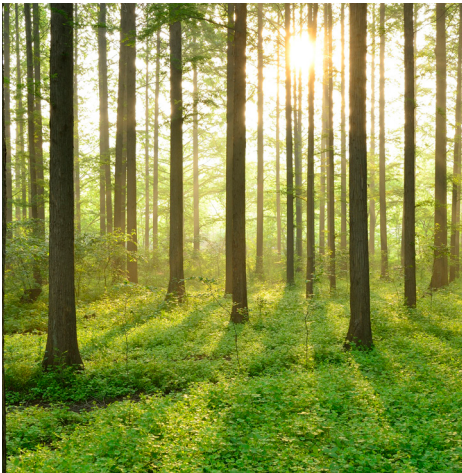


# UNDERSÖKNING OCH RIVNING AV HYLTE BETONGDAMM

RAPPORT 2020:695



VATTENKRAFT

BETONGTEKNISKT PROGRAM  
VATTENKRAFT



Energiforsk



# Undersökning och rivning av Hylte betongdamm

MARTIN ROSENQVIST

ISBN 978-91-7673-695-1 | © Energiforsk september 2020

Energiforsk AB | Telefon: 08-677 25 30 | E-post: [kontakt@energiforsk.se](mailto:kontakt@energiforsk.se) | [www.energiforsk.se](http://www.energiforsk.se)



## Förord

**I många äldre dammar så är dokumentationen av hur dammen byggts upp och vilka ändringar som gjorts under den första delen av dammens livslängd begränsad. De dammar som byggts upp under en viss epok har dock ofta byggts upp på liknande sätt, så om man kan hitta dokumentation för ett bygge så är det värdefullt för andra konstruktioner från samma epok.**

I samband med att Statkrafts damm i Hylte skulle rivas för att ge plats för en modern damm, så har uppbyggnaden och materialens tillstånd dokumenterats för att samla information åt andra konstruktioner från 1900-talets början. Dokumentationen har genomförts av seniorkonsulten Martin Rosenqvist vid AFRY. Tack till NCC och Statkraft för att ha möjliggjort undersökning och dokumentering av utrivningen.

Projektet har genomförts inom Betongtekniskt program vattenkraft, med intressenterna Fortum Sverige AB, Jämtkraft AB, Karlstads Energi AB, Skellefteå Kraft AB, Sollefteåforsens AB, Statkraft Sverige AB, Svensk Kärnbränslehantering, Sydkraft Hydropower AB, Umeå Energi AB, Vattenfall AB Vattenkraft och Vattenfall Indalsälven AB.

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

## Sammanfattning

**Föreliggande rapport beskriver de undersökningar som gjordes inför och efter utrivningen av den gamla betongdammen vid Hylte kraftverk. När det beslutades att riva ut dammen från tidigt 1900-tal i torrhet uppstod möjligheten att noggrant kunna undersöka dammens tillstånd.**

Betongdammar från 1900-talets början förknippas ofta med bristande beständighet i form av läckage och skador till följd av urlakning av betongens cement. De flesta av dessa dammar har vid ett eller flera tillfällen injekterats med cementbaserade bruk med syftet att täta dammen och bromsa fortsatt nedbrytning.

Bygget av dammen vid Hylte fors inleddes hösten 1907. Dammen byggdes sedan om vid två tillfällen. Vid det andra tillfället i början av 1940-talet höjdes dammen drygt en meter. Dammen har därefter injekterats med cementbruk vid minst två tillfällen. I början av 2010-talet fattades beslutet att ersätta dammen med en ny.

Utrivningen av betongdammen gav upphov till ett sällsynt tillfälle att undersöka en tidig 1900-talsdamm med avseende på dess utformning och aktuella tillstånd. Undersökningarna skulle kunna utföras på ett sätt och i en omfattning som vanligtvis inte är möjlig när en damm fortfarande är i bruk.

Innan rivningsarbetet påbörjades dokumenterades dammens utvändiga tillstånd med text och bild. Samtidigt borrades betongkärnor ut från en av dammens stödpelare för att undersöka det inre tillståndet. Kärnorna karterades och i borrhålen utfördes först vattenförlustmätning och därefter injektering med cementbruk. En ny betongkärna borrades sedan ut för att undersöka injekteringens effekt.

Rivningsarbetets tillvägagångssätt och dammens invändiga tillstånd kartlades och dokumenterades med text och bild i takt med att rivningen fortgick. Särskilt fokus lades på området vid den stödpelare som hade injekterats. Ett antal betongstycken tillvaratogs för att i efterhand kunna användas för undersökning i laboratoriemiljö av injekteringens effekt i form av spräckhållfasthet, tryckhållfasthet, E-modul, vattengenomsläpplighet (hydraulisk konduktivitet) och frostbeständighet.

Vid dammens utrivning bekräftades det att betongen i de ursprungliga delarna av dammkroppen ställvis var kraftigt skadad till följd av urlakning. Dessa skador var framförallt koncentrerade längs gjutfogarna mellan de lager som betongen lades ut i under byggskedet. Vidare konstaterades det att dammens tillstånd stämde väl överens med iakttagelserna från karteringen av de utborrade betongkärnorna.

## Summary

**This report describes the studies that were performed prior to and after the demolition of the original concrete dam at Hylte power plant. When it was decided to demolish the dam from the early 1900s behind a coffer-dam, the possibility arose to carefully examine the condition of the dam.**

Concrete dams constructed in the early 20<sup>th</sup> century are often associated with poor durability due to leakage and damage as a result of leaching of the cement. Many of these dams have been grouted with cement on one or more occasions to stop leakage and reduce further deterioration.

Construction of the dam at Hylte began in the autumn of 1907. The dam was then rebuilt on two occasions. On the second occasion in the early 1940s, the dam was heightened just over a meter. Thereafter, the dam has been cement grouted at least twice. In the early 2010s, the decision was made to replace the dam with a new one.

The demolition of the concrete dam gave rise to a rare opportunity to examine a dam from the early 20<sup>th</sup> century with regard to its design and present condition. Hence, it would be possible to conduct the investigations in a manner and to an extent that is usually not possible when a dam is still in use.

Prior to the demolition work, the external condition of the dam was documented in text and image. Moreover, concrete cylinders were drilled out from one of the piers to examine the internal condition of the dam. The cylinders were then mapped and the boreholes were used to conduct Lugeon water-testing and cement grouting. An additional cylinder was then drilled out to study the results of the grouting work.

The demolition work together with the internal condition of the dam were mapped and documented in both text and image as the demolition proceeded. Of particular interest was the pier that had been grouted. A number of concrete blocks were also collected to be used in the laboratory to study the effect of grouting with regard to tensile splitting strength, compressive strength, Young's modulus, permeability (hydraulic conductivity) and frost resistance.

During the demolition process, it was confirmed that the concrete in the original parts of the dam was severely damaged as the result of leaching. Damaged areas were mostly found along the construction joints between the layers in which the concrete was placed during the construction phase. Moreover, it was found that the internal condition of the dam was in good agreement with the observations made from the mapping of the drilled out concrete cylinders.

## Innehåll

|          |                                               |           |
|----------|-----------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>Inledning</b>                              | <b>7</b>  |
| 1.1      | Bakgrund                                      | 7         |
| 1.2      | Syfte och mål                                 | 9         |
| 1.3      | Avgränsningar                                 | 9         |
| <b>2</b> | <b>Dammens utformning och uppbyggnad</b>      | <b>10</b> |
| 2.1      | Historik                                      | 10        |
| 2.2      | Första utbyggnaden                            | 11        |
| 2.3      | Andra utbyggnaden                             | 13        |
| 2.3.1    | Förberedelser inför höjning                   | 13        |
| 2.3.2    | Genomförande av höjning                       | 15        |
| 2.4      | Tredje utbyggnaden                            | 18        |
| 2.5      | Fjärde utbyggnaden                            | 20        |
| 2.6      | Övriga händelser vid dammanläggningen         | 22        |
| <b>3</b> | <b>Dammens status innan utrivning</b>         | <b>24</b> |
| 3.1      | Exteriör status                               | 25        |
| 3.2      | Interiör status                               | 39        |
| <b>4</b> | <b>Förberedande arbeten inför utrivning</b>   | <b>40</b> |
| 4.1      | Kartering av betongkärnor innan injektering   | 40        |
| 4.2      | Vattenförlustmätning                          | 47        |
| 4.3      | Cementinjektering                             | 48        |
| 4.4      | Kartering av betongkärnor efter injektering   | 51        |
| <b>5</b> | <b>Arbeten under och efter utrivning</b>      | <b>53</b> |
| 5.1      | Rivningsmetoder                               | 53        |
| 5.1.1    | Rivning under vatten                          | 53        |
| 5.1.2    | Rivning i torrhet                             | 53        |
| 5.2      | Rivningsarbetets genomförande                 | 54        |
| 5.3      | Betongstycken för undersökning                | 57        |
| <b>6</b> | <b>Dammens status i samband med utrivning</b> | <b>60</b> |
| 6.1      | Iakttagelser under rivningsarbetet            | 60        |
| 6.2      | Betong och injekteringsbruk                   | 71        |
| 6.3      | Armering                                      | 81        |
| <b>7</b> | <b>Diskussion och slutsatser</b>              | <b>85</b> |
| <b>8</b> | <b>Referenser</b>                             | <b>88</b> |

# 1 Inledning

## 1.1 BAKGRUND

Kraftverksdammar av betong från 1900-talets inledande decennier förknippas ofta med bristande beständighet i form av läckage och urlakning av betongens cement. Dammarna byggdes vanligtvis av cementfattig stampbetong. Betongmassan lades ut i jämna lager om 15–30 cm tjocklek och bearbetades därefter genom stampning. Rosenqvist (2018) anger att stampbetongens nedbrytning främst koncentreras till gjutfogar mellan dessa lager och runt ingjutningsgoods. Det är därför vanligt med stora variationer i betongens kvalitet i dammar av mager stampbetong.

Många äldre betongdammar har vid ett eller ett flertal tillfällen injekterats med cementbaserade bruk i försök att tätas dammen och bromsa fortsatt nedbrytning. Det är inte heller ovanligt att dammarna har förstärkts eller byggts om vid något tillfälle. Ibland har det uppstått osäkerheter i efterhand kring konstruktionernas faktiska utformning. Två anledningar till detta kan vara att ritningsunderlag ej upprättades för åtgärden eller att dessa dokument har gått förlorade med tiden.

Den ursprungliga utskovsdammen vid Hylte kraftverk (Figur 1) utgör ett exempel på en äldre betongdamm där osäkerheter kring dammens utformning och tillstånd resulterade i beslutet att ersätta den med en ny damm. Bakgrunden till beslutet var att dammens avbördande kapacitet behövde utökas för att tillmötesgå dagens krav på erforderlig dammsäkerhet. Det skulle därför krävas ombyggnation av dammen. Detta alternativ bedömdes alltför komplext givet de osäkerheter som fanns, varför det ansågs bättre att uppföra en ny utskovsdamm och riva ut den äldre dammen. Flygfotografiet i Figur 2 visar läget för utskovsdammen vid Hylte kraftverk.



Figur 1. Nedströmssidan av den ursprungliga utskovsdammen vid Hylte kraftverk. Fotograferad i maj 2011.



Figur 2. Flygfotografi förevisande läget för den gamla utskovsdammen och anslutande jordfyllningsdammar vid Hylte kraftverk. Flygfotografiet har hämtats från [www.hitta.se](http://www.hitta.se) 2019-09-19.

Den planerade utrivningen av utskovsdammen gav upphov till ett sällsynt tillfälle att undersöka en tidig 1900-talsdamm med avseende på dammens utformning och inre tillstånd. Tack vare att undersökningarna kunde utföras innan, under och efter rivningsarbetet blev det möjligt att kartlägga dammens tillstånd på ett sätt och i en omfattning som vanligtvis inte är möjligt för en damm som fortfarande är i bruk.

Utskovsdammen vid Hylte kraftverk har cementinjekterats i flera omgångar med syftet att täta läckage och bromsa takten på stampbetongens nedbrytning. Genom att låta injektera en begränsad del av dammen precis innan rivning bedömdes det möjligt att i större omfattning än vanligt kunna undersöka injekteringens effekt. I samband med dammens utrivning studerades det injekterade partiet på handnära håll samtidigt som stora betongstycken tillvaratogs för att möjliggöra uppföljande undersökningar i laboriemiljö. Också ej injekterade betongstycken bevarades.

Dokumenterade undersökningar av äldre vattenkraftskonstruktioner i samband med utrivning är förhållandevis sällsynta. Ett undantag är undersökningen som genomfördes av Lindström (1989) när den ursprungliga mellanfallsdammen vid Älvkarleby kraftverk revs ut 1988. Rivningen gav möjlighet att både undersöka resultatet av tidigare utförda reparationer och jämföra konstruktionens faktiska tillstånd med de bedömningar som hade baserats på kärnbörningar.

Ett annat exempel är den undersökning som genomfördes av Sandström (2008) i samband med rivningen av Månsbo gamla kraftverk. Undersökningen bestod av att på plats studera betongens respektive armeringens status och utvärdera olika typer av tekniker för oförstörande provning. Samtidigt togs det ut betongprover för bestämning av betongens egenskaper genom laborieprovning. En annan

dokumenterad undersökning som sammanställdes av Thorsell (2007) berör den cementinjektering som utfördes i vänster kanalmur vid Älvkarleby kraftverk.

I föreliggande rapport kommer det att redogöras för arbetena som utfördes innan, under och efter utrivningen av utskovsdammen vid Hylte kraftverk. Till stöd för redogörelserna kommer dammens historia att kortfattat beskrivas. De praktiska arbetena vid dammen utfördes mellan november 2018 och juni 2019.

## **1.2 SYFTE OCH MÅL**

Det övergripande syftet med föreliggande projekt är att sammanställa erfarenheter och tillgängliggöra kunskap angående vattenkraftens äldre betongkonstruktioner. Denna typ av kunskap kan utgöra ett kompletterande underlag inför beslut kring mindre underhållsarbeten såväl som större åtgärder vid andra äldre dammar.

Tre mål sattes upp för projektet. Det första målet var att dokumentera dammens tillstånd innan utrivning och sedan dokumentera rivningsarbetet för att beskriva dammens utformning och faktiska tillstånd. Det andra målet var att injektera en stödpelare för att kunna undersöka effekten av cementinjektering i en urlakad betongkonstruktion. Det tredje målet var att tillvarata flera betongstycken för vidare studier med hänsyn till bestämning av betongens egenskaper.

## **1.3 AVGRÄNSNINGAR**

Föreliggande projekt har omfattat planering, utförande och uppföljning av cementinjektering i en pelare, samt dokumentering av utskovsdammens utformning och tillstånd. Andra typer av undersökningar och mätningar omfattas ej av projektet. Likaså har framtagning av råd och rekommendationer för underhåll av äldre och urlakade betongkonstruktioner ej omfattats av projektet.

## 2 Dammens utformning och uppbyggnad

### 2.1 HISTORIK

Utskovsdammen vid Hyltebruk utgör en del av det som i folkmun benämns Hylte damm. Dammen reglerar ån Nissan som vid platsen har en medelvattenföring av 24 m<sup>3</sup>/s. Hyltebruk ligger i Småland drygt 45 km nordöst om Halmstad.

Hyltebruk är ett samhälle som växte fram i anslutning till det pappersbruk som är ortens stora arbetsgivare. Pappersbruket grundades våren 1907 med namnet Hylte Bruk AB. Vid tidpunkten omgärdades Nissans stränder till stor del av skog. Strax nedanför läget för den blivande dammen låg det en kvarn och såg (Figur 3).

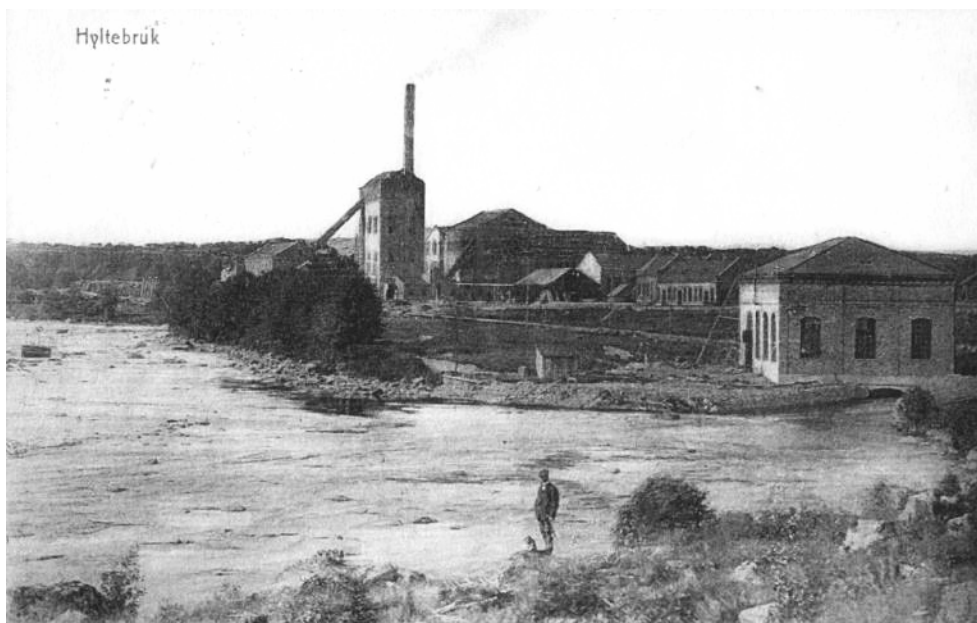


Figur 3. Odaterat vykort som återger nedströms vy över såg och kvarn strax nedanför läget för Hylte damm. Vykortet har skannats och tillhandahållits av K-O Nilsson ([www.hyltevykort.se](http://www.hyltevykort.se)).

I en artikel i Hallandsposten (1910) framgår det att arbetet med dammbyggnaden, tilloppskanalen, tilloppstuben och kraftstationen inleddes hösten 1907. Tillstånd för kraftstation med tillhörande dammar erhöles från Västbo häradsrätt år 1908. Vattenavledningen till kraftstationen (Figur 4) fastställdes till 5 m<sup>3</sup>/s. Enligt ett kåseri publicerat i Hallandsposten (1928) driftsattes kraftstationen år 1909.

Arbetet med pappersbrukets byggnader påbörjades inte förrän i april månad 1909. Under samma år slutfördes arbetet att dra fram järnvägen till Hyltebruk. Sträckan mellan Torup och Hyltebruk är en bibana till järnvägslinjen Halmstad–Nässjö. Med alla förberedelser klara startade bruket sin verksamhet den 1 april 1910.

Pappersbruket har sedan 1910 byggts ut i flera omgångar, vilket även har inneburit förändringar för dammbyggnaderna, tilloppskanalen och kraftstationen. I följande avsnitt beskrivs dessa arbeten som första, andra, tredje och fjärde utbyggnaden.



Figur 4. Vykort postgånget år 1911 som återger pappersbruk med tillhörande kraftstation till höger i bild. Vykortet har skannats och tillhandahållits av K-O Nilsson ([www.hyltevykort.se](http://www.hyltevykort.se)).

## 2.2 FÖRSTA UTBYGGNADEN

Bygget av dammanläggningen som skulle reglera Nissan vid platsen för Hylte fors inleddes hösten 1907 enligt uppgifter i Hallandsposten (1910). Arbetena omfattade bland annat bygget av en drygt 300 m lång regleringsdamm bestående av en cirka 225 m lång jordfyllningsdamm och en 75 m lång utskovsdamm i betong. Till detta kom en drygt 1,5 km lång tilloppskanal som på långa sträckor behövde vallas in. Ett fotografi från tiden för bygget av utskovsdammen visas i Figur 5.



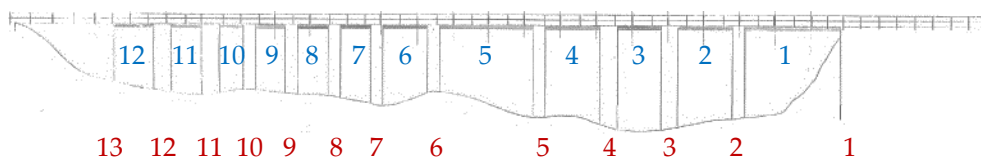
Figur 5. Fotografi från bygget av utskovsdammen 1907–1909. Fotografiet från Hembygdsförening (2002).

I övrigt är uppgifter rörande byggskedet mycket knapphändiga. Ritningsunderlag eller redogörelser för arbetenas genomförande har ej återfunnits. I en skildring av Hyltebruks historia, sammanställd av Hylte och Långaryds hembygdsföreningar, återges det en berättelse som ska vara från dammbygget. Berättelsen går ut på att arbetarna fick betalt efter hur många säckar cement som åtgick vid bygget. Detta skulle ha lett till att arbetarna hävde fulla cementsäckar direkt ned i formarna.

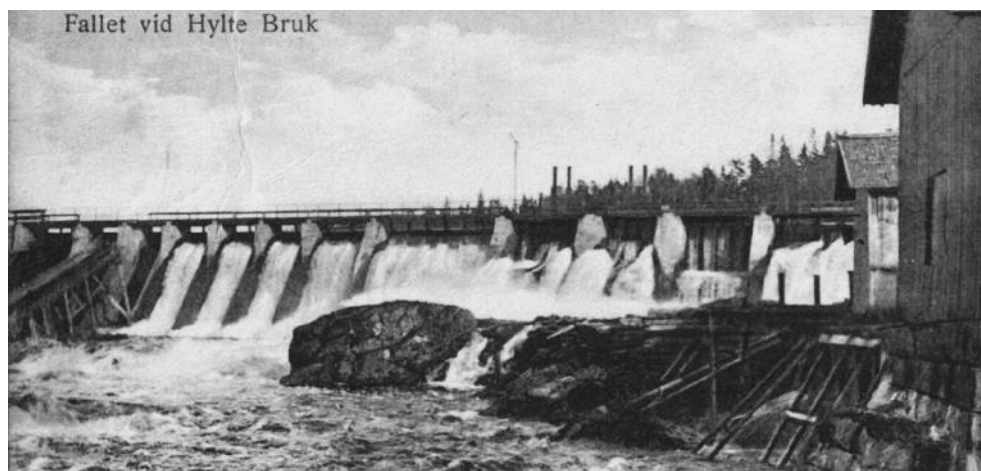
En annan berättelse som lever kvar sedan dammbygget berör de sparstenar som skulle användas för att reducera cementförbrukningen. Ryktena säger att så fort byggkontrollanten ej närvarade drog arbetarna upp tidigare nedlagda sparstenar och placerade dem överst för att ge illusionen av att dammkroppen fylldes upp med betong och sparstenar i enlighet med anvisningarna. På detta sätt ökade cementåtgången (läs arbetarnas förtjänst) utan att kontrollanten anade något.

Utskovsdammen fick en längd av cirka 75 m och en största höjd av 11 m. Dammen grundlades på berg. Till vänster, räknat efter vattnets flödesriktning, anslöt den till tillloppskanalens intagskonstruktion. Till höger mot jordfyllningsdammen. Krönets nivå i höjdsystem RH 70 låg på +130,83 m medan dämmningsgränsen var +130,04 m.

Dammen uppfördes med 13 stödpelare, 12 utskov och anslutningsmurar i vardera ände (Figur 6). Utskov 2, 3 och 4 utrustades med spettluckor medan de övriga nio utskoven fick träsättar. Nivån för trösklarna i utskoven 2, 3 och 4 låg på +127,15 m medan motsvarande nivå för de övriga utskoven låg på +128,88 m. Fotografierna i Figur 7 och Figur 8 visar utskovsdammens ursprungliga utformning.



Figur 6. Vy över utskovsdammens nedströmssida. Utskoven är numrerade 1–12 och stödpelarna 1–13 räknat från vänster till höger i vattnets flödesriktning. Längdsektionen upprättades vid 1943 års inmätning.



Figur 7. Del av vykort som återger hur utskovsdammen såg ut på 1910-talet. Sågen och kvarnen till höger i bild. Vykortet har skannats och tillhandahållits av K-O Nilsson ([www.hyltevykort.se](http://www.hyltevykort.se)).



Figur 8. Fotografi som visar hur utskovsdammen såg ut i början av 1920-talet. Notera de förhållandevis slanka stödpelarna med brant lutning på nedströmssidan. Fotografi från samling förvarad vid Rydö Bruksmuseum.

## 2.3 ANDRA UTBYGGNADEN

Den andra utbyggnaden avser de arbeten som utfördes för att höja anläggningens dämningssgräns med 0,66 m från nivån +130,04 m till nivån +130,70 m. I anslutning till dammarnas höjning byggdes kraftstationen ut med ett andra aggregat. Det nya aggregatet krävde en utökning av vattenavledningen om 11 m<sup>3</sup>/s (totalt 16 m<sup>3</sup>/s). I följande avsnitt beskrivs de arbeten som utfördes för att möjliggöra höjningen.

### 2.3.1 Förberedelser inför höjning

Drygt 3,5 km uppströms dammen i Hyltebruk rinner vattnet från Färgensjöarna ut i Nissan. I en kungörelse som publicerades i Hallandsposten (1920a) uppges det att Västerbygdens Vattendomstol handlägger ett ärende rörande reglering av nämnda sjöar. En reglering av sjöarna skulle avhjälpa problemet beträffande periodvis brist på vatten för de industriella anläggningarna som låg utmed Nissan. Enligt uppgift i Hallandsposten (1920b) uppskattades kostnaden för regleringsarbetena till minst en miljon kronor. Ansökan om reglering hade undertecknats av Hylte bruks aktiebolag, Rydö bruks och fabriksaktiebolag, Nissaströms aktiebolag, A.-B. Halmstads järn- och stålverk, Skandinaviska jutespinneri- och väveriaktiebolag, Oskarströms Sulphite Mills A.B., Wallbergs fabriksaktiebolag och Carl S Kuylensstierna.

Beredningen av ansökan om regleringen av sjöarna drog ut på tiden till följd av det stora antalet intressenter och frågeställningar som behövde besvaras. Först den 29 december 1925 meddelades domen som medgav reglering av Färgensjöarna. I en artikel i Hallandsposten (1925b) står det att domen omfattade närmare 150 sidor, vilket ger en bild av målets omfång och komplexitet. Vad som också framgår av artikeln är att kraftproduktionen i Nissan nedströms Färgensjöarna skulle öka i sådan omfattning att intäkterna skulle kunna öka med 2,3 miljoner kronor årligen. Kostnaden för regleringsarbetena beräknades till 500 000 kr för byggnadsarbetena och 340 000 kr för utbetalning som skadeersättningar till berörda intressenter.

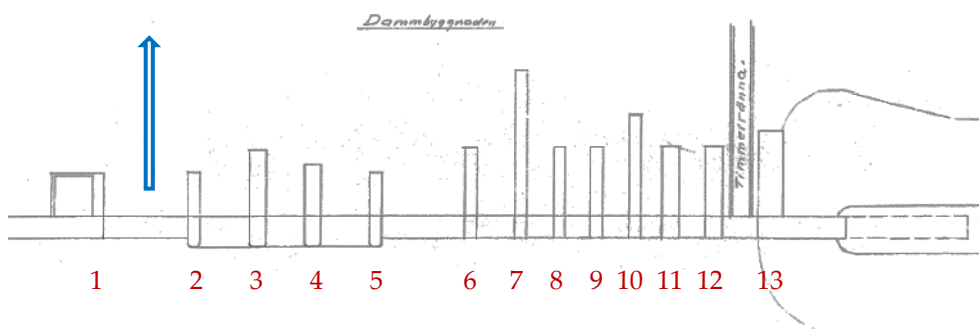
Någon tid efter att tillstånd hade erhållits för regleringen av Färgensjöarna inkom Hylte bruks och Rydö bruks fabriksaktiebolag med förslag på ändringar i arbetets genomförande. Hallandsposten (1932) rapporterade att Kammarkollegiet ansåg att ändringarna borde underställas vattendomstolens prövning eftersom det skulle bli fråga om ytterligare skadeersättningar. Vad förslaget innebar i detalj har ej gått att fastställa, men det har troligtvis omfattat en höjning av sjöarnas vattennivå.

Det tillstånd som erhöles 1925 för regleringen av Färgensjöarna utnyttjades aldrig. Eventuellt berodde detta på att tillstånd ej erhöles för de föreslagna ändringar. Ett arbete som dock genomfördes under slutet av 1920-talet eller början av 1930-talet är att utskovsdammen i Hyltebruk förbereddes för höjning genom att stödpelarna förlängdes nedströms medelst pågjutning. Detta framgår tydligt vid jämförelse av fotografierna i Figur 8 och Figur 9, där det senare fotografiet ska ha tagits år 1932. Fotografiet publicerades i Hallandsposten (1937a) varför det är ställt utom allt rimligt tvivel att dessa arbeten utfördes innan 1940-talets arbeten.



Figur 9. Ej antaget motiv till vykort. Enligt noteringar på fotografiets baksida ska det ha tagits 1932. Notera att stödpelarna har förlängts genom pågjutning. Det har även tillkommit en ledmur nedströms pelaren längst till vänster i flödesriktningen. Fotografiet har skannats och tillhandahållits av K-O Nilsson ([www.hyltevykort.se](http://www.hyltevykort.se)).

Någon information om dessa förberedande arbeten har ej gått att påträffa, varken i egenskap av bygghandlingar eller artiklar i Hallandsposten. Förstärkningsarbetena omfattade även uppförandet av en ledmur på stödpelare 1 (se numrering i Figur 6) som troligt skydd för kanalvallen. Pågjutningen av stödpelarna innebar att de både breddades och förlängdes nedströms. En plansektion som visar utskovsdammens geometri efter förberedelserna återfinns i Figur 10. Ett fotografi förevisande dammens uppströmssida från 1932 kan ses i Figur 11.



Figur 10. Plansektion förevisande utskovsdammens geometri efter förberedelser inför höjning. Stödpelarna är numrerade från 1 till 13 räknat från vänster till höger i vattnets flödesriktning (blå pil). Plansektionen är ett utdrag från en förslagsritning inför dammens höjning daterad den 18 februari 1942.



Figur 11. Ej antaget motiv till vykort som visar utskovsdammens uppströmssida. Fotografiet ska ha tagits 1932. Fotografiet har skannats och tillhandahållits av K-O Nilsson ([www.hyltevykort.se](http://www.hyltevykort.se)).

### 2.3.2 Genomförande av höjning

Frågan kring Färgensjöarnas reglering återupplivades genom en ny ansökan 1937. Målsättningen för regleringen var fortfarande att skapa ett större vattenmagasin för att erhålla jämnare vattenföring i Nissan nedströms sjöarna. I Hallandsposten (1937b) stod det att regleringen skulle resultera i höjda vattennivåer i sjöarna och Nissan. Enligt Hallandsposten (1940) meddelades dom i målet i augusti 1940, vilket innebar att Västerbygdens Vattendomstol gav tillstånd för arbetena.

I början av 1941 hamnade frågan plötsligt i ett annat ljus. Hallandsposten (1941a) skrev att ett snart igångsättande av regleringsarbetet skulle skapa sysselsättning för många arbetslösa arbetare. Vidare skulle en utbyggnad av kraftstationerna i Hylte och Rydö ge stora besparingar av värdefullt stenkolk och lindra bristen på elkraft i den södra delen av landet. Vidare stod det att nyttjandet av ytterligare fallhöjd mellan de två kraftstationerna skulle öka kraftproduktionen. Denna skrivning syftar möjligtvis på en höjning av dammarna i Hyltebruk.

I en skrivelse till Statens Arbetsmarknadskommission ansökte drivande parter i regleringsfrågan om statsbidrag på 300 000 kr. Hallandsposten (1941b) skrev att den pappersmassa som producerades vid fabrikerna i Hyltebruk och Rydöbruk exporterades västerut till 97 %. Till följd av andra världskriget utbrott nästintill omöjliggjordes denna export, varför arbetslösheten hade blivit omfattande. I en notis publicerad i Hallandsposten (1941c) i augusti framgick det att Arbetsmarknadskommissionen hade avslagit ansökan om statsbidrag.

Nissans regleringsintressenter ansökte istället om ett lån ur vattenkraftslånefonden på 330 000 kr. Enligt Hallandsposten (1941d) beräknades kostnaden för utvidgning av Hylte kraftstation uppgå till 580 000 kr. Vilka arbeten som omfattades av denna kostnad framgick inte av artikeln. Vidare rapporterade Hallandsposten (1942a) att Vattenöverdomstolen fastställde Västerbygdens Vattendomstols beslut att medge reglering av Färgensjöarna till förmån för de i Nissan nedströms belägna kraftstationerna. Inget nämdes om någon höjning av dammarna i Hyltebruk.

I mars 1942 förordade Vattenfallsstyrelsen att lånet på 330 000 kr skulle tillstyrkas. Regleringsarbetena medförde bland annat att en damm skulle byggas över Nissan strax nedströms platsen där Färgarydsåns rinner ut i Nissan. De tidigare planerna hade inriktats på reglering av Färgensjöarna med en damm i Färgarydsån. Enligt Hallandsposten (1942b) pågick redan utbyggnaden av Hylte kraftstation, vilken beräknades kunna nyttja regleringens fördelar fullt ut inom ett års tid.

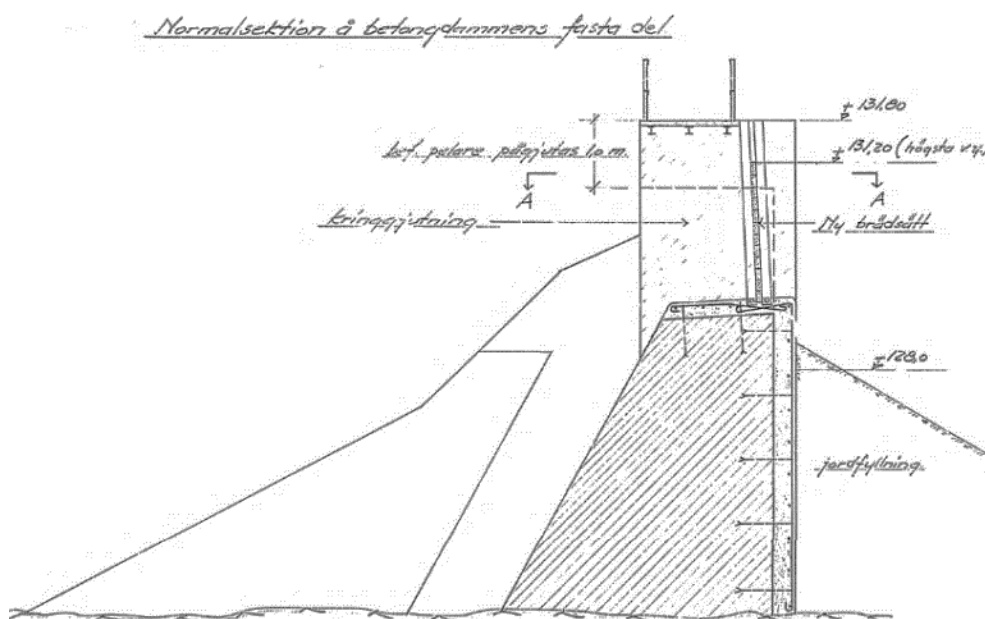
I augusti annonserade entreprenadbolaget A-B Armerad Betong i Hallandsposten (1942c) efter bäddplatser i Hyltebruk för anställda vid kanalarbetet. Redan i början av december stod det i Hallandsposten (1942d) att arbetet hade avslutats, även om en del efterarbeten återstod. Utöver kanalbreddningen hade trätuben ned till kraftstationen ersatts av en ståltub. I december 1943 gick det att läsa i Hallandsposten (1943) att arbetet med utbyggnaden av kraftstationen närmade sig fullbordan.

Efter genomläsning av de publicerade artiklarna i Hallandsposten är det tydligt att fokus för rapporteringen låg på regleringen av Färgensjöarna och utbyggnaden av Hylte kraftstation. Att också regleringsdammen i Hyltebruk byggdes om för att möjliggöra en höjning av magasinets dämning framkom inte. Redan i slutet av 1941 och i början av 1942 hade det framställts ritningar med förslag på olika förstärkningsåtgärder för utskovsdammen.

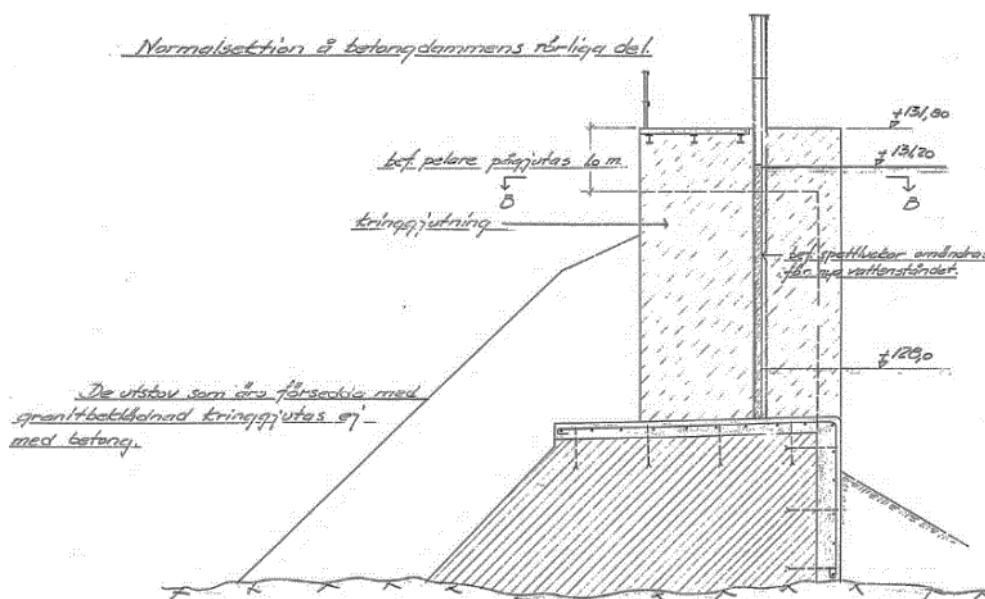
I oktober 1941 upprättade A-B Armerad Betong ritningar med förslag på åtgärder för oförändrad respektive höjd högsta vattenyta. I Figur 12 redovisas förslaget på höjning av dammen vid läget för sättutskoven. Figur 13 visar motsvarande förslag vid läget för utskoven med spetluckor. Enligt de två förslagen skulle stödpelarna höjas 1,0 m och kringgjutas med armerad betong. I Figur 14 återfinns tillhörande plansektioner för pelarna i Figur 12 respektive Figur 13. Efter höjningen skulle dammen ha en största höjd över berget om 12 m.

Ritningarna från A-B Armerad Betong visade också att dammen skulle förses med en armerad betongplatta längs uppströmssidan samt ovanpå trösklarna. Enligt en ritning upprättad av Hylte bruks aktiebolag i februari 1942 skulle betongplattan vara 200 mm tjock och förankras i bakomvarande dammkropp med tvärsade armeringsjärn. Mängden armering i betongplattan framgår av Figur 15.

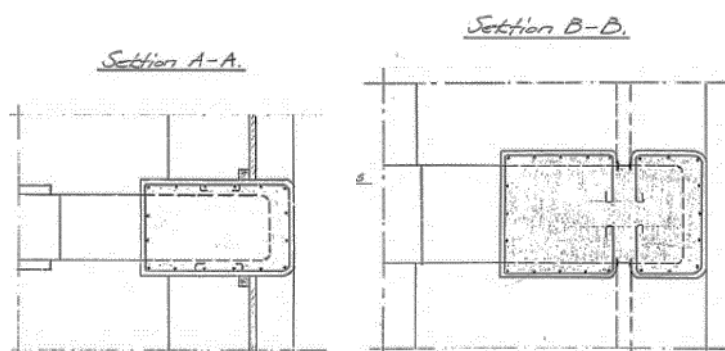
Beträffande det praktiska arbetet skulle den befintliga betongen bilas upp innan den fick motgutas med ny betong. Enligt ritningen från Hylte bruks aktiebolag skulle cementhalten vara 325 kg A-cement per m<sup>3</sup> betong. Utöver höjningen av dammen har det i efterhand uppstått osäkerhet kring vilka av förstärkningsåtgärderna som utfördes och vilken den faktiska utformningen blev.



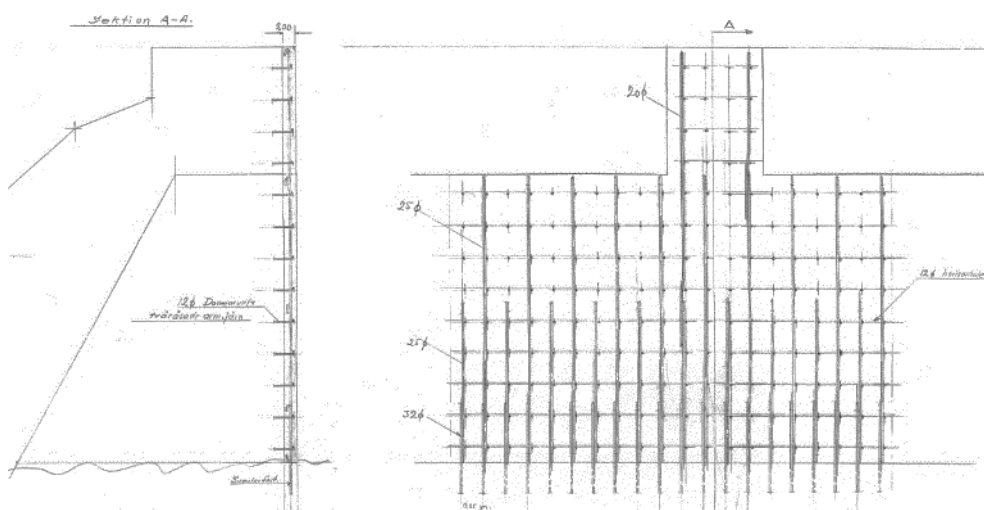
Figur 12. Förslag till höjning av utskovsdammen vid läget för sättutskoven. Enligt förslaget skulle trösklar och uppströmssida förstärkas genom påsgjutning av armerad betong. Pelarnas ursprungliga geometri markeras med streckad linje. Förslaget upprättades av A-B Armerad Betong den 20 oktober 1941.



Figur 13. Förslag till höjning av dammen vid läget för utskoven försedda med spettluckor. Förslaget omfattade samma typ av åtgärder som vid läget för sättutskoven. Pelarnas ursprungliga geometri markeras med streckad linje. Förslaget upprättades av A-B Armerad Betong den 20 oktober 1941.



Figur 14. Plansektioner förevisande förslaget på höjning av pelarna vid läget för sättutskoven (t.v.) respektive utskoven med spettluckor (t.h.). Förslaget upprättades av A-B Armerad Betong den 20 oktober 1941.



Figur 15. Förslag på utformning av förstärkning på utskovsdammens uppströmssida medelst armerad betong. Förslaget upprättades av Hylte bruks aktiebolag den 19 februari 1942.

Arbetet med den andra utbyggnaden, vilken utfördes under hösten 1942, ledde till att magasinets dämning höjdes 0,66 m, det vill säga från nivån +130,04 m till nivån +130,70 m. Höjningen kunde åstadkommas genom att dammens krön höjdes från nivån +130,83 m till nivån +131,72 m. Ombyggnaden och dämningshöjningen genomfördes dock utan att ha varit föremål för prövning enligt vattenlagen.

## 2.4 TREDJE UTBYGGNADEN

Den tredje utbyggnaden avser de arbeten som utfördes i slutet av 1980-talet när de två kraftstationerna i Hyltebruk respektive Rydöbruk ersattes av en ny kraftstation som nedsprängdes i berget. En förutsättning för kraftverksbygget var att en konstgjord sjö benämnd Jacobs sjö fick anläggas och att en 1,2 km lång dykartunnel fick sprängas ut i berget under Hyltebruk. Utformningen av det nya kraftverket, inklusive vattenvägarna innan och efter kraftverket framgår av Figur 16.

Utbyggnadsvattenföringen för den nya kraftstationen blev 50 m<sup>3</sup>/s. I ansökan som inlämnades till vattendomstolen 1984 framgår det att den nya kraftstationen skulle

utnyttja den samlade fallhöjden mellan nivåerna +130,70 m respektive +67,30 m. Domstolen beviljade tillstånd för dessa arbeten.

Lagligförklaring erhöles samtidigt av vattendomstolen för de arbeten som utfördes på 1940-talet när dammen höjdes och kraftstationen försågs med ett nytt aggregat. Den tredje utbyggnaden medförde inga större förändringar av utskovsdammens utformning. Endast en mindre ombyggnation utfördes av dammens anslutning mot kanaldammen då tilloppskanalen återigen breddades.



Figur 16. Utdrag från plansch som visar utformningen av Hylte kraftverk efter 1980-talets ombyggnad. Platsen för utskovsdammen syns till höger där Nissan och tilloppskanalen rinner bortom respektive hitom samhället.

Gällande utskovsdammens tillstånd genomfördes det provborrningar 1986, vilka resulterade i slutsatsen att dammen behövde tätas och förstärkas. Under följande år, det vill säga 1987, injekterades dammen. Vid borrningen konstaterades det att betongen i vissa partier var i dåligt tillstånd. Sämst betong fanns det mellan stödpelare 7 och 12, samt runt pelare 3. Totalt borrades och injekterades 217 hål. Borrhålens medeldjup var drygt 7 m, varav cirka 1 m i berggrunden.

Injekteringsbruket utgjordes av ett standardcement med vct 0,6. Endast i vissa hål användes injekteringscement. Cementåtgången i de sämre partierna var 1–1,5 ton per längdmeter damm. I övrigt var förbrukningen 0,5 ton per längdmeter damm.

Arbetet som utfördes 1987 var inte det första tillfället då dammen injekterades. Av en artikel i Hallandsposten (1973) framgick det att 1973 var ett regnfattigt år, vilket hade orsakat lågt vattenflöde och lågt vattenstånd i Nissan. Det låga vattenståndet medgav att en *"sedan länge välbehövlig renovering"* av dammen kunde genomföras.

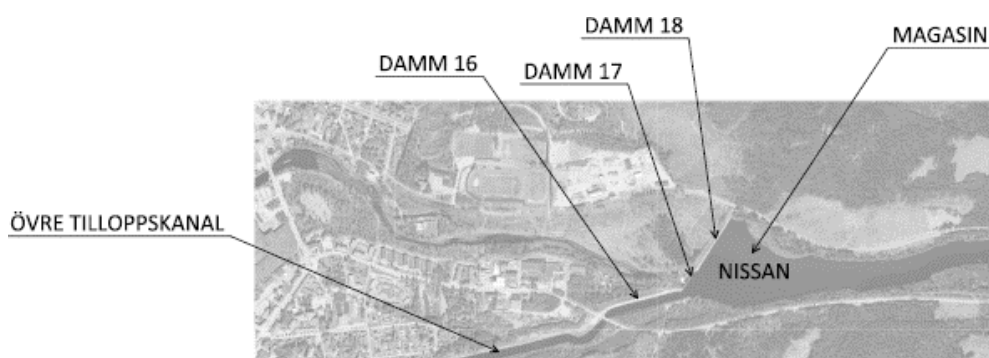
Vid inspektion hade dammen visat tydliga tecken på läckage. Totalt injekterades det 8 ton cement längs dammen, vilket motsvarade drygt 0,1 ton per längdmeter damm. Högst troligt var omfattningen på injekteringen 1973 inte tillräckligt stor för att bromsa den nedbrytningsprocess som pågick i form av urlakning.

## 2.5 FJÄRDE UTBYGGNADEN

Den fjärde utbyggnaden avser de arbeten som utfördes för att riva ut och ersätta den befintliga regleringsdammen med en ny. För att tillmötesgå dagens krav på erforderlig dammsäkerhet behövde dammens avbördande kapacitet utökas från cirka 200 m<sup>3</sup>/s till mer än det dubbla. Det skulle därför krävas ombyggnation av utskovsdammen. Arbetet bedömdes bli omfattande och komplext. Bristfälligt underlag rörande dammens utformning i kombination med osäkerhet kring dammens tillstånd resulterade i beslutet att bygga en helt ny damm.

Placeringen av den nya regleringsdammen fastställdes till cirka 50 m nedströms den gamla dammen. Under bygget nyttjas den gamla dammen som fångdamm. Bygget av den nya dammen inleddes under 2016 och bedöms i skrivande stund färdigställas under inledningen av 2020. Den nya och drygt 50 m långa utskovsdammen (damm 17 i Figur 17) omfattar fyra utskov som förses med planluckor. Till vänster byggs den befintliga kanalvallen (damm 16 i Figur 17) om längs en sträcka av cirka 50 m medan en drygt 250 m lång stenfyllningsdamm blir ersättning för den befintliga jordfyllningsdammen (damm 18 i Figur 17).

Fotografier från bygget av den nya utskovsdammen och stenfyllningsdammen (damm 17 respektive damm 18 i Figur 17) återges i Figur 18 – Figur 21.



Figur 17. Överblick över magasin, dammar och tilloppskanal vid regleringsdammen i Hyltebruk.



Figur 18. Uppströmssidan av den nya utskovsdammen fotograferad från den gamla utskovsdammen i oktober 2017. Formbygge inför gjutning av stödmur mot den nya stenfyllningsdammen, samt pelarna i utskov 3 och 4.



Figur 19. Den nya utskovsdammens nedströmssida i juni 2019. Planluckor har monterats i utskoven 3 och 4.



Figur 20. I oktober 2017 hade bergytan frilagts vid platsen för den nya stenfyllningsdammen. Den ursprungliga jordfyllningsdammen, inklusive senare utförd förstärkning av dammtån, syns längst till höger i bild.



Figur 21. Den nya stenfyllningsdammen nära fullbordan i november 2018. Centralt i dammen syns tätjorden, därefter två lager filtermassor, samt ytterst stenfyllning med utanpåliggande erosionsskydd.

## 2.6 ÖVRIGA HÄNDELSER VID DAMMANLÄGGNINGEN

Regleringsdammen och tilloppskanalen vid Hyltebruk byggdes med enkla medel i början av 1900-talet. Exempelvis grävdes tilloppskanalen för hand (Figur 22). För att undvika alltför långa transporter av uppgrävda jordmassor är det därför inte omöjligt att dessa användes för invallning av kanalen där så erfordrades.



Figur 22. Fotografi från grävningen av tilloppskanalen 1907–1909. Fotografiet från Hembygdsförening (2002).

Tidigt på morgonen lördagen den 8 augusti 1925 noterades stora vattensamlingar på platserna runt torget och den dåvarande telefonstationen i centrala Hyltebruk. När vattnet hastigt steg kring fötterna på försäljare och kunder drogs slutsatsen att något inte stod rätt till. Snabbt konstaterades det att ett ras hade inträffat i den mot samhället belägna sidan av kanalvallen. Platsen för genombrottet i kanalvallen var belägen några hundra meter nedströms regleringsdammen. Om dessa händelser gick det att läsa i efterföljande måndagsnummer av Hallandsposten (1925a).

Kanalvallen var vid detta ställe mellan 6 och 7 m hög. Det utströmmande vattnet hade spolat bort alla jordmassor ned till grunden på en bredd om 10 m. Vattnets kraft hade varit så stor att träd med rötter ryckts upp från den nedanför belägna myren. Likaså hade stenar på flera hundra kilo spolats iväg. De utströmmande vattenmassorna orsakade betydande problem i samhället när bostadshus, lokaler, pappers bruket och järnvägen svämmades över. Lyckligtvis gick inga liv till spillo.

Omedelbart när fabriksledningen fick kännedom om händelserna sändes folk upp till regleringsdammen. Dammvakten var då i full färd med att stänga luckorna till tilloppskanalen. Vakten hade agerat när han såg att vattennivån i magasinet sjönk. Uppskattningsvis hann det passera en timmes tid innan luckorna kunde stängas helt. Vattnet nere i samhället började sjunka undan först någon timme senare.

Redan samma dag som genombrottet i kanalvallen inträffade inleddes arbetet att reparera vallen. Pappersbruket kunde inte återuppta produktionen innan arbetet hade slutförts då kraftstationen stod still. Arbetet pågick därför både dag och natt och bedömdes vid tidningens pressläggning att ta fyra dagar i anspråk.

Vid tillfället för genombrottet i kanalvallen rådde lågt vattenstånd i Nissan, varför förödelsens omfattning blev mindre än vad den annars hade kunnat bli. Raset var dock inte det första då flera mindre ras hade inträffat strax efter tillloppskanalens anläggning. Under en längre tid hade kanalvallen därför patrullerats av vakt.

Nästa stora händelse vid dammanläggningen inträffade på söndag förmiddag den 17 januari 1937. Vattennivån i Nissan var vid tillfället hög och fortsatte successivt att stiga. Tjänstgörande dammvakt hann ej öppna tillräckligt många dammluckor för att parera tillströmningen av vatten innan överströmning inträffade. Utan att det exakta läget preciserades gick det att läsa i efterföljande måndagsnummer av Hallandsposten (1937a) att *"vattnet bröt sig igenom den c:a 10 m. breda jordvallen vid dammens sydvästra sida, ett 100-tal meter från stora Nissastigen"*. Huruvida dammbrottet inträffade i regleringsdammen eller kanalvallen har ej gått att fastställa.

Vattnet spolade bort cirka 1000 m<sup>3</sup> av dammen längs en sträcka av drygt 30 m. Små träd och buskar följde med vattnet över de nedanför liggande kärrmarkerna innan det återförenade sig med Nissan. Några översvämningar i samhället uppkom inte. Redan på kvällen igångsatte en större arbetsstyrka reparationsarbete vid dammen. Det uppskattades att dammbrottet skulle leda till ett stillestånd vid pappersbruket om 4–5 dagar, det vill säga den tid som reparationsarbetet pågick.

Drygt tio månader senare, närmare bestämt vid halv 4-tiden på tisdag morgon den 16 november 1937, inträffade ett nytt dammbrott. Det gick att läsa i onsdagsnumret av Hallandsposten (1937c) att *"genom underminering bröt sig vattnet igenom den c:a 10 meter breda jordvallen mellan dammfästet och Nissastigen på samma ställe som vid förra raset"*. Det rapporterades att större delen av den vid reparationen uppförda vallen spolades bort trots att den hade *"förstärkts med dubbla plankväggar"*. Ett hål på cirka 15 meters bredd uppstod efter att uppskattningsvis 700–800 m<sup>3</sup> jord spolats bort.

Vid tillfället för dammbrottet rådde lågt vattenstånd i Nissan till följd av en period med ringa nederbörd. Det utströmmande vattnet orsakade således mindre skador nedströms än vad som annars skulle ha blivit fallet. Det rapporterades nedströms att de frigjorda vattenmassorna nådde Rydöbruk vid 6-tiden, Nissaström vid 10-snåret och Oskarström vid 12-tiden. Redan under morgonen igångsattes reparationer vid dammen, vilka bedömdes ta 3–4 dagar i anspråk.

### 3 Dammens status innan utrivning

I föreliggande kapitel beskrivs utskovsdammens exteriöra status med hjälp av text och bild. Figur 23 och Figur 24 ger en överblick över dammen i november 2018. De arbetsmoment som har utförts inom ramen för denna studie berör huvudsakligen den högra delen av dammen som syns i Figur 24. Denna del av dammen revs ut i juni 2019. Utrivningen av vänster del (Figur 23) planerades till vintern 2019/2020.



Figur 23. Nedströmssidan av den vänstra delen av utskovsdammen i november 2018. I fotografiet syns utskov 1–4 respektive stödpelare 1–5. Numrering från vänster till höger i vattnets flödesriktning. Träsklar och skibord i utskov 2–4 är klädda med sten. Utrivning av denna del av dammen planeras till vintern 2019/2020.



Figur 24. Nedströmssidan av den högra delen av utskovsdammen i november 2018. I fotografiet syns utskov 5–12 respektive stödpelare 6–13. Denna del av dammen revs ut i juni 2019.

### 3.1 EXTERIÖR STATUS

På avstånd kunde få större brister noteras beträffande utskovsdammens exteriöra tillstånd. Figur 25 visar hur nedströmssidan såg ut i maj 2011. Vad som syns är en misstänkt spricka i en av stödpelarna. Sprickan indikeras av vita kalkutfällningar, vilket gör den enkel att lägga märke till. Att skiborden ställvis är fuktiga tyder på att framförallt dammens sättluckor inte håller tätt. På nära håll bekräftades denna misstanke då vatten sprutade ut mellan sättarna, vilket kan ses i Figur 26.



Figur 25. Utskovsdammens nedströmssida fotograferad i maj 2011. Från håll kan en lång och sned spricka med vita kalkutfällningar noteras på vänster sida av stödpelare 7. Det syns även att skiborden ställvis är fuktiga.



Figur 26. Läckage mellan luckornas sättar i utskov 1 leder till att vatten konstant rinner över skibordet. Både växtlighet och skador förekommer på skibordet. Fotografi från maj 2011.

I utskov 2–4, vilka från början utrustades med spettluckor, har stenbeklädningen på trösklar, skibord och skibordsförlängningar bevarats. Också i dessa utskov sipprar vatten ned för delar av konstruktionerna. Figur 27 visar utskov 3.



Figur 27. Utskov 3 med stenbeklädnad på tröskel, skibord och skibordsförlängning. Fotografi från maj 2011.

En vandring utmed dammen visade att vatten sipprade ut genom samtliga luckor, vilket betyder att trösklar och skibord har utsatts för vatten under lång tid. Skador med varierande omfattning påträffades framförallt på de brant lutande skiborden. Vid en närmare kontroll konstaterades det att de flesta av skiborden troligtvis har reparerats vid ett eller flera tillfällen under årens gång.

I några utskov har den ursprungliga stenbeklädningen fått sitta kvar och utanpå denna har det påförts ett 5–10 cm tjockt lagningsbruk förstärkt med armering. I Figur 28 syns det lagade skibordet tillhörande utskov 1. I fotografiet framgår det att skador av olika omfattning också har uppkommit i lagningsbruket. I Figur 29 visas en närbild på en del av den större skadan som syns centralt i Figur 28. Det framgår att armeringen har rostat av och att det mesta av bruket försvunnit.



Figur 28. Det brant lutande skibordet i utskov 1. Skador med olika omfattning har uppkommit i lagningen.



Figur 29. Närbild av skada där ursprunglig stenbeklädning hade täckts med ett armeringsförstärkt lagningsbruk.

I andra utskov har stenbeklädningen, ifall sådan har förekommit, avlägsnats innan det 5–10 cm tjocka lagningsbruket påfördes. Även i dessa utskov har stora sjok av lagningen försvunnit och därmed frilagt den bakomliggande betongen, vilket kan ses i Figur 30 som visar utskov 12. Någon förstärkning i form av armering kunde inte påträffas. Figur 31 är en närbild på den större skadan mitt i Figur 30.



Figur 30. Det brant lutande skibordet i utskov 12. Skador med olika omfattning har uppkommit i lagningen.



Figur 31. Närbild av skada i lagningsbruket där underliggande betong frilagts. Ytan är täckt av biologisk påväxt.

Betongens nedbrytning i utskovsdammen var en pågående och över tid successiv process. Hur lagningsbrukets nedbrytning för skibordet i utskov 6 fortgick under tiden mellan maj 2011 och november 2018 framgår av jämförelsen mellan Figur 32 och Figur 33. Troligtvis fortgick också nedbrytningen av underliggande betong.



Figur 32. Status för lagningsbruket på skibordet i utskov 6. Fotografiet togs från dammens krön i maj 2011.



Figur 33. Efter sju år har skadorna på skibordet i utskov 6 växt ytterligare. Fotografiet togs i november 2018.

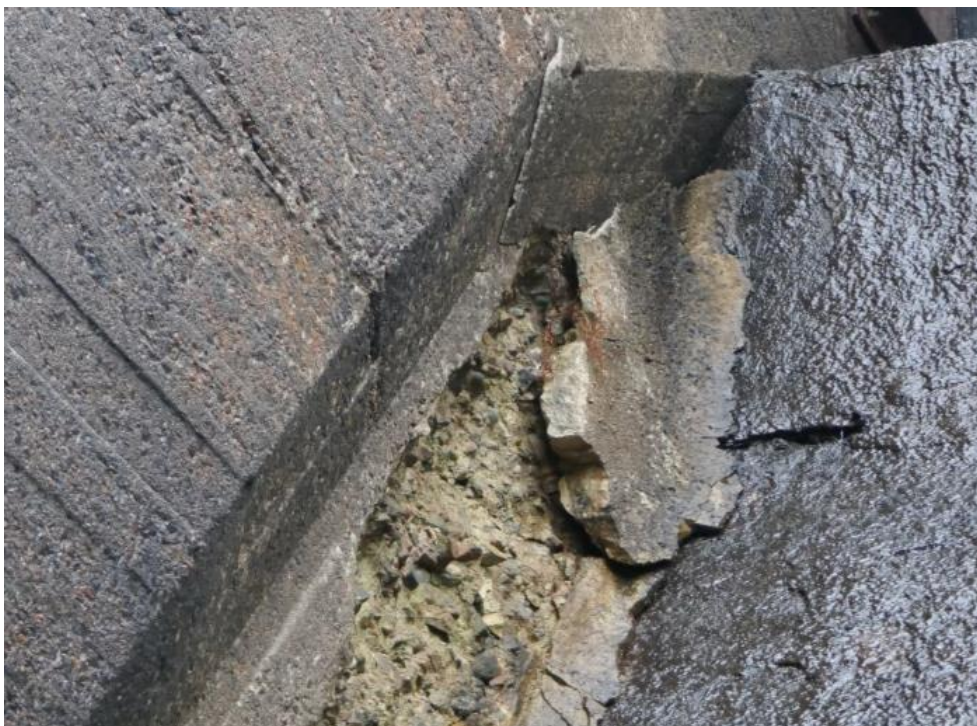
När stödpelarna förbereddes inför 1940-talets höjning förlängdes de i riktning nedströms genom pågjutning. Samtidigt breddades pelarna med undantag för delen längst in mot skibordet, vilket syns i form av en ursparing (Figur 34). Troligtvis gjordes detta för att inte ändra utskovens geometri och avbördande kapacitet.

Den i det närmaste horisontella gjutfogen mellan den förberedande pågjutningen och 1940-talets höjning syns strax under utskovströskeln (märkt med pil i Figur 34). Vad som också framgår av Figur 34 är att utskovströskeln har höjts vid något tillfälle. Detta syns då ursparingen längs pelarnas sidor inte längre når upp ovanför tröskeln. Detsamma gäller för flera av de andra utskoven med sättluckor. Höjningen av trösklarna utfördes troligtvis i samband med 1940-talets arbeten.



Figur 34. I fotografiet syns den pågående nedbrytningsprocessen av bruk och betong längs den långsmala ursparingen i sidan av pelare 10. Gjutfogen från 1940-talets höjning syns också (vit pil).

Längs ursparingen där skibordet möter pelarsidan har den ursprungliga betongen täckts med bruk. Bruket har på ett flertal ställen släppt, vilket framgår av Figur 35. Orsaken är troligtvis sönderfrysning av bakomliggande betong, vilket i sin tur har orsakat spjälkning av bruket. Vid avbördning blötläggs nämligen området runt ursparingen, vilket bör ha resulterat i höga fuktnivåer i betongen (Figur 36).



Figur 35. Närbild av skada i den övre delen av ursparingen i sidan av pelare 10. Bruket har spjälkats loss.



Figur 36. Vid avbördning i utskov 9 blötläggs ursparingen längs pelare 10. Fotografiet togs i maj 2011.

På flera av stödpelarna syntes det sneda sprickor (vissa med kalkutfällning) i den nedre delen av pågjutningen från 1940-talets höjning. Position och orientering för dessa sprickor framgår av Figur 37. På vardera sida av vissa pelare syns det även en vertikal spricka som ser ut att dela den övre delen av pelaren i en nedströms och en uppströms del. Denna spricka kan skymtas i Figur 37 och syns tydligt i Figur 38, där även en vertikal spricka kan ses på pelarens nedströmssida.



Figur 37. Pelare 13. Sned spricka med vit kalkutfällning (vit pil). Gjutfogen från 1940-talets höjning syns också.



Figur 38. Pelare 9. Vertikala sprickor med vit kalkutfällning på höger respektive nedströms sida av pelaren.

I övrigt saknades det indikationer på systematiska sprickor i stödpelarna. Däremot kunde det noteras enstaka större sprickor i vissa pelare. Två sådana sprickor visas i Figur 39 respektive Figur 40. Ställvis kunde även ett krackeleringsmönster noteras, vilket bland annat syns i den nedre delen av höjningen av pelare 13 (Figur 37).



Figur 39. Pelare 8. Horisontell spricka (med vit- och brunfärgade kalkutfällningar) i pelarens nedre del.

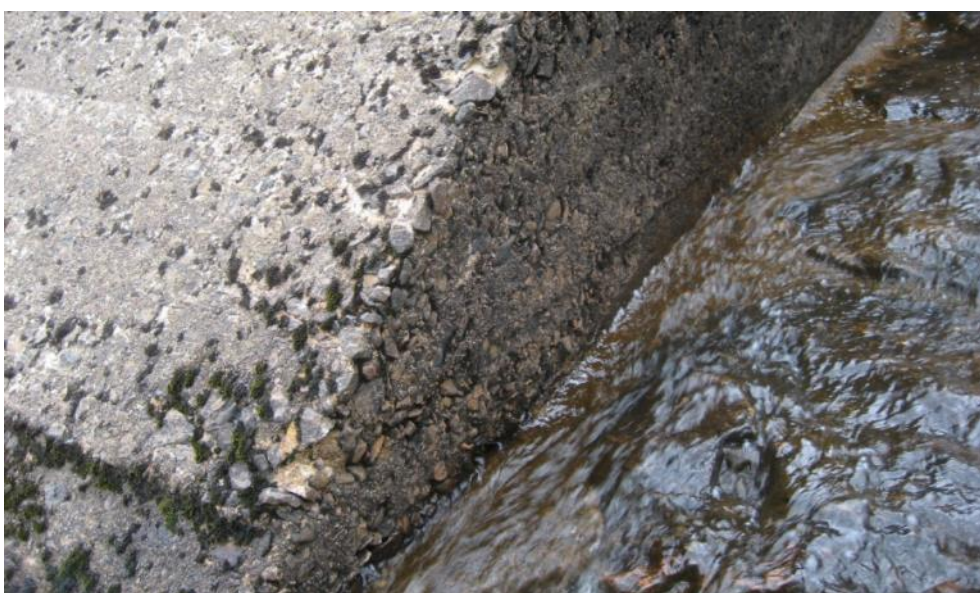


Figur 40. Pelare 7. Sned spricka med vita kalkutfällningar i den övre delen av pelarens förlängning nedströms. Notera att motsvarande spricka och kalkutfällningar saknas i bakomvarande pelare 10 (lika utformning).

Vid avbördning har de inre och nedre delarna av pelarna utsatts för strömmande vatten (Figur 41). Den nedre delen av vissa pelare har troligtvis även stått i direkt kontakt med vatten under längre tidsperioder. Trots detta kunde endast mindre erosionsskador i form av bortnött cementpasta mellan ballasten noteras (Figur 42).



Figur 41. Vid avbördning utsätts den inre och nedre delen av pelarna för strömmande vatten.



Figur 42. Mindre erosionsskada till följd av bortnött cementpasta mellan ballasten.

Utskovsdammens uppströmssida kunde inte inspekteras på närmare håll än från anslutningen mot jordfyllningsdammen. Figur 43 visar hur dammens uppströmssida såg ut i maj 2011. Vad som noterades var ett ställvist förekommande sprickmönster med vit- och brunfärgade utfällningar. Orsaken till detta sprickmönster kunde inte avgöras okulärt, men det kan bero på exempelvis frostnedbrytning. Figur 44 visar dels nämnda sprickmönster och dels betongens utseende längs vattenlinjen. Ingen omfattande avskalning av betongens yta kunde noteras.



Figur 43. Utskovsdammens uppströmssida fotograferad i maj 2011.



Figur 44. Närbild på betongens yta längs vattenlinjen. Endast mindre avskalningar av ytan kan noteras. Ställvis förekommer även ett sprickmönster med vit- och brunfärgade utfällningar.

Från utskovsdammens krön kunde stödpelarnas överytor inspekteras. Betongens yta var i de flesta fallen krackelerad (Figur 45). Krackeleringen påminner om den som kan iakttas på pelarnas sidor vid den nedre delen av pågjutningen från 1940-talets höjning (Figur 37). Ett flertal igenfyllda injekteringshål kunde också noteras på överytan. Det förekom dessutom sprickor med varierande orientering vid de ingjutna räckesstolparna (Figur 46). Sprickorna utgick ofta från stolpen.



Figur 45. Pelare 9. Krackelerad yta på pelarens krön. Igenfyllda äldre Injekteringshål kan också noteras.



Figur 46. Pelare 7. Sprickor med olika orientering som utgår från den ingjutna räckesstolpen.

Påväxt av mossor kunde noteras på de flesta av stödpelarna. Mossans utbredning varierade dock mellan pelarna, samt att omfattningen av påväxten var större på nedströmssidan jämfört med sidorna (Figur 23, Figur 24, Figur 38 och Figur 47).



Figur 47. Pelare 10. Mossa i riklig mängd hade fått fäste på pelarens nedströmssida. Påväxten av mossor var betydligt mer sparsam på pelarens sidor. Tidigare nämnd gjutskarv respektive spricka (pil) syns på pelaren.

Vid platser där nedbrytning av bruk och betong hade pågått en tid kunde det även konstateras växtlighet i form av sly (Figur 48 och Figur 49). Utan att avlägsna slyn skulle den potentiellt sett kunna utvecklas till fullvuxna buskar och träd. Växande rötter kan ge upphov till ett inre tryck som accelererar pågående nedbrytning när ytterligare uppsprickning av betongen inträffar. Intill pelare 13, det vill säga vid anslutningen mellan betongdamm och jorddamm, växte buskar (Figur 50).



Figur 48. Pelare 6 – höger sida. Växande sly i ett område där nedbrytning av betong och bruk pågått en tid.



Figur 49. Pelare 7 – vänster sida. Växande sly i ett område där nedbrytning av betong och bruk pågått en tid.



Figur 50. Större buskar växte intill pelare 13 vid anslutningen mellan utskovsdamm och jordfyllningsdamm.

### 3.2 INTERIÖR STATUS

Som en del av utredningarna vilka resulterade i beslutet att ersätta den befintliga regleringsdammen med en ny damm undersöktes betongens tillstånd i utskovsdammen. Undersökningen utfördes genom att borra ut betongkärnor från olika delar av dammen. Betongens tryckhållfasthet skulle bestämmas vid olika djup räknat från dammens krön genom att såga ut provkroppar från kärnorna.

Redan vid betongkärnornas utbörning konstaterades det att betongens kvalitet varierade stort i både djup och plan. Betongens hållfasthet skulle ursprungligen bestämmas dels runt vattenlinjen och dels på större djup i dammen. Till följd av dålig sammanhållning av betongen i kärnorna fick provkropparnas läge justeras. Några av de övre provkropparna sågades ut från 1940-talsbetongen medan de lägre provkropparna tillhörde den ursprungliga betongen.

Resultaten visade att betongens tryckhållfasthet i dammens övre delar varierade mellan 65 och 105 MPa. I de lägre delarna av dammen varierade betongens tryckhållfasthet mellan 28 och 47 MPa. Provning kunde endast utföras för betong som inte hade skadats vid borrhälsarbetet. Skulle betong från de svagare partierna provas skulle resultaten för betongens tryckhållfasthet vara betydligt lägre.

## 4 Förberedande arbeten inför utrivning

I detta kapitel beskrivs de förberedande arbeten som utfördes i undersökningssyfte inför utrivningen av utskovsdammen. Arbetena omfattade kartering av utborrade betongkärnor från stödpelare 12, vattenförlustmätning, injektering med cementbruk, samt uppföljande kartering av en utborrad kontrollkärna från pelaren.

### 4.1 KARTERING AV BETONGKÄRNOR INNAN INJEKTERING

Stödpelare 12 valdes ut för de kommande undersökningarna. Pelaren och de två intilliggande utskovströsklarna/skiborden visas i Figur 51 och Figur 52. Krönets bredd var drygt 1,3 m och dess längd (i vattnets strömningsriktning) cirka 1,6 m.



Figur 51. Tröskel och skibord i utskov 11. Utborrning av betongkärnor från pelare 12 utfördes i december 2018.



Figur 52. Tröskel och skibord i utskov 12. Utborrning av betongkärnor från pelare 12 utfördes i december 2018.

Utborrning av två vertikalt orienterade betongkärnor från krönet till stödpelare 12 utfördes i december 2018. Fyra igenfyllda hål efter äldre injekteringsarbeten syntes i krönet. Betongen hade ett krackeleringsmönster likt det för pelare 9 (Figur 45). De nya borrhålen placerades centralt i pelaren i strömningsriktningen. För att underlätta karteringen av de utborrade betongkärnorna valdes diametern 100 mm.

Den första kärnan, kallad NS, borrades ut 0,5 m från krönets nedströmskant. Den andra kärnan (US) togs ut 0,5 m från uppströmskanten. Avståndet mellan de två borrhålens centrumpunkter var drygt 0,6 m. Betongkärna NS mätte 6,9 m i längd och visas i Figur 53. Längden för kärna US blev 5,8 m. Kärnan visas i Figur 54.

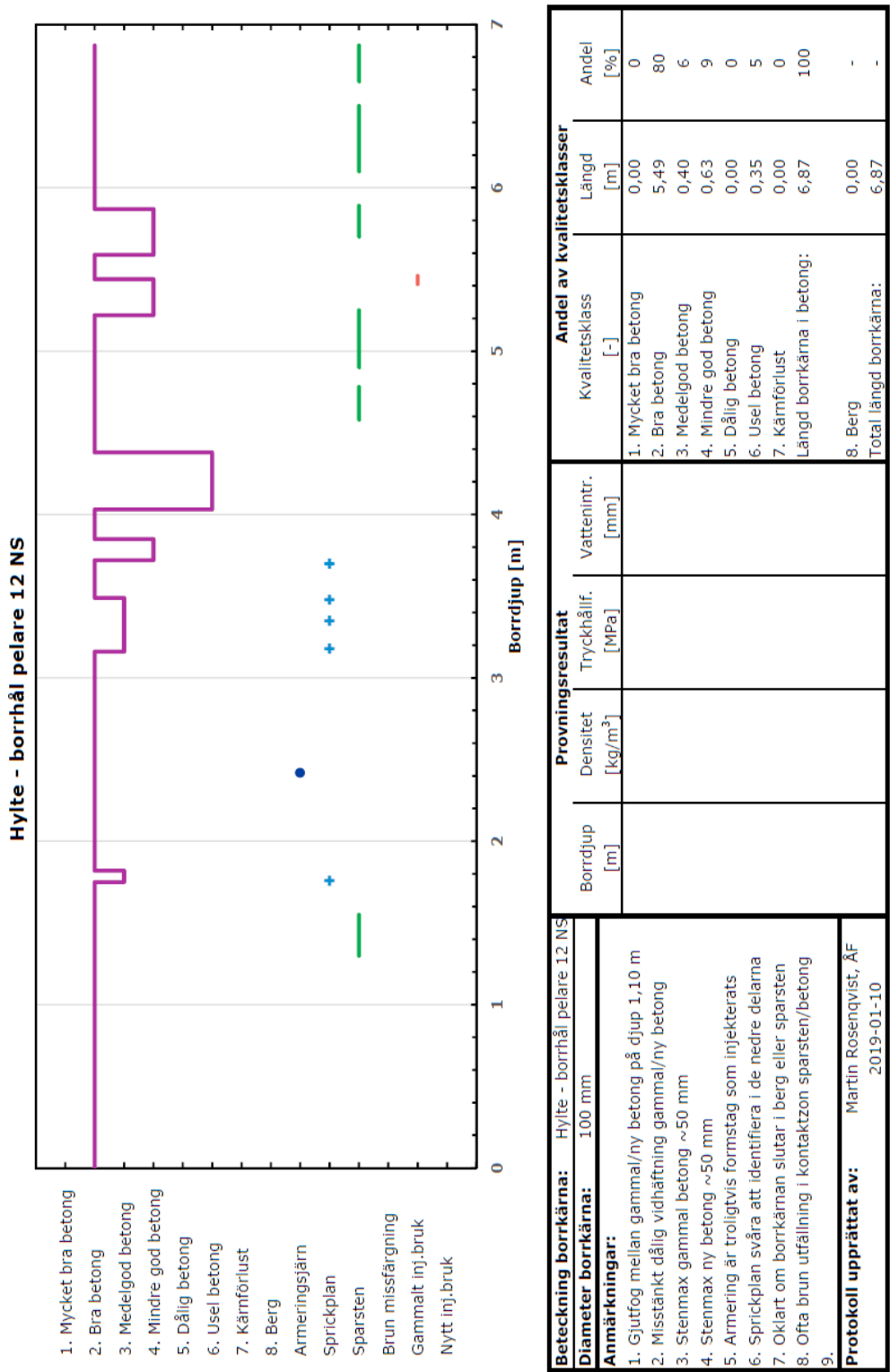


Figur 53. Betongkärna NS. Krönets yta ned till vänster. Kärnans totala längd 6,9 m. Meterstock som referens.

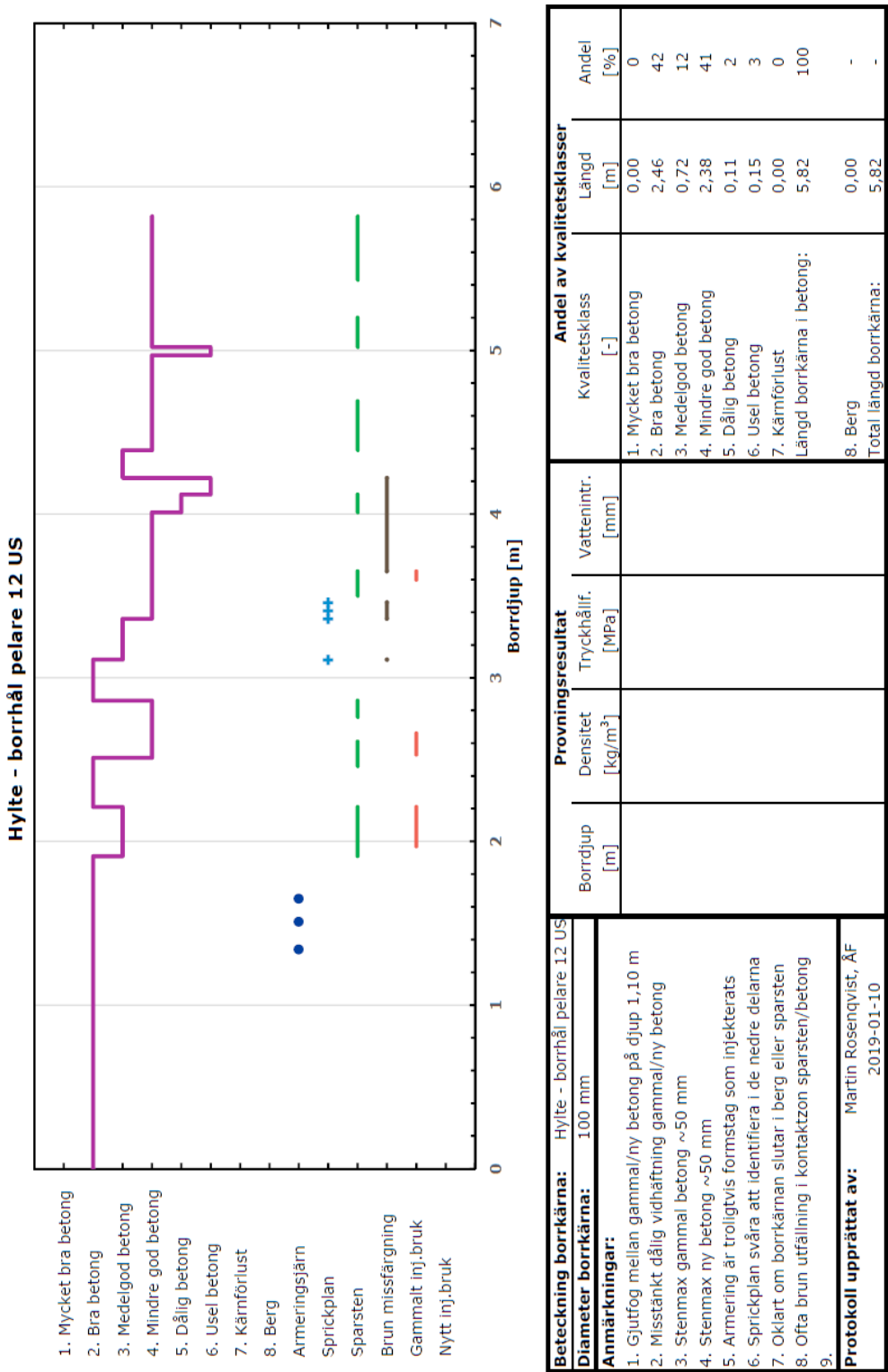


Figur 54. Betongkärna US. Krönets yta ned till vänster. Kärnans totala längd 5,8 m. Meterstock som referens.

Utvärdering av betongkärnorna utfördes i enlighet med Grönholm (2000) – Elforsk rapport 01:01. Resultat för kärnorna NS och US visas i Figur 55 respektive Figur 56.



Figur 55. Resultat från karteringen av betongkärnan från hål NS i stödpelare 12.



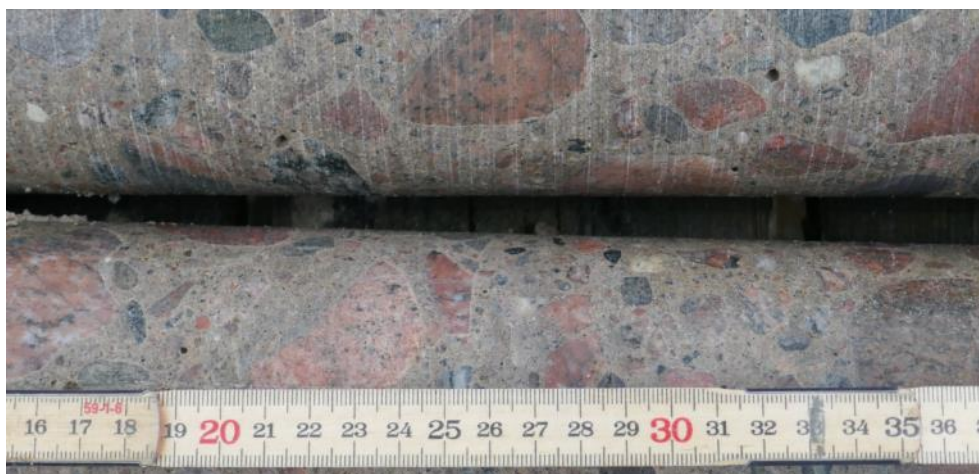
Figur 56. Resultat från karteringen av betongkärnan från hål US i stödpelare 12.

Vid karteringen av betongkärnorna konstaterades det att 1940-talets höjning mätte 1,1 m i höjd, vilket ska jämföras med 1,0 m enligt bevarade förslag (se avsnitt 2.3). Orsaken till större höjd på höjningen beror troligtvis på att det övre skiktet av den

ursprungliga betongen bilades bort för att frilägga en yta av frisk betong. Betongen var av god kvalitet och motsvarade vad som kan förväntas av en 1940-talsbetong. Närbild på betong mellan 0 och 1 m djup från krönet visas i Figur 57.

Betongens kvalitet mellan 1 och 2 m djup från krönet var fortsatt god. Horisontellt orienterade armeringsjärn noterades i betongkärna US. Dessa järn härstammar inte från den första utbyggnaden då järnen omges av injekterat bruk i ett kärnborrhål. Armeringsjärnen borrades troligtvis in för att förankra den nya betongen i den gamla. Närbild på betong mellan 1 och 2 m djup från krönet visas i Figur 58.

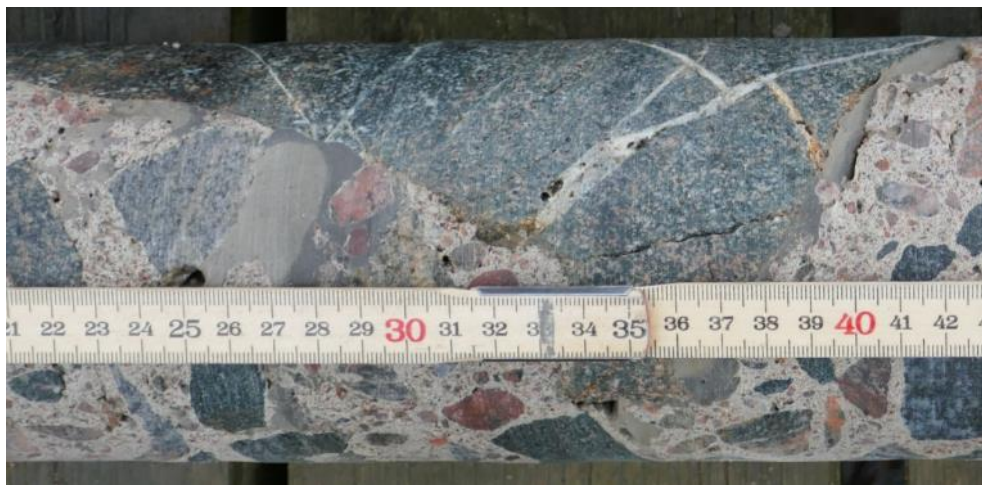
I betongkärna US noterades betong av mindre god kvalitet mellan 2 och 3 m djup från krönet. En del håligheter konstaterades i betongen. Vissa av håligheterna var fyllda med injekteringsbruk medan andra inte var det (Figur 59). Flera håligheter utan bruk uppvisade brun missfärgning, vilket är vanligt för urlakad betong. Håligheterna fanns oftast i kontaktzonen mellan injekteringsbruk och sten. Motsvarande iakttagelser kunde ej göras för betongkärna NS.



Figur 57. Närbild på betong mellan 0 och 1 m djup i pelare 12. Meterstock som referens.



Figur 58. Närbild på betong mellan 1 och 2 m djup i pelare 12. Meterstock som referens.



Figur 59. Närbild på betong mellan 2 och 3 m djup i pelare 12. Meterstock som referens.

Vid djup större än 3 m från krönet varvades betong av god kvalitet med betong av sämre kvalitet. Förekommande håligheter uppvisade nästan uteslutande nämnda bruna missfärgningar. Håligheterna var ofta större och förekom i anslutning till grövre ballast (Figur 60). Injekteringsbruk kunde noteras i viss utsträckning. På vissa ställen var betongen av så usel kvalitet att den inte var sammanhängande (Figur 61). I dessa områden kunde rester av injekteringsbruk ibland påträffas. Betongen var genomgående av sämre kvalitet i betongkärna US jämfört med NS.

Sparsten påträffades i betongkärna US huvudsakligen mellan 2 och 5 m djup från krönet (Figur 62). I kärna NS återfanns sparsten framförallt på djup större än 4 m. Ett flertal troliga sprickor noterades i de båda kärnorna på djup mellan 3 och 4 m från krönet. Sprickorna sammanfaller troligtvis med gjutfogarna mellan de lager som betongen lades ut i innan stampning. När betongen inte kunde arbetas ihop ordentligt uppstod en zon med sämre och svagare betong. Om vatten letade sig fram genom fogen urlakades betongen över tid och försvagades successivt.



Figur 60. Närbild på betong mellan 3 och 5 m djup i pelare 12. Notera håligheterna med bruna missfärgningar.



Figur 61. Närbild på betong av usel kvalitet mellan 3 och 5 m djup i pelare 12. Meterstock som referens.



Figur 62. Närbild på sparsten i pelare 12. Notera injekteringsbruk och bruna missfärgningar vid stenen.

## 4.2 VATTENFÖRLUSTMÄTNING

Efter utborrning av betongkärnorna NS och US konstaterades det att vattennivån i borrhål US motsvarade ungefär Nissans vattennivå. Beträffande borrhål NS sjönk vattnet undan till en betydligt lägre nivå. Dessa iakttagelser visade att:

- Borrhål US stod i direkt kontakt med Nissan.
- Förbindelse saknades mellan borrhål US och NS.
- Det fanns en läckageväg ut för vattnet i borrhål NS.

Efter utborrning av betongkärnorna försågs de två borrhålen med värmekabel för att hindra frysning av vatten och betong utmed hålen. Borrhålen täcktes sedan över med isolering för att ytterligare ökat skyddet mot frysning (Figur 63).



Figur 63. Borrhålen NS och US försågs efter avslutat borrhingsarbete med värmeslinga och täcktes över.

Som en del av förberedelserna inför injekteringen av stödpelare 12 utfördes vattenförlustmätning i borrhålen NS och US. Vattenförlustmätningen utfördes inte med större noggrannhet än att borrhålen vattenfylldes och trycksattes till cirka 0,3–0,5 bar. Vattenflödet mättes under några minuter. Syftet var att få en uppfattning om betongens täthet. Efter att fortvarighetstillstånd uppnåts erhöles följande resultat:

- Borrhål NS: Vattenflöde inom intervallet 2,0–2,5 liter per minut.
- Borrhål US: Vattenflöde inom intervallet 27–28 liter per minut.

Vad som kan utläsas av ovanstående mätning är att borrhål NS var förhållandevis tätt och inte hade någon eller endast liten förbindelse med hål US. För borrhål US kunde det bekräftas att borrhålet stod i förbindelse med Nissan då inga synliga tecken på det höga vattenflödet kunde noteras på dammens nedströmssida.

### 4.3 CEMENTINJEKTERING

Att injektera en begränsad del av utskovsdammen innan rivning bedömdes ge en unik möjlighet att i större omfattning än vanligt undersöka injekteringsens effekt. Det återkommande dilemmat med cementinjektering är att det vanligtvis är svårt att få information om injekteringsbrukets faktiska inträngning och spridning, samt i vilken utsträckning som skadade och urlakade partier har blivit fyllda med bruk.

Utrustning inhandlades för att möjliggöra injektering i nivåer där tätningen skulle utgöras av en packer med backventil som skulle få sitta kvar i hålet efteråt. Syftet var att kunna undersöka injekteringsens effekt genom att relatera den injekterade volymen bruk på olika nivåer med resultat från karteringen av betongkärnorna.

På grund av det pågående byggnadsarbetet vid den nya regleringsdammen fanns det restriktioner att förhålla sig till med avseende på säkerheten. Restriktionerna medförde att injekteringsutrustningen som utgjordes av plattform med blandare, lagringskärl, pump och registreringsutrustning placerades på marken nedströms dammen (Figur 64). Detta förhållande försvårade bedömningen av injekteringstrycket då det avlästes på en nivå 7–8 m lägre än mynningen till borrhålen.



Figur 64. Injekteringsutrustningen bestående av blandare, lagringskärl, pump och registreringsutrustning.

Injekteringen utfördes i mitten av januari 2019 då tidplanen för utskovsdammens utrivning inte medgav något annat. Lufttemperaturen låg strax över nollstrecket.

Injekteringsarbetet inleddes i borrhål NS. Ett lättflytande cementbruk baserat på Injektering 30 blandades med vattencementtalet 1,0. Inga tillsatsmedel användes. Dessförinnan hade en packer spänts fast på 6 m djup i borrhålet (nivå 6–7 m). En vanlig begränsning av trycket vid injektering i urlakade konstruktioner är 3 bar. Det bedömdes att ett pumptryck om 3 bar skulle vara tillräckligt för att pumpa upp det lättflytande bruket till krönet. Trots att pumpen arbetade med trycket 3 bar under 10 minuter förblev volymen av det injekterade bruket försumbar.

Samma resultat erhöles för nivåerna 5–6 och 4–5 m. Det antogs därför att betongen var för tät för att bruket skulle tränga in och sprida sig. Därefter spändes en packer fast i borrhålets öppning. Vid injektering erhöles samma resultat. Ett försök gjordes därefter att höja trycket till 4,5 bar, vilket ledde till att knappt 40 liter bruk gick åt. När flödet gick mot noll avbröts injekteringen för att undvika tryckuppyggnad i betongen. Det antogs att betongen var för tät för att fortsatta försök skulle göras.

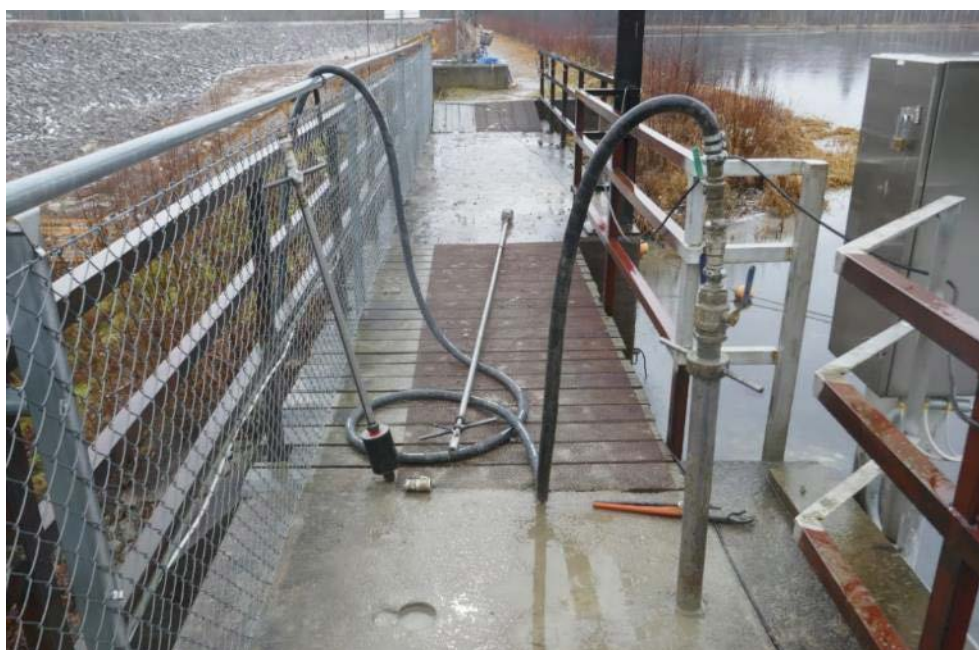
Injekteringsarbetet övergick sedan till borrhål US där utsikterna att kunna pressa in bruk bedömdes vara bättre i och med högre vattengenomsläpplighet och trolig förbindelse med Nissan. En packer spändes fast på 5 m djup i borrhålet. Därefter bereddes ett cementbruk med vattencementtal 0,6. Det lägre vattencementtalet valdes eftersom det bedömdes att vct 1,0 skulle vara alltför lättflytande.

Efter 5 minuter med ett tryck vid pumpen av 3 bar hade inget bruk pressats ned i hålet. En successiv höjning av trycket till 6 bar gav en inpressad volym av 10 liter. Därefter blev det stillestånd igen och arbetet avbröts. En ny packer spändes fast på 3 m djup i borrhålet. Därmed skulle det sämsta området i stödpelaren (3–5 m djup) täckas in. I området hade ett flertal troliga sprickor noterats vid kärnans kartering (Figur 56). Trots att trycket vid pumpen ställdes till 6 bar registrerades endast en inpressad volym av knappt 20 liter efter 10 minuter. Injekteringsarbetet pausades.

Det övervägdes att ytterligare höja pumpens arbetstryck. Trots att det redan hade ansatts högre tryck än vad som i många fall är den övre begränsningen stod inte volymen av inpressat bruk i relation till resultaten från vattenförlustmätningen. Vattenflödet hade då varit 27–28 liter per minut och betongen hade bedömts ha hög permeabilitet. Slutsatsen som drogs var att flödesmotståndet i injekteringsutrustningen troligtvis var högre än vad som initialt hade antagits. Det fattades beslut att försiktigt höja trycket vid pumpen till 8 bar. Trots denna höjning förändrades inte situationen och injekteringsförsöket avbröts.

En ny packer togs fram och kopplades in på injekteringsslangen utan att spännas fast i borrhålet. Istället spändes den fast vid en räckesstolpe på dammen. Därefter startades pumpen och arbetstrycket höjdes successivt för att undersöka när bruk skulle börja sippra ut genom packern. Först vid 8 bars tryck började det fräsa och små mängder bruk trängde fram. Slutsatsen var att det krävdes minst 8 bars tryck för att övervinna flödesmotståndet mellan registreringsutrustningen och packern.

Packern monterades sedan i borrhålets mynning och pumpen ställdes in på 8 bar (Figur 65). Under drygt 10 minuter kunde enbart 16 liter bruk pressas ned i hålet. Ett omtag gjordes där trycket ökades i steg. Som högst registrerades 14 bars tryck. När ett svagt flöde av bruk noterades sjönk trycket momentant till 11 bar. Detta innebar att backventilen sannolikt krävde ett så högt tryck för att öppnas helt.



Figur 65. Pågående injektering i hål US i stödpelare 12.

Trycket reducerades till drygt 8 bar och ett flöde om cirka 15 liter bruk per minut avlästes. Försök gjordes att sänka trycket ytterligare. När trycket understeg 7 bar gick flödet mot noll, varpå trycket återigen höjdes. Trycket varierade sedan inom intervallet 7–8 bar. Flödet av bruk pendlade samtidigt mellan 10 och 15 liter per minut, vilket bedömdes rimligt givet resultatet från vattenförlustmätningen.

Parallellt inpressningen av bruk hölls stödpelaren under noggrann uppsikt för att omgående kunna avbryta injekteringen om bruk skulle börja läcka ut. Inga tecken på utsipprande bruk noterades på pelarna eller på utskovströsklarna/skiborden. Inte heller noterades det någon grumling i vattnet uppströms dammen.

När nästan 400 liter injekteringsbruk hade pressats ned i borrhål US började flödet avta samtidigt som det avlästa trycket började stiga. Trycket begränsades till 9–10 bar. Flödet av bruk stannade av vid en registrerad volym om 436 liter. Inga tecken på läckage av bruk eller grumling i vattnet kunde noteras. Att flödet gick mot noll samtidigt som trycket steg indikerade att håligheter i betongen hade fyllts ut och att förekommande läckagevägar täppts till. Injekteringsarbetet avbröts sedan.

Vad som kan konstateras är att begränsningarna, som innebar att plattformen med all injekteringsutrustning fick stå på en nivå 7–8 m lägre än dammens krön och att det krävdes en cirka 30 m lång slang, försvårade injekteringen. Det var framförallt svårt att veta vilket injekteringstryck som ansattes i borrhålen. Försiktigheten som tillämpades resulterade bland annat i att inget bruk kunde pressas ned i hål NS.

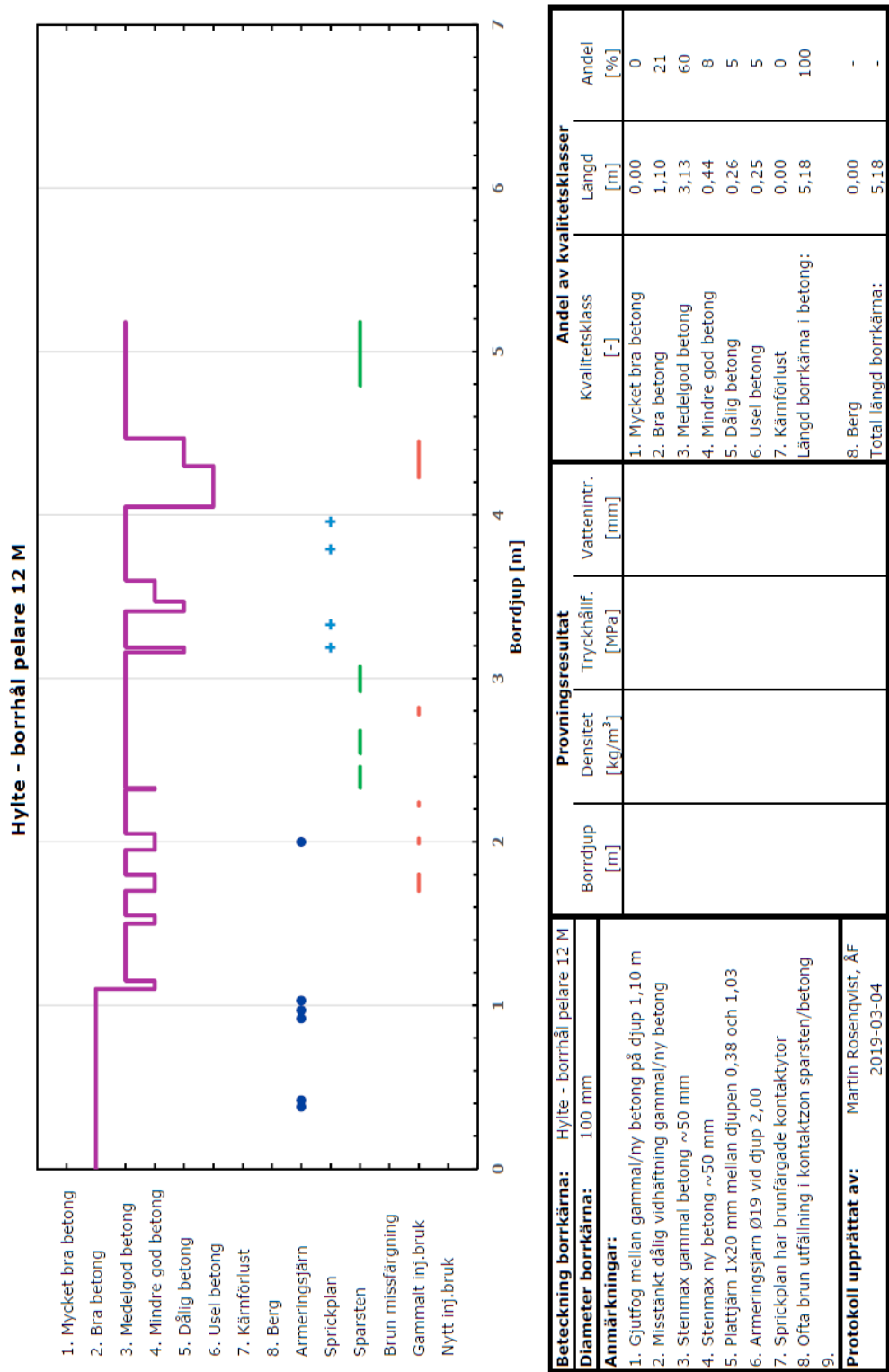
#### 4.4 KARTERING AV BETONGKÄRNOR EFTER INJEKTERING

Utbörning av en kontrollkärna från stödpelare 12 genomfördes i slutet av februari 2019. Den nya kärnan, kallad M, borrades ut mittemellan borrhålen NS respektive US. Betongkärna M mätte 5,2 m i längd, 100 mm i diameter och visas i Figur 66.

Utvärdering av betongkärna M utfördes i enlighet med Grönholm (2000) – Elforsk rapport 01:01. Resultat för kärnan M visas i Figur 67. Det gick inte att med säkerhet skilja eventuellt nytt injekteringsbruk från gammalt. I och med att det fortfarande fanns partier med sämre betong antas det att huvuddelen av det nyinjekterade bruket hade letat sig uppströms eller i sidled in i utskovströsklarna.



Figur 66. Betongkärna M. Krönets yta ned till vänster. Kärnans totala längd 5,2 m.



Figur 67. Resultat från karteringen av betongkärnan från hål M i stödpelare 12.

## 5 Arbeten under och efter utrivning

I föreliggande kapitel beskrivs de arbeten som utfördes i samband med dammens utrivning i juni 2019. Likaså beskrivs i korthet de alternativ som stod till buds vad gäller alternativa rivningsmetoder. I samband med utrivningen tillvaratogs det betongstycken för att möjliggöra uppföljande undersökningar i laboratoriemiljö.

### 5.1 RIVNINGSMETODER

Den nya regleringsdammen byggdes i skydd av den gamla dammen. Detta innebar att den gamla dammen fortfarande stod för Nissans dämning. De två övergripande alternativ som det valdes mellan var att riva dammen i torrhet eller under vatten.

#### 5.1.1 Rivning under vatten

Ett av alternativen som övervägdes var att låta riva ut dammen efter att utrymmet mellan den nya respektive gamla dammen hade fyllts med vatten. Rivningsarbetet skulle därmed till huvuddelen ske under vatten. Enligt dom från Mark- och miljödomstolen i Vänersborg skulle dammen rivas ut till nivå +124,00 m i ett område av 30 m från den nya utskovsdammen. Kravet innebar att den gamla dammen skulle rivas till en nivå nästan 7 m under dämningssgränsen på nivå +130,70 m. Rivningsarbetet skulle därför medföra en svårbedömd mängd undervattensaktiviteter. Alternativet bedömdes mindre fördelaktigt jämfört med att riva i torrhet.

#### 5.1.2 Rivning i torrhet

Det andra alternativet som övervägdes var att riva ut dammen i torrhet genom att uppföra en fångdamm. Den största fördelen med alternativet var att det skulle gå att använda konventionell rivningsutrustning i form av grävmaskin och dumper. Alternativet föredrogs då omfattningen av arbetet var enklare att bedöma. Grävmaskinen som användes vid rivningsarbetet var av märket Hitachi ZAXIS 850H.



Figur 68. Grävmaskinen som användes vid rivningsarbetet var av märket Hitachi ZAXIS 850H.

Grävmaskinen var som brukligt försedd med bom och skaft. Längst ut på skaftet monteras det redskap som ska användas i arbetet. För rivningsarbetet ansågs två redskap rimliga att använda. Det ena redskapet var en tjälkrok (Figur 69) och det andra en hydraulhammare (Figur 70). Tjälkroken skulle användas om betongen i dammens äldsta del var av så dålig beskaffenhet att den skulle gå att dra sönder. Hydraulhammaren var ändå det primära alternativet då betongen från 1940-talet innehöll armering och bedömdes vara av god beskaffenhet.



Figur 69. Två redskap som kan monteras på grävmaskinens skaft. Tjälkrok till vänster och skopa till höger.



Figur 70. Hydraulhammare. Betongen spräcks genom kraftfulla slag med det utstickande spettet (till vänster).

## 5.2 RIVNING SAR BETETS GENOMFÖRANDE

Utskovsdammens utrivning inleddes vid lunchtid onsdagen den 19 juni 2019. Först ut att rivas var stödpelare 11 (Figur 71). Säkerhetsavståndet när hydraulhammaren användes hade fastställts till 60 m. Av hänsyn till boende i närheten fick rivnings-

arbetet endast bedrivs under dygnets ljusa timmar. Rivningsarbetet forcerades i den mån det var möjligt och hade fullbordats redan på söndagen den 23 juni. Då hade rivningsmassorna transporterats bort och det enda som syntes var en jämn grundläggningsyta och den uppströms belägna fångdammen Figur 72).

Utrivningen omfattade åtta stödpelare (6–13) och mellanliggande utskovströsklar respektive skibord (Figur 6 och Figur 10). Vid utrivningen av pelare 13, som även utgjorde anslutning mot jordfyllningsdammen, undersöktes anslutningens status genom fotodokumentation och uttag av jordprover. Resultaten av efterföljande analyser redovisas i Lagerlund (2020) – Energiforsk-rapport 2020:641.



Figur 71. Utskovsdammen strax efter att rivningsarbetet hade inletts med stödpelare 11. Fotografiet togs från en plats på den nya stenfyllningsdammen vid lunchtid den 19 juni 2019.



Figur 72. Utskovsdammen efter att utrivningen hade fullbordats. Fotografiet togs den 24 juni 2019.

Två ytterligare fotografier på utskovsdammen direkt före och efter utrivning visas i Figur 73 respektive Figur 74. Utskovströskeln och skibordet som kvarlämnades i utskov 5 syns till höger i Figur 72 och i linje med stålsponten i Figur 74. I takt med att arbetet fortgick transporterades rivningsmassorna till ett upplag (Figur 75) där krossning skulle utföras i syfte att separera armeringsjärnen från betongen.



Figur 73. Utskovsdammen strax innan rivningsarbetet påbörjades. Till vänster i fotografiet syns fångdammen.



Figur 74. Utskovsdammen efter att utrivningen hade fullbordats.



Figur 75. Rivningsmassorna placerades i ett upplag i avvaktan på krossning för att separera stål från betong.

### 5.3 BETONGSTYCKEN FÖR UNDERSÖKNING

I samband med utskovsdammens utrivning tillvaratogs ett flertal betongstycken från stödpelare 12 och området intill. Syftet var att i efterhand i laboriemiljö undersöka injekteringens effekt genom att bestämma betongens mekaniska och fysikaliska egenskaper i form av spräckhållfasthet, tryckhållfasthet, E-modul, vattengenomsläpplighet (hydraulisk konduktivitet) och frostbeständighet. Undersökningarna skulle avse frisk, urlakad och injekterad betong.

Till följd av att säkerhetsavståndet vid rivningen var 60 m försvårades arbetet med att identifiera lämpliga betongstycken. Vid uppehåll i rivningen valdes ett flertal betongstycken ut och lyftes åt sidan. Företrädesvis valdes betongstycken där spår av injekteringsbruk kunde noteras med blotta ögat (Figur 76 och Figur 77).



Figur 76. Tillvarataget betongstycke med injekteringsbruk i borrhål US från pelare 12. Till höger i fotografiet syns bruket (ljusgrått). Betongstycket satt strax ovanför respektive uppströms om borrhål US i Figur 108.



Figur 77. Närbild av betongstycket i Figur 76. Injekteringsbruk har fyllt ut mindre håligheter i betongen.

Sammanlagt tillvaratogs sju betongstycken från stödpelare 12 eller från området i anslutning till pelaren, det vill säga utskovströsklarna. De sju styckena placerades på lastpallar (Figur 78) för vidare transport till Avdelningen för Byggnadsmaterial vid Lunds Tekniska Högskola (LTH). Efter transporten till LTH placerades fyra av betongstyckena i vattenfyllda bassänger som täcktes över (Figur 79 och Figur 80). Syftet var att hindra uttorkning av betongstyckena, vilket annars skulle leda till krympning och ej representativ sprickbildning i betongen. De resterande tre betongstyckena betraktades som reserver och fick stå kvar i torrhet.

De efterföljande undersökningarna planeras att utföras under hösten 2020. I vilken mån det blir möjligt att bestämma de önskade egenskaperna beror på vilka prover som är möjliga att borra ut från betongstyckena. Resultaten från undersökningarna kommer att redovisas i en separat Energiforsk-rapport i sinom tid.



Figur 78. Sju tillvaratagna betongstycken innan transport till Lunds Tekniska Högskola för undersökning.



Figur 79. Två betongstycken placerade i vattenfyllda bassänger vid Lunds Tekniska Högskola.



Figur 80. Bassängerna har täckts över för att betongstyckena ska omges av luft med hög relativ fuktighet.

## 6 Dammens status i samband med utrivning

I detta kapitel beskrivs utskovsdammens exteriöra och interiöra status med hjälp av text och bild. Fotografier togs och observationer gjordes allteftersom rivningsarbetet fortgick. I fokus var stödpelare 12 och de intilliggande utskovströsklarna respektive skiborden. De iakttagelser som gjordes för dessa delar av dammen anses vara representativa för resterande delar av dammen.

### 6.1 IAKTTAGELSER UNDER RIVNINGSBETET

Under förmiddagen den 19 juni gjordes de sista förberedelserna inför utrivningen av utskovsdammen. Förberedelserna bestod bland annat i att pumpa bort vattnet mellan dammen och fångdammen, samt att gräva bort de nedre delarna av den motfyllning som vid någon tidpunkt hade lagts ut på dammens uppströmssida.

Vid friläggningen av dammens uppströmssida påträffades flera äldre träspontar. Dessa träspontar hade troligtvis fungerat som enkla fångdammar under tiden för dammens uppförande eller i samband med 1940-talets ombyggnadsarbeten. Vad som också noterades var att uppströmssidan hade putsats (Figur 81). Rosenqvist (2018) anger att det i början av 1900-talet var vanligt förekommande att applicera ett tunt putsskikt ovanpå ett par centimeter tjockt lager av cementrikt bruk. Syftet var att förbättra tätheten. Vid nybyggnation frångicks detta förfarande successivt under 1920-talet till följd av att putsskiktet ofta sprack och ibland även lossnade. Det kan konstateras att förslaget att förstärka uppströmssidan med en 200 mm tjock armerad platta (Figur 15) inte hade kommit till stånd.



Figur 81. Friläggningen av dammens uppströmssida visade att den putsats. Äldre träspontar påträffades också.

Ett flertal horisontellt orienterade sprickor konstaterades i putsskiktet. Den grävsta sprickan kunde följas nästan oavbrutet utmed hela dammen med start vid utskov 6 och slut vid utskov 12. Läget för sprickan bedömdes vara drygt 3 m nedanför stödpelarnas krön. Sprickor med mindre utbredning noterades både på högre och lägre nivåer (Figur 81 och Figur 82). Det var inte möjligt att mäta sprickornas bredd. Den grävsta sprickan uppskattades ha en varierande sprickbredd upp till 5 mm.



Figur 82. Horisontella sprickor noterades i putsskiktet på dammens uppströmssida. Den grävsta sprickan ligger ungefär 3 m nedanför stödpelarnas krön. I fotografiet syns stödpelare 10 längst till vänster.

Vid en närmare besiktning noterades det att putsskiktet inte täckte hela dammen. Uppströms utskov 5 saknades putsskiktet i ett område som delvis täcktes av den nya fångdammen. I området hade betongens grova ballast frilagts (Figur 83). Att putsskiktet inte täckte hela uppströmssidan indikerar att putsskiktet applicerats i efterhand. En trolig tidpunkt är 1940-talets ombyggnad. Området utan putsskikt kan då ha utgjort anslutning för en fångdamm under ombyggnadsarbetet.



**Figur 83.** Uppströms utskov 5 saknades putsskiktet i ett område som karaktäriserades av att betongens grova ballast hade frilagts. Konturen på området tyder på att området kan ha utgjort anslutning för en fångdamm.

Rivningsarbetet inleddes med stödpelare 11 genom att pelarens nedre delar bilades bort. Betongen från 1940-talets ombyggnadsarbeten var av god beskaffenhet, vilket kan förväntas av en betong med en cementhalt av  $325 \text{ kg/m}^3$  utan tydliga tecken på nedbrytning. Det åtgick förhållandevis många slag med hydraulhammaren för att spräcka betongen. Efter att betongen spräcktes bekräftades det att pågjutningen från dammens höjning innehöll armering i form av rundjärn (Figur 84).



**Figur 84.** Pelare 11. När betongen spräcktes bekräftades det att 1940-talets pågjutning hade armerats.

När betongen från pågjutningen till stödpelare 11 bilades bort noterades det att de längsgående armeringsjärnen (vertikalt orienterade) ställvis omsluts av ändkrokar till järn vilka hade borrats in och förankrats i den ursprungliga betongen. Vad som konstaterades när den ursprungliga betongen frilades var en tydlig kulörskillnad. Den ursprungliga betongen drog åt en gulbrunaktig nyans (Figur 85). På avstånd gick det inte att avgöra om betongen var blöt eller ej. 1940-talsbetongen såg "torr" ut och det dammade rejält när betongen spräcktes av hydraulhammaren.



Figur 85. Pelare 11. Den ursprungliga betongen uppvisade en brunaktig kulör när den bilades fram.

När de nedre delarna av stödpelare 11 hade jämnats av i nivå med de intilliggande skiborden belastades pelartoppen från vänster sida och kunde därefter rivas ned i ett stycke. Figur 86 respektive Figur 87 visar pelartoppen före och under rivning.



Figur 86. Pelare 11. Pelartoppen strax innan rivning. Höjdskillnaden mellan utskovströskel och krön är 2,36 m.



Figur 87. Pelare 11. Pelartoppen revs ned i ett stycke efter att den hade belastats från vänster sida.

Efter att pelartoppen hade välts omkull konstaterades det att den ursprungliga betongen var oarmerad eftersom den horisontella brottytan på dammen var fri från uppstickande armeringsjärn. Inborrade järn i den lutande ytan utmed skiborden syntes däremot (Figur 88). Undersidan av pelartoppen syns i Figur 89.



Figur 88. Pelare 11. Brottytan efter att pelartoppen hade välts ned.



Figur 89. Pelare 11. Brottytan på undersidan av pelartoppen. Inga utstickande armeringsjärn noterades.

När pelartoppen hade välts ned gjordes ett uppehåll i rivningsarbetet. Det blev då möjligt att gå upp på fångdammen för att inspektera utskovsdammens uppströms-sida. Vad som noterades var mörka vertikala stråk under den horisontella sprickan (Figur 90). De mörka stråken antogs vara vatten som pressats ut ur dammkroppen. Stråken syntes inte innan rivningsarbetet inleddes (Figur 91), vilket visade att det fanns håligheter i dammen som innehöll vatten trots att dammen hade torrlagts. Anmärkningsvärt noterades det att vatten hade pressats ut flera meter bort i förhållande till platsen för det pågående rivningsarbetet.



Figur 90. Mörka stråk noterades på dammens uppströmsida efter att pelartoppen till stödpelare 11 hade välts ned. De mörka stråken antogs vara vatten som hade pressats ut ur dammen genom de horisontella sprickorna.



Figur 91. Innan rivningsarbetet inleddes syntes ej några mörka stråk på dammens uppströmsida, vilket indikerade att det vatten som pressades ut vid rivningen rymdes i håligheter inuti dammkroppen.

Rivningen fortsatte med stödpelare 12 där pelaren revs ned till utskovströsklarnas nivå. Därefter övergick rivningen till utskovströsklarna/skiborden i utskov 10 och 11, samt resterande del av pelare 11 (Figur 6). Framdriften på rivningen var hög då den ursprungliga betongen föll sönder genom att den spräcktes i horisontella skikt. Skikten motsvarade ett eller flera av de lager som betongen hade placerats i innan den stampades i byggskedet. När betongen hade spräckts kunde de lösa betongstyckena enkelt dras eller knuffas ned till marken (Figur 92 och Figur 93).

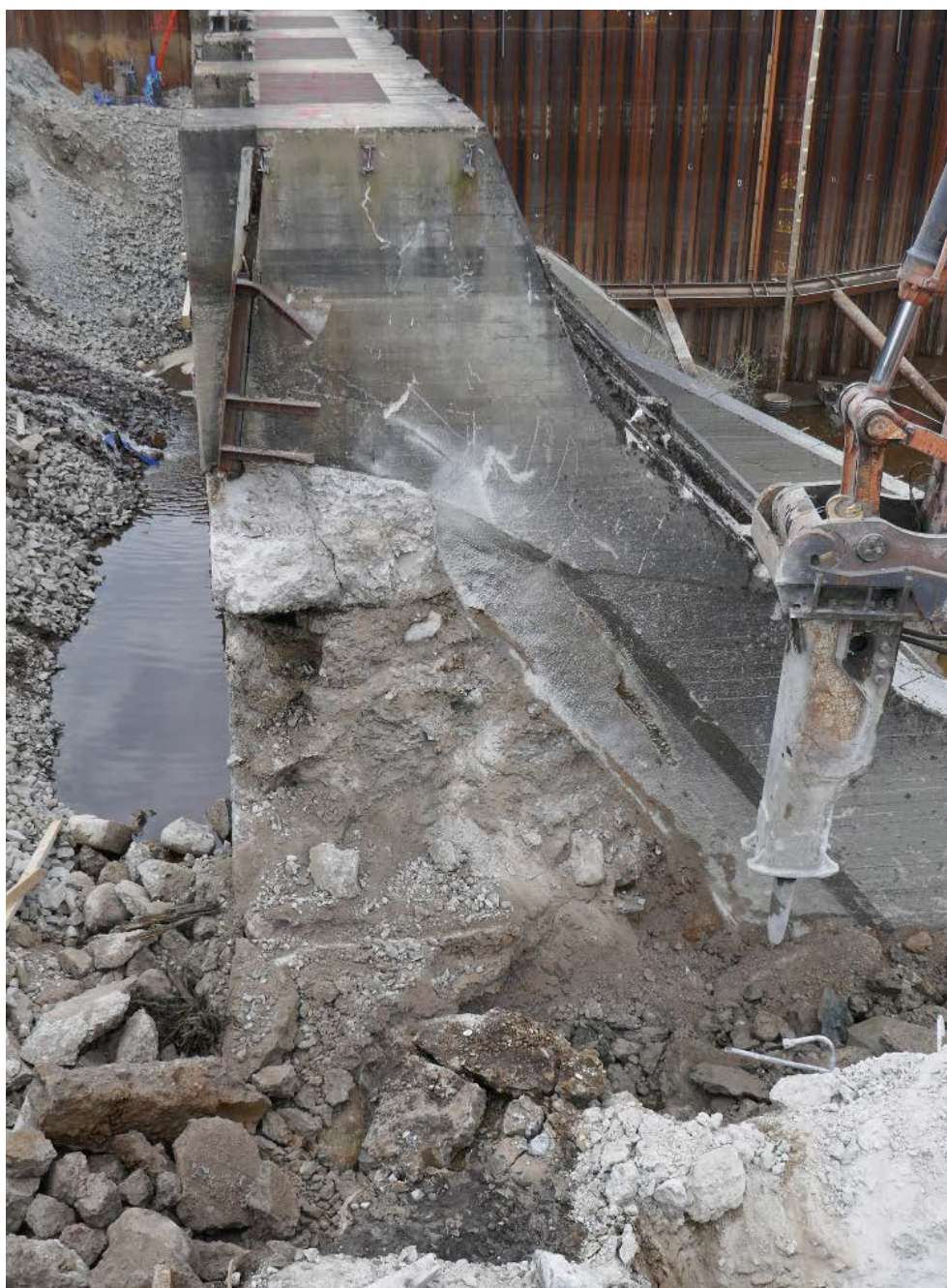


**Figur 92.** Rivningen av utskovströsklarna/skiborden i utskov 10 och 11, samt resterande del av pelare 11 gick snabbt. Betongen föll sönder i horisontella skikt och betongstyckena kunde enkelt dras ned på marken.



**Figur 93.** Uppströms vy efter rivningen av utskov 10 och 11, samt resterande del av pelare 11.

När utskovströsklarna/skiborden i utskov 10 och 11 hade rivits bekräftades det att utskovströsklarna hade höjts i samband med 1940-talets ombyggnadsarbete. Detta syntes tydligt genom att betongen antog en betydligt ljusare kulör jämfört med den ursprungliga betongen (Figur 94). Detta stämde väl överens med iakttagelserna vid rivningen av stödpelare 11 där 1940-talsbetongen var ljus medan den ursprungliga betongen mörkare i kulören. Vid uppehållet i rivningsarbetet konstaterades det att den mörka kulören berodde på att den ursprungliga betongen var genomblöt.



Figur 94. Pelare 10. Inblick i den utrivna utskovströskeln med tillhörande skibord i utskov 10. Betongen hade en mörk kulör till följd av att den var genomblöt. Den ljusa betongen tillhör 1940-talets höjning av tröskeln.

Vid rivningen blev det tydligt att sparsten hade lagts i den ursprungliga betongen. Sparsten med storlek upp till en diameter av 500 mm noterades. Mängden sparsten och hur de fördelades över de vertikala snitten i dammen varierade, vilket framgår av Figur 94 och Figur 95. Det noterades att betongen torkade långsammare utmed horisontella stråk som antogs sammanfalla med gjutfogarna mellan de lager som betongen lades ut i innan stampning. Tjockleken på dessa lager varierade mellan 20 och 30 cm. Det bör påpekas att den ursprungliga betongen var av varierande beskaffenhet. Längs de horisontella gjutfogarna var betongens brottytor ofta sandiga. Övriga brottytor var fria från sand och därmed av högre kvalitet.



Figur 95. Pelare 13. Inblick i den utrivna utskovströskeln med tillhörande skibord i utskov 12. Vad som syns i fotografiet är att betongen torkar långsammare längs de horisontella gjutfogarna. Fotografi från J Lagerlund.

Inför rivningen av stödpelare 13, det vill säga anslutningen mellan utskovsdamm och jorddamm frilades den vingmur som uppfördes under 1940-talet då dammen höjdes (Figur 96). Det noterades att rötter från den växtlighet som syns i Figur 50 hade letat sig in under vingmuren Figur 97.



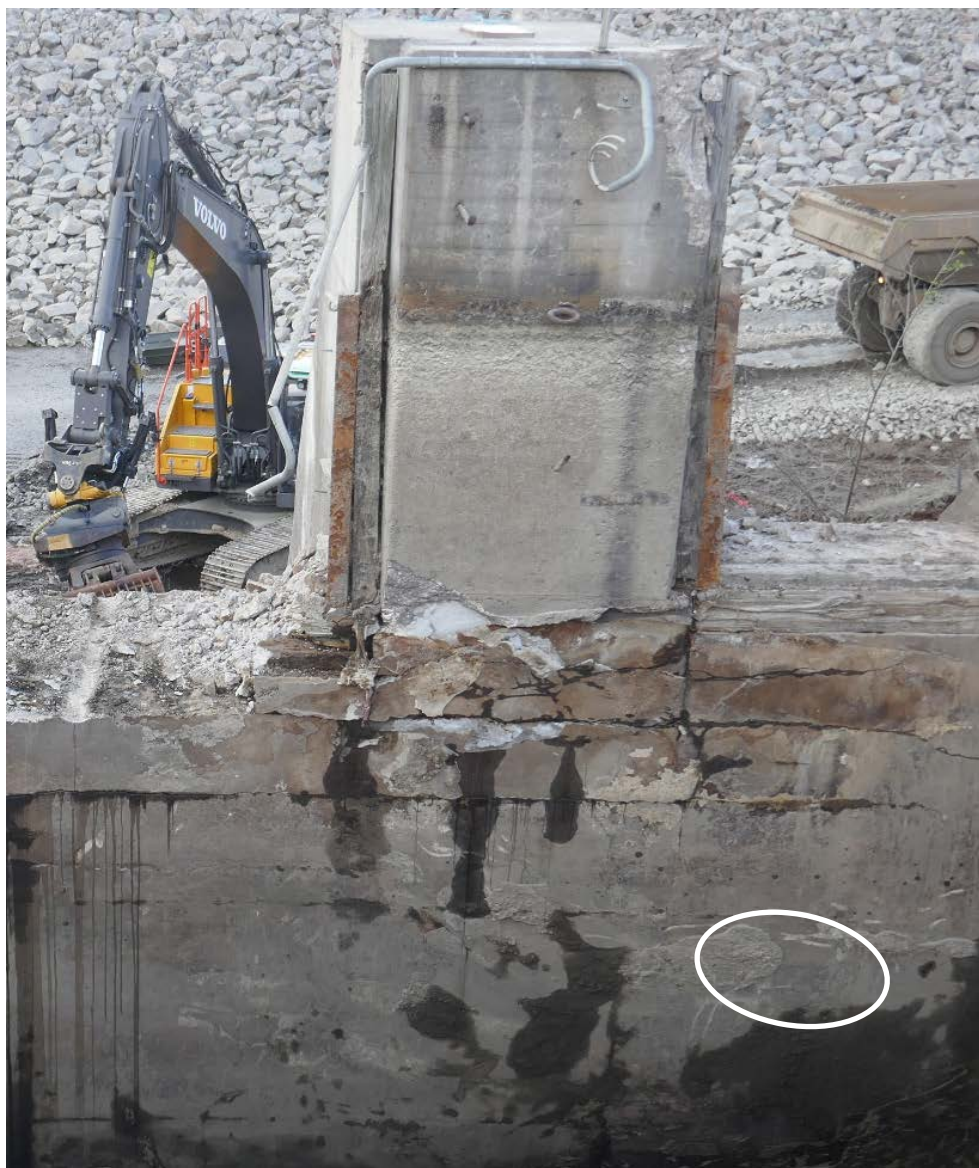
Figur 96. Friläggning av vingmuren som utgjorde del av anslutningen mellan betong- och jorddamm.



Figur 97. Efter vingmurens friläggning noterades det att rötter från växtlighet hade letat sig in under den.

## 6.2 BETONG OCH INJEKTERINGSBRUK

Stödpelare 12 valdes ut för undersökningar med avseende på kartering av betongkärnor, utförande av vattenförlustmätning och undersökning av vilken effekt som cementinjektering kan ha i urlakad betong. Undersökningarna beskrivs i kapitel 4. Vid utskovsdammens utrivning ägnades pelaren därför extra uppmärksamhet för att undersöka hur det injekterade bruket (totalt 436 liter) hade spridit sig och hur betongens beskaffenhet varierade i konstruktionen. Mörka stråk med utpressat vatten syntes uppströms pelaren efter att pelare 11 hade rivits ut. Vattnet hade pressats ut genom de horisontella sprickor som tidigare noterats i putsskiktet. Mindre stycken av putsskiktet hade lossnat i samband med rivningen, vilket indikerade att putsskiktet ställvis satt löst (Figur 98).



Figur 98. Pelare 12. Mörka stråk med utpressat vatten. Mindre stycken av putsskiktet hade ställvis lossnat. Det inringade området nere till höger visar positionen för det betongstycke som visas i Figur 100.

Närmare studier av området i höjd med de horisontella sprickorna i putsskiktet till stödpelare 12 visade att friskt injekteringsbruk fanns bakom putsskiktet (Figur 99). Detta bekräftades vid studier av borttransporterade betongblock (Figur 100). Det friska injekteringsbruket var det bruk som injekterades i pelaren (avsnitt 4.3).



Figur 99. Pelare 12. Bakom bortfallna bitar av putsskiktet noterades ett friskt injekteringsbruk (ljusa områden).



Figur 100. Friskt injekteringsbruk påträffades i ett skikt bakom putsskiktet. Det friska bruket antas härstamma från det nyligen utförda injekteringsarbetet. Betongstyckets läge i dammen framgår av Figur 98.

Det konstaterades att det injekterade bruket hade ansamlats direkt bakom ett äldre lager cementbruk med nämnda putsskikt ytterst. Det äldre bruket var cirka 10 mm tjockt och innehöll fin sand (Figur 101). Tack vare innehållet av sand blev det enkelt att skilja det äldre bruket från det injekterade bruket. Inga okulära tecken fanns på att det äldre bruket hade urlakats. I ett annat betongstycke noterades det en längs-gående spricka i betongen bakom det äldre bruket. Betongen utmed sprickan visade tecken på urlakning genom dess brunaktiga kulör (Figur 102).



Figur 101. Det nyligen injekterade bruket hade fyllt ut ett utrymme bakom ett äldre lager cementbruk med det tidigare nämnda putsskiktet ytterst. Notera den sandiga brottytan som meterstocken ligger på.



Figur 102. Längsgående spricka i betongen bakom det äldre cementbruket. Sprickan är parallell med bruket. Den bruna missfärgningen indikerar att sprickan har varit vattenförande och att betongen därmed urlakats.

I andra betongstycken noterades områden med betydligt längre gången urlakning bakom det ursprungliga cementbruket (Figur 103). Vad som också noterades på de olika betongstyckena var att de horisontella brottytorna ställvis var sandiga (Figur 104). En förklaring kan vara att betongen över tid hade urlakats längs gjutfogarna mellan de lager som betongen lades ut i innan stampning i byggskedet.



Figur 103. Långt gången urlakning av den ursprungliga betongen bakom det äldre cementbruket.



Figur 104. Ställvis var brottytorna sandiga, vilket indikerar att betongen har urlakats över tid.

Andra brottytor uppvisade ett annat utseende genom att vara mörkbruna, nästan svarta, i kulören (Figur 105). Även i dessa fall var brottytorna sandiga (Figur 106). Brottytorna motsvarade gjutfogarna mellan de lager som betongen hade lagts ut i.



Figur 105. Stora betongstycken där brottytorna var mörkbruna, nästintill svarta, i kulören.



Figur 106. Ställvis var betongen i brottytorna nästan svartfärgad. Ytorna var dock fortfarande sandiga.

Vid närmare studie av den vertikala brottytan i dammkroppen kunde mörkbruna, nästintill svarta, stråk noteras. Stråken var i huvudsak horisontellt orienterade och sammanföll med sprickorna i putsskiktet på dammens uppströmssida (Figur 107). Svarta missfärgningar noterades också på ballast respektive sparsten, vilket tyder på ett samband mellan missfärgningar och områden där urlakning ofta inträffar.

En vertikal yta med svarta missfärgningar noterades i vad som kan antas vara gjutfogen mellan den ursprungliga pelaren och betongen i den pågjutning av utskovströskeln som utfördes i samband med dammens höjning (Figur 107). Ursprunget till de svarta stråken kan vara organiskt material (exempelvis dy) från dammens motfyllning som följt med det genomsipprande vattnet och fastnat i betongen.



Figur 107. Horisontella stråk med mörkbruna, nästintill svarta, missfärgningar kan ses inuti i dammen på nivåer som sammanfaller med de horisontella sprickorna i putsskiktet. En vertikal yta syns högst upp i fotografiet och motsvarar troligtvis gjutfogen mellan den ursprungliga betongen och höjningen av utskovströskeln.

När toppen till stödpelare 12 hade välts ned och den intilliggande utskovströskeln med skibord hade rivits ut kunde pelarens inre studeras via uppkomna brottytor. En sidovy över pelarens inre kan ses i Figur 108 och en uppströmsvy i Figur 109. Vad som syns i fotografierna är att betongen är av okulärt sämre beskaffenhet i partiet runt det med bruk fyllda borrhålet US. Betongen uppvisade en brunaktig kulör, vilket är ett vanligt kännetecken för långt gången urlakning. Nämda parti fanns på ett djup mellan 3 och 4 m från pelarens krön. Inom dessa djup noterades ett flertal sprickplan vid karteringen av betongkärnorna (Figur 55, Figur 56 och Figur 67). Dessa sprickplan är troligtvis gjutfogar med kraftigt urlakad betong.



Figur 108. Pelare 12 – sidovy. Inblick i pelarens inre efter att den intilliggande utskovströskeln med tillhörande skibord i utskov 11 hade rivits ut. Notera det med friskt injekteringsbruk igenfyllda borrhålet US (vit pil).



**Figur 109. Pelare 12 – uppströmsvy. Inblick i pelarens inre under ett uppehåll i rivningsarbetet. Notera det med friskt injekteringsbruk igenfyllda borrhålet US (vit pil). Betongen var brunfärgad i partiet runt borrhålet. Läget för den brunfärgade betongen sammanföll med de horisontellt orienterade sprickorna i putsskiktet.**

Vid närmare studier av betongen utmed brottytan kunde endast mindre mängder injekteringsbruk påträffas. Detta trots att borrhål US korsade ett antal horisontellt orienterade gjutfogar med förmodat kraftigt urlakad betong. Det noterades att brottytan var blöt och ställvis sandig (Figur 110). De sandiga områdena följde horisontella stråk, vilka mynnade vid de horisontella sprickorna i putsskiktet.

Däremot återfanns friskt injekteringsbruk i gränsskiktet runt en bortfallen sparsten (Figur 110 och Figur 111). Både mindre och större håligheter fanns dock kvar i den omgivande betongen. Bruk påträffades även i betongen runt sparstenen.



**Figur 110. Pelare 12.** I närheten av det med injekteringsbruk igenfyllda borrhål US (uppe till höger) noterades bruk i gränsskiktet runt en bortfallen sparsten (nedtill i mitten). Bruk påträffades också i en utfylld större hålighet strax ovanför sparstenen. Horisontellt avstånd till borrhål US uppskattades till cirka 60–70 cm.



**Figur 111. Pelare 12.** Närbild på injekteringsbruk runt den bortfallna sparstenen. Notera mindre och större kvarvarande håligheter i omgivande betong. Notera bruk också i betongen till vänster om sparstenen.

Liknande observationer gjordes på andra betongstycken där gränsskiktet mellan betong och sparsten syntes. Inte heller i dessa fall hade total utfyllnad av gränsskiktet erhållits då vatten bildat ett mönster av kanaler i injekteringsbruket. Det fanns dessutom partier med brunfärgad betong i direkt anslutning till det friska injekteringsbruket (Figur 112 och Figur 113). Dessa observationer indikerar att effekten av cementinjektering är lokal och varierar stort i även i små områden.



Figur 112. Friskt injekteringsbruk runt bortfallen sparsten. Intill fanns det kraftigt urlakad betong (brunfärgad).



Figur 113. Närbild på område med friskt injekteringsbruk. Vad som kan ses är att total utfyllnad av gränsskiktet ej har erhållits. Befintligt vatten i utrymmet har ej pressats ut eller så har vattenseparation uppstått i bruket.

### 6.3 ARMERING

I takt med att utrivningen av utskovsdammen fortgick kunde det bekräftas att de ursprungliga delarna av dammen var oarmerade. Den armering som påträffades härleddes till de pågjutningar som utfördes vid 1940-talets höjning av dammen. Armeringen hade sammanfogats medelst ändkrokar och najtråd (Figur 114).

Inför dammens höjning framgick det av ritningar att ny betong skulle förankras i den ursprungliga betongen med tväråsade armeringsjärn. Detta är järn som i den ena änden har klyvts på mitten. Halvorna böjdes därefter utåt. Genom att borra in järnen i den äldre betongen och fylla ut hålen med cementbruk erhöles förankring. Den andra änden av järnet bockades sedan till en ändkrok, vilken omslöt den nya betongens armering (Figur 115). Efteråt i rivningsmassorna påträffades tväråsade armeringsjärn av olika längd och stångdiameter (Figur 116 – Figur 118).



Figur 114. Armeringen som påträffades vid rivningen kunde uteslutande härledas till 1940-talets pågjutningar.



Figur 115. Pelare 11. Inborrat tväråsat armeringsjärn med ändkrok omsluter armeringen i 1940-talsbetongen.



Figur 116. Exempel på tväråsat armeringsjärn för förankring av ny betong i den ursprungliga betongen.



Figur 117. Exempel på tväråsat armeringsjärn för förankring av ny betong i den ursprungliga betongen.



Figur 118. Exempel på tväråsat armeringsjärn för förankring av ny betong i den ursprungliga betongen.

Armeringen som påträffades i utskovsdammen var av typen rundjärn, det vill säga släta och runda stänger. Rundjärn av minst tre olika dimensioner hade använts vid 1940-talets höjning av dammen. Den minsta dimensionen som påträffades låg runt 20 mm i diameter (Figur 119). Rundjärn med diameter cirka 30 mm (Figur 120) respektive drygt 35 mm (Figur 121) noterades också.



Figur 119. Armering av rundjärn med diameter cirka 20 mm. Inga spår av ytrost.



Figur 120. Armering av rundjärn med diameter cirka 30 mm. Notera förekomst av ytrost på järnet.



Figur 121. Armering av rundjärn med diameter cirka 35 mm. Minimala spår av ytrost.

Armeringens täckande betongskikt i 1940-talets pågjutningar uppmättes till mellan 20 och 30 mm. I de flesta fallen hade större delen av täckskiktet ryckts bort under rivningen, varför viss osäkerhet finns beträffande täckskiktets tjocklek. Korrosion noterades endast sporadiskt och i liten omfattning i form av ytrost (Figur 120 och Figur 122). Förekommande korrosion kan möjligtvis kopplas till läget för gjutfogen mellan den ursprungliga betongen och den nya betongen från 1940-talets höjning.



Figur 122. Närbild på förekommande ytrost på det tvärsade armeringsjärnet i Figur 117.

## 7 Diskussion och slutsatser

Föreliggande rapport har utarbetats med syftet att dokumentera den ursprungliga utskovsdammens status inför och under dess utrivning. I tillägg har en stödpelare injekterats med cementbruk innan utrivningen för att möjliggöra undersökning av brukets inträngning, spridning och utfyllnad av den urlakade betongen. Följande diskussion och slutsatser baseras på iakttagelser gjorda inom ramen för projektet.

De förberedande arbetena, vilka innefattade kartering av utborrade betongkärnor, vattenförlustmätning och cementinjektering, utfördes i forcerad takt runt årsskiftet 2018/2019. Detta för att harmonisera aktiviteterna med tidplanen för bygget av den nya dammen respektive utrivningen av den gamla dammen. Att de förberedande arbetena inte utfördes tidigare berodde på att metoden för den gamla dammens utrivning inte fastställdes förrän hösten 2018. I den ursprungliga planeringen skulle dammen rivas ut under vatten, vilket då skulle ha omöjliggjort dokumentation och undersökning av dammen i rivningsskedet.

Efter dammens utrivning kan det konstateras att den tillhör en äldre generation av massivdammar byggda med cementfattig stampbetong. Påståendet underbyggs av det faktum att dammkroppen saknade både ett vertikalt lager av cementrik betong längst uppströms och ingjutna tegelrör för dränering av genomsipprande vatten. I Rosenqvist (2018) framgår det att detta är vanliga kännetecken för massivdammar uppförda av cementfattig betong under 1910- och 1920-talet. Lagret med cementrik betong skulle vara dammens tätskikt och bakomliggande dränering skulle avleda eventuellt genomsipprande vatten innan det nådde den cementfattiga betongen.

Under utrivningen noterades det att betongen i dammens ursprungliga del hade lagts ut i lager om 20–30 cm tjocklek innan den stampades. Vid rivningen sprack betongen företrädesvis längs gjutfogarna mellan nämnda lager. Brottytorna var ofta sandiga. Ibland var brottytorna dessutom färgade brunt, nästintill svart, till följd av troligt inläckage av dy eller annat organiskt material från magasinet eller motfyllningen på dammens uppströmssida (Figur 107). Förekomsten av sandiga och dyiga stråk innebär att vatten kontinuerligt och under lång tid hade sipprat genom dammen och över tid urlakat/försvagat betongen längs gjutfogarna.

Det uppströms belägna putsskiktet med underliggande cementbruk applicerades troligtvis vid 1940-talets höjning av dammen. Antagandet baseras på att putsen, utan fogar, sträcker sig in över den yngre betongen i de höjda utskovströsklarna. Dessutom saknades puts i ett område som troligtvis hade täckts av en fångdamm under 1940-talets ombyggnad (Figur 83). Att dammen försågs med cementbruk och puts på 1940-talet tyder på att dammen var otät redan vid denna tidpunkt.

Efter torrläggning av dammen och bortschaktning av motfyllningen på dammens uppströmssida noterades ett flertal horisontellt orienterade sprickor i putsskiktet (Figur 82). Sprickornas utbredning kunde i de flesta fallen räknas i meter. I något fall sträckte sig sprickan utmed större delen av dammen. Vid utrivningen kunde det konstateras att sprickorna sammanföll med de urlakade gjutfogarna mellan de lager som betongen hade lagts ut i. Förekomsten av sprickorna bekräftar att vatten även efter putsskiktets applicering sipprat genom dammen och urlakat betongen.

Det parallella sprickplanet bakom putsskiktet (Figur 102) visar dessutom att vattnet ställvis har kunnat söka sig vidare till andra platser utmed dammen.

De ursprungliga delarna av dammen var oarmerade medan de pågjutna delarna från 1940-talet var armerade med rundjärn. Den nya betongen hade förankrats i den ursprungliga betongen med inborrade tväråsade armeringsjärn (Figur 116). Huvuddelen av armeringsjärnen hade gjutits in i 1940-talsbetongen och visade inga eller få tecken på korrosion. Mindre spår av förekommande ytrost antogs ha uppkommit redan i byggskedet. Inte heller de tväråsade armeringsjärnen visade några större tecken på korrosion, trots att de hade förankrats i den ursprungliga betongen. Detta kan troligtvis delvis förklaras av att järnen gjöts in i cementbruk av god kvalitet. Endast i några fall påträffades ytrost och då i lägen som kan ha sammanfallit med gjutfogen mellan ursprunglig och ny betong (Figur 122).

Trots svårigheterna vid injekteringsarbetets utförande gjordes ett antal intressanta iakttagelser angående injekteringsbrukets spridning. Vid rivningen konstaterades det att bruket i huvudsak hade pressats i riktning uppströms och fyllt ut urlakade partier bakom putsskiktet och det äldre cementbruket. Att inget bruk pressades ut genom de horisontella sprickorna i putsen kan ha berott på att motfyllningen på dammens uppströmssida hindrade detta. I övrigt påträffades injekteringsbruk företrädesvis i större håligheter, exempelvis i anslutning till sparstenar där god kringgjutning bör ha varit svårt att uppnå vid betongens stampning. Någon betydande inträngning av bruk i de urlakade gjutfogarna noterades ej.

Det är rimligt att anta att betongen i äldre och ställvis urlakade betongdammar är vattenmättad. Detta styrks dels av iakttagelsen att den ursprungliga betongen var blöt vid rivningstillfället och dels av att vatten pressades ut genom de horisontellt orienterade sprickorna på uppströmssidan (Figur 90). Om håligheter i betongen är fyllda med vatten behöver injekteringsbruket pressa undan vattnet för att i sin tur fylla ut dem. Lägst motstånd bör det finnas där håligheter och läckagevägar är stora, det vill säga där betongens urlakning och nedbrytning är långt gången.

Förekommande håligheter kring sparstenar verkar endast ha fyllts ut till viss del, vilket framgår av Figur 111 och Figur 112. Liknande iakttagelser kan ofta göras i samband med kartering av utborrade betongkärnor där kvarvarande håligheter påträffas i direkt anslutning till injekteringsbruk. Vilken den faktiska orsaken till håligheterna är kan vara svår att fastställa. En orsak kan vara att förekommande vatten inte har pressats ut. Hansson (1994) uppger att vattenseparation i bruket också kan leda till att brukets utfyllnad av håligheter blir otillräcklig. Risken för vattenseparation i injekteringsbruk ökar vanligtvis med ökande vattencementtal. Ett högt vattencementtal, det vill säga ett lättflytande bruk, är å andra sidan en vanlig förutsättning för att erhålla god inträngning i betongen.

Avsaknaden av större mängder bruk utmed gjutfogarna kan troligtvis förklaras dels av att läckagevägarna är finare, vilket gör att brukets inträngning försvåras, och dels av att de är fyllda med vatten. Är läckagevägarna fina ökar strömningsmotståndet, vilket i sin tur försvårar utpressningen av vattnet. Kan inte vattnet pressas ut kan inte heller något bruk tränga in och fylla ut håligheterna.

Förekomsten av misstänkt dy eller andra organiska material utmed vissa av gjutfogarna kan försämra utsikterna att lyckas med cementinjektering även om bruket

tränger in och fyller ut håligheterna. Dy är nämligen en organisk jordart bestående av humusämnen, vilka i sin tur härstammar från förmultnade växt- och djurdelar. Humus kan helt eller delvis förhindra cementets bindning och hårdnande. Följden kan bli att injekterat cementbruk aldrig hårdnar, utan sköljs ur igen.

Wiberg (1994) skriver att det vid okulär tillståndskontroll vanligtvis är svårt att beskriva och gradera skador i form av exempelvis ökad porositet och urlakning. Utbörning av betongkärnor och kartering av kärnorna är den metod som oftast tillämpas för att bedöma tillståndet i konstruktionens inre. Kärnbörning kan dessutom kompletteras med borrhålsfilmning, caliperloggning och vattenförlustmätning. Dessa metoder beskrivs översiktligt i Rosenqvist (2011).

Trots ej optimala förutsättningar för undersökningarnas genomförande kan flera slutsatser dras kring den drygt 110 år gamla dammens tillstånd innan utrivning. Det kan konstateras att kartering av utbörade betongkärnor ger en god bild av tillståndet i dammens inre. Resultaten från karteringen av kärnorna stämde väl överens med dammens faktiska tillstånd vid utrivningen. Vad som däremot inte fångades upp vid kartering var förekomsten av dy eller annat organiskt material som hade följt med läckagevattnet in i dammen. Vidare bekräftades det ännu en gång att cementinjektering i urlakade betongkonstruktioner är svårt att utföra.

Kartering av utbörade kärnor kan dock inte ge ett tillräckligt bra underlag för att kunna beräkna vilken kvarvarande bärförmåga och livslängd en konstruktion har. I en Energiforsk-rapport av Åhs och Larsson (2016) fastställdes det att existerande beräkningsprogram, inklusive metoder/modeller, anses tillräckliga för att kunna göra beräkningar av bärförmåga och täthet hos en injekterad betongkonstruktion. Vad som saknades var materialegenskaper med avseende på frisk betong, urlakad betong, samt urlakad och injekterad betong. I avsnitt 5.3 beskrivs det att ett flertal betongstycken tillvaratogs för vidare undersökningar i laboratoriemiljö. Dessa undersökningar kommer att redovisas i en separat Energiforsk-rapport.

Vid framtida utrivningar av betong- och murverksdammar vore det önskvärt att också låta dokumentera dessa arbeten. Det primära syftet är att öka förståelsen kring äldre dammars tillstånd respektive behov av åtgärder i form av underhåll, reparation och förstärkning. Det sekundära syftet är att bidra till skapandet av en kunskapsbank, vilken kan användas för att exempelvis analysera säkerheten hos äldre dammar av olika utformning och med olika typer av skador.

## 8 Referenser

- Grönholm R (2000) *Utvärdering av borrhämnor från betongkonstruktioner*, Elforsk rapport 01:01, Elforsk
- Hallandsposten (1910) *"Artikel"*, n:o 57, torsdag 10 mars 1910
- Hallandsposten (1920a) *Kungörelse*, n:r 283, lördag 4 december 1920
- Hallandsposten (1920b) *Stort sjöregleringsföretag i Småland*, n:r 297, tisdag 21 december 1920
- Hallandsposten (1925a) *Syndaflod över Hyltebruk – Ett kanalras på lördagen förorsakar översvämning*, n:r 182, måndag 10 augusti 1925
- Hallandsposten (1925b) *Nissan regleras – Dom i det stora vattenrättsmålet*, n:r 302, onsdag 30 december 1925
- Hallandsposten (1928) *Hyltebruks samhälle i helg och söcken – En kåserande skildring av Yngve Lundberg*, n:r 277, lördag 24 november 1928
- Hallandsposten (1932) *Regleringen av Färgensjöarna*, n:r 190, torsdag 18 augusti 1932
- Hallandsposten (1937a) *Dammen brast i Hyltebruk*, n:r 13, måndag 18 januari 1937
- Hallandsposten (1937b) *Ett nytt stort vattenmagasin skapas i Nissan*, n:r 91, tisdag 22 april 1937
- Hallandsposten (1937c) *Nytt ras igen vid dammen i Hylte i går*, n:r 267, onsdag 17 november 1937
- Hallandsposten (1940) *Färgensjöarnas reglering*, n:r 210, onsdag 11 september 1940
- Hallandsposten (1941a) *Nissan regleras som medel mot arbetslösheten*, n:r 73, lördag 29 mars 1941
- Hallandsposten (1941b) *Nissans reglering tillstyrkes av K.B.*, n:r 77, torsdag 3 april 1941
- Hallandsposten (1941c) *Nissans reglering*, n:r 197, torsdag 28 augusti 1941
- Hallandsposten (1941d) *Nissans regleringsintressenter söka stort statslån*, n:r 242, måndag 20 oktober 1941
- Hallandsposten (1942a) *Färgensjöarnas reglering*, n:r 35, torsdag 12 februari 1942
- Hallandsposten (1942b) *Färgensjöarnas reglering är av stor betydelse*, n:r 70, torsdag 29 mars 1942
- Hallandsposten (1942c) *För anställda*, n:r 179/180, fredag/lördag 7/8 augusti 1942
- Hallandsposten (1942d) *Hyltebruk bakom kulisserna*, n:r 285, onsdag 9 december 1942
- Hallandsposten (1943) *Nissakraft "kör ihop" med Sydkraft*, n:r 287, lördag 11 december 1943

- Hallandsposten (1973) "Artikel", fredag 12 oktober 1973
- Hansson P (1994) *Cementinjektering – Handbok i materialteknik för injekterare*, Elforsk rapport 94:12, Elforsk
- Hembygdsförening (2002) *Så minns vi gamla Hylte*, Hylte och Långaryds hembygdsföreningar, ISBN 9163131439
- Lagerlund J (2020) *Rivning av en fyllningsdammsanslutning*, Energiforsk rapport 2020:641, Energiforsk
- Lindström L (1989) *Undersökning av Mellanfallsdammen vid Älvkarleby kraftstation i samband med rivningen år 1988*, FUD-rapport U(L) 1989/42, Vattenfall
- Rosenqvist M (2011) *Vägledning för cementinjektering av betongkonstruktioner*, Elforsk rapport 11:60, Elforsk
- Rosenqvist M (2018) *Betongteknikens utveckling och betydelse för svensk vattenkraftsutbyggnad*, Energiforsk rapport 2018:481, Energiforsk
- Sandström T (2006) *Månsbo gamla kraftverk – Uppföljning av betongkonstruktionens rivning*, Elforsk rapport 08:66, Elforsk
- Thorsell P-E (2007) *Uppföljning av injekteringsarbeten – Kanalmur, Älvkarleby*, Elforsk rapport 07:67, Elforsk
- Westerberg G (1926) *Några tillämpningar av cementinpressningsmetoden vid Statens Vattenfallsverks byggnadsföretag*, Tekniska meddelanden från Kungliga Vattenfallsstyrelsen, Ser. B., N:r 7, Trollhättans Tryckeriaktiebolag
- Wiberg U (1994) *Tillståndskontroll av betong i kraftanläggningar*, Elforsk rapport 94:17, Elforsk
- Åhs M, Larsson O (2016) *Injekterad betongs egenskaper*, Energiforsk rapport 2016:258, Energiforsk

# UNDERSÖKNING OCH RIVNING AV HYLTE BETONGDAMM

Kraftverksdammar av betong från 1900-talets inledande decennier förknippas ofta med bristande beständighet i form av läckage och urlakning av betongen. Osäkerheter kring utformningen och tillståndet för den ursprungliga utskovsdammen vid Hylte kraftverk ledde till beslutet att ersätta den med en ny damm. Den ursprungliga dammen revs ut i omgångar under 2019/2020.

Utrivningen av dammen gav upphov till ett sällsynt tillfälle att undersöka en tidig 1900-talsdamm på ett sätt och i en omfattning som inte är möjlig när en damm fortfarande är i bruk. Dammen dokumenterades både före och under utrivning. Inför rivningsarbetet borrades betongkärnor ut och en begränsad del av dammen injekterades med cementbruk. Förhoppningen var att under utrivningen kunna bedöma brukets förmåga till inträngning och utbredning.

Föreliggande rapport redogör för arbetena som utfördes innan, under och efter utrivningen av utskovsdammen vid Hylte kraftverk. Till stöd för redogörelserna beskrivs dessutom dammens historia kortfattat.

## 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](http://www.energiforsk.se)