



NYA BETONG- KONSTRUKTIONER I KONTAKT MED DRICKSVATTEN

Förslag till riktlinjer version 2

SAMMANFATTNING

Detta dokument syftar till att underlätta för byggherrar som vill planera inför sitt kommande projekt med nya dricksvattenanläggningar. Dokumentet innehåller förslag till riktlinjer för projektering och utförande av nya betongkonstruktioner i kontakt med beredningsvatten och dricksvatten. Detta är ett samarbete med flera olika professioner som kommer i kontakt med projekten som gäller nya betongkonstruktioner i kontakt med dricksvatten och deras syn på vad som är viktigt för beställare att tänka på.

Anders Carne

Innehållsförteckning

Inledning	3
Bakgrund	3
Beställargruppen	3
Syftet	3
Arbetsmetodik	3
Planering av en anläggning för dricksvatten	4
2.1 Hydraulisk profil	4
2.2 Vattnets pH	4
2.3 Tidig riskanalys för betongtillsatser	4
2.4 Anläggningens utformning	4
2.5 Livslängd på betongkonstruktioner	5
2.6 Vattentäthet och Täthetsklass	5
2.7 Härdningsklass	5
2.8 Betongsammansättning allmänt	5
2.9 Övriga material	6
Upphandling	6
3.1 Konsultupphandling	6
3.1.1 Krav på den som projekterar	6
3.2 Entreprenadupphandling	6
3.2.1 Förfrågningsunderlagets utformning	6
Utförande av betongkonstruktioner	7
4.1 Inledning till kapitel 4	7
4.2 Utförande av betong, form och armering	7
EBB.1 Form	8
Formstag	8
EBC.1 Armering	9
EBC.2 Ingjutningsgods	10
EBC.3 Fogband	12
EBC.31 Fogband av gummi	12
EBC.33 Fogband av metall	12
EBC.34 Svällande fogband	12
EBE Betonggjutningar i anläggning	12
Cement	12
Ballast	13
Allmänt om granulerad masugnsslagg (ggbs)	13

Allmänt om flygaska.....	14
Betongrecept	14
Exponeringsklasser.....	14
vct.....	15
Täthet	16
Gjutetapper.....	16
Vibrering.....	16
Torktider	17
Utförande av Prefabkonstruktioner i betong	17
5.1 Inledning till kapitel 5.....	17
GBC – Konstruktioner av monteringsfärdiga element.....	17
Utförande av skyddsbeläggningar	18
L – Puts, målning, skyddsbeläggningar, skyddsimpregneringar mm	18
LDB – Skyddsbeläggning i anläggning	18
LFB.3 – Skyddsimpregnering av betongytor mot inträngning av vatten och klorider	19
Utförandets kontroller och dokumentation	19
Y – Märkning, kontroll, dokumentation mm	19
Täthetsprov.....	20
Leveranser.....	20
YHB.1 Kontroll av anläggning.....	20
YJ – Teknisk dokumentation	20
YJD – Underlag för relationshandling	20
YJE – Relationshandling.....	20
Diverse detaljer.....	21
Z – Diverse tätningar, kompletteringar, infästningar o d.....	21
Sammanfattning.....	21
Medverkande i rapportens framtagande, via workshops, intervjuer eller på annat sätt:	22
Litteratur och källor:	22

Version	Ändring	Datum	Utförd av
1.0	Första utgåvan	2022-07-01	Anders Carne
2.0	Andra utgåvan	2022-09-30	Anders Carne

Inledning

Detta dokument syftar till att underlätta för byggherrar, och andra, som i sin roll vill kravställa inför sitt kommande projekt med nya dricksvattenanläggningar. Dokumentet har fokus på nya betongkonstruktioner i kontakt med dricksvatten.

Bakgrund

I dagsläget är många vattenverk ålderstigna och renoveringsbehoven är därför stora. Samtidigt med en ökande befolkning behöver svenska kommuner uppföra nya dricksvattenanläggningar.

Inför dessa nybyggnationer behövs expertis inom såväl byggkonstruktion som vattenprocessrening, vilket blir svårt för enskilda kommuner att inneha. I dagsläget finns inte tydliga riktlinjer kring hur betongkonstruktioner som kommer i kontakt med dricksvatten skall utformas och byggas.

Ett flertal kommuner har därför gått samman och gett Sweco uppdraget att ta fram ett förslag på riktlinjer som kan användas som stöd åt kommunerna. Detta dokument är ett resultat som har tagits fram, med hjälp av olika specialister inom dricksvattenbranschen, på lämpliga riktlinjer som stöd åt beställare, entreprenörer och konstruktörer i kommande projektering och utförande av nya dricksvattenanläggningar.

Beställargruppen

Beställargruppen består av representanter från Norrvatten, Gästrikevatten, Trollhättan energi, Karlshamn energi, Östersunds kommun, Stockholm Vatten och avfall, Midvatten och Lerums kommun.

Syftet

Syftet med förslaget är att underlätta för både beställare, entreprenörer och konsulter att följa gällande lagstiftning och praxis utifrån olika discipliners kompetens. På så sätt optimeras både projekteringen och produktionen av nya dricksvattenanläggningar i betong utifrån flera perspektiv. Förslaget till riktlinjerna utgår från aktuell forskning och publikation som finns från angränsande projekt.

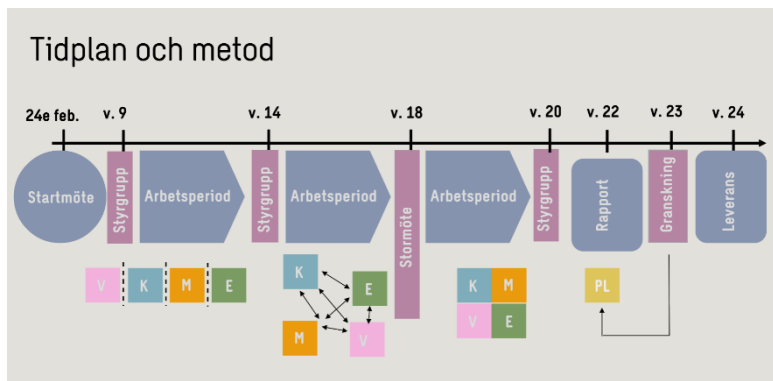
Arbetsmetodik

För att kunna få in olika perspektiv i framtagningen av riktlinjerna bjöds ett flertal specialister och branschorganisationer in till dialog. I ett första skede delades deltagarna in efter sina respektive kompetensområden och fick delta i en dialog kring erfarenheter, aktuella rön och praktiska detaljer i liknande projekt.

I nästa steg träffades grupperna i en tvärdisciplinär dialog där eventuella risker och möjligheter togs upp och diskuterades med målet att hitta gemensamma lösningar för bästa resultat.

Arbetet med denna rapport har genomförts via ett antal workshops där deltagare från ett stort antal olika verksamheter har deltagit och viktiga punkter har utkristalliserats. Samtliga medverkande listas i dokumentets slut.

Utifrån resultatet av dessa möten sammanställdes denna rapport.



Planering av en anläggning för dricksvatten

Betong är ett kompositmaterial som består till största delen av sand och grus (ballast) eller bergkross som blandas med vatten och cement.

Cement är ett finmalt kalkpulver med en sammanbindande funktion. Betongens egenskaper bestäms till största del av förhållandet mellan vatten och cement. När dessa material blandas fås en formbar massa som snabbt hårdnar och sedan härdar över tid till en hög hållfasthet. Efter att den flytande betongen härdat är konstruktionen klar att användas.

Betong är under senare tid det näst mest använda materialet, efter vatten. Då cement kan komma att bli en bristvara pågår mycket försök med att reducera användandet av materialet på olika sätt.

Utöver val av och hantering av betong finns några nyckelord som behöver genomsyra ett dricksvattenprojekt:

- TID: Låt saker ta den tid det behöver
- UPPHANDLING: Ställ krav på kompetens
- KONTROLL: Granskning, kontrollanter på plats

Livscykelteknik är något som är viktigt att beakta i planeringen av dricksvattenanläggningar. Kvalitet skall prioriteras, framför allt för de delar som har direktkontakt med vårt viktigaste livsmedel. Men även parametrar som är robusthet, redundans, livslängd och hållbarhet viktiga att tänka på.

För att lyckas med ett byggprojekt behöver vissa viktiga kartläggningar utföras så tidigt som möjligt i designprocessen.

2.1 Hydraulisk profil

Att ha tillgång till den hydrauliska profilen tidigt i byggprojekteringen och utformningen av betongkonstruktioner är av största vikt för att lyckas med en optimal dimensionering redan i tidigt skede.

2.2 Vattnets pH

En tidig kartläggning av vattnets pH-värde i olika processsteg tillsammans med vilka kemikalier som avses användas (samt till vilka koncentrationer) påverkar val av betong och utförande. Lågt pH eller höga koncentrationer kemikalier kan medföra att ytskydd för betongkonstruktioner kan bli aktuellt.

2.3 Tidig riskanalys för betongtillsatser

En tidig kartläggning av potentiella tillsatsmaterial och tillsatsämnen som kan behövas för betongtillverkningen rekommenderas.

För granskning och bedömning av material och produkter behöver en lämplig organisation upprättas redan i ett tidigt skede. Organisationen bör utgå från lämpliga kompetenser, beslutsvägar och vilka roller som har mandat att fatta olika beslut.

2.4 Anläggningens utformning

Oftast är det en process- och maskinkonsult som tillsammans med en arkitekt formar anläggningens layout. Viktigt att ha i åtanke är att göra betongkonstruktioner möjliga att inspektera, dvs att bassänger och kanaler utformas med redundans så att olika betongkonstruktioner kan avställas för inspektion och eventuell renovering utan att hela processen stängs av. Ytskikt på golv och stommar skall vara lättstädade och släta.

Något som kan vara bra att ta med i planeringen är överytor för framtida ombyggnadsbehov så att det inte behöver göras ingrepp på byggnader i onödan. En enkel design ger ofta bättre förutsättningar till minskat underhållsbehov.

Vattenreservoarer skall förses med fönster in till reservoaren så vattenytan kan inspekteras. Reservoaren skall utformas så att hörn med stillastående vatten inte förekommer, omsättning av vattnet är av största vikt. Solinstrålning får ej förekomma in i reservoaren. För att undvika risk för läckage från tak bör reservoarer förses med dubbla yttertak.

Fall mot tömningsledningar måste alltid finnas med avjämnade ytor.

2.5 Livslängd på betongkonstruktioner

Rekommendationen är att nya betongkonstruktioner dimensioneras enligt L100 i EKS definitionen. En ombyggnad rekommenderas ofta till L50.

2.6 Vattentäthet och Täthetsklass

Betong är per definition ej vattentät då den alltid spricker. För att minska risken för sprickor bör sambandet mellan ett antal olika faktorer laboreras fram. 100% vattentät betong är i princip omöjligt att uppnå. I denna rapport benämns därför betongkonstruktioner som vattentröga då det handlar till största delen om hur lång tid det tar för vatten att leta sig igenom en konstruktions sprickor och ej täta porer.

Det finns idag täthetsklass 0-3 i EKS (Boverkets konstruktionsregler). Att uppnå täthetsklass 2 eller 3 krävs att konstruktionen spännarmeras eller förses med tätskikt. Tätskikt/lining behandlas inte mer än övergripande i detta dokument i kapitel 6. För ett vattenverk kan oftast täthetsklass 1 rekommenderas.

När anläggningen designas bör det helst undvikas att det uppstår ensidigt vattentryck på vägg mot känsliga torra utrymmen.

Viktigt att inse begränsningar i betongen. Det kan i många fall vara bättre att lägga på ett ytskydd.

2.7 Härdningsklass

Detta är viktigt ur genomförandesynpunkt. Högre härdningsklass säkerställer mindre omfattning av sprickor men innebär längre byggtid då form står längre innan formrivning. Hög härdningsklass rekommenderas för konstruktioner i kontakt med dricksvatten.

Planera för lämpliga härdningstider och definiera gjutetapper. I tidiga skeden bör även hänsyn till gjutluckor tas med då dessa påverkar projektets tidplan. Gjutluckor innebär att man spar delar av en konstruktion till en senare gjutning för att låta huvuddelen av konstruktionen krympa färdigt innan man kopplar ihop allting.

2.8 Betongsammansättning allmänt

Samordna kravställningen så att kraven inte blir motstridiga i sig (täthet, toleranser, betongklass och flöden mm)

Specialister bör involveras redan i tidiga skeden, detta kan dock vara beroende av entreprenad-formen. Vid en samverkan ökar förutsättningen att utnyttja olika specialisters kompetens gällande betongens egenskaper och sammansättning. Finns tillgång på betongkompetens klass 1 redan i tidigt skede i projektet är det en klar fördel.

Eventuella klimatbesparande åtgärder skall kopplas till relevant riskanalys, där hälsoaspekten är alltid överordnad klimataspekten.

Se för övrigt kapitel 4.

2.9 Övriga material

I de fall det finns behov av material som ej har beprovats eller saknar godkännande finns det upprättade riktlinjer för hur man skall hantera dessa hos Svenskt Vatten. Varje projekt bör upprätta en rutin för hur man skall hantera dessa fall i respektive organisation och projekt. Detta behandlas inte i denna rapport som har fokus på betong, men kan vara bra att känna till.

Upphandling

Vid upphandling finns några saker att trycka extra hårt på i utvärderingskriterierna. Nedan redovisas några exempel på detta, men det är inte nödvändigtvis alla krav som behöver beaktas.

3.1 Konsultupphandling

Att projektera en betongkonstruktion som hanterar dricksvatten eller livsmedel kräver kunskap om verksamheten, hygienregler och en förståelse för processen.

3.1.1 Krav på den som projekterar

Den som projekterar skall ha kunskap om att det handlar om livsmedelshantering och att det är en samhällsviktig funktion. Fokusera referenstagningen på detta.

Ställ krav på att betongkompetens inom utförandet (Utförande Klass1 I-U) enligt SS 13 70 06 också finns på plats under hela byggprocessen. Denna resurs kan vara fristående från projekteringsorganisationen och ha en mer granskande funktion.

Kravställ- helst redan i förfrågningsunderlaget- att gjutningsplaner där etapper och vibrationsmetoder framgår tas fram i detaljprojekteringen.

3.2 Entreprenadupphandling

Att handla upp en byggentreprenad för hantering av dricksvatten ställer vissa krav på sin spets. Detta kapitel lyfter några saker som blir extra viktiga för betongentreprenader i dricksvattenanläggningar.

3.2.1 Förfrågningsunderlagets utformning

Förfrågningsunderlag måste vara extra tydliga, helst en helt färdig bygghandling som FU; där ingen projektering planeras ske parallellt med byggnationen. Visst är det alltid viktigt att handlingar är tydliga, men när det kommer till livsmedel blir det extremt viktigt.

Entreprenadformen kan vara viktig för slutprodukten. Här finns inget rätt eller fel, men det kan vara svårt att krävställa inför en totalentreprenad utan att den blir alltför styrd. På samma sätt kan det vara tidsödande att ta fram en färdig bygghandling till ett FU. Utförandekompetensen bör dock oavsett finnas med och få en tidig inblick i problemställningarna för att kunna vara med och planera bort risker samt att projekteringsorganisationen har ett bollplank i utförandedelen från start.

Kravställning på att provgjutningar skall utföras för att testa betongsammansättning, armering, form och formstag. Detta ska göras i god tid innan gjutning av tilltänkt konstruktionsdel för att säkerställa gjutbarheten och slutresultat av den tilltänkta gjutningen.

Kravställ att kompetens (Klass 1 I-U) skall finnas tillgänglig under projektets hela genomförande. En fördel är om denna resurs även finns tillgänglig redan under projekteringsskedet. Om projektet har med sig utförandekompetensen* tidigt har projektet större möjlighet att påverka slutprodukten.

*) Med utförandekompetens menas någon med kompetens och kunskap i själva genomförandet och inte bara en projektör

Kravställ även att entreprenörer skall påvisa referenser från vattentröga gjutningar i representativ omfattning samt arbete i dricksvattenanläggningar. Detta för att minska risken för att fel och oklarheter uppstår.

Ta hänsyn till risken för längre gjuttider samt för eventuellt behov av kyl- eller värmeslingor. Detta för att redan i tidigt skede säkra upp i tidplanen att saker måste få ta den tid det tar.

Viktigt i kravställningen är att ha med följande punkter för att minska risker med tillkommande kostnader och oklarheter/missförstånd i ansvarsfördelningen:

- Ange vem som skall utföra kylberäkningar och värmeberäkningar. Dessa beräkningar utförs oftast bäst av entreprenörens betongleverantör.
- Utse ansvarig för framtagning av armeringsspecifikationer om dessa ej ingår i förfrågningsunderlaget.
- Utse ansvarig för framtagning av tillverkningsritningar på prefabricerade betongkonstruktioner (och stålkonstruktioner).

Utförande av betongkonstruktioner

4.1 Inledning till kapitel 4

Hela kapitel 4 är uppbyggt med AMA koder kopplade till Anläggnings AMA 20. Koderna och de tillhörande texterna kan valfritt kopieras in i aktuell beskrivning för det projekt man för tillfället arbetar med och finns i tydliga rutor med gul färg. Vissa AMA koder innehåller alternativa texter och de flesta innehåller förklaringstexter i kursiv stil.

4.2 Utförande av betong, form och armering

Betongkapitlet (E – Platsgjutna konstruktioner) i AMA är ett stort kapitel och omfattar många olika delar. Denna rapport plockar ut rubriker som är lämpliga att komplettera med angivna texter till sin aktuella tekniska beskrivning för dricksvattenanknutna projekt. Fokus för dessa koder är betong i direktkontakt med dricksvatten. Betong på andra delar av anläggningen som inte har kontakt med vattnet kan självklart få lättnader i kravbilden och de behandlas inte här. Det ökar dock kravet på kontrollfunktionen, se kapitel 7.

För betongkonstruktioner ska en utförandeklass väljas. Detta görs enligt utförandestandarden SS-EN 13670. I den finns tre utförandeklasser. Kraven är högst i klass 3 och lägst i klass 1. Klass 2 är den lägsta vi använder i Sverige.

Utförandestandarden SS-EN 13670 är styrande för hur omfattande utförandekontrollen ska vara för de olika utförandeklasserna. Tre tabeller styr detta:

- tabell 1 som behandlar kontroll av material och produkter,
- tabell 2 som behandlar kontroll av utförandet och
- tabell 3 som behandlar typ av dokumentation och kontroll.

Vilken utförandeklass som väljs har liten eller ingen betydelse för omfattningen av kontrollerna i tabell 1 och tabell 2. Utförandeklassen har större betydelse för tabell 3 som gäller dokumentation av kontrollen.

EBB.1 Form

Att välja form kan innebära olika utmaningar. Ur dricksvattensynpunkt kan ytans släthet vara viktig. Ytor i en bassäng som är utsatta för solljus kan behöva en högre grad av släthet än ytor som inte ständigt befinner sig direkt solljus. Solljus kan bidra till alger och mikroorganismer. För ytor i direktkontakt med dricksvattnet bör således så slät form som möjligt föreskrivas.

EBB.11 Form av skivor

Form av släta skivor för att erhålla slät yta. Formolja skall ej användas för konstruktioner i kontakt med dricksvatten. Välj ny formplywood eller plastbelagd formskiva. Formplywood kan återanvändas för konstruktioner som ej är i direktkontakt med dricksvatten och då bestrykas med formolja.

Förklaringstext: Formolja och även godkänd formolja bör undvikas då oljor och även organiska olja är bra grogrund för bakterier och påväxt.

EBB.32 Dränerande beklädnad i form (denna kod är valfri)

Gjutduk ska användas för att erhålla en hård och tät yta.

Förklaringstext: Gjutduk kräver kompetens. Misslyckas gjutningen med duk kan ytan bli extremt ojämn. Viktigt är därför att leverantörens instruktioner för användning av gjutduk följs noga

Formstag

Formstag kan ofta ställa till det för vattentrögheten. Det finns vissa stag som är utvecklade för att öka tätheten.

Olika formtyper använder olika typer av formstag. Lösform (typ ny formplywood) använder engångstag med bricka, systemform använder stag med distansrör med fläns och tätplugg. En motgjuten konstruktion använder dywidagstag med speciella brickor som gängas på staget. Det finns formstag som är dricksvattengodkända. Det finns även stag som avslutas med ett koniskt hål i täcksiktet. Detta hål tätas med en plugg och sedan förseglas med cementbruk. Används ett sådant system bör entreprenören testa tekniken med hjälp av provgjutningar för att få en bra slutprodukt. Alternativt skall rostfria formstag som kapas i betongytan användas. Dessa måste förses med en tätbricka som svetsas på staget i betongtvärsnittets mitt. Se bild nedan.



Rostfritt formstag med tätbricka

Lösform med engångstag är förmodligen enklast, men oavsett val måste staget tätas enligt samma kriterier på täthet i övrigt och alla produkter dessutom bedömas för kontakt med dricksvatten.

Rekommenderat är att ett startmöte mellan entreprenör, formentreprenör, bygglidare och konstruktör hålls innan formprojektering startas.



Bild på igengjutet formstag. Sprickor syns i anslutning, en risk som bör beaktas.

EBC.1 Armering

En klenare armering kan ge mindre sprickbredder eftersom avståndet mellan sprickorna minskar medan töjningen är konstant. Att välja klenare armering kan därför vara fördelaktigt vid dimensionering av vattentröga konstruktioner. Det medför dock att den blir tätare och det minskar sprickbredden. Hänsyn måste även tas till att det ska vara praktiskt genomförbart. Entreprenören kan ställa krav på inbördes avstånd mellan armeringsjärnen som inte samstämmer med gällande norm. Provgjutningar rekommenderas.

Täckskiktsskontroll är viktigt vid vattentröga konstruktioner innan gjutning.

Rostfri armering kan vara ett alternativ att titta på men då kommer även kostnadsaspekten in och sätter stopp då det förmodligen blir minst dubbla kostnaden.

EBC.1 Armering

Noggrann extrakontroll av att täcksikt blir enligt handling

Förklaringstext: När täcksikt minskar, minskar livslängd och risk för sprickor ökar. Även för stora täcksikt kan orsaka problem med sprickor.

EBC.2 Ingjutningsgods

Kapitlet om ingjutningsgods innefattar flera olika typer av gods. Detta dokument fokuserar på delar som kan förekomma i en betongkonstruktion i direktkontakt med dricksvatten. Här behandlas inte materialet eller ytbeläggningen på själva godset. Det kan handla om rör genomföringar i bassängväggar, kanalväggar eller bottenar samt ramar för avstängningsluckor och ventiler som måste bli vattentröga.

EBC.25 Ingjutna rör

Rör genomföringar, luckor eller liknande genomföringar gjuts in direkt i form och förses med tätband samt injekteringsslang för möjlighet till efterinjektering med cementbaserat bruk.

Förslag på alternativ lösning: Vid svårighet att montera rör genomföring i form eller att toleranser för rörläge är kritiskt kan en kraftig plåt gjutas in i väggen som man sedan tar hål i och svetsar röret till.

Förklaringstext: För konstruktioner där vi har direktkontakt med dricksvatten och därmed oftast ökade krav på täthet bör man föredra att ingjutningsgods för till exempel rör genomföringar eller luckor gjuts in direkt i formen.

Säkerställ att rostfria och syrafasta ingjutningsgods ej har direktkontakt med armeringen för att undvika korrosion.

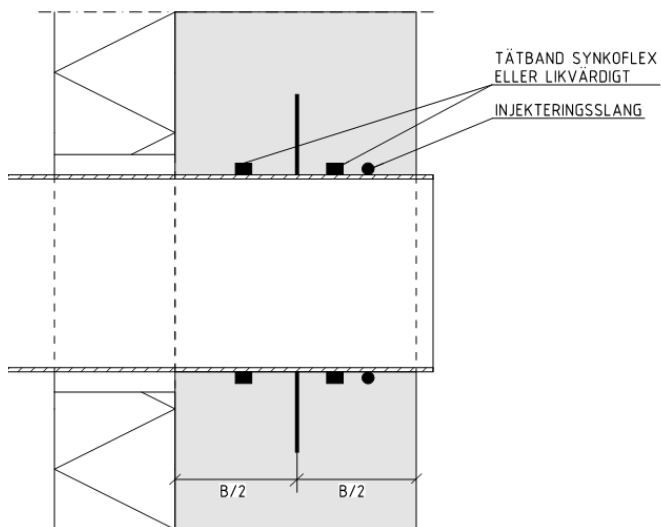
Undvik håltagningar i efterhand. Genom att planera inför framtida ingjutningar och genomföringar minskar risken för sprickor och framtida underhållsbehov i fogningar

Finns det inte möjlighet att gjuta in ett gods direkt i form utan man tvingas till ursparning eller håltagning kan exempelvis ramar med gummikuddar och spännskruvar vara ett alternativ till tätningsmetod runt en rör genomföring. Det finns ett flertal produkter som bygger på att man med skruvar spänner gummi mellan betong och rör. Livslängden bör kontrolleras för denna typ av produkter.

Vid svårighet att montera rör genomföring i form eller att toleranser för rörläge är kritiskt kan en kraftig plåt gjutas in i väggen som man sedan tar hål i och svetsar röret till. Se bild nedan.



Kraftig ingjuten plåt, centriskt i vägg som sedan skärs upp och rör ansluts med svets till på båda sidor



Exempel på tät genomföring som gjuts in direkt i form

Viktigt att tänka på i figuren ovan är att få fogbanden att verkligen sitta fast på röret. Släpper de blir de i princip verkningslösa.



Exempel på injekteringsslang

EBC.3 Fogband

Fogband kommer i regel inte i direktkontakt med dricksvatten utan återfinns en bit in i en gjuten betongkonstruktion. Finns det någon risk för kontakt med dricksvatten skall detta beaktas men bör vara ovanligt. Fogband av metall bedöms ej påverka dricksvattenkvaliteten. Används tvärkraftdon vid lastöverföring i en vattentät rörelsefog behöver den produkten bedömas separat.

EBC.31 Fogband av gummi

Används ofta vid vattentäta fogar eller rörelsefogar. Rörelsefogar krävs ofta i större konstruktioner för att dämpa rörelser, sprickbildning och tvångskrafter. Fogband i gummi skall vara bedömda ur dricksvattensynpunkt. Resterande delar av fogen tätas med godkänd fogmassa.

EBC.33 Fogband av metall

Vattentäta fogar blir oftast tätast om man använder rostfria metallplåtar, sk fogbleck. Dessa fungerar ungefär som en tätfläns på ett ingjutet rör och ökar läckvägens längd. Detta kombineras med svällband och ev injekteringsslang för extra säkerhet. Ej att förglömma är att använda mellanlägg mellan armering och rostfri plåt.



Bild som visar rostfritt fogbleck

EBC.34 Svällande fogband

Används ofta vid vattentäta fogar. Kontakten med dricksvatten bör vara begränsad men vid minsta risk för det skall materialet ha ett dricksvattengodkännande. Svällande fogband används ofta i kombination med injekteringsslang.

EBE Betonggjutningar i anläggning

Val av betongsamansättning görs med utgångspunkt från konstruktionens utformning och aktuella exponeringsklasser. För betong som står i direkt kontakt med dricksvatten begränsas den totala mängden flygaska, granulerad masugnsslagg, kalksten och silikastoft till maximalt 20 %. Dessa tillsatsmaterial kan antingen ingå som en beståndsdel i cementet eller tillsättas separat vid betongtillverkningen. Vid tillsättning i samband med betongtillverkningen ska även i cementet ingående mängd tillsatsmaterial medräknas.

För andra delar i reningsprocessen där direktkontakt mellan betong och dricksvatten saknas kan cementtyper och tillsatsmaterialmängder som anges i SS 137003 användas. Tänk på att ju fler olika betongrecept som förekommer på en arbetsplats, desto större blir kraven på mottagningskontroll så att inget betonglass hamnar i fel gjutform.

Cement

Med ändring av vad som anges i SS 137003 rekommenderas att cement för betong som

står i direkt kontakt med dricksvatten begränsas till Portlandcement (CEM I), Portland-flygaskecement (CEM II/A-V), Portlandkalkstenscement (CEM II/A-LL) och Portland-slaggcement (CEM II/A-S).

I sulfatrik miljö där det föreligger risk för sulfatangrepp ska ett sulfatresistent cement enligt 5.3.2 (5) i SS 137003 användas. I sulfatrik miljö bör både betong och cement innehållande kalksten undvikas med hänsyn till risken för thaumasitbildning.

EBE. 1 i AMA Anläggning 20 anger beprövade sulfatresistenta och lågalkaliska cement som uppfyller ovanstående rekommendationer.

Ballast

Ballast ska vara oskadlig (skärpt krav) med avseende på alkalisilikareaktivitet och uppfylla kraven för ballast till betong i SS 137003.

Svällande leror eller mineral samt finporös ballast skall undvikas.

Ballast med stor stenstorlek ökar materialets permeabilitet vilket kan ha negativ inverkan på betongens gjutegenskaper, medan ballast med liten stenstorlek ger upphov till krympningsproblem. Enligt Möller & Petersons (Betonghandbok Material utgåva 2) rekommenderas största stenstorlek kring ca 20 mm för betong med lågt vct. Viktigt att notera vid proportionering av betong att hänsyn till ballastens d_{max} i förhållande till konstruktionens utformning, armeringstättet och andra ingjutningsdetaljer skall tas.

Man skall även undvika bergarter med sulfidmineral. Sulfidmineral kan sänka pH-värdet i vattnet genom oxidation och kan ibland även innehålla arsenik eller kadmium.

Ballast skall även ha inga eller så låga halter av glimmer som möjligt samt kontrolleras för radioaktivitet.

Allmänt om granulerad masugnsslagg (ggbs)

Ggbs är en biprodukt från järnframställning och fungerar som ett bindemedel i betongen. Idag används ggbs främst för att minska klimatpåverkan, men har även i vissa avseenden positiv inverkan på betongens beständighet. Slagg kan innehålla olika ämnen och kommer många gånger från masugnar där det sedan mals till ett fint pulver. Ggbs för betongtillverkning ska uppfylla kraven i SS-EN 15167-1.

I den rapport som RISE(RISE-rapport urlakningstester Slagg, silikastoft, förhandsutgåva utan flygaska (förhandskopia) tagit fram för urlakningstest med slagg) påvisas inga mätbara nivåer av de ämnen som anses hälsofarliga. Används slagg i betong skall dess ursprung säkerställas och dess innehåll utvärderas. Utvärderingen av slaggen kan ske med hjälp av säkerhetsdatabladet som anger slaggens innehåll. Detta för att säkerställa att det inte levereras olika slaggprodukter. En rutin för detta måste upprättas i respektive projekt.

Slagg kan också bidra till att den färdiga betongytan blir tätare än om man inte använt slagg. I dagsläget finns inget dricksvattengodkännande för slagg, men det används i stor utsträckning i Europa.

Anledningen varför cement med slagg används i till exempel Tyskland och Schweiz är att det finns en tysk provmetod som heter DVGW W347:2006-05 (Hygiene requirements for cement-bound materials intended for use in drinking water supply systems - Testing and evaluation). Material

(betong som helhet men även enskilda ingående komponenter, tex slagg) som blir godkända enligt W347 får då användas i konstruktioner i kontakt med dricksvatten.

Detta kriterium bör kunna anses fullgott även för Sverige, men än så länge saknas detta i form av ett Svenskt godkännande.

Allmänt om flygaska

Flygaska är en biprodukt från koleldade kraftverk och får innehålla upp till 5% oförbränt kol enligt standarden. I betong används endast flygaska som uppfyller kraven i SS-EN 450-1. Denna flygaska ska inte förväxlas med den flygaska som faller från värmekraftverk som normalt eldas med biobränslen samt hushålls- och industriavfall. Det är styrt i standarden var flygaskan som används i betong får komma ifrån. Flygaskan är snarlik slaggen och har ungefär samma funktion. Idag finns inget dricksvattengodkännande för flygaska, men det används i stor utsträckning i Europa. Det som framkommer i tester från RISE (rapport ej helt klar vid denna rapports färdigställande) är att ingen mätbar urlakning från betong med flygaska sker. För en anläggning som hanterar dricksvatten är rekommendationen ta reda på var aktuell flygaska kommer från så att test kan utföras och säkerhetsdatablad kan utvärderas. Detta för att säkerställa att flygaskan som används i hela projektet är tillförlitlig. En rutin för detta måste upprättas i respektive projekt. Innehållet av PAH i flygaska är idag okänt.

Betongrecept

Produktionsresultat i kategori A motsvarar Trafikverkets krav och innebär ändrings- och tilläggskrav till gällande standarder för betong. Vidare gäller att betongmassa som används i kategori A ska vara verifierad till nivå 1. Nivå 1 innebär att certifiering ska vara utförd av organ som ackrediterats av ackrediteringsorgan och som kan visa att de uppfyller och tillämpar kraven i SS-EN ISO/IEC 17011. Organet ska vara ackrediterat för att certifiera, prova eller bedöma aktuell produkt. Detta styrs av kapitel YE. Normalt är kategori A för broar och kajer.

Kategori B innebär att krav på material, utförande och kontroll enligt gällande standarder (bland annat SS-EN 206-1, SS 137003:2008, SS-EN 13670:2009) gäller oförändrade. Här finns inte lika mycket färdiga AMA-texter som för kategori A.

Exponeringsklasser

Exponeringsklasser styrs av de yttre förhållanden som betongen utsätts för såsom frysning, salter, temperaturer, fukt och grundvatten. Detta är alltid något som väljs specifikt för varje anläggningsdel. Viktigt att tänka på här är att då det förekommer kemikalier i vattenreningsprocess kan XA-klasserna inte användas då dessa är avsedda för aggressivt, lågflödande grundvatten. Vattnet i reningsprocessen är nästan alltid i ett högt flöde där vattnets rörelse kan orsaka stora slitage.

EBE.1 Betonggjutningar kategori A

Cement

Skall uppfylla kraven för Alternativ 1 eller Alternativ 2 i AMA Anläggning 20.

Kommentar: när det inte finns krav på sulfatresistens, ökat skydd mot alkalisilikareaktioner eller moderat värmeutveckling kan ordinära CEM I, CEM II/A-LL, CEM II/A-V samt CEM II/A-S användas.

Ballast

Skall vara kontrollerad för alkalireaktivitet och radioaktivitet.

Tillsatsmaterial

Slagg, silikastoft och flygaska till betong som är i direktkontakt med dricksvatten begränsas till max 20 %. Tillsatsmaterialet skall kunna verifieras vart det kommer ifrån och vad det innehåller.

Tillsatsmedel

Tillsatsmedel som används till betong i direktkontakt med dricksvatten skall undvikas om inte intyg kan verifiera att det inte påverkar dricksvattnet.

Övrigt

Vintergjutning undviks på dricksvattenkonstruktioner (vintergjutning är ok om förutsättningarna finns med men kan medföra ökade kostnader)

Betongrecept bör tas fram i samråd mellan konstruktör och entreprenör vid entreprenadform samverkan med utförande.

För att begränsa betongens krympning bör det eftersträvas ballast med så stor maximal stenstorlek (Dmax) som möjligt. Även konstruktionsutformning och armeringstäthet bör beaktas vid val av Dmax.

Kommentar 1: Det pågår urlakningstest hos RISE för slagg, silikastoft och flygaska som påvisar att inga mätbara nivåer av hälsofarliga ämnen påverkar dricksvatten även över längre tid.

Kommentar 2: Det nya dricksvattendirektivet EU 2020/2184 trädde i kraft 2021-01-12. Direktivet lägger grunden för ett europagemensamt system för granskning och godkännande av material och produkter avsedda att användas i kontakt med dricksvatten. För att genomföra systemet kommer dricksvattendirektivet kompletteras med ett antal delegerade akter och genomförandeakter. Systemet kommer inte vara helt klart förrän tidigast 2026.

Utförandeklass bör väljas till lägst 3 med tilläggskontroller där krav på vattentäthet och direktkontakt med dricksvatten finns. För övriga anläggningsdelar kan utförandeklass 2 väljas.

vct

För att få en tät betong bör $vct \leq 0,40$ väljas. Lågt vct ger motstånd mot urlakning, sura angrepp och inträngning av sulfater samt ökar tröskelnivån och minskar inträngningshastigheten för klorider. Ett lågt vct har även god inverkan på konstruktioner i frostmiljö. Vid val av låga vct ökar dock armeringsmängden samtidigt som betongmassans bearbetbarhet försämras.

EBE.2 Betonggjutningar kategori B

Cement

Skall uppfylla kraven för Alternativ 1 eller Alternativ 2 i AMA Anläggning 20.

Kommentar: när det inte finns krav på sulfatresistens, ökat skydd mot alkalisilikareaktioner och moderat värmeutveckling kan ordinära CEM I, CEM II/A-LL, CEM II/A-V samt CEM II/A-S användas.

Ballast

Ballast ska vara oskadlig med avseende på alkalisilikareaktivitet och uppfylla kraven i SS 137003.

Tillsatsmaterial

Slagg, silikastoft och flygaska i direktkontakt med dricksvatten begränsas till max 20 %. Tillsatsmaterialet skall kunna verifieras vart det kommer ifrån och vad det innehåller.

Tillsatsmedel

Tillsatsmedel till betong som används i direktkontakt med dricksvatten skall undvikas om inte intyg kan verifiera att det inte påverkar dricksvattnet.

Övrigt

Vintergjutning undviks på dricksvattenkonstruktioner (vintergjutning är ok om förutsättningarna finns med men kan medföra ökade kostnader)

Täthet

En betongkonstruktion i ett vattenverk ska vara tillräckligt tät. Vad som är tillräckligt tätt är projektspecifikt och beror bl.a. på graden av tillåtet läckage. Vilken täthetsklass, enligt SS-EN-1992-3, detta läckage definieras i samråd mellan konstruktör och beställare / processkonsult. Hög täthet innebär, utöver speciella krav på konstruktionen även hög svårighetsgrad vid utförandet, vilket kan leda till ökad produktionskostnad. För flera vattenverk är det oftast tillräckligt att uppfylla rekommendationer på täthet enligt täthetsklass 1.

Notera att tätheten även är viktig med tanke på kontaminationsrisken som uppkommer vid otäta konstruktioner på fel ställen. Trots detta är otätare konstruktioner med inspektionsmöjligheter att föredra. Ta därför även höjd i projekteringen för inspektionsluckor och framtida underhållsbehov.

Gjutetapper

Noggrann planering av gjutfogar är viktigt för att få en så bra sprickplanering som möjligt.

Gjutetappsindelning bör vara en del av arbetsbeskrivningen som tas fram av entreprenören i samråd med konstruktör. Formrivningstid, härdning och övriga åtgärder ingår i arbetsbeskrivningen. Bäst är om konstruktören tänkt igenom gjutetapperna inför ett sådant samråd.

Vibrering

Att vibrera betong ordentligt, kan vara svårt att föreskriva i TB, men är mycket viktigt.

Rekommendationer finns i utförandestandarden SS-EN 13670 bilaga F, men det är även viktigt att konstruktören tänker igenom och planerar konstruktionerna så att vibrering möjliggörs. Mer om vibrering finns i SS-EN 13670 och SS 137006.

Torktider

Torktiden styrs av hårdningsklassen och andra geografiska omständigheter. Stighöjden för gjutning skall anges i handlingen och bör ligga någonstans för normaltjocka väggar kring 0,5m/tim för att säkerställa att allt hinns med på ett bra sätt. Ibland kan entreprenör i samråd med konstruktör komma överens om annat.

Självkompakterande betong skall undvikas vid vattentröga konstruktioner då osäkerheten för bra utfyllnad i form kan öka.

Planera in tid för ett bra hantverk i produktionstidplanen. Låt saker ta den tid det behöver.

EBE.21552 Platsgjuten bassäng för råvatten, renvatten e d

Hårdningsklass 3

Täthetsklass 1 (Alternativt 2, val görs i samråd)

Utförandeklass 2 (alternativ 3, val görs i samråd)

Gjutetappsindelning.

Gjutetapper ses över i samråd mellan konstruktör och entreprenör innan arbetena påbörjas.

Kommentar: Tid. Låt saker ta den tid det tar. Forcera ej formrivning eller gjutetapper. Det ger sämre kvalitet

Vibrering

Viktigt att utförandestandarden för vibrering av färsk betong följs.

Efterbehandling

Bottnar slipas. Undvik stålglättning som ökar risk för delaminering.

Utförande av Prefabkonstruktioner i betong

5.1 Inledning till kapitel 5

Mycket av kapitel 4 gäller även för kapitel 5 när det kommer till ren betong. Ofta kräver också en prefabricerad betongkonstruktion i vattentrögt utförande ett inre tätskikt för att klara vattentrögheten med alla elementskarvar som uppstår. Dessa tätskikt behandlas inte i denna rapport. Stål, plast och fiberelement faller också under prefabkapitlet men behandlas ej i denna rapport.

Det finns leverantörer som har färdiga prefabsystem för hantering av vatten. Dessa tas inte upp här. I dagsläget använder till exempel a-betong som levererar mycket förtillverkade betongtankar till dricksvattenanläggningar enbart ren anläggningscement utan tillsatsmaterial.

GBC – Konstruktioner av monteringsfärdiga element

Lämpar sig mest för behållare såsom vattenreservoarer och förses då med tätskikt på behållarens insida. I varje enskilt projekt är det viktigt att avgöra om betongen anses ha direktkontakt med

vatten eller ej. För betong, armering, tillsatsämnen, tillsatsmaterial, ingjutningsgods och formoljor gäller kapitel E.

För eventuella mjukfogar mellan element gäller att dessa skall vara godkända för dricksvatten.

Utförande av skyddsbeläggningar

Det finns ett stort antal sätt att skydda betongytor mot olika typer av belastningar och låga PH-värden. Viktigt är att minska risken för biologisk tillväxt i anläggningen.

L – Puts, målning, skyddsbeläggningar, skyddsimpregneringar mm

Puts kan vara ett komplement till att få en tät och slittålig yta. Enkomponents cementslamma med max kornstorlek på 5mm utan tillsats.

LBB.1 Puts i anläggning

En cementslamma skall appliceras på den färdiga betongytan i vattenfyllda utrymmen

Förklaringstext: En tät cementslamma utanpå en betongkonstruktion kan öka täthet och livslängd på konstruktionen. Användes mycket förr i tiden.

LDB – Skyddsbeläggning i anläggning

Detta behandlas inte mer än övergripande i denna rapport och det är ett omfattande område som kan bli aktuellt vid svårigheter att dimensionera konstruktioner vattentröga eller har mycket kemikalier och låga PH-värden att hantera.

I äldre anläggningar användes ofta kakel och klinker som ett ytskydd för betong. Detta har i de tyska normerna DVGW nu uteslutit då det anses osäkert och bidragande till grogrund för bakterietillväxt, framför allt i fogarna.

Membran eller annan ytbeläggning kan appliceras på betongytans insida om kravet på vattentröghet är högt (täthetsklass 3).

För övrigt har ett antal ytskydd kartlagts enligt tabell nedan.

Material	Fördelar	Nackdelar	Kommentar
Rostfri/syrafast ställning	Lång livslängd om bra utfört. Rostfritt är ok med dricksvatten	Svår att utföra och kontrollera svetsar på baksidan. Materialet rör sig olika mot betong vid temperaturskiftningar	Ont om bra referenser
Hydroclick (Fabrikat som bör hanteras därefter)	Går att få tät. Svetsar kan kontrolleras på ett bra sätt. Förhållandevis lätt att montera.	Oklar livslängd. Dyrt. Svårt montage vid knepiga geometrier	Har använts i reservoarer.

Sikaplan (Fabrikat som bör hanteras därefter)		Oklar livslängd. Dyrt. Svår att få tät.	Har använts i reservoarer
Polyurea (Fabrikat som bör hanteras därefter)	blir tätt och kan appliceras snabbt i komplicerade geometrier	Finns typgodgänd för dricksvatten i Tyskland, men det saknas i Sverige	

Gällande epoxi som använts tidigare i bland annat reservoarer så säger Efsas förslag till ny riskvärdering av bisfenol A att gränsen sänks för tolerabelt dagligt intag 100 000 gånger mot tidigare. Kommer knappast bli aktuellt att använda epoxi i några livsmedelstillämpningar i framtiden. Möjligen i invallnings för kemikalietankar och liknande.

LFB.3 – Skyddsimpregnering av betongytor mot inträngning av vatten och klorider

Kristalliseringsmedel kan vara ett alternativ att täta mikrosprickor. Det finns flera olika leverantörer och dessa material måste bedömas specifikt ur dricksvattensynpunkt då dessa kommer i direktkontakt med dricksvattnet. Det råder osäkerhet kring hur stor effekt detta faktiskt har.

Kristalliseringsprodukter (kalcium silikat hydrat) är ett material som kan blandas i betongen vid gjutning eller användas som efterbehandling för tätning av uppkomna sprickor. Materialet tar sig in i betongens porer och sprickor och bildar tillsammans med vatten kristaller som tätar upp hela betongkonstruktionen. Det finns idag ingen känd påverkan på dricksvatten från dessa ämnen. Dock är det fortfarande oklart om de kan utgöra grogrund för mikrobiologisk tillväxt. Om det finns ett dricksvattengodkännande utfärdat för ett kristalliseringsmedel kan det användas. Till exempel tillverkaren Penetron har EU-, NSF61- och EPA-certifikat för dricksvatten. Certifikaten skall dock utvärderas innan produktval sker. Detta då dessa certifikat ej följer svensk standard. Notera att det i dagsläget inte finns vetenskapliga bevis för att detta verkligen medför en tätare betongkonstruktion. Kristalliseringsmedel kan fungera bra om det påförs från den våta sidan.

Utförandets kontroller och dokumentation

I dricksvattenmiljö är verifikat, kontroll och dokumentation viktigare än i vanliga byggprojekt.

Besiktning av gjutfogar och armering skall alltid utföras innan gjutning.

Viktiga parametrar att ta hänsyn till är handhavande av gjutformar, dukar och lämpliga härdtider. Men också att gjutetapper följs och vibrering av betongen sker på rätt sätt.

Y – Märkning, kontroll, dokumentation mm

Kontrollera vart ballastmaterial kommer ifrån, det kan vara reaktivt. Detta står redan i standarden och även i kapitel E, men bör påpekas noga.

Om slagg, silikastoft eller flygaska används, måste en kontroll av var materialen kommer ifrån och vad de innehåller göras.

YE - VERIFIERING AV ÖVERENSSTÄMMELSE MED KRAV PÅ PRODUKTER

Noggrann mottagningskontroll av betongbilar för att säkerställa att rätt betong kommer till rätt plats

Täthetsprov

När ett täthetsprov föreskrivs i handlingen för att verifiera att en konstruktion uppfyller ställda krav, måste provet definieras utifrån hur det skall utföras samt vilka mätbara kriterier som skall uppfyllas. Det kan ofta handla om att fylla upp en volym med rent vatten och sedan över tid mäta hur mycket vattennivån sjunker.

Kan man inspektera de täta väggarnas utsida är det en fördel. Då kan man verifiera genomfuktning och lägga sig på en för anläggningen rimlig nivå.

Om konstruktionen helt eller delvis är under mark ska täthetsprovet göras innan återfyllning runt konstruktionen sker.

Leveranser

Leveranser ska kontrolleras inför gjutning för att undvika risken som finns vid eventuella felleveranser (ingår i Klass 1:an uppdrag)

YHB.1 Kontroll av anläggning

Återinförande av byggplatskontrollanter för syn av armering, täckskikt och hantering av material på plats rekommenderas.

Det bör anges i AF att beställaren kommer begära tillträde till arbetsplatsen för oberoende byggplatskontrollanter för vissa arbeten och vissa känsliga delar.

Även kravställning på extra kontroll av täckande betongskikt före och efter gjutning rekommenderas.

YJ – Teknisk dokumentation

Detta är ett omfattande kapitel i varje teknisk beskrivning. Kapitel YJC blir tillämpligt om entreprenadformen är totalentreprenad. Där skall alla punkter i kapitel 2 och 3 beaktas utöver normal projekteringsstandard.

YJD – Underlag för relationshandling

Entreprenör skall redovisa förändringar och avsteg som gjorts i samråd med beställare, bygglidare och konstruktör under byggets gång. Viktig dokumentation i dricksvattenprojekt utöver det vanliga är dokumentation över vilka tillsatsmaterial och tillsatsämnen som använts.

YJE – Relationshandling

Den av beställaren utsedd att upprätta relationshandling för information från entreprenaden på handlingen. Information erhållen från entreprenör och bygglidning skall dokumenteras i RH. Det är viktigt att redovisa i ritningarna vilka material och ämnen som byggts in i betongkonstruktionen. All annan dokumentation såsom BVB, beskrivningar, följesedlar mm kan lätt bli inaktuella eller svårhanterliga inför en framtida ombyggnad.

Det förekommer alltid saker som behöver lösas i efterhand och i anslutning till betongkonstruktioner i dricksvatten. Det kan handla om sprickor, tätning och infästning

Efterlagning av sprickor som uppstår kan vara knepigt om de är små. Sprickor över 0,3mm lagas med cementbruk som injekteras. Keminjektering är i regel inte tillåtet i kontakt med dricksvatten. Sprickor kan fräsas/sågas upp för att sedan injekteras med cementbruk. Försegling av sprickor med polyurea kan bli aktuellt om den kan komma att dricksvattengodkännas. Tills detta finns är rekommendationen att inte använda polyurea.

Tätning runt rör genomföringar i efterhand kan utföras med exempelvis linkseal eller liknande. En mer traditionell metod är att skapa en större håltagning som sedan gjuts igen kring rör genomföringen.



Betong och dricksvatten har alltid gått hand i hand då materialet är ett slitstarkt och formbart. Kom ihåg att arbeta med betongen efter dess egna förutsättningar och ta hänsyn till både tid och kvalitet kombinerat med livsmedeltänk så blir slutprodukten bra.

21

Medverkande i rapportens framtagande, via workshops, intervjuer eller på annat sätt:

Gustav Kimby, Stockholm Betongkonsult

Natalia Kupferschmidt, MBCC Group

Henry Flisell, Swecem

Erik Liljeby, Skanska

Martin Laninge, Peab

Jeanette Runquist, Röda Tråden

Mikael Lindqvist, Creaiva

Ulf Eriksson, Stockholm Vatten

Lina Danielsson, Gästrikevatten

Mats Engdahl, Svenskt Vatten

Anders Lindvall, Thomas Concrete Group

Åsa Nilsson, Cementa

Birgit Friedrich, Sweco

Kristian Tammo, Sweco

Magnus Lindqvist, KFS

Per Langefors, Sweco

Mikael Jacobsson, Sweco

Alexander Herlin, Sweco

Joel Ericsson, Norconsult

Johan Saltin, Norconsult

Jonas Axeling, Betongindustri

Jonas Carlswärd, Betongindustri

Mikael Westerholm, Cementa

Anders Carne, Sweco

Björn Boberg, Sweco

Catharina Andersson, Sweco

Deborah Kupferschmidt, BTNG

Simon Pehrson, Amphi-Tech

Fredrik Carlsson, A-betong

Tobias Filipsson, FLPN

Litteratur och källor:

- RISE-rapport urlakningstester Slagg, silikastoft, förhandsutgåva utan flygaska (förhandskopia)
- SVU rapport om renovering befintliga betongkonstruktioner
- Tyska normer: DVGW W347, W300 1-8
- Svensk standard
- Anläggnings AMA
- EKS (Boverkets byggregler)