

INVERKAN AV BIOLOGISK PÅVÄXT PÅ BETONGKONSTRUKTIONER

RAPPORT 2021:731



 VATTENKRAFT

BETONGTEKNISKT PROGRAM
VATTENKRAFT



Inverkan av biologisk påväxt på betongkonstruktioner

Litteratur- och fältstudie

MARTIN J. STRAND
MARTIN ROSENQVIST
MARIE WESTBERG WILDE
MÅRTEN JANZ

Förord

Olika typer av växtlighet, exempelvis mossor eller små lövträd, ses ofta på vattenkraftens betongkonstruktioner. En vanlig anmärkning vid inspektioner är att denna påväxt bör avlägsnas. I den här rapporten görs en första utvärdering av hur den här typen av påväxt påverkar betongkonstruktionens beständighet. Behöver den tas bort, eller har den en mindre påverkan på konstruktionens livslängd?

Projektet har genomförts av ett team av konsulter på AFRY med Martin Strand som projektledare. Till sin hjälp har han haft seniorkonsulterna Martin Rosenqvist, Marie Westberg Wilde och Mårten Janz. Arbetet har ingått i Energiforsk Betongtekniskt program vattenkraft, med intressenterna Fortum Sverige, Jämtkraft, Karlstads Energi, Skellefteå Kraft, Statkraft Sverige, Sydkraft Hydropower/Uniper, Tekniska Verken, Umeå Energi, Vattenfall Vattenkraft och Vattenfall Indalsälven.

Här redovisas resultat och slutsatser från ett projekt inom ett forskningsprogram som drivs av Energiforsk. Det är rapportförfattaren/-författarna som ansvarar för innehållet.

Sammanfattning

Denna rapport är resultatet från platsbesök på 28 betongdammar i södra Sverige där biologisk påväxt observerades samt en kompletterande litteraturstudie.

Målet har varit att öka kunskapsnivån om biologisk påväxt på betongkonstruktioner i vattenkraftsmiljö. Rapporten är också tänkt att kunna fungera som ett underlag för vad som framöver kan ligga till grund för införandet av branschgemensamma riktlinjer för hur påväxt kan hanteras.

Fältstudien innefattade att okulärt dokumentera biologisk påväxt på betongkonstruktioner. Dessutom mättes karbonatiseringsdjup på betongytor som troligtvis varit påverkad av påväxt under en längre tid. Därefter genomfördes även en litteraturstudie.

Resultatet har visat att mossor trivs med att växa på en karbonatiserad betongyta (gammal betong). Det verkar finnas ett minimikarboniseringsdjup (ca 2-3 mm) som mossor behöver för att växa. Mossor verkar även ha potential till att kunna buffra vatten, vilket resulterar i ett kemiskt angrepp vid surt regn.

För att mindre buskar och växter ska kunna växa verkar det krävas en massa som kan hålla fukt över tid. Sådana massor kan bildas genom att löv, grus och annat fastnar i t.ex. en spricka. När mindre buskar med rötter kan börja växa innebär det en risk för frysskador och spjälkning till följd av rötternas expansion.

För att hantera mossor är det bästa sättet troligtvis att spola med högtryckstvätt med vatten. Vid fortsatta studier vore det intressant att testa om det går att få en långtidsverkan med hjälp av att använda basiskt vatten mot mossor istället. För att hantera buskar och mindre växter är det bästa sättet troligtvis att avlägsna med en lokal insatts likt ecoplug för att ha en minimal inverkan på omkringliggande ekosystem.

Summary

This report is the result from a field study on 28 concretedams in the southern part of Sweden where biological growth were observed together with a literature study.

The goal has been to increase the level of knowledge about biological growth on concrete structures in hydropower environments. The report is also intended to serve as a basis for what may form industry-wide guidelines regarding the handling of biological growth.

The field study included an ocular documentation of biological growth on concrete dams. In addition, the depth of carbonation was measured on concrete surfaces that had been affected by biological growth. Subsequently, a literature study was also conducted.

The results show that moss thrives on growing on a carbonated concrete surface (old concrete). There seems to be a minimum carbonation depth (about 2-3 mm) needed for mosses to grow. Moss also seems to have the potential to have keep a buffer of water, which results in a chemical attack during acid rain.

Small shrubs and plants seems to require a mass that can retain moisture over time in order to grow. Such masses can be formed by leaves, gravel and other things getting stuck in e.g. a crack. When smaller shrubs with roots can start to grow, there is a risk of frost damages in the concrete caused by the expansion of the roots inside the concrete cavities.

To handle moss, the best way is probably to flush with a high pressure washer with regular water. In further studies, it would be interesting to test whether it is possible to have a long-term effect by using alkaline water against mosses instead of regular water. To handle shrubs and smaller plants, the best way is probably to remove with a local insert like ecoplug to have a minimal impact on surrounding ecosystems.

Innehåll

1	Introduktion	7
1.1	Bakgrund	7
1.2	Syfte och mål	7
1.3	Avgränsningar	7
2	Litteraturstudie	8
2.1	Betong	8
2.2	Mossor	9
2.3	Övriga växter	9
2.4	Biocider och växtskyddsmedel	11
3	Fältstudie	14
3.1	Metod	15
3.2	Dokumentation av växter	16
3.3	Information från drifttekniker	28
4	Analys	30
5	Diskussion och förslag på fortsatta studier	32
5.1	Förslag till fortsatta studier	33
6	Slutsatser	35
7	Referenser	36

1 Introduktion

Denna rapport presenterar resultat från en fältstudie med syftet att öka kompetens kring biologisk påväxt på betong i vattenkraftsmiljö.

1.1 BAKGRUND

En vanlig anmärkning efter en fördjupad inspektion av en betongdamm är att "mossa bör avlägsnas då mossa binder fukt och försämrar betongens beständighet". Mossa är dock bara ett exempel på påväxt som kan noteras på dammanläggningar. Det är inte heller ovanligt att små träd/buskar växer i rörelsefogar och sprickor där biologiskt material ansamlats.

Påväxt misstänks kunna leda till nedbrytning av betongkonstruktioner på olika sätt – uppsprickning till följd av växande rötter, frostsador till följd av fuktackumulering i betongens yta och urlakning av ytan om påväxten leder till sänkt pH-värde i gränsskiktet mellan påväxt och betong. Påväxt på betong kan även förekomma under vattenlinjen.

Det saknas en övergripande beskrivning av förekommande risker med avseende på påväxt på betongkonstruktioner i vattenkraftsmiljö. Detta innefattar även beskrivning av vilka typer av påväxt som påträffas vid dammanläggningar. Likaså saknas en uppskattning av riskernas storlek.

1.2 SYFTE OCH MÅL

Föreliggande projekt syftar till att höja kunskapsnivån och förståelsen för påväxt på betongkonstruktioner i vattenkraftsmiljö. Målet är att sammanställa ett underlag som framöver kan ligga till grund för införandet av branschgemensamma riktlinjer för hur påväxt kan hanteras.

1.3 AVGRÄNSNINGAR

Vid fältbesöken pågick normal verksamhet vid dammarna, d.v.s. magasinet var inte avsänkt eller liknande för att kunna observera mer av betongen under den normala vattenlinjen. Detta innebär att påväxt på betong under vattenlinjen inte studerades.

Platsbesöken bestod till största delen av att okulärt observera och fotografera påväxt på dammarna, alternativt vid bruksfogar i stensatta partier. För att testa mossans inverkan på betongen utfördes mätningar av karbonatiseringsdjupet/pH i betongen.

Denna rapport har inte heller tagit hänsyn till om olika dammar är byggda med olika sorters betong (bindemedel).

En optimering gjordes för att maximera antalet dammar som besöktes och minimering av total restid med Lund som utgångspunkt. Detta resulterade i att platsbesök endast genomfördes på dammar i södra Sverige.

2 Litteraturstudie

Följande kapitel presenterar grundläggande information om betong som krävs för att förstå hur betong kan skadas av påväxt. Därefter presenteras de vanligt förekommande växterna som observerades vid fältstudien på vattenkraftkonstruktionerna, tillsammans med information om bekämpningsmedel mot biologisk påväxt. Utöver detta kontaktades även Kemikalieinspektionen för information om vad som gäller för användning av biocider och växtskyddsmedel för bekämpning av biologisk påväxt nära vatten.

2.1 BETONG

Detta avsnitt redovisar hur pH-värdet i betongen påverkas av olika faktorer som är relevanta för studien.

Karbonatisering

Karbonatisering är en process som sker då koldioxid i atmosfären reagerar med betongen (den hårdnade cementpastan). Detta innebär att karbonatiseringen sker som en front som sakta går djupare in i betongen. Då koldioxiden reagerat med betongen sjunker pH-värdet i betongen från 12 till 9 (ungefärliga värden).

Urlakning av betong

Förutom karbonatisering kan även urlakning påverka pH-värdet i betongen (se Figur 3-4 för exempel). Urlakning orsakas av vattentransporten genom dammen. Detta sker kontinuerligt eftersom ena sidan av dammen är exponerad av vatten och andra sidan är exponerad av luft vilket resulterar i tryckskillnaden som driver vattentransporten. Vattentransporten och kalkurlakningen sker framförallt i sprickor. Normal modern vattenbyggnadsbetong som är tillåten enligt gällande standarder (SS 137003, SS-EN 197-1, SS-EN 206) har ekvivalent vattencementtal (vatten i förhållande till bindemedel i betongreceptet) mindre eller lika med 0,55 (eller 0,45 beroende på vilket bindemedel som används). Detta innebär att en mycket tät betong endast urlakas när betongen spruckit. För äldre dammar kan betongen dock vara av sämre kvalitet, vilket gör att större delar av betongmassan kan urlakas.

Urlakning innebär att, framförallt, kalciumhydroxid (Portlandit) löses upp av vatten som transporteras genom betongen (Ekström, 2003). När det kalkhaltiga vattnet når ytan avdunstar vattnet och den vita kalkprodukten lämnas på ytan och bidrar till att höja pH-värdet till motsvarande som inne i betongen (okarbonatiserad betong med $\text{pH} \approx 12$). När kalkprodukterna kommit till ytan kommer de, likt vanlig cementpasta, karbonatisera och därmed sjunker pH (karbonatiserad betong med $\text{pH} \approx 9$).

Inverkan från mossor

Mossor kan vara bra på att lösa ut mineraler ur stenar, genom att en syra utsöndras från mossans rötter, vilket gör att de sedan kan ta upp dem (Leijonhufvud P.,

2018). Det har dock inte hittats någon litteratur som redovisar vilka arter som gör det och hur aggressivt respektive art kan lösa ut mineraler. Det har inte heller hittats någon litteratur om vilka mineraler som lättare kan utsöndras för att möjliggöra en jämförelse med potentiella mineraler som skulle kunna utsöndras från den hårdnade cementpastan.

2.2 MOSSOR

Mossor är en landväxt som sprider sig med hjälp av sporer. De har inga rötter och tar upp vatten med hjälp av bladen. Det finns tre övergripande grupper av mossor, nämligen nålfruktsmossor, levermossor och bladmossor (Mossornas vänner, 2020). I Sverige finns drygt 1000 arter där majoriteten är bladmossor, inklusive samtliga av de som observerades under platsbesöken. De arter av bladmossor som observerades vid fältstudien tros vara kvastmossa, enligt Figur 2-2, och cypressfläta enligt Figur 2-1. Bladen är lika för båda arterna och båda har lika sporkapslar. Skillnaden är att cypressflätan har böjda blad och en mörkfärgad sporkapsel medan kvastmossans blad är relativt raka och sporkapseln är bruna (ungefär samma färg som själen). De flesta mossor trivs i sura jordar, d.v.s. jord med lågt pH värde.



Figur 2-1. Mossa som tros vara cypressfläta.

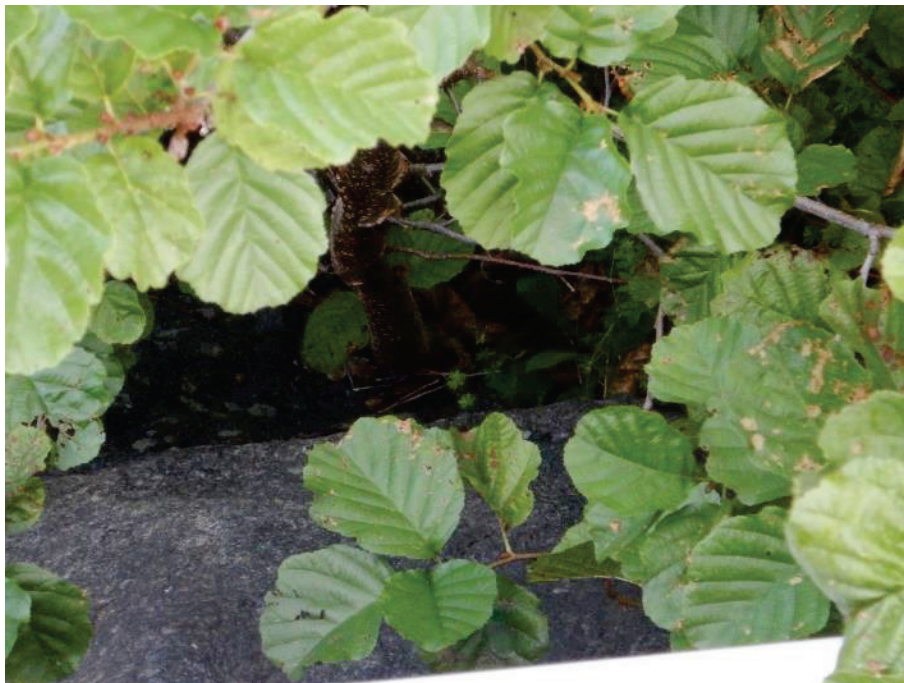


Figur 2-2. Mossa som tros vara kvastmossa.

2.3 ÖVRIGA VÄXTER

De växter som observerats, utöver mossor, har främst varit olika björkar och klibbal. Björkar förökar sig främst genom frön, men de kan även bilda stubbskott med hjälp av ett välutvecklat rotsystem. Klibbal förökar sig också med hjälp av frön och stubbskott, men det förekommer även rotskott. Rotskott kräver likt stubbskott ett välutvecklat rotsystem. De björkar som observerades tros vara glasbjörkar,

vårtbjörkar, och dvärgbjörkar. Samtliga är vanliga i hela landet (Mossberg & Stenberg, 2018).



Figur 2-3. Klibbal som observerades vid nedströmssidan av en damm.



Figur 2-4. Glasbjörk som observerades med relativt ljusa blad i figuren. I bakgrunden syns även en klibbal.



Figur 2-5. Vårtbjörk observerades som vuxit i fogar i stensättningen.



Figur 2-6. Dvärgbjörk observerades som vuxit i fogar i stensättningen.

2.4 BIOCIDER OCH VÄXTSKYDDSMEDEL

Biocider och växtskyddsmedel är kemikalier som förhindrar biologisk påväxt. Dessa används exempelvis på takplattor, och på båtar. På takplattor kan det förekomma mosspåväxt, och på skroven på båtarna kan det förekomma algpåväxt,

varför det kan finnas behov av att använda biocider för båda fallen. För dammar skulle kombinationen av dessa två tillämpningarna behövas. Det krävs en biocid som är effektiv mot mossa (likt biocid mot mosspåväxt på takplattor), men som är godkänd för att hamna i åar, sjöar och hav (likt biocider som används på båtar).

I en studie av Lars Nordstierna m.fl. från 2010 undersöktes fria och inkapslade biocider som målas på ytor. De inkapslade biociderna var i mikrosfärer som långsamt släppte ut biociderna på ytan, detta gav biociderna en mer långvarig effekt. Om liknande princip skulle kunna tillämpas med växtskyddsmedel som motverkar mosspåväxt (vilket skulle ge ett förlängt passivt skydd) skulle det vara ett intressant alternativ för dammkonstruktioner. Det har dock inte hittats någon liknande utvecklad produkt för mosspåväxt på tak (vilket troligtvis skulle vara den största marknaden).

2.4.1 Kemikalier mot påväxt

För att motverka mossa på takplattor används i vissa fall koppartråd. Koppartråden korroderar och avger kopparjoner med regnvatten som rinner ner över taket och motverkar mosspåväxten. Detta verkar dock ha begränsad verkan (Ny Teknik, 2008). Anledningen är att det krävs mycket koppar för att det ska avges tillräckligt mycket kopparjoner för att motverka all mossa. När det kommer till dammar blir detta problem större eftersom dammar generellt har stora ytor som mossan kan växa på. Även låga halter av fria kopparjoner kan påverka, framförallt, bakterier och akvatiska växter (Sternbeck 2000). Därmed finns det två anledningar varför det inte är aktuellt för vattenkraftverk (dels för att det kommer krävas så stora kopparytor och dels för att de fria kopparjonerna kommer ha en negativ inverkan på vattnets ekosystem).

Natriumkarbonat, Natriumhydroxid, Ammoniumsulfat, och Natriumhypoklorit är några exempel på medel som visat sig vara effektiva mot mossa och växter (antaget att de är i relativt stark lösning med vatten). Eftersom det gäller dammar finns en stor risk att kemikalierna kommer hamna i vattnet. På grund av detta väljer normalt sett de flesta dammägare att inte använda några kemikalier.

För att kemikalierna inte ska vara skadliga för betongen så krävs en basisk lösning som har motsvarande pH som porlösningen i betongen vilket är ca 12-13. Om den hårdnade cementpastan exponeras för lösningar med låg pH sker en syra-attack som urlakar den hårdnade cementpastan och frilägger ballastkorn.

Natriumhypoklorit kan ha ett pH på 12.0-13.0 i lösning. Det är märkt miljöfarligt, varför det inte är lämpligt till dammar. Ammoniumsulfat kan ha ett pH på 5-6 i lösning. Det saluförs bland annat som att vara effektivt mot mosspåväxt på gräsmattor. Anledningen till detta är främst att det göder gräset, inte att det motverkar mossan. Med hänsyn till detta, samt att det ger en sur lösning, är det inte lämpligt för mossbekämpning på betong. Natriumhydroxid (kaustiksoda) kan ha ett pH på 14.0 i lösning. Det är dock frätande och kan vara korrosivt för metaller. Natriumkarbonat kan ha ett pH på 11.6 i lösning. Det kan orsaka ögonirritation, men inga referenser har hittats om att det är skadligt för miljön.

2.4.2 Regelverk enligt Kemikalieinspektionen

För bekämpning av alger och växter i vatten används så kallade biocidprodukter som är reglerade med hänsyn till att de kommer ut i vattnet, och för bekämpning av mossor och växter ovan mark används växtskyddsmedel. För påväxt vid dammar blir det därmed ett visst överlapp eftersom det är växtskyddsmedel som med största sannolikhet kommer hamna i vattnet (ån/älven)

(Kemikalieinspektionen, 2020). Produkterna som tillåts på den svenska marknaden regleras i EU:s förordningar. Syftet är att harmonisera regler för en friare rörlighet inom EU, samt säkerställa en hög skyddsnivå för människors och djurs hälsa tillsammans med miljön.

För användning av biocider och växtskyddsmedel krävs godkännande för en specifik användning. Exempelvis för mossbekämpning på tak eller för bekämpning av biologisk påväxt på skrov (undersida av båtar).

Enligt Kemikalieinspektionens bekämpningsmedelsregister finns det för tillfället sju produkter mot mossor som är godkända att användas. De verksamma ämnena i dessa är Pelargonsyra (vätska), Kaprylsyra (vätska), Kaprinsyra (vätska), Ättiksyra (vätska), eller Järn(II)sulfat (i fast form som fingranulat). Dessa produkter är dock endast godkända för en specifik användning (även mängd och koncentration begränsas). För mossor är användningsområdet bekämpning av mossor på tak. Därmed är de inte godkända att använda invid vatten (åar, älvar eller sjöar). Ytterligare problem är att syra är skadligt för betongen då betong är basisk, varför en basisk lösning vore bättre och inte medföra risk för urlakning på betongytan.

2.4.3 Pågående forskningsprojekt

På Chalmers pågår ett forskningsprojekt med namnet "Smarta, miljövänliga och synergistiska cocktails mot biologisk påväxt för en giftfri miljö: formulering och ekotoxikologiska analyser". Detta projekt är troligtvis värt att bevaka framöver för att se vad som skulle kunna användas lokalt vid vattenkraftverk för att motverka biologisk påväxt.

3 Fältstudie

Fältstudien genomfördes under vecka 35 år 2020. Tabell 3.1 presenterar de 28 dammarna som besöktes i samband med fältstudien. Åldern på de utvalda dammarna var mellan 30 och 116 år.

Tabell 3.1 Dammarna som besöktes sorterade efter ålder och å.

Ägare	Å	Damm	Byggt år / ombyggt år, Khulin (2020)	Ålder vid besök
Statkraft	Lagan	Kvarnholm	1958	62
		Majenfors nya	1952	68
		Ängabäck	1952	68
		Traryd	1945	75
		Thimsfors	1925 / 1986	95
		Skogaby	1922	98
		Bassalt	1910	110
		Majenfors gamla	1909	111
Uniper	Ätran	Nissaström	1950	70
		Rydö	1918	102
		Yngeredsfors nya	1964	56
		Bällforsen	1950	70
		Skogsforsen	1938	82
Vattenfall	Göta Älv	Ätrafors	1918 / 1929	102
		Vargön	1934 / 1989	86
		Hojum	1914 / 1921, 1942, 1992	106
Fortum	Västerdalälven	Lindbyn	1953	67
		Mockfjärds	1911 / 1962, 1976	109
	Dalälven	Lanforsen	1930 / 1944	90
		Forshuvudforsen	1921 / 1990	99
		Bullerforsen	1910 / 1990, 1999	110
	Ljusnan	Ljusne strömmar	1945 / 1986	75
Tekniska verken	Motala ström	Malfors	1936	84
		Borensberg	1904 / 1987	116
		Nykvarn	1904 / 2008	116
	Stångån	Slattefors	1962	58
	Svartån	Flemminge	1990	30
		Svartåfors	1919 / 2020	101

3.1 METOD

Under platsbesöken togs det bilder av biologisk påväxt ovanför vattenytan på betongkonstruktionerna. För att jämföra olika växter från olika dammar togs små mossbitar och kvistar (eller endast blad) för att möjliggöra en eventuell artbestämning i efterhand.

Mätning av pH i betongen

Utöver den okulära dokumentationen mättes även karbonatiseringsdjupet (kontroll av pH-värde med hjälp av pH indikator) i betongen.

För att testa karbonatiseringsdjupet i betongen borrar det ett fåtal millimetrar in i betongen, följt av att en pH indikatorvätska sprutas in i hålet. I detta fallet användes en borr med 16 mm i diameter (tillsammans med slagborr). Då pH indikatorn kommer i kontakt med den hårdnade cementpastan skiftar den färg beroende på pH-värdet. Genom att använda pH-indikatorer som kan identifiera om pH-värdet är över eller under 9-10 går det att identifiera om betongen är karbonatiserad eller inte. Då pH-värdet är över 10 så kan betongen antas inte vara karbonatiserad och då mäts karbonatiseringsdjupet med hjälp av ett skjutmått. Om vätskan visar karbonatiserad färg så borrar ytterligare ett fåtal millimetrar in i betongen, följt av att pH indikatorvätska sprutas in i det lite djupare hålet.

För att testa om mossan bidrar till att sänka betongens pH (på samma sätt som karbonatisering) genomfördes mätningar med två olika pH indikatorer. Följande ytor testades:

- en punkt på betongytan där ingen mossa verkade växa,
- en punkt på betongytan (där ingen mossa verkade växa) i ett 3-5 mm djupt borrhål,
- en punkt där mossa växt (och mossan togs bort precis innan mätningen),
- en punkt där mossa växt (och mossan togs bort precis innan mätningen) i ett 3-5 mm djupt borrhål.

De pH-indikatorer som användes var "Rainbow indicator" och "Deep purple indicator" från Germann instruments. Tabell 3.2 redovisar vilken färg som respektive pH-indikator skiftar till vid olika pH. Utöver att se om betongen under mossan har lägre pH kontrolleras även ytan okulärt för att se hur den påverkats.

Tabell 3.2. pH värden då respektive pH indikator skiftar färg enligt producent.

Rainbow	pH	Deep purple	pH
Orange	<6	Transparent	<8.5-9.5
Gul	6-8		
Grön	8-10	Lila	>8.5-9.5
Lila	10-12		
Blå	>12		

3.2 DOKUMENTATION AV VÄXTER

De vanligaste växterna som observerades på betongdammarna var mossor. Vid fogar och sprickor observerades även mindre buskväxter som var vanligast på stensatta dammar vid bruksfogarna.

3.2.1 Mossor

För mossorna var det tydligt att de endast trivs på äldre (karbonatiserade) betongytor. Vid dammarna med relativt ny betong (t.ex. från ombyggnad), som inte har karbonatiserat lika djupt, observerades ingen påväxt. Detta innebär att det troligtvis krävs ett minsta karbonatiseringsdjup för betongen innan mossor kan börja växa. Enligt mätningarna som utfördes växte mossor på ytor som hade ett karbonatiseringsdjup grundare än 5 mm. Detta innebär att det troligtvis krävs ett karbonatiseringsdjup på 2-3 mm för att mossa ska börja växa. Det tros vara osannolikt att en djupare karbonatisering bidrar till att det växer mer mossa. Figur 3-1 och Figur 3-2 visar två foton som togs vid karbonatiseringsmätningarna.



Figur 3-1. Test av pH i betong på horisontell yta t.v. och lutande yta t.h.

Även i en över 90 år gammal damm (vid platsbesöket) var karbonatiseringsdjupet väldigt grunt. Detta beror troligtvis på att bruket och betongen har varit fuktigt under större delen av livslängden. Karbonatiseringsprocessen saktar in eller stannar om den relativa fuktigheten är över 80% (Elsalamawy m.fl. 2019).

Anledningen till att bruket och betongen kontinuerligt är fuktigt är dels på grund av vattentransporten genom dammen, dels att mossväxten bidrar till att hålla ytan fuktigare jämfört med ytor utan mossa. Resultaten från karbonatiseringsmätningarna redovisas nedan i Tabell 3.3

Tabell 3.3. Uppmätta karbonatiseringsdjup i dammar med olika ålder på olika ytor.

Ålder ¹⁾	Ytan	Sidan av mossa ²⁾		Under mossa	
		Lutande yta	Horisontell yta	Lutande yta	Horisontell yta
100	Karbonatiserad	<5	<5	<5	<5
100	Karbonatiserad	<5	<5	<5	<5
70	Karbonatiserad	<5	<5	<5	<5
70	Karbonatiserad	<5	<5	<5	<5

¹⁾ Ålderna på dammen avrundat upp eller ner till närmaste 10-tal.

²⁾ Vid platsbesöket fanns ingen mossa på ytan, därmed är det inte säkert att det aldrig vuxit mossa på ytan.



Figur 3-2. Test av pH i betong på lutande yta.

Mossorna växer för det mesta på betongytor i skugglägen. Mikroklimatet innebär därmed en lägre temperatur, vilket även resulterar i en högre relativ fuktighet (på grund av att mättnadsånghalten blir lägre då temperaturen blir lägre).

Figur 3-3 visar tydligt att mossan växer fläckvis på den horisontala ytan som är exponerad av solen medan den lutande ytan i skuggan täckts med samma mossor.



Figur 3-3. Mossa horisontal och vertikal yta vid uppströmssidan av en damm.

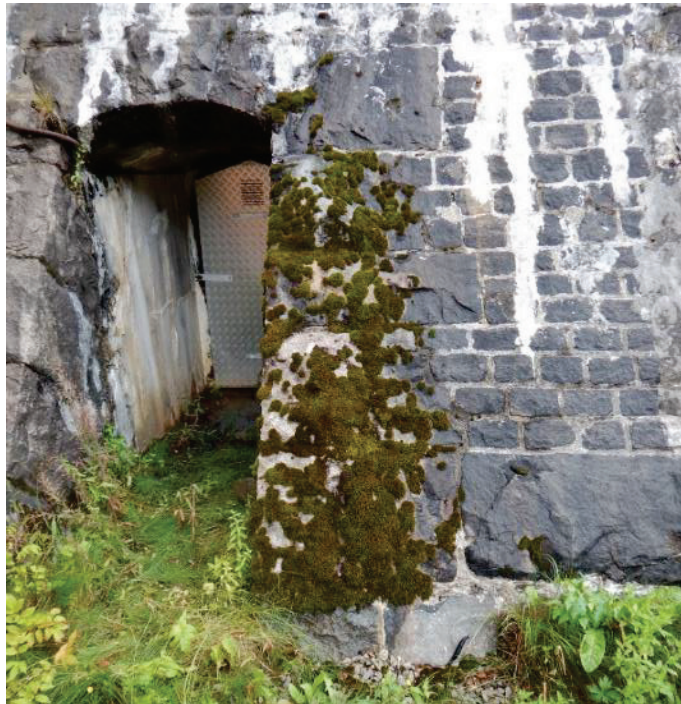
Figur 3-4, Figur 3-5 och Figur 3-6 visar att mossor växer mellan de vita områdena. Dessa vita områdena vid toppen av dammen visar var det har skett urlakning i bakomvarande betong eller bruk.



Figur 3-4. Mossa på lutande stensättning vid nedströmssidan av en damm där det inte har runnit något kalkhaltigt vatten till följd av kalkurlakning (vita områden).



Figur 3-5. Mossa på lutande stensättning vid nedströmssidan av en damm där det inte har runnit något kalkhaltigt vatten till följd av kalkurlakning (vita områden).

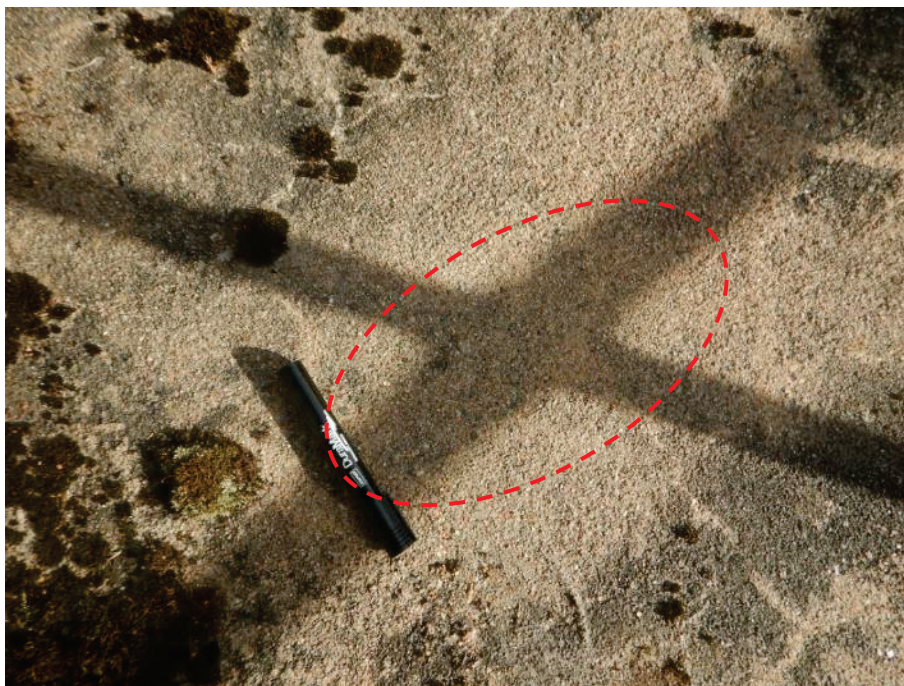


Figur 3-6. Mossa på lutande stensättning vid nedströmssidan av en damm där det inte har runnit något kalkhaltigt vatten till följd av kalkurlakning (vita områden).

Figur 3-7 till och med Figur 3-12 visar exempel på den observerade påverkan som mossan tros ha på betong. Efter att mossan borstats bort från ytor (där mossan troligtvis suttit en lång tid) syns frilagd ballast med en strikt gräns mellan där det inte var mossor och där det var mossor. I bilderna är områdena med borttagen mossor markerade med streckad röd cirkel eller oval.



Figur 3-7. Delvis borttagen mossor på lutande yta vid nedströmssidan av en damm. Frilagd ballast syns endast vid området där mossan är borttagen från betongytan (markerat med en röd streckad cirkel).



Figur 3-8. Delvis borttagen moss (markerat med en röd streckad oval) på horisontal yta vid en damm. Under den borttagna mossen syns frilagd ballast.



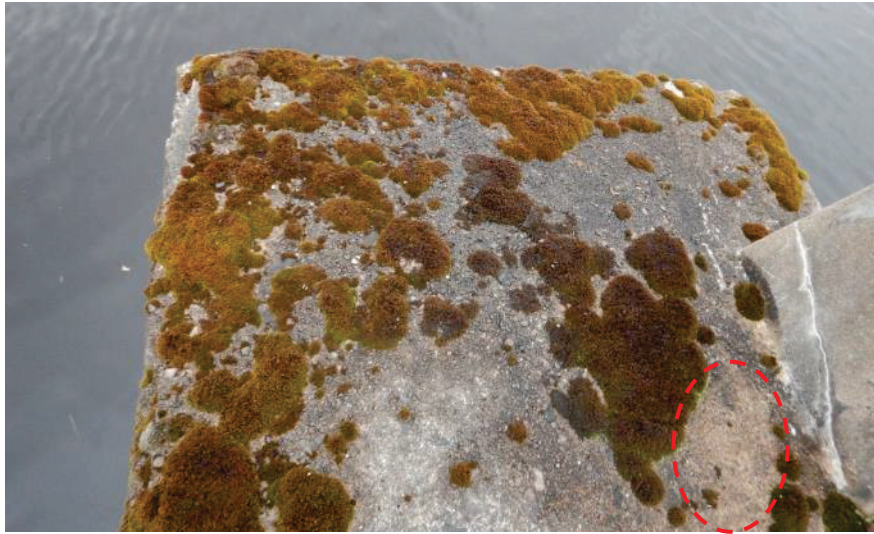
Figur 3-9. Delvis borttagen moss (markerat med en röd streckad oval) på en lutande yta vid nedströmssidan av en damm. Under den borttagna mossen syns frilagd ballast.



Figur 3-10. Delvis borttagen mossa (markerat med en röd streckad oval) på lutande yta vid nedströmssidan av en damm. Under den borttagna mossan syns frilagd ballast.



Figur 3-11. Mossa på horisontal yta vid nedströmssidan av en damm. Runtomkring mossan syns att cementpastan verkar påverkats av en ytlig attack där helt eller delvis frilagd ballast syns.



Figur 3-12. Mossa på horisontal yta vid uppströmssidan av en damm. Delvis med frilagda små ballastkorn.



Figur 3-13. Mossa på lutande yta vid nedströmssidan av en damm.

3.2.2 Övriga växter

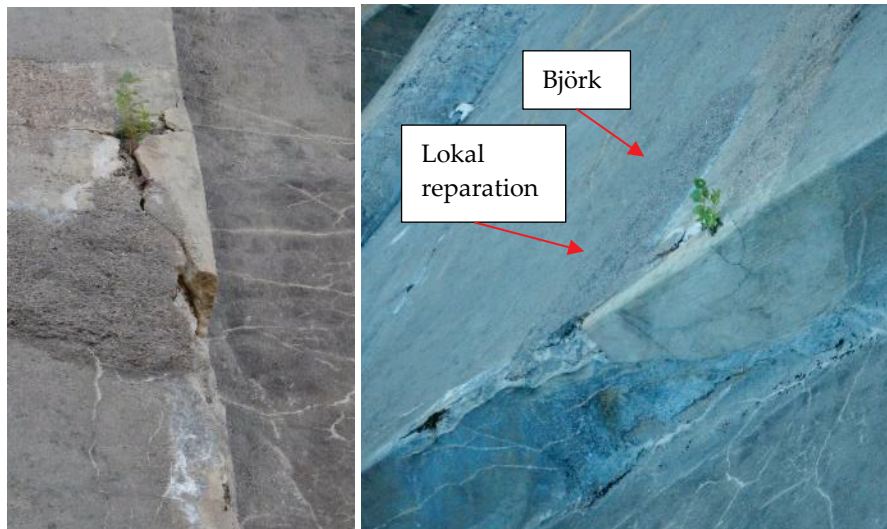
Den vanligaste växten (bortsett från mossan) som observerades var björk. Utöver detta växte även (vad som troligtvis var) klibbal, hultbräken, klättervildvin, samt ett antal grässläkten, bland annat tåtlar och gröen.

Samtliga växter växte i spalter vid t.ex. infästningar, sprickor och fogar. Generellt verkar det som att det ackumuleras små korn och löv som till slut bildar en massa

av humus, vilket ger en massa som kan hålla fukt över en längre tid (jämfört med att vatten rinner av betongytan på mycket kort tid). Med en massa som kan ha en fuktbuffert där frön kan hamna är det troligt att små växter kan växa.

Figur 3-14 visar ett exempel på där en björk växer i en spricka på nedströmssidan av dammväggen. Ett scenario för hur en björk, eller annan växt med rötter, kan skada en betongkonstruktion skulle kunna vara följande:

1. Spricka har bildats (t.ex. p.g.a. överlast),
2. korn, löv m.m. har lagt sig i sprickan och bildar en massa som kan hålla fukt över tid,
3. björkfrö har lagt sig på massan och börjat växa,
4. rötterna har vuxit tills tjockleken varit lika stor som sprickvidden,
5. vatten i rötterna har frusit på vintern och expanderat sprickan,
 - a. en bieffekt är att risken även ökar för att vatten samlas i sprickan och bidrar till ytterligare expansion vid frysning,
6. rötterna har sedan fortsatt växa och expanderat sprickan.

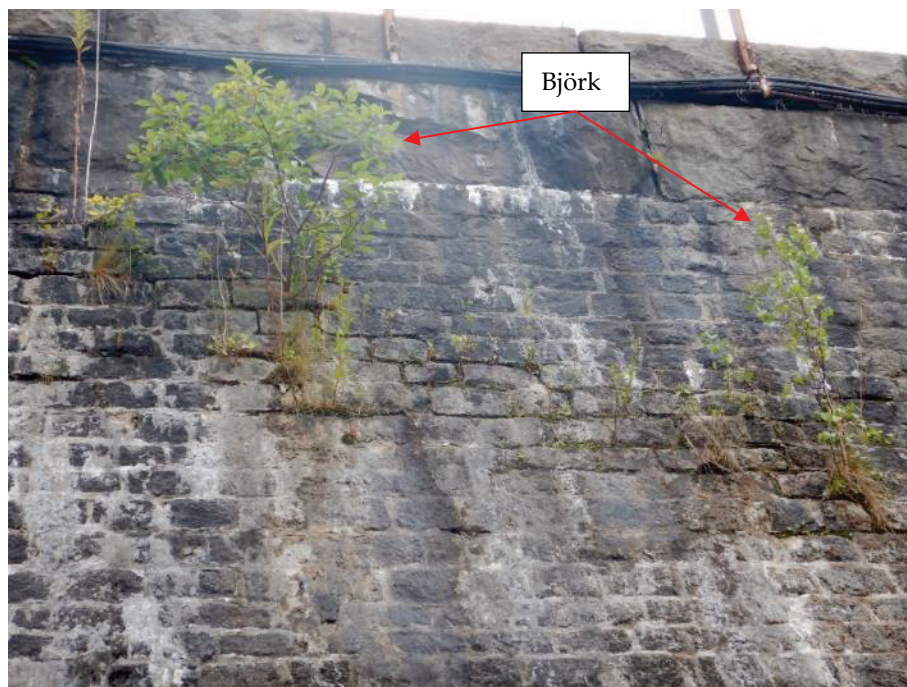


Figur 3-14. Björk som växer i en spricka på nedströmssidan av dammväggen. Foto taget från marknivå t.v. och foto taget från dammens ovansida t.h.

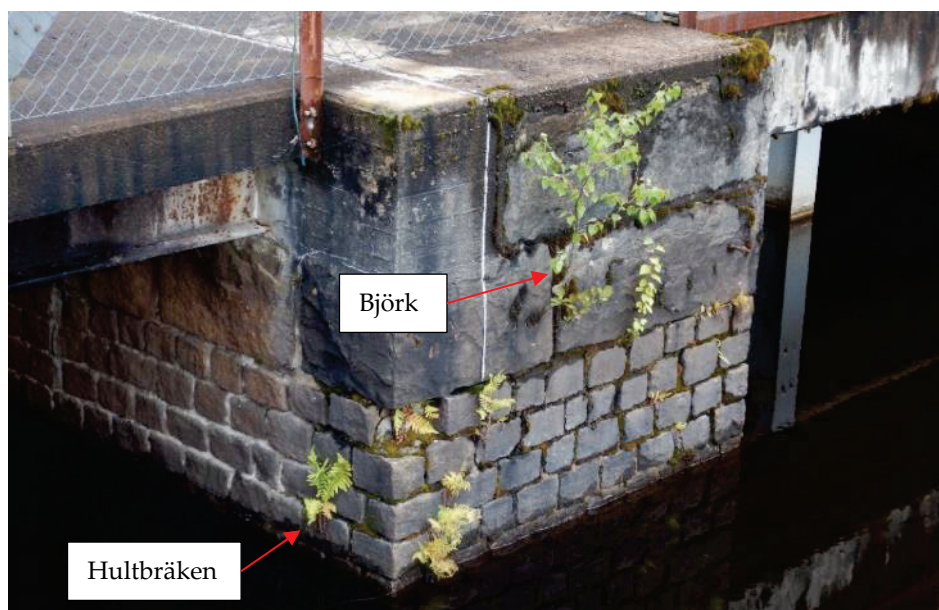
Bredvid björken syns ett ljust område som tyder på att det utförts en lokal reparation (pågjutning). Vid en sådan här lagning är det normala förfarandet att bila bort lite extra betong för att möjliggöra pågjutning av ny betong. Men i detta fall skulle det kunna vara så att uttorkningskrympning bidragit till att det bildats sprickor mellan den gamla och den nya betongen. Sprickor mellan gammal och ny betong kallas generellt för differentialkrympning vilket är ett resultat från att den gamla och nya betongen har olika egenskaper. Denna är till stor del beroende av uttorkningskrympningen hos den nya betongen. Detta sker när den nya betongen har fästs mot den gamla betongen och den nya betongen därefter krymper, medan den gamla betongen inte gör det. I mindre lagningar såsom denna är det också vanligt att betong med mindre ballastkorn (mindre stenmax) används. När mindre

ballastkorn används så krävs en större andel cement, vilket innebär att det krävs mer vatten och med mer vatten så sker en större krympning. (Detta är lite förenklat eftersom krympningen kan påverkas/reduceras på olika sätt för att undvika sprickor mellan ny och gammal betong.)

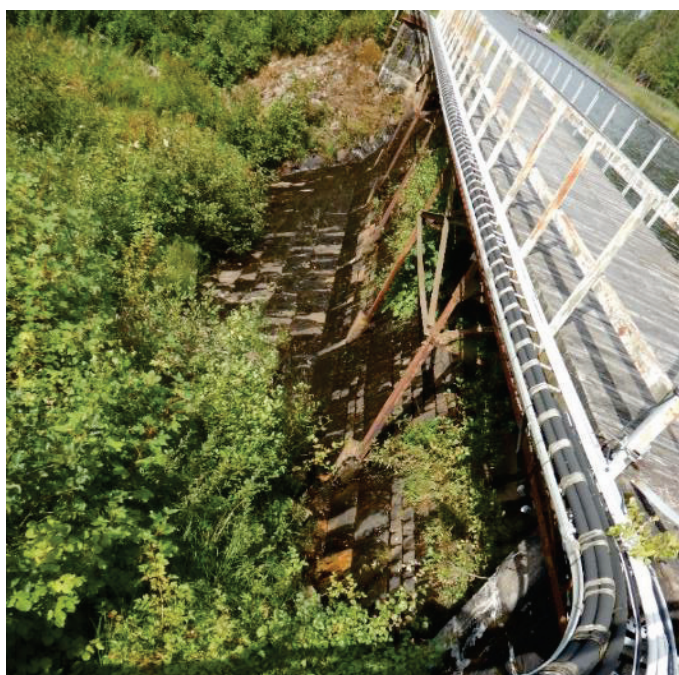
Eftersom björken börjat växa vid sprickan ser det ut som att den (inom ett fåtal år) skulle kunna bidra till att spjälka bort lagningen genom ovan nämnda skademekanism (i fyra steg). Det är dock viktigt att komma ihåg att detta endast var en observation vid platsbesöket, vilket innebär att det inte är ett bevis för att björken bidragit till sprickans tillväxt. Utöver björken i Figur 3-14 observerades ett antal andra växter under platsbesöken som vuxit vid infästningar eller gjutfogar. Dessa kan troligtvis också orsaka skada genom de fyra steg som nämnts ovan. Många växter observerades även vid bruksfogar i stensättning som troligtvis har sprickor som ger växterna möjlighet att kunna börja växa. Figur 3-15 till och med Figur 3-21 visar exempel på växter i olika fogar eller infästningar där det bildats en spricka som gjort det möjligt för växterna att växa.



Figur 3-15. Björkar som växer i stensättning på nedströmssidan av en damm.



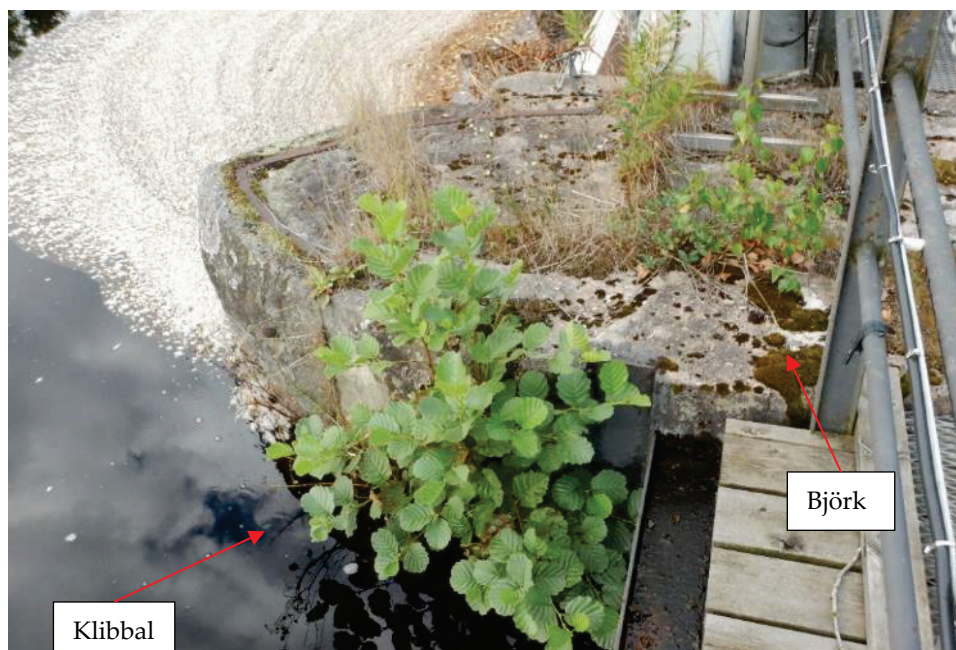
Figur 3-16. Växter i stensättning på uppströmssidan av en damm.



Figur 3-17. Växter på nedströmssidan av en damm. Främst björkar och klibbal.



Figur 3-18. Växter vid stensättning på uppströmssidan av en damm.



Figur 3-19. Växter vid stensättning på uppströmssidan av en damm.



Figur 3-20. Björk på uppströmssidan som växer i en fog på uppströmssidan av en damm.



Figur 3-21. Björk på uppströmssidan av en damm.

Enligt Figur 3-22 observerades klättervildvin som växer på nedströmssidan av monoliterna på en lamelldamm. Dessa sitter fast med hjälp av sugproppar som inte har någon märkbar påverkan på betongen.



Figur 3-22. Klättevildvin på lutande och vertikal yta vid nedströmssidan av en damm.

3.3 INFORMATION FRÅN DRIFTTEKNIKER

Vid platsbesöken fanns vid vissa av dammarna tillfälle att fråga driftteknikerna, eller medlemmar av styrgruppen, om hur mossor och buskar tas bort från dammarna. I vissa fall kunde lokal drifttekniker besvara några frågor angående hur ofta mossor och annan växtlighet tas bort, samt hur effektiv respektive borttagningsmetod upplevdes (det fanns ingen dokumentation som kunde visa hur effektiv respektive metod varit).

3.3.1 Kontinuerligt underhåll av påväxt

Utifrån svaren gavs en uppfattning om att borttagning av mossor genomfördes på ungefär hälften av dammarna. Där det genomfördes fanns dock inte någon bestämd kontinuerlig plan för borttagningen, utan den generella bilden som gavs var att det blev när det fanns lite tid över. Dessa svaren gäller dock inte för hela dammarnas livslängd. Eftersom den yngsta dammen är 30 år och svaren beträffande underhållet maximalt refererade till cirka 15 år tillbaka i tiden. Eftersom dammanläggningarna hade fler anställda längre tillbaka i tiden fanns möjligtvis även mer tid för underhåll såsom att rengöra betongytor från mossor.

Genom att spola rent en gång per år blir konsekvenserna från mosspåväxten troligtvis försumbara. Samtidigt observerades flera dammar vid platsbesöken som verkade ha en mycket liten påverkan från mosspåväxt som, enligt lokal drifttekniker, aldrig rengjorts från mossor.

Det normala förfarandet för buskar var att det röjs ungefär vartannat år. Detta är dock främst röjning av fyllningsdammarna och stensatta fyllningsdammarna, inte på påväxt vid betongkonstruktionen.

3.3.2 Metoder för borttagning

De vanligaste metoderna för borttagning av mossor är enligt driftteknikerna att mekaniskt skrapa bort eller att använda högtryckstvätt och spola bort påväxten. Det som tycks ge bäst resultat, d.v.s. längst tid innan mossan börjar växa igen, är att spola bort mossan jämfört med att skrapa. Det blir troligtvis kvar fler sporer efter skrapning jämfört med spolning. Enligt vissa företag som arbetar med att rengöra tak, från bland annat mossor, anger att de spolat med varmt vatten. Det är dock oklart vilken temperatur som vattnet har vid användningen, samt hur stor skillnad det är mellan resultaten vid jämförelse med kallt vatten. Med varmare vatten löser de flesta ämnen sig lättare, men vid högtryckstvätt är det sannolikt att vattenstrålens tryck har en större betydelse jämfört med temperaturen på vattnet.

En viss oro noterades angående huruvida högtryckstvätt skadar betongen. Med tanke på att vattenkraftverk ofta har betong med hög kvalitet och hållfasthet så påverkar inte en högtryckstvätt betongen. Den kommer dock spola bort ytligt urlakad betong som har sänkt hållfasthet. Som jämförelse kan nämnas att vid vattenbilning är trycket i strålen cirka 20 gånger högre jämfört med en vanlig högtryckstvätt som används vid borttagning av mossor.

Vid ett antal dammar har mossor spolats bort med hjälp av ultrarent vatten, vilket är filtrerat och avjoniserat vatten. Ultrarent vatten skiljer sig från avjoniserat vatten då ultrarent vatten även renats från organiska partiklar och lösta gaser. Detta har enligt en drifttekniker bidragit till en förlängd tid utan mossor jämfört med att spola med vanligt vatten. Ultrarent vatten har dock, likt kranvatten, pH runt 7 vilket innebär en risk för att betongen urlakas. Det finns en annan produkt som heter Z-vatten vilket, något förenklat, är ultrarent vatten som genomgått en elektrolys vilket höjer pH värdet till ungefär 12.5. På grund av att Z-vatten därmed har samma pH nivå som porlösningen i betong kommer det troligtvis inte bidra till urlakning, varför detta är en intressant produkt att testa vid rengöring av betong vid vattenkraftverk.

För röjning och borttagning av buskar används normalt en röjsåg. Detta innebär att buskar som kan få stubbskott, och har ett välutvecklat rotsystem, kan återhämta sig snabbt. För att åstadkomma en mer långsiktig lösning krävs det att stubben tillsammans med rötterna tas bort. Det gavs dock inte något godkänt sätt att åstadkomma detta. En möjlig metod för att komma åt hela rotsystemet skulle kunna vara att använda Ecoplug/Roundup plug. Eftersom dessa borrar in i roten (eller stammen) där de avger gift direkt till växtens inre struktur innebär det att man även kommer åt rötterna på detta sätt. Detta bidrar till att både kemikaliespridningen och kemikalieanvändningen minskar, enligt marknadsföringen.

4 Analys

Vanligaste växterna i nordiskt klimat som växer på betongkonstruktioner

Mossor växte både på lutande eller horisontala betongytor. Det observerades flera olika mossor och de vanligaste mossorna tros vara identifierade som kvastmossa och cypressfläta.

I fogar och sprickor i betongkonstruktionerna växte mindre buskar. Den vanligaste var björk, men det observerades även klibbal, hultbräken, klättervildvin, samt ett antal grässläkten bland annat tåtlar och gröen.

Eftersom fältstudien utfördes i den södra delen av Sverige kan sammansättningen av mossor och andra växter se annorlunda ut i andra delar av landet. Påverkan på betongen och konstruktionerna antas dock ske på likartat sätt.

Krav för att dessa växter ska kunna växa på betongkonstruktioner

Mossor trivs framförallt på ytor med skugga, vilket tillsammans med närhet till vattnet, bidrar till ett svalt och fuktigt mikroklimat. Enligt avsnitt 3.2.1 krävs troligtvis ett visst karbonatiseringsdjup innan mossor trivs och kan börja växa på betongytan.

Med hänsyn till områdena med urlakning och mossor enligt Figur 3-4, Figur 3-5 och Figur 3-6 växer mossor inte vid områden där betong urlakas. Anledningen tros vara att en kontinuerlig urlakning bidrar till att ytan har en ständigt hög pH-nivå vilket gör att mossan inte trivs.

Växterna har också gemensamt att de trivs vid/i sprickor eller fogar där det kunnat ansamlas smuts och jord som kan hålla fukten över tid. Utöver detta verkar det som att växer med rötter föredrar platser med mestadels sol.

Skademekanismer kopplade till mosspåväxt

Den mest sannolika förklaringen till skademekanism enligt författaren är en ytlig kemisk attack som endast har påverkat cementpastan. Den bakomliggande faktorn tros vara att mossan kan suga åt sig och hålla kvar surt regn. En annan möjlighet är att mossan löser upp den hårdnade cementpastan på motsvarande sätt som vissa arter kan lösa ut mineraler från stenar. Oberoende av vilken mekanism eller vilka kombinerade mekanismer som ligger till grund är resultatet fortfarande en begränsad ytlig skada på den hårdnade cementpastan och friläggning av ballastkorn. I fallet med lutande betongytor utan mossor, då kan surt regnvatten rinna bort snabbt och därmed undviks kemiskt angrepp. Detta visualiseras i Figur 3-7, Figur 3-9 och Figur 3-10 som visar att det kemiska angreppet begränsats till ytor där mossor vuxit (tagits bort i figurerna) medan ytor runt omkring mossan inte har påverkats. På horisontala ytor där vatten kan lägga sig och bilda en tunn hinna så kommer vattnet avdunsta relativt snabbt när det slutat regna, men det är en större risk för angrepp jämfört med lutande ytor. Detta visualiseras i Figur 3-8, Figur 3-11 och Figur 3-12 där det syns en relativt jämn ytlig skada oavsett påväxt av mossor.

En alternativ skademekanism som vanligtvis nämns är frostsador, likt de frostsador som kan uppkomma vid skvalplinjen (Rosenqvist, 2016). Det anses dock högst osannolikt att ytan under mossan skulle kunna ackumulera en fuktighet som är över den kritiska vattenmättnadsgraden när betongen, enligt Figur 3-7 till och med Figur 3-12, inte är i kontakt med vatten. Att den kritiska vattenmättnadsgraden skulle uppnås endast från regn anses osannolikt eftersom fukt även kan torka genom mossan. Mossan är troligtvis mycket mer permeabel (vattengenomsläpplig) jämfört med betongen (brist på jämförbara uppmätta resultat av permeabilitet att referera till). Detta innebär att mossor troligtvis inte bidrar till en risk för fryssador på grund av att betongens kritiska vattenmättnadsgrad överskrids.

Det verkar som att mossor börjar växa på betong med ett minimikarbonatiseringsdjup och efter att mossor börjat växa medför det att betongen håller sig fuktigare vilket resulterar i att karbonatiseringen avstannar (då karbonatisering är beroende av omgivande relativ fuktighet). Detta kombinerat med den begränsade ytliga skadan orsakad av mossor innebär att mossor troligtvis har en försumbar konsekvens för betongkonstruktionens livslängd även om mossan inte åtgärdas över tid. Detta bör dock utredas vidare enligt avsnitt 5.1.

Skademekanismer orsakade av växter med rötter

Skademekanismen från växter med rötter är troligtvis att rötterna växer tills de är lika tjocka som sprickvidden. Om sådana vattenfyllda rötter fryser under vintern så resulterar det i att sprickorna utvidgas. Detta behöver dock bekräftas genom kontrollerade tester som reducerar andra faktorer som kan påverka.

Metoder aktörer använder för att förhindra eller minska påväxt

Eftersom bekämpningsmedel av biologisk påväxt vid vattenkraftverk riskerar att hamna i vatten är den mest lovande produkten som hittats under litteraturstudien "ecoplug". Denna injekterar gift i trädets inre struktur och minskar därmed spridningen ut i marken och vattnet.

För borttagning av mossor på tak är den vanligaste metoden att spola med högtryckstvätt.

5 Diskussion och förslag på fortsatta studier

Nedan listade slutsatser kan ligga till grund för framtida riktlinjer för hantering av biologisk påväxt.

Enligt föreliggande studie har mossor troligen en begränsad och möjligtvis försumbar inverkan på livslängden för vattenkraftens betongkonstruktioner. Om det går att visa i en fortsatt studie att mossan endast resulterar i en ytlig skada kan mossan anses ha en obetydlig inverkan på betongkonstruktionens livslängd. Det är dock oklart hur djup och omfattande den ytliga skadan kan bli över tiden. För att svara på det krävs ytterligare studier.

Om det är aktuellt att ta bort eller motverka mossopåväxt så kan följande alternativ beaktas.

Om ytan med mossor är skuggad av något objekt (t.ex. träd) som går att ta bort så bör första åtgärden vara att ta bort detta då direkt solljus kan torka ut mossan och motverka till viss del. Dessa fall är dock troligtvis sällsynta.

Enligt driftteknikerna är det mer effektivt att spola bort mossor med vatten jämfört med att skrapa bort. Effekten av att använda varmvatten, ultrarent vatten eller Z-vatten istället för vanligt vatten finns inte dokumenterat. Det har inte hittats några referenser, eller exempel, där Z-vatten använts i syfte att motverka mossopåväxt på betong. På grund av detta krävs fortsatta studier för att på ett strukturerat sätt utreda vilken metod som är bäst beroende på situation.

Utöver att spola med vatten finns det enligt tidigare flera olika kemikalier som används mot mossor. Av de fyra som nämnts ovan är troligtvis Natriumkarbonat det som är mest lovande för användning till biologisk påväxt på dammar eftersom det inte är miljöfarligt. Det är dock oklart hur effektivt det är samt vilken inverkan det har på betongen. Natriumkarbonatlösning är även en bas och har ett relativt högt pH (11.6) vilket minskar risken för urlakning av betongen.

Mindre växter och träd växer framförallt i sprickor och bedöms kunna orsaka lokala skador som kan bli mer omfattande om de tillåts växa till sig. Växtlighet med rötter bör därför avlägsnas som en del i det kontinuerliga underhållet.

Om rötter blir kvar efter borttagande av mindre växter kommer de kunna fortsätta växa och troligtvis orsaka skador i längden. På grund av detta är det troligtvis bäst att lokalt använda kemikalier i liten mängd för att förhindra rötterna från att fortsätta växa. Om möjligt använda inkapsling (motsvarande metod som används vid epoximålning) för att bidra till att medlet har en längre effekt. Med mindre doser som släpps ut över en längre tid skulle kanske också kunna bidra till att en mindre mängd av kemikalierna kommer ut i naturen.

5.1 FÖRSLAG TILL FORTSATTA STUDIER

Denna studie har redovisat observationer av biologisk påväxt på dammar vid ett tillfälle under deras livslängd. Detta är dock inte tillräckligt för att avgöra orsakerna till skadorna till följd av biologisk påväxt.

På grund av brist på information om det kontinuerliga underhållet som respektive damm erhållit under hela dess livslängd är det oklart vilka åtgärder som resulterat i respektive ögonblicksbild som observerats här. Detta innebär till exempel att det inte går att avgöra om ett område fått en lokal skada på grund av biologisk påväxt som vuxit där under 1 år eller 50 år.

Det finns två viktiga frågor som bör besvaras i en uppföljande studie för olika växter.

- Vilken skadeomfattning kan orsakas beroende på hur lång tid den biologiska påväxten fått växa?
- Vilket kontinuerligt underhåll krävs (avseende biologisk påväxt) för att undvika de skador som bedöms ha en inverkan på betongkonstruktionens beständighet?

5.1.1 Labbstudie

Labbstest skulle syfta till att studera inverkan från mossor på ett mer noggrant sätt. Först behöver ytan karbonatiseras för att mossan ska kunna trivas på betongytan. Därefter kan man gjuta lämpliga provkroppar som har horisontala och vertikala (eller lutande) ytor för mossan att växa på. För att simulera en yta som är nära vatten skulle botten av provkropparna ha kontakt med vatten, vilket bidrar till ett lite fuktigare mikroklimat. Förslagsvis påskyndas experimentet genom att konstant låta mossan vara i fördelaktiga förhållanden för att växa. Mätningar kan sedan genomföras t.ex. efter 1, 2, och 4 år. Detta skulle kunna ge en indikation på tiden som krävs för att mossan ska kunna påverka betongytan. Förslag på mätningar i provkropparna (med och utan mossor) är att undersöka urlakning av ytan (kemisk attack), och vatteninnehåll i betongen (bidrar till en risk för frostsador).

Urlakningen av ytan skulle kunna testas genom att hälla på en lösning med pH som motsvarar surt regn. På provet utan mossor kommer lite sugas in av den hårdnade cementpastan, vilket då kommer kunna verka som en kemisk attack, men det mesta kommer rinna av. På provet med mossor kommer troligtvis större delen av vätskan hållas kvar av mossan och därmed bidra till en mer långvarig kemisk attack.

Denna studie bör även utökas för att testa olika bindemedel som har använts och kan tänkas användas i framtiden för svensk Vattenkraft. Som referens bör traditionell Portlandcement (t.ex. Anläggningscement) användas. Utöver detta bör även bindemedel som innehåller tillsatsmaterial, t.ex. flygaska och slagg, testas. Enligt avgränsningarna har denna studie inte tagit hänsyn till om olika dammar byggts med olika typer av bindemedel. Det bör göras i en uppföljning eftersom olika typer av bindemedel påverkar karbonatiseringshastigheten. Betong som delvis innehåller flygaska eller slagg karbonatiserar generellt sett snabbare jämfört med betong med 100 % anläggningscement. På grund av detta kommer kanske

mossa kunna börja växa tidigare efter gjutning. Det skulle dock kunna vara så att andra faktorer bidrar till att mossan trivs sämre på betong med flygaska eller slagg.

5.1.2 Fältstudie

Syftet med en fältstudie vore att utvärdera vilken metod som är mest effektiv mot biologisk påväxt, samt vilken frekvens respektive metod kräver för att hålla bort mossor och annan växtlighet på betongkonstruktionerna. De metoder som verkar mest lovande är följande:

- mekanisk borttagning (t.ex. med skrapa),
- avspolning med kallt och/eller varmt vatten,
- avspolning med ultrarent vatten, eller Z-vatten,
- för större växter med rötter testas ecoplug.

Följande givet att natriumkarbonat tillåts användas:

- avspolning följt av sprayning med natriumkarbonatlösning.

För att enkelt kunna jämföra metoderna bör en bestämd referensperiod användas, t.ex. 10 år. Resultaten skulle därmed kunna vara enligt följande:

- vilken metod som föredras av utförande personal,
- hur lång arbetstid som krävs per tillfälle,
- hur många besök som krävs per 10 år,
- materialkostnaden för respektive metod för att hålla ytan moss- och växt-fri per 10 år
- totalkostnad (arbete + material) per 10 år,

För att testa de olika metoderna så skulle t.ex. en eller två metoder användas per damm. Detta innebär att det blir samma förutsättningar på plats. Alternativt skulle en metod kunna användas per damm och ett antal olika dammar undersöks där olika metoder används.

6 Slutsatser

Följande slutsatser dras med hänsyn till observationerna vid fältbesöket:

- Mossor resulterar i en yttlig urlakning och skada.
 - × Effekten av denna är troligtvis försumbar för betongkonstruktionens livslängd men detta bör utredas vidare.
 - × För att hantera mossor tycks det bästa sättet vara med hjälp av högtryckstvätt. Vidare studier behövs för att se om det går att få en mer långtidsverkande effekt genom att använda basiskt vatten.
- Buskar och större växter med rötter verkar kunna bidra med frysskador genom att vattnet i rötterna fryser under vintern.
 - × Det bästa sättet för att hantera växter på är troligtvis med hjälp av någon typ av eco-plugg eftersom röjsåg och liknande metoder inte åtgärdar de skadliga rötterna.

7 Referenser

- Bonus Change project (2017). *Changing leisure boat antifouling practices in the Baltic Sea*, Ed. Strand H., Solér C., Dahlström M.
- Ekström T. (2003). *Leaching of concrete : the leaching process and its effect*. Division of building materials, LTH, Lund University.
- Elsalamawy M. m.fl. (2019). *The role of relative humidity and cement type on carbonation resistance of concrete*. Alexandria Engineering Journal, Volume 58, Issue 4, p. 1257-1264.
- Kemikalieinspektionen (2020). <https://www.kemi.se/lagar-och-regler/regler-for-biocidprodukter>, Sverige.
- Kuhlin L. (2020). <http://vattenkraft.info>, Kuhlins Webdesign, Sverige.
- Leijonhufvud P. (2018). *Akvatisk mossor binder arsenik*. <https://www.leijonhufvud.org/2018/04/16/akvatisk-mossa-renar-arsenik>, Sverige.
- Mossberg B., & Stenberg L. (2018). *Nordens flora*. Sverige.
- Mossornas vänner (2020). <https://www.mossornasvanner.se/index.php/fragor-och-svar-om-mossor/>, Sverige.
- Nordstierna L. m.fl. (2010). *Molecular release from painted surfaces: Free and encapsulated biocides*, Progress in Organic Coatings, v.69-1, p.45-48.
- Ny Teknik (2008). <https://www.nyteknik.se/popularteknik/koppartrad-minskar-mossan-bara-marginellt-6371192>, Sverige.
- Rosenqvist M. (2016). *Frost-induced deterioration of concrete in hydraulic structures - Interactions between water absorption, leaching and frost action*. Division of building materials, LTH, Lund University.
- SS 137003 (2015). *Betong – Användning av EN 206 i Sverige*. Svensk Standard, SIS.
- SS-EN 197-1 (2011). *Cement – Del 1: Sammansättning och fordringar för ordinära cement*. Svensk Standard, SIS.
- SS-EN 206 (2013). *Betong – Fordringar, egenskaper, tillverkning och överensstämmelse*. Svensk Standard, SIS.
- Sternbeck J. (2000). *Upptäckt och effekter av koppar i vatten och mark*, IVL rapport, Svenska Miljöinstitutet AB.

Sökord

Fältstudie, Betongdammar, Biologisk påväxt, Mossor.

INVERKAN AV BIOLOGISK PÅVÄXT PÅ BETONGKONSTRUKTIONER

Olika typer av växtlighet som mossor och små lövträd växer ofta på vattenkraftens betongkonstruktioner. En vanlig anmärkning när konstruktionerna inspekteras är att växtligheten bör tas bort. Det här är en utvärdering av hur den här typen av växtlighet påverkar konstruktionernas livslängd.

De vanligaste växterna är mossor och björk. Mossor tycks kunna bidra till ett kemiskt angrepp på ytan. Det beror troligtvis på att mossan håller kvar surt regn som angriper den ytliga cementpastan och frilägger ballastkorn. För björk, och andra buskar, där rötterna kan växa in i sprickor vilket kan utvidga sprickan genom frysning av vattnet i roten.

Fältstudier av 28 dammar innebar att all synlig biologisk påväxt dokumenterades och att karbonatiseringsdjupet mättes på betongytor som troligtvis varit påverkade av påväxt under en längre tid.

Resultaten visar att det bästa sättet att hantera mossor är att spola med högt trycksvätt. För att hantera buskar och mindre växter är det bästa sättet troligtvis att använda en lokal insats som ecoplug som innebär en minimal inverkan på det omkringliggande ekosystemet.

Ett nytt steg i energiforskningen

Energiforsk är en forsknings- och kunskapsorganisation som samlar stora delar av svensk forskning och utveckling om energi. Målet är att öka effektivitet och nyttiggörande av resultat inför framtida utmaningar inom energiområdet. Vi verkar inom ett antal forskningsområden, och tar fram kunskap om resurseffektiv energi i ett helhetsperspektiv – från källan, via omvandling och överföring till användning av energin. www.energiforsk.se