

Forvandlet til sten

AF PER THORLING HADSUND OG
JANNIE AMSGAARD EBSSEN

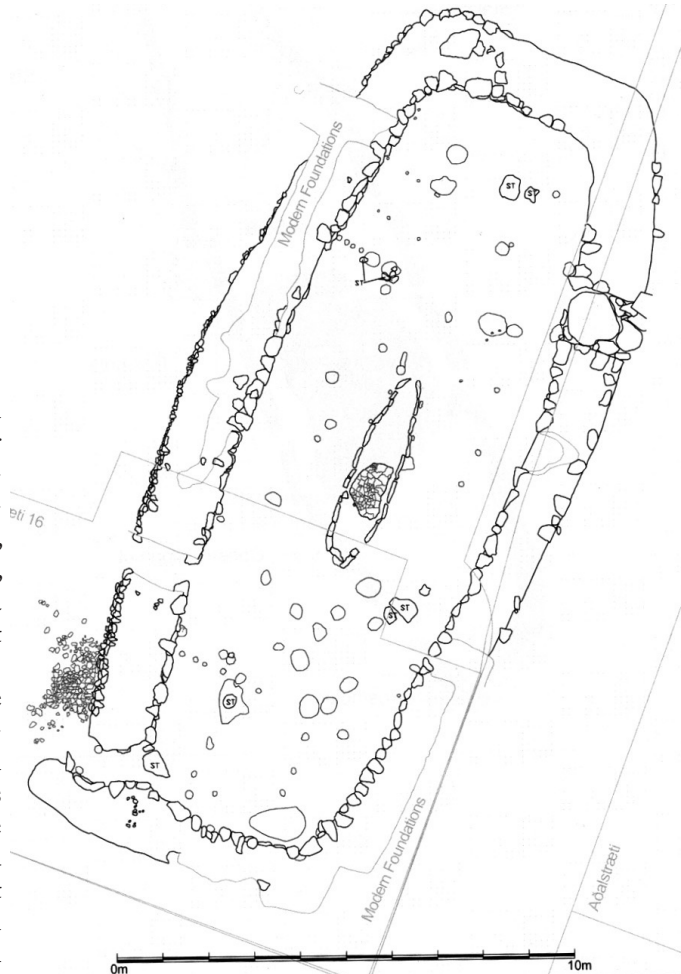
Trolde kan som bekendt kun færdes ude om natten. Før dagen gryer, må trolde igen under jorden, for rammes de af solens stråler, forstenes de på stedet. Det islandske landskab vrimer med store, menneskelignende stenblokke, og folketroen fortæller, at det er nattetrolde, som ikke er nået i skjul og derfor for altid må blive stående, hvor solens stråler har forvandlet dem til sten.

Midt i Reykjavik fandt man i 2001 resterne af et vikingetidshus, en af de allerførste bygninger i Island, som efter mere end tusind år i jorden heller ikke tålte at komme frem i dagens lys. Da arkæologer gravede husets tørrevægge fri af mulden, begyndte de hurtigt at tørre ud og slå revner, og for at forhindre at de helt skulle smuldre bort, blev tørveruinen ligesom nattetrolde forvandlet til sten. Forsteningen skete dog ikke ved solens kraft, men ved hjælp af 12.000 liter konserveringsvæske.

Landnamshuset

I vinteren 2001 gravede arkæologer i Reykjaviks gamle hovedgade, Aðalstræti, forud for opførelsen af et nyt hotel. Omtrent halvanden meter under det nutidige gadeplan fandt man de meget velbevarede rester af et typisk nordisk langhus fra vikingetid med let krummede vægge og

*Udgravningsplan og tørveruinen under udgravning i Aðalstræti i 2001.
Foto: Islands Arkæologiske Institut.*



Udsnit af ruinens vestlige væg med tydelige spor af den lagvise tørvestruktur. Det tofarvede askelag dateret til 871 +/- 2 ses som karakteristiske grågrønne og lyse bølgede bånd i tørven. Den nederste del af væggen har været forstærket med sten. Foto: Per Thorling Hadsund.



en fire meter lang stenkranset, skibsformet langild midt på gulvet. Husets vægge var bygget af tørv, og de metertykke tørrevægge var bevaret i op til 40 cm i højden. Væggene var på begge sider forstærket med flere skifter af store sten. Langhuset og de øvrige fund i området kan med stor sandsynlighed sættes i forbindelse med Islands første bosætter eller "landnamsmand", Ingólfur Arnarson.

Ifølge de middelalderlige sagaskrifter, "Íslendingabók" og "Landnámabók", sejlede Ingólfur og hans husstand fra Norge og bosatte sig i år 874 i området, hvor Islands hovedstad nu ligger. På grund af stedets varme, dampende kilder gav han bosættelsen navnet Reykjavík, "Røgvigen". Skrifterne omtaler også et stort vulkanudbrud, som fandt sted på samme tid. Det karakteristiske hvide og grågrønne askelag fra dette udbrud, det såkaldte "landnamslag", er aflejret ovenpå de ældste bebyggelsesrester i udgravningen, men før opførelsen af langhuset. Spor af samme askelag, fundet ved iskerneboringer i den grønlandske indlandsis, har dateret laget meget præcist til år 871 +/- 2 år. Naturvidenskabelige analysemetoder synes således at bekræfte de skriftlige kilder.

Reykjavik 871 +/- 2

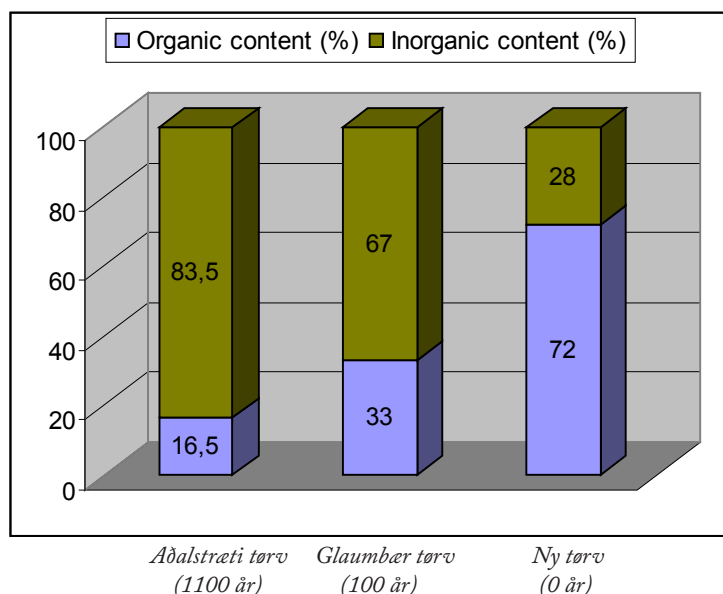
Som følge af den sikre datering og fundets helt centrale betydning for Islands tidligste historie affødte udgravningen en engageret og til tider ophedet diskussion om, hvad der skulle ske med tørveruinen. Det blev besluttet at bevare tørveruinen *in situ* og at indrette et museum i kælderen under det nybyggede hotel. For at beskytte de sarte tørrevægge mens byggeriet af hotellet stod på, blev langhuset kapslet inde i en stålkasse, der blev dannet ved at drive spunsvægge ned til grundfjeldet hele vejen rundt om tomten.

Da konstruktionen af hotellet var afsluttet i foråret 2005, befandt ruinen sig i udstillingskælderen under hotellet. Undervejs var gadeniveauet i Aðalstræti blevet hævet for at forhøje loftshøjden i kælder-

rummet, og ruinen lå nu på en plint, som var opstået ved at fjerne jorden uden om metalkassen og skære spunsvæggene ned til niveau med sedimentet omkring ruinen. I dag er langhuset midtpunkt i den prisbelønnede udstilling "Landnámssýningin Reykjavík 871+/-2", som har fået navn efter dateringen af askelaget. Men før den sarte tørveruin kunne udstilles, måtte den igennem en omfattende konserveringsproces.

Udstillinger under jorden

Samme år som langhuset i Reykjavik dukkede frem af jorden, indviede man i Aalborg den underjordiske udstilling opbygget omkring ruinerne af Aalborg Gråbrødre kloster. Som det allerede er beskrevet i Museets Årsberetning fra 2003, i artiklen "Konservering af en vikingetidig tørvegård midt i Reykjavik", førte ligheden mellem de to projekter med underjordiske museer i 2003 til et samarbejde mellem Minjasafn Reykjavíkur, (Reykjaviks Bymuseum), og Aalborg Historiske Museum. Udviklingen af en konserveringsmetode til de nedbrudte tørvevægge blev lagt i hænderne på konservator Per Thorling Hadsund. Hurtigt blev også konserveringstekniker Jannie Amsgaard Ebsen, nu ansat ved Odense Bys Museer, knyttet til projektet. Jannie arbejdede på daværende tidspunkt i Reykjavik, og havde endda været med til at udgrave langhuset og set tørvevæggene med egne øjne, hvilket var en stor fordel, da langhustomten helt frem til foråret 2005 var kapslet ind og utilgængelig for nærmere undersøgelse. Kun forholdsvis små prøver af den nedbrudte tørv kunne hentes op og bringes med til laboratoriet i Danmark. Udviklingsarbejdet i Danmark og den praktiske konservering i Reykjavik blev gennemført i årene 2003-2007, og projektet blev endeligt afsluttet med rapport og publicering i 2009.



Organisk og uorganisk indhold af islandsk tørv med forskellig alder og nedbrydningsgrad.

Krav til konserveringsmetoden

Umiddelbart efter at hustomtens vægvolde blev gravet fri af den våde jord, virkede vikingetidstørven forholdsvis fast og stabil, og dens mørkebrune farver mindede om farverne på frisk islandsk tørv. Man kunne endda tydeligt se, at væggene oprindeligt var bygget af lange smalle tørvemåtter, såkaldte "strengur".

Men så snart tørven tørrede ud, blev den lys og mat, revnede på kryds og tværs og mistede næsten helt sin sammenhængskraft og styrke. Den første tanke var derfor at udstille ruinen i en lufttæt montre, hvor luftfugtigheden kunne holdes så høj, at materialet ikke ville tørre ud. Denne idé måtte dog opgives, da det i praksis ikke ville være muligt at opretholde en vandmættet atmosfære omkring ruinen uden samtidig at få problemer med kondensdannelse på montreglas-set og vækst af alger og andre organismer på selve tørrevæggene. Man måtte leve med de revner, som ville opstå under tørringen, og opgaven blev derfor at finde et konserveringsmiddel, som kunne give de udtørrede tørvevolde tilstrækkelig mekanisk styrke og bevare tørvens naturlige farvemætning og glans.

Men det var ikke alt. Imprægneringsmidlet skulle også kunne trænge hele vejen ned til bunden af tørrevæggene, fordele sig jævnt i materialet og danne en diffusionsåben struktur, så vanddamp fra undergrunden kunne trænge op igennem den konserverede ruin. Endelig skulle midlet være stabilt og kemisk foreneligt med materialerne i den nedbrudte tørv. Ingen havde tidligere forsøgt at konservere et lignende fund, og det første led i arbejdet blev at undersøge, hvad den nedbrudte tørv bestod af, og hvordan den var opbygget.

Islandsk tørv

Tørv har fra landnamstiden frem til 1900-tallet været det vigtigste byggemateriale til islandske huse. Den bedste og foretrukne tørv, den såkaldte myrtørv, kommer fra halvfugtige moser, hvor der hovedsageligt vokser stargræs, som siges at give det tætteste rodnet. Frisk tørv består af et tæt netværk af sammenfildrede rodtrævler, som omslutter mineralkorn i form af såkaldt tefra; finkornet vulkansk aske, transporteret til stedet af vinden. Prøver af den nedbrudte vikingetidstørv blev undersøgt og sammenlignet med tørv fra 100 år gamle tørrevægge og med helt friskopgravet tørv. Det viste sig, at de organiske plantefibre, som er hovedbestanddelen i den friske tørv, gradvis nedbrydes og forsvinder, så tørven til sidst helt overvejende består af mineralsk materiale. I alle prøver af ny tørv udgjorde det organiske materiale over 70 % af tørvens tørstof, mens det i samtlige prøver af den nedbrudte vikingetidstørv fra Aðalstræti udgjorde under 20 %. Den våde nedbrudte tørv indeholder overraskende meget vand. Lidt over halvdelen af tørvens vægt og omtrent 2/3 af tørvens volumen udgøres af vand. Det forklarer, hvorfor materialet svinder og revner så voldsomt ved tørring.

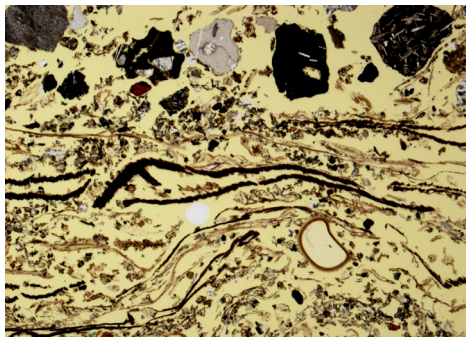
Ser man på prøverne gennem et mikroskop, bliver forskellen på den friske og den nedbrudte tørv meget tydelig. I den friske og 100

år gamle tørv ser man talrige lange fibre, som danner et tredimensionelt netværk og giver tørv en styrke og sammenhængskraft. I den nedbrudte tørv fra Aðalstræti er plantefibre helt forsvundet. Strukturen er meget porøs med gennemgående revner, som deler materialet op i isolerede øer. Den nedbrudte og tørrede vikingetidstørv kan nærmest beskrives som et ekstremt porøst sediment af finkornet vulkansk aske, løst sammenkittet af nedbrudt vegetabilsk materiale.

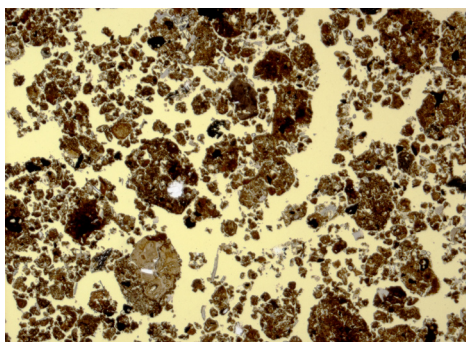
Fra tørv til sten

Da den nedbrudte tørv overvejende bestod af mineralsk materiale, blev det besluttet at søge efter en egnet imprægneringsvæske blandt de midler, som man normalt benytter til konservering af nedbrudte sten i historiske bygninger. I laboratoriet blev tørveprøverne nu skåret ud i regelmæssige firkantede blokke på ca. 5x5x5 cm, tørret og imprægneret under nøje kontrollerede forhold.

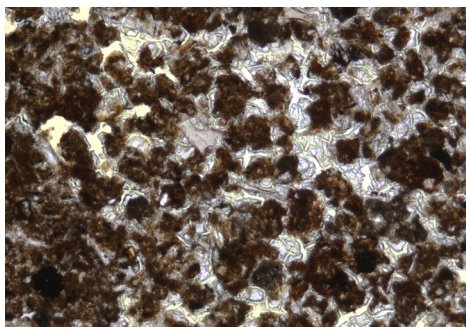
Efter forsøg med flere forskellige midler blev der fundet et produkt, som kunne opfylde alle de opstillede krav. Produktet er baseret på den kemiske forbindelse tetraethylorthosilikat. Det er en vandklar og tyndtflydende væske, som dannes ved en kemisk reaktion mellem kiseltsyre og alkohol. Væsken viste sig at trænge ind i tørve-materialet uden problemer. Her går den i forbindelse med fugt fra luften og omdannes til fast silikat (kisel), der afsættes i tørv og forstærker strukturen. Samtidig fraspaltes alkoholen, der afgives som sprit (ethanol) på dampform. Det aflejrede silikat er kemisk set foreneligt med de vulkanske mineraler, som er hovedbestanddelen i tørv.



Tyndslib af ca. 100 år gammelt tørv. Billedfelt 2,6 x 3,5 mm. Talrige vegetabiliske fibre holder tørv sammen og giver den styrke. Foto: Jørn Bredal-Jørgensen, Konservatorskolen, København.



Tyndslib af ca. 1100 år gammelt tørv fra Aðalstræti. Billedfelt: 2,6 x 3,5 mm. Fibrene er helt forsvundet, og materialet består af isolerede øer. Foto: Jørn Bredal-Jørgensen, Konservatorskolen, København.



Tyndslib af ca. 1100 år gammel tørv fra Aðalstræti efter tre ganges imprægnering. Billedfelt: 0,65 x 0,87 mm. Foto: Hulrummene i materialet er næsten udfyldt af aflejret silikat, og tørvekornene er bundet sammen i et fast netværk. Foto: Jørn Bredal-Jørgensen, Konservatorskolen, København.

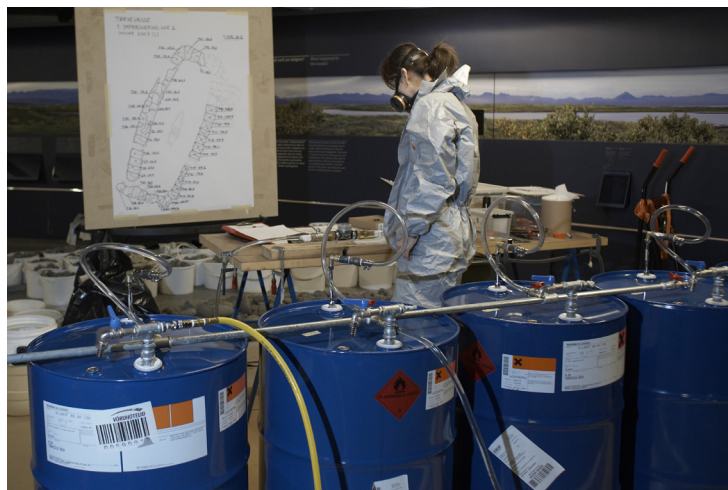
Tørveblokkene måtte imprægneres tre gange, med tre ugers hærde­tid mellem hver imprægnering, for at opnå den ønskede styrke. Før be­handlingen var tørvens styrke omtrent som marengs. Efter 1., 2. og 3. imprægnering opnåede materialet en styrke som henholdsvis kiks, hugget sukker og gasbeton. Samtidig genvandt tørv­en sine naturlige dybe farver, uden at overfladen blev for blank. Næsten alle hulrum er nu fyldt ud med glasagtigt silikat, som binder det nedbrudte tør­vemateriale sammen. Strukturen er dog samtidig så porøs, at den er åben for diffusion af vanddamp. Konserveringsmetoden kan sam­menlignes med en forstenningsproces, og materialet minder nu mere om sandsten end om tørv.

Kildevand og kemikalie

Konserveringsprocessen er i princippet enkel og ganske let at udføre på små tørveprøver i laboratoriet. Før samme proces kunne udføres på langhusets i alt 12 kubikmeter tørv, måtte flere praktiske proble­mer dog løses.

Først skulle tørvevæggene tørres helt ud. Til alles store overra­skelse gik tørringen betydeligt langsommere end forventet, og det viste sig, at der i grundfjeldet under ruinen fandtes en naturlig kilde, som dagligt leverede op mod 10 kubikmeter vand. Vandet kunne ikke komme ud af stålkassen omkring ruinen. Der måtte saves huller i spunsvæggen og installeres ekstra dræn under gulvet, og tidsplanen måtte ændres, så ruinen fik ni i stedet for tre måneder til at tørre. Det var imidlertid heller ikke tid nok for de højeste tørvepartier, så da udstillingen åbnede i maj 2006, var kun de lave partier tættest på publikum helt færdigimprægnerede. Vinteren efter blev udstillingen lukket i en kort periode, så imprægneringen kunne fortsætte.

Der måtte også tages hånd om de sikkerhedsproblemer, det med­fører at hælde 12.000 liter sundhedsskadelige kemikalier ud over en arkæologisk hustomt i en lukket kælder. Det afhærdede imprægne­ningsmiddel består af fast silikat, som er helt ugiftigt, men selve kon­



*"Tøndemesteren" ved bat-
teri af sammenkoblede tøn-
der med imprægnerings-
væske. Foto: Gudmundur
Ingólfsson.*



Satirefigurerne Bogi og Örvar overvejer, hvordan man skal få ethanoldampene fra konserveringsprocessen destilleret ud af luften igen. I baggrunden ses Reykjavíks vartegn: En statue af Ingólfur Arnarson. Foto: Reykjavík bymuseum.

serveringsvæsken er både brandfarlig og sundhedsskadelig, og grænseværdien for den koncentration, der må findes i indåndingsluften, er ganske lav ($85 \text{ mg/m}^3 \sim 10 \text{ ppm}$). Dertil kom, at konserveringsvæsken under afhærdning nede i tørven ville fraspalte ca. 9 ton ethanol på dampform. Før imprægneringen gik i gang, blev kælderen afspærret for alle uvedkommende. Ventilationsanlægget blev indstillet til højeste ydeevne, for konstant at holde koncentrationen af ethanoldampe langt under eksplosionsgrænsen for ethanol. Al brug af åben ild og elektrisk værktøj i udstillingsrummet blev undgået. Alle, som skulle arbejde i rummet, måtte bære beskyttelsesdragter, gummihandsker, kemikalieresistente støvler, sikkerhedsbriller og åndedrætsværn. Før publikum blev lukket ind i udstillingen, blev der foretaget målinger for at sikre, at alle dampe af tetraethylorthosilikat var væk.

Bogi og Örvar

Sikkerhedsproblemerne skulle ikke kun løses i praksis; de måtte også håndteres i pressen. Det var kommet offentligheden for øre, at der skulle bruges en hel masse sprit til at konservere resterne af landsfaderen Ingólfur Arnarsons hus i Aðalstræti. Formiddagspressen var bekymret for, om det kunne være sundhedsskadeligt at opholde sig i midtbyen, mens konserveringen stod på. En oprevet beboer i kvarteret udtalte til avisen, at det ikke var rimeligt at lukke spritdampe ud ganske tæt på afholdsforeningens mødelokaler. Til sidst måtte bymuseets leder i radioen og forsikre, at koncentrationen af alkohol i luften ville være forsvindende lille og langt under alle grænseværdier. Sagen fik endda plads i et meget populært satireprogram på islandsk fjernsyn, hvor den blev kommenteret af de faste figurer Bogi og Örvar, et par lommeofilosoferende sprittere eller "róni" som de kaldes på islandsk. Bogi og Örvar så dog problemet fra den positive side og funderede over, om det mon var muligt at destillere al den gode sprit ud af luften. Spiritus er i Island belagt med meget høje afgifter og kan kun købes i særlige statskontrollerede butikker, så ud over udsigten til at skaffe rigeligt sprit til eget forbrug, kunne Bogi og Örvar også fantasere om at gøre en glimrende forretning.



"Brusemesteren" under det praktiske imprægneringsarbejde. De gule snore markerer sektionerne, som ruinen er opdelt i. Foto: Per Thorling Hadsund.

Tøndemester og Brusemester

For at udnytte tiden bedst muligt og for at undgå spild af kostbar imprægneringsvæske blev hele imprægneringsprocessen nøje planlagt og udført efter skema. Tørrevæggene blev inddelt i 97 sektioner, og det blev beregnet præcis, hvor mange liter væske der skulle fordeles over hver sektion ved hver af de tre imprægneringer. Imprægneringsvæsken ankom direkte fra fabrikken i Tyskland i store blå tønder med hver 180 liter. Fem ad gangen blev tønderne trillet ind i udstillingsrummet og forbundet med et aggregat af slanger og ventiler. Ved hjælp af en trykluftkompressor anbragt uden for rummet blev tønderne sat under tryk, så de mange liter væske uden afbrydelse kunne pumpes gennem en 50 meter lang klar slange, som var forsynet med ventil og brusehoved. Det meste af tiden blev imprægneringen ud-

ført i hold af to personer, hvor "Tøndemesteren" kontrollerede tryk, væskebeholdning og forbrug, mens "Brusemesteren" i den anden ende af slangen var ansvarlig for at bruse væsken forsigtigt og jævnt ud over sektionerne. Hovedparten af det praktiske konserveringsarbejde blev udført af personale fra Fornleifastofnun Íslands, Islands Arkæologiske Institut. Det var de samme folk, som havde udgravet langhuset, og som tilrejsende konservatorer kunne man ikke ønske sig mere engagerede og omhyggelige kolleger.



Restaurering efter endt imprægnering. De hvide mærker viser løse fragmenter, som skal fæstnes med gips. Omtrent 1100 tørvefragmenter blev limet fast. Nederst på tørrevæggen ses rygkvirvler fra enten hest eller okse fra landnamstiden. Der er muligvis tale om et offer nedlagt ved opførsel af huset. Foto: Per Thorling Hadsund.



I april måned 2007, tre måneder efter sidste imprægneringsrunde, vendte konservatorer og arkæologer tilbage til udstillingen for at udføre den afsluttende restaurering af hustomten. Løse fragmenter af imprægneret tørv blev limet fast med gips, og de største revner blev udfyldt og indfarvet. Samtidig skulle det undersøges, om konserveringsprocessen var lykkedes. På overfladen var tørrevæggene hårde og mørke, præcist som prøverne behandlet i laboratoriet. Hvis behandlingen skulle holde på langt sigt, var det imidlertid helt afgørende, at væsken var nået hele vejen ned gennem væggene, så hele tørvemassen var blevet mineraliseret. Der blev derfor boret prøvehuller lodret ned gennem de højeste vægstykker. Alle prøver viste, at der var aflejret silikat, og at materialet var blevet hårdt hele vejen ned til undersiden af tørrevæggene. Det var altså lykkedes at forstene den skrøbelige vikingetidstørv.

*Udstillingen Reykjavík
871 +/- 2 med den kon-
serverede tørveruin, set fra
nord. Foto: Per Thorling
Hadsund.*