

KRAVSPECIFIKATION

VANDFORSYNING VAM101 KRAVSPECIFIKATION FOR BETON I KONTAKT MED VANDBANEN (VANDBANECON)

Version	Dato	Initialer	Ændringer / rettelser
1	29.01.2021	LTKA/SENA/JACH	Første udgivelse
2	18.05.2022	LTKA/SENA	Tilføjelse af bilag 5, 6 og 7 samt opdateringer vedr. prøvetagning, skylleprocedurer og henvisning til VAM106

KRAVSPECIFIKATION

Indhold

1. Indhold og anvendelse	3
2. Receptur og produkter.....	3
2.1. Receptur til støbning af beholdere, tanke og kamre	4
2.2. Afformningsprodukt.....	4
2.3. Reparationsmaterialer	4
3. Vandkvalitets- og DDS krav til betonarbejde.....	5
3.1. Fase 1	5
3.2. Fase 2	6
3.3. Fase 3.....	6
3.4. Prøvetagningsprogram	8
3.5. Mikrobiologiske parametre	8
3.6. Kemiske parametre	8
3.7. Prøvetagningseskema.....	8
Bilag	10

Bilag

Bilag 1	Arbejdsbeskrivelse til reparation af klamshuller
Bilag 2	Arbejdsbeskrivelse til reparation af flader i beholdere
Bilag 3	Arbejdsbeskrivelse til reparation af støbeskel mellem væg og gulv (banket/hulkel)
Bilag 4	Arbejdsbeskrivelse til reparation af rørgennemføring/røromstøbninger
Bilag 5	Arbejdsbeskrivelse til reparation af dilatationsfuger i beholdere
Bilag 6	Arbejdsbeskrivelse til reparation af revner
Bilag 7	Arbejdsbeskrivelse til reparation af overfladerevner i beholderanlæg

KRAVSPECIFIKATION

1. Indhold og anvendelse

Nærværende kravspecifikation vedrører krav ved etablering og reparation af beton i kontakt med vandbanen (rød zone) i HOFORs projekter, med fokus på at minimere følgende risici:

- Afsmitning af uønskede stoffer fra beton til drikkevand
- Mikrobiologisk eftervækstpotentiale

Kravspecifikationen indeholder en recept på en beton uden tilsætningsstoffer med tilladelig lav afsmitning og mikrobiologisk eftervækstpotentiale, herefter kaldet "vandbanebeton".

Kravspecifikationen indeholder også DDS (Dokumenteret Drikkevands Sikkerhed) krav til betonarbejde, krav til prøvetagning samt diverse arbejdsbeskrivelser.

Til renovering af eksisterende eller etablering af nye vandværker og beholderanlæg i HOFOR anvendes beton som materiale til beholdere og tanke. HOFOR udfører nye rentvandsbeholdere i beton, hvis volumenet er på mere end 5-6.000 m³.

Nærværende kravspecifikation opstiller krav til den beton, de afformningsprodukter og de reparationsmidler, der må anvendes ved etablering og reparation af beton i vandbanen i HOFOR. Yderligere stilles der krav til afrensning og idriftsættelse af anlæggene, hvor der anvendes beton i kontakt med vandbanen.

Dokumentation, for at den leverede beton er i overensstemmelse med nærværende dokument, skal leveres både inden arbejdet påbegyndes og som en del af slutdokumentationen for anlægget.

HOFOR har nedsat et Materialeudvalg, der varetager opfølgningen på nærværende kravdokument, herunder afgør om afvigelser kan tillades.

For cement-coatede støbejernsrør samt overgangs- og t-stykker til vandledninger henvises til krav i kravspecifikation for organiske materialer i kontakt med vandbanen, VAM106.

2. Receptur og produkter

Hvis man påtænker at anvende andre produkter/materialer end de herunder beskrevne, skal disse godkendes af HOFORs Materialeudvalg **før** anvendelse. Prøvetagningsprogrammet er sammensat med udgangspunkt i anvendelse af de nævnte produkter/materialer på baggrund af udførte afsmitningstest.

Såfremt produkterne/materialerne ønskes udskiftet, skal der udføres afsmitningstest, for leverandørens egen regning, efter vejledning fra HOFOR og med godkendelse af testresultaterne af HOFORs Materialeudvalg før en eventuelt justeret receptur kan anvendes.

KRAVSPECIFIKATION

Undtaget herfra er tilslagsmaterialerne (sand og sten) til beton, der i de fleste tilfælde kan godkendes uden supplerende test, såfremt materialerne er rene materialer fra anerkendte grusgrave. Materialeudvalget skal dog altid inddrages.

2.1. Receptur til støbning af beholdere, tanke, filterbede og kamre

Nedenstående receptur kan anvendes på betondele i kontakt med vandbanen, dvs. rentvandsbeholdere, afgangstanke, skyllevandstanke, filterbede og øvrige/lignende betondele i kontakt med drikkevand (det vil sige al beton i rød zone). Leverandøren skal endvidere sikre, at betonen overholder øvrige krav stillet af HOFOR i forbindelse med et specifikt anlægsarbejde.

Materiale	Densitet, kg/m ³	Blandingsforhold kg/m ³	Blandingsforhold liter/m ³
AaP Lavalkali sulfatbestandig cement	3.230	544	168
Sand E0/4 NCC	2.600	601	231
Granit E2/8 Jelsa	2.750	953	347
Vand (koldt)	1.000	234	234
Luft – tilstræbt (2,0 Vol%)			20
Total		2332	1000

2.2. Afformningsprodukt

Der må udelukkende anvendes formolie, som MasterFinish RL211. Hvis der ønskes anvendt et andet produkt end MasterFinish RL211, skal dette godkendes af HOFORs Materialeudvalg, som beskrevet ovenfor.

2.3. Reparationsmaterialer

Ved reparationer af beton må der anvendes følgende materialer i prioriteret rækkefølge

1. Aalborg Portland lavalkali sulfatbestandig cement eller Aalborg Portland Rapid-cement eller tilsvarende med vand og tilslag (tilslag må anvendes i nødvendig størrelse, det skal blot være rene grusgravsmaterialer). Der må ikke anvendes tilsætningsstoffer.
2. Pagel drikkevandsmørtel TW Serien (TW05, TW10, TW20, TW40 og TW80) eller tilsvarende materiale med anerkendt drikkevandsgodkendelse*
3. Pagel støbemørtel V1- serien (V1/10, V1/50 og V1/160) eller tilsvarende materiale med anerkendt drikkevandsgodkendelse*
4. Injiceringsvæske: Dryflex I og II. Injiceringsvæsken må kun anvendes til reparation af mindre revner. Dryflex er en 3-komponentsinjektionsvæske. Produktet blandes i korrekte forhold på byggepladsen af faguddannet personale. De 3 komponenter er: DRYflex 1 Part A Resin, DRYflex 1 Accelerator Part A1 og DRYflex 1 Part B Hardener. Når injiceringsvæsken anvendes, skal den pumpes ind i den indstøbte slange, som er placeret under betonoverfladen (ca. 50-100 mm fra overfladen). Et tilsvarende materiale med anerkendt drikkevandsgodkendelse* kan anvendes.

KRAVSPECIFIKATION

HOFORs arbejdsblade med arbejdsbeskrivelser skal altid følges (bilag til nærværende kravspecifikation).

*HOFOR anerkender følgende ordninger ift. afsmitning til drikkevand og mikrobiel eftervækst potentiale: DVGW (på baggrund af retningslinjer fra Umwelt Bundesamt), KIWA water mark (på baggrund af hollandsk lovning: BJZ2011048144) eller NSF 61 eller tilsvarende. Ved brug af NSF 61 stilles der et yderligere krav om dokumentation for den totale afsmitning af kulstof (TOC/NVOC) på mindre end 0,3 mg C/L for 3. ekstraktion ved DS/EN 12873-1 med analysemetode SM5310B. Se i øvrigt VAM106.

3. Vandkvalitets- og DDS-krav til betonarbejder

Da det erfaringsmæssigt har vist sig, at idriftsættelsestiden og skyllemængden kan reduceres kraftigt, hvis DDS (Dokumenteret DrikkevandsSikkerhed) inddrages i anlægsfasen i de områder, der bliver til rød zone, er krav til Vandkvalitet og DDS beskrevet i det følgende. De følgende krav gælder ved nyetableringer. Når der udføres reparationer, skal principperne anvendes, men nedenstående faser kan fraviges, hvis der kan redegøres for det hensigtsmæssige heri.

Arbejderne er inddelt i tre faser med stigende grad af krav til renlighed

Fase 1	Udførelse af støbearbejde
Fase 2	Grov-rengøring efter afsluttet støbearbejde
Fase 3	Skylning

3.1. Fase 1

- 1) Arbejdet på ydersiden af beholderne, der ikke kommer i direkte kontakt med drikkevand udføres som gængs betonarbejde på byggerier. Det skal afklares med byggeledelsen/DDS-tilsynet om en overdækning er nødvendig, hvis beholderne ikke har tag
- 2) Arbejdet i fase 1 inde i beholderne, der kommer i direkte kontakt med drikkevand, skal udføres med nye, rene sko, der kun bruges inde i beholderne. Når skoene er taget i brug, må de udelukkende anvendes i beholderne. Der skal etableres en skiftezone/overgangszone, som gør det muligt at skifte fodtøj og rengøre værktøj etc. forsvarligt. Skiftezone skal være tydeligt afmærket
- 3) Der må ikke ryges eller spises i beholderne
- 4) Værktøj og materiel, der skal ind i beholderne, som afstivningsmateriel ("soldater") etc., skal spules før anvendelse, så der ikke kommer jord og anden snavs med ind i beholderne. Det bør desuden sikres, at udstyret ikke tidligere har været brugt steder, der gør det uhensigtsmæssigt at bruge til arbejde med drikkevand, fx anvendt til arbejder med spildevand
- 5) Rør til bund afløb spules og aflukkes i enderne før indbygning
- 6) Fejning eller støvsugning og mekanisk rensning af vægge, loft, gulv og øvrige dele i beholderne udføres ligeledes med nye, rene sko, rent værktøj, nye rene koste etc.
- 7) Efter de afsluttende betonarbejder og grov-rengøring af beholderne, lukkes for adgang med træplader og der sættes midlertidige gul zone klistermærker på træpladerne udefra

KRAVSPECIFIKATION

- 8) Gennemføringer bores og aflukkes. For borefolkene gælder samme krav som for de indvendige betonarbejder (punkt 1-5). De steder, hvor der bores indvendigt, etableres en midlertidig afdækning på gulvet, fx med ny, ren presenning. Løsningen skal afklares med byggeledelsen/DDS-tilsynet for hver opgave særskilt

Før fase 2 påbegyndes skal der udarbejdes en DDS-risikovurdering samt en skylleplan med plan for arbejdet med afrensning/skylning og overordnet plan for prøvetagning.

3.2. Fase 2

- 9) Arbejdet i fase 2 udføres iført nye hvide, vaskede og klorede gummistøvler
- 10) Afrensning/skylning skal udføres med hedvandsrensere. Hedvandsrenseren skal indstilles på 60°C og 5 bar. Alle flader skylles over minimum 2 gange. Skylningen skal udføres med konstant bevægelse af lansen. Alt vand ledes til kloak/afløb evt. via pumpeump. Afløbsvandet skal fremstå klart og uden væsentligt indhold af partikler inden skylningen er udført tilfredsstillende. Hvis der efter 2 skylninger fortsat er partikler i afløbsvandet, gentages skylningen
- 11) Afrensning/skylning med koldt vand af vægge, lofter, gulve og øvrige dele i beholderen inkl. tilgangsrør og afgangsrør, så alt synligt løst materiale er fjernet fra beholderne. Der spules med koldt drikkevand (ca. 10°C) og almindeligt ledningstryk (3-5 bar). Alle flader skylles over minimum 2 gange. Skylningen skal udføres med konstant bevægelse af strålehoved. Der skal tages prøver af alt koldt vand, der anvendes til skylning af beton. Såfremt der anvendes flere slanger, skal der udtages prøver fra hver slange, så det sikres, at der ikke kommer forurening ind fra det tilførte vand. Afløbsvandet skal fortsat fremstå klart og uden indhold af partikler inden skylningen er udført tilfredsstillende. Hvis der efter 2 skylninger er partikler i afløbsvandet, gentages skylningen. Efter skylningen udtages de første prøver i pumpeump eller udløb, for at se, hvor langt man er i rengøringsprocessen. Kravværdier skal ikke nødvendigvis være overholdt, men hvis der er mange bakterier, bør der skylles en ekstra gang

3.3. Fase 3

- 12) Arbejdet i fase 3 udføres efter reglerne for rød DDS-zone, dvs. iført hvide engangsdragter, handsker og hvide desinficerede gummistøvler. Slangere skal være nye. Andre materialer som strålehoved og pumper, der skal ind i beholderen (kommende rød zone), rengøres og desinficeres både udvendigt og indvendigt. Se [DDS piece](#) for detaljer
- 13) Afrensning/skylning med koldt drikkevand (ca. 10°C) og alm. ledningstryk (3-5 bar). Alle flader skylles over minimum 2 gange. Skylningen skal udføres med konstant bevægelse af strålehoved. Der skal tages prøver af vandet, der anvendes til skylning af beton. Såfremt der anvendes flere slanger, skal der udtages prøver fra hver slange, så det sikres, at der ikke kommer forurening ind fra det tilførte vand
- 14) Efter skylning udtages der 2 vandprøver fra pumpeump og/eller udløb. Det kan være nødvendigt at lade lidt vand stuve op undervejs i skylningen ved, at stoppe bortledning af skyllevandet.
- 15) Skylning og vandprøveudtagning gentages den følgende dag

KRAVSPECIFIKATION

- 16) Punkt 13 og 15 gentages til de udtagne prøver overholder de mikrobiologiske grænseværdier
- 17) Når de mikrobiologiske grænseværdier overholdes for prøver udtaget fra pumpeump og/eller udløb, gentages pkt. 13-15, men uden bortledning af skyllevandet, således at vandet stuver op på beholdergulvet. Ved en vandstand på ca. 20 cm udtages prøver fordelt over hele beholdergulvet – placering og antal aftales nærmere med HOFOR. Det kan være nødvendigt at efterfylde med vand fra indløb, alt afhængig af beholderstørrelsen. I så fald gennemskylles og prøvetages indløbet også. Prøver udtages med forseglede flasker til rød DDS-zone. Disse kan udleveres af HOFORs vandkvalitetslaboratorium. Efter prøvetagning fra beholdergulv, tømmes beholderen igen og skylning gentages den følgende dag. Dette fortsætter indtil der foreligger godkendte resultater fra to på hinanden følgende prøver.
- 18) Når de mikrobiologiske grænseværdier overholdes for prøver udtaget fordelt over beholdergulvet, fyldes beholderen med vand og der udtages vandprøver fra dæksel og udløb.
- 19) Når grænseværdierne overholdes, foretages der tæthedsprøvning ved at beholderne fyldes til max vandspejl (svarende til overløb), vandspejlet registreres og beholderne henstår lukkede i 4 døgn. Herefter tilkaldes byggeledelsen, hvorefter vandspejlet registreres og omfang af evt. utætheder registreres ved visuel gennemgang af beholdersiderne og dykkerdøren (revner, stenreder osv. med tegn på fugtgennemtrængning/synligt vand). Efter fuld vandmætning af betonen, forventeligt i løbet af 4 døgn, registreres vandspejlet igen og derefter må vandspejlet maksimalt være faldet 1 cm over to døgn. Der accepteres ikke synlige utætheder. Synlige utætheder injiceres af entreprenøren. Byggeledelsen kan evt. i samråd med entreprenøren aftale, at injicering af mindre revnedannelser udsættes som mangelarbejde, hvis det vurderes sandsynligt, at revnerne vil "tætne sig selv" inden for kort tid (få uger) efter vandpåfyldning, således at injicering kan undgås.
- 20) Efter tæthedsprøvningen skal beholderne fyldes med rent vand til 30 cm fra overløb, hvorefter beholderne drænes. Dette gentages to gange, efter hver gentagelse udtages prøve til analyse. Hvorvidt beholderne skal fyldes helt, aftales konkret med byggeledelsen og DDS-tilsyn/Vandkvalitetssektionen for at vurdere og afgøre, hvad der er muligt i det konkrete tilfælde (af hensyn til størrelse og andre lokale forhold). Såfremt analysen ikke overholder acceptkriterierne, er det bygningsentreprenørens ansvar at gentage dræning og fyldning af beholderne indtil acceptkriterierne overholdes. HOFOR afholder udgifter til analyser og leverance af rent vand
- 21) Rengøring betragtes som afsluttet, når acceptkriterierne er overholdt. Dette omfatter udover selve beholderen også beholderens ind- og udløb. Herefter aftales det med byggeledelsen, hvordan det sikres at beholderne løbende skylles med en lille mængde rent vand, så beholderne hurtigt og effektivt kan idriftsættes, når der er behov for dette.

Hvis der findes prøvehaner, skal disse være mærkede med nummer på prøvehanen inden skylningen sættes i gang. Blivende prøvehaner skal overholde specifikationer i VAV 101.

Alt vand, der ikke er rent, skal pumpes ud omgående.

For fase 2 og 3 skal der leveres følgende dokumentation:

KRAVSPECIFIKATION

Skylleplan og skyllelog med angivelse af skyllede flader (gerne med tegninger) samt evt. prøvetagningshaner og angivelser af udtagne prøver. Anvendte vandmængden skal ligeledes angives. HOFORs byggeledelse udarbejder og ajourfører plan og log i samarbejde med entreprenøren med input fra HOFORs DDS-tilsyn.

3.4. Prøvetagningsprogram

Følgende prøvetagningsprogram skal følges ved prøvetagning beskrevet i fase 2 og 3 (afsnit 3.2 og 3.3).

3.5. Mikrobiologiske parametre

For beholdere på vandværker er skylning og rensning gennemført, når kravene til de mikrobiologiske parametre i vandet i to på hinanden følgende prøver er overholdt: Max 50 kim pr. ml ved 22°C (svarende til kvalitetskravene AB Værk) og ingen fund af *E.coli*/coliforme bakterier. For beholdere på drikkevands-ledningsnettet (fx vandtårne og højdebeholdere) er skylning og rensning gennemført, når kravene til de mikrobiologiske parametre i vandet i to på hinanden følgende prøver overholder de mikrobiologiske kvalitetskrav angivet i den til enhver tid gældende *Bekendtgørelse om vandkvalitet og tilsyn med vandforsyningsanlæg*.

Vandprøver til mikrobiologisk kontrol analyseres af HOFORs akkrediterede laboratorium. Der skal gives besked til laboratoriet en arbejdsdag før indlevering. I akutte situationer kan prøver dog indleveres med kortere varsel. Hvis ikke andet er aftalt, skal prøven afleveres til: HOFOR, vandkvalitetssektionens laboratorium, Parkstien 10, 2450 København SV. Prøver skal, som udgangspunkt, indleveres mellem kl. 7 og kl. 14 mandag-torsdag og mellem kl. 7 og kl. 13 fredag, medmindre andet aftales specifikt med laboratoriet. Der bør ikke indleveres mikrobiologiske prøver torsdag, medmindre dette er aftalt med Vandkvalitetssektionen. Der kan ikke indleveres prøver i weekenden, på helligdage eller dagen før helligdage.

3.6. Kemiske parametre

Når der er anvendt lavalkali sulfatbestandig cement, skal der tages prøver til analyse for følgende kemiske parametre: Uorganiske sporstoffer* og NVOC samt prøver til organoleptisk vurdering. Alle prøver rekvireres via HOFORs laboratorium på Parkstien.

Når der er anvendt Rapid-cement, skal der udtages prøver til analyse for følgende kemiske parametre: Kulbrinter, Formaldehyd, Uorganiske sporstoffer* og NVOC samt prøver til organoleptisk vurdering. Alle prøver rekvireres via HOFORs laboratorium på Parkstien.

3.7. Prøvetagningssekema

Nedenstående skema, med angivelse af hvilke faser prøverne skal udtages i, skal følges.

Fase	Prøvested	Parametre
Fase 2, #11	Pumpesump/udløb samt skyllevand	Kimtal 22°C, E.coli, coliforme bakterier
Fase 3, #13	Skyllevand	Kimtal 22°C, E.coli, coliforme bakterier

KRAVSPECIFIKATION

Fase 3, #14	Pumpesump/udløb	Kimtal 22°C, E.coli, coliforme bakterier, kemiske parametre
Fase 3, #15	Pumpesump/udløb	Kimtal 22°C, E.coli, coliforme bakterier, kemiske parametre
Fase 3, #16	Pumpesump/udløb	Kimtal 22°C, E.coli, coliforme bakterier, kemiske parametre
Fase 3, #17	Dæksel og udløb	Kimtal 22°C, E.coli, coliforme bakterier, kemiske parametre
Fase 3, #19	Dæksel og udløb	Kimtal 22°C, E.coli, coliforme bakterier, kemiske parametre

*Analysepakken for uorganiske sporstoffer skal indeholde følgende parametre: Aluminium (Al), Antimon (Sb), Arsen (Ar), Barium (Ba), Bly (Pb), Bor (B), Cadmium (Cd), Cobolt (Co), Chrom (Cr), Kobber (Cu), Kviksølv (Hg), Nikkel (Ni), Selen (Se), Mangan (Mn), Total Jern (Fe), Zink (Zn), Calcium (Ca), Magnesium (Mg), Natrium (Na), Kalium (K) og Chlorid (Cl).

KRAVSPECIFIKATION

Bilag

Til nærværende kravspecifikation er knyttet syv bilag.

Bilagene er arbejdsbeskrivelser til specifikke reparationer.

1. Bilag 1 Arbejdsbeskrivelse til reparation af klamshuller
2. Bilag 2 Arbejdsbeskrivelse til reparation af flader i beholdere
3. Bilag 3 Arbejdsbeskrivelse til reparation af støbeskel mellem væg og gulv (banket/hulkel)
4. Bilag 4 Arbejdsbeskrivelse til reparation af rørgennemføring/røromstøbninger
5. Bilag 5 Arbejdsbeskrivelse til reparation af dilatationsfuger i beholdere
6. Bilag 6 Arbejdsbeskrivelse til reparation af revner
7. Bilag 7 Arbejdsbeskrivelse til reparation af overfladerevner i beholderanlæg

Hvert bilag – Arbejdsbeskrivelse – er opbygget efter følgende paradigme:

- A. Formål
- B. Gyldighedsområde
- C. Grundlag
- D. Ansvar
- E. Fremgangsmåde
- F. Registrering

KRAVSPECIFIKATION

Bilag 1

Arbejdsbeskrivelse til reparation af klamshuller

A. Formål

Denne arbejdsbeskrivelse har til formål at sikre korrekte reparationer af konus-/klamshuller (herefter klamshuller) på betonoverflader i kontakt med drikkevand.

B. Gyldighedsområde

Arbejdsbeskrivelsen skal anvendes for reparationer af klamshuller på betonoverflader. Arbejdsbeskrivelsen kan også anvendes på mindre lokale reparationer af betonoverflader (få cm²).

C. Grundlag

Som materiale til udførelse af reparation af klamshuller anvendes en cementbaseret støbemørtel "en grovkornet svummemørtel", der blandes af:

- 1 del cement (for godkendte cementtyper se VAM101 afsnit 2)
- 2 dele søsand i fraktionen 0-4 mm (skarpkantet betonsand fra anerkendt grusgrav)
- Vand tilsættes til der er opnået "en stiv blanding"

Blandingen henstår i ca. 5 min., hvorefter det sikres, at blandingen har den fornødne stivhed - at den kan formes til en hård kugle, der holder sin form.

D. Ansvar

Entreprenøren skal følge denne arbejdsbeskrivelse og må ikke fravige den uden HOFORs tilladelse.

E. Fremgangsmåde

Forberedelse

Inden udsætning med cementmørtel forberedes klamshullet efter følgende procedure:

- Klamshullet rengøres, eksempelvis for formvoks.
- Den glatte støbehud i klamshullet rughugges, eksempelvis ved anvendelse af nålehammer, bjergbor eller lignende, i elektrisk- eller trykluftværktøj.
- Klamshullet skylles med almindeligt vand, idet det sikres at alt betonstøv er bortskyllet og betonen ikke er stærkt vandsugende.
- Betonoverfladen rengøres for støv og vand, således at der ikke efterfølgende kan ses "løbespor" på den omkringliggende betonoverflade.

Svumme med cement

- Inden klamshullerne svummes, skal det sikres, at den ru-huggede betonoverflade i klamshullet ikke er udtørret
- Umiddelbart inden udsætning af klamshullerne svummes hullet med en tynd oprørt svummeblanding af cement og vand

KRAVSPECIFIKATION

KRAVSPECIFIKATION

Udsætning af klamshuller

Klamshullet lukkes ved udsætning med cementbaseret støbemørtel efter følgende procedure:

- Det sikres at den ru-huggede betonoverflade i klamshullet ikke er udtørret.
- Der monteres en ren plastprop i bunden af klamshullet – proppen bankes godt fast.
- Klamshullet udfyldes med støbemørtel, eksempelvis ved anvendelse af en skelske.
- Støbemørtelen komprimeres hårdt i klamshullet, eksempelvis med en rundstok. Det skal samtidig sikres, at mørtlen ikke bearbejdes så hårdt at ”der trækkes vand” på overfladen og den slipper.
- Overfladen afrettes, således at det lukkede klamshul er i plan med den øvrige betonoverflade, eksempelvis ved anvendelse af en flamingoklods.
- Efter afretning skal betonen afdækkes med plast i mindst 5 døgn for at forhindre udtørring. Plasten skal fastgøres, således at vind og fx regn ikke kan løsgøre plasten.

Støbeforhold

Støbearbejdet skal foregå i et temperaturinterval på mellem +5°C og +35°C. Dette gælder for temperaturen i luften, i den beton, der støbes imod og for temperaturen på den cementbaserede støbemørtel. Der skal i arbejdsplanlægningen tages hensyn til, at reparationsproduktets hærdning sker forskelligt afhængigt af temperaturen, og meget langsomt ved lave temperaturer.

F. Registrering

Registrering skal omfatte:

- Registrering af klamshuller
- Fotodokumentation heraf
- Beskrivelse af afrensingsmetode(r)
- Beskrivelse af vanding, og evt. forberedelse af armering og betonoverflade
- Dokumentation for anvendte materialer samt anvendte mængder
- Fotodokumentation af den færdiggjorte reparation
- Fotodokumentation af udtørringsbeskyttelse
- Dokumentation for tidspunkt for fjernelse af udtørringsbeskyttelse
- Inspektion og fotodokumentation af den udførte reparation
- Registrering af evt. revner i reparationen og evt. åbne støbeskel langs reparationens afgrænsninger.

KRAVSPECIFIKATION

Fotobilag til arbejdsinstruktionen

Billederne i fotobilaget stammer fra en demonstration udført onsdag d. 22. maj 2020 på værket ved Søndersø, udført af medarbejdere fra Christiansen & Essenbæk. Billederne viser lukning af to klamshuller i en prøvestøbning efter denne arbejdsinstruktion.

Forberedelse: Foto 1 og 2 viser forberedelse af klamshullerne



Foto 1: Den glatte støbehud i klamshullet rughugges ved anvendelse af nålehammer



Foto 2: Klamshullet skylles med almindeligt vand, idet det sikres, at alt betonstøv er bortsøllet og betonen ikke er stærkt vandsugende

KRAVSPECIFIKATION

Svumme med cement: Foto 3 viser hvordan klamshullet svummes



Foto 3: Inden udsætning af klamshullene svummes hullet med en svummeblanding af cement og vand

Udsætning af klamshuller: Foto 4-7 viser udsætning af klamshuller samt afdækning og det færdigstøbte klamshul



Foto 4: Klamshullet lukkes ved udsætning med cementbaseret støbemørtel og støbemørtlen komprimeres hårdt i klamshullet



Foto 5: Overfladen afrettes således, at det lukkede klamshul er i plan med den øvrige betonoverflade

KRAVSPECIFIKATION



Foto 6: For at sikre udstøbningen mod hurtig udtørring, afdækkes området med tætsiddende plastik



Foto 7: Udstøbningen efter 7½ døgn, hvor afdækningen lige er fjernet og udstøbningen fortsat er fugtig

Alle fotos: Christian Munch-Pedersen

KRAVSPECIFIKATION

Bilag 2

Arbejdsbeskrivelse til reparation af flader i beholdere

A. Formål

Denne arbejdsbeskrivelse har til formål at sikre korrekte reparationer af flader i beholdere i vandbanen, såvel på gulve som på vægge og lofter.

B. Gyldighedsområde

Arbejdsbeskrivelsen kan anvendes for reparationer med meget begrænset udbredelse – ned til nogle få cm² – og op til reparationer med en udbredelse på mange kvadratmeter.

For små lokale reparationer på få cm², kan også anvendes en fremgangsmåde, der svarer til Arbejdsbeskrivelse for lukning af Klamshuller – Bilag 1

Nærværende arbejdsbeskrivelse kan anvendes til reparationer fra en tykkelse på ca. 0,5 cm og opefter, idet produkt og stenstørrelse skal vælges efter reparationens tykkelse.

Arbejdsbeskrivelsen kan også anvendes til reparationer, der består i at ændre faldforhold på bundplader.

C. Grundlag

Som materiale til udførelse af reparation af flader kan anvendes (i prioriteret rækkefølge):

1. Den i VAM101, afsnit 2 anførte Receptur til støbning af beholdere, tanke og kamre
2. Drikkevandsmørtel som anført i VAM101, afsnit 2

D. Ansvar

Det er entreprenørens ansvar at registrere, opmåle og fotodokumentere de områder, der skal repareres, og fremkomme med forslag til reparationsmateriale og -metode.

Entreprenøren må ikke påbegynde reparationsarbejder, før tilsynet har godkendt omfang, materiale og metode.

Det er entreprenørens ansvar at beskrive materialeforbrug, opmåle og fotodokumentere de udførte reparationer.

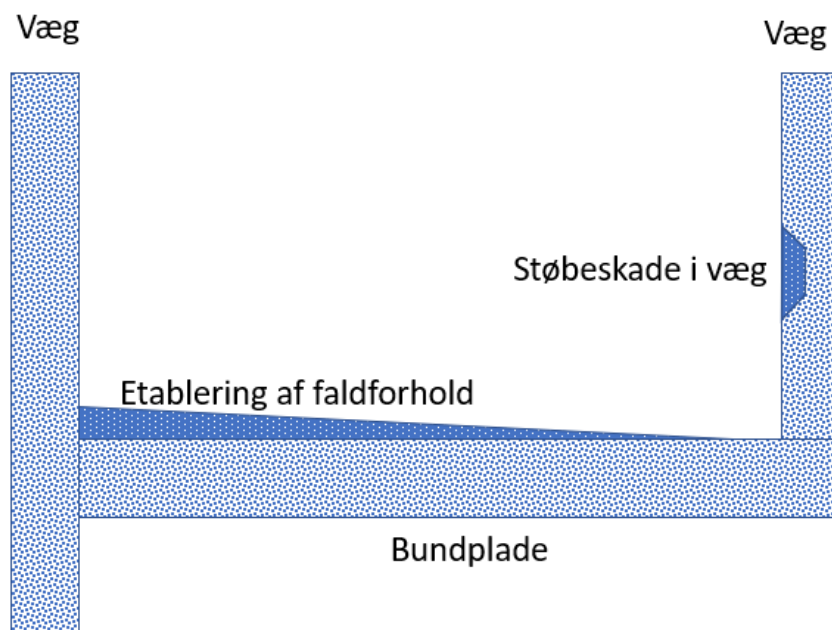
Entreprenøren skal følge denne arbejdsbeskrivelse og må ikke fravige den uden HOFORs tilladelse.

KRAVSPECIFIKATION

E. Fremgangsmåde

Afrensning

Reparationsområdet renses omhyggeligt ved behugning, evt. suppleret med højtryksspuling, slyngrensning eller sandblæsning, hvis dette er tilladt, i det pågældende område.



Reparationsområdet skal være begrænset at en veldefineret (evt. skåret med vinkelsliber) kant, der i en vinkel på mellem 90 og 120 grader med den ubeskadigede overflade går mindst 10 mm ind i reparationsområdet, dog aldrig dybere end reparationens dybde.

I hele reparationsområdets areal skal den behuggede beton fremstå med delvist fritlagte tilslag, uden løse skaller eller cementslam.

Fritlagt armering renses til blankt stål (SA 2½), jf. EN ISO 12944-4.

Vanding

6-24 timer før støbning vandes betonen til kapillær vandmætning. Ved støbning skal overfladen være våd, men må ikke have frit vand i fx lunger eller tørre pletter på højdepunkter.

Reparationsproduktet

Støbearbejdet skal foregå i et temperaturinterval på mellem +5°C og +35°C. Dette gælder for temperaturen i luften, i den beton, der støbes imod og for temperaturen på reparationsproduktet. Der skal i arbejdsplanlægningen tages hensyn til, at reparationsproduktets hærdning sker forskelligt afhængigt af temperaturen, og meget langsomt ved lave temperaturer.

Beton leveres fra værk blandet efter den foreskrevne receptur.

KRAVSPECIFIKATION

PAGEL Drikkevandsmørtel blandes i henhold til Databladet. Der må aldrig tilsættes mere vand end anført i Databladet. Vandmængden skal vejes af eller afmåles i en egnet - og til formålet fremstillet – målebeholder.

Mørtel og beton, der ikke umiddelbart anvendes, skal kasseres. Der må ikke senere tilsættes vand til produkterne for ny opblanding.

For Beton hhv. PAGEL gælder særligt:

Beton

Beton skal med en maksimal stenstørrelse på 8 mm påføres i lag fra 25 mm op til 300 mm.

Ved tykkere lag bør anvendes en større maksimal stenstørrelse, dog ikke over 16 mm.

Udlægning, bearbejdning ind i underlaget og komprimering af betonen foregår som for anden beton.

Efter afretning skal betonen afdækkes med plast i mindst 5 døgn for at forhindre udtørring. Plasten skal fastgøres, således at vind og fx regn ikke kan løsgøre plasten.

PAGEL

Fritlagt armeringsstål pensles dækkende med TW05.

Betonoverfladen børstes grundigt ind i TW10, umiddelbart inden påførelse af reparationsmørtelen.

Reparationsmørtelen vælges ud fra lagtykkelsen efter følgende skema:

PAGEL mørtel:	Tykkelse:
TW 10	5-10 mm
TW 20	10-30 mm
TW 40	20-40 mm

Mørtelen udlægges, bearbejdes ind i underlagt, komprimeres og glattes, og dækkes umiddelbart herefter med plast i mindst 5 døgn for at forhindre udtørring. Plasten skal fastgøres, således at vind og fx regn ikke kan løsgøre plasten.

F. Registrering

Registrering skal omfatte:

- Registrering af område der skal repareres
- Opmåling af reparationsområdet
- Fotodokumentation heraf
- Beskrivelse af afrensingsmetode(r)
- Fotodokumentation af det afrensede område med opmåling af reparationstykkelser

KRAVSPECIFIKATION

- Valg af reparationsmateriale
- Beskrivelse af vanding, og evt. forberedelse af armering og betonoverflade
- Blanderapporter på reparationsmateriale med anvendte mængder (for beton; kopi af følgeseddel)
- Fotodokumentation af den færdiggjorte reparation
- Fotodokumentation af udtørningsbeskyttelse
- Dokumentation for tidspunkt for fjernelse af udtørningsbeskyttelse
- Inspektion og fotodokumentation af den udførte reparation
- Registrering af evt. revner i reparationen og evt. åbne støbeskel langs reparationens afgrænsninger.

KRAVSPECIFIKATION

Bilag 3

Arbejdsbeskrivelse til reparation af støbeskel mellem væg og gulv

A. Formål

Denne arbejdsbeskrivelse har til formål at sikre en korrekt reparation af støbeskel mellem væg og gulv.

Denne reparation gennemføres som en banket eller hulkel.

B. Gyldighedsområde

Arbejdsbeskrivelsen kan anvendes for reparationer af støbeskel mellem væg og gulv, både når reparationen udføres for at tætnes et utæt støbeskel, og hvor reparationen udføres for at forebygge en utæthed.

C. Grundlag

Som materiale til reparation af støbeskel mellem væg og gulv kan anvendes:

1. Den i VAM101, afsnit 2 anførte Receptur til støbning af beholdere, tanke og kamre
2. Drikkevandsmørtel som anført i VAM101, afsnit 2

D. Ansvar

Det er entreprenørens ansvar at registrere, opmåle og fotodokumentere de støbeskel, der skal repareres, og evt. fremkomme med forslag til supplering af denne arbejdsbeskrivelse.

Entreprenøren må ikke påbegynde reparationsarbejder, før tilsynet har godkendt omfang, materiale og metode.

Det er entreprenørens ansvar at beskrive, opmåle og fotodokumentere de udførte reparationer.

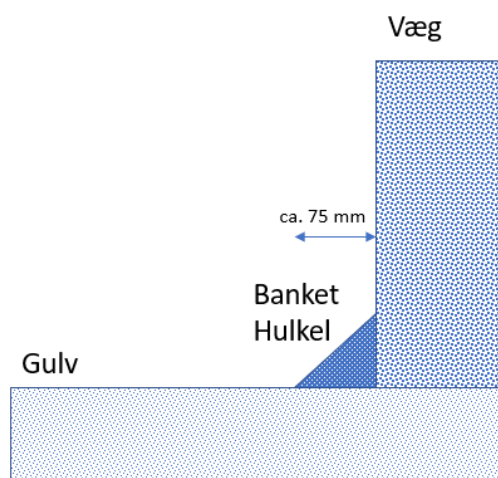
Entreprenøren skal følge denne arbejdsbeskrivelse og må ikke fravige den uden HOFORs tilladelse.

E. Fremgangsmåde

Den beskrevne fremgangsmåde omfatter udstøbning af en banket/hulkel mellem væg og gulv med støbemørtel.

I nogle tilfælde - fx ved utætte fuger mellem væg og gulv og/eller hvor meget stor sikkerhed for vandtæthed er påkrævet - kan der indlægges en injiceringslange fræset ind i hjørnet mellem væg og gulv. Denne injiceringslange skal efterfølgende injiceres efter principperne herfor, som anført i Bilag 6 (under udarbejdelse). Under denne injicering skal der udvises forsigtighed med, at injiceringsstrykket ikke skyder banketten/hulkelen løs.

KRAVSPECIFIKATION



Banketten/hulkelen skal være trekantet med en kantlængde, langs såvel væg og gulv, på mindst 50 mm og typisk 75 mm. Normalt ikke over 100 mm.

Overfladerne, på såvel væg som gulv, skal overfladeafrensnes ca. 100 mm fra samlingen mellem væg og gulv.

Afrensningen skal desuden i bankettens/hulkelens størrelse afrensnes omhyggeligt ved behugning, evt. suppleret med højtryksspuling eller sandblæsning, hvis dette er tilladt i det pågældende område. Den afrensede beton skal fremstå med delvist fritlagte tilslag, uden løse skaller eller cementslam.

Fritlagt armering renses til blankt stål (SA 2½), jf EN ISO 12944-4.

Vanding

6-24 timer før støbning vandes betonen til kapillær vandmætning. Ved støbning skal overfladen være våd, men må ikke have frit vand på gulvdelen eller tørre pletter på vægdelen.

Reparationsproduktet

Støbearbejdet skal foregå i et temperaturinterval på mellem +5°C og +35°C. Dette gælder for temperaturen i luften, i den beton, der støbes imod og for temperaturen på reparationsproduktet. Der skal i arbejdsplanlægningen tages hensyn til, at reparationsproduktets hærdning sker forskelligt afhængigt af temperaturen, og meget langsomt ved lave temperaturer.

Beton leveres fra værk blandet efter den foreskrevne receptur.

PAGEL Støbemørtel blandes i henhold til Databladet. Der må aldrig tilsættes mere vand end anført i Databladet. Vandmængden skal vejes af eller afmåles i en egnet - og til formålet fremstillet – målebeholder.

KRAVSPECIFIKATION

Støbemørtel til banketten/hulkelen skal fremstilles så stiv, at den kan udlægges i den korrekte geometri, uden at flyde ud. Det betyder, at der skal tilsættes mindre end den maksimale vandmængde til betonen.

Beton og mørtel, der ikke umiddelbart anvendes, skal kasseres. Der må ikke senere tilsættes vand til produkterne for ny opblanding.

For Beton hhv. PAGEL gælder særligt:

Beton

Beton med en maksimal stenstørrelse på 8 mm anvendes.

Udlægning, bearbejdning ind i underlaget og komprimering af betonen foregår som for anden beton.

Efter afretning skal betonen afdækkes med plast i mindst 5 døgn for at forhindre udtørring. Plasten skal fastgøres, således at vind og fx regn ikke kan løsgøre plasten.

PAGEL

Støbemørtlen udlægges med en murerske og komprimeres og afrettes.

Støbemørtelen vælges ud fra lagtykkelsen efter følgende skema:

PAGEL støbemørtel:	Støbehøjde (diameter på hullet):
V1/10	5-30 mm
V1/50	20-120 mm
V1/160	100-400 mm

Lagtykkelsen skal vurderes ud fra den største tykkelse af banketten/hulkelen. Det betyder, at der i de fleste tilfælde skal anvendes V1/50.

Støbemørtelen skal beskyttes mod udtørring i mindst 5 døgn. Beskyttelsen foretages med plast hurtigst muligt efter udstøbning. Plasten skal fastgøres, således at vind og fx regn ikke kan løsgøre plasten.

F. Registrering

Registrering skal omfatte:

- Registrering af banketter/hulkele, der skal repareres
- Opmåling af reparationerne – størrelse af banketterne/hulkelen
- Fotodokumentation heraf
- Beskrivelse af afrensingsmetode(r)

KRAVSPECIFIKATION

- Fotodokumentation af de afrensede områder
- Valg af reparationsmateriale
- Beskrivelse af forvanding, og evt. preparation af betonoverflade
- Blanderapporter på reparationsmateriale med anvendte mængder
- Fotodokumentation af den færdiggjorte reparation
- Fotodokumentation af udtørningsbeskyttelse
- Dokumentation for tidspunkt for fjernelse af udtørningsbeskyttelse
- Inspektion og fotodokumentation af den udførte reparation
- Registrering af evt. revner i reparationen og evt. åbne støbeskel langs reparationens begrænsninger.

KRAVSPECIFIKATION

Bilag 4

Arbejdsbeskrivelse til reparation af rørgennemføringer/røromstøbninger

A. Formål

Denne arbejdsbeskrivelse har til formål at sikre korrekte reparationer af rørgennemføringer gennem en væg, fx ved udskiftning af røret.

B. Gyldighedsområde

Arbejdsbeskrivelsen kan anvendes for alle typer reparationer af huller i en væg i forbindelse med rørgennemføringer.

Arbejdsbeskrivelsen kan også anvendes ved reparation af et gennemgående hul i en væg - også uden et rør – fx hvis et eksisterende rør fjernes og ikke erstattes med et nyt rør.

Arbejdsbeskrivelsens principper kan også benyttes til reparation af rørgennemføringer gennem loft og bund.

C. Grundlag

Som materiale til reparation af rørgennemføringer/røromstøbninger kan anvendes:

1. Den i VAM101, afsnit 2.1 anførte Receptur til støbning af beholdere, tanke og kamre
2. Reparationsmaterialer som anført i VAM101, afsnit 2.3

D. Ansvar

Det er entreprenørens ansvar at registrere, opmåle og fotodokumentere de rørgennemføringer, der skal repareres, og evt. fremkomme med forslag til supplerung af denne arbejdsbeskrivelse.

Entreprenøren må ikke påbegynde reparationsarbejder før tilsynet har godkendt omfang, materiale og metode.

Det er entreprenørens ansvar at beskrive, opmåle og fotodokumentere de udførte reparationer.

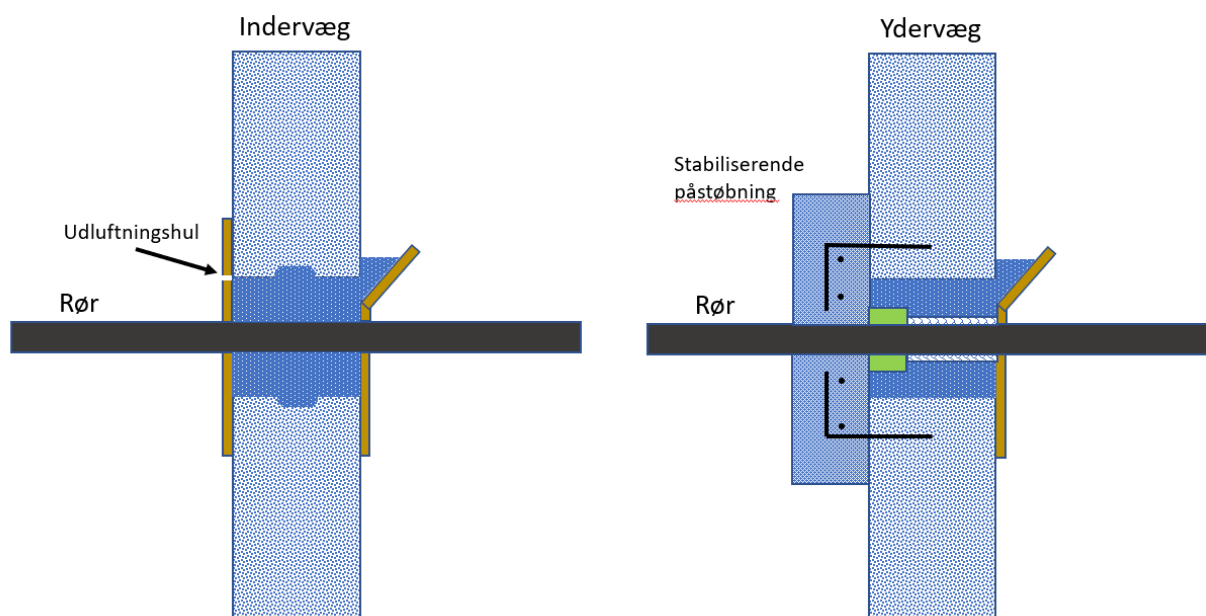
Entreprenøren skal følge denne arbejdsbeskrivelse og må ikke fravige den uden HOFORs tilladelse.

KRAVSPECIFIKATION

E. Fremgangsmåde

Den beskrevne fremgangsmåde omfatter udstøbning af en rørgennemføring med støbemørtel eller beton.

Rørgennemføringer af trykledninger er beskrevet i HOFORs kravspecifikation for værker, VAV101. Der er heri beskrevet regler for Rørgennemføring i ydervægge, diamantboret, og for Rørgennemføring i indervægge med vandtryk, diamantboret eller i udsparring. De heri angivne detaljer skal altid overholdes og er kun angivet i princip på figurerne nedenfor.



Hvis en eksisterende rørgennemføring skal fjernes, skal dette ske på en måde, der ikke forurener vandbanen.

Nye rørgennemføringer skal primært etableres ved udboring med kernebor, og helst ved boring udefra i forhold til vandbanen.

Hullet gennem betonens overflader skal herefter sikres afrenset og ru-gjort.

Et tidligere etableret hul skal renses omhyggeligt ved ru-hugning, evt. suppleret med højtryksspuling eller sandblæsning, hvis dette er tilladt i det pågældende område. Den afrensede beton skal fremstå med delvist fritlagte tilslag, uden løse skaller eller cementslam.

Fritlagt armering renses til blankt stål (SA 2½), jf. EN ISO 12944-4.

KRAVSPECIFIKATION

Ved tilstøbning af huller uden rørgennemføring med en hul diameter over 200 mm, ilægges armeringsjern fastgjort til iborede slagstritter. Den konkrete armering aftales med tilsynet.

Vanding

6-24 timer før støbning vandes betonen til kapillær vandmætning. Ved støbning skal overfladen være våd, men må ikke have frit vand i bunden af rørgennemføringen eller tørre pletter i toppen.

Reparationsproduktet

Støbearbejdet skal foregå i et temperaturinterval på mellem +5°C og +35°C. Dette gælder for temperaturen i luften, i den beton, der støbes imod og for temperaturen på reparationsproduktet. Der skal i arbejdsplanlægningen tages hensyn til, at reparationsproduktets hærdning sker forskelligt afhængigt af temperaturen, og meget langsomt ved lave temperaturer.

PAGEL Støbemørtel blandes i henhold til Databladet. Der må aldrig tilsættes mere vand end anført i Databladet. Vandmængden skal vejes af eller afmåles i en egnet - og til formålet fremstillet - målebeholder.

Beton leveres fra værk blandet efter den foreskrevne receptur.

Støbemørtel og beton, der ikke umiddelbart anvendes, skal kasseres. Der må ikke senere tilsættes vand til produkterne for ny opblanding.

Rørgennemføringen forskalles i den ene side med en tætsluttende plade – HUSK at lave et udluftningshul foroven i en sådan størrelse af luften kan komme ud – uden at mørtlen løber ud. På den anden side – støbesiden - placeres en tætsluttende plade på hullets nederste del, mens der i den øvre del anordnes en tætsluttende plade med en opadrettet støbeåbning, der går 50 mm over hullets øverste del.

Hullet udstøbes gennem denne støbeåbning og reparationsproduktets fyldning af hullet kan sikres ved at støde med en armeringsstang ned igennem støbeåbningen.

Formen fyldes fuldstændigt i en støbning op til støbeåbningens top (50 mm over hullets øverste kant). Denne betonmængde fjernes senere ved bortskæring efter afforskalling.

For PAGEL hhv. Beton gælder særligt:

PAGEL

Støbemørtelen vælges ud fra lagtykkelsen efter følgende skema:

PAGEL støbemørtel:	Støbehøjde (diameter på hullet):
V1/10	5-30 mm
V1/50	20-120 mm
V1/160	100-400 mm

KRAVSPECIFIKATION

Støbemørtelen skal beskyttes mod udtørring i mindst 5 døgn. Formen kan påregnes at være en effektiv beskyttelse. Hvis formen fjernes inden 5 døgn, skal beskyttelsen foretages med plast hurtigst muligt efter afforskalling. Plasten skal fastgøres, således at vind og fx regn ikke kan løsgøre plasten.

Beton

Beton skal med en maksimal stenstørrelse på 8 mm kan anvendes til udstøbning af større rørgennemføringer.

Ved tilstøbning af huller uden rørgennemføring, ved huldiamter over 120 mm, bør anvendes en større maksimal stenstørrelse, dog ikke over 16 mm.

Komprimering af betonen foregår som for anden beton med stødstang eller vibrator.

Betonen skal beskyttes mod udtørring i mindst 5 døgn. Formen kan påregnes at være en effektiv beskyttelse. Hvis formen fjernes inden 5 døgn, skal beskyttelsen foretages med plast hurtigst muligt efter afforskalling. Plasten skal fastgøres, således at vind og fx regn ikke kan løsgøre plasten.

F. Registrering

Registrering skal omfatte:

- Registrering af rørgennemføringer, der skal repareres
- Opmåling af reparationerne – størrelse og dybde af rørgennemføring
- Fotodokumentation heraf
- Beskrivelse af afrensingsmetode(r)
- Fotodokumentation af de afrensede huller
- Fotodokumentation af det opbyggede formsystem.
- Valg af reparationsmateriale
- Beskrivelse af forvanding, og evt. forberedelse af betonoverflade
- Blanderapporter på reparationsmateriale med anvendte mængder (for beton kopi af følgesedel)
- Fotodokumentation af den færdiggjorte reparation
- Fotodokumentation af udtøringsbeskyttelse
- Dokumentation for tidspunkt for fjernelse af udtøringsbeskyttelse"
- Inspektion og fotodokumentation af den udførte reparation
- Registrering af evt. revner i reparationen og evt. åbne støbeskel langs reparationens begrænsninger.

KRAVSPECIFIKATION

Bilag 5

Arbejdsbeskrivelse til reparation af dilatationsfuger i beholderanlæg

A. Formål

Denne arbejdsbeskrivelse har til formål at sikre korrekte reparationer af dilatationsfuger i beholderanlæg med betonoverflader i kontakt med drikkevand. Arbejdsbeskrivelsen vil skabe en reparation af dilatationsfugen, der ikke afgiver skadelige stoffer til drikkevandet.

Arbejdsbeskrivelsen vil ikke sikre en reparation, der i sig selv er vandtæt, da der kan dannes revner i støbeskellet mellem beton og reparation. Egentlig vandtæthed søges opnået ved injicering af reparationen efter udstøbning. Den udstøbte betonreparation med armering og den indstøbte kobberplade danner modhold for injicering med Dryflex 2 (se bilag 10A).

B. Gyldighedsområde

Arbejdsbeskrivelsen er udarbejdet i forbindelse med reparationer af dilatationsfuger i Tinghøj beholderanlæg bygget som *in situ* støbte beholdere. Arbejdsbeskrivelsen kan også anvendes på andre lokaliteter til reparation af dilatationsfuger i beholdere. Såfremt modifikationer er nødvendige, skal dette afklares med HOFOR forinden.

C. Grundlag

Som materiale til udsætning af fuger kan anvendes:

1. Den i VAM 101, afsnit 2.1 anførte receptur til støbning af beholdere, tanke og kamre (vandbanebeton)

D. Ansvar

Entreprenøren skal følge denne arbejdsbeskrivelse og må ikke fravige den uden HOFORs tilladelse.

E. Fremgangsmåde

Forberedelse

Vedlagte tegning 10A viser som eksempel den principielle opbygning af dilatationsfugen ved Tinghøj beholderanlæg, beholder 7 og 10. Vedlagte tegning 10E viser den principielle opbygning af en reparation udført på en sådan fuge efter nærværende beskrivelse.

Inden udstøbning med beton forberedes dilatationsfugen efter følgende procedure:

- Evt. indvendig membran/belægning (fx Sarnafil belægning) afhugges mekanisk og lægges i poser til bortskaffelse efter aftale med HOFOR Miljø.
- Evt. epoxybelægning borthugges og bortslibes i nødvendigt omfang (til rå beton).

KRAVSPECIFIKATION

- Evt. fuger udfyldt med en bitumenmasse fjernes. Indeholder fugemassen asbest, skal arbejdet med udtagning af bitumenmassen udføres som asbestsanering efter arbejdsmiljø retningslinjer, f.eks. i flytbare sluse-/kabineafsniit med udsugning/ventilation osv., efter aftale med HOFOR Arbejdsmiljø.
- Eventuelt pudslag friskæres i samme bredde som den eventuelle belægning.
- Der skæres 2 spor i betonen (på hver side af fugen), samlet bredde på den udskårne beton – mindst 100-120 mm. Armering må ikke beskadiges. Såfremt armering ligger tættere på overflade end 80 mm, skal der støbes med forskalling – se herunder.
- Beton udhugges i en dybde af ca. 80 mm.
- Skæreflader på den ene side og bunden ruhugges. Den anden side bevares glat til revneanvisning. Den glatte støbehud i hullet ruhugges, eksempelvis ved anvendelse af nålehammer, bjergbor eller lignende elektrisk værktøj.
- Bagside udkastes med beton for at give en jævn overflade til den nye støbning
- Hullet skylles med friskt rent vand, idet det sikres, at alt betonstøv er bortskyllet og betonen ikke er stærkt vandsugende.
- Der armeres med kulfiberarmeringsnet i fuld højde. Dette fastholdes med ny opsat langsgående (i fugens retning) rustfri armeringstål $\varnothing 5$ eller $\varnothing 6$ mm, fastholdt med indlimede bøjler – se foto.
- Der opsættes forskalling plant med inderside beton, hvis der kan opnås mindst 80 mm tykkelse. I modsat fald skal forskalling bygges med overhøjde, så der opnås mindst 80 mm tykkelse.

Udstøbning af dilatationsfugerne

- Det sikres, at den ruhuggede betonoverflade i hullet ikke er udtørret.
- Dilatationsfugen udfyldes med beton ved vådstøbning. Lodret udstøbning foretages af 2 omgange af hensyn til støbehøjde, men i ét forløb uden støbeskel. Eksempelvis kan der laves flere indfyldningshuller til beton.
- De øverste 0,40 m. udstøbes uden forskalling ved hånd som udkast vådt i vådt så støbeskel undgås. Det må ikke håndudsættes, så der kan opstå luftlommer.
- Betonen komprimeres ensartet og systematisk i dilatationsfugen. Det skal samtidig sikres, at betonen ikke bearbejdes så hårdt, at "der trækkes vand" på overfladen og den slipper.

Sikring mod udtørring

- For at sikre udstøbningen mod hurtig udtørring afdækkes området med tætsiddende plastik i mindst 5 døgn. Plasten skal fastgøres, således at fx vind og/eller regn ikke kan løsgøre plasten.

Den afforskallede fugerudstøbning skal herefter rengøres for slam og tynde flager.

Støbeforhold

Støbearbejdet skal foregå i et temperaturinterval på mellem $+5^{\circ}\text{C}$ og $+35^{\circ}\text{C}$. Dette gælder for temperaturen i luften, i den beton, der støbes imod og for temperaturen af reparationsbetonen. Der

KRAVSPECIFIKATION

skal i arbejdsplanlægningen tages hensyn til, at reparationsbetonens hærkning sker forskelligt afhængigt af temperaturen, og meget langsomt ved lave temperaturer.

Injicering

Der injiceres fra hver side i ca. 150 mm. dybde med Dryflex 2 ca. 120 Bar, jf. tegning 10E
Hulboring for injicering må ikke beskadige kobberplade.

F. Registrering

Registrering skal omfatte:

- Registrering af dilatationsfugerne
- Fotodokumentation heraf
- Beskrivelse af afrensningsmetode(r)
- Beskrivelse af vanding, og evt. forberedelse af armering og betonoverflade
- Dokumentation for anvendte materialer samt anvendte mængder
- Fotodokumentation af den færdiggjorte reparation
- Fotodokumentation af udtørningsbeskyttelse
- Dokumentation for tidspunkt for fjernelse af udtørningsbeskyttelse
- Inspektion og fotodokumentation af den udførte reparation
- Registrering af evt. revner i reparationen og evt. åbne støbeskel langs reparationens afgrænsninger.
- Dokumentation for injicering

KRAVSPECIFIKATION

Fotobilag til arbejdsinstruktionen

Billederne i fotobilaget stammer fra reparation af dilatationsfuger i beholder 10, Tinghøj beholderanlæg, efterår 2020, udført af medarbejdere fra Christiansen & Essenbæk.

Forberedelse



En udrenset dilatationsfuge mod vandbanen



En udrenset dilatationsfuge mod vandbanen

KRAVSPECIFIKATION

Udførelse





Armeringsnet er opsat



Forskalling er etableret

KRAVSPECIFIKATION

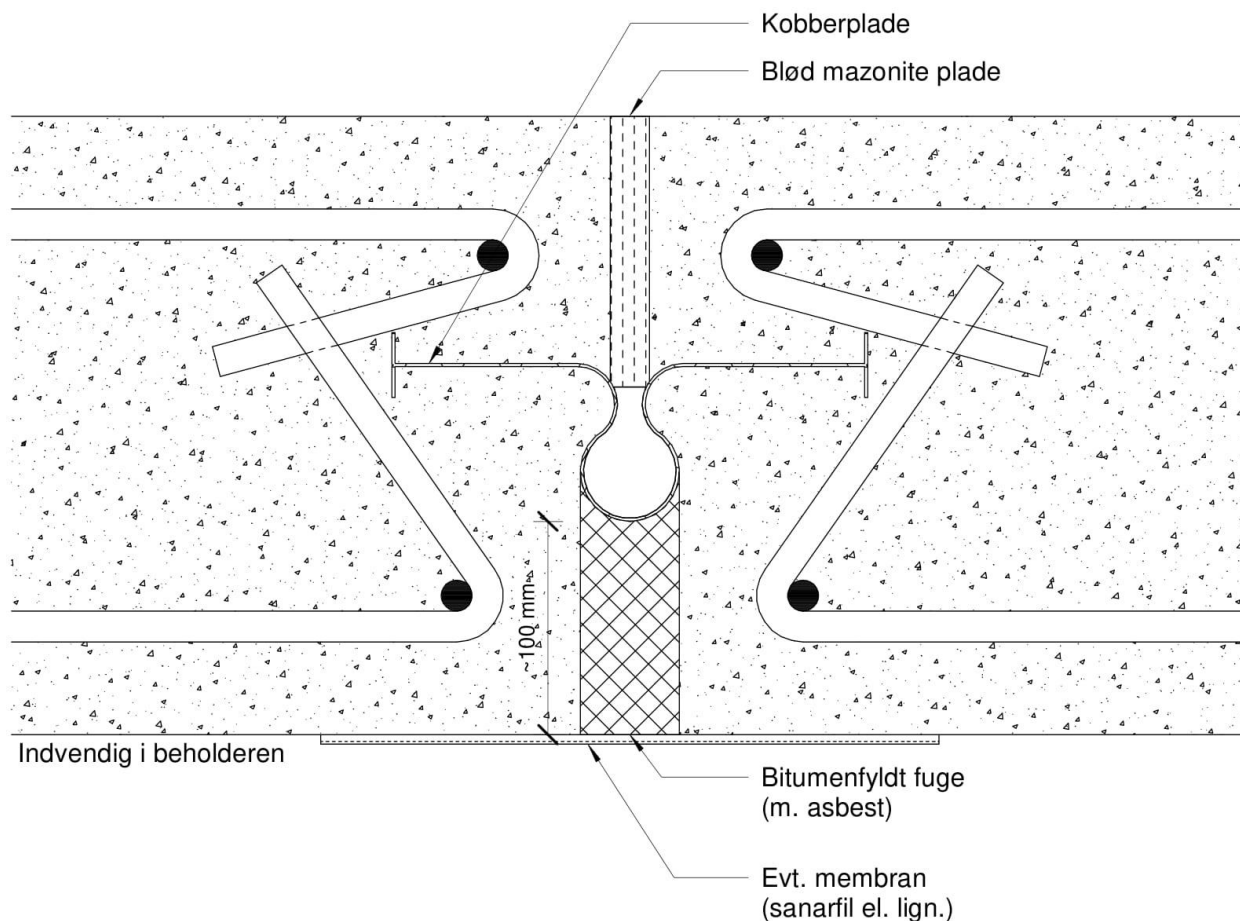
	
<p>Den afforskallede fuge skal herefter rengøres for slam og tynde flager</p>	<p>De øverste ca. 0,40 m støbes sidst vådt i vådt således at støbeskel undgås</p>

Fotos: Leif Frandsen Macheel (ØLLGAARD Rådgivende Ingeniører) og Jon Buch (Christiansen og Essenbæk A/S)

KRAVSPECIFIKATION

Tegningsnummer:

10.A



Eksisterende forhold inden ændringer 2020. Fuge i væg v. dilatationsfuge, vandret snit af beholdervægge

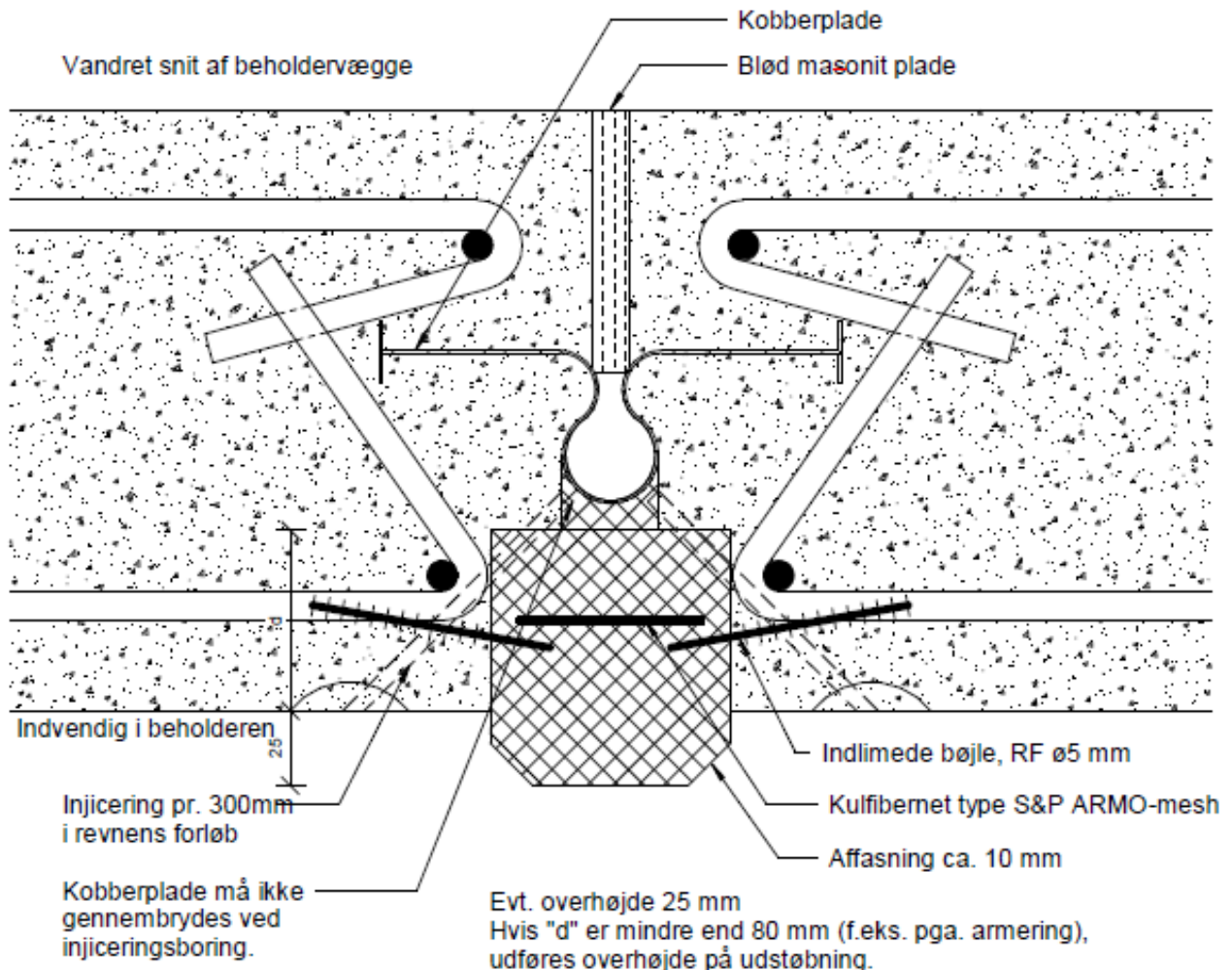
Fra beholderens inderside er fugen fyldt med Bitumen ca. 100 mm ind til en ilagt kobberplade hvor der bagved er blød mazonite i fugens udstrækning.

Det er konstateret at der på overfladen og i dilatationsfugen i tidens løb er påført elastisk fugemateriale, sarnafil membran, Epoxyklæber og -grunder samt Vandex Cemelast, Vandex konstruktion joint tape med Vandex Cemelast (senere godkendt som Vandex Uni 1 mørtel). Alt skal afrens til rå beton i det område, hvor der repareres.

 <small>RÅDGIVENDE INGENIØRER A/S</small>	Tinghøjbeholderen - beholder 1-6	Sagsnr.: 8808-BF-2	20 mm
	Tinghøj Matr. nr. HOFOR	Mål: 1:2	Dato: 2021.05.12
<input checked="" type="checkbox"/> Ingeniør <input type="checkbox"/> Arkitekt <input type="checkbox"/> Bygherre <input type="checkbox"/> Entreprenør	 Fuge i væg v. dilatationsfuge Eksisterende forhold	Udarb. af: TR KS af: LFM Godkendt: AC	
<small>ØLLGAARD A/S Strandvejen 128 2900 Hellerup mail@ollgaard.dk</small>		Tegningsnummer:	10.A

KRAVSPECIFIKATION

Tegningsnummer:

10.E


Trin 4, udstøbning med beton, vandret snit af beholdervægge

Det udhuggede renses og udstøbes med en biologisk ren beton ilagt et armeringsnet af kulfiber

 RÅDGIVENDE INGENIØRER A/S	Tinghøjbeholderen - beholder 1-6 Tinghøj Matr. nr. HOFOR	Sagsnr.: 8808-BF-2 20 mm	
	<input checked="" type="checkbox"/> Ingeniør  <input type="checkbox"/> Arkitekt <input type="checkbox"/> Bygherre <input type="checkbox"/> Entreprenør	Fuge i væg v. dilatationsfuge Udstøbning med beton	Målt: 1:2 Dato: 2021.05.25
	ØLLGAARD A/S Strandvejen 128 2900 Hellerup mail@ollgaard.dk	Udarb. af: TR KS af: LFM Godkendt: AC	Tegningsnummer: 10.E

KRAVSPECIFIKATION

Bilag 6

Arbejdsbeskrivelse til reparation af revner i beholderanlæg

A. Formål

Denne arbejdsbeskrivelse har til formål at sikre korrekte reparationer af revner i beholderanlæg med betonoverflader i kontakt med drikkevand. Arbejdsbeskrivelsen vil skabe en reparation af revnen, der ikke afgiver skadelige stoffer til drikkevandet.

Arbejdsbeskrivelsen vil ikke sikre en reparation, hvor betonen i sig selv er vandtæt, da der kan dannes revner i støbeskellet mellem beton og reparation. Egentlig vandtæthed søges opnået ved injicering af reparationen efter udstøbning. Den udstøbte betonreparation med armering danner modhold for injicering med Dryflex 2 ved reparation af store revner, f.eks. støbeskel.

B. Gyldighedsområde

Arbejdsbeskrivelsen er udarbejdet i forbindelse med reparationer af revner i Tinghøj beholderanlæg bygget som *in situ* støbte beholdere. Arbejdsbeskrivelsen kan også anvendes på andre lokaliteter til reparation af revner i beholdere. Såfremt modifikationer er nødvendige, skal dette afklares med HOFOR forinden.

C. Grundlag

Som materialer til udsætning af revner anvendes:

1. Den i VAM 101, afsnit 2.1 anførte receptur til støbning af beholdere, tanke og kamre (vandbanebeton)

D. Ansvar

Entreprenøren skal følge denne arbejdsbeskrivelse og må ikke fravige den uden HOFORs tilladelse.

E. Fremgangsmåde

Forberedelse

Vedlagte tegning 11 viser som eksempel den principielle reparation af revner ved Tinghøj beholderanlæg.

Inden udstøbning med beton forberedes revnen efter følgende procedure:

- Evt. indvendig membran (fx Sarnafil belægning) afhugges mekanisk og lægges i poser til bortskaffelse efter aftale med HOFOR Miljø.
- Eventuel epoxybelægning borthugges og bortslibes i nødvendigt omfang (til rå beton).
- Eventuelt pudslag friskæres i samme bredde som den eventuelle belægning.
- Der injiceres fra hver side i ca. 150 mm dybde med Dryflex 2 ca. 120 Bar (mindre revner).

KRAVSPECIFIKATION

- Der skæres 2 spor i betonen (på hver side af revnen), samlet bredde på det udskårne beton – mindst 100-120 mm. Armering må ikke beskadiges. Såfremt armering ligger tættere på overflade end 80 mm, skal der påstøbes med forskalling – se herunder.
- Beton udhugges i en dybde af ca. 80 mm.
- Skæreflader på den ene side og bunden ruhugges. Den anden side bevares glat til revneanvisning. Den glatte støbehud i hullet ruhugges, eksempelvis ved anvendelse af nålehammer, bjergbor eller lignende elektrisk værktøj.
- Bagside udkastes med beton for at give en jævn overflade til den nye støbning
- Hullet skylles med friskt rent vand, idet det sikres, at alt betonstøv er bortskyllet og betonen ikke er stærkt vandsugende.
- Der armeres med kulfiberarmeringsnet i fuld højde. Dette fastholdes med ny opsat langsgående (i fugens retning) rustfri armeringstål $\varnothing 5$ eller $\varnothing 6$ mm, fastholdt med indlimede bøjler – se foto.
- Der opsættes forskalling plant med inderside beton, hvis der kan opnås mindst 80 mm tykkelse. I modsat fald skal forskalling bygges med overhøjde, så der opnås mindst 80 mm tykkelse.

Udstøbning af revner

- Det sikres, at den ruhuggede betonoverflade i revnen ikke er udtørret.
- Revnen udfyldes med beton ved vådstøbning. Lodret udstøbning foretages af 2 omgange af hensyn til støbehøjde, men i ét forløb uden støbeskel. Eksempelvis kan der laves flere indfyldningshuller til beton.
- De øverste 0,40 m udstøbes uden forskalling ved hånd som udkast vådt i vådt, så støbeskel undgås. Det må ikke håndudsættes, så der kan opstå luftlommer.
- Betonen komprimeres ensartet og systematisk i revnen. Det skal samtidig sikres, at betonen ikke bearbejdes så hårdt, at "der trækkes vand" på overfladen og den slipper.

Sikring mod udtørring

- For at sikre udstøbningen mod hurtig udtørring afdækkes området med tætsiddende plastik i mindst 5 døgn. Plasten skal fastgøres, således at fx vind og/eller regn ikke kan løsgøre plasten.

Den afforskallede revneudstøbning skal herefter rengøres for slam og tynde flager.

Støbeforhold

- Støbearbejdet skal foregå i et temperaturinterval på mellem $+5^{\circ}\text{C}$ og $+35^{\circ}\text{C}$. Dette gælder for temperaturen i luften, i den beton, der støbes imod og for temperaturen af reparationsbetonen. Der skal i arbejdsplanlægningen tages hensyn til, at reparationsbetonens hærkning sker forskelligt afhængigt af temperaturen, og meget langsomt ved lave temperaturer.

KRAVSPECIFIKATION

KRAVSPECIFIKATION

Injicering

Der injiceres fra hver side i ca. 150 mm dybde med Dryflex 2 ca. 120 Bar

F. Registrering

Registrering skal omfatte:

- Registrering af revner
- Fotodokumentation heraf
- Beskrivelse af afrensningsmetode(r)
- Beskrivelse af vanding, og evt. forberedelse af armering og betonoverflade
- Dokumentation for anvendte materialer samt anvendte mængder
- Fotodokumentation af den færdiggjorte reparation
- Fotodokumentation af udtørningsbeskyttelse
- Dokumentation for tidspunkt for fjernelse af udtørningsbeskyttelse
- Inspektion og fotodokumentation af den udførte reparation
- Registrering af evt. revner i reparationen og evt. åbne støbeskel langs reparationens afgrænsninger.
- Dokumentation for injicering

KRAVSPECIFIKATION

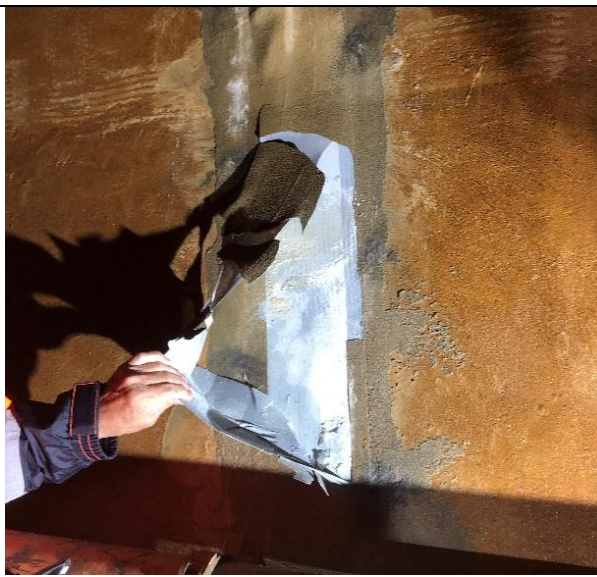
Fotobilag til arbejdsinstruktionen

Billederne i fotobilaget stammer fra reparation af revner i beholder 10, Tinghøj beholderanlæg, efterår 2020. Billederne viser dels revner inden der udføres reparation, dels selve reparationen med udhugning/fræsning, armering, støbning og injicering samt afsluttende sikring af reparationen, hvor denne arbejdsbeskrivelse er fulgt.

Forberedelse



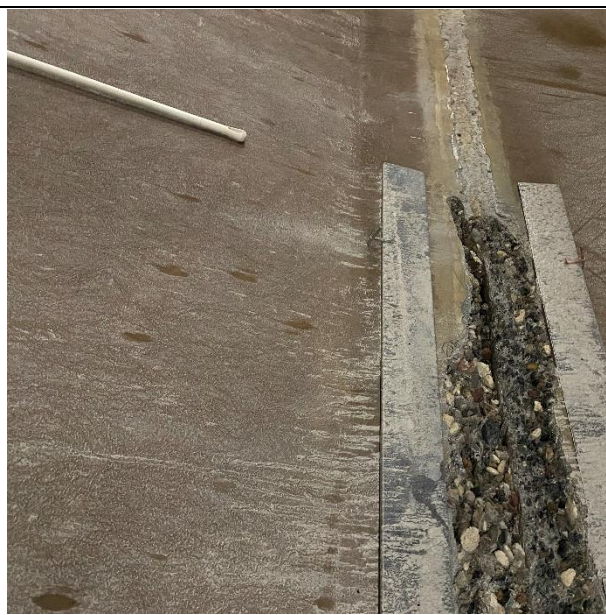
Lodret og vandrette revner, som tidligere er repareret, men stadig giver indtrængning af vand. Revner er dækket af membran og epoxy



Under epoxymørtlen findes der en membran, der skal fjernes



Der opsættes styr til udfræsning af overfladen for lodrette revner





Der opsættes styr til udfræsning af overfladen for vandrette revner

KRAVSPECIFIKATION

Udførelse	
	
<p>Lodret revne ruhugges og rengøres inden opsætning af armeringsnet</p>	<p>Vandret revne ruhugges og rengøres inden opsætning af armeringsnet – bemærk tydeligt støbeskel i beton</p>
	
<p>Der opsættes armeringsnet i den ruhuggede revne</p>	

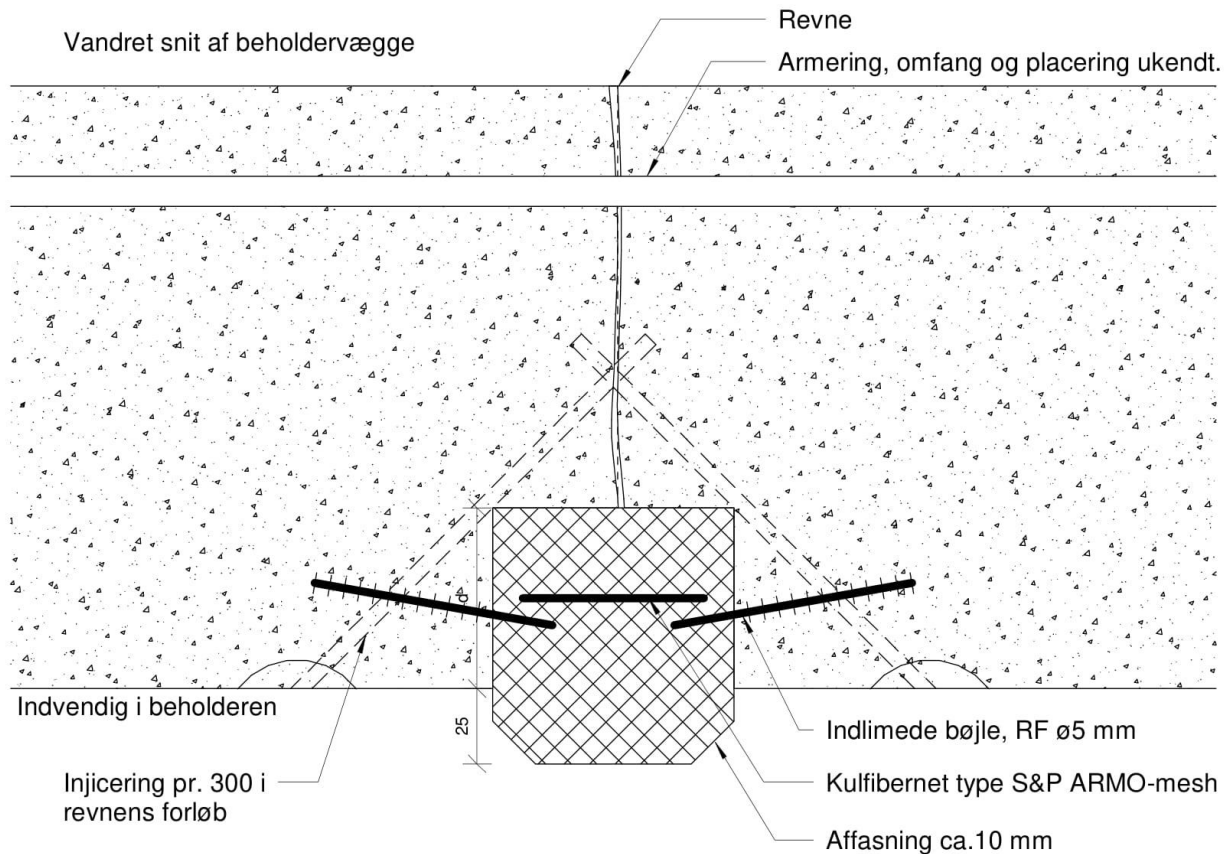
KRAVSPECIFIKATION

	Her skal lodret og vandret revne injiceres i samme proces
 <p>Nærbillede af armeringsnet, inkl. rustfri stålarmering til fastholdelse af net.</p>	 <p>Efter afforskalling skal overfladen sikres mod udtørring og rengøres efterfølgende for pudsestøv mv.</p>



Fotos: Leif Frandsen Macheel (ØLLGAARD rådg. Ing.) og Jon Buch (Christiansen og Essenbæk A/S)

KRAVSPECIFIKATION

Tegningsnummer:

11


Evt. overhøjde 25 mm
 Hvis "d" er mindre end 80 mm (f.eks. pga. armering),
 udføres overhøjde på udstøbning.

 RÅDGIVENDE INGENIØRER A/S	Tinghøjbeholderen - beholder 1-6 Tinghøj Matr. nr. HOFOR	Sagsnr.: 8808-BF-2 20 mm Mål: 1:2 Dato: 2021.05.12
	<input checked="" type="checkbox"/> Ingeniør  <input type="checkbox"/> Arkitekt <input type="checkbox"/> Bygherre <input type="checkbox"/> Entreprenør	Fuge i revner i vægge, hvor der ikke er dilatationsfuge ØLLGAARD A/S Strandvejen 128 2900 Hellerup mail@ollgaard.dk

KRAVSPECIFIKATION

Bilag 7

Arbejdsbeskrivelse til reparation af overfladerevner i beholderanlæg

A. Formål

Denne arbejdsbeskrivelse har til formål at sikre korrekte reparationer af overfladerevner i beholderanlæg med betonoverflader i kontakt med drikkevand.

Overfladerevner i beton vil typisk stamme for mangelfuld afdækning af den friske beton, hvorved hurtig og kraftig udtørring af betonoverfladen skaber revner (plastiske svindrevner). Denne mekanisme optræder kun på vandrette (og nær-vandrette), og ikke-formsatte overflader.

Arbejdsbeskrivelsen egner sig ikke til statiske revner fra f.eks. sætninger af fundamenter, eller manglende hærdestyring mellem nye og gamle konstruktioner. Disse revner er for dybe til at arbejdsbeskrivelsen giver et godt resultat. Arbejdsbeskrivelsen må ikke anvendes til gennemgående revner.

Arbejdsbeskrivelsen kan således kun anvendes, når revnernes årsag og omfang (herunder dybde) er afklaret.

Denne arbejdsbeskrivelse vil skabe en reparation af overfladerevner, der ikke afgiver skadelige stoffer til drikkevandet.

B. Gyldighedsområde

Arbejdsbeskrivelsen kan kun anvendes for reparation af overfladerevner stammende fra plastisk svind i tanke til ferskvand (drikkevand). Tanke, der indeholder vand med salte kan ikke repareres med anvendelse af denne arbejdsbeskrivelse.

C. Grundlag

Til reparation anvendes en svummørtel, der fremstilles af Rapid- eller lavalkalicerment (som beskrevet i hoveddokumentet under afsnit 2), kvartssand og vand.

Blandingsforholdet er:

Materiale	Mængde i kg	Volumen
Rapid-cement	14,75	4,683
Kvartssand ¹⁾	10,25	3,868
luft	0	2%
Rent vand (drikkevand)	5,5	5,5
1 blanding	30,5 kg	14,3 liter

Note 1). Svummørtlen skal fremstilles i to versioner med en maksimal kornstørrelse på sandet på henholdsvis 0,2 mm og 0,5 mm.

KRAVSPECIFIKATION

De to versioner betegnes herefter V02 og V05.

Den angivne mængde luft er såkaldt naturlig luft, der IKKE fremkommer ved tilsætning af et luftindblandingsmiddel, men som resultat af blandeprocessen.

Der må ikke tilsættes andet til svummørtlen end det anførte, herunder ikke plastificerende eller luftindblandende tilsætningsstoffer.

Svummørtlen kan fremstilles af entreprenøren selv ved indkøb og afvejning af materialerne.

Hvis der ønskes tilsat andet (f.eks. tilsætningsstoffer) end det anførte (cement, sand, og rent vand), skal en godkendelse fra HOFORs materialeudvalg indhentes FØR arbejdet påbegyndes.

D. Ansvar

Entreprenøren skal følge denne arbejdsbeskrivelse og må ikke fravige den uden HOFORs tilladelse.

Da plastiske svindrevner kun fremkommer som følge af en udførelsesfejl (mangelfuld afdækning), skal HOFOR altid omgående orienteres om revnerne. Entreprenøren skal registrere revnernes omfang, placering og dybde og redegøre for revneårsagen.

Entreprenøren skal desuden fremlægge en plan til HOFOR om reparationens udførelse. HOFOR skal altid acceptere denne plan INDEN arbejdet igangsættes.

På større arealer skal der altid udføres et prøvelfelt på en mindre del.

E. Fremgangsmåde

Området hvor overfladerevner skal repareres skal planslibes, så det er fri for knolde, sten og andre ujævnheder, der rager op.

Herefter skal overfladen slyngrenses for fjernelse af betonslamlag og for åbning af revner og porer.

Overfladen skal herefter være fri for betonslamlag, mørtelrester, støv og smuds, malings-, olie- og fedtrester. Overfladen skal så vidt muligt have et ensartet udseende uden rensestriber eller væsentlig opruning. Porer og revner skal være med åbnede kanter. Ingen væsentlig afsmitning og rester af blæsemiddel må forekomme.

Overfladen skal fremstå fri for opragende områder/volde af beton/sten mv.

Overfladen skal fremstå med en ruhed svarende til en middelteksturdybde på 0,5-1 mm (kan evt. kontrolleres med "sandpletmetoden" (EN 13036-1)).

KRAVSPECIFIKATION

For at undgå plastiske svindrevner i svummemørtlen, skal det sikres ved måling, at den relative luftfugtighed er over 80% ved svumningens udførelse.

Inden påføring af svummemørtlen skal betonen forvandes med rent vand således, at betonen ikke suger mere vand, men fremstår matfugtig og uden frit vand i lunger og porer.

Herefter påføres svummemørtlen i to lag. V02 påføres først for at opnå så dyb udfyldning af revnerne som muligt, mens V05 skal påføres som andet lag – vådt i vådt for at udfylde grovere huller i overfladen.

Først påføres V02 i en lind konsistens. Fordeling af materialet på overfladen kan ske med svaber, men materialet skal derefter arbejdes ned i porer og revner ved at koste i flere retninger.

Imens V02 endnu er vådt, påføres V05 i en lind konsistens. Fordeling af materialet på overfladen kan ske med svaber. Overfladen afrettes og udjævnes f.eks. med en egnet malerrulle.

Svummemørtlen skal flyde sammen og få en let ujævn, men ikke ru tekstur – dvs. svarende til "appelsinhud".

Der skal påregnes et forbrug på 1 kg/m² af V02 og 3 kg/m² af V05

Den færdige overflade må ikke have gennemgående porer og revner. Overfladen skal have et ensartet udseende. Der må ikke forekomme: grater på kanter og knolde på flader samt kratere, blærer, svampet udseende, krakelering eller smuds på overfladen. Den minimale middel-lagtykkelse af de to lag svummemørtel skal være 1,5 mm.

Der skal være en god sammenhæng mellem svummemørtel og betonoverfladen. Vedhæftning og sammenhængsstyrke skal i gennemsnit være min. 1,5 MPa (efter maks. 7 døgn ved 10-15 °C) og ingen enkeltværdier under 1,2 MPa. Der skal udføres mindst 3 stk. vellykkede aftræk pr. påbegyndt 200 m².

F. Registrering

Registrering under reparationens udførelse skal omfatte:

- Registrering af revner
- Fotodokumentation heraf
- Beskrivelse af slibe- og afrensingsmetode(r)
- Beskrivelse – evt. måling af opnået jævnhed og ruhed
- Dokumentation af luftfugtighed
- Beskrivelse af forvanding
- Dokumentation for anvendte materialer samt anvendte mængder
- Inspektion og fotodokumentation af den udførte reparation

KRAVSPECIFIKATION
