RENSTEN:TEST AV FYRA METODER FÖR BORTTAGNING AV PÅVÄXT PÅ RUNHÄLL

Mölnlycke 2017-09-21

Eva Ernfridsson

Litobiome AB

tillsammans med

Microbial Analytics Sweden AB

SAMMANFATTNING

I forskningsprojektet RenSten utvecklas skonsamma och miljövänliga metoder för rengöring av kulturhistorisk sten. En delstudie i RenSten har undersökt fyra olika metoder för att ta bort påväxt av främst lav på en runhäll i Vallentuna kommun, Orkesta socken. Den så kallade Granbyhällens ristning är fyra meter hög och tre meter bred och ligger på en upphöjd häll i hagmark. Ristningen består bland annat av två ormkroppar med huvud, nacktofs och stjärt. Bergarten består av grovkornig granit. Granbyhällen, och många andra runstenar i Sverige har sedan 1960-talet rengjorts regelbundet från påväxt och målats i med röd färg. För Granbyhällen har detta skett omkring var tionde år och senast 2001. Problemen för runvården var att påväxten kunde vara minst lika omfattande igen bara ett par år efter rengöring och att det saknades kunskap om effekten på stenen av de metoder som tillämpades. För att bearbeta problemen vetenskapligt etablerades en jämförande studie på Granbyhällen. Hällen delades in i fyra delar; den översta genomfuktades med 70% etanol en gång. Nästa täcktes med ljustätt material under två månader, därefter kombinerades dessa metoder genom att täcka över med ljustätt material direkt efter etanolbehandling. Det nedersta fältet behandlades med den metod som vanligen tillämpas på runsten, det vill säga inpackning med bentonitlera + vatten/etanol i 50% koncentration. Bentoniten täcktes med plast i fyra veckor och togs därefter bort. Behandlingen avslutades med högtrycksspolning för att få bort rester av lav och bentonit. Behandlingarna utfördes med start i september 2011. Resultatet följdes upp 2012, 2013, 2015 och 2016. Före behandlingarna växte grön skorplav på hela det runristade området. Runt det tidigare tvättade området växte grå skorplav. Ett och två år efter behandling var det bentonit-etanol-högtrycksspolade området betydligt ljusare än övriga fält och all lav var borta. Det dröjde två år innan laven var borta på det etanolbehandlade och det etanol+övertäckta fältet. Då satt det fortsatt kvar svarta döda rester av lav på dessa ytor. Ytorna ljusnade fram till dokumentationen fyra år efter behandling vilket betyder att det under den tiden ramlade bort dött material och mer mineral blev synliga. På det sättet syntes full effekt av etanolbehandlingen först efter efter fyra år. Under den tiden hade återväxt skett på bentonit+etanol+högtrycksspolat fält. Efter fem år var påväxten lika stor på detta fält som på det etanol+övertäckta. Laven påverkades inte på fältet som bara täcktes över. Efter analys dras slutsatsen att genomfuktning med 70% etanol är den av de testade metoderna som har minst skadlig påverkan på graniten. Metoden bedöms ge ett godtagbart resultat för båda aspekterna av kulturvårdens uppdrag; visa och bevara.

INTRODUKTION

RenSten är ett forskningsprojekt som utvecklar skonsamma och miljövänliga metoder för rengöring av kulturhistorisk sten. Finansiärer är Riksantikvarieämbetet, Svenska kyrkan, Länsstyrelsen för Västra Götalands Län och Carl Jacob Lindebergs stipendiefond (Ernfridsson 2010, Ernfridsson 2015). All sten vittrar och med tiden blir ytan mer porös och får dålig hållfasthet. Då trivs lavar, alger och andra mikroorganismer bättre. Påväxten ställer till problem för kulturmiljövården som har i uppdrag att bevara *och* visa monument. Till exempel runstenar har rengjorts regelbundet från påväxt sedan 1960-talet, och målats i med röd färg för att de ska vara läsbara(Snaedal 2011). Olika metoder har använts genom åren, för att få rengöringen att gå snabbt och vara så effektiv som möjligt. Undersökningen på Granbyhällen har planerats i samråd med Thorgunn Snaedal, arkeolog och ansvarig för vård av runstenar vid Riksantikvarieämbetet (RAÄ). Thorgunn pekade på problemet med att påväxten kunde vara minst lika omfattande igen bara några år efter rengöring och imålning. Dessutom saknades kunskap om hur olika rengöringsmetoder påverkade stenen när det gällde vittring. Det fanns ett stort behov för runvården att vetenskapligt undersöka olika aspekter på problemet med påväxt och rengöring för att kunna välja rätt metod eller välja att inte rengöra alls, om det skulle vara det bästa. Granbyhällen valdes som ett lämpligt testobjekt då den hade en stor och homogent bevuxen yta där olika metoder kunde utvärderas vid sidan av varandra. Noggrann uppföljning planerades och genomfördes. Tidigare undersökningar när det gäller rengöring av kulturhistorisk sten från påväxt har pågått under ett par månader med uppföljning max ett år efter utförd rengöring. Genom projektet RenSten har rengöringen följts upp under fem år. De slutsatser som kan dras av undersökningen ger svar på många frågor som tidigare baserats på antaganden. Runvården får i rapporten ett gott underlag för att planera det fortsatta arbetet med rengöring av Granbyhällen och liknande objekt. Rapporten innehåller också viktig kunskap för stenkonservatorer som ska ta fram åtgärdsprogram för vittrad granit.

METOD

TESTYTAN

Granbyhällen är Sveriges till ytan största runristning (Riksantikvarieämbetet). Den har RAÄ-nummer Orkesta 44:1 och ligger i Stockholms län, Vallentuna kommun, Orkesta socken. Runristningen är fyra meter hög och tre meter bred och finns på en upphöjd häll i hagmark (bild 1). Hällen är ca sex meter hög och fyra meter bred och sluttar omkring 18° åt SV. Enligt *Upplands runinskrifter 2* innehåller ristningen omkring 200 runor(Wessén 1940-58). Ornamentiken består av två ormkroppar med huvud, nacktofs och stjärt. Ett kors kröner ristningen och detta är smyckat med bladornament och drakslingor. Bergarten är grovkornig granit.

Under de senaste 30 åren (sedan 1980) har Granbyhällen rengjorts var tionde år (Snaedal 2011). Den senaste rengöringen utfördes 2001. Då packades hällen in i bentonitlera + vatten och täcktes med plast under 4 veckor. Bentoniten spolades därefter bort med högtryckstvätt (Stocklassa 2011). Metoden beskrivs i *Min skildring av runvården under åren 1989-2001(Riksantikvarieämbetet 2011)*.

DOKUMENTATION

Den första dokumentationen av Granbyhällen i RenSten utfördes i augusti 2011. All dokumentation har utförts av Eva Ernfridsson. De fyra rengörande behandlingarna utfördes av Paterik Stocklassa med start i september 2011 (tabell 1 och bild 2). Resultatet av behandlingarna dokumenterades 2012, 2013, 2015 och avslutningsvis 2016. I dokumentationen kallas behandlingarna för A, B, C och D. Området där de utfördes kallas för fält A, fält B osv. På respektive fält har en del ytor dokumenterats med makrofoto. Dessa ytor kallas i dokumentationen för A1, A1b, A3, B1 osv. (tabell 2).

Tabell 1. Datum för dokumentation och behandling av Granbyhällen i projektet RenSten.

Datum	Fotodokumentation	Behandling
2011-08-24	X	
2011-09-22		A, B, C, D
2011-10-20		Avtäckning och högtryckspolning D, mineralull skivor på B och C
2012-01-10		Avtäckning B, C
2012-10-05	X	
2013-05-03	X	
2015-16-15	X	
2016-03-22	X	

Tabell 2. Behandlingar och dokumenterade ytor på Granbyhällen i projektet RenSten.

Behandling	Metod	Yta
A	Etanol 70%	A1, A1b, A3
B	Mörklagt i två månader	B4, B5, B6
C	Etanol 70% och mörklagt i två månader	C6, C7
D	Etanol/vatten 50/50 i bentonit och plastat under två månader, därefter högtrycksspolning	D8, D9, D10

Vid inspektionerna användes lupp med 8 x förstoring. Vid fotograferingen användes stativ och kamera Nikon D80 med två olika objektiv; Nikon DX AF-S NIKKOR 18-135 mm 1:3,5-5,6G ED och Nikon AF-S MICRO NIKKOR 105mm 1:2,8G ED. Två olika blixtar användes vid behov; ringblixt SIGMA EM-140 DG och separat blixt Nikon SPEEDLIGHT SB-800. Som skala och gråkort användes Qpcard 101 v3.

Hela hällen och större delar av A, B, C och D fotograferades med objektiv Nikon DX AF-S NIKKOR 18-135 mm 1:3,5-5,6G ED. Makrofoto med objektiv Nikon AF-S MICRO NIKKOR 105mm 1:2,8G ED användes för att i detalj följa upp mindre ytor av respektive behandling. Stege användes till översiktsbilder. Foton har vitbalanserats med hjälp av gråkortet i programmet Photoshop.

En referensyta med påväxt representativ för *hela* hällen fotodokumenterades 2011 (bild 5). Fotot har använts som referens för att jämföra påväxten efter behandling A, B, C och D.

MATERIAL

Bentonit, exempelvis Laviosa Chimica Mineraria S.p.a Italy (Riksantikvarieämbetet 2011)

Högtryckstvätt med elverk, en 200 liters vattentunna, 15-50 meter slang och borstar medförs i bil (Riksantikvarieämbetet 2011)

Vatten, kranvatten i från vattentunna i bil (Riksantikvarieämbetet 2011)

Etanol 95% från Solveco blandad med kranvatten till 70%

Plast, styv och genomskinlig (Riksantikvarieämbetet 2011)

Presenning (Stocklassa 2011)

Mineralullsskivor 5 cm tjocka (Stocklassa 2011)

Gladpack (Stocklassa 2011)

RENGÖRING

För de rengörande behandlingarna delades hällen i fyra delar. Det översta fältet (A) var större än de tre övriga som var 80 cm på höjden och lika breda som ristningen. A, B och C behandlades efter mailinstruktion av Eva Ernfridsson. D behandlades med en rutinmässig metod för att rengöra runsten från påväxt (Riksantikvarieämbetet 2011, Stocklassa 2011). Syftet var att jämföra den för runsten ”vanliga” metoden med inpackning med olika varianter av övertäckning och etanolbehandling, som utvecklats för vård av hällristningar (Bakke 2000, Thorseth 2001, Ernfridsson 2007).

Fält A-D behandlades på följande sätt (tabell 2):

A. Sprayades ordentligt (= genomfuktades) med 70% teknisk sprit (etanol) en gång.
B. Täcktes med ljustätt material, plast och presenning i tre månader.
C. Sprayades ordentligt med 70% teknisk sprit en gång och täcktes därefter med ljustätt material, plast och presenning i tre månader.
D. Bentonitlera indränkt i en blandning av vatten och etanol till 50%, vilket hade förberetts på ateljén, applicerades på hällen och täcktes med gladpack, plast och presenning i fyra veckor(Riksantikvarieämbetet 2011, Stocklassa 2011). Efter fyra veckor togs täckningen bort. Då sköljdes bentoniten av med högtryckstvätt.

På fält B och C placerades även mineralullskivor från 20 oktober 2011 till 10 januari 2012 för att motverka frostsprängning på grund av fukt under täckningen(Stocklassa 2011).

Bentoniten håller sig fuktig i 3-4 veckor under plasten och tas därefter vanligen bort (Riksantikvarieämbetet 2011) .

RESULTAT

Med resultat avses påväxt på berget jämfört med före behandling och vid jämförelse mellan de olika behandlingarna. Observationer från inspektioner och utvärdering av foto presenteras i kronologisk ordning och uppdelat efter behandling A-D. Bilderna presenteras i kronologisk ordning.

Före behandling var mineralen täckta av grön skorplav (bild 1 och 3-5). Första (bild 6-8) och andra året (bild 9-16) efter behandling hade fält D betydligt mer synliga mineralkorn (mindre påväxt) än A och C och var därför ljusare. Fjärde året var skillnaden obetydlig, eftersom A och C fått mer synliga mineralkorn (mindre påväxt) och ljusnat medan D fått mer påväxt och mörknat (bild 17). På femte året fanns en homogen och tunn algväxt på A som färgade den blågrön (bild 18-22). Laven på B påverkades inte av behandlingen.

OBSERVATIONER 2011-08-24

Området som tvättades 2001 dominerades 2011 av grön skorplav; kragkartlav (*Rhizocarpon lecanorium)(Foucard Tony 1990)*, (Stridvall Leif viewed 2017) (bild 3-5). Det fanns även spridda små bladlavar och andra arter av skorplavar, till exempel brun sprickkantlav (*Lecanora intricata*). Påväxten täckte mineralen utom släta korn av kalifältspat och kvarts (bild 5). Den röda imålningen var övervuxen och otydlig. På berget som inte tvättats tidigare dominerade grå skorplavar; gråstenslavar (*Aspicilia cinerea)(Moberg 1995)* .

OBSERVATIONER 2012-01-10

A och C hade en liknande mörkgrå färgton (bild 6-7). Jämfört med före behandling fanns ungefär hälften av kragkartlaven kvar. Där laven ramlat bort syntes mineralen.

B hade delvis mörkgrå färgton men dominerades av grönt som före behandling. (bild 6-7). Förutom där etanol troligen runnit ner på B från A så var kantkartlaven opåverkad.

D var tydligt ljusare än övriga fält (bild 6-7 och 8). Det mesta av mineralen syntes, det vill säga var utan för ögat synlig påväxt. Svarta prickar (svamp, tex (Sterflinger 1994) (Urzi 2008) s. 71 och grönt (grönalger och cyanobakterier, tex (Crispin 2005) växte fläckvis I fördjupningar (bild 8).

OBSERVATIONER 2013-05-03

På översiktsfoto såg fält A-D ungefär ut som 2012 (bild 9-10).

På makrofoto:

A I stort sett all kantkartlav var borta. Ungefär hälften av mineral syntes och på resten satt svart beläggning vilket troligen var död rest efter lav (bild 11-13).

B kantkartlaven var tjockare och bladlavarna större, jämfört med 2012 (bild 14).

C liknande resultat som för A (bild 15).

D den svarta påväxten hade ökat jämfört med 2012 (bild 16).

OBSERVATIONER 2015-06-15

A, C och D hade fått en liknande grå färgton (bild 17). Det berodde på att A och C ljusnat och D mörknat, jämfört med 2013.

B hade ungefär samma färg som 2013 (bild 17).

OBSERVATIONER 2016-03-22

A hade en blågrön ton (bild 18-22). Det växte 1/3 mm (upp till 3 mm) stora kantkartlavsbålar homogent utspritt. ¼ av mineralen syntes. Enstaka 3 mm stora bladlavsbålar.

B hade delvis en blågrön ton (bild 18-20 och 24). Kragkartlaven var som 2013 men bladlaven var större jämfört med 2013 (bild 23).

C hade en mellangrå ton (bild 18-19). Homogent spridda gröna kantkartlavar upp till ½ mm i diameter (bild 24-25). Enstaka bladlavar upp till 3 mm i diameter och grönt i fördjupningar. Större delen av mineralen syntes.

D hade en mellangrå ton (bild 18-19). Jämfört med C något mer grönt i fördjupningar (grönalger och cyanobakterier) och fler och större bladlav men färre och mindre kantkartlav (bild 26).

BILDER

Tabell 4. Lista över dokumentation från Granbyhällen i RenSten med fotodatum och motiv.

Bild	Fotodatum	Bildtext
1	2011-08-24	Hällen och omgivande miljö från norr 2011-08-24. Hällen ligger upphöjd i hagmark.
2	Bearbetad bild från Wessén (1940-58) Pl. 23.	Behandlade fält A, B, C och D samt dokumenterade ytor A1, A1b, A3, B4, B5, C6, C7, D8, D9, D10 och C11. På bild från Wessén (1940-58) Pl. 23.
3	2011-08-24	Översikt hällen från syd 2011-08-24. Det runristade området var täckt av grön skorplav. På omgivande berg dominerade grå skorplav.
4	2011-08-24	Yta A1 2011-08-24. Den imålade runslingan var övervuxen och svår att se.
5	2011-08-24	Referensyta makro med skala i millimeter 2011-08-24. De flesta mineralkorn på hällen, utom släta kvarts och kalifältspatkorn, var före behandling täckta av lav.
6	2012-10-05	Översikt hällen från syd 2012-10-05. Ett år efter behandling var det nedersta fältet (D) betydligt ljusare än övriga fält.
7	2012-10-05	Översikt hällen från västsydväst 2012-10-05. Ett år efter behandling hade det översta (A) och det näst nedersta (C) fältet lika mycket lav kvar.
8	2012-10-05	Yta D8 makro med skala i millimeter 2012-10-05. Nedersta fältet (D) ett år efter behandling.
9	2013-05-03	Översikt hällen från syd 2013-05-03. Två år efter behandling var det nedersta fältet (D) fortfarande betydligt ljusare än övriga fält.
10	2013-05-03	Översikt hällen från norr 2013-05-03. Det nedersta fältet lyser ljust. Runslingan syns bra på det översta fältet (A, närmast i bild) eftersom det mesta av laven försvunnit.
11	2013-05-03	Yta A1 2013-05-03. Två år efter etanolbehandling har det mesta av laven försvunnit från översta fältet (A). Jämför med bild 4 som visar samma yta före behandling.
12	2013-05-03	Yta A1b makro med skala i millimeter 2013-05-03. Två år efter etanolbehandling satt det kvar svart lavrest på hälften av mineralen på översta fältet (A).

13	2013-05-03	Yta A3 makro med skala i millimeter 2013-05-03. Två år efter etanolbehandling satt enstaka gröna skorplavar och svart lavrest kvar på hälften av mineralen på översta fältet (A).
14	2013-05-03	Yta B4 makro med skala i millimeter 2013-05-03. Två år efter behandling var laven opåverkad på näst översta fältet (B).
15	2013-05-03	Yta C6 makro med skala i millimeter 2013-05-03. Två år efter behandling satt det kvar svart lavrest på hälften av mineralen på näst nedersta fältet (C).
16	2013-05-03	Yta D8 makro med skala i millimeter 2013-05-03. Två år efter behandling fanns återväxt av alger, bakterier och svamp i en del fördjupningar på nedersta fältet (D).
17	2015-06-15	Översikt hällen från syd 2015-06-15. Fyra år efter behandling hade det översta fältet (A) och det näst nedersta fältet (C) samma färg som det nedersta fältet (D). Den imålade färgen var sliten på nedersta fältet jämfört med näst nedersta.
18	2016-03-22	Översikt hällen från syd 2016-03-22. Fem år efter behandling fanns återväxt av cyanobakterier och alger på översta fältet (A).
19	2016-03-22	Översikt hällen från västsydväst 2016-03-22. Fem år efter behandling var påväxten lika på näst nedersta (C) och nedersta (D) fälten.
20	2016-03-22	Översikt hällen från nordost 2016-03-22. Hällen var fuktig vid dokumentationen och cyanobakterier och alger syntes tydligt.
21	2016-03-22	Yta A1b makro med skala i millimeter 2016-03-22. Fem år efter behandling hade det översta fältet (A) återväxt av cyanobakterier, alger och skorplav.
22	2016-03-22	Yta A3 makro med skala i millimeter 2016-03-22. Fem år efter behandling hade det översta fältet (A) återväxt av cyanobakterier, alger och skorplav.
23	2016-03-22	Yta B4 makro med skala i millimeter 2016-03-22. Fem år efter behandling var skorplaven tjockare och bladlaven större på det näst översta fältet (B) jämfört med före behandling.
24	2016-03-22	Yta C6 makro med skala i millimeter 2016-03-22. Fem år efter behandling hade det näst nedersta fältet (C) återväxt av cyanobakterier, alger och skorplav.

25	2016-03-22	Bild 25. Yta C7 makro med skala i millimeter 2016-03-22. Fem år efter behandling hade det näst nedersta fältet (C) återväxt av cyanobakterier, alger och skorplav.
26	2016-03-22	Yta D10 makro med skala i millimeter 2016-03-22. Fem år efter behandling hade det nedersta fältet (D) återväxt av cyanobakterier, alger och skorplav.

Bild 1. Hällen och omgivande miljö från norr 2011-08-24. Hällen ligger upphöjd i hagmark.

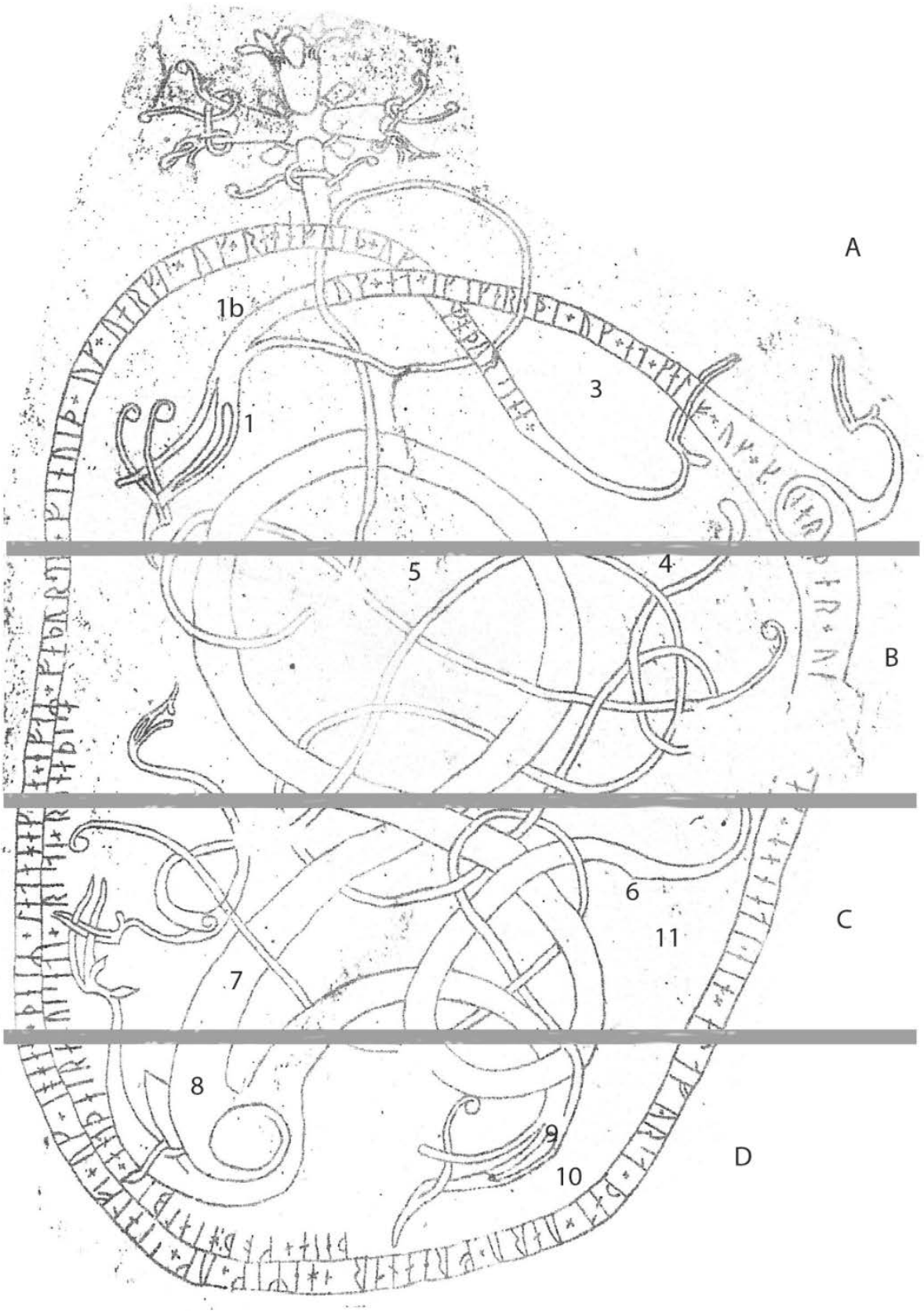

Bild 2. Behandlade fält A, B, C och D samt dokumenterade ytor A1, A1b, A3, B4, B5, C6, C7, D8, D9, D10 och C11. På bild från Wessén (1940-58) Pl. 23.

Bild 3. Översikt hällen från syd 2011-08-24. Det runristade området var täckt av grön skorplav. På omgivande berg dominerade grå skorplav.

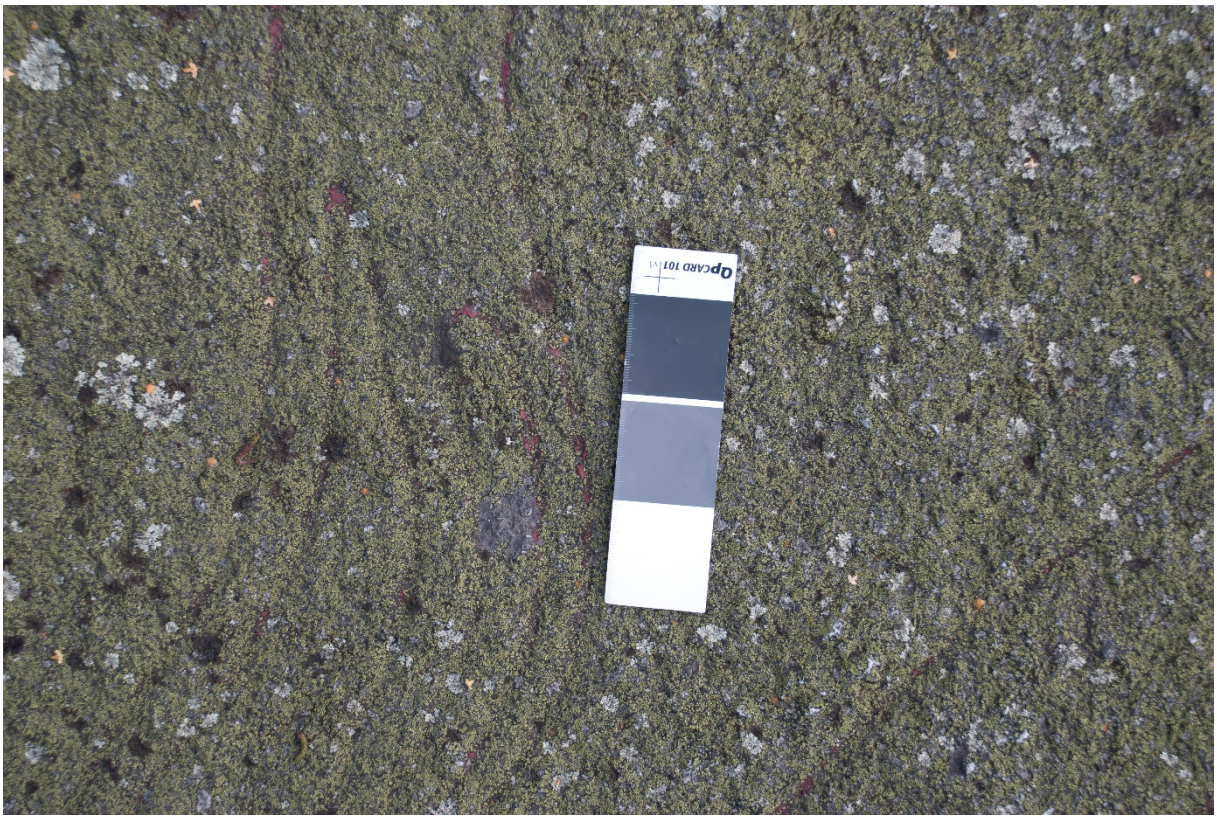

Bild 4. Yta A1 2011-08-24. Den imålade runslingan var övervuxen och svår att se.

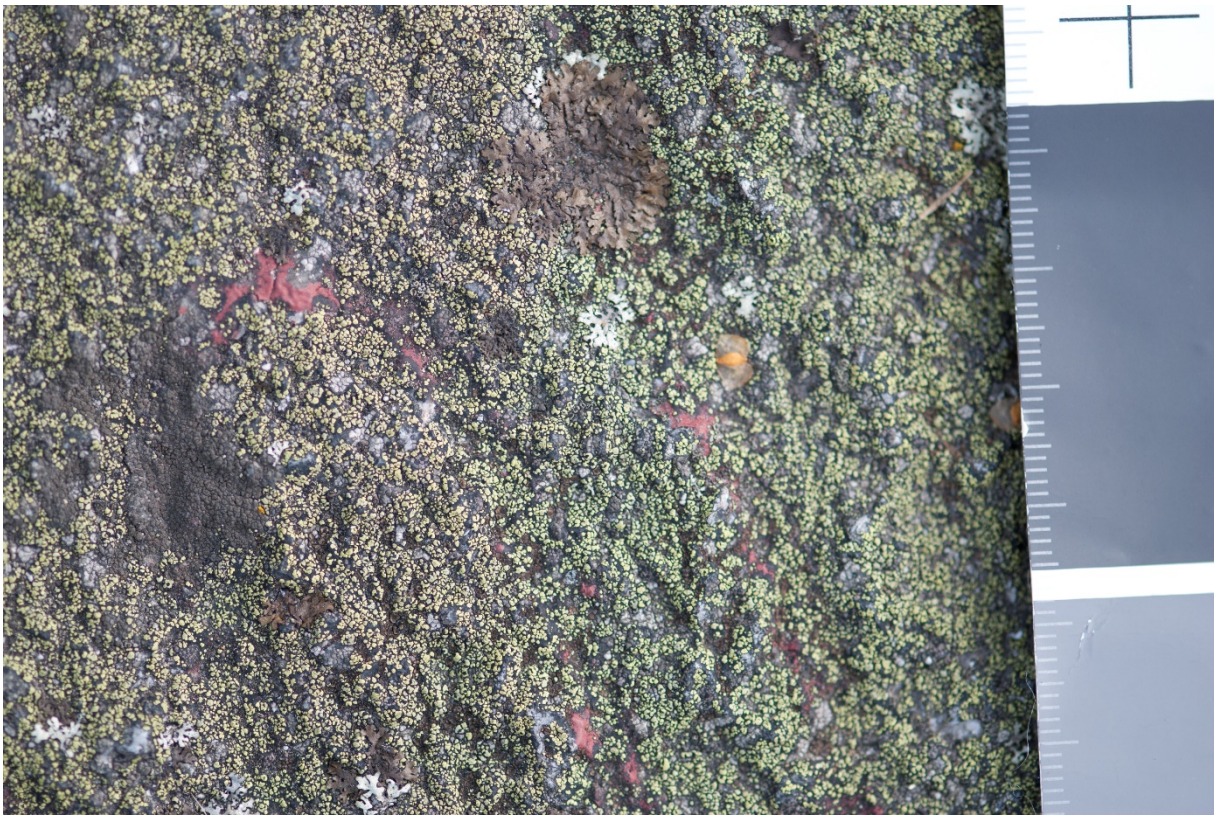

Bild 5. Referensyta makro med skala i millimeter 2011-08-24. De flesta mineralkorn på hällen, utom släta kvarts och kalifältspatkorn, var före behandling täckta av lav.

Bild 6. Översikt hällen från syd 2012-10-05. Ett år efter behandling var det nedersta fältet (D) betydligt ljusare än övriga fält.

Bild 7. Översikt hällen från västsydväst 2012-10-05. Ett år efter behandling hade det översta (A) och det näst nedersta (C) fältet lika mycket lav kvar.

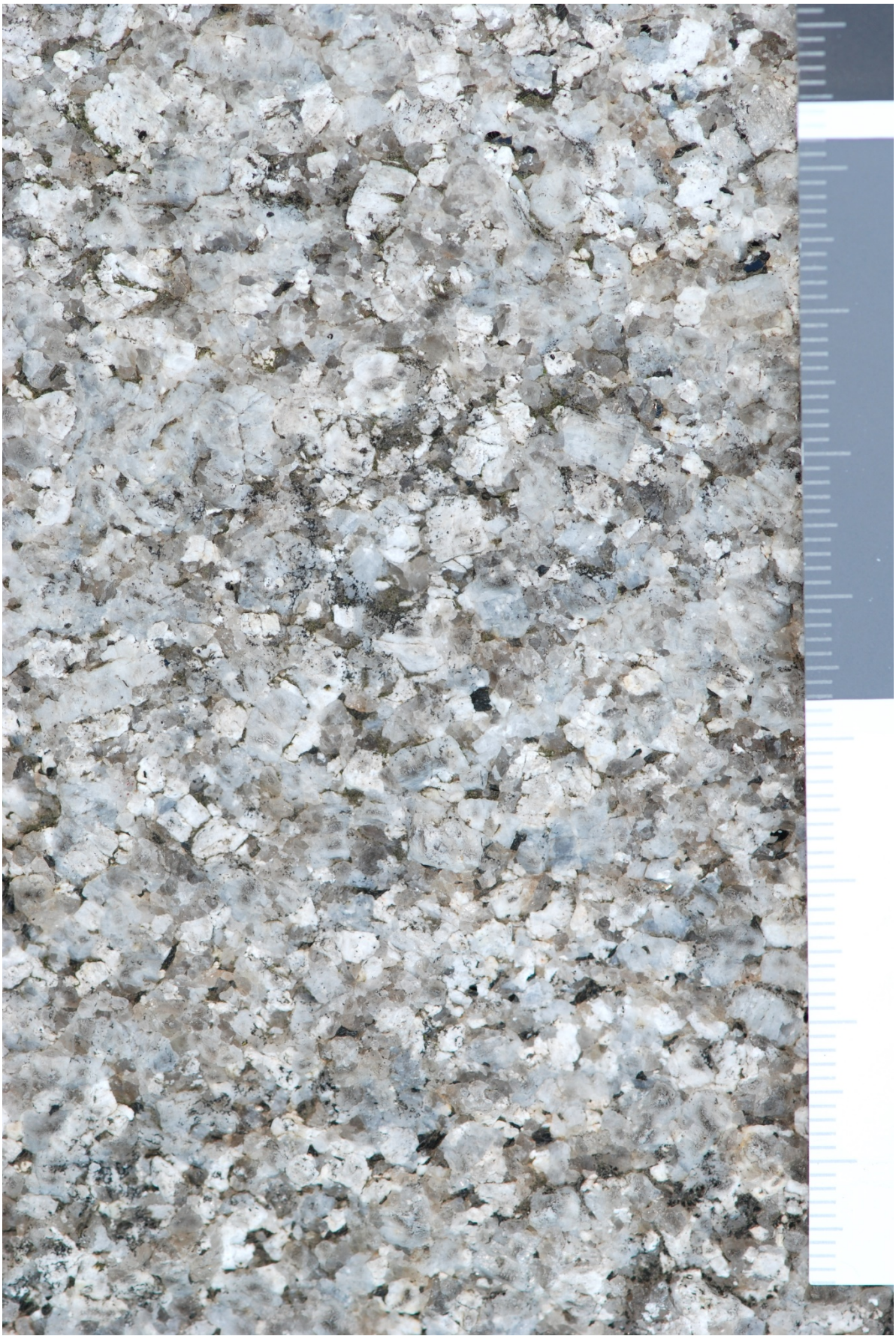

Bild 8. Yta D8 makro med skala i millimeter 2012-10-05. Nedersta fältet (D) ett år efter behandling.

Bild 9. Översikt hällen från syd 2013-05-03. Två år efter behandling var det nedersta fältet (D) fortfarande betydligt ljusare än övriga fält.

Bild 10. Översikt hällen från norr 2013-05-03. Det nedersta fältet lyser ljust. Runslingan syns bra på det översta fältet (A, närmast i bild) eftersom det mesta av laven försvunnit.

Bild 11. Yta A1 2013-05-03. Två år efter etanolbehandling har det mesta av laven försvunnit från översta fältet (A). Jämför med bild 4 som visar samma yta före behandling.

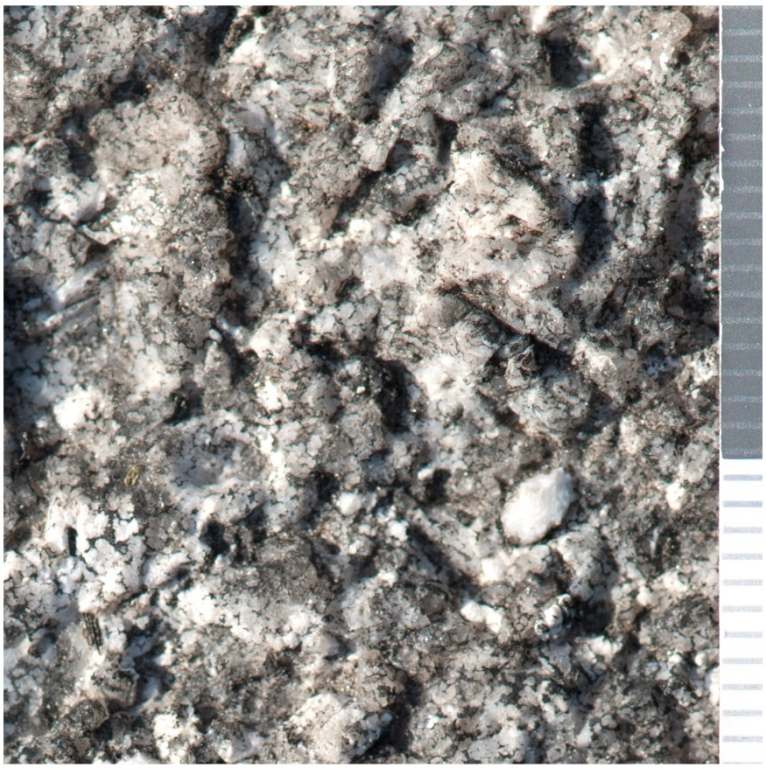

Bild 12. Yta A1b makro med skala i millimeter 2013-05-03. Två år efter etanolbehandling satt det kvar svart lavrest på hälften av mineralen på översta fältet (A).

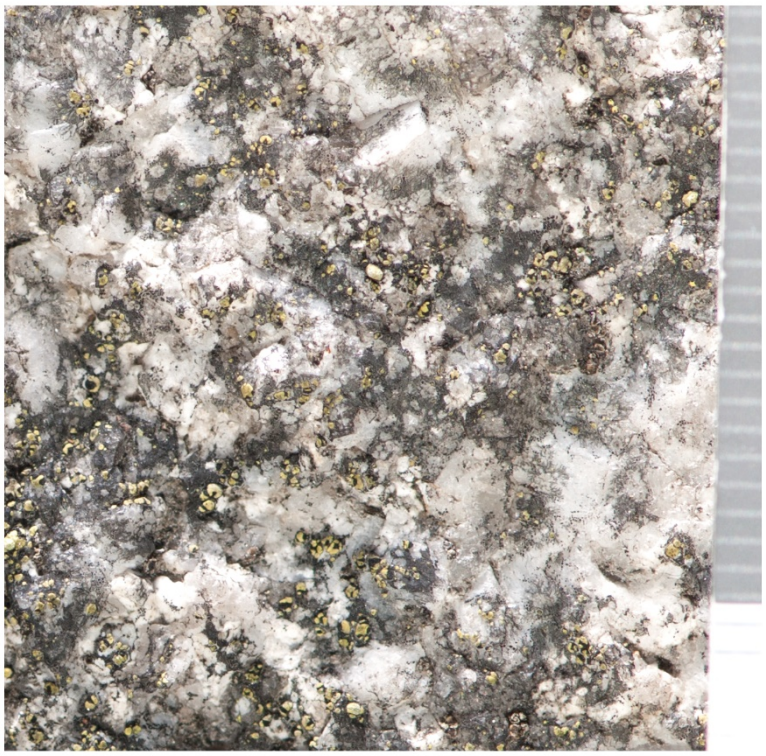

Bild 13. Yta A3 makro med skala i millimeter 2013-05-03. Två år efter etanolbehandling satt enstaka gröna skorplavar och svart lavrest kvar på hälften av mineralen på översta fältet (A).

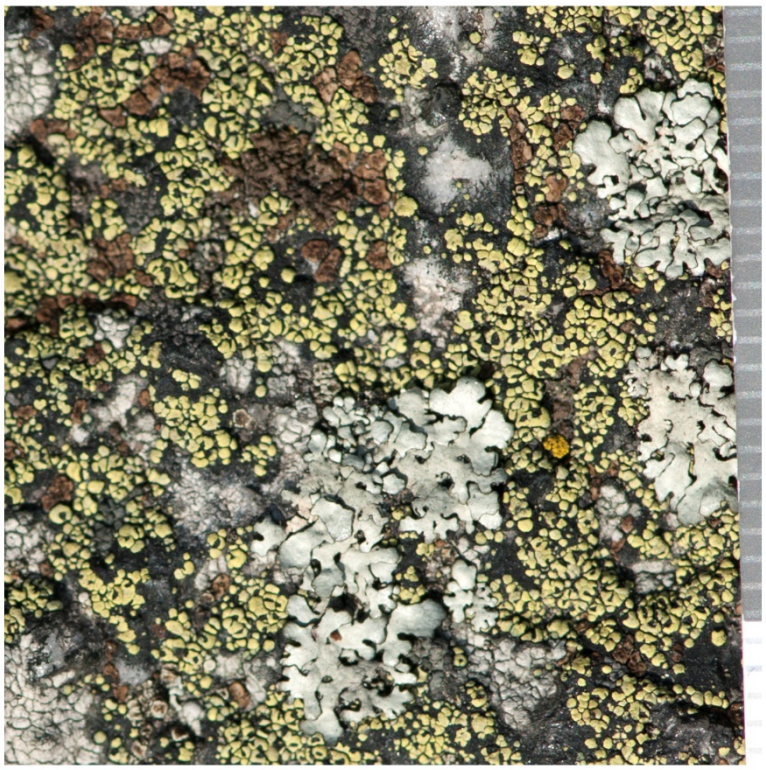

Bild 14. Yta B4 makro med skala i millimeter 2013-05-03. På näst översta fältet (B) var laven opåverkad.

Bild 15. Yta C6 makro med skala i millimeter 2013-05-03. Två år efter behandling satt det kvar svart lavrest på hälften av mineralen på näst nedersta fältet (C).

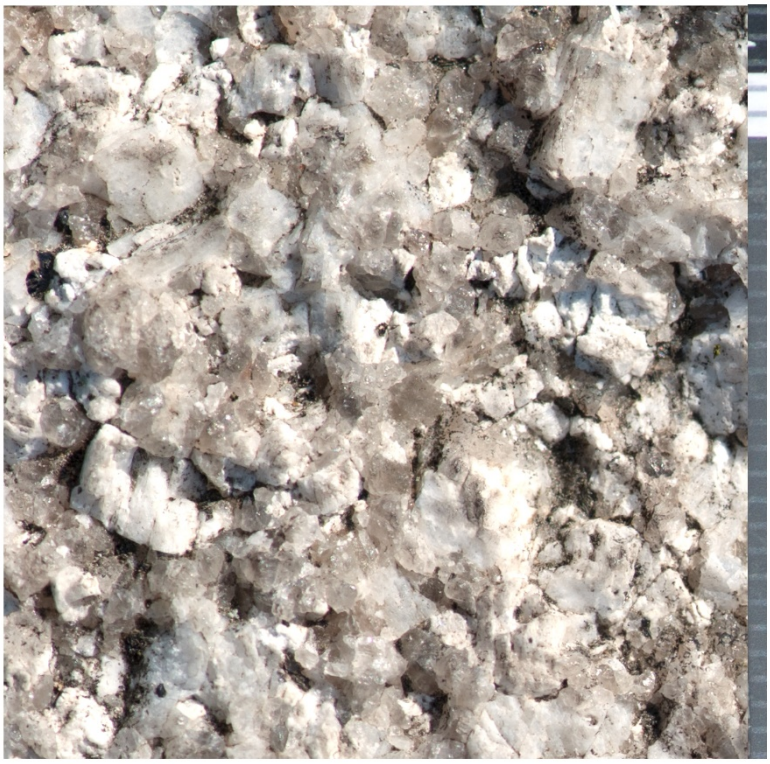

Bild 16. Yta D8 makro med skala i millimeter 2013-05-03. Två år efter behandling fanns återväxt av alger, bakterier och svamp i en del fördjupningar på nedersta fältet (D).

Bild 17. Översikt hällen från syd 2015-06-15. Fyra år efter behandling hade det översta fältet (A) och det näst nedersta fältet (C) samma färg som det nedersta fältet (D). Den imålade färgen var sliten på nedersta fältet jämfört med näst nedersta.

Bild 18. Översikt hällen från syd 2016-03-22. Fem år efter behandling fanns återväxt av cyanobakterier och alger på översta fältet (A).

Bild 19. Översikt hällen från västsydväst 2016-03-22. Fem år efter behandling var påväxten lika på näst nedersta (C) och nedersta (D) fälten.

Bild 20. Översikt hällen från nordost 2016-03-22. Hällen var fuktig vid dokumentationen och cyanobakterier och alger syntes tydligt.

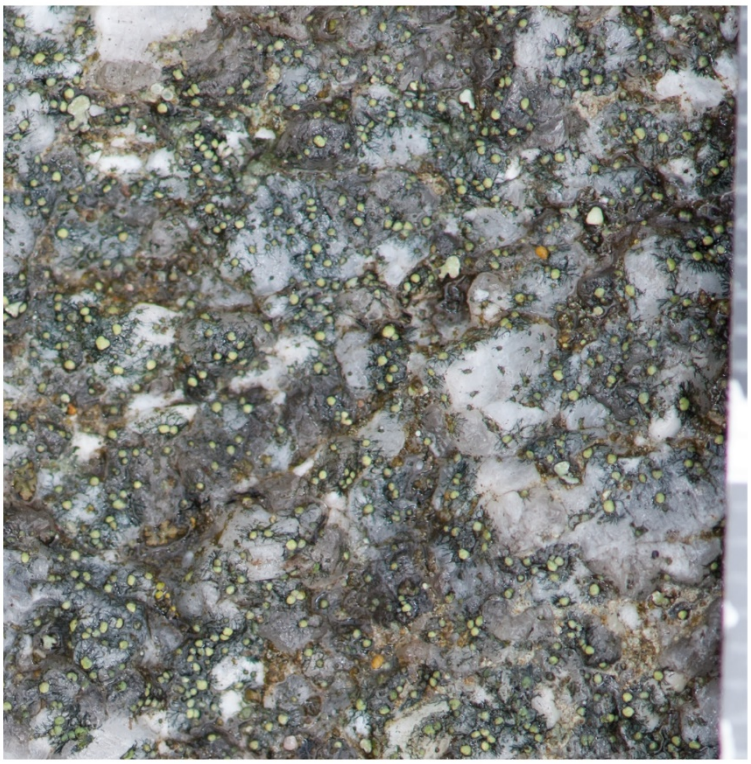

Bild 21. Yta A1b makro med skala i millimeter 2016-03-22. Fem år efter behandling hade det översta fältet (A) återväxt av cyanobakterier, alger och skorplav.

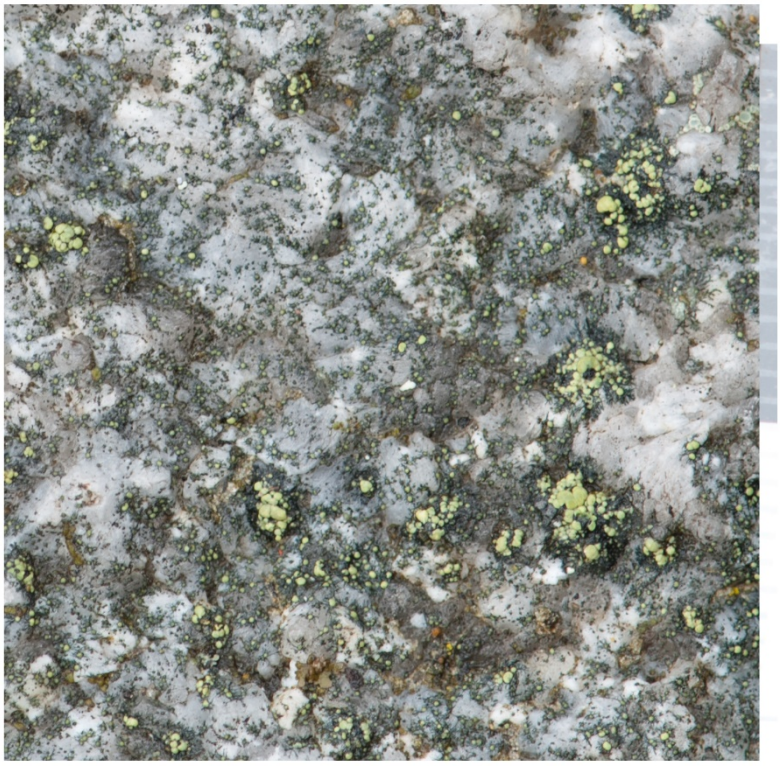

Bild 22. Yta A3 makro med skala i millimeter 2016-03-22. Fem år efter behandling hade det översta fältet (A) återväxt av cyanobakterier, alger och skorplav.

Bild 23. Yta B4 makro med skala i millimeter 2016-03-22. Fem år efter behandling var skorplaven tjockare och bladlaven större på det näst översta fältet (B) jämfört med före behandling.

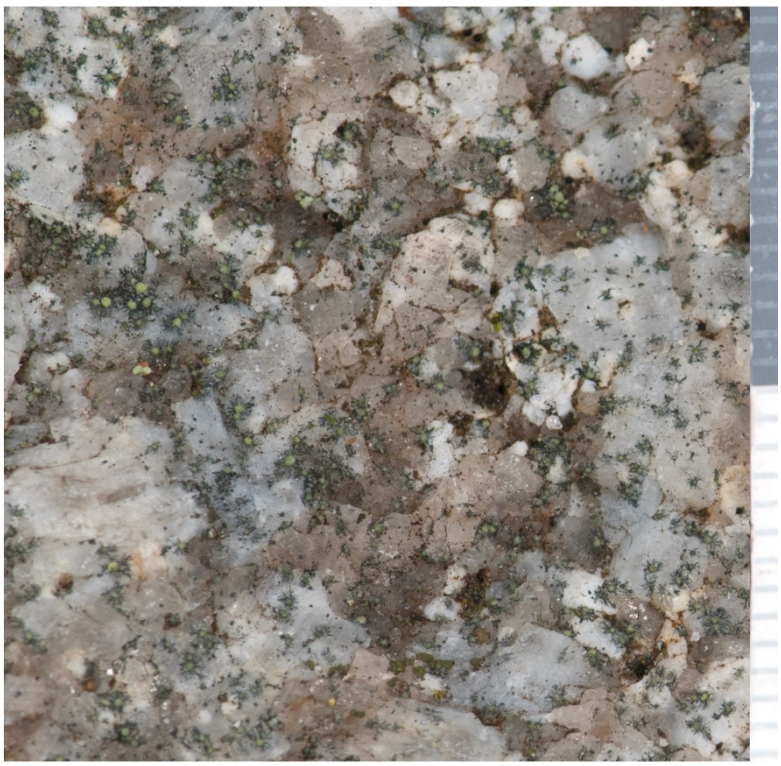

Bild 24. Yta C6 makro med skala i millimeter 2016-03-22. Fem år efter behandling hade det näst nedersta fältet (C) återväxt av cyanobakterier, alger och skorplav.

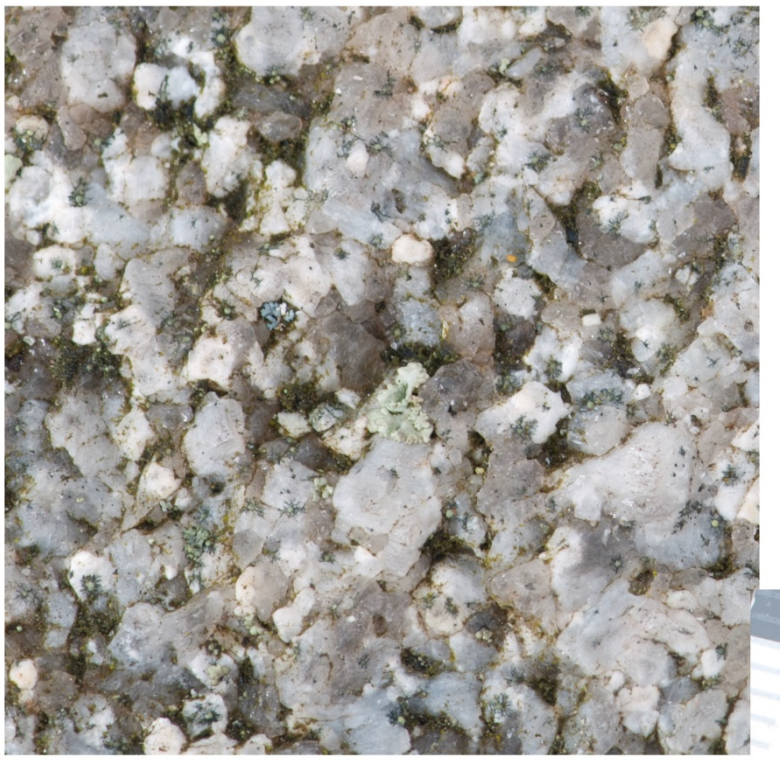

Bild 25. Bild 25. Yta C7 makro med skala i millimeter 2016-03-22. Fem år efter behandling hade det näst nedersta fältet (C) återväxt av cyanobakterier, alger och skorplav.

Bild 26. Yta D10 makro med skala i millimeter 2016-03-22. Fem år efter behandling hade det nedersta fältet (D) återväxt av cyanobakterier, alger och skorplav.

DISKUSSION

Ett syfte med projektet RenSten har varit att få fram praktiskt tillämpbara resultat. Därför har de flesta undersökningar utförts i fält och på vittrad sten. Fältsituationen medför dock till exempel att ljuset är olika vid olika dokumentationstillfällen samt att påväxten och berget ändrar färg beroende på hur fuktigt det är. I undersökningen på Granbyhällen har skillnader i ljus-förhållanden kunnat vägas upp med hjälp av gråkort och vitbalansverktyget I Photoshop. Vid dokumentationen 2016 var hällen fuktig. Det gjorde att den såg mörkare ut, och att algväxten blev mer tydlig, än om den varit torr som vid tidigare dokumentationer. Generellt gäller att tiden för återväxt påverkas av variationer I vädret. Är det ovanligt torrt går återväxten långsammare, och tvärt om.

Inledningsvis följer en diskussion om skillnader I påväxt före och efter behandling A-D.

2011-08-24 var det tydligt att tidigare tvätt påverkat påväxten på Granbyhällen jämfört med otvättat berg. Runslingan var grön eftersom det tvättade området koloniserats av kragkartlav som är en pionjärart på silikatsten det vill säga den etablerar sig och växer till snabbt men konkurreras senare ut av mer långsamväxande arter (gråstenslavar) (Hallingbäck 1997).

Det dröjde två år efter etanolbehandling (2013-05-03) innan det mesta av kragkartlaven var borta på fält A och C. Då satt det fortsatt kvar svarta döda rester av lav på dessa ytor. Ytorna ljusnade fram till dokumentationen 2015-06-15 vilket betyder att det under den tiden ramlade bort dött material och mer mineral blev synliga. På det sättet syntes full effekt av behandlingen först efter efter fyra år. Efter fem år (2016-03-22) hade fält A mörknat igen genom återkolonisation av cyanobakterier, grönalger och kragkartlav. Det tyder på att, om man väljer att behandla Granbyhällen med etanol, så bör behandlingen upprepas minst var fjärde år.

På fält B, som täcktes med ljustätt material under två månader, kunde inte observeras någon rengörande effekt av behandlingen, utom på partier där etanol troligtvis runnit ner i samband med behandling av A. Granbyhällen ligger upphöjd och det rinner därför inte in vatten in under täckningen i samband med regn. Tidigare undersökningar har visat att hur snabbt påväxt bryts ned under en täckning beror på hur fuktigt det är (Thorseth 2001). Är det torrt under täckningen kan laven klara sig i flera år även utan ljus (Ernfridsson 2007).

Täckningen av fält C gjorde etanolbehandlingen där något mer effektiv än på fält A, vid uppföljning efter fem år (2016-03-22).

Fält D var I stort sett fri från påväxt ett år efter behandling (2012-10-05). Den imålade färgen var då sliten jämfört med övriga fält. Återväxten bromsades inte på fält D jämfört med fält C och efter fem år var lavväxten lika stor på dessa fält.

Nu följer en diskussion kring om de testade metoderna påverkat granitens ytstruktur. Om ytan torkar långsammare efter behandling ökar påväxten. Metoder som tidigare kopplats till ökad påväxt är bland annat kemikalier som löser upp mineral, blästring och högtryckstvätt (Torraca , Andrew 1994) (Warscheid 1987). Generellt vill man inte ta bort omvandlat (åldrat) originalmaterial från kulturhistoriska object (Moncrieff 2005). Detta kan ge *patina* och samtidigt skapa skikt som bromsar fortsatt omvandling, upplösning och nedbrytning. När det gäller graniten avsätts *lermineral* och *amorf kisel* som ett resultat av omvandling och kemisk upplösning i regnvatten (Kalinowski Estmark 1997) (Dorn 1998) s. 102). De mest vittringsbenägna mineralen i granit (enligt bland annat (Sjöberg 1991) (Dahlin 1999), plagioklas och biotit, omvandlas till exempelvis kaolinit (Kalinowski Estmark 1997). Järn och manganhydroxider kan också bidra till ett skyddande ytskikt på granit (Dorn 1998). Dessa

vittringsprodukter (sekundärmineral) täpper till ytor och porer (Strandh 1999). Om de avlägsnas kan mineralen lättare ta upp vatten. Det leder till ökad påväxt och till ökad spjälkning av mineral vid frys-tö cykler (se (Löfvendahl 1996) s. 117).

Behandling A baserades på att torka ut och lösa upp mikroorganismer och på det sättet ta död på alger, cyanobakterier och svamp i laven så att den därefter lossnar av sig själv från berget. Etanolen har mindre upplösande effekt på granit jämfört med kranvatten, och påverkade därmed vittringen minimalt under den korta tid berget var fuktigt efter behandlingen (Ernfridsson 2015). Lavar växer ner mellan mineralkorn och i sprickor där de omväxlande expanderar och drar ihop sig beroende på fukthalt. Så småningom lossnar mineralkorn och fastnar i laven. Lossnar laven från berget följer dessa mineralkorn med. På det sättet försvinner en del material och ytan påverkas, oavsett rengöringsmetod. Laven kan orsaka dålig hållfasthet mellan mineralkorn, men efter ett tag samtidigt hålla ihop ytan. När laven tagits bort är ytan känsligare än tidigare (oavsett rengöringsmetod). Det är därför en fördel om rengöringen kan utföras utan att all påväxt försvinner. Resultatet från behandling A var tillfredställande ur det perspektivet.

Behandling B baserades på att ta bort ljuset under tre månader. Syftet var att ta död på fotosyntetiserare, det vill säga cyanobakterier och alger som är en komponent i lav (Thorseth 2001) (Bjelland 1997) I lav ingår också svamp, vilken inte behöver ljus för sin metabolism. Svampen kan trivas i mörker och när fuktigheten ökar under en övertäckning, som den på fält B. Med ökad fuktighet och högre temperatur ökar kemisk vittring av sten (Melkerud 1998). Behandlingarna utfördes under höst-vinter då temperaturen pendlar runt noll och strax över. Vid de låga temperaturerna påverkades förmodligen inte den kemiska nedbrytningen av den ökade fuktigheten. Aktiviteten av svamp och andra nedbrytare kan ha ökat under täckningen, jämfört med utan täckning, vilket kan ha resulterat i organiska syror som eventuellt påverkat berget något. Ökad fuktighet i kombination med frost kan orsaka frostsprängning(Hudec 1998). Fält B och C isolerades för att undvika det. Täckning med 5 cm mineralull förebygger snabba och skadliga temperatursvängningar på ett effektivt sätt (Thorseth 2001).

I behandling C kombinerades A och B. Effekten blev att etanolen fick längre tid att verka eftersom den inte avdunstade lika fort under täckningen. C gav samma möjliga negativa effekter som A och B.

Behandling D baserades på att lösa upp påväxten genom att hålla den fuktig under fyra veckor, samtidigt som en avdödande effekt åstadkoms genom etanolen. Därefter kunde upplöst påväxt och bentonitrester (den mesta bentoniten plockades bort och togs om hand före avspolning) spolas bort med högtrycksspolning. Bentonit består av lerminal som sväller kraftigt vid uppfuktning och kan hålla mycket vatten. Det krymper motsvarande mycket när det torkar. Denna svällning och krympning kan möjligen orsaka spänningar i känsliga ytor. Om inte all bentonit tas bort efter avslutad behandling skulle denna effekt kunna kvarstå efteråt. Högtryckspolning användes för att ta bort bentoniten. Applicering av vatten med tryck på vittrad granit påverkar sannolikt sekundärmineralen och öppnar ytan vilket ökar fysikalisk och kemisk vittring på sikt. Lermineral, som till exempel kaolinit, är speciellt känsliga för vatten eftersom deras yta attraherar och kan hålla mycket vatten (se (Kalinowski Estmark 1997).

SLUTSATS

Baserat på undersökningen är behandling med 70% etanol den metod som ger minst påverkan på graniten av de testade metoderna. Var fjärde år bör vara lämpligt för att bromsa återväxt av

cyanobakterier, alger och kragkartlav. Fält A och C var fullt läsbara ett år efter behandling eftersom den röda färgen i runslingan hade blivit mer synlig. På fält D hade den röda färgen blivit sliten av behandlingen. Lägre nivå på rengöringen kan på det sättet förlänga åtgärdsintervallet när det gäller imålning.

REFERENSER

Andrew, C., Young, M., Tonge, K. (1994). Stonecleaning a guide for practitioners, Historic Scotland.

Bakke, B., Auestad, J., Bakkevig, S., Borgarp, C., Bang-Andersen, S., Högestöl, M., Kjeldsen, G., Walderhaug, O. (2000). Bergkunst i Rogaland. Fire år med bergkunstprojektet 1996-1999. Riksantikvarens rapport nr. 29. A.-S. Hygen. Oslo**:** 107-131.

Bjelland, T. (1997). Lav-Biologi. Bergkunstrapporter fra universitetet i Bergen. G. M. K. H. R. Trond Klungseth Lødøen. Bergen, Arkeologisk institutt, Bergen Museum. **1:** 55-66.

Crispin, C. A., Gaylarde, C.C. (2005). "Cyanobacteria and biodeterioration of cultural heritage: a review." Microbial Ecology **49**(1): 1-9.

Dahlin, E., Henriksen, J.F., Anda, O., Mattsson, J., Iden, K., Bjelland, T., Thorseth, I., Hamnes, G.M., Torssander, P. (1999). "Helleristninger i grensebygd, INTERREG IIA, Delprojekt 3A: Kunnskapsutvikling omkring nedbrytning og forvitring, samt utvikling av verneteknikk for bergkunst."

Dorn, R. (1998). Rock coatings, Elsevier.

Ernfridsson, E. (2007). Tidigare övertäckningsprojekt. Varia. Oslo, Kulturhistorisk museum. **68:4**.

Ernfridsson, E. (2010). Att rengöra och förebygga påväxt på kulturhistorisk sten en kunskapsöversikt, Institutionen för Kulturvård, Institutionen för Cell och Molekylärbiologi.

Ernfridsson, E. (2015). RenSten: Kortfattad vetenskaplig slutrapport. http://fou-anslag.raa.se (2010).

Ernfridsson, E. (2015). Upplösning av granit och kalksten i tvättlösningar. En studie i projektet RenSten. Finansierad av Riksantikvarieämbetet och Svenska Kyrkan., Microbial Analytics Sweden AB**:** 68.

Foucard Tony (1990). Svensk skorplavs flora. Stockholm.

Hallingbäck, T. (1997). Ekologisk Katalog över Lavar. Uppsala, ArtDatabanken Sveriges Lantbruksuniversitet.

Hudec, P. (1998). Rock properties and physical processes of rapid weathering and deterioration

Proceedings of 8th International Congress of IAEG. **Hudec, Peter. (1998). Rock properties and physical processes of rapid weathering and deterioration:** 335-341.

Kalinowski Estmark, B. (1997). Dissolution Kinetics and Alteration Products of Micas and Epidote in Acidic Solutions at Room Temperature. Stockholm, Department of Geology and Geochemistry Stockholms University.

Löfvendahl, R. (1996). Skador och orsaker. Stenen i tiden från 1000-talet till 1940. Lund, Riksantikvarieämbetet**:** 116-131.

Melkerud, P.-A. (1998). Hur vittrar marken? Reports in Forest Ecology and Forest Soils; Markdagen 1998 Forskningsnytt om mark. M. Olsson. Uppsala, Swedish University of Agricultural Sciences**:** 29-50.

Moberg, R., Holmåsen, I. (1995). Lavar en fälthandbok. Stockholm.

Moncrieff, A., Weaver, G. (2005). Cleaning London, The Conservation Unit of the Museums & Galleries Commission.

Riksantikvarieämbetet FMIS. http://www.fmis.raa.se/cocoon/fornsok/search.html.

Riksantikvarieämbetet (2011). Min skildring av runvården under åren 1989-2010. Visby**:** 85.

Sjöberg, L. (1991). Experimentella studier av silikatmineralvittring. Rapport till RAÄ.

Snaedal, T. (2011). Muntligt Stockholm och Vallentuna.

Sterflinger, K., Blazquez, F., Garcia-Vallez, M., Krumbein, W.E., Vendrell-Saz, M., (1994). Patina, microstromatolites, and black spots as related to biodeterioration processes of granite. . Environmental Workshop on Degradation and Conservation of Granitic Rocks in Monuments, Santiago de Compostela.

Stocklassa, P. (2011). Muntligt Vallentuna, e-post och brev.

Strandh, H., Torssander, P., Mörth, C-M., & Åberg, G., (1999). Weathering of a granite rock surface in SW Sweden-A preliminary study. Mineral dissolution from molecular to field scale. S. University**:** 87-101.

Stridvall Leif, S. A. (viewed 2017).
http://www.stridvall.se/lichens/gallery/Rhizocarpon/BBBB1279). .

Thorseth, I., Lödöen, T.K., Torsvik, T., Mandt, G. (2001). Sikring av bergkunst, forvitringsfaktorer og bevaringstiltak, Undersökelser av helleristningsfeltene i Vingen, Bremanger kommune og Hjemmeluft, Alfta Kommune.**:** 79-82.

Thorseth, I., Lödöen, T.K., Torsvik, T., Mandt, G. (Ed) (2001). Sikring av bergkunst, forvitringsfaktorer og bevaringstiltak, undersökelser av helleristningsfeltene i Vingen, Bremanger kommune og Hjemmeluft, Alta kommune. Bergen, Arkeologisk institutt Bergen Museum.

Torraca, G. Porous building materials, ICCROM.

Urzi, C., De Leo, P. (2008). Meristematic fungi. Plant biology for cultural heritage. M. P. N. Guilia Caneva, Ornella Salvadori. Los Angeles, The Getty Conservation Institute**:** 70-71.

Warscheid, T., Petersen, K., Krumbein, W.E. (1987). "Effect of Cleaning on the Distribution of Microorganisms on Rock Surfaces." Biodeterioration **7**: 455-460.

Wessén, E. J., Sven B. F. (1940-58). Upplands runinskrifter 2. Stockholm.