

The background image shows a construction site in a tunnel or underground setting. Two workers in high-visibility yellow and grey suits and hard hats are visible. One worker in the foreground is using a high-pressure water spray gun on a concrete surface. Another worker is in the background near a yellow machine. The scene is dimly lit with work lights.

KORJAUS RUIKUBETONOINNILLA

Sami Vuorikoski, Mapei Oy

SAMI VUORIKOSKI, MAPEI OY

Korjaus ruiskubetonoinnilla

09.00 – 10.00

1. Kuivaseosmenetelmä/märkäseosmenetelmä
2. Laatuvaatimukset ruiskubetonoinnille/betonille, laadunvarmistus
3. Betonin poistaminen
4. Raudoituksen puhdistus
5. Telineet, suojaus- ja muottirakenteet
6. Betonointi ja jälkihoito
7. Laatuvaatimukset ja toteamistavat

RUIKUBETONOINTI

RUISKUBETONOINTI

Yleistä

Betonirakenteiden korjaus edullisesti ja luotettavasti.

1. Suuret pinnat, esim. sillat, parkkihallit, uima-altaat ja säiliöt
2. Suojabetonikerroksen kasvattaminen rakenteissa, esim. parvekekaiteet, pilarit, palkit
3. Hankalasti käsiteltävät rakenteet, esim. parvekelaatan ja kattojen alapinnat
4. Majakat, satamarakenteet tai esim. OL 3:n reaktorin betoninen suojakupu

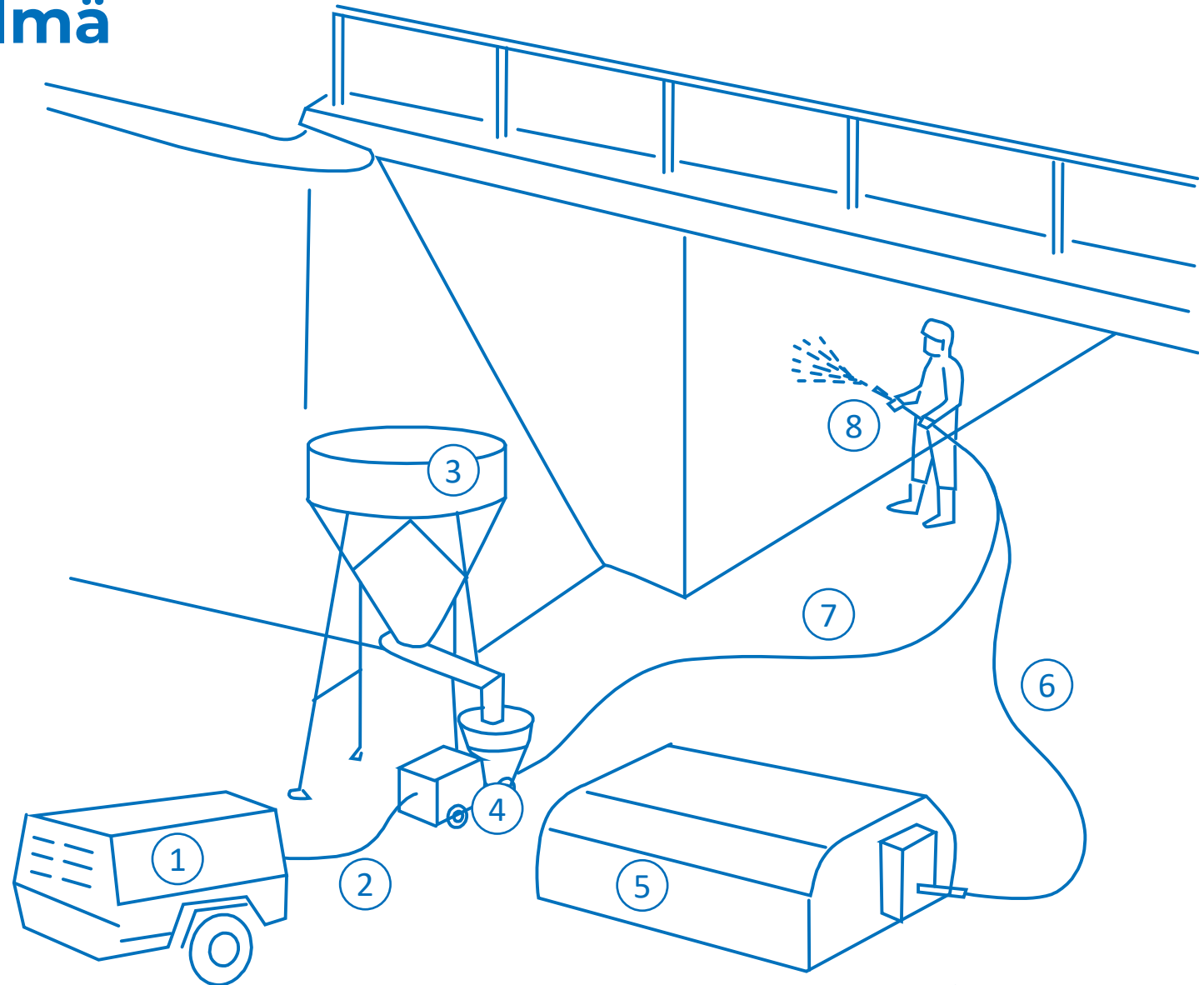


1. Kuivaseosmenetelmä / märkäseosmenetelmä

RUISKUBETONOINTI

Kuivaseosmenetelmä

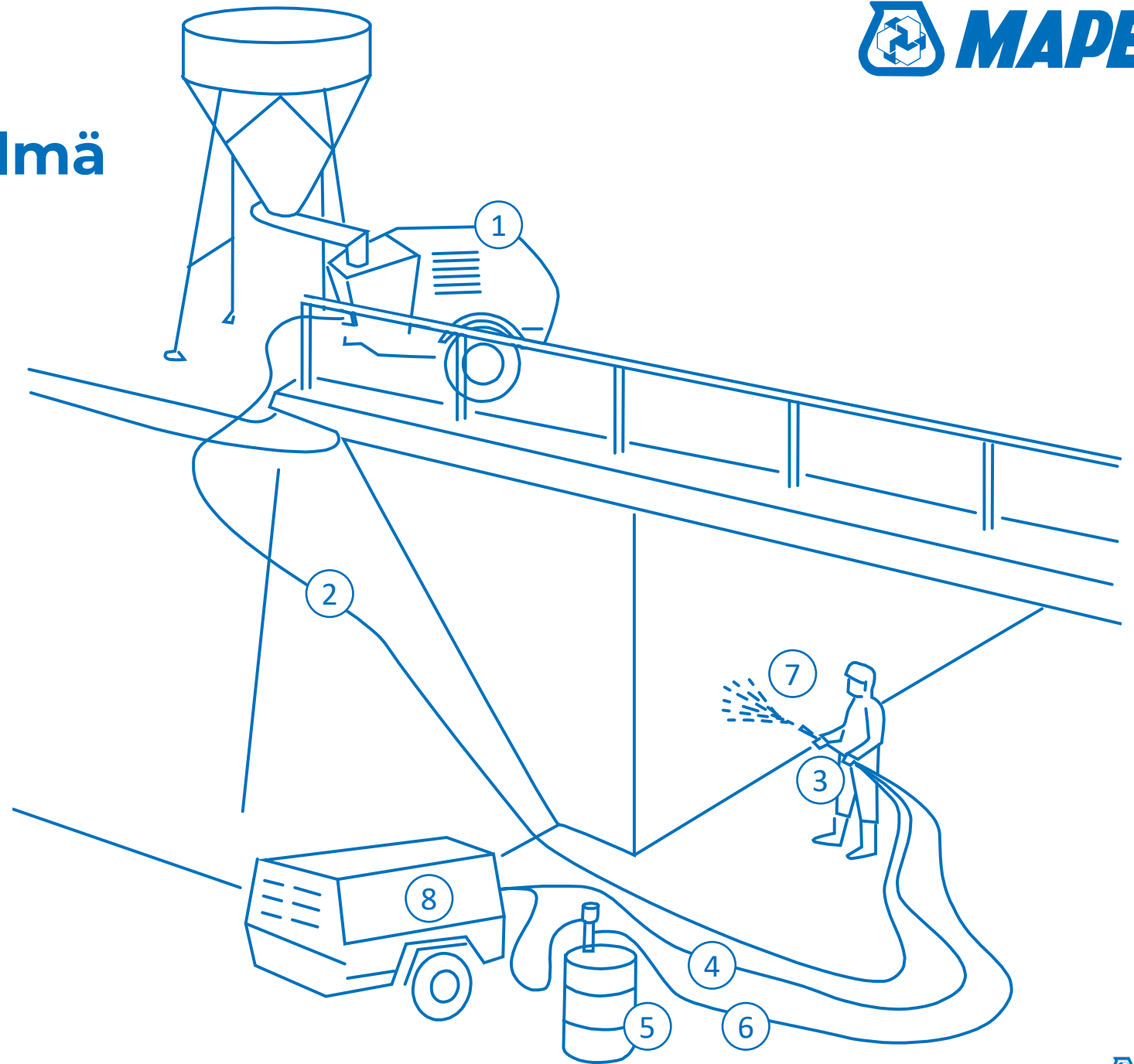
- ① Kompressori
- ② Paineilmaputki
- ③ Betonitasku
- ④ Betoniruihku
- ⑤ Painevesiasema
- ⑥ Painevesiputki
- ⑦ Massansiirtoputki
- ⑧ Sekoitinsuutin



RUISKUBETONOINTI

Märkäseosmenetelmä

- ① Ruiskubetonipumppu
- ② Massansiirtoletku
- ③ Sekoitusputki
- ④ Paineilmaletku
- ⑤ Lisäainepumppu
- ⑥ Lisäaineensiirtoletku
- ⑦ Ruiskutuspuuti
- ⑧ Kompressor



RUISKUBETONOINTI

Menetelmien vertailua

KUIVASEOSMENETELMÄ

- Suuttimessa lisätään **vesi**
- Revolveri- tai kammioruisku
- Ruiskutusaine tiivistää massan
- Ruiskuttaja säätää vesi-sementtisuhteen eli massan koostumuksen
- Ruiskupinta helposti kirjava
- Yksinkertainen (=edullinen) resepti
- Korkea hukka-% ja pölyävyys
- pitkät siirtomatkat, jopa 200 m
- Pienempi työteho

MÄRKÄSEOSMENETELMÄ

- Ruiskutetaan **valmista** sekoitettua betonimassaa, johon usein suuttimessa lisätään kiihdytin
- Normaali ruuvi- ja mäntäpumppu
- Tasalaatuinen betonin koostumus
- Ruiskupinta tasavärisempi
- Vähemmän hukkaröiskettä ja pölyä
- Siirtomatka max n. 50 m
- Korkea työteho



RUIKUBETONOINTI - KUIVASEOSMENETELMÄ

DS -sarja

DS laastit on erityisesti suunniteltu betonin korjaukseen kuivaruiskutusmenetelmällä.

Käyttökohteet

- Korjaukset laitureissa, silloissa ja muissa betonin korjauskohteissa
- Julkisivujen ja parvekerakenteiden korjaustyöt
- Betonipalkkien ja -pilareiden korjaustyöt
- Betonin korjauskohteet hankalapääsissä rakenneosissa
- Kallion turvaruiskutuksissa
- Yleiset betonirakenteiden korjaus- ja kunnostustyöt



Yksikomponenttinen, sementtipohjainen kuivaruiskutuslaasti joka sitoutuu nopeasti, pölyää vähän ja vähentää hukkaroisetta.

RUISKUBETONOINTI - KUIVASEOSMENETELMÄ

Tuote: DS

- R4-luokan kuivaruiskubetoni betonirakenteiden korjaamiseen 4mm kivellä
- Laastin koostumus vähentää hukkaroisetta ja pölyn muodostusta ruiskutettaessa.
- Puristuslujuus >50 Mpa
- Tartunta betoniin <2,0 MPa
- Menekki: Noin 18 kg/m²/cm (noin 18 x 1,05 kg/m²/cm sisältäen 5 % hukan)
- Saatavilla erilaisia versiota, mm. SR-sementillä ja/tai kuiduilla



Kuivaseosbetonointia “märässä”

RUISKUBETONOINTI - KUIVASEOSMENETELMÄ

Tuote: DS



ESIKÄSITTELY

Puhdista pinta hyvin mm. heikosta betonista, pölystä yms. sekä poista ruoste näkyvistä teräksistä.

Puhdistuksen jälkeen pinnat kastellaan niin, että niistä tulee heikosti imeviä ja mattakosteita.

LEVITYS

Levitä DS-kuivalaasti soveltuvalla kuivaruiskutus-laitteella enintään 10 - 12 cm kerrosvahvuuteen.

Ilman ja alustan lämpötilojen tulee olla vähintään +5°C. Tarvittaessa pinta leikataan ja/tai hierretään pian levityksen jälkeen.

JÄLKIHOITO

Pinta on suojattava nopealta kuivumiselta ensimmäisten päivien ajaksi. Suojaa pinta välittömästi ruiskutuksen jälkeen levittämällä jälkihoitoainetta, peittämällä muovikalvolla tai kastelemalla vedellä.

RUIKUBETONOINTI - MÄRKÄSEOSMENETELMÄ

Tuotteita

Esim. **Mapegrout Easy Flow**

- Tiksotrooppinen sulfaatinkestävä korjauslaasti



Mapequick AF -sarja (kiihdytin)

Mapequick AF on alkaalivapaa kiihdytin ruiskubetonointiin märkämenetelmällä.

- Ei vähennä loppulujuutta
- Tasalaatuinen massa myös vesivuotokohdissa
- **Nopeuttaa sitoutumista ja lujuuden kehitystä**



RUISKUBETONOINTI - MÄRKÄSEOSMENETELMÄ

MapegROUT Easy Flow Zero



MAPEGROUT EASY FLOW ZERO on tiksotrooppinen R4-luokan korjauslaasti. Erityisen koostumuksensa ansiosta tuotteella on **erinomainen väsymiskäyttäytyminen** dynaamisessa taivutuskuormituksessa.

- Korkeat mekaaniset ominaisuudet
- Erinomainen mekaanisten kuormitusten kestävyys, mukaan lukien dynaamiset kuormitukset
- Hyvä pumpattavuus, myös pitkillä etäisyyksillä
- Rakenteelliset korjaukset
- Aggressiivisille sulfaateille altistuvien rakenteiden korjaukset
- Erinomainen väsymislujuus
- Erittäin vähäiset haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (VOC-yhdisteiden) päästöt



Laitteita



2. Laatuvaatimukset ruiskubetonoinnille/betonille, laadunvarmistus

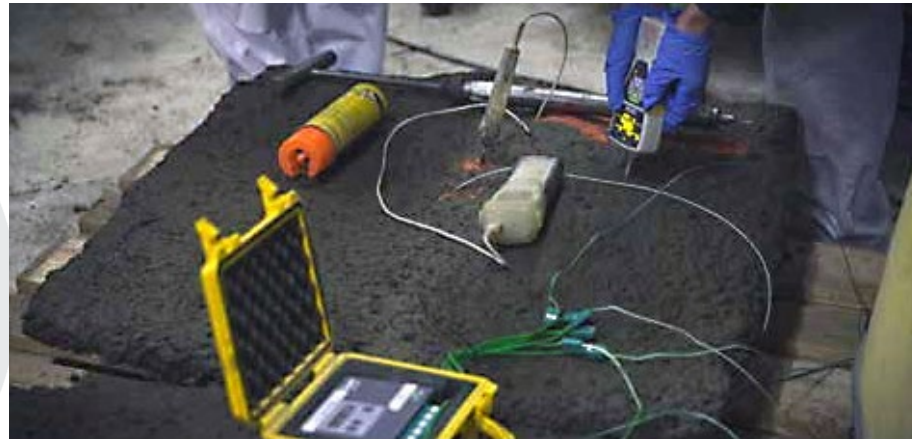
RUISKUBETONOINTI

Laadunvalvonta työmailla



Riittävä kantavuus ja rakenteellinen toimivuus varmistetaan suunnittelijan toimesta kuntotutkimuksen kautta.

- Alustan puhtaus ja riittävä lujuus tarkistetaan vetokokein
- Lopullisesta pinnasta: tartuntavetokokein aikaisintaan 7 vrk jälkeen



RUISKUBETONOINTI

Laadunvalvonta työmailla

- Puristuslujuus (ruiskutettuna) koekuutioista tai poratuista lieriöistä
- Voidaan täydennetään tarvittaessa esim. kimmovasaratesteillä
- Kerrosvahvuus, suojapeitepaksuus teräksille, voidaan teoriassa laskennallisesti varmistaa menekeistä (hukkaroiske)
- Pientä plastista halkeilua saattaa esiintyä, erityisesti jos on laiminlyöty jälkihoito tai se aloitetaan liian myöhään...
- Pinnan ulkonäkö, hiertojälki, värisävy → mallityöllä



3. Betonin poistaminen

BETONIN POISTAMINEN

Alusta karhennetaan ja puhdistetaan

- Vaurioitunut ja heikko betoni poistetaan, jotta ruiskubetoni tarttuu lujaan alustaan.
- Kaikki irtonainen ja heikko betoni, sementtiliima, pöly ja kaikki tartuntaa heikentävät epäpuhtaudet poistetaan.
- Puhdistetun alustabetonipinnan vetolujuuden tulee täyttää vaadittu tartuntavetolujuus.



Betonin poistaminen



Piikkaus (mekaaninen poisto)

- Käytetään piikkausvasaraa tai -koneita

Vesipiikkaus

- Korkeapaineinen vesisuihku
- Erittäin hyvä, koska ei vaurioita raudoitusta jättää karhean ja tarttuvan pinnan

Hionta ja jyrsintä

- Käytetään pienemmissä korjauksissa
- Poistetaan pintakerroksen sementtiliiman
- Tarvittaessa tarkistetaan pinta kopokokeella (koputus → ontot kohdat)
- Poisto ulotetaan lujaan betoniin asti
- Reunat tehdään mahdollisimman pystysuoriksi eli ei viistottuja “ohuita reunoja”
- Raudoitus puhdistetaan ruosteesta ja irtoaineksesta

4. Raudoituksen puhdistus

RUISKUBETONOINTI

Raudoituksen puhdistus



Jotta uusi ruiskubetoni tarttuu kunnolla teräkseen ja suojaa sitä korroosiolta, poistetaan raudoituksesta

- ruoste, irtonainen betoni ja lika
- epäpuhtaudet (öljy, pöly jne.)

RUISKUBETONOINTI

Raudoituksen puhdistus

Raudoitus tulee näkyviin betonin poiston yhteydessä. Tarvittaessa poistetaan betonia lisää raudoituksen ympäriltä.

Teräsharjaus soveltuu lievästi ruostuneille pinnoille.

- Käsiharja tai koneellinen teräsharja
- Poistetaan irtoruoste ja kevyet epäpuhtaudet

Hiekkapuhallus / suihkupuhdistus on yleinen vaativissa korjauksissa.

- Tehokas menetelmä, poistaa ruosteen ja muut pintaan tarttuneet epäpuhtaudet

Vesipiikkaus / korkeapainevesi

Puhdistaa samalla teräkset kun heikkoa betonia poistetaan. Soveltuu erityisesti laajoihin kohteisiin, tunneleihin ja siltoihin.

Raudoituksen tulee olla puhdas irtoruosteesta, vapaa hilseilevästä materiaalista ja tartuntapinnaltaan karkea (ei kiiltävä).



5. Telineet, suojaus- ja muottirakenteet

RUISKUBETONOINTI

Telineet

Telineiden tehtävä on varmistaa turvallinen työskentely, oikea ruiskutusetäisyys sekä laadukas lopputulos. Varmistaa oikea työskentelyasento ja ruiskutusetäisyys → parantaa työn laatua ja turvallisuutta.

- Riittävä kantavuus (työntekijät + kalusto + materiaali)
- Vakaa rakenne (ei tärinää ruiskutuksen aikana)

Turvallisuus

- kaiteet
- kulkutasot
- putoamissuojaus

Seinät → perinteiset rakennustelineet.

Katot/tunnelit → siirrettävät työtasot tai nostimet.



RUISKUBETONOINTI

Suojausrakenteet



Suojataan työntekijöitä, ympäristöä ja valmiita rakenteita.

Suojaudutaan

- takaisin kimpoavalta betonilta
- pölyltä ja roiskeilta
- tuulelta, sateelta ja pakkaselta

Käytössä on

- suojapeitteet ja pressut
- suojaseinät
- koteloinnit (esim. tunneleissa)
- sääsuojat (lämmitys, telttarakenteet)

6. Betonointi ja jälkihoito

RUISKUBETONOINTI

Betonointi



- Betonimassa syötetään pumppauksella letkuun
- Suuttimella lisätään paineilmaa ja mahdollinen kiihdytin (märkäruiskutuksessa)
- Massa “ammutaan” pintaan suurella nopeudella
- Suutin pidetään sopivalla etäisyydellä (tyypillisesti n. 0,5–1,5 m)
- Suutin pidetään kohtisuorassa pintaan nähden
- Liike on tasainen (pyörivä / edestakainen)
- Kerrokset rakennetaan vaiheittain
- Tavoitteena on hyvä tiivistyminen
- Mahdollisimman pieni rebound (takaisin kimpoava materiaali) ja tasainen kerrospaksuus

RUISKUBETONOINTI

Betonointi

Kerrospaksuus

- Ruiskutetaan usein useissa kerroksissa
- Yhden kerroksen paksuus riippuu seoksesta, olosuhteista ja menetelmästä (märkä / kuiva)
- Liian paksu kerros kerralla → valuminen tai irtoaminen

Kiihdyttimen käyttö (märkäruiskutus)

- Lisätään suuttimessa
- Nopeuttaa sitoutumista → massa pysyy seinässä/katossa
- Mahdollistaa paksummat kerrokset ja yläpuoliset pinnat

Tyypilliset ongelmat

- huono tartunta, epätasainen pinta, ontelot rakenteessa. Valumat (liian paksu kerros kerralla).



RUISKUBETONOINTI

Kuivaruiskuseosmenetelmä



RUISKUBETONOINTI

Märkäruiskuseosmenetelmä



RUISKUBETONOINTI

Jälkihoito ja pinnan viimeistely



Jälkihoidon tarkoitus on varmistaa, että betoni

- saavuttaa suunnitellun lujuuden
- ei halkeile liian nopean kuivumisen vuoksi
- tarttuu kunnolla alustaan

Keskeiset toimenpiteet

1. Kosteuden säilyttäminen

- Estetään liian nopea kuivuminen
 - vesikastelu (sumutus)
 - pinta peitetään muovilla
 - jälkihoitoaine
- Erityisen tärkeää
 - tuulisessa säässä
 - lämpimissä olosuhteissa
 - ohuissa kerroksissa

RUISKUBETONOINTI

Jälkihoito ja pinnan viimeistely

2. Lämpötilan hallinta

- Optimi yleensä: +5 °C – +25 °C
- Kylmässä suojaus ja lämmitys
- Kuumassa nopea jälkihoidon aloitus

3. Aikataulu

- Aloitetaan välittömästi ruiskutuksen jälkeen
- Kesto vähintään 3–7 vrk, vaativissa kohteissa pidempään

4. Suojaus

- Suojataan sateelta, jäätymiseltä, mekaanisilta vaurioilta



RUISKUBETONOINTI - PINNAN VIIMEISTELY

Pinnan viimeistely



Ruiskubetonin pinta jätetään usein sellaiseksi kuin se on, mutta tarvittaessa sitä voidaan viimeistellä.

Vaihtoehdot:

1. Ruiskutettu "raakapinta"

- Yleisin tunneleissa ja kalliorakenteissa
- Ei erillistä viimeistelyä, karkea, mutta teknisesti riittävä

2. Tasoitus

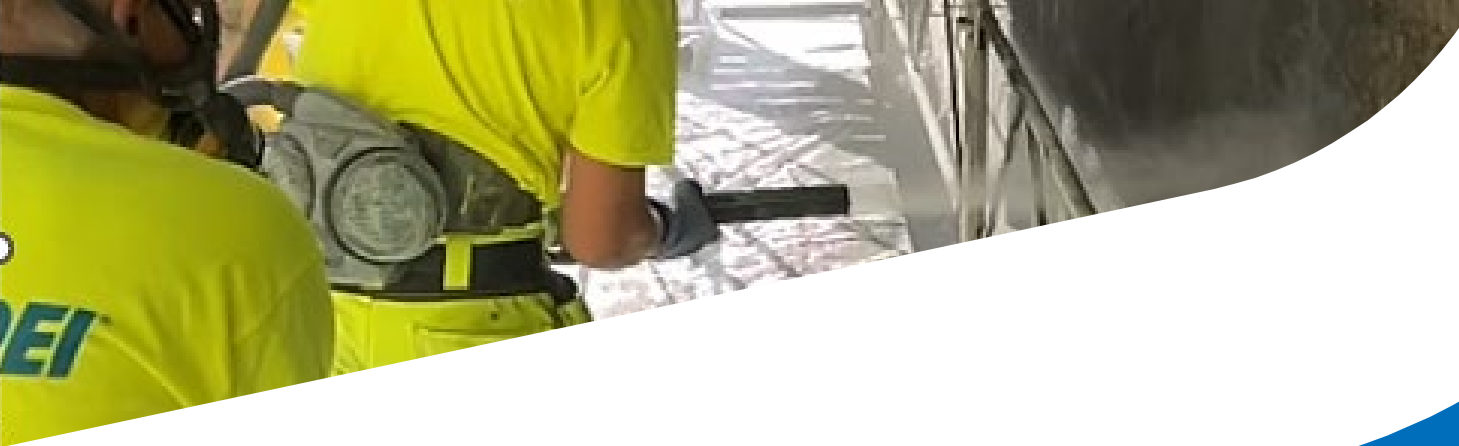
- Tehdään lastalla tai harjalla
- Käytetään kun vaaditaan siistimpi ulkonäkö, pinta toimii näkyvänä rakenteena

3. Hierto

- Hierto parantaa pinnan tiiviyyttä ja ulkonäköä

4. Pinnoitus / maalaus

Tarvittaessa vedeneristys, suoja-ainekäsittely tai pinnoitus



7. Laatuvaatimukset ja toteamistavat

RUISKUBETONOINTI

Laatuvaatimukset

Laatuvaatimukset määritellään suunnitelmissa, standardeissa (esim. EN 14487, EN 1504) ja työselostuksissa.



Lujuus

- Puristuslujuus (esim. C35/45 tai suunnitelman mukaan)
- Varhaislujuus (tärkeä erityisesti tunneleissa)

Tartunta alustaan

- Ruiskubetonin tulee tarttua tiiviisti alustaan
- Ei irtoamista tai onteloita/tyhjätiloja

Tiiviys ja kestävyys

- Riittävä vedenpitävyys
- Pakkaskestävyys (Suomessa erittäin tärkeä)
- Suojabetonipeite raudoitukselle

Kerrospaksuus

- Toteutunut paksuus suunnitelman mukainen
- Ei liian ohuita kohtia

Pinnan laatu

- Ei valumia, irtonaista ainesta

Halkeilun hallinta

- Ei hallitsemattomia halkeamia

RUISKUBETONOINTI

Miten laatu varmistetaan

Silmämääräinen tarkastus

- Tarkistetaan pinta, halkeamat, ontelot ja tartunta (kopokoe)

Tartuntavetokoe (pull-off)

- Mitataan tartuntalujuus alustaan
- Tyypillinen vaatimus: $\geq 1,0\text{--}1,5$ MPa (kohteesta riippuen)

Lujuuskokeet

- Poralieriöt tai koekappaleet
- Puristuslujuuden määrittäminen

Kerrospaksuuden mittaus

- Mittaus tapahtuu porauksella tai mittatapeilla
- Varmistetaan minimi- ja keskipaksuus

Kestävyysharkinnat (tarvittaessa)

- Pakkaskestävyys
- Vesitiiveys

Työnaikainen laadunvalvonta dokumentoidaan

- Olosuhteet (lämpötila, sää)
- Käytetyt materiaalit ja ruiskutusparametrit

Dokumentointi on yhtä tärkeää kuin itse työ.

RUISKUBETONOINTI

Hyväksymiskriteerit

Kaikkien vaatimusten täytyttävä

- Lujuus, tartunta, paksuus
- Poikkeamat korjattava ennen hyväksyntää



KIITOS!



**EVERYTHING'S OK
WITH MAPEI**