timanttisauhauksella vähintään 20 mm syvyyteen. Näkyviin jäävän pinnan tulee olla mahdollisimman siisti. Sauhauksella ei saa vaurioittaa nykyistä raudoitusta. Pilareissa piikkaus ei saa ulottua hakaterästen pintaa syvemmälle. Tartuntapinnan tulee olla rosoinen ja karkea, eikä siinä saa olla tartuntaa heikentävää irtoainesta tai likaa. Raudoitustangot eivät saa olla ruosteessa. Raudoituksen pinnalla sallitaan ohut, uudisrakentamista vastaava pintaruostekerros. Säilytettäväksi tarkoitettua raudoitusta ei saa vaurioittaa. Alusrakenteiden raja-arvot ylittävä kloridipitoinen ja rapautunut betoni tulee poistaa, purettavaa aluetta laajennetaan tarvittaessa. Rakenteeseen jäävän betonin sallittu kloridipitoisuus betonin painosta on 0,07 %, terästen tasolla 0,02 %.

Laadun varmistamiseksi kansilaatan päistä ja ulokkeiden alapinnasta, etu- ja siipimuureista otetaan kloridi- ja vetolujuusnäytteitä / kansilaatan pää ja reunauloke (1 kpl / kansilaatan pää, 1 kpl / kannen reunauloke ja 1 kpl / maatuen reunauloke, yhteensä 12 kpl) riittävän piikkaussyvyyden varmistamiseksi. Kloridinäytteet otetaan syvyydeltä 0...20 mm piikkauksen jälkeen piikatusta pinnasta. Kaikki kloridipitoisuuden raja-arvon ylittävä betoni tulee poistaa.

Kloridipitoisuuden määrittäminen tehdään 16 mm terällä tehdystä porareikästä kerättävästä porajauheesta, porajauhe kerätään talteen mahdollisimman tarkasti. Porajauheesta määritetään betonin kloridipitoisuus happoliukoisena paino- % betonin painosta standardin SFS-EN 14629 mukaisesti.

Vetolujuuskokeet tehdään vetolujuusmittarilla vetämällä tai poratusta lieriöstä laboratoriossa tehdyllä vetokokeella. Molemmissa tapauksissa porataan 50 mm lieriöporalla vähintään 50 mm (poralieriön pituus ≥ 50 mm) syvyyteen betonin pinnasta. Lieriö irrotetaan ja tehdään sille vetolujuuskoe laboratoriossa tai tehdään vetolujuuskoe vetolujuusmittarilla työmaalla. Vetolujuuskoe on suositeltavaa tehdä laboratoriossa, tulosten luotettavuuden lisäämiseksi.

Alustalta vaadittava vetolujuus on $1,5 \text{ N/mm}^2$. Mikäli arvo alittuu, poistetaan pintabetonia murtokohtaan saakka ja uusitaan koe. Jos murto tapahtuu terästä tai suurta (> 25 mm) kiviainesraetta pitkin, vaadittu vetolujuus on $1,0 \text{ N/mm}^2$. Jos em. arvo alittuu, koe uusitaan kohdasta, jossa ei ole teräksiä tai suuria kiviainesrakeita.

Erikoistarkastuksessa ei havaittu pitkälle edennyttä pakkasrapautumaa suunnitelmissa säilytettäväksi esitetyn rakenteen osalta, joten purkamisen yhteydessä päällysrakenteet tulee tarkistaa huolellisesti.

Suunnittelun lähtökohtana on ollut, että kannelle tehdään muotoiluvalu, joka tulee 10 mm nykyisen pinnan yläpuolelle. Kannen pintarakenteet puretaan ja muotoiluvulun tarve tarkastetaan (tutkimustulokset analysoidaan ja katselmus tehdään) ennen reunapalkkien korotuksen tekemistä. Muotoiluvulun paksuus otetaan huomioon uuden reunapalkkien korotuksen sijoittumisessa.

4.4.2 Betoni- ja teräsvauriokohtien piikkaus

Kohteessa ei erikoistarkastuksessa havaittu korroosio vaurioita. Suihkupuhdistuksen yhteydessä voi paljastua korroosio vaurioita. Vauriokohta rajataan suoraviivaisesti timanttilaikalla ennen piikkauksen aloittamista, ulokkeiden kohdalla rajauksen saa ulottaa maksimissaan 15 mm syvyyteen. Näkyvissä olevat muottisiteiden teräkset piikataan 30 mm:n syvyyteen betonin pinnasta ja katkaistaan. Piikataan näkyvissä olevat teräkset esille siten, että ruosteetonta terästä on näkyvissä 100 mm (raudoitustankojen pinnalla sallitaan ohut, uudisrakentamista vastaava pintaruoste). Piikkaus ulotetaan raudoitustangon halkaisijan verran tai vähintään 20 mm teräksen taakse. Piikatun pinnan on oltava rosoinen ja karkea. Paljastuneet teräkset suihkupuhdistetaan vähintään puhdistusasteeseen Sa2 tai puhdistetaan mekaanisesti ruosteesta vähintään puhdistusasteeseen St2.

Yksittäisten betonin lohkeamien ja rapautuneen betonin kohdalla piikataan pois vaurioitunut betoni siten, että vastaan tulee ehjä betoni ja paikkauslaastin vaatima vähimmäiskerros-paksuus ($C_{nom} = 45$ mm) täyttyy. Mikäli piikkauksen yhteydessä paljastuu teräksiä, menetellään seuraavan kohdan mukaisesti.

4.4.3 Betonipintojen suihkupuhdistus

Suihkupuhdistuksella tarkoitetaan teräs- tai betonipinnan mekaanista puhdistusta ja karhennusta paineilma-, painevesi- tai sinkolaitteella. Laitteita ovat avopuhallus, tyhjiöpuhallus, vesisuihku- ja sinkopuhdistuslaitteet. (Siltojen korjausohjeet SILKO 1.203 2019, 24.)

Suihkupuhdistus poistaa betonipinnasta tartuntaa heikentäviä aineita kuten sementtiliima, vanhaa pinnoitetta, irtoainekisa, rasvaa tms. Puhdistetun pinnan tulee olla karhea ja kiviainekset näkyvissä. Käytettävä puhdistusmenetelmä riippuu olevasta betonipinnan laadusta ja määrästä, tavoitellusta pinnan laadusta sekä työteknisistä rajoituksista.

Tässä kohteessa maatumien yläosat, kansilaatan alapintaa ja pilareiden yläosat suihkupuhdistetaan hiekkapuhalluksella SILKO-ohjeen 1.203, kohdan 11:n mukaisesti. Ennen suihkupuhdistuksen aloittamista työalue suojataan siten, ettei puhallushiekka aiheuta häiriötä tai vaaraa tienkäyttäjille tai ympäröiville rakenteille. Suihkupuhdistuksen jälkeen pinta puhdistetaan huolellisesti rakennuspölynimurilla.

4.4.4 Pintarakenteiden purkaminen

Nykyiset päällystekerrokset sekä suoja-asfaltti poistetaan koko kansilaatan alueelta. Ennen purkutöiden aloittamista, pintarakenteille tehdään PAH-pitoisuuden tarkastelu. Erikoistarkastuksessa mainittiin, että PAH-pitoisuutta ei ole tutkittu, koska alkuperäinen vedeneriste on korvattu mastiksieristeellä, joten purkujäte voidaan käsitellä normaalina jätteenä. Purku tehdään tasapäisellä kauhalla ja sen jälkeen jäljelle jäänyt vedeneriste poistetaan konepetkeleellä. Nykyinen vedeneristys poistetaan. Mahdollinen öljy poistetaan.

Koska sillan kansilaatan kunto ei yleisesti pysty tarkastaa, kunto tarkastetaan välittömästi pintarakenteiden purkamisen jälkeen. Sillan kansilaatasta otetaan välittömästi pintarakenteiden poiston jälkeen kloridinäytteitä ja vetolujuuskokeita. Kansilaatan kunnan tarkastuksen ja koetulosten analysoinnin perusteella päätetään yhteisesti korjaustavan muutoksista.

Betonin sallittu kloridipitoisuus on terästen tasolla 0,02 % betonin painosta. Muuten sallittu kloridipitoisuus on 0,03...0,07 % betonin painosta. Mikäli kloridipitoisuus on terästen tasossa yli 0,02 % betonin painosta, tutkitaan terästen korrosioaste piikkaamalla esiin näytteen-ottokohdan lähin teräs n. 100 mm matkalta. Terästen läheisyydessä betonin kloridipitoisuus ei saa jäädä yli 0,02 p-% betonin painosta. Eristysalustalta vaadittava vetolujuus on 1,5 N/mm². Mikäli arvo alittuu, poistetaan pintabetonia murtokohtaan saakka ja uusitaan koe. Jos murto tapahtuu terästä tai suurta (>25 mm) kiviainesraetta pitkin, vaadittu vetolujuus on 1,0 N/mm². Jos em. arvo alittuu, koe uusitaan kohdasta, jossa ei ole teräksiä tai suuria kiviainesrakeita.

4.4.5 Kansilaatan yläpinnan purkaminen

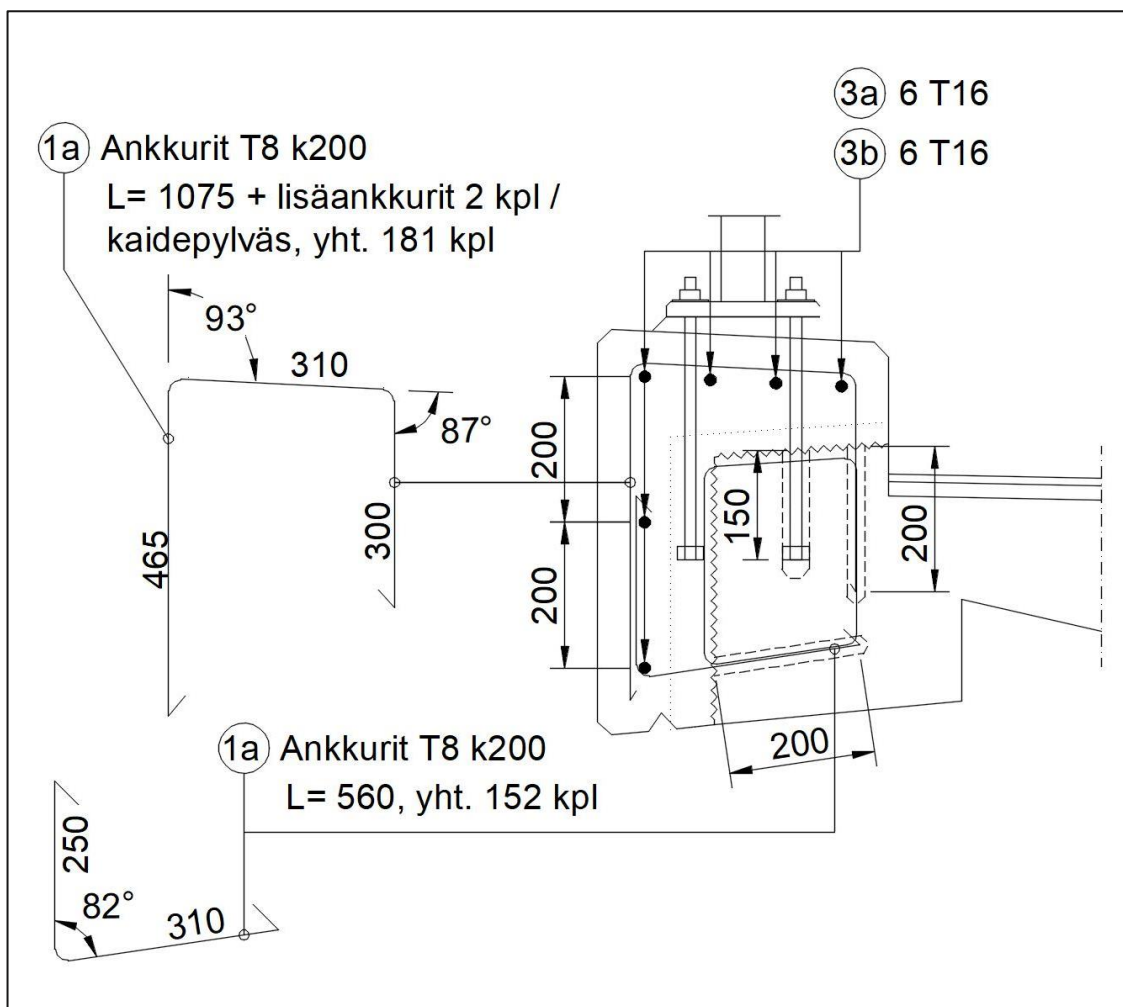
Kohteen kansilaatan yläpinnasta poistetaan rapautunut ja kloridipitoinen betoni ja kansilaatan yläpinta karhennetaan kauttaaltaan vesipiikkaamalla. Lähtökohtaisesti kannen yläpinnasta poistetaan nykyistä betonia 20 mm. Vesipiikkaus aloitetaan koepiikkauksella minimipaineella, painetta nostetaan tarpeen mukaan. Vesipiikkauksen yhteydessä on samanaikaisesti imettävä piikkaustyössä käytetty vesi sekä piikkausjäte pois siltakannelta, jotta rakenteisiin ei imeydy ylimääräistä vettä. Mikäli kansilaatan yläpinnan kloridipitoisuus ylittää tai vetolujuus alittaa kohdassa 4.4.4 mainitut raja-arvot tai betonipinnassa on muita em. puutteita tai virheitä, menetellään seuraavasti:

- Puretaan kansilaatan yläpinnasta betonia vesipiikkauksella siten, että jäljelle jäävän betonin kloridipitoisuus on alle 0,03 % betonin painosta ja tartuntavetolujuus on yli 1,5 N/mm²
- Kivien ja muun materiaalin sinkoilu liikenteellä olevalle ajoradalle tai alittaville väylille on estettävä. Vesipiikkaustyöstä tehdään työsuunnitelma
- HUOM! Jos purku joudutaan ulottamaan yli 1 m²:n kokoisella alueella yläpinnan teräksiin saakka tai teräkset ovat ruosteessa, tulee ottaa yhteyttä suunnittelijaan ennen purkutöiden aloittamista / jatkamista.

4.5 Korjaustyöt

4.5.1 Raudoitus

Sillan kaikki reunapalkit korotetaan ylä- ja sivusuunnassa. Pituussuuntaisessa raudoituksessa käytetään T16 mm B500B harjaterästä, 4 kpl yläpinnassa ja 2 kpl sivupinnassa, betonirakenteiden suunnittelu-NCCI2-ohjeen (liite 4) mukaan. Uusi rakenne ankkuroidaan nykyiseen reunapalkkiin 8 mm:n ankkureilla, ankkurointi pituus on 200 mm (NCCI2, 2010, liite 2). Uudet ankkurointiteräkset sekä kaidepylväiden ajoradan puolella olevat pultit kiinnitetään nykyiseen betoniin kemiallisilla ankkureilla Hilti HIT-HY 200 A, tai muulla vastaavalla tuotteella, ks. kuva 7.



Kuva 7. Korjauksen raudituspiirustus.

Teräkset tuetaan riittävän tukevilla välikkeillä. Teräksien ja muottipinnan väliin on asennettava asianmukaiset välikkeet. Yksittäiset vaurioituneet teräkset tulee korvata vanhaan rakenteeseen ankkuroitavalla uudella vastaavalla harjaterästangolla. Muuta tuotetta käytettäessä ankkurien reunaetäisyydet, keskiövälit ja kapasiteetit tulee tarkastaa. Ankkurointiterästen kiinnityksestä laaditaan työsuunnitelma.

Tartuntavetokokeen voima $F_t = 0,65 \cdot F_{y,d} = 0,65 \cdot \pi r^2 \cdot 435 \text{ N/mm}^2 = 14 \text{ kN}$ (Inf-raRYL 2006, 42020.3.4.10.)

Ankkurointiteräksistä tehdään vetokokeita vähintään 3 T8 ankkuria / reuna. Harjateräsankkureiden T8 mm on kestettävä 14 kN vetovoima. Koestusta ei jatketa murtoon asti, vaan se voidaan lopettaa, kun vaadittu raja-arvo saavutetaan.

4.5.2 Betonointi

Käytettävän betonin lujuusluokka, rasitusluokkaryhmä ja pakkasenkestävyys määritetään rakenteen tyyppin ja ympäristöolosuhteiden mukaan. Kohde sijaitsee valtatiellä, jonka talvihoidossa käytetään suolaa säännöllisesti, joten sillan rakenteiden rasitusluokkaryhmä on R1. Betonirakenteiden suunnitteluohjeen (NCCI2, 2010) taulukko 4.1:n mukaan Rakenteiden betoni valitaan seuraavasti:

- Reunapalkit R1, C35/45-3, P50
- Välituet R1, IT- betoni C35/45-3, P50
- Muotoiluvalu R1, C30/37-3, P30, muovikuitu
- Ruiskubetoni R1, 35/45, P50

Ajoneuvoliikenteellä olevalta osuudelta tulee tasoittaa kuopat ja sillan päätyjen kohdat ennen valuja tärinän vähentämiseksi sekä suorittaa värähtelynopeuden mittausta SILKO 2.240 mukaisesti pintarakenteiden poiston jälkeen.

Piikatut betonipinnat sekä muotit kastellaan hyvin vuorokausi ennen betonointia ja suojataan sateelta ja auringonpaisteelta. Betonoinnin alkaessa betonipintojen tulee olla kosteita, mutta ne eivät saa olla märkiä (kiiltäviä). Betoneille tehdään betoninormien ja InfraRYL 42020 mukaiset ennakkokokeet.

Välittömästi valun jälkeen valupinnalle levitetään muovikalvo tai varhaisvaiheen jälkihoitoaine. Pinnan hiertämisen jälkeen heti, kun pinta kestää vettä, se kastellaan sumuttamalla tai ruiskutetaan varsinainen jälkihoitoaine ja suojataan uudelleen tiiviillä peitteellä. Jälkihoito tehdään vesikasteluna 1-2 viikon ajan.

4.5.3 Välitukien manttelointi

Sillan välituet ovat alttiina säännölliselle suolarasitukselle. Rakenteen säilyvyyden parantamiseksi, Pilarien korjaus tehdään valamalla haponkestävän teräs-manttelin sisään. Erikoitarkastuksessa todettiin, että välitukien kloridipitoisuus on 0,03% syvyydellä 0-20 mm. Ennen korjaustöiden aloittamista mitataan kaikista

pilareista kloridipitoisuudet piikkaussyvyyden varmistamiseksi: kaksi (2) näytesarjaa (0...20 mm:n, 20...40 mm:n ja 40...60 mm:n syvyydeltä) / pilari 0,5 m:n ja 2,5 m:n korkeudelta (yhteensä 24 kpl kloridinäytteitä). Näytteet otetaan ajosuuntaan katsottuna ensimmäisen ja kolmannen pilarin ajoradan puoleiselta sivulta.

Mikäli raja-arvot ylittäviä kloridipitoisuuksia ei ole, pilarit suihkupuhdistetaan ja mantteloidaan haponkestävällä teräskuorella.

Mikäli raja-arvot (yli 0,07 paino-%) ylittäviä kloridipitoisuuksia löytyy, kloridipitoinen betoni piikataan pois siten, että raudoituksen ympärille ei jää betonia, jonka kloridipitoisuus on suurempi kuin 0,02 %. Pääsääntöisesti piikkausta ei uloteta hakaterästen pinnan tasoa syvemmälle ilman suunnittelijan lupaa.

Pilareiden korjaukset tehdään vaiheittain, korjaukset tehdään yläpuolisten työvaiheiden (alueiden) kanssa samaan aikaan, jolloin korjattavien pilareiden kohdalla ei ole liikennettä sillalla. Kannella ei myöskään saa olla muuta ylimääräistä kuormaa (esim. raskaita työkoneita tai painavaa varastoitavaa tavaraa).

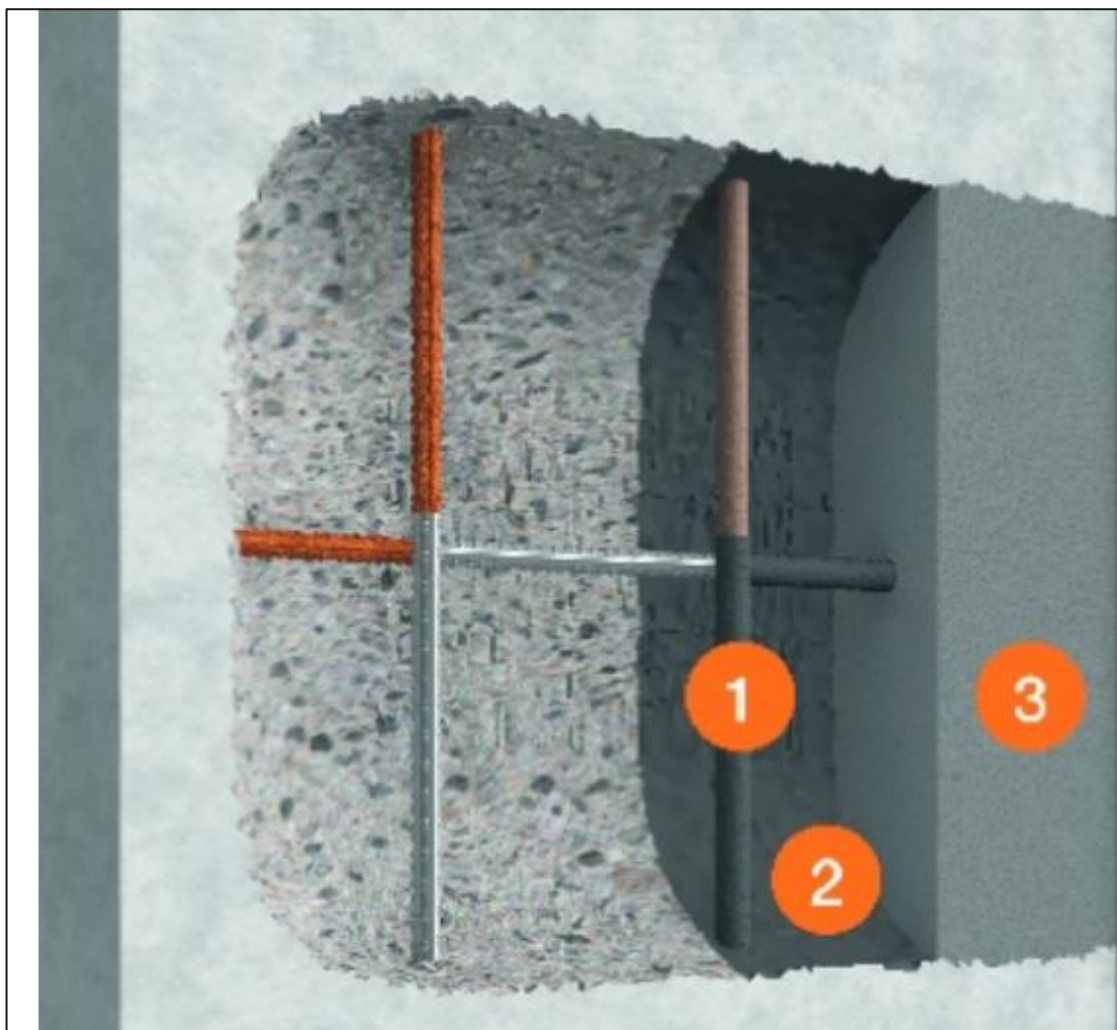
Pilarien muotteina käytetään teräsmanttelia, jonka paksuus on 3 mm. Teräslevy valmistetaan austeniittisesta ruostumattomasta haponkestävästä teräksestä EN 1.4401. Lisää ohjeita työstä kerrotaan työselityksessä.

4.5.4 Paikkaus ilman muotteja

Paikalliset vauriot, kuten lohkeamat, korroosiovauriot, pienehköt rapautumat ja työvirheet voidaan paikata ilman muotteja. Paikkaukset tehdään seuraavien työvaiheiden mukaan:

- paikattava kohta rajataan suoraviivaisesti timanttilaikalla ennen piikkauksen aloittamista, ulokkeiden kohdalla rajauksen saa ulottaa maksimissaan 15 mm syvyyteen
- näkyvissä olevat muottisiteiden teräkset piikataan 30 mm:n syvyyteen betonin pinnasta ja katkaistaan

- yksittäisten betonin lohkeamien ja rapautuneen betonin kohdalla piikataan pois vaurioitunut betoni siten, että vastaan tulee ehjä betoni ja paikkauslaastin vaatima vähimmäiskerros paksuus täyttyy. Mikäli piikkauksen yhteydessä paljastuu teräksiä, menetellään seuraavan kohdan mukaisesti
- piikataan näkyvissä olevat teräkset esille siten, että ruosteetonta terästä on näkyvissä 100 mm (raudoitustankojen pinnalla sallitaan ohut, uudisrakentamista vastaava pintaruoste). Piikkaus ulotetaan raudoitustangon halkaisijan verran tai vähintään 20 mm teräksen taakse, piikatun pinnan on oltava rosainen ja karkea, työteräkset voidaan poistaa
- paljastuneet teräkset suihkupuhdistetaan vähintään puhdistusasteeseen Sa2 tai puhdistetaan mekaanisesti ruosteesta vähintään puhdistusasteeseen St2.
- piikattu pinta ja teräkset pestään painepesulla siten, että pinta on puhdas ja pölytön eikä siinä ole tartuntaa heikentäviä aineita
- puhdistetut teräkset suojataan heti puhdistuksen jälkeen ympäriinsä StoCrete TH P korroosionsuoja-aineella. Aine levitetään kahteen kertaan. Odotusaika kerrosten välissä on 4-6 tuntia olosuhteitten mukaan
- paikkausta edeltävänä päivänä korjattava betonipinta kastellaan huolellisesti. Paikkaus-työtä aloitettaessa betonipinnan tulee olla kostea, mutta vapaa irtovedestä
- levitetään tartuntalaasti StoCrete TH P tukevalla siveltimellä voimakkaasti harjaten. Kaikkien onkaloiden täytyminen on varmistettava
- paikkaus-/täyttökerros tehdään tartuntalaastin päälle StoCrete TG3 paikkauslaastilla ns. märkää-märälle menetelmällä (kuva 8)
- työssä noudatetaan valmistajan antamia ohjeita sekä SILKO-ohjetta 2.231
- jälkihoito tehdään tuotekohtaisten vaatimusten mukaan.



Kuva 8. Paikkauksen vaiheet, 1) raudoituksen suojaus, 2) tartuntalaasti 3) paikkauskerros. (Bestlevel 2020).

Paikkausten kiinnitys alustaansa varmistetaan jokaisesta paikkauskohdasta koputtelemalla. Paikkaus on uusittava, jos iskuääni on kopo. Jos paikkauksen pinta-ala on yli $0,25 \text{ m}^2$ joka viidennestä paikkauksesta tehdään tartuntavetokoe, jonka tartuntalujuus on oltava vähintään $1,5 \text{ N/mm}^2$. Betonin paikkaus hierretään laudoituksen suunnassa siten, että paikattava kohta erottuu ulkonäöllisesti mahdollisimman vähän muusta betonipinnasta.

4.5.5 Ruiskubetonointi

Ruiskubetonointi on laajojen betonipintojen korjausmenetelmä. Sitä käytetään betonin pakkasrapautumien ja raudoituksen korroosion aiheuttamien vaurioiden

korjaamiseen tai vaurioiden estämiseen. Lisäksi ruiskubetonointia käytetään raudoituksen suojaamiseen rakenteita vahvennettaessa ja katodisessa suojauksessa käytettävän anodiverkonsuojaamiseen. (Siltojen korjausohjeet SILKO 2.234 2019, 2.)

Kohteen siipimuurit ja etumuurien alaosat korjataan ruiskubetonoinnilla. käytettävän ruiskubetonoinnin tulee täyttää seuraavat ohjeelliset laatuvaatimukset:

- lujuusluokan on oltava vähintään C35/45
- pakkasenkestävyysvaatimus P50
- vesisideainesuhteen oltava alle 0,45
- ruiskubetonoinnin laadunvarmistus ja vaatimustenmukaisuus todetaan tarkastusluokan 2 mukaisesti
- ruiskubetonin tartuntalujuus vähintään 1,5 N/mm²
- ruiskubetonipinnassa ei saa olla silmin havaittavia ($\geq 0,1$ mm) halkeamia vuoden kuluttua.

Ruiskubetonoinnissa huomioidaan erityisesti seuraavat seikat:

- Alustan esikäsittely täyttää esitetyt vaatimukset
- Ruiskubetonikerroksen paksuus on vähintään 20 mm. Kerralla ruiskutettavan kerroksen paksuus saa olla korkeintaan 30 mm, paikallisesti kuitenkin 50 mm (esimerkiksi suurien kolojen kohdalla).
- Pintakerros tehdään yhtenäisen värisävyn saavuttamiseksi ajamalla pinta yli yhtä-jaksoisesti ruiskuttamalla suuremmalla paineella ja kuivemmalla massalla.
- Pintakerroksen paksuus on 5 mm.
- Ruiskubetonipinnat kaavataan ja hierretään tasaisiksi (teräshierto).
- Olosuhteet merkitään pöytäkirjaan työvuoron alussa ja lopussa sekä vähintään kerran työvuoron aikana. Olosuhteiden pitää olla seuraavat:
 - ilman lämpötila +10...20 °C
 - tuulen nopeus alle 5 m/s
 - ilman suhteellinen kosteus 60-90 %
 - pintaan ei saa kohdistua suoraa auringon säteilyä
- Raudoituksen taakse ja kulmiin ei saa jäädä tyhjätiloja eikä hukkarokkeita.

- Rakenteiden särmät eivät saa pyöristyä, joten ruiskutuksessa on käytettävä apuna muotteja kolmiorimoineen.
- Läheiset rakenteet sekä liikenneväylät on suojattava hukkaroiskeilta.

Valmiin pinnan arvostelua ja tartunnan varmistamista varten ruiskutetaan työn alussa vertailupinta (vähintään 1 m²), jonka tilaaja hyväksyy. Pinnan kovettumisen jälkeen varmistetaan ruiskubetonikerrosten tartunta kauttaaltaan koputtelemalla ja tekemällä tartuntavetokokeet, 3 kpl/etumuuri ja 2 kpl/siipimuuri. Ruiskubetonoinnin laadunvarmistus ja vaatimustenmukaisuuden osoittaminen tehdään SILKO-ohjeen 2.234 kohdan 6 mukaisesti.

4.5.6 Halkeamien injektointi

Kansilaatan ala- ja sivupinnan, ulokkeiden, etu- ja siipimuurien, pilareiden ja reunapalkkien halkeamat korjataan injektoimalla. Rakenteellinen halkeama on korjattava epoksilla injektoimalla, kun halkeaman leveys $\geq 0,2$ mm. Injektoivat halkeamat on katselmoitava rakennuttajan kanssa ennen työn aloittamista.

Injektoidun halkeaman täyttöasteen on oltava vähintään 80%, mikä todetaan lieriöporalla otettavan näytteen avulla. Ensimmäinen lieriöporanäyte otetaan ensimmäisestä injektoidusta halkeamasta. Tämän jälkeen jokaista 10 halkeamometriä kohden tai kun injektointitapa tai halkeamatyyppi vaihtuu, porataan yksi näyte. Näytteitä pitää kuitenkin olla vähintään kolme. Injektointityö tehdään SILKO-ohjeiden 1.233 ja 2.236 mukaisesti. Lisäksi noudatetaan tuotekohtaisia työohjeita, käyttöselosteessa ja käyttöturvallisuustiedotteessa annettuja ohjeita, sekä ympäristönsuojelua koskevia määräyksiä ja ohjeita (SILKO 1.112 Ympäristönsuojelu).

Kalkki ja epäpuhtaudet hiotaan pois halkeaman pinnasta ennen injektointia. Käytettävän epoksin tulee olla Väyläviraston SILKO-hyväksyttyä (SILKO-ohje 3.235) ja sen pitää tarttua kosteaan pintaan. Injektointi pyritään tekemään alhaisella paineella 0,1-0,2 MPa. Jos halkeamassa todetaan olevan kalkkia, halkeaman pinta avataan injektoinnin jälkeen piikkaamalla tai laikalla ja ura täytetään valumatto-

malla paikkauslaastilla. Injektointityöstä laaditaan työsuunnitelma ja SILKO-ohjeen 1.233 liitteen mukainen injektointipöytäkirja. Teräskorroosion aiheuttamaa halkeamaa ei saa korjata injektoimalla vaan korjaus on tehtävä piikkaamalla ja paikkaamalla

4.5.7 Betonipintojen pinnoitus

Pinnoituksella suojataan sillan rakenteet kosteudelta ja haitallisten aineiden tunkeutumiselta, sillä raudoitusterästen korrosio hidastuu. Sillan etu- ja siipimuurit, kansilaatan ala- ja sivupinnat sekä reunaulokkeiden alapinnat reunapalkin tippuuraan asti pinnoitetaan sementtipohjaisella pinnoitteella. Pinnoitus tehdään Väyläviraston käyttöön hyväksymällä (SILKO 3.253, taulukko 24.5.2019) pinnoitusaineella (StoCrete FB tai vastaavat ominaisuudet omaavalla tuotteella). Pinnoitustyö tehdään valmistajan antamien ohjeiden ja SILKO-ohjeen 2.253 mukaisesti. Pinnoitustyöstä laaditaan työsuunnitelma.

Käytettävän pinnoitteen vaatimukset SILKO-ohjeen 3.253 mukaisesti määriteltynä:

- Vaikutus karbonatisoitumiseen +++
- Kloridien tunkeutumisen estäminen +++++
- Vesihöyryn läpäisevyys +++
- Halkeamien silloittavuuskyky +++

Ylipinnoitettavat alustat esikäsitellään kauttaaltaan suihkupuhdistuksella. Lopputuloksen tulee vastata SILKO-ohjeen 1.203 kohdan 11 mukaista normaalia suihkupuhdistusta. Suihkupuhdistuksessa paljastuvat halkeamat korjataan kohdan 4.5.5 ”Halkeamien injektointi” mukaisesti. Suihkupuhdistuksen yhteydessä paljastuneet teräkset korjataan kohdan 4.5.4 ”Paikkaus ilman muotteja” mukaisesti.

Esikäsitelyllä on seuraavat laatuvaatimukset:

- pinnassa ei saa olla tartuntaa heikentävää sementtiliimaa, eikä vanhaa pinnoitetta

- pinnassa ei saa olla silmin havaittavia epäpuhtauksia
- esikäsitellyn pinnan vetolujuuden on oltava vähintään $1,5 \text{ N/mm}^2$
- esikäsitteily ei saa vahingoittaa ympäröiviä rakenteita, eikä aiheuttaa huomattavaa haittaa ympäristölle.

Laadunvarmistus tehdään SILKO-ohjeen 1.251 ja SILKO-ohjeen 2.253 mukaan. Pinnoitetuista betonipinnoista tehdään tartuntavetokokeet 2 kpl/etumuuri, 2 kpl/siipimuri ja 5 kpl kansilaatasta. Vertailuarvo 28 vrk:n kuluttua on $1,0 \text{ MN/m}^2$

4.5.8 Reunapalkkien impregnointi

Kannen ja maatumien reunapalkkien ylä- ja sivupinnat tippu-uran asti impregnoidaan, veden ja suolan betoniin imeytymisen estämiseksi, geelimäisellä impregnointiaineella StoCryl HG 200 tai vastaavat ominaisuudet omaavalla tuotteella. Impregnoinnissa noudatetaan SILKO-ohjetta 2.252. Impregnointityöstä laaditaan työsuunnitelma.

Käytettävän aineen vaatimukset SILKO-ohjeen 3.252 mukaisesti määriteltynä:

- käyttöluokkaan 1 soveltuva
- pakkassuolakestävyys +
- kloridien tunkeutumisen estäminen ++++/++ (8a/8b)
- vedenläpäisevyys ++
- tunkeutumissyvyys ++++
- uusintakäsittelyväli 10 ... 17 vuotta

Impregnointiaine ei saa muuttaa häiritsevästi pinnan ulkonäköä tai muuttaa pintaa lasimaiseksi. Impregnoinnin ajankohta määräytyy käytettävän aineen mukaisesti (StoCryl HG 200 käytettäessä työ tehdään viimeistään 3 kk kuluttua valusta).

Impregnoinnin laadunvarmistus tehdään vesikokeella. Impregnoituille pinnoille suihkutetaan vettä, jonka on jäätävä helmeilemään betonin pinnalle, eikä pinta saa tummua. Lisäksi reunapalkkien yläpinnasta porataan kaksi koelieriötä yht. 4

kpl ($\varnothing 30$ tai $\varnothing 50$ mm), joista määritellään laboratoriossa impregnointiaineen tunkeutumissyvyys. Vaatimus tunkeutumissyvyydelle on vähintään 6 mm. Näytteriät paikataan Väyläviraston käyttöönsä hyväksymällä valumattomalla paikkausaineella ja paikatut kohdat impregnoidaan.

4.5.9 Kansilaatan muotoiluvalu

Sillan koko kansilaatalle tehdään noin 30 mm muotoiluvalua. Ennen muotoiluvalun aloittamista, kansilaatan yläpinnalle tehdään vetolujuus- ja kloridipitoisuuskokeita, yläpinnan kunnon varmistamiseksi. Muotoiluvalu tehdään osissa pintarakenteiden uusimisvaiheiden mukaan. Muotoiluvalun paksuus esitetään työsuunnitelmassa ja siinä tulee esittää erotus alkuperäiseen kansilaatan korkeusasemaan (vaaitus pintarakenteiden purkamisen yhteydessä). Ajoneuvoliikenteellä olevalta osuudelta tulee tasoittaa kuopat ja sillan päätyjen kohdat ennen muotoiluvalun tekoa tärinän vähentämiseksi. Muotoiluvalun sitoutumisaikana tulee värähtelynopeutta rajoittaa. Muotoiluvalutyöstä tehdään työsuunnitelma.

Kansilaatan pinta kastellaan hyvin noin 12 tuntia ennen betonointia. Tartuntapintaan hierotaan juuri ennen betonointia valumassaa. Mahdollisesti apuna käytettävien ohjurien jäljet täytetään ja tiivistetään välittömästi. Betoni hierretään puulla heti kun pinta kantaa työntekijän. Muotoiluvalu sahataan timanttisahalla sillan poikkisuunnassa noin 10 m pitkiin osiin kutistumishalkeilun estämiseksi, sauma täytetään paikkauslaastilla. Erivaiheessa tehtyjen muotoiluvalujen välisen sauman on oltava pystysuora ja irtonainen runkoaines on harjattava pinnasta pois. Jälkihoito tehdään InfraRYL:n mukaan muovipeitteiden ja kastelun avulla vähintään 5 vrk tai jälkihoitoaineella. Muotoiluvalu voidaan tehdä myös nopeasti kovetuvalla itsetiivistyvällä korjausbetonilla SRL-60/6/RH tai vastaava

Muotoiluvalun pinnan on täytettävä InfraRYL:n mukaiset eristysalustalle asetettavat vaatimukset. Muotoiluvalun kiinnittyminen alustaan tarkastetaan koputtelemalla. Lisäksi tartunta tarkistetaan ottamalla kolme (3) tartuntavetokoetta kummaltakin puoliskolta (yhteensä 6 kpl), tartuntavetolujuusvaatimus on 1,5 N/mm².

4.6 Vedeneristys ja päällystäminen

Kansilaatan yläpinta tiivistetään kauttaaltaan tiivistysepoksilla ennen eristystöiden aloittamista. Epoksitiivistyksen tulee vastata sekä InfraRYL:in kohdan 42310.3.1 että tämän luvun vaatimuksia.

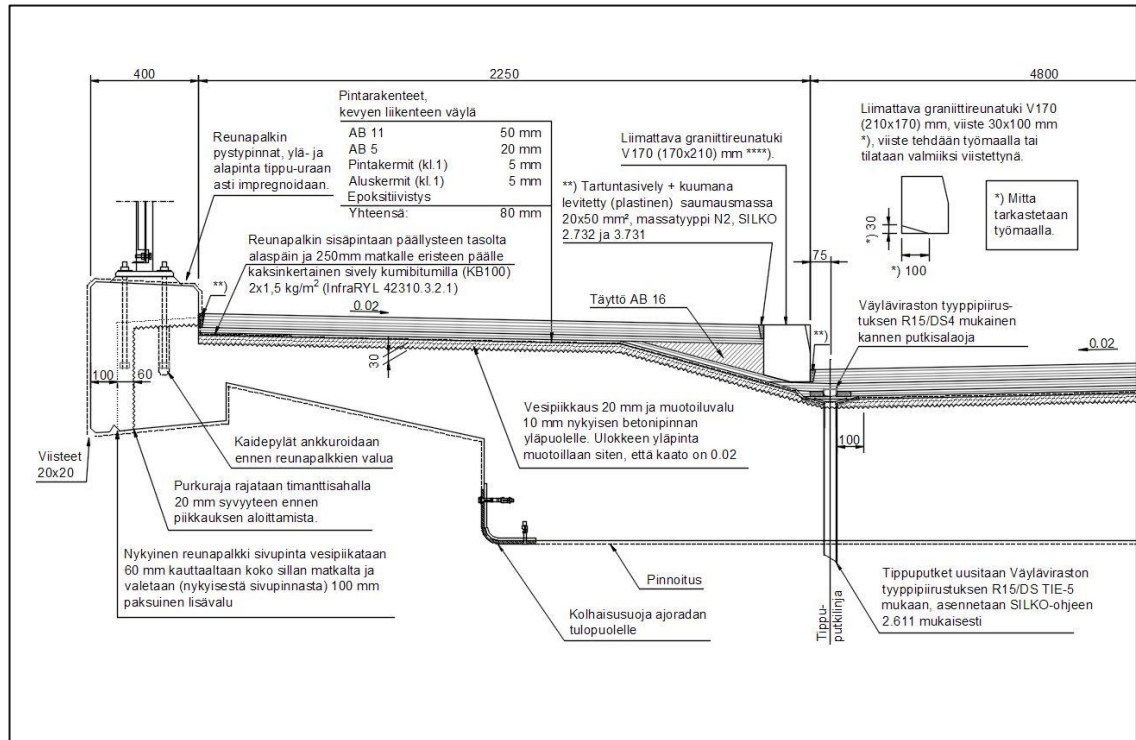
Epoksitiivistyksen laatuvaatimukset:

- käytettävän tiivistysepoxsin on oltava Väyläviraston käyttöönsä hyväksymä, (SIL-KO-ohje 3.254)
- pohjustus tehdään valmistajan antamien ohjeiden mukaisesti
- epoksitiivistys tehdään alustan laskevaan lämpötilaan kahtena kerroksena Väyläviraston hyväksymän valmistajan tuotekortin ohjeita noudattaen
- mikäli epoksitiivistyksen pinta jää sileäksi, on pinta karhennettava ylimääräisellä epoksi ja hiekkakerroksella
- epoxsin levitysmäärän tulee olla yhteensä vähintään 1 kg/m^2 jakaantuen seuraavasti: ensimmäinen epoksikerros $300 - 500 \text{ g/m}^2$ + sirotehiekkä (pinnan huokoisuudesta ja karheudesta riippuen) ja toinen epoksikerros vähintään 600 g/m^2
- epoksitiivistyksen vesitiiviys mitataan korkea- ja matalajännitemenetelmällä Sillan vedeneristystyömaan laadunmittaus 2017-ohjeen mukaisesti
- epoksitiivistyksestä otetaan kolme (3) tartuntavetokoetta sillan kannen jokaiselta työalueelta (yhteensä 6 kpl)
- tartuntavetokokeen tuloksien on oltava yli $1,0 \text{ N/mm}^2$ jokaisessa mittauskohdassa ja kaikkien tulosten keskiarvon on ylitettävä $1,5 \text{ N/mm}^2$

Epoksitiivistyksen jälkeen tehdään kermieristys. Eristystyöstä tehdään työsuunnitelma. Ennen eristystöiden aloittamista pidetään eristysalustalle vastaanotto-tarkastus. Tarkastuksessa todetaan eristysalustan vastaavan sille InfraRYL:issä ja SILKO-ohjeissa asetettuja vaatimuksia.

Eristys tehdään kaksinkertaisena kermieristysenä SILKO-ohjeen 2.811 ja InfraRYL:n mukaisesti. Kermi ulotetaan sillan päissä kansilaatan alareunojen yli. Siipimuurein ulokkeiden kermi ulotetaan reunojen yli. Kermieristeen on oltava lii-

mattavaa tyyppiä ja täytettävä käyttöluokan 1 vaatimukset (Infra-RYL). Reunapalkin sisäpuolelle reunapalkin pystypintaan päällysteen yläpinnasta alaspäin ja 250 mm levyiselle kaistalle eristyksen päälle sivellään kaksi kerrosta kumibitumia. Käytettävä kumibitumi KB 100 (InfraRYL 42310.3.2.1). Ainemenekin on oltava vähintään 1,5 kg/m² kerrosta kohden.



Kuva 9. Reunapalkin korjauspiirustus.

Ajoradan päällyste tehdään seuraavilla kerroksilla:

- bitumi paksuus 10 mm
- suojakerros AB 5 paksuus 20 mm
- asfalttibetoni AB 11 paksuus 30 mm
- asfalttibetoni SMA 16 paksuus 50 mm

Kevyenliikenteen väylän päällyste tehdään seuraavilla kerroksilla:

- bitumi paksuus 10 mm
- suojakerros AB 5 paksuus 20 mm
- asfalttibetoni AB 11 paksuus 50 mm

Ajorata ja kevyenliikenteen väylät erotetaan toisistaan reunakivellä. Reunakivinä käytetään sillan kohdalla harmaita, graniittisia liimattavia reunakiviä V170. Reunakivet kiinnitetään bitumilla liimaten suojakerroksen päällä olevaan asfalttikerrokseen (AB 11).

Asfalttikerrosten pituussuuntaisten saumojen tulee olla pystysuoria. Eri päällystekerrosten pituussuuntaiset saumat on limitettävä vähintään 300 mm. Päällysteen ja reunapalkkien väliset saumat tiivistetään saumausmassalla. Käytettävä saumamassatyyppi on N2 SILKO-ohjeen 3.731 mukaan.

Sillan päätyihin tehdään ajoradalla ja kevyen liikenteen väylillä maatuen reuna-aulokkeiden päihin päällysteen kumibitumiliikuntasauma, kumibitumipohjainen plastinen saumausmassa, massatyyppi N1 SILKO-ohjeen 3.731 mukaisesti. Sauma tehdään 30 mm leveänä ja päällimmäisen päällystekerroksen vahvuutena. Sauman leveys määrittiin täydentävien ohjeiden siltojen suunnitteluun 4/2019 mukaisesti.

4.7 Liikuntasaumat

Liikuntasaumojen uusimisesta tehdään työsuunnitelma, jossa esitetään purkutöiden ja uusimistyön työmenetelmät. Sillan molempiin päihin tehdään kevyen liikenteen väylille massaliikuntasauma (esim. Thorma-Joint 500). Massaliikuntasaumojä ei uloteta kannen ja maatuen reunapalkkien läpi. Massaliikuntasauman on oltava Väyläviraston hyväksymä vesitiivis massaliikuntasauma. Työ tehdään massasauman toimittajan tuotekohtaisten ohjeiden mukaisesti.

4.8 Sillan kaiteiden uusiminen

Sillan kaiteet uusitaan, CE merkitty törmäysluokan H2 (EN 1317-2) teräksinen kaide 2-putkijohde, varustettuna tiheän kaiteen väli- ja törmäysjohteilla. Kaiteen tulee täyttää Siltojen kaiteet -ohjeen (LO 25/2012) vaatimukset. Suunnitelma on täydennettävä toimitettavan kaiteen valmistajan vaatimusten mukaiseksi ennen

sillan korjaamista. Kaide voidaan toteuttaa esimerkiksi Liikenneviraston tyyppipiirustusten mukaisesti (Väyläviraston tyyppipiirustukset R15/DK H2-1D, -2C, -3C, -4C, -5C, 7C, -8D, -9C, -10D, -11D, -44).

4.9 Sillan kuivatus

Sillalle asennetaan liimaamalla uudet Väyläviraston tyyppipiirustuksen R15/DS TIE-5 mukaiset tippuputket SILKO-ohjeen 2.611 mukaisesti. Tippuputkien materiaali tyyppipiirustuksen mukaisesti. Tippuputkien yläpäät varustetaan verkolla. Tippuputket ulotetaan ≥ 70 mm kannen alapinnan alapuolelle.

Vanhat, käytöstä poistettavat tippuputket poistetaan timanttiporaamalla $d \leq 70$ mm tai piikkaamalla siten, että kannen alapinta ei lohkea laajalta alueelta tippuputken ympäriltä. Vesivuodoista vaurioitunut betoni piikataan putken poiston yhteydessä. Piikattava alue rajataan suoraviivaisesti 20 mm syvyyteen ennen piikkauksen aloittamista. Porareiät tukitaan valamalla. Mikäli putket poistetaan timanttiporaamalla, niin porareiän pinta karhennetaan ennen valua.

Tippuputkilinjat salaojitetaan koko sillan matkalla suunnitelmapiirustuksissa ja Väyläviraston tyyppipiirustuksessa R15/DS4 esitetysti ja SILKO-ohjetta 2.613 soveltaen. Salaojan materiaali on ruostumatonta terästä X5CrNi 18-10, standardi SFS-EN 10088-1 n:o 1.4301. Salaojan ympärystäyttö tehdään bitumilla sidotusta kuivatusta kiviaineksesta, raekoko 16–20 mm. Tippuputkilinjalla tehdään poikittaiset salaojat sillan pohjoiselle puolelle. Poikittaiset salaojat ulotetaan reunakivien reunan yli 200 mm:llä.

4.10 Valaistus

Kannen alapinnan valaisimet uusitaan pinta-asennettavilla LED-valoilla, esim. VP2101 led-siltavalaisin pinta-asennuskotelolla. Valaisimien tulee olla Väyläviraston käyttöönsä hyväksymiä.

4.11 Kolhaisusuojat

Sillalle asennetaan kolhaisusuojat molemmilta reunoilta. Kansilaatan reuna pyöristetään asennettavan kolhaisusuojan kohdalla kolhaisusuojateräksen asentamisen vaatimaan muotoon ($R=30$ mm). Kolhaisusuojan ja kansilaatan välisen raon sementti-injektointia varten piikataan kansilaattaan noin 10 mm syvät urat injektointitulppien kohdalle. Injektointitulpat kiinnitetään levyjen molempiin päihin ja vuorotellen levyjen molempiin reunoihin levyn neljännespisteisiin.

4.12 Jänneiden tarkastus

Kohde on jännitetty siltatyypin. Jänneankkurit ovat betonipeitteen alla. Jänneankkureiden kunnan tarkastus on suositeltava sillan peruskorjauksen yhteydessä. Sillan kannen päädyt kaivetaan esiin ja tutkitaan jänneankkureiden kunto (ruostuminen ja ruosteen aiheuttamat syöpymät). Purkutöiden jälkeen päätetään jatkotoimenpiteistä. Purku suoritetaan vesipiikkaamalla. Piikkaus ei saa ulottua ankkurikappaleiden ulkopinnan taakse, eikä vahingoittaa niitä. Tarkastuksen jälkeen piikatut paikat paikataan muottien avulla.

4.13 Luiskien verhous

Betonilaattaverhoukset irrotetaan siipimuurien korjausten vaatimalta alueelta ja verhous tehdään nykyisen mukaiseksi korjaustöiden jälkeen. Työn aikana keilojen ja luiskien vaurioituneet nurmiverhoukset kunnostetaan. Luiskien ja keilojen korjaustöiden vaatimat kaivannot tehdään ilman tuentaa ja täytetään murskeella korjaustöiden jälkeen. Sillan etuluiskissa olevien betonilaattojen pinnalta poistetaan kasvillisuus ja betonilaatat oikaistaan muun laattapinnan tasolle.

4.14 Liikennejärjestelyt

Sillalla on yksi ajokaista molempiin ajosuuntiin ja kevyen liikenteen väylä sillan molemmilla reunoilla. Sillan hyödyllinen leveys on 14,10 m ja korjaustyön jälkeen

hyödyllinen leveys on 14,20 m. Sillan alittava väylä on Helsinki-Tampere moottoritie, joka pidetään liikenteellä koko työn ajan. Suunnitteluvaiheessa yläpuoliset työt on suunniteltu tehtäväksi vaiheittain siten, että työn aikana ajoneuvo- ja kevyen liikenteen käytössä on sillan toinen puoli.

4.15 Kustannusarvio

Sillan korjaustyön kustannukset laskettiin maanrakennuskustannusindeksin mukaan, joka oli 175,1 joulukuussa 2019.

Kustannukset sillan pää rakenne kohti on seuraavasti:

1- Alusrakenteet	116851 €
2- Reunapalkkirakenteet	50546 €
3- Päällysrakenteet	93557 €
4- Päällysteet	94727 €
5- Muu pintarakenteet	63628 €
6- Kaiteet	58623 €
7- Varusteet ja laitteet	24926 €
8- Siltapaikan rakenteet	32691 €
9- Muu työ	188906 €
Yhteensä	579 564 €

Sillan kokonaiskustannus, ilman alv:n = 724 500 €

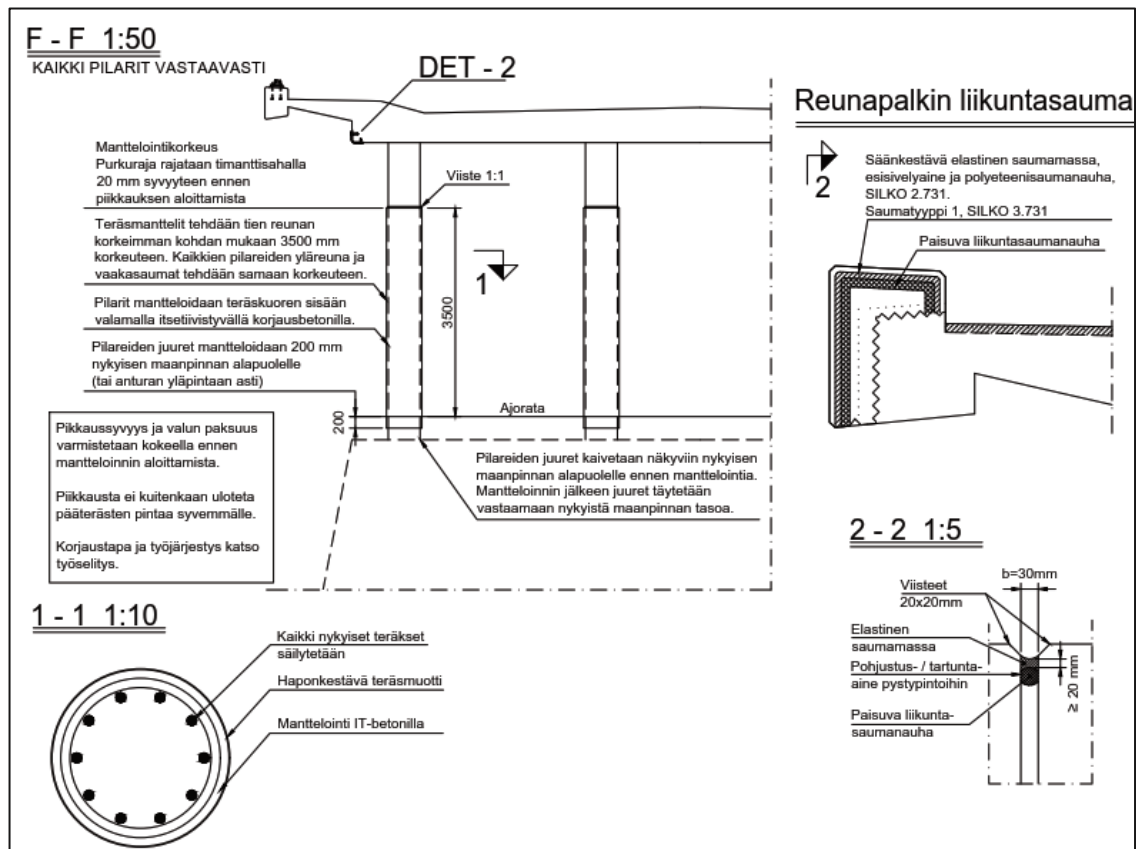
Sillan kokonaiskustannus, sisältää alv:n = 898 380 €

4.16 Tulokset

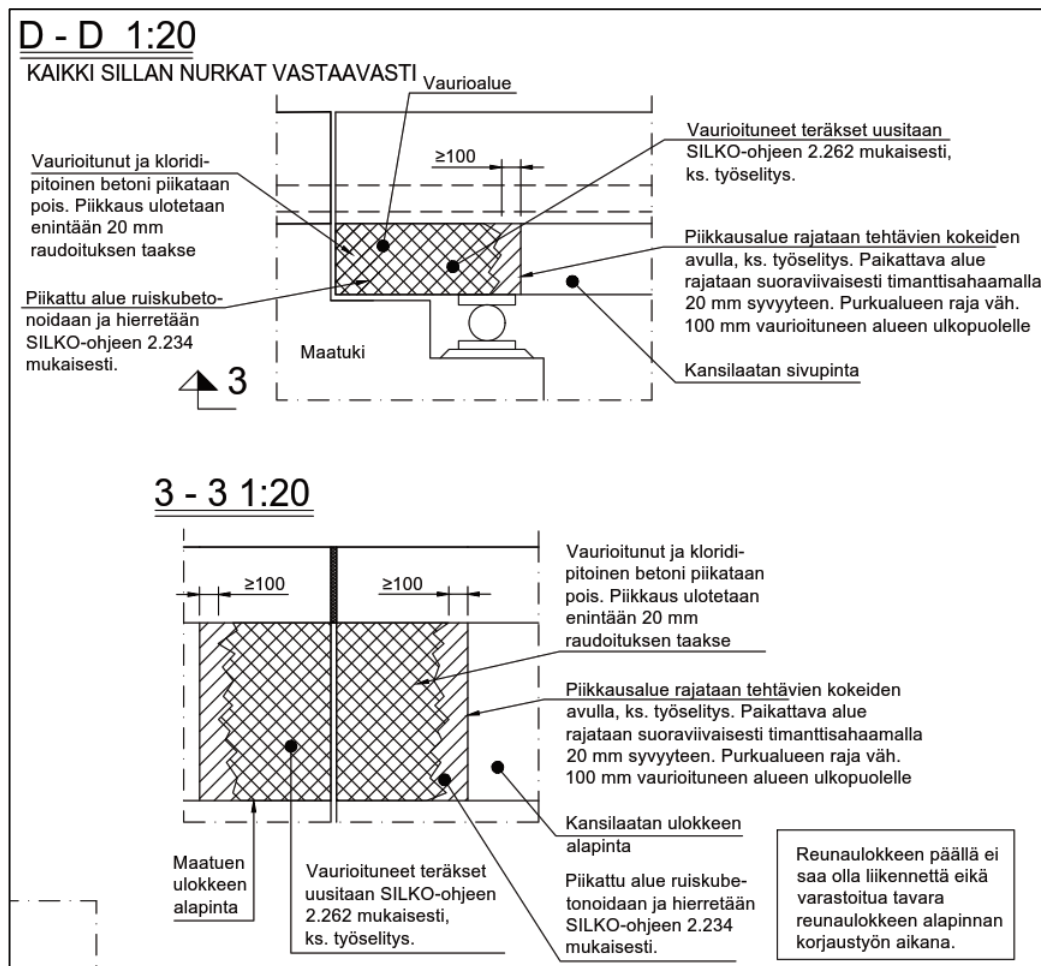
Työn päätuloksena saatiin korjaussuunnitelma, johon kuuluu seuraavat asiakirjat:

- 1- Asiakirjaluettelo
- 2- Korjauspiirustukset
- 3- Työselitys ja laatuvaatimukset
- 4- Määräluettelo
- 5- Kustannusarvio
- 6- Raudoitusluettelo
- 7- Turvallisuusinfrariskikartta
- 8- Turvallisuusasiakirja.

Jatkotoimenpiteitä tarvitaan, mikäli ankkuriterästen tarkastuksissa paljastuu merkittäviä vaurioita.



Kuva 10. Pilarien korjaus haponkestävällä teräsvaipalla vasemmalla ja reunapalkin liikuntasauha oikealla.



Kuva 11. Kansilaatan ja reunaulokkeiden nurkkien korjausperiaate.

Sillan alkuperäinen suunniteltukäyttöikä on 100 vuotta. Uusilla korjauksilla käyttöikä saadaan jatkettua 50 vuodella. Rakennneosien kokemukseräisiä uusimisvälejä voidaan tarkastaa alla olevalla taulukolla.

TAULUKKO 6. Olemassa olevien rakennneosien uusimisväli. Taustaselvitys 2015.

• reunapalkit	suolarasitus	40 vuotta
	ei suolarasitusta	50 vuotta
• teräsrakenteen pintakäsittely	uudismaalaus	35 vuotta
	kunnossapitomaalaus	
	uusintamaalauksena	30 vuotta
	paikkamaalauksena	20 vuotta
• puurakenteet	kuumasinkitys	40 vuotta
	ruiskusinkitys	30 vuotta
	säältä suojatut	50 vuotta
	helposti uusittavat	25 vuotta
	kannet	20 vuotta
• betonirakenteiden pinnoitteet		20 vuotta
• vedeneristys	kumibitumikermi	40 vuotta
	nestemäiset	40 vuotta
	mastiksieristys	30 vuotta
• liikuntasaumalaitteet		30 vuotta
• laakerit	kumilevy ja -pesä	50 vuotta
	kalotti	70 vuotta

4.17 Yhteenveto korjauksista

Kohteen tyypillisiä risteyspiltaan liittyviä vaurioita ovat mm.

- tyypillisiä ulkobetonirakenteiden vaurioita (rapautumat ja korroosio)
- kohonneet kloridipitoisuudet pääty- ja välituilla
- pinnoitteiden laajamittainen hilseily
- tiekaiteiden korkeus ja pituus puutteet
- törmäysvaurioita kansilaatassa.

Yllä mainitut vauriot ovat tyypillisiä tämän ikäisille ja tyyppiselle sillalle. Näin ollen voidaan sanoa, että sillan rakenteet ovat kestäneet hyvin niihin kohdistuneet rasitukset.

Kohteen käyttöikä saadaan jatkettua noin 50 vuodella näillä korjauksilla, vaikka yksittäiset rakenneosat, kuin pinnoitteet, tulee vaihtaa 20 vuoden välein. Valitut korjaukset eivät ole ainoa vaihtoehtoja, mutta kokemuksen perusteella ovat parhaita ja kustannustehokkaita.

Välitukien korjauksessa haponkestävä pelti voidaan jättää pois ja käyttää tilalle pinnoitteita, jos välituet eivät ole alttiina suolarasitukselle. Maatukien korjaus riippuu vaurion laajuudesta ja syvyydestä sekä kloridin ja karbonaatin tunkeutumissyvyydestä. Korjaukset vaihtelevat kevyestä korjauksesta kuin, paikkaus ja pinnoitus, laajaan korjaukseen kuin, rakenteen vahvistaminen uudella valulla.

Reunapalkit uusitaan yleisesti peruskorjauksen yhteydessä ja niiden pinnat suojataan impregnoinnilla. Peltisuojaus reunapalkeille ei suositella ylläpidon kannalta, koska aurat osuvat helposti peltien nurkkiin, myös vedeneristeiden liitokset on hankala saada toteutettu toimivasti, mikäli päällä on vain pelti korjaamassa reunapalkkia.

Kansilaatan yläpinnan korjauslaajuuden määrittämiseksi tehdään aina kuntotutkimuksia päällysteiden purkamisen jälkeen. Mikäli vaurio on pieni, yläpinnasta piikataan noin 10 – 30 mm ja tehdään muotoiluvalu. Mikäli yläpinta on vaurioitunut pahasti tai kantavuus on heikontunut, heikko betoni piikataan pois ja kansilaatta vahvistetaan.

5 POHDINTA

Opinnäytetyön tavoitteena on saada selkeän kuvan Suomen silloista ja niissä hallitsevista yleisistä ongelmista, sekä tehdä korjaussuunnitelman Hämeenlinnassa sijaitsevaan betonisiltaan. Työssä käytetyt tiedot ovat Väyläviraston julkaisuja ja Suomen Rakennusinsinöörien Liiton 179-2018:n käsikirja. Korjaussuunnitelmassa noudatetaan siltojen korjausohjeita (SILKO-ohjeet, kansiot 1-3), InfraRYL 2019 ja Eurokoodin soveltamisohjetta (Betonirakenteiden suunnittelu-NCCI2, Väylävirasto LO 24/2010).

Sillan korjaussuunnittelun ja toiminnallisten puutteiden poistamisen harkinnassa on tutkittava vaihtoehtoisina ratkaisuna koko sillan uusiminen. vaihtoehdon valinta tehdään teknis-taloudellisen selvityksen perusteella. Vaikuttavat tekijät ovat sillan yleiskunto ja arvioitu jäljellä oleva suunniteltukäyttöikä. Suunnittelukäyttöikä perustuu sillan kantaviin päärakenteisiin. Muita rakenneosia voidaan korjata ja uusida monta kertaa kuin reunapalkit, päällysteet.

Betonisilloissa valtaosa vaurioista on kosteuden ja vesivuodon seurauksena. Vesivuoto tapahtuu yleensä liikuntasaumojen kodalla. Korkealaatuisten materiaalien käyttäminen liikuntasaumoissa ja liikuntasaumojen toteuttaminen ohjeiden ja määräysten mukaisesti ehkäisee vesivuotoa ja vähentää kosteusvaurioita.

Massaliikuntasauaman käyttö on suositeltava sen huoltovapauden ja pienien valutöiden ansiosta. Myös epäjatkuvuus tien ja sauman kohdalla on pieni verrattuna liikuntasauomalaitteeseen. Toinen korjaustoimenpide, mitä suositellaan siltojen korjauksessa, on välitukien manttelointi haponkestävällä teräspellillä. Sillä parannetaan rakenteiden säilyvyyttä ja pidennetään niiden käyttöikä. Sillan valituilla korjauksilla käyttöikä saadaan jatkettua 50 vuodella.

Kohteen korjaussuunnitelma on laadittu standardien ja ohjeiden mukaisesti ja sitä voi hyödyntää betonisiltojen korjaussuunnittelussa ja korjauksen kustannusarviossa. Suunnitelmaan saattaa tulla päivityksiä korjaustyön edettäessä, mikäli rakenteiden purkutöissä paljastuu lisää vaurioita.

Jatkotutkimustarvetta reunapalkin osalta on ilmaantunut työn edetessä. Reunapalkkien käyttöikä on 25 – 40 vuotta ja sen uusiminen on suuritöinen. Tästä syystä on selvitettävä, minkälaisia vaihtoehtoja reunapalkin rakentamisessa tai uusimisessa, että reunapalkin käyttöikä saadaan pidennettyä. Esim. ruostumattoman teräksen ja korkealujuuden betonin käyttö uusien reunapalkkien rakentamisessa. Myös reunapalkkien suojaaminen sään- ja iskunkestävällä manttelilla.

LÄHTEET

Väyläviraston sillat. Väylävirasto, sillat ja erikoisrakenteet. Luettu 2.2019. https://julkaisut.vayla.fi/pdf12/vti_2019-01_vaylaviraston_sillat_web.pdf

Sillantarkastusohje 2004. Väylävirasto, sillat ja erikoisrakenteet. Luettu 2.2019. <https://julkaisut.vayla.fi/sillat/julkaisut/sillantarkastusohje2004.pdf>

Siltojen kantavuuslaskentaohje 2015. Väylävirasto, sillat ja erikoisrakenteet. Luettu 2.2019. https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo_2015-36_siltojen_kantavuuslaskentaohje_web.pdf

Siltojen korjausohjeet (SILKO). Väylävirasto, sillat ja erikoisrakenteet. Tulostettu 2.2019. <https://vayla.fi/palveluntuottajat/sillat/silko>

Betonisiltojen korjaussuunnitteluohje 2011. Väylävirasto, sillat ja erikoisrakenteet. Tulostettu 2.2019. https://julkaisut.vayla.fi/pdf3/lo_2011-17_betonisiltojen_korjaussuunnitteluohje_web.pdf

Sillat: suunnittelu, toteutus ja ylläpito. 2018. Helsinki: Suomen rakennusinsinöörin liitto RIL ry.

Rakennuslehti, 2016. Tulostettu 2.2019. <https://www.rakennuslehti.fi/2016/11/tyksin-rakenteilla-olevan-t3-rakennuksen-betonirakenteissa-laaja-ja-vakava-lujuusongelma>

BY 41, betonirakenteiden korjausohjeet 2016. Suomen betoniyhdistys r.y. Helsinki: Suomen betonitieto Oy

BY 42, betonijulkisivujen kuntotutkimus 2019. Suomen betoniyhdistys r.y. Helsinki: Suomen betonitieto Oy

Eurokoodi soveltamisohje. Betonirakenteiden suunnittelu – NCCI 2. 2010. Väylävirasto. https://julkaisut.vayla.fi/pdf3/lo_2010-24_ncci2_web.pdf

BestLevel 2020. <https://www.bestlevel.fi/betonin-korjaus/>

Taitorakenteiden ylläpidon toimintalinjat, taustaselvitys 2015. Väylävirasto, sillat ja erikoisrakenteet. Luettu 4.2019. https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lts_2015-26_taitorakenteiden_yllapidon_web.pdf

Husso, A. A-Insinörit Oy. Projektipäällikkö. 2020. Haastattelu. Sähköpostiviesti. Luettu 10.3.20204.1

Lukiokadun risteyssilta, Hämeenlinna
Erikoistarkastusraportti 7.12.2016



1. TUTKIMUKSEN KOHDE JA LÄHTÖTIEDOT

1.1 Kohteen perustiedot

Tutkimuksen kohteena oli **Lukiokadun risteyssilta** Hämeenlinnassa. silta kuuluu Hämeenlinnan katuverkkoon ja ylittää Hämeenlinnan moottoritien.



Kuva 1. Yleiskuva sillan pohjoispuolelta. Taustalla näkyy moottoritietunneli.

Tutkimuksen tilaaja:

Hämeenlinnan kaupunki
Yhdyskunta- ja ympäristöpalvelut
Infran suunnitteluyksikkö
Eija-Liisa Dahlberg
Esa Ränkman

Tutkimuskonsultti

Sito Oy / Sito Rakennuttajat Oy
Tuulikuja 2
02100 ESPOO
Lasse Minkkinen, DI, sillan tarkastaja

Laboratorioanalyysit

Contesta Oy.

SITO RAKENNUTTAJAT OY

OSOITE Tuulikuja 2, 02100 Espoo
KOTIPAIKKA Espoo
Y-TUNNUS 2655301-7

PUHELIN 020 747 6000
FAKSI 020 747 6111

SÄHKÖPOSTI etunimi.sukunimi@sito.fi
KOTISIVUT www.sito.fi

Tutkimuskohteen keskeiset perustiedot on esitetty seuraavassa taulukossa 1.

Taulukko 1. Sillan perustiedot

Sillan ominaistiedot	Lähtötiedot /2/, /3/	Todettu / mitattu
Tieosoite	Lukiokatu	Lukiokatu 31...33
Inventointisuunta	Itä-Länsi	Ok
Pääsiltatyyppi	Esijännitetty tb jatkuva laatta-silta	Ok, 2-aukkoinen
Rakennusvuosi	1963	Ok, vuosiluku ukkopylväessä
Peruskorjaukset	On tehty arviolta 1995	Ok
KVL	-	Ei ole laskettu
Hyödyllinen leveys (hl)	14,0 m	14,24 m
Poikkileikkaus	Vasen klv 2,25 m Agorata 9,5 m Oikea klv 2,25 m	Vasen klv 2,34 m (E) Agorata 8,3 m Oikea klv 3,6 m (P)
Kokonaisleveys	15,6 m	14,84 m
Vapaa-aukko	13,725 m + 13,725 m	-
Jännemitat	14,3 m + 14,3 m	-
Kannen pituus	30,20 m	29,90 m
Kokonaispituus	42,60 m	41,90 m
Kokonaispinta-ala (kok.pituus x hl)	639,00 m ²	621,80 m ²
Alikulkukorkeus	≥ 4,60 m	-
Pintarakenteet ajoradalla	AB 60 mm Suojabetoni 55 mm Bitumi+lasikangas 5 mm	Ks. kohta 4.2
Siltasuunnitelmat	Inststo A-Betoni, 8.3.1963, 5398	Ok
Yleiskunto	Ei yleistarkastustietoja	ET 2016 Välttävä 2

1.2 Lähtötiedot ja viitteet

Lähtötiedot ja viitteet:

/1/ Sillantarkastuskäsikirja/ Liikennevirasto 26/2013

/2/ Siltasuunnitelmat (alkuperäiset vuodelta 1963)

/3/ Hämeenlinnan kaupungilta saatuja tietoja korjaushistoriasta.

Sillan tietoja ei ole Liikenneviraston siltarekisterissä.

1.3 Korjaus- ja ylläpitohistoria

Sillan korjaus- ja ylläpitohistoriasta ei ollut saatavissa dokumentoitua tietoa. Hämeenlinnan kaupungin palveluksessa pidempään työskenneiltä henkilöiltä saatiin seuraavat tiedot /3/:

SITO RAKENNUTTAJAT OY

OSOITE Tuulikuja 2, 02100 Espoo
KOTIPAIKKA Espoo
Y-TUNNUS 2655301-7

PUHELIN 020 747 6000
FAKSI 020 747 6111

SÄHKÖPOSTI
KOTISIVUT

etunimi.sukunimi@sito.fi
www.sito.fi

- Sillan betonirakenteiden pinnoitustyöt on tehty v. 1995. Reunapalkkien ja sillan päällysrakenteiden uusimisesta ei ole muistikuvia
- Maatuen 3 etumuurin rapautumia ja kloridipitoisuuksia on tutkittu v. 2012. Kloridipitoisuudet on todettu korkeaksi (tulokset esitetty raportin kohdassa 4.3.3)
- Korjaustavaksi tuolloin on suositeltu kloridipitoisen betonin poistoa etumuurin alaosasta vesipiikkaamalla, ruiskubetonointia ja pinnoitusta. Nämä toimenpiteet ilmeisesti on myös toteutettu lännen puoleisen maatuen (tuki 3) siistimmästä ulkonäöstä päätellen.

2. TUTKIMUKSEN TAVOITE JA TEHTÄVÄ

Sillan erikoistarkastus suoritettiin sillaston normaaliin ylläpitotoimintaan liittyen. Tehtävänä oli selvittää sillan nykyinen kunto ja arvioida soveltuvat korjaustoimenpiteet ja niiden toteuttamisajankohta.

Tutkimuksen maastotyöt suoritettiin kahdessa vaiheessa, syyskuussa ja marraskuussa 2016. Vastaavana sillantarkastajana toimi Lasse Minkkinen.

3. SUORITETUT TUTKIMUKSET

3.1 Kenttätutkimukset, näytteenotto ja mittaukset

Visuaalinen tarkastus:

Sillan rakenteet tarkastettiin visuaalisesti, sekä lähemmin näytteenoton yhteydessä. Yleiskuvat, havainnot ja vauriot on esitetty valokuvien LIITTEESSÄ 1. Raportissa viitataan em. valokuviin:

- Yleiskuvat sillasta 1-5
- Yleiskuvat rakenteista 6-15
- Vauriohavaintokuvat 16-21.

Betoninäytteet:

Erikoistarkastuksen yhteydessä otettiin betonirakenteista näytteitä seuraavasti:

- Poralieriönäytteet siipimuureista (SM) **2 kpl**
- Poralieriönäytteet välituesta (VT) **2 kpl**
- Poralieriönäytteet reunapalkeista (RP) **2 kpl**
- Poralieriönäytteet kannen alapinnasta (KAP) **2 kpl**
- Poralieriönäytteet kannen sivusta (KS) **1 kpl**

SITO RAKENNUTTAJAT OY

OSOITE Tuulikuja 2, 02100 Espoo
KOTIPAikka Espoo
Y-TUNNUS 2655301-7

PUHELIN 020 747 6000
FAKSI 020 747 6111

SÄHKÖPOSTI
KOTISIVUT

etunimi.sukunimi@sito.fi
www.sito.fi

- Poralieriönäytteet kannen yläpinnasta (KYP) **4 kpl**
- Porajauhenäytteet/kloridisarjat 0-20-40etumuureista, siipimuureista, välituista ja kannen sivuista **10 kpl + 4 kpl** murskaamalla kannen yläpinnasta otetuista näytteistä

Näytteenottokohdat ja näytteille suoritettut tutkimukset on esitetty LIITTEESSÄ 2.

Rakenneavaukset:

- Rakenneavaukset sillan pintarakenteista **4 kpl** (kannen yläpinnan näytteiden oton yhteydessä), ks. LIITE 2.

Mittaukset sillasta:

- Terästen betonipeitemittaukset kaikista sillan betonirakenteista (pl. kannen yläpinta)
- Sillan päämittojen tarkastus, tulokset edellä taulukossa 1
- Sillan reunapalkkien ja päällysteiden korkomittaukset sillan päissä, liikuntasauvojen kohdilla ja välituen kohdalla. Korkomittausten tulokset on esitetty LIITTEESSÄ 2.

Poralieriönäytteidenotto ja rakenneavaukset suoritettiin timanttiporaamalla Ø 50...100 mm:n näytelieriöitä. Jauhenäytteet (kloridit) otettiin kuivana pora-vasaralla. Näytteenottokohdat paikattiin modifioidulla korjauslaastilla.

Betonipeitteet mitattiin *Elcometer P331* -betonipeitemittarilla.

LIITTEESSÄ 2 on esitetty:

- Näyteluettelo ja näytteille suoritettut tutkimukset
- Betonin karbonatisoitumissyvyys ja peitekerrosmittausten yhteenveto
- Rakenneavaukset
- Vaaitusmittausten tulokset
- Näytteenottokohdat.

3.2 Laboratoriotutkimukset

Laboratoriotutkimukset suoritettiin soveltuvien standardien mukaan alikonsulttien betonilaboratoriossa seuraavasti:

- Betonin karbonatisoitumissyvyys **13 kpl**
- Ohuthietutkimukset kannen yläpinnasta **2 kpl**
- Betonin vetolujuustestaukset **9 kpl**
- Kloridipitoisuusmääritykset 0-20 ja 20-40 mm **14 kpl**.

Ohuthietutkimuksissa sovellettiin standardia ASTM C856.

SITO RAKENNUTTAJAT OY

Karbonatisoitumissyvyys tutkittiin näytekappaleiden poraus-/halkaisupinnalta suihkuttamalla fenolftaleiinia betonipinnoille sekä ohuthietutkimusten yhteydessä.

Vetokokeet suoritettiin standardin SFS 5445 mukaisesti laboratoriossa. Betonin vetolujuutta tutkimalla voidaan arvioida betonin rapautumisastetta ja soveltuvuutta korjausaluksi. Pakkasrapautumisen johdosta betoniin syntyy pinnan suuntaisia mikrohalkeamia, jotka heikentävät betonin vetolujuutta.

Betonin kloridipitoisuus määritettiin kuivaporalla otetusta porajauheesta laboratoriossa standardin SFS 5451 mukaisesti. Kannen yläpinnan osalta analyysinäytteet saatiin murskaamalla poralieriöistä.

Vesieristeen PAH-pitoisuutta ei tutkittu, koska alkuperäinen vesieriste on korvattu mastiksieristeellä.



Kuva 2. Sillan alusrakenteet (välituki ja maatuot) ovat kovan suolarasituksen alaisina.

SITO RAKENNUTTAJAT OY

OSOITE Tuulikuja 2, 02100 Espoo
KOTIPAIKKA Espoo
Y-TUNNUS 2655301-7

PUHELIN 020 747 6000
FAKSI 020 747 6111

SÄHKÖPOSTI etunimi.sukunimi@sito.fi
KOTISIVUT www.sito.fi

4. TUTKIMUSTULOKSET

4.1 Sillan ja siltapaikan rakenteet. Yleistä

Sillan perustietoja ja päämittoja on esitetty edellä taulukossa 1. Yleiskuvan sillasta ja siltapaikan rakenteista saa LIITTEEN 1 kuvista.

Visuaaliset havainnot esitetään seuraavassa (kohta 4.2) päärakenneosittain noudattaen Sillantarkastuskäsikirjan /1/ päärakenneosakoodausta 100 – 900.

Sillan päärakenneosat ovat/1/:

- 100 Alusrakenteet (huom. myös alusrakenteen reunapalkki)
- 200 Reunapalkkirakenteet (huom. myös kaidepylväiden juurikorrokkeet)
- 300 Muu päällysrakenne (=sillan kansi)
- 400 Päällysteet (huom. myös päällysteiden saumaukset)
- 500 Muu pintarakenne (=vesieristeet, suojakerrokset)
- 600 Kaiteet
- 700 Liikuntaaumalaiteet
- 800 Muut varusteet ja laitteet (laakerit, syöksytorvet, tippuputket, valaisimet, jne.)
- 900 Siltapaikan rakenteet (mm. tiepenkereet siltaan liittyen).

Sillan päärakenneosien (ja koko sillan) kuntoarviot lähteen /1/ mukaisesti:

- Kuntoluokka 0 = Uuden veroinen
- Kuntoluokka 1 = Hyvä. Normaali kulumista ja ikääntymistä, lieviä vaurioita
- Kuntoluokka 2 = Välttävä. On puutteita ja vaurioita, mutta korjaamista voidaan vielä siirtää
- Kuntoluokka 3 = Huono. Selvästi havaittavia korjausta vaativia vaurioita
- Kuntoluokka 4 = Erittäin huono. Rakenneosa on välttämättä korjattava tai uusittava.

Näyttekoodit:

- EM = Etumuuri
- SM = Siipimuuri
- RP = Reunapalkki
- KS = Kannen sivu
- KAP = Kannen alapinta
- KYP = Kannen yläpinta.

SITO RAKENNUTTAJAT OY

OSOITE Tuulikuja 2, 02100 Espoo
KOTIPAIKKA Espoo
Y-TUNNUS 2655301-7

PUHELIN 020 747 6000
FAKSI 020 747 6111

SÄHKÖPOSTI etunimi.sukunimi@sito.fi
KOTISIVUT www.sito.fi

4.2 Yleistarkastus ja havainnot rakenneosittain

Alusrakenteet 100 (Kuntoluokka-arvio 2)

Alusrakenteiden kuvaus ja havainnot:

- Sillassa on normaalit massiiviset maatuet (**kuvat 3 ja 6**)
- Sillassa on yksi välituki, jossa on 4 pilaria (**kuva 5**)
- Alusrakenteet on jossain vaiheessa pinnoitettu, pinnoite hilseilee monin paikoin
- Etumuurissa tuki 1 on runsaahkosti töherryksiä (**kuva 6**)
- Maatuen 1 pinnoite hilseilee selvästi enemmän kuin tuen 3 (**kuva 16**)
- Etumuurissa tuki 1 on havaittavissa paikoin suolapakkasrapautumaa (**kuva 17**)
- Yhdessä välituen pilarissa on isohko paikkaus, joka on osittain irti (**kuva 18**)
- Maatuen 1 etumuurissa on yht. n. 6 m pystysuuntaisia halkeamia, jotka kannattaisi injektoida (**kuva 19**)
- Välituen betonipilareissa on viitteitä alkavasta rapautumasta (**kuva 21**)
- Sillan päissä olevat ukkopylväät yleensä poistetaan nykyisin, kun silta peruskorjataan (**kuva 14**).

Lähtötietojen /3/ mukaan alusrakenteiden (ja kannen alapinnan) pinnoitustyöt on tehty v. 1995. Tämän lisäksi v. 2012 lännenpuoleisesta etumuurista on otettu kloridipitoisuusnäytteitä (tulokset ks. kohta 4.3.3 edempänä) ja maatuki 3 korjattu. Kloridipitoinen betoni etumuurin alaosaan on poistettu vesipiikkaamalla etumuurin alaosaan, alaosa ruiskubetonoitu ja koko maatuki pinnoitettu uudelleen. Koska etumuurista ei otettu poralieriönäytteitä, ei tässä yhteydessä voida varmasti todeta sitä, että ruiskubetonikorjausta on tehty. Pinnoitus ainakin on uusittu, koska se on selvästi parempikuntoinen kuin idänpuoleisessa maatuessa (tuki 1).

Mainittakoon vielä tässä yhteydessä, että lännenpuoleisesta siipimuurista otetussa poralieriönäytteessä (LK9SM) oli n. **2 mm tasoitekerros pinnoitteen alla**, ei ruiskubetonikerrosta.

Reunapalkkirakenteet 200 (Kuntoluokka-arvio 1)

Reunapalkkirakenteiden kuvaus ja havainnot:

- **Sillan reunapalkit on uusittu.** Nykyinen muoto poikkeaa hieman alkuperäisestä. Voidaan arvioida, että reunapalkit on uusittu v. 1995 tehtyjen korjausten yhteydessä (**kuva 8**)
- Reunapalkeissa ei käytännössä ole visuaalisesti havaittavia vaurioita, jokunen pystyhalkeama ainoastaan (**kuva 8**)

SITO RAKENNUTTAJAT OY

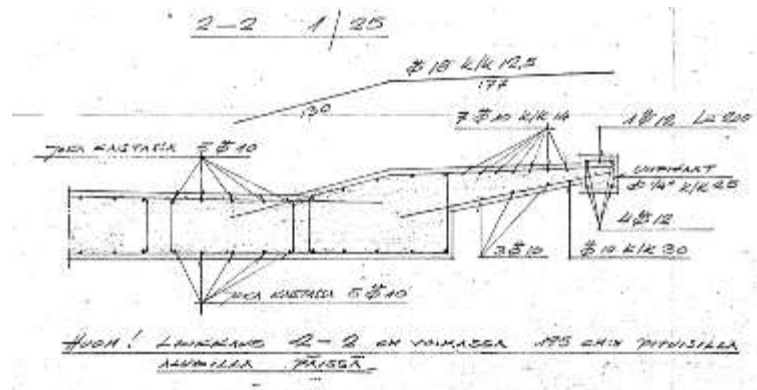
OSOITE Tuulikuja 2, 02100 Espoo
KOTIPAIKKA Espoo
Y-TUNNUS 2655301-7

PUHELIN 020 747 6000
FAKSI 020 747 6111

SÄHKÖPOSTI
KOTISIVUT

etunimi.sukunimi@sito.fi
www.sito.fi

- Kaidepylväinen juurikorokkeet ovat ok, pientä halkeilua ainoastaan. Kaidepylväitä on 22 kpl/puoli.



Kuva 3. Rakennekuva vanhasta reunapalkista ja kannen reunaulokkeesta.

Reunapalkkien uusimisesta ei ole muistikuvia Hämeenlinnan kaupungin työntekijöillä /3/. Näin on kuitenkin tehty. Kaiteet on uusittu, reunapalkkien muoto ei vastaa lakuperäisiä suunnitelmia, reunapalkkien kunto on hyvä ja lisäksi paikoin on nähtävissä työsaumaa reunaulokkeen ja reunapalkin saumassa.

Sillan kansi / Muu päällysrakenne 300 (Kuntoluokka-arvio 2)

Kansirakenteen kuvaus ja havainnot:

- Sillan kansi on jännitetty pituus- ja poikittaisuuntaisin jäntein
- Kansilaatan alapinnan mahdollisten vaurioiden havaitsemista haittaa vanha paikoin hilseilevä pinnoite (pinnoite on tehty edellisessä peruskorjauksessa)
- Kansilaatan osalta selvin visuaalisesti havaittava vaurio on pinnoitteen hilseily ja kalkkihärme (=merkki vuodosta) maatuen ja kannenreuna- ulokkeiden saumakohdissa (**kuva 21**)
- Reunaulokkeen liikuntarako on käytännössä olematon. Tästä johtuvaa halkeilua ei kuitenkaan havaittu (**kuva 21**)
- Ensimmäinen kenttätutkimusvaihe suoritettiin yöllä, toinen päivällä. Visuaaliset havainnot tehtiin päivän valossa, mutta henkilönostinta ei enää ollut käytössä. Kannen alapinnassa kohdassa 2.1 havaittiin poikittaisuuntaisen pitkäkö, hieman epäjatkuva halkeama. Halkeama tulee tutkia tarkemmin seuraavan peruskorjauksen yhteydessä

SITO RAKENNUTTAJAT OY

OSOITE Tuulikuja 2, 02100 Espoo
KOTIPAIKKA Espoo
Y-TUNNUS 2655301-7

PUHELIN 020 747 6000
FAKSI 020 747 6111

SÄHKÖPOSTI
KOTISIVUT

etunimi.sukunimi@sito.fi
www.sito.fi



Kuva 4. Välituen länsipuolella kannen alapinnassa on leveähköjä halkeamia. Halkeamat voivat johtua lähellä betonipintaa olevan teräksen korroosiosta. Suuraavan korjauksen yhteydessä halkeama on tutkittava tarkemmin pinnoitteen poiston jälkeen.

Betonikannen yläpinta:

Kannen yläpinnan kuntoa arvioitiin visuaalisesti näytteidenoton ja rakenne-avausten yhteydessä. Havainnot on käsitelty edempänä kohdassa Muu pintarakenne 500 (lähteen /2/ periaatteiden mukaisesti: 503= Kansilaatan yläpinta).

Päällysteet 400 (Kuntoluokka-arvio 2)

Päällysteet ja päällysteen saumat:

- Päällysteen kuntonarviointia häiritsi tutkimuspäivänä satanut lumi
- Päällysteessä ei havaittu halkeamia, purkautumia tai merkittävää urautumista
- Liikuntasauvojen kohdilla päällysteessä ei ole halkeamaa vaikka kumibitumisauhaus puuttuu
- Kevyenliikenteen väylillä päällysteen yläpinta on pääsääntöisesti ylempänä kuin reunapalkki. Näin ei tulisi olla risteyssillalla.

SITO RAKENNUTTAJAT OY

OSOITE Tuulikuja 2, 02100 Espoo
KOTIPAIKKA Espoo
Y-TUNNUS 2655301-7

PUHELIN 020 747 6000
FAKSI 020 747 6111

SÄHKÖPOSTI
KOTISIVUT

etunimi.sukunimi@sito.fi
www.sito.fi

Muu pintarakenne 500 (Kuntoluokka-arvio 2)

Rakenneavauksia kannen yläpinnasta tehtiin yhteensä 4 kpl. Rakenneavausten tulokset kokonaisuudessaan on esitetty LIITTEESSÄ 2. Rakennekerrokset ajoradalla:

- AB 155..175 mm
- Mastiksieriste 10 mm
- Kannen yläpinta.

Kannen päällysteet ja pintarakenteet eivät siis vastaa alkuperäisissä suunnitelmissa /2/ **esitettyjä eli sillan pintarakenteet on uusittu jossain vaiheessa käyttöhistoriansa aikana.** Todennäköisesti v. 1995. Normaali siltojen peruskorjausväli on n. 40 vuotta.

Laboratoriotutkimusten perusteella ei ole selviä viitteitä siitä, että kannen vesieristys vuotaisi. Yhdessä näytteessä 4:stä oli näytteen yläpinnassa n. 30 mm paksu muotoiluväli. Vesieristeen uusimisen yhteydessä kannen yläpintaa on siis korjailtu, mutta koko kannen alan kattavaa muotoiluvälikorjausta ei ole tehty. **Kun sillan pintarakenteet uusitaan seuraavan kerran, kannattaa varmaankin lähteä siitä, että kannen yläpinta kunnostetaan kokonaisuudessaan muotoiluvälillä** (ks. raportin kuvat 7- 9 edempänä).

Sillan pohjoisreunalla kulkevaa korotettua klv:tä on levennetty rakentamisen jälkeen, ks. taulukko 1.

Kaiteet 600 (Kuntoluokka-arvio 1)

Kaiteet:

- Kaiteissa ei ole vaurioita. Alkuperäiset kulmateräskaitteet on vaihdettu nykyiseen kaidetyyppiin (korkea harva) . Kaiteissa on suojaverkot
- Siltakaiteen johteessa on epäjatkuvuuskohdat ukkopylväiden kohdilla **(kuva 14)**
- Kaiteiden päihin asennetaan nykyisin viisteet. Viisteitä ei ole
- Kaiteiden johteissa on vähän talvikunnossapitokaluston aiheuttamia naarmuja, jotka voisi paikkamaalata.

Kaiteiden pinnoitteen paksuudet:

- Ei mitattu.

SITO RAKENNUTTAJAT OY

OSOITE
KOTIPAIKKA
Y-TUNNUS

Tuulikuja 2, 02100 Espoo
Espoo
2655301-7

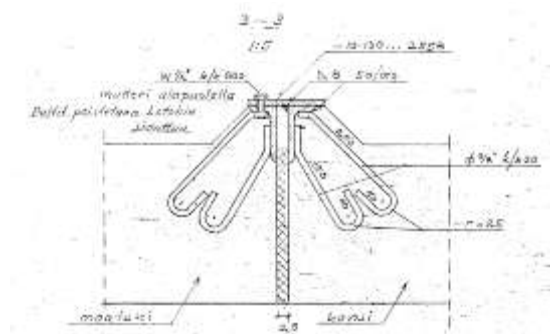
PUHELIN 020 747 6000
FAKSI 020 747 6111

SÄHKÖPOSTI
KOTISIVUT

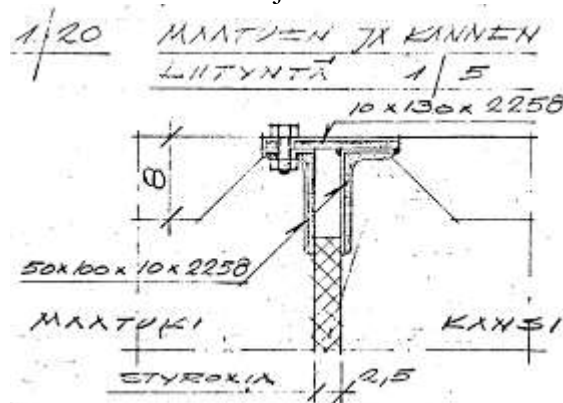
etunimi.sukunimi@sito.fi
www.sito.fi

Liikuntasaumalaitteet 700 (Kuntoluokka -)

Varsinaisia liikuntasaumalaitteita ei ilmeisesti ole /2/ vaikka maatuilla on teräsrullalaakerit. Seuraavissa kuvissa alkuperäisen suunnitelman mukaiset saumaratkaisut.



Kuva 5. Saumadetalji reuna-aulokkeen kohdalla.



Kuva 6. Saumadetalji kannen päädyssä ajordan kohdalla.

Kevenliikenteen väylillä on näkyvissä jälkikäteen asennettu ”saumalaite”. Voi olla, että saumalaite jatkuu samanlaisena myös ajoradan kohdalla, mutta varmuutta asiasta ei ole (kuvat 10 ja 11). Seuraavan peruskorjauksen yhteydessä kannattanee asentaa **massaliikuntasaumamat**.

Muut varusteet ja laitteet 800 (Kuntoluokka-arvio 2)

Sillan varusteet ja laitteet:

- Yht. 9 kpl kannen alapintaan kiinnitettyjä pinta-asennusvalaisimia. Valaisinkoteloissa on ruostetta
- Teräsrullalaakereita on molemmilla maatuilla 4 kpl, laakereissa on suojapellit. Ei tietoa siitä, milloin laakerit on viimeksi huoltokäsitelty

SITO RAKENNUTTAJAT OY

OSOITE Tuulikuja 2, 02100 Espoo
KOTIPAIKKA Espoo
Y-TUNNUS 2655301-7

PUHELIN 020 747 6000
FAKSI 020 747 6111

SÄHKÖPOSTI etunimi.sukunimi@sito.fi
KOTISIVUT www.sito.fi

- Tippuputkia on 14/puoli. Putket ovat paikoin liian lyhyitä, ruostetta ja tukoksia esiintyy. Tippuputket on uusittava seuraavan peruskorjauksen yhteydessä
- Eteläpuoleiseen reunapalkkiin on kiinnitetty laitemasto (**kuva 3**)
- Kannen kulmauksissa ei ole törmäyssuojia ajoratojen kohdilla. Törmäyssuojat kannattaa asentaa seuraavan peruskorjauksen yhteydessä (**kuva 5**).

Siltapaikan rakenteet 900 (Kuntoluokka-arvio 2)

Siltapaikan rakenteina havainnoitiin sillantarkastuskäsikirjan /2/ mukaiset 900-sarjan rakenteet.

- Töhherryksiä esiintyy lähinnä tuen 1 etumuurissa (**kuva 6**)
- Pengerkaiteet ovat nykyvaatimuksia (700 mm) matalampia (**kuva 14**)
- Pengerkaiteiden alle ajan myötäkehittyvä maavalli ("palte") kannattaisi poistaa aika-ajoin
- Sillan idänpuoleisella tulopenkereellä on pieni notkelma, jonka oikaisemista voisi harkita (**kuva 13**).

SILLAN YLEISKUNTO:

- **ET 2016: Yleiskunto 2 Välttävä.**

Siltarekisteripäivityksiä (kuntoarviot ja vauriokirjaukset) ei tehty, koska silta ei ole siltarekisterissä.

SITO RAKENNUTTAJAT OY

OSOITE Tuulikuja 2, 02100 Espoo
KOTIPAikka Espoo
Y-TUNNUS 2655301-7

PUHELIN 020 747 6000
FAKSI 020 747 6111

SÄHKÖPOSTI etunimi.sukunimi@sito.fi
KOTISIVUT www.sito.fi

4.3 Sillan betonirakenteet. Tutkimustulokset

4.3.1 Yleistä betonirakenteista

Betonirakenteissa visuaalisesti havaitut vauriot (rapautumat, teräskorroosio, ym.) on esitetty edellä kohdassa 4.2 ja valokuva-liitteessä 1. Päärakenneosien kunto-arvioissa (kohta 4.2) on huomioitu sekä visuaaliset havainnot, että seuraavassa esitettävät mittaus- ja laboratoriotutkimustulokset.

4.3.2 Karbonatisoituminen ja betonipeitteet. Karbonatisoitumiskorroosioriskit

Raudoituksen betonipeitteiden paksuudet mitattiin kaikista rakenneosista, joista otettiin näytteitä (pl. kannen yläpinta). Betoniteknologisessa mielessä **sillan betonirakenteet jaettiin arvostelueriin** seuraavasti:

- Etumuurit ja siipimuurit
- Välituet
- Reunapalkit
- Kannen sivut
- Kannen alapinta
- Kannen yläpinta.

Betonipeitekerrosmittausten ja karbonatisoitumissyvyyssmäärittysten tulokset yhteenvetona on esitetty seuraavassa taulukossa.

Taulukko 2. Betonipeitekerrokset ja betonin karbonatisoituminen.

Rakenne	Betonin karbonatisoituminen, ka (mm)	Terästen betonipeitteet min-max/ka (mm)	Huom. / Korroosioriskiarvio, karbonatisoituminen
Etumuurit ja siipimuurit	n. 1	(24-63) 40	Ei karb.korroosioriskiä
Välituet	n. 1	(18-45) 38	”
Reunapalkit	n. 2	(19-66) 35	”
Kannen sivut	n. 2	-	”
Kannen alapinta	< 5	(20-53) 35	”
Kannen yläpinta	<<1	-	”

Sillan rakenteissa ei ole karbonatisoitumiskorroosioriskiä. Oletettavasti pinnoite on osaltaan ollut hidastamassa betonin karbonatisoitumista.

SITO RAKENNUTTAJAT OY

OSOITE Tuulikuja 2, 02100 Espoo
KOTIPAikka Espoo
Y-TUNNUS 2655301-7

PUHELIN 020 747 6000
FAKSI 020 747 6111

SÄHKÖPOSTI
KOTISIVUT

etunimi.sukunimi@sito.fi
www.sito.fi

4.3.3 Betonin kloridipitoisuus ja kloridikorroosioriskit

Tutkimuskohteen rakenteissa on ulkoista kloridirasitusta maantiesuolauksesta johtuen. Eniten suolarasitettuna ovat sillan alusrakenteet.

Kloridiprofiilin tutkimiseksi analyysit suoritettiin ns. ”näytesarjana” syvyyksiltä 0-20 mm ja 20-40 mm. Yhteenveto tuloksista on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3. Yhteenveto kloridianalyseistä (2016)

Rakenne	p-% 0-20 mm	p-% 20-40 mm	Kloridikorroosioriski
Etumuurit	0,01... 0,03	0,01...0,02	Ei riskiä (näytteet tuki 3, länsi)
Siipimuurit	0,04...0,05	0,02	”
Reunapalkit	0,01	0,01	”
Välituki h=3m	0,02... 0,03	0,01	”
Välituki h=1m	0,03	*)	”
Kannen sivu	0,02	0,01	”
Kannen yläpinta	0,01	0,01	”

*) Näyte hävisi. Ei kuitenkaan voida olettaa, että kloridipitoisuus syvyydellä 20-40 mm olisi suurempi, kuin pinnassa.

Taulukossa on lihavoituna pitoisuusarvot $\geq 0,03$ p-%. Tätä pitoisuutta pidetään yleisesti kynnyksarvona kloridikorroosion mahdollisuudelle.

Lähtötietojen /3/ mukaan v. 2012 lännen puoleisesta etumuurista (tuki 3) on saatu seuraavat kloridipitoisuudet:

- Syvyysvälillä 0-20 mm **0,07 – 0,12 p-%**
- Syvyysvälillä 20-40 mm **0,08 – 0,28 p-%**.

Pitoisuus syvemmillä on epäloogisesti korkeampi kuin pintakerroksista, mutta asialla sinänsä ei ole merkitystä, koska pitoisuus joka tapauksessa on oli kriittinen. Tässä yhteydessä etumuurista saadut kloridipitoisuuden olivat selvästi alhaisemmat, mikä tukee sitä käsitystä, että **lännenpuoleisen etumuurin alaosa on korjattu ruiskubetonoimalla**

Yksityiskohtaiset tulokset on esitetty raportin LIITTEESSÄ 3. Tulosten perusteella **kloridikorroosion riskiä ei rakenteissa** ole vaikka suolaraiskeille (ja – sumulle) alttiissa pinnoissa kloridipitoisuus onkin lievästi koholla. Ilmeisesti edellisessä peruskorjauksessa asennettu pinnoitus on tässä mielessä ollut hyödyksi.

Kannen yläpinnassa ei havaittu kohonneita kloridipitoisuuksia. Tämä viittaa siihen, että kannen vesieriste pitää vettä.

SITO RAKENNUTTAJAT OY

OSOITE
KOTIPAikka
Y-TUNNUS

Tuulikuja 2, 02100 Espoo
Espoo
2655301-7

PUHELIN 020 747 6000
FAKSI 020 747 6111

SÄHKÖPOSTI
KOTISIVUT

etunimi.sukunimi@sito.fi
www.sito.fi

4.3.4 Ohuthietutkimukset kannen yläpinnasta

Sillan **kannen yläpinnasta** otettiin 2 betonilieriönäytettä ohuthietutkimuksia varten. Näytelieriöistä valmistettiin hieet betonin ulkopintaa vastaan kohtisuorassa suunnassa. Näytteet tutkittiin stereo- ja polarisaatiomikroskoopilla.

Kannen yläpinta ohuthietutkimusten perusteella:

- Toisessa tutkituista näytteistä yläpinnassa on 25...36 mm paksuinen muotoiluvalukerros. Muotoiluvalukerrossa on pakkasenkestävyyttä alentavaa suojahuokosten täytteisyyttä. Tartunta alusbetoniin on kohtalaisen hyvä. Muotoiluvalun sideaine on epätasalaatuista
- Betonissa ei ole varsinaista suojahuokostusta. Pakkasrapautuman aiheuttamaa pinnan suuntaista mikrosäröilyä ei kuitenkaan näynteissä esiintynyt mitenkään merkityksellisesti
- Betonin huokosiin on jossain määrin kiteytynyt ettringiittiä ja portlandiittiä. Kiteytymät kuitenkin ovat mahdollisesti syntyneet jo betonin varhaisvaiheessa eikä siten välttämättä indikoi sitä, vesieristeen vesivuoto olisi aiheuttanut ylimääräistä kosteusrasitusta sillan kannen yläpintaan.

Ohuthietutkimusten perusteella kannenyläpinnan betoni on vielä hyvässä/tydyttävässä kunnossa. Kannen yläpinnan soveltuvuudesta vesieristysalustaksi ilman vesipiikkausta ja uutta pintavalua ei varmuudella voida kuitenkaan vielä sanoa mitään ennen kuin pintarakenteet on purettu ja kannen yläpinta korkeapainevesipesty (n. 1000 bar). Hyvin usein käy niin, että pintarakenteiden purkutöiden jälkeen kannen yläpinta havaitaan niin epätasaiseksi, että uuden muotoiluvalun tekeminen tulee järkevämmäksi kuin suurten epoksihiekkamäärien käyttö kannen tasaamiseksi (epoksi on suhteellisen kallista).

Koska kansi on jo kertaalleen paikkakorjattu, **suositellaan sitä, että seuraavan peruskorjauksen yhteydessä koko kannen yläpinta muotoiluvaletaan.** Näin saavutetaan paras mahdollinen vesieristysalusta eikä tarvitse ottaa taloudellista riskiä epoksihiekkatasauksen määrän kasvusta. Ks. kuvat 7 -9 tässä raportissa.

Ohuthietutkimusselostus on oheistettu raportin LIITTEEKSI 4.

SITO RAKENNUTTAJAT OY

OSOITE Tuulikuja 2, 02100 Espoo
KOTIPAIKKA Espoo
Y-TUNNUS 2655301-7

PUHELIN 020 747 6000
FAKSI 020 747 6111

SÄHKÖPOSTI etunimi.sukunimi@sito.fi
KOTISIVUT www.sito.fi

4.3.5 Betonin vetolujuus. Rapautuneisuus ja korjattavuus

Yksityiskohtaiset vetolujuustulokset on esitetty raportin LIITTEESSÄ 5. Tässä yhteydessä esitetään yhteenveto.

Taulukko 4. Vetolujuustestausten yhteenveto.

Arvosteluera	Näytteet, kpl	Vetolujuus, MPa	Rapautuneisuusarvio
Siipimuurit	2	2,3...5,9	Ei rapautumaa
Välituki	2	4,8...4,9	”
Reunapalkit	2	2,4...3,2	”
Kannen sivu	1	4,5	”
Kannen alapinta	1	4,7	”
Kannen yläpinta	1	1,2	Heikohko vetolujuustulos
Yht.	9 kpl		

Yleisesti ottaen sillan betonipintojen vetolujuuksissa ei ole ongelmaa.



Kuva 7. Pintarakenteiden ja vesieristeiden poistamisen jälkeen kannen yläpinta voi näyttää ”ihan siistiltä” ja sovelialta vesieristysalustaksi. Korkeapainevesipesun jälkeen kannen yläpinta voikin sitten näyttää tältä.

SITO RAKENNUTTAJAT OY

OSOITE Tuulikuja 2, 02100 Espoo
KOTIPAikka Espoo
Y-TUNNUS 2655301-7

PUHELIN 020 747 6000
FAKSI 020 747 6111

SÄHKÖPOSTI etunimi.sukunimi@sito.fi
KOTISIVUT www.sito.fi



Kuva 8. Kannen yläpinnan tasovesipiikkaus löytää ”erehtymättömästi” heikoimmat kohdat. Tuloksena on karkea ja hyvä tartunta-alusta muotoiluvalulle.



Kuva 9. Muotoiluvalattu kannen yläpinta.

SITO RAKENNUTTAJAT OY

OSOITE Tuulikuja 2, 02100 Espoo
KOTIPAikka Espoo
Y-TUNNUS 2655301-7

PUHELIN 020 747 6000
FAKSI 020 747 6111

SÄHKÖPOSTI
KOTISIVUT

etunimi.sukunimi@sito.fi
www.sito.fi

5. YHTEENVETO

5.1 Turvallisuusnäkökohdat ja kiireelliset toimenpiteet. Kunnossapitotarpeet

Välittömiä turvallisuusriskejä ei havaittu. Myöskään erityisen kiireellisiä korjaus-/kunnossapitotarpeita ei ole.

Sillassa on luonnollisesti kunnossapitotarpeita, mutta niiden ajoituksessa tulee huomioida milloin silta peruskorjataan. Kunnossapitotoimenpiteiksi voidaan lukea mm.:

- Sillan kannen ja reunapalkkien pesu talven jälkeen
- Sillan kaiteiden ja johteiden paikkamaalaukset
- Rikkoontuneiden kaidepylväiden juurikorokkeiden korjaaminen
- Pengerkaiteiden alla olevan maavallin poistaminen
- Sillan päällysteiden kumibitumisaumausten uusiminen
- Päällysteiden halkeamien sulkeminen bitumilla (kun niitä ilmestyy)
- Tukossa olevien tippuputkien avaaminen
- Teräsrullalaakerien huoltokäsittely
- Reunapakkien saumojen uusiminen
- Maatuen halkeamien injektointi.

5.2 Tutkimustulosten luotettavuus ja lisätutkimukset

Tutkimusotanta mitoitettiin vastaamaan Liikenneviraston erikoistarkastusohjetta. Johtuen sillan alusrakenteiden kovasta suolarasituksesta, alusrakenteiden kloridianalyysistä olisi ehkä ”miehellään tehnyt lisää”. Kuitenkin käytettävissä oli myös v. 2012 kloridianalyysituloksia ja kyseessä on korjaussuunnittelun kannalta tavanomainen kohde, joten mahdolliset lisätutkimukset (=kloridianalyysit purkulaa-juuden varmistamiseksi) voidaan määrittellä myös tehtäväksi korjaustyön yhteydessä.

Sillan korjaussuunnittelussa purkulaajuuksien arviointi on usein vaikeaa. Tässä tapauksessa purkulaajuuksien määrittämiseksi voidaan toki harkita, että alusraketeista (EM, SM, VT) otettaisiin keväällä 2017 muutamia kloridinäytteitä lisää. Tästä aiheutuvat lisäkustannukset ovat suhteellisen vähäisiä.

SITO RAKENNUTTAJAT OY

OSOITE Tuulikuja 2, 02100 Espoo
KOTIPAIKKA Espoo
Y-TUNNUS 2655301-7

PUHELIN 020 747 6000
FAKSI 020 747 6111

SÄHKÖPOSTI etunimi.sukunimi@sito.fi
KOTISIVUT www.sito.fi

5.3 Yhteenveto betonirakenteiden tutkimustuloksista

Seuraavassa taulukossa lyhyt yhteenveto sillan betoniteknologisista tutkimuksista.

Taulukko 5. Yhteenveto betonirakenteiden tutkimus- ja mittaustuloksista (2016).

RAKENNEOSA	BETONI- PEITE ka [mm]	KARB. ka [mm]	KLORIDI- PITOISUUS P-% BET.		VETO- LUJUUS MN/m ²	BETONIN NYKYKUNTO / PAKKASVAURIOIT (ohuthe)
			0-20	20-40		
Alusrakenteet ja reunapalkit						
Etumuurit	40	-	0,01... 0,03	0,01...0,02	-	-
Siipimuurit	40	1	0,04...0,05	0,02	2,3...5,9	-
Välituet	38	1	0,02... 0,03	0,01	4,8...4,9	-
Reunapalkit	35	2	0,01	0,01	2,4...3,2	-
Kansirakenne						
Kannen alapinta	35	<5	-	-	4,7	-
Kannen sivut	35	2	0,02	0,01	4,5	-
Kannen yläpinta	-	<1	0,01	0,01	1,2	Välttävä/ei

5.4 Sillan kunto

Silta on kokonaisuutena ajatellen välttävässä kunnossa (KL2). Betonin kloridipitoisuus on kuitenkin kasvamassa suolasumulle alttiimmista alusrakenteissa. Karbonatisoitumiskorroosio-ongelmia ei ole. Merkittävää rapautumaa ei sillan rakenteissa esiinny. Sillassa ei ole erityisen huonokuntoisia pääraakenneosia (100...900).

5.5 Sillan peruskorjaaminen, aikataulu ja kustannukset

Sillan peruskorjauksella ei ole välitöntä kiirettä, mutta kuitenkin suositellaan peruskorjauksista lähimmän 5 vuoden tarkastelujaksolla. Alusrakenteiden ja kannen alapinnan pinnoitteiden huono kunto sekä alusrakenteiden koholla oleva kloridipitoisuus puoltaa korjaustoimenpiteitä lähivuosina. Vuonna 1995 suoritettu alusrakenteiden korjaus on kuitenkin ollut hieman kevyehkö, lähinnä pinnoitustyötä.

Koska sillan kaiteet, reunapalkit ja pintarakenteet ovat vielä hyväkuntoisia, voisi ajatella, että kannen yläpuoliset korjaustoimenpiteet siirrettäisiin tuonnemmaksi ja alusrakenteet korjattaisiin ensin. Kuitenkin sillan kannen massaliikuntasauvojen asennus ja tippuputkien uusiminen käytännössä tietää koko sillan kannen kulutuskerroksen uusimista, joten järkevintä on kerralla peruskorjata koko silta.

SITO RAKENNUTTAJAT OY

OSOITE Tuulikuja 2, 02100 Espoo
KOTIPAikka Espoo
Y-TUNNUS 2655301-7

PUHELIN 020 747 6000
FAKSI 020 747 6111

SÄHKÖPOSTI etunimi.sukunimi@sito.fi
KOTISIVUT www.sito.fi

Kustannusarvio on laadittu perustuen seuraaviin korjaustoimenpiteisiin:

- Reunapalkkien impregnointi, halkeamien injektointi, kaidepylväiden juurikorokkeiden korjauksia
- Sillan kaiteiden ja johteiden paikkamaalaukset, viisteiden asennus kaiteiden päähän
- Pengerkaiteiden uusiminen
- Maatuen 1 halkeamien injektointi
- Kannen alapinnan halkeaman lähempi tutkiminen ja korjaus (injektointi/laastikorjaus), mahdollisesti muita laastipaikkauksia
- Maatukien korjaus siten, että siipimuurit liikenteen tulopuolella (2 kpl) ja etumuurien alaosa (n. 2,5 m korkeudelle) vesipiikataan ja korjataan ruiskubetonoimalla
- Välitukipilarien alaosista vesipiikataan arviolta 20...30 mm kloridipitoista betonia pois ja pilarit mantteloidaan 3 m korkeudelle
- Alusrakenteet ja kannen alapinta pinnoitetaan
- Ajoratojen kohdille kannen alakulmiin asennetaan törmäyssuojat
- Tippuputket uusitaan
- Kannen yläpinta vesipiikataan ja muotoiluvaletaan
- Vesieristeet ja päällysteet saumauksineen uusitaan
- Massaliikuntasauvojen teko ja reunaulokkeiden saumojen avarrus
- Siltapaikan siistiminen.

Raportin LIITTEESSÄ 6 on esitetty karkea kustannusarvio sillan peruskorjauksesta kokonaisuudessaan (sis. myös päällysteet ja pintarakenteet):

- Sillankorjauksen kokonaiskustannusarvio n. 412 325 € + alv
- Rakennuttamiskustannukset n. 41 233 € + alv
- Hankkeen kokonaiskustannus n. 453 558 € + alv.

Kustannusarviotaulukossa (ja edellä) esitettyjä korjaustoimenpiteitä ei pidä suoraan tulkita ”korjaussuunnitelmaksi”. Varsinainen kustannusarvio laaditaan sillan korjaussuunnittelun yhteydessä.

SITO RAKENNUTTAJAT OY

OSOITE Tuulikuja 2, 02100 Espoo
KOTIPAIKKA Espoo
Y-TUNNUS 2655301-7

PUHELIN 020 747 6000
FAKSI 020 747 6111

SÄHKÖPOSTI etunimi.sukunimi@sito.fi
KOTISIVUT www.sito.fi



Kuva 1. Yleiskuva (Y1) inventointisuuntaan, idästä länteen (=tieosoitteen kasvusuunta). Silta on tyypiltään esijännitetty jatkuva teräsbetoninen laattasilta. Silta on 2-aukkoinen eli välitukia on yksi.

Kevyenliikenteen väylät kulkevat sillan molemmin puolin.



Kuva 2. Yleiskuva (Y2) inventointisuuntaa vastaan, lännestä itään.

Sillan kansi on hieman kaareva, josta johtuen vesi poistuu kannelta hyvin.

Sillan alkuperäistä poikkileikkausta on muutettu leventämällä pohjoisreunan klv:tä yli metrillä.



Kuva 3. Yleiskuva (Y3) sillan vasemmalta puolelta, eteläpuoli.

Ukkopylväessä on sillan rakennusvuodeksi merkitty 1963.

Silta on ainakin kertaalleen peruskorjattu. Mm. betonipinnat on pinnoitettu, reunapalkit ja kaiteet uusittu ja kannen pintarakenteet uusittu.

Edellinen peruskorjaus on saatujen tietojen perusteella tehty 1995.

SITO RAKENNUTTAJAT OY

ADDRESS Tuulikuja 2, FI-02100 Espoo
DOMICILE Espoo, Finland
BUSINESS ID 2655301-7

TEL. +358 20 747 6000
FAX +358 20 747 6111

firstname.lastname@sito.fi
www.sito.fi



Kuva 4. Yleiskuva (Y4) sillan oikealta puolelta. Silta ylittää Hämeenlinnan moottoritien heti moottoritietunnelin jälkeen.



Kuva 5. Yleiskuva (Y5) sillan alta. myös sillan kannen alapinta on pinnoitettu.

Kannen törmäyssuojat kannattaisi asentaa seuraavan peruskorjauksen yhteydessä.



Kuva 6. Alusrakenteet (100). Kuvassa idänpuoleinen maatuki ja yksi välitukipilareista.

Selkeästi pinnaltaan huonokuntoisin rakenne on tämä idänpuoleinen etumuri. Lännenpuoleinen maatuki onkin korjattu erikseen viimeksi v. 2012 ja se on selvästi ”siistimpi”.

SITO RAKENNUTTAJAT OY

ADDRESS Tuulikuja 2, FI-02100 Espoo
DOMICILE Espoo, Finland
BUSINESS ID 2655301-7

TEL. +358 20 747 6000
FAX +358 20 747 6111

firstname.lastname@sito.fi
www.sito.fi



Kuva 7. Alusrakenteet / maatuet (100). Kuvassa tuki 3 eli lännenpuoleinen maatuki. Maatuen pinnoitteet ovat vielä suhteellisen hyvässä kunnossa, varsinkin etumuurissa.

V. 2012 etumuurin alaosasta on mahdollisesti poistettu rapautumat ja kloridipitoinen betoni vesipiikkamalla, etumuri ruiskubetonoitu ja koko maatuki pinnoitettu uudelleen.



Kuva 8. Reunapalkkirakenteet (200). Sillan reunapalkit on uusittu. Reunapalkeissa ei juuri havaittu vaurioitumista, ainoastaan muutama kuvan mukainen pystyhalkeama kaidepylväiden kohdilla.



Kuva 9. Kaiteet (600). Kaiteet on uusittu ja ne ovat hyvässä kunnossa. Kaiteen johteessa havaittiin muutama pieni ruosteinen naarmu (talvikunnossapito).

SITO RAKENNUTTAJAT OY

ADDRESS Tuulikuja 2, FI-02100 Espoo
DOMICILE Espoo, Finland
BUSINESS ID 2655301-7

TEL. +358 20 747 6000
FAX +358 20 747 6111

firstname.lastname@sito.fi
www.sito.fi



Kuva 10. Liikuntasaumalaitteet (700). Sillassa ei ole varsinaisia liikuntasaumalaitteita ainakaan alkuperäisten suunnitelmien mukaan. Alkuperäinen teräsprofiilirakenne on ilmeisesti ab-kerrosten alla piilossa (ajoradalla).

Suositellaan massaliikuntasaumojen asennusta.



Kuva 11. Liikuntasaumalaitteet (700). Kevyenliikenteen väylällä liikuntasauman kohdalla on jonkinlainen liikuntasaumarakenne. Tarkempaa selvyyttä rakenteesta ei saatu.

Päätellen reunaulokkeiden saumojen kalkkihärmeisyydestä kannen alapinnalla, vesitiiveyden suhteen on "toivomisen varaa".

On mahdollista, että myös ajoradan kodalla on sama saumaratkaisu, mutta varmuutta asiasta ei ole.



Kuva 12. Sillan varusteet (800). Kannen alapintaan on kiinnitetty yhteensä 9 kpl pinta-asennusvalaisimia. Valaisinkotelot ovat jo hieman ruosteessa.

SITO RAKENNUKKA OY

ADDRESS Tuulikuja 2, FI-02100 Espoo
DOMICILE Espoo, Finland
BUSINESS ID 2655301-7

TEL. +358 20 747 6000
FAX +358 20 747 6111

firstname.lastname@sito.fi
www.sito.fi



Kuva 13. Siltapaikka (900). Sillan idänpuoleisella tulopenkereellä on pieni notkelma ennen siltaa. Ongelmia tästä ei aiheutune, mutta oikaisua voidaan tietysti harkita.



Kuva 14. Siltapaikka (900). Epäjatkuvuuskohta pengerkaiteen ja siltajohteen välillä on nykyisten suunniteluohjeiden vastaista. Korjattaessa ukkopylväät poistetaan ja siltakaitteen johde ja pengerkaiteen johde yhdistetään. Pengerkaiteiden korkeus ei täytä nykyistä 700 mm korkeusvaatimusta.



Kuva 15. Siltapaikka (900). Tuen 1 vasemmalla puolella silta päättyy portaikkorakennelmaan.

SITO RAKENNUTTAJAT OY

ADDRESS Tuulikuja 2, FI-02100 Espoo
DOMICILE Espoo, Finland
BUSINESS ID 2655301-7

TEL. +358 20 747 6000
FAX +358 20 747 6111

firstname.lastname@sito.fi
www.sito.fi



Kuva 16. Vauriokuva. Pinnoitteen hilseily on selvästi voimakkainta maatuen 1 etu- ja siipimuureissa.

Siipimuureista eniten suolarasitettuja ovat luonnollisesti liikenteen tulo-suunnan puoleiset. Nämä siipimuurit voisi korjata raskaammalla menetelmällä, tse. vesipiikkaus ja ruisku-betonointi.



Kuva 17. Vauriokuva. Tuen 1 etumuurissa on hieman pidemmälle edennyttä rapautumaa yhteensä n. 1 m² verran.



Kuva 18. Vauriokuva. Yhdessä välitukipilarissa on kuvan esittämä laajahko paikkaus joka vaikuttaa olevan hieman irti.

Vaikka suuria kloridipitoisuuksia välitukien pinnoissa ei tässä yhteydessä todettukaan, voisi suositella sitä, että seuraavan peruskorjauksen yhteydessä välitukien alaosiin valetaan manttelit (esim. n. 2,5...3 m korkeat).

SITO RAKENNUTTAJAT OY

ADDRESS Tuulikuja 2, FI-02100 Espoo
DOMICILE Espoo, Finland
BUSINESS ID 2655301-7

TEL. +358 20 747 6000
FAX +358 20 747 6111

firstname.lastname@sito.fi
www.sito.fi



Kuva 19. Vauriokuva. Tuen 1 etumuurissa havaittiin yhteensä n. 6 m pystyhalkeamia, jotka tulisi injektoida



Kuva 20. Vauriokuva. Välitukipilarin pinnoissa pienialaisesti pidemmälle edennyttä pakkasrapautumaa.



Kuva 21. Vauriokuva. Reunaulokkeiden saumoissa on kalkkihärmettä viitteenä vesivuodosta. Samoin reunaulokkeen sauma vaikuttaa liian kapealta sillan kannen lämpöliikkeitä ajatellen.

Jos kannen päätyihin asennetaan massaliikuntasaumot, nämä päätysaumat kannattaisi ehkä leventää.

SITO RAKENNUTTAJAT OY

ADDRESS Tuulikuja 2, FI-02100 Espoo
DOMICILE Espoo, Finland
BUSINESS ID 2655301-7

TEL. +358 20 747 6000
FAX +358 20 747 6111

firstname.lastname@sito.fi
www.sito.fi

NÄYTELUETTELO

	Näyte tunnus	Näytteenottoaika 5)	Karbonatisoituminen min-max/ka, mm	Tutkimus
100 Alusr	LK10EM	Etumuuri T3, h=3,0m	(jauhe)	CL 0-20-40
	LK11EM	Etumuuri T3, h=1.0m	(jauhe)	CL 0-20-40
	LK4SM "	Siipimuuri T1v "	1 (jauhe)	Veto CL 0-20-40
	LK9SM "	Siipimuuri T3o "	<1 (2mm tasoite päällä) (jauhe), (s=39mm)	Veto CL 0-20-40
	LK2VT "	Välituki T2v, h=3,0m "	<1 (jauhe)	Veto CL 0-20-40
	LK12VT	Välituki T2v, h=1,2m	(jauhe)	CL 0-20 1)
	LK8VT "	Välituki T2o, h=3,0m "	<1 (jauhe)	Veto CL 0-20-40
200 Rp	LK1RP "	Reunapalkki 1.8v "	1-8/3 (s=48 mm) (jauhe)	Veto CL 0-20-40
	LK5RP "	Reunapalkki 2.2o "	1 (jauhe)	Veto CL 0-20-40
300 MPäär	LK7KS "	Kannen sivu 2.2o "	1-6/2 (jauhe)	Veto CL 0-20-40
	LK3KAP	Kannen alapinta 1.8v	1-8/3	Veto
	LK6KAP	Kannen alapinta 2.2o	1-10/6	(Karb)
500 MPinr	LK13KYP	Kannen yläpinta 1.5o	<1	OH 4) CL 0-20-40
	LK14KYP	Kannen yläpinta 2.5o	<1	Veto CL 0-20-40
	LK15KYP	Kannen yläpinta 2.5v	<1	CL 0-20-40 2)
	LK16KYP	Kannen yläpinta 1.5v	<1	OH 3) CL 0-20-40
	YHTEENSÄ	Näytelieriöt 13 kpl, erilliset CL-sarjat 10 kpl + 4 murskaamalla Karbontisointimissyyvyys 13 kpl Ohuthietutkimukset 2 kpl Vetolujuudet 9 kpl Kloridisarjat 14 kpl		

- 1) Näyte syvyyväliiltä 20-40 mm hävisi
- 2) Näyte mureni porattaessa, vain CL-määrittäminen mahdollinen
- 3) Näytteen pinnassa 30...40 mm muotoiluväli. Ohuthie syvyyväliiltä 20-60 mm
- 4) Teräs Ø8 mm syvyydellä 40 mm
- 5) Tuki 1= Itäpääty

HUOM: Kaikissa muissa, paitsi RP- ja KYP-näytteissä ohut tasoite päällä. Poistettu ennen veto-koetta.

SITO RAKENNUTTAJAT OY

ADDRESS Tuulikuja 2
DOMICILE 02100 Espoo
BUSINESS ID 2655301-7

TEL. +358 20 747 6000
FAX +358 20 747 6111

firstname.lastname@sito.fi
www.sito.fi

Karbonatisoituminen keskimäärin:

- Etumuurit: ei näytteitä
- Siipimuurit: n. 1 mm
- Välituet n. 1 mm
- Reunapalkit: n. 2 mm
- Kannen sivut: n. 2 mm
- Kannen alapinta: < 5 mm
- Kannen yläpinta: < 1 mm

Betonipeitteet rakenneosittain:

- Maatuet T1 ja T3 (24-63) 40 mm
- Välituki VT2 (18-45) 38 mm
- Reunapalkit (19-66) 35 mm
- Kannen alapinta (20-53) 35 mm.

RAKENNEAVAUKSET / kannen yläpinta

Avaus / näyte	Kohta	Päällyste	Sora	Suojabetoni	Vesieriste	Paksuus yht.
LK13KYP	1.5o	165 mm	Ei ole	Ei ole	10 mm	175 mm
LK14KYP	2.5o	175 mm	"	"	10 mm	185 mm
LK15KYP	2.5v	160 mm	"	"	10 mm	170 mm
LK16KYP	1,5v	155 mm	"	"	10 mm	165 mm

Kaikki rakenneavaukset ajoradalta KL-väylän reunakorokkeen vierestä.

KORKOMITTAUKSET SILLAN REUNAPALKEISTA JA PÄÄLLYSTEISTÄ

Sijainti/ rakenne	Rp yp vasen	KLV- pääll. vasen	Vasen reuna- kivi	Ajorata- pääll. vasen	Ajorata keski- linja	Ajorata- pääll. oikea	Oikea reuna- kivi	KLV- pääll. oikea	Rp yp oikea
Länsi- pääty T3	-0,47	-0,42	-0,47	-0,55	-0,43	-0,50	-0,44	-0,39	-0,41
Liikunta- sauma T3	-0,32	-0,30	-0,34	-0,39	-0,27	-0,35	-0,33	-0,25	-0,27
Välituki VT 2	-0,02	+0,02	-0,05	-0,13	-0,0	-0,10	-0,04	+0,02	+0,10
Liikunta- sauma T1	+0,05	+0,08	+0,01	-0,08	+0,05	-0,02	+0,02	+0,06	+0,05
Itäpääty T1	0,00 *	+0,02	-0,03	-0,19	-0,06	-0,14	-0,10	+0,03	+0,01

* korot sidottu tuen 1 vasemman reunapalkin yläpinnan korkeuteen.

SITO RAKENNUTTAJAT OY

ADDRESS Tuulikuja 2
DOMICILE 02100 Espoo
BUSINESS ID 2655301-7

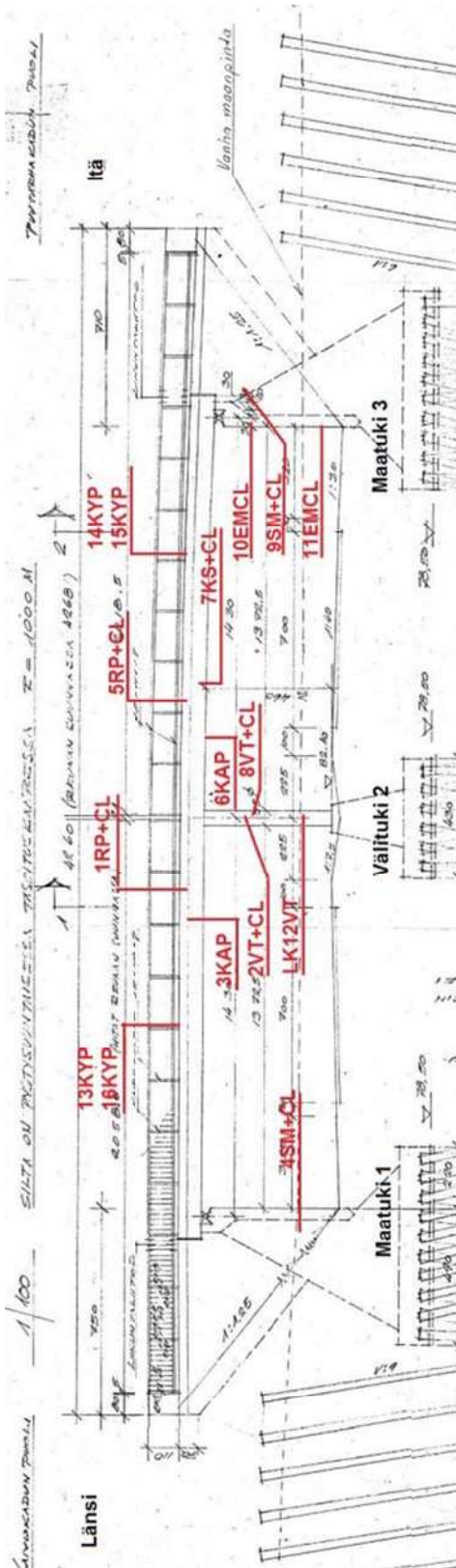
TEL. +358 20 747 6000
FAX +358 20 747 6111

firstname.lastname@sito.fi
www.sito.fi

LIITE 2

Lukiokadun risteyssilta, Hämeenlinna
Näyteluettelo, rakenneavaukset ja
korkomittaukset

NÄYTTEENOTTOKARTTA



SITO RAKENNUKATTAJAT OY

ADDRESS Tuulikuja 2
DOMICILE 02100 Espoo
BUSINESS ID 2655301-7

TEL. +358 20 747 6000
FAX +358 20 747 6111

firstname.lastname@sito.fi
www.sito.fi

Sito Rakennuttajat Oy

Jakelu

lasse.minkkinen@sito.fi

Tuulikuja 2
02100 ESPOO

Rakennustyö

Lukiokadun risteysilta, Hämeenlinna

Rakenneosa

Tilaus

10.10.2016 / Lasse Minkkinen

Koekappaleet


4 kpl lieriötä Ø 50 x 60 mm ja 19 kpl jauhenäytettä..


Betoni kloridipitoisuus määritettiin porausnäytteestä Sherwood MK II Analyzer 926 laitteella standardin SFS – EN 14629 mukaisesti.

Näytteen tunnus	Näytteenottopiikka	Kloridipitoisuus betonin painosta %
LK10EM 0-20 mm	Etumuuri T3, h=3,0m	0,03
LK10EM 20-40 mm	Etumuuri T3, h=3,0m	0,02
LK11EM 0-20 mm	Etumuuri T3, h=1,0m	0,01
LK11EM 20-40 mm	Etumuuri T3, h=1,0m	0,01
LK4SM 0-20 mm	Siipimuuri T1v	0,05
LK4SM 20-40 mm	Siipimuuri T1v	0,02
LK9SM 0-20 mm	Siipimuuri T3o	0,04
LS9SM 20-40 mm	Siipimuuri T3o	0,02

CONTESTA OY

Akkreditoitu testauslaitos T195 (EN ISO/IEC 17025)


Viveca Lindqvist 18.11.2016
Tekninen vastuhenkilö, pvm


Esko Karvonen 18.11.2016
Tekninen asiastarkastaja, pvm



Contesta Oy, www.contesta.fi, Y-tunnus 1712699-6
Porraskuja 1, 01740 Vantaa, puh. (09) 2525 2425, fax. (09) 2525 2426
Varastokuja 1, 21600 Parainen, puh. 0207 430 620, fax. 0207 430 621

Testaustulokset pätevät ainoastaan testatuille näytteille. Testauksiin liittyvät mittausepävarmuudet ilmoitetaan pyydettyäessä.
© Contesta Oy. Tämän asiakirjan osittainen julkaiseminen on sallittu vain Contesta Oy:n antaman kirjallisen luvan perusteella.

LK2VT 0-20 mm	Välituki T2v, h=3,0m	0,02
LK2VT 20-40 mm	Välituki T2v, h=3,0m	0,01
LK12VT 0-20 mm	Välituki T2v, h=1,2m	0,03
LK8VT 0-20 mm	Välituki T20, h=3,0m	0,03
LK8VT 20-40 mm	Välituki T2, h=3,0m	0,01
LK1RP 0-20 mm	Reunapalkki 1.8v	0,01
LK1RP 20-40 mm	Reunapalkki 1.8v	0,01
LK5RP 0-20 mm	Reunapalkki 2.2o	0,01
LK5RP 20-40 mm	Reunapalkki 2.2o	0,01
LK7KS 0-20 mm	Kannen sivu 2.2o	0,02
LK7KS 20-40 mm	Kannen sivu 2.2o	0,01
LK13KYP 0-20 mm	Kannen yläpinta 1.5o	0,01
LK13KYP 20-40 mm	Kannen yläpinta 1.5o	0,01
LK14KYP 0-20 mm	Kannen yläpinta 2.5o	0,01
LK14KYP 20-40 mm	Kannen yläpinta 2.5o	0,01
LK15KYP 0-20 mm	Kannen yläpinta 2.5V	0,01
LK15KYP 20-40 mm	Kannen yläpinta 2.5v	0,01
LK16KYP 0-20 mm	Kannen yläpinta 1.5v	0,01
LK16KYP 20-40 mm	Kannen yläpinta 1.5V	0,01

Kirsi Larjamo

30.11.2016

21200328-001/3


Sito Rakennuttajat Oy

Jakelu:

Lasse Minkkinen

lasse.minkkinen@sito.fi

Tarkastaja, pvm

 30.11.2016

Hyväksyjä, pvm

 30.11.2016

LUKIOKADUN RISTEYSSILLAN PETROGRAFISET TUTKIMUKSET

1 TILAUS

11.11.2016 / Lasse Minkkinen.

2 TEHTÄVÄ

Betonin ohuthieiden valmistaminen ja mikroskooppinen yleistarkastelu.

3 NÄYTTEET

Kaksi kappaletta tilaajan toimittamia poralieriöitä (\varnothing 50 mm) Lukiokadun risteyssillan kannen yläpinnasta. Näytteet on merkitty tunnuksilla LK13KYP ja LK16KYP.

4 YLEISTÄ

Contesta Oy toimii FINAS akkreditointipalvelun akkreditoimana testauslaboratoriona T195, jonka toiminta täyttää standardin SFS-EN ISO/IEC 17025 vaatimukset.

Yleistarkastelun suoritti geologi Kirsi Larjamo standardia ASTM C856-14 soveltaen.

5 BETONIN PETROGRAFISET TUTKIMUKSET

Näytteistä valmistettiin kooltaan noin $35 \times 55 \text{ mm}^2$ ja paksuudeltaan noin $25 \mu\text{m}$ kokoisia ohuthieitä petrografista yleistarkastelua varten. Ohuthieet valmistettiin kohtisuoraan pintaa vastaan hieen lyhyt sivupinnansuuntaisesti.

Ohuthieitä tarkasteltiin stereo- ja polarisaatiomikroskoopeilla. Säröt ovat leveydeltään $\leq 0,01 \text{ mm}$, mikrohalkeamat $> 0,01 - \leq 0,1 \text{ mm}$ ja halkeamat $> 0,1 \text{ mm}$.

Kirsi Larjamo

30.11.2016

21200328-001/3

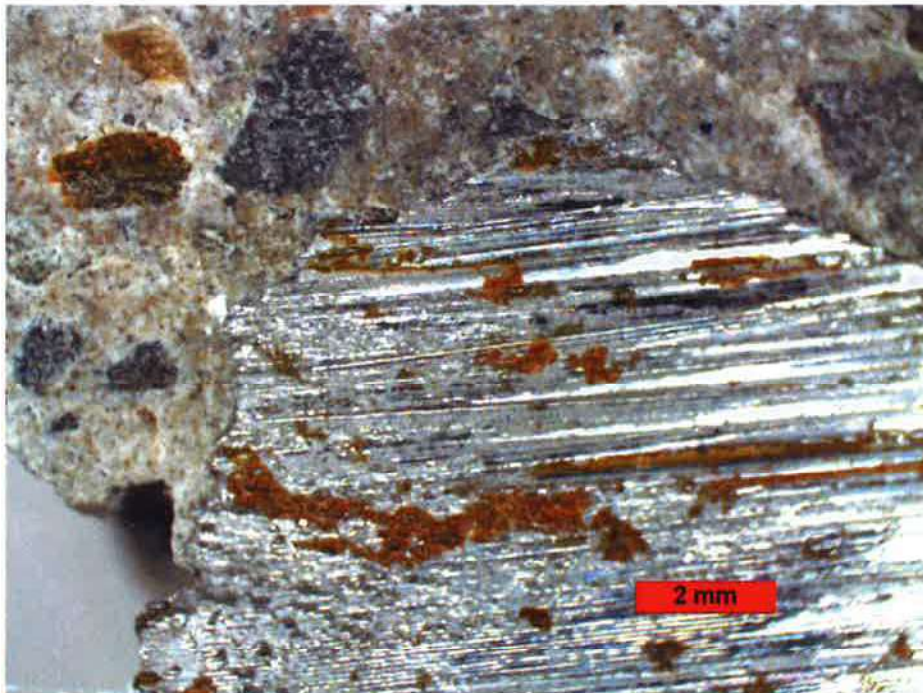
Näyte LK13KYP, sillan kannen yläpinta

- Poranäyte Poratun lieriön pituus on n. 45 mm. Yläpinnalla erottuu bitumieriste, joka vaikuttaa hiukan värjänneen betonin yläpintaa. Eriste vaikuttaa paikoin olevan irti betonista, mutta näytteenoton/ -käsittelyn vaikutus huomioiden, on mahdotonta ottaa kantaa irtoamisen ajankohtaan. Näytteen katkaistulla sisäpinnalla esiintyy teräs (\varnothing 8,0 mm), jonka tartunta sideaineeseen on pääosin tiivis ja hyvä (Kuva 1).
- Ohuthienäyte
- Yleistä Näytteen yläpinta on epätasainen ja karbonatisoitunut keskimäärin 0,8 mm syvyyteen ja pistemäisesti halkeamia pitkin enintään 2,5 mm syvyyteen asti.
- Runkoaines Karkea runkoaines (\varnothing 2,0 – 15,5 mm) on pääosin ehjää ja rapautumatonta liusketta, gneissia, graniittia ja amfiboliittia. Pienemmät lajitteet (\varnothing 0,064 – 2,0 mm) ovat pääosin kvartssia, maasälpä, kiillettä ja amfibolia. Runkoaines on muodoltaan enimmäkseen kulmikasta, mutta osin pyöristynyttä. Tartunnat sideaineeseen ovat pääosin hyvät ja tiiviit, vaikkakin paikoitellen avoimia rakomaisista tiivistyshuokosista johtuen.
- Sideaine Sideaineena on portlandsementti, jossa erottuu kohtalaisesti hydratoitumattomia sementtipartikkeleita. Betonissa esiintyy myös kohtalaisesti masuunikuonaa sekä lisäksi on nähtävissä kalkkikiveä seosaineena/fillerinä.
- Huokoisuus Näytteessä esiintyy erittäin vähän ilmahuokosia. Yläpinnalta n. 1 mm syvyyteen ulottuvalla vyöhykkeellä esiintyy paikoitellen kohtalaisesti pientä, epäsäännöllistä, huokoisuutta. Pyöreitä/pyöreähköjä suojuhuokosia (\varnothing 0,02 – 0,8 mm) on vain muutama. Suurin osa huokoisuudesta on runkoaineksen tartuntapinnoilla esiintyviä litteitä, rakomaisia, todennäköisesti tiivistymiseen liittyviä huokosia. Varsinaisia tiivistyshuokosia (\varnothing 0,8 – 2,1 mm) esiintyy satunnaisesti. Etenkin tartuntapinnoilla esiintyvien rakomaisten huokosten reunoille on kiteytynyt paikoitellen portlandiittia ja ettringiittia ja osa suojuhuokosista on täyttynyt kokonaan portlandiitilla.
- Halkeilu Kannen yläpinnalla on nähtävissä useita, alle 3,8 mm pituisia, pintaa vasten kohtisuoria, varhaisen vaiheen kuivumiskutistumisperäiseltä vaikuttavia säröjä. Sideaineessa ja runkoaineksen tartuntapinnoilla erottuu yleisesti kohtalaisen runsaasti verkkomaista kuivumiskutistumisperäistä säröilyä (Kuva 2). Näytteen katkaistulla sisäpinnalla on nähtävissä seitsemän pintaa vasten kohtisuoraa ja kaksi diagonaalisuunnassa olevaa säröä. Ne ovat alle 5,0 mm pitkiä, paikoin katkonaisia ja runkoainesta myötäileviä vaikuttaen kuivumiskutistumisperäisiltä.
- Yläpinnalta n. 0,2 mm syvyydellä erottuu alle 1,0 mm pituisia, pinnansuuntaista säröilyä. Sisäpinnalta alle 0,4 mm syvyydellä erottuu myös pinnansuuntaista säröilyä – mikrohalkeilua (leveys alle 0,05 mm), mahdollisesti näytteenottoon liittyen.

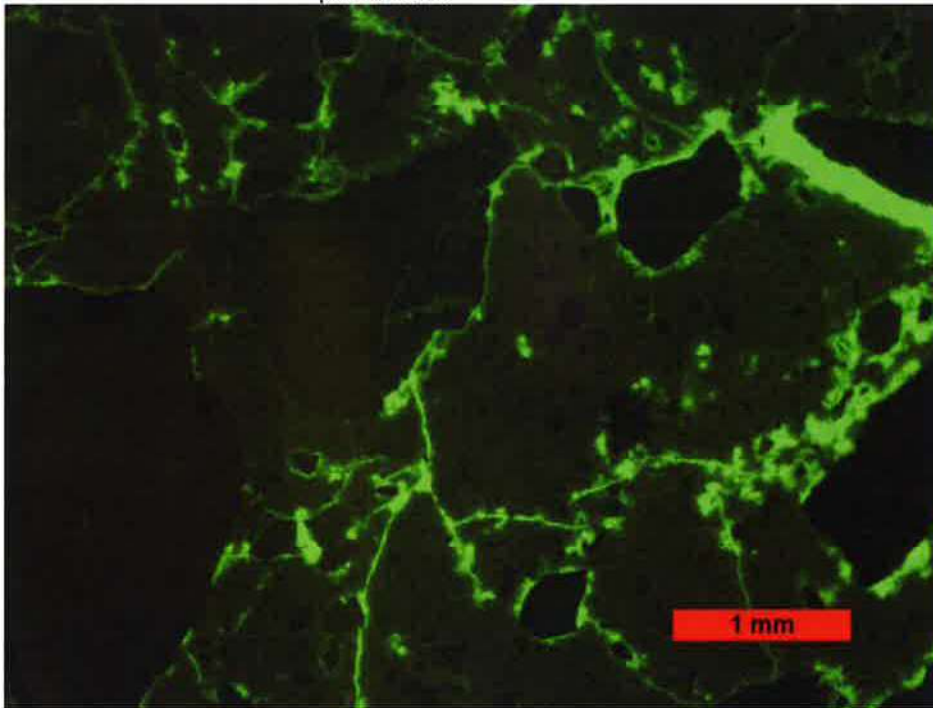
Kirsi Larjamo

30.11.2016

21200328-001/3



Kuva 1. Näytteessä LK13KYP sijaitsevan teräksen ehjä ja tiivis tartunta sideaineeseen. Runkoaines erottuu pääosin mustanharmaana, sideaine vaaleana ja teräs kiiltäväharmaana. Poranäytteen katkaistu sisäpinta näkyvässä alhaalla vasemmalla, kannen yläpinta kuvan yläreunan suunnassa. Kuva otettu pintavalossa.



Kuva 2. Näytteen LK13KYP verkkomainen, kohtalaisen runsas, todennäköisesti kuivumis-
kutistumisesta johtuva säröily. Runkoaines erottuu kuvassa lähes mustana, sideaine tumman-
vihreänä ja halkeilu vaaleanvihreänä. Oikeassa yläkulmassa erottuu rakomainen huokonen
runkoaineen tartuntapinnalla. Kannen yläpinta kuvan yläreunan suunnassa. Kuva otettu
fluoresoivassa valossa.

Contesta Oy, www.contesta.fi, Y-tunnus 1712699-6

© Contesta Oy. Tämän asiakirjan osittainen julkaiseminen on sallittu vain Contesta Oy:n antaman kirjallisen luvan perusteella.

Kirsi Larjamo

30.11.2016

21200328-001/3

Näyte LK16KYP, sillan kannen sisäpinta

- Poranäyte Poratun lieriön pituus on n. 100 mm. Näytteen pinnassa on 25 – 36 mm paksuinen muotoiluvalu, jota peittää bitumieriste. Ohuthie on valmistettu 20 mm syvyydeltä alkaen.
- Ohuthienäyte *Muotoiluvulubetoni:*
- Muotoiluvulun runkoaines on pääosin kulmikasta kvartssia ja maasälpiä ($\varnothing < 2,0$ mm). Sideaineena on portlandsementti, jossa esiintyy kohtalaisesti hydratoitumattomia sementtipartikkeleita. Betonissa esiintyy myös vähän masuunikuonaa sekä kalkkikiveä seosaineena/fillerinä. Sideaines vaikuttaa olevan paikoitellen huonosti sekoittunutta. Näytteessä esiintyy kohtalaisen vähän pyöreitä/pyöreähköjä ilmahuokosia ($\varnothing < 1,2$ mm), joista suurin osa on suojuhuokosia ($\varnothing 0,02 - 0,8$ mm). Huokosten reunoille on kiteytynyt portlandiittia ja ettringiittia, osa huokosista on täyttynyt kokonaan näillä haitallisilla kiteytymillä. Sideaineessa saattaa esiintyä paikoitellen portlandiitin uudelleenkiteytymistä. Sideaineessa ja runkoaineuksen tartuntapinnoilla on paikoin nähtävissä kuivumiskutistumisperäistä säröilyä. Tartunta pohjabetoniin on terävä mutta tiivis, vaikkakin paikoitellen avoin muotoiluvulubetonissa esiintyvistä huokosista johtuen.
- Pohjabetoni:*
- Yleistä Näytteen yläpinta on hieman epätasainen ja karbonatisoitunut keskimäärin 0,2 mm syvyyteen ja pistemäisesti halkeamaa pitkin alle 1,0 mm syvyyteen asti.
- Runkoaines Karkea runkoaines ($\varnothing 2,0 - 26,0$ mm) on pääosin ehjää ja rapautumatonta liusketta ja graniittia. Pienemmät lajitteet ($\varnothing 0,064 - 2,0$ mm) ovat pääosin kvartssia, maasälpiä, kiillettä ja amfibolia. Runkoaines on muodoltaan enimmäkseen kulmikasta, mutta osin pyöristynyttä. Tartunnat sideaineeseen ovat pääosin hyvät ja tiiviit ja vain hyvin satunnaisesti avoimia rakomaisista huokosista johtuen.
- Sideaine Sideaineena on portlandsementti, jossa erottuu kohtalaisesti hydratoitumattomia sementtipartikkeleita. Betonissa esiintyy myös kohtalaisesti masuunikuonaa sekä lisäksi on nähtävissä kalkkikiveä seosaineena/fillerinä.
- Huokoisuus Näytteessä esiintyy erittäin vähän ilmahuokosia, joista suurin osa on tiivistyshuokosia ($\varnothing 0,8 - 5,3$ mm), suojuhuokosia ($\varnothing 0,02 - 0,8$ mm) esiintyy vain satunnaisesti. Huokokset ovat muodoltaan pääosin pyöreitä/pyöreähköjä ja niiden reunoille on kiteytynyt vähän ettringiittia ja portlandiittia.
- Halkeilu Sideaineessa ja runkoaineuksen tartuntapinnoilla erottuu yleisesti kohtalaisen runsaasti verkkomaista kuivumiskutistumisperäistä säröilyä.

Kirsi Larjamo

30.11.2016

21200328-001/3

6 YHTEENVETO

Näytteiden yläpinnat eivät ole merkittävästi karbonatisoituneita satunnaista pistemäistä karbonatisoitumista lukuun ottamatta.

Runkoaines on pääosin ehjää ja rapautumatonta. Se koostuu pääosin vahvasti liuskeisista kivistä, joissa on luontaisesti sisäisiä heikkousvyöhykkeitä, mutta se ei näytä vaikuttaneen merkittävästi kokonaisuuteen. Runkoaineksen ja sideaineen tartunnat ovat pääosin hyvät ja tiiviit.

Sideaine vaikuttaa tasalaatuiselta muotoiluvalubetonia lukuun ottamatta.

Näytteissä esiintyy erittäin vähän ilmahuokosia. Näytteissä ei todettu lisähuokostusta, joten niitä ei voida pitää pakkasenkestävinä kosteusrasituksessa. Näytteissä esiintyy pääosin tiivistyshuokosia, joista osa sijaitsee runkoaineksen tartuntapinnoilla, mikä viittaa puutteelliseen tiivistymiseen tai veden erottumiseen betonimassasta.

Näytteessä LK13KYP ja näytteen LK16KYP pohjabetonissa esiintyvä vähäinen ettringiitti ja portlandiitti huokosten yhteydessä saattaa liittyä kosteusrasitukseen jo hyvin varhaisessa vaiheessa, sillä näytteissä ei esiinny merkittäviä viitteitä myöhemmää / jatkuvasta kosteusrasituksesta. Näytteen LK16KYP muotoiluvalubetoni vaikuttaa kärsineen kosteusrasituksesta, osa huokosista on täytynyt kokonaan em. haitallisilla kiteytymillä.

Näytteissä esiintyy runsaasti verkkomaista, pääosin todennäköisesti kuivumiskutistumisperäistä säröilyä. Osa tästä säröilystä on myös pinnansuuntaista. Näytteen LK13KYP yläpinnalla esiintyvä pinnansuuntainen heikko säröily voi viitata mahdolliseen alkavaan pakkasrapautumiseen. Näytteen LK13KYP sisäpinnalla esiintyvä pinnansuuntainen halkeilu liittyy mahdollisesti alapinnan katkaisuun, teräksen sijainnista johtuen. Pakkasrapaamaa ei kuitenkaan voida sulkea pois edellä mainittu kokonaisuus huomioiden.

Sito Rakennuttajat Oy

Jakelu

lasse.minkkinen@sito.fi

Tuulikuja 2
02100 ESPOO**Rakennustyö**

Lukiokadun risteysilta, Hämeenlinna

Rakenneosa**Tilaus**

10.10.2016 / Lasse Minkkinen

Koekappaleet

9 kpl lieriötä Ø 50 x 60 mm.

SFS 5445 BETONI. VETOLUJUUS.**Koetulokset sekä tilaajan ilmoittamat lähtötiedot:**

Näyte tunnus	Näytteenottoaika	Vetolojuus MPa
LK4SM	Siipimuuri T1v	2,3
LK9SM	Siipimuuri T3o	5,9
LK2VT	Välituki T2v, h=3,0m	4,8
LK8VT	Välituki T2o, h=3,0m	4,9
LK1RP	Reunapalkki 1.8v	2,4
LK5RP	Reunapalkki 2.2o	3,2
LK7KS	Kannen sivu 2.2o	4,5
LK3KAP	Kannen alapinta 1.8v	4,7
LK14KYP	Kannen yläpinta 2.5v	1,2


Testauslaitoksen ilmoittamat lisätiedot: Laboratorion ilmoittamat lisätiedot: Koekappaleiden päät tasoitettiin sahaamalla. Testaus on suoritettu standardin mukaisesti lukuun ottamatta erikseen ilmoitettavia poikkeamia standardista.

CONTESTA OY

Akkreditoitu testauslaitos T195 (EN ISO/IEC 17025)



Viveca Lindqvist
Tekninen vastuhenkilö, pvm 16.11.2016



Esko Karvonen
Tekninen asiastarkastaja, pvm 16.11.2016



Contesta Oy, www.contesta.fi, Y-tunnus 1712699-6
Porraskuja 1, 01740 Vantaa, puh. (09) 2525 2425, fax. (09) 2525 2426
Varastokuja 1, 21600 Parainen, puh. 0207 430 620, fax. 0207 430 621

Testaustulokset pätevät ainoastaan testatuille näytteille. Testauksiin liittyvät mittausepävarmuudet ilmoitetaan pyydettyä.
© Contesta Oy. Tämän asiakirjan osittainen julkaiseminen on sallittu vain Contesta Oy:n antaman kirjallisen luvan perusteella.

Rakenneosa	Vaurio	Korjaustapa	Määrä	Yks.	a €/yks	Kustannus	Huom.
100 Alusrakenteet							
Siipimuurit	Rapautuminen, kloridit	Vesipiikkaus 50 mm, 36 m ²	1,8	m ³	3000	5400	Tulosuunnan puoleiset
		Ruiskubetonointi 60 mm	36	m ²	150	5400	"
		Puhdistus ja pinnoitus	72	m ²	70	5040	Kaikki
Etumuurit	Rapautuminen, kloridit	Vesipiikkaus 60 mm, 62 m ²	3,1	m ³	3000	9300	Molemmat, 2,5 m kork.
		Ruiskubetonointi 60 mm	62	m ²	150	9300	"
	Halkeamat	Injektointi	6	m	150	900	Tuki 1
		Puhdistus ja pinnoitus	103	m ²	70	7210	Kaikki
Välituet	Kloridit	Vesipiikkaus 30 mm 19 m ²	0,6	m ³	3000	1800	3 m kork.
		Mantelointi 100 mm	2,5	m ³	1000	2500	4 pilaria, h= 3 m
		Puhdistus ja pinnoitus	40	m ²	70	2800	Alhaalta ylös
Alusrakenteen reunpalkit	Kloridirasitus	Impregnointi	17	m ²	30	510	
200 Reunapalkkirakenteet							
Reunpalkit	Kloridirasitus	Impregnointi	42	m ²	30	1260	
		Massasauma-aukon sahaus	4	kpl	150	600	
	Halkeilu	Injektointi	6	m	150	900	Arvio
Reunapalkin saumat	Ikääntyminen	Massaliikuntaosauman päätypeltili	4	kpl	150	600	
Juurikorokkeet	Lohkeilu	Kaidepylvään juuren kunnostus	10	kpl	50	500	(yht. 22 kpl / puoli)
300 Muu päällysrakenne							
Reunaulokkeen saumat	Liian kapea	Saumausten avarrus	6	jm	200	1200	
		Elastinen saumaus	4	kpl	70	280	
Kannen alapinnat	Pinnoitteen hilseily	Puhdistus ja pinnoitus	470	m ²	70	32900	Mahd. myös paikkauksia
Kannen alakulma	Törmäys	Törmäyssuojat	2	kpl	1200	2400	
400, 500 Päällysteet ja pintarakenteet							
Päällysteet	Kuluminen	Pääll. ja pintarak. uusiminen	440	m ²	350	154000	Myös muotoiluvalu
Vesieriste	Ikääntyminen	Vesieristeen purku ja uusiminen	440	m ²	0	0	(kustannus sis. ed.)
Päällysteen saumaukset	Ikääntyminen	Saumausten teko	200	jm	30	6000	
600 Kaiteet							
Kaiteet ja johde	Naarmut	Paikkamaalaus	1	erä	400	400	
Kaiteen päätyviisteet	Puuttuu	Päätyviisteet	4	kpl	200	800	
Rakenneosa	Vaurio	Korjaustapa	Määrä	Yks.	a €/yks	Kustannus	Huom.

700 Liikuntasaumalaitteet						
Teräsprofiilit	Ei vesitiivis	Massaliikuntasauman teko	30	jm	600	18000 0
800 Muut varusteet ja laitteet						
Tippuputket	Tukos, ruostuminen	Tippuputken uusiminen	28	kpl	120	3360
Laakerit		Huoltokäsittely	8	kpl	150	1200
900 Siltapaikka						
Tulopenkereiden päällyste		Jyrsintä ja päällystys	300	m ²	45	13500
Pengerkaiteet	Liian matalat	Päällysteen poikittaissaumaus	30	jm	40	1200
Siltapaikan siistiminen		Pengerkaiteen uusinta	80	jm	70	5600
			1	erä	3000	3000

YHTEENSÄ KORJAUSTYÖT

297860 €
alv 0%

Yleiskustannukset 25%

74465 €
alv 0%

Liikennejärjestelylisä

40000 €
alv 0%

Rakennuttamiskulut 10%

41233 €
alv 0%**KUSTANNUSARVIO****453558 €
alv 0%**

A-INSINÖÖRIT



TYÖSELITYS JA LAATUVAATIMUKSET

Lukiokadun risteyssillan ja Lukiokadun / Eureninkadun risteysalueen muurien peruskorjaus, Hämeenlinna

Jännitetty betoninen jatkuva laattasilta, betoni-/kivirakenteinen tukimuuri



A-Insinöörit Civil Oy

Laatinut: 8.4.2020
Tarkastanut: 8.4.2020

Alaa Meis
Esko Syrjälä

Hämeenlinnan kaupunki, kaupunkirakennepalvelut

Tarkastanut:
Hyväksynyt:

TYÖSELITYS JA LAATUVAATIMUKSET

SISÄLLYSLUETTELO

1	YLEISTÄ	4
1.1	Yleiset työselitykset ja ohjeet	4
1.2	Sillan yleiskuvaus	6
1.3	Johdot ja kaapelit	7
1.4	Liikennejärjestelyt ja työturvallisuus	7
1.4.1	Liikennejärjestelyt	7
1.4.2	Suojaustoimenpiteet	8
1.4.3	Yleiset työturvallisuusvaatimukset	8
1.5	Työsuunnitelmat	9
2	TEHTÄVIEN TYÖVAIHEIDEN ESITTELY	10
2.1	Sillalle tehdyt tarkastukset	10
2.2	Korjaustoimenpiteet	10
3	BETONIRAKENTEET	11
3.1	Betonirakenteiden purkutyöt	11
3.2	Reunapalkkien korottaminen	13
3.2.1	Yleistä	13
3.2.2	Purkutyöt	13
3.2.3	Telineet ja muotit	14
3.2.4	Raudoitustyöt	14
3.2.5	Betonointityöt	15
3.2.6	Reunapalkin liikuntasaumot	16
3.3	Paikkauskorjaukset	16
3.3.1	Yleistä	16
3.3.2	Paikkaus ilman muotteja	16
3.3.3	Paikkaus muottien avulla	17
3.3.3.1	Yleistä	17
3.3.3.2	Purkutyöt ja alustan esikäsittely	17
3.3.3.3	Telineet ja muotit	18
3.3.3.4	Betonointityöt	18
3.3.4	Paikkaus mantteloimalla	18
3.3.4.1	Yleistä	18
3.3.4.2	Telineet ja manttelit	19
3.3.4.3	Betonointityöt	19
3.4	Ruiskubetonointi	20
3.4.1	Yleistä	20
3.4.2	Ruiskubetonointi	20
3.4.3	Ruiskubetonoinnin laadunvarmistus	21
3.5	Halkeamien injektointi	21
3.5.1	Yleistä	21
3.5.2	Korjaustyön laatuvaatimukset ja laadunvarmistus	21
3.6	Betonipintojen suojaaminen	22
3.6.1	Betonipintojen geeli-impregnointi	22
3.6.2	Betonipintojen pinnoitus	23
3.6.3	Töherryksensuojaus	24

	3.6.4	Betonipintojen puhdistus.....	25
4		PINTARAKENTEIDEN UUSIMINEN	25
	4.1	Yleistä	25
	4.2	Pintarakenteiden purkaminen.....	25
	4.3	Kansilaatan yläpinnan korjaaminen	26
	4.3.1	Kansilaatan kunnan tarkastus	26
	4.3.2	Vedeneristysalustan korjaus	27
	4.3.3	Muotoiluvalu	27
	4.3.4	Epoksiivistys.....	28
	4.3.5	Kansilaatan halkeamien sulkeminen	29
	4.4	Uusien pintarakenteiden teko	29
	4.4.1	Vedeneristystyöt.....	29
	4.4.2	Kannen pintarakenteet.....	29
5		LIIKUNTASAUMOJEN UUSIMINEN	30
	5.1	Yleistä	30
	5.2	Purkutyöt.....	31
	5.3	Massaliikuntasauaman teko.....	31

TYÖSELITYS JA LAATUVAATIMUKSET

Lukiokadun risteyssillan ja Lukiokadun / Eureninkadun risteysalueen muurien peruskorjaus, Hämeenlinna

Lukiokadun risteyssilta ja Lukiokadun / Eureninkadun risteysalueen muurit, Hämeenlinna

1 YLEISTÄ

1.1 Yleiset työselitykset ja ohjeet

Sillan työkohtainen työselitys ja laatuvaatimukset tarkentaa seuraavia yleisiä laatuvaatimuksia:

- InfraRYL (versio InfraRYL 2019/1)
- SILKO-ohjeet (Siltojen korjausohjeet, kansiot 1-3)
- Asfalttinormit 2017, PANK ry

Työssä on noudatettava em. ohjeissa esitettyjä laatuvaatimuksia, työ- ja ympäristönsuojeluohjeita sekä laadunvarmistustoimenpiteitä ellei tässä asiakirjassa ole toisin esitetty.

Tämän asiakirjan kappalenumerointi ei vastaa InfraRYL:n numerointia.

Lisäksi työssä noudatettavia määräyksiä ja ohjeita ovat:

- Eurokoodin soveltamisohje, Betonirakenteiden suunnittelu-NCCI2, Väylävirasto LO 31/2017
- Siltabetonien P-lukumenettely, Väyläviraston ohjeita 22/2016
- Taitorakenteiden tehostetut betonin laadunvarmistusohjeet, Väylävirasto 2016
- BY 40, Betonipinnat, Suomen Betoniyhdistys, 2003
- BY 41, Betonirakenteiden korjausohjeet, Suomen Betoniyhdistys, 2016
- Betonisiltojen korjaussuunnitteluohje, Väyläviraston ohjeita 17/2011
- Betonipinnan poistamisohje siltojen korjauksissa 30.9.2005, Väylävirasto
- Sillan vedeneristystyömaan laadunmittaus, Liikenneviraston ohjeita 2/2017

Työssä on erityisesti huomioitava seuraavat SILKO-ohjeet:

YLEISET LAATUVAATIMUKSET

- SILKO 1.111 Työturvallisuus (04/12)
- SILKO 1.112 Ympäristönsuojelu (05/11)
- SILKO 1.201 Betoni sillankorjausmateriaalina (11/07)
- SILKO 1.202 Polymeerit sillankorjausmateriaalina (9/90)
- SILKO 1.203 Purkamis- ja esikäsitteilymenetelmät (10/02)
- SILKO 1.231 Betonin paikkaus (12/10)

- SILKO 1.232 Betonointi ruiskuttamalla (09/09)
- SILKO 1.233 Halkeamien korjaaminen (09/2016)
- SILKO 1.251 Betonin suojaaminen (11/12)
- SILKO 1.301 Metallit sillankorjausmateriaalina (06/10)
- SILKO 1.351 Pintakäsittely (3/2015)
- SILKO 1.601 Sillan ja siltapaikan kuivatus (03/2018)
- SILKO 1.701 Liikuntasauvojen korjaaminen (1/2020)
- SILKO 1.801 Vedeneristyksen (03/2018)
- SILKO 1.802 Päälysteet (2/14)
- SILKO 1.901 Siltapaikan viimeistely (6/2015)

TYÖKOHTAISET LAATUVAATIMUKSET

- SILKO 2.211 Reunapalkin uusiminen (06/08)
- SILKO 2.231 Paikkaus ilman muotteja (06/05)
- SILKO 2.232 Paikkaus muottien avulla (12/05)
- SILKO 2.234 Korjaus ruiskubetonoimalla (03/09)
- SILKO 2.236 Halkeaman injektointi polymeerillä voimia siirtäväksi (04/2019)
- SILKO 2.237 Sementti-injektointi (12/04)
- SILKO 2.239 Halkeaman imeytys (12/04)
- SILKO 2.240 Vedeneristyksen alustan kunnostus (10/07)
- SILKO 2.251 Betonipinnan puhdistus (12/09)
- SILKO 2.253 Betonipinnan pinnoitus (3/12)
- SILKO 2.252 Betonipinnan impregnointi (04/2019)
- SILKO 2.261 Tartuntatankojen ankkurointi (7/2016)
- SILKO 2.262 Raudoituksen uusiminen (12/09)
- SILKO 2.311 Sillankaiteen uusiminen (2/04)
- SILKO 2.353 Teräslaakerin huoltokäsittely (12/04)
- SILKO 2.611 Tippuputken teko päällysrakenteeseen (08/10)
- SILKO 2.613 Reunasalaojan teko (12/06)
- SILKO 2.614 Poikittaisen salaojan teko (12/06)
- SILKO 2.731 Reunapalkin liikuntasauvan tiivistäminen (8/01)
- SILKO 2.732 Päälysteen ja betonirakenteen välisen sauman tiivistäminen (03/2018)
- SILKO 2.811 Vedeneristyksen uusiminen kermieristyksenä (03/2018)
- SILKO 2.814 Asfalttipäälysteen uusiminen (12/11)
- SILKO 2.913 Betonilaattaverhouksen teko (12/02)
- SILKO 2.916 Nurmiverhouksen teko (06/08)
- SILKO 2.918 Kenttäkiviverhouksen teko (08/01)
- SILKO 2.919 Kivikorirakenteiden teko (05/03)

TARVIKETIEDOSTO

- SILKO 3.103 Betonirakenteet sekä vedeneristyksen ja päälysteet (11/2015)
Taulukko

- SILKO 3.211 Korjausbetonit (12/2014)
Taulukko 18.1.2019
- SILKO 3.231 Paikkausaineet (12/2014)
Taulukko 20.5.2019
- SILKO 3.235 Injektointi-, imeytys- ja sulkuaineet (7/2016)
Taulukko 6.11.2019
- SILKO 3.251 Töherrysten estoaineet ja kemialliset pinnanpuhdistusaineet (5/2018)
Taulukko 19.4.2018 ja 15.8.2019
- SILKO 3.252 Vettähyhkivät impregnointiaineet ja impregnointiaineet (07/2016)
Taulukko 14.1.2020
- SILKO 3.253 Pinnoitusaineet (09/11)
Taulukko 24.5.2019
- SILKO 3.254 Eristysalustan tiivistysaineet (06/16)
Taulukko 10.12.2019
- SILKO 3.353 Laakerirasvat ja liukulakat (11/04)
- SILKO 3.611 Sillan kuivatuslaitteet (3/91)
- SILKO 3.731 Saumaussmassat (06/2019) tuoteluettelo 17.6.2019
- SILKO 3.811 Kermieristysrakenteet (06/2016), tuoteluettelo 20.5.2019
- SILKO 3.951 Maanvastaisten betonipintojen kosteudeneristys, käyttö InfraRYL 42131 mukaan, tuoteluettelo 9.1.2020

Painatuksen jälkeen tulleet lisäykset löytyvät Väyläviraston internet-sivuilta

<https://vayla.fi/palveluntuottajat/sillat>

Korjaustyössä käytettävien materiaalien on oltava Väyläviraston hyväksymiä.

1.2 Sillan yleiskuvaus

Sillan nimi	Lukiokadun risteyssilta
Sillan numero	
Kunta	Hämeenlinna
Tieosa	Lukiokatu
Tieosoite	Lukiokatu 31...33
Liikennemäärä KVL (laskentavuosi) / raskaan liikenteen osuus	6700 (2018)
Hoitoluokka	
Alittavat väylät	Vt 3 Helsinki-Tampere KVL 29 800 (2018)
Siltatyyppi	Jännitetty betoninen jatkuva laattasilta
Jännemitat (kohtisuora)	14,30 + 14,30 m
Kokonaispituus	42,60 m
Hyödyllinen leveys	14,20 m (nykyinen 14,10 m)
Vinous	4,0 gon
Vaaka- ja pystygeometria	vaaka: suora pysty: ympyrän kaari S=1000 m
Valmistumisvuosi	1963
Suunnittelukuorma	AI/2, telikuorma I

Silta sijaitsee Hämeenlinnassa, silta ylittää Helsinki-Tampere moottoritien. Sillan kannella on yksi ajokaista molempiin ajosuuntiin ja sillan reunoilla korotetut kevyen liikenteen kaistat. Sillan kansilaatan poikittainen kallistus on harjakalteva 0,020 ja ulokkeiden 0,020 laskien ajoradan ja jalkakäytävien taitetta kohti. Sillan pituussuunnassa pystygeometria on ympyrän kaari $S = 1000$ m.

Silta on perustettu paaluilla. Sillan maatuot ovat teräsbetoniset ja niiden siipimuurit ovat ylittävän kadun suuntaiset. Maatuilla on teräslaakerit. Välituen pilarit liittyvät jäykästi kansilaattaan.

Pintarakenne koostuu ajoradan kohdalla bitumista ja asfalttibetonista/valuasfaltista. Pintakeroksena ajoradalla on 155-175 mm paksu asfalttibetoni. Kevyen liikenteen väylän kohdalla pintarakennetta ei ole tutkittu erikoistarkastuksessa. Kaidetyyppi on korkea, harva sillankaide varustettuna korkealla suojaverkolla.

Sillan tietoja ei ole Väyläviraston Taitorakennerekisterissä. Kohteesta oli käytettävissä alkuperäiset suunnitelmat, vuodelta 1963. Erikoistarkastusraportin mukaan sillalle tehtyjä korjaustoimenpiteitä ovat mm. pintarakenteiden uusiminen, reunapalkkien uusiminen, maatuen 3 korjaaminen, kaiteen uusiminen.

1.3 Johdot ja kaapelit

Urakoitsijan on selvitettävä ennen rakennustöiden aloittamista alueella sijaitsevat johdot ja kaapelit sekä sovittava niiden käsittelystä työn aikana kaapelin omistajan ja rakennuttajan kanssa.

Sillan etelänpuoleiseen reunapalkkiin on kiinnitetty telematiikkamasto. Kannen alapinnassa on 9 kpl pinta-asennettuja valaisimia.

1.4 Liikennejärjestelyt ja työturvallisuus

1.4.1 Liikennejärjestelyt

Sillalla on yksi ajokaista molempiin ajosuuntiin ja kevyen liikenteen väylä sillan molemmilla reunoilla. Sillan hyödyllinen leveys on 14,10 m ja korjaustyön jälkeen hyödyllinen leveys on 14,20 m.

Työnaikaisista liikennejärjestelyistä on laadittu tilaajan toimesta liikenteenohjaussuunnitelma. Työ tulee tehdä suunnitelmassa esitettyjen periaatteiden mukaisesti. Jos suunnitelmaan tehdään muutoksia, tulee suunnitelmat hyväksyttävä yläpuolisten liikennejärjestelyiden osalta tilaajalla ja alapuolisten liikennejärjestelyiden osalta Uudenmaan ELY-keskuksessa kaksi (2) viikkoa ennen töiden ja erillisten liikenteellisesti merkittävien työvaiheiden aloittamista. Työ tehdään vaiheittain siten, että sillan ylittävä katu on liikenteellä koko työn ajan.

Suunnitteluvaiheessa yläpuoliset työt on suunniteltu tehtäväksi vaiheittain siten, että työn aikana sillan toisella reunalla on aina väylä jalankulkijoiden ja pyöräilijöiden käytettävissä. Jkpp-väylä on kaksisuuntainen. Lukiokatu suljetaan korjaustyön ajaksi moottoriajoneuvoliikenteeltä välillä Eureninkatu–Kaivokatu. Silta sijaitsee kahden liikennevaloliittymän välissä. Katuosuuden sulkemisen ja turvallisen työmaaliikenteen varmistamisen vuoksi on huomioitava ja tarpeen vaatiessa muutettava esimerkiksi opastimien vaiheistusta työn aikana. Työjärjestelyissä tulee huomioida lisäksi mm. kermieristyksen ja asfalttikerrosten limitysjärjestys. Sulku- ja varoituslaitteiden toimintaympäristöluokka on yläpuolisissa töissä S2. Työssä on

kyse vakavasta vaarasta, jonka kesto on yli 30 päivää, jolloin suojaus- ja kaideluokka on K2 (ei joustovaraa). Nykyinen nopeusrajoitus tiputetaan työnaikaiseen pistekohtaiseen nopeusrajoitukseen, joka on 30 km/h.

Sillan alittava väylä on Helsinki–Tampere moottoritie, joka pidetään liikenteellä koko työn ajan niin, että sillan kohdalla on käytössä molempiin suuntiin yksi, vähintään 4,1 m leveä kaista. Sillan alapuolella ja reunoilla tehtävien työvaiheiden aikana tulee huomioida alittava liikenne. Tarvittavat muotit ja telineet tulee toteuttaa siten, etteivät ne häiritse tai estä alittavan väylän käyttöä. Alikulkukorkeutta ei saa pienentää työnaikaisesti alueilla, joissa on alittavaa liikennettä. Sulku- ja varoituslaitteiden toimintaympäristöluokka on alapuolisissa töissä S3. Työssä on kyse vakavasta vaarasta, jonka kesto on yli 30 päivää, jolloin suojaus- ja kaideluokka on K2 (ei joustovaraa). Nykyinen nopeusrajoitus tiputetaan työnaikaiseen pistekohtaiseen nopeusrajoitukseen, joka on 50 km/h.

Varsinaisten kaiteiden ollessa poistettuna korjaustyön aikana on sillalle aina rakennettava väliaikaiset kaiteet, jotka on mitoitettava Väyläviraston ohjeiden mukaan. Uusien sillankaiteiden juurivalut on oltava valettuna ennen kuin kaide voidaan katsoa törmäysturvalliseksi ja työnaikaisia suojuuksia voidaan keventää.

Työnaikaisen liikenteenohjauksen kanssa ristiriidassa olevat nykyiset tiemerkinnyt poistetaan sekä nykyiset liikenne- ja opastusmerkit puretaan tai peitetään.

Työmaan merkinnöissä ja suojaamisessa tulee noudattaa Väyläviraston ohjetta Sulku- ja varoituslaitteet – Laatuvaatimukset ja käyttö, Väyläviraston ohje 2/2018.

Töiden turvallisuuskäytäntöjen yleisohjeena noudatetaan ohjetta Liikenne tietyömaalla – Yleiset käytännöt ja turvallisuusvaatimukset, Väyläviraston ohjeita 2/2015.

Kaikilla tietyömaalla työskentelevillä henkilöillä on oltava työtehtäviensä edellyttämät Tieturvapätevydet.

1.4.2 Suojaustoimenpiteet

Alittavan väylän kohdalle tulee tehdä suojaukset purku-, raudoitus- ja valutöiden sekä ruisku- betonoinnin ajaksi.

Alittaville väylille ei saa missään tilanteessa tippua vettä tai pudota purkujätettä tai muuta materiaalia.

1.4.3 Yleiset työturvallisuusvaatimukset

Terveydelle tai ympäristölle haitallisten aineiden pitoisuudet on huomioitava purkutyössä ja purkujätteen jatkokäsittelyssä työterveysviranomaisten sekä Kanta-Hämeen ELY-keskuksen ympäristö- ja luonnonvara -yksikön ohjeiden mukaisesti.

Vedeneristeen PAH-pitoisuus ei ole tutkittu erikoistarkastuksessa, koska alkuperäinen vedeneriste on korvattu mastiksieristeellä. Päälysrakenteen purkujäte voidaan hävittää normaalin rakennusjätteen tavoin.

Urakoitsijan on laadittava VNA 205/2009 10 §:n mukainen työkohtainen turvallisuussuunnitelma ja 11 §:n mukainen rakennustyömaa-alueen käytön suunnitelma tilaajan tarkastettavaksi ennen korjaustöihin ryhtymistä.

Kansilaatan yläpinnan korjaustyöt ja vedeneristystyöt suoritetaan sääsuojassa. Sääsuojan ja telineiden rakentamisesta laaditaan sääsuoja- ja telinesuunnitelma. Sääsuojan rakentamisessa noudatetaan Väyläviraston ohjetta - Sääsuojien käytön turvallisuusohje.

1.5 Työsuunnitelmat

Seuraavista töistä tulee urakoitsijan laatia suunnitelma, joka on hyväksyttävä tilaajalla:

- turvallisuussuunnitelma
- työnaikaisen liikenteenohjauksen suunnitelma, jos muutetaan tilaajan laatimaa liikenteenohjaussuunnitelmaa
- teline- ja muottisuunnitelmat, sis. sääsuojan
- reunapalkin sekä kaiteiden purkusuunnitelma
- kansilaatan yläpinnan ja pintarakenteiden pinnan muotoilu
- kansilaatan alapinnan korjaussuunnitelma
- maa- ja välitukien korjaussuunnitelmat

Seuraavista työvaiheista tehdään työsuunnitelma ennen kyseisen työvaiheen aloittamista:

- kansilaatan yläpinnan kunnostaminen, siis:
 - yläpinnan purkaminen
 - muotoiluvalu
 - mittaukset/vaaitukset
- betonirakenteiden purkaminen
- tartuntaterästen ankkurointi
- raudoitustyöt
- betonointityöt
- halkeamien injektointi
- ruiskubetonointi
- betonin paikkaustyöt
- betonipinnan kemiallinen puhdistus
- betonipinnan impregnointi
- betonipinnan pinnoitus
- kaiteen uusiminen
- tippuputkien teko
- kannen salaojan teko
- vedeneristyksen uusiminen
- asfalttipäällysteen uusiminen
- massaliikuntasaumalaitteiden teko
- päällysteen saumojen teko

2 TEHTÄVIEN TYÖVAIHEIDEN ESITTELY

2.1 Sillalle tehdyt tarkastukset

Sito Rakennuttajat Oy on tehnyt sillasta erikoistarkastuksen 7.12.2016, jonka perusteella on laadittu erikoistarkastusraportti. Tässä esitetyt korjaustoimenpiteet perustuvat em. raporttiin.

Sillan länsipäässä, Lukiokadun ja Eureninkadun risteyksessä olevalle tukimuurille tehtiin visuaalinen tarkastus, jonka perusteella tukimuurille määritettiin korjaustoimenpiteet.

Erikoistarkastuksen perusteella **merkittävimmät vauriot ja ongelmat** sillalla ovat:

- Maatuen 1 etu- ja siipimuureissa on hieman pitkälle edennyt, paikallinen rapautumavaurio.
- Välituilla on kriittisiä kloridipitoisuuksia ja alkava rapautumaa. Lisäksi pinnoitus on hilseilyt.
- Reunapalkeissa on yksittäisiä pystyhalkeamia.
- Kansilaatan ala- ja sivupinnassa on paikallisia korroosiovaurioita ja halkeilua. Pinnoitteen hilseily.
- Kannen yläpinnan vetolujuus on heikohko.
- Tippuputket ovat lyhyet. ruostetta ja tukoksia esiintyy.

Erikoistarkastuksen perusteella **muita vaurioita ja ongelmia** ovat:

- Päälysteessä on paikallisia verkkohalkeilleita alueita.
- Kannessa on halkeilua.
- sillan idänpuoleisella tulopenkereellä on pieni notkelma.
- Sillan kaidepylväiden juurissa ja johteissa on aurasikaluston aiheuttamia jälkiä
- Siltapaikalla on töherryksiä.
- Kannen kulmauksissa ei ole törmäyssuojia ajoratojen kohdalla.
- Sillan kaiteiden päissä ei ole viisteitä.
- Tiekaiteen johteessa on epäjatkuvuskohta ukkopylvään kohdalla.
- Tiekaiteet ovat nykyvaatimuksia (700 mm) matalampia.

2.2 Korjaustoimenpiteet

Tehtävät korjaustoimenpiteet sillassa ovat seuraavat:

1. Pintarakenteet uusitaan.
2. Kannen yläpinta vesipiikataan ja tehdään muotoiluvalu.
3. Kannen ala- ja sivupinta suihkupuuhdistetaan ja pinnoitetaan, paikalliset vauriot ja halkeamat korjataan ennen pinnoittamista.
4. Reunapalkit korotetaan ja niiden liikuntasaumut uusitaan.
5. Kaiteet uusitaan ja liitetään tiekaiteisiin.
6. Maatukien alaosat ja siipimuurit piikataan ja ruiskubetonoidaan. Maatukien etu- ja siipimuurit pinnoitetaan.
7. Pilareiden vauriot korjataan ja pilarit mantteloidaan haponkestävällä teräskuorella.

8. Tippuputket ja kannen putkisalaojat uusitaan.
9. Tiekaiteet uusitaan ja palteet poistetaan.
10. Keilat nurmetetaan korjauksen jälkeen ja luiskat siistitetään.
11. Rullalaakereiden kunto tarkastetaan ja laakerit huoltokäsitellään.
12. Sillan päihin tehdään päällysteen kumibitumiliikuntasauama ajoradalla ja massaliikuntasauama kevyenliikenteen väylillä.
13. Kannen päädyt piikataan ja jänneankkureiden kunto tutkitaan
14. Ajoratojen tulopuolille kannen alakulmiin asennetaan kolhaisusuojat.
15. Valaisimet uusitaan ledvaloina.
16. Maatukien etu- ja siipimuurien näkyviin jäävät pinnat suojataan töherryssuojauksella.
17. Tulopenkereiden päällyste uusitaan 20 metrin matkalla sillan molemmissa päissä.
18. Pohjoispuoleisen (keskustan puolella) keilaan tehdään kenttäkiviverhous ja keilan alareuna tuetaan kivikoreilla.

Tehtävät korjaustoimenpiteet tukimuurissa ovat seuraavat:

1. Muurin ylimmäinen korotusvalu puretaan ja tilalle rakennetaan uusi reunapalkki.
2. Vanha kaide poistetaan ja tilalle asennetaan uusi H2-luokan kaide.
3. Muurin talon puoleinen, näkyvä pinta suihkupuhdistetaan ja ruiskubetonoidaan.
4. Tukimuurin suurien halkeamien kohdalle tehdään liikuntasauama elastisella saumaussauamalla.
5. Lukiokadun pohjoispuolella oleva kaide poistetaan ja tilalle asennetaan H2-luokan kaide.
6. Eureninkadun puolella tukimuurin ja kevyen liikenteen väylän väliin tehdään nurmiverhous.

3 BETONIRAKENTEET

3.1 Betonirakenteiden purkutyöt

Rakenteet puretaan suunnitelmapiirustuksissa esitetyn laajuuden mukaisesti.

Purkutyötä varten on tehtävä työsuunnitelma sekä purkamisen vaatimat telinesuunnitelmat. Kyseiset suunnitelmat tulee hyväksyttävä rakennuttajalla ennen purkutöiden aloittamista. Purkutöissä on otettava huomioon purkujätteen talteenotto, erityisesti on otettava huomioon, että sillan alittavalle väylälle ei saa pudota missään vaiheessa purkujätettä. Vesipiikkauksessa käytettävä vesi on kerättävä / johdettava siten, että tippuva vesi ei aiheuta vaaraa alittavalle ajoradalle. Purku- ja telinesuunnitelmissa on otettava huomioon, että sillan alikulkukorkeutta ei saa pienentää alittavan väylän kohdalla työn aikana ilman rakennuttajan ja Väyläviraston lupaa. Purkujäte on kerättävä hyötykäyttöön tai vietävä kaatopaikalle, purkujätettä ei saa jättää maastoon.

Reunapalkit, kansilaatan yläpinta, kansilaatan päät, reunaulokkeiden alapinta liikuntasauaman vierestä ja pilareiden piikkaus tehdään vesipiikkaamalla. Maatukien kloridipitoiset ja rapautuneet alueet piikataan kevyellä kalustolla. Muut maatukien ja kansilaatan pinnat suihkupuhdistetaan hiekkapuhaltamalla SILKO-ohjeen 1.203 mukaisesti. Suihkupuhdistuksen tulee vastata SIL-KO-ohjeen 1.203 kappaleessa 11 esitettyä normaalia (kuva 45) suihkupuhdistettua pintaa. Myös välitukien pilarit puretaan.

Piikkaustöissä on huomioitava, että:

- Purkamisessa ei saa käyttää menetelmiä (liian järeitä), joilla saatetaan vaurioittaa säilytettäväksi tarkoitettuja rakenteita.
- Reunapalkin näkyviin jäävän työsauman kohdalla maatuen sekä kannen reunaulokkeen alapinnassa purettava pinta rajataan suoraviivaiseksi timanttisahauskella vähintään 20 mm syvyyteen. Näkyviin jäävän pinnan tulee olla mahdollisimman siisti. Sahauskella ei saa vaurioittaa nykyistä raudoitusta.
- Pilareissa piikkaus ei saa ulottua hakaterästen pintaa syvemmälle.
- Reunaulokkeiden alapinnan purkutyön aikana ei reunaulokkeen päällä saa olla liikennettä tai varastoitua tavaraa.
- tartuntapinnan tulee olla rosoinen ja karkea, eikä siinä saa olla tartuntaa heikentävää irtoainesta tai likaa
- raudoitustangot eivät saa olla ruosteessa. Raudoituksen pinnalla sallitaan ohut, uudisrakentamista vastaava pintaruostekerros
- Säilytettäväksi tarkoitettua raudoitusta ei saa vaurioittaa. Mikäli suunnitelmapiirustuksissa säilytettäväksi osoitetut vanhat teräkset vahingoittuvat, ne korvataan vanhaan rakenteeseen ankkuroitavilla harjaterästangoilla B500B (tai vaihtoehtoisesti A500HW). Jos säilytettävien terästen pinta-ala on pienentynyt yli 30 %, ne uusitaan SILKO-ohjeen 2.262 mukaisesti.
- Alusrakenteiden raja-arvot ylittävä kloridipitoinen ja rapautunut betoni tulee poistaa, purettavaa aluetta laajennetaan tarvittaessa. Rakenteeseen jäävän betonin sallittu kloridipitoisuus betonin painosta on 0,07 %, terästen tasolla 0,02 %. Mikäli kloridipitoisuus on betoniterästen tasossa yli 0,02 % betonin painosta, tutkitaan terästen korroosioaste piikkaamalla esiin näytteenottokohdan lähin teräs n. 100 mm matkalta
- Kansilaatan päät ja reunaulokkeiden alapinnat liikuntasauman vieressä piikataan tehtyjen kloridipitoisuuskokeiden perusteella. Kloridipitoinen alue on lähtökohtaisesti esitetty suunnitelmapiirustuksissa.
- Kansilaatan päistä ja ulokkeiden alapinnasta otetaan valvojan osoittamista kohdista 1 kpl kloridinäytteitä / kansilaatan pää ja reunauloke (1 kpl / kansilaatan pää, 1 kpl / kannen reunauloke ja 1 kpl / maatuen reunauloke, yhteensä 12 kpl) riittävän piikkaussyvyyden varmistamiseksi. Kloridinäytteet otetaan syvyydeltä 0...20 mm piikkauksen jälkeen piikausta pinnasta.
- Kloridipitoisen alueen raja-alueen varmistetaan jokaisesta kansilaatan päästä ja reunaulokkeen alapinnasta ottamalla 2 kohdasta esitetyn alueen ulkopuolelta kloridinäytteitä betonipinnasta. Näytteet otetaan 0...20 mm ja 20...40 mm syvyyksiltä (yhteensä 48 kpl). Kaikki kloridipitoisuuden raja-arvon ylittävä betoni tulee poistaa, purettavaa aluetta laajennetaan tarvittaessa.
- Kansilaatan päistä ja ulokkeiden alapinnasta otetaan valvojan osoittamista kohdista 3 kpl vetolujuusnäytteitä (1 kpl / kansilaatan pää, 1 kpl / kannen reunauloke ja 1 kpl / maatuen reunauloke, yhteensä 12 kpl) riittävän piikkaussyvyyden varmistamiseksi.
- Vesipiikkaamalla tehty purkupinta huuhdellaan vedellä ja mekaanisesti piikkaamalla tehty purkupinta puhdistetaan suihkupuhdistamalla.
- Piikkauksen jälkeen maatuken etu- ja siipimuurien betonipinnoista otetaan 6 kpl kloridinäytteitä (2 kpl etumuri ja 2 kpl / siipimuri) / tuki (yht. 12 kpl) 0...20 mm syvyydeltä riittävän piikkaussyvyyden ja laajuuden varmistamiseksi. Paikkausalustan sallittu kloridipitoisuus on 0,02 % betonin painosta.
- Piikkauksen jälkeen etu- ja siipimuurien pinnasta otetaan vetolujuuskokeita 3 kpl / tuki (yhteensä 6 kpl) riittävän piikkaussyvyyden ja laajuuden varmistamiseksi.

Kloridipitoisuuden määrittäminen tehdään 16 mm terällä tehdystä porareikästä kerättävästä porajauheesta, porajauhe kerätään talteen mahdollisimman tarkasti. Porajauheesta määritetään betonin kloridipitoisuus happoliukoisena paino- % betonin painosta standardin SFS-EN 14629 mukaisesti.

Vetolujuuskokeet tehdään vetolujuusmittarilla vetämällä tai poratusta lieriöstä laboratorioissa tehdyllä vetokokeella. Molemmissa tapauksissa porataan 50 mm lieriöporalla vähintään 50 mm (poralieriön pituus \geq 50 mm) syvyyteen betonin pinnasta. Lieriö irrotetaan ja tehdään sille vetolujuuskoe laboratorioissa tai tehdään vetolujuuskoe vetolujuusmittarilla työmaalla. Vetolujuuskoe on suositeltavaa tehdä laboratorioissa, tulosten luotettavuuden lisäämiseksi.

Alustalta vaadittava vetolujuus on $1,5 \text{ N/mm}^2$. Mikäli arvo alittuu, poistetaan pintabetonia murto-kohtaan saakka ja uusitaan koe. Jos murto tapahtuu terästä tai suurta ($> 25 \text{ mm}$) kiviainesraetta pitkin, vaadittu vetolujuus on $1,0 \text{ N/mm}^2$. Jos em. arvo alittuu, koe uusitaan kohdasta, jossa ei ole teräksiä tai suuria kiviainesrakeita.

Mikäli päällysrakenteessa havaitaan purkamisen yhteydessä pitkälle edennyttä pakkasrapautumaa suunnitellun purkurajan kohdalla, on otettava yhteyttä suunnittelijaan. Erikoistarkastuksessa ei havaittu pitkälle edennyttä pakkasrapautumaa suunnitelmissa säilytettäväksi esitetyn rakenteen osalta.

Suunnittelun lähtökohtana on ollut, että kannelle tehdään muotoiluvalu, joka tulee 10 mm nykyisen pinnan yläpuolelle. Kannen pintarakenteet tulee purkaa ja muotoiluvalun tarve tarkastaa (tutkimustulokset analysoitu ja katselmus tehty) ennen reunapalkkien korotuksen tekemistä. Muotoiluvalun paksuus tulee ottaa huomioon uuden reunapalkkien korotuksen sijoittumisessa.

3.2 Reunapalkkien korottaminen

3.2.1 Yleistä

Sillan reunapalkit korotetaan sekä kansilaatan että maatumien osalta.

Nykyisiä kannen ja reunapalkin teräksiä ei saa vaurioittaa purkutöiden yhteydessä tai taivuttaa muottitöiden yhteydessä.

Reunapalkkien korotustyön aikana tulee erityisesti ottaa huomioon, ettei alittavalle ajoradalle putoa mitään materiaalia työn aikana. Sillan alikulkukorkeutta ei saa pienentää alittavan väylän kohdalta työn aikana ilman rakennuttajan ja Väyläviraston lupaa.

3.2.2 Purkutyöt

Reunapalkeista puretaan ylä- ja sivupinnasta suunnitelmapiiirustuksissa esitetyn laajuuden mukaisesti.

Ennen kaiteen purkamista on ajoradalle asennettava Liikenne tietyömaalla, sulkua- ja varoituslaitteet Laatuvaatimukset ja käyttö, Väyläviraston ohjeita 2/2018, mukainen kaiderakenne, joka estää liikenteen pääsyn sillan korjattavalle osuudelle.

Reunapalkkien ylä- ja sivupinnat sekä kloridipitoiset ja rapautuneet alueet piikataan vesipiikkaamalla. Muut reunapalkkien pinnat puhdistetaan ultrakorkeapainepesulla (n. 2000 bar).

Piikkaustöissä on huomioitava, että:

- reunapalkin näkyviin jäävän työsauman kohdalla purettava pinta rajataan suoraviivaiseksi timanttisahauskella vähintään 20 mm syvyyteen. Näkyviin jäävän pinnan tulee olla mahdollisimman siisti. Sahauskella ei saa vaurioittaa nykyistä raudoitusta.
- pituussuuntaisten raudoitustankojen ollessa piikkauksen rajapinnassa jatketaan piikkausta vähintään tangon halkaisijan verran sen taakse, kuitenkin vähintään 20 mm tangon taakse.
- tartuntapinnan tulee olla rosoinen ja karkea, eikä siinä saa olla tartuntaa heikentävää irtoainesta tai likaa
- Paljastuneita säilytettäväksi tarkoitettuja teräksiä ei saa vaurioittaa

Mikäli rakenteessa havaitaan purkamisen yhteydessä pitkälle edennyttä pakkasrapautumaa, jatketaan purkua rapautuneen rakenteen puolelle. Erikoistarkastuksessa ei havaittu pitkälle edennyttä pakkasrapautumaa suunnitelmissa säilytettäväksi esitetyn rakenteen osalta.

Kannen pintarakenteet tulee purkaa ja muotoiluvalun yläpinnan korkoasema merkitä ennen reunapalkkien korokkeen tekemistä. Näin voidaan muotoiluvalun paksuus ottaa huomioon uuden reunapalkin mitoissa ja raudoituksessa. Suunnittelun lähtökohtana on ollut, että kannelle tehdään muotoiluvalu, joka tulee 10 mm nykyisen pinnan yläpuolelle.

3.2.3 Telineet ja muotit

Reunapalkkien valun edellyttämistä telineistä ja muoteista on laadittava erillinen teline- ja muottisuunnitelma, joka tulee hyväksyttävä rakennuttajalla ennen telinetöiden aloittamista. Urakoitsijan tulee hyväksyttävä teline- ja muottisuunnitelma tilaajalla ennen telinetöiden aloittamista.

Käytettävien muottien tulee olla tiiviit. Kaikkien pintojen ja kulmien on oltava täysin suoria ja sileitä. Muotit on tuettava niin, ettei valun aikana pääse syntymään painumia tai siirtymiä.

Valumuotit tehdään mitallistetusta laudasta sillansuuntaisesti. Näkyviin jäävissä nurkissa käytetään 20 x 20 mm kolmiorimaa, ellei toisin mainita. Alittavien väylien kohdalle asennetaan valumuotin alle esim. muovikalvo, joka estää mahdollisesti muottilaudoituksen välistä tippuvan veden valumisen alittavalle väylälle. Muovikalvon päälle tuleva vesi ohjataan hallitusti väylien ulkopuolelle.

3.2.4 Raudoitustyöt

Raudoitus tehdään rakennepiirustusten mukaisesti ja sidotaan niin, että se pysyy paikallaan valun aikana. Terästen tulee olla puhtaita (rasvattomia, maalittomia, ruosteettomia ja hilseettömiä). Teräslaadut ilmenevät piirustuksista.

Muotoiluvalun vaikutus reunapalkin korkeusasemaan huomioidaan (tarvittaessa) muuttamalla rakennepiirustuksissa esitettyjä mittoja.

Teräkset tuetaan riittävän tukevalla välikkeillä. Teräksien ja muottipinnan väliin on asennettava asianmukaiset välikkeet.

Yksittäiset vaurioituneet teräkset tulee korvata vanhaan rakenteeseen ankkuroitavalla uudella vastaavalla harjaterästangolla.

Uudet ankkurointiteräkset sekä kaidepylväiden ajoradan puolella olevat pultit kiinnitetään nykyiseen betoniin kemiallisilla ankkureilla Hilti HIT-HY 200 A, tai muu vastaava tuote. Työ tehdään valmistajan antamia ohjeita noudattaen. Muuta tuotetta käytettäessä ankkurien reunaetäisyydet, keskiövälit ja kapasiteetit tulee tarkastaa. Ankkurointiterästen kiinnityksestä laaditaan työsuunnitelma.

Ankkurointiteräksistä tehdään vetokokeita seuraavasti:

- koestetaan vähintään 3 T8 ankkuria / reuna, yhteensä 6 vetokoetta
- harjateräsankkureiden T8 mm on kestettävä 12 kN vetovoima
- koestusta ei jatketa murtoon asti, vaan se voidaan lopettaa, kun vaadittu raja-arvo saavutetaan

Laadunvarmistusta varten voidaan lisätä erillisiä, ylimääräisiä tartuntoja, jotka laadunmittauksen jälkeen katkaistaan tai käännetään siten, että betonipeitevaatimus täyttyy.

Raja-arvot alittaneet ankkurit uusitaan ja koestetaan uudestaan. Vaikka esitetyt raja-arvot ankkureiden koestuksessa ylitetään, tulee ankkurointi tehdä suunnitelmassa esitettyyn syvyyteen. Hyväksytyjen koestusten jälkeen siirrytään työtapatarkkailuun. Kaikki ankkurit tarkastetaan iskemällä vasaralla kevyesti tangon päähän SILKO-ohjeen 2.261 mukaisesti. Korkea ja terävä ääni on merkki ankkuroinnin onnistumisesta. Huonosti tarttuneet ankkurit uusitaan.

Raudoituksen betonipeitevaatimuksen täyttymiseen tulee kiinnittää erityistä huomiota. Terästen etäisyys muottipinnasta tarkastetaan ennen valua. Raudoitusten betonipeitteet mitataan valmiista rakenteesta.

3.2.5 Betonointityöt

Ajoneuvoliikenteellä olevalta osuudelta tulee tasoittaa kuopat ja sillan päätyjen kohdat ennen valuja tärinän vähentämiseksi sekä suorittaa värähtelynopeuden mittausta SILKO 2.240 mukaisesti pintarakenteiden poiston jälkeen. Tärinämittausten jälkeen otetaan yhteyttä rakennuttajaan ja päätetään jatkotoimenpiteistä.

Piikatut betonipinnat sekä muotit kastellaan hyvin vuorokausi ennen betonointia ja suojataan sateelta ja auringonpaisteelta. Betonoinnin alkaessa betonipintojen tulee olla kosteita, mutta ne eivät saa olla märkiä (kiiltäviä).

Reunapalkeissa käytettävä betoniluokka on C35/45-3 ja pakkasenkestävyys P50.

Betoneille tehdään betoninormien ja InfraRYL 42020 mukaiset ennakkokokeet. Lisäksi noudatetaan Väyläviraston päätöstä Taitorakenteiden tehostetut betonin laadunvarmistustoimenpiteet.

Tarkemmat ohjeet betonoinnista ja jälkihoidosta on annettu InfraRYL:ssä. Välittömästi valun jälkeen valupinnalle levitetään muovikalvo tai varhaisvaiheen jälkihoitoaine. Pinnan hiertämisen jälkeen heti, kun pinta kestää vettä, se kastellaan sumuttamalla tai ruiskutetaan varsinaisen jälkihoitoaine ja suojataan uudestaan tiiviillä peitteellä. Jälkihoito tehdään vesikasteluna 1-2 viikon ajan.

3.2.6 Reunapalkin liikuntasaumat

Kannen ja maatumien väliset reunapalkin saumat tiivistetään elastisella saumamassalla SILKO-ohjeen 2.731 mukaisesti. Sauman yläosa tiivistetään suunnitelmapiiirustuksissa esitetyksi ja SILKO-ohjeen 2.731 mukaisesti. Käytettävä saumamassatyyppi on tyyppi 1, ”kylmänä levitettävät (elastiset) saumaussmassat” (SILKO-ohje 3.731, kuva 1).

3.3 Paikkauskorjaukset

3.3.1 Yleistä

Kansilaatan alapinnan ja pilareiden mantteloinnin yläpuolelle jäävien osien paikalliset kolot, valuviat, rapautumat ja ruosteisten terästen kohdat korjataan valumattomalla paikkauslaastilla kohdan ”Paikkaus ilman muotteja” mukaisesti. Korjaustöissä noudatetaan SILKO-ohjetta 2.231.

Pilarit korjataan korjausbetonilla kohdan ”Paikkaus mantteloinnilla” mukaisesti.

Etu- ja siipimuurit ruiskubetonoidaan kohdan ”Ruiskubetonointi” mukaisesti.

Etu- ja siipimuurit, kansilaatan ala- ja sivupinnat, ulokkeet sekä reunapalkkien nykyiset pinnat pinnoitetaan kohdan ”Betonipintojen pinnoitus” mukaisesti.

Korjaustöiden yhteydessä rakenteellista raudoitusta ei saa vahingoittaa. Ruosteiset työteräkset ja naulat poistetaan.

Purkutöissä ei saa käyttää sellaisia menetelmiä, joilla voidaan aiheuttaa rakenteeseen lisävaurioita (esim. pulverointilaitteet, järeät piikkaurobotit). Purkujäte on kerättävä hyötykäyttöön tai vietävä kaatopaikalle, jätettä ei saa jättää maastoon. Erityistä huomiota tulee kiinnittää sillan alittavaan väylään, jolle purkujätettä ei saa tiputtaa.

3.3.2 Paikkaus ilman muotteja

Paikkaukset tehdään seuraavien työvaiheiden mukaan:

- paikattava kohta rajataan suoraviivaisesti timanttilaikalla ennen piikkauksen aloittamista, ulokkeiden kohdalla rajauksen saa ulottaa maksimissaan 15 mm syvyyteen
- näkyvissä olevat muottisiteiden teräkset piikataan 30 mm:n syvyyteen betonin pinnasta ja katkaistaan
- yksittäisten betonin lohkeamien ja rapautuneen betonin kohdalla piikataan pois vaurioitunut betoni siten, että vastaan tulee ehjä betoni ja paikkauslaastin vaatima vähimmäiskerospaksuus täyttyy. Mikäli piikkauksen yhteydessä paljastuu teräksiä, menettellään seuraavan kohdan mukaisesti
- piikataan näkyvissä olevat teräkset esille siten, että ruosteetonta terästä on näkyvissä 100 mm (raudoitustankojen pinnalla sallitaan ohut, uudisrakentamista vastaava pintaruoste). Piikkaus ulotetaan raudoitustangon halkaisijan verran tai vähintään 20 mm teräksen taakse, piikatun pinnan on oltava rosainen ja karkea, työteräkset voidaan poistaa
- paljastuneet teräkset suihkupuhdistetaan vähintään puhdistusasteeseen Sa2 tai puhdistetaan mekaanisesti ruosteesta vähintään puhdistusasteeseen St2.

- piikattu pinta ja teräkset pestään painepesulla siten, että pinta on puhdas ja pölytön eikä siinä ole tartuntaa heikentäviä aineita
- puhdistetut teräkset suojataan heti puhdistuksen jälkeen ympäriinsä StoCrete TH P – korroosionsuoja-aineella. Aine levitetään kahteen kertaan. Odotusaika kerrosten välissä on 4-6 tuntia olosuhteitten mukaan
- paikkausta edeltävänä päivänä korjattava betonipinta kastellaan huolellisesti. Paikkaus-työtä aloitettaessa betonipinnan tulee olla kostea, mutta vapaa irtovedestä
- levitetään tartuntalaasti StoCrete TH P tukevalla siveltimellä voimakkaasti harjaten. Kaikkien onkaloiden täytyminen on varmistettava
- paikkaus-/täyttökerros tehdään tartuntalaastin päälle StoCrete TG3 paikkauslaastilla ns. märkää-märälle menetelmällä
- työssä noudatetaan valmistajan antamia ohjeita sekä SILKO-ohjetta 2.231
- jälkihoito tehdään tuotekohtaisten vaatimusten mukaan.

Paikkausten kiinnitys alustaansa varmistetaan jokaisesta paikkauskohdasta koputtelemalla. Paikkaus on uusittava, jos iskuääni on kopo. Jos paikkauksen pinta-ala on yli 0,25 m² joka viidennestä paikkauksesta tehdään tartuntavetokoe, jonka tartuntalujuus on oltava vähintään 1,5 N/mm².

Betonin paikkaus (pois lukien ruiskubetonoitavat pinnat) hierretään laudoituksen suunnassa siten, että paikattava kohta erottuu ulkonäöllisesti mahdollisimman vähän muusta betonipinnasta.

Paikkaustyö voidaan tehdä myös muiden valmistajien vastaavilla SILKO-hyväksytyillä tuotteilla. Kaikkien käytettävien tuotteiden tulee olla samaan tuoteperheeseen kuuluvia.

3.3.3 Paikkaus muottien avulla

3.3.3.1 Yleistä

Sillan kannen päädyt piikataan ja paikataan muottien avulla suunnitelmapiirustuksissa esitetyt. Korjaustyössä noudatetaan SILKO-ohjetta 2.232.

3.3.3.2 Purkutytöt ja alustan esikäsitteleminen

Purkutöistä laaditaan suunnitelma, joka hyväksytetään rakennuttajalla. Purkujäte on kerättävä hyötykäyttöön tai vietävä kaatopaikalle, jätettä ei saa jättää maastoon.

Purkutöissä ei saa käyttää sellaisia menetelmiä, joilla voidaan aiheuttaa rakenteeseen lisävaurioita. Purkaminen tehdään vesipiikkaamalla. Muita purkutapoja ei saa käyttää ilman rakennuttajan suostumusta.

Nykyiset teräkset säilytetään. Säilytettäväksi tarkoitettua raudoitusta ei saa vaurioittaa. Jos teräkset vaurioituvat purkutöiden yhteydessä tai niiden pinta-ala on pienentynyt yli 25 %, ne uusitaan SILKO-ohjeen 2.262 mukaisesti.

Piikkaustöissä on huomioitava, että:

- Rakenteellista raudoitusta ei saa vahingoittaa
- Piikatun tartuntapinnan on oltava rosoinen ja karkea
- Pinnassa ei saa olla silmin havaittavia epäpuhtauksia

- Raudoitustangot eivät saa olla ruosteessa. Raudoituksen pinnalla sallitaan ohut, uudisrakentamista vastaava pintaruostekerros.
- Valua edeltävänä päivänä korjattava betonipinta ja muotit kastellaan huolellisesti. Paikkaustyötä aloitettaessa betonipinnan tulee olla kostea, mutta se ei saa olla märkä (kiiltävä).

Lisäksi piikkaustöissä on huomioitava seuraavaa:

- Paljastuneet teräkset suihkupuhdistetaan vähintään puhdistusasteeseen Sa2 tai puhdistetaan mekaanisesti ruosteesta vähintään puhdistusasteeseen St2, mikäli ne eivät puhdistu vesipiikkauksen yhteydessä.

3.3.3.3 Telineet ja muotit

Käytettävien telineiden ja muottien tulee täyttää kohdan 3.2.3. mukaiset vaatimukset. Lisäksi muotteja suunniteltaessa tulee huomioida itsetiivistyvän betonin käyttö.

3.3.3.4 Betonointityöt

Betoneille tehdään betoninormien ja InfraRYL 42020 mukaiset ennakkokokeet.

Kannen päädyissä käytettävä betoniluokka on C30/37-3 ja pakkasenkestävyys P30.

Valut tehdään itsetiivistyvällä korjausbetonilla esim. SRL-60/6/RH tai vastaava.

Kannen päätyjen korjausbetonin laatuvaatimukset NCCI 2 ja SILKO-ohjeen 3.211 mukaisesti määriteltynä:

- Rasitusluokka R1
- Lujuusluokka vähintään C30/37
- Toteutusluokka 3
- Pakkas-suolakestävyys +++
- Tartunta ++

Paikkauksen tartunta alustaansa mitataan SILKO-ohjeen mukaisesti koputtelemalla ja tartuntavetokokeilla. Kansilaatan päätypinnasta otetaan vetokokeita 3 kpl. Kovettuneen paikkauksen tartuntalujuuden alustaansa on oltava vähintään 1,5 N/mm².

Kovettuneessa betonipinnassa ei saa olla leveydeltään yli 0,2 mm:n halkeamia eikä valuviikoja tai muita vaurioita.

Jälkihoito tehdään tuotekohtaisten vaatimusten mukaan.

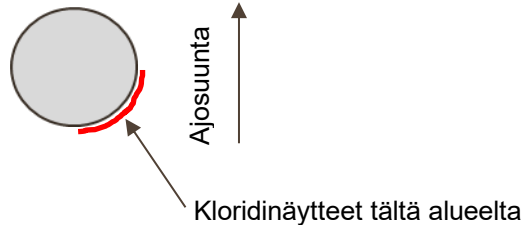
3.3.4 Paikkaus mantteloimalla

3.3.4.1 Yleistä

Pilarien korjaus tehdään valamalla haponkestävän teräsmanttelin sisään.

Ennen korjaustöiden aloittamista mitataan kaikista pilareista kloridipitoisuudet piikkaussyvyyden varmistamiseksi: kaksi (2) näytesarjaa (0...20 mm:n, 20...40 mm:n ja 40...60 mm:n sy-

vyydeltä) / pilari 0,5 m:n ja 2,5 m: korkeudelta (yhteensä 24 kpl kloridinäytteitä). Näytteet otetaan ajosuuntaan katsottuna ensimmäisen ja kolmannen pilarin ajoradan puoleiselta sivulta (kuva alla).



Kloridimittausten jälkeen otetaan yhteys tilaajaan ja suunnittelijaan, jonka jälkeen päätetään korjaustavasta.

Vaihtoehto VE1:

Mikäli raja-arvot ylittäviä kloridipitoisuuksia ei ole, pilarit suihkupuhdistetaan ja mantteloidaan haponkestävällä teräskuorella.

Vaihtoehto VE2:

Mikäli raja-arvot (yli 0,07 paino-%) ylittäviä kloridipitoisuuksia löytyy, kloridipitoinen betoni piikataan pois siten, että raudoituksen ympärille ei jää betonia, jonka kloridipitoisuus on suurempi kuin 0,02 %. Pääsääntöisesti piikkausta ei uloteta hakaterästen pinnan tasoa syvemmälle ilman suunnittelijan lupaa.

Pilareiden korjaukset tehdään vaiheittain, korjaukset tehdään yläpuolisten työvaiheiden (aluiden) kanssa samaan aikaan, jolloin korjattavien pilareiden kohdalla ei ole liikennettä sillalla. Kannella ei myöskään saa olla muuta ylimääräistä kuormaa (esim. raskaita työkoneita tai painavaa varastoitavaa tavaraa).

3.3.4.2 Telineet ja manttelit

Pilarien muotteina käytetään teräsmanttelia, jonka paksuus on 3 mm. Teräslevy valmistetaan austeniittisesta ruostumattomasta haponkestävästä teräksestä EN 1.4401. Teräslevyt taivutetaan muotoonsa ennen asentamista ja levyjen saumat hitsataan siltapaikalla pilarien maatuon puolelle. Hitsausseama työstetään tasaiseksi ja levyt peitataan. Peittauksen pinnanlaatu 2D (SFS-EN 10088-2).

Muotteina käytettävät teräslevyt ovat asennettava siten, että ne pysyvät paikallaan valun aikana, eikä niihin synny taipumia valupaineesta tai tuennasta johtuen. Teräslevyn ja pilarin väli manttelin alapäästä on tiivistettävä valupaineen kestäväksi. Teräslevyn siirtymä suhteessa pilariin saa olla korkeintaan ± 5 mm.

3.3.4.3 Betonointityöt

Välituissa käytettävä betoniluokka on C35/45-3 ja pakkasenkestävyys P50. Valu tehdään itsetiivistävällä korjausbetonilla.

Betoneille tehdään betoninormien ja InfraRYL 42020 mukaiset ennakkokokeet.

Valut suoritetaan SILKO-ohjeen 2.232 mukaisesti. Teräsmanttelin ulkopinta suojataan betonivalun ajaksi.

3.4 Ruiskubetonointi

3.4.1 Yleistä

Etu- ja siipimuurit ruiskubetonoidaan suunnitelmapiiirustuksissa esitetyn laajuuden mukaisesti. Myös kansilaatan päät ja reunaulukkeen alapinnat kannen ja maatuen saumakohdassa korjataan ruiskubetonoinnilla. Ruiskubetonoitavat pinnat huuhdellaan vedellä siten, että pinta on puhdas ja pölytön eikä siinä ole tartuntaa heikentäviä aineita.

Ruiskubetonointi tehdään kuivamenetelmällä kuidutetulla (muovikuidut) ruiskubetonilaastilla (Vetonit RB 50/3K tai vastaava) tai ruiskutettavalla märkäseoslaastilla (esim. StoCrete TS 200 S tai Vetonit Ruiskurep tai vastaava). Märkäseoslaastin etuna on pienempi kaluston tarve.

Ruiskubetoniksi tulee valita nopeasti sitoutuva ruiskubetonimassa, tai ruiskubetonoinnissa on käytettävä kiihdytintä (lyhyet työskentelyvälit junaradalla). Kiihdyttimenä ei saa käyttää alkali-vapaata kiihdytintä (nykyinen rauditus lähellä pintaa). Ennen ruiskubetonointia tehdään koe-ruiskutus (1,5m x 1,5m) etumuurin kohdalla. Koeruiskutuksesta tehdään 2 kpl vetokokeita 24h ruiskutuksen jälkeen. Vetokokeiden keskiarvon tulee olla $\geq 1,5$ MPa, ja yksittäinen vetolujuus ei saa olla $< 1,2$ MPa.

Urakoitsijan on esitettävä rakennuttajalle hyväksyttäväksi kaksi viikkoa ennen töiden aloittamista SILKO-ohjeen 1.232 kohdan 2.5 mukainen työsuunnitelma. Työnjohtajan pätevyysvaatimukset on esitetty SILKO-ohjeessa 1.201 kohdassa 1.6 ja ruiskuttajan pätevyysvaatimukset SILKO-ohjeen 1.232 kohdassa 8.2.

Ruiskubetonin sitoutumisen aikana saa ylittävän liikenteen aiheuttama värähtelyn nopeus olla enintään 20 mm/s ja ajoradan epätasaisuudet on tasoitettava ennen reunaulukkeiden alapinnan ruiskubetonointia. Nopeusrajoitus sillalla saa olla maksimissaan 15 km/h.

3.4.2 Ruiskubetonointi

Ruiskubetonointi tehdään SILKO-ohjeen 2.234, InfraRYL kappaleen 42020.1.3 sekä valmistajan antamien ohjeiden mukaisesti. Käytettävän ruiskubetonin on oltava Väyläviraston käyttöönsä hyväksymä tai on täytettävä standartin SFS-EN 14487-1 ominaisuuksien mukaisen ruiskubetonin vaatimukset.

Ruiskubetonoinnin tulee täyttää seuraavat ohjeelliset laatuvaatimukset:

- lujuusluokan on oltava vähintään C35/45
- pakkasenkestävyysvaatimus P50
- vesisideainesuhteen oltava alle 0,45
- ruiskubetonoinnin laadunvarmistus ja vaatimustenmukaisuus todetaan tarkastusluokan 2 mukaisesti
- ruiskubetonin tartuntalujuus vähintään $1,5$ N/mm²
- ruiskubetonipinnassa ei saa olla silmin havaittavia ($\geq 0,1$ mm) halkeamia vuoden kulluttua

Ruiskubetonoinnissa huomioidaan erityisesti seuraavat seikat:

- Alustan esikäsitteily täyttää esitetty vaatimukset
- Ruiskubetonikerroksen paksuus on vähintään 20 mm. Kerralla ruiskutettavan kerroksen paksuus saa olla korkeintaan 30 mm, paikallisesti kuitenkin 50 mm (esimerkiksi suurien kolojen kohdalla).
- Pintakerros tehdään yhtenäisen värisävyn saavuttamiseksi ajamalla pinta yli yhtäjaksoisesti ruiskuttamalla suuremmalla paineella ja kuivemmalla massalla.
- Pintakerroksen paksuus on 5 mm.
- Ruiskubetonipinnat kaavataan ja hierretään tasaisiksi (teräshierto).
- Olosuhteet merkitään pöytäkirjaan työvuoron alussa ja lopussa sekä vähintään keran työvuoron aikana. Olosuhteiden pitää olla seuraavat:
 - ilman lämpötila +10...20 °C
 - tuulen nopeus alle 5 m/s
 - ilman suhteellinen kosteus 60-90 %
 - pintaan ei saa kohdistua suoraa auringon säteilyä
- Raudoituksen taakse ja kulmiin ei saa jäädä tyhjätiloja eikä hukkaroiskeita.
- Rakenteiden särmät eivät saa pyöristyä, joten ruiskutuksessa on käytettävä apuna muotteja kolmiorimoineen.
- Ruiskutetun pinnan jälkihoito tehdään SILKO-ohjeen 2.234, kohdan 5.7 sekä InfraRYL 2019/1 kohdan 42020.3.4.6 mukaisesti.
- Läheiset rakenteet sekä liikenneväylät on suojattava hukkaroiskeilta.

3.4.3 Ruiskubetonoinnin laadunvarmistus

Ennakkoon varmistetaan tuotekohtaisesti seuraavat asiat:

- Valmiin pinnan arvostelua ja tartunnan varmistamista varten ruiskutetaan työn alussa vertailupinta (vähintään 1 m²), jonka tilaaja hyväksyy.
- Pinnan kovettumisen jälkeen varmistetaan ruiskubetonikerrosten tartunta kauttaaltaan koputtelemalla ja tekemällä tartuntavetokokeet:
 - etumuurit 3 kpl / puoli, yhteensä 6 kpl.
 - siipimuurit 2 kpl / puoli, yhteensä 8 kpl.
- Ruiskubetonoinnin laadunvarmistus ja vaatimustenmukaisuuden osoittaminen tehdään SILKO-ohjeen 2.234 kohdan 6 mukaisesti.

3.5 Halkeamien injektointi

3.5.1 Yleistä

Kansilaatan ala- ja sivupinnan, ulokkeiden, etu- ja siipimuurien, pilareiden ja reunapalkkien halkeamat korjataan injektioimalla. Rakenteellinen halkeama on korjattava epoksilla injektioimalla, kun halkeaman leveys $\geq 0,2$ mm. Injektioivat halkeamat on katselmoitava rakennuttajan kanssa ennen työn aloittamista.

3.5.2 Korjaustyön laatuvaatimukset ja laadunvarmistus

Injektoidun halkeaman täyttöasteen on oltava vähintään 80%, mikä todetaan lieriöporalla otettavan näytteen avulla. Ensimmäinen lieriöporanäyte otetaan ensimmäisestä injektoidusta

halkeamasta. Tämän jälkeen jokaista 10 halkeamametriä kohden tai kun injektointitapa tai halkeamatyyppi vaihtuu, porataan yksi näyte. Näytteitä pitää kuitenkin olla vähintään kolme.

Injektointityö tehdään SILKO-ohjeiden 1.233 ja 2.236 mukaisesti. Lisäksi noudatetaan tuotekohtaisia työhjeita, käyttöselosteessa ja käyttöturvallisuustiedotteessa annettuja ohjeita, sekä ympäristönsuojelua koskevia määräyksiä ja ohjeita (SILKO 1.112 Ympäristönsuojelu).

Kalkki ja epäpuhtaudet hiotaan pois halkeaman pinnasta ennen injektointia. Käytettävän epoksin tulee olla Väyläviraston SILKO-hyväksyttyä (SILKO-ohje 3.235) ja sen pitää tarttua kosteaan pintaan. Injektointi pyritään tekemään alhaisella paineella 0,1-0,2 MPa. Jos halkeamassa todetaan olevan kalkkia, halkeaman pinta avataan injektoinnin jälkeen piikkaamalla tai laikalla ja ura täytetään valumattomalla paikkauslaastilla.

Injektointityöstä laaditaan työsuunnitelma ja SILKO-ohjeen 1.233 liitteen mukainen injektointipöytäkirja.

Teräskorroosion aiheuttamaa halkeamaa ei saa korjata injektoimalla vaan korjaus on tehtävä piikkaamalla ja paikkaamalla.

3.6 Betonipintojen suojaaminen

3.6.1 Betonipintojen geeli-impregnointi

Kannen ja maatumien reunapalkit impregnoidaan suunnitelmissa esitetyltä alueelta geelimäisellä impregnointiaineella StoCryl HG 200 tai vastaavat ominaisuudet omaavalla tuotteella. Impregnoinnissa noudatetaan SILKO-ohjetta 2.252.

Impregnointityöstä laaditaan työsuunnitelma.

Käytettävän aineen vaatimukset SILKO-ohjeen 3.252 mukaisesti määriteltynä:

- käyttöluokkaan 1 soveltuva
- pakkassuolakestävyys +
- kloridien tunkeutumisen estäminen +++++/++ (8a/8b)
- vedenläpäisevyys ++
- tunkeutumissyvyys +++++
- uusintakäsittelyväli 10 ... 17 vuotta

Impregnointiaine ei saa muuttaa häiritsevästi pinnan ulkonäköä tai muuttaa pintaa lasimaiseksi. Impregnoinnin ajankohta määräytyy käytettävän aineen mukaisesti (StoCryl HG 200 käytettäessä työ tehdään viimeistään 3 kk kuluttua valusta).

Impregnointityön olosuhdevaatimukset käytettäessä StoCryl HG 200:

- ilman ja alustan lämpötila +5...+30 °C
- alustan lämpötila vähintään 3 °C ilman kastepisteen yläpuolella
- työtä ei saa tehdä sateella eikä voimakkaalla tuulella.

Impregnointi tehdään valmistajan antamien ohjeiden mukaisesti. Tässä on esitetty työn päävaiheet käytettäessä StoCryl HG 200:

- uudet impregnoitavat betonipinnat (reunapalkit) suihkupuhdistetaan kevyesti (SILKO-ohje 1.203, kohta 11)

- ennen suihkupuhdistuksen aloittamista työalue suojataan siten, ettei hiekkapuhallushiekka aiheuta häiriötä tai vaaraa tienkäyttäjille, alittavalle raideliikenteelle tai ympäröiville rakenteille
- suihkupuhdistuksen jälkeen pinta puhdistetaan huolellisesti rakennuspölynimurilla
- käsittelyajankohta tuotekohtaisten ohjeiden mukaisesti
- käsittelyn ulkopuoliset pinnat suojataan niin, ettei niille valu tai leviä impregnointiainetta ruiskutuksen aikana
- levitys toteutetaan yhdessä kerroksessa vaadittuun märkäkalvonpaksuuteen
- kalvonpaksuutta seurataan työn edetessä mittauskamman avulla
- käytettävä märkäkalvonpaksuus on 1 mm
- impregnointigeeliä ei saa ohentaa
- riittävän kuivumisajan kuluttua pinnalle kuivunut materiaali yleensä kuorittuu itseltään hilseilevänä kerroksena pois.

Impregnoinnin laadunvarmistus tehdään vesikokeella. Impregnoituille pinnoille suihkutetaan vettä, jonka on jäätävä helmeilemään betonin pinnalle, eikä pinta saa tummuuta. Lisäksi reunapalkkien yläpinnasta porataan kaksi koelieriötä yht. 4 kpl (Ø30 tai Ø50 mm), joista määritellään laboratoriossa impregnointiaineen tunkeutumissyvyys. Vaatimus tunkeutumissyvyydelle on vähintään 6 mm. Näytteriät paikataan Väyläviraston käyttöön hyväksymällä valumattomalla paikkausaineella ja paikatu kohdat impregnoidaan. Työn valmistuttua impregnoinnista laaditaan SILKO-ohjeen 2.252 kohdan 6 mukainen laaturaportti, joka liitetään osaksi sillan laatuksasiota. Betonilieriöitä ei tarvitse porata, jos vastaavat näytteet on otettu jo aiemmin samassa hankkeessa ja todettu työmenetelmien oikeellisuus sekä laadun riittävyys.

3.6.2 Betonipintojen pinnoitus

Sillan etu- ja siipimuurit, kansilaatan ala- ja sivupinnat sekä reunaulokkeiden alapinnat reunapalkin tippu-uraan asti pinnoitetaan sementtipohjaisella pinnoitteella. Pinnoitus tehdään Väyläviraston käyttöön hyväksymällä (SILKO 3.253, taulukko 24.5.2019) pinnoitusaineella (StoCrete FB tai vastaavat ominaisuudet omaavalla tuotteella). Pinnoitustyö tehdään valmistajan antamien ohjeiden ja SILKO-ohjeen 2.253 mukaisesti.

Käytettävän pinnoitteen vaatimukset SILKO-ohjeen 3.253 mukaisesti määriteltynä:

- Vaikutus karbonatisoitumiseen +++
- Kloridien tunkeutumisen estäminen +++++
- Vesihöyryn läpäisevyys +++
- Halkeamien silloittavuuskyky +++

Pinnoitustyöstä laaditaan työsuunnitelma.

Ylipinnoitettavat alustat esikäsitellään kauttaaltaan suihkupuhdistuksella. Lopputuloksen tulee vastata SILKO-ohjeen 1.203 kohdan 11 mukaista normaalia suihkupuhdistusta. Suihkupuhdistuksessa paljastuvat halkeamat korjataan kohdan 3.4 "Halkeamien injektointi" mukaisesti. Suihkupuhdistuksen yhteydessä paljastuneet teräkset tulee piikata esiin siten, että piikkausta jatketaan vähintään tangon halkaisijan verran sen taakse, kuitenkin vähintään 20 mm. Paljastuneet teräkset suihkupuhdistetaan puhdistusasteeseen Sa2, mikäli teräkset eivät puhdistusasteeseen Sa2 suihkupuhdistuksen yhteydessä. Puhdistamisen jälkeen teräkset käsitellään korroosionsuojalaastilla (StoCrete TH P tai vastaavalla). Kohdat paikataan paikkauslastilla (StoCrete TG3 tai vastaavalla) kohdan 3.3.2 mukaisesti.

Esikäsitelyllä on seuraavat laatuvaatimukset:

- pinnassa ei saa olla tartuntaa heikentävää sementtiliimaa, eikä vanhaa pinnoitetta
- pinnassa ei saa olla silmin havaittavia epäpuhtauksia
- esikäsitellyn pinnan vetolujuuden on oltava vähintään 1,5 N/mm²
- esikäsitely ei saa vahingoittaa ympäröiviä rakenteita, eikä aiheuttaa huomattavaa haittaa ympäristölle.

Ylipinnoitus tehdään valmistajan antamien ohjeiden ja SILKO-ohjeen 2.253 mukaisesti.

Tässä on esitetty työn päävaiheet käytettäessä pinnoitteena StoCrete FB pinnoitetta:

- betonipinnat suihkupuhdistetaan (SILKO-ohje 1.203, kohta 11)
- ennen suihkupuhdistuksen aloittamista työalue suojataan siten, ettei hiekkapuhallushiekka aiheuta häiriötä tai vaaraa tienkäyttäjille tai ympäröiville rakenteille
- suihkupuhdistuksen jälkeen pinta puhdistetaan huolellisesti rakennuspölynimurilla
- käsittelyajankohta tuotekohtaisten ohjeiden mukaisesti
- korjatut ja puhdistetut pinnat esikostutetaan vedellä ja työ aloitetaan mattakostealle, imukykyiselle alustalle
- ensimmäinen kerros levitetään teräs- tai solumuovilastalla valmistajan antaminen ohjeiden mukaisesti, materiaalimenekki n. 1,0 kg/m²
- toinen ja kolmas kerros levitetään valmistajan ohjeiden mukaisesti, materiaalimenekki toisessa kerroksessa n. 1,5 kg/m² ja kolmannessa 2,0 kg/m². Odotusajat valmistajan ohjeiden mukaisesti.

Laadunvarmistus tehdään SILKO-ohjeen 1.251 ja SILKO-ohjeen 2.253 mukaan:

- tartuntavetokokeet seuraavasti:
- vähintään 2 kpl / etumuuri, yhteensä 4 kpl.
- vähintään 2 kpl / siipimuuri, yhteensä 8 kpl.
- kansilaatta 5 kpl.
- 28 vrk:n kuluttua vertailuarvo 1,0 MN/m²

Edellä esitetty korjaus voidaan tehdä myös muilla vastaavilla rakennuttajan hyväksymillä SILKO-hyväksytyillä tuotteilla. Työssä on ehdottomasti noudatettava tuotekohtaisia esikäsitely-, työ- ja turvallisuusohjeita. Tuotteiden yhteensopivuus on varmistettava valmistajalta /maahantuojalta.

3.6.3 Töherryksensuojaus

Sillan etu- ja siipimuurit suojataan SILKO-hyväksytyllä uhrautuvalla töherryksenestoaineella.

Käytettävän töherryksenestoaineen vaatimukset SILKO-ohjeen 3.251 mukaisesti määriteltynä:

- Vedenläpäisevyys +
- Vesihöyrynläpäisevyys ++
- Pakkassuolakestävyys +
- Puhdistettavuus +++++

3.6.4 Betonipintojen puhdistus

Työn jälkeen kaikilta näkyviltä betonipinnoilta puhdistetaan korjaustöiden aikana syntyneet valumajäljet.

4 PINTARAKENTEIDEN UUSIMINEN

4.1 Yleistä

Sillan kaikki pintarakenteet uusitaan.

Ennen pintarakenteiden purkamista tulee sillan nykyisten pintarakenteiden korkeusasema ja sijainti kartoittaa mittauksin.

Kansilaatan kunto tutkitaan kohdan 4.3.1 mukaisesti, kun pintarakenteet sillalta on poistettu. Tutkimustulosten ja silmämääräisen katselmuksen perusteella päätetään kansilaatan yläpinnan korjaustavan muutoksesta.

Kansilaatan korjaustapa:

- Kansilaatan yläpinnasta vesipiikataan pois 20 mm
- Kannen yläpintaan tehdään muotoiluvalu, jonka yläpinta tulee 10 mm nykyisen betonipinnan yläpuolelle
- Koko kannelle tehdään epoksiivistys

Pintarakenteiden purku ja kansilaatan kunnon tarkastaminen tulee tehdä työn alkuvaiheessa, jotta mahdolliset muutokset suunnitelmiin voidaan ottaa huomioon (muotoiluvalun paksuus, uuden reunapalkin mitat ja raudoitus).

Kannen yläpinnan korjaus- ja vedeneristystöiden aloittamiselle tulee olla valvojan lupa ennen kuin työt voidaan aloittaa.

4.2 Pintarakenteiden purkaminen

Nykyiset päällystekerrokset sekä suoja-asfaltti poistetaan koko kansilaatan alueelta SILKO-ohjeen 2.814 mukaisesti. Purku tehdään tasapaisella kauhalla ja sen jälkeen jäljelle jäänyt vedeneriste poistetaan konepetkeleellä.

Nykyinen vedeneristys poistetaan SILKO-ohjeen 2.811 mukaisesti. Mahdollinen öljy poistetaan SILKO-ohjeen 2.251 mukaisesti.

Erikoistarkastuksessa mainittiin, että PAH-pitoisuutta ei ole tutkittu, koska alkuperäinen vedeneriste on korvattu mastiksieristeellä. Purkujäte voidaan käsitellä normaalina jätteenä.

Eristyksen poiston jälkeen tehdään kohdassa 4.3.1 esitetyt tarkastukset.

4.3 Kansilaatan yläpinnan korjaaminen

4.3.1 Kansilaatan kunnan tarkastus

Sillan kansilaatan kunto tarkastetaan välittömästi pintarakenteiden purkamisen jälkeen. Eristysalustan kunnostamistarve määritellään alla esitettyjen tutkimusten sekä SILKO-ohjeen 2.240, kohdan 5.1 mukaisesti.

Sillan kansilaatasta otetaan välittömästi pintarakenteiden poiston jälkeen kloridinäytteitä ja vetolujuuskokeita. Kansilaatan kunnan tarkastuksen ja koetulosten analysoinnin perusteella päätetään yhteisesti korjaustavan muutoksista.

Kloridinäytteitä otetaan seuraavasti:

- Kloridinäytteitä otetaan sillan molemmilta puolilta kolmesta valvojan osoittamasta kohdasta.
- Näytekohtien valinnassa tulee huomioida myös sillan pituuskaltevuus ja tukialueet.
- Kloridinäytteitä otetaan syvyyksiltä 0...20 mm ja 20...40 mm betonin pinnasta (yhteensä vähintään 12 näytettä).
- Kloridipitoisuuden määrittäminen tehdään 16 mm terällä tehdystä porareikästä kerättävästä porajauheesta, porajauhe kerätään talteen mahdollisimman tarkasti.
- Porajauheesta määritetään betonin kloridipitoisuus happoliukoisena paino- % betonin painosta standardin SFS-EN 14629 mukaisesti.

Betonin sallittu kloridipitoisuus on terästen tasolla 0,02 % betonin painosta. Muuten sallittu kloridipitoisuus on 0,03...0,07 % betonin painosta. Mikäli kloridipitoisuus on terästen tasossa yli 0,02 % betonin painosta, tutkitaan terästen korrosioaste piikkaamalla esiin näytteenottokohdan lähin teräs n. 100 mm matkalta. Terästen läheisyydessä betonin kloridipitoisuus ei saa jäädä yli 0,02 p-% betonin painosta.

Vetolujuuskokeita tehdään seuraavasti:

- vetolujuuskokeita tehdään sillan molemmilta puolilta kansilaatasta kolmesta valvojan osoittamasta kohdasta (yhteensä vetolujuuskokeita tehdään vähintään 6 kpl)
- vetolujuuskokeet tehdään vetolujuusmittarilla vetämällä tai poratusta lieriöstä laboratoriossa tehdyllä vetokokeella
- molemmissa tapauksissa porataan 70 mm lieriöporalla noin 100 mm syvyyteen kannen yläpinnasta
- lieriö irrotetaan ja tehdään sille vetolujuuskoe laboratoriossa tai tehdään vetolujuuskoe vetolujuusmittarilla työmaalla.

Eristysalustalta vaadittava vetolujuus on 1,5 N/mm². Mikäli arvo alittuu, poistetaan pintabetonia murtokohtaan saakka ja uusitaan koe. Jos murto tapahtuu terästä tai suurta (>25 mm) kiviainesraetta pitkin, vaadittu vetolujuus on 1,0 N/mm². Jos em. arvo alittuu, koe uusitaan kohdasta, jossa ei ole teräksiä tai suuria kiviainesrakeita.

Kansilaatan kunnan tarkastuksen perusteella tilaaja päättää mahdollisista korjaustavan muutoksista.

4.3.2 Vedeneristysalustan korjaus

Vedeneristysalusta kunnostetaan SILKO-ohjeen 2.240 mukaisesti tehtyjen tutkimusten ja havaintojen perusteella. Kansilaatan yläpinnasta poistetaan rapautunut ja kloridipitoinen betoni ja kansilaatan yläpinta karhennetaan kauttaaltaan vesipiikkaamalla. Lähtökohtaisesti kannen yläpinnasta poistetaan nykyistä betonia 20 mm. Vesipiikkaus aloitetaan koepiikkauksella minimipaineella, painetta nostetaan tarpeen mukaan.

Vesipiikkauksen yhteydessä on samanaikaisesti imettävä piikkaustyössä käytetty vesi sekä piikkausjäte pois siltakannelta, jotta rakenteisiin ei imeydy ylimääräistä vettä.

Mikäli kansilaatan yläpinnan kloridipitoisuus ylittää tai vetolujuus alittaa kohdassa 4.3.1 mainitut raja-arvot tai betonipinnassa on muita em. puutteita tai virheitä, menetellään seuraavasti:

- Puretaan kansilaatan yläpinnasta betonia vesipiikkauksella siten, että jäljelle jäävän betonin kloridipitoisuus on alle 0,03 % betonin painosta ja tartuntavetolujuus on yli 1,5 N/mm²
- Kivien ja muun materiaalin sinkoilu liikenteellä olevalle ajoradalle tai alittaville väylille on estettävä. Vesipiikkaustyöstä tehdään työsuunnitelma
- **HUOM! Jos purku joudutaan ulottamaan yli 1 m²:n kokoisella alueella yläpinnan teräksiin saakka tai teräkset ovat ruosteessa, tulee ottaa yhteyttä suunnittelijaan ennen purkutöiden aloittamista / jatkamista.**

Vesipiikkauksen yhteydessä paljastuneet teräkset tulee piikata esiin siten, että piikkausta jatketaan vähintään tangon halkaisijan verran sen taakse, kuitenkin vähintään 20 mm. Paljastuneet teräkset suihkupuhdistetaan puhdistusasteeseen Sa2½, mikäli teräkset eivät puhdistu puhdistusasteeseen Sa2½ vesipiikkauksen yhteydessä. Puhdistamisen jälkeen teräkset käsitellään korroosionsuojalaastilla. Kohdat paikataan muotoiluvalun yhteydessä.

4.3.3 Muotoiluvalu

Sillan koko kansilaatalle tehdään muotoiluvalu, jollei kansilaatan kunnan tarkastuksen yhteydessä muuhun päädytä. Muotoiluvalu tehdään osissa pintarakenteiden uusimisvaiheiden mukaan.

Muotoiluvalun paksuus esitetään työsuunnitelmassa ja siinä tulee esittää erotus alkuperäiseen kansilaatan korkeusasemaan (vaaitus pintarakenteiden purkamisen yhteydessä).

Ajoneuvoliikenteellä olevalta osuudelta tulee tasoittaa kuopat ja sillan päätyjen kohdat ennen muotoiluvalun tekoa tärinän vähentämiseksi. Muotoiluvalun sitoutumisaikana tulee värähtelynopeutta rajoittaa SILKO 2.240, kohdan 4 mukaisesti.

Muotoiluvalussa noudatetaan SILKO-ohjetta 2.240 tässä esitetyin tarkennuksin.

Muotoiluvalutyöstä tehdään työsuunnitelma.

Muotoiluvalun laatuvaatimukset ovat:

- betoni Ro20, R1, C30/37-3, P30
- runkoaineen maksimi raekoko # 8 mm
- muovikuituja seuraavasti, ellei käytetä valmista kuituvahvennettua massaa (kuitumäärä tulee tarkistaa massan toimittajan kanssa):

- mikropolymeerikuituja (halkaisija <0,3 mm) 1,0 kg/m³, esim. Krampe Harex PM6/18
- makropolymeerikuituja (halkaisija >0,3 mm) 7,0 kg/m³, esim. Strux 90/40
- betonin sekoitus on tehtävä siten, että kuidut jakaantuvat tasaisesti betonimassaan
- yläpinta puuhierretty, pinnan laatuluokka By40 mukaisesti AA (PHI), muotoiluvulun yläpinnan on täytettävä InfraRYL:n vedeneristysalustalle esitetyt vaatimukset
- muotoiluvulun vähimmäispaksuus on 30 mm ellei tuotekohtaisesti muuta määritetä
- ilman erillistä tarkastelua muotoiluvulun enimmäispaksuus on 60 mm
- valumassalle tehdään InfraRYL:n mukaiset ennakkokokeet
- muotoiluvulun toteuttamisesta laaditaan työsuunnitelma, jossa esitetään tulevan muotoiluvulun pinnan korkeusasemat.

Kansilaatan pinta kastellaan hyvin noin 12 h ennen betonointia. Tartuntapintaan hierotaan juuri ennen betonointia valumassaa. Mahdollisesti apuna käytettävien ohjurien jäljet täytetään ja tiivistetään välittömästi. Betoni puuhierretään heti kun pinta kantaa työntekijän.

Muotoiluvalu sahataan timanttisahalla sillan poikkisuunnassa noin 10 m pitkiin osiin kutistumishalkeilun estämiseksi, sauma täytetään paikkauslaastilla. Erivaiheessa tehtyjen muotoiluvulujen välisen sauman on oltava pystysuora ja irtonainen runkoaines on harjattava pinnasta pois. Jälkihoito tehdään InfraRYL:n mukaan muovipeitteiden ja kastelun avulla vähintään 5 vrk tai jälkihoitoaineella.

Muotoiluvalu voidaan tehdä myös nopeasti kovettuvalla itsetiivistyvällä korjausbetonilla SRL-60/6/RH tai vastaava. Tuotekohtaisia valmistajan antamia ohjeita on noudatettava. Massan leviämä ja ilmamäärä tulee tarkastaa annoksittain.

Muotoiluvulun pinnan on täytettävä InfraRYL:n mukaiset eristysalustalle asetettavat vaatimukset. Muotoiluvulun yläpinta suihkupuhdistetaan. Pinnan kelpoisuus varmistetaan InfraRYL:n mukaisilla kelpoisuuskokeilla.

Tippuputkilinjalla on varmistettava veden kulkeutumisesta tippuputkiin. Vesi ei saa muodostaa lätäköitä tippuputkien väliselle matkalle.

Muotoiluvulun kiinnittyminen alustaan tarkastetaan koputtelemalla. Jos kopoja esiintyy yli 2 m² alueella, otetaan yhteys suunnittelijaan. Pienemmillä alueilla muotoiluvalu uusitaan. Lisäksi tartunta tarkistetaan ottamalla kolme (3) tartuntavetokoetta kummaltakin puoliskolta (yhteensä 6 kpl), tartuntavetolujuusvaatimus on 1,5 N/mm².

4.3.4 Epoksitiivistys

Kansilaatan yläpinta tiivistetään kauttaaltaan tiivistysepoksilla ennen eristystöiden aloittamista. Epoksitiivistyksen tulee vastata sekä InfraRYL:in kohdan 42310.3.1 että tämän luvun vaatimuksia.

Epoksitiivistyksen laatuvaatimukset:

- käytettävän tiivistysepoksen on oltava Väyläviraston käyttöönsä hyväksymä, (SILKO-ohje 3.254)
- pohjustus tehdään valmistajan antamien ohjeiden mukaisesti
- epoksitiivistys tehdään alustan laskevaan lämpötilaan kahtena kerroksena Väyläviraston hyväksymän valmistajan tuotekortin ohjeita noudattaen

- mikäli epoksitiivistyksen pinta jää sileäksi, on pinta karhennettava ylimääräisellä epoksi ja hiekkakerroksella
- epoksin levitysmäärän tulee olla yhteensä vähintään 1 kg/m² jakaantuen seuraavasti: ensimmäinen epoksikerros 300 - 500 g/m² + sirotehiekkä (pinnan huokoisuudesta ja karheudesta riippuen) ja toinen epoksikerros vähintään 600 g/m²
- epoksitiivistyksen vesitiiviys mitataan korkea- ja matalajännitemenetelmällä Sillan vedeneristystyömaan laadunmittaus 2017-ohjeen mukaisesti
- epoksitiivistyksestä otetaan kolme (3) tartuntavetokoetta sillan kannen jokaiselta työalueelta (yhteensä 6 kpl)
- tartuntavetokokeen tuloksien on oltava yli 1,0 N/mm² jokaisessa mittauskohdassa ja kaikkien tulosten keskiarvon on ylitettävä 1,5 N/mm²
- epoksitiivistyksen tulee täyttää InfraRYL:n mukaiset vaatimukset.

4.3.5 Kansilaatan halkeamien sulkeminen

Kansilaatan yläpinnan suurin sallittu halkeaman leveys on SILKO-ohjeen 2.240 mukaisesti 0,2 mm; 0,1 mm leveämpien halkeamien yhteenlaskettu pituus neliömetrin alueella saa olla enintään 0,5 metriä. Halkeillut alue, joka ei täytä laatuvaatimuksia, imeytetään kuumuutta kestäväällä epoksilla SILKO 2.239 mukaisesti.

4.4 Uusien pintarakenteiden teko

4.4.1 Vedeneristystyöt

Eristystyöstä tehdään työsuunnitelma.

Ennen eristystöiden aloittamista pidetään eristysalustalle vastaanottotarkastus. Tarkastuksessa todetaan eristysalustan vastaavan sille InfraRYL:issä ja SILKO-ohjeissa asetettuja vaatimuksia.

Eristys tehdään kaksinkertaisena kermieristykseenä SILKO-ohjeen 2.811 ja InfraRYL:n mukaisesti. Kermi ulotetaan sillan päissä kansilaatan alareunojen yli suunnitelmapiirustuksissa esitetysti (L-0196 r-3, sillan päädyn poikkileikkaus ajoradan kohdalla). Siipimuurein ulokkeiden kermi ulotetaan reunojen yli ks. L-0196 r-2, leikkaukset C - C ja D - D sekä L-0196 r-3 sillan päädyn poikkileikkaus kl. väylän kohdalla.

Kermieristeen on oltava liimattavaa tyyppiä ja täytettävä käyttöluokan 1 vaatimukset (InfraRYL).

Reunapalkin sisäpuolelle reunapalkin pystypintaan päällysteen yläpinnasta alaspäin ja 250 mm levyiselle kaistalle eristyksen päälle sivellään kaksi kerrosta kumibitumia. Käytettävä kumibitumi KB 100 (InfraRYL 42310.3.2.1). Ainemenekin on oltava vähintään 1,5 kg/m² kerrosta kohden.

Vedeneristykselle tehdään InfraRYL:n mukaiset kelpoisuuskokeet.

4.4.2 Kannen pintarakenteet

Ajoradan päällyste tehdään seuraavilla kerroksilla:

- bitumi paksuus 10 mm

- suojakerros AB 5 paksuus 20 mm
- asfalttibetoni AB 11 paksuus 30 mm
- asfalttibetoni SMA 16 paksuus 50 mm

Kevyenliikenteen väylän päällyste tehdään seuraavilla kerroksilla:

- bitumi paksuus 10 mm
- suojakerros AB 5 paksuus 20 mm
- asfalttibetoni AB 11 paksuus 50 mm (60 mm)

Ajorata ja kevyenliikenteen väylät erotetaan toisistaan reunakivellä. Reunakivinä käytetään sillan kohdalla harmaita, graniittisia liimattavia reunakiviä V170. Pohjoisreunalla reunakiven korkeus on 170 mm ja eteläreunalla 210 mm. Eteläreunan reunakivet viistetään alapinnasta suunnitelmassa esitetysti. Reunakivet tilataan oikean korkuisina tai sahataan työmaalla oikeaan korkoon. Reunakivet kiinnitetään bitumilla liimaten suojakerroksen päällä olevaan asfalttikerrokseen (AB 11). Graniittisten reunakivien tulee täyttää InfraRYL:n kohdan 42452 mukaiset laatuvaatimukset. Reunakivien asennuksessa tulee noudattaa InfraRYL osa 1 kohdan 22100 vaatimuksia.

Sillan jälkeen uudelleen päällystettävällä osalla olevat graniittiset reunakivet poistetaan työn ajaksi ja asennetaan takaisine ennen päällystystöitä.

Päällysteen tulee täyttää InfraRYL:n kohtien 42330 ja 42331 mukaiset laatuvaatimukset. Päällysteen vaatimustenmukaisuus osoitetaan InfraRYL kohdan 42331 mukaisesti. Asfalttikerrosten pituussuuntaisten saumojen tulee olla pystysuoria. Eri päällystekerrosten pituus-suuntaiset saumat on limitettävä vähintään 300 mm.

Päällysteen ja reunapalkkien väliset saumat tiivistetään SILKO-ohjeen 2.732 mukaisesti saumausmassalla. Käytettävä saumamassatyyppi on N2 (SILKO-ohje 3.731). Saumojen materiaalien ja saumauksen vaatimukset InfraRYL kohdan 42334 mukaisesti.

Sillan päätyihin tehdään ajoradalla ja kevyen liikenteen väylillä maatuen reunaulokkeiden päihin päällysteen kumibitumiliikuntasauama, kumibitumipohjainen plastinen saumausmassa, massatyyppi N1 SILKO-ohjeen 3.731 mukaisesti. Sauma tehdään 30 mm leveänä ja päällimmäisen päällystekerroksen vahvuisena.

Kermieristeiden päälle tuleva suoja-asfaltti tiivistetään ilman tärytystä enintään 4 t painoisella valssiyrällä, jonka molemmat valssit vetävät.

Ajoradan suojakerroksen (AB 5 20 mm) päälle tehtävä asfalttiberonikerros (AB 11 30 mm) tiivistetään salaojien päältä max 150 kg tärylevyllä

5 LIIKUNTASAUMOJEN UUSIMINEN

5.1 Yleistä

Liikuntasaumojen uusimisesta tehdään työsuunnitelma, jossa esitetään purkutyön ja uusimistyön työmenetelmät.

Sillan molempiin päihin tehdään kevyen liikenteen väylille massaliikuntasauama (esim. Thorma-Joint 500). Massaliikuntasaumoja ei uloteta kannen ja maatuen reunapalkkien läpi.

Liikuntasaumat on esitetty suunnitelmapiirustuksissa.

5.2 Purkutyöt

Nykyinen liikuntasaumalaite puretaan, samalla piikaten pois kannen pään ja maatuken siipimuurien reunaulokkeiden korokkeet kohdassa 3.2.2 esitetyllä tavalla.

5.3 Massaliikuntasauaman teko

Massaliikuntasauaman on oltava Väyläviraston hyväksymä vesitiivis massaliikuntasauama, esimerkiksi Thorma-Joint 500.

Työ tehdään massasauman toimittajan tuotekohtaisten ohjeiden mukaisesti.

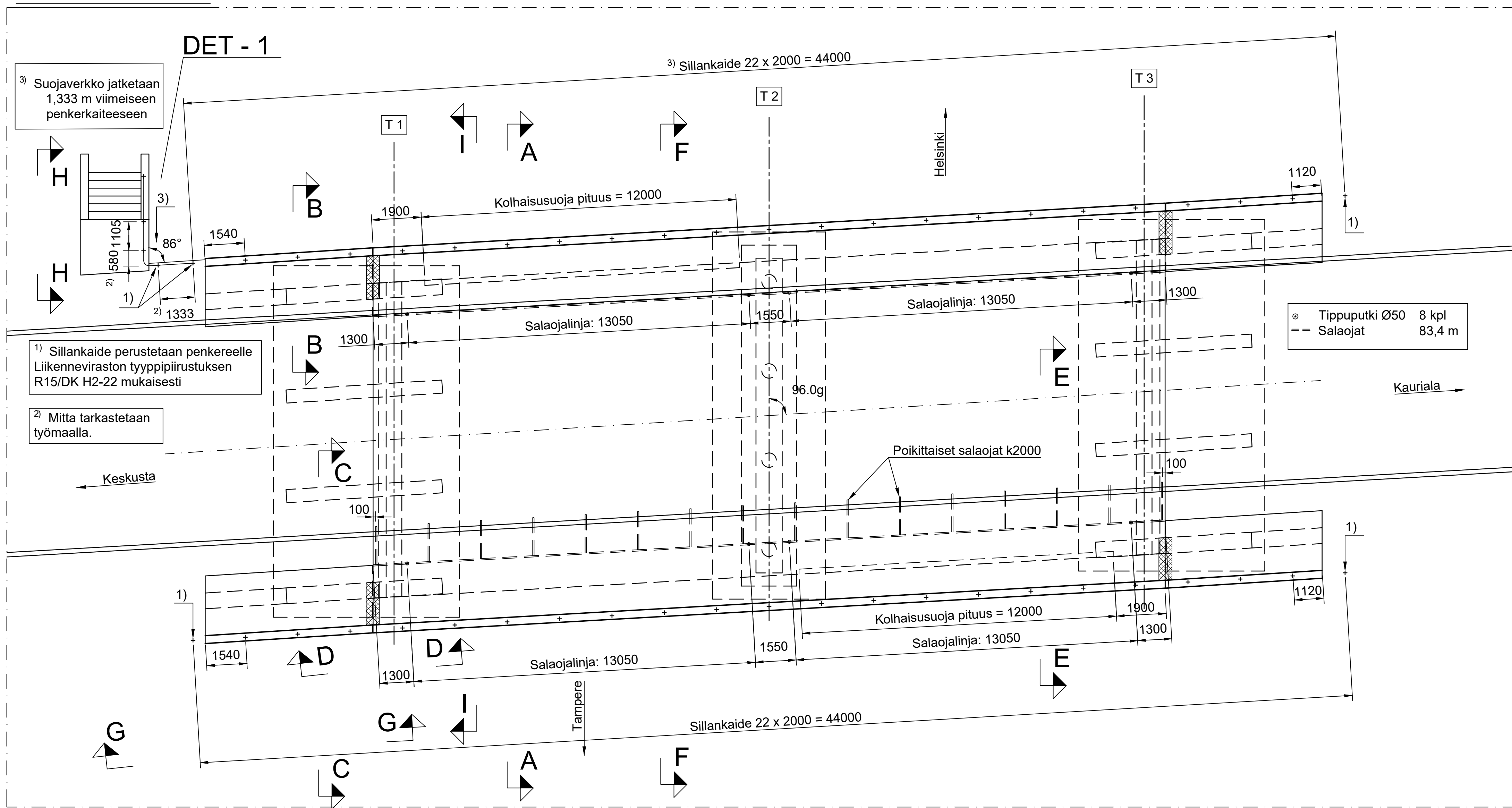
Työ etenee Thorma-Joint -saumaa käytettäessä seuraavasti:

- Ennen päällystystöitä massaliikuntasauamojen kohdille tehdään irrotuskaistat.
- Kannen ja otsamuurin vedeneriste ulotetaan myös sauman alle. Saumaa tehtäessä ylimääräinen vedeneriste poistetaan sauman alueelta, massaliikuntasauaman tulee liittyä tiiviisti vedeneristeeseen.
- Ennen päällystystöitä liikuntasauamarako sillan ja maatuen välillä tulee peittää, jottei asfaltti valu liikuntasauamarakoon.
- Massaliikuntasauamojen varaukset tehdään timanttisahaamalla.
- Saumausmassan tartuntapinnat puhdistetaan ja kuivatetaan huolellisesti kaasuliekillä. Alusta tasoitetaan tarvittaessa juotoslaastilla tai valumattomalla paikkauslaastilla.
- Tartuntapinnat esisivellä sideaineella BJ Super EX tai vastaavat ominaisuudet omaavalla tuotteella.
- Saumaan asennetaan tiivistysnauha ja sauman yläosa täytetään sideaineella.
- Saumaraon päälle painetaan sideaineeseen kiinni teräslevy, johon on kiinnitetty 100 mm pituisia ruuveja vähintään 500 mm välein levyn keskelle.
- Teräslevyn päälle asennetaan neopreenikumilevykaista, jonka reunat painetaan kiinni sideaineeseen. Tarvittaessa lisätään sideainetta kumilevyn päälle ja reunoille siten, että se kiinnittyy paikalleen.
- Kumilevyn päälle levitetään 20 - 25 mm sideainekerros, johon sekoitetaan kuumennettua (+100...+150 °C) kiviainesta.
- Sauma täytetään 20 - 30 mm kerroksina siten, että sauman pinta on 20 - 25 mm päällysteen pintaa alempana.
- Sauman pintakerrosta varten sideaine ja kuumennettu kiviaines sekoitetaan sekoittimessa ja levitetään saumaan päällysteen pinnan tasoon saakka. Kerros tiivistetään tärylevyllä.
- Sauman pinnalle kaadetaan sideainetta niin paljon, että kiviainesrakeet peittyvät täysin.

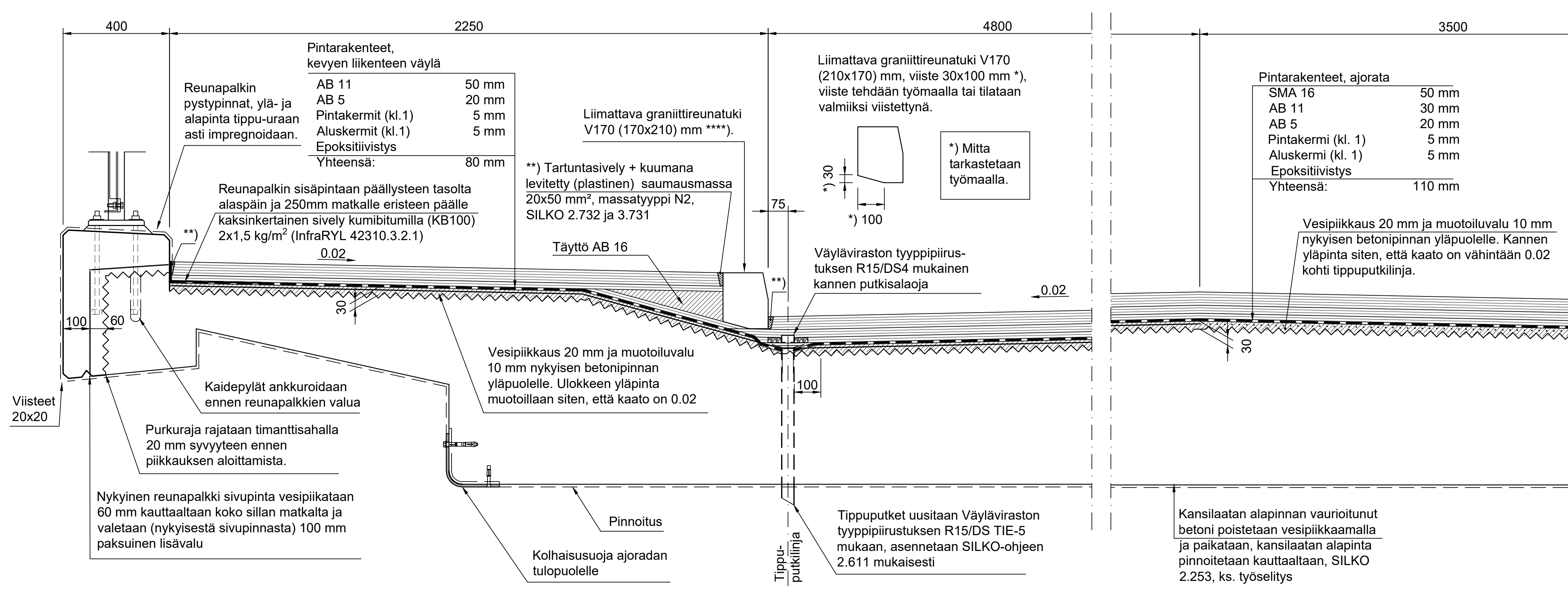
Työtä ei saa tehdä sateella. Suositeltava ilman lämpötila on +5 °C. Työn aikana on erityisesti tarkkailtava lämpötilavaatimusten noudattamista. Sideaineen lämpötilan on pysyttävä välillä +170...+190 °C.

Massaliikuntasaumot pinnoitetaan jäykistävällä ja karhentavalla pinnoitteella (Vialit Rephalt 0/4 tai RSAG RESAphalt 0/4). Jäykisteen paksuus noin 10 mm.

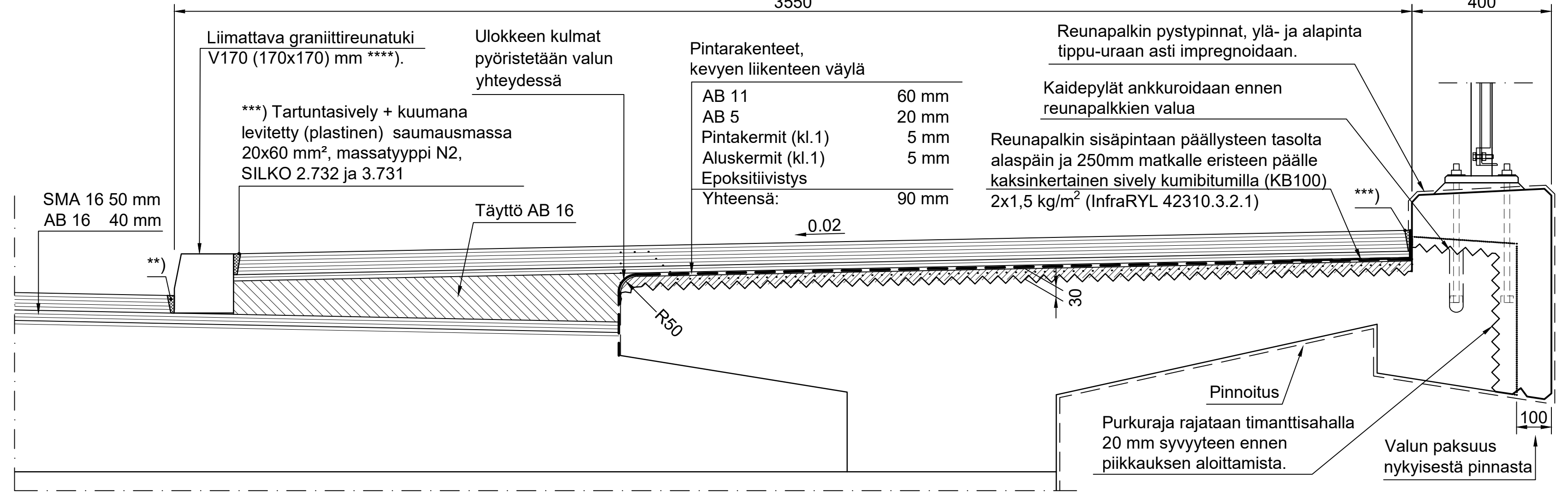
Tasokuva 1:100



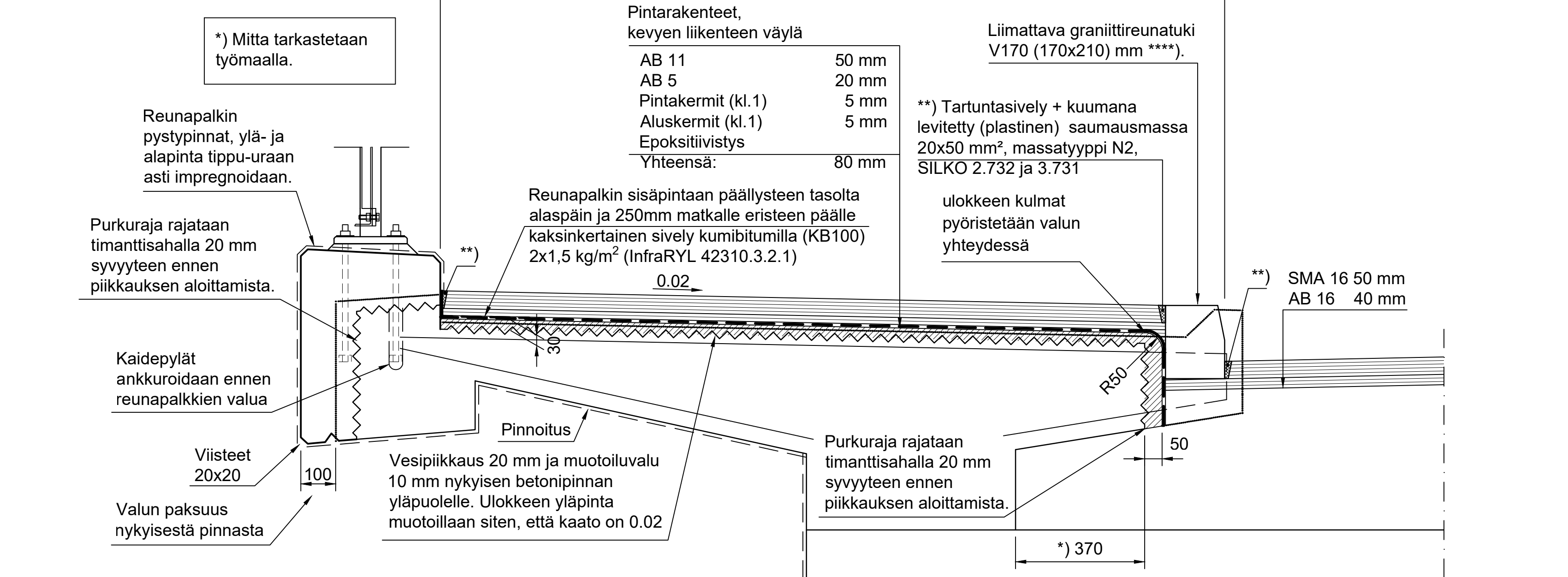
A - A 1:10



C - C 1:10



B - B 1:10



Nykyisen rakenteen mitat, korkeudet ja uusien rakenteiden mittojen sopivuus niihin sekä mittamuutosten vaikutus tulee tarkastaa työmaalla

BETONI:	Muotoluvalu	Ro20, R1	C30/37-3, P30 Muovikuitu
	Reunapalkit	Ro22, R1	C35/45-3, P50 $c_{nom} = 45$ mm Geeli-impregnointi
	Välituet	Ro11, R1	IT-betoni C35/45-3, P50
	Ruiskubetoni:	Ro11, R1	C35/45, P50
TERÄS:	B500B (A500HW)		

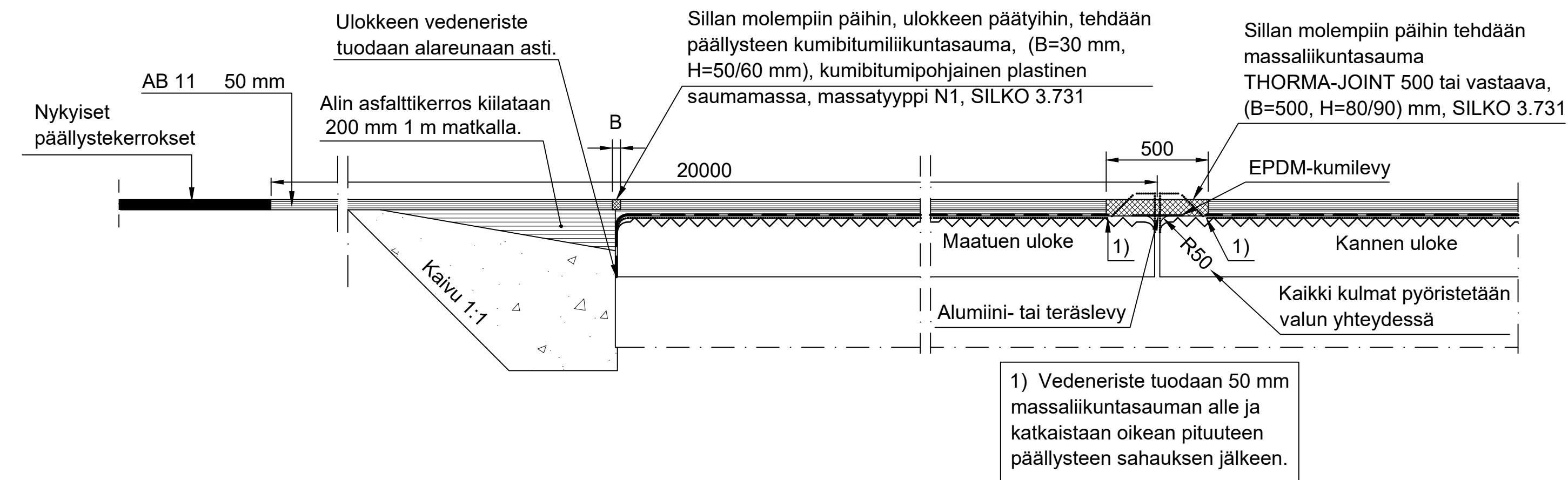
Betonipintojen laatuiluokka (by 40 mukaisesti).
 Paikalla valetut pinnat:
 AA Reunapalkin yläpinta ja eristettävät pinnat (PHI)
 A Näkyviin jäävät pinnat (MUO JA MUK)
 C Näkymättömiin jäävät pinnat (MUO JA MUK)

Kermieristyksen käyttöluokka 1
 Näkyviin jäävät suorat ja terävät nurkat viistetään 20x20 mm kolmiorimalla
 Sillanrakennustöissä on noudatettava InfraRYL:n ja SILKO:n mukaisia vaatimuksia

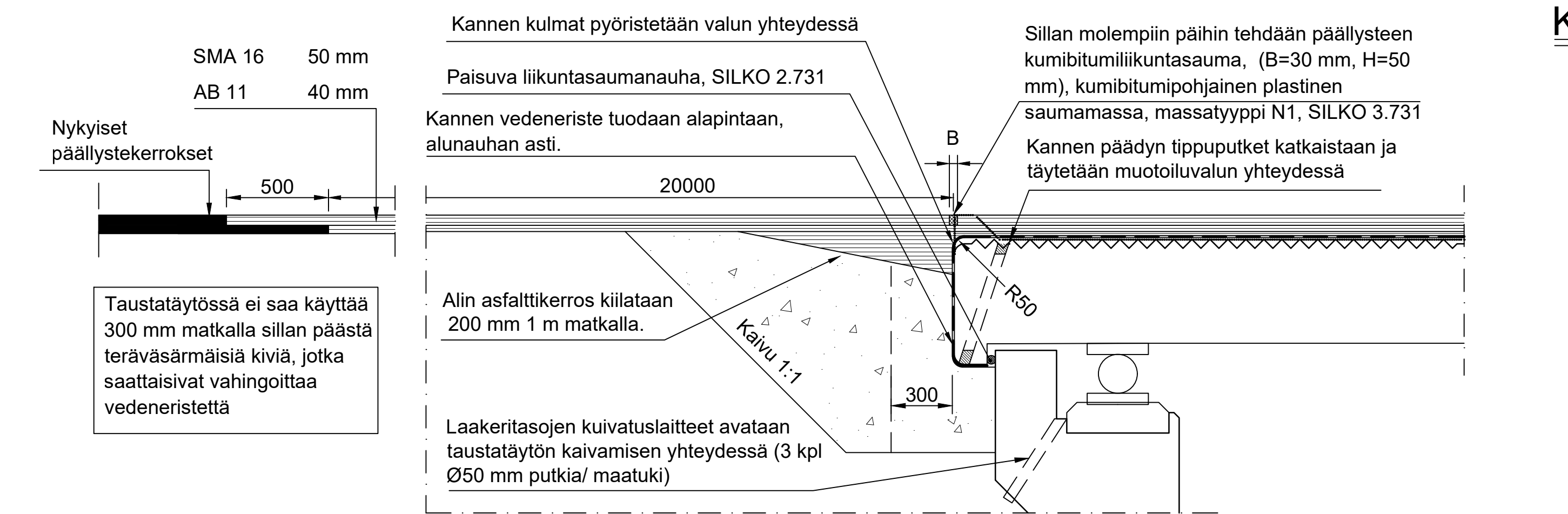
Liittyä piirustukseen L-0196 r-1, r-3 ja r-4

MERKKI	PVM	MUUTOS	TEHTY	TARKASTAJA
HANKKE	LUKIOKADUN RISTEYSSILLAN JA LUKIOKADUN / EURENKADUN RISTEYSSALUEEN MUURIEN PERUSKORJAUS			
SILLAN NIMI JA KUNTA	LUKIOKADUN RISTEYSSILLTA			
TYYPPI	JÄNNITETTY BETONINEN JATKUVA LAATTASILTA KORJAUSPIIRUSTUS 1			
JM VA	14,3 + 14,3 m	HL	14,20 m	
KUORMA	A1/2, telikuorma I VNOUS 4,0 gon			
A-Insinoorit Civil Oy www.ains.fi				
Sillansuunnittelu	TARK./HYV.			
PIIRT.	14.2.2020	Alaa Meis		
SUUNN.	14.2.2020	Alaa Meis	Hämeenlinnan kaupunki	
TARK.	14.2.2020	Esko Syrjälä	HYV.	
Geotekninen suunnittelu	TARK.	GEOTARK.		
MITK:	1:100	1:10	PIIRNRO	L-0196 r-2

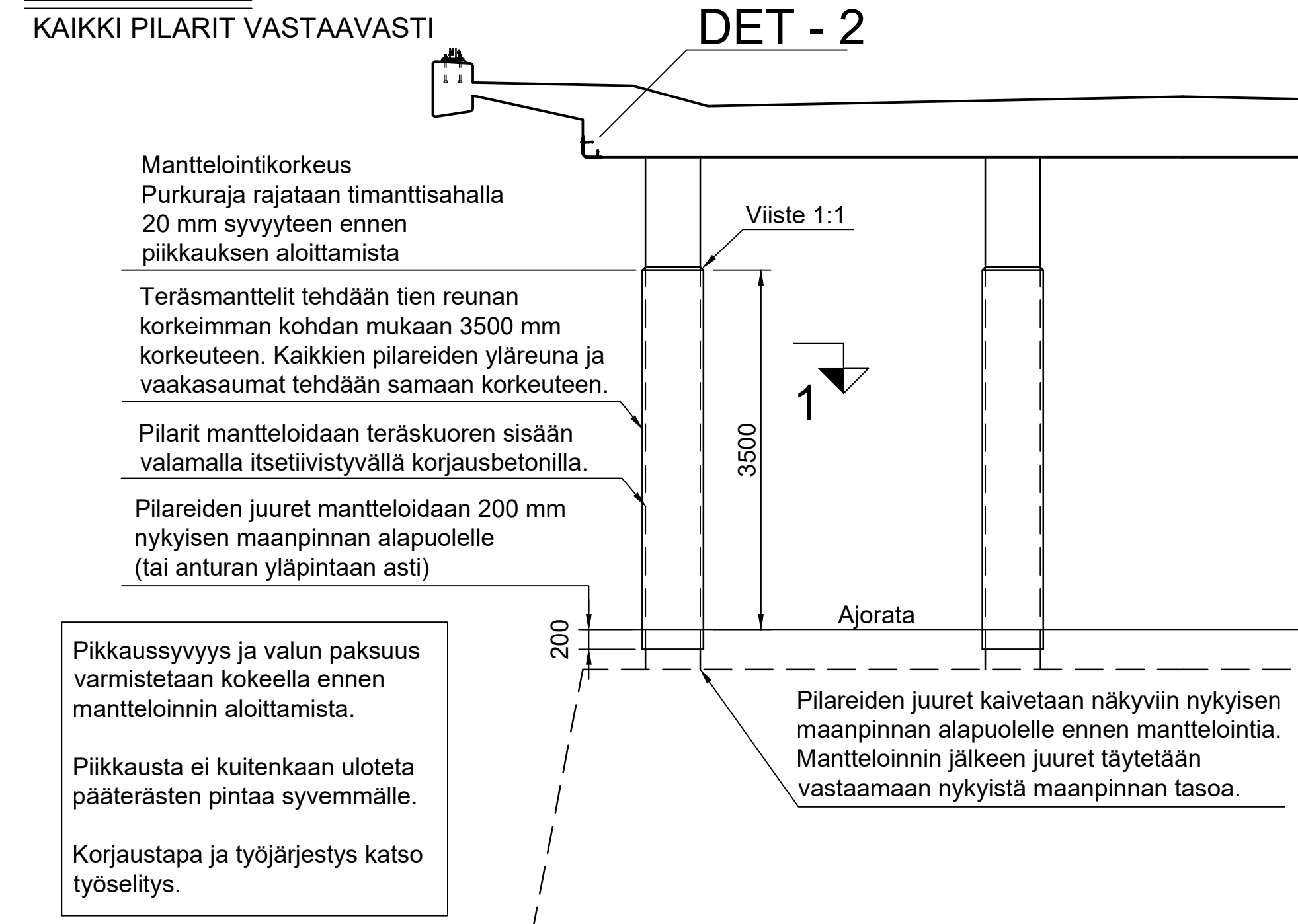
Sillan päädyn poikkileikkaus kevyen liikenteen väylän kohdalla 1:20



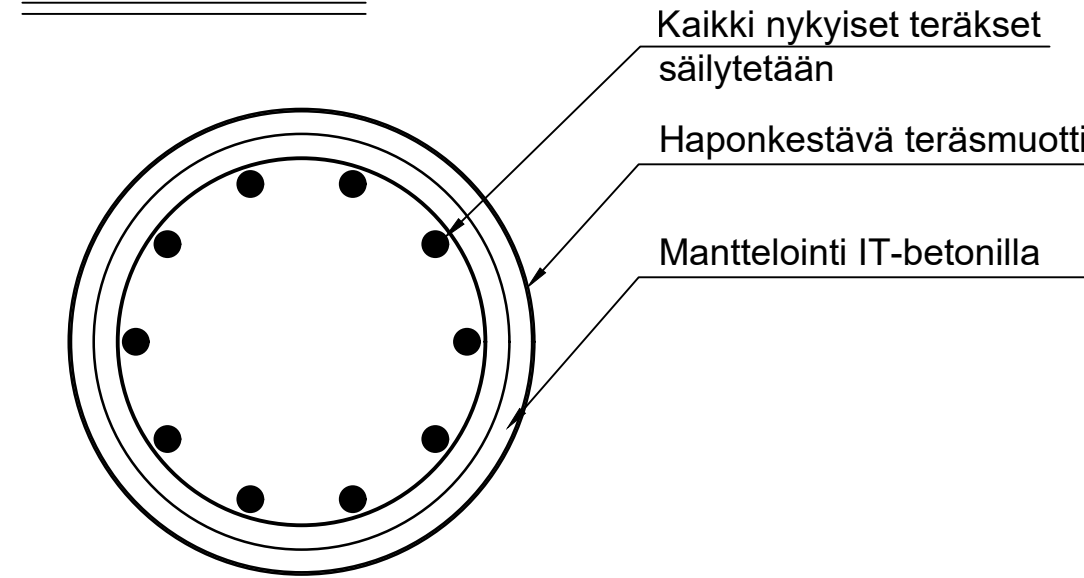
Sillan päädyn poikkileikkaus ajoradalla 1:20



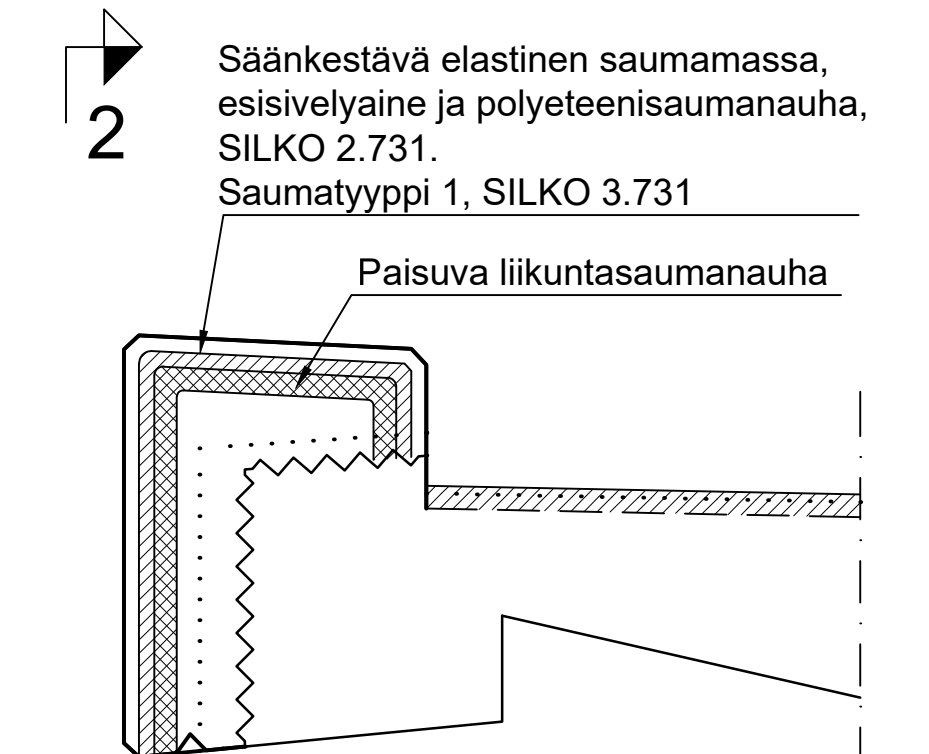
F - F 1:50



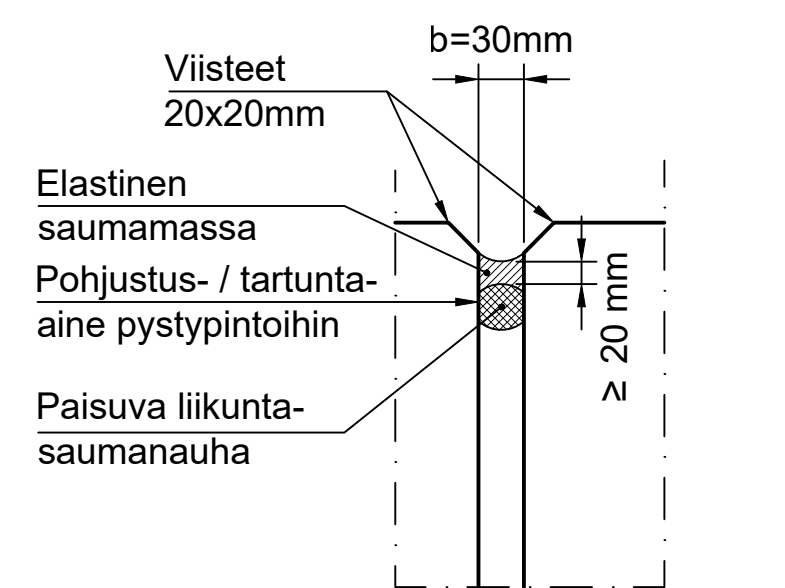
1 - 1 1:10



Reunapalkin liikuntasauama 1:10

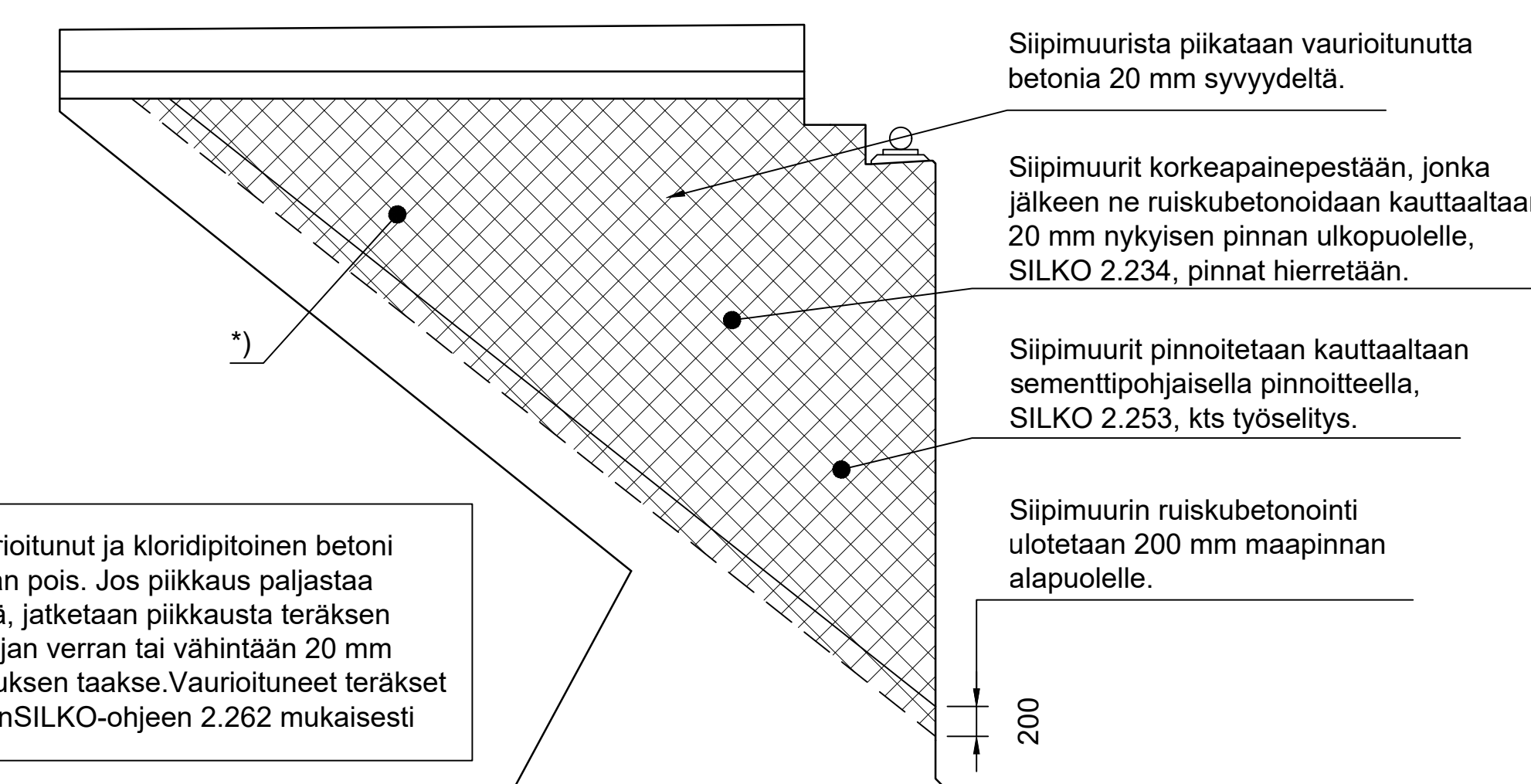


2 - 2 1:5



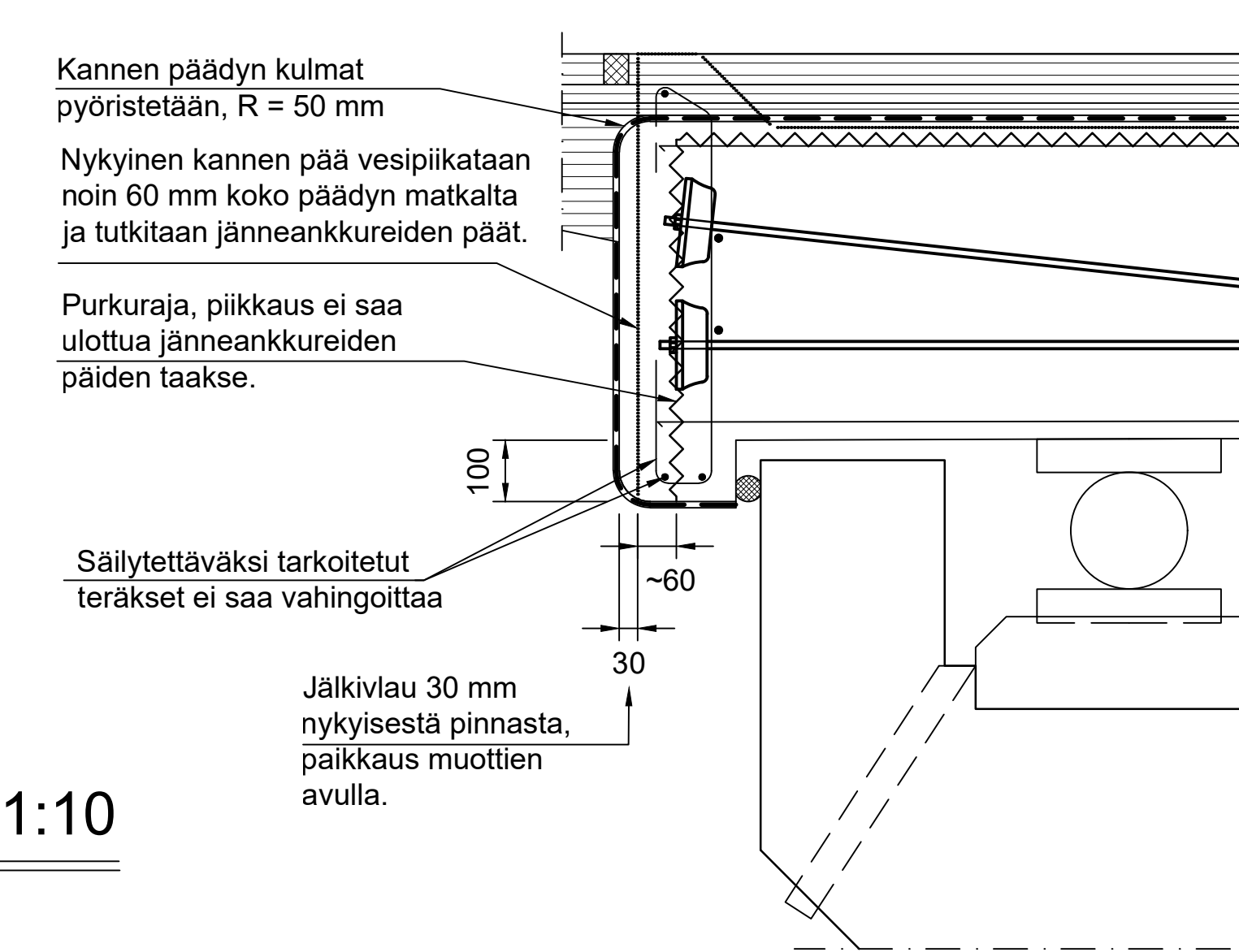
G - G 1:50

KAIKKI SIIPIMUURIT VASTAAVASTI



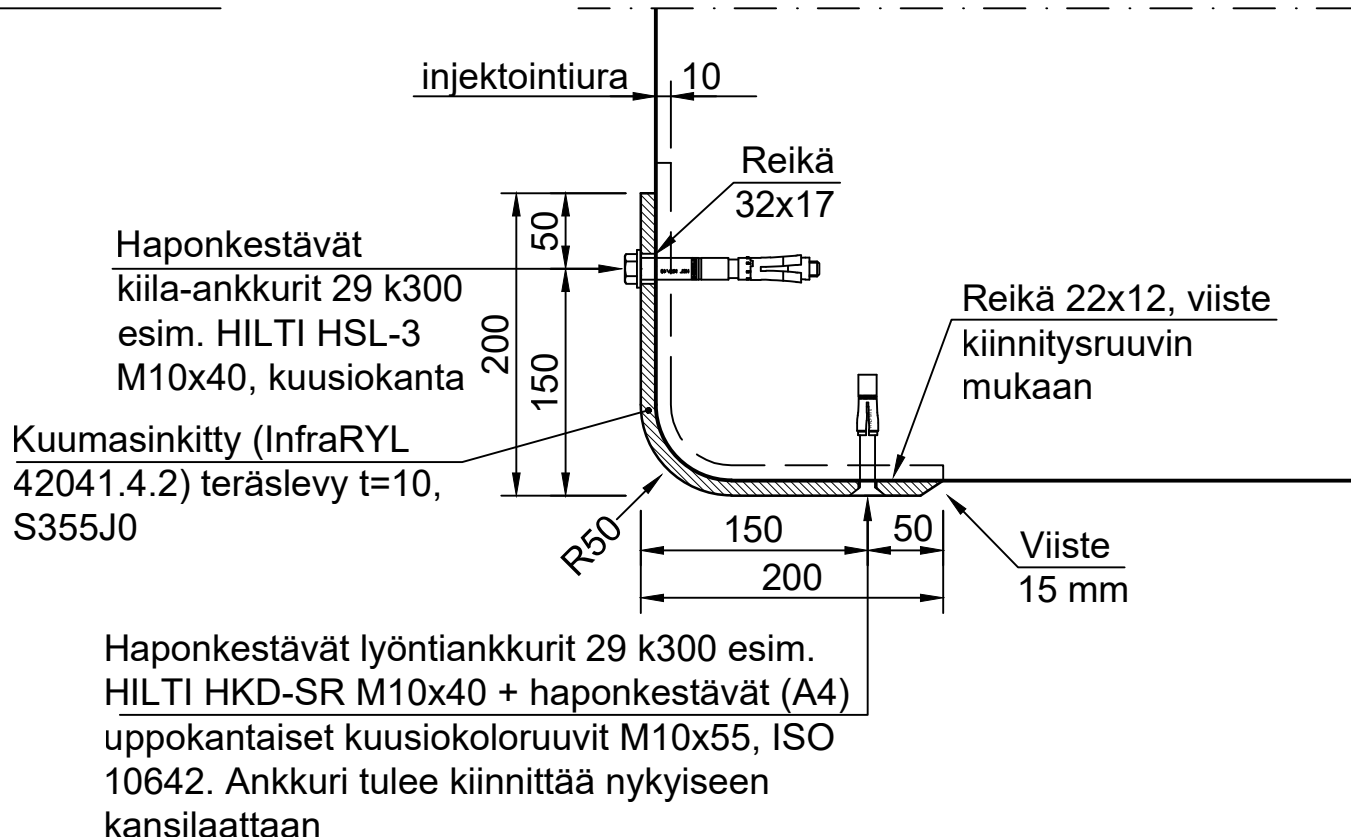
*) Vaurioitunut ja kloridipitoinen betoni piikataan pois. Jos piikkaus paljastaa teräksiä, jatketaan piikkaustauman eräksen halkaisijan verran tai vähintään 20 mm raudoituksen taakse. Vaurioituneet teräkset uusitaan SILKO-ohjeen 2.262 mukaisesti

Kannen pääty 1:10



Säilytettäväksi tarkoitetut teräkset ei saa vahingoittaa

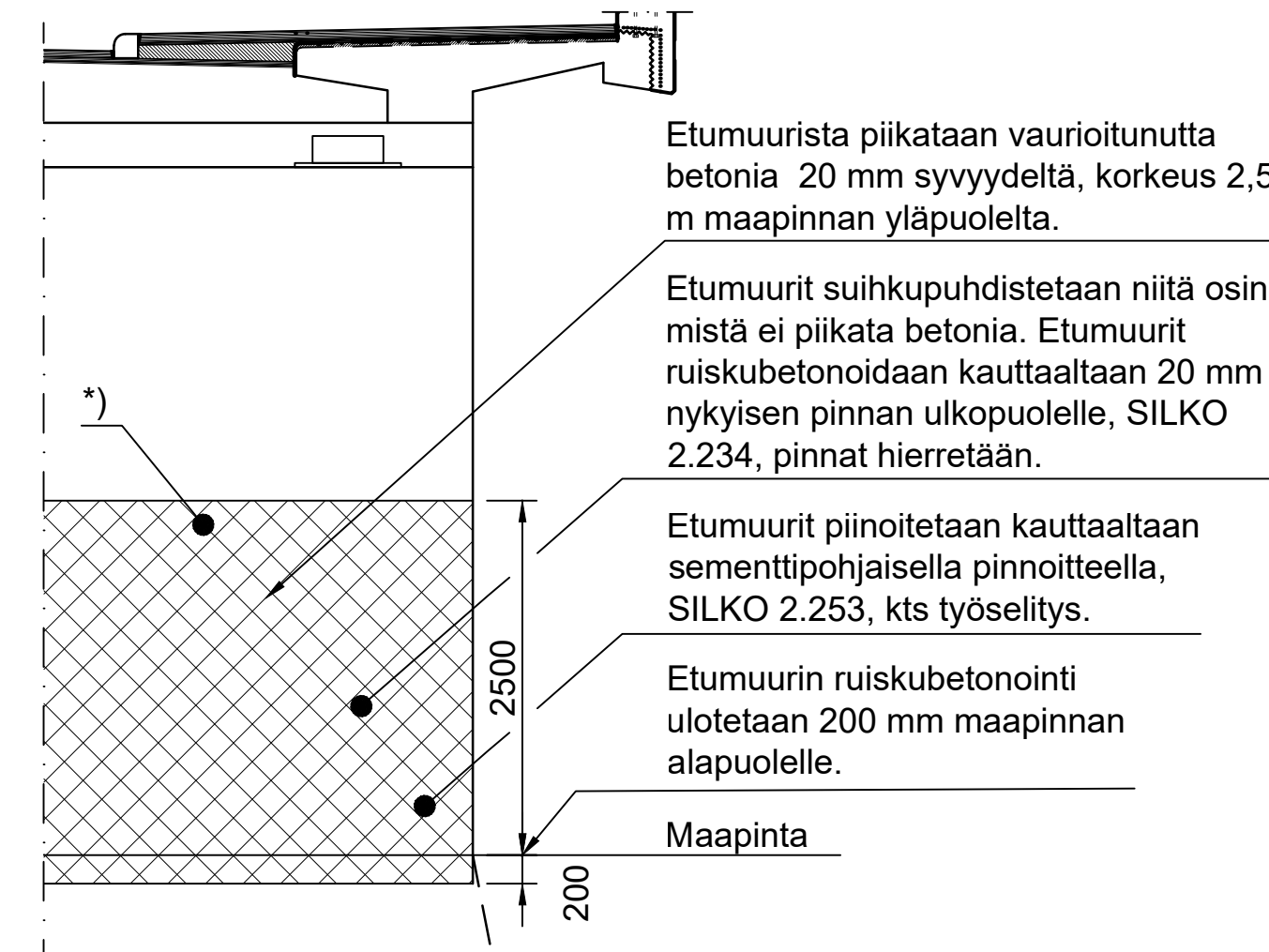
DET - 2 1:5



Kolhaisu suoja voidaan tehdä kahtena 6 m pitkänä osana. Kolhaisu suojan ja kannen välisen raon sementti-injektointia varten piikataan noin 10 mm syvät urat märkään ruiskubetonin esim. laudalla injektointitulpalle kohdalle. Injektointitulpat kiinnitetään levyjen molempiin päihin ja vuorotellen levyjen molempiin reunoihin levyjen neljännespisteisiin. Injektointi tehdään SILKO-ohjetta 2.237 (Sementti-injektointi) soveltaen. Injektointimassana käytetään portlandsementtiliimaa. Vesimenttisuhteen pitää olla $\leq 0,5$. Paisuttavaa lisäainetta voidaan käyttää tuotteen valmistajan ohjeiden mukaan. Injektointitulpat poistetaan injektoinnin jälkeen. Kuumasinkityksen ikä on oltava vähintään 6 viikkoa ennen sikkipintaa vasten tulevan sementtijuotoksen tekoa tai sikkipintaa on passivoitava.

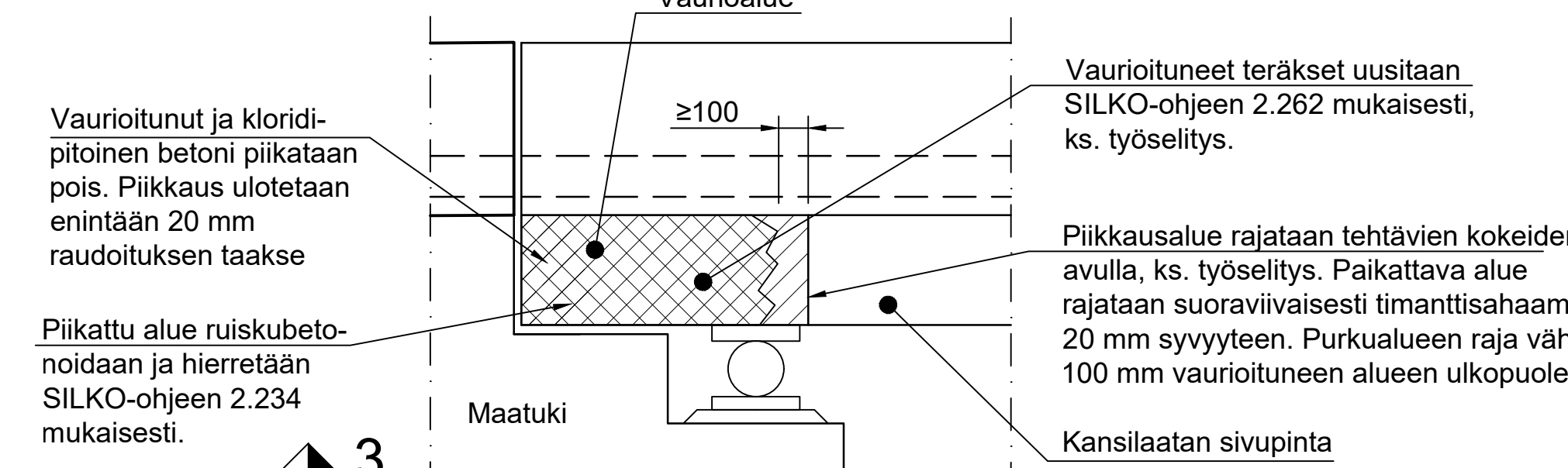
E - E 1:50

MOLEMPIIN ETUMUURIIN

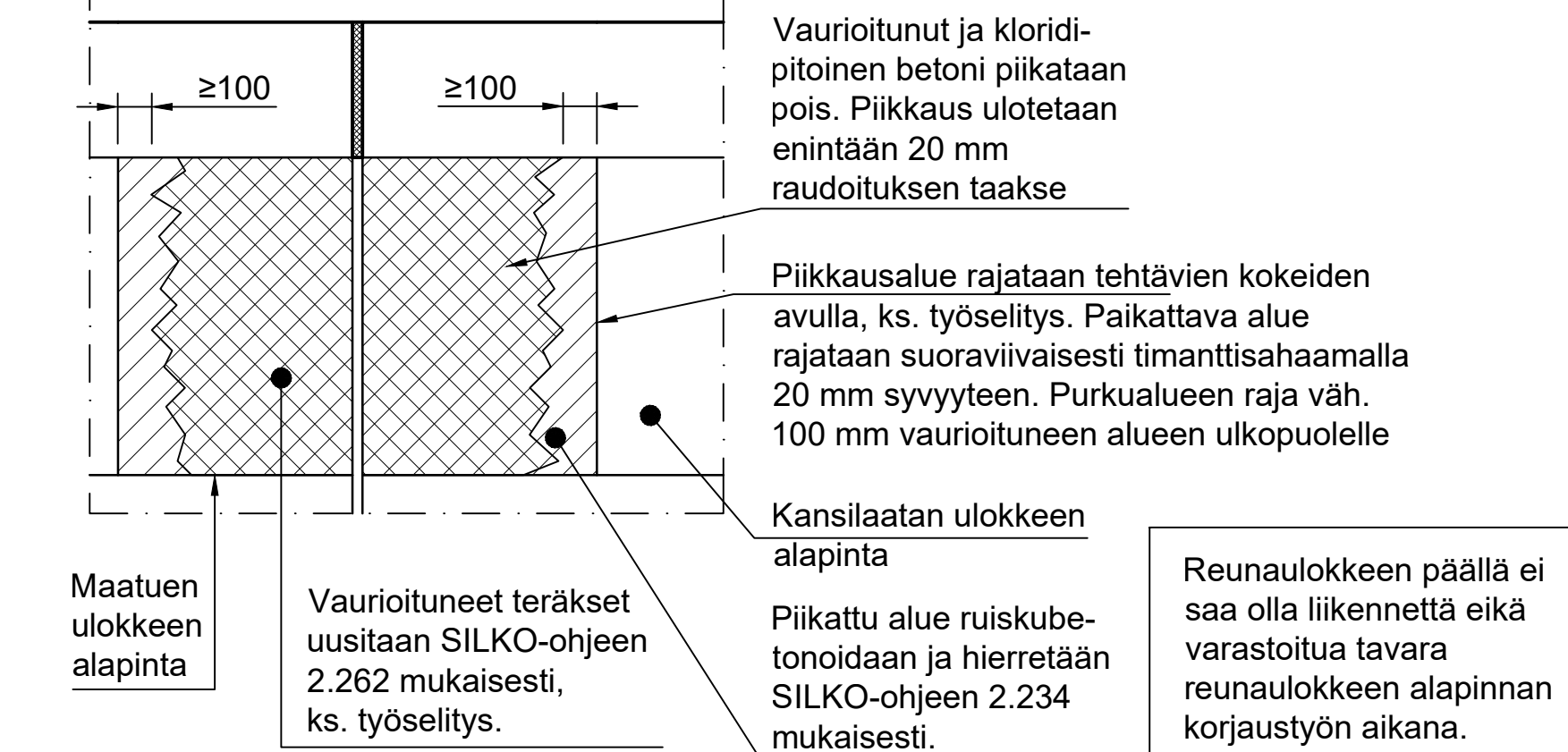


D - D 1:20

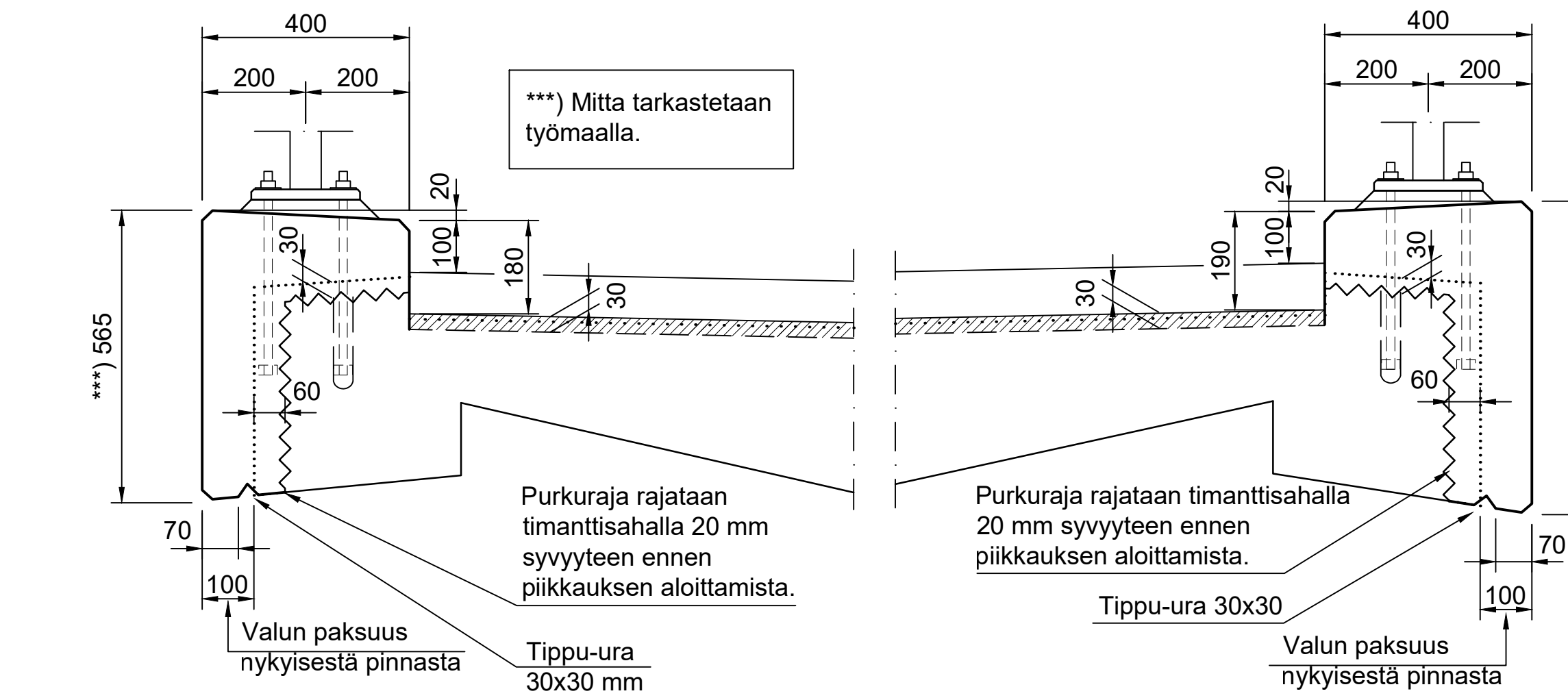
KAIKKI SILLAN NURKAT VASTAAVASTI



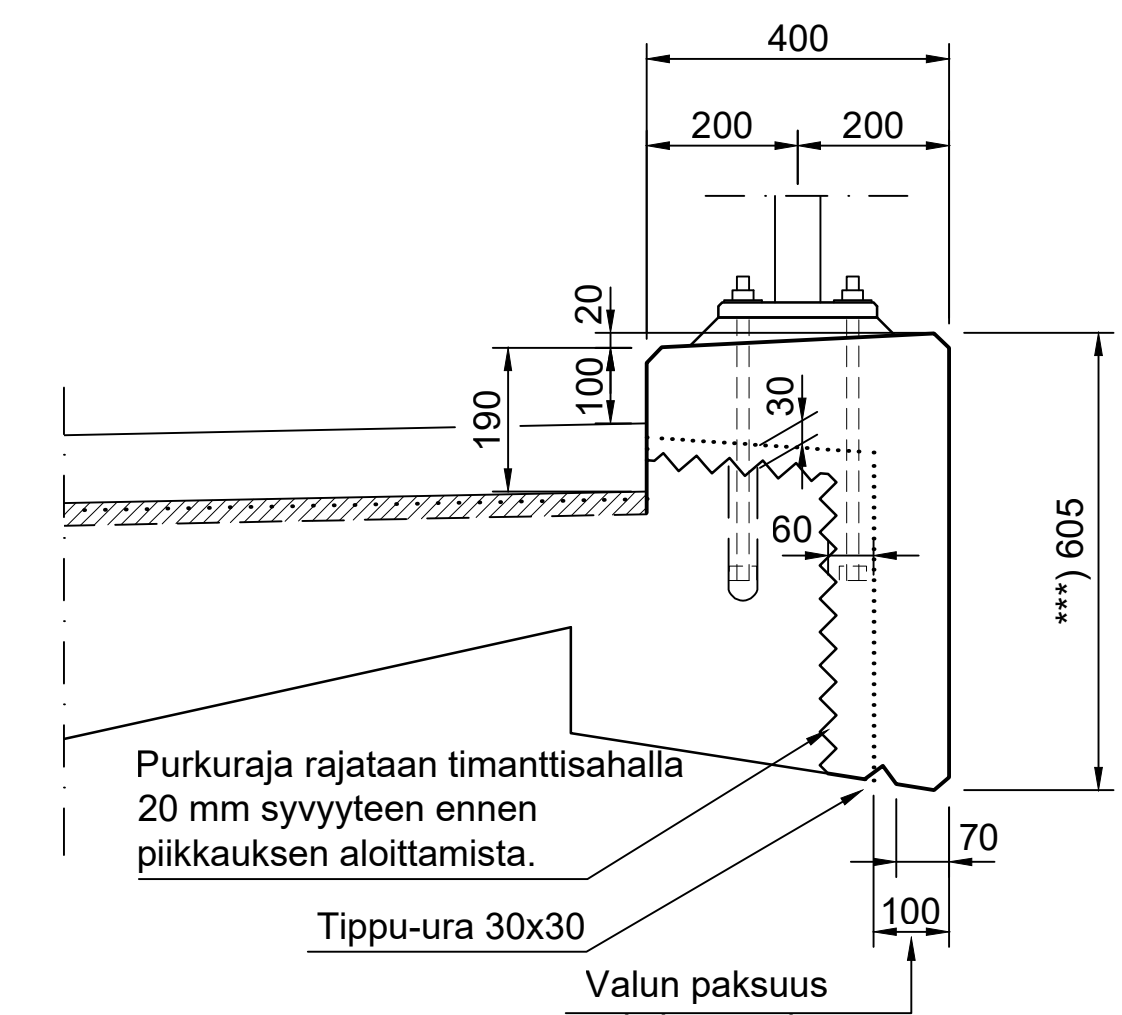
3 - 3 1:20



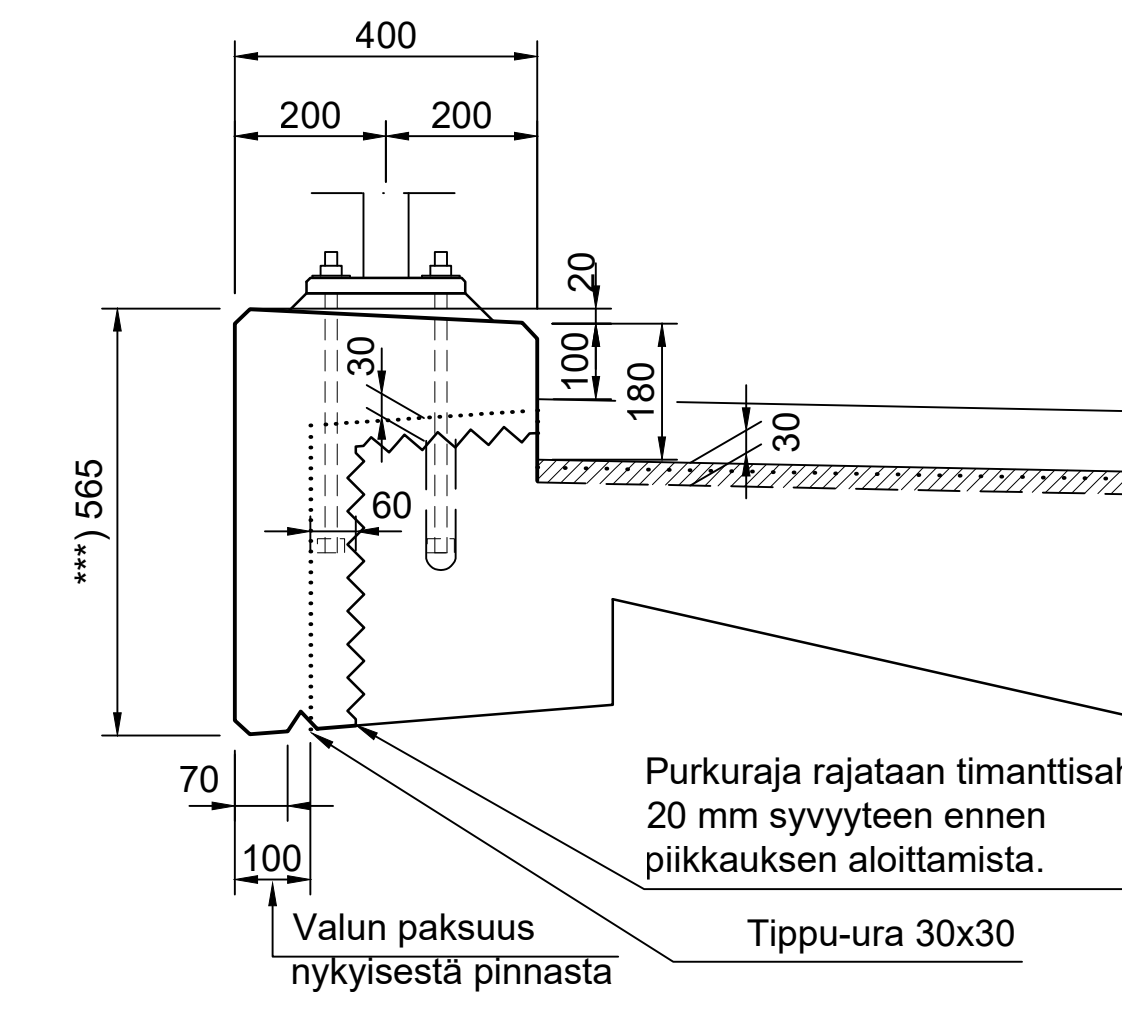
(A - A) 1:10



(C - C) 1:10



(B - B) 1:10



3 (4)
Nykyisen rakenteen mitat, korkeudet ja uusien rakenteiden mittojen sopivuus niihin sekä mittamuutosten vaikutus tulee tarkastaa työmaalla

BETONI:	Muotoiluvalu	Ro20, R1	C30/37-3, P30 Muovikuitu
	Reunapalkit	Ro22, R1	C35/45-3, P50 Geeli-impregointi
	Valituet	Ro11, R1	IT-betoni C35/45-3, P50
	Ruiskubetoni:	Ro11, R1	C35/45, P50
TERÄS:	B500B (A500HW)		

Betonipintojen laatu luokat (by 40 mukaisesti).

Paikalla valetut pinnat:
AA Reunapalkin yläpinta ja eristettävät pinnat (PHI)
A Näkyviin jäävät pinnat (MUO JA MUK)
C Näkymättömiin jäävät pinnat (MUO JA MUK)

Kermieristuksen käyttöluokka 1

Näkyviin jäävät suorat ja terävät nurkat viistetään 20x20 mm kolmiomallilla

Sillanrakennustöissä on noudatettava InfraRYL:n ja SILKO:n mukaisia vaatimuksia

Liitty piirustukseen L-0196 r-2

MERKKI	PVM	MUUTOS	TEHTY	TARKASTAJA
HANKKE LUKIOKADUN RISTEYSSILLAN JA LUKIOKADUN / EURENKADUN RISTEYSSALUEEN MUURIEN PERUSKORJAUS				
SILLAN NIMI JA KUNTA TYPPI LUKIOKADUN RISTEYSSILTA KORJAUSPIIRUSTUS 2				
JM VA	14.3 + 14.3 m	HL	14.20 m	
KUORMA	AI/2, telikuorma I	VNUS	4,0 gon	
A-INSINÖÖRIT A-Insinöörit Civil Oy www.ainsinooorit.fi				
Sillansuunnittelu	TARK./HYV.			
PIIRT. 14.2.2020	Alaa Meis	Hämeenlinnan kaupunki		
SUUNN. 14.2.2020	Alaa Meis	TARK.		
TARK. 14.2.2020	Esko Syrjälä	HYV.		
TARK.	Geotekninen suunnittelu	GEOTARK.		
MITK:	1:50	1:20	1:10	1:5
			PIIR/NRO	L-0196 r-3

