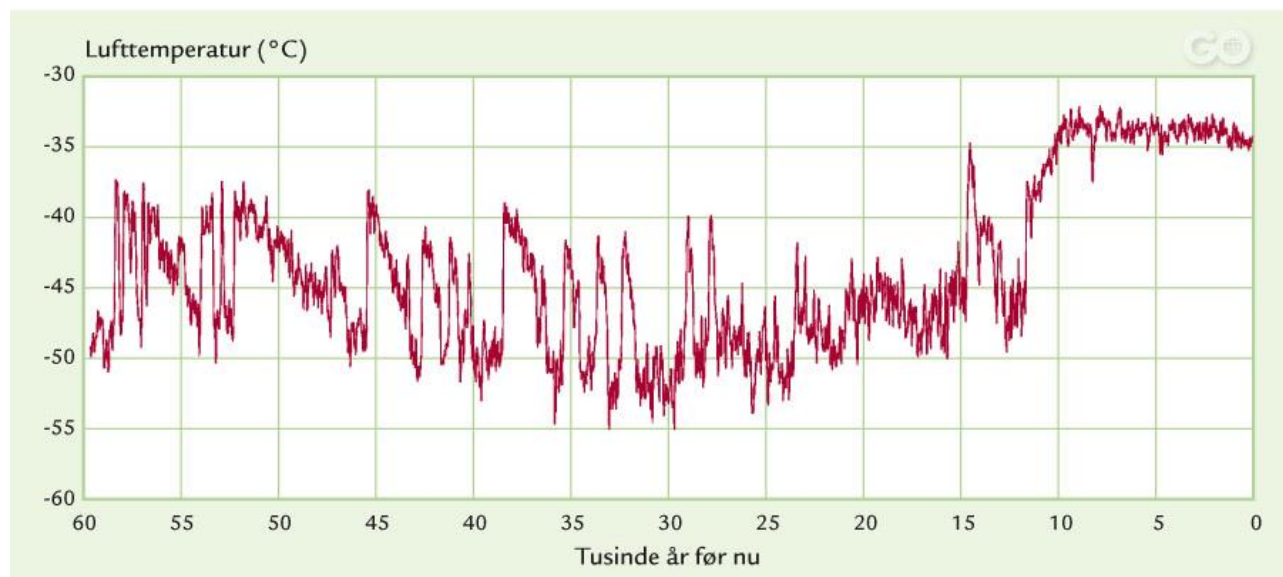


Klimaet i Holocæn – hvad betyder det for os mennesker?

Spor af klimaudsvingene i Nordsjællands landskab

Holocæn (kommer fra græsk og betyder ”helt nye tid”) er den seneste geologiske epoke, som startede for 11.500 år siden, da Weichsel-istiden sluttede. 11.500 år lyder af meget, men det er de sidste 2,5 milliontedele af Jordens historie. Eller sagt på en anden måde, hvis hele Jordens 4,6 milliarder år lange historie var et døgn, ville Holocæn være de sidste 0,2 sekunder af døgnet. Alligevel har Holocæn betyder meget for os mennesker, fordi det er i denne korte periode, at vi har udviklet vores civilisation fra at være spredte stenalder jæger-stammer til den moderne verden, vi kender i dag.

På figur 1 kan du se temperaturen på Grønlands indlandsis, som man har beregnet den ud fra iskerneboringer. Læg her mærke til, hvor store udsving, der er i temperaturerne indtil ca. 11-12.000 år før nu. Det vil altså sige, at Grønlands klima – og dermed sandsynligvis også Danmarks klima – har været koldt, men meget svingende i løbet af Weichsel-istiden. Fra ca. 12.000 år før nu stiger temperaturen hurtigt, og herefter bliver klimaet langt mere stabilt og varmt. Det er derfor, at mange klimaforskere siger, at Holocæns klima er stabilt. Det varme og mere stabile klima har givet mulighed for, at vi som mennesker kunne udvikle landbrug, og dermed brødføde større byer, og herefter udvikle vores samfund, som vi kender det i dag. Samme temperaturudvikling bliver også ofte brugt til at vise, at det ikke er godt for vores samfund, hvis en menneskeskabt global opvarmning gør klimaet meget varmere eller mere ustabilt end det, vi ellers har set i Holocæn.

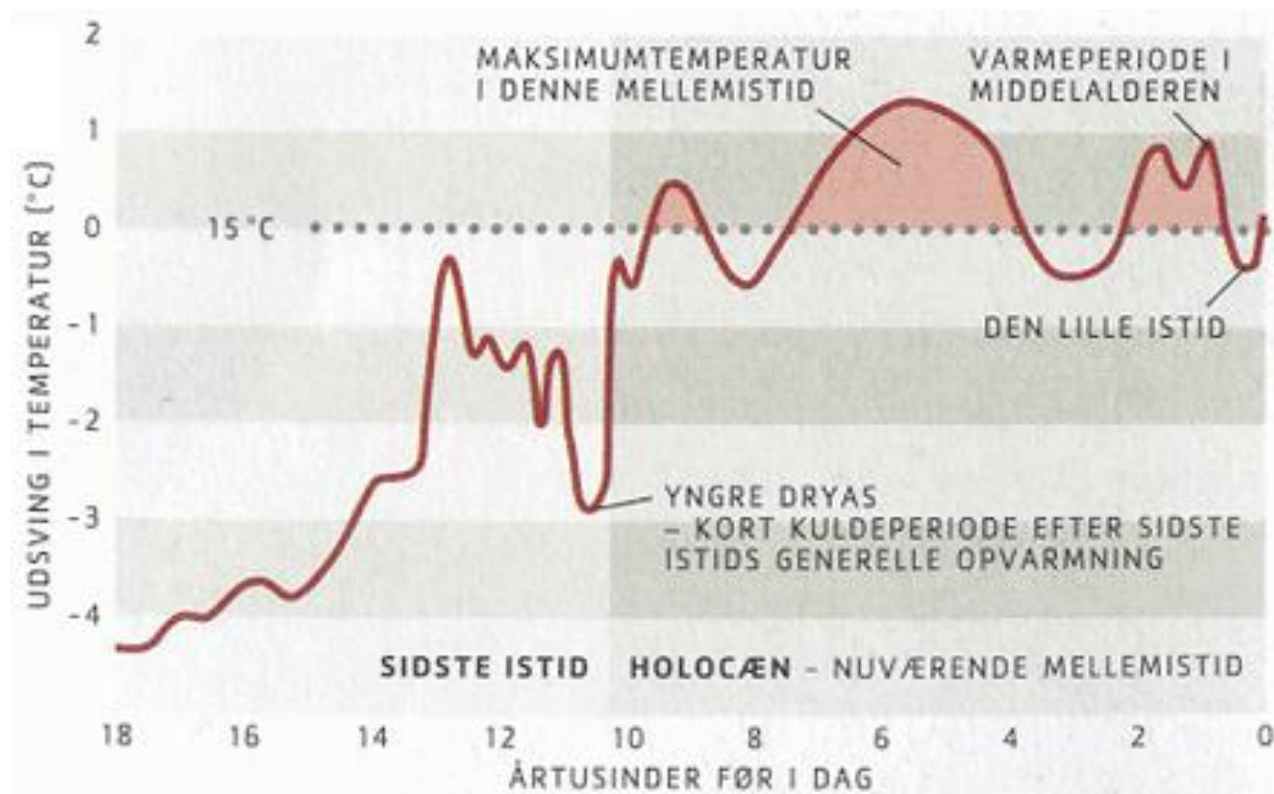


Figur 1: Gennemsnitstemperaturen på Grønlands indlandsis i sidste del af Weichsel istiden og i Holocæn. Temperaturen er ikke målt direkte, men rekonstrueret ud fra indholdet af ilt-isotoper i iskerneboringer (en såkaldt proxy-måling), og derfor noget mere usikker end målinger med termometre. Fra *Naturgeografi - Jorden og Mennesket*, Geografforlaget, 2. udg., 2007.

Klimaet i Holocæn

Klimaet i Holocæn har imidlertid nok været mere stabilt og varmere end under Weichsel-istiden, men det har ikke været fuldstændig ensartet gennem hele Holocæn. Faktisk har også denne periode været præget af klimaudsving – om end mindre end under istiden – der også har påvirket os mennesker. På figur 2 kan du se temperaturudsvingene for hele Jorden i Holocæn – du kan se de samme små bump på figur 1, men nu har vi zoomet ind på Holocæn. Nu bliver det tydeligere, at Holocæns klima *ikke* har været stabilt, men dog *mere* stabilt end under istiden – se f.eks. de store

udsving i temperatur fra 14.000-10.000 år før nu (i slutningen af Weichsel-istiden) og sammenlign dem med perioden fra 10.000 år før nu og frem til i dag.



Figur 2: Den globale gennemsnitstemperatur fra sidste istid og frem til i dag, rekonstrueret ud fra proxy-målinger som iskerne-analyser. Y-aksen viser afvigelsen fra en global gennemsnitstemperatur på 15°C, der sådan ca. er gennemsnitstemperaturen i dag. Kilde: Niels Roholt, Aarhus Akademi.

På figur 2 kan vi også se tre varmeperioder – for ca. 9000 år siden, 4-7500 år siden og igen fra ca. 500 år siden til ca. 2500 år siden. Den ældste varmeperiode er kendt internationalt som Allerød-tiden, opkaldt efter Allerød, hvor man fandt spor af perioden i lergrave ved byen. Den lange varmeperioden midt i Holocæn har mange navne, men i Danmark kalder vi den for Stenaldervarmen, fordi den dækker over den periode i vores historie, hvor vi har Stenalderen. Den sidste varmeperiode har to toppe – den første omkring år 0 (2000 år før nu) er den Romerske Varmeperiode, opkaldt efter Romerriget, der blomstrede på denne tid, og den anden periode kaldes Middelaldervarmen. Den nuværende varmeperiode – også kaldet det Moderne Optimum – er så kort, at den næsten ikke kan ses på figuren.

Det interessante i denne sammenhæng er, at vi som mennesker trives i de *varme* perioder – her udvikles landbruget (i Stenaldervarmeperioden), Romerriget trives og dominerer, og Europas lande grundlægges i nogenlunde den form, vi kender den fra i dag i Middelaldervarmen. I de mellemliggende *kolde* perioder hersker der kaos og ufred – måske fordi de riger og samfund, der findes på det tidspunkt, bliver presset af dårlig høst og hungersnød pga. kulden. Det lille dyk mellem de to toppe ved den Romerske Varmeperiode og Middelaldervarmen kaldes Den Mørke Middelalder (The Dark Ages på engelsk) og er en kaotisk periode, hvor Romerriget går i opløsning, og Europa splittes i en masse småriger, der er i kamp med hinanden, og som har svært ved at modstå invasioner østfra eller fra vikingerne nordpå.

Den lille istid

Den seneste kolde periode, Den Lille Istid, strækker sig fra ca. 1300-tallet og frem år 1850 (altså ca. 150 til 700 år før nu). Lige som i Den Mørke Middelalder, præges også denne periode af ufred og krig, især i den koldeste periode i 1600-tallet. Også Danmark bliver ramt af både krig, dårlig høst og forværret klima – Svenskerne invaderer Danmark flere gang i 1600-tallet, og Danmark lider et stort nederlag i 1658, ikke mindst fordi den svenske hær kan gå over Storebælt, som er helt tilfrosset. Langs den jyske vestkyst og ved Tisvilde fører det kolde klima til, at vegetationen ikke kan nå at vokse op igen, når husdyrene græsser, og de nøgne sandbakker bliver nu kilde til omfattende sandflugt. I det kølige og blæsende klima bliver sandet båret fra klitterne langs havet og langt ind over land, hvor sandet dækker marker og sågar landsbyer.



Figur 3: Den Tilsandede Kirke, Skagen. Kilde: Malene Thyssen, Wikimedia Commons.

Først da kongemagten mere systematisk begyndte at beskytte klitterne mod yderligere sandflugt, og man tilplantede mange af klitterne med marehalm og nåletræer – og klimaet i øvrigt blev varmere – fik man kontrol over sandflugten. Sandflugtslandskaberne ligger i dag tilbage som tilgroede klitter langs meget af Jyllands vestkyst og i Tisvilde Hegn.

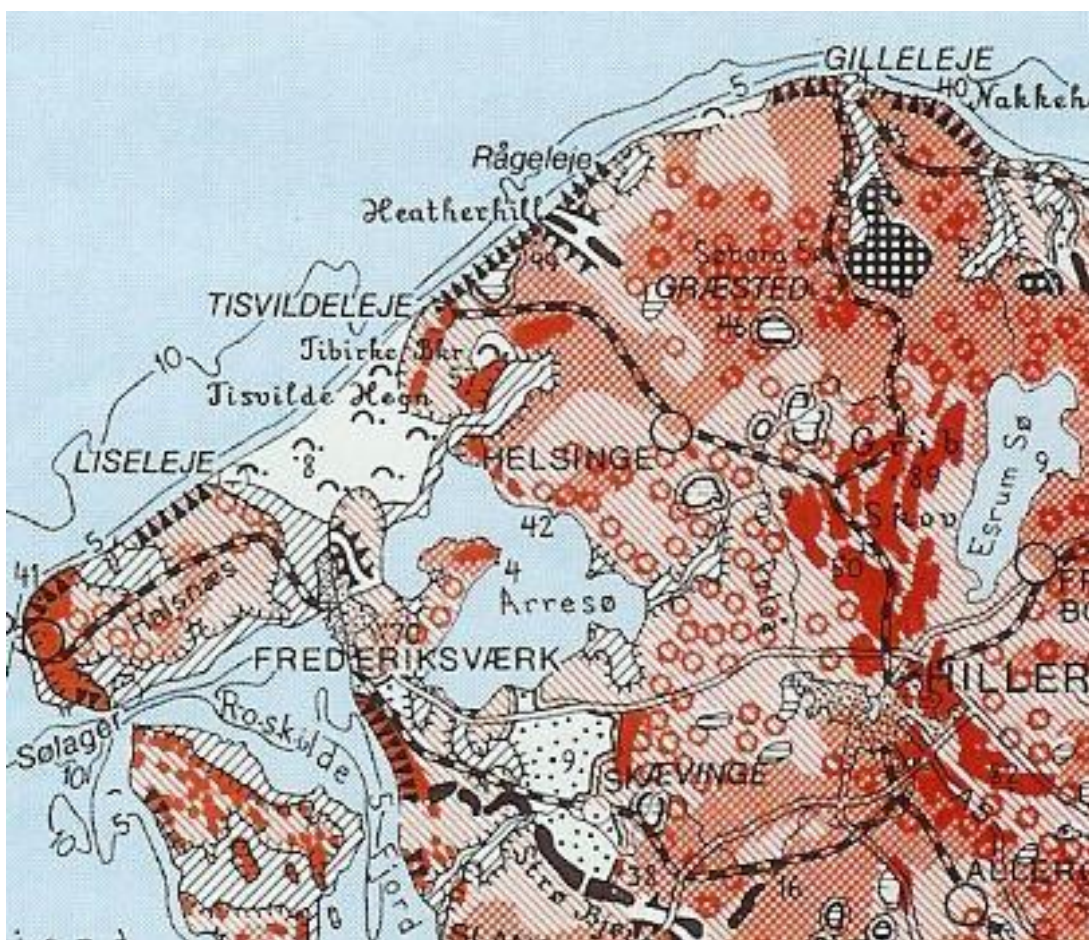
Efter den lille istids afslutning blev det varmere, og den opvarmning forstærkes af menneskeskabt global opvarmning. I dag kan effekten af den opvarmning ses mange steder i vores samfund – i Danmark først og fremmest ved et stigende havniveau, men også ændrede vejrforhold så som varmere vintre – og mange andre effekter, som det er for omfattende at komme ind på her.

Det er ikke imidlertid ikke kun samfundet, der påvirkes af klimaet i løbet af Holocæn. Det gør landskabet også – og her i Nordsjælland har vi en meget fin samling af landskabsformer, som er dannet de sidste 20.000 år, og som stadig forandres af de landskabsdannende processer. Vi har altså et slags arkiv over de store klimatiske udsving i Holocæn, gemt i de forskellige landskabsformer i Nordsjælland. Dem ser vi nærmere på i den sidste halvdel af teksten her.

Landskabet i Nordsjælland som resultat af klimaets udsving de sidste 20.000 år

Klimaets påvirkning af Nordsjællands landskab – Weichsel-istidens slutning

Nordsjællands landskab er meget præget af klimaudsvingene fra sidst i Weichsel-istiden og frem til i dag. Nordøstis-fremstødet for ca. 18.000 år siden, lavede undervejs randmoræner i Nordsjælland, enten inden isen nåede til den maksimale størrelse og nåede Hovedstilstandslinjen, eller under korte genfremstød under afsmeltningen af dette isfremstød. Disse randmoræner er lette at genkende i dag, fordi de går i en halvbue ca. nord-syd og har buen rettet mod nordøst, hvor isen kom fra. På Figur 6 er randmorænerne fra Nordøst-isen de fede, rød-brune streger, man kan se i Grib Skov (Gribskovbuerne) og i buer vest for Helsingør ved Annisse (Bakkelandet), Tibirke og Tisvilde.



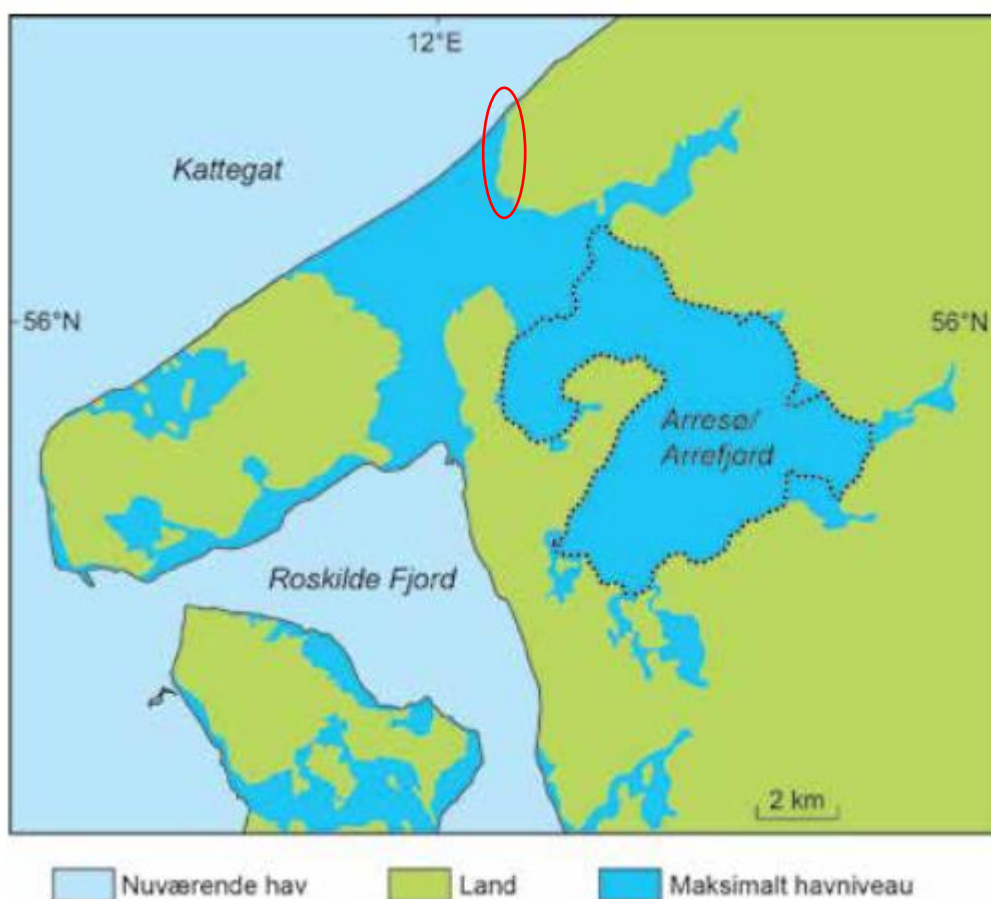
Figur 6: Nordsjællands landskabsformer. Udsnit af Landskabskort over Danmark, Blad 4. Per Smed og Geografforlaget, 1981.

Efter Nordøstisfremstødet smeltede væk, nåede isen tilbage til Nordsjælland igen, 1000 år senere, for 19.000 år siden. Det er det ungbaltiske isfremstød, hvor gletscherne bevægede sig ind over Danmark fra Østersøen, og dækkede Sjælland, Fyn, øerne og Østjylland. I det meste af Østdanmark kan man finde spor fra dette isfremstød i form af en kalk- og ler-rig moræne. I Nordsjælland, derimod, er denne moræne mere sandet og gruset, hvilket sandsynligvis skyldes, at isen på sin vej fra Østersøen til Nordsjælland, passerede det sydlige Sverige. Derfor er det ungbaltiske isfremstøds moræne her i Nordsjælland fyldt med sand, sten og grus fra Sydsverige, snarere end ler og kalk fra Østersøens lerede og kalkrige bund. Det Ungbaltiske Isfremstød var ikke længe i Nordsjælland, og smeltede hurtigt væk igen, uden at ændre landskabet ret meget. Isen var tilsyneladende også ret tynd,

og knækkede i stykker, især omkring Nordøstisens gamle randmoræner. Mens den ungbaltiske is smeltede væk fra Danmark og tilbage mod Østersøen, lå isens rester stadig i Nordsjælland som store og små isklumper, såkaldte dødisklumper. De lavede et særligt dødislandskab – små bakker og små huller (lavninger uden afløb) – huller, hvor isklumperne havde ligget, og bakkerne, hvor materiale fra isklumperne flød hen i store dynger, mens isklumperne smeltede. I dødislandskabet ses også enkelte fladbakker, der er rester af smeltevandssøer i dødislandskabet. Dødislandskabet ses på figur 6 som brune cirkler, og dækker et stort område omkring Pibe Mølle mellem Helsingør og Hillerød. I Grib Skov ses dødislandskabet ovenpå randmorænen, især langs randmorænenes nordlige og vestlige kanter.

I dag er de tegn på, at isen rent faktisk har opført sig som beskrevet ovenfor, bl.a. randmorænenes form og fundet af ledeblokke, altså særlige sten, der ligner bjergarterne i grundfjeldet bestemte steder i Norge og Sverige. På Gilbjerg Hoved passer ledebloksfordelingen med, at der er ca. 50% ledeblokke fra Midtsverige og ca. 50% fra Østersøområdet, hvilket jo passer godt med isfremstødene Nordøstisen og den Ungbaltiske Is.

Klimaets påvirkning af Nordsjællands landskab – Stenalderhavet



Figur 7: Arresø og Roskilde Fjord med angivelse af, hvordan Arrefjorden forbandt Kattegat, Arresø og Roskilde Fjord i Stenalderen. Kilde: Museum Nordsjælland, 2017. Den røde cirkel angiver kystkanten i Tisvilde Hegn fra Brantebjerg og ud til den nuværende Kattegatkyst.

Ud over de koldeste perioder i Weichsel-istiden, der kan ses i dag som landskabsformer, formet af gletschere, efterlod de varmeste perioder i Holocæn også spor. Stenaldervarmeperioden medførte, at de sidste store rester fra Weichselistiden is smeltede bort, og fik verdenshavene til at stige hurtigt. Det kaldes eustatisk (global) havspejlsændring. I Danmark er landskabet stadig præget af, at isen har presset jordoverfladen ned, og at landskabet derfor stiger langsomt op igen, efter isen er væk. Det kaldes isostatisk (lokal) landhævning. I Stenaldervarmeperioden kunne den isostatiske landhævning i Danmark imidlertid ikke følge med den hurtige, eustatiske havspejlsstigning, og meget af Danmark druknede i hav – et hav, man kan se spor af mange steder i det nordlige Danmark. Havet kaldes Stenalder- eller Littorinahavet. På dette tidspunkt var Arresø forbundet med Roskilde Fjord og Kattegat i den såkaldte Arrefjord (se figur 7). Også ved Søborg Sø var der en fjord, som forbandt Søborg Sø med Kattegat.

Stenalderhavet lavede også en høj kystklint, der i dag kan ses ved Brantebjerg i Tisvilde Hegn. Da Stenaldervarmen blev afløst af en koldere periode i Bronzealderen, stoppede havspejlsstigningen, og landhævningen fik igen overtaget. I det nordlige Danmark begyndte de mest lavvandede dele af Stenalderhavet nu at blive tørlagt, og man kan i dag se den gamle havbund som flade områder, der kaldes marint forland eller hævet havbund. De ligger mange steder i det nordlige Danmark mellem en gammel kystskrænt og den nuværende kystlinje. I Tisvilde Hegn kan man også se, hvordan Arrefjorden langsomt sandede til, og blev lukket af, efterhånden som lange strandvolde voksede hen over fjordens lave vand. I dag ligger havbunden tilbage med strandvolde som et næsten helt fladt, sandet område. Senere, under Den Lille Istid, skulle sandet fra netop dette område, blive til kilden til sandflugten ved Tisvilde. Derfor kom der sandflugt her, som et af de meget få steder på Sjælland.

Den Lille Istid - Sandflugten ved Tisvilde



Figur 4: J.Th. Lundbyes maleri fra 1838 Landskab ved Arresø, med udsigt til flyvesandsbakkerne ved Tisvilde viser landskabet, før flyvesandsbakkerne blev bevokset af Tisvilde Hegn, der i perioden 1720 til 1900 blev anlagt for at begrænse sandflugten. Kilde: Lex.dk.

Under Den Lille Istid indtraf en katastrofe, som i dag har efterladt et specielt landskab, der ikke findes mange andre steder på Sjælland. Katastrofen var sandflugten, der dækkede marker og sågar landsbyer til i sand, og skabte et stort klitlandskab ved Tisvilde.

Klitterne er i dag en sjælden landskabsform, ser flotte ud, og indeholder sjældne mange dyre- og plantearter, så i dag gør man meget for at holde klitterne rundt omkring fri for skov, og lader dyr græsse på dem. Ved Tisvilde Hegn har man endda ryddet vegetationen helt nogle steder for at

genstarte sandflugten i meget lille skala. Hvis man skal forestille sig, hvordan området har set ud, kan man se på Råbjerg Mile i Nordjylland. Det er Danmarks eneste aktive vandreklit, og er et 2 x 2 km stort, nøgent sandområde, som bevæger sig langsomt østpå, drevet af vinden. Det ligner det billede, maleren J.Th. Lundbye malede af Tisvildes klitter i 1838 (figur 4).

Under den Lille Istid var det en naturkatastrofe for folkene på Tisvilde-egnen. I Tisvilde opgav munkene på Asserbo Slot først slottet (der var et kloster), og siden måtte bønderne i to nærliggende landsbyer opgive og flytte bort, mens marker og landsbyer sandede til. I dag ligger landsbyen Torup midt i Tisvilde Hegn under ca. 1 meter sand, og er blevet delvist udgravet af arkæologer siden 1950'erne (se figur 5). Tibirke ved Tisvilde sandede også til, men kongen (Frederik IV) forbød bønderne at lade kirken sande til, så de måtte holde kirken fri af sandmasserne. Derfor ligger Tibirke kirke i dag helt for sig selv i udkanten af Tisvilde Hegn, mens landsbyen flyttede.



Figur 5: Torup tilsandede landsby i Tisvilde Hegn. Her er det grundplanet af den gård, der er blevet udgravet af sandet. Kilde: Naturstyrelsen.

Klimaets påvirkning af Nordsjællands landskab – tiden efter Den Lille Istid

Sandflugten kom, som beskrevet ovenfor, også til at præge meget af landskabet omkring Tisvilde. Ved Den Lille Istids slutning fik man kontrol over sandflugten ved at tilplante klitlandskabet og den hævede havbund – det er i dag Tisvilde Hegn. Det er tankevækkende, at trods tvangsudskrivning af bønderne og hårdt arbejde med at plante træer i sandet, er det først i starten af 1800-tallet – da klimaet bliver varmere – at det lykkedes at få træerne til at gro ordentligt.

Ved Søborg Sø besluttede man midt i 1800-tallet at tørlægge søen for at få mere landbrugsjord. Søen blev pumpet tør for vand, og er stadig i dag marker – om end meget af jorden er sumpet og sandet.

Efter den lille istid, begynder den nuværende varmeperiode, som ovenikøbet er forstærket af den menneskeskabte globale opvarmning. Den har også sat sit præg på det nordsjællandske landskab, i form af stigende, eustatisk havniveau, og måske også hyppigere og/eller voldsommere storme. Begge dele gør, at store dele af den nordsjællandske kyst er under erosion, og vil trække sig tilbage, hvis ikke kysten beskyttes med kystsikring. I Tisvilde Hegn er den langsgående transport imidlertid så heldig, at sandet vandrer op langs kysten og i stedet gør stranden bredere – men så heldige er de ikke i Tisvildeleje og langs det meste af Nordkysten i øvrigt. Her er kysterosion et stort problem.

Menneskets påvirkning af landskabet fylder mere og mere – også i Nordsjælland, hvor kystbeskyttelsen er omfattende, og forventes udvidet i de kommende år. Også ved Søborg Sø ændrer vi landskabet – denne gang for at genskabe søen og sætte markerne på søbunden under vand igen.

Afrunding

Selvom klimaet altså er mere stabilt i Holocæn end under Weichselistiden, har klimaudsvingene, både sidst i Weichselistiden og i Holocæn betydet meget – også for Nordsjællands landskab. Landskabet her er nok hovedsageligt formet af Weichsel-istidens gletschere, især fra de sidste to store isfremstød, Nordøstisen og Den Ungbaltiske Is, men er i Nordsjælland blevet udsat for store ændringer frem mod i dag – fra Stenalderhavet, Den Lille Istids sandflugt til nutidens kysterosion. Modsat mange andre istidslandskaber i Danmark er Nordsjællands landskab – især langs Nordkysten – stadig et aktivt landskab, som hele tiden forandres – både af mennesket, men ikke mindst af naturen selv, styret af klimaets udsving.

Kildehenvisninger og henvisninger til denne tekst

Teksten er sammenfattet fra en række forskellige kilder om istiden, Holocæns klima og Nordsjællands nyeste, geologiske historie. Hvis du vil anvende denne tekst som kilde, kan du gøre det ved at skrive:

Nielsen, Asger Habekost (2021): Klimaet i Holocæn og Nordsjællands landskab. Upubliceret tekst til undervisningsbrug på Gribskov Gymnasium.

Men du kan også læse videre i nogle af de originale værker, teksten bygger på – og henvise direkte til dem.

Den vigtigste kilde er:

- Michael Houmark-Nielsens notat om Nationalpark Kongernes Nordsjællands geologi: <https://nationalparkkongernesnordsjaelland.dk/media/261573/geologi-og-landskaber-i-nationalpark-kongernes-nordsjaelland.pdf>

Herudover kan man finde mere information om specifikke lokaliteter, der er nævnt i teksten:

- Om Arrefjorden – Museum Nordsjællands Årbog 2017 - <https://museumns.dk/wp-content/uploads/Arres%C3%B8-%E2%80%93-fra-fjord-til-s%C3%B8.pdf>
- Om Gilbjerg Hoved – Folder fra GEUS - https://www.geus.dk/media/8328/gilbjerg_hoved.pdf
- Om Søborg Sø – Naturstyrelsens planer for området – <https://naturstyrelsen.dk/naturbeskyttelse/naturprojekter/soeborg-soe/>
- Om sandflugten ved Tisvilde – Bo Jacobsen, Fortid og Nutid, 2005: <https://tidsskrift.dk/fortidognutid/article/download/75168/108892/>