



NATIONALMUSEETS
Arbejdsmark 2017



Indhold

- 7 **Forord**
RANE WILLERSLEV
- 8 **Historiske Morgener**
– kaffe og kulurhistorie til de morgenfriske
METTE BYRIEL-THYGESSEN OG ANE SIGNE GREEN
- 20 **Bønder, borgere og turister på Oldnordisk Museum 1851-85**
KRISTOFFER SCHMIDT
- 34 **Fornuft og følelse**
– om autenticitet og museumsgenstande
PETER HENNINGSEN
- 46 **SASMAP**
– nye veje til at undersøge og beskytte Europas undervandskulturarv
DAVID GREGORY, ZYAD AL-HAMDANI, CHARLOTTE BJÖRDAL, BARBARA DAVIDDE PETRIAGGI, JØRGEN DENCKER, MARIA GARAGA, POUL JENSEN, MARTIJN MANDERS, SØREN PORS-GAARD, BRIAN SMITH OG JENS WUNDERLICH
- 60 **Mikroskopisk arkæologi**
– 100 år med pollenanalyse
MORTEN FISCHER MORTENSEN, CHARLIE CHRISTENSEN, CATHERINE JESSEN OG PETER RASMUSSEN
- 74 **Klimatilpasning og bevaring af kulturlag i byerne**
– erfaringer fra Bryggen i Bergen
HENNING MATTHIESEN, FLORIS BOOGAARD, JOHANNES DE BEER, ALEXANDER RORY DUNLOP, JØRGEN HOLLESEN, JANN ATLE JENSEN, OG JENS RYTTER
- 86 **Vroulia**
– en antik by på Rhodos
ERIPHYLE KANINIA OG STINE SCHIERUP
- 102 **Pallevis af indianske oldsager fra før Columbus' tid**
CASPER JACOBSEN TOFTAARD
- 118 **Tidlig jernalder på Hulailansletten i Luristan**
– danske udgravninger og fund fra plyndrede grave
HENRIK THRANE
- 134 **Fletværket ved Nekselø**
– skovdrift og storstilet fiskeri i bondestenalderen
LISBETH PEDERSEN, ANDERS FISCHER OG DAVID JOHN GREGORY
- 146 **Stednavne og jernalderens rige storgårde**
SOFIE LAURINE ALBRIS
- 160 **Runestensjagt**
– genopdagelsen af Ydby-stenen og andre forsvundne runesten
LISBETH M. IMER OG CHARLOTTE BOJE ANDERSEN
- 172 **Møntfund og danefæ**
– før og nu
HELLE HORSNÆS
- 186 **Et rekonstrueret budskab**
– Højerup Gamle Kirke
MARTIN WANGSGAARD JÜRGENSEN OG SUSANNE ØRUM
- 204 **Urokser og drikkehorn**
– DNA-analyser af Nationalmuseets drikkehorn
VIVIAN ETTING, MAIKEN HEMME BRO-JØRGENSEN, CHRISTIAN CARØE OG MIKKEL HOLGER S. SINDING
- 220 **Serampore**
– på sporet af Danmarks ukendte koloni i Indien
BENTE WOLFF, FLEMMING AALUND OG SIMON RASTÉN
- 236 **Karneval og kreolisering**
– i det tidligere Dansk Vestindien
MILLE GABRIEL
- 250 **Guvernøren vender hjem**
– Konrad Emil Mouriers indiske samling
LOUISE SEBRO
- 266 **Med vajende faner**
– den danske hærs faner og estandarter siden 1600-tallet
KARSTEN SKJOLD PETERSEN
- 282 **Hestekræfter i Hangar 46**
– en vellykket faglig revision og et åbent magasin
JENS OLE CHRISTENSEN
- 294 **Frøslevlejren**
– fangelejr, museum, erindringssted
HENRIK SKOV KRISTENSEN
- 308 **Vikingerne vender tilbage**
ANNE-CHRISTINE LARSEN OG SØREN MOESGAARD BJØRNSSEN

Klimatilpasning og bevaring af kulturlag i byerne

– erfaringer fra Bryggen i Bergen

AF HENNING MATTHIESEN, FLORIS BOOGAARD, JOHANNES DE BEER,
ALEXANDER RORY DUNLOP, JØRGEN HOLLESEN, JANN ATLE JENSEN OG JENS RYTTER

Bryggen i Bergen modtager hvert år over en million besøgende, som tiltrækkes af det stemningsfulde miljø og de karakteristiske træbygninger fra starten af 1700-tallet. Mindre synligt, men lige så vigtigt ligger der op til 11 meter tykke kulturlag under husene, som vidner om livet på Bryggen tilbage til 1000-tallet. Omfattende udgravninger i årene 1955-79 afslørede, at de vandmættede lag har sikret optimal bevaring af især organiske materialer og genstande fra middelalderen og yngre perioder. Moderne byudvikling har siden truet de gode bevaringsforhold og ført til accelereret nedbrydning. Et stort redningsprojekt under ledelse af Riksantikvaren i Norge har gennem de senere år arbejdet på at forbedre forholdene i kulturlagene, så nedbrydningen bremses.

Fig.1

De karakteristiske træhuse på Bryggen blev bygget efter en ødelæggende brand i 1702.

The characteristic wooden houses at Bryggen were built after a devastating fire in 1702.

Foto: Henning Matthiesen





Fig.2

Under husene ligger op til 11 meter tykke kulturlag med velbevaret arkæologisk materiale. Bryggen ses som "et kulturminde på rod, fra klippegrund til hustag".

Beneath the houses lie archaeological deposits up to 11 metres thick with well preserved archaeological material. Bryggen is viewed as "a single, continuous heritage monument, from bedrock to rooftops".

Foto: Universitetsmuseet i Bergen 1957

Bygningerne på Bryggen blev fredet i 1927, og i 1979 blev området optaget på UNESCOs verdensarvsliste som nr. 59. Den prestigefyldte status som verdensarv medvirker til, at Bryggen i dag er det mest besøgte kulturminde i Norge. Bryggens historie går næsten 1000 år tilbage i tiden. Den var allerede et vigtigt centrum for handel, da hanseatiske købmænd oprettede deres eget gilde i byen i 1360'erne. Gildet regnes som ophav til det såkaldte Tyske Kontor på Bryggen, som eksisterede frem til 1761. Nutidens træbygninger (fig.1) er opført efter en omfattende brand i 1702, mens nogle stenbygninger i den bagerste del af Bryggen, de såkaldte Schøtstuer, er ældre. Byudvikling og brande, den seneste i 1955, har de sidste 100 år reduceret området til omkring en tredjedel af den oprindelige størrelse. Til trods for dette er Bryggen, med sine omfattende kulturlag fra middelalderen og nyere tid, det største sammenhængende kulturminde, der er bevaret i Norge, uden større moderne forstyrrelser. Bygningerne og de underliggende kulturlag ses som "ét samlet kulturminde, fra klippegrund til tagryg" (fig.2).

Bryggen forvaltes i dag som en del af Riksantikvarens bevaringsprogram for verdensarv og som del af middelalderbyen Bergen. Der arbejdes ud fra et forsigtighedsprincip, hvor kulturminde forvaltes som ikke-fornybare ressourcer. Man ønsker at bevare så meget som muligt på fundstedet (in situ) og foretager derfor løbende overvågning for at afgøre, om kulturminerne er truet af skader eller ødelæggelse.

Byarkæologi i stor skala

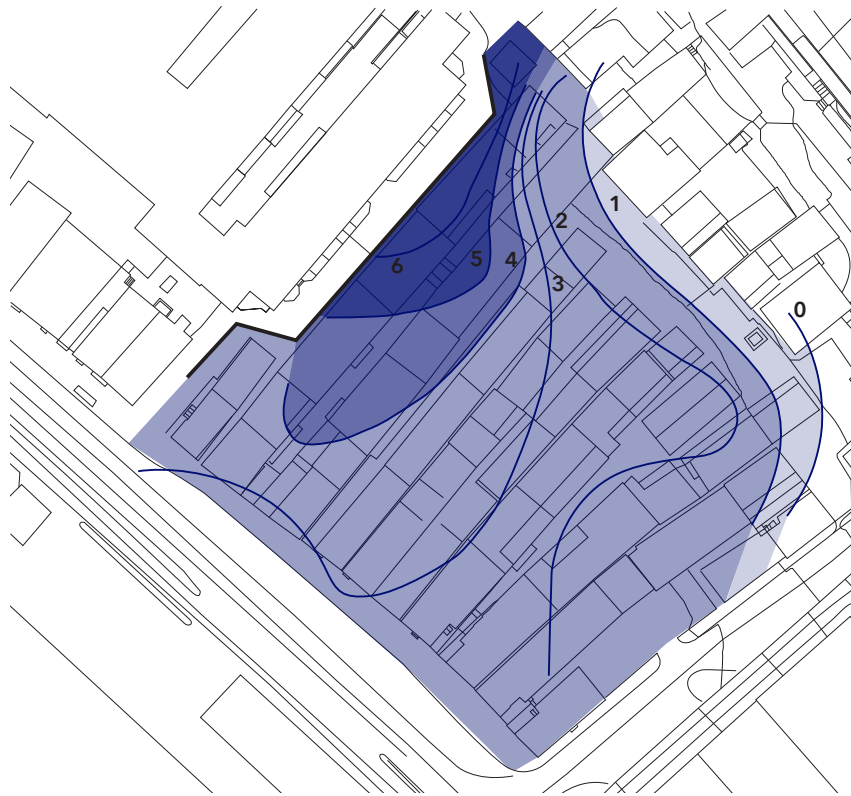
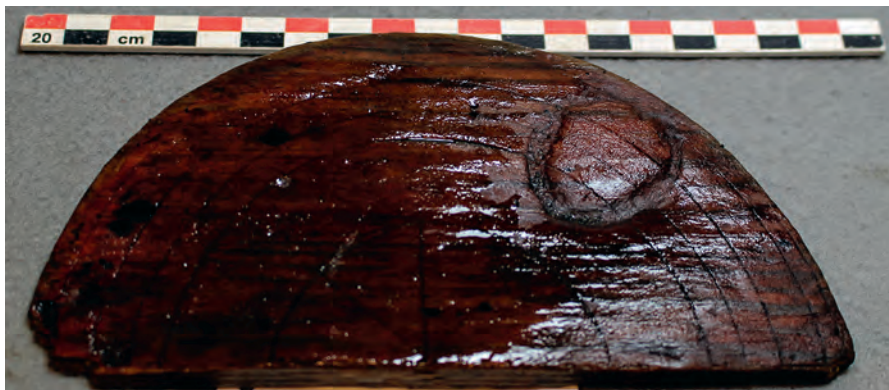
I 1955 raserede en brand halvdelen af den tilbageværende træbebyggelse på Bryggen. Efter branden blev der igangsat store udgravninger ledet af arkæolog Asbjørn E. Herteig. Hovedudgravningen varede fra 1955 til 1968, men en række mindre undersøgelser fortsatte helt frem til 1979. Alt i alt blev der udgravet 20.000 m³ kulturlag i et område på 3.500 m². Udgravningerne viste, at byen Bergen opstod på Bryggen langs den nordøstlige strandlinje af bugten Vågen,

Fig.3

Et nyligt fund af et trælæg med fine indridsede cirkler viser, at der fortsat kan findes meget velbevarede genstande på Bryggen.

A recent find of a wooden lid with finely carved circles shows that very well preserved objects can still be found at Bryggen.

Foto: Rory Dunlop



Tallene viser "Sætnings hastighed for jordoverfladen i mm/år"

Fig.4

Nogle huse på Bryggen fik alvorlige sætningskader op gennem 1990'erne. En kortlægning viste, at jordoverfladen satte sig med op til 5-8 mm om året i nogle områder, markeret med mørkeblå farve på kortet.

Some houses at Bryggen suffered severe subsidence damage throughout the 1990s. A survey showed that the ground surface subsided by up to 5-8 mm a year in some areas, marked in dark blue on the map.

Foto: Henning Matthiesen
Kort: Jann Atle Jensen 2005. Grafik: Sanne Eriksen



Fig.5

Boring ned gennem lagene giver indblik i tilstanden i undergrunden. Nogle steder er materialet så velbevaret, at bladene stadig er grønne. Farven forsvinder dog hurtigt, så snart prøven er kommet op i fri luft.

Drilling down through the layers gives us insight into the state of the subsoil. In some places the material is so well preserved that the leaves are still green. But colours fade quickly once the soil is exposed to air.

Foto: Elin Rotevatn

og at den tidligste bosættelse af bymæssig art kan føres helt tilbage til midten af 1000-tallet. Fra starten var bosættelsen organiseret efter gård-systemet; en bygård bestod sædvanligvis af to parallelle bygningsrækker placeret vinkelret på vandkanten og med en fælles passage imellem. Det var et ideelt mønster for den handelsvirksomhed, der altid har været byens livsgrundlag. Byggestilen og ejendomsgrænserne har holdt sig praktisk talt uændrede siden begyndelsen.

Arkæologerne blev snart klar over, at jorden under brandtomten bestod af omfattende kulturlag, og at de fleste lag var rige på organiske materialer, såsom træ, læder, ben, tekstil, mos, latrin m.m. En stor del af materialet repræsenterede affald fra daglige gøremål som byggearbejde og husholdning, men udgravningerne frembragte også hundredtusinder af velbevarede, ofte spektakulære genstande (fig.3). For eksempel blev der fundet mere end 600 træstykker med runeindskrifter, som giver et helt unikt indblik i middelalderens Bryggen og i Bergens byliv.

Kulturlagene var op til 11 meter tykke, hvilket næsten svarer til højden på de husfacader, man ser i dag (fig.1). Arkæologerne påviste, at byen har været raseret af en række brande, siden den blev grundlagt, og efter hver brand blev en ny bosættelse straks rejst oven på resterne af den forsvundne. Samtidig blev den nye kajfront etableret lidt længere ude i havnen end den forrige. Denne



Fig.6
 Der blev foretaget boringer over hele Bryggen-området for at se på tilstanden af det arkæologiske materiale, analysere bevaringsforholdene, og måle grundvandsstand og -sammensætning.

Drillings have been carried out over the whole Bryggen area to determine the state of preservation of the archaeological deposits, analyse the preservation conditions and measure the groundwater level and composition.

Kort: Johannes de Beer
 Grafik: Sanne Eriksen

jævnlig udvidelse har medført, at den moderne kaj ligger næsten 150 meter længere ude end den oprindelige vandkant, hvor byen voksede frem.

Da udgravningerne på brandtomten var afsluttet, blev der nedrammet en spunsvæg af jernplader rundt om hele området, idet der skulle bygges et hotel og et museum på tomten. Der blev ikke gravet uden for spunsvæggen, og man anslår, at de tilbageværende kulturlag på Bryggen har et volumen på 130.000 m³, der for en stor dels vedkommende består af sårbart organisk materiale. Dette stort set uforrådnede materiale er et enestående, uerstatteligt arkiv over Bryggens historie.

Kortlægning og overvågning

I 1999 blev der registreret større sætningsskader på flere bygninger på Bryggen, og der blev søgt efter årsagen. Der blev placeret faste målepunkter på bygninger og på jordoverfladen, og man fulgte deres bevægelser over tid for at finde ud af, om sætningerne skyldtes husene selv, deres fundamenter, trafikken foran Bryggen eller bevægelser i undergrunden. Der tegnede sig hurtigt et billede af, at problemerne var størst i nærheden af det moderne hotelbyggeri, hvor både bygningerne og jordoverfladen satte sig med op til 5-8 mm om året (fig.4). Det var derfor nødvendigt at undersøge forholdene nede i jorden, dels for at forstå årsagen til sætningerne, dels for at vurdere bevaringsforholdene for den underliggende arkæologi.



Tallene viser "Grundvandsstand i m over havet" mens pilene viser strømningsretning



Fig.7
Grundvandsstand og strømningsretning under Bryggen i en tør periode. Der er en markant sænkning inden for spunsvæggen (kraftig streg), hvor hotellets parkeringskælder skal holdes tør.

The groundwater level and direction of flow beneath Bryggen in a dry period. There is a marked lowering of the groundwater level inside the sheet piling (thick line) where the parking basement of the hotel has to be kept dry.

Kort: Johannes de Beer 2008
Grafik: Sanne Eriksen

Undersøgelserne blev foretaget ved at bore ned gennem de metertykke kulturlag med et spiralbor, hvor det var muligt at få jorden op med delvis uforstyrret lagdeling (fig.5). Alle jordlagene blev nøje undersøgt og karakteriseret i felten af en erfaren arkæolog, og der blev udtaget jordprøver både til datering og til analyse af de geokemiske forhold i jorden. Der blev monteret pejlerør i borehullerne, så man efterfølgende kunne måle grundvandsstand og udtage vandprøver til analyse. Der var selvfølgelig en risiko for at ramme og beskadige arkæologiske genstande ved borerne, men alt i alt var metoden langt mindre destruktiv, end hvis man skulle foretage en udgravning hele vejen ned gennem kulturlagene.

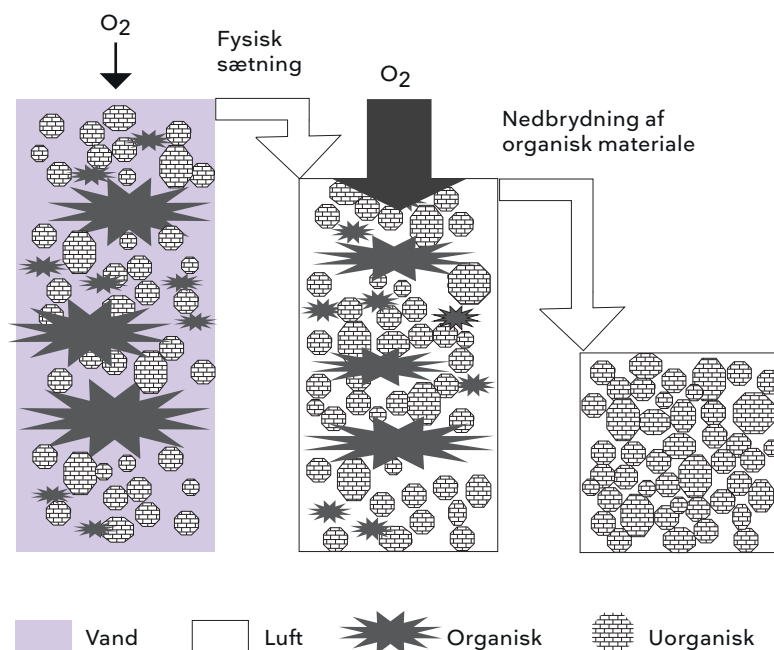
Der blev foretaget over 40 borer på Bryggen fra 2001-12 (fig.6), og det gav et godt overblik over området.

Fig.8

Dræning af vandmættede jorde giver øget nedtrængning af ilt (O_2), som kan nedbryde organisk materiale. Det medfører, at jordoverfladen synker.

The draining of waterlogged soil leads to increased penetration by oxygen (O_2), which can break down organic material. This means that the ground surface subsides.

Grafik: Henning Matthiesen, Sanne Eriksen



Først og fremmest fik man kortlagt omfanget, tykkelsen og tilstanden af kulturlagene. Dernæst afslørede de mange analyser, at der var markante forskelle i bevaringsforholdene forskellige steder på Bryggen, og dermed var det også forskelligt, hvor truede kulturlagene var med hensyn til nedbrydning. De forskellige trusler blev vurderet og sammenlignet, i forhold til hvor alvorlige de var, og hvorvidt man kunne gøre noget ved dem. Der var især fokus på grundvandet, både vandstanden, vandtrykket i de nederste jordlag, strømningens retning, vandkvaliteten og temperaturen. Resultaterne viste en meget markant sænkning i grundvandsstanden under hotellet (fig.7), hvor der foregik dræning for at holde hotellets parkeringskælder tør. Hotellet var som nævnt omsluttet af en spunsvæg (fig.6), men den var ikke fuldstændig vandtæt, så der skete også en sænkning af grundvandsspejlet lige uden for væggen. Der var en tydelig sammenhæng mellem sænkningen af vandspejlet og høje sætningshastigheder for jordoverfladen (fig.4).

Dræning og sætning

Sammenhængen mellem dræning og sætning er veldokumenteret fra mange arkæologiske og naturlige lokaliteter. Når man dræner vandet bort fra jorden, sker der i første omgang en fysisk sætning, fordi man fjerner opdriften fra vandet, og porerne i jorden komprimeres (fig.8). Vand er desuden en effektiv barriere for ilt, og når vandet fjernes, øges ilttilførslen med op til 10.000 gange. Ilt kan bruges af forskellige mikroorganismer til at nedbryde organisk materiale i jorden. I jord med meget organisk og ikke-forrådet materiale kan nedbrydningen føre til yderligere komprimering af jordens porer og en vedvarende sætning af jordoverfladen. På arkæologiske lokaliteter betyder det samtidig et tab af arkæologisk information og af genstande.

For at standse denne nedbrydning og sætning er det nødvendigt at øge vandindholdet i jorden. Nogle steder kan man oversvømme et helt område og danne en sø, men det var naturligvis ikke muligt at gøre midt på Bryggen. I stedet var det nødvendigt at finde den rette balance, så man fik standset nedbrydningen og samtidig holdt husene tørre. For at finde denne balance blev

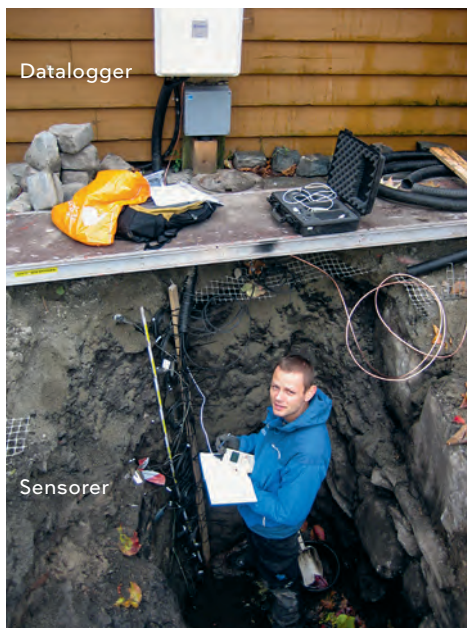


Fig.9

Et avanceret overvågningsystem følger udviklingen i vandindhold og iltkoncentrationer i jorden. Det bruges til at fastslå, hvornår jorden er våd nok til, at nedbrydningen bremses.

A sophisticated monitoring system logs parameters such as the water content and oxygen concentrations in the soil. This is used to establish when the ground is wet enough to inhibit decomposition.

Foto: Henning Matthiesen

der lavet en mindre testgravning i området med de største sætningsproblemer, hvor der blev installeret forskelligt overvågningsudstyr i jorden (fig.9). Udstyret målte vandindhold, iltkoncentration og temperatur i de forskellige jordlag gennem en årrække, og resultaterne blev sammenlignet med målinger af blandt andet nedbør og grundvandsstand. Det gav et meget præcist billede af, hvor meget vand der skal være i jorden for at mindske nedtrængningen af ilt og nedbrydningen af det organiske materiale. Samtidig blev det undersøgt, hvordan nedbrydningen påvirkes af blandt andet temperaturen og vandets kvalitet, som f.eks. dets indhold af forskellige salte.

Næste skridt var at finde ud af, hvordan grundvandsstanden og jordens vandindhold i praksis kunne øges. Det krævede en forståelse af vandets veje, og der blev udviklet en hydrologisk model for området, så man kunne regne på effekten af forskellige tiltag. Modellen gav en samlet tredimensionel forståelse af grundvandets bevægelse og vandbalancen under Bryggen og dermed en bedre forståelse af årsagerne til nedbrydning af det organiske materiale. Ud fra modellen kunne det afgøres, hvor man skulle sætte ind med afbødende tiltag for at få mere kontrol over vandet.

Afbødende tiltag

Problemerne på Bryggen fik stor bevågenhed i offentligheden, hvor nyheden om, at "Bryggen synker" blev taget meget alvorligt af beslutningstagerne. I 2011 kom Bryggen på finansloven med en ekstrabevilling, så der kunne gøres noget ved problemerne. Et hold af arkæologer, ingeniører, hydrologer, geoteknikere og eksperter i bevaring blev sat sammen for at lave en løsningsplan.

Planen fokuserede på både at mindske dræningen og øge nedsivningen af vand til kulturlagene gennem en lang række tiltag. Vandstanden under hotellet blev hævet, og der blev lappet huller i spuns væggen, spildevandsledninger blev kontrolleret og tætnet, regnvand fra hustagene blev ført ned i jorden i stedet for at fjerne det gennem rørledninger, brostensbelægningen blev omlagt, så regnvandet lettere kunne sive ned, der blev lavet forsinkelsesbassiner og en såkaldt regnvandshave, hvor regnvand kunne opsamles i perioder med meget nedbør (fig.10). Samtidig var der fokus på, at der ikke måtte ske oversvømmel-



ser ved stormflod eller i perioder med kraftig nedbør, som hyppigt optræder i Bergen. De enkelte tiltag er velkendte fra andre byer, hvor de bl.a. bruges til at håndtere store mængder nedbør gennem lokal nedsivning. Der skete dog en vis tilpasning på Bryggen, blandt andet i form af omfattende forundersøgelser, for at undgå unødigt store indgreb i kulturlagene.

Effekten af tiltagene blev, og bliver fortsat, fulgt nøje gennem konstant overvågning af forholdene i jorden, og heldigvis viser det gode resultater. Grundvandsstanden er øget, nedtrængningen af ilt er blevet kraftigt reduceret, nedbrydningen af det organiske materiale i jorden er formindsket, og det samme gælder sætningen af husene. Hvor der før blev målt sætningshastigheder på op til 5-8 mm om året, er hastigheden for det meste af området nu nede på de ca. 1 mm pr. år, der var sat som mål for tiltagene. Der har selvfølgelig været uforudsete problemer undervejs, men de er blevet løst gennem et nært samarbejde mellem de involverede parter (fig.11).

Perspektiv

Problemerne med dræning og sætning er på ingen måde enestående for Bryggen, men tværtimod meget udbredte. Mest kendt er måske Venedig, hvor indvinding af grundvand under byen tidligere har bidraget til sætninger. I Amsterdam og mange andre hollandske byer står mange huse på træpæle, og hér har periodevis lavt grundvandsspejl ført til sætningsskader på husene. I København kom der fokus på problemet i 1970'erne, hvor Det Kongelige Teater fik sætningsskader på grund af rådne funderingspæle, blandt andet fordi grundvandet i området blev sænket under byggeriet af Nationalbanken et par hundrede meter derfra. Også Amalienborg og store dele af Frederiksstaden har været plaget af sætninger, hvor det har været nødvendigt at udskifte rådne træpæle. Det er således vigtigt at have styr på grundvandet under byerne, og mange lande har lovgivning, som forbyder kunstig sænkning af grundvandet

Fig.10

Der er etableret en række anlæg på Bryggen, så en større del af regnvandet kan sive ned i jorden og beskytte kulturlagene.

Numerous facilities have been established at Bryggen to ensure that more of the rainwater can seep down into the ground and help protect the archaeological deposits.

Foto: Rory Dunlop



Fig.11

Bryggen-projektet har været karakteriseret af et godt samarbejde mellem alle involverede parter. I midten Riksantikvarens Ann Christensson (†2014), som har stået i spidsen for arbejdet.

The Bryggen project has been characterized by fine collaboration among all the parties involved. In the middle, Ann Christensson (†2014) from the Directorate for Cultural Heritage, who headed the work.

Foto: Anette Ramstad

ved dræning. Ved midlertidig sænkning i forbindelse med byggeri kræves overvågning og modforanstaltninger for at undgå skader på omgivelserne, og for eksempel i forbindelse med Metrobyggeriet i København sker der en minutløs overvågning af både grundvandsstand og bevægelser af bygninger omkring alle byggetomter, og alt oppumpet vand bliver re-infiltreret for at undgå grundvandssænkninger. I Bergen har kommunen iværksat et midlertidigt forbud mod nye grundvandspumper i hele middelalderbyen både for at beskytte de arkæologiske kulturminde og for at beskytte husene mod sætninger.

Byer er karakteriseret ved mange befæstede overflader i form af hustage, veje, fortove og pladser, som regnvandet ikke kan trænge ned igennem. For at undgå oversvømmelser har fokus været på at bortskaffe regnvand så hurtigt som muligt via kloaker og store regnvandsledninger. Klimaændringer og flere tilfælde af ekstremnedbør viser dog, at den løsning ikke længere kan stå alene. En række byer har således haft oversvømmelser de seneste år, fordi regnvandsledningerne ikke længere kan håndtere de store mængder vand. Der er derfor kommet langt mere fokus på at håndtere regnvandet lokalt og føre det ned i jorden ved såkaldte LAR-anlæg, Lokal Anvendelse af Regnvand. En lang række anlæg er etableret i Danmark og andre lande både for at håndtere vandet og for at forbedre byrummet. Rigtigt udført og placeret kan sådanne anlæg samtidig være med til at beskytte kulturarven under vores byer, som vist med eksemplet fra Bryggen.

Undersøgelserne på Bryggen startede i 2001 og grundvandsprojektet var først afsluttet i 2015. 15 år kan synes som lang tid, men der er høstet mange værdifulde erfaringer undervejs. Arbejdet er dokumenteret i over 80 delrapporter, der er skrevet to bøger og over 20 videnskabelige artikler undervejs, og der er udarbejdet standarder for overvågning, som nu benyttes i alle norske middelalderbyer. Det betyder, at det i dag er blevet langt nemmere at opdage, vurdere og afhjælpe bevaringsproblemer, og alle erfaringerne fra Bryggen er til rådighed for andre byer og lande.

LITTERATUR

Herteig, A.E.: *The Buildings at Bryggen, Their Topographical and Chronological Development. Part 1-2*. Norwegian University Press, Bergen 1990-91.

Leuzinger, U., J. Sidell og T. Williams (red.): "Proceedings From the 5th International Conference on Preserving Archaeological Remains In Situ (PARIS5)" i *Conservation and Management of Archaeological Sites*, vol 18, 2016.

Rytter, J. og I. Schonhowd (red.): *Monitoring, Mitigation, Management. The Groundwater Project - Safeguarding the World Heritage Site of Bryggen in Bergen*. Riksantikvaren, Oslo, 2015. Findes som pdf på <http://brage.bibsys.no/xmlui/handle/11250/300104>.

<http://prosjektbryggen.no/> - beskriver istandsættelse af bygninger og hævnning af grundvandet på Bryggen.

<http://www.laridanmark.dk> - beskriver metoder til lokal anvendelse af regnvand.

<http://www.climatescan.nl> - beskriver udvalgte projekter fra europæiske byer med håndtering af regnvand.

FORFATTEROPLYSNINGER

HENNING MATTHIESEN

seniorforsker, kemiker
Miljøarkæologi og Materialeforskning
Nationalmuseet

FLORIS BOOGAARD

professor, ingeniør
Hanze University for Applied Science
og Tauw BV
Groningen og Deventer
Holland

JOHANNES DE BEER

hydrogeolog
Norges geologiske undersøkelse
Trondheim, Norge

ALEXANDER RORY DUNLOP

arkæolog
Norsk institutt for kulturminneforskning
Bergen, Norge

JØRGEN HOLLESEN

seniorforsker, geograf
Miljøarkæologi og Materialeforskning
Nationalmuseet

JANN ATLE JENSEN

seniorrådgiver, civilingeniør geoteknik
og ingeniørgeologi
Multiconsult ASA
Bergen, Norge

JENS RYTTER

seniorrådgiver, arkæolog
Riksantikvaren
Tønsberg, Norge

ENGLISH SUMMARY

Climatic adaptation and preservation of archaeological deposits in urban centres – lessons from Bryggen in Bergen

The World Heritage Site Bryggen in Bergen attracts more than 1 million visitors every year, who come to enjoy the historic buildings (fig.1). Underneath lie archaeological deposits up to 11 m thick, rich in organic materials, and finds from the earlier settlements at Bryggen (figs.2 and 3). Subsidence of the ground has damaged some of the buildings (fig.4), and in 2001 a monitoring programme was initiated to study conditions in the deposits (figs.5 and 6). The monitoring showed that the groundwater level under parts of Bryggen had been lowered as a result of drainage at a hotel adjacent to the heritage area. This led to increased oxygen access, accelerated decay of organic material in the deposits, and subsidence of the soil surface (figs.8 and 9). In 2011 the Norwegian government allotted funds to improve the conditions on the basis of recommendations from a team of archaeologists, hydrologists, engineers and preservation experts (fig.11). The solutions included a reduction of the drainage and increased infiltration of rainwater into the ground (fig.10). Similar solutions are currently being employed in many towns to reduce the risk of flooding during extreme weather events, and experiences from Bryggen suggest that these initiatives, if properly designed, can go hand in hand with the preservation of archaeological remains.