

Mikroorganismer, konservering och förmedling av

# Nämforsens hällristningar

En studie av Nämforsens hällristningar i Västernorrlands län,  
Näsåker, Ådals-Lidens socken av Eva Ernfridsson

Mikroorganismer, konservering och förmedling av Nämforsens hållristningar.  
En studie av Nämforsens hållristningar i Västernorrlands län, Näsåker, Ådals-Lidens socken.

Riksantikvarieämbetet  
Box 5405  
SE-114 84 Stockholm  
Tel 08-5191 8000  
[www.raa.se](http://www.raa.se)  
[registrator@raa.se](mailto:registrator@raa.se)

Riksantikvarieämbetet 2015, i samverkan med  
Länsstyrelsen för Västernorrlands län  
och Nämforsens Hållristningsmuseum.

Mölnlycke 2014-05-16  
Eva Ernfridsson; biolog M.Sc. och stenkonservator M. Sc.  
Litobiome AB, Mölnlycke fabriker 9, 43535 Mölnlycke  
E-post: [eva@ernfridsson.se](mailto:eva@ernfridsson.se). Tel: 0768-93 27 18

Uppdragsgivare:  
Peter Johansson, chef  
Nämforsens Hållristningsmuseum  
Nipvägen 7  
880 30 Näsåker  
Tel. 0622-106 30  
E-post: [peter.johansson@namforsen.com](mailto:peter.johansson@namforsen.com)

Finansierad med bidrag från Länsstyrelsen för Västernorrlands län, 871 86 Härnösand  
Upphovsrätt för text och bild enligt Creative Commons licens CC BY,  
erkännande 2.5 Sverige <http://creativecommons.org/licenses/by/2.5/se/>.

Omslag: Odaterat foto av Viktor Lundgren före kraftverket byggdes.

ISBN 978-91-7209-707-0 (PDF)

# Innehåll

Förord .....	4
Sammanfattning.....	5
Inledning .....	7
Objektbeskrivning .....	9
Kulturmiljö.....	9
Miljö, klimat och geologi.....	9
Tidigare åtgärder och observationer .....	11
Generella observationer gjorda av Hallström .....	11
Imålning och rengöring.....	11
Information från Siv Bylund .....	13
Litteraturstudier.....	14
Syfte med konservering och kulturmiljövård.....	14
Mikroorganismer på luftexponerat berg .....	14
Nedbrytning av sten.....	15
<i>Kemiska och fysikaliska processer</i> .....	15
<i>Mikrobiell påverkan</i> .....	16
Rengöring av hållbilder .....	16
Fältobservationer .....	18
Generella.....	18
Laxön och norra fastlandsstranden .....	18
<i>Status 2013</i> .....	18
Notön .....	22
<i>Status 2013</i> .....	22
Brådön.....	28
<i>Status 2013</i> .....	32
Undersökning på lab .....	40
Provtagning .....	40
Mikroskopering.....	40
<i>Resultat</i> .....	40
Slutsatser .....	48
Rekommendationer .....	48
<i>Specifika och preliminära råd</i> .....	50
Referenser .....	53
Bilaga 1.....	55

## Förord

Hällristningarna vid Nämforsen i Ångermanland är ett av landets största och tidigaste monumentala konstverk. Stenålderns ångermanlänningar som högg in figurerna i klipporna vid forsen tänkte så klart inte i de banorna. Hur tänkte de då?

Varför gjorde de figurerna i berget? Vi vet inte, och det är en av de många saker vi inte vet om hällristningarna. Vi vet inte hur de gjordes eller vilka verktyg som användes, och vi har ingen vetenskaplig metod att fastställa hällristningarnas ålder. Det mesta vi påstår oss veta om ristningarna bygger på gissningar och indirekta bevis.

Denna ofantliga brist på kunskap är, enligt min mening, det främsta argumentet för att hällristningarna vid Nämforsen bör bevaras i så oförstört skick som möjligt. För all framtid. Bara då lämnar vi öppet för att någon gång förstå mer av vårt ursprung. Hällristningarna, hur svårtolkade de än må vara, är en av de få, om inte den enda, ingången vi har till stenålderns tankevärld.

Idag besöks Nämforsen årligen av 20 000 personer. Många långväga ifrån. Därmed är Nämforsen ett av de mest besökta turistmålen i Norrlands inland. Om hällristningarna vårdas och görs tillgängliga kommer besökarna att fortsätta att strömma till. För all framtid. Det betyder i sin tur även jobb och intäkter för innevånarna i Sollefteå kommun och i Västernorrland.

Under arbetet med att ta fram föreliggande studie har Siv Bylund, arkeolog på Nämforsens Hällristningsmuseum, och undertecknad haft förmånen att arbeta tillsammans med biologen och stenkonservatorn Eva Ernfridsson. Det har för mig varit en mycket givande erfarenhet som gjort ett stort avtryck. Stiftelsen Nämforsens fortsatta arbete kommer att präglas av dessa erfarenheter.

Länsstyrelsen i Västernorrland har finansierat Evas arbete och Riksantikvarieämbetet har bidragit till formgivningen och distributionen av rapporten.

Studien kommer att ligga till grund för Länsstyrelsens arbete med att ta fram en ny vårdplan för Nämforsens hällristningar. Det är min förhoppning att Länsstyrelsen kommer att arbeta enligt Eva Ernfridssons förslag:

*För att utarbeta vårdplaner i Nämforsen rekommenderas ett tvärvetenskapligt projekt med ett perspektiv på omkring tio år framåt. Då finns möjlighet att utifrån äldre dokumentation och dagens situation formulera tydliga mål för varje håll. Därefter bör tester och insatser starta i liten skala och utökas successivt med årlig uppföljning och utvärdering.*

För Stiftelsen Nämforsen

Peter Johansson

Näsåker 2014-08-26

## Sammanfattning

Det finns bildmaterial som visar att flera hållar i Nämforsen har mer svart påväxt och lavar idag jämfört med för tio år sedan. Ristningarna har tvättats och målats i då och då från 1976 till 2005. I flera fall är det troligt att den ökade påväxten är återväxt efter tvätt. I ett par fall har den imålade färgen bleknat mycket jämfört med bilder från 2003–2004 vilket gör att ristningarna kan uppfattas som mer otydliga och överväxta. Det finns också en pågående tillväxt som redan Hallström (1967) beskriver och som beror på att hållarna inte längre sköljs rena av forsens högvatten. Det gäller ett relativt stort antal hållar och den sker så att den svarta påväxten mer och mer går över i lavar, först skorplavar och därefter tjockare bladlavar. Efterhand kommer mossor och till sist högre växter. För att hantera denna succession behöver det upprättas en specifik vårdplan för varje ristning i området.

Proverna som togs av den svarta beläggningen undersöktes i 200× förstoring i ljusmikroskop. I de flesta prover dominerade runda och trådformiga cyanobakterier. De är fotosyntetiserande och mycket motståndskraftiga mot uttorkning genom sina kraftiga cellväggar. Deras mörka färg är ett skydd mot UV-ljus. Pigmentet skyddar även mot kemikalier. De kräver flytande vatten för sin metabolism. Tjockleken på påväxten påverkas snabbt av tillgången på vatten. Deras mörka färg gör att de kan få plusgrader även om lufttemperaturen är under noll. På det sättet kan de förlänga sin växtsäsong. Ett prov togs i skuggig miljö under träd. Där fanns till skillnad från övriga prov många grönalger vilka kan använda luftfuktighet för sin metabolism. I de flesta prov fanns även svamphyfer och sporer som också de var mörkfärgade.

Skorplavar är vanliga i Nämforsen och på hållar som inte tvättats på länge finns det exemplar på uppåt 20 centimeter i diameter. Lavar bidrar till både mekanisk och kemisk nedbrytning och effekten har visat sig variera mycket mellan olika arter. Skorplavar växer integrerade i bergytan och när de dör och ramlar bort följer en del av berget med, se bild 44. Därför ska borttagning av lav ske mycket restriktivt. Om man väljer att ta bort lav ska återväxt förebyggas med årliga insatser.

Det finns metoder för att ta bort och förebygga återväxt av lav. Den viktigaste frågan är om rengöring är önskvärd ur estetisk och konserveringsmässig synpunkt. Detta behöver utvärderas för varje håll. Lika viktig är frågan om det finns resurser för årliga förebyggande insatser. När det gäller cyanobakterier kan de vara svårare att få bort än lavar. Efter eventuell lavborttagning kan cyanobakterierna vara mer störande då bakteriehinnornas återväxt kan vara snabb och kontrasten bli stor mellan svarta hinnor och rent berg där lavar ramlat bort.

För att utarbeta vårdplaner i Nämforsen rekommenderas ett tvärvetenskapligt projekt med ett perspektiv på omkring tio år framåt. Då finns möjlighet att utifrån äldre dokumentation och dagens situation formulera tydliga mål för varje häll. Därefter bör tester och insatser starta i liten skala och utökas successivt med årlig uppföljning och utvärdering.

## Inledning

Bild 1. Odaterat flygfoto över samhället Näsåker innan kraftverket byggdes. Nämforsen syns överst till vänster i bilden. Ön längst till vänster är Notön, Brådön ligger där-efter och synbart ihop med fastlandet ligger Laxön. Foto: <http://adals-liden.blogspot.se/2013/02/flygfoto-over-nasaker.html>.



Nämforsen i Ångermanälven har beskrivits som en av de mest natursköna platser Sverige har att erbjuda (Hallström, 1967). Innan kraftverksutbyggnaden i slutet av 1940-talet hade älven här ett imponerande fall. Nämforsen är också en av Nordeuropas största hållristningsplatser med mängder av hållbilder inhuggna i berget (Nationalencyklopedin, 1994). Det är främst älgfigurer och motiven är typiska för yngre stenålderns nordliga fångstkultur. Första gången hållbilderna säkert omtalas i skrift är 1705 (Hallström, 1960). Naturskönheten och hållbilderna har länge lockat besökare från när och fjärran. Stiftelsen Nämforsen, som bildades 1979, driver ett museum intill ristningsområdet. Personalen vid museet uppfattar det som att växt i form av svarta beläggningar och av lavar ökat mycket på hållarna under den senaste tioårs perioden. Detta ses som ett stort problem eftersom det gör ristningarna svåra att se för besökare. Dessutom oroar man sig över effekten av påväxten på ristningarna. Kunskapen om vad det är som växer och hur problemet ska hanteras är mycket begränsad och initiativ har tagits från museet för att ta reda på hur man kan tvätta hållarna på bästa sätt. För att diskutera problemen tog Peter Johansson, chef vid Hållristningsmuseet, kontakt med mig under 2012. Jag besökte Nämforsen 20–22 augusti 2013. Peter och Siv Bylund, arkeolog vid samma museum, var med i fält. Vid detta tillfälle togs prover av påväxten för senare analys och det utfördes ett par mindre rengöringstester. Syftet med undersökningen och följande rapport är att ge ett underlag till Länsstyrelsen



Bild 2. Odaterat foto på utsikten från Prästnipan över Nämforsen. Granarna längst fram i bilden vid vattnet står på Laxön. Det lilla trädbeståndet på ön därefter står på Brådön. Till vänster i bilden ligger Notön.  
Foto: <http://adals-liden.blogspot.se/2013/02/flyg-foto-over-nasaker.html>.

för det fortsatta arbetet med att upprätta vårdplaner för hällristningarna i Nämforsen. Vid läsningen av rapporten kan det vara bra att ha tillgång till *The Rock Art of Nämforsen, Sweden* (Larsson and Broström, 2011).

Ristningar ser olika ut beroende på bland annat väder och ljusförhållanden (Nash and Chippindale, 2002). För att kunna göra tolkningar behöver man besöka en plats många gånger. Arkeolog Gustaf Hallström återkom gång på gång till Nämforsen mellan 1907 och 1960 för att arbeta med bilddokumentation av ristningarna och han har publicerat flera verk om dessa. Han bidrog också till att kraftverksdammen inte placerades över ristningsområdet som det först var tänkt, utan högre upp i älven.

För rapporten har jag använt mig av Hallström (1960 och 1967), Larsson and Broström (2011), Janson och Janson (1980), daterade och odaterade bilder tillhandahållna av Nämforsens Hällristningsmuseum samt tillgängliga via söktjänsterna på Läns museet och Riksantikvarieämbetets samsöktjänst Kringla. Jag har också fått muntlig och skriftlig information från personal på Nämforsens Hällristningsmuseum. Det är Hallströms numrering av ristningarna som används i rapporten.

*Det tillhör vår upplysta tid att förstå att fornlämningar av det slag som här finnes utgöra omistliga värdehandlingar rörande vår egen kulturs ursprung. ... det bör varnas för att vid sökandet efter otydliga ristningsfigurer skura och skrapa klipporna. ... ett ovarsamt förfaringsätt kan åstadkomma obotliga skador. Figurerna äro dessutom stundom så svårtolkade att även en därmed van person står oviss om den rätta läsningen.*

Hallström (1967)



## Objektbeskrivning

### KULTURMILJÖ

Innan kraftverksbygget hade Ångermanälven vid Nämforsen ett fall på 16 meter över en sträcka av 400 meter. Under forntiden gick havet ända upp till Nämforsen som då var älvens utlopp (Nationalencyklopedin 1994). På norra och södra fastlandsstränderna och på öarna Laxön, Brådön och Notön finns spår av omfattande aktivitet. Omkring 2 600 hällristningsfigurer har hittats här (Larsson och Broström 2003). Bilderna dateras till cirka 4000–2000 f. Kr. På södra stranden ligger den fyndrikaste boplatsen i Norrland med fynd främst från yngre stenålder och bronsålder (Nationalencyklopedin 1994).

### MILJÖ, KLIMAT OCH GEOLOGI

Ångermanälvens dalgång är djup mellan branta bergssidor. Dalen följer en regional sprickzon i berggrunden och har utvecklats under flera perioder av nedinsjö och genom vattenerosion. Sedimentlagren längs älven kan vara upp till

Bild 3. Odaterat foto taget av Viktor Lundgren före kraftverket byggdes. Ristningen ligger på Brådön och har nr III E:2-3. Bilden visar norrsidan av en bergknalle. På sydsidan av samma knalle mot forsen till ligger den stora Brådöhällan; III E:4-6. Foto: [www.murberget.se/upptack](http://www.murberget.se/upptack).





Bild 4. Utsikt över Nämforsen fotograferad 2003. Det finns lite vatten mellan Laxön och Brådön. Men mellan Brådön och Laxön är det torrlagt. Delar av året är det torrt även mellan Laxön och Brådön.  
Foto: Björn Grankvist.

50 meter tjocka. Sedimenteringen startade så snart isen försvann efter senaste nedisningen. Älvens erosion har skapat branta strandbankar som kallas nipor (<http://www.geologivagen.se/geologiskalokaler/solleftea/hallristningsmuseet.4.674b66bd119e0d5fddb80002748.html>. 15-10-2013).

Berggrunden är finkornig, metamorf och består främst av sura mineral. Hallström (1967) beskrev berget som leptit. Ingen senare bedömning av geolog har varit tillgänglig för denna rapport. Ur konserveringssynpunkt är det viktigaste att mineralen i de flesta av hållarna är små och tätt sammanpressade. Det ger mindre vittringsbenägenhet än stora mineral och mycket porer. Sura mineral är också mer motståndskraftiga än mer basiska. Berggrunden i Nämforsen är alltså relativt motståndskraftig mot vittring.

Delar av öarna och fastlandskusten är täckta av löst material som jord och grus och växtlighet, som till exempel tall. Hallströms beskrivning stämmer väl med hur det såg ut i augusti 2013. Makrovegetationen har förmodligen inte ändrats mycket sedan dess. Den största miljöförändringen är att många ristningar som före kraftverksbygget säsongvis översvämmades av högvatten nu ligger exponerade året runt. Kraftverket invigdes 1947. Efter utbyggnaden är älvfåran vid ristningarna torrlagd stora delar av året och många ristningar spolas inte längre vid högvatten som de gjorde tidigare.

Det saknas klimatuppgifter från området vid ristningarna men data har beställts från SMHI som har stationer i Näsåker och i Forse. Temperaturen ligger enligt dessa uppgifter under noll från december till slutet av mars. Medeltemperaturen i den kallaste månaden februari är runt  $-11$  °C och i den varmaste juli omkring  $16$  °C. Den normala årsnederbörden ligger kring 500–600 millimeter, det vill säga lägre än i höjdområden i Ångermanland och lägre än den kuperade kustlinjen (Hellström 2014). Enligt Köppens klimatklassificering hamnar Nämforsen i kalltempererat klimat.

## Tidigare åtgärder och observationer

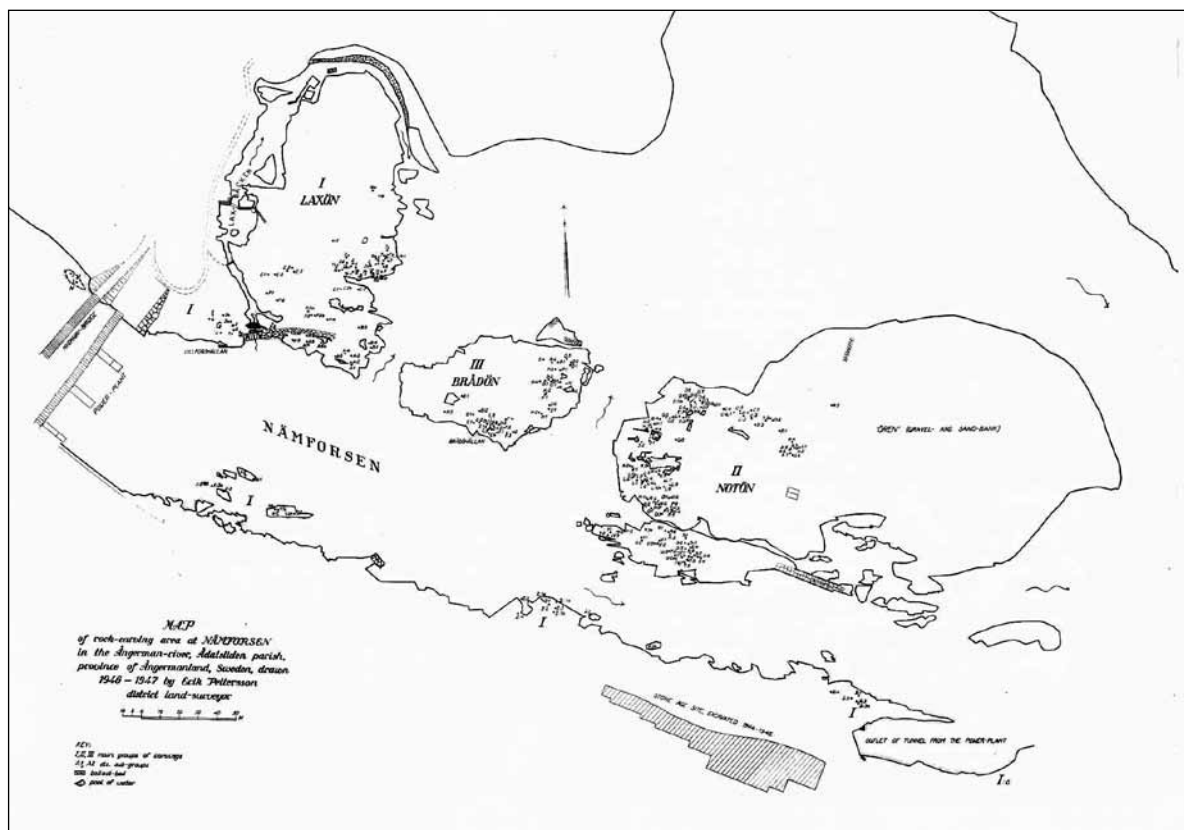
### GENERELLA OBSERVATIONER GJORDA AV HALLSTRÖM

Hallström noterade att de bäst bevarade ristningarna fanns på ytor som har hållits polerade av forsen (Hallström 1967). De som inte spolades längre på grund av kraftverket uppvisade enligt samma källa tilltagande lavväxt och en del hade därför blivit otydliga. Hallström beskriver många hållar som svarta.

### IMÅLNING OCH RENGÖRING

Det är främst ristningarna på norra fastlandssidan samt på Laxön som är tillrättalagda för publik. De flesta ristningar här har målats i med röd färg flera gånger sedan mitten av 1970-talet. Även flera ristningar på Brådön och Notön har målats vid upprepade tillfällen. Det tidigaste datum jag fått tag i när det gäller imålning är Sverker Janssons arbete mellan 1976–1979 (Janson and Janson, 1980; Puktörne, 1991). Tommy Puktörne målade 1991 på Laxön med Beckers Villafärg 217 Faluröd (Puktörne 1992). Christian Lindqvist målade 1997 och 2000 (Nordin, 2000). Ristningar på Laxön målades också under 2001 och 2005 (Länsstyrelsen, 2000, 2005).

Bild 5. Karta över Nämforseen upprättad 1946–1947 av Erik Pettersson. Hallströms numrering av hållarna finns inritade på kartan. Från Hallström (1960).





Ristningarna har troligen tvättats rena från påväxt i samband med varje imålning men det är bara i Tommy Puktörnes rapport som rengöring tas upp (Puktörne, 1991). Puktörne rekommenderar att alla de ristningar som tidigare varit imålade ska målas på nytt eftersom de blivit otydliga. Han poängterar att rengöring från lav krävs före imålning. För det ändamålet menar han att Beloran ska användas. Beloran är en produkt som baseras på en kvartär ammoniumförening (bensyldodecyldietanolammoniumklorid). Den typen av föreningar är vanliga i kommersiella alg- och mögeltvättmedel. De bryts ned långsamt eller inte alls och ska enligt kemikalieinspektionen inte användas så att de kommer ut i naturen (Rick 2010). De är dock vanliga i produkter för alg/mögeltvätt och används på kulturhistorisk sten både i Sverige och internationellt även idag.

En avgjutning med silikon utfördes på Brådön 1995 (Kare, 1995). Det verkar ha varit en finsk konstnär som utförde avgjutningen.

Länsstyrelsen har tillsyn över kulturminnesvården i länet (Lag (1988:950) om kulturminnen m.m.). I en vårdplan för Nämforsen från 2010-02-05 (Länsstyrelsen, 2010) står det att syftet med de åtgärder som rekommenderas är att ristningarna ska göras synliga för besökare och att området ska se välskött ut.

Bild 6. Typiska skorplavar på hållarna i Nämforsen. Notön D:5 i augusti 2013.  
Foto: Eva Ernfridsson.

**INFORMATION FRÅN SIV BYLUND**

Jag bad Siv, som är den som jobbat längst på Nämforsens Hällristningsmuseum, att skriva ner sina iakttagelser och vad hon uppfattar som problem. Sivs beskrivning bifogas i bilaga 1. Jag sammanfattar den:

1. Ingen tvätt eller imålning av ristningar har utförts efter 2010 utan endast rensning av vegetation och avsopning.
2. De ristningar som var tämligen rena 2006 är det idag också, till exempel Laxön II G:1-4 och Brådöhällan III A:1 (Siv menar Brådön III E:4-6).
3. Ristningar som hade en del påväxt 2006 har fått mycket mer och tjockare påväxt. Som exempel nämns Laxön I D:1, I D:2 och I D:2b och Laxön I D:17. Svarta alger har spridit sig mycket, speciellt nära forsen och där vatten rinner eller står i pölar, det gäller till exempel Laxön I C:1, I D:10-11 and I D:1, I D:2 and I D:2b.
4. Ristningen Laxön I D:1, I D:2 och I D:2b täcktes med ljustät plast hösten 2011 som ett sätt att få den ren. Den avtäcktes hösten 2013.

## Litteraturstudier

### SYFTE MED KONSERVERING OCH KULTURMILJÖVÅRD

Syftet med kulturvård/kulturmiljövård/konsivering är att kulturhistoriska miljöer och objekt ska komma till nytta för dagens och framtida generationer. Nyckelord för kulturmiljövårdens uppdrag är bland annat *förstå*, *förklara*, *förmedla* och *försvara*. När det gäller konservering av objekt har Chris Caple föreslagit "the RIP triangle" för att beskriva vad han ser som tre sinsemellan konkurrerande syften med konservering (Caple, 2010);

1. Revelation (tydliggöra)
2. Investigation (undersöka)
3. Preservation (bevara).

Utgångspunkten för konserveringsåtgärder på olika slags objekt skiljer sig åt. Konst behandlas generellt så att ursprungligt uttryck i verket restaureras. Det är det visuella uttrycket som är det primära. När arkeologiska fynd behandlas är bevarande av föremålet det viktigaste.

Vid förvaltning/konsivering av hållbildslokaler gäller det att tillämpa strategier som tillgodoser bästa bevarande med minsta åverkan på de värden som finns i kulturminnet och miljön (Loubser, 2001). I traditionella sammanhang där hållbilder har kommit till har både bilderna och det omgivande landskapet setts som fyllda av speciella egenskaper, kanske av andlig natur. Besök, forskning och konservering ska bedrivas med minsta möjliga ingrepp; "minimum intervention". Återbehandlingsbarhet; "repeatability", ska eftersträvas. Resultatet av alla åtgärder ska utvärderas kontinuerligt och vårdplaner modifieras vid behov.

### MIKROORGANISMER PÅ LUFTEXPONERAT BERG

I gränsskiktet mellan exponerade sten/bergtytor och atmosfären karaktäriseras miljön av snabba och stora fluktuationer i temperatur och fuktighet, stark strålning samt låg näringstillförsel. På dessa ytor utvecklas biofilmer av organismer som på engelska kallas "subaerial" (Gorbushina and Broughton, 2009). Alger, bakterier och mikrosvampar är de första att kolonisera nyexponerade subaeriala ytor. Därefter sker, om förhållandena tillåter, en succession av lavar, mossor och högre växter. Genom anpassning till den extrema miljön har olika slags organismer i den subaeriala biofilmen utvecklat liknande morfologi och kan därför vara svåra att skilja åt. Till exempel har mörkt färgade mikrosvampar (ascomycetes; sporsäcksvampar) med en jästliknade växt ("microcolonial fungi") som är vanliga i den subaeriala biofilmen i en del studier misstolkats som cyanobakterier.

Mikroorganismer som växer ovanpå en stenyta kallas epilitiska. Mikroorganismer som växer i sprickor, porer eller inuti mineralkorn kallas endolitiska. De endolitiska organismerna lever i en något mer skyddad och stabil miljö än de epilitiska.

Alger och cyanobakterier bildar mörka beläggningar där det ibland rinner vatten (Bjelland och Helberg, 2006). Grönalger, en så kallad eucaryot fotosyntetiserande organism, kan utnyttja luftfuktigheten för sin metabolism. De kan bilda gröna hinnor på ytor med relativt hög och jämn fuktighet, till exempel under träd. På speciellt utsatta ytor som omväxlande torkar ut och är översilade är cyanobakterier vanliga (Crispim and Gaylarde, 2004). Cyanobakterier kan inte vara aktiva utan flytande vatten. Men vid torka överlever de i ett uttorkat stadium vilket inte grönalger klarar. De är fotosyntetiserande och ofta kvävefixerande bakterier (prokaryoter) med motståndskraftiga cellväggar och solskyddande pigment. De är extremt tåliga mot upprepade cykler av uttorkning och uppfuktning samt höga UV-nivåer. Scytonemin är ett pigment som en del cyanobakterier syntetiserar och det fungerar som en utmärkt absorbant och skydd mot UV-strålning. Cyanobakteriers mörka färg gör att biofilmen blir mycket varmare än omgivande luft (Lüttge, 1997). Det gör till exempel att de kan förlänga sin växtsäsong och ha plusgrader i biofilmen på berget under ett snötäcke. I Sverige förekommer cirka 100 landlevande (luftalger) arter av cyanobakterier (Hallingbäck, 1991). De kan leva fritt eller i symbios med bland annat svampar och bildar då en lav. Vår kunskap om den svenska luftalgfloran är mycket dålig jämfört med till exempel lavbildande svamp och vattenlevande alger.

Lavar bildas av en svamp och en alg eller cyanobakterie i symbios (Bjelland och Helberg 2006). På berg växer de ofta integrerade i ytan som en skorplav. Bladlavar är också vanliga. De är lösare fästa vid stenen och lättare att ta bort mekaniskt. Skorplavar har mer svamphyfer under sig än bladlavar och de tränger även djupare in i stenen.

## NEDBRYTNING AV STEN

### *Kemiska och fysikaliska processer*

Mineral som bildats under jordytan är instabila i kontakt med atmosfären. Därför omvandlas de och löses långsamt upp i kontakt med regn. Efter ett tag bildas ett ytskikt med annan färg och kemisk sammansättning än friskt berg. Detta kallas vittringshud och den är mer porös och har sämre hållfasthet än friskt berg. Därför kan fysikaliska processer som frys-töcykler och rotsprängning med tiden få bitar av vittringshuden att ramla av. Då försvinner mycket material snabbt och nedbrytningen kan iakttas med blotta ögat. Bortfall exponerar friskare berg och då sker vittringen långsammare igen. Vittring är inte en kontinuerlig process som går lika snabbt hela tiden.

Vid vissa förutsättningar bildas ett tätt och hårt ytskikt på vittringshuden (Dorn, 1998). Det kan vara rikt på till exempel kisel, järn, mangan och lerminal. Detta kan verka som ett skydd mot fortsatt nedbrytning men det kan också bidra till att mineralaggregat lossar. Ett tätt ytskikt kan till exempel få frost att spränga loss bitar som drar med sig underliggande porösa skikt.

#### *Mikrobiell påverkan*

Mikroorganismer är i högsta grad aktiva i omvandlingen av luftexponerade mineral. De bidrar till kemisk upplösning bland annat genom att avge sura produkter. De utsöndrar också produkter som kan bidra till ett stabiliserande ytskikt, till exempel oxalater (Dorn, 1998; Tratebas, 2004). Produkter från biofilmen avsätts på ytan tillsammans med luftburna partiklar vilket kan skapa skyddande lager som biofilmen kan växa under (Gorbushina Broughton 2009). Efter mer eller mindre lång tid kan påväxten genom att avsätta olika produkter skapa en patina på stenytan. Biofilmen kan orsaka fysikalisk vittring genom att omväxlande svälla och torka på ytan och i porer (Crispim and Gaylarde, 2004). De missfärgar ofta substratet eftersom de innehåller olika pigment som används till fotosyntes eller som skydd. En mörkt färgad biofilm kan bidra till starka temperaturfluktuationer (Lüttge, 1997). Olika organismer kan växa ner i sprickor eller mellan mineralkorn och pressa isär dessa vilket också bidrar till nedbrytning. Biofilmer håller fukt och det kan öka risken för frostsprängning.

Forskning som specifikt fokuserar på mikrobiell nedbrytning av hållbilder är minimal (Tratebas, 2004). Resultat från undersökningar på historiska monument och natursten är begränsat tillämpbara på hållbilder. Det beror på att hållbilder är så småskaliga och har fina detaljer. Torbjörg Bjelland vid Bergens universitet har gjort en omfattande studie av lavars effekt på hållristningar. Hon menar att det primära problemet med lavväxt är att hållbilderna blir svåra att se och att dokumentera (Bjelland, 2003). Hon drog slutsatsen att lavar generellt ökar nedbrytningen jämfört med bergytor som inte har lavväxt. Men effekten av olika lavararter skiljer sig åt relativt mycket. Den art som fanns vara mest skadlig ur vittringssynpunkt var *Ophioparma ventosa*. Seaward har också rapporterat stora skillnader i vittringseffekt av olika arter av skorplav (Seaward, 2004).

#### *Rengöring av hållbilder*

Innan biofilmer eller lavar tas bort från kulturhistorisk sten, och speciellt från ytor med hållbilder, finns många aspekter som måste beaktas. Även om mikrobiell påväxt bidrar till nedbrytning så når påväxten ofta en mer eller mindre stabil och miljöspecifik klimaxfas. Jämför till exempel med de slipade ristningarna från Leiknes i Nordland, Norge. De består av djurfigurer i



naturlig storlek. De har framställts genom att djurens konturer slipats till en slät och hård linje som framstår som ljus jämfört med omgivande berg med svart påväxt. I konturen är graniten så slät och tät att inget växer där. Den mörka påväxten har kanske sett likadan ut sedan bilderna slipades in i berget för 10 000 år sedan. Efter tvätt kan resultatet bli ett mer fläckigt intryck. Mer störande eller skadliga arter kan kolonisera nytvättade ytor. Min erfarenhet av skorplav på hållristningar i Sverige och Norge är att det alltid följer med ett lager av mineralkorn när laven försvinner. Det är oavsett om laven tvättas bort och med vilken metod som i så fall används eller om laven dör eller ramlar av genom andra orsaker. Efter tvätt kommer påväxt alltid tillbaka. Hur fort det går och med vilka arter beror på miljön (min kommentar).

En femårig studie på plats innan rengöring genomförs på hållbilder har föreslagits av specialister (Tratebas and Chapman, 1994). En av de viktigaste frågorna att utreda är om mikrofloran är skadlig för hållbilderna. Ytterligare en fråga är vilken effekt rengöringsmetoden har på berget. Lavar ska inte tas bort om de i själva verket håller ihop en skadad bergyta. Rengöring av mikrobiell växt kan bidra negativt ur estetisk synpunkt och för helhetsintrycket av platsen. Metoder för att datera organiska och oorganiska beläggningar på bergytor och andra spår, till exempel av förhistorisk färg, är under utveckling. Alla kemikalier som tillförs en bergyta kan kontaminera den för all framtid när det gäller till exempel datering genom kemisk analys (Tratebas 2004).

För att få bort alger och cyanobakterier från ytor med hållbilder rekommenderar Bjelland och Hellberg (2006) att ytan först sprayas med 70–96 procent etanol ett par gånger under samma dag. Därefter ska ytan täckas med ljustät plast under ett år. Därefter tas plasten av och ytan borstas med en mjuk borste. Förfarandet upprepas ytterligare en gång. Därefter sprayas ytan med etanol en gång per år för att förebygga återkolonisation. De rekommenderar samma procedur för att ta bort lavar. Men då ska ytan även borstas av före första appliceringen av etanol och dessutom vätas en timme före ifall laven är torr. Återbehandling med etanol rekommenderas två gånger per år för att förebygga återväxt av lavar.

Vatten ses ofta som en ”ofarlig” produkt att använda vid stenrengöring. Men vatten är den enskilda faktorn som har störst betydelse vid nedbrytning av sten (Andrew, 1994). När vatten används för rengöring kan problemen minskas genom att man använder minimal mängd under minimal tid och att det bara används där det behövs. Dessutom ska minsta möjliga tryck användas.

## Fältobservationer

### GENERELLA

På ett par hållar som ligger lågt och vätter åt syd och öst finns en tät, hård och gulfärgad patina. Dessa hållar är extremt välbevarade. Lillforshällan I G:1, Notön II Y:1, Brådöhällan III E:4-6 och Brådön III L:1 har gemensamt att de är extremt släta och har en tät, hård och något gulfärgad yta. De tre första har varit exponerade för starka krafter från forsen fram till mitten av 1940-talet. Den sistnämnda är den lägsta hällen på Brådön och Hallström (1967) omtalade den som en mycket tydlig ristning på en mörkgul klippa som är blank slät och nästan ständigt våt. Hållar som vätter åt norr och de som ligger högre i terrängen är i sämre skick och har också mer påväxt.

### LAXÖN OCH NORRA FASTLANDSSTRANDEN

Enligt Hallström (1967) ligger de flesta ristningarna så lågt att de före kraftverket översköljdes vid högfloed. Han nämner att överväxt av lav efter att de inte längre spolats av årligen gör vissa ristningar svåra att se. Till exempel ristningar i D-gruppen nämns som vittrade, lavväxta och otydliga. Ristningen F:1, älgar med hornkronor, nämns som en av de mest tydliga. Lillforshällan; Laxön I G:1 var den mest besökta ristningen på Hallströms tid och är så även idag, se bild 7. Hallström beskriver den som en av de förnämsta, figurrikaste och mångsidigaste i området. De översta figurerna på hällen spolades enligt honom inte av högvatten. Han nämner också att den övre delen av Lillforshällan är skadad av att sågspån bränts upp och att berget därefter vittrat.

Laxön I F:1 nämns av Hallström som en av de tydligaste ristningarna. Den var också helt fri från påväxt då Jansson fotograferade den (Jansson och Jansson 1980).

#### *Status 2013*

De flesta ristningarna på Laxön och norra fastlandsstranden är tillrättalagda för publik. Hit går det att ta sig med en kort promenad från parkeringen eller lite längre från museet. Det finns skyltar och de flesta ristningarna är målade med röd färg för att de ska vara lätta att se. Sommartid arrangeras guidning här. Laxön I G:5 och I G:6 är de första ristningarna som möter besökare. De var svåra att se vid besöket i augusti 2013 eftersom det låg barr på delar av dem och det växte gräs och ljung intill, se bild 8.

Laxön (Lillforshällan) I G:1 ligger därefter. Största delen av denna ristning ligger på mycket välbevarat berg där ristningarna är tydliga, se bild 9. Lavväxten är riklig på övre delen och verkar även sprida sig uppåt från ytan som ligger under trätrallen, se bild 10. På centrala och nedre delen finns också en

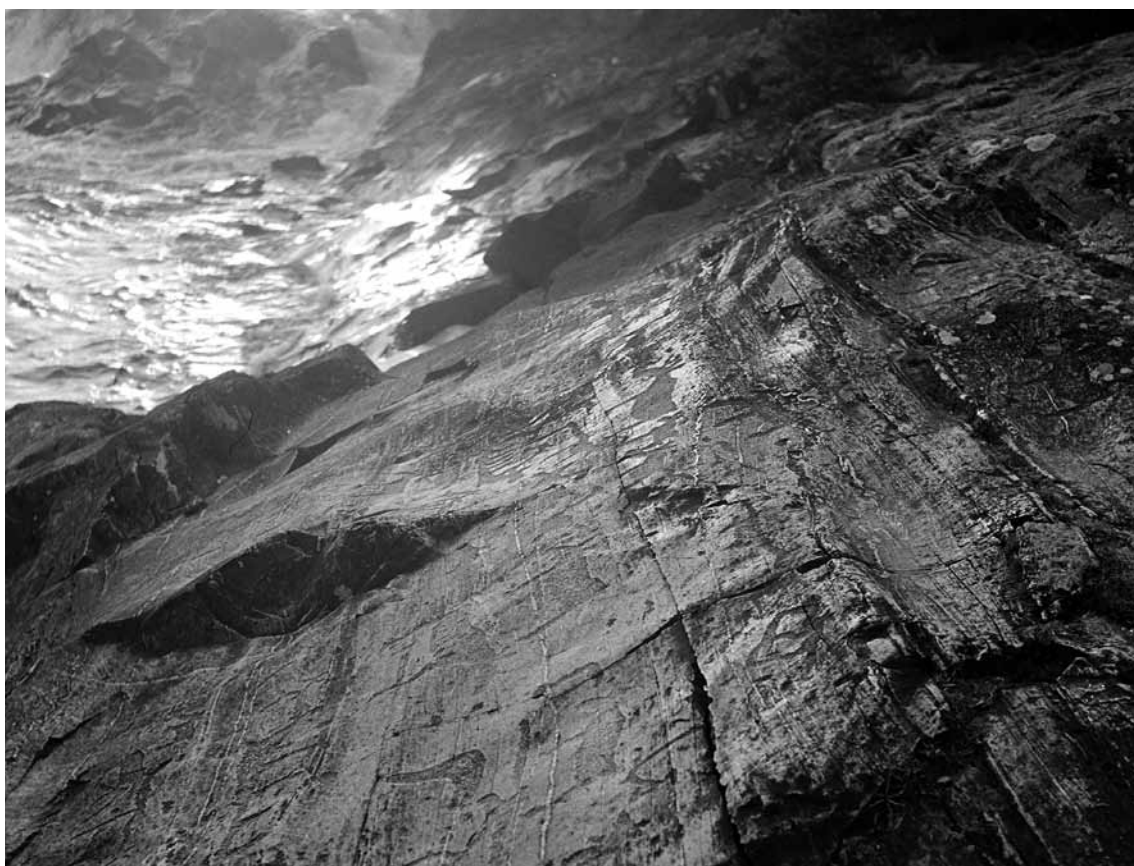


Bild 7. Odaterat foto av Lillforshällan I G:1. Foto: Viktor Lundgren. [www.murberget.se/upptack](http://www.murberget.se/upptack).  
Bild 8. Laxön I G:5 i augusti 2013. Foto: Eva Ernfridsson.



Bild 9. Laxön I G:1 (Lillforshällan) i augusti 2013. Foto: Eva Ernfridsson.



Bild 10. Detalj av övre delen av Laxön I G:1 (Lilforshällan) i augusti 2013. Foto: Eva Ernfridsson.

tunn svart påväxt som inte stör och enstaka tunna grå lavbålar av skorplav. Även i den imålade färgen finns en tunn svart påväxt här och där.

Laxön I F:1 var i augusti mer eller mindre täckt av tunna grå lavbålar och svart påväxt.

Laxön I D:17 är en liten häll som ligger i skog. Den var helt täckt av svart skorpig påväxt och figurerna var svåra att se, se bild 11–12.

Laxön I D:12–13 har två figurer som tolkats som möjlig orre eller säl. Denna yta var helt lavtäckt, se bild 13. På bild från 2003 fanns spridd lavväxt varav en del ser missfärgad ut, se bild 14. Jag tolkar det som att ristningen vid tillfället nyligen hade behandlats med något som fått laven att dö och att den ett tag senare ramlade av.

Laxön I D:10, 11, 11a hade bitvis en lite tufsigt svart påväxt, se bild 15. Jämfört med bild från 2003 så var det ingen skillnad, se bild 16. Möjligen var berget ännu svartare 2003 vilket kan bero på att berget var fuktigare då. I år var det helt torrt vid fotograferingen.

## NOTÖN

Notön består av klippor och av en grus- och stenanhopning. Hallström (1967) noterade skador på ristningarna från mänsklig aktivitet som sprängning och bränning samt att vissa var mycket nötta av forsen. Han nämner också att berget på vissa ställen hade en gul ton.

### *Status 2013*

För att komma till Notön måste man använda båt. Den förankras vid grus- och stenanhopningen på norrsidan av ön. Notön II A ska enligt Hallströms karta finnas en bit in på land från grus- och stenanhopningen. Dessa figurer återfanns inte i augusti 2013. De kan möjligen finnas på en yta kant i kant med det större skogspartiet och som vätter åt N och lutar omkring 18 grader. Den ytan var mossbevuxen, sockrig och verkade vittrad.

Notön II:C 6–7 ligger strax väster om denna yta och intill ett mycket mindre trädbestånd. Hällen med Nämforsens längsta skepp, 2,2 meter, var i augusti 2013 helt täckt av skorplav, se bild 17. En del bladlav och mossa hade börjat växa till också. Troligtvis rengjordes den här hällen i samband med att den målades i, förmodligen av Jansson på 1970-talet. Sedan dess har lavtäcket vuxit till. Hällen vätter åt S, lutar 34 grader och ligger delvis under en tallkrona.

Notön II D:5 ligger på västra sidan om samma lilla trädbestånd, se bild 18. Den lutar cirka tio grader åt väst. På hällen finns bland annat en älgfigur med ett huvud i varje ände som omtalas av Hallström (1967) som särdeles underlig och intressant. Dubbelälgen ligger i en fördjupning i berget där det står vatten då och då, därför växer det inte lav där, se bild 19. På hällen runt omkring



Bild 11. Laxön I D:17 i augusti 2013. Foto: Eva Ernfridsson.

Bild 12. Detalj av Laxön I D:17 i augusti 2013. Foto: Eva Ernfridsson.



Bild 13. Del av Laxön I D:12-13 i augusti 2013. Foto: Eva Ernfridsson.

Bild 14. Del av Laxön I D:12-13 i september 2003. Foto: Björn Grankvist.





Bild 15. Del av Laxön I D:10, 11, 11a i augusti 2013. Foto: Eva Ernfridsson.

Bild 16. Del av Laxön I D:10, 11, 11a i september 2003. Foto: Björn Grankvist.

Bild 17. Notön II:C 6-7 i augusti 2013. Foto: Eva Ernfridsson.



Bild 18. Panoramabild över Notön II D:5 i augusti 2013. Foto: Eva Ernfridsson.



Bild 19. Del av Notön II D:5. Dubbelälgen och en människofigur finns i fördjupningen i berget. Augusti 2013. Foto: Eva Ernfridsson.

Bild 20. Lav som tappar centrala delar av bålen och drar med sig mineralkorn. Pilen visar var lav ramlat av. Notön II D:5 i augusti 2013. Foto: Eva Ernfridsson.

fanns en del väldigt stora lavbålar av skorplav. En av skorplavarna tappade centrala delar av bålen och drog med sig mineralkorn, se bild 20. Samma fenomen syntes med just denna lav på flera ställen i Nämforsen.

Många ristningar hade svart växt men figurerna var ändå tydliga. Se till exempel bild 21 på älg som finns strax söder om håll II D:5. Det viktigaste för tydligheten är att berget är slätt och att påväxten är tämligen homogen.

Notön Q:1 ligger på södra delen av ön. Hällen är brant och exponerad åt söder, se bild 22. Den hade många små exfoliationsskador, det vill säga partier där ett några mm tjockt skikt av ytan ramlat bort, se bild 23. De kan vara de skador av timmerflotning som Hallström nämner. I Jansson och Jansson (1980) finns ristningen avbildad både före och efter imålning som skedde 1979 (Jansson och Jansson 1980). På före-bilden är ristningarna tydliga även om de inte är speciellt djupa. Det beror på att berget är slätt. Idag är figurerna diffusa och svåra att läsa eftersom färgen har spridit sig över bergytan. Den utrunna färgen är förmodligen integrerad med berget och omöjligt att få bort. Även om berget är slätt är det poröst och har inte den täta patinan som finns på ett par andra hållar i Nämforsen, se bild 24. Det ser ut som att lavväxten har ökat markant på både Notön II Q:1 och Notön II R:3, jämfört med bilder i Jansson och Jansson (1980).

Längst i väst på Notön ligger hällen II Y:1, se bild 25. Den har mycket slät och stabil yta och det är tydligt att den tunna svarta påväxten föredrar att växa i själva ristningen där ytan är mer ojämn, se bild 26.

Notön II R har mycket påväxt av både lavar och svart beläggning, se bild 27. Hallström (1967) nämner hällen som intressant för att undersöka eventuell skillnad i datering genom att huggtekniken skiljer sig åt mellan båt och älgfigur samt att älgen korsas av tre båtfigurer som möjligen är av senare datum än älgen.

## BRÅDÖN

Brådön låg tidigare mellan de två huvudfallen vid Nämforsen. Även idag är ön mycket svårtillgänglig. De som besöker ön kan tänkas vara specialintresserade. Det är därför förvånande att flera ristningar på Brådön är imålade. Jansson skriver ”på Brådöhällen är figurerna mycket kraftigt huggna. De är därför lätta att iakttaga. Här kan man också se märkena efter det stenredskap med vilket man har krossat det yttersta tunna skiktet på hällen”. Därefter målade samma iakttagare omedelbart över ristningarna så att märkena efter huggredskapen inte syns längre. Många ristningar på Brådön spolades enligt Hallström (1967) av vårfloden. Undantaget var toppen av norrsidan av hällen bakom Brådöhällen där bland annat den stora älgfiguren på Brådön III E:2-3 finns, se bild 3, samt de längst i norr (förmodligen III A) och inne på den stora låga terrassen. Häll Brådön III A omtalas som skrovlig, vittrad och



Bild 21. Älgfigur strax söder om håll Notön II D:5 i augusti 2013. Foto: Eva Ernfridsson.

Bild 22. Notön Q:1 i augusti 2013. Foto: Eva Ernfridsson.



Bild 23. Del av Notön Q:1 i augusti 2013. Foto: Eva Ernfridsson.

Bild 24. Detalj av Notön Q:1 i augusti 2013. Foto: Eva Ernfridsson.

Bild 25. Notön II Y:1 i augusti 2013. Foto: Eva Ernfridsson.



Bild 26. Detalj av Notön II Y:1 i augusti 2013. Foto: Eva Ernfridsson.

Bild 27. Notön II R i augusti 2013. Foto: Eva Ernfridsson.

delvis lavklädd. Hallström rekommenderar besök vid mulet väder och regn för att kunna se dess figurer. Brådön III B omtalas som tydlig. Där beskriver Hallström berget som nästan slätt. Han beskriver också stora, svarta och släta hållar intill men utan figurer. Hällen med den omtalade stora älgen beskrivs av Hallström som skrovlig och svart. Medan sydsidan av berget (Brådöhällan; Brådön III E:4–6) var slätt, glansigt och gulaktigt. Här finns, enligt Hallström de tydligaste och bäst bevarade figurerna inom hela Nämforsområdet. Han påpekade hur utsatta de varit av isbark, högflood och starka temperaturväxlingar. Brådön III:F med två fiskar framgrävdes av Hallström under djup mossa. Brådön III:L beskrev Hallström som den lägsta hällen på Brådön. Den var enligt samma källa mycket tydlig och belägen på en mörkgul klippa som var blank, slät och nästan ständigt våt. Hällarna på norra kanten av Brådön var däremot dåliga, skrovliga, lavklädda och otydliga. Dessa undersöktes inte vid besöket i augusti 2013.

#### *Status 2013*

Brådön III A på toppen av ön var den första vi försökte hitta vid inspektionen i augusti 2013. Det är troligt att det är rätt håll som återfanns men den var täckt av tjock lav och mycket otydlig, se bild 28. På bilden ser man det typiska fenomenet att det växer mer lav, mossa och högre växter på den sida av berget som vätter är norr (till vänster i bilden). Hällar i Nämforsen som vätter åt norr är generellt i sämre skick vittringsmässigt jämfört med hällar åt övriga väderstreck.

Brådön III B:1 var också tämligen otydlig. Den var främst täckt av svart beläggning men med begynnande lavväxt. Bild 29 är tagen åt SÖ. Ett skepp med älghuvud syns ganska bra. Eftersom Hallström omtalar denna håll som mycket tydlig är det troligt att det pågår en succession från cyanobakterier till lavar här.

Brådön III B:2 vätter åt Ö och det ser ut som att det periodvis rinner vatten här, se bild 30. Hällen var täckt av tjock svart beläggning och lavar.

Brådön III E:2–3 var skrovlig och täckt av svart beläggning samt lavar, se bild 31. Det växte också lite mossa i sprickor och det fanns silikonklädd efter en avgjutning som gjordes 1995. På en odaterad bild tagen av Viktor Lundgren före kraftverket byggdes ser hällen ut att vara mer eller mindre helt täckt av svart beläggning med bara ett fåtal lavfläckar, se bild 3. Jämfört med den bilden har lavväxten ökat markant. Jag har också hittat en odaterad bild tagen av Bertil Almgren efter att kraftverket byggdes, se bild 32. Bilden är troligen tagen i slutet av 1970- eller början av 1980-talet, strax efter imålning av Sverker Jansson. Hällen har varken svart beläggning eller lav. Jag tolkar det som att den blivit tvättad. På en bild från 2009 ser situationen ut att vara ungefär likadan som idag, se bild 33. Det har inte blivit någon större förändring mellan 2009 och 2013.





Bild 28. Brådön III A i augusti 2013. Foto: Eva Ernfridsson.

Bild 29. Brådön III B:1 i augusti 2013. Foto: Eva Ernfridsson.



Brådön III E:4-6 (Brådöhällan) var i princip ren men hade enstaka grå lavbålar och lite tunn svart beläggning främst i figurer, se bild 34. Det växte lite mossa i en spricka. Den imålade färgen hade spridit sig över berget som fått en röd ton istället för den gula som Hallström nämner.

Brådön III F:4 var helt övervuxen av lavar, se bild 35. Hallström rensade hällen från tjock mossa, därför ser hällen ren ut i hans publikation från 1967. 2004 var fiskarna delvis övervuxna av lav, se bild 36. Tillväxten har varit kraftig sedan dess och det är förmodligen resultatet av en naturlig succession som slutar med mossa och högre växter.

Brådön III L:1 hade delvis en tunn svart beläggning, främst i anslutning till sprickor där det kan stå fukt i perioder, se bild 37. Grå tunna lavbålar ser ut att vara i tillväxtfas och sprida sig från den inre delen av hällen mot den kant som ligger mot vattnet. Det går förmodligen mycket långsamt. Hällen såg extremt stabil ut med en tät och hård patina.

Bild 30. Brådön III B:2  
i augusti 2013.  
Foto: Eva Ernfridsson.



Bild 31. Brådön III E:2-3 i augusti 2013. Foto: Eva Ernfridsson.



Bild 32. Brådön III E:2-3 odatrat foto. Foto: Bertil Almgren. [www.kringla.nu](http://www.kringla.nu).

Bild 33. Brådön III E:2-3 2009. Foto: Siv Bylund.



Bild 34. Brådön III E:4–6 (Brådöhällan) i augusti 2013. Foto: Eva Ernfridsson.



Bild 35. Brådön III F:4 i augusti 2013. Foto: Eva Ernfridsson.

Bild 36. Brådön III F:4 2004. Foto: Björn Grankvist.



Bild 37. Brådön III L:1 i augusti 2013. Foto: Eva Ernfridsson.

## Undersökning på lab

### PROVTAGNING

För att ta reda på mer om den svarta påväxten togs ett par prover på olika hållar och i olika väderstreck och miljö. Syftet var bland annat att kunna visa på eventuella skillnader beroende på mikroklimat. En bit av en lav som lossat från underlaget provtogs också. Proverna placerades i papperskonvolut och förvarades torrt i ett par dagar till de undersöktes på lab.

#### Tabell 1.

Prov 3–9 togs i samband med fältarbetet 21–22 augusti 2013.

Prov 1–2 togs ett år tidigare av Peter Johansson.

Nr	Datum	Ristning	Beskrivning	Väderstreck, klimat, lutning
1	2012-08-17	Laxön I D:13	En meter till höger om ristningen	-
2	2012-08-17	Laxön I C:1	En meter till höger om ristningen	-
3	2013-08-21	Brådön III B:2	Tjock svart påväxt	Ö, i vattenrinning
4	2013-08-21	Brådön III L:1	Tunn svart påväxt	SSÖ, 16°
5	2013-08-22	Notön II D:5	Vid stort skepp; tjock svart påväxt	Relativt platt
6	2013-08-22	Notön II D:5	Lav som släpper delar av bålen och drar med sig mineral	Relativt platt
7	2013-08-22	Notön II Y:1	Tunn svart påväxt	S, brant
8	2013-08-22	Laxön I D:11	Svart tuvig påväxt	S, brant
9	2013-08-22	Laxön I D:17	Helt svart håll	S, under träd, svag lutning

### MIKROSKOPERING

Proverna av den svarta påväxten undersöktes på laboratoriet i ljusmikroskop vid 200× förstoring. Lavens ovan- och undersida undersöktes i stereolupp.

#### Resultat

Proverna av svart påväxt visade sig bestå främst av cyanobakterier. Dessa karaktäriserades i enlighet med Castenholz (2001).

Prov 3 togs på en tjock svart beläggning på Brådön III B:2, se bild 30. Vid mikroskoperingen identifierades två typer av organismer. På bild 38 syns två vegetativa celler som bildats genom delning. De hålls ihop av ett slemhölje och varje dottercell är cirka 10 µm i diameter. Färgen är brunröd till grön. Det kan vara *Gloeocapsa sanguinea* som är en cyanobakterie. Bild 39 visar trådformiga (filament) organismer där varje cell är cirka 10 µm i diameter. Organismen är gulbrun, förgrenad och delvis med flera celler i bredd (multiseriat). Organismen är troligen av cyanobakteriesläktet *Stigonema*. Både *G. sanguinea* och *Stigonema* är vanliga i Sverige (Hallingbäck 1991).



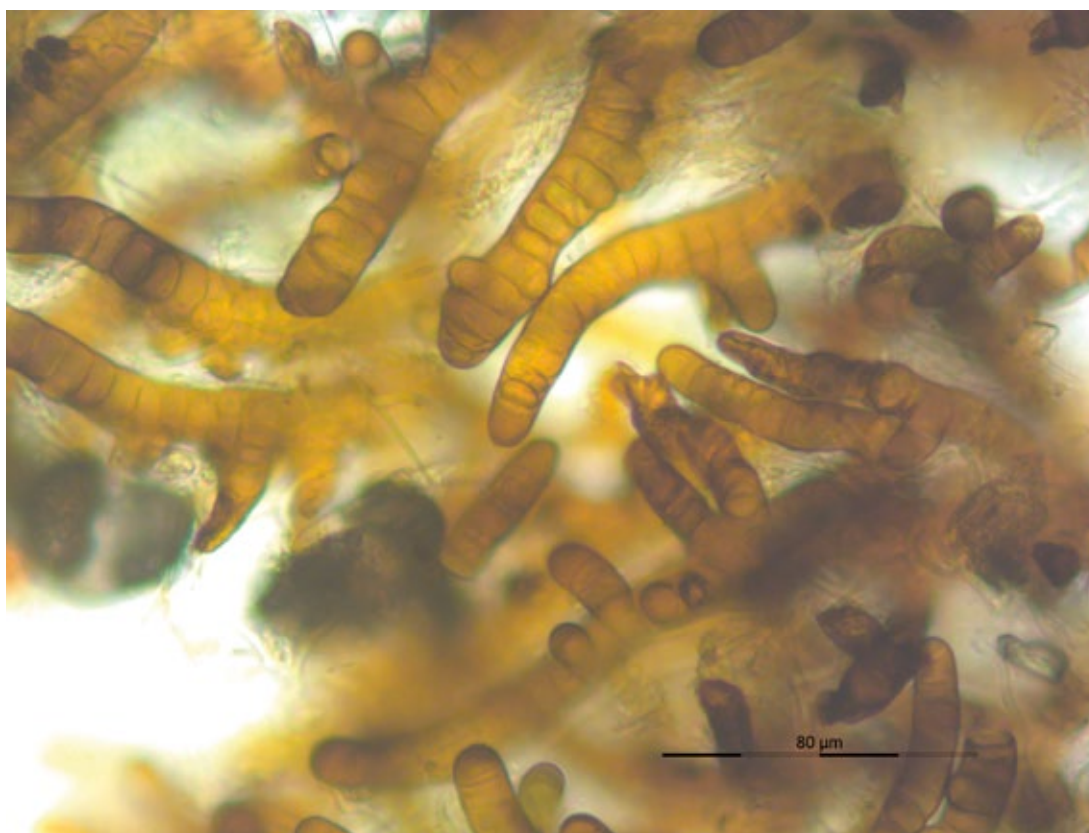
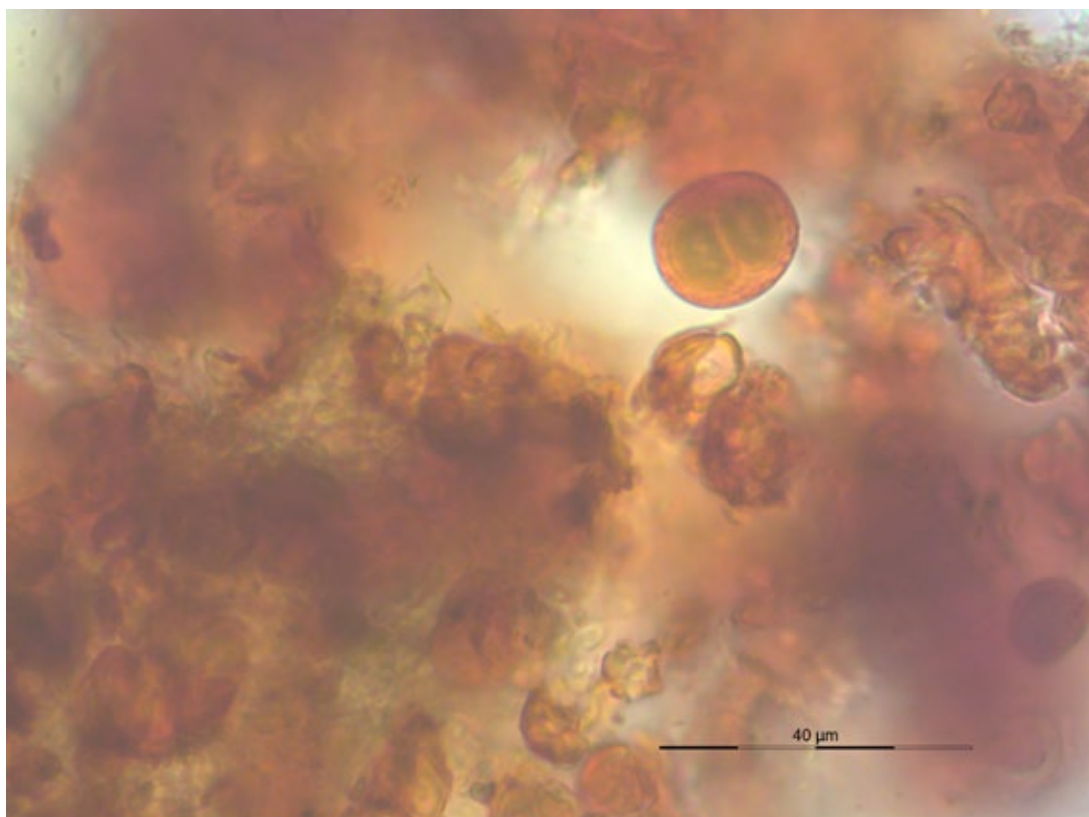


Bild 38. Prov från Brådön III B:2 i ljusmikroskop 200x förstoring. Av Eva Ernfridsson augusti 2013.

Bild 39. Prov från Brådön III B:2 i ljusmikroskop 200x förstoring. Av Eva Ernfridsson augusti 2013.

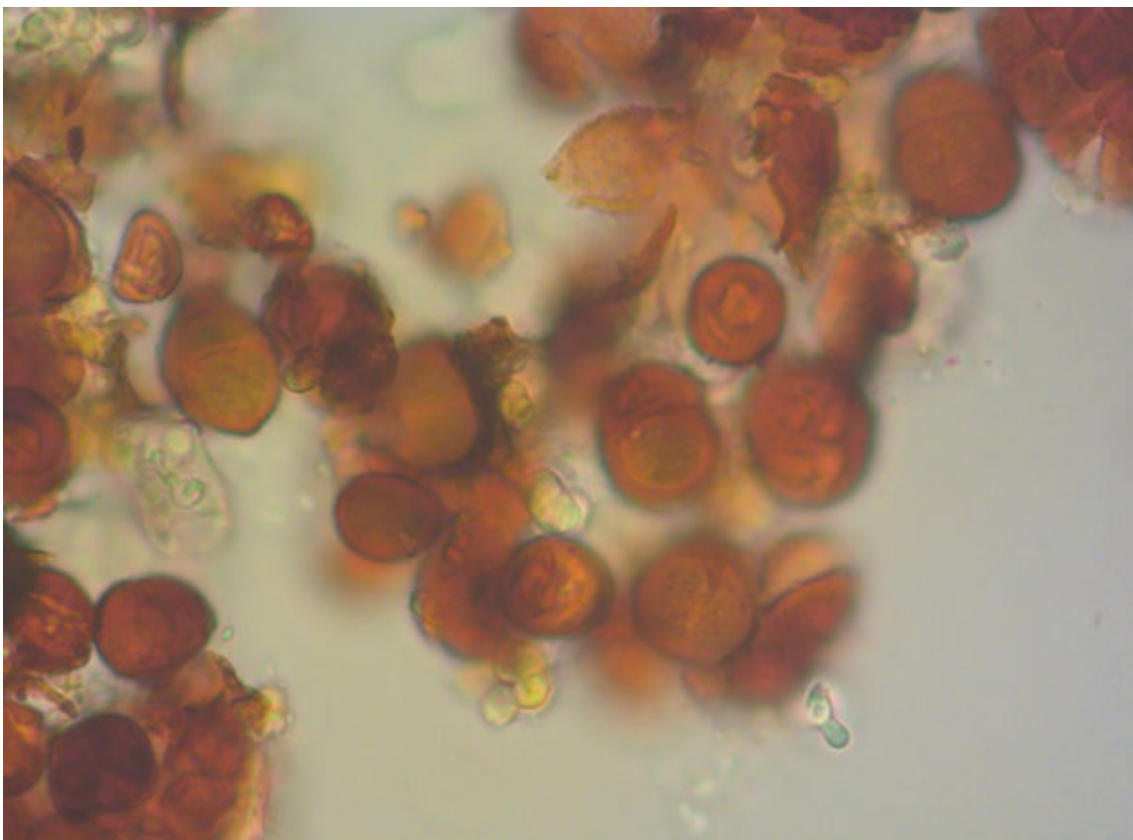


Bild 40. Prov från Brådön III L:1 i ljusmikroskop 200x förstoring. Av Eva Ernfridsson augusti 2013.

Bild 41. Del av Notön II D:5 i augusti 2013. Foto: Eva Ernfridsson.

Prov 4 togs på en tunn och torr beläggning på Brådön III L:1, se bild 37. I provet fanns bland annat brunröda runda celler med en diameter av cirka 10 µm, se bild 40. De bildar aggregat genom delning i flera olika plan och kan vara *Gloeocapsa sanguinea*. Det finns också mindre rundande eller avlånga celler med blågrön färg och en diameter av cirka 1 µm. Det är förmodligen en mindre art av cyanobakterie. Det fanns också en del svamp; enligt Hallenberg (2013) melaniserade ascomyceter, i provet.

Prov 5 togs på en tjock svart beläggning på Notön II D:5, se bild 41. I provet fanns bland annat brunröda runda celler cirka 10 µm i diameter och liknande celler fast gulgröna, se bild 42. Bägge sorter har dotterceller kvar i samma hölje efter delning. De kan vara samma art men med olika pigmentering. Det fanns också trådformiga organismer med celler cirka 10–15 µm i diameter främst i en enkel rad (uniseriat) av gulbruna celler. Samt liknande trådformiga men med flera celler i bredd. Jag tolkar filamenten som två olika arter av cyanobakteriesläktet *Stigonema*.

Prov 6 togs från skorplav på samma håll som prov 5, se bild 20. Pilen visar var laven lossnar från berget och drar med sig mineralkorn. Bild 43–44 visar ovansidan respektive undersidan av en liten lös lavbit.

Prov 7 togs på Notön II Y, se bild 25–26. Vid mikroskoperingen hittades brunröda rundade celler cirka 10 µm i diameter och med för cyanobakterier typiska porer i cellväggen. Det fanns också mindre cirka 1–2 µm gulgröna och rundade celler i aggregat samt fria, blågröna, coccala (runda) celler av samma storlek, se bild 45.

Prov 8 togs på Laxön I D:11, se bild 15. I provet fanns bland annat en trådformig cyanobakterie cirka 40–50 µm i diameter med flera gulbruna celler i bredd. Varje cell i organismen var cirka 10 µm i diameter, se bild 46. Organismen hade apikal (den cell där tillväxten sker) hår, se bild 47. Det fanns också tunna filament eller möjligen svamphyfer 1–2 µm i diameter, se bild 48. Dessutom små aggregat av gulgröna runda celler som var 1–2 µm i diameter och coccala fria blågröna celler som också var cirka 1–2 µm i diameter. Till sist så innehöll provet en tråd av coccala celler cirka 1 µm i diameter i en rad, vilket kan vara en spridningsenhet.

Prov 9 togs på Laxön I D:17 och var det som visade störst mångfald, se bild 11–12. Det innehöll bland annat rödbruna och rundade celler 3–10 µm i diameter i aggregat bildade genom delning i flera plan, se bild 49. (Detta kan även vara svampsporer i en sporsäck). Det fanns också gulgröna rundade celler som var cirka 10 µm diameter och liknade en grönalg som heter *Trebouxia* (Sanders, 2005). Den är den vanligaste algkomponenten i lav. Ett annat slags aggregat bestod främst av 4 celler som var ca 10 µm diameter och gulbruna. I provet fanns också fragment av *Stigonema*. Dessutom fanns det coccala grönalger som var ca 10 µm diameter, många små blågröna coccala celler 1–2 µm i diameter samt hyfer eller filament som var ca 3 µm diameter.

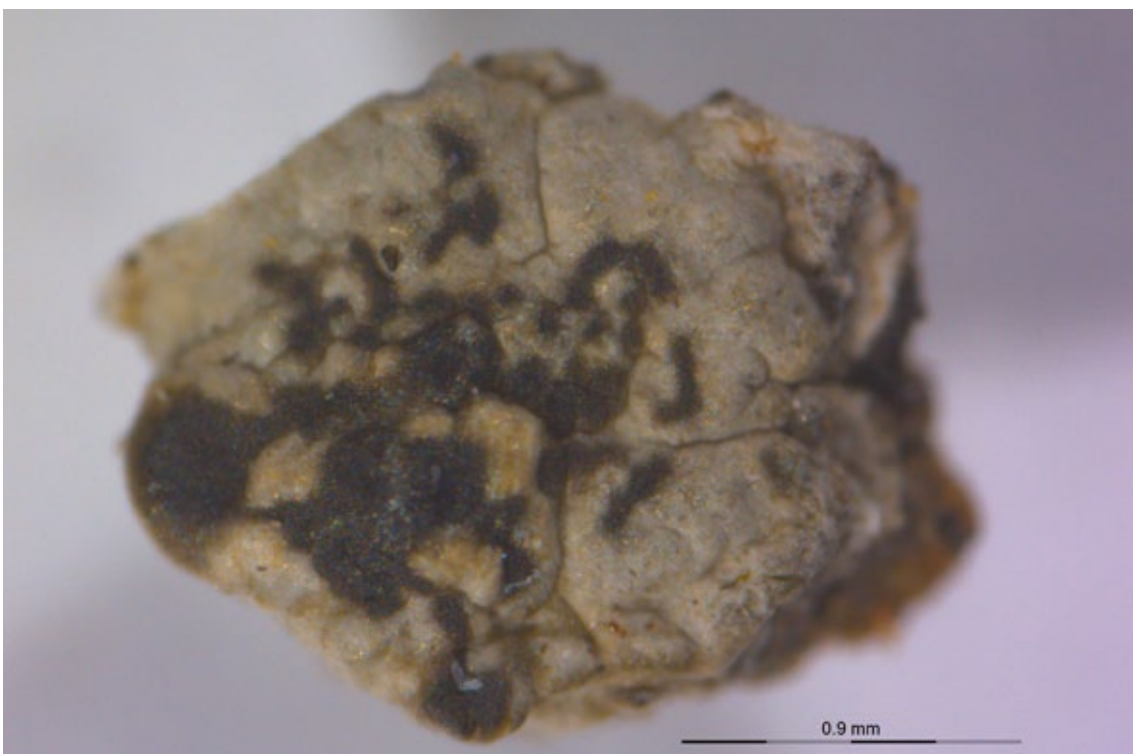
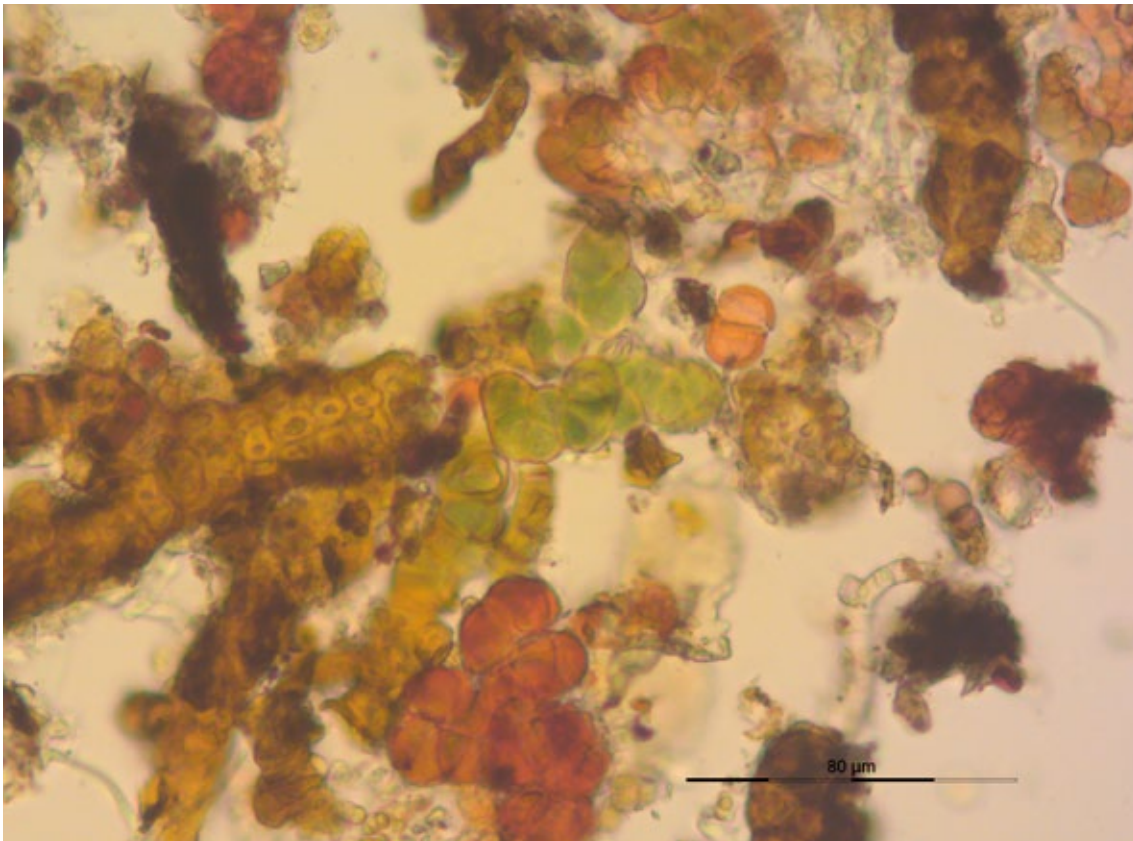


Bild 42. Prov från Notön II D:5 i ljusmikroskop 200× förstoring. Av Eva Ernfridsson augusti 2013.

Bild 43. Ovansidan av prov av lav från Notön II D:5 fotograferad i stereolupp i augusti 2013 av Eva Ernfridsson.

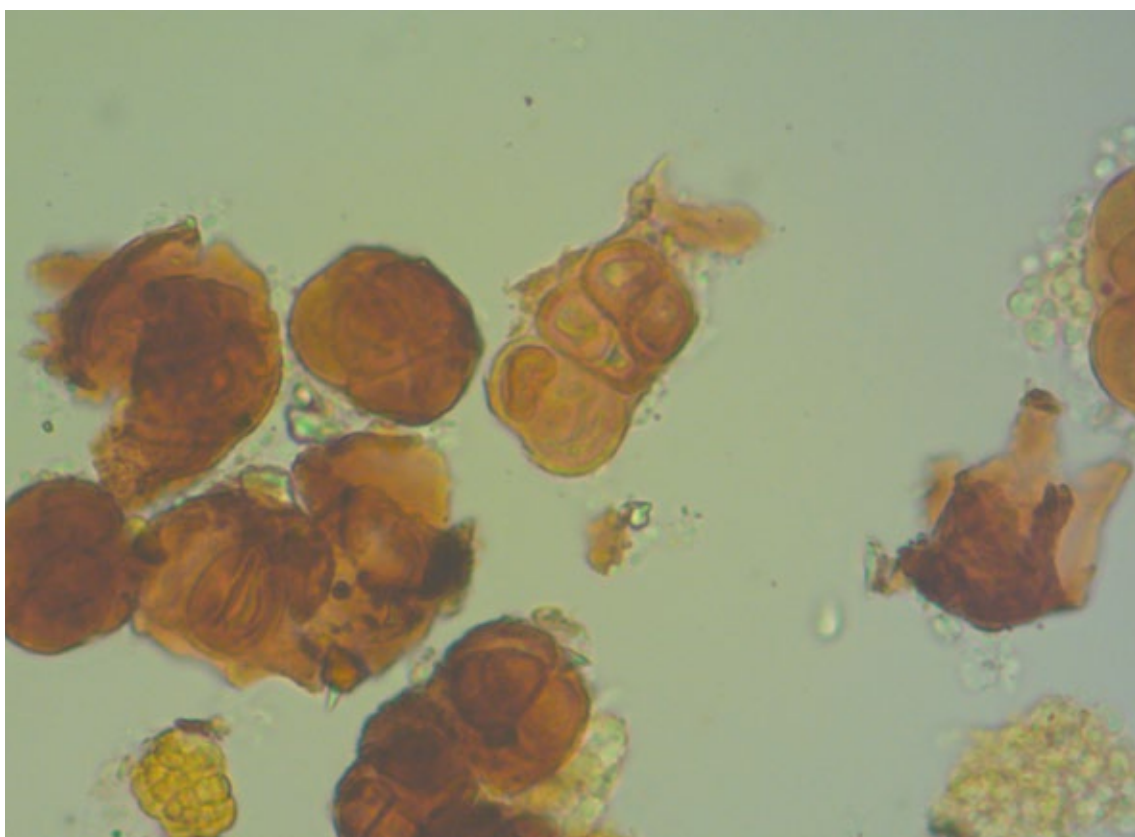
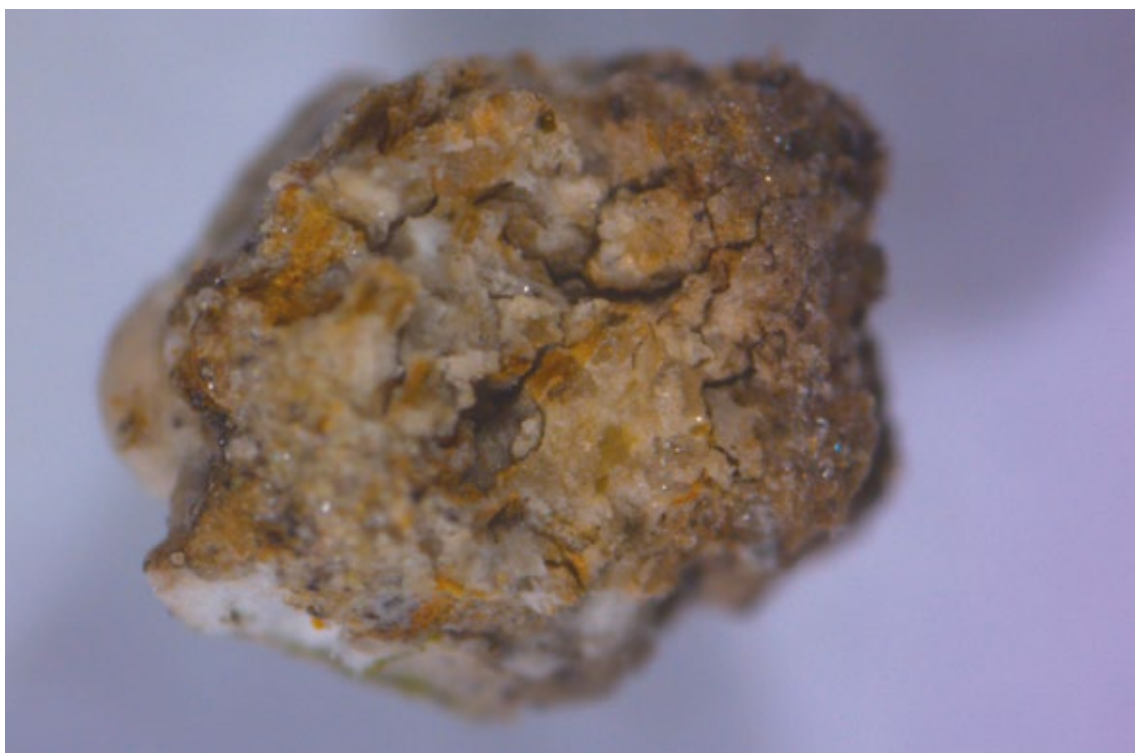


Bild 44. Undersidan av prov av lav från Notön II D:5 fotograferad i stereolupp i augusti 2013 av Eva Ernfridsson.

Bild 45. Prov från Notön II Y i ljusmikroskop 200x förstoring. Av Eva Ernfridsson augusti 2013.

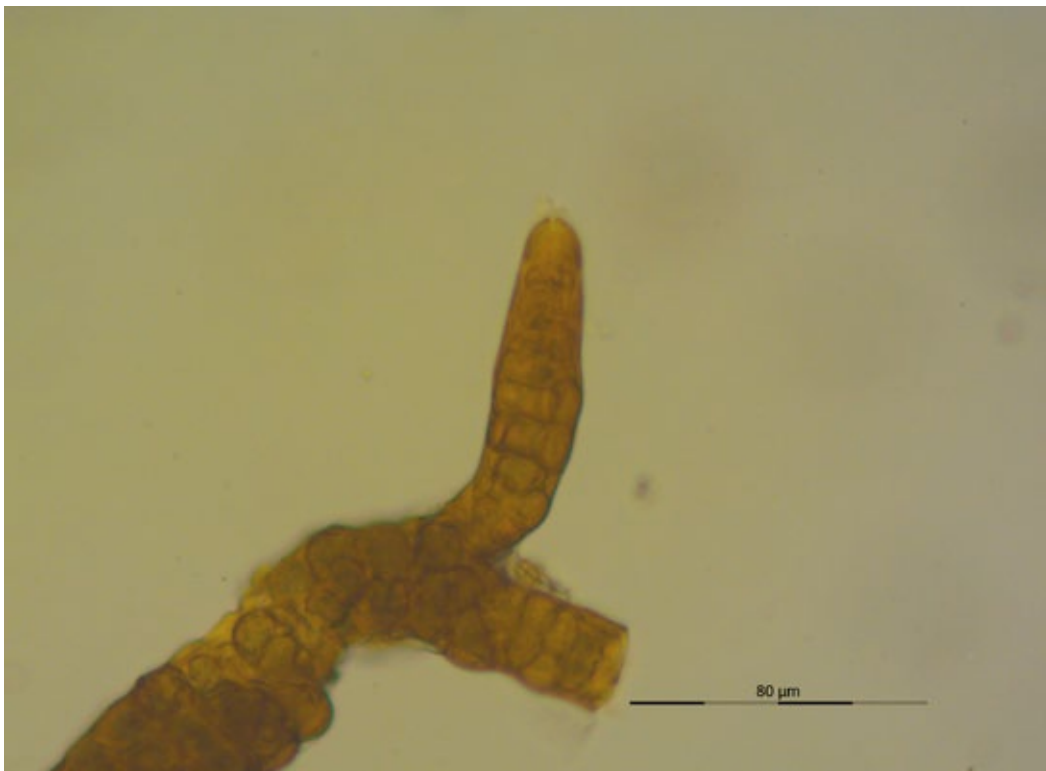
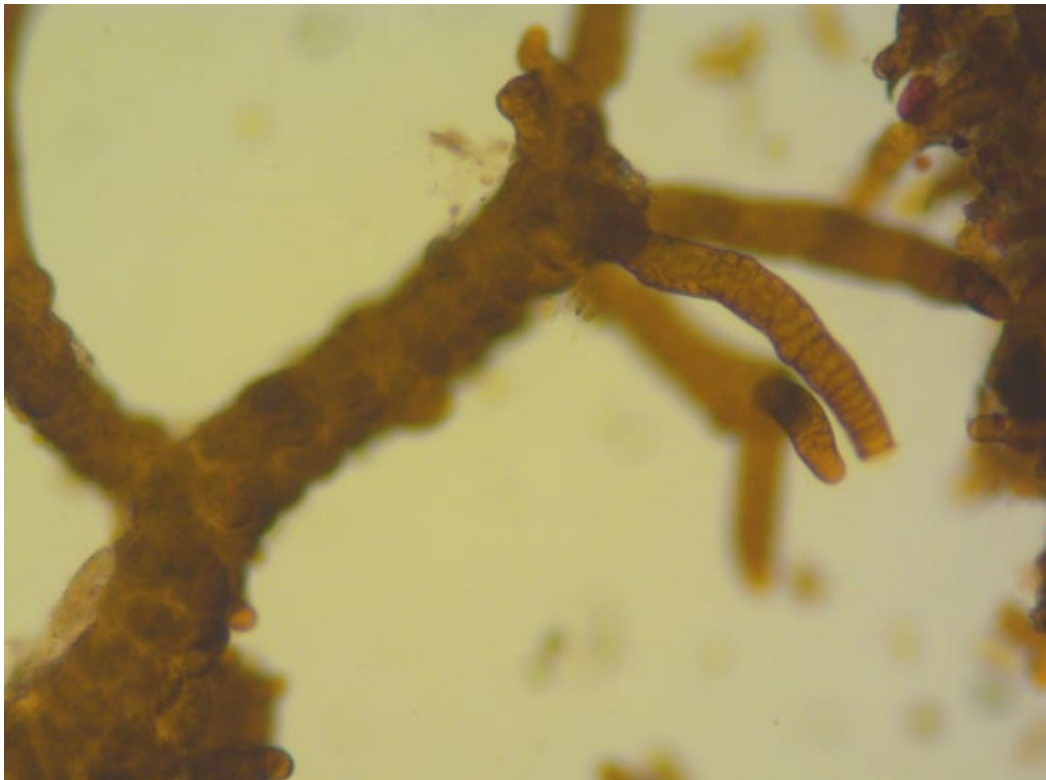


Bild 46. Prov från Laxön I D:11 i ljusmikroskop 200x förstoring. Av Eva Ernfridsson augusti 2013.  
Bild 47. Prov från Laxön I D:11 i ljusmikroskop 200x förstoring. Av Eva Ernfridsson augusti 2013.

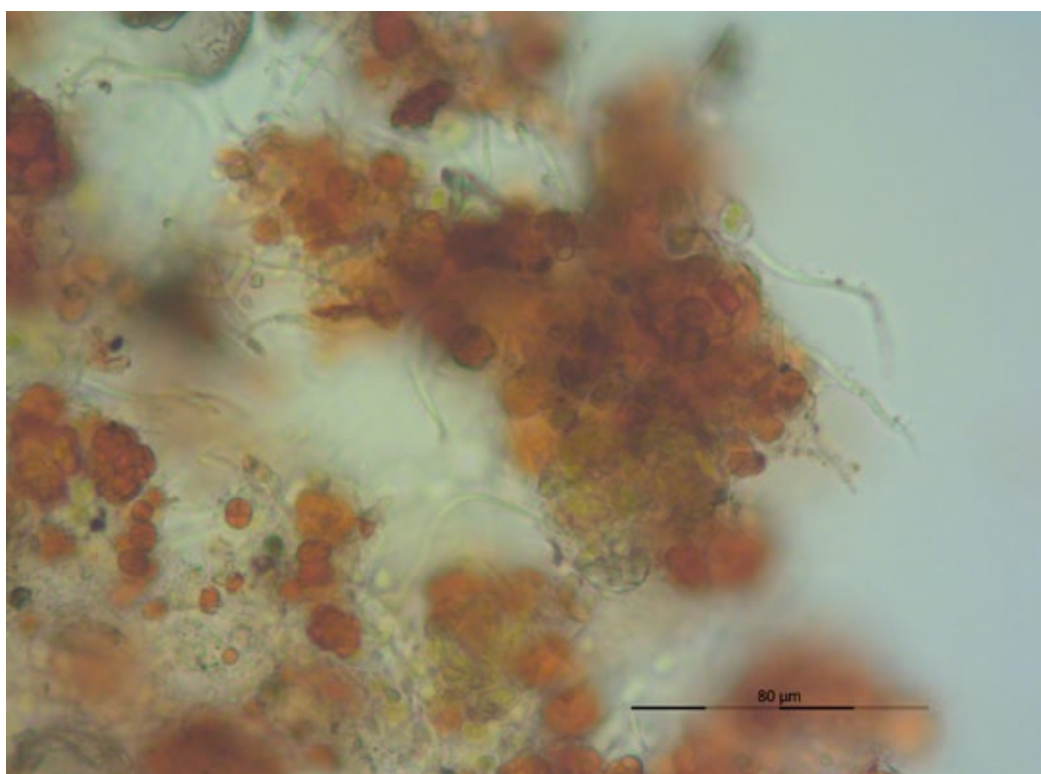
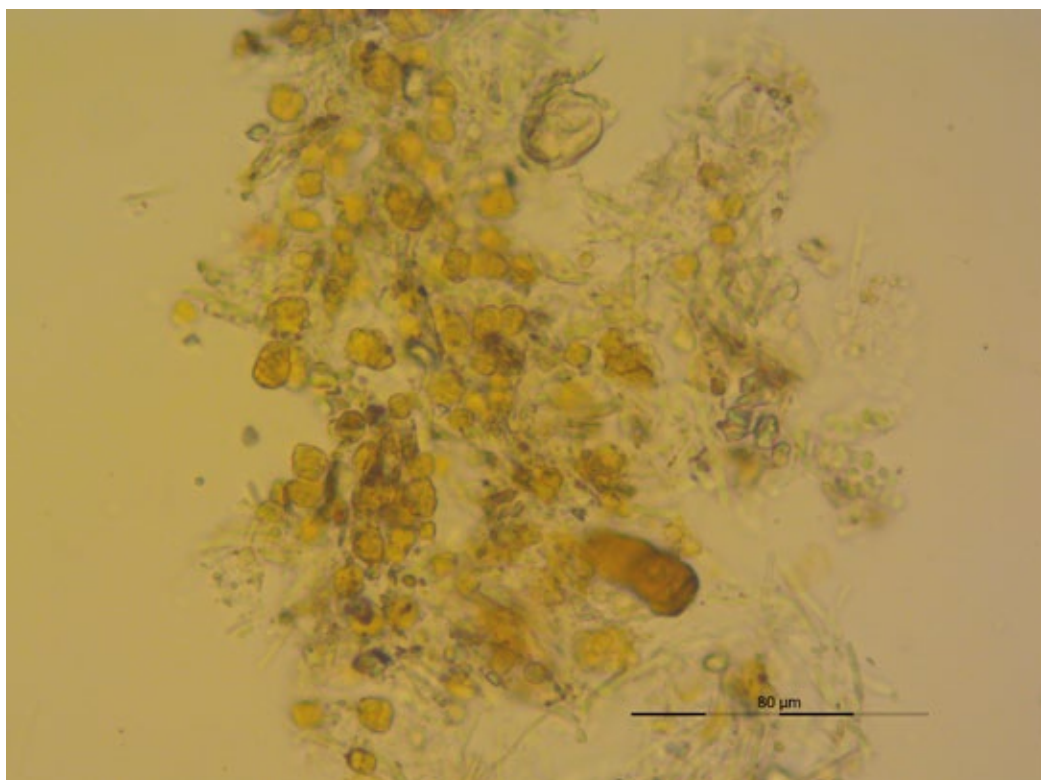


Bild 48. Laxön I D:11 i ljusmikroskop 200x förstoring. Av Eva Ernfridsson augusti 2013.

Bild 49. Prov från Laxön I D:17 i ljusmikroskop 200x förstoring. Av Eva Ernfridsson augusti 2013.

## Slutsatser

Hallström noterade att ytor som inte spolades längre på grund av kraftverket uppvisade tilltagande lavväxt. Han beskrev också många hållar som svarta. Det är troligt att ett par ristningar som idag uppfattas ha fått mycket ökad påväxt under den senaste tioårs perioden är samma som omtalades som överväxta redan av Hallström (till exempel i D-gruppen på Laxön). Det finns också ristningar som enligt Hallström var mycket tydliga men som idag är helt täckta av lavar (till exempel Laxön I F:1). Min tolkning är att det som uppfattas som dramatisk ökad påväxt i ett par fall beror på att flera ristningar tvättades och målades regelbundet fram till för ungefär tio år sedan och att de därefter växt igen. Man har under senare tid blivit mer restriktiv när det gäller rengöring av kulturhistorisk sten. Men det verkar också pågå en succession i området där påväxten går från rent berg via algväxt till lavväxt och mossor/högre växter. På släta och torra bergytor går processen extremt långsamt. Grövre yta och mer fukt ger snabbare tillväxt. De ytor som enligt Bylund (2013) noterats ha liten tillväxt under senaste tioårs perioden är relativt släta och torra. I ett par fall har den imålade färgen bleknat mycket jämfört med bilder från 2003–2004 vilket gör att ristningarna kan uppfattas som mer otydliga och överväxta.

Proverna av den svarta påväxten visade vid mikroskopering vid 200× förstoring främst runda och trådformiga cyanobakterier. De är mycket motståndskraftiga mot uttorkning genom sina kraftiga cellväggar och överlever uttorkning. Tillväxten är snabb i regniga perioder och tjockleken på biofilmen reagerar snabbt på uppfuktning alternativt torka. Cyanobakterier är mörka som ett skydd mot UV-ljus. Därför varierar utseendet på bergytor naturligt på grund av hur mycket det regnar. Ett prov togs i skuggig miljö under träd. Där fanns till skillnad från övriga prov många grönalger vilka kan använda luftfuktighet för sin metabolism. I de flesta prov fanns även svamphyfer och sporer som också de var mörkfärgade.

### REKOMMENDATIONER

Ristningarna vid Nämforsen ska förvaltas med sin omgivande miljö till gagn för besökare idag och i framtiden samt så att deras källvärde för forskning inte förvanskas. För att hantera frågor om bland annat rengöring behöver det upprättas en specifik vårdplan för varje ristning i området. Jag rekommenderar att en tvärvetenskaplig projektgrupp/referensgrupp etableras med ett omkring tio årigt perspektiv framåt på arbetet. I gruppen bör ingå lichenolog, meteorolog, geolog, botaniker, konservator, arkeolog och specialist på hållbilder. Arbetet kan läggas på en lokal forskningsinstitution alternativt på länsstyrelsen. Till



att börja med behöver arkivmaterialet organiseras för varje håll. Förslagsvis organiseras en databas där bilder och andra uppgifter från olika källor kopplas till respektive håll. På så sätt blir materialet användbart. Många av bilderna från Nämforsen i Läns museets sökbara bildarkiv har för övrigt fel proveniens angiven. För att kunna genomföra fältinspektioner behöver befintligt kartmaterial förbättras. Idag används kartorna från Hallström 1960. De räcker inte för att återfinna hållarna. Ett flygfoto där terrängen syns tydligt och hållnummer markeras vore mycket användbart. Som generell dokumentationsmetod rekommenderas nattfoto i släpljus. Då syns bergets struktur på ett mycket bra sätt. Sådana bilder är också mycket användbara publikt. Se till exempel publikationen *Helleristninger i Skien* (Vogt 2006). För att resultatet ska bli bra bör en professionell fotograf anlitas, till exempel Arve Kjersheim som arbetat mycket med hållbildsdokumentation. För att dokumentera påväxt och miljö rekommenderas panoramafoto som det jag satt ihop från Notön på bild 18. När situationen för varje håll finns dokumenterad bakåt kan studier påbörjas av situationen idag och hur påväxten och vittringen utvecklar sig och varför. Lavarterna på berget bör kartläggas. Deras vittringseffekt och tillväxttakt studeras. Eftersom olika lavar har olika vittringseffekt kan man efter kartläggning välja att låta de som är skonsamma mot berget sitta kvar och på det sättet inte lämna plats för mer skadliga arter. Eventuella årliga variationer i svarta beläggningar bör dokumenteras och kopplas till variationer i till exempel nederbörds mängden, för att få ökad förståelse för fenomenet. Ett väl formulerat syfte med eventuella insatser ska formuleras för varje håll. Tester och insatser ska starta i liten skala och utökas successivt. Alla insatser ska genomföras årligen och följas upp noggrant.

En enda behandling med 70 procent etanol räcker i de flesta fall för att lavar ska dö (se kommande rapport från projektet RenSten). Etanolen lämnar inte rester kvar i stenen och den dödar laven så att den kan ramla bort av sig själv vilket gör att mekanisk rengöring inte behövs. Problemet är inte att ta död på laven utan frågan om det är önskvärt ur estetisk och konserveringsmässig synpunkt. När skorplav på hållristningsytor dör drar den alltid med sig en bit av stenytan. Om man väljer att ta bort laven ska återväxt inte tillåtas utan förebyggas. Då måste det finnas resurser till årliga förebyggande insatser mot återväxt. Om man låter lav växa till igen kommer processen med att mineral-korn faller bort upprepas vid nästa rengöring. Tillväxttaktan varierar med lokalt klimat och måste studeras.

Cyanobakterier kan vara svårare att få bort (se kommande rapport från projektet RenSten). De kan dessutom ha en väldigt snabb återväxt om nederbörden är riklig. Resultatet kan bli en håll som är ännu mer fläckig än innan lavborttagning, när cyanobakterierna är kvar och tidigare lavklätt berg är rent. Det bästa sättet att minska och förebygga växt av cyanobakterier verkar

vara att minska tillgången på flytande vatten som de behöver för sin metabolism. I Tanum rekommenderas säsongsvist bortledning av sippervatten där det behövs. För ändamålet finns lämpliga sandsäckar i gummiduk. Mekanisk rengöring i kombination med etanol är också en möjlighet. När de minskat rejält kan återväxt förebyggas med etanol om det anses önskvärt.

Det är bra att försök med övertäckning startat i Nämforsen. Övertäckning med ljustäta material har i Tanum visat sig förebygga påväxt när det sker regelbundet vintertid (se kommande rapport från projektet RenSten). Det kan dock vara arbetsamt med stora materialmängder som ska läggas på och tas av och dessutom förvaras under sommarhalvåret. Materialen bryts ned och blir smutsiga och kanske hälsoskadliga med mögelsporer i. Därför kan hanteringen uppfattas som ett problem. I vissa fall kan isolering under en övertäckning slopas vilket gör hanteringen mycket lättare.

Imålning av hållarna är problematisk på många sätt och bör begränsas så mycket som möjligt. Rekommendera istället besökare att besöka Nämforsen efter regn då kontrasten blir mycket bättre på naturligt sätt. Tydliga figurer syns bra utan imålning och då får besökare nöjet av att se även huggspår. De figurer som är väldigt otydliga kan man välja att inte visa för publik. Satsa mer på skyltar och broschyrer med hållbilderna dokumenterade som hjälp för besökare.

När det gäller generella åtgärder för rengöring så bör sprickor hållas rena från mossa och högre växtlighet som kan spräcka berget och dessutom håller fukt. Avsopning och mekanisk rensning av sprickor är viktiga insatser på många hållar. Detta ska ske varje år. Behovet av att ta bort lavar och svarta beläggningar måste bedömas från håll till håll. Det är inte generellt så att den svarta beläggningen gör figurer svåra att se, se bild 21 från Notön. Den kan uppfattas som störande när den växer över imålad färg eller när den skapar ett fläckigt intryck. Men att ta bort den kan störa en jämvikt och bidra till växt av mer störande och skadliga lavar. Det kräver arkivstudier och uppföljning av tester för att kunna avgöra om rengöring är lämpligt och i så fall hur. I många fall kan man välja att bara rengöra i imålad färg med en liten borste och älvvatten. Vatten som står i pölar ska inte användas då det är extremt rikt på alger och bakterier.

#### *Specifika och preliminära råd*

Denna rapport är resultatet av en begränsad undersökning som är för översiktlig för att kunna ge specifika råd för varje håll i Nämforsen. Men för att exemplifiera har jag nedan föreslagit lämpliga insatser för ett par hållar i området. Förslagen är preliminära.

#### *Laxön I G:5 och I G:6*

Här bör sopas och rensas bort vegetation som ljung och mossa.

*Lillforsbällan I G:1*

Försiktig behandling av enskilda grå lavbålar med liten pensel och 70 procent etanol på den yta av berget som är välbevarad. Imålad färg kan tvättas med liten borste och älvvatten om de önskas fräschas upp. Övre parti har så dåligt berg att lavborttagning och fortsatt imålning av figurer avrådes, det kommer att bli fläckigt och berget är mycket sårbart där.

*Laxön I F:1*

Ristningen ligger högst på en liten avgränsad knalle och lämpar sig väl för vintertäckning, eftersom den är liten och det går att dra täckningen över toppen på knallen så att inte vatten rinner in. Bör vintertäckas för att förhindra att lavar gör ytan mer porös och vittringen accelererar.

*Laxön I D:2*

Detta är den häll som varit övertäckt. Lavar kommer att trilla av eftersom de dött under täckningen. Den svarta påväxten har blivit tunnare men kommer inte att försvinna helt. Förslagsvis hålls nu sprickorna som rensades i samband med avtäckningen rena genom fortsatta årliga insatser. Det gör att ristningen uppfattas som en helhet. Berget torkar också upp bättre och på det sättet minskar tillväxten av lav och alger. Eftersom all växt är antingen död eller tunn efter övertäckningen hålls den förslagsvis borta med årlig behandling med etanol 70 procent. Den ska sprayas på ett par gånger tidigt på säsongen och helst ytterligare en gång innan vintern.

*Laxön I D:17*

Börja med att ta bort påväxten med övertäckning i kombination med etanol 70 procent. Spraya hela ytan med etanol och täck över minst en månad i början av fältsäsongen 2014. Avtäck därefter och borsta lätt med vatten i samband med det. Därefter kan hällen täckas vintertid men förmodligen räcker det med att duscha med etanol en till två gånger med år. Det är vittringen som avgör om den ska täckas vintertid. Om ytan efter rengöring visar sig mycket sårbar bör den vintertäckas.

*Notön II A*

Om det är häll Notön II A som återfunnits så bör den hållas fri från mossa och högre vegetation genom årlig avsopning och rensning.

*Notön II:C*

Borsta av årligen för att förhindra deponi av förna som blir jord samt etablering av tjocka lavar och mossa.

*Brådön III:2-3*

Rensa sprickor från vegetation och mossa. Följ upp tillväxten av lav, om den är dramatisk bör laven behandlas med etanol 70 procent en gång per år.

*Brådön III:4-6*

Rensa spricka från mossa. Behandla inte övrig håll. Den har en speciell hård och tät patina som man ska vara rädd om.

*Brådön III L:1*

Följ upp tillväxten av lav men behandla inte på något sätt. Hällen har en speciell hård och tät patina som man ska vara rädd om.

## Referenser

### Muntlig information eller information via e-post

- Siv Bylund, arkeolog vid Nämforsens Hällristningsmuseum, 2013  
 Nils Hallenberg, mykolog PhD, 2013  
 Sverker Hellström, klimatolog SMHI, 2014  
 Ulf Rick, Kemikalieinspektionen, 2010

### Internet

<http://www.geologivagen.se/geologiskalokaler/solleftea/hallristningsmuseet.4.674b66bd119e0d5fd80002748.html>. 15-10-2013

### Skriftliga källor

- Andrew, C. (1994), *Stone cleaning: a guide for practitioners*, Historic Scotland & The Robert Gordon University.
- Bjelland, T. (2003), "Skader eller beskytter lav norske helleristingfelt", *Naturen populær-vitenskapelig tidsskrift*, vol. 2, s. 70–77.
- Bjelland, T. & Helberg, B.H. (eds) (2006), *Bergkunst En veiledning i dokumentasjon, skjøtsel, tilrettelegging og overvåking av norsk bergkunst*, s. 81–84, Riksantikvaren.
- Caple, C. (2010), The Aims of Conservation, in: Richmond, A. & Bracker, A. (eds) *Conservation principles, dilemmas and uncomfortable truths*, s. 25–31, Routledge, New York.
- Castenholz, R.W. (2001), Phylum BX. Cyanobacteria Oxygenic Photosynthetic Bacteria, in: Boone, D.R. & Castenholz, R.W. (eds) *Bergey's manual of systematic bacteriology*, s. 473, Springer.
- Crispim, C.A. & Gaylarde, C.C. (2004), "Cyanobacteria and biodeterioration of cultural heritage: a review", *Microbial ecology*, vol. 49, s. 1–9.
- Dorn, R.I. (1998), *Rock coatings*, Elsevier, Amsterdam.
- Gorbushina, A.A. & Broughton, W.J. (2009), "Microbiology of the atmosphere-rock interface: how biological interactions and physical stresses modulate a sophisticated microbial ecosystem", *Annual review of microbiology*, vol. 63, s. 431–450.
- Hallingbäck, T. (1991), "Luftföroreningar och gödsling – ett hot mot blågrönalger och lavar med blågrönalger", *Svensk Botanisk Tidskr.*, vol. 85, s. 87–104.
- Hallström, G. (1960), *Monumental art from northern Sweden*, Almqvist & Wiksell, Stockholm.
- Hallström, G. (1967), Hällristningarna vid Nämforsen. *Kungliga Vitterhets Historie och Antikvitets Akademien, Svenska Fornminnesplatser 50*, Almqvist & Wiksell, 1967.
- Janson, S. & Janson, B. (1980), *Hällristningar vid Nämforsen*, CEWE-Förlaget.
- Kare, A. (1995), Brev till Länsstyrelsen Västernorrland.
- Larsson, T.B. & Broström, S.-G. (2011), The rock art of Nämforsen, Sweden, the survey 2001–2003., vol. 62, UMARK, Umeå.
- Loubser, J. (2001), Management Planning for Conservation, in: Whitley, D.S. (ed) *Handbook of rock art research*, s. 80–115, Altamira press.
- Lüttge, U. (1997), "Cyanobacterial tinterstrich communities and their ecology", *Die naturwissenschaften*, vol. 84, s. 526–534.
- Länsstyrelsen, V.I. (2000), *Medel ur anslaget G 2, bidrag till kulturmiljövård och kulturstöd för budgetåret 2000. Avseende målning av hällristningar vid Nämforsen, Ådals-Lidens sn, Sollefteå kn.*
- Länsstyrelsen, V.I. (2005), *Bidrag till förbättring av ifyllda målningar på hällristningar på Laxön, samt informationsinsatser vid Nämforsens fornlämningar, Näsåker, Sollefteå kommun,* Länsstyrelsen, V.I. (2010), Fornvårdsplan Ristning Näsåker 12:1.

- Nash, G. & Chippindale, C. (2002), Images of enculturating landscapes a European perspective, in: Nash, G. & Chippindale, C. (eds) *European landscapes of rock-art*, s. 1–19, Routledge.
- Nationalencyklopedin, n. (1994), *band 14*, s. 345, Bra Böcker, Höganäs.
- Nordin, B. (2000), Hällristningarna vid Nämforsen. Förbättringar av målningar. *Brev till Länsstyrelsen i Västernorrland*.
- Puktörne, T. (1991), Imålning av hällristningar på Laxön i Nämforsen, Ådals-Lidens socken, Ångermanland. *Rapport*.
- Sanders, W.B. (2005), "Observing microscopic phases of lichen life cycles on transparent substrata placed in situ", *The lichenologist*, vol. 37, s. 373–382.
- Seaward, M.R.D. (2004), Lichens as subversive agents of biodeterioration, in: StClair, L.L. & Seaward, M.R.D. (eds) *Biodeterioration of stone surfaces lichens and biofilms as weathering agents of rocks and cultural heritage*, s. 9–18, Kluwer Academic Publishers.
- Tratebas, A. (2004), Biodeterioration of prehistoric rock art and issues in site preservation, in: Clair, L.L.S. & Seaward, M.R.D. (eds) *Biodeterioration of stone surfaces*, s. 195–228, Kluwer Academic Publishers.
- Tratebas, A. & Chapman, F. (1994), "Ethical and conservation issues in removing lichens from petroglyphs", *Rock art research*, vol. 11, no. 2, s. 101–112.
- Vogt, D. (2006), *Hällristningar i Skien*, Wera A/S, Porsgrunn}.

## Bilaga 1

### **Mina iakttagelser och vad vi gjort på hållristningsområdet.**

Det vi gjort på hållristningsområdet maj 2010 – juni 2012, när Stiftelsen Nämforsen hade avtal om skötseln av hållristningsområdet.

Med sop har vi hållit borta barr, löv, jord och grus. Gräs och sly i sprickor har manuellt dragits upp eller klippts av med sekator, på ytor mellan hållarna har lie, röjsax och kratta använts.

Sedan juni 2012 har Länsstyrelsens personal eller inledda gjort ungefär detsamma med typ röjsax och röjsåg tror jag och inte sopat så noga. Länsstyrelsen vet bättre.

I månadskiftet oktober – november 2011 övertäcktes en yta av hållristningarna med svart uv beständig plast och sandsäckar på en yta som var väldigt bevuxen med lavar och vissa partier svarta av alger? av oss. Den platen skulle ligga ett år var det sagt men förra hösten blev den liggande kvar och sandsäckarna började gå sönder. Platen och sandsäckarna togs bort den 26 september 2013 och jord borstades bort. Länsstyrelsen vet hur det gjordes.

Sedan 2006 har jag en del bilder av hållristningarna, de var då delvis nyss imålade. Vissa ytor som var väl rengjorda då har klarat sig bättre (Laxön G:1–4 och Brådöhallen A:1 som har söl av latex som man undrar hur den har rengjorts) än de som hade en del lavar redan då, där har lavarna brett ut sig mycket och känns nu tjocka, bl.a. på den yta som täcktes över. De svarta "algerna" har brett ut sig mycket tycker jag, mest nära forsen och där vatten rinner eller står i pölar (ex Laxön C:1, D:10–11 och D under platen). Det har blivit mycket mera sedan 2010, D:17 syns numera nästan inte alls. Kraftverket har renoverats i omgångar och det har varit höga flöden så mera och under längre tider har vatten runnit i forsen, Vattenfall kan säkert berätta om när och hur länge. Det är inte tvättats några hållar sedan 2010, möjligen av skolbarn. Vi återkommer om det som varit före 2010.

Näsåker 2013-10-15

Siv Bylund



Riksantikvarieämbetet | Telefon: 08-5191 8000 | E-post: [registrator@raa.se](mailto:registrator@raa.se) | [www.raa.se](http://www.raa.se)

