



Väylävirasto
Trafikledsverket

Väyläviraston ohjeita
56/2023

SILKO 2.234

Korjaus ruiskubetonoimalla (sisältö vastaa
versiota 03/09)

siltojen
SILKO
korjaus

2



Väylävirasto
Trafikledsverket

Ohje

19.3.2024

VÄYLÄ/7873/06.04.01/2023

Vastaanottaja	Korvaa
-	SILKO 2.234 Korjaus ruiskubetonoimalla (03/09)
Säädösperusta	Voimassa
-	1.4.2024
Väylämuoto	Kohdistuvuus
taitorakenteet	suunnittelu, rakentaminen, kunnossapito
Asiasanat	Käyttäjärühmät
ruiskubetonointi	suunnittelijat, urakoitsijat, kunnossapitäjät

SILKO 2.234 Korjaus ruiskubetonoimalla (sisältö vastaa versiota 03/09)

Tässä ohjepäivityksessä on täsmennetty Väyläviraston roolia. Sisällöllisesti ohje on muuttumaton. Väylävirasto ei toimi ohjeessa mainittujen tuotteiden hyväksyjänä, vaan Väylävirasto tilaajana asettaa tuotteille vaatimuksia ja arvioi tuotteiden vaatimustenmukaisuuden.

Alkuperäinen teksti:

- Insinööritoimisto Jorma Huura Oy

Tekstin päivitys:

- Matala Consulting

Piirrokset:

- Kuvat 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14: Insinööritoimisto Jorma Huura Oy

Valokuvat:

- Kuvat 1, 2, 3, 4: Insinööritoimisto Jorma Huura Oy
- Kuva 9: Seppo Matala

Osastonjohtaja, tekniikka ja ympäristö Minna Torkkeli

Rautatiejohtaja Jukka Ronni

Tieliikennejohtaja

Jarmo Joutsensaari

Asiantuntija, sillat

Jari Nikki

Ohje on osa Väyläviraston turvallisuusjohtamisjärjestelmää tienpidon ja rautatietoimintojen osalta.

Voit antaa palautetta ohjeesta ohjeen yhteyshenkilölle (etunimi.sukunimi@vayla.fi) tai Väyläviraston teknisten ja turvallisuusohjeiden palautteenantokanavaan (tekniisetjaturvallisuusohjeet@vayla.fi).

Dokumentin sisältö ei ole kaikilta osin saavutettava.

LISÄTIETOJA

Jari Nikki

Väylävirasto

www.vayla.fi

PL 33, 00521 Helsinki

Puhelin 0295 34 3000

etunimi.sukunimi@vayla.fi

Opastinsilta 12 A, 00520 Helsinki

Faksi 0295 34 3700

kirjaamo@vayla.fi

Sisällys

1	VAURIO JA KORJAUSTARVE.....	5
2	OHJEEN SOVELTAMISALA.....	6
3	LAATUVAATIMUKSET.....	7
4	TYÖVAIHEVAATIMUKSET.....	9
4.1	RUISKUTUSMENETELMÄN VALINTA.....	9
4.2	TYÖ- JA LAATUSUUNNITELMAN LAATIMINEN.....	9
4.3	VALMISTELEVAT TYÖT.....	10
4.4	RAKENTEIDEN PURKAMINEN JA PINNAN ESIKÄSITTELY.....	12
4.5	RAUDOITUKSEN ASENTAMINEN JA MUOTTIEN TEKO.....	13
4.6	RUISKUBETONOINTI.....	15
4.7	RUISKUBETONIN JÄLKIHOITO.....	19
5	LAADUNVARMISTUS JA VAATIMUSTENMUKAISUUDEN OSOITTAMINEN.....	20
6	TÄYDENTÄVÄT OHJEET.....	21

1 Vaurio ja korjaustarve

Raudoituksen korroosio käynnistyy, kun betoni karbonatisoituu ilman hiilidioksidin vaikutuksesta eli menettää raudoitusta suojaavan emäksisyytensä tai kun kloridit tunkeutuvat raudoitukseen asti. Joskus syy on betonin rapautuminen, joka johtuu siitä, että vesi pääsee betonin huokosiin ja irrottaa jäätyessään kerros kerrokselta betonin pintaa. Vaurio näkyy betonipinnassa aluksi verkkomaisena halkeiluna ja jatkuu pinnan rapautumisena.

Useimmiten vaurion syy on valu- tai materiaalivirhe, kun betonipeite on jäänyt liian ohueksi tai rakenteessa on onkaloita tai muita huonosti tiivistettyjä kohtia (rotanpesiä) tai kun betonin pakkasenkestävyys on ollut riittämätön.



Kuva 1. Betonipeite halkeilee raudoituksen korroosion käynnistyttyä

Betonipinnan korjaus ruiskubetonoimalla tehdään yleensä sillan peruskorjauksen yhteydessä. Korjaus on tarpeen, jos

- raudoituksen betonipeite on halkeillut tai lohjennut pois raudoituksen korroosion seurauksena
- betonipeite on jäänyt liian ohueksi, vaikka betonin karbonatisoituminen ei ole saavuttanut raudoitusta
- betonipinta on rapautunut niin paljon, että raudoitteiden betonipeite on vähentynyt merkittävästi.

Jatkuvasti kosteuden vaikutuksen alaisena olevat pinnat, joissa on halkeamia tai joiden betonipeite on lohjennut pois, korjataan ensi tilassa.

Rakenteen pääraudoitteiden ja leikkausjännitysten alueella olevien hakaraudoitteiden poikkipinta-ala saa pienentyä korkeintaan 10 %. Muissa tapauksissa on seurattava betonipeitteen karbonatisoitumista ja rapautumista. Betonipeitettä on vahvennettava viimeistään, kun karbonatisoituminen on 10 mm:n etäisyydellä raudoituksesta tai kun keskimääräinen rapautuma on ylittänyt 10 mm.

Ruiskubetonointi on betonirakenteiden korjausmenetelmä, joka tulee korjausmenetelmänä kysymykseen *Sillantarkastuskäsikirjan* vauriotyypeissä 2, 4 ja 6.



Kuva 2. Betonipeite lohkeaa pois raudituksen korroosion voimistuessa

2 Ohjeen soveltamisala

Tässä ohjeessa käsitellään siltojen näkyvien betonipintojen korjaamista ruiskubetonoimalla.

Ruiskubetonointi on laajojen betonipintojen korjausmenetelmä. Sitä käytetään betonin pakkasrapautumien ja raudituksen korroosion aiheuttamien vaurioiden korjaamiseen tai vaurioiden estämiseen. Lisäksi ruiskubetonointia käytetään raudituksen suojaamiseen rakenteita vahvennettaessa ja katodisessa suojauksessa käytettävän anodiverkon suojaamiseen. Ruiskubetoni ei sovellu ilman erillistä pinnoitetta

- reunapalkkien korjaukseen
- pintoihin, jotka ovat vedenvaihtelualueella
- suolatuilla tieosuuksilla välitukien korjaukseen.

Ohjetta käytetään siltojen korjaus- ja uudisrakentamisen ruiskubetonitöiden suunnittelussa ja toteutuksessa. Sitä voidaan soveltaa myös rakenteita vahvennettaessa ja suojattaessa sekä betonisiltojen palovaurioita korjattaessa.

Ruiskubetonointia varten laaditaan korjaussuunnitelma. Jos tämän ohjeen viitejulkaisuissa on tapahtunut muutoksia, ne yksilöidään korjaussuunnitelmassa.

Korjaussuunnitelmassa esitetään laatuvaatimukset ja laadunvarmistustoimet. Tämän ohjeen tekstiä toistetaan vain, jos ohjeessa on vaihtoehtoja tai jos halutaan kiinnittää huomiota työvaiheisiin, joissa tehdään usein virheitä.

Työturvallisuutta koskevista asioista noudatetaan ohjetta *SILKO 1.111 Työturvallisuus*, ja ympäristönsuojelu toteutetaan ohjeen *SILKO 1.112 Ympäristönsuojelu* mukaisesti.

3 Laatuvaatimukset

Ruiskubetonointi tehdään suunnittelijan laatiman korjaussuunnitelman mukaisesti. Urakoitsija laatii työ- ja laatusuunnitelman, joka toimitetaan tilaajalle.

Olosuhteiden on oltava valittujen korjaustuotteiden vaatimusten mukaiset. Rakenteen lämpötilan on oltava ruiskubetonin kovettumisen ajan vähintään +5 C. Tuulen nopeus saa olla korkeintaan 2 m/s. Jos ulkoilman olosuhteet eivät ole vaatimusten mukaisia, käytetään sääsuoja.

Korkeita lämpötiloja on syytä välttää, koska kutistumishalkeilun riski kasvaa. Suositeltava lämpötila työn aikana on +5...+20 C. Märkäseosruiskutuksessa suositeltava massan lämpötila on +10...+20 C. Korjaustuotteita tulee säilyttää valmistajan ohjeiden mukaisesti.

Piikkausraja on määritettävä kohdan [4.4 Rakenteiden purkaminen ja pinnan esikäsittely](#) mukaisesti kloriditestin perusteella.

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

Ruiskubetonin tai -laastin tulee täyttää Väyläviraston laatuvaatimukset tai standardin SFS-EN 14487-1 ominaisuuksien mukaisen ruiskubetonin vaatimukset.

Korjausbetonin valinta perustuu ohjeen *SILKO 1.201 Betoni sillankorjausmateriaalina* taulukoihin *Betonirakenteiden vähimmäisvaatimukset siltaosittain eri rasitusluokkaryhmissä, päällysrakenne* ja *Betonirakenteiden vähimmäisvaatimukset siltaosittain eri rasitusluokkaryhmissä, alusrakenne*. Valinta tehdään alustavasti korjaussuunnitelmaa laadittaessa ja lopullisesti työ- ja laatusuunnitelmaa tarkastettaessa. Raudoitusta suojaavan betonipeitteen paksuus määräytyy betonilaadun ja suunnittelukäyttöiän perusteella. Sillankorjaustoissa raudoitusta suojaavan betonipeitteen on oltava vähintään 30 mm. Käytettäessä Väyläviraston laatuvaatimukset täyttävää polymeeripitoista laastia betonipeite määräytyy tuotekohtaisesti, mutta sen on oltava aina vähintään 15 mm.

Ruiskubetonin paksuuden pitää olla aina vähintään 10 mm. Tartuntapinnan vetolujuuden ja ruiskubetonin tartuntalujuuden on oltava vähintään 1,5 N/mm².

Kuituvahvisteisen ruiskubetonin laatuvaatimukset ja niiden todentamiseksi tehtävät laadunvalvontatoimet määrittelee suunnittelija kohdekohtaisesti ja merkitsee ne korjaussuunnitelmaan.

Työ toteutetaan siten, että korjaussuunnitelmassa määritetyn tarkastusluokan ja kohdekohtaisesti noudatettavat laatuvaatimukset täyttyvät suunnittelukäyttöiän, ruiskutusalueen, ruiskubetonin osain, betonin materiaaliominaisuuksien, työn suorituksen ja laadunvalvonnan osalta.

Sillankorjaustöissä ruiskubetonin osa-aineiden laadunvalvonnan toimenpiteet ja todentavien kokeiden tekeminen käyvät ilmi taulukosta [1 Ruiskubetonin osa-aineiden laadunvalvontatoimet; tarkastusluokat 2 ja 3](#).

Taulukko 1. Ruiskubetonin osa-aineiden laadunvalvontatoimet; tarkastusluokat 2 ja 3

Osa-aine	Tarkastus tai testi	Tarkoitus	Näytteenottoväli
Sementti	Kuormakirjan tarkastus	Varmistetaan oikea tyyppi ja alkuperä	Jokainen toimitus
Kiviaines	Kuormakirjan tarkastus	Varmistetaan oikea tyyppi ja alkuperä	Jokainen toimitus
	Rakeisuus (SFS-EN 933-1) ja epäpuhtaudet (SFS-EN 12620) tai toimittajan antama tieto	Arvioidaan standardinmukaisuus	Ensimmäinen toimitus uudesta esiintymästä
Lisäaineet	Kuormakirjan tai astian merkinnän tarkastus (SFS-EN 934-6)	Varmistetaan onko toimituserä tilauksen mukainen	Jokainen toimitus
Seosaineet jauheena	Kuormakirjan tarkastus (SFS-EN 934-6)	Varmistetaan onko toimituserä tilauksen mukainen	Jokainen toimitus
Vesi	Testaus standardin SFS-EN 1008 mukaisesti	Varmistetaan, että vedessä ei ole haitallisia aineita	Ensimmäinen toimitus uudesta esiintymästä
Kuidut	Pituuden, halkaisijan ja muodon tarkastus standardien SFS-EN 14889-1 ja SFS-EN 14889-2 mukaisesti	Varmistetaan onko toimituserä tilauksen mukainen	Jokainen toimitus

Märkäseosruiskutuksessa noudatettavat perusseoksen laadunvalvontatoimet on esitetty standardissa SFS-EN 14487-1.

Ruiskubetonityössä materiaalien säilytyksen, annostelulaitteiden, sekoittimien ja ruiskutuslaitteistojen pitää täyttää standardissa SFS-EN 14487-2 asetetut vaatimukset.

Korjaustyön tekijöiden ammattitaito on osoitettava tilaajan hyväksymällä työnäytteellä tai ammattipassilla.

Ruiskubetonipinnan värisävy ei saa vaihdella eikä erottua häiritsevästi ympäröivästä betonipinnasta.

Jos ulkonäölle asetetaan vaatimuksia, ruiskubetonipinnan epätasaisuutta voidaan sallia 10 mm kahden metrin matkalla.

Korjaustyöstä on pidettävä pöytäkirjaa.

Pöytäkirjan malli on ohjeen *SILKO 1.231 Betonin paikkaus* liitteenä.

4 Työvaihevaatimukset

4.1 Ruiskutusmenetelmän valinta

Suunnittelun tärkein vaihe on ruiskutusmenetelmän sekä menetelmään ja kohteeseen soveltuvan korjausbetonin valinta. Yleensä käytetään kuivaseosmenetelmää, koska siitä on pitkäaikaiset kokemukset. Märkäseosmenetelmää käytetään sillankorjaustöissä paksuja kerroksia tai menetelmää varten kehitettyjä erikoislaasteja ruiskutettaessa. Jos paksu kerros ruiskutetaan märkäseosmenetelmällä, pinnanajo tehdään kuivaseosmenetelmällä.

4.2 Työ- ja laatusuunnitelman laatiminen

Urakoitsija laatii ennen ruiskubetonointityön aloittamista yhdistetyn työ- ja laatusuunnitelman yleisohjeen *SILKO 1.232 Betonointi ruiskuttamalla* kohdan *Ruiskubetonoinnin työ- ja laatusuunnitelma* mukaisesti. Työ ja laatusuunnitelma toimitetaan tilaajan edustajalle vähintään viikkoa ennen työn aloitusta.

Työ- ja laatusuunnitelman keskeisin sisältö on:

- purettavien osien rajat ja suositeltava purkamismenetelmä
- raudoituksen kunnostus
- ruiskubetonimassa ja mahdolliset kuidut
- ruiskutusmenetelmä
- jälkihoito
- teline-, suojaus- ja muottirakenteet
- työnaikaiset laatumittaukset
- vaatimustenmukaisuuden osoittamiseksi tehtävät kokeet
- työ- ja ympäristönsuojelutoimet
- kohdekohtaisissa suunnitelmissa on otettava huomioon paikalliset olot, kuten junaliikenne ja sähköistys, työnaikainen liikenne, vesistön käyttö jne.
- liikennejärjestelyt.

Liikenteen aiheuttamat rasitukset ruiskubetonin tartunnalle ja lujuudenkehitykselle otetaan huomioon korjaussuunnitelman mukaisesti. Tarvittavat liikennerajoitukset, kuten sallittava värähtelynopeus tai nopeusrajoitus sekä rajoitusten kestot, on esitetty korjaussuunnitelmassa.

4.3 Valmistelevat työt

Ennen ruiskutustyötä tehdään liikenteen järjestelyä varten Väyläviraston ohjeen *Liikenne tietyömaalla – Kunnossapitotyöt* mukainen liikenteenohjaussuunnitelma, joka esitetään tilaajan edustajalle ennen työn aloittamista. Esimerkkiratkaisuja siltatyömaiden liikennejärjestelyistä on Väyläviraston ohjeessa *Liikenne tietyömaalla – Tienrakennustyömaat*.

Kaluston toimintakunto on tarkistettava hyvissä ajoin ennen työhön ryhtymistä. Paineilman puhtaus tarkistetaan puhaltamalla ilmaa puhtaan veden pinnalle, johon ei saa muodostua öljykalvoa.

Hankekohtaiset ennakkokokeet esitetään korjaussuunnitelmassa. Betonin ennakkokokeista on annettu yksilöidyt vaatimukset yleisohjeessa *SILKO 1.232 Betonointi ruiskuttamalla*.

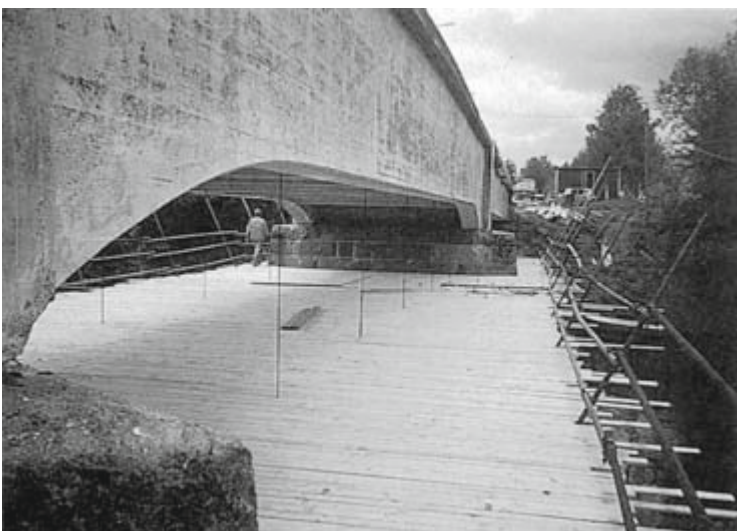
Ennakkokokeet tehdään joko hankekohtaisesti tai ennakkokokeita vastaavat tiedot voidaan hankkia aikaisemmin vastaavissa oloissa ja vas-taavalla betonin koostumuksella toteutetuista hankkeista. Väyläviraston laatuvaatimukset täyttävistä tuotteista ei ennakkokokeita tarvitse tehdä.

Kohdekohtaisesti voidaan edellyttää myös koeruiskutusta. Ruiskutus on tehtävä riittävällä betonimäärällä tasaisen virtauksen saavuttamiseksi. Koeruiskutus tulee tehdä samalla henkilökunnalla, materiaaleilla, laitteilla ja ruiskutusmenetelmällä kuin tuotannon aikana.

Koeruiskutuksessa tutkitaan ainakin betonin puristuslujuus, tartuntalujuus alustaan, pakkasenkestävyys ja kuitubetonilla kuidun määrä. Koeruiskutus uusitaan, mikäli betonin osaineissa ja koostumuksessa tapahtuu merkittäviä muutoksia.

Koeruiskutusta ei tarvitse tehdä, jos työn suorittajalla on pitkäaikainen kokemus samanlaisesta ruiskutuskalustosta ja käytettävistä materiaaleista ja työ tehdään kokeneella henkilökunnalla.

Ruiskutustyössä on tärkeää, että ruiskuttaja pääsee siirtymään joustavasti kohteesta toiseen, koska työssä on vältettävä keskeytyksiä. Tämä on otettava huomioon telineitä suunniteltaessa (kuva [3 Esteettömän liikkumisen mahdollistava teline](#)).



Kuva 3. Esteettömän liikkumisen mahdollistava teline

Tukitelineet tehdään julkaisua *RIL 147-2006 Tukitelineet ja muotit* noudattaen. Muut telineet ja ne tukitelineiden osat, joita käytetään työ- ja suojatelineinä tai työtasoina ja kulkuteinä, mitoitetaan julkaisun *Rakennustöiden turvallisuusmääräykset selityksineen* sekä julkaisun *RIL 142-1999 Työtelineet ja suojarakenteet* mukaisesti. Jos telineet tuetaan maahan, ne tehdään yleensä jonkin putkitelinyttypin elementeistä. Pienen sillan telineet voidaan tehdä puurakenteisina. Jos olot sallivat, voidaan käyttää pyörillä varustettuja telineitä, joiden liikuttelu on helppoa. Siltakurki tai muu henkilönostin sopivat hyvin ruiskutustyöhön (kuva [4 Pilarin ruiskubetonointia siltakurjen korista käsin](#)).



Kuva 4. Pilarin ruiskubetonointia siltakurjen korista käsin

Telineratkaisuja tehtäessä on otettava huomioon myös muut mahdolliset suojarakenteet, koska ruiskutusta ei saa tehdä sateella, kovalla tuulella tai jos on jäätymisvaara.

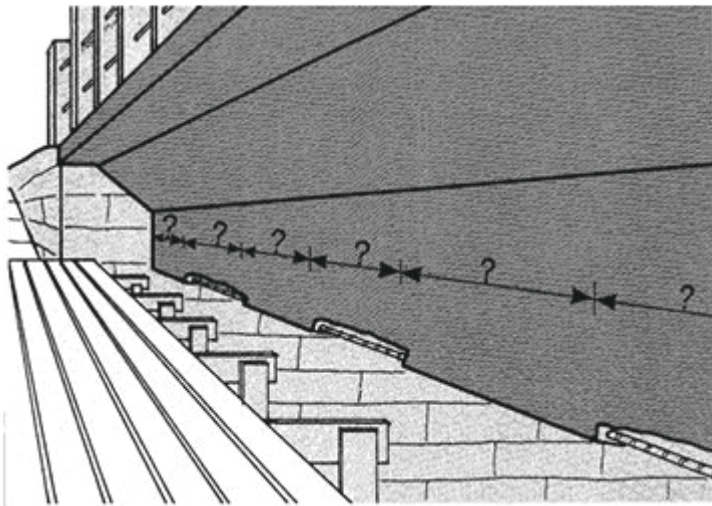
Ruiskutuskohteen suojaamisessa on suositeltavaa käyttää sääsuojaa ruiskutusolosuhteiden hallitsemiseksi ja ympäristön suojaamiseksi. Kylmänä vuodenaikana sääsuojan käyttö on usein välttämätöntä ruiskutusolosuhteiden lämpötilavaatimusten täyttämiseksi ja ruiskubetonin kovettumisolosuhteiden varmistamiseksi.

Jos rakenteiden purkamisessa käytetään vesipiikkausta, kivien ja muun purkujätteen sinkoilu estetään suojaseinällä. Seinän tarve on harkittava muissakin tapauksissa, kuten ohiruiskutuksen ja hukkaroiskeen haittoja eliminoitaessa.

4.4 Rakenteiden purkaminen ja pinnan esikäsittely

Ruiskubetonialustan tulee täyttää standardin SFS-EN 1504-10 kohdan 7 vaatimukset.

Betonipinnan purkamisen laajuus ja kerralla piikattavaksi sallittu rakenteen osa (kuva 5 [Palkin alapinta korjataan yleensä osissa](#)) esitetään korjaussuunnitelmassa. Sopivia purkamismenetelmiä ovat vesipiikkaus, käsinpiikkaus ja piikkaus hydraulisella robotilla (*SILKO 1.203 Purkamis- ja esikäsittelymenetelmät*). Mekaaninen piikkaus tehdään mahdollisuuksien mukaan pääraudoitteiden suuntaisesti tankoja vaurioittamatta. Myös jysintää voidaan käyttää, jos poistettava betoni ei ulotu raudoitteiden taakse.

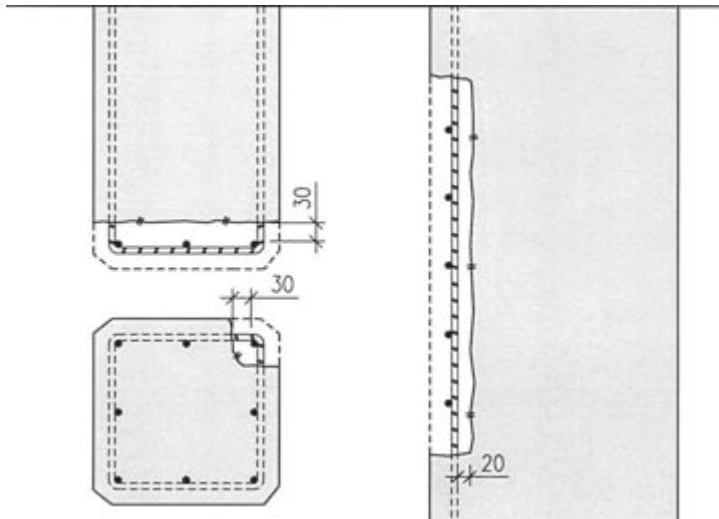


Kuva 5. Palkin alapinta korjataan yleensä osissa

Piikattava osa rajataan yleensä suoraviivaiseksi timantti- tai katkaisulaikalla tehtävän uran avulla. Rajaus tehdään mieluummin rakenteen jonkin särmän kohdalle.

Raudoitustankojen ympärille ei saa jäädä karbonatisoitunutta tai liian kloridipitoista betonia. Kloridipitoisuuden mittaamistarve määritetään korjaussuunnitelmassa. Raudoitustankojen ympärille ei saa jäädä betonia, jonka kloridipitoisuus on yli 0,02 % betonin painosta. Raudoitteen betonipeite mitataan jokaiselta alkavalta 10 m²:n alueelta, jos kloridipitoisuus on kriittinen raudoituksen syvyydellä.

Jos betonia on poistettava niin, että vain osa raudoitustangon pinnasta paljastuu, raudoitustangon kiinnittyminen betoniin on selvitettävä vasaralla koputtelemalla. Jos raudoitustangon tartunta on kunnossa, sitä ei tarvitse paljastaa kokonaan, jos sen pinnasta on paljastunut korkeintaan neljäsosa. Muussa tapauksessa piikkausta on jatkettava, kunnes raudoitustangon ja vanhan betonin väliin jää ainakin 20 mm:n tai vähintään raudoitustangon läpimitan suuruinen piikattu alue (kuva 6 [Piikkaus ulotetaan riittävästi paljastuneen raudoitustangon taakse](#)).



Kuva 6. Piikkaus ulotetaan riittävästi paljastuneen raudoitustangon taakse

Mekaanisesti piikattu pinta viimeistellään käsityövälineillä niin, että irtonaista betonia ei jää rakenteeseen. Tartuntapinta ja raudoitustangot suihkupuhdistetaan. Vesipiikattu pinta on puhdistettava suurpaineisella vesisuihkulla.

Lievemmin ruostuneet raudoitustangot puhdistetaan koneellisesti teräsharjalla, jos niitä ei suihkupuhdisteta pintojen esikäsittelyn yhteydessä.

Jos piikkausta ei tarvita, ruiskutettavat pinnat suihkupuhdistetaan normaaliin puhdistusasteeseen (Väyläviraston ohje *Raudoitteiden korroosioasteen määrittäminen*).

Ruiskutusalueen tulee olla puhdas tartuntaa heikentävästä pölystä ja irtomateriaaleista. Pinta tarkastetaan aina silmämääräisesti ja testataan vasaralla koputtelemalla, jotta havaitaan irti oleva betoni.

Tarvittaessa ruiskutusalueen tulee suojata myöhemmiltä epäpuhtauksilta.

Korjaussuunnitelmassa esitetään vaatimukset ruiskutusalueen betonin lujuudelle ja vaatimukset tartuntalujuuden toteutukseksi tehtävistä tartuntavetokokeista ja niiden laajuudesta.

4.5 Raudoituksen asentaminen ja muottien teko

Raudoituksen ja muottien vaatimukset esitetään ruiskubetonityön korjaussuunnitelmassa.

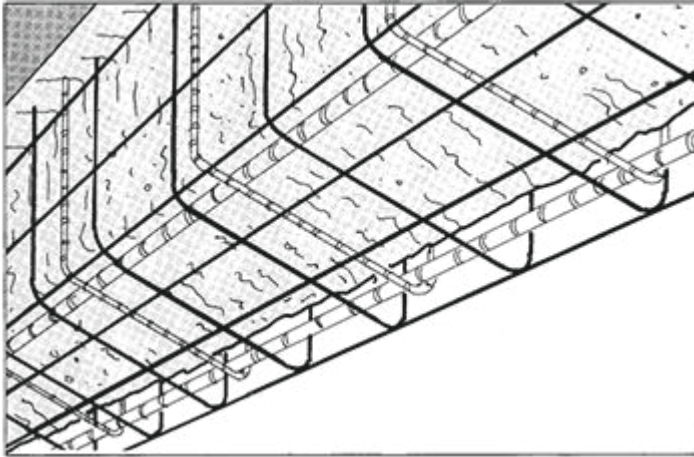
Korjaussuunnitelmassa esitetään

- käytettävät raudoitteet tai kuidut
- uusittavat tai lisättävät raudoitteet
- raudoitteiden jatkaminen ja ankkurointirakenteen vahventaminen.

Jos raudoituksen lisääminen on tarpeen, vanhan raudoituksen ulkopuolelle asennetaan raudoitusverkko (kuva 7 [Raudoitusverkolla vahvennettu palkki](#)). Verkko kiinnitetään vaihtoehtoisesti

- sidelangoilla vanhoihin raudoitustankoihin

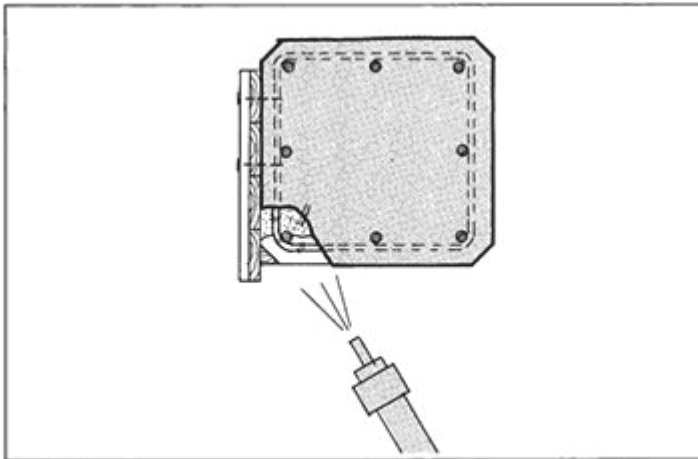
- ankkureilla vanhaan betoniin
- sitoutumattomaan massaan painetuilla sidelangoilla ruiskutettuun betonipintaan.



Kuva 7. Raudoitusverkolla vahvennettu palkki

Pinnassa olevat sidelankojen päät katkaistaan ennen pinnan ajoa.

Palkkeja, pilareita tms. rakenteita ruiskubetonoitaessa joudutaan rakenteen muodon säilyttämiseksi käyttämään muotteja, varsinkin rakenteiden kulmissa (kuva 8 [Rakenteen muoto voidaan säilyttää muotin avulla](#)). Muotit on kiinnitettävä hyvin, jotta ne eivät liiku ruiskutuksen aikana. Joskus on tarpeen tehdä muotteja ruiskutuksen edistyessä.



Kuva 8. Rakenteen muoto voidaan säilyttää muotin avulla

Käytettävä muottimateriaali on esitetty korjaussuunnitelmassa. Tavallisimmin muottipintana käytetään mitallistettua tai raakaponttilautaa. Muottivaneria voidaan käyttää, jos tehdään pinnanajo koko rakenneosalle.

Muottityössä kiinnitetään erityistä huomiota

- muottien tiiviyyteen vanhaa rakennetta vastaan
- tukien kiinnittämiseen
- kulmien viisteisiin

- hukkaroiasketaskujen välttämiseen.

Muottiöljyä ei saa käyttää.

4.6 Ruiskubetonointi

Ruiskubetonin osa-aineet valitaan ja laadunvarmistus tehdään ohjeen *SILKO 1.232 Betonointi ruiskuttamalla* mukaisesti.

Tehdasvalmisteisten kuivatuotteiden käyttö on suositeltavaa muun muassa ohuissa kerroksissa ja pinnanajossa. Valmistajan antamia ohjeita on noudatettava tarkasti. Erityisesti on valvottava, että vettä lisätään ohjeiden mukaan.

Kuivaseoksen esikostutus on yleensä tarpeellista. Jos massassa käytetään lisäaineita, niiden käytöstä ja tarvittavista ennakkokokeista annetaan ohjeet korjaussuunnitelmassa.

Käytännössä on todettu, että märkäseosmenetelmässä huokosteen annostus pitää olla viisinkertainen normaaliin verrattuna. Huokostus on tarpeen esimerkiksi silloin, kun ruiskubetoni tulee vedenpinnan vaikutusalueelle.

Kaluston on oltava työtä aloitettaessa moitteettomassa kunnossa ja puhdistettu vanhasta kuiva-aineksesta. Jos varakalustoa ei ole paikalla, sen nopea saanti on varmistettava.

Kun käytetään teräskuituja, syöttösuppilon suuaukon seulan silmäkoon pitää olla vähintään kaksinkertainen kuidun pituuteen verrattuna tai käytetään 25–30 mm:n välppää, jotta kuidut eivät kasaannu syöttöaukkoon. Kuivaseosmenetelmässä polymeerikuituja voi hukkaantua 50–70 %.

Ruiskutettavat pinnat kostutetaan hyvin vuorokausi ennen ruiskutusta. Kosteus on säilytettävä sellaisena, että ruiskutustyön alkaessa pinnat ovat kosteat (tummat), mutta ne eivät saa olla vesimärkiä (kiiltäviä). Ruiskutettava pinta ei saa koskaan olla jäinen tai niin kylmä, että on jäätymisvaara.

Ruiskutuskohdan lähellä olevat pinnat suojataan. Kuivaseoksen osa-aineet mitataan paino-osin. Osa-aineiden annostelutarkkuuden tulee täyttää taulukon [2 Osa-aineiden annostelun ja ruiskutuksen hyväksytyt toleranssit](#) mukaiset vaatimukset.

Taulukko 2. Osa-aineiden annostelun ja ruiskutuksen hyväksytyt toleranssit

Osa-aine	Toleranssivaatimus määritellystä määrästä	
	Tarkastusluokka 2	Tarkastusluokka 3
Sementti	± 5 %	± 3 %
Vesi (märkämenetelmälle)	± 5 %	± 3 %
Kiviainesten kokonaismäärä	± 5 %	± 3 %
Seosaineet	± 5 %	± 3 %

Taulukko jatkuu...

Osa-aine	Toleranssivaatimus määritellystä määrästä	
Kuidut	± 5 %	± 5 %
Annostelupaikalla lisättävät li-säaineet (< 5 % sementin painos-ta)	± 7 %	± 5 %
Suuttimessa lisättävät materiaa-lit	± 10 %	± 5 %

Ruiskubetonimassa sekoitetaan ruuvi- tai pakkosekoittajassa, johon annostellaan ensiksi kiviainekset ja sitten sementti. Jos kiviaines on täysin kuivaa, tehdään esikostutus (kuva 9 [Esikostutettu tehdasvalmisteinen kuivaseos](#)). Sopiva kosteus on 3–5 %. Jauhemaiset lisäaineet sekoitetaan joko sementtiin tai kuivaseokseen. Nestemäiset lisäaineet sekoitetaan kiviainekseen tai veteen tuotekohtaisten ohjeiden mukaisesti.

Sementin ja luonnonkostean kiviaineksen seos on käytettävä 1,5 tunnin kuluessa. Mikäli käyttöaika on kohteessa pidempi, tulee käyttöaika todentaa etukäteen. Kuivaseoksen haitalliset muutokset, kuten erottuminen, tulee minimoida materiaalin siirtojen aikana.



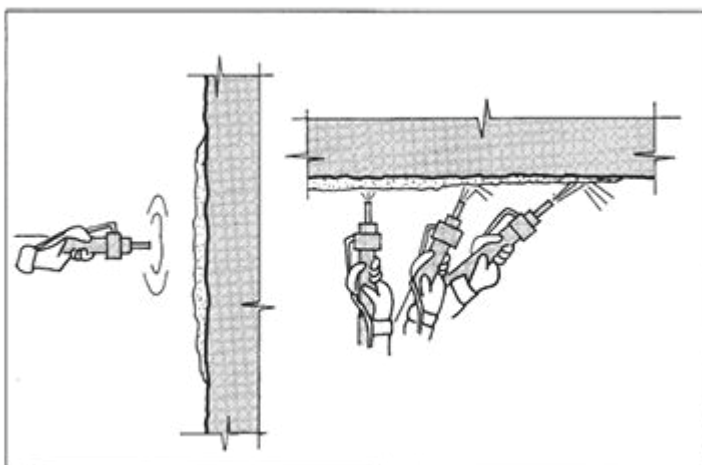
Kuva 9. Esikostutettu tehdasvalmisteinen kuivaseos

Kuivaseosruiskutuksessa vesimäärän säätely on erittäin tärkeää. Tulos riippuu ruiskuttajan ammattitaidosta, koska vesimäärän säätely perustuu ruiskuttajan näköhavaintoihin. Vettä käytetään niin paljon, että massa tarttuu hyvin alustaan ja hukkaroisetta tulee mahdollisimman vähän. Hukkaroiske on poistettava ruiskutettavilta pinnoilta ja raudoituksesta paineilmalla tai suurpainepesurilla ennen betonin kovettumista.

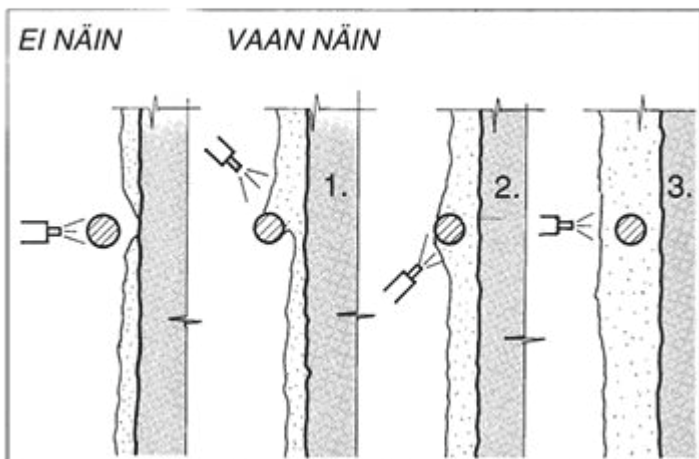
Suosittelava ruiskutusetäisyys on 1 metri. Se voi vaihdella 0,5–1,5 metrin välillä. Etäisyyden pienentyessä voidaan käyttää pienempää painetta. Jos etäisyys on liian suuri, kerroksen kasvamista on vaikeampi seurata ja suihku leviää liian laajaksi.

Suutinta liikutellaan niin, että betonisuihku kulkee säännöllistä liikerataa (kuva 10 [Suuttimen liikerata ja ruiskutuskulman vaikutus hukkaroiskeen määrään](#)). Näin menetellen ruiskubetonikerros saadaan tasaisemmaksi. Suutin pidetään mahdollisimman kohtisuorassa ruiskutettavaa pintaa vastaan. Mitä terävämpi on ruiskutuskulma, sitä suurempi on hukkaroiskeen määrä (kuva 10 [Suuttimen liikerata ja ruiskutuskulman vaikutus hukkaroiskeen määrään](#)). Raudoitettuja rakenteita ruiskutettaessa ruiskutuskulmaa joudutaan vaihtelemaan niin, että raudoitustankojen taustat täyttyvät (kuva 11 [Raudoitustangon taustan täyttäminen](#)).

Valmiin pinnan väri vaihtelun pienentämiseksi yhtenäisissä näkyviin jäävissä pinnoissa tulee välttää pitkiä ruiskutuskatkoja. Ruiskutuksessa on suositeltavaa edetä koko ajan samaa pintaa valmiiksi tehden.

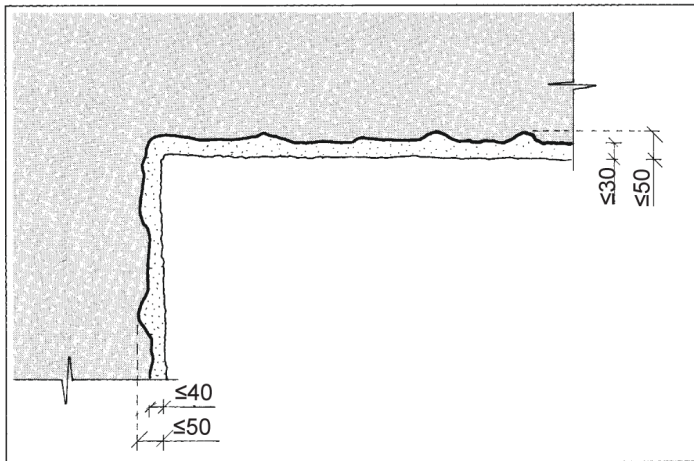


Kuva 10. Suuttimen liikerata ja ruiskutuskulman vaikutus hukkaroiskeen määrään



Kuva 11. Raudoitustangon taustan täyttäminen

Kuivaseosmenetelmällä ruiskutettava kerros voi olla alapinnassa korkeintaan 30 mm ja seinissä 40 mm (kuva 12 [Ruiskubetonikerrosten sallitut paksuudet kuivaseosmenetelmässä](#)). Ensiksi ruiskutetaan kuopat ja kulmat. Märkäseosmenetelmässä voidaan ruiskuttaa paksumpia kerroksia.

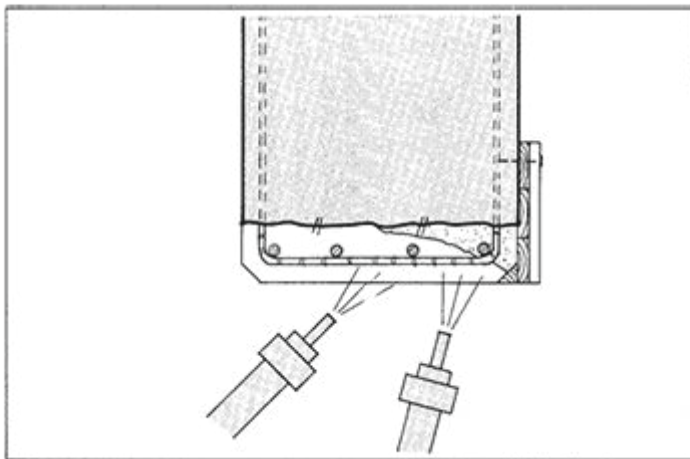


Kuva 12. Ruiskubetonikerrosten sallitut paksuudet kuivaseosmenetelmässä

Ruiskubetonityöt pyritään toteuttamaan mahdollisimman vähäisellä kerrosmäärällä, koska kaikki ruiskubetonikerrokset jälkihoidetaan. Kerralla ruiskutettavan kerroksen paksuuden tulisi olla vähintään 10 mm. Pinnanajossa voidaan käyttää pienempää kerrospaksuutta.

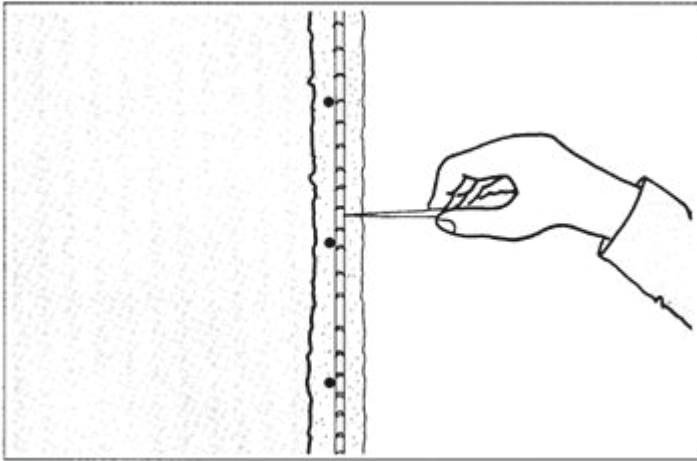
Ruiskubetonoinnin yleisperiaatteista joudutaan rakenteita korjattaessa joskus tinkimään niin, että

- ruiskutusetäisyys on vain 20–30 cm ja ruiskutussuunta, varsinkin nurkkia ruiskutettaessa, voi olla lähes vaakasuora (kuva [13 Nurkan ruiskutus](#))
- kerralla ruiskutettava kerros voi paikallisesti olla 50 mm, koska yleensä pyritään siihen, että raudoitustangot saadaan peittoon ensimmäisellä ruiskutuskerralla
- vähäiset kuopat voidaan täyttää 50 mm:n syvyydeltä yhdellä ruiskutuskerralla.



Kuva 13. Nurkan ruiskutus

Seinän ruiskutus tehdään alhaalta ylöspäin, jotta betonin alle ei jää yläpuolelta sinkoavaa hukkaroisetta. Seuraava kerros voidaan ruiskuttaa noin 8 tunnin kuluttua kuitenkin niin, että aika määräytyy kerroksen kantavuuden mukaan. Raudoitustangoille on saatava suunnitelmassa määrätty betonipeite. Ruiskuttaja seuraa tuoreen ruiskubetonikerroksen ja raudoituksen betonipeitteen paksuutta työn edetessä. Betonipeitteen paksuus mitataan välittömästi ruiskutuksen jälkeen raudoitustangon kohdalta piikillä tai teräslangalla (kuva [14 Ruiskubetonikerroksen tarkistus](#)).



Kuva 14. Ruiskubetonikerroksen tarkistus

Ruiskubetonoidun pinnan hiertämistä on vältettävä. Jos hiertäminen on tarpeen, sitä varten ruiskutetaan ylimääräinen 5 mm:n kerros massalla, jonka suurin raekoko on enintään 4 mm. Hierrettäessä tai leikatessa on varottava irrottamasta ruiskubetonikerrosta alustastaan. Leikkaus heikentää pintakerroksen lujuutta, joten sitä ei myöskään pidä käyttää ilman perusteltua tarvetta.

Jos lopullisen pinnan värisävyn pitää olla tasalaatuinen, ruiskutetaan lopuksi koko pinta ohuempaa 5–10 mm:n kerroksena (ns. pinnanajo) käyttäen normaalia suurempaa työpainetta ja kuivempaa massaa. Tässä vaiheessa voidaan pintaa vielä oikaista vahventamalla paikallisesti ruiskutettavaa kerrosta.

Pinnan kovettumisen jälkeen varmistetaan ruiskubetonikerrosten tartunta vähintään koputtelemalla. Tarvittaessa tehdään tartuntavetokoe. Tarvittaessa ruiskubetonikerroksen paksuus varmistetaan poralieriöistä. Jos rakenteista porataan näytteitä, kolot on paikattava ohjeen *SILKO 2.231 Paikkaus ilman muotteja* mukaisesti.

4.7 Ruiskubetonin jälkihoito

Jälkihoito tehdään *InfraRYL:n 2006* kohtien 42020.3.4.6 ja 42020.3.8.5 mukaisesti, ottaen erityisesti huomioon seuraavaa:

- Jälkihoito tehdään mieluummin vesikasteluna. Sumuttamalla tehtävän kastelun on oltava huomattavasti tehokkaampaa kuin tavallisen betonin jälkihoidossa.
- Ruiskutetun pinnan jälkihoito aloitetaan tarvittaessa jo ruiskutuksen aikana. Pintaan ei saa ilmestyä vaaleita läiskiä. Jos ruiskubetonointi tehdään useampana kerroksena, kaikki kerrokset jälkihoidetaan samalla tavalla.
- Väyläviraston laatuvaatimukset täyttäviä jälkihoitoaineita voidaan käyttää pintakerroksen osalla. Käsittely on uusittava 3,5 vrk:n kuluttua. Tällöin jälkihoito vastaa 7 vuorokauden kosteajälkihoitoa. Jälkihoitoaine sumutetaan pinnalle välittömästi ruiskubetonoinnin jälkeen noudattaen valmistajan ohjeita. Jälkihoitoaineen käyttö on tarpeen varsinkin sähköratojen mutta myös muiden liikenneväylien yläpuolella sijaitsevia rakenteita ruiskubetonoidessa. Jälkihoitoaine saattaa lisätä pinnan värieroja.
- Kosteajälkihoitoaika on vähintään 7 vuorokautta, ja jälkihoitoa on jatkettava kunnes betonin lujuus on vähintään 60 % nimellislujuudesta.

5 Laadunvarmistus ja vaatimustenmukaisuuden osoittaminen

Korjaustyön lopputarkastus tehdään *Sillantarkastusohjeen* mukaisesti.

Ruiskubetonityön vaatimustenmukaisuus osoitetaan tämän ohjeen kohdan [4 Työvaihevaatimukset](#) mukaisten ennakkokokeiden ja työnaikaisten laadunvalvontatoimien avulla.

Vaatimustenmukaisuuden osoittamiseksi tehtävät työnaikaiset laadunvalvontakokeet, kokeiden määrät ja käytettävä testausmenetelmä on esitetty taulukoissa [3 Ruiskubetonin ominaisuuksien valvonta ja vaatimustenmukaisuuskokeiden määrät, tuoreen betonin valvonta \(märkäseosmenetelmä\)](#) ja [4 Ruiskubetonin ominaisuuksien valvonta ja vaatimustenmukaisuuskokeiden määrät, kovettuneen betonin valvonta \(kuivaseos- ja märkäseosmenetelmä\)](#).

Taulukko 3. Ruiskubetonin ominaisuuksien valvonta ja vaatimustenmukaisuuskokeiden määrät, tuoreen betonin valvonta (märkäseosmenetelmä)

Ominaisuus	Tarkastus- tai testausmenetelmä	Näytteenottoväli, tarkastusluokka 2	Näytteenottoväli, tarkastusluokka 3
Vesi-sementtisuhte (märkäseosmenetelmä)	Laskemalla tai testimenetelmän mukaisesti	Päivittäin	Päivittäin
Kiihdyte	Lisätyn määrän tallenne	-	Päivittäin
Tuoreen betonin kuitupitoisuus	SFS-EN 14488-7	1/ 500 m ² tai vähintään 2	1/ 250 m ² tai vähintään 3

Taulukko 4. Ruiskubetonin ominaisuuksien valvonta ja vaatimustenmukaisuuskokeiden määrät, kovettuneen betonin valvonta (kuivaseos- ja märkäseosmenetelmä)

Ominaisuus	Tarkastus- tai testausmenetelmä	Näytteenottoväli, tarkastusluokka 2	Näytteenottoväli, tarkastusluokka 3
Puristuslujuus	SFS-EN 12504-1	1/ 100 m ³ tai 1/ 500 m ² tai vähintään 2 *)	1/ 50 m ³ tai 1/ 250 m ² tai vähintään 3 *)
Tiheys	SFS-EN 12390-7	Kun testataan puristuslujuus	
Pakkasenkestävyys	SS 137244	1/ 500 m ² tai vähintään 2 *)	1/ 250 m ² tai vähintään 3 *)

Taulukko jatkuu...

Ominaisuus	Tarkastus- tai testausmenetelmä	Näytteenottoväli, tarkastusluokka 2	Näytteenottoväli, tarkastusluokka 3
Tartuntalujuus	SFS-EN 1542	1/ 500 m ² tai vähintään 2 *)	1/ 250 m ² tai vähintään 3 *)
Kutistuma	prEN 104-816-4	1/ 1000 m ²	1/ 500 m ²

* koelaattojen määrä

Kuituvahvisteisen ruiskubetonin vaatimustenmukaisuuskokeet, niiden määrät ja hyväksyttävyysskriteerit asettaa suunnittelija korjaussuunnitelmassa.

Paksuja ruiskubetonikerroksia käytettäessä tartunta alustaan voi jäädä puutteelliseksi. Ellei kohteesta ole määrätty tartuntalujuuden testausta esimerkiksi kohteen pienuuden vuoksi, tartunta varmistetaan aina vähintään koputtelemalla.

Ruiskubetonipinnan tasaisuus ja värivaihtelu tarkastetaan. Tarkastuksen tulokset merkitään muistiin ja pinta valokuvataan.

Peräkkäin vuoden aikana toteutettavat kohteet käsitetään samaksi hankkeeksi. Pienistä paikkauksista koelaattojen valmistus ei ole tarpeen. Työnaikaiset, vaatimustenmukaisuuden osoittamiseksi tehtävät kokeet tehdään hyväksytyssä aineenkoetuslaitoksessa. Kutistumakoepalkit voidaan testata rakennuspaikalla.

Vaatimustenmukaisuuden ehdot on esitetty ohjeessa *SILKO 1.232 Betonointi ruiskuttamalla* kohdassa *Laadunvarmistus*.

Mikäli laadunvalvontatoimien ja -kokeiden perusteella vaatimustenmukaisuuden ehdot eivät täyty, menetellään ohjeen *SILKO 1.232 Betonointi ruiskuttamalla* kohdan *Vaatimustenmukaisuuden ehdot* mukaisesti.

Laadunvarmistuksen asiakirjat liitetään sillan laaturaporttiin ohjeen *SILKO 1.201 Betoni sillankorjausmateriaalina* kohdan *Sillan laaturaportti* mukaisesti.

6 Täydentävät ohjeet

Seuraavat viiteasiakirjat ovat välttämättömiä, jotta tätä ohjetta voidaan soveltaa. Jos viittaus kohdistuu tiettyyn versioon, tätä ohjetta koskee vain kyseinen versio. Jos viittauksessa ei ole mainittu versiota, sovelletaan viimeisintä versiota. Ohjeiden ajantasaisuus tulee tarkistaa ennen niiden noudattamista. Ajantasaiset Väyläviraston ohjeet löytyvät [Väyläviraston ohjeluettelosta](#).

Väyläviraston ohjeet

- Sillantarkastuskäsikirja

- Taitorakenteiden tarkastusohje
- SILKO 1.201 Betoni sillankorjausmateriaalina
- SILKO 1.203 Purkamis- ja esikäsittelymenetelmät
- SILKO 1.231 Betonin paikkaus
- SILKO 1.232 Betonointi ruiskuttamalla
- SILKO 2.231 Paikkaus ilman muotteja
- Liikenne tietyömaalla – Kunnossapitotyöt
- Liikenne tietyömaalla – Tienrakennustyömaat
- Raudoitteiden korroosioasteen määrittäminen

Muut ohjeet

- RIL 147-2006, Tukitelineet ja muotit, Helsinki 2006. ISBN 951-758-467-9.
- K. Aitomaa, T. Luoto, M. Marjamäki, T. Niskanen, H. Patrikainen ja K. Päiväranta:
Rakennustöiden turvallisuusmääräykset selityksineen 2008. Helsinki: Multikustannus Oy, 277 s. ISBN 978-952-468-161-7.
- RIL 142-1999. Työtelineet ja suojarakenteet. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.
- InfraRYL 2006 Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset. Osa 3 Sillat ja rakennustekniset osat. RT 14-10920. Rakennustieto Oy. Helsinki 2008.



Väylävirasto
Trafikledsverket

