

Underhållsplanering för betongkonstruktioner i vattenverk

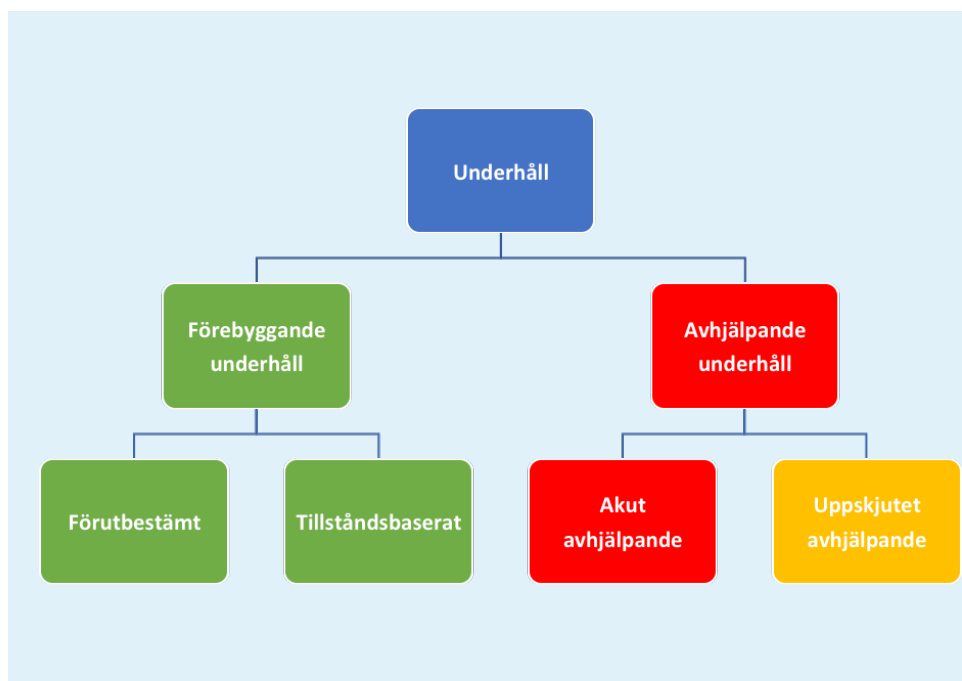
Mikael Jacobsson

Johan Yngvesson

Adam Persson

Gabriel Johansson

Alexander Herlin



Svenskt Vatten Utveckling

Svenskt Vatten Utveckling (SVU) är kommunernas eget FoU-program om kommunal VA-teknik. Programmet finansieras i sin helhet av kommunerna. Programmet lägger tonvikten på tillämpad forskning och utveckling inom det kommunala VA-området.

Författaren är ensam ansvarig för rapportens innehåll, varför detta ej kan åberopas såsom representerande Svenskt Vattens ståndpunkt.

Svenskt Vatten Utveckling
Svenskt Vatten AB
Box 14057
167 14 Bromma
Tfn 08-506 002 00
Fax 08-506 002 10
svensktvatten@svensktvatten.se
www.svensktvatten.se
Svenskt Vatten AB är servicebolag till föreningen Svenskt Vatten.

Rapportens titel:	Underhållsplanering för betongkonstruktioner i vattenverk
Title of the report:	Maintenance plan for waterworks concrete constructions
Författare:	Mikael Jacobsson, Johan Yngvesson, Adam Persson, Gabriel Johansson och Alexander Herlin
Rapportnummer:	2019-15
Antal sidor:	34
Sammandrag:	Genom att upprätta och följa en underhållsplan kan ett vattenverk skaffa sig kontroll över sina betongkonstruktioner så att underhållet kan baseras på fakta. En underhållsplan beskriver konstruktionens status, vad som behöver göras, när det ska göras och vem som är ansvarig. Konstruktionens återstående livslängd kan beräknas, och rätt åtgärder kan sättas in vid rätt tidpunkt med rätt material och metoder.
Abstract:	By establishing and following a maintenance plan, owners of a waterwork can gain control of the status of its concrete structures so that maintenance is based on facts. The remaining life time of the construction can be calculated, correct measures can be performed in the right time and correct repair material and methods may be used.
Sökord:	Betong, betongkonstruktion, underhåll, underhållsplan
Keywords:	Concrete, concrete structure, maintenance, maintenance plan
Målgrupper:	Vattenverkspersonal, ägare, driftspersonal
Omslagsbild:	Underhåll kan delas in i förebyggande och avhjälpande underhåll, Svensk Standard, 2010.
Rapport:	Finns att hämta hem som PDF-fil från Svenskt Vattens webbplats www.svensktvatten.se
Utgivningsår:	2019
Utgivare:	Svenskt Vatten AB © Svenskt Vatten AB
Om projektet	
Projektnummer:	17-105
Projektets namn:	Metod för upprättandet av underhållsplan för vattenverks betongkonstruktioner
Projektets finansiering:	Svenskt Vatten Utveckling, RISE

Förord

Genom att upprätta och följa en underhållsplan kan ägarna av vattenverk skaffa sig kontroll över betongkonstruktionernas status så att underhållet av dessa baseras på fakta. Detta leder till att konstruktionens återstående livslängd kan uppskattas, att rätt åtgärder utförs i rätt tidpunkt samt att rätt reparationsmaterial och metoder används. Som ett resultat kommer ägaren ha kontroll över underhållskostnaderna samtidigt som konstruktionens livslängd förlängs.

Syftet med denna rapport är att vara inspiration för och ett stöd vid införandet av förebyggande underhållsaktiviteter och upprättandet av en underhållsplan för ett vattenverks betongkonstruktioner. Den avser också att redogöra för hur och varför inspektioner bör utföras på armerade betongkonstruktioner i vattenverk.

Rapporten vänder sig till de som ansvarar för drift och underhåll på vattenverk. Den riktar sig också till entreprenörer och konsulter vilka erbjuder sina tjänster till vattenverk.

Med kännedom om de processer som bryter ned betong och armering, samt de verktyg som finns att tillgå för kontroll av en anläggnings status, kan akutsatser samt ofrivilliga driftstopp minimeras. En ökad förståelse för underhållsprocessen och dess behov kommer förbättra möjligheterna att ta kontroll över det framtida underhållet och därmed prioritera verksamhetens resurser på ett mer effektivt sätt.

Ett proaktivt arbete för att säkerställa och upprätthålla anläggningens funktion är dessutom gynnsamt ur såväl hållbarhets- som ett ekonomiskt perspektiv. Ofta är det också lämpligt att hantera uppkomna skador innan de blir alltför omfattande, detta för att undvika onödigt tidskrävande och kostsamma reparationer. Vidare är sannolikheten högre att renoveringsarbeten får en lyckad utgång om det finns god kännedom och förståelse om anläggningens status samt de problem som råder för den specifika anläggningen. Genom god framförhållning gällande underhålls- och reparationsåtgärder kan tiden för driftstopp planeras och minimeras vilket bidrar till ett effektivt nyttjande av anläggningen.

Rapporten är skriven av Johan Yngvesson, Adam Persson, Gabriel Johansson, Alexander Herlin och Mikael Jacobsson på RISE. RISE är ett oberoende forskningsinstitut som ägs av svenska staten. RISE arbetar med näringslivet, akademier och den offentliga sektorn för att utveckla tjänster, produkter, teknologier, processer och material. RISE arbetar med forskning, utveckling, konsultverksamhet och teknikspridning inom bland annat betong, ballast, cement och natursten.

Svenskt Vatten har också gett ut rapporterna Betongskador i vattenverk (SVU-rapport 2016-18) och Reparationsmetoder för betongkonstruktioner i vattenverk (SVU-rapport 2019-16).

Innehåll

Förord	3
Sammanfattning	6
Summary	7
1 Bakgrund	8
2 Generellt om underhåll	9
2.1 Underhållsprocessen	9
2.2 Formulering av en strategi	10
2.3 Val av underhållsstrategi	11
2.4 Varför behövs en underhållsplan	11
3 Framtagande av underhållsplan	13
3.1 Samla dokumentation	13
3.2 Funktionsbeskrivning	14
3.3 Identifiera krav och definiera behov	15
3.4 Organisation	15
3.5 Metoder	15
3.6 Underhållsrutiner	16
3.7 Beslutsprocess	16
3.8 Kompetens	17
3.9 Underhållsplanen	17
3.10 Intervall	17
4 Inspektioner av betongkonstruktioner	19
4.1 Rutininspektion	19
4.2 Tillståndsbedömning	20
4.3 Särskild inspektion	20
5 Utförandet av inspektioner	21
5.1 Prioritering	21
5.2 Val av provområde och provmängd	22
5.3 Undersökning av armerade betongkonstruktioner på plats	22
5.4 Undersökning av uttagna materialprov i laboratorium	25
6 Referenser	28
Bilaga 1 - Rekommendationer för rutininspektioner i vattenverk	29

Sammanfattning

Genom att upprätta och följa en underhållsplan kan ett vattenverk skaffa sig kontroll över sina betongkonstruktioner så att underhållet kan baseras på fakta. En underhållsplan beskriver konstruktionens status, vad som behöver göras, när det ska göras och vem som är ansvarig. Konstruktionens återstående livslängd kan beräknas, och rätt åtgärder kan sättas in vid rätt tidpunkt med rätt material och metoder.

Ungefär 85 procent av de svenska vattenverkens bassänger är byggda i betong. I dag vet vi att även rent vatten bryter ner betong, och om nedbrytningen får fortsätta kommer den ingjutna armeringen att börja rosta. Rapporten är skriven av forskare på det statliga forskningsinstitutet RISE. Den vänder sig till dem som ansvarar för drift och underhåll på vattenverk samt till konsulter och entreprenörer. Rapporten ska bidra till att minimera behovet av akuta eller oväntade underhållsinsatser och till att minska underhållskostnaderna för vattenverken. Svenskt Vatten har också gett ut rapporterna *Betongskador i vattenverk (SVU-rapport 2016-18)* och *Reparationsmetoder för betongkonstruktioner i vattenverk (SVU-rapport 2019-16)*.

Betongskador utvecklas mycket långsamt och det har hittills ofta saknats underhållsplaner. Den här rapporten beskriver vad en underhållsplan bör innehålla och hur den kan tas fram. Rapporten presenterar exempel på metoder och verktyg som vattenverken kan ha nytta av när de ska införa förebyggande underhåll av sina betongkonstruktioner. Den beskriver också hur tillståndsbedömningar och inspektioner bör utföras, vad de bör omfatta och vilka parametrar de ska fokusera på. För att rätt åtgärder ska kunna utföras vid rätt tillfälle med rätt material och metoder måste underhållsplanen bygga på korrekt kunskap om betongkonstruktionernas historia och deras nuvarande status. En underhållsplan bör också utgå från en väl förankrad strategi och ha en tydlig målbild för hur underhållet ska fungera.

Historiken ska nedtecknas i dokument och loggböcker som uppdateras kontinuerligt. Konstruktionernas nuvarande status identifieras framför allt genom tillståndsbedömningar där förekommande skador, deras omfattning, placering och vad som orsakat dem nedtecknas. Man bedömer också skadornas inverkan på konstruktionens bärighet, beständighet och framtida utveckling. Tillståndsbedömningen bör utföras av en expert. Rutininspektioner av betongkonstruktionerna kan däremot med fördel utföras av vattenverkspersonal som vistas på vattenverken dagligen.

Projektet har tagit fram en enkel modell för prioritering av underhållsbehovet för ett vattenverks betongkonstruktioner. Konstruktionens funktions- och kravspecifikation måste vara tydligt beskriven liksom den organisation och de stödresurser som ska ansvara för olika delar av utförandet.

Summary

This project focuses on maintenance of concrete structures at waterworks. The report presents methods, tools and processes that may support the implementation of preventative maintenance for concrete structures at waterworks. The report describes what a maintenance plan for concrete structures should contain and how it can be developed. It also describes how assessment inspections on concrete structures should be carried out, what they should cover and what parameters it should focused on.

In order to carry out the right measures at the right time, with right materials and methods, they should be based on accurate knowledge of both the history and the current status of the concrete structures. Furthermore, a maintenance plan should be based on a well-established strategy and have a clear vision for how the maintenance should be carried out.

The history shall be documented and continuously updated over time. The current status of the structures is primarily identified by condition assessments, where any damage with its location, extent and causes of damage are documented. The impact of damage on the structural strength, durability and future development of the structure is also assessed. This requires high demands on the competence of the performer of such assessment inspections, which is why these should be carried out by an expert. Routine inspections of the concrete structures may, however, be carried out by waterworks personnel as they attend in the waterworks daily.

A simple model for prioritizing the need for maintenance of concrete structures has been developed. Furthermore, in order to prioritize the maintenance needs and to choose right maintenance activities, the function and requirements specification of the construction must be clearly described as well as the organization and responsible supporting resources for the different parts of the execution.

The report is aimed for managers, planners and constructors of maintenance activities at waterworks where it can be used in the development of preventive maintenance. It is expected to contribute to increased knowledge of potential damages that may arise, how these can be identified and how to minimize the need for acute or unexpected maintenance efforts. The project is expected to contribute to reduced costs for maintenance in waterworks.

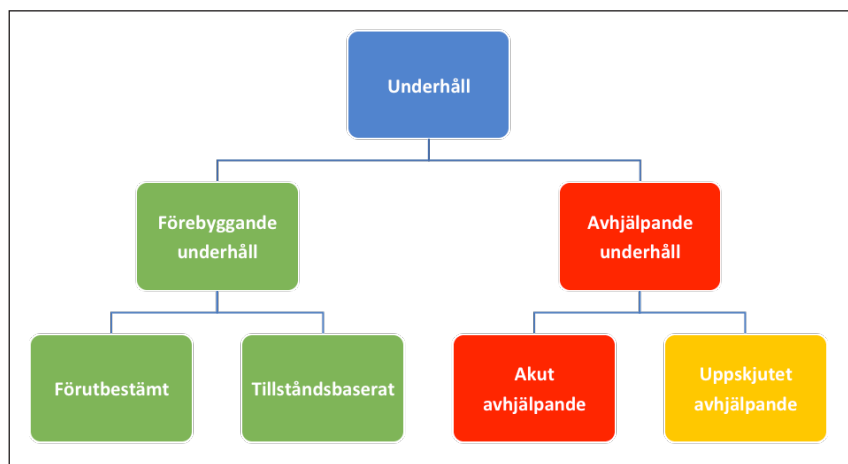
1 Bakgrund

Betong är i särklass det vanligast förekommande byggmaterialet i svenska vattenverk. Även om betongkonstruktioner ofta har en lång livslängd så finns det flertalet kemiska och fysikaliska processer som påverkar betongen negativt. På sikt kan skador uppstå i betongkonstruktionerna vilka med tiden kan riskera såväl hela anläggningens som enskilda konstruktionsdelars beständighet och bärighet. Bästa sättet att förhålla sig till denna långsamma nedbrytning av betongkonstruktionerna är att ha koll på konstruktionerna status. Detta görs enklast genom att regelbundna rutininspektioner och tillståndsbedömningar utförs på delar av eller hela anläggningar.

RISE utför årligen åtskilliga tillståndsbedömningar av betongen i vattenverk runt om i Sverige och det har i många fall visat sig att konstruktionerna har varit i relativt dåligt skick. Det har också visat sig att driftpersonal och anläggningsägare inte alltid är medvetna om hur betongskador ser ut, hur de utvecklas och när de kan bedömas som allvarliga för konstruktionen. Det har också noterats att det inte sällan saknas såväl inspektions- som underhållsplan för betongkonstruktionerna. Denna rapport har därför blivit till för att inspirera och hjälpa vattenverkspersonal med att komma igång och upprätta en underhållsplan för sina betongkonstruktioner.

2 Generellt om underhåll

Underhåll definieras som *kombinationen av alla tekniska, administrativa och ledningens åtgärder under en enhets livstid i syfte att vidmakthålla, eller återställa den till, ett sådant tillstånd att den kan utföra krävd funktion* (Svensk Standard, 2010). Underhåll brukar delas in i två kategorier, förebyggande och avhjälpande underhåll, se Figur 2.1.



Figur 2.1 En överblick av underhåll (Svensk Standard, 2010).

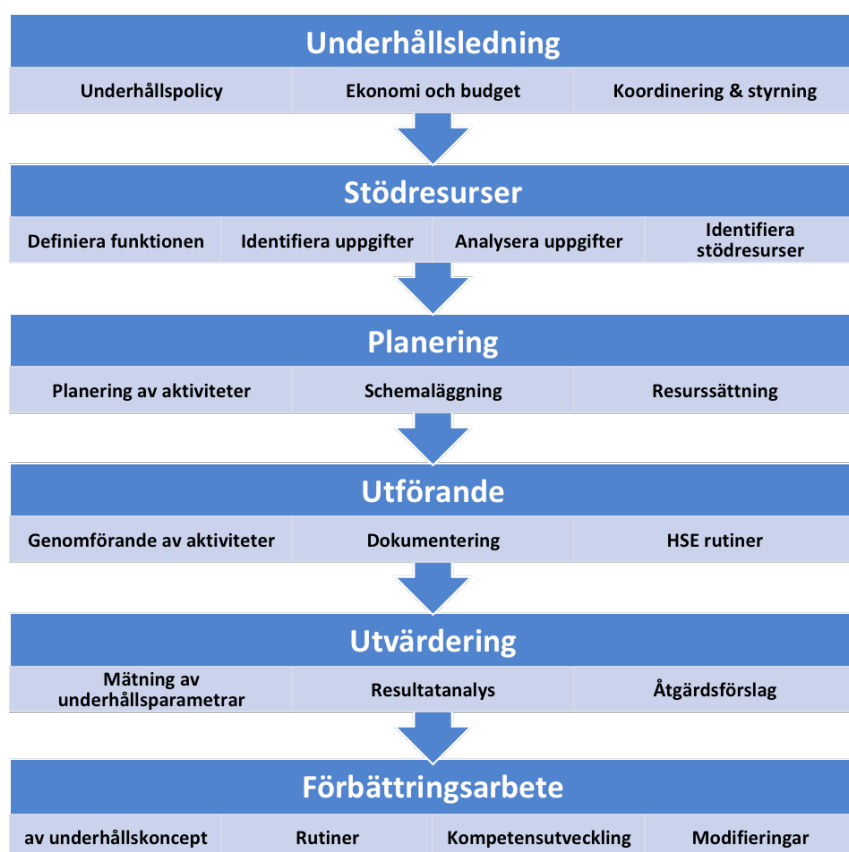
Förebyggande underhåll är åtgärder som genomförs innan man har upptäckt ett funktionsfel och baseras på förutbestämda intervall eller på enhetens uppmätta tillstånd. Exempel är rutinspektioner och tillståndsbedömningar.

Det avhjälpande underhållet utförs efter att ett funktionsfel har upptäckts. Det kan på samma sätt delas upp i akut underhåll vilket måste genomföras omedelbart medan uppskjutet underhåll kan göras senare.

Avhjälpande underhåll är en oundviklig komponent i de flesta underhållsverksamheter men genom ett strukturerat, väl planerat förebyggande underhåll kan tillgängligheten och livslängden maximeras. Detta innebär också större kontroll över underhållskostnaderna.

2.1 Underhållsprocessen

Underhållsprocessen omfattar förutom ledning, planering och utförande av underhåll även stödresurser, mätning och utvärdering samt förbättringsarbete, en förenklad processbeskrivning visas i Figur 2.2. Underhållsprocessen beskrivs i detalj i Svensk Standard (Svensk Standard, 2017).



Figur 2.2 Förenklat flödesschema över underhållsprocessen.

2.2 Formulering av en strategi

Innan en underhållsplan kan fastställas måste organisationen klargöra hur den vill att underhållet ska fungera och hur det fungerar just nu. Därefter formuleras en strategi för hur man ska nå det önskade läget. För att inte begränsas av gamla "sanningar" i underhållsvardagen när man beskriver det önskvärda framtida läget är det lämpligt att utföra detta arbete iterativt och vid behov justera visionen efter det att en nulägesvärdering är gjord. Om man upplever det svårt att göra en objektiv bedömning av nuläget kan man ta hjälp av en så kallad "audit", där en extern konsult går igenom och värderar underhållsverksamheten.

Strategin beskriver såväl det framtida läget som vägen dit i form av riktlinjer. Genom att ta fram en strategi blir det enklare att identifiera vad man ska arbeta med och hur detta arbetet ska genomföras och implementeras i verksamheten. En underhållsstrategi bör dock omfatta hela verksamheten och inte enbart begränsas till betongkonstruktionerna.

För att alla ska kunna ta del av beskrivningen behöver den vara strukturerad, tydlig och förankrad hos alla berörda delar i organisationen. Det är viktigt att underhållsstrategin avser underhållsverksamheten och inte underhållsorganisationen. Mer om strategiarbete beskrivs i boken *Underhåll i Världsklass* (Hagberg och Henriksson, 2010).

2.3 Val av underhållsstrategi

Det finns tre huvudstrategier när det gäller att hantera underhållsbehovet på en betongkonstruktion.

1. Bygga bort fel – genom att eliminera orsaken till att fel uppstår kan framtida skador undvikas. Denna strategi är ofta begränsad av tekniska eller ekonomiska skäl eller av andra, fysiska begränsningar.
2. Förebygga fel – genom att övervaka tillståndet på konstruktionen och parametrar som påverkar felutvecklingen, är det möjligt att åtgärda bristerna innan allvarligare fel uppstår. Strategin går ut på att optimera förutsättningarna för att upprätthålla funktionaliteten under hela konstruktionens livslängd.
3. Avhjälpa uppkomna fel – denna strategi handlar om att reparera skadorna när de uppstått. Här erbjuds inget stort utrymme att planera eller förbereda åtgärden. Avhjälpare underhåll är också nödvändigt vid fel där det inte finns någon felutvecklingstid eller möjlighet att kontrollera tillståndet. Det måste också tillämpas då övriga strategier inte har fungerat.

Om kostnaderna vid en eventuell skada på konstruktionen (kostnad för åtgärd samt eventuellt produktionsbortfall) förväntas överstiga kostnaden för att göra en tillståndsbedömning bör en sådan alltid utföras för att ge prioriteringsstöd och beslutsunderlag till framtida underhållsaktiviteter. Oplanerade stopp är generellt sett mer kostsamma än planerade stopp. Dessutom ökar risken att åtgärderna inte blir bra utförda eller tar längre tid än om de planerats i förväg.

Avhjälpare underhåll kan vara en rimlig strategi i de fall då det inte finns någon förväntad felutvecklingstid (tid från det att fel kan upptäckas till dess felet har utvecklats) hos konstruktionen. Ett annat scenario är om konstruktionen inte förväntas påverka kvalitet, produktion eller säkerhet. I övriga fall är förebyggande underhåll att föredra.

2.4 Varför behövs en underhållsplan

En underhållsplan utgör det slutliga förberedelsen innan underhållsaktiviteterna bereds och utförs i verksamheten. Underhållsplanen samlar ihop all information som är viktig för att möjliggöra en långsiktigt hållbar förvaltning av konstruktionen. Genom att informationen finns samlad på ett ställe blir det lättare att utföra kontroller på konstruktionen och bedöma dess fortsatta livslängd. Detta ger också bättre förutsättningar för att fatta rätt beslut om åtgärder som att utföra reparationer eller om man skall riva eller bygga nytt. Den bidrar även till möjligheten att förebygga skador på betongkonstruktionerna. Det har naturligtvis stor betydelse för kostnaderna att arbeten på betongkonstruktionerna kan planeras och beredas på rätt sätt, men det kan även reducera risken för att olyckor, kvalitetsbrister eller andra störningar i produktionen uppstår. Underhållsplanen bidrar på så vis till en bättre kontroll över underhållskostnaderna och till att upprätthålla goda arbetsförutsättningar och minimera eventuell miljöpåverkan. Genom sin struktur i dokumentation och arbetsmetoder bidrar under-

hållsplanen även till att känsligheten för förändringar i organisationen minskar.

Ägaren/förvaltaren skall kunna säkerställa att den konstruktiva säkerheten hos konstruktionerna hålls på en tillfredställande hög nivå. Därför har ägaren skyldighet att genomföra regelbundna inspektioner för att se till att säkerhetskraven är uppfyllda (Hassanzadeh, 2014).

Underhållet har stor inverkan på totalekonomin, något som allt fler företag och verksamheter har börjat inse. När man studerar betongkonstruktioner på vattenverk kan de direkta kostnaderna för att reparera och renovera naturligtvis uppgå till ansevärda summor vilka därför får stor påverkan på en årsbudget. Men i ett vidare perspektiv är de indirekta kostnaderna oftast betydligt större. För att maximera betongkonstruktionernas livslängd och samtidigt hålla hög tillgänglighet till rimliga kostnader behövs en plan över hur underhållet ska utformas, styras, utföras och följas upp.

3 Framtagande av underhållsplan

En underhållsplan ska bygga på kunskap om verksamhetens historia och nuläge. Dessutom bör den utgå ifrån en väl förankrad strategi och målbild kring hur det ska se ut och fungera i framtiden. Först samlas all dokumentation, som rör konstruktionen, in till ett konstruktionsregister. Det kompletteras med en beskrivning av konstruktionens funktion i systemet tillsammans med de krav som finns kopplade till konstruktionen. Slutligen behövs en definition av organisationen som ska ansvara för genomförande och upprätthållande av underhållsplanen, se Figur 3.1.



Figur 3.1 Processen för framtagande av en underhållsplan.

3.1 Samla dokumentation

För att underhållet ska kunna förberedas och utföras effektivt måste relevant dokumentation finnas tillgänglig.

I svensk standard finns det allmänna riktlinjer för den tekniska dokumentation som syftar till att stödja en enhets underhåll under hela dess livscykel (Svensk Standard, 2009). Den riktar sig huvudsakligen till konstruktörer, tillverkare och leverantörer av teknisk dokumentation och beskriver i detalj de dokument som kan inkluderas i ett register. I SS 2009 beskrivs en mängd information som är viktig att känna till.

Ett *dokumentindex* beskriver aspekter rörande utgivning av varje underhållsdokument såsom dokumenttitel och -nummer, organisationsdel som skapat dokumentet (exempelvis leverantör, drift och underhåll), dokumentformat (papper/digitalt), revisionsdatum och version.

Ett *register* bör omfatta alla betongkonstruktioner på ett verk. Det ska innehålla grundläggande information om konstruktionen som kommer från konstruktionsfasen eller driftsfasen.

I samband med modifieringar och reparationer är det viktigt att registret kompletteras med relevanta beställningsunderlag, utförandebeskrivningar, material och metodspekifikationer. Information från tidigare utförda reparationer och modifieringar är också viktiga underlag vid planering av nya underhållsaktiviteter, exempelvis tillståndsbedömningar och inspektioner.

Den *tekniska informationen* i form av ritningar, konstruktionsberäkningar och material är viktig dokumentation vid tillståndsbedömningar och reparationsarbeten. Konstruktionens placering och miljöförutsättningar kan ha stor påverkan på vilka påfrestningar den kan utsättas för och vilka skador som därför kan uppstå. De utgör därför relevanta underlag vid riskanalyser, tillståndsbedömningar och för utformningen av underhållsrutiner och inspektionsintervall. Samtidigt är de värdefulla i arbetet med att göra korrekta beställningsunderlag till reparations- och skyddsåtgärder.

Loggboken kan vara en pärm där ifyllda checklistor, åtgärdsbeskrivningar och aktivitetsrapporter samlas eller så är den en del i ett underhållsprogram (CMMS – Computerized Maintenance Management System) där informationen lagras och hanteras digitalt. Vid händelser på konstruktionen, exempelvis fel som uppstår, utförda aktiviteter samt förändrade rutiner, ska dessa alltid noteras i loggboken samt vad som gjordes och när. Loggboken är även en viktig informationskälla vid felorsaksanalys. Exempel på uppgifter som loggboken ska innehålla är rapporter på genomförda reparationer och modifieringar, besiktningsdokumentation, inspektionsrapporter, ifyllda checklistor och historik över viktiga iakttagelser och underhållsarbeten.

Utöver ovanstående punkter anger standarden att registret även innehåller information om:

- Uppskattad tid för planerat underhåll på respektive objekt.
- Tillgänglighet och kapacitetsnyttjande – produktionsplan på års- och månadsbasis, med identifikation av perioder tillgängliga för planering av underhållsaktiviteter som innebär begränsad eller fullständig avställning.
- Värdering av hur kritisk konstruktionen är i systemet som underlag till prioriteringsbeslut och val av underhållsstrategier.
- Förväntade skadeutvecklingstider
- Kompetens- /utbildningsregister

3.2 Funktionsbeskrivning

Funktionsbeskrivningar utgör en väsentlig del av specifikationen. Där beskrivs konstruktionens ”roll” i processen att producera dricksvatten och eventuella ytterligare funktioner som tillskrivs objektet. Konstruktionens funktion påverkar bland annat:

- Hur den prioriteras i systemet
- Val av underhållsstrategi
- Val av reparationsmetoder och reparationsmaterial
- Utformning och omfattning av inspektioner och kontroller av konstruktionen
- Beslut om åtgärder
- Planering av aktiviteter

Funktionsbeskrivningar är också viktiga underlag i samband med utformandet av underhållsrutiner samt vid besiktning av reparationsarbete. Det är därför viktigt att hålla funktionsbeskrivningarna uppdaterade i samband

med modifieringar. Funktionsbeskrivningar ska vara tydliga och förklarande och ge svar på vilken eller vilka funktion/er som konstruktionen ska uppfylla.

3.3 *Identifiera krav och definiera behov*

En betongkonstruktion på ett vattenverk kan omfattas av många olika krav. Det kan handla om såväl myndigheters olika krav som ägarens krav på kapacitet, livslängd, miljöpåverkan, estetik och ekonomiskt relaterade krav. Alla krav som ställs på en specifik konstruktion ska identifieras och beskrivas. Det behövs för att kunna prioritera och planera underhållsarbetet på bästa sätt.

Det ska framgå i specifikationen vilket år konstruktionen förväntas upphöra enligt nuvarande funktionskrav. Vid förändringar i funktionskraven eller vid åtgärder på konstruktionen, såsom större reparationer eller modifieringar som förväntas påverka livslängden åt ena eller andra hållet ska den nya uppskattade livslängden revideras. Kraven är ju inte alltid statiska över tid utan kan påverkas av förändringar i omvärlden, exempelvis klimatförändringar, teknisk utveckling eller lokalt ökat vattenbehov. På samma sätt som övrig dokumentation måste därför beskrivningar av kravbilden hållas uppdaterade.

3.4 *Organisation*

Detta steg i processen innefattar bland annat att ta fram en underhållsplan som motsvarar verksamhetens behov, att upprätthålla krävd funktion enligt gällande förutsättningar och till en förutbestämd kostnad och resursbehov. Det handlar också om att identifiera och definiera roller, funktioner, kompetens och stödresurser som behövs i den egna organisationen för att utföra underhållet. Det som inte ryms inom den egna organisationen behöver också definieras så att det går att beställa korrekta tjänster, exempelvis underhållsavtal.

3.5 *Metoder*

För att ett effektivt och kvalitetsmässigt underhåll ska uppnås behövs beskrivningar över hur arbetet ska gå till. Detta görs enklast i rutiner och kan omfatta:

- Beskrivningar och hänvisningar till metoder, material och utförarkompetens som ska tillämpas vid reparationer.
- Rutiner för kontroll av underhållstjänster på betongkonstruktionerna.
- Utformning av avtal med entreprenörer.
- Instruktioner och beskrivningar på hur inspektioner ska utföras och uppskattad tidsåtgång för dessa.
- Övergripande och generella aktiviteter vid oplanerade händelser.
- Rutinerna ska även beskriva hur aktiviteterna dokumenteras och avrapporteras.
- Metod för bedömning av risker och prioritering utifrån dessa

För att upprätthålla nyttan med underhållsplanens aktiviteter, såsom återkommande inspektioner, behöver inspektionsintervall och beskrivningar på utförande ibland ses över. Rutiner och checklistor för inspektioner revideras alltid efter en genomförd tillståndsbedömning, reparation eller modifiering utifrån ny information. Sådan information kan vara förändringar i konstruktionens uppskattade livslängd, dess underhållsbehov och förutsättningar. Det bör framgå i underhållsplanen när en revidering av dessa ska ske.

3.6 Underhållsrutiner

Principer för hur inspektioner ska genomföras är grundläggande för det förebyggande underhållet, men de kan även utgöra en viktig del av det löpande kvalitet- och säkerhetsarbetet på vattenverket. Principerna beskriver hur rutininspektionerna ska genomföras, dokumenteras och avrapporteras, samt med vilka intervall de ska utföras.

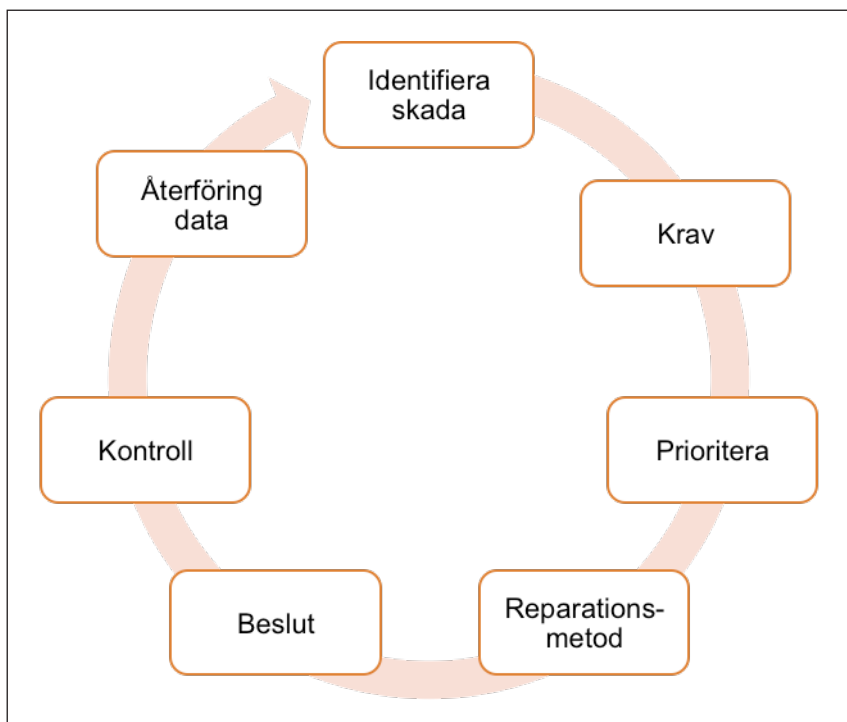
Underhållsrutiner ska i första hand vända sig till de som har det praktiska ansvaret för arbetet, dvs den egna underhållspersonalen, men också till externa yrkesutövare som anlitas för att utföra åtgärder på objektet. Det är viktigt att en instruktion är lättläst och beskriver vad som ska göras samt hur återkoppling av utförd aktivitet ska ske. Då ökar möjligheterna att rutinen verkligen tillämpas.

Beskrivningarna kompletteras med checklistor för att minska risken att något förbises. Det skapar kontinuitet över den insamlade informationen. I avsaknad av ett digitalt underhållssystem samlas ifyllda checklistor och inspektionsrapporter i loggboken tillsammans med beskrivningar och bilder av funna avvikelser och annan relevant information.

Svenskt Vattens egen vägledning över periodisk besiktning på vattenverk innehåller bland annat avsnitt om kontroll av underhållsrutiner och -journaler (Svenskt Vatten, 2017).

3.7 Beslutsprocess

En väl beskriven beslutsprocess ökar möjligheten att fatta rätt beslut om åtgärd och att åtgärden dokumenteras och följs upp korrekt, se Figur 3.2. Åtgärden prioriteras utifrån uppställda krav. Därefter väljer man lämplig reparationsmetod, se Jacobsson et al., (2019). Efter genomfört arbete, och eventuellt under tiden, krävs en besiktning där de uppställda kriterierna kontrolleras. Resultaten från reparationen förs in i registret tillsammans med övrig dokumentation om arbetet. Uppföljning sker inom den ordinarie underhållsverksamheten genom att underhållsplanen uppdateras.



Figur 3.2 Beslutsprocessen vid identifierade underhållsbehov.

3.8 Kompetens

För inspektioner, reparationsarbete och andra underhållsaktiviteter är det viktigt att ha tydliga genomförande- och kompetenskrav. Dessa beskrivningar eller specifikationer bör vara sammanfattade i verksamhetens underhållssystem och hänvisas till i rutinerna vid behov.

3.9 Underhållsplanen

Underhållsplanen ska innehålla datum för när den skapades och när den reviderades. Det ska även framgå vilken planeringsperiod den avser.

En underhållsplan listar och schemalägger alla förebyggande underhållsaktiviteter såsom rutininspektioner, tillståndsbedömningar och reparationer. Den beskriver vad som behöver göras och när det ska göras. Vidare visas vem som är ansvarig och om arbetet ska utföras av den egna organisationen eller extern entreprenör. För varje aktivitet i planen anges berörd konstruktion och vilka resurser som krävs, exempelvis antal persontimmar och materialåtgång. Aktiviteterna beskrivs generellt på ett kortfattat vis men med hänvisningar till relevanta metodbeskrivningar, avtal och rutiner som finns samlat i underhållssystemet. Underhållsåtgärder i planen prioriteras också enligt tidigare vald modell.

3.10 Intervall

Intervallen av såväl rutininspektioner som av tillståndsbedömningar måste anpassas individuellt för varje enskild konstruktion genom att beakta dess förutsättningar och behov.

Tillståndsbedömning bör utföras på alla kritiska och högt prioriterade konstruktioner på ett vattenverk. Om inspektioner ej tidigare genomförts eller om konstruktionen är äldre än 10 år kan det vara lämpligt att starta underhållsplaneringsarbetet med att utföra en tillståndsbedömning. Detta ger ett bra utgångsläge för att planera och prioritera resulterande underhållsaktiviteter såsom med vilka intervall man ska utföra rutininspektioner. En tillståndsbedömning bör alltid ange ett tidsspann för när nästa tillståndsbedömning behöver utföras.

Utvecklingstiden för skador i betongkonstruktioner är med få undantag relativt långsam varför det är rimligt med inspektionsintervall på årsbasis eller längre. I de fall då man kan förvänta sig en felutvecklingstid, det vill säga tiden från att en skada kan identifieras med inspektionsmetoden till dess den påverkar konstruktionens förmåga att utföra krävd funktion, rekommenderas ett intervall enligt halva felutvecklingstiden eller kortare. På konstruktioner med uppföljande kontroller av redan identifierade skador behöver istället intervallen bestämmas utifrån hur konstruktionen är prioriterad samt typen av skador som övervakas.

Vid indikation om ökad skaderisk, reducerad beständighet eller andra risker kan rutinkontrollerna intensifieras. På konstruktioner där frostska-
dor utgör en risk (mycket kort utvecklingstid) kan exempelvis intervallen mellan rutininspektioner kortas ned under vintern.

Det kan vara tillämpligt med längre inspektionsintervaller på betongkonstruktioner där det finns redundans i form av flera produktionslinjer. I dessa fall utgör ett driftstopp i en produktionslinje inte ett fullständigt produktionsbortfall.

Enligt Svenskt Vattens *Metoder för tillsyn och underhåll av vattenreservoarer* bör inspektioner av vattenreservoarer utföras en till två gånger per år för att ha kontroll över förändringar som kan påverka vattenkvaliteten. Det finns en checklista på Svenskt Vattens hemsida att använda sig av vid inspektionerna. Vid dessa kvalitetskontroller kan det vara lämpligt att även kontrollera efter synliga förändringar på betongkonstruktionen.

4 Inspektioner av betongkonstruktioner

Betongkonstruktionernas status och underhållsbehov kan kontrolleras med olika typer av inspektioner. Nedan beskrivs innebörden av rutininspektion, tillståndsbedömning och särskild inspektion. Resultaten från dessa inspektioner skall föras in i underhållsplanen.

4.1 *Rutininspektion*

Rutininspektion innebär regelbundna inspektioner eller undersökningar för att kontinuerligt fånga upp eventuella brister, skador eller förändringar i anläggningen. Rutininspektioner medför att skador och förändringar fångas upp i god tid innan konsekvenserna blir stora. Stora konsekvenser kan exempelvis syfta till bärighetsproblem eller behov av oproportionerligt stora reparationsåtgärder med hänsyn till den ursprungliga skadan. Vidare ger återkommande rutininspektioner en bättre kontroll över behovet av reparationsåtgärder samt behovet av tillståndsbedömningar eller fördjupade undersökningar. Med väl planerade och korrekt utförda rutininspektioner kan behovet av akutinsatser minimeras.

Rutininspektion bör utföras en gång per år efter ett väl definierat och strukturerat tillvägagångssätt. Rutininspektioner kan delas upp i olika delar beroende på hur ofta och hur utförligt de genomförs. Exempelvis kan en översiktlig inspektion utföras med en gång per år, medan de mest kritiska delarna för konstruktionens funktion kontrolleras två gånger per år. En mer omfattande inspektion kan exempelvis utföras med fem års intervall eller i samband med planerat driftstopp. Vid kännedom om skador efter utförd tillståndsbedömning kan det vara nödvändigt att revidera både tillvägagångssättet av rutininspektionen men också tiden emellan inspektionerna. Rutininspektioner utförs normalt genom en okulär besiktning av betongkonstruktionen. Materialanalyser och provning av betong ingår normalt ej utan är en del av tillståndsbedömningen.

Rutininspektioner kan exempelvis utföras av personal på vattenverket som gått en grundläggande kurs, baserad på detta dokumentet, med god kännedom om fastigheten och dess användning. Rutininspektioner kan även utföras av extern personal med motsvarande kompetens. Fler riktlinjer och exempel på rutininspektion beskrivs i Bilaga 1.

Eftersom skadeutvecklingstiden på betongkonstruktioner kan vara mycket lång, ofta flera år, kan det vara bra att återkommande fotografera synliga skador och jämföra dessa med bilder från tidigare inspektioner. Genom att tydligt markera den synliga skadans utbredning kan man se om den har utvecklats sedan föregående inspektion.

4.2 Tillståndsbedömning

Vid kännedom om skador eller vid misstanke om skador så bör en tillståndsbedömning utföras. Dokumentation från rutininspektioner bör finnas som underlag för tillståndsbedömningen. Syftet med en tillståndsbedömning är bland annat att utreda behovet av reparation, ge underlag inför framtagande av reparationsåtgärder eller ligga till grund för underhållsplanering.

En väl utförd tillståndsbedömning bör helt eller delvis behandla följande frågeställningar:

1. Förekommande skador och skadetyper
2. Storlek och läge av skadorna
3. Orsak till skadorna
4. Bedömning om befintliga skadors inverkan
5. Bedömning om framtida skadeutveckling och dess inverkan

En tillståndsbedömning innehåller ofta följande moment för att behandla ovan listade frågeställningar:

1. Okulär undersökning
2. Dokumentering av skador
3. Materialprovning
4. Analys
5. Bedömning
6. Förslag till åtgärder

Tillståndsbedömning bör utföras av person med relevant teknisk kompetens och erfarenhet av betongutredningar.

4.3 Särskild inspektion

Särskild inspektion innebär en fördjupad undersökning av bekräftad eller misstänkt skada. Fördjupad undersökning kan exempelvis vara aktuellt om skador påträffas vilka inte är vanligt förekommande för aktuella miljön. Sällan är personal som utför tillståndsbedömningen experter inom samtliga områden varför det är rimligt att ovanligt förekommande skador eller skador som kräver fortsatt utredning förläggs utanför tillståndsbedömningen. Detta kan exempelvis handla om problem såsom reaktiv ballast, sulfatangrepp, förekomst av aluminatcement med mera.

Många betongskador är inte synliga för blotta ögat vilket innebär att de kräver specifik materialanalys för att identifieras. Om samtliga möjliga skador skulle hanteras inom en tillståndsbedömning hade analyskostnaderna blivit orimligt höga. Därför utreds ofta ovanliga skador vid misstanke eller om sådana påträffas i samband med tillståndsbedömning.

5 Utförandet av inspektioner

5.1 Prioritering

En bedömning av en konstruktions prioritering kan erhållas genom riskanalyser som FMEA, HAZOP eller fault-tree-analysis. Vattenverk har krav på sig att utföra HACCP på sin verksamhet men då den fokuserar på hälsomässiga aspekter adresserar den inte risker för exempelvis leveransavbrott eller ökade kostnader.

Man kan även genomföra en så kallad kritikalitetanalys som är en slags konsekvensanalys. Det är en metod där risker av olika slag bedöms och värderas utifrån dess sannolikhet och påverkan, med hänsyn till person- och materialsäkerhet, miljöpåverkan, vattenkvalitet, produktionsstörningar och lagkrav. Ett exempel på en sådan analysmodell presenteras i Tabell 5.1.

Tabell 5.1 Förslag på egenskaper och kriterier i en kritikalitetanalys på vattenverk.

	Risk för HSE-olycka p.g.a. skada?	Risk för produktionsbortfall?	Kostnader för att reparera skador som uppstår.	Lagkrav att konstruk- tionen måste vara i funktionellt skick?	Kan bristande funktion riskera vattenkvaliteten?
A	Stor sannolikhet eller Stor konsekvens	Hög	Stora Större än 2 Mkr	Funktionaliteten är kri- tisk för att upprätthålla gällande	Stor sannolikhet att ej uppfylla livsmedelsver- kets kvalitetskrav.
B	Medel sannolikhet eller Ej stor konsekvens	Låg	Måttliga kostnader (0,5 till 2 Mkr)	Nej!	Begränsad* risk
C	Osannolikt Obetydlig konsekvens	Obefintlig	Små kostnader (<0,5 Mkr)	Nej!	Nej

* Begränsad risk av vattenkvaliteten kan exempelvis utgöras av försämringar som förväntas detekteras inom befintligt kontrollprogram och som kan hanteras inom den löpande verksamheten.

Resultaten från kritikalitetanalysen ger ett bedömningsunderlag för val av strategi på enskilda betongkonstruktioner. Kritiska konstruktioner (A) prioriteras högst och riskerna byggs i första hand bort eller övervakas genom återkommande tillståndsbedömningar och rutininspektioner.

Mindre kritiska konstruktioner (B) prioriteras lägre och kan efter tillståndsbedömning övervakas genom rutininspektioner med längre intervall.

På okritiska konstruktioner (C) är konsekvenserna små eller obetydliga och då kan det räcka det med att utföra underhåll enligt konstruktörens rekommendationer samt rutininspektioner.

Analysen bör genomföras av personer med erfarenhet av den aktuella processen, dess regelverk och krav. Samtidigt kan det vara bra med god kunskap om vilka skador som kan förekomma på betongkonstruktioner. Det är viktigt att bedömningsklasserna varken är för snäva eller för vida. För att inte fastna i för mycket detaljer kan det vara bra att ta hjälp av en utomstående projektledare, med kunskap om området, att driva denna processen.

5.2 Val av provområde och provmängd

Inför provtagning är det nödvändigt att beakta hur frekvent betongen ska kontrolleras och var provområdena ska placeras. Ofta förekommer betydande naturliga variationer i både materialegenskaper och nedbrytningsmekanismer. Om för få prov tas kan dessa i sämsta fall inte utgöra tillräckligt underlag för att avgöra skadeorsak eller reparationsbehov.

Provningsområdena kan väljas slumpmässigt, systematiskt eller riktat. Nedan beskrivs de olika metoderna.

Slumpmässig provtagning innebär att prover tas utspridda i konstruktionen utan hänsyn till rådande förutsättningar. Detta urvalssätt är förhållandevis ovanligt vid provuttagning och tillståndsbedömning av betong. Slumpmässig provtagning kan exempelvis användas för undersökning av en konstruktionsdel såsom enstaka väggar till flera bassänger. Slumpmässig provtagning kan minska risken för att oförutsedda skador missas. Slumpmässig provning kan lämpa sig för att ge ett generellt underlag av konstruktionens status medan sannolikheten är stor att de såväl mest som minst skadade områdena inte täcks in. Slumpmässig provtagning medför ofta ett stort antal prover och genererar även en stor mängd resultat som ur undersökningssynpunkt är mer eller mindre ointressanta.

Systematisk provtagning kan exempelvis innebära att betongen kontrolleras enligt ett förutbestämt upplägg. Systematisk provtagning ökar chansen för att identifiera oförutsedda skador. Vid systematisk provtagning brukar viss hänsyn tas till rådande status så att provomfattningen och upplägget innebär att både de mer och mindre skadade områdena täcks in i undersökningen.

Riktad provtagning innebär att prov tas där det finns ett specifikt intresse av att kontrollera betongen. Detta är det vanligaste tillvägagångssättet för uttagning av prover vid tillståndsbedömningar. Provningsområdena väljs ut med hänsyn till rådande förutsättningar och syftet med provtagningen. Riktad provtagning är ofta det mest effektiva sättet att välja ut prover på eftersom prover endast tas där ett direkt intresse finns för resultaten. Provtagningsmetoden ställer dock krav på kompetensen och erfarenheten hos personalen som väljer provtagningen. Vid bristande kompetens eller erfarenhet hos utförande personal kan problem eller skador missas.

5.3 Undersökning av armerade betongkonstruktioner på plats

Nedan beskrivs de vanligaste förekommande metoderna för in-situ-undersökning av armerad betong.

Okulär kontroll av en betongkonstruktion innebär att konstruktionen inspekteras med avseende på de för ögat synliga skadorna. Vid en okulär kontroll bör skadorna dokumenteras. Den okulära kontrollen ligger ofta till grund för val av provmetoder och provområdenas placering.

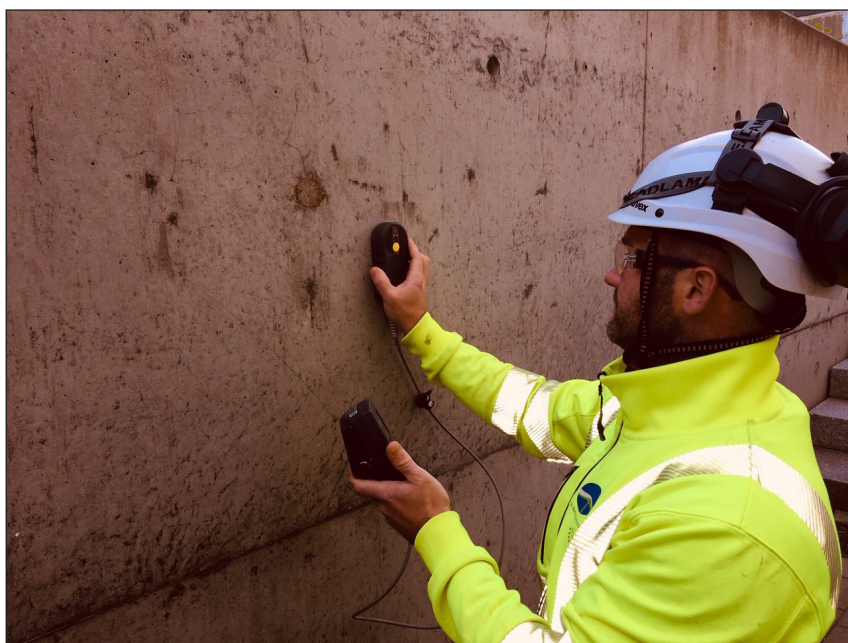
Bomknackning utförs genom att en betongyta knackas med en hammare. Då ett ihålligt "bomljud" hörs förekommer spjälkningar eller delaminering

i betongen. Bomljud kan även uppstå när en hammare knackas mot en betonglagning, se Figur 5.1 eller pågjutning där vidhäftningen mot underlaget har gått förlorad.



Figur 5.1 Bomknackning med hjälp av en hammare.

Armeringens placering kan kontrolleras med exempelvis en täcksiktsmätare, se Figur 5.2 eller GPR (Ground Penetrating Radar, även kallad georadar), se Figur 5.3. Då mätningar görs med georadar längs med linjer på den upptejpade mallen så kan mätningarna därefter sammanfogas till en 3D-modell med hjälp av mjukvaran till georadarn.



Figur 5.2 Mätning med täcksiktsmätare.

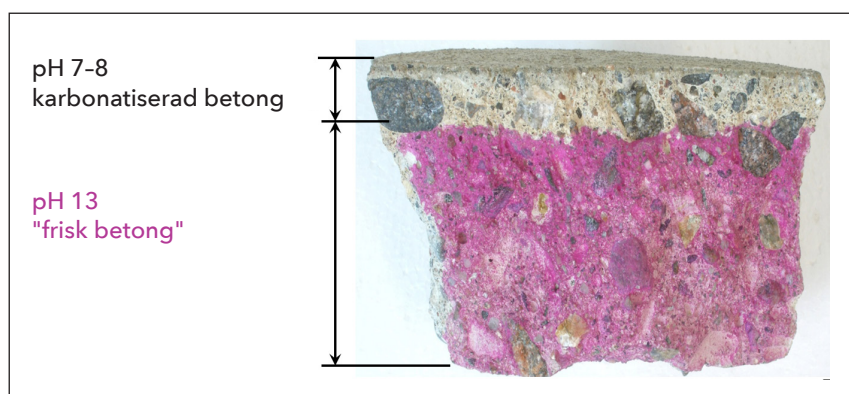


Figur 5.3 Mätning med georadar (ground penetrating radar, GPR) där mätningar görs längs med linjer på en upptejpad mall.

Armeringens placering är viktig information inför uttagning av betongprover samt som underlag inför statusbedömningen. Avståndet mellan betongytan och den yttersta armeringen benämns som täcksikt eller täckande betongsikt. Täcksiktens tjocklek är för många skademekanismer avgörande för konstruktionens beständighet. Tjockleken av täcksiktet är därför kravsatt i gällande normer. Täcksiktet kan exempelvis mätas med en elektromagnetisk täcksiktsmätare. Armeringens placering i sidled, parallellt med betongytan, behöver mätas för att undvika att armering kapas vid uttagning av materialprover. Armeringsjärnen bidrar starkt till konstruktionens bärförmåga varför det ofta är av stor vikt att försöka undvika att göra åverkan på dessa.

Karbonatiseringsdjupet kan mätas på betong med hjälp av en pH-indikator. Det finns specifikt framtagna pH-indikatorer som är anpassade för att skifta färg vid den pH då betongen anses vara karbonatiserad, se Figur 5.4. Karbonatiseringsdjupet kan mätas i fält direkt på konstruktionen genom mindre borrarade hål. Eftersom de vanligast förekommande pH-indikatorerna innehåller skadliga kemikalier bör denna metod inte användas på någon betongyta som är i direkt kontakt med dricksvatten, exempelvis basängernas insidor. Istället bör karbonatiseringsdjupet mätas i laboratorium på utborrade cylindrar.

Armeringens status kan bland annat kontrolleras genom att betongen bilas bort så att armeringen friläggs för att möjliggöra okulär inspektion. Armeringsjärn kan även avlägsnas ur konstruktionen för att provdras i laboratorium. Exempel på oförstörande provningsmetoder för kontroll av armeringen är georadarmätning, korrosionspotentialmätning och mätning av korrosionshastighet.



Figur 5.4 Karbonatiseringsdjupet kan mätas på betong med hjälp av en pH-indikator.

5.4 Undersökning av uttagna materialprov i laboratorium

Många analysmetoder kan inte utföras på plats utan materialprov måste tas ut för att analyseras på laboratorium. Nedan ges några av de vanligaste analysmetoderna som används i samband med undersökningar av vattenreningsverk.

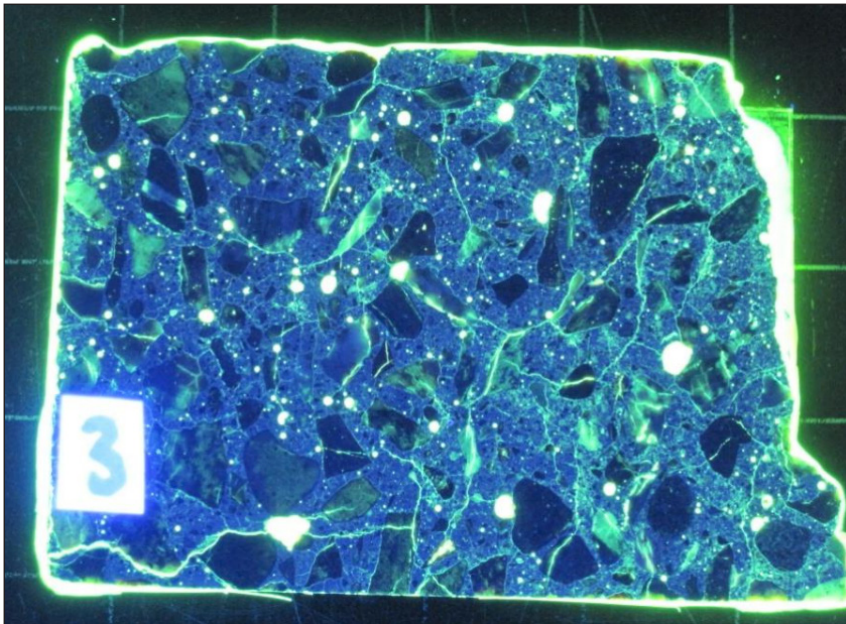
Betongens tryckhållfasthet är ett mått på den spänning som betongen klarar av innan den går till brott. Tryckhållfastheten mäts på materialprov i laboratorium med hjälp av en tryckpress. Förutom betongens bärförmåga används tryckhållfastheten ofta som ett mått för att kontrollera andra skador. Låg tryckhållfasthet hos betongen kan exempelvis innebära felaktiga materialval, sprickbildning i betongen eller sulfatangrepp. Låg tryckhållfasthet och stor spridning i uppmätta värden kan också indikera problem vid gjutning.

Kloridhalten kan mätas på uppsamlat borrhamm (betongkax), utborrade betongkärnor eller borttagna bitar av betong. Det är viktigt att kloridhalten mäts i förhållande till cementvikten eftersom andelen ballast i provet annars påverkar resultatet.

Kloridhalten mäts vanligen vid armeringens nivå i konstruktionen eftersom det är där som korrosionen sker. I vissa fall mäts kloridhalten på flera djup vid samma provställe för att skapa en kloridprofil. Med en kloridprofil visas fördelningen klorider på olika djup i konstruktionen vilket ger information om hur långt kloridinträngningen har skett i en konstruktion.

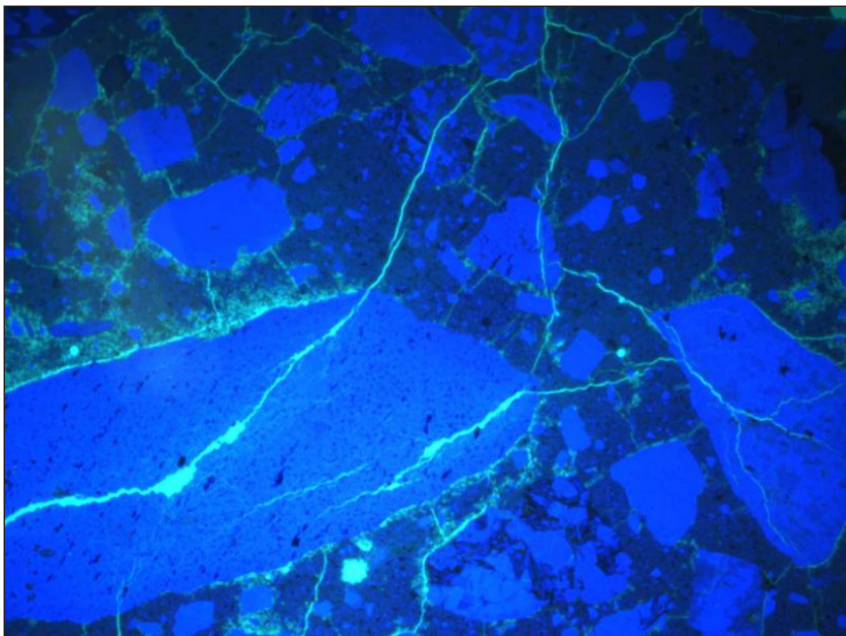
Strukturanalys av betongen innebär oftast analys genom kontroll med mikroskop. De vanligaste metoderna för strukturanalys är analys av makro-preparat, se Figur 5.5, eller så kallad tunnslipsanalys. Den stora skillnaden mellan makro- och tunnslipsanalys är nivån av förstoring som betongen inspekteras i.

I vattenverk uppvisar betongen inte sällan angrepp på betongytan med avskalad betong och frilagd ballast. Betongen är ofta skadad djupare än vad som är synligt för blotta ögat. Betongen kan exempelvis uppvisa förhöjd sprickfrekvens eller porositet. Den påverkade betongen bör avlägsnas vid



Figur 5.5 Makropreparat i fluorescerande ljus. Här ses sprickor som ljusgröna stråk och ballastkorn som mörka fält i den ljusare grå betongen.

reparation varför det är av stor vikt att kunna bedöma skadedjupet, vilket oftast görs genom tunnslipsanalys, se Figur 5.6. Tunnslipsanalys möjliggör även att kunna identifiera och kvantifiera exempelvis förekomst av reaktiv ballast eller mikrosprickor i betongprovet.



Figur 5.6 Tunnslipsanalys. I bilden sprickor och porer som ljusare partier medan ballastkorn är de ljusare blå fälten.

Vid *kemiska angrepp* i betong är det ibland av intresse att utreda vilka grundämnen som finns i betongprovet. Det kan vara ämnen som orsakar angreppen eller ämnen som bildas vid ett visst angrepp. Grundämnesanalys kan göras genom analys i svepelektronmikroskop (SEM), röntgendiffraktion (XRD) samt röntgenfluorescens (XRF).

6 Referenser

Hassanzadeh, Manouchehr (2014). Reparation av betongkonstruktioner: Skador och reparationsmetoder från 1970-talet och framåt. Reparationsbehov, forskningsbehov, effektivitet - Bidrag till projekt Bygginnovationen. (Rapport TVBM-3176). Avd. Byggnadsmaterial, Lunds tekniska högskola. <https://portal.research.lu.se/portal/files/4082088/4254395.pdf>

Hagberg, Leo, Henriksson, Tomas (2010). Underhåll i Världsklass, OEE Consultants AB, Lund, ISBN 987-91-633-3271-2.

Jacobsson, Mikael (2016). Betongskador i vattenverk. Svenskt Vatten Utveckling rapport nr 2016–18. https://www.svensktvatten.se/contentassets/c79ea0f863cb499583234ea543701bad/svu-rapport_2016-18.pdf

Jacobsson, Mikael; Laurell Lyne, Åsa; Herlin, Alexander (2019). Reparation av vattenverks betongkonstruktioner. Svenskt Vatten Utveckling rapport nr 2019-16.

Svenskt Vatten (2017). Periodisk besiktning av vattenverk – en vägledning.

Svensk Standard (2010). Underhåll – Terminologi, SS-EN 13306:2010, utgåva 2, SIS Förlag AB, Stockholm.

Svensk Standard (2009). Underhåll – Underhållsdokumentation, SS-EN 13460:2009, utgåva 1, SIS Förlag AB, Stockholm.

Svensk standard (2017). Underhållsprocessen och tillhörande indikatorer, SS-EN 17007:2017, utgåva 1, SIS Förlag AB, Stockholm.

Bilaga 1 - Rekommendationer för rutininspektioner i vattenverk

Med hjälp av ett ritningsunderlag dokumenteras synliga skador.

Exempel på skador som bör dokumenteras är:

- Spjälkskador
- Rostutfällningar på betongytan i undervattenskonstruktioner
- Läckage genom konstruktionen (ej vid genomföringar)
- Sprickor
- Frilagd ballast i betongytan

Ett protokoll bör upprättas för det objekt, eller den del av objekt, som genomgår rutininspektion. Om skadeutvecklingen sker snabbt mellan rutininspektionerna bör en tillståndsbedömning genomföras. Skador bör dokumenteras i protokoll, på ritning och med foto. En generell fotodokumentation som även innefattar oskadade områden bör alltid genomföras och fotoläge redovisas på ritning. Nedan visas ett exempel till protokoll vid rutininspektion av betongkonstruktioner.

Vattenverk	
Datum	
Undersökt objekt	
Ritning där skador markeras	
Fotodokumentation	Bifogas

Skadetyper	Förekomst	Antal	Kommentar
Spjälkskador			
Rostutfällning under vattenytan			
Läckage genom konstruktionen			
Sprickor			
Frilagd ballast i betongytan			

Protokollet fylls med fördel i direkt i ett digitalt underhållssystem.



Box 14057 • 167 14 Bromma
Tfn 08 506 002 00
Fax 08 506 002 10
svensktvatten@svensktvatten.se
www.svensktvatten.se