

2017

geoviden

GEOLOGI OG GEOGRAFI NR. 02

LÆSØ

Opståen, kysttilvækst,
klima, vegetation,
bosættelse og saltindustri

Opståen, kysttilvækst, klima, vegetation, bosættelse og saltindustri

Læsøs landskaber afspejler landhævnings og havets kamp om herredømmet. Mens landhævningsen sker som en jævn opadgående bevægelse over årtusinder, styres havets op- og ned-bevægelser af klimaets forandringer over kortere tid. Læsø rummer ca. 4.000 km gamle strandvolde, der øen rundt har lagt sig uden på hinanden i en kronologisk velordnet rækkefølge – de ældste inderst og højest, de yngste yderst og lavest. Det giver en enestående mulighed for at beskrive klimabetingede ændringer af havniveauet og områdets vindmønstre, siden øen opstod for 4.900 år siden.

Samtidig giver øens konstante arealtilvækst mulighed for at forstå sammenhænge mellem øens naturlige vegetationsudvikling, kulturhistorie, indbyggernes skiftende levevilkår og deres anvendelse af øens naturlige ressourcer.

Efter istidens kilometertykke is havde trykket Kattegats undergrund mere end 100 meter ned, begyndte undergrunden at hæve sig. I begyndelsen meget hurtigt, men ikke så hurtigt som havet. Resultatet af disse bevægelser er eksempelvis, at de ældste kystlinjer ved Frederikshavn nu findes ca. 70 meter over havniveauet og således ikke langt fra toppen af områdets op til 100 m høje istids-

bakker. Kattegat-området blev til et ishav, hvori isbjerge flød ud fra bræerne langs den sydnorske og vestsvenske kyst. Da indlandsisen var smeltet længere tilbage, blev havstigningen overhalet af hævnningen af ishavets nydannede lerbund og dens indhold af sand, grus og sten, der var drysset ned i leret fra de smeltende isbjerge.

I slutningen af denne tid var Østersøens for-gænger en endnu større, isdækket ferskvandssø (Den Baltiske Issø). Fra isranden ved Ålandsøerne dækkede issøen det nuværende Østersø-område samt store dele af det østlige og sydlige Sverige plus dele af Polen og Baltikum. Men for ca. 11.600 år siden blev isbarrieren brudt ved bjerget Billingen nær søen Vättern i det vestlige Sverige. I løbet af kort tid, måske kun få dage eller timer, sank issøens overflade ca. 25 meter og sendte derved ca. 7.500 km³ koldt ferskvand og isskasser ud gennem Kattegat-området. Stenblokke større end huse blev revet med gennem udstrømningsområdet ved Billingen. Nogle af Læsøs talrige store sten stammer muligvis fra denne kolossale udstrømning.



Læsø (116 km²) er den største ø i Kattegat. En 90 km² stor sandflade, Fjæerne, omkranser Læsø mod syd og sydøst. Gengivet med supplerende stednavne.

Copyright: Geodatastyrelsen 2006.

Det lette ferskvand bredte sig på overfladen af store havområder, lagde et koldt låg på Golfstrømmen og medvirkede derved til en større afkøling af klimaet. Omtrent samtidig skete noget lignede i Nordamerika, hvor en endnu større issø omkring Lake District også blev tømt pludseligt. Det dæmpede den igangværende mildning af klimaet og dermed havets stigning. Den fortsatte hævnings af Kattegats bund bevirke- de, at hovedparten af Kattegat-området blev tørt land. Det kalder vi *fastlandstid*.

Efter et par tusind år tog havstigningen atter magten som følge af fornyet global opvarmning.

Datidens kystlinjer ligger nu i kote +12–13 meter. Dette relativt varme *stenalderhav* nåede for 6.300 år siden sin største udbredelse i Læsø-området, hvor undergrunden nu igen steg hurtigere end havet.

Denne sidste 'overhaling', hvor havstigningen på ny blev svagere end landhævningsen, er en væsentlig årsag til Læsøs opståen 1.400 år senere, dvs. for 4.900 år siden. For ca. 4.000 år siden ophørte havstigningen helt, og Kattegats niveau har lige siden kun svinget op til 1 meter op og ned omkring det nuværende niveau. Hvordan disse forhold spiller sammen på globalt plan er beskrevet i *Geviden* 2016, nr. 2.

Nutidens landhævning og havstigning

I løbet af de sidste 4.000 år har Vendsyssels undergrund hævet sig med en hastighed på først ca. 3 mm/år, derefter faldende til nutidens ca. 1,5 mm/år. Imidlertid er Læsøs nutidige landhævning på 2,32 mm/år betydeligt større end Vendsyssels og samtidig også den

højeste landhævningshastighed i Danmark. Det skyldes, at erosionen af stenalderhavets kyster fortsatte i Læsø-området indtil for ca. 2.000 år siden og derved yderligere aflastede undergrunden for vægten af ca. 10 meter jord i et areal på ca. 400 km³. Erosionen omdannede det oprindelige istidslandsskab til de mange stenrev, der findes omkring Læsø.

Lige siden de ældste bevarede strandlinjer opstod for 4.900 år siden, er Læsø vokset med en årlig, gennemsnitlig landtilvækst på 2 meter omkring den til enhver tid værende kystlinje. I nutiden øges Læsøs areal med ca. 20 hektar hvert år. Langt det meste heraf lægger sig på øens sydside.

Tiden før Læsøs bevarede dele opstod



Nordre Rønner set fra luften. Øgruppen har været ubeboet siden 1963, da fyret blev automatiseret.

Foto: Eigil Holm.

Almindeligvis har de danske øer mindst én kerne af istidsaflejringer, som større eller mindre arealer af marint forland 'hænger fast' på (se eksempelvis *Geviden* 2012 nr. 1 om Anholt). Men det gælder ikke Læsø. På Læsø er hele det nuværende landskab opbygget som marint forland, dvs. stranddannelser af sand og grus, der har lejret sig omkring eller er vokset ud fra læsiden af et kun lidt ældre marint landskab.

Vi må derfor gå ud fra, at det hele er begyndt som andre steder omkring et væsentligt ældre og højere landskab, men at dette landskab nu er helt forsvundet som følge af kysterosion. Der, hvor det nuværende Læsø senere skulle opstå, fjernede havet gradvist hele dette forudgående landskab. Ler, silt og finsand fra nedbrydningen blev transporteret af bølger og strømme og aflejret på dybt vand, mens grovere materialer – sand, grus og sten – blev aflej-

ret i området, hvor bølgeslag, vind og vejr nu engang afgjorde, at Læsø skulle blive til.

Langs øens vest- og nordsider kan man således se, at ældre strandvolde skæres af den nuværende kystlinje. Uden for den nuværende kyst må der derfor have ligget landområder, som har kunnet levere materialer til opbygningen af den nuværende ø, og som det marine forlands strandvolde i begyndelsen er vokset ud fra.



Store sten stikker ud af sandet, hvor sandlaget er tyndt - som her ved Hornfiskrøn syd for Læsø.

Foto: Conny Andersen.

Hvordan dette ældre landskab præcis har set ud, og hvor det har ligget, kan vi kun gisne om. Men med den opbygning, som Læsøs underlag og omgivelser har, og med de transportretninger, som de bevarede strandvolde angiver, står vi ikke helt på bar bund.

Læsøs fundament - ishavernes aflejringer

Overalt under Læsø findes et op til 180 meter tykt lag af ler. Det er hovedsagelig aflejret på bunden af to ishave, ét før og ét efter sidste istid: Først et ishav, der dækkede det nuværende Kattegat-Skagerrak-område, det meste af Vendsyssel og dele af Nørrejylland, Sydnorge, Vestsverige og Nordsjælland.

Da indlandsisen derefter dækkede Kattegat under sidste istid, skubbede og masede gletsjerne på dette ishavsler og pressede det op i en række bakkestrøg. Nogle af disse opresninger af det første ishavsler kendes fra boringer og kan ses enkelte steder på stranden langs nordkysten. Disse oppressede rygge af ishavsler er sandsynligvis fundament for de nuværende rev, der omgiver eller vokser ud fra Læsø, fx det 8 km lange Rønner Revet fra Læsø til Nordre Rønner og det 10 km lange Nordvest Revet mellem Læsøs sydvestlige hjørne og Læsø Rende.

Efter sidste istid opstod et lignende ishav, da ismasserne var smeltet tilbage fra Danmark

til Vestsverige og Sydnorge. Her dannede ishavsleret et 10–25 meter tykt tæppe ovenpå det landskab af ældre ishavsler og kæmpestøre, opskudte lerflager, som istidens gletsjere havde efterladt. På Læsø og i øens nærmeste omgivelser er der ikke fundet gletsjerflejringer fra sidste istid. Men at isen har været der, ses bl.a. af disse opskudte flager af det første ishavsler og ikke mindst af, at det første ishavsler er presset kompakt sammen af vægten fra istidens is. I modsætning hertil er det efterfølgende ishavsler blødt og hænger dårligt sammen, når man fx tager boreprøver af det.

I ishavernes både før og efter sidste istid flød der isbjerge ud fra bræerne længere mod nord og øst, og isbjergenes indhold af sten, grus og sand dryssede som sne fra de smeltende isbjerge og lejrede sig i de betydelige mængder af ler og silt, som med smelte vandet sendtes ud i havet fra israndene.

Fastlandstiden

I den efterfølgende fastlandstid udgjorde Læsø-området den nordlige del af et meget stort landområde, der afgrænsedes mod nord af Skagerrak og mod øst af en fjordarm fra Skagerrak gennem Østerenden mellem Læsø og Sverige. Længere mod syd strømmede store floder fra Bælterne og Jylland gennem både Læsø Rende og til fjordarmen øst for Læsø.

Menneskene, dyrelivet og vegetationen i dette store landområde, der nu er dækket af Kattegat, kender man primært fra de tilgrænsede landområders moser. Lidt ud for barriereøen Stokken, ved Læsøs sydvestlige hjørne, er der gjort fund af stubbe fra en fyrreskov. Kulstof-14 dateringer herfra viser, at skovens alder er ca. 10.000 år. Der er således tale om rester af en af de ældste, kendte skove i Skandinavien efter sidste istid.

Stenalderhavet

For ca. 8.000 år siden begyndte havet igen at stige. Dette stenalderhav (også kaldt littorinahavet) blev dannet, fordi landhævningsens hastighed gradvist aftog samtidig med, at iskalotterne i Skandinavien, Nordamerika, Grønland og Svalbard smeltede tilbage med fornyet kraft mod deres nuværende størrelse.

For ca. 6.300 år siden nåede stenalderhavet sin største udbredelse, og det store landområde omkring det nuværende Læsø skrumpede betydeligt og udgjorde et øhav, hvor kun de højeste dele stak op af havet. Nu finder vi resterne af dette landskab som de mange stenrev i havet omkring og under Læsø.

Læsøs ældste bevarede dele – to øer dannes og bliver til én

Omkring de enkelte øer i dette stenalder-øhav dannedes marine forlande. Det vil sige lave områder opbygget som strandvolde af det sand og grus, som kysterosionen vaskede fri af ishavsleret i partier af højereliggende istidslandskaber.

Den første, bevarede ø

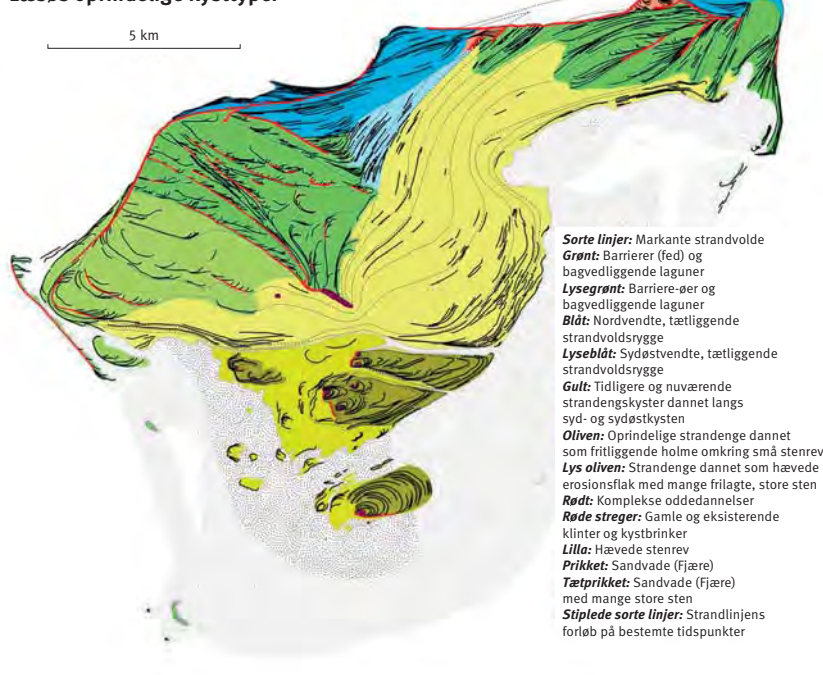
Et af disse marine forlande opstod, hvor Nordre Rønner – en lille øgruppe, der består af store sten med et dække af strandeng – og stenrevne deromkring nu ligger, se foto s. 3. Herfra voksede et 10 km langt kompleks af øder og strandvolde mod syd, drejende til syd-øst. Den østligste spids af dette strandvoldskompleks begyndte at blive dannet for 4.900 år siden og udgør i dag Læsøs ældste og højst beliggende strandvolde midt i Klitplantagen, hvor vi har rejst Læsøs 'fødselssten'. Sidenhen er det meste af dette strandvoldskompleks igen taget af havet, således at kun den yderste østlige ende af den store odde er bevaret, se kortene til højre og på s. 7. De borteroderede dele af odden har sandsynligvis fulgt vestsiden af det 8 km lange Rønner Revet mellem Vesterø og Nordre Rønner. Her findes endnu mange store sten. En meget stor sten, Friises Sten, ragede 3 meter op fra havbunden til 0,5 meter under havoverfladen. Denne store sten er nu spulet ned i havbunden, og sømærket er fjernet. Mange andre af de store sten mellem Nordre Rønner og Vesterø og i farvandet omkring Nordre Rønner er fjernet ved stenfiskeri gennem det meste af 1900-tallet og anvendt til molebyggeri overalt i de indre farvande.

På den lange oddes bevarede østende er der gjort en del fund af flinteredskaber fra den grubekeramiske kultur, dvs. den sidste stenalderkultur, der kortvarigt eksisterede som en jæger- og fiskerkultur i bondestenalderens slutning, hvor stenalderhavet havde taget så meget land langs Kattegat-området, at mange måtte søge anden levevej.

Og så endnu en ø

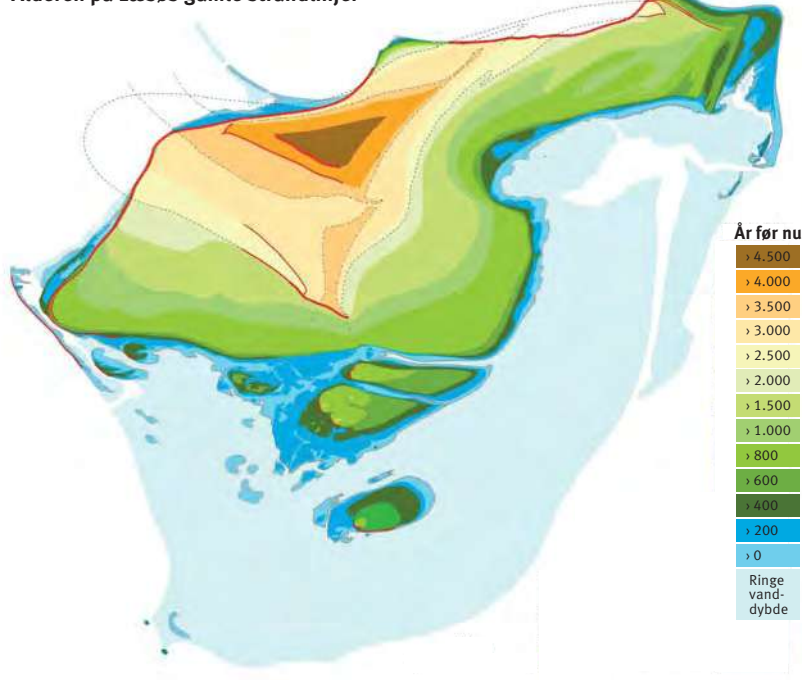
For godt 4.000 år siden begyndte et andet strandvoldskompleks at vokse mod nord fra et andet istidslandskab syd for det nuværende Byrum, se figur til højre samt s. 6. De bevarede dele af disse strandvolde løber nordpå fra Byrum Kirke under de nuværende veje til

Læsøs oprindelige kysttyper

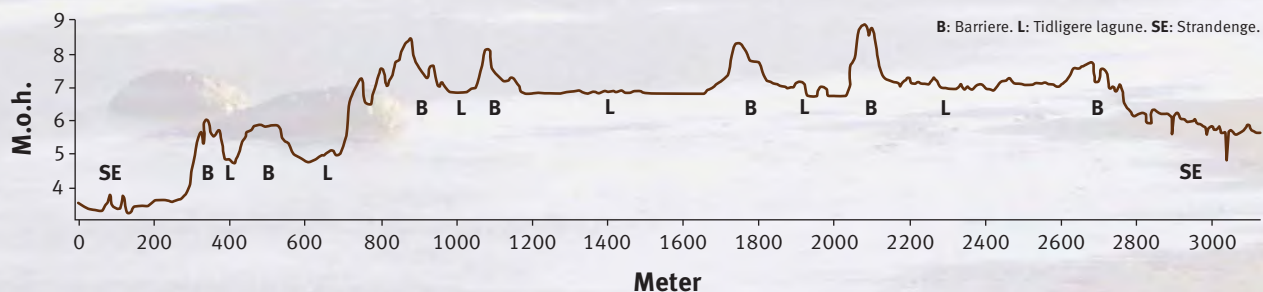
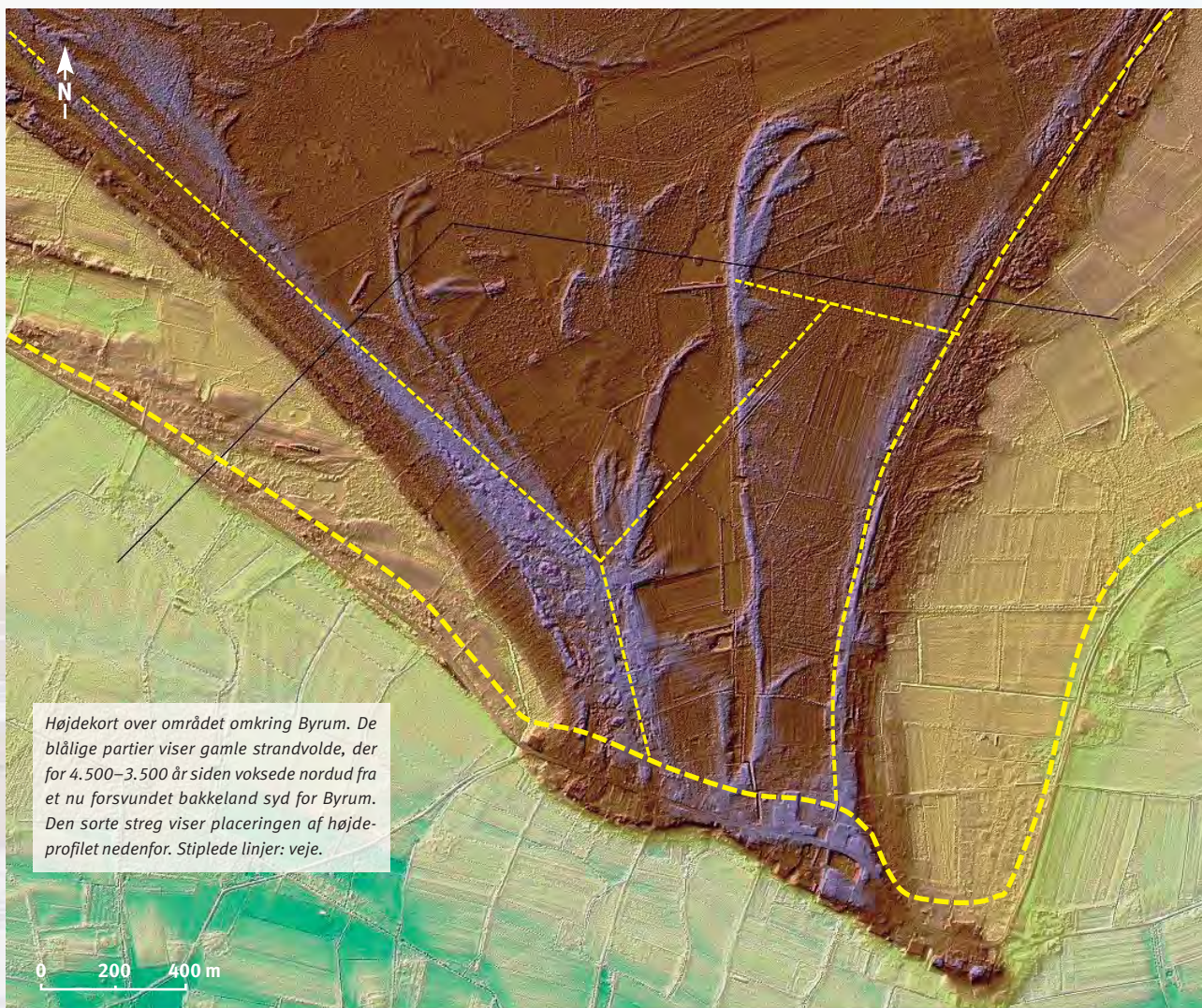


Læsøs mest markante strandvolde (sorte streger), gamle og eksisterende klinte og kystbrinker (røde streger), samt oprindelige kysttyper (farvede arealer).

Alderen på Læsøs gamle strandlinjer



Læsøs aldersforhold – farveskalaen angiver strandens beliggenhed i de givne tidsrum. De stiplede linjer viser grænserne mellem forskellige tidsrum og hvor tidligere landområder – mod nordvest og nordøst – nu er borteroderet. De røde linjer angiver beliggenheden af gamle og nuværende kystklinter.



syd for flyvepladsen, hvor de endte ved et bredt sund mellem denne nye ø og den 10 km lange odde lidt nord derfor.

For omkring 3.000 år siden voksede de to øer sammen, ved at strandvoldene fra de senere borteroderede istidslandskab nord og vest for Vesterø og syd for Byrum sendte lange barrierer med kraftige strandvolde mod hinanden. Derved dannede barriere-systemerne fra hhv. Vesterø og Byrum tilsammen en mindst 7 km lang og kraftig barriere, der afspærrede det store område, hvor Kærene nu er, fra havet. Området bag den lange sammenhængende barriere (Kærene) var i de 1.000 forudgående år blevet dannet som en

række lange barrierer med store bagvedliggende salte laguner, der nu af landhævningen er fuldstændig omdannet til ferskvandssøer, rørskove og hedemoser. Men indtil for 3.000 år siden var der stadig nogenlunde fri passage mellem de to ældste landområder.

De ældste bevarede dele af Læsø udgik således oprindeligt fra to væsentligt ældre istidslandskaber: Et nord og vest for Vesterø Havn, og et syd for Byrum. Men for omkring 2.500–2.000 år siden var de sidste rester af dette landområde og det efterfølgende øhav fuldstændig eroderet ned af havet og omdannet til de talrige stenrev, der findes (eller fandtes) i havet omkring Læsø.

Desuden finder man overalt under og omkring Læsø ikke blot de ovennævnte stenrev, men også et 0,3–2 meter tykt, sammenhængende lag af grus og sten, som havet har eroderet ud af det forudgående istidslandskab. De fleste steder er dette sten- og gruslag dækket af yngre hav- og strandsand. På strandengene Rønnerne, er det yngre sandlag ganske tyndt, og de største sten i sten- og gruslaget stikker derfor op gennem sandet og danner Rønnernes karakteristiske stenbestrøning, se fotos s. 4 og 14. Mange af Rønnernes store sten er fjernet og anvendt til gravsten og byggeri.

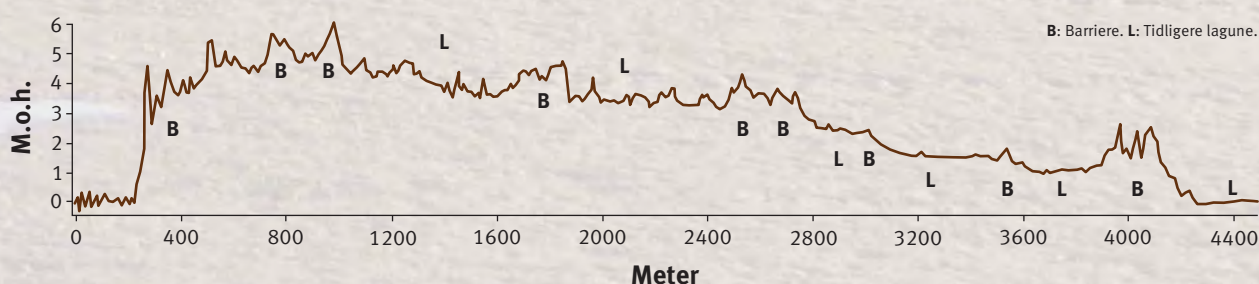
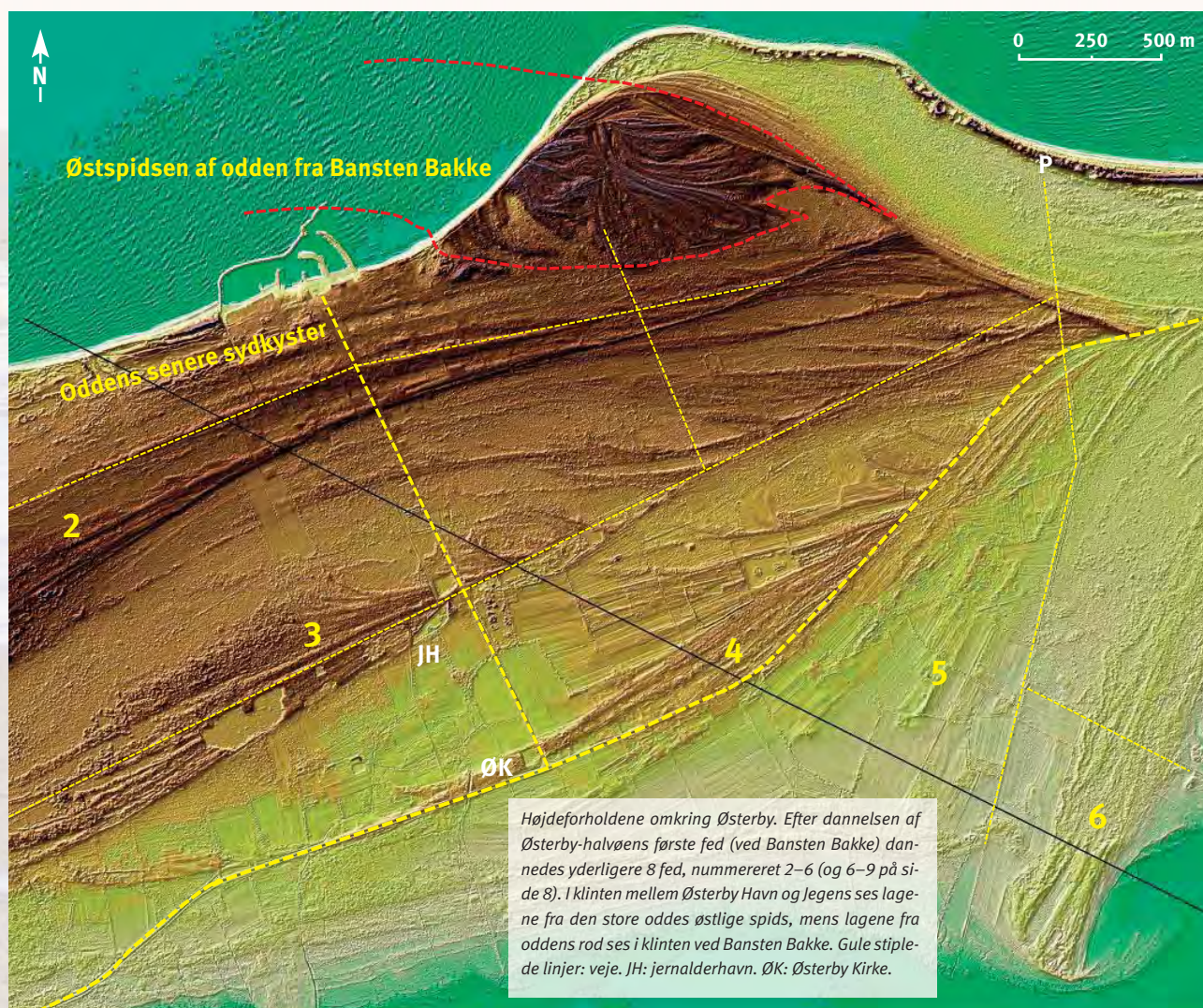
Landtilvæksten omkring de ældste to øer

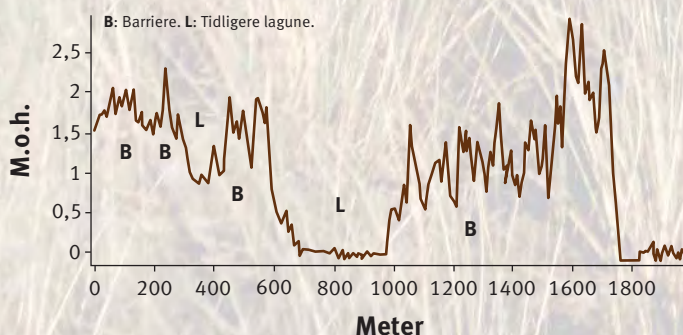
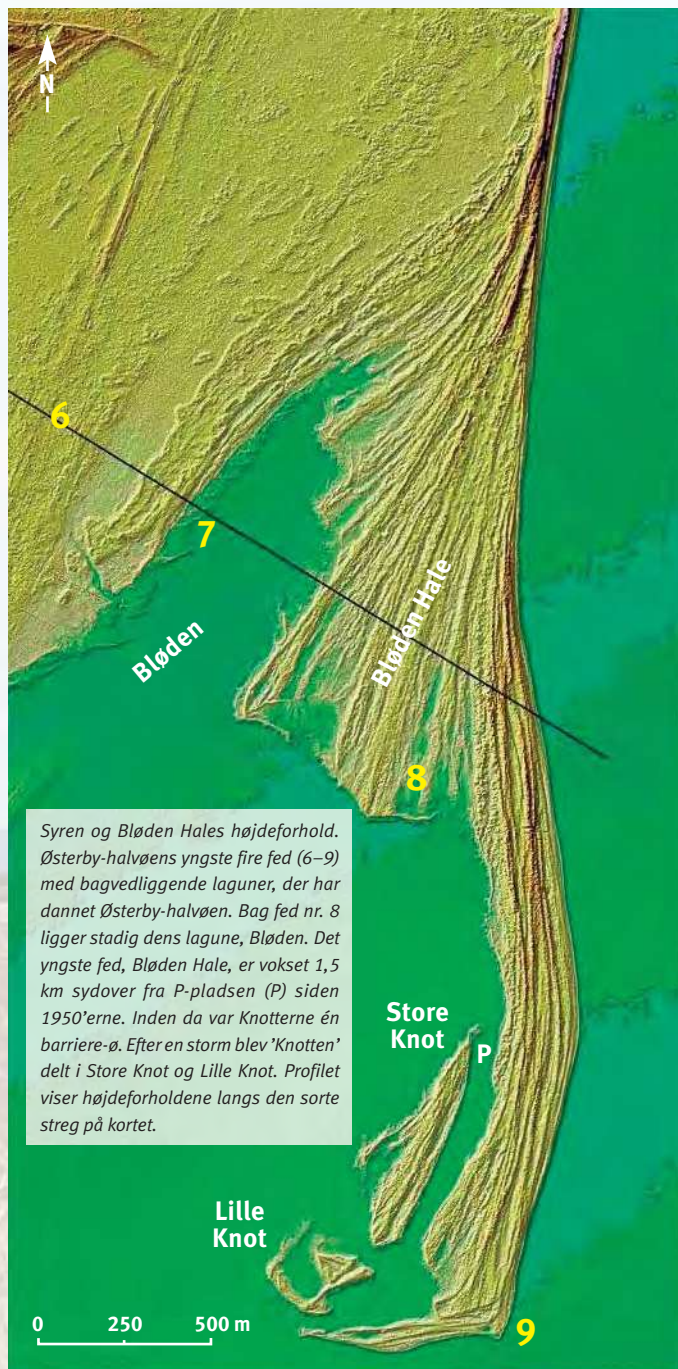
Efter sammenvoksningen af de to ældste øer ændredes bund- og strømforholdene omkring 'den gamle trekant', dvs. det relativt højtliggende marine forland, hvor Kærene og klitplantagerne nu er. Havbunden mod syd og sydøst blev relativt lavvandet pga. landhævningsen, og på 'den gamle trekants' sydøstlige kyst begyndte de første strandenge at blive dannet. Samtidig begyndte en kraftig odde at

vokse ud mod nordøst. Mod syd og vest forsvandt istidslandskabet efterhånden og tilvæksten langs 'den gamle trekants' sydvestlige side bestod derefter af fritliggende barriere-øer foran brede laguner, der i takt med landhævningsen blev omdannet til søer og sumpe og senere til landbrugsland.

Dannelsen af Østerby-halvøen

Mod nordøst groede de to sammenvoksede øer ud i en betydelig nordøstvendt odde, der havde nordkyst ved Hvide Bakker og sydkyst ved Bansten Bakke. Herfra voksede odden videre, indtil den for ca. 2.500 år siden var vokset nord om den nuværende Østerby Havn og – som sin østligste spids – dannede den højeste del af Jegens øst for Østerby Havn, se nedenfor.





Samtidig med, at denne begyndelse til Østerby-halvøen voksede mod øst og syd, blev odden eroderet nordfra, således at oddens midterste del forsvandt. Den store oddes oprindelige rod er bevaret mellem Hvide Bakker og Bansten Bakke, og dens meget grovkornede østspids er bevaret på Jegens (se s. 7). Klinterne ved Bansten Bakke og øst for Østerby Havn viser snit gennem denne store, nu næsten forsvundne odde.

Serie af 9 fed

Men den store oddes sydkyst voksede imidlertid videre. Her dannedes en serie af 2–3 km lange fed, der samtidig med erosionen af nordkysten blev opbygget af de materialer, som bølger og strømme sendte rundt om øens østspids. *Fed* er betegnelsen på en odde, hvor den inderste ende er smal, mens den breder sig ud i en klo eller vifte formet af krumodder i den fjerne del. Den smalle del af odden er typisk erosiv med stejle brinker mod havsiden, mens den kyst, der vender ind mod lagunen, er i vækst. Først voksede feddene mod vest-sydvest langs med den store oddes oprindelige sydkyst. Grusgravene i Østerby udnytter strandvoldene på de to ældste af de i alt 9 fed, der kom til at udgøre Østerby-halvøen. I tidens løb svingede oddernes vækstretning mere og mere mod syd. Det yngste skud på denne stamme er Bløden Hale, se figur til venstre. Bag hver af disse 9 fed var der en lagune i form af en aflang lavvandet vig, der lokalt kaldes en bløde og som i takt med landhævnningen efterhånden blev til ferske, våde lavninger, lokalt kaldt siger. Bløden inden for Bløden Hale er den yngste af disse vige. De bevarede dele af Østerby-halvøen er således helt overvejende opbygget fra syd og sydsøst, herunder også den nuværende, eroderede nordkyst.

På store dele af Østerby-halvøen udgør de landhævede laguner det nuværende landbrugsland, mens bebyggelserne mest ligger på de gamle barrierer og fed, fx den tilsandede Hals Kirke, Østerby havneby, Østerbys nye kirke, Gl. Østerby og gårdene sydsøst derfor.

Dannelsen af Læsø sydvestlige del, 'Sydvesten'

Samtidig med, at Østerby-halvøen blev dannet, opstod en række barriere-øer og -halvøer langs øens sydvestkyst. Efter sammensvejsningen af de to første øer ophørte materialetilførslen fra det gamle istidslandskab syd for

Byrum. Landskabet her må med andre ord være eroderet helt væk ca. 3.000 år før nu.

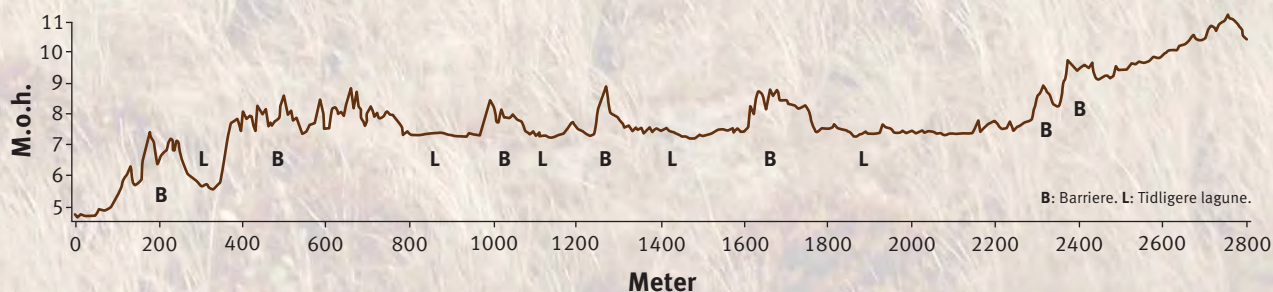
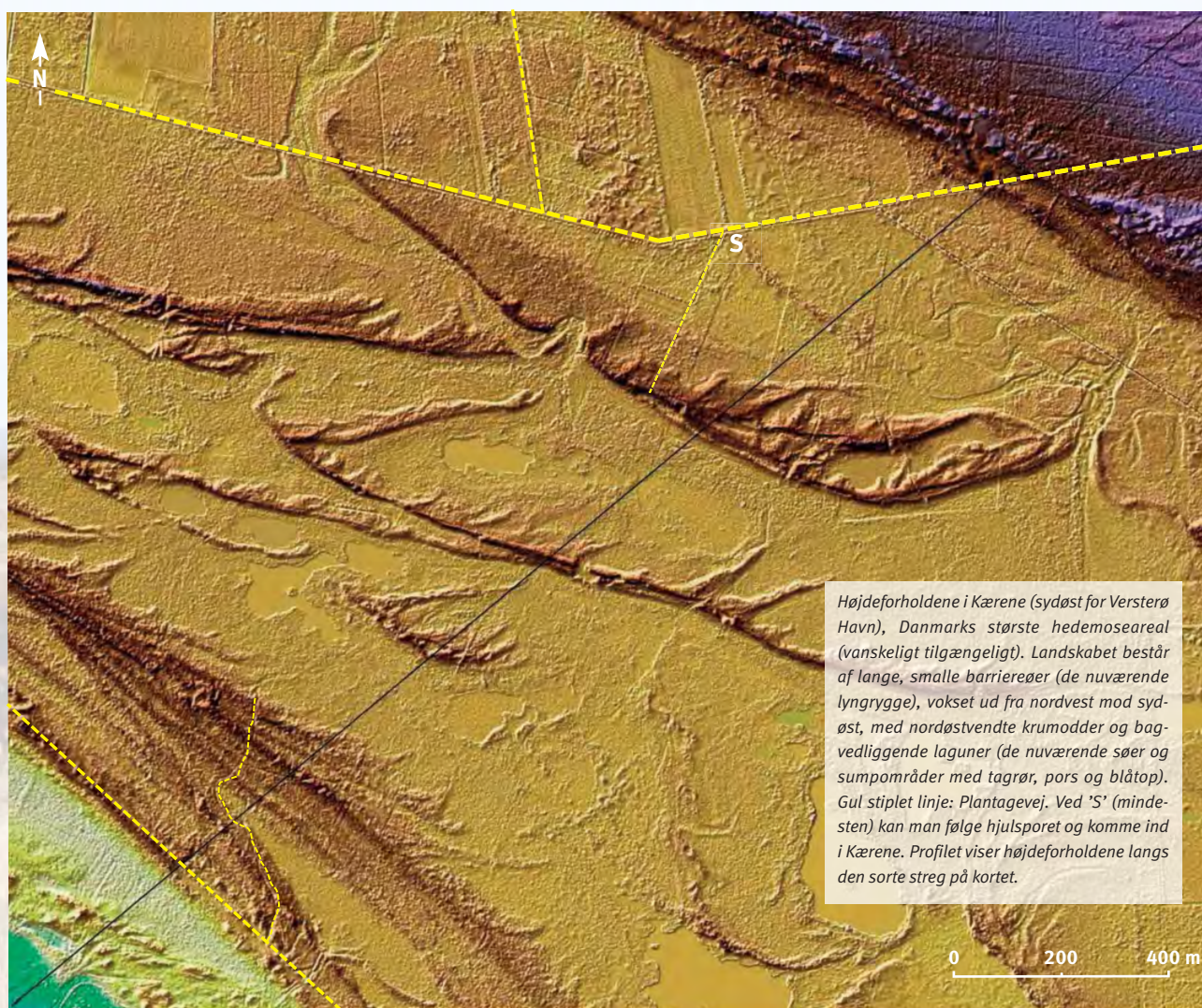
Derimod fortsatte materialetilførslen fra nordvest, hvor der i endnu 500 år har været et istidslandskab, der kunne levere materialerne. Således voksede der lange barrierer mod Byrum fra dette nu forsvundne landskab uden for øens nuværende vestkyst, se nedenfor. Her skærer kysten vinkelret gennem disse 3.000 – 2.500 år

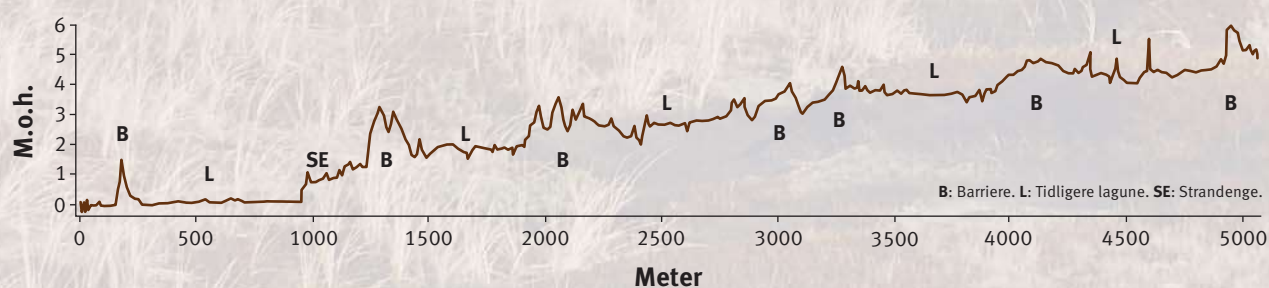
gamle barrierer, og herfra nåede den længste barriere hele vejen fra Vesterø til Byrum. Her findes barrierens østligste ende i udkanten af Byrum, hvor et vandløb afvander de landhævede, tidligere laguner nord for landevejen.

Derefter ophørte tilførslen af grove materialer også fra det ældre bakkeland ud for vestkysten, og dannelsen af Sydvesten (se figur s. 10) skete fra 2.500 år før nu helt overvejende

ved dannelse af barriere-øer på omtrent samme måde som den nuværende barriere-ø, Stokken, dannes i nutiden.

I nutiden udgør de gamle, landhævede laguner Sydvestens landbrugsland, mens bebyggelserne fortrinsvis ligger på gamle barriere-øer, fx Vesterø Kirke, gårdene deromkring samt husene og gårdene langs områdets gamle veje.





De første strandenge opstår

Omkring for 3.000 år siden indtraf en væsentlig ændring af kystdannelsen langs den sydøstlige side af 'den gamle trekant'. Her afløstes de daværende brændingskyster af strandenge. Mens strandvoldene hidtil var dannet som sydøst-vendte godt 1 meter høje, tætliggende ryg-

ge, er de efterfølgende strandvolde meget lavere, typisk kun 0,3–0,5 meter høje. Det afspejler et skift i miljøet til mindre eksponerede / mere fredelige forhold, og dette var samtidig begyndelsen på dannelsen af de kæmpestore strandengsarealer.

Denne vigtige ændring af kystmiljøet var forårsaget af, at havet syd og sydøst for Læsø efterhånden var blevet lavvandet som følge af landhævnningen – så lavt, at der strandede to kaskelothvaler ca. 1 km uden for den daværende sydøstlige kystlinje, da den endnu



Luftfoto af Stokken og dens lagune. Denne nordvestlige ende af Stokken er præget af store krumodder, der med tiden gror til, hvis de lever længe nok i det meget dynamiske miljø. Mellem krumodderne er barrieren meget smal og præget af gennembrud og overskyl, der opstår under pålandsstørme. Herved skylles havsidens sand ind i lagunen, der smaller til, mens Stokken bevæger sig mod land. Siden Stokken opstod omkring 1930, er den 'kravlet' ca. 500 meter landværts.

Foto: Eigil Holm.

var en brændingskyst. Begge hvaler er kultof-14 dateret til ca. 3.200 år før nu.

Men i de efterfølgende 3.000 år helt frem til nutiden bredte den nye kysttype af strandenge sig, så den efterhånden udgjorde hele den 30 km lange kyststrækning mellem Bløden Hale i øst og Stokken i vest. I begyndelsen bredte strandengene sig over det nuværende Bangsbo og Klitten, derpå syd om Byrum til Tørkeriet og Søndre Nyland i vest for sluttelig også at udgøre strandengene langs bugten Bovet.

De højeste dele af disse gamle strandenge udgør Læsøs bedste landbrugsjord. De blev opdyrket under Læsøs tidlige bosættelse i midtalden og udgør i dag – sammen med senere opdyrkede strandenge – landbrugslandet i Bangsbo, Stoklund, områderne øst, syd og sydvest for Byrum og størstedelen af Tørkeriet.

Rønnerne opstår

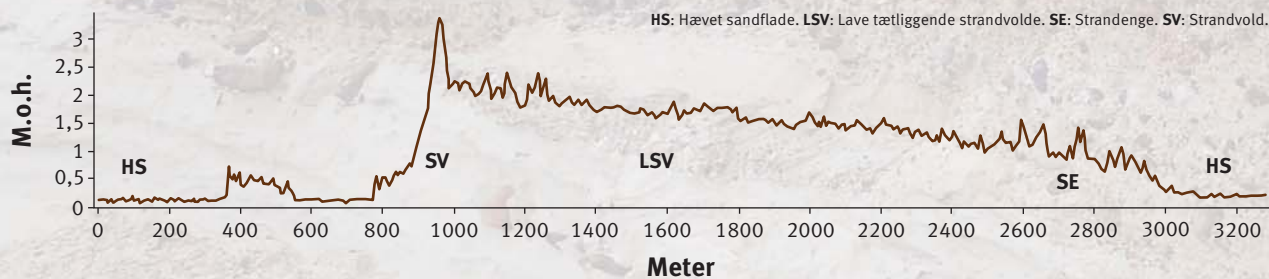
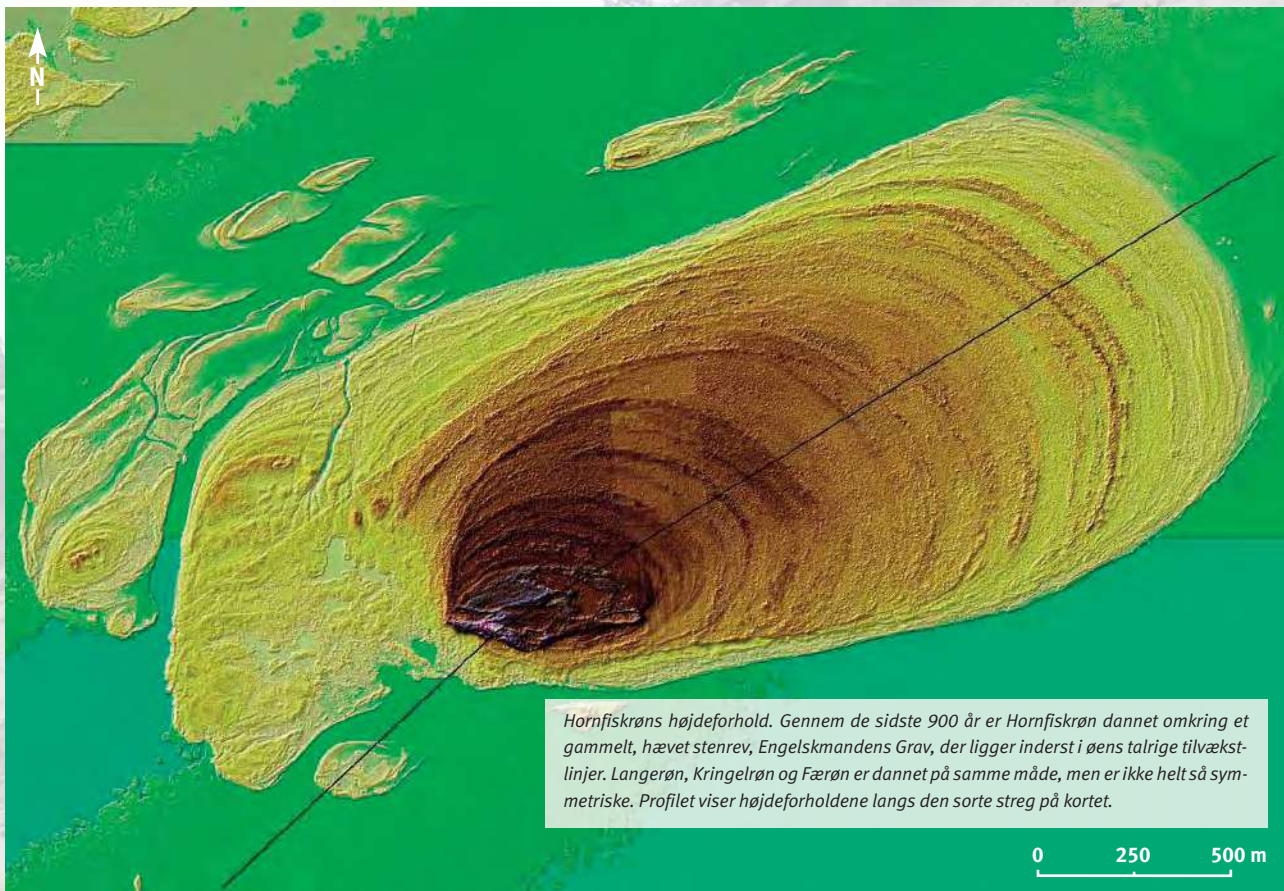
For godt 1.000 år siden begyndte der syd for Byrum at stikke en række små stenrev op af områdets lavvandede hav. Området udgjorde

et vidtstrakt *abrasionsflak*, hvor havet havde eroderet så meget i det ældre istidslandskab, at områdets bund udgjorde en næsten fuldkommen plan og lavvandet flade. Dette flak var og er overstrøet med store, frilagte sten, som bølgerne ikke har kunnet flytte. Derimod kunne isskruninger få fat i de af stenene, som stak ud af havet og derfor kunne fryse fast, så havis i drift og isskruninger kunne skubbe dem sammen i de 6 stenrev, der efterfølgende kom til at udgøre 'vækstcentrene' for Langerøn, Kringelrøn og Færøn. På den lavvandede sandflade syd for Læsø, der let fryser til, kan man i kolde vintre se, hvordan selv 2 meter store sten kan trækkes rundt af havisen og efterlade lange plovfurer i havbunden.

Omkring Rønnerens små, oprindelige stenrev ('røn' = røse = stenrev) samlede sandet sig, og snart bredte en strandengsvegetation sig i sandet omkring stenrevene. I løbet af de følgende århundreder fremstod Rønnerne som tre adskilte øer med såkaldte 'floder' imellem, således Langerøns Flod mellem Lan-

gerøn og Læsø, Kringelrøns Flod mellem Kringelrøn og Langerøn, Færøns Flod mellem Færøn og Kringelrøn og selve Floden inderst mellem Rønnerne og Læsø.

For ca. 900 år siden opstod Hornfiskrøn omkring det meget større, hævdede stenrev 'Engelskmandens Grav', Danmarks største stenrev omgivet af yngre land, se figur s. 12. I løbet af disse 900 år er Hornfiskrøn ligesom de andre tre Rønner vokset som vækstringene i muslingeskaller til deres nuværende samlede størrelse på godt 20 km². I dag er de tre ældste Rønner vokset sammen indbyrdes og sammen med Læsø, mens Hornfiskrøn endnu er fritliggende, se kortet s.2. I nutiden dannes en række hastigt voksende holme i Hornfiskrøns Flod og på det lave vand vest for Hornfiskrøn, sydvest for Kringelrøn og syd for Tørkeriet.



Havspejlets højdevariationer siden Læsøs opståen

De ældste bevarede dele af Læsø opstod for 4.900 år siden og ligger nu godt 10 m over havet. Kurven (se figur s. 13 øverst) er en sum af landhævning og havniveauforandringer. Men trækker man landhævningen fra den nuværende højde af de mange gamle strandlinjer, fremkommer en kurve for havets egne højdeændringer.

Denne kurve viser, at der er sket følgende med havets egne højdeændringer: Stenalderhavet nåede sin maksimale udbredelse ca. 6.300 år før nu. Derefter fortsatte stenalderhavet med at stige, om end svagere end landhævningen. Ca. 4.000 år før nu var istidens is omsider smeltet tilbage til den nuværende udbredelse.

I de sidste 4.000 år har havniveauet derfor i gennemsnit været som nu. Men der *har* været nogle svingninger omkring dette gennemsnitlige niveau, idet havets højde 8 gange er steget op til 80 cm og 8 gange er faldet ned mod 90 cm under det nuværende havniveau, se figur nederst s. 13.

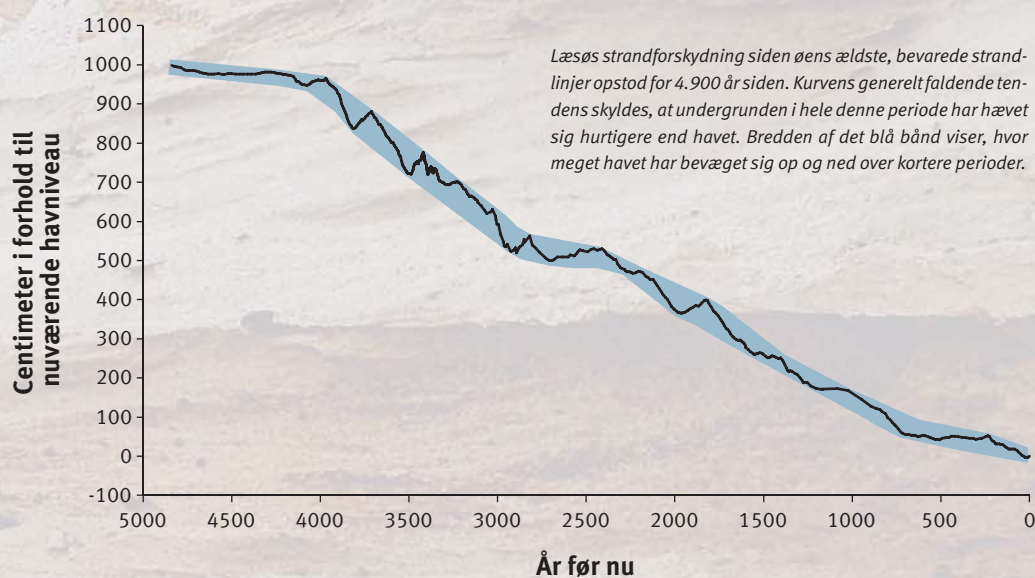
For eksempel viser den havstigning, der har stået på siden 1300-tallet i Lille Istids første fase, at Kattegat i 700 år gennemsnitligt er steget 1,2 mm/år, og at denne langvarige havstigning er den samme som den nuværende havstigning. Den nuværende havstigning på 1,2 mm/år er derfor ikke nogen ny foreteelse som følge

af nutidens menneskabte globale opvarmning, men er led i det system af naturlige klimaforandringer, der hele tiden foregår.

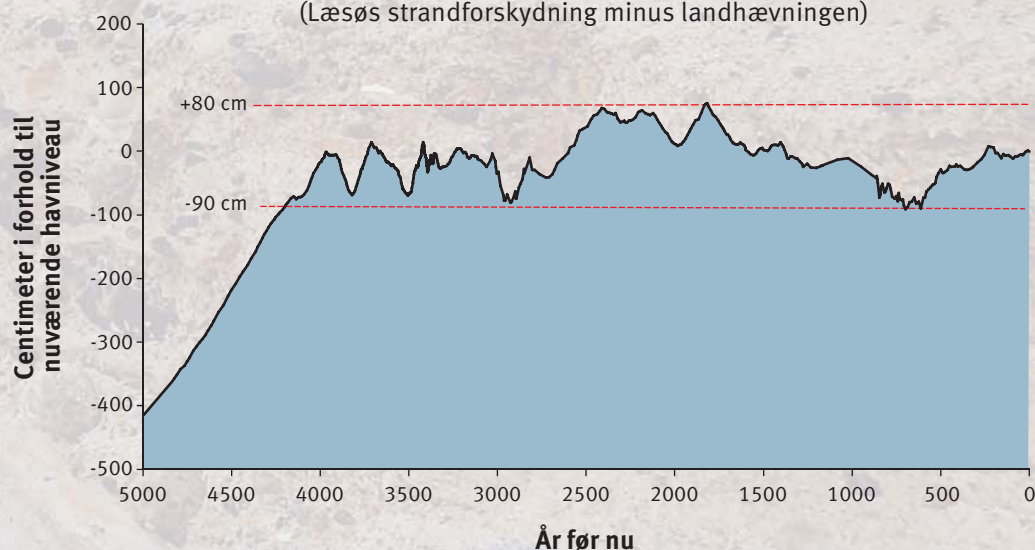
Også før kalenderåret 1300 er havets vandstand svinget. Målt over 100-års-perioder er havet for det meste svinget med hastigheder i både opad- og nedadgående retninger på ca.

2 mm/år, og i flere 100-års-perioder med op til 6 mm/år. Det Internationale Klimapanel (IPCC's) prognoser for de kommende 1–2 århundreder ligger helt inden for dette variationsmønster, som Læsøs gamle strandlinjer viser, har fundet sted hele tiden gennem de sidste 4.000 år.

Læsøs strandforskydning siden øens opståen (relativt havniveau)



Havets højde i forhold til nu (absolut havniveau) (Læsøs strandforskydning minus landhævningen)



Havspejlets højdevariation siden Læsøs ældste, bevarede strandlinjer opstod for 4.900 år siden. Kurven fremkommer ved at trække landhævningen fra strandforskydningen i figuren ovenfor. Det ses, at stenalderhavet fortsatte med at stige til ca. 4.000 år før nu, hvor istidens indlandsis omsider var smeltet tilbage til den nuværende størrelse. I de sidste 4.000 år har havniveauet set over 1.000-års perioder været nogenlunde konstant. Ses der derimod på 100-års-perioder, har havets højde svinget med ca. 80 cm over og under det nuværende havniveau.

Saltforekomsterne opdages og øens bosættes



Strandeng på Rønnerne med talrige store sten, spredte lave buske og – i maj/juni måned – et smukt tæppe af engelskræs.

Foto: Merete Binderup.

På strandene langs disse hurtigt voksende strandenge opdagede munke i 1100-tallet, at der i sandet og gruslaget over det underliggende 'vandtætte' ler – på kun 1–2 meters dybde – var forekomster af stærkt saltberiget vand, også kaldet hypersalint grundvand. Det er så salt, hele 10–16 %, at hønseæg kan flyde på det, og det sker, når saltkoncentrationen er 7–8 gange så stærk som havvandet.

Bosættelse og saltindustri

Denne opdagelse medførte, at der snart efter opstod en omfattende bosættelse og en dertil hørende saltindustri. Saltindustrien stod uafbrudt på i de følgende 500 år (1150–1652). I hvert fald frem til Reformationen (1537) gav saltindustrien både Læsøs indbyggere, Viborg Domkapitel og klostre i Jylland, Halland og Sydnorge betydelige indtægter. Da antallet af samtidigt aktive syderier kulminerede (ca. 1585) var der i alt 135 syderier i gang på en 7 km lang strækning langs øens sydøstlige kyst, se figurer s.15.

Trækplasteret for øens hastige bosættelse var, at Viborg Domkapitel tilbød folk i Jylland, Sydnorge og Halland, at de kunne slå sig ned som frie bønder på Læsø ('Vor Frue Land') og tage land til opdyrkning. Betingelsen var, at hver gård skulle oprette et 'saltkoger' og aflevere en del af produktionen til domkapitlet samt betale for brænde og jord med salt. Alt i alt steg antallet af aktive syderier og gårde gennem stort set hele perioden 1150–1585. Og dette på trods af, at Den Sorte Død i sidste halvdel af 1300-tallet reducerede store dele af Europas – og Læsøs – befolkning til nær det halve.

Saltproduktionen kulminerede omkring 1585, hvor antallet af aktive saltsyderier nåede op på 135. Vi har anslået, at den producerede mængde salt steg fra ca. 400 tons/år i begyndelsen til ca. 2.000 tons/år, da saltindustrien var på sit højeste. Denne mængde var nok til at forsyne store dele af kongeriget Danmark–Norge. På basis af den nødvendige arbejdskraft og følgevirkning for driften af de mange syderier og et tilsvarende antal går-

de har vi anslået, at Læsøs befolkningstal toppede med mindst 4.000 indbyggere. Et antal svarende til datidens indbyggertal i landets største byer med undtagelse af København.

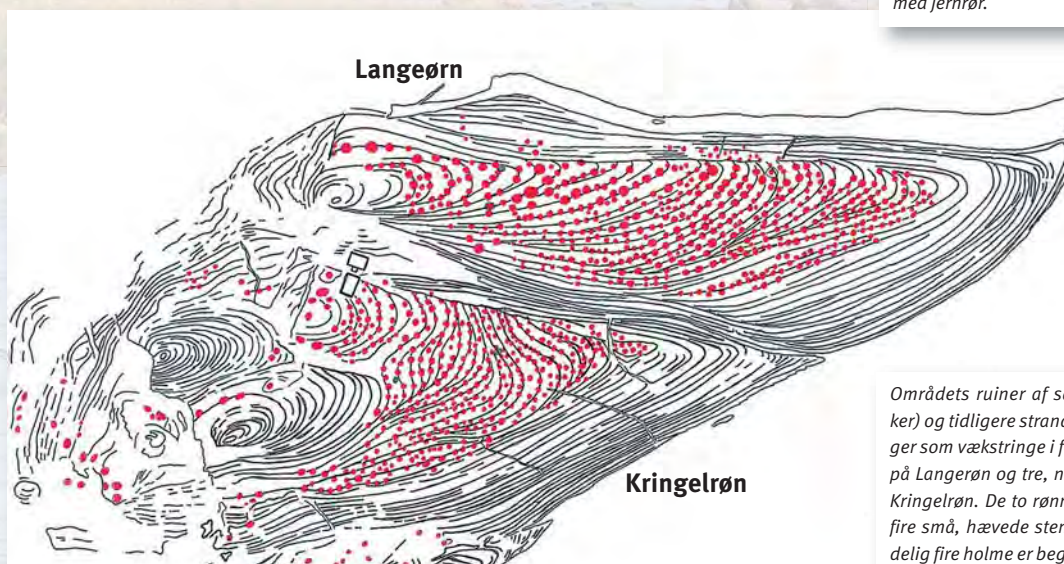
Dertil kom et ukendt antal søfolk, der gennem 1500-tallet og senere ernærede sig af en indbringende trekantshandel med salt, tømmer og korn mellem Læsø, Sydnorge, Bohus, Halland, Jylland og Bælthavets egne. På basis af gamle norske og svenske toldpapirer fra 1650'erne er navne på ca. 300 Læsø-skuder identificeret – inden for Det Dansk–Norske Rige kun overgået i antal af København, og i tonnage kun overgået af København, Ålborg og Bergen.

Den Lille Istid, koncentration-sagerbrug og sandflugt

Omkring 1600 spidser Lille Istid imidlertid til, og fra 1620 klager beboerne sig vedvarende over umulige vilkår for saltproduktionen. I 1652, otte år før svenskekongen Karl Gustav fører store styrker og tungt artilleri fra Jylland over det tilfrosne Bælthav og belejrer København, får be-



Langerøn og Kringelrøns højdeforhold. De blålige områder ligger ca. 2 meter over havet. De mange 'vorter' er ruiner efter saltsyderier. De har en udstrækning på 10–50 m og en højde på 30–50 cm over det omgivende flade terræn og kan derfor let identificeres. I alt er der i det viste område talt ca. 900 ruiner efter saltsyderier, hvoraf ca. 300 i forvejen var identificeret af Hans Langballe og markeret i terrænet med jernrør.



Områdets ruiner af saltsyderier (røde prikker) og tidligere strandlinjer (sorte linjer) ligger som vækstringe i fire muslingeskaller, én på Langeørn og tre, nu sammenvoksede, på Kringelrøn. De to rønner er opstået omkring fire små, hævede stenrev, hvorom de oprindelige fire holme er begyndt at vokse på grund af landhævningen. Især på Langeørn ses det tydeligt, at saltsyderierne ligger i rækker på de gamle strandlinjer.

boerne tilladelse til at betale de efterhånden mange pålagte afgifter med penge i stedet for med salt. Dermed ophørte saltproduktionen med det samme. Saltafgifter fortsatte imidlertid frem til 1953 til Viborg Katedralskole og havde således stået på i 800 år – danmarkshistoriens længstvarende afgiftsbetaling.

Baggrunden for denne bratte afvikling af saltindustrien var først og fremmest, at det hypersaline grundvand langs strandene forsvandt på grund af det kolde klima. En fortsat saltproduktion måtte derfor baseres på havvand, på kun 2,4 % salt, hvilket krævede 5–6 gange så meget brænde og arbejdskraft som

tidligere. Brændsel var for længst blevet en mangelvare, men nu stødte så også råstoffets ringe lødighed til. I årene omkring 1700 ved vi fra tre mislykkede produktionsforsøg, at det hypersaline grundvand var helt forsvundet og først blev dannet igen fra omkring 1800, hvor Lille Istid ophørte og sejlskibenes 'florissante tid' begyndte.

Den nye situation, som Lille Istid og øens afskovning havde lagt grunden til, betød, at øen var overbefolket i forhold til, hvad øens jordbrug kunne forsyne. Samtidig betød de udeblevne saltindtægter, at man ikke kunne betale for den manglende fødevarerforsyning.

Svaret var den form for landbrug – koncentrationssagerbruget – hvor betydelige mængder organisk stof køres ind fra 'udmarkerne' for at gøde 'indmarkerne' (agrene). Men denne agerbrugsform, der stedvist fortsatte helt frem til midten af 1900-tallet, havde den bivirkning at 'udmarkernes' afskrælningen af græstørv m.m. mange steder blotlagde den nøgne sandjord. Herved forstærkedes virkningerne af Lille Istids mange storme, kulde og misvækst. Resultatet var en voldsom sandflugt, der kulminerede midt i 1700-tallet, hvor landsbyen Hals, dens gårde, agre og kirke blev ubrugelige på grund af tilsanding.

Vegetationens naturlige udvikling

Ingen anden kommune i Danmark er i samme grad som Læsø naturfredet eller beskyttet af Naturbeskyttelseslovens bestemmelser om uopdyrkede arealer, EU's Natura2000-områder, EU's fuglebeskyttelsesområder, egentlige fuglereservater, statens og lokale jagtforeningers opkøb af hedemoser og kær, strandoverdrev og strandegne. Formålet med alle disse bestemmelser og opkøb er primært at beskytte øens nuværende store lysåbne arealer af heder, hedemoser, kær, strandoverdrev, strandsøer, strandenge og indlandsklitter.

Fra naturens hånd ville Læsø imidlertid – bortset fra de mest saltpåvirkede strandenge – være en stort set fuldstændig skovklædt ø, således som øen fremstod, da bosættelsen begyndte og tog fart i 11–1200-tallet. Men denne oprindelige tilstand ændres – nogle vil

sige 'forstyrres' – naturligvis af den arealanvendelse, som befolkningen gennem 900 år har levet af, men som i virkeligheden har skabt den tilstand med mange naturbeskyttede, lysåbne arealer, som ønskes i nutiden.

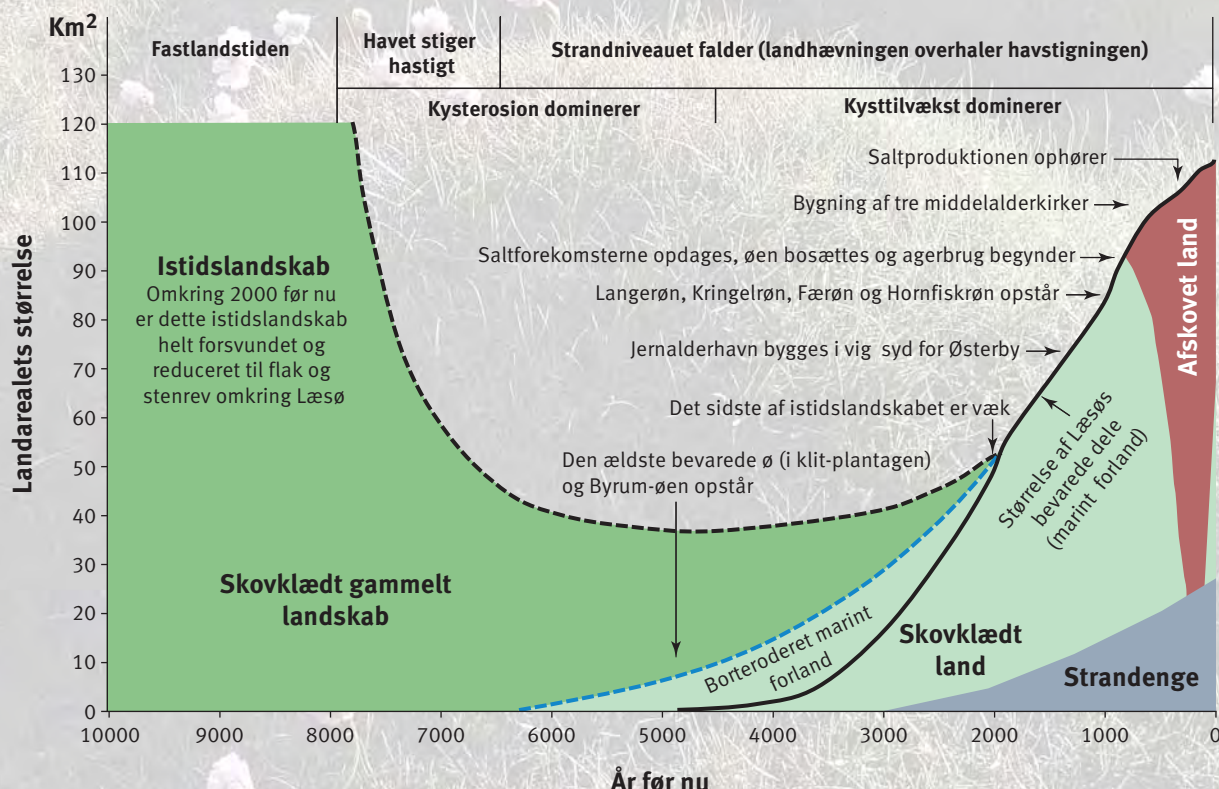
Naturligt indvandrede skove

Hvordan en naturlig tilstand ville udvikle sig og se ud i dag, kan vi bl.a. få en idé om ved at studere planternes pollen, således som de er bevaret i de få tørveforekomster, der er tilbage fra tiden før bosættelsen, saltindustrien, svenskekrigenes skovafbrænding og koncentrationsagerbruget. Pollenanalyser af tørv på Læsøs ældste del viser, at skoven var forholdsvis lysåben – formentlig afgræsset af kronhjort og andre store græsædere – og hovedsagelig bestod af taks, birk, el, pil, ask, skovfyr, eg, elm, lind,

asp og hassel. Bortset fra den oprindelige forekomst af store mængder taks – den var stedvis dominerende – minder denne skovsammensætning om den nuværende højskov, Lunden (1 km øst for flyvepladsen), der menes at være den eneste skovrest, der har eksisteret siden bosættelsens tid.

I nutiden kan man på den forholdsvis uforstyrrede ø, Hornfiskrøn, se hvordan en noget anderledes skovvegetation vandrer ind på de højst 900 år gamle strandenge og strandoverdrev. Her ses på øens højeste dele (kun 2 m.o.h.) en ca. 100 år gammel skov, der er fuldstændig domineret af høje birketræer, mens der i lavere områder findes en trævegetation af især pil og el. På andre lave strækninger dominerer pors og pilekrat, mens våde lavninger og småsøer er tilgroet med tagrør.

Læsøs forhistorie, vækst, markante begivenheder og størrelse



Læsøs landskabstyper og størrelse gennem de sidste 10.000 år. Den fuldt optrukne linje viser størrelsen af øens bevarede (nuværende) dele. De stiplede linjer viser skøn over størrelsen af de nu helt bortroderede landskaber. Boksene i figuren viser de vigtigste begivenheder i Læsøs historie.

Strandengenes vegetation styres af engenes oversvømmelses-hyppighed og grundvandets saltholdighed. Hér ses en strandeng med utallige tuer fra den gule engmyre. Tueengene findes typisk i højder på 40–100 cm over havet og har en rig vegetation af salt-tålende urter, her bl.a. engelskræs. På den laveste del vokser især den smukke hindebæger (nærbilledet) og strandvejbred.

Fotos: Conny Andersen.



Her kan du læse mere:

Binderup, M. 2006:

Fladkyster. I: Larsen, G. (red.): Naturen i Danmark. Geologien. Gyldendal, 415–427.

Hansen, J. M. 1995:

En ø's opståen, kystdannelse og vegetationsudvikling: Naturlige og menneskeskabte landskaber på Læsø. *Geologisk Tidsskrift* 2, 1–74, 2 indlagte, foldede kort.

Hansen, J. M. 2010:

The salt industry on the Danish Kattegat Island of Læsø (1150–1652): Hy-

persaline source, climatic dependence, and environmental impact. *Danish Journal of Geography* 110, 1–24.

Hansen, J.M., Aagaard, T., Stockmarr, J., Møller, I., Nielsen, L.,

Binderup, M., Larsen, J.H. & Larsen, B. 2016:

Continuous record of Holocene sea-level changes and coastal development of the Kattegat island Læsø (4900 years BP to present). *Bulletin of the Geological Society of Denmark* 64, 1–56.

Den lave vegetations indvandring

Særlig interesse knytter sig til overvejende afgræssede strandenge langs Læsøs sydkyster og de lidt højere liggende strandoverdrev, hvor der siden bosættelsen har fundet afgræsning sted. Kun i de områder, der jævnlige oversvømmes af havet – strandengene – kan man sige, at vegetationen ikke primært er et produkt af afgræsning og nutidens landskabspleje. Her forekommer en tydeligt zoneret vegetation, hvor terrænets højde over havet og dermed oversvømmelseshyppigheden og grundvandets saltholdighed er afgørende for, hvilken vegetation, der kan eksistere.

Forfatterens undersøgelser viser, at der er en nøje sammenhæng mellem vegetationstyper og ganske små forskelle i terrænhøjden i forhold til normal vandstand: 0–5 cm: dominans af *kveller* (og nu også *vadegræs*); 5–10 cm: dominans af den for Rønnerne så karakteristiske *tæt blomstret hindebæger*, der mange steder udgør store sammenhængende områder og om sommeren udgør et smukt, lilla blomstertæppe; 10–40 cm: tæppe af mange salttålede arter såsom fx *strandmalurt*, *strandvejbred*, *annelsgræs* og *engelskgræs*; 40–100 cm: tue-enge (se foto s. 17) med millioner af den gule engmyres tuer, der i sig selv er bevoset med en artsrig engvegetation; 100 cm og derover: græs- og lynghede med et stort antal *pletet gøgeurt* og en artsrig vegetation af græsser.

Den nuværende vegetation

Læsøs nuværende, naturlige vegetation er opstået sent i øens historie, hvor øen frem til 1920 fremstod som en 'stormomsust ødemark', således som Achton Friis beskrev øen i bogværket *De Danskes Øer*. En 'ødemark', der har mange årsager, men først og fremmest skyldtes udbredt afgræsning siden bosættelsen i 11–1200-tallet, skovrydningen i 15–1700-tallet, koncentrationsagerbruget i 1500–1900-tallet,

Lille Istids klimaforværring i 16–1800-tallet og den udbredte sandflugt og vinderosion samtidig med klimaforværringen. Således oplevede Læsø en stort set skovløs tid i en 300 år lang periode fra omkring 1650 til 1950.

Imidlertid har den skovløse tid sammen med koncentrationsagerbruget, den udbredte afgræsning og øens ringe alder bevaret en stadig mineralrig jordbund. Det vil sige et 'jomfrueligt' land, hvor der pga. ringe jordbundsforvitring stadig er tilgængelige mineraler og kalk, der ellers er udvasket i andre landsdeles sandjorde. Disse forhold er sandsynligvis baggrunden for Læsøs usædvanlig mange arter af en- eller flerårige urter, der er sjældne eller forsvundne fra andre af Danmarks øvrige sandede og almindeligvis meget ældre arealer.

Klitplantning og naturfredning

Klitvæsenet indledte omkring 1920 en betydelig tilplantning af 'udmarkerne', først i Højsande for at dæmpe sandflugten, derefter af de store hedestrækninger på øens nordlige del. Også mange mindre plantager og læhegn skød op på det sydlige Læsø.

I 1950-erne aflagde Overfredningskommissionen første gang besøg. Resultatet blev, at dele af de endnu ikke tilplantede heder blev naturfredet. Senere trådte den nugældende Lov om Naturbeskyttelse i kraft, hvorved det blev forbudt at opdyrke eller tilplante ikke tidligere opdyrket jord.

Fra ca. 1950, hvor koncentrationsagerbruget helt ophørte, og hvor klitplantagen, andre plantager og læhegn efterhånden var blevet mandshøje og lægivende begyndte en ny æra i øens vegetationshistorie. Kunsten bestod nu ikke mere i at få skov til at vokse frem, men i at hindre skovvækst på de betydelige fredede og beskyttede arealer, hvor man ønsker en lav vegetation med hedens, hedemosernes, strandoverdrevens og strandengenes karakter.

Herved genskabes vegetationstyper, der generelt er trængt tilbage til relativt små arealer i det øvrige Danmark, men som har gode muligheder for at eksistere i store sammenhængende arealer på Læsø.

Landskabspleje

Den ønskede, lysåbne vegetation kan imidlertid ikke opretholdes uden den arealanvendelse og jordbrugsøkonomi, der oprindeligt skabte disse landskabstyper, eller uden en omfattende landskabspleje med mere bstante midler. Heri er det en særlig hjælp fra naturens hånd, at øen hvert år vokser med omkring 20 hektar jomfrueligt land, der i mange år vil ligge så tæt på havet, at naturlige vilkår vil være omtrent enerådende.

Indtil kommunalreformen i 2007 stod Nordjyllands Amt for naturplejen, men havde langtfra ressourcer nok til at klare opgaverne med den hastige fremvækst af fyrre- og birkekrat, der bredte sig overalt på heder, strandoverdrev og de højeste dele af strandengene. I de senere år har Naturstyrelsens EU-finansierede Life-projekter sammen med lokale grundejere og landboforeninger varetaget en omfattende naturpleje. Heri indgår især fældning og flisning af betydelige skovtilgroede arealer og etablering af mange store indhegninger, hvor hårdføre, men miljøfremmede racer af køer, heste og får kan fortsætte naturplejen, når Life-projekterne ophører.

Med denne udvikling ændrede hovedparten af Læsøs landskaber atter fuldstændig karakter. Fra at have været en 'stormomsust ødemark' for knap hundrede år siden, er Læsø i dag en skovklædt ø med vidtstrakte, landskabsplejede indlandsklitter, heder, hedemos, kær og strandoverdrev samt ikke mindst strandenge med en mere naturlig vegetation.



Kattegats vindmønstre gennem tiden

Hele kompasset rundt udgøres Læsøs areal af gamle strandvolde ('rimmer') med mellemliggende lavninger ('dopper'). På figuren s. 5 øverst kan det ses at Læsøs strandvolde på basis af deres orientering kan inddeles i 3 regioner, der siden øens opståen har været eksponeret mod vinde fra hhv. nord (nord-vest–nordøst), sydøst (nordøst–syd) og sydvest (syd–nordvest). Forskellen på lige gamle strandvoldes opskylshøjde i de tre områder kan derfor give et sjældent muligt indtryk af, hvordan de dominerende vindes retninger og styrker har udviklet sig gennem tiden.

En strandvolds højde afgøres ikke kun af vindretningen og -styrken, men også af en række andre faktorer såsom længden af det frie stræk til nærmeste kyst på den anden side af havet, vanddybderne ud for kysten og havbundens stejlehed nærmest kysten.

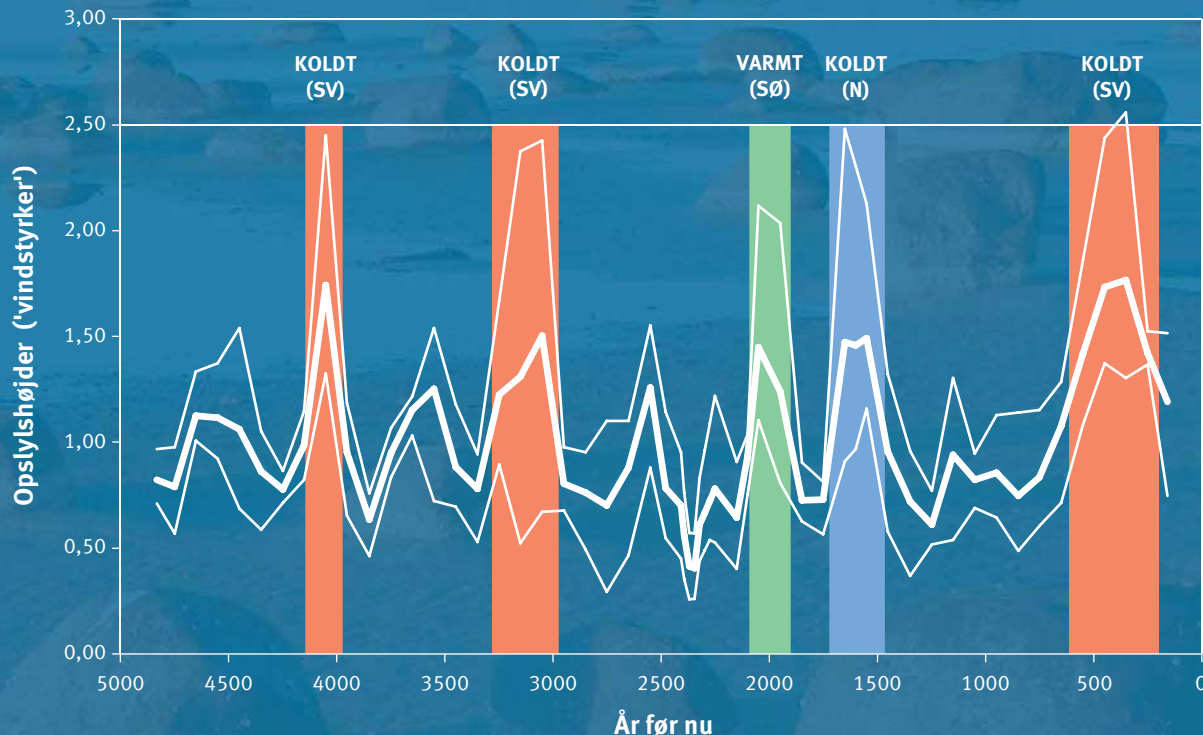
Hvis man forudsætter, at disse havbundsforhold ikke har ændret sig afgørende over perioder på fx 300 år, kan man for hver af de tre eksponeringsretninger opnå sammenlignelige mål ved at 'normalisere opskylshøjderne' for hver af de tre hovedretninger. Normalisering vil sige, at de målte opskylshøjder (i meter) omregnes til at variere omkring 1 (rent tal, ikke meter), hvor tallet 1 svarer til den gennemsnitlige opskylshøjde i samme eksponeringsområde gennem fx de nærmeste 300 år. Herved bliver de enkelte strandvoldes opskylshøjder i princippet sammenlignelige mellem de tre hovedretninger, uanset de ovennævnte forskelle på frit stræk, vanddybder og havbundens hældning.

Resultatet af en sådan analyse af 'opskylshøjderne' er vist i figuren nedenfor. Heraf ses, at der omkring Læsø har været 5 perioder, hvor vindene har været særligt kraftige (stormfulde) og har dannet bånd af strandvolde, der er op til 2,5 gange så høje som gennemsnittet. De kraftige vinde er kommet fra sydvestlige retninger i 3 perioder svarende til kolde perioder, dvs. 4.200–4.000, 3.300–3.000 og 700–200 år før nu (den sidste svarende til Lille Istid), mens de kraftige vinde i perioden 2.100–1.900 år før nu er kommet fra sydøstlige retninger (svarende til 'Roman Warm Period'), og i perioden 1.700–1.400 år før nu er de kommet fra nordlige retninger (svarende til 'Dark Ages' og de store folkevandrings tid).

Disse 5 stormfulde perioder svarer til kolde perioder – med undtagelse af perioden med sydøstlige vinde ('Roman Warm Period') – der alle 5 er identificeret i en række undersøgelser af fortidens temperaturer. Det er overraskende, fordi det internationale klimapanel (IPCC's) regnemodeller går ud fra, at stormfuldt vejr vil blive et resultat af global opvarmning.

Mellem disse 5 perioder med særligt stormfuldt vejr findes yderligere 4 perioder med mellemhøje strandvolde (1,5 gange gennemsnitshøjderne). I alt 9 toppe, der ligger med nogenlunde samme tidsafstand. Den gennemsnitlige periodelængde for disse 9 toppe er ca. 540 år. De 9 perioder med høje opskylshøjder har derfor ikke noget at gøre med øens gentagne dannelse af barriere-systemer, idet varigheden mellem hvert af de store barriere-systemer og det efterfølgende system er 2–300 år. 'Rytmen' på ca. 540 år kunne muligvis være resultat af en tilsvarende lang rytme i solstrålens intensitet (de såkaldte Maunder-minima), men emnet er endnu langt fra udforsket.

Normaliserede maksimum og minimum højder af opskylsrygge (gennemsnit for hver 100-års-periode i fht nærmeste 300 år)



De tynde kurver er strandvoldenes maksimale og minimale højder over det omgivende terræn. Den fede kurve viser gennemsnitshøjderne. De farvede søjler viser alderen af fem (200–500 år lange) perioder med særligt kraftige vinde/storme. Orange søjler viser stormfulde (kolde) perioder domineret af sydvestlige vinde. Grøn søjle viser en stormfuld (varm) periode domineret af sydøstlige vinde (Romersk Varmetid). Blå søjle viser en stormfuld (kold) periode domineret af nordlige vinde ('Dark Ages', folkevandrings tid, 300–600 e.Kr.). Sidste stormfulde periode svarer til Lille Istid (700–200 år før nu, 1300–1800 e.Kr.). Den forudgående 'stille' periode svarer til det såkaldte 'middelalder-optimum', hvor øen – og i øvrigt også Island og Grønland – blev bosat.



GEOLOGISK SET – SJÆLLAND OG ØERNE

Geologisk set – Sjælland og øerne er sidste bind i en serie af fem bøger om Danmarks geologi. Bogen indeholder beskrivelser af i alt 42 Nationale Geologiske Interesseområder på Sjælland, Lolland, Falster og Møn samt nærliggende øer. Områderne spænder typemæssigt vidt. Der er både landskaber, kystklinter, strande, råstofgrave foruden lokaliteter, hvis geologiske aflejringer kun kan nås ved udgravning.

Udkommer i juli måned.
Se www.goforlag.dk

GEOCENTER DANMARK

GEOCENTER DANMARK

Er et formaliseret samarbejde mellem de fire selvstændige institutioner De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland (GEUS), Institut for Geoscience ved Aarhus Universitet samt Institut for Geovidenskab og Naturforvaltning, samt Geologisk Museum (Statens Naturhistoriske Museum) begge ved Københavns Universitet. Geocenter Danmark er et center for geovidenskabelig forskning, uddannelse, rådgivning, innovation og formidling på højt internationalt niveau.

UDGIVER

Geocenter Danmark.

ISSN 1604-6935 (PAPIR)

ISSN 1604-8172 (ELEKTRONISK)

REDAKTION

Geoviden – Geologi og Geografi redigeres af Seniorforsker Merete Binderup (ansvarshavende) fra GEUS i samarbejde med en redaktionsgruppe. Geoviden – Geologi og Geografi udkommer fire gange om året og abonnement er gratis. Det kan bestilles ved henvendelse til Annette Thy, tlf.: 91 33 35 03, e-mail: athy@geus.dk og på www.geocenter.dk, hvor man også kan læse den elektroniske udgave af bladet.

Produktion: Annabeth Andersen, GEUS.

Tryk: Rosendahls - Schultz Grafisk A/S.

Forsidefoto: Kysten ved Horneks Odde, Læsø.

Foto: Merete Binderup, GEUS.

Reprografisk arbejde: Benny Schark, GEUS.

Illustrationer: Forfattere og Grafisk, GEUS.

Eftertryk er tilladt med kildeangivelse.

Baggrundsfotos: Conny Andersen.



GEUS

DE NATIONALE GEOLOGISKE UNDERSØGELSER
FOR DANMARK OG GRØNLAND (GEUS)

Øster Voldgade 10
1350 København K
Tlf: 38 14 20 00
E-mail: geus@geus.dk



INSTITUT FOR GEOVIDENSKAB OG
NATURFORVALTNING (IGN)

Øster Voldgade 10
1350 København K
Tlf: 35 32 25 00
E-mail: ign@ign.ku.dk



INSTITUT FOR GEOSCIENCE (IG)

Aarhus Universitet
Høegh-Guldbergs Gade 2, B.1670
8000 Århus C
Tlf: 89 42 94 00
E-mail: geologi@au.dk

GEOLOGISK MUSEUM (SNM)

Øster Voldgade 5–7
1350 København K
Tlf: 35 32 23 45
E-mail: snm@snm.ku.dk

DANMARK

PP

Magasinpost UMM
ID-nr. 46439

PortoService, Postboks 9490, 9490 Pandrup