

Vegetasjons- og faunahistorie i Sørøst-Norge

Finn Audun Grøndahl
Eike Müller



Gjennom siste istid og etter-istid

PDF

ALTAMIRA ELLER HULEMALERENS MONOLOG

Viddene er så veldige,
hulen så trang. Angsten
driver som røk gjennom sinnet, dødens
dryppsteinshjerte tikker i mørket.

Jeg vil binde
livets fortapte stund i en linje
risset på huleveggens stein: en bison
med hornene vendt mot skjebnen,
en ung hjort
som fulgte sin make i gryet, men som nå
er hvitnagde knokler på jorden
rundt jegerens bål.

Jeg vil male
med oker, sot og blod, male
liv slik det lekte
som hind over blåsende vidder
før det ble matnytte, før
skjønnheten druknet i bunnløse mager.
Det trekker fra nord. Det drønner
i voksende is. Men folket fester.
Fettsmurte matsmil skinner i skjæret
fra eld som freser rundt tunge spidd,
kvinnene hviner
med jегernes blodige fingerspor
på bryst og lender - fjernt under månen
varsler ulvene vinter.

Jeg vil male
med oker, sot og blod, male
hinden som dansende døde
og daglig dør
med nådeløs flint i hjertet.

Hans Børli

Vegetasjons- og faunahistorie i Sørøst-Norge

Finn Audun Grøndahl
Eike Müller



Gjennom siste istid og etter-istid

PDF

Kolofon

Vegetasjons- og faunahistorie i Sørøst-Norge
Gjennom siste istid og etter-istid

Av

Finn Audun Grøndahl* og **Eike Müller**

*Forfatteren har mottatt støtte
fra Det faglitterære fond

Produksjon · 2021

ISBN 978-82-91525-47-1

Utgiver · Randsfjordmuseet AS

Formgivning · Lars Brede Grøndahl

Distribusjon · PDF

Illustrasjon og foto forside

Ragnhild Hermann, Kåre Solbakken,
Tore Fossum (Norsk Skogmuseum/Anno museum),
Finn Audun Grøndahl og Edvin Straume

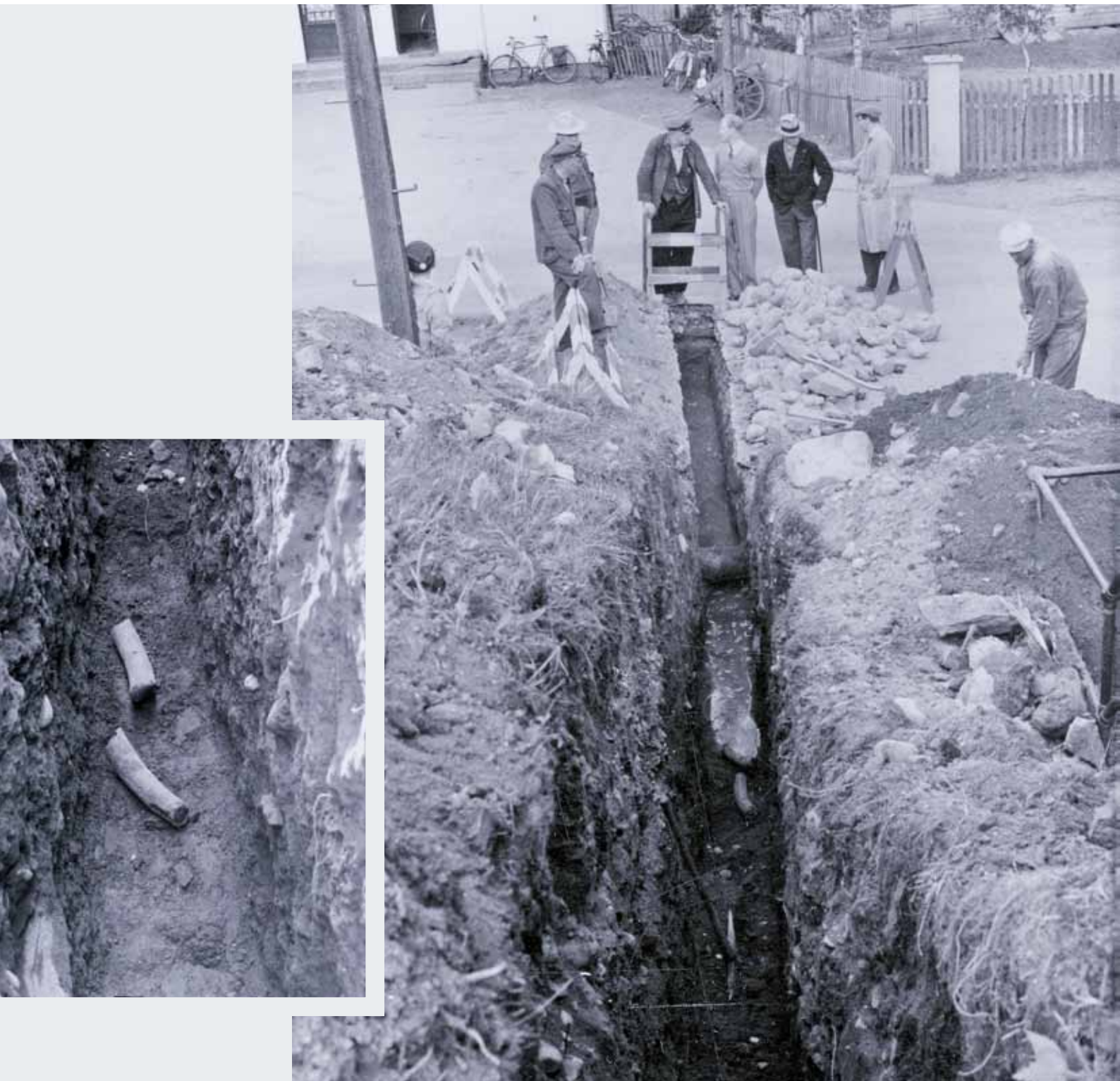
Copyright © Randsfjordmuseet AS

Henvendelser om dette heftet kan rettes til
post@randsfjordmuseet.no

Satelittfoto med den sørlige delen av den skandinaviske halvøy, Danmark, deler av Tyskland og Nederland, østkysten av Skottland med Orknøyene og Færøyene. Bildet gjør det lettere å forstå spredningskorridoren (landbroer) for mange landlevende virveldyr fra kontinentet til Sverige og Norge i et kortere tidsrom etter istidens slutt. Midt på fotoet ses Nordsjøen, og under istiden eksisterte et stort landområde her: Nordsjøfastlandet. Bildet er fra 27. mai 2017 er tatt av The Copernicus Sentinel-3A satellitt.

Foto: ESA/Rosetta/NavCam





I slutten av september 1955 ble det under grøftegraving i Skreia sentrum oppdaget to mørke-brune sylinderformede gjenstander like ved hverandre. Først trodde Olaf Kristiansen at dette var ei rot, men etter nærmere undersøkelse måtte det heller være bein eller en tann. Magister Sivesind fra Toten Museum ble budsendt og fattet sterk mistanke om et nytt mammutfunn. Les mer om dette funnet på side 53. Foto: J. Sivesind, Mjøsmuseet.

Innholdsfortegnelse

2 Forord

4 ISTID - WEICHSEL

6 Istider og mellomistider i kvartær

19 Funnsteder og rester av vegetasjon
og fauna fra weichsel-istiden i Sørøst-Norge

60 Senglasial tid

70 MELLOMISTID - HOLOCEN

72 TIDLIG-HOLOCEN

79 *Vegetasjonshistorie*

82 *Faunahistorie*

108 MIDT-HOLOCEN

110 *Vegetasjonshistorie*

116 *Faunahistorie*

126 SEN-HOLOCEN

129 *Vegetasjonshistorie*

133 *Faunahistorie*

140 *Naturens egne faunaarkiver for fugl og pattedyr*

156 Fra holocen til antropocen; menneskets tidsalder

160 Referanser

182 Fotnoter

Forord

Dette heftet inviterer til en tverrfaglig naturhistorisk reise i Sørøst-Norge gjennom de siste 117 000 år. Vegetasjon og fauna har vært påvirket av svært ulike klimatiske forhold gjennom både en istid og en mellomistid. Et utvalg temaer innenfor vegetasjons- og faunahistorien i denne landsdelen presenteres kortfattet med bakgrunn i publiserte dokumentasjons- og forskningsprosjekter. Noen temaer settes inn i større geografiske, klimahistoriske og kvartærgeologiske sammenhenger.

Heftets første del handler om siste istids mildere perioder med isfrie områder både langs kyst og i innland, og hvorfra et fåtall rester av vegetasjon og fauna har blitt funnet og beskrevet. Den sørøstlige landsdelen er hittil eneste sted i Norge med funn av istidens mest spektakulære pattedyr; den ullhårede mammuten. Ullhåret mammut indikerer også en nordvestlig utbredelse av en vidstrakt naturtype med mange fellestrekk i vegetasjon og fauna. Naturtypen strakte seg ut over store deler av det nordlige Eurasia og over til østlige deler i Nord-Amerika.

Heftets andre del handler om tiden etter siste istid, og hvor løv- og barskoger raskt reetablerte seg i Sørøst-Norge. Fra dette tidsrommet finnes et større kunnskapsgrunnlag når det gjelder vegetasjons- og faunahistorie i form av mange og rikholdige funn av pollen, rester av trær, skjelettresten av virveldyr og mange andre funn. Den sørøstlige landsdelen er sentral for innvandringen av mange landlevende pattedyrarter til Norge via en sørlig innvandringsvei, og mange arter har her for første gang blitt dokumentert etter istiden.

«Det er et mål å fremme interesse og bidra med kunnskap om vegetasjons- og faunahistorien i den sørøstlige landsdelen gjennom en istid og en mellomistid som vi fortsatt befinner oss i. Dette er en landsdel med store variasjoner mellom kyst og innland, lavland og høgfjell».

En sørlig innvandringsvei eksisterte i perioder da Sør-Sverige var landfast via Danmark med det europeiske kontinentet. Den største artsbredden av naturlig innvandrede ferskvannsfisker i Norge er også å finne i den sørøstligste landsdelen, og dette er direkte knyttet til innvandring fra sør og øst. De første spor etter mennesker finnes tidlig i etteristidens Norge, og rester fra måltider etterlatt på boplasser har gitt mye kunnskap om faunahistorien så lenge en veidekultur eksisterte. Etter overgangen til jord- og husdyrbruk avtar dette som kilde.

De siste 3-400 årene er unnlatte i denne naturhistoriske reisen. Dette skyldes at menneskets påvirkning og utnyttelse av naturressursene gjennom disse siste hundreårene har vært mer komplekse og omfattende enn gjennom hele den øvrige etteristiden.

Heftet gir ingen uttømmende informasjon, men ønsker å inspirere leserne til å finne fram til dybdeinformasjon innenfor aktuelle temaer. Det er et mål å fremme interesse og bidra med kunnskap om vegetasjons- og faunahistorien i den sørøstlige landsdelen gjennom en istid og en mellomistid som vi fortsatt befinner oss i. Dette er en landsdel med store variasjoner mellom kyst og innland, lavland og høgfjell. Det er også et mål å motivere til økt nysgjerrighet og oppmerksomhet dersom et uventet funn dukker opp, enten det skjer bak spakene i en gravemaskin eller under en fjelltur. Ta gjerne kontakt med et fagmiljø dersom noe spennende oppdages. Det er de mange spredte funn, som når satt sammen som små biter i et stort puslespill, gir kunnskap om både fortidens og nåtidens natur.

*Kanskje var hennes første tanke
at den kunne brukes til noe nyttig*

ISTID – WEICHSEL

Det første funnet av mammut i Norge

Kari Joten (1832–1907) bodde i grenda Skårvangen i Vågå i det sentrale Sør-Norge. Langs stier og tråkk i området nord for Skårvangsætrene krysset hun Storbekken, som til tross for navnet er en beskjeden bekk. Bekken renner langsetter en stor sand- og grusrygg, og munner ut i elva Skjerva. Denne elva renner videre ut i Finna som til slutt har sitt utløp i utoaset av Vågåvatnet. En dag oppdaget Kari Joten en underlig gjenstand blant rullesteinene i Storbekken. Året var 1886.¹ Kanskje var hennes første tanke at den kunne brukes til noe nyttig. Gjenstanden ble plukket opp og tatt vare på. Ett av hennes barnebarn fortalte at den ble brukt til å knuse salt til kyrne.² Mange har skrevet om funnhistorien, og det er kjent at Jakob Pedersson Joten, mannen til Kari, viste fram gjenstanden til både lærer og prest i bygda. Ingen visste hva dette kunne være. Det endte med at en av sønnene, den 20 år gamle Syver, tok med seg gjenstanden til Universitetet i Kristiania i 1887.³ Han drev med treskjæring og dro i mange år inn til Kristiania om sommeren for å selge gjenstander som hadde blitt laget i løpet av vinteren.⁴

Hva snakket Joten-familien, læreren og presten om før funnet havnet i Kristiania? Var gjenstanden fra Storbekken noe fra skjelettet til et utdødd dyr som for lenge siden hadde levd i dette området? Kanskje var Charles Darwin et samtaleemne? 27 år tidligere hadde han utgitt boken om Artenes opprinnelse. Kanskje snakket de om istidsteorien, som fortsatt på siste halvdel av 1800-tallet ble debattert i vitenskapelige kretser og i aviser. Hadde hele landet vært dekket av et betydelig isdekke slik at alle livsformer gjennom tusener av år hadde vært borte? Kanskje ble det snakket om at dette var et dyr som døde under syndefloden slik den kristne troen foreslo?

I Kristiania ble gjenstanden undersøkt av geologistudenten Alfred Getz på universitetet. Han sørget for den første meddelelsen om funnet, og dette ble publisert i Kristiania Videnskapsselskap i desember 1888; «A. Getz framviste en Mammuttand, fundet ved Haugesæter ved Skjerva i Vaage under saadanne Omstændigheder, at det er utvilsomt, at Mammutdyret har levet her i Landet under Istiden».⁵ Offentliggjøringen skulle føre til at en rekke fagpersoner innenfor zoologi, kvartærgeologi og arkeologi skrev om funnet.



Landskapet med Storbekken, nedunder en stor sand- og grusavsetning, som krysser stien hvor trolig Kari Joten oppdaget jekselen. Foto: Finn Audun Grøndahl

I 1880-årene var mammut godt kjent gjennom en rekke funn i Europa. Det samme gjaldt funn av vakre skulpturer og innrissede figurer av mammut laget av mennesker på stykker av bein, gevir og elfenben. Ny kunnskap hadde på denne tiden etablert seg i vitenskapelige kretser om at en rekke arter, ut fra vitenskapelig forankring i fossilfunn, faktisk var utdødde. Dette var arter som også hadde levd samtidig med mennesker.⁶

Friedrich Schmidt var direktør for et geologisk museum i St. Petersburg i Russland på slutten av 1800-tallet. Han var godt kjent med mammut fra deltakelse på innsamlingsreiser til Sibir hvorfra også skjelettresten av mammut hadde blitt innsamlet og medbrakt til St. Petersburg. Mammuttannen fra Vågå ble sendt til ham for en nærmere undersøkelse. Zoologen Robert Collett, som var bestyrer ved universitetets zoologiske museum på den tiden funnet ble levert inn, skrev; «Prof. Schmidt (St. Petersburg), som har havt den til Undersøgelse, antager, at den tilhører Formen *E. primigenius, sibiricus*, Bl.».⁷ Med andre ord mente Schmidt at Vågå-mammuten kunne betegnes det som på den tiden ble kalt en sibirsk mammutform.

Kari Joten sørget for det første «beviset» for at den ullhårede mammuten *Mammuthus primigenius* hadde levd i Norge. Dette var et funn som på slutten av 1800-tallet representerte et overbevisende bilde av de store endringene som måtte ha skjedd med klima, vegetasjon og fauna sentralt i Sør-Norge.

*Kvartær kan ha hatt så mange som 30–40 istider
adskilt av like mange mellomistider*

Istider og mellomistider i kvartær

Kvartær er den siste perioden i jordas geologiske historie, og den kjennetegnes ved et kaldt klima. En senkning av den globale temperaturen skjedde gradvis allerede gjennom flere titalls millioner år før kvartærperiodens begynnelse. I kvartær har det kaldere klimaet vekslet mange ganger med varmere perioder, ofte av kortere varighet. I kalde perioder har kontinentale isdekker bygd seg opp over store deler av Fennoskandia med tilgrensende nordeuropeiske områder, Nord-Amerika, Grønland, Antarktis, og mindre isdekker i fjellområder spredt over hele verden. I varme perioder har det skjedd en betydelig nedsmelting av de fleste av isdekkene. Et unntak med mindre nedsmelting er isdekket i Antarktis. Som en følge av at store mengder vann tidvis var bundet opp i isdekkene, har det globale havnivået variert med opptil 200 meter. Dette har ført til at store områder har vekslet mellom å ha vært tørt land og havbunn gjentakende ganger. I Nord-Europa har deler av Nordsjøen vært tørt land under kalde perioder med lavt havnivå.⁸ De store klimatiske skiftningene i kvartær har hatt stor påvirkning på landskapsformer, økosystemer og utviklingen av plante- og dyrelivet.

Klimahistoriske studier viser at kvartærperioden kan ha hatt så mange som 30–40 istider (glasialer) adskilt av like mange varmere mellomistider (interglasialer).⁹ I første halvdel av kvartær hadde istidene en mer hyppig forekomst og de var relativt kortvarige. I Skandinavia strakte isdekker seg gjentakende ganger ut til kysten. I løpet av de siste cirka 0,9 millioner år har vekslingene mellom istider og mellomistider framvist et mønster med mer langvarige istider enn tidligere. I denne perioden har istidene hatt en varighet på cirka 100 000 år. Isdekkene har også hatt en større geografisk utstrekning enn tidligere i kvartær. Mellom de langvarige istidene har det vært relativt kortvarige mellomistider.¹⁰

*Kvartær utgjør kun 0,06 % av jordens
4,6 milliarder år lange historie*

Kvartær – den siste perioden i jordens geologiske historie

Jordens geologiske historie inndeles i perioder gjennom 4 600 millioner år. Den aller siste perioden, kvartær, utgjør de siste 2,7 millioner år, og er den korteste perioden med bare 0,06 % av jordens historie.¹¹ Begynnelsen av kvartær er sammenfallende med omfattende isdannelse på den nordlige halvkule. Perioden deles igjen inn i de geologiske epokene pleistocen og holocen. Pleistocen hadde en varighet fra cirka 2,7 millioner år og fram til overgangen til den siste epoken, holocen, som har hatt en varighet med de siste cirka 11 500 år. Mens pleistocen har hatt en rekke istider og mellomistider, er holocen ensbetydende med nåværende mellomistid.¹² Viktige kilder til kunnskap om klimaet i kvartær er sedimenter på havdypene, isdekkene i Antarktis og på Grønland og dryppsteiner i kalksteinsgrotter. Disse er naturens klimaarkiver hvorfra analyser av materialprøver brukes for å framskaffe kunnskap om klimaet. Boreprøver fra sedimenter på havbunnen kan gi de lengste klimahistoriske tidsseriene.

Istider og mellomistider

En istid karakteriseres både ved at klimaet er kaldere og at isdekkene har betydelig større geografisk utstrekning sammenlignet med forholdene under en mellomistid. I Europa har områder med stor geografisk utstrekning vært skogløse under istider. Begrepene stadialer og interstadialer beskriver henholdsvis kaldere perioder og varmere perioder innenfor en istid. En mellomistid er en varm klimaperiode mellom to istider, og har et klima som er likt eller varmere enn dagens klima. Vår etter-istid er en mellomistid. I Europa har skogdekte områder hatt stor geografisk utstrekning under mellomistider.¹³

Varigheten til forrige mellomistid, eem-mellomistiden, var om lag 13 000 år

I det som i dag kjennes som Danmark levde elefanter og nesehorn i skoglandskapet i eem-mellomistiden

Radiokarbondatering av organisk materiale

Radiokarbondatering baseres på at alle levende organismer, gjennom sitt næringsopptak, inneholder en liten konsentrasjon av den radioaktive karbonisotopen ^{14}C . Mengden ^{14}C er konstant så lenge organismen lever, men konsentrasjonen brytes langsomt ned med en halveringstid på cirka $5\,730 \pm 40$ år etter at organismen dør. Ved å måle restinnholdet av ^{14}C i funnrester fra en plante eller et dyr, kan aldere inntil cirka 50 000 år beregnes. Innholdet av ^{14}C i organisk materiale som har en opprinnelse lengre tilbake i tid, vil være så lavt at det i dag ikke er mulig å måle.¹⁴

Radiokarbonalder beregnes som alder før nåtid, som regnes fra 1950 da metoden ble tatt i bruk, og presenteres som alder før nåtid (BP / before present). Mengden av karbonisotopen ^{14}C har ikke vært konstant i atmosfæren hele tiden, og den er heller ikke lik alle steder på jorda. Radiokarbonalder er derfor ikke direkte i samsvar med kalenderår (som regnes ut fra Kr. fødsel / Before Christ). Derfor må radiokarbonalderen kalibreres før en alder kan oppgis i kalenderår. Kalibreringen bygger på treringstudier, og dette har en begrensning i dag som ofte settes til cirka 12 000 år. Så langt som mulig oppgis videre i denne teksten alle aldre yngre enn cirka 12 000 år i kalenderår.

Eem – forrige mellomistid i Nord-Europa

Den nest siste mellomistiden i Nord-Europa har fått navnet eem. En sammenstilling av vegetasjonshistoriske studier, som er basert på pollenprøver fra denne mellomistiden i Nordvest-Europa, gir oss et innsyn i vegetasjonsutviklingen fra slutten av den nest siste istiden i Nord-Europa, saale-istiden. Fra pionervegetasjon, i begynnelsen av eem-mellomistiden og fram til etablering av eikeblandingskog, skjedde raskere sammenlignet med den nåtidige mellomistiden. Eem-mellomistiden viser seg å ha vært relativt kortvarig med cirka 13 000 år.¹⁵

Mellomistiden eem

Eem-mellomistiden omfatter perioden cirka 130 000–117 000 år siden. Navnet kommer av den nederlandske elven Eem, hvor det i nærheten ble funnet fossiler som første gang ble knyttet til en mellomistid før siste istid. Oksygenisotop-forholdet fra dyphavsavsetninger viser at det globale isvolumet var lite og havnivået var høyt under eem-mellomistiden.¹⁶

I områdene sør, øst og vest for den skandinaviske halvøy er det gjort et stort antall funn av pattedyrrester eldre enn siste istid.¹⁷ I Danmark er det funnet skjelettrester fra store plante-spisende pattedyrarter hjemmehørende i eem-mellomistiden som virker eksotiske og fremmede sammenlignet med vår tids mellomistids-fauna. Eksempler på denne faunaen er en skoglevende elefantart *Elephas namadicus* / *Palaeoloxodon antiquus*, og en skoglevende nesehornart *Dicerorhinus kirchbergensis*.¹⁸ Det er også gjort funn fra både tidligere istider og mellomistider. En faunahistorisk reise i pleistocen er et spennende møte med nærstående former og nære slektninger av nålevende arter, herunder også mennesket.

Forskjellig fra mange europeiske land, er funn av plante- og dyrerester fra eem-mellomistiden i Norge ytterst sjeldne, og bare kjent fra et fåtall steder.¹⁹ De eldste kvartære glasiale avsetningene bevart i Sør-Norge er funnet på Jæren.²⁰

Weichsel-istiden kalles siste istid i Nord-Europa og regnes for å ha begynt for cirka 117 000 år siden

Istiden hadde store vekslinger mellom kalde og varme perioder

Avsetninger fra forrige mellomistid på Vestlandet

Ved Fjøsanger i Bergen kommune i Vestland, ble det midt på 1970-tallet foretatt utgraving av vannsorterte avsetninger bestående av silt, sand og grus med morenedekker både over og under. De vannsorterte avsetningene er datert til eem-mellomistiden ved hjelp av termoluminescens-metoden. Pollenanalyser fra de dypeste sjiktene viser vesentlig gras og urter. Deretter følger pollen av bjørk *Betula sp.* og furu *Pinus sylvestris* og som igjen etterfølges av eik *Quercus sp.*, hassel *Corylus avellana*, or *Alnus incana* og furu. Denne sammensetningen kan ligne eikeblandingsskogen som i dag finnes i det sørlige Danmark. I de yngste og øverste lagene vitner pollenfunn om at gran *Picea abies* er helt dominerende fram til overgangen til siste istid. Pollenfunnene og vegetasjonsutviklingen sammenfaller med funn av varmtvanns- og kaldtvannslevende marine skalldyr. I lagrekkene fra eem er det også funnet noen få beinrester av sel. En betydelig grandominans vises også i et fåtall andre pollenfunn fra Sør-Norge fra slutten av eem-tiden.^{21 22}

Weichsel – siste istid i Nord-Europa

Den siste istiden i Nord-Europa har fått navnet weichsel. Overgangen fra eem-mellomistiden til weichsel-istiden skjedde for cirka 117 000 år siden. Under denne siste istiden var det periodevis isdekker over den skandinaviske halvøy. Den tidligste weichsel-perioden, tidlig-weichsel, har hatt mildere perioder (interstadialer) både for omkring 80 000 og 100 000 år siden, og kaldere perioder (stadialer) både for omkring 90 000 og 110 000 år siden. Analyser av oksygenisotoper, som blant annet er hentet fra dyphavssedimenter, viser slike variasjoner innenfor denne tidligste weichsel-perioden.²³ Isdekket på den skandinaviske halvøy regnes for å ha hatt vesentlig mindre utstrekning i denne tidligste perioden sammenlignet med den store utbredelsen av isdekket, spesielt i den siste perioden av weichsel-istiden.²⁴

Den neste perioden av weichsel-istiden, midt-weichsel, regnes for å begynne for omkring 74 000 år siden. Pollenanalyser og oksygenisotop-forholdet fra dyphavs-sedimenter indikerer også i denne perioden svingninger mellom perioder med mildere klima og perioder med kaldere klima.²⁵ Det skandinaviske isdekket var trolig svært dynamisk i denne delen av weichsel.²⁶ Geokjemiske dateringer av avsetninger i Danmark indikerer et isdekke med framrykninger mot sør for cirka 65 000–60 000 år siden. Hele Sør-Norge kan derfor ha vært isdekket på denne tiden.²⁷ Funn av skjelettresten av fugl- og pattedyrarter på vestlandskysten, som har latt seg datere med radiokarbonmetoden, indikerer isfrie forhold i kystområdene i Sør-Norge i tidsrommet cirka 38 000–34 000 år siden. I innlandsområder i Sør-Norge er utstrekningen av isfrie områder mer usikkert. Et fåtall funn av planterester, som har latt seg datere, er indikasjoner på at noen isfrie områder også har eksistert i innlandsområder i samme tidsrom. Denne milde perioden er den best daterte interstadialen i Norge fra hele weichsel-istiden. Dette skyldes at det er funnet mye organisk materiale som ligger innenfor rekkevidden for radiokarbonmetoden.²⁸ Perioden er kalt ålesund interstadial fordi det første funnet fra perioden ble gjort i Ålesund.²⁹ En kortvarig og kaldere periode (stadial) med isdekke ut til kysten av Sunnmøre i forkant av ålesund interstadial, er basert på undersøkelser blant annet i brenningshulen Skjongshelleren i Giske kommune. Analyser av lagdelinger og beinfunn indikerer at det eksisterte en kortvarig kaldere periode innenfor tidsrommet 43–38 000 år siden.³⁰

Weichsel

Weichsel-istiden er den siste i rekken av istider i kvartær. Det er den polske elva Wisła, med den tyske skriveformen Weichsel, som har gitt navnet til siste istid i Nord-Europa.³¹ Weichsel-istiden har sin begynnelse etter eem-mellomistiden og omfatter en periode på over 100 000 år. Weichsel deles inn i tre perioder; tidlig-weichsel (117 000–74 000), midt-weichsel (74 000–24 000) og sen-weichsel (24 000–11 500). Senglasial tid brukes om de siste tusenårene av sen-weichsel, og denne inndeles igjen i flere kortere faser som alle vitner om en kompleks tid med vekslinger mellom et varmere og et kaldere klima.

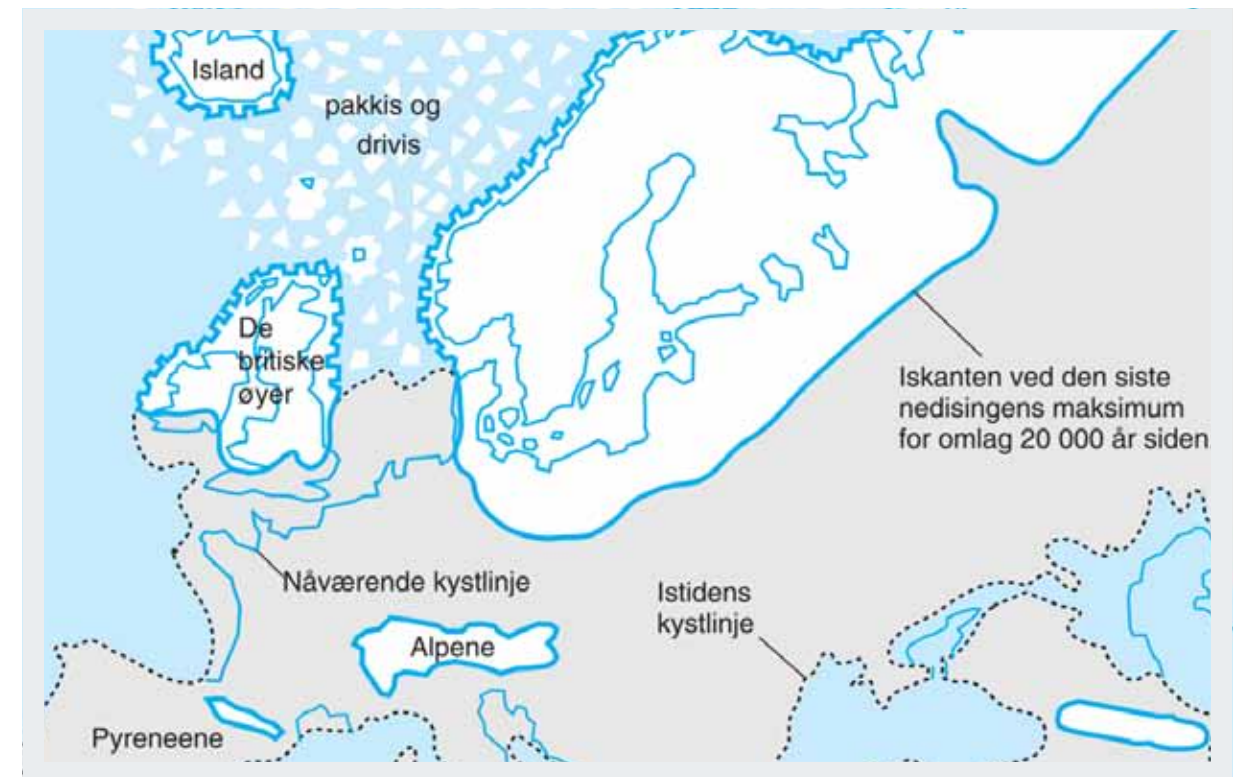
Isdekket under siste istid hadde sin største mektighet for cirka 23 000–19 000 år siden

Weichsel-istidens maksimum

Det skandinaviske isdekket hadde sin største utstrekning i den siste perioden av weichsel (sen-weichsel). En sammenstilling av resultater fra tverrfaglig forskning indikerer at den største utbredelsen til dette isdekket (bremaksimum) fant sted innenfor perioden cirka 23–19 000 år siden.³² Norge var betydelig nediset under bremaksimum, og det var trolig bare deler av Andøya i Nordland som var isfritt.³³ Dateringer av store framrykninger av isdekket sørover til Danmark, og som vises i form av endemorener, ligger innenfor tidsrommene cirka 29–27 000 år og cirka 23–21 000 år siden.³⁴ Det finnes også to endemorene-systemer langs store deler av norsk kontinentalsokkel med en alder innenfor perioden 24–22 000 år siden.

Kunnskap om hele weichsel-istidens forløp er begrenset på grunn av den betydelige erosjonen som isdekket under den siste perioden påførte eldre avsetninger og rester av organisk materiale. Det er bare spredte og få rester av avsetninger og organisk materiale som har blitt bevart i Norge med opprinnelse forut for den siste perioden i weichsel.³⁵

Det skandinaviske isdekket hadde større utstrekning enn de andre i Europa på denne tiden



Illustrasjon: Store Norske Leksikon <https://snl.no/istid>

Siste istids største utstrekning

Kartet viser grensen for det skandinaviske isdekkets utstrekning under weichsel for omlag 20 000 år siden. Dette fant sted i den siste perioden av weichsel (sen-weichsel), og isdekket omfattet Fennoskandia, store deler av Danmark, nordlige deler av Tyskland og Polen, vestlige deler av Russland og store deler av de baltiske landene. Det var også en forbindelse i sørvest med isdekket på deler av Storbritannia og Irland. I nord var det en forbindelse med isdekket på Svalbard, Barentshavet og Karahavet. Det skandinaviske isdekket hadde en større utstrekning enn de andre isdekkene i Europa på denne tiden.^{36 37 38}

Overgangene fra istid til mellomistid, og vise versa, har stor påvirkning overfor genetisk variasjon og struktur hos planter og dyr

Evolusjon i kvartær

Plante- og dyrelivet på den nordlige halvkule har i kvartær gang på gang vekslet mellom utslettelser, re-etableringer og ekspansjoner som følge av store klimatiske skiftninger. Mange arter med tilpasninger til et arktisk-alpint klima med skogløse og tørre livsmiljøer har hatt en vidstrakt geografisk utbredelse under istider, og en redusert utbredelse under mellomistider. Tilsvarende har arter med tilpasninger til temperert klima med skog og fuktigere livsmiljøer hatt en vidstrakt geografisk utbredelse under mellomistider, og en redusert utbredelse under istider. I en slik forenklet framstilling eksisterer innsnevrede leveområder for planter og dyr både under istider og mellom-istider.³⁹ En overgang fra istid til mellomistid eller motsatt innebærer en endring av hele biomet.

Overgang fra en istid til en mellomistid eller motsatt, kan ha stor påvirkning på genetisk variasjon og struktur hos ulike arter.⁴⁰ Dersom en populasjon blir geografisk isolert over lang tid fra artens hoved-utbredelse, kan den isolerte populasjonen utvikle seg forskjellig fra andre populasjoner. Hvilke egenskaper som blir favorisert i atskilte populasjoner kan være forskjellig. En geografisk isolasjon kan vedvare helt eller delvis gjennom en mellomistid eller istid. Dersom populasjoner møtes etter lang tids atskillelse, så kan det være at de ikke lenger eller i liten grad utveksler gener. Leveområdene kan endres i en så betydelig grad at populasjoner dør ut og genetisk variasjon forsvinner. Muligheter for inn- eller utvandring kan være påvirket av «barrierer» slik som isbreer/isdekker, store innsjøer, hav- og fjordarmer, vidstrakte stepper, store sammenhengende skoger og fjellkjeder.⁴¹ Hva som oppfattes som en barriere vil variere fra art til art, men noen barrierer er felles for de fleste arter, slik som hav- og høyfjellsområder.

Lemen var vidt utbedt under siste istid i Europa

Klassiske istidsarter blant de landlevende pattedyrene

Lemen *Lemmus lemmus*, fjellrev *Vulpes lagopus* og rein *Rangifer tarandus* er eksempler på klassiske nålevende «istidsarter». Ut fra funn av skjelettrestrester kan vi med sikkerhet konstatere at disse artene har levd i Sør-Norge under deler av siste istid. En rekke daterte funn viser en mer vidstrakt geografisk utbredelse i Europa gjennom et langt tidsrom under siste istid sammenlignet med deres utbredelse i dag. Nå lever disse artene i en mellomistid hvor klimatiske forhold har innskrenket deres leveområder i Europa.

Lemen

Lemen har hatt en utbredelse både i det nordlige og i det sentrale Europa under siste istid. Daterte skjelettfunn er gjort fra England og Frankrike i vest, til de russiske sletter i øst og til Ungarn og Romania i sør.⁴² Funn av skjelettrestrester fra siste istid i Sør-Norge er også kjent fra ett grottefunn på Mørekysten med datering i tidsrommet cirka 30 000 år siden.⁴³ Utbredelsen i Europa ble betydelig redusert i nåværende mellomistid, og i dag er lemen utelukkende utbredt i fjellområder i Sør-Norge og nordover på den skandinaviske halvøy, det nordligste Finland og videre til nordøstlige deler av Kolahalvøya i Russland.⁴⁴ Genetiske analyser hos lemen viser at dens genetiske variasjon i dag er mindre sammenlignet med bestander som levde i siste del av weichsel-istiden.⁴⁵



Lemen (1 150 meter over havet) med tinderekka i Jotunheimen i bakgrunnen. Foto: Thor Østbye



Hvilende fjellrev i vinterpels i en ur på Svalbard. Foto: Paul Granberg

Fjellrev

Fjellrev har hatt en utbredelse både i det nordlige og i det sentrale Europa under siste istid. Skjelettfunn er gjort i Spania i sør, det sørlige Russland i øst og til Irland i vest.⁴⁶ I Sør-Norge er skjelettresten funnet i en grotte på Mørkysten med en datering i tidsrommet 36 000–28 000 år siden. Dette sammenfaller i tid med ålesund interstadial i midt-weichsel. Fra samme grotte er det også funnet skjelettresten av fjellrev, som ut fra radiokarbondatering viser at dyret har levd for cirka 13 000 år siden. Dette sammenfaller med siste del av sen-weichsel.⁴⁷ I dag er utbredelsen sirkumpolar, men i Europa er den begrenset til den arktiske tundraen fra Norge i vest og østover på fastlandet i Russland, og på arktiske øyer. I tillegg er den naturlig utbredt på den skandinaviske halvøy og Island på alpin tundra.⁴⁸



Villrein i Vest-Jotunheimen. Foto: Thor Østbye

Rein

Rein har hatt en vid utbredelse i Europa under siste istid, og en rekke skjelettfunn er gjort sør for 50°N med dateringer knyttet til tidsrommet bremaksimum (24 000–18 000 år siden).⁴⁹ Arkeologisk utgravde boplasser etter moderne mennesker i Europa viser at reinen har etterlatt mye beinmateriale med en geografisk utstrekning så langt sør som 43°N (nordlig breddegrad) i Italia⁵⁰ og 42°N i Spania⁵¹ i sen-pleistocen. Reinen, som har levd sammen med en rekke andre store plantespisere i Europa, er avbildet på hulemalerier i mange europeiske grotter som blant annet Kessler-Loch Cave i Sveits og Chauvet-grotten i det sørlige Frankrike. Blant de yngste dateringer av rein i Vest-Europa sør for Skandinavia er et funn i Nord-Tyskland der radiokarbondatering viser at reinen levde der helt i inngangen til holocen-mellomistiden.⁵² I Sør-Norge er skjelettfunn av rein gjort både på Romerike og flere steder langs vestlandskysten, og disse har ut fra radiokarbondateringer vist at arten har levd i Sør-Norge i flere tidsrom under siste istid.⁵³ I dag er fjellreinen (underarten *R. t. tarandus*) i Europa bare utbredt i vill tilstand i Sør-Norge og i et område vest på Kolahalvøya.⁵⁴ Det mulige leveområdet til reinen på en global skala er beregnet å ha gjennomgått en betydelig reduksjon fra istid til nåværende mellomistid.⁵⁵

*Moderne mennesker utvandret fra Afrika
helt i begynnelsen av den siste istiden*

*Denne junikvelden la Dahl merke til at i veggen framfor
ham, stod en uvanlig gjenstand ut på skrå oppover*

Refugier i istider og mellomistider

Et refugium betegner et geografisk avgrenset område hvor en eller flere populasjoner overlever etter en betydelig sammentrekning i artens utbredelse. Et refugium vil for en art ha funksjon som en kilde hvorfra arten igjen kan utvide sitt utbredelsesområde dersom livsbetingelsene blir bedre. Mange plante- og dyrearter som i vår tids mellomistid lever på den skandinaviske halvøy, har hatt en utbredelse knyttet til sørlige og østlige refugier under siste istid. Den iberiske halvøy, den italienske halvøy og Balkan er områder i Europa som har vært refugier for mange arter.⁵⁶ Gjennom studier av gammelt arvemateriale (aDNA) har det vist seg å ha eksistert mindre refugier for flere skoglevende pattedyr også lengre mot nord.⁵⁷

Neandertalere og moderne mennesker i Europa under siste istid

Det moderne mennesket *Homo sapiens* utvandret fra Afrika tidlig under siste istid, og skjelettresten er funnet i de østlige middelhavslandene med en alder som er cirka 100 000 år. Mens det østlige Asia ble kolonisert tidlig etter utvandringen fra Afrika, ble Europa kolonisert seinere, og de eldste skjelettresten og kulturfunn viser seg å være cirka 40 000 år gamle. I Europa hadde neandertalerne *Homo neanderthalensis* utviklet seg gjennom minst 300 000 år med tilpasninger til et kjøligere klima. Genetiske studier viser hybridisering mellom moderne mennesker og neandertalerne, og det er antatt at hybridiseringen kan ha vært positivt for moderne mennesker når det gjelder en rask tilpasning til nye leveområder utenfor de tropiske og subtropiske leveområdene i Afrika, med blant annet kjøligere livsmiljøer og mindre påvirkning av sollys på huden. Funn av skjelettresten fra neandertalerne har hittil ikke vist noen yngre alder enn cirka 30 000 år.⁵⁸

Vegetasjons- og faunarester fra weichsel-istiden i Sørøst-Norge

I Sørøst-Norge er de fleste funn av plante- og dyrerester med opprinnelse fra siste istid knyttet til tidsrommet før bremaksimum. Blant ulike typer funnsteder eller «istidsarkiver» i innlandsområder, er de fleste faunafunn knyttet til avsetninger dannet av breelver. Funn av plante-rester er derimot knyttet til avsetninger dannet av stillestående vann. De funn som er gjort i innlandsområder i Sørøst-Norge sammenfaller med vegetasjon og fauna i innlandsområder funnet i andre nordlige steder i Europa. Vest for Langfjella har et større funnmateriale avdekket en arktisk kystfauna knyttet til tidsrommet både før og etter bremaksimum.

«Mammutgruva» i Fåvang

Ingemar Dahl satt bak spakene på en stor frontleser i Myhre Grustak om kvelden den 24. juni 2013. Dahl befant seg nedunder en loddrett vegg på cirka 10 meter for å ta ut materiale som senere skulle knuses og brukes til veg- og boligbygging. Veggens av sammenpresset stein, grus og sand var hard, og det var et krevende arbeid å få ut massene. Denne junikvelden la Dahl merke til at noe uvanlig stod på skrått oppovervendt i veggens framfor ham. Kunne dette være en stein? Det lignet mer på en rot, tenkte Dahl. Han hadde arbeidet i lignende grustak i både Norge og Sverige i mer enn 35 år, og i løpet av alle disse årene hadde han aldri funnet spor av noe organisk så dypt nede i bakken. Etter at han kom til Fåvang, ble det snakket om mammutfunnene som hadde blitt gjort i Myhregruva. Øyvind Rudi Holaker, som har arbeidet i grustaket i mange år, hadde sagt at dersom rester av bein eller tenner dukket opp, måtte arbeidet stilles i bero til funn og funnsted ble dokumentert. Allerede i oktober 2009 hadde Thomas Skjelle oppdaget ut fra øyekroken en uvanlig gjenstand på rista til knuseverket, og han funderte på dette litt fram og tilbake før han bestemte seg for å sjekke. Knuseverket ble stanset, og der på rista lå restene av en støttann med det største omkretsmål som hittil er registrert i Norge. Året i forveien hadde Bjørn Erik Pettersen også funnet en del av en støttann i Myhregruva. Ingemar Dahl hadde dette i tankene mens han satt og betraktet det uvanlige som stakk ut i veggens framfor ham.

*Alarmen gikk. Det hadde gått 127 år siden
Kari Joten gjorde det første funnet i landet.*

I fare for å bli truffet av stein, tok han skuffen på maskinen forsiktig under funnstedet og flyttet det hele bort fra vegg. Stående ved skuffen skjønte Dahl at dette hverken var en uvanlig stein eller en trestokk. Det måtte være en støttann. Alarmen gikk. Det hadde gått 127 år siden Kari Joten gjorde det første funnet i landet. Dette var det fjerde funnet i Myhregruva, det syvende funnet i Ringebu kommune og det 23. i Norge. Alt i 1941 ble det av en ukjent person funnet en del av støttann i nærheten av Fåvang sentrum. Aksel Kristiansen fant en mindre del fra en støttann i den samme avsetningen som Myhregruva utnytter (Bystadgruva) i 1966. Myhregruva ble etablert av Ole Bjørn Myhre i 1985. Han husker godt det første funnet som ble gjort av Mathias Hallum i 1988. De visste ikke den gang hva det kunne være. Funnet ble vist til kvartærgeolog Ole Fredrik Bergersen fra Universitetet i Bergen og Peer-Rikard Neeb fra Norges Geologiske Undersøkelse. Bergersen var årlig innom Myhregruva med studenter, og han kunne umiddelbart bekrefte at det var en del av en støttann. Det skulle vise seg at flere funn dukket opp i årene som fulgte. Myhre Grustak drives i dag av Gunnar Holth Grus-forretning.

*Ingemar Dahl oppdaget denne
delen av en støttann fra
ullhåret mammut i Myhregruva
i Fåvang i 2013. Funnet inngår
i osteologiske samlinger til
Universitetsmuseet i Bergen.
Foto: Kåre Solbakken*



Vegetasjonshistorien har i snart hundre år vært studert ut fra pollen

Vegetasjonshistoriske kilder fra siste istid

Kunnskap om vegetasjonshistorien har i snart hundre år vært utviklet ved hjelp av pollenanalyser. Ved slike undersøkelser kartlegger man pollen primært fra vind-bestøvede blomsterplanter i borekjerner som hentes opp fra myrer og fra bunnen av tjern. Pollenkorn, vanligvis noen få hundredels millimeter store, produseres i store mengder og spres utover landskapet med vind og luftstrømmer, og de avsettes på myrer og vannflater. På grunn av svært sparsom oksygen-tilgang i myrer og på bunnen av innsjøer og tjern går nedbrytningen av pollen svært sakte. Pollen har en svært motstandsdyktig vegg og kan holde seg under slike forhold i titusener av år uten at de nedbrytes. Ulike plantearter har karakteristiske pollenkorn som kan bestemmes under mikroskop til art eller gruppe av arter. Pollenanalyser fra avsetninger med kjent alder er en viktig kilde til informasjon om plantenes innvandringshistorie, klimahistorie, tregrenseendringer og øvrig vegetasjonshistorie på lokaliteten.⁵⁹ I tillegg til pollen, kan også bevarte rester av større plantedeler, som nåler, blader, stengler og frø (makrofossiler), dokumentere både arter og lokal-klima i funnområdet. Funn av pollen og større planterester tilhørende siste istid er imidlertid få i Sørøst-Norge. Nye metoder som ikke visuelt bestemmer pollen eller større planterester, men artenes DNA, er allerede tatt i bruk for å gi mer detaljert kunnskap om vegetasjonshistorien under og etter istiden. DNA kan bevares i blant annet sedimenter i innsjøer og anvendes i slike undersøkelser.⁶⁰

Faunahistorien bygger på funnrester fra dyr som har blitt bevart på en slik måte at nedbrytningen går svært langsom

Faunahistoriske kilder fra siste istid

Kunnskap om istidsfaunaen i Norge er bygd på funn som har en sikker opprinnelse og som i tillegg kan bestemmes til art eller slekt og gi en alder. For at rester fra en fauna som har levd for tusener av år siden overhodet skal kunne gjenfinnes, må de døde dyrene bli bevart på en slik måte at nedbrytningen skjer svært langsomt. Gode muligheter for bevaring er i vann, hvor døde dyr som dekkes til av finmateriale, som silt- og leirpartikler, kan bli liggende i et tilnærmet oksygenfritt miljø. På land vil selve begravningen av det døde dyret ha stor betydning for hvorvidt noe bevares lang tid etter dyrets død eller ikke. Klimaet på stedet kan bidra til å tørke ut eller fremme forråtning av et dødt dyr. Løsmasseskred kan raskt dekke til kadavre. Strømmende vann og åtseletere kan transportere, sedimenter kan begrave og store flommer kan raskt dekke til kadavre. Erosjon og transport kan også skje på nytt ved strømmende vann. Det vil foregå mikrobiologiske og kjemiske prosesser i begravde døde organismer.⁶¹ For planter og dyr som har etterlatt rester fra siste istid vil prosessen med forsteining i liten grad ha gjort seg gjeldende, eller prosessen har vært helt fraværende ut fra for begrenset tid.

I områder med periodevis isdekker er det få funn av faunarester som er eldre enn nåværende mellomistid sammenlignet med områder uten isdekker. Store deler av Fennoskandia har få funn fra istider og tidligere mellomistidsperioder. Spesielt gode bevaringsforhold finnes imidlertid i nordlige områder utenfor yttergrensene for periodevis isdekker, på steder der permafrost motvirker forråtning. En annen type område med gode oppbevaringsforhold for rester av store pattedyr fra siste istid er tidligere landområder som «sank i havet» som følge av at havnivået steg. Spesielt rikt på beinrester er bunnen i Nordsjøen mellom Storbritannia og det europeiske kontinentet.⁶²

De fleste beinfunn fra en istidsfauna i Sørøst-Norge er gjort i breelvavsetninger

Funn med usikre opplysninger om opprinnelse dukker opp fra tid til annen. En mammutjeksle som ble innlevert til et museum i Sør-Norge, viste seg sannsynligvis å ha blitt med en hjemreist gullgraver fra Alaska.⁶³ Informasjon om funn kan viskes bort fra en generasjon til den neste. Andre funn gjøres under funnforhold som skaper usikkerhet om opprinnelse, slik som mammutjekselen funnet på Blommenholm i Bærum i cirka 1918.⁶⁴ Eldre skriftlige kilder kan også inneholde informasjon om funn fra en istidsfauna, men som senere ikke kan bekreftes eller dokumenteres. Et eksempel på dette er funn av et langt lårbein under graving ved en tidligere antatt kirke i Dovre kommune (nedenfor garden Svensgård).⁶⁵ Selve funnet har høyst sannsynlig gått tapt for lang tid tilbake. Nye analysemetoder knyttet til DNA-fragmenter bevart i innsjøsedimenter og permafrost vil ytterligere gi kunnskap om faunahistorien i framtiden.⁶⁶

Breelvavsetninger

De fleste funn av skjelettresten fra landlevende pattedyr tilhørende en istidsfauna i Sørøst-Norge, er gjort i breelvavsetninger med en opprinnelse før bremaksimum. Det er bare spredte rester av slike breelvavsetninger som har blitt bevart, og de er dekket morenemasser avsatt på et senere tidspunkt. I et isfritt dallandskap under istiden, har breelver avsatt sand, grov grus og vannrundet stein i sorterte lag. Sorteringen i grovt og fint materiale har vært et resultat av vannhastighet. Silt og leire har blitt transportert videre, og er først avsatt hvor vannstrømmen stanset helt opp slik at de fineste partiklene kunne synke til bunnen i en innsjø, i en fjord eller i havet. Rester av slike «submorene» breelvavsetninger har en begrenset forekomst i Norge. Gudbrandsdalen og noen andre indre områder i Sør-Norge har likevel bevart relativt mange.⁶⁷

Grustak på slike lokaliteter er år om annet funnsted for rester fra en istidsfauna

Bevaringsforholdene for døde dyr, som under siste istid lå på eller i nærheten av en breelv-slette, har vært svært dårlige. Ei breelvslette består av grovkornige avsetninger og rennende vann. Kadaveret kan gjennom forråtning, eller på grunn av åtseletere, ha blitt oppdelt i flere deler. Ved økt vannføring i elva eller ved at vannet tok nye løp, kan hele eller deler av kadaveret ha blitt ført bort fra sitt opprinnelige sted. I mer «stille» områder, slik som i bakevjer, kan spredte kadaverrester ha blitt tildekket med sand og grus. Rester fra et kadaver ville ha blitt fullstendig brutt ned om ikke restene ble raskt dekket til av grus, sand og trolig en del breslam.⁶⁸ Store og kompakte tenner, slik som jeksler og støttenner har latt seg bevare best da tannben er hardere enn beinvev.

Grustak på slike lokaliteter er år om annet funnsted for rester fra en istidsfauna. De vanligste funn er fragmenter av tenner og bein. Pollen og planterester kan også bevares i slike avsetninger, men dette er langt mer sjeldent.⁶⁹ Fram til første halvdel av 1900-tallet ble slike grusforekomster tatt ut med håndredskaper, og da la arbeiderne ofte merke til beinfragmenter som kom for en dag i ellers «sterile masser». Etter at store maskiner overtok, er det oftest bare store skjelettdeler som har blitt oppdaget.⁷⁰

I Norge er de fleste fragmenter av støttenner og beinrester av ullhåret mammut funnet i breelvavsetninger. På den tiden ullhåret mammut levde i Gudbrandsdalen og nærliggende områder, lå dalbunnen flere titalls meter over dagens nivå. Dette innebærer at dalen har hatt betydelige mengder vannsorterte lag med grus og sand som siden har blitt transportert bort.⁷¹ I hoveddalen har breelvavsetningene unngått å bli totalt erodert bort, spesielt ved munningene av sidedaler og i yttersvinger og lesider hvor hoveddalen vider seg ut.⁷²



De to ryggvirvlene fra moskusfe som ble funnet i 1913 i Innset i Rennebu kommune helt sør i Trøndelag. Begge virvlene, som er usedvanlig godt bevart, tilhører de naturhistoriske samlinger hos Naturhistorisk museum. Foto: Finn Audun Grøndahl

De eneste rester av moskusfe *Ovibos moschatus* fra weichsel-istiden i Norge er to ryggvirvler som ble funnet ved Innset i Rennebu kommune i Trøndelag, i forbindelse med gravearbeid og bygging av jernbane omkring 1913.⁷³ Funnene ble gjort i vann-sorterte lag med sand og grus under et morenelag. Nye radiokarbondateringer av begge virvlene viser en alder i tidsrommet 41 000–35 000 år siden, og forteller om isfrie forhold innenfor hele eller deler av tidsrommet.⁷⁴ Virvlene ble funnet av Ole Moen og M. Gulbrandsen, med bare noen meter i avstand, og det er sannsynlig at de har tilhørt samme individ.

KAPITTEL | WEICHSEL-ISTID

Eneste istidsfunn av rein i Sørøst-Norge er gjort på Romerike

Breelavsetninger etter istidens slutt

Da isdekket trakk seg tilbake for siste gang, ble det avsatt materiale fra breelver der isbreer stanset opp. Gode eksempler på dette er Romerike og Ringerike, som i dag har store avsetninger med breelvmateriale etter at brearmer stanset opp rett etter istidens slutt. På Romerike ble det dannet en stor breelvslette (sandur) med vekslende fint og grovere materiale. Der brearmer nådde ut i havvann dannet avsetningene et randdelta.⁷⁵ Noen plante- og dyrerester med opprinnelse før bremaksimum er funnet i slike bre-elvavsetninger dannet kort tid etter istidens slutt. Slike funn må skyldes forflytninger fra ett beskyttet leie med påfølgende sammenblanding med masser som ble avsatt i overgangen fra siste istid til mellomistid.

Det første norske funnet av en støttann (fragment) fra ullhåret mammut ble gjort i 1930 i et grustak like vest for Jessheim stasjon i Ullensaker kommune i Viken.⁷⁶ Funnet ble gjort av gårdbrukeren Ole Aas bare tre til fire meter ned i løsmassene, som var sortert og avsatt av breelver foran en brefront kort tid etter istidens slutt.⁷⁷ En radiokarbondatering av funnet i 1979 viser en alder som er minst 28 000 år eller eldre.⁷⁸ Dette innebærer at støttannen har blitt erodert ut fra eldre avsetninger for så å bli avsatt på nytt i yngre vannsorterte avsetninger. Hvorvidt støttannen har blitt oppbevart i is, breelvavsetninger eller annet materiale gjennom tusener av år er usikkert. I et nærliggende grustak, ved Hauersæter (Hauerseterdeltaet), som også ligger i Ullensaker kommune, fant Olaf Kristiansen en del av et reingevir i 1965 eller 1966. Dette er hittil det eneste kjente funn av rein i innlandsområder (regnes som innlandsområde i dag) i Sør-Norge fra weichsel-istiden. Funnet ble gjort i nedrast materiale fra en ti meter høy vegg i et grustak, og grusmaterialet ble avsatt kort tid etter istidens slutt.⁷⁹ En radiokarbondatering i 1970 viser at reinen levde i tidsrommet 42 500–33 000 år siden, altså fra samme tidsrom som moskusfefunnet ved Innset.^{80 81} Dette forteller om isfrie forhold flere steder i sentrale og sørøstlige deler av Sør-Norge. Gevirfragmentet må ha blitt erodert ut fra eldre avsetninger for deretter å ha bli avsatt på nytt i den første tiden etter istidens slutt.



Fragmentet av et rein-
gevir funnet i Ullensaker på
Romerike er blant de eldste
funn av rein i Norge. Foto:
Svein Roar Østmo

I et grustak på Hensmoen i Ringerike kommune i Viken fant Leif Kjemperud tre-rester både i 1966 og i 1968. Det første funnet ble gjort på 12–15 meters dybde i grustaket og er antatt å være gran.⁸² Funnstedet består av store sand- og grusmasser, avsatt i et isranddelta under nedsmeltingen i tidlig-holocen. Det første funnet er datert med radiokarbonmetoden og viser en minimumsalder på cirka 47 000 år.^{83a 83b} En minimumsalder innebærer at alderen kan være vesentlig høyere og forteller at funnet må ha blitt erodert fram fra eldre avsetninger for deretter å ha blitt avsatt på nytt.

Elvebredder og grusører

Fem jeksler fra ullhåret mammut er funnet på overflaten blant grus og stein ved strømmende vann. Skjelettresten fra denne arten liggende i dagens overflate er blant de mest spektakulære faunafunnene som kan gjøres i Norge. Funnstedene er bekk- og elvebredder, grusører ute i elver og i elveos. Høyst sannsynlig har alle jekslene blitt erodert ut av nærliggende breelvavsetninger eller andre avsetninger med en høy alder.⁸⁴ Sør for Skandinavia er forhistoriske elveløp viktige faunakilder.

Landskap under en interstadial under weichsel med moskusfe kryssende en breelvslette. I dag går jernbanen gjennom rester av breelvsletta i et ellers skogkledd landskap med store morenemasser avsatt tusener av år senere fra det nedsmeltede isdekket. Illustrasjon: Ragnhild Hermann

En fragmentert mammutjeksel innlevert til Sykkylven Naturmuseum som gir gode assosiasjoner om en «smørbrødstein». Rotdelen vender opp. Funnet har ingen opprinnelse i Norge. Foto: Magnhild Vatne, Musea på Sunnmøre

«Smørbrødstein»

I 1910 eller 1911 oppdaget Gunnar Moen som ung gutt en sterkt fragmentert jeksel fra ullhåret mammut på en grusør midt i Otta elv i sin hjemkommune Sel. Funnet ble kalt en «smørbrødstein» da den lignet en stabel med brødsiver med smør imellom. Funnet ble bragt inn til Paleontologisk museum av en turist i 1928.⁸⁵ I 1944, over 30 år senere, oppdaget den samme Gunnar Moen enda en jeksel fra ullhåret mammut. Dette funnet ble gjort på elvebredden i den nærliggende Ula i samme kommune. I 1929 oppdaget den da 16 år gamle Evard Hage en godt bevart jeksel liggende på elvebredden ved den lille Krokstadøya i Gudbrandsdalslågen nedenfor Vigerust i Dovre kommune. I Ottadalen gjorde Torbjørn Boje i 1933 et funn av en jeksel på bredden av Otta elv, ikke langt fra Finnas utløp. Dette var nærmere 50 år etter det første funnet lengre oppstrøms i stien over Storbekken. I 1973 fant Arne Kongsrud et fragment av en støttann i et mindre grustak like ved utoaset av Tessa i Vågåvatnet. Dette kan bidra til å kaste lys på hvor overflatefunn i elver og elveos kommer fra. Ingen overflatefunn av jeksler er kjent funnet i Norge etter 1944. Gjennom etter-istiden har sannsynligvis mange jeksler erodert fram og fulgt strømmende vann til de har blitt brutt ned. Dette er noe som fortsatt skjer, og det er bare et årvåkent og nysgjerrig øye som skiller en jeksel ut blant vannrundede steiner.



Hardpakkede vannsorterte lag med sand, grus og vannrundet stein under lag av morene i Myhre Grustak i Ringeby kommune. Slike rester av breelvsletter eller sandur, er funnet på mange lokaliteter i Gudbrandsdalen. Breelvavsetninger dannes av elver med smeltevann fra høyereliggende breer. Store breelvsletter ble trolig dannet i de store østlandsdalene flere ganger i weichsel, forut for bremaksimum. Vi kjenner i dag breelvsletter fra Grønland og Svalbard hvor breelvene er grunne med stadig skiftende løp. På foto viser Ingemar Dahl funnstedet for støttannen i 2013. Foto: Finn Audun Grøndahl

Myhre Grustak sett fra dalbunnen i Fåvang som viser en liten rest av hva hele hoveddalen bestod av den gang mammutene levde i området. Foto: Finn Audun Grøndahl

Gudbrandsdalen interstadial i tidlig-weichsel?

Gudbrandsdalen interstadial ble på 1970-tallet beskrevet som en delvis isfri periode før siste istids bremaksimum da de store dalførene var isfrie.⁸⁶ Det var kvartærgeologene Ole Fredrik Bergersen og Kari Garnes fra Universitetet i Bergen som første gang undersøkte de store breelvavsetningene på Myhre Grustak i Ringeby kommune og området Feten–Haugalia/Skarsanden like nord for Kvam i Nord-Fron kommune. Avsetningene ble viet spesiell interesse ut fra at de inneholdt bein- og tannrester av ullhåret mammut. Kari Garnes fant selv deler av støttann i grustaket nord for Kvam i 1977. Datering ved bruk av radioisotopisk metode (termoluminescens-datering) av en breelvavsetning i Fåvang i Ringeby kommune tidlig på 1990-tallet viser en stor spredning i alder gjennom tidlig- og midt-weichsel.⁸⁷ Gudbrandsdalen interstadial består trolig av flere interstadialer i tidlig- eller midt-weichsel.⁸⁸ I enkelte sub-morene avsetninger i Gudbrandsdalen er det gjort funn av pollen i små mengder, og disse har en artssammensetning som vitner om et kjølig klima med funn hovedsakelig av bjørk og ulike grasarter.⁸⁹

Knokkelbiten lå i hans garasje fram til at statsgeolog Per Holmsen fikk se funnet i 1961



Kåre Johansen med sitt funn av ullhåret mammut i 1959. Foto: Utlånt av Kari Torgersen

Funn av mindre skjelettdeler

Kåre Johansen drev med transport av grus fra et mindre grustak ved Fåvang. Under gravearbeidet oppdaget Johansen en smal «knokkelbit» som var om lag 20 cm lang. Han fant den i et lag med finere grus, som igjen hadde grovere grus både over og under. Knokkelbiten ble tatt vare på og lå Johansens garasje fram til at statsgeolog Per Holmsen fikk se funnet i 1961. «Knokkelbiten» ble så sendt til Paleontologisk museum i Oslo, og ble videre undersøkt av paleontolog Anatol Heintz. Han kunne slå fast at funnet var en del av en ryggvirvel fra ullhåret mammut, og nærmere bestemt, den delen av virvelen som vender opp og kalles ryggtagg eller dorsaltagg. Ryggtaggene er bundet sammen med bindevev og danner dyrets rygglinje. Det er disse beina som også gir den ullhårede mammuten sin markante pukkelrygg.⁹⁰ Johansen fikk en belønning på 150 kroner for innsending av funnet til Paleontologisk museum i Oslo.



Anatol Heintz (fra venstre), Oddvar Lunde og paleontolog Gunnar Henningsmoen ved overlevering av den 1,7 kilo tunge delen av en støttann i 1967. Foto: Utlånt fra Natasha Heintz, fra boka «Landet blir til, Norges geologi», gjengitt etter avtale med Norsk Geologisk Forening

Paleontologen fra St. Petersburg med interesse for mammut

Anatol Heintz (1898–1975) var tilknyttet Paleontologisk museum i Oslo fra 1922 og fram til 1966, og i dette tidsrommet utdannet han seg til paleontolog. Han ble først konservator, og utnevnt til professor i 1940. Han var bestyrer for museet gjennom 26 år, og han publiserte en rekke artikler om de norske mammutfunnene. Heintz hadde førstepublikasjoner for 13 av de norske funnene, og han hadde nytte av russiske kolleger i St. Petersburg ved undersøkelsene av flere av disse. Selv måtte Heintz flykte fra Russland og St. Petersburg sammen med sin familie i 1919 i forbindelse med revolusjonen. Paleontologen Gunnar Henningsmoen arbeidet også ved Paleontologisk museum, som nå er en enhet under Naturhistorisk museum.



Rester av en breelvslette i Kvam. Fra boka «Landet blir til. Norges geologi», gjengitt med tillatelse fra Norsk Geologisk Forening. Foto: Kari E. Henningsmoen, Paleontologisk museum, nå en enhet under Naturhistorisk museum

«Mammutgruva på Kvam»

Fotografiet viser det aktive grustaket ved Haugalia på Lågens vestside i Kvam en gang på 1960–1970-tallet. På denne tiden ble det brukt mindre maskiner ved uttak av massene, noe som gjorde det lettere å oppdage små bein- og tannrester. I løpet av den aktive driften ble det gjort seks funn i dette grustaket, og grustaket ble kalt «mammutgruva på Kvam». I tidsrommet fra 1964–1977 ble funnene gjort av T. Øigarden, Oddvar Lunde, Paul Kamp, Oddvar Lundelien og Kari Garnes. Olaf E. Lien gjorde også et funn få kilometer lenger sør (1961). I dag er driften for lengst opphørt, og det er bare mindre utrasinger som kan føre til at nye funn kan gjøres. Det er risikabelt å bevege seg i rasområdet og dette må derfor frarådes. Grustaket består av masser som opprinnelig er avsatt av breelver og som har utgjort del av en sandur eller breelvslette under siste istid.



Illustrasjonen viser Myhre Grustak i Gudbrandsdalen hvor det i dag hentes ut grus fra en bevart rest av en breelvslette. Under dannelsen av avsetningen levde ullhårede mammuter i området. Illustrasjon: Ragnhild Hermann – Foto: Finn Audun Grøndahl

Fra breelvslette til grustak

Illustrasjonen viser et dallandskap i en interstadial under midt-weichsel, med en breelvslette i dalbunnen og ullhåret mammut beitende litt oppe i dalsida. Her har det høyst sannsynlig også levd arter som blant annet rein, moskusfe, hest *Equus sp.*, ulv *Canis lupus*, fjellrev, lemen, fjellrype *Lagopus muta*, snøugle *Bubo scandiacus* og snøspurv *Plectrophenax nivalis*. Hest under istiden har aldri hittil blitt dokumentert i Norge. Ut fra en rekke funn blant annet i Russland, er det likevel sannsynlig at hesten ofte fulgte utbredelsen til ullhåret mammut. Framtidige funn av beinrester kan kanskje dokumentere arten også her i landet. Det er dessuten sannsynlig at det fantes mange fuglearter selv om de helt mangler etterlatt beinmateriale fra weichsel-istiden i innlandsområdene.⁹¹ Fotografiet viser et parti fra Gudbrandsdalen, hvor det i dag finnes et aktivt grustak der breelvvavsetninger med opprinnelse før siste bremaksimum graves ut med store maskiner. Rester av breelvsletter representerer i dag en stor ressurs innenfor bygg- og anleggsbransjen.

Breelvavsetninger som i dag er bevart fra tiden før bremaksimum har sammenheng med liten breerosjon

Hvorfor er de fleste mammutfunn gjort i Gudbrandsdalen?

Årsaken til at breelvavsetninger fra tiden før bremaksimum er bevart flere steder i Gudbrandsdalen har sammenheng med liten breerosjon. Liten breerosjon kan skyldes flere forhold. Under bremaksimum var is-skillet, eller innlandsisens kulminasjons-område, lokalisert over dette området i lang tid, og dette kan ha forårsaket mer langsomme brebevegelser og dermed bedre bevaring enn andre steder. Isdekket kan ut fra liten bevegelse også ha utviklet kald is frosset fast til underlaget. Bevaringen av breelvavsetninger i Gudbrandsdalen kan også skyldes at isdekket vokste langsomt med lange dalbre-faser. Hoveddalen ble fylt opp med betydelige breelvavsetninger og vitner om en prosess som kan ha foregått over lang tid.⁹² Kalde perioder med aktiv bredannelse over en lang periode, og hvor breer bare fantes i de høyeste fjellområdene, kan ha utviklet en kald bre helt til bunns. Slike breer eroderer ikke mye.⁹³

Kvartærgeologiske studier viser at brebevegelsen har foregått dels på skrå og dels på tvers av Gudbrandsdalens mange trange og dype sidedaler, med lite erosjon på avsetningene. Sidedalene kan ha vært effektive feller ved at de har latt seg fylle med titalls meter med morenemasser (bunnmorene) da isdekket beveget seg over. Slike «gamle» dalfyllinger finnes i dag bare som rester på gunstige steder. På grunn av den begrensede breerosjonen i de trange sidedalene er de tolket som steder hvor skjelettdeler av ullhåret mammut kan ha blitt bevart gjennom lange tidsrom.⁹⁴ Mindre breerosjon kan også skyldes at isdekket over deler av fjellområdene i Gudbrandsdalen, slik som Dovrefjell og Rondane, har vært betydelig tynnere og mer dynamisk enn tidligere trodd.⁹⁵

Det er sannsynlig at alle norske mammutfunn tilhører midt-weichsel og/eller tidlig-weichsel

Når levde ullhåret mammut i Norge?

Radiokarbondatering av flere norske mammutfunn ble gjennomført tidlig på 1960-tallet og første halvdel av 1970-tallet. Disse viste en alder på mellom 19 000 og 25 000 år. Dette ble ansett som lite sannsynlig dateringer fordi de sammenfaller med siste istids glasiale maksimum. Flere re-dateringer ble derfor gjennomført på slutten av 1970-tallet, og forut for disse nye dateringene ble det blitt lagt ned mye arbeid i å rense prøvene for forurensninger. De nye dateringene viste en alder som ligger helt på grensen eller utenfor rekkevidden for radiokarbonmetoden. Dette innebærer at en alder på cirka 40 000 år kan være riktig, men den kan også være vesentlig høyere.⁹⁶

Det er sannsynlig at alle norske funn tilhører midt- eller tidlig-weichsel. Flere hittil udaterte norske funn kan innebære at en alder innenfor ålesund interstadial ikke kan sees bort fra. Flere norske mammutfunn har også blitt forsøkt datert ved bruk av geokjemiske metoder.⁹⁷ Resultatene fra disse studiene har imidlertid ikke gitt noe entydig resultat.

Spiralsnodde støttenner har vært mest utviklet hos den ullhårede mammuten

Temasider ullhåret mammut

Ullhåret mammut er selve symbolet på istiden

Gjennom hele epoken pleistocen har flere arter innen mammut-slekten (*Mammuthus*) eksistert på den nordlige halvkule. De tidligste funn av ullhåret mammut hører hjemme i sen-pleistocen med en alder omkring 400 000 år.⁹⁸ Ullhåret mammut var godt tilpasset et kaldt og tørt skogløst landskap dominert av gras og urter. Denne arten er ut fra funn best kjent fra siste istid og har blitt selve symbolet på istiden.

Bred snabel med to gripefingre

Snabelen, som er nesen, er et langt muskulært rør ut fra en sammenvoksing av nese og overleppe. I tillegg til nesens vanlige funksjoner, hadde snabelen hos den ullhårede mammuten funksjoner som sugeorgan, gripeorgan, løfteorgan, lydorgan, føleorgan og som en slags arm for sosiale aktiviteter. Godt bevarte kadavre av ullhåret mammut funnet i permafrost viser en større bredde på deler av snabelen sammenlignet med nålevende elefanter.⁹⁹ Dette kan ha vært en tilpasning til lave temperaturer. I enden av snabelen hadde den en kort og en lang fingerlignende forlengelse, som trolig har vært effektivt for å gripe om mindre objekter. Gripeorganet har sannsynligvis muliggjort plukking av kortvokst gras og urter. Dette gripeorganet skiller seg fra nålevende elefanter, som har enden av snabelen formet noe annerledes.¹⁰⁰

Spiralsnodde støttenner

Utallige funn av støttenner fra ullhåret mammut viser at de var mer krummet enn hos nålevende elefanter. I tillegg skiller de seg ut med å være vridde eller spiralsnodde. Spiral-snodde støttenner finnes bare innenfor mammutfamilien, og dette har vært mest utviklet hos den ullhårede mammuten.¹⁰¹ I likhet med nålevende elefanter var det markante kjønnsforskjeller i støttenenes størrelse hos ullhåret mammut. For hanner viser mange funn å ligge innenfor 2,4–2,7 meter i lengde, og om lag 45 kilo i vekt for én støttann. Lengder og vekt er målt helt opp til 4,2 meter og 80–90 kilo i ekstreme tilfeller. Hos hunnene viser mange funn betydelig lavere verdier, og lengder og vekt ligger oftest innenfor henholdsvis 1,5–1,8 meter og 9–11 kilo.



Støttann funnet av T. Øigarden i 1964 i Skarsanden grustak like nord for Kvam i Nord-Fron kommune. Lengden på støttannen er målt til 1,12 meter, og har en vekt på 5,7 kilo. Omkretsen ved tannens groveste ende er målt til 270 millimeter. Funnet er del av samlingene ved Naturhistorisk museum, og holdes fram av paleozoolog og osteolog Anne Karin Hufthammer. Foto: Finn Audun Grøndahl



Deler av en støttann funnet i 2009 i Myhre-gruva. Omkretsmålet ligner et funn fra samme sted i 2013. Begge funn inngår i samlingene ved Universitetsmuseet i Bergen. Foto: Finn Audun Grøndahl

I likhet med hos nålevende elefanter har støttennene vært i vekst gjennom hele livet. Støttennene har trolig hatt en viktig funksjon ved rivalisering mellom hanner, slik vi kjenner det fra nålevende elefanter. Støttennene kan også ha hatt en rekke andre funksjoner, som blant annet å framstå som mer attraktive for hunnene og som et vern mot rovdyr for begge kjønn. Det norske funnet med størst dimensjon målt i omkrets ble gjort i Myhre-gruva i 2009. Denne støttannen målte 450 mm i omkrets og en diameter på 145 mm. Sammenlignet med et stort antall funn i Sibir varierer støttennenes diameter hos hunnene fra 47–90 mm og hannene fra 89–180 mm målt ved tannens base.¹⁰² Siden det norske funnet fra 2009 bare er en kort del av hele støttannen, kjenner vi derfor ikke til størrelsesmålet ved tannens base. Likevel indikerer dette målet at dyret har vært et hanndyr.



En jeksel funnet i Sveits som er den sjette og siste jekselen (M3), med cirka 18 synlige lameller (funnet er del av samlingene ved Universitetet i Zürich). Tilsvarende godt bevarte jeksler er ikke funnet i Norge. Foto: Finn Audun Grøndahl

Jeksel med mange lameller

Funn av bevarte kranier og underkjever viser at den ullhårede mammuten, i likhet med nålevende elefanter, bare har hatt en jeksel i hver kjevehalvdel. Det som særpreger jekslene hos ullhåret mammut er et høyt antall lameller. Lamellene er tverrgående forhøyninger på tannens tyggeflate, og et høyt antall lameller er trolig en tilpasning til utstrakt knusing av gras. Et lavere antall lameller knyttes gjerne til en diett bestående av mykere plantedeler, som løv og blader fra trær og busker. En rekke funn av godt bevarte jeksler fra ullhåret mammut viser 20–26 lameller i den siste molaren (den sjette jekselen tilsvarer den tredje molaren). Ingen nærstående arter i slekten *Mammuthus* har hatt et tilsvarende høyt antall lameller. Lamellene er omgitt av hard emalje, og er godt egnet for å kutte opp og knuse planter. Jekslene hos ullhåret mammut karakteriseres også ved å ha en høy krone tilpasset stor slitasje.



Jekselen fra Dovre som er bevart med litt rester av tannrøtter. Dovrefunnet er del av samlingene ved Naturhistorisk museum. Foto: Finn Audun Grøndahl



KAPITTEL | WEICHSEL-ISTID

En voksen hann på cirka seks tonn kan ha hatt et behov for å spise om lag 180 kilo planter daglig

I likhet med nålevende elefanter ble jekslene i underkjevene under tyggingen skjøvet fram mot jekslene i overkjevene. Den første jekselen var på plass fra fødselen av og ble skiftet ut allerede før 2 års alder. Nye jeksler avløste gamle og slitte gjennom en stor del av livet. Den sjette og siste jekselen (M3) regnes for å ha vært på plass ved cirka 30 års levealder.

Mange funn av slike jeksler har mål i nærheten av cirka 300 mm i lengde og cirka 1,8 kilo i vekt. Av norske funn er trolig jekselen fra Dovre fra et ungt dyr siden dens lengde er målt til 110 mm.

Analyse av mageinnhold fra vel bevarte kadavre bevart i permafrost viser dominans av gras og starr. Shandrin-mammuten fra Yakutia i Sibir hadde eksempelvis et 290 kilo mageinnhold som lignet tettpakket høy. En voksen hann på cirka 6 tonn kan ha hatt et behov for å spise om lag 180 kilo planter daglig. Dyrene har trolig brukt mye tid på beite, og de kan i likhet med elefanter i dag ha gjennomført lange vandringer for å ha tilgang på gode beiter.¹⁰³

Pukkel og lutende rygg

Et stort antall malte og innrissede figurer av ullhåret mammut på grottevegger i Europa viser at ryggen dannet en pukkel på skulderpartiet. Fra pukkelen viser figurene at ryggen lutet bakover. Malte figurer viser også at hodet hadde en tydelig «topp». En rekke skjelett-funn understøtter kroppsformen som vises på grotteveggene. Dette skiller kroppsformen hos den ullhårede mammuten fra nålevende elefanter. Et funn fra Fåvang i 1959 er nettopp del av en ryggtagg som har bidratt til en tydelig pukkel. Hvorvidt pukkelen har vært benyttet til lagring av fett, slik som hos eksempelvis kamel, er uvisst. Et høyt kranium er også karakteristisk for ullhåret mammut og har bidratt til å gi hodet den markante toppen.

Lang pels, små ører og kort hale

Funn av godt bevarte kadavre av ullhåret mammut i permafrost viser at kroppssidene har hatt dekkhår med lengder opp til cirka 90 cm. Dette ligner «pelsskjørt» som vi kjenner fra de nålevende artene moskusfe og jak *Bos mutus* som god beskyttelse i et kaldt livsmiljø. Lang pels er også framstilt på hulemalerier en rekke steder i Sør-Europa.

Kroppsvekt for ullhåret mammut er beregnet til å ha variert mellom fire og seks tonn for voksne hanner

Funn av kadavre viser også fettlagring, små ører og en kort hale, og dette må regnes som tilpasninger til et kaldt livsmiljø. Kadaverfunn viser også en hudklaff ved endetarmsåpningen som en tilpasning til kulde.

Kroppsvekt

Beregninger av kroppsvekt hos ullhåret mammut kan rekonstrueres ut fra kjente forhold mellom skulderhøyde og vekt hos nålevende elefantarter. Hos ullhåret mammut er skulderhøyden beregnet, basert på skjelettmål for voksne dyr, å være cirka 2,7–3,4 meter for hanner og cirka 2,6–2,9 meter for hunner. Ut fra dette er kroppsvekt for ullhåret mammut beregnet til å ha variert mellom 4–6 tonn for voksne hanner. Hunnene hadde en vesentlig lavere kroppsvekt. For mammuter var det en lang vekstfase helt fram til en alder på om lag 40 år for hanner, og noe yngre alder for hunner. Dette tilsvarer elefanter i dag. Med en livslengde på om lag 60 år vil dette si at mammut-hanner fortsatte å vokse store deler av livet. I likhet med mange andre pattedyr som blir isolert på øyer med begrensede matressurser, har ullhåret mammut flere steder utviklet en betydelig reduksjon i kroppsstørrelse. Utvikling av dvergformer er kjent fra Wrangeløya (nordøst Sibir i Russland) og St. Pauls Island (vestkysten av Alaska i USA). På begge disse stedene levde det populasjoner som ble atskilt fra fastlandspopulasjoner på grunn av havstigning og øy-dannelse.¹⁰⁴

Avsetninger fra bredemte innsjøer og i fjorder

Avsetninger i tidligere fjorder og bredemte innsjøer er rike på silt og leire. De finkornede partiklene, som er avsatt i stillestående vann, representerer gode bevaringsforhold for plante- og dyrerester. Best bevaringsforhold har tette leirelag som kan være tilnærmet oksygenfri. Under slike forhold kan et skjelett bli bevart nærmest intakt på samme sted gjennom et langt tidsrom. I Sørøst-Norge er det gjort et fåtall funn av planterester i bresjøavsetninger med opprinnelse før bremaksimum. Noen skjelettresten fra sjøpattedyr er også funnet i marine avsetninger som i alder tilhører slutten av siste istid, nemlig overgangen fra senglasial tid til nåværende mellomistid.¹⁰⁵



I en bekkekløft i Alvdal kommune i Innlandet har det erodert fram avsetninger fra en bresjø med en senere avsatt morene over seg. Planterester funnet i denne bresjøavsetningen viser gjennom radiokarbondateringer en alder omkring 35 000 år. Les om avsetningen på side 46 og 47. Foto: Finn Audun Grøndahl

Åstdalen er et dalføre mellom den sørlige delen av Gudbrandsdalen og Østerdalen i Innlandet. På en lokalitet i denne dalen, cirka 700 meter over havet i Ringsaker kommune, er det funnet sedimenter av siltig blågrå leire, opprinnelig avsatt i en bresjø. I de finkornede avsetningene er det funnet pollen og makrofossiler av planter. Over det finholdige laget finnes sjikt med vannsortert sand og grus og til slutt morene mot overflaten. I laget med siltig leire er det funnet pollen med en dominans av gras, halvgras og urter innenfor slektene malurt *Artemisia* og syre *Rumex/Oxyria* og nellikfamilien Caryophyllaceae. Det er også funnet større deler av planter (makrofossiler), som vier *Salix* og flere mosearter. Vieren er radiokarbondatert og viser en minimumsalder på cirka 48 000 år. Dette innebærer at den virkelige alderen kan være vesentlig høyere. Pollenanalysene viser en lysåpen og treløs vegetasjonstype, dominert av gras og urter i et kaldt miljø. De fleste moseartene som har latt seg bestemme viser arter som er tilpasset tørre voksesteder.¹⁰⁶ Det er antatt at planterestene ble bevart i en innsjø som lå nær en isbre i tidlig-weichsel, kanskje for 80–100 000 år siden.¹⁰⁷



I sediment-prøver fra Heimtjønna på Dovrefjell (Oppdal kommune), har noen små vedrester latt seg datere med radiokarbonmetoden. Alderen viser vegetasjon og isfrie forhold i tidsrommet for cirka 44 000 år siden.¹⁰⁸ Dette kan samsvare med den varmere Austnes interstadial som ble avløst av vekst i isdekket fra omkring 41 000 år siden.¹⁰⁹

I en bekkekløft i Alvdal kommune i Innlandet har det erodert fram avsetninger fra en bresjø med en senere avsatt morene over seg. Planterester funnet i denne bresjøavsetningen viser gjennom radiokarbondateringer en alder omkring 35 000 år. Dette betyr at det var isfritt i Alvdal på denne tiden. Denne perioden sammenfaller med ålesund interstadial og indikerer at også andre deler av Sør-Norge kan ha vært isfrie i dette tidsrommet. Pollen og makrofossiler fra den undersøkte profilen viser at klimaet var tørt og kaldt, med blant annet gras, starr *Carex*, rødsildre *Saxifraga oppositifolia*, marinøkkel *Botrychium*, krekling *Empetrum nigrum* og dvergbjørk *Betula nana*.^{110 111}

Mektige bresjøsedimenter som inneholder plantemateriale ved Djupdalsbekken i Alvdal kommune. Her har botaniker Aage Paus ved Universitetet i Bergen sammen med sine medarbeidere funnet planterester som er avsatt i midt-weichsel. Naturlig erosjon over tid bringer kontinuerlig fram nytt materiale på en slik lokalitet. Den blågrå morenen er noen titalls meter tykk. Det mørk fiolette laget under er øvre del av bresjøsedimenter. Foto: Finn Audun Grøndahl

På grensen mellom Løten og Elverum kommuner, i nærheten av Rokosjøen, er det gjort undersøkelser i silt- og leiravsetninger under senere avsatt morene. De finkornede avsetningene kan ha vært i en bresjø eller i en grunn fjordarm. Her er det funnet både pollen og større plante-rester, blant annet flere mosearter, som indikerer et landskap dominert av gras uten trær. Rester fra det øvre silt- og sandholdige sjiktet, like under morenedekket, viser gjennom radiokarbondatering alderen cirka 33 000 år. Vegetasjonsrester fra det dypeste sjiktet i blågrå siltig leire, cirka fire meter under jordoverflaten, viser alderen 51 000–44 000 år.¹¹² Alderen fra det dypeste sjiktet må anses som en minimumsalder, og den relle alderen kan være langt høyere.

*Torv bevarer informasjon om biodiversitet
og klima over lange tidsrom på en unik måte*

*Pollen og insektrester
ble funnet i torvlaget*

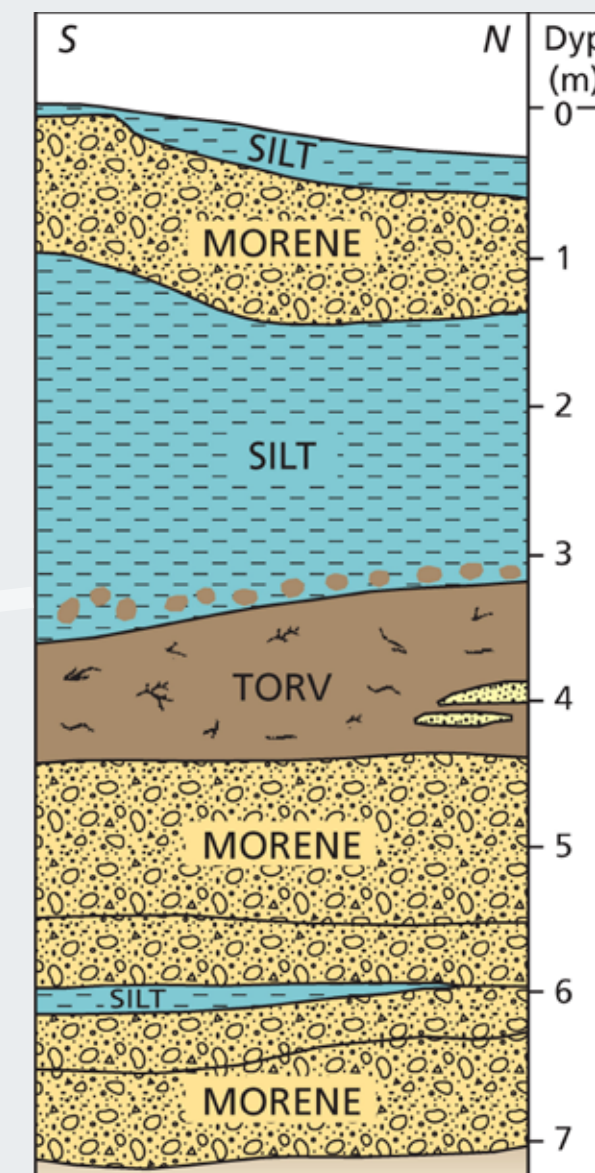
Mange funn i marin leire på vestlandskysten

Langs vestlandskysten er det gjort en rekke funn av plante- og dyrerester i marine avsetninger bevart i brenningsgrotter med opprinnelse fra siste istid. Skjelett-rester av ringsel *Pusa hispida*, grønlandssel *Pagophilus groenlandicus*, storkobbe *Erignathus barbatus*, rein, isbjørn *Ursus maritimus*, fjellrev og en rekke arter av fugl og fisk bevart i marin leire som i alder tilhører overgangen fra senglacial tid til holocen. Grønlandshval *Balena mysticetus* er dokumentert både i senglacial tid og i tidsrommet før bremaksimum. Funn fra senglacial tid vest for Bergen viser en fuglefauna med store likheter med kysten av Finnmark i dag.^{113 114} Blomvågfunnet i Øygarden kommune består av plante- og faunarester fra senglacial tid, og spesielt er det dokumentert mange fuglearter. Funnene er gjort i en overgang mellom silt og leire i en dybde på 2,5–3 meter og cirka 12 meter over dagens havnivå. Reinen er eneste landlevende pattedyrart som er funnet. Radiokarbondatering av et utvalg bein fra Blomvåg viser en viss spredning i alder, men de sammenfaller i tid innenfor en varmere interstadial (bølling interstadial) i tidsrommet 15 700–14 300 år siden. Ved Blomvåg ble det også funnet makrorester av gran (slekten gran), gråor, vier og barlind *Taxus baccata*.¹¹⁵ I Skjonghelleren i Giske kommune i Møre og Romsdal er det også funnet bein fra fjellrev, og radiokarbondatering av disse viser alderen 13 000 år.¹¹⁶

Torv

Torv dannes i myrer under forhold med stor vannmetning og med svært liten tilgang på oksygen og lav mikrobiologisk aktivitet. Under slike forhold skjer en ufullstendig nedbrytning av døde planterester som dermed hopper seg opp. Ei torvmyr vokser i lag på lag oppover, og over lang tid kan torvlagene oppnå flere meter i tykkelse. I disse lagene, som hovedsakelig består av torvmoser, finnes det også bevarte rester fra andre planter som har levd i nærheten. I torv kan det i tillegg bevares rester fra virvelløse dyr og virveldyr. Bløtvev fra virveldyr bevares bra, mens beinmateriale bevares dårlig på grunn av surt miljø. I et geologisk tidsperspektiv omdannes torv til kull. Torv bevarer informasjon om biodiversitet og klima på en unik måte.¹¹⁷ Funn av torv som er bevart fra siste istid er svært sjelden.

Et funn av torv med opprinnelse fra siste istid ble gjort like øst for Brumunddal i Ringsaker kommune. På gården Dalseng, cirka 395 meter over havet, ble det i en utgravning funnet et metertykt torvlag på tre til fire meters dyp. Under torvlaget ble det funnet tykke morenelag, mens det på oversiden ble funnet et halvannen til to meters lag med silt som igjen var dekket av morene. Pollen og insektrester ble funnet i torvlaget. Pollenanalysene som ble utført lagvis fra bunnen viser en åpen pionervegetasjon som endrer seg til en åpen bjørkeskog. Oppover i torvlaget vises en vid utbredelse av lerk *Larix sp.*, mens gran og furu var langt mer begrenset. Videre oppover i torvlaget er gras mer vanlig, og gjennomsnittstemperaturen er regnet for å ha falt til under 10 °C om sommeren. Den øvre sonen av torvlaget viser at vier og bjørk er forsvunnet og landskapet har skiftet til å være treløst, dominert av gras. Klimaet hadde høyst sannsynlig likheter med det som finnes i arktiske strøk i dag. En radiokarbondatering av torven viser minimumsalderen cirka 50 000 år, og dette innebærer at torvlaget kan være vesentlig eldre.¹¹⁸ Profilen fra Brumunddal er tolket (ved biostratigrafisk sammenligning) å sammenfalle med tidsrommet for cirka 100 000 år siden (Brørup interstadial)¹¹⁹ eller enda mer sannsynlig i tidsrommet for cirka 75–80 000 år siden (Odderade interstadial).¹²⁰ Begge dateringsforslagene refererer til mildere perioder under tidlig-weichsel.



Markeringen viser stedet på garden Dalseng hvor brønnen ble gravd ut i 1979. Torvlaget ga detaljert informasjon om dette landskapet under helt andre klimaforhold.
Foto: Finn Audun Grøndahl

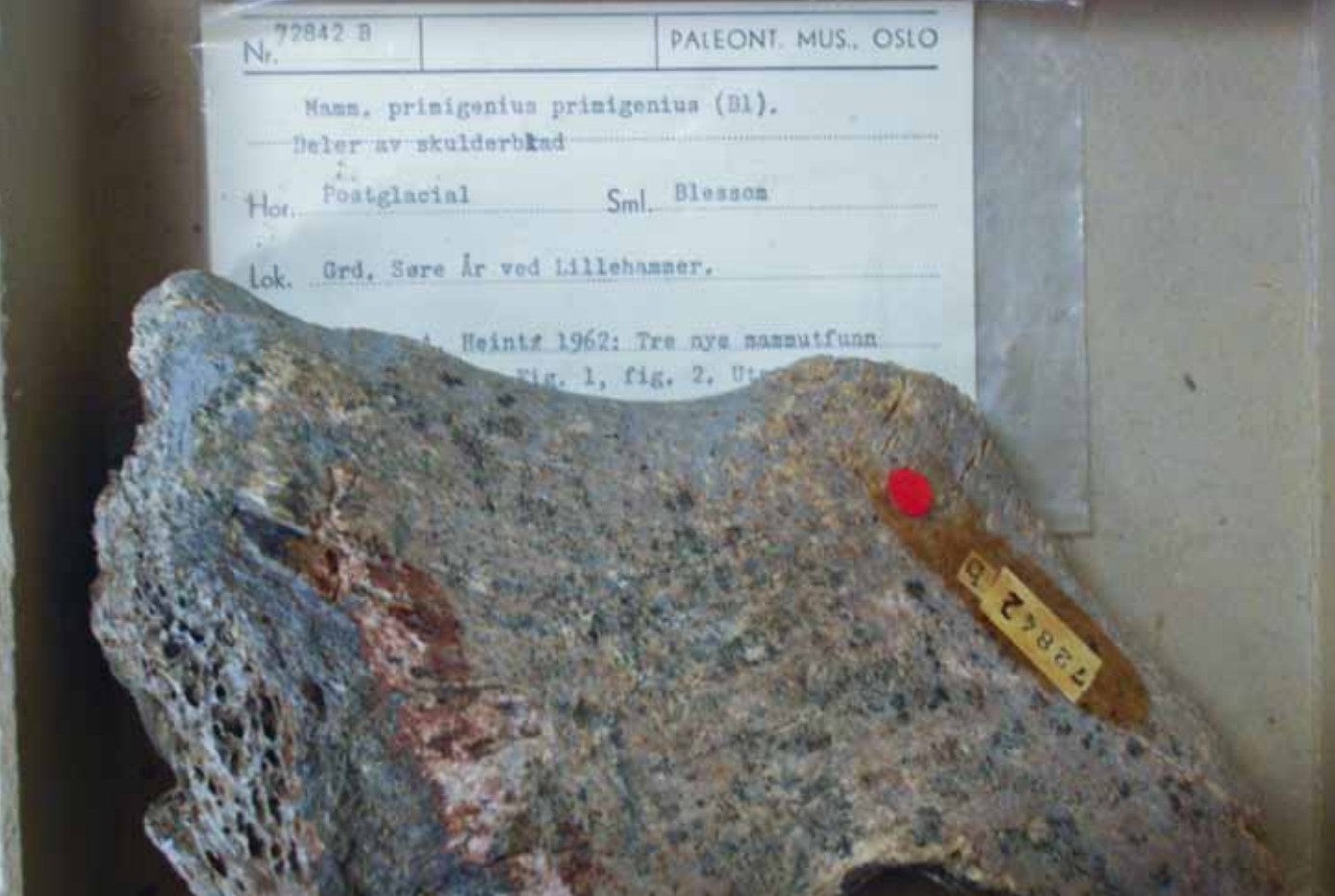
Illustrasjonen viser profilen fra jorden med et torvlag trolig bevart fra tidlig-weichsel, hentet fra boka «Landet blir til, Norges geologi», gjengitt etter avtale med Norsk Geologisk Forening.

Unikt torvfunn i Brumunddal

Gårdbruker Lars Steinbakken oppdaget i 1979 en trebit av bjørk som er antatt å ha en alder enten omkring 80 000 eller omkring 100 000 år. Sammen med sønnen Svein Olaf skulle han grave ny brønn på garden Dalseng. En god iakttagelsesevne kombinert med stor naturhistorisk nysgjerrighet førte til oppdagelsen. Familien Steinbakken tok kontakt med fagpersoner, noe som ledet til en grundig beskrivelse og analyse av profilen. Lokaliteten Dalseng med et så tykt og gammelt torvlag er i dag ansett som unik i Norge.

Svært gamle insektrester bevart i torv

Løpebillen *Amara alpina* er i dag en dominerende billeart i lav- og mellomalpin sone (fra cirka 1 000–1 600 meter over havet) i Ottadalen.¹²¹ Denne billearten ble også funnet øverst i torvlaget på Dalseng i Brumunddal. Dette indikerer et tidsrom med betydelig lavere temperatur på dette stedet. Mange rester av insekter (i form av hudskjeletter) ble funnet i deler av torvlaget på Dalseng. En del av restene har latt seg artsbestemme mens andre er bestemt til grupper av nærstående arter. De fleste av insektene som ble funnet tilhører familiene vannkalver (Dytiscidae), vannkjær (Hydrophilidae), buksvømmere (Corixidae) og vårfluer (Trichoptera).¹²²



Fragmenter av skulderblad fra ullhåret mammut i Lillehammer kommune (bildet på motstående side). Kjersti Blessom Grindal og Jan Henning Tranberg står ved funnstedet, som er åtte meter ned i grunnen. Foto: Finn Audun Grøndahl

Funnet av de to delene, sannsynligvis fra én og samme støttann, plassert slik som da de ble funnet midt i Skreia sentrum. Foto: J. Sivesind, Mjøsmuseet

Morene

Morene dannes av breer ved at deler av fjellgrunnen rives løs, knuses og sammenblandes. På dette vis er morene bestående av alt fra fint til grovt materiale og er som regel usortert eller dårlig sortert. Materialet transporteres og avsettes under, på sidene og foran breen. Det meste av morenemassen som finnes i Norge i dag stammer fra perioden helt mot slutten av siste istid da isdekket smeltet betydelig ned. Breer som ender i en fjord avsetter breelvmaterialer i skrålag med morene over og noe blandet.¹²³ I de fleste tilfeller vil plante- og dyrerester som har havnet under breer bli fullstendig knust og nedbrutt. Likevel har plante- og dyrerester blitt oppdaget i morene. Slike funn kan skyldes en sammenblanding med eldre underliggende avsetninger som inneholdt plante- og dyrerester, kombinert med kort transport. Plante- og dyrerester kan best bevares i morene som er rik på silt og leire.

I en bekkekløft i Lillehammer kommune i Innlandet fant Severin Blessom i 1954 to små bein på samme sted. Beina ble bestemt til å være deler av et skulderblad fra ullhåret mammut. Funnet ble gjort i forbindelse med håndgraving av en brønn, og fragmentene av skulderbladet lå cirka åtte meter dypt i antatt leire eller fin silt. På denne lokaliteten har det vært naturlig erosjon, slik at en opprinnelig jordoverflate har vært høyere.¹²⁴ Etter nærmere undersøkelser på funnlokaliteten er dette sannsynligvis en morene rik på silt og leire.¹²⁵

Noen kilometer lenger nord, ved elven Mesnas utløp i Mjøsa, finnes en blotning av en morene som er ekstremt kompakt og som inneholder en høy andel leire (over 20 %).¹²⁶ Kvartærgeologiske undersøkelser av den nærliggende morenen indikerer en opprinnelse fra flere tidsrom under siste istid forut for bremaksimum. I bunnen i ett av morenelagene ved Mesnaelvens utløp har funn av pollen vist einer og gras som har blitt bevart, trolig fra en interstadial.^{127 128} Både radiokarbondateringer og geokjemiske dateringer (uranserimetoden) av beinfragmentene av ullhåret mammut funnet i Lillehammer viser en alder omkring 50 000–45 000 år, og dette må anses å være en minimumsalder. Den virkelige alderen kan være vesentlig eldre.^{129 130}

I tettstedet Skreia i Østre Toten kommune i Innlandet, 160 meter over havet, fant Olaf Kristiansen to rester av støttenner fra ullhåret mammut i forbindelse med grøftegraving i 1955. Tennene lå i hardpakket morene, bare halvannen meter under jordoverflaten. Begge funnene, som ble oppdaget med kort avstand imellom, var i liten grad merket av slitemerker etter hardhendt transport. Det er likevel høyst sannsynlig at funnene har blitt flyttet fra eldre avsetninger for deretter å bli avsatt på nytt.¹³¹ Flere radiokarbondateringer av de to støttann-restene har vært utført og viser en sannsynlig alder eldre enn 28 000 år.¹³² Det er antatt at de to delene har tilhørt en og samme støttann.

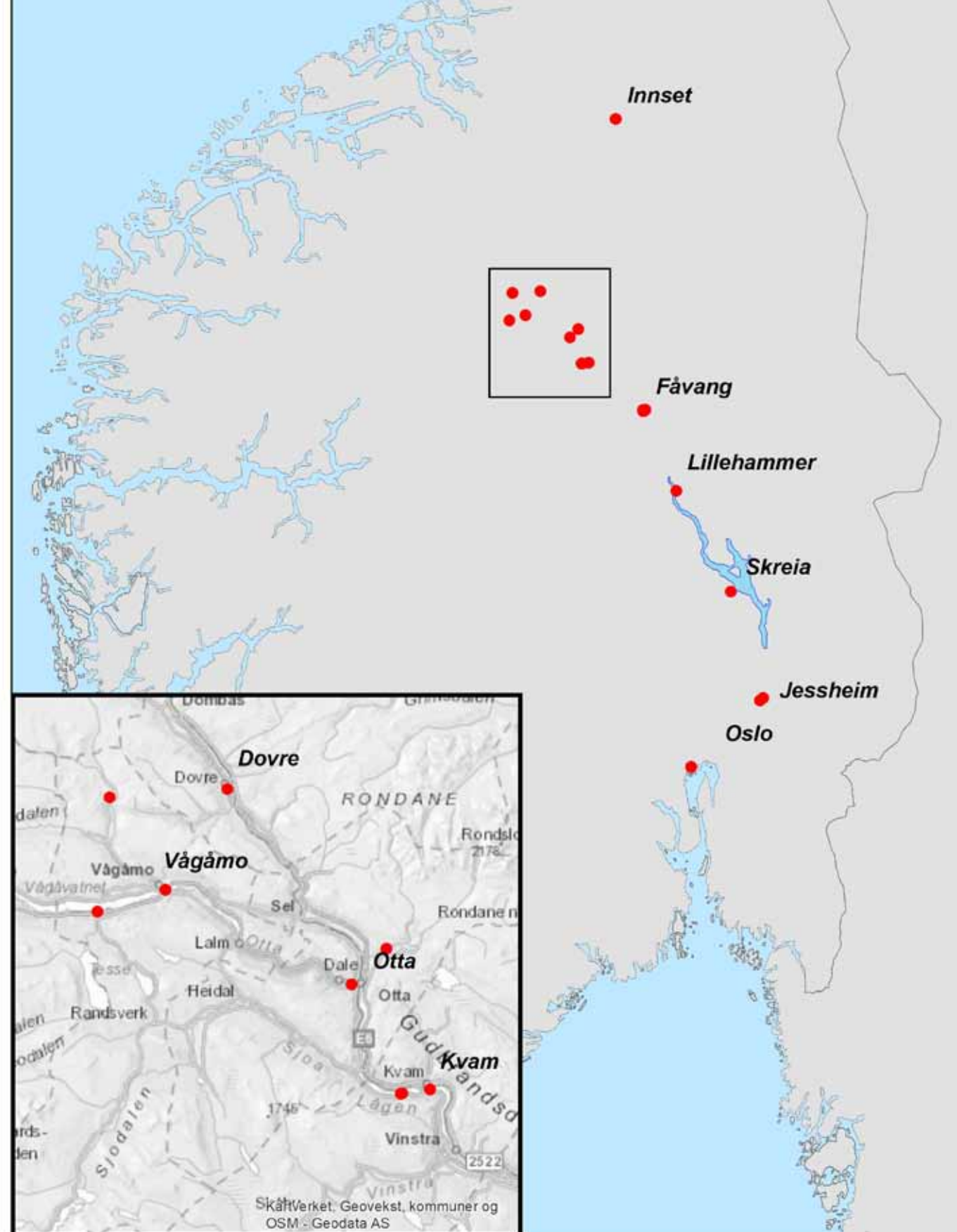
*I karstgrotter kan bein bevares
gjennom tusener av år*

Grotter og hellere

Grotter og hellere er naturlige hulrom i berg. De kan være viktige vegetasjons- og faunahistoriske arkiver. En heller er dannet av et overheng og skiller seg fra ei grotte ved å ha mindre dybde og større lysåpning.¹³³ Organisk materiale som havner i ei grotte blir best beskyttet fra de nedbrytende kreftene på jordoverflaten, hvor plante- og dyrerester raskt brytes ned. Inne i grotter kan det også finnes «faunafeller» i form som små og store stup hvor pattedyr kan falle utfor uten muligheter til å kunne komme seg opp og ut igjen. Gjennom århundrer og årtusener kan rester av dyr samles opp. Noen grotte-innganger kan også virke som feller for dyr på jordoverflaten, og slike vil dermed over lange tidsrom «lagre stikkprøver» av dyrelivet. Naturlige «fallfeller» kan igjen lokke til seg åtselsetere.

Karstgrotter (kalksteinsgrotter) har spesielt gode bevaringsforhold for bein gjennom tusener av år. I Norge finnes karstgrotter med størst tyngde i Nordland og deler av Troms, og her er det gjort faunafunn med opprinnelse fra weichsel-istiden og kanskje eldre. I Sørøst-Norge er slike grotter langt mer sjeldne, og hittil finnes det ikke kjente faunafunn i slike grotter med alder fra weichsel-istiden. Kongsbergområdet i Viken og øvre deler av Ottadalsområdet i Innlandet er noen områder med mange karstgrotter.¹³⁴

Grotter med høyest alder og minst påvirkning av isdekkenes trykk og eroderende krefter vil trolig ha en lokalisering høyt i landskapet, mellom dalene.¹³⁵ «Bevergrotta» i Sandågielet i Kongsberg har ut fra analyser av dryppsteiner gitt indikasjoner på en alder som kan tilhøre weichsel-istiden eller eldre. I en nærliggende grotte lever i dag nordlig marflo *Gammarus lacustris* og dvergmuslingkreps *Nannocandona faba* som kan ha etablert seg som fullstendig grottelevende (troglofile) i en interstadial under weichsel-istiden.^{136 137}



Kartet viser steder for samtlige kjente funn av ullhåret mammut og moskusfe (Innset) i Norge fra weichsel-istiden. I tillegg er eneste innlandsfunn av rein fra istiden inkludert (merket Jessheim). Funnet av en mammutjeksle ved Blommenholm i Bærum er også tegnet inn. En mammutjeksle funnet av en tråler trolig på norsk sokkel i Nordsjøen er ikke inkludert (Norsk Maritimt Museums samlinger). Kart: Ola Hellerud

*Rike faunafunn fra weichsel-istiden
er gjort langs norskekysten*

Faunafunn fra karstgrotter i Nordland fra tidlig-weichsel

Et stort antall beinrester er blitt utgravd i en karstgrotte i Tysfjord kommune i Nordland (Norcemgrotta). Det er artsbestemt isbjørn, ulv, fjellrev/rødrev *Vulpes vulpes*, mår *Martes martes*, markmus *Microtus agrestis*, trolig lemen, fjellrype, stor-skarv *Phalacrocorax carbo* og ærfugl/praktærfugl *Somateria mollissima*/*S. spectabilis*. Beinrestene viser arter som er tilpasset et arktisk livsmiljø. I tillegg er det påvist arter som er tilpasset et temperert livsmiljø. Geokjemiske dateringer viser at faunaen trolig har en minimumsalder på cirka 70 000 år.¹³⁸ Mår og markmus har imidlertid ikke latt seg etterprøve med artsbestemmelse siden alt beinmateriale ble oppbrukt ved datering. Det er derfor heftet noe tvil til hvorvidt denne artsbestemmelsen er rett.¹³⁹ Det kan ikke utelukkes at deler av faunaen tilhører forrige mellomistid. Det er også gjort funn fra midt-weichsel i form av isbjørn og ulv i grottesystemet Storsteinhola hvor Norcemgrotta også inngår.¹⁴⁰

Vegetasjons- og faunafunn fra brenningsgrotter på Sunnmøre

Rike faunafunn fra weichsel-istiden i Norge er gjort langs norskekysten.¹⁴¹ Skjonghelleren og Hamnsundhelleren er brenningsgrotter (havhuler) i Giske og Haram kommuner på Sunnmøre, og de er kjent for tusenvis av dyrebein. Datering av bein fra begge disse grottene viser en alder i perioden 36 000–28 000 år.¹⁴² Faunaen har vært bestående av blant annet flere arter alkefugler, snøspurv, fjellrype, fjellrev, isbjørn, rein, oter *Lutra lutra* og tre selarter. Pollenfunn av blant annet or, bjørk og einer *Juniperus communis* vitner om et mildere klima.^{143 144} Ut fra iskjerner fra innlandsisen på Grønland er interstadialens alder beregnet til cirka 38 500–34 500 år.^{145 146} Brenningsgrotter er også kjent fra Midt- og Nord-Norge. Halvikhula i Trøndelag er den største brenningsgrotta i Norge.

*Hesten kan være en av de mest sannsynlige
«nye istidsarter» som blir dokumentert i Sørøst-Norge*

Vegetasjon og fauna utenfor Norge under siste istid

Under siste istid var et isfritt landområde geografisk sammenhengende fra Atlanterhavskysten i Vest-Europa, gjennom det nordlige Eurasia og Beringområdet og til Alaska. De periodevise store isdekkene i Nord-Europa og Nord-Amerika dannet avgrensninger i nordvest og mot øst. I dag er dette området dominert av tundra i de nordligste områdene, og taiga (de nordlige barskoger) som igjen grenser mot løvskogsbeltet i sør. Det var derfor et fullstendig annerledes landskap som eksisterte under siste istid, og det mangler en parallell i vår nåværende mellomistid.¹⁴⁷

Funn av skjelettresten fra istidsfaunaens store pattedyr blant plantespisere i Eurasia viser at hest, steppebison *Bison priscus* og ullhåret mammut var blant de artene som hadde størst geografisk utbredelse. Skjelettresten fra disse er å finne i alle variasjoner av landskap, fra elvesletter og daler til fjellområder.¹⁴⁸ Ullhåret nesehorn *Oelodonta antiquitatis*, kjempehjort *Megaloceros giganteus* og saigaantilope *Saiga tatarica* er noen andre karakteristiske «is-tidsarter» i dette området. Av større pattedyr blant predatorer og åtseletere er det gjort en rekke funn av blant annet hulehyene *Crocota crocuta*, huleløve *Panthera spelaea* og hulebjørn *Ursus spelaeus*.¹⁴⁹ Huleløve er dokumentert gjennom skjelettfunn i senglasial tid langt nord i Russland vest for Uralfjellene.¹⁵⁰ Av landlevende pattedyr i Sørøst-Norge er bare tre arter dokumentert gjennom funn; ullhåret mammut, moskusfe og rein. Fra vestlandskystens funn i brenningshuler viser i tillegg fjellrev og lemen, og et grottefunn i Nord-Norge har dokumentert ulv og noen andre pattedyrarter. Det er sannsynlig at disse artene også har vært utbredt i Sørøst-Norge i isfrie perioder. Det kan ikke sees bort fra at flere «nye» arter fra istidsfaunen kan bli dokumentert i Sørøst-Norge gjennom framtidige funn. Hest er en av de mest sannsynlige «nye» arter som kan bli dokumentert på lignende steder hvor rester av ullhåret mammut har blitt funnet.¹⁵¹ Pattedyrfaunaen under siste istid var artsrik og omfattet også en rekke små og mellomstore arter. Istidens fuglefauna i Sørøst-Norge mangler funn, men vestlandskystens skjelettfunn fra siste istid viser likheter med fuglefaunaen som i dag er utbredt i Finnmark og Svalbard.

Begrepet «mammutsteppe» blir ofte brukt for å beskrive landskapet hvor ullhåret mammut og andre store plantespisere levde

Mange undersøkelser har forsøkt å besvare spørsmål knyttet til naturgrunnlaget og vegetasjonen, med fokus på hva de store plantespiserne spiste i et landskap preget av lave temperaturer og lite nedbør.¹⁵² En blant flere teorier hevder at landskapet hadde stor grad av variasjon med betydelig mosaikk-struktur og stor diversitet av plantearter. Dette kan ha dannet et grunnlag for en stor bredde av ulike plantespisende arter.¹⁵³ Blant de store plantespiserne var hest og ullhåret nesehorn tilpasset beiter med lavt til middels næringsnivå, mens den spesialiserte grasbeitende steppebisonen var tilpasset mer næringsrike beiter.¹⁵⁴ Disse artene har alle vært svært mobile, og kan ha hatt sesongmessige vandringer.

Rester av plantemateriale bevart blant annet i magerester og lort fra ullhåret mammut og ullhåret nesehorn i permafrost har blitt forsøkt artsbestemt ut fra sammenligninger med genetiske mønstre i nålevende kjente plantearter. Dette viser en stor artsbredde av insekts-pollinerte urter som de store plantespiserne har beitet på lengst mot nord.¹⁵⁵ Analyser av mageinnhold fra kadavre av ullhåret mammut bevart i permafrost viser også at deres siste måltider har vært dominert av gras og starr. Noen av disse har hatt kvistrester av bjørk, vier, lerk og or. Landskapet mot sør hadde trolig en sterkere karakter av steppe.¹⁵⁶ Begrepet «mammutsteppe» er ofte benyttet for å beskrive landskapet hvor både den ullhårede mammuten og andre store plantespisere levde.

Under kalde perioder (stadialer) med utvikling av store isdekker i Nord-Europa, har det skogløse, kalde og tørre landskapet hatt størst geografisk utstrekning og spredning mot sør. Under varmere perioder (interstadialer) har dette landskapet blitt redusert i sin utstrekning i sør, mens utstrekningen har økt mot nord. Vegetasjonshistoriske undersøkelser viser at under slike varmere perioder har skoglandskapet bredt seg nordover gjentakende ganger på de nord-europeiske sletter.¹⁵⁷ Pollenfunn og større planterester fra Østerdalen viser en mosaikk av polarørken og dvergbuskhei også i indre deler i Sør-Norge i en varmere periode i midt-weichsel.¹⁵⁸

Selv om steppemiljøet er best dokumentert innenfor radiokarbondateringens maksimale begrensning til cirka 50 000 år siden, har trolig tilsvarende stepper på den nordlige halvkule også eksistert under en rekke istider tilbake i kvartær.



Illustrasjonen viser et steppelandskap på de nord-europeiske sletter (som også innebefatter Nordsjøfastlandet) slik det kanskje kan ha sett ut under en kaldere periode (stadial) i midt-weichsel. Steppe er en skogløs slette med gras og urter som er tilpasset et tørt klima, og med spredte busker og trær langs vannløp. I dette landskapet har hesten vært en vidt utbredt art. Illustrasjon: Ragnhild Hermann

Senglasial tid er tidsrommet fra at isdekket begynte tilbaketrekningen og fram til en ny mellomistid

Senglasial tid

Senglasial tid er tidsrommet fra da det skandinaviske isdekket begynte tilbake-trekningen fra maksimal utstrekning og fram til overgangen til en ny mellomistid. Tidsrommet var preget av tre kalde perioder (stadialene eldste dryas, eldre dryas og yngre dryas), som igjen var avbrutt av mildere perioder (interstadialene Bølling og Allerød). En rekke kvartærgeologiske og klimahistoriske studier viser store endringer i klimaet mot slutten av senglasial tid i nordlige deler av Eurasia og Amerika.

En temperaturøkning førte til at de store isdekkene trakk seg tilbake og at havnivået steg. Kontinentenes størrelse avtok, og innlandsområder ble tilført økt nedbør. Det kalde, tørre og skogløse landskapet på den nordlige halvkule forsvant nesten fullstendig i det klimaet mellomistiden brakte med seg. Dette førte til betydelige endringer for økosystemene og for hele det biologiske mangfoldet.¹⁵⁹

Deler av kysten i Sørvest-Norge begynte å smelte fram for cirka 18 500 år siden. Jæren var trolig helt isfri for 17–16 000 år siden, i den perioden som kalles eldste dryas.¹⁶⁰ I det siste årtusenet under weichsel (yngre dryas) i tidsrommet cirka 12 500–11 500 år siden, begynte isdekket en siste gang å vokse, og breer rykket fram. Dette siste breframstøtet skapte en morenerygg, kalt Raet, som er den største endemorenen i Fastlands-Norge. Etter yngre dryas er det en ny mellomistid som har sin begynnelse, holocen.

Teorier om isdekkets maksimale tykkelse i sentrale deler av Sør-Norge

Kvartærgeologer har i om lag hundre år arbeidet med ulike teorier om den vertikale tykkelsen på det skandinaviske isdekket under bremaksimum og i senglasial tid. En hovedteori bygger på at det eksisterte en is-tykkelse på minst 2 000 meter i sentrale deler av Skandinavia. Som en følge av dette var store deler av Norge dekket av is. Denne teorien kalles ofte «maksimumsmodellen».

De høyeste fjellområder kan kort tid etter bremaksimum ha smeltet fram fra isdekket

En annen teori kalles ofte «minimumsmodellen». Den forutsetter at isdekket var forholdsvis tynt og det eksisterte isfrie arealer og dermed levesteder for planter og dyr. Disse to teoriene har blant annet blitt til ut fra ulike tolkninger av utbredelsen av spisse fjelltopper og autokton blokkmark (dannet på stedet) i høyereliggende fjell-områder. Etter at eksponeringsdatering ble utviklet,¹⁶¹ indikerer slike analyser at fjell-topper over 2 000 meter i Nord-Gudbrandsdalen kan ha stått opp over isdekket (nunataker) under siste istids bremaksimum. De samme analysene indikerer også en rask senkning av isdekkets tykkelse i tidsrommene omkring 15 000 år og 13 500 år siden.¹⁶² Nye analyser med eksponeringsdatering av morener i Dovrefjellsområdet viser en enda noe tidligere smelting av isdekket i lavereliggende deler i senglasial tid, kanskje så langt tilbake som for 15–20 000 år siden.¹⁶³

Vegetasjonshistorie

Undersøkelser av biologisk materiale i bunnsedimenter fra flere små høyereliggende innsjøer i Dovre og Tynset kommuner i Innlandet og Oppdal kommune i Trøndelag, har gitt økt kunnskap om vegetasjonshistorien i overgangen mellom senglasial tid og etter-istiden i sørnorske fjellområder. Analyser av planterester og hodekapsler av fjærmyggglarver funnet i bunnprøver, indikerer at de høyeste fjellområdene kan relativt kort tid etter bremaksimum ha smeltet fram fra isdekket. Sammensetningen av arter og sammenligninger med andre lokaliteter antyder nunataker i disse fjellområdene allerede for 18–17 000 år siden. Dette kan ha dannet grunnlag for en tidlig etablering av planter, som blant annet norsk malurt *Artemisia norvegica*, høgfjellsklokke *Campanula uniflora* og fjellvalmue *Papaver radicum*.^{164 165} I de varmere periodene senere i senglasial tid (Bølling og Allerød-interstadialene), synes det å ha vært etablert dverg-buskheier med krekling, dvergbjørk og einer.¹⁶⁶



Undersøkelse med GeoRadar på Finnsjøen i mars 2016. Her var målet å finne den beste lokasjon for uttak av bunnsedimenter til videre undersøkelser av nedsmeltingsforløp og vegetasjonsutvikling. Finnsjøen ligger i den østlige delen av Dovrefjell, hvor isdekket svært tidlig kan ha smeltet betydelig ned slik at det oppstod isfrie områder med en sparsom plantevekst gjennom flere tusen år i senglacial tid. Arbeidet er ledd i prosjektet WHENSED (Weichselian and early Holocene Environment and Species Establishment in the Dovre mountains, mid-Norway) som ble etablert i 2004 i universitetsmiljøet i Bergen. Foto: Espen Paus



Et 12 meter langt rør har vært boret ned i sedimentene i Finnsjøen. Her dras det opp med verdifulle prøver til omfattende analyser. Foto: Espen Paus

12 000 år gamle rester av norsk malurt,
høgfjellsklokke og polarvier

I sedimentprøver fra Heimtjønna, som ligger 1200 meter over havet på Dovrefjell i Oppdal kommune og like øst for Kongsvoll, er det via pollenfunn dokumentert en overraskende plante blant fjellets pionerer. Strandplanten fjørekoll *Armeria maritima* vokste sammen med norsk malurt og høgfjellsklokke i områder som tidlig smeltet og ga grunnlag for vegetasjon på slutten av istiden. I dag er arten bare ytterst sparsomt til stede i sørnorske fjellområder, men svært vanlig langs hele norskekysten.¹⁶⁷

Planterester som er funnet i sedimenter i Finnsjøen, som ligger 1 260 meter over havet i Oppdal kommune på Dovrefjell, har latt seg artsbestemme til norsk malurt, høgfjellsklokke og polarvier *Salix polaris*. Gjennom radiokarbondatering viser disse restene alderen cirka 12 000 år.¹⁶⁸ Flere undersøkelser vil framover i tid utvikle mer kunnskap om vegetasjonshistorien og nedsmeltningsforløpet i sørnorske fjellområder i senglacial tid.¹⁶⁹

Teorier om den tidlige vegetasjonsetablering

Vegetasjonsutviklingen i Norge etter bremaksimum har blitt viet mye oppmerksomhet blant botanikere. Allerede for mer enn hundre år siden var det i fagmiljøet ulike meninger om hvorvidt enkelte arter fjellplanter hadde overlevd istiden på fjelltopper som stakk opp over isdekket eller ikke («Nunatak-refugium» hypotesen versus «Tabula Rasa» hypotesen). Det hadde lenge vært et ønske om å forklare hvorfor noen plante-arter bare finnes i begrensede fjellområder i Sør-Norge (også visse avgrensede områder i Nord-Norge).¹⁷⁰ I Jotunheimen, Dovrefjell, Sunndalsfjella og Trollheimen vokser det i vår tid flere arter fjellplanter som ikke finnes i andre fjellområder i Norge (sørlig unisentrisk art). Disse har gode spredningsevner som muliggjør at de kan ha etablert seg tidlig etter bremaksimum til tross for store avstander. Mange av disse artene er kravfulle til voksested og samtidig konkurransesvake overfor andre arter. De kan ha hatt en langt større utbredelse enn i dag, men kan ha blitt utkonkurrert på grunn av etablering av andre arter. Norsk malurt er en slik sørlig unisentrisk art.

Det kan ha eksistert et vesentlig tynnere og mer variert
isdekke under bremaksimum enn tidligere antatt

Studier som undersøker hvorvidt disse planteartene opptrer med genetiske mønstre som indikerer lang tids isolasjon i for eksempel «nunatak»-miljøer, viser at tegn på slik isolasjon mangler nesten fullstendig. Antallet endemiske plantearter på den skandinaviske halvøy er også svært lavt.¹⁷¹ Likevel finnes enkelte plantearter i Norge i dag med genetiske mønstre (AFLP) som indikerer en lang tids atskillelse fra andre populasjoner, blant annet på Grønland.¹⁷² Stuttsmåarve *Sagina caespitosa* og en underart av grønlandsstarr *Scirpoidea* kan ha overlevd siste istids maksimale utbredelse i Norge.^{173 174}

Aldersbestemmelse med bruk av radiokarbonmetoden av rester fra bjørk funnet i svenske fjellområder indikerer at noen fjelltopper kan ha vært nunataker allerede fra 17–16 000 år siden. Slike isfrie områder kan ha vært isolerte «øyer» gjennom de siste tusenårene av weichsel-istiden, og kan ha muliggjort en tidlig kolonisering av planter i Sør-Skandinavia etter bremaksimum. De svenske vegetasjonshistoriske studiene indikerer at tre-vegetasjon etablerte seg noen tusen år etter bremaksimum, og at først bjørk og senere furu og gran kan ha hatt vokseområder nær isdekket under bremaksimum. Det finnes eksempler i dag på at gran vokser på brerester («død is») i Nord-Amerika.¹⁷⁵ Tilsvarende kan også ha vært tilfellet i Sør-Norge under siste istid som har muliggjort en rask spredning og etablering på isfrie fjellområder.^{176 177 178}

Høyere fjell kan tilsvarende ha vært nunataker i Sør-Norge tidlig etter bremaksimum. Disse undersøkelsene styrker en ny teori om nedsmeltningsforløpet og den tidlige vegetasjonshistorien på den skandinaviske halvøy i sen-weichsel. Den nye teorien forutsetter at det har eksistert et vesentlig tynnere og mer variert isdekke under bremaksimum enn tidligere antatt. Teorien er kalt den «Glasiale minimums-modellen».¹⁷⁹



Dovreløvetann Taraxacum dovreense fotografert på Søndre Knutshø, Dovrefjell 1975. Foto: Rolv Hjelmstad

Dovreløvetann – en endemisk art?

Dovreløvetann *Taraxacum dovreense* vokser i dag på rabber på kalkrik grunn noen steder i Jotunheimen, Dovrefjell og Trollheimen. Denne arten vokser i dag ingen andre steder, og slike arter som bare vokser ett sted kalles endemiske. Lenge anså man at endemiske arter i Norge ble sett som bevis for overlevelse i lokale refugier. Med dovreløvetann er det likevel ikke så enkelt. Den har en nærstående art i Alpene, og den er det vi kaller en «apomiktisk» art. Det betyr at den danner spiredyktige frø uten pollinering. Dette kan resultere i en opphopning av mutasjoner, og artsdannelse kan skje ekstremt raskt.¹⁸⁰ I slike tilfeller kan en slik art ha oppstått etter istidens slutt. Det kan også være vanskelig å beskrive tydelige artsgrenser for slike arter som har frødannelse med og uten pollinering.



Norsk malurt Artemisia norvegica er blant fjellets pionerer i sørnorske fjellområder. Foto: Aage Paus

Pionerarter

Organismer som etablerer seg rett etter at en lang tids isdekke smelter ned og etterlater bart land, kalles pionerarter. Pionerarter kjennetegnes gjerne ved å ha en god spredningsevne samt at mange er svake for konkurranse fra andre arter. Spredning av en pionerfauna av små virvelløse dyr kan skje ved at de aktivt flyr eller at de passivt lar seg transportere med vind. Studier av livsformer på nylig isfrie områder har vist at før planter, lav eller sopp blir synlige, finnes det en virvelløs fauna bestående av insekter, spesielt innenfor artsgruppene spretthaler og biller, og edderkoppdyr innenfor artsgruppene vevkjerringer, midd og edderkopper. Flere av pionerartene lever av lufttransporterte små insekter, spesielt innenfor artsgruppen tovinger, som faller ned på overflaten.¹⁸¹ Pionervegetasjon er gjerne fragmenter moser og arter med små vindspreddingstilpassede frø, som spres lett over snø og is.

Store faunaendringer i siste del av senglacial tid i Skandinavia

Faunahistorie

I senglacial tid fant det sted betydelige endringer i faunasammensetningen på den nordlige halvkule. Samtidig med at steppemiljøet opphørte ved overgangen fra siste istid til en ny mellomistid, forsvant også mange av pattedyrartene som gjennom lange tidsrom under siste istid hadde levd i dette landskapet. Noen av de mest storvokste av pattedyrene som forsvant fra Europa i denne perioden var ullhåret mammut, ullhåret nesehorn og kjempehjort.¹⁸² Utenfor Europa overlevde ullhåret mammut lengst på øyer i det nordøstlige Russland og Beringhavet. Kjempehjort var også utbredt gjennom flere årtusen etter istiden. Radiokarbondateringer av funn i Ural i Russland viser at arten levde fram til for 7 700 år siden.¹⁸³ I Skandinavia viser radiokarbondateringer av rein ut fra bein- og gevirfunn fra en boplass sør på Jylland en utbredelse av denne arten omkring 14 900–14 300 år siden.¹⁸⁴ Radiokarbondateringer av beinfunn av rein funnet i Skåne viser fortsatt en utbredelse i overgangen mellom interstadialen allerød og tidlig-holocen (11 800–11 000 år siden).¹⁸⁵ Det er også gjort mange funn av bein av rein på Bjärehalvøyen nordvest i Skåne (sør for Hallandsåsen).¹⁸⁶

Reinen kan ha benyttet flere innvandringsveier til kysten i Sør-Norge. En tidlig innvandringsveg kan ha vært et isdekket havområde (norskerenna) fra Doggerland/ Nordsjøfastlandet til norskekysten. I den første tiden etter bremaksimum kan avstanden her ha vært så liten som 100 kilometer,^{187 188} og dette er ikke regnet som en stor avstand for rein. Saltinnholdet i havvannet var trolig lavt på grunn av den sterke ferskvannstilførselen fra det smeltende isdekket.¹⁸⁹ Dette kan ha ført til at vannet i dette området frøs til is om vinteren.

Beinfunn av steppe pika, russerdesman og rødbrun sisel tilhører senglacial tid i Danmark

Særegen pattedyrfauna i det sørlige Skandinavia i sen-glacial tid

Pattedyrenes innvandring til deler av Danmark og Skåne i Sverige, etter at isdekket trakk seg tilbake etter bremaksimum i sen-weichsel, omfattet arter karakteristiske for et skogløst, kaldt og tørt landskap. Skjelettresten er funnet av blant annet saiga-antilope i Danmark og ullhåret mammut, kjempehjort og hest i Skåne i Sverige. Av småpattedyr er skjelettresten av steppepika *Ochonta cf. pusilla*, russerdesman *Desmana moschata*, rødbrun sisel *Spermophilus major* og tundramarkmus *Microtus gregalis* funnet i Danmark. Dateringer av alle disse funnene viser at de levde for cirka 13 500 år siden.¹⁹⁰ Det finnes ingen kjente funn av disse steppe-artene nord for Jylland-Skåne. Dette skyldes sannsynligvis at habitatet for denne faunaen ikke bredte seg nordover i overgangen fra yngre dryas interstadial til den nye interglacialen i holocen.¹⁹¹

Beinfunn fra en isfri kyst

Det er gjort enkelte kystfunn av pattedyr i Sør-Norge som tilhører det siste tusen-året av weichsel-istiden. Et nesten komplett skjelett av en isbjørn er funnet i Finnøy kommune, og et reinskjelett i Egersund kommune, begge i Rogaland.^{192 193} Beinfunn av isbjørn er gjort både på Nord-Jylland og flere steder langs den svenske vestkysten med dateringer innenfor perioden 15 400–12 100 år siden.¹⁹⁴ Det kan imidlertid ikke sees helt bort fra at skjelettresten fra senglacial tid funnet i marine avsetninger i Norge kan ha blitt transportert langveisfra med havstrømmer.¹⁹⁵

Erosjon fra breis og vann har sørget for at de aller fleste rester av plante- og dyreliv forsvant fra isdekte områder på den skandinaviske halvøy. Bare et fåtall funn av slike rester har bidratt til å gi til et innsyn i natur- og klimaforholdene under siste istid.

*Elgen som mistet geviret, levde
for cirka 10 300 år siden*

MELLOMISTID – HOLOCEN

Den tidligste elgen i Norge?

Et myrområde litt sør for bebyggelsen på gården Nerby Søndre ble forsøkt omgjort til dyrkbar mark ved å grave åpne grøfter. Stedet ligger cirka 400 meter over havet på den nordøstlige siden av Randsfjorden i Søndre Land kommune i Innlandet. Året var 1895. Hakke, spett og spade var redskapene som stod til rådighet på den tiden. Underveis i arbeidet kom noe til syne nede i myra; et stort fallgevir fra en elg. Dybden på minst en meter nede i myra var en indikasjon på at geviret kunne være svært gammelt. Geviret ble tatt vel vare på av familien Fretheim som eiere av gården Nerby i årene som fulgte. Skader og avbrutte deler ble reparert, og det hele ble montert på en plate.

I bokverket om Norges pattedyr, utgitt i 1912 og skrevet av zoologen Robert Collett, finnes en beskrivelse av dette geviret; «Hornet var bredt skovlformet, og hadde 13 vel utviklede Spidser, de fleste fingerlange; den yderste Afstand mellom Spidserne er omkr. 630 mm.». Collett skrev videre at geviret kunne være fra senglacial tid.¹⁹⁶ Hvordan han fikk kjennskap til funnet er uvisst, men geviret må ha blitt gitt oppmerksomhet langt utover familien på gården Nerby. Mange år senere, i 1948, skrev ornitologen Hans Thomas Lange Schaanning om dyrelivet i Land i den første utgivelsen av bygdebok for regionen. Om elgen skrev han; «Ellers eier Land også et av de eldste minnesmerker vi overhodet har om elgens forekomst hos oss i Norges urtid, nemlig et jordfunnet horn (felt), funnet i cirka 1 meters dybde på bunnen av en myr ved Nerby i Søre Land i september 1895».¹⁹⁷

Nesten hundre år skulle gå før geviret ble radiokarbondatert, og resultatet ga både Collett og Schaanning mye rett i sine antakelser. Det viste seg at dette fallgeviret er hittil det eldste vitnemålet om elgens eksistens i Norge. Elgen som mistet dette geviret, levde for cirka 10 300 år siden. Dateringen viser også at elgen var etablert i faunaen i Norge bare drøyt tusen år etter istidens slutt. Det eksisterte fortsatt store isrester på den tiden elgen levde.



*Fallgeviret på Nerby ble funnet i et myrområde. Til tross for grøfting, ble aldri området egnet til annet enn beitemark i tiden som fulgte. Her er det antatte funnstedet vist med en illustrert elg.
Foto: Finn Audun Grøndahl*

Elgen er hittil ett av de aller første vitnemål om hva som fulgte etter istiden; skogtiden. Nye funn av elg kan dukke opp og skyve denne skogens pattedyrart nærmere innpå istiden. Ut fra hva vi i dag vet om slutten på siste istid, nedsmeltningsforløpet og den første tiden i etter-istiden, skjedde utviklingen med plante- og dyreliv raskt.

Markant temperaturstigning ved inngangen til tidlig-holocen

TIDLIG-HOLOCEN

Rekonstruksjon av temperaturer ut fra pollenfunn, viser en endring med markant temperaturstigning ved inngangen til tidlig-holocen i Nord-Europa.¹⁹⁸ Det er likevel ikke noe stabilt varmere klima i tidlig-holocen, og klima- og vegetasjonshistoriske undersøkelser viser kortere perioder med tydelige nedganger i temperatur i tidsrommene for cirka 11 400–11 200, 10 300–9 700 og 8 200 år siden.^{199 200 201} En årsak til de kalde periodene kan være knyttet til den store tilførselen av ferskvann som smeltet fra isdekkene og tappingen fra brede sjøer, både i Fennoskandia og deler av Nord-Amerika. Dette kan ha redusert omfanget av den nordatlantiske havstrømmens sirkulasjonssystem. Klimavariasjoner i tidlig-holocen må likevel anses som relativt små sammenlignet med den sterkt dynamiske epoken pleistocen.²⁰²

Holocen – siste epoke i jordens geologiske historie

Den geologiske epoken pleistocen slutter med den kortvarige kalde stadialen yngre dryas, cirka 12 500–11 500 år i Nord-Europa. Den nye epoken holocen, som betyr «helt nåtidig», omfatter de siste cirka 11 500 år i jordens historie. Holocen er den nåværende mellomistiden og kan inndeles i 3 faser; tidlig-holocen (cirka 11 500–8 000), midt-holocen (cirka 8 000–4 000) og sen-holocen (cirka 4 000 år siden og fram til i dag).²⁰³

For cirka 11 500 år siden regnes den nordatlantiske havstrømmen å ha hatt full tyngde inn i Norskehavet, etter å ha dreid av mot Portugal og Afrika gjennom lange perioder under weichsel-istiden. Ut fra variasjonene i jordbaneforholdene er det beregnet at den nordlige halvkulen var nærmere solen om sommeren i tidlig-holocen enn i dag, og dette førte til sterkere solinnstråling om sommeren mens vintrene var kaldere enn det vi er vant til.^{204 205}

De siste rester fra isdekket smeltet ned i løpet av de første 1000–1500 år i holocen

Fjærmyggrester i sedimenter forteller klimahistorie

Fjærmygglarver (Chironomidae) er en stor artsgruppe med over 500 kjente arter i Norge i dag, og de opptrer tallrikt i naturen. Larvene er bunnlevende i ferskvann, og de har oftest artstypiske hodekapsler som kan bevares i bunnsedimenter gjennom tusener av år. Hodekapslene kan brukes til artsbestemmelse. Mange av artene viser seg å leve under spesifikke temperaturforhold om sommeren. Endringer i artssammensetningen av fjærmygg gjennom en rekke av sedimentlag kan derfor brukes til å avdekke temperaturforholdene i innsjøene tilbake i tid. Ved å bruke radio-karbonmetoden til å finne fram til sedimentlagenes alder kan analyser av boreprøver fra innsjøsedimenter med rester av fjærmygglarver danne grunnlag for beregninger av fortidens klima på aktuelle lokaliteter gjennom lange tidsrom.²⁰⁶

Isavsmeltingens siste fase

Isavsmeltingens siste fase skjedde i løpet av de første 1 000–1 500 årene i holocen, og det meste av isdekket smeltet ned i dette tidsrommet.²⁰⁷ Mens toppene i fjellområdene ble isfrie tidlig, ble fjelldaler og forsenkninger i høyereliggende områder isfrie sist. Etter hvert som isdekket trakk seg tilbake fra lavereliggende områder langs kysten fulgte havet etter. Breelver transporterte med seg store mengder silt og leire, og det fineste materialet ble avsatt i indre fjordområder i flere titalls meter tykke lag. Ute i fjordbassengene ble mektighetene med leire vesentlig større.²⁰⁸ Den høyeste grense for hav etter siste istid, den marine grense, refererer til forholdene nesten umiddelbart etter at isen trakk seg tilbake. Landet var tynget ned grunnet vekten av isdekket, og havet dekket store arealer som senere skulle bli tørt land. Oslo-området har landets høyeste marine grense cirka 220 høydemeter over vår tids havnivå. Dette skyldes sterk nedpressing av isdekket kombinert med en rask isavsmeltning.²⁰⁹

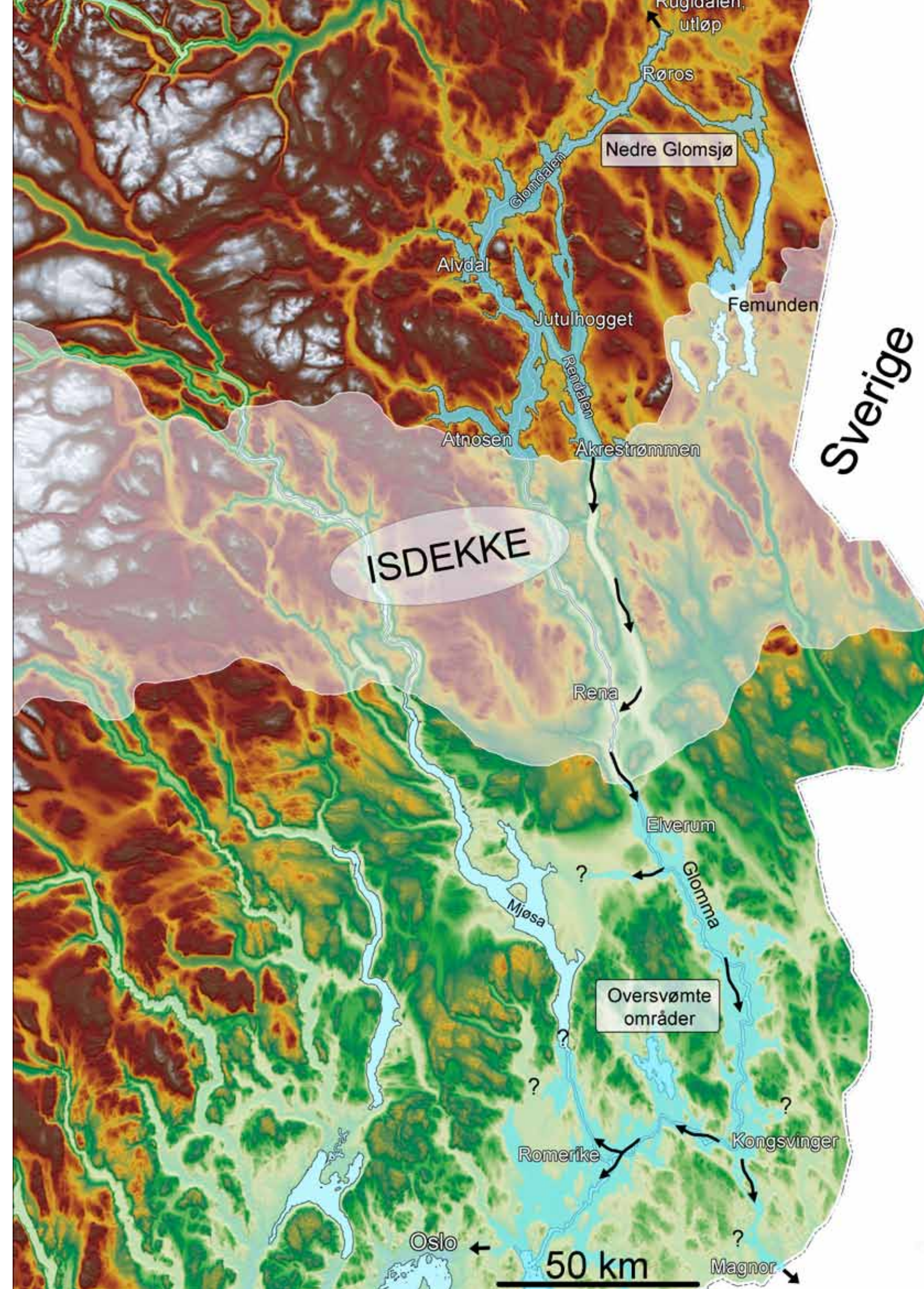
Jordprofil fra Nes kommune i Viken med mjele (finkornet silt) i en dybde på 0,3-0,7 meter, med matjord over og marin leire under. Mjelelaget har sin opprinnelse fra uttappingen av Nedre Glomsjø som fraktet med seg store mengder silt som ble avsatt her.²¹⁰ Foto: Roger Langohr, Ghent University



Dramatiske hendelser i det første tusenåret i holocen

Nedsmeltingen av isdekket førte til at store smeltevatnsmasser på kort tid fant veien til havet. Dette var en ustabil tid med mange hendelser som påvirket det som fantes av plante- og dyreliv.²¹¹ Store flommer, forårsaket av plutselige tappinger (jökulhlaup) fra store bredemte innsjøer fikk store konsekvenser. Nedre Glomsjø var en bredemt innsjø med en utstrekning i området mellom Atnosen/Åkrestrømmen i sør (Innlandet) til Rugldalen nord for Røros i nord (Trøndelag). Dette regnes for å ha vært den største bredemte innsjøen som det er funnet spor av i Norge. Den ble demt opp av et siste is-dekke som lå på tvers av dalførene (se kart på neste side).²¹² Det er beregnet at Nedre Glomsjø kan ha vært flere ganger større enn Mjøsa.²¹³ Da tappingen av innsjøen fant sted en gang like etter 10 500 år siden, presset enorme vannmasser seg over kjølen fra Østerdalen til Rendalen. Om lag 100 km³ kan ha forsvunnet bare i løpet av få uker. Breisen dekket på dette tidspunktet området fra Atnosen i nord til Elverum-området i sør. Vannet fra Nedre Glomsjø passerte den sørlige kanten av breisen i Elverum-området hvor det strømmet ut i en fjordarm fra Oslofjorden med forbindelse også til en havarm fra Vänern-området, som krysset inn ved Magnor. Vannstanden steg så raskt at flomvannet også kan ha nådd helt inn i Vormo og Mjøsa.²¹⁴

Kart/illustrasjon viser den omtrentlige utbredelsen av Nedre Glomsjø med dreneringsrute gjennom isdekket, og som på denne tiden er «klimatisk død» (har ikke lenger tilførsel av ny is). Merk også landområdene som ble oversvømt sør for isdekket. Kart/illustrasjon: Fredrik Høgaas, Norges geologiske undersøkelser (NGU)





Blåskjell *Mytilus edulis* og steinrur *Balanus balanoides* funnet på Piggåsen i Fet kommune i 1996. Det var Tor Kristiansen som gjorde funnet cirka 200 meter over havet. Funnet ble undersøkt med radiokarbondatering som resulterte i en alder for steinrur til cirka 11 000 år og blåskjell til cirka 10 600 år.²¹⁵ De marine dyrene har sin opprinnelse knyttet til tidlig-holocen da havet stod vesentlig høyere og var en del av Romeriksfjorden. Funnene har inngått i en fast utstilling ved Besøkssenter våtmark Nordre Øyeren, siden 2002. Foto: Trude Starholm, Museene i Akershus

Landheving

I løpet av de første tusenårene i holocen skjedde en kraftig landheving som førte til at strand-linjene sank de fleste steder i Sør-Norge, til tross for at havnivået steg. Ett unntak er ytre kystområder hvor nedpressingen hadde vært liten eller fraværende, og hvor det skjedde en oversvømming. I de første tusenårene etter istidens slutt sank strandlinjen så raskt som seks til syv meter per hundreår på Østlandet, og salt- og brakkvannsområder i lavlandsområder ble tørrlagte som følge av landhevingen. Karakteristisk for tørrlagt havbunn er betydelig erosjon og rask dannelse av raviner.²¹⁶

Land og hav stiger

Det globale havnivået var 125–130 meter lavere under siste istids bremaksimum sammenlignet med dagens havnivå. Med isavsmeltingen steg havnivået. I tidlig-holocen var det globale havnivået likevel om lag 60 meter lavere enn dagens nivå. Lavtliggende områder uten isdekker ble dekket av hav, og et eksempel på dette er Doggerland (Nordsjø-fastlandet).²¹⁷ Det er regnet med at det meste av Doggerland var oversvømt av havet på slutten av tidlig-holocen for cirka 9 000 år siden.²¹⁸ Områder som hadde hatt isdekke hevet seg, og store arealer som hadde vært bunnområder i fjordsystemer i tidlig-holocen ble tørt land.

Bjørkebeltet kan i tidlig-holocen ha vokst opp mot 1400–1450 meter over havet på gunstige steder i Jotunheimen

Vegetasjonshistorie

Vegetasjonsutviklingen i høyereliggende områder i Sørøst-Norge

I det første tusenåret etter istiden viser funn av pollen og makrofossiler i fjellområder i det sentrale Sør-Norge at arter som dvergbjørk, krekling, tindved *Hippophae rhamnoides* og einer var etablert og dannet en lysåpen vegetasjon (for eksempel østlig del av Dovrefjellområdet i Rødalen i Tynset kommune, 1 100 moh.²¹⁹). I det neste tusenåret var bjørkeskog etablert tidlig, og furu etablerte seg kort tid etter²²⁰ (for eksempel Dovrefjellområdet i Rødalen og nord for Knutsø 1 250–1 300 moh.,²²¹ i Rondane i Illmannadalen og Haverdalen hhv. 1 220 og 1 030 moh.^{222 223}). Bjørkebeltet, som i dag finnes i mange fjellområder mellom barskogsgrensen og snaufjellet, kan i tidlig-holocen ha vokst opp mot 1400–1450 meter over havet på gunstige steder i Jotunheimen²²⁴ (for eksempel Jotunheimen i området ved Brurskardtjønne²²⁵). Spredningen av gran til Fennoskandia har foregått i to faser hvor det først etablerte seg små populasjoner med lav tetthet allerede i overgangen fra istid til etter-istid,²²⁶ mens den store skogdannelsen fant sted vesentlig senere, i siste halvdel av sen-holocen.²²⁷

Frøspredning

De fleste arktisk-alpine plantearter har veldig små og lette frø, og i tidlig vinter kan frø fordele seg over snødekkede områder nesten uten hindring. En rekke arter har frøkapsler som må ristes kraftig av vinden før frøene finner vegen ut. For treartene med store frø og planter med bær vil fugler, pattedyr og mennesker raskt flytte frøene over store avstander. Nyere forskning viser at frøspredning kan ha skjedd mer komplekst enn tidligere antatt. Mens mange arter spredte seg fra sørlige og østlige refugier, kan det også ha eksistert «mini-refugier» i eller like ved de isdekte områdene. Konklusjonene fra denne forskningen er omdiskuterte.^{228 229}



Tindved Hippophae rhamnoides er en utpreget pionerart. Den fikk en vidstrakt utbredelse på blottlagte områder i den første tiden etter at isen trakk seg tilbake. Tindved har nitrogenbindende knoller på røttene, og kan hente nitrogen fra lufta. I dag finnes tindved med bare beskjedne forekomster i innlandsområder, og noen fåtalls steder i Jotunheimen. Den er mer tallrik langs kysten i Trøndelag og Nordland. Tindved er svært svak for konkurranse fra andre planter, og den har forsvunnet fra mange av sine opprinnelige voksesteder. Fotografiet viser tindved i Lom kommune 1 100–1 150 meter over havet, og hvor den kan ha levd sammenhengende gjennom 10 500 år. Foto: Jon Opheim

Høy tregrense for furu i Sverige i tidlig-holocen

På den skandinaviske halvøy har flest høytliggende fururester blitt funnet i sentrale fjelltrakter i den sørlige delen.²³⁰ I fjellområdet øst for Sylene i Jämtland i Sverige har en rekke funn av furu-rester blitt radiokarbondatert og viser en spredning i alder gjennom store deler av holocen. Det er bare funn fra tidlig-holocen som viser den høyeste differanse til dagens tregrense.²³¹



Gran Picea abies under barske klimatiske forhold i Sørøst-Norge. Under forhold med god snø-beskyttelse, kan gran vokse som en krypende busk langt over bjørkebeltet. Vegetativ formering hos gran forekommer på lysåpne voksesteder ved at greiner slår rot. Senere grantrær/busker på samme lokalitet kan på denne måten bli genetisk identisk med «mortreet». Under slike forhold kan en granplante leve et nærmest «evig liv» så fremst isbreer ikke rykker fram eller at brann, tørke eller insekter fører til at alle kloner av det samme opprinnelige treet dør.²³² Under gunstige klimaforhold kan den krypende granbusken danne en trestamme. Foto: Thor Østbye

Vegetasjonshistorie i lavereliggende områder i Sørøst-Norge

De første plantene som etablerte seg i lavereliggende innlandsområder i Sør-Norge kjenne-tegnes ved å være både kuldetålende og lyselskende. Pollenstudier fra flere lavereliggende lokaliteter med pionerarter viser tindved, dvergbjørk, einer, ulike starr-, gras- og vierarter.²³³ Mange av pionerplantene, som tindved og erteplanter har evnen til å binde nitrogen fra lufta ved hjelp av nitrogenbindende knoller på røttene. Nitrogen manglet fullstendig i berggrunnen etter istiden, og måtte tilføres fra atmosfæren ved hjelp av nitrogenbindende bakterier, sopp og blågrønnalger.

TIDLIG-HOLOCEN | KAPITTEL

Fra Ulvåhammeren i Åmot kommune er det funnet pollen fra tindved, dvergbjørk og einer som vokste for cirka 10 000 år siden

I det lille Dalbutjern (176 meter over havet i Halden kommune) har pollenstudier vist flere arktisk-alpine arter sannsynligvis i det første tusenåret etter istidens slutt. Reinrose *Dryas octopetala*, gulmjelt *Astragalus frigidus*, dvergsyre *Koenigia islandica* og fjellsyre *Oxyria digyna* er eksempler på slike arter, og de etablerte seg alle tidlig i dette området. Dette skjedde trolig gjennom spredning fra nærliggende sør-skandinaviske landområder som var isfritt over lengre tid gjennom senglacial tid.²³⁴ Dette er i samsvar med nyere genetiske studier for reinrose og fjellsyre, som viser at de mest sannsynlig spredte seg til det sørlige Skandinavia fra populasjoner med levesteder i sentrale deler av Europa under istiden.^{235 236}

Flere undersøkte lokaliteter i det sørlige Innlandet har vist seg å inneholde pollen fra den tidligste pionervegetasjonen. I ei myr på lokaliteten Engelaug/Engelu (184 meter over havet) i Løten kommune, er det funnet pollen fra tindved, dvergbjørk, vier, einer, ulike starr- og grasarter, burot *Artemisia vulgaris*, melde (*Chenopodiaceae*), nesle *Urtica sp.* og mjøddurt *Filipendula ulmaria*. Radiokarbondatering fra de dypeste organiske lagene ved Engelaug viser at plantene levde for cirka 10 950–10 350 år siden.²³⁷ Tindved-pollen er også markant i et datert sjikt ved innsjøen Næra i Ringsaker for cirka 10 500 år siden.²³⁸ Fra Våletjern og Vålemyr (218 meter over havet) i Stange kommune er det funnet pollen fra tindved, bjørk, osp *Populus tremula* og et høyt innslag av urter som forteller om en åpen skogstype. Det foreligger ingen radiokarbondatering fra denne lokaliteten.²³⁹ Fra lokaliteten Ulvhammeren i Åmot kommune viser pollenfunn av tindved, dvergbjørk, einer, og i tillegg kommer artsgruppene vier, syre og gras. Radiokarbondatering tyder på at disse planteartene preget landskapet omkring Ulvåhammeren for cirka 10 000–9 950 år siden.²⁴⁰ Lenger vest har det på lokaliteten Skonnordmyra i Gjøvik kommune (cirka 435 meter over havet), blitt funnet artene tindved, dvergbjørk, vier, einer og flere arter urter. Radiokarbondatering av det dypeste sjiktet viser en alder i tidsrommet 10 250–8 900 år siden.²⁴¹ Vannplanter spredte seg og etablerte seg tidlig etter nedsmeltingen av isdekket. Trolig ble plantenæringsstoffer spylt ut i innsjøene rett etter nedsmeltingen og sammen med et varmere klima ga dette grunnlag for en høy produksjon av både plante- og dyreliv.²⁴²



Kalktuff funnet på garden Leine i Nord-Fron kommune i Innlandet, cirka 496 meter over havet. Den ble utgravd og undersøkt av botanikeren Axel Blytt i 1891.

Foto: Finn Audun Grøndahl

Kalktuffer som lokale naturhistoriske arkiver

Kalktuffer kan bevare rester av plante- og dyrelivet på steder hvor kildevann overmettet på kalk felles ut i møte med luft. En kalktuff er en porøs bergart som kan danne «fossile» avtrykk av blader, kongler, rakler og andre planterester som befinner seg i den umiddelbare nærhet. Virvelløse dyr som insekter, edderkopper og snegler kan også bevares i kalktuffer. Avtrykk av planter og dyr kan la seg bestemme til arter, og dermed framstår en kalktuff som et arkiv for klima- og vegetasjonsutviklingen på ett sted over tid.²⁴³ Kalktuffen fra Leine i Nord-Fron ble antatt funnet i sitt opprinnelige leie, og den hadde en tykkelse på opp mot 0,7 meter. I de dypeste lagene ble det funnet blader fra bjørk, osp, vier, gråor, reinrose og rukkevier *Salix reticulata*. Selv om kalktuffer ikke lar seg sikkert datere, kan de likevel indikere arter i en tidlig vegetasjonsfase i holocen. I tillegg til botanikeren Axel Blytt, viste kvartærgeologen Peter Annæus Øyen stor interesse for kalktuffer som lokale klimahistoriske arkiver tidlig på 1900-tallet. Han skrev i lokalaviser og besøkte en rekke lokaliteter med kalktuffer.²⁴⁴ Kalktuffen fra Leine inngår i samlingene til Naturhistorisk museum.

Istidskreps var vidt utbredt i kalde ferskvannsmiljøer med smeltevann fra breer og hvor det levde få fiskearter

Faunahistorie

Kaldtvannstilpassede virvelløse ferskvannsdyr

En dyregruppe som innvandret tidlig til Sørøst-Norge i overgangen fra sen-weichsel og til tidlig-holocen er istidskreps. Istidskreps trives under forhold med lave temperaturer, og det eksisterte høyst sannsynlig både flere og større bestander for mange av artene istidskreps i israndsjøer og fjordbassenger med ferskvannstilførsel i Nord-Europa på slutten av siste istid. Størst geografisk utstrekning kan de fleste av disse artene ha hatt under forhold med nedsmelting av isdekker som skapte store ferskvannsansamlinger med lav temperatur og få fiskearter. Det fantes en rekke små og store israndssjøer øst for det skandinaviske isdekket under bremaksimum. Fra slike levesteder spredte istidskreps seg vestover til den baltiske israndsjøen da isdekket begynte nedsmeltingen. Krepsdyrene spredte seg videre til fjordbassenger og ferskvannssystemer i Sørøst-Norge.²⁴⁵ Alle arter istidskreps er utsatte for å bli spist av fisk og de har trolig bare overlevd på lokaliteter hvor dype og oksygenrike områder finnes. Dårligere sikt kan trolig redusere faren for å bli spist av fisk, og dermed medvirke til at de har overlevd etter innvandringen også i noe grunnere vassdrag fram til i dag. Etter landhevingen har disse artene ikke spredt seg naturlig videre, og de finnes alle naturlig utbredt bare under den marine grense.²⁴⁶

Istidskreps

Istidskreps er en norsk betegnelse for en gruppe brakk- og ferskvannslevende krepsdyrarter utbredt både i Eurasia og Nord-Amerika. Det er i alt seks arter med kjent utbredelse i Norge i dag hvor trolig fem av dem er naturlig utbredt på Østlandet. I tillegg forekommer noen av disse artene på Jæren.²⁴⁷ Deres innvandring og forekomst i dag er nært knyttet til forholdene som eksisterte på slutten av istiden og tidlig-holocen.²⁴⁸



Fotografiet viser den mest storvokste av istidskrepsene i Norge, trollistidskreps *Gammaracanthus lacustris*, som kan oppnå en lengde opp mot 35–40 millimeter. Den er et utpreget rovdyr som fanger og spiser mindre dyr, deriblant også andre arter istidskreps. Arten er kun ferskvannslevende og trives ikke i temperaturer over 8 °C. Trollistidskreps regnes som sjelden i Europa, og i Norge finnes den mest tallrikt i Mjøsa. Blant istidskrepsene i Sør-Norge regnes i tillegg til trollistidskreps følgende arter; *Mysis relicta*, *Mysis salemaai*, firetornet istidskreps *Pallaseopsis quadrispinosa*, flatbent istidskreps *Monoporeia (Pontoporeia) affinis* og en hoppekreps *Limnocalanus macrurus*.²⁴⁹ I verdenssammenheng regnes flere av disse artene som sjeldne. Etter at det er påvist flere bestander av istidskreps i Haldenvassdraget i løpet av de siste årene er det bare *Mysis salemaai* som er oppført i Norsk rødliste (2015). Foto: Ingvar Spikkeland

Ingvar Spikkeland ved Haldenvassdragets Kanal-museum/Østfoldmuseene med en svensk-produsert trål for fangst av istidskreps i bruk for overvåkning i Rødenessjøen i Marker kommune i Viken. Østfold (nå del av Viken fylke) har flest istidskrepsarter i Norge. Spesielt er Haldenvassdraget og grenseinnsjøen Store Le viktige leveområder for artene. Foto: Ingvar Spikkeland



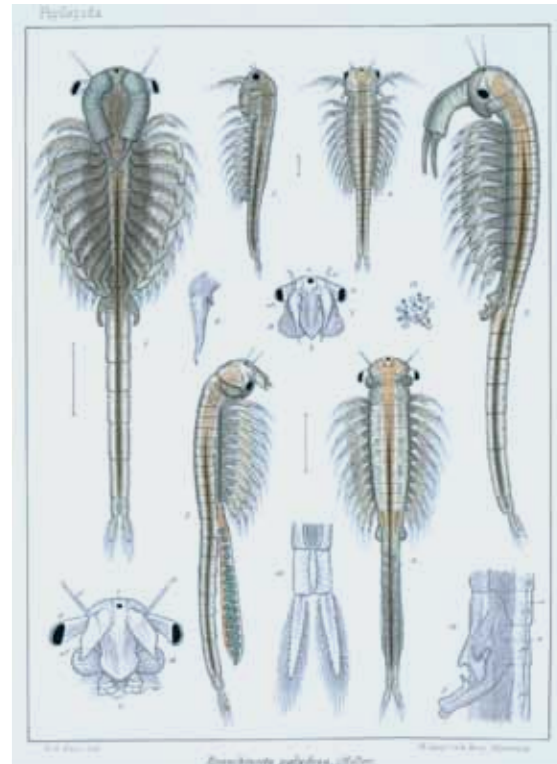


På et jorde på Hov i Løten kommune ble det i 1965 funnet et fallgevir fra elg med opprinnelse i tidlig-holocen. Funnstedet ble grundig undersøkt i 1966 av ferskvannsbiolog Jan Økland og geolog og pollenanalytiker Kari Egede Henningsmoen, som samlet inn pollenprøver, vegetasjonsrester og skall fra snegler og muslinger. Denne og påfølgende undersøkelser viser at stedet var et næringsrikt tjern for cirka 9 500 år siden. Gjennom tusenårene som fulgte grodde tjernet igjen og ble til en myr. Til slutt ble myra dyrket opp for kornproduksjon.



I de dypeste lagene på Hov fant forskerne stor damsnegl *Lymnaea stagnalis*, vanlig skivesnegl *Gyrulus acronicus*, vanlig damsnegl *Lymnea peregra* og ertemuslinger *Pisidium*. Ribbesnegl *Gyraulus crista*, muslingkreps *Ostracoda* og vanlig damsnegl ble funnet i et høyere lag med lys silt inneholdende mye planterester.²⁵⁰ Den kalkrike berggrunnen førte til et gunstig miljø for snegler og muslinger, og disse spredte seg tidlig til slike lokaliteter, sannsynligvis via fugler.²⁵¹ Fotos: Tore Fossum, Norsk Skogmuseum/Anno Museum

Hornulka innvandret blant de første fiskearter til Sørøst-Norge, men den ble den siste som ble oppdaget



Illustrasjonen viser langhalet tusenbeinkreps *Branchinecta paludosa*, som i Sør-Norge er funnet med flest lokaliteter i dag i fjellområder i Lesja og Dovre kommuner i Innlandet, og i Oppdal kommune i Trøndelag. Registreringsarbeidet ble gjennom mange år utført av biolog Per Aass. Disse populasjonene, sammen med noen populasjoner i midt-svenske fjellområder, viser seg ut fra genetiske undersøkelser å ha vært isolert gjennom lang tid fra artens sirkumpolare hovedutbredelse i Arktis. Populasjonene i Sør-Norge kan være «restpopulasjoner» fra tallrike populasjoner i Sentral-Europa under siste istid, og som senere i de fleste steder har dødd ut.²⁵² Denne arten har trolig spredd seg tidlig via fugler til innsjøer og dammer i Sør-Norge på slutten av siste istid og begynnelsen av holocen.²⁵³ Illustrasjon: Georg Ossian Sars

De første ferskvannsfisker

En av de første artene ferskvannsfisker som innvandret til brakk- og ferskvannssystemer i Sørøst-Norge i tidlig-holocen er hornulke *Trigloporus quadricornis*. Denne arten har hatt en østlig innvandringsvei. I dag finnes den bare under den marine grense i Mjøsa og i grensevassdraget Store Le, hvor den ble oppdaget så seint som henholdsvis 1978 og 1998 (på norsk side). Hornulke er en liten arktisk ulke som er tilpasset et liv utelukkende i ferskvann.^{254 255} Arten var sannsynligvis tallrik i de kalde israndsjøene og brakkvannsfjordene både på slutten av siste istid og under interstadialer før bremaksimum. Andre tidlige innvandrede arter ferskvannsfisk som spredte seg under forhold med lave temperaturer er røye *Salvelinus alpinus*, ørret *Salmo trutta*, laks *Salmo salar* og trepigget stingsild *Gasterosteus aculeatus*. Disse artene er alle salttolerante og har hatt både vestlige og østlige innvandringsveier. Krøkle *Osmerus eperlanus*, som har en naturlig utbredelse under den marine grense i Sørøst-Norge, kan også ha hatt en tidlig innvandring fra øst.



Hornulke har fått sitt navn fra fire hornlignende beinknuter på hodet. De er mest utviklet hos hannene. Hos hornulke i Norge mangler hornene, mens populasjonen i Østersjøen har godt utviklede horn. I de svenske innsjøene Vänern og Mälaren har hornulke betraktelig mindre horn. Mangelen av horn hos populasjonene i Norge kan skyldes lengre tids isolasjon fra de østlige populasjonene.²⁵⁶ Foto: Ingvar Spikkeland, Haldenvassdragets kanalmuseum, Østfoldmuseene

Anadrome laksefisker dannet rene ferskvannslevende populasjoner

Et høyere havnivå rett etter istidens slutt førte til at salttolerante arter ferskvannsfisker med gode spredningsevner via hav- og brakkvannsmiljøer fant passasjer til innsjøer og elver som senere ble utilgjengelige som følge av landhevingen. Landhevingen skapte vandringshindre i form av fossefall som ikke lot seg passere, og dette førte til at røye, atlantisk laks, ørret og trepigget stingsild ble fysisk forhindret oppvandring fra hav- og brakkvannsmiljøer til gyte- og oppvekstområder i mange elver i tidlig-holocen. De anadrome artene dannet rene ferskvannslevende populasjoner i flere vassdrag i Norge, og laks og ørret (sjørret) etablerte næringsvandring til større innsjøer istedenfor havet. Atlantisk laks har i Norge også dannet en ren elvelevende populasjon som har eksistert i store deler av holocen. En ferskvannsstasjonær laksestamme i Vänern i Sverige har hatt gyte- og oppvekstplasser i Trysil elva i Innlandet (og Klarälven på svensk side). Vänernlaks har også hatt gyte- og oppvekstplasser i Vrangselva i Eidskog kommune i Innlandet.²⁵⁷ Flere arter som innvandret tidlig til vassdrag i Sørøst-Norge regnes som svake for næringskonkurranse fra andre arter som innvandret senere. Dette kan være en årsak til at røye og trepigget stingsild ikke er påvist i Mjøsa idag, men finnes i både Randsfjorden og Tyrifjorden.

Mange fiskearter vandret inn via forgreininger fra «Stor-Vänern» inn i Sørøst-Norge

Mange ferskvannsfiskearter innvandret fra «Stor-Vänern»

Under Østersjøens Ancylusfase hadde Vänern en større geografisk utstrekning enn i dag (se side 98-99). Mange fiskearter spredte seg fra «Stor-Vänern» til Sørøst-Norge, og forgreininger strakte seg inn i Norge, både i det sørlige Innlandet (Kongsvinger kommune) og i det sørøstlige Viken (Aremark og Marker kommuner). Under denne fasen hadde også Østersjøen ferskvann, og mange ferskvannsfiskearter spredte seg til Sørøst-Norge derfra. En gruppe som omfatter de kuldetolerante artene sik *Coregonus lavaretus*, abbor *Perca fluviatilis*, lake *Lota lota*, gjedde *Esox lucius*, harr *Thymallus thymallus*, ørekyte *Phoxinus phoxinus*, nipigget stingsild *Pungitius pungitius* og hvitfinnet ferskvannsulke *Cottus gobio* regnes som tidlige innvandrere. Disse artene blir ofte kalt «Østlandet-Finnmark-fiskene». Genetiske studier har dokumentert både sørlige og østlige innvandringsveier for abbor med spredning fra refugier som eksisterte under weichsel-istiden.²⁵⁸ Tilsvarende kan ha eksistert for flere andre arter. En noe senere innvandringsgruppe regnes for å omfatte artene lagesild *Coregonus albula*, brasme *Abramis brama*, laue *Alburnus alburnus*, gullbust *Leuciscus leuciscus*, vederbuk *Leuciscus idus*, steinsmett *Cottus poecilopus*, hork *Acerina cernua*, mort *Rutilus rutilus*, bekkeniøye *Lampetra planeri* og kanskje karuss *Carassius carassius*.²⁵⁹ Disse artene blir ofte kalt «Mjøsa-Storsjø-fiskene». De har en mer begrenset geografisk utbredelse ved at de fleste er bare naturlig utbredt i Sørøst-Norge nord til Mjøsområdet og Storsjøen i Odalen. En noe senere spredning for denne gruppen fra Ancylussjøen og inn i Østlands-vassdragene kan være knyttet til blant annet høyere temperaturkrav og flere naturlige vandringshindringer som følge av landhevingen.²⁶⁰

Det baltiske sjøområdet ble et spredningssenter for ferskvannsarter etter istiden

Det baltiske sjøområdet ble et spredningssenter

Kontakten med Yoldiahavet og Ancylussjøen (se sidene 96-99) fikk utvilsomt svært stor betydning for det biologiske mangfoldet i de sørøstligste områdene i Norge. Planter og dyr som frø, larvestadier eller som voksne individer, kom fra et enormt område som i dag kan regnes som cirka 1/5 av Europa. I vår tid regnes 14 nasjonalstater å ha hele eller deler av sitt areal innenfor Østersjøens nedbørfelt. Det baltiske sjøområdet ble et sentralt spredningssenter for ferskvannsarter etter istiden. Dette forklarer det store biologiske mangfoldet i Østfold og deler av Akershus og Hedmark.²⁶¹

Sjøpattedyr

Funn av sjøpattedyr med opprinnelse spredt gjennom hele holocen er sjeldne i Sørøst-Norge, mens de er atskillig rikere fra Sørlandskysten og langs hele kysten videre nordover. Funn av skjelettresten fra grønlandshval²⁶² og storkobbe²⁶³ i henholdsvis Kinn kommune i Vestland og Trondheim kommune i Trøndelag er arter som i hovedsak tilhører en arktisk fauna. Begge funn er da også ut fra radiokarbondatering funnet å ha sin opprinnelse i det første tusenåret etter istidens slutt. Ett av få hvalfunn som trolig har sin opprinnelse i tidlig-holocen i Sørøst-Norge er gjort i Bærum kommune i Viken.

*Funnstedet for
hvalskjelettet
ved Bjørum sag.
Foto: Utlånt av
Leif G. Koch,
Naturhistorisk
museum/UiO*



Hvalskjelettet ved Bjørum sag i Bærum

Høsten 1977 ble det i forbindelse med vegarbeid på Ringeriksvegen mellom Sandvika og Sollihøgda i Bærum kommune funnet flere store knokler. Vegarbeiderne innstilte arbeidet etter funnet, slik at paleontologene kunne grave på sin måte i april. Funnstedet ligger cirka 109 meter over havet, og lokaliteten må engang ha vært en trang vik. Gravearbeidet viste at knoklene lå i ei leirsuppe omkranset av berg på to sider. Paleontologisk museum stod for utgravningen, som ble ledet av Natasha Heintz. Bærum kommune stilte gravemaskiner til rådighet. Skjelettdelene tilhørte en større hval med en lengde på 10–12 meter, men selve kraniet lot seg ikke finne. Flere godt bevarte ryggvirvler, noen ribbein og to dårlig bevarte underkjever var noe av materialet som ble tatt vare på. I tillegg ble det gjort funn av trebiter og skjell. Den praktiske utgravningen ble gjennomført av Aage Jensen, Gudmund Westereng, Erling Slette, Ola Nesland og Leif G. Koch, alle ansatt på museet. «Mer klinete kan det ikke bli», uttalte mannskapet.²⁶⁴ Ut fra landhevingskurver er funnet beregnet å ha en opprinnelse i tidsrommet 9 000–8 500 år siden, og som tilsvarer slutten på tidlig-holocen.²⁶⁵ Ut fra skjelettdelenes morfologi er det pekt på at knoklene kan ha tilhørt en av de store bardehvalene seiqual *Balaenoptera borealis*, finnhval *Balaenoptera physalus* eller blåhval *Balaenoptera musculus*.²⁶⁶ Funnet inngår i samlingene til Naturhistorisk museum.

*Leif G. Koch med en av de utgravde ryggvirvlene.
I bakgrunnen sees Gudmund Westereng (bakerst) og Aage Jensen.
Foto: Utlånt av Leif G. Koch, Naturhistorisk museum/UiO*



Elg, urokse, bison, villsvin, brunbjørn, rådyr og hjort ble «nye» pattedyr som vandret inn i Sverige da det ble dannet en landbro

Innvandring av «nye» landlevende virveldyr

I perioden 15 000–11 000 år siden fulgte flere ekspansjonsfaser for skoglevende pattedyrarter på det nord-europeiske slettelandet. Høyere temperatur og økt fuktighet førte til skogetablering og dermed livsmiljøer for en «ny» fauna, som bredte seg nordover. Artsbestemmelse og dateringer av skjelettresten i Danmark viser en spesiell sammensetning av steppe-, tundra- og skoglevende arter som eksisterte samtidig i en kortere periode. Dette var en tid for mange og store endringer for dyrelivet. Klima- og vegetasjonsutviklingen endret livsmiljøer, og innvandring av nye arter endret konkurranseforholdet mellom artene. Vandringsbarrierer og isolasjonseffekter påvirket også dyrelivet.²⁶⁷ I Danmark er det funnet et stort antall beinrester av rein som ut fra radiokarbondatering viser å ha sin opprinnelse i de første tusenårene etter bremaksimum. Fra slutten av det første tusenåret i holocen opphører funn av rein i Danmark og Skåne, trolig på grunn av store klimatiske endringer.²⁶⁸ Ved inngangen til holocen er de typiske steppeartene i Sør-Sverige og Danmark borte, med unntak av hest, som opptrer i noen funn utover i etteristiden i Danmark. Arter som elg *Alces alces*, urokse *Bos primigenius*, europeisk bison/visent *Bison bonasus*, villsvin *Sus scrofa*, brunbjørn *Ursus arctos*, rådyr *Capreolus capreolus* og hjort *Cervus elaphus* koloniserte tidlig nye leveområder i det sørligste Sverige.^{269 270}

Det finnes hittil ingen kjente funn av skjelettresten fra rein i lavereliggende innlandsområder i Sør-Norge med alder innenfor tidlig-holocen. Dette kan indikere et raskt skifte i levemiljø fra lavereliggende kystområder til høyfjellsområder. På Hardangervidda har arkeologiske utgravinger av boplasser dokumentert brente bein av rein på flere lokaliteter både i Eidfjord kommune i Vestland og Hol kommune og Nore og Uvdal kommune i Viken, hvor radiokarbondatering viser reinens tilstedeværelse i tidlig-holocen.²⁷¹ Funn av fjellrev i de første tusenår i holocen i Sør-Norge er ikke kjent.²⁷² Det er likevel sannsynlig at fjellrev har vært del av faunen gjennom hele holocen. Fjellrevens leveområde på de nordvestlige sletter i Europa kan ha endret seg så raskt i overgangen fra istid til mellomistid at en forflytning i senglacial tid i liten grad førte til en etablering på den skandinaviske halvøy. Genetiske undersøkelser av skjelettresten av fjellrev fra funnsteder i Europa fra siste istid, der det også er gjort sammenligninger med nålevende fjellrever i Skandinavia og Sibir, kan indikere en slik utvikling.²⁷³

En fastlandsforbindelse i sør ble en spredningskorridor for de fleste landlevende arter virveldyr

Innvandringsruter til Sør-Norge for landlevende virveldyr

Det finnes flere «ruter» for de landlevende virveldyrenes innvandring til Sør-Norge, og både kvartærgeologiske, klimatiske og geografiske forhold må ha hatt betydning for hvilke som var mulige i tid og rom. Artenes egen spredningsevne har også hatt stor betydning. En mulig sørlig innvandringsrute i senglacial tid er passering av norskerenna, og som kan ha vært benyttet av rein på is fra Doggerland (Nordsjøfastlandet) til isfrie kystområder i Sør-Norge.²⁷⁴ En annen sørlig og senere innvandringsrute ble etablert da en fastlandsforbindelse forbandt hele Skandinavia med det europeiske kontinentet. Denne fastlandsforbindelsen i sør ble trolig en spredningskorridor for de fleste arter landlevende pattedyr, krypdyr og amfibier. En nordøstlig innvandringsrute nord for Bottenviken har eksistert gjennom hele etteristiden. Noen arter har også evne til å krysse Østersjøen vestover på is under kalde vintre, og Bottenviken fryser ofte til på grunn av svært lav saltholdighet også i dag. Selv om det kan ha vært benyttet flere innvandringsruter til Sør-Norge, er det likevel to hovedretninger som gjelder; fra sør og fra nordøst.²⁷⁵

Genetiske studier av en rekke pattedyrarter viser at noen har bare benyttet den ene av innvandringsrutene mens andre har benyttet begge. Brunbjørnen på den skandinaviske halvøy har hatt to innvandringsruter, med en vestlig type brunbjørn på den sørlige halvøy og en østlig type på den nordlige halvøy. Den vestlige typen innvandret via Danmark og Sør-Sverige, og har blandet seg lite gjennom holocen med den østlige typen som innvandret nord for Bottenviken.²⁷⁶ Tilsvarende innvandringsmønster, med grunnlag i genetiske studier, er funnet blant annet hos rein²⁷⁷, elg²⁷⁸ og småpattedyrartene klatremus *Clethrionomys glareolus*, markmus og krattspissmus *Sorex araneus*.²⁷⁹ Genetiske studier viser at skoglemen *Myopus schisticolor* innvandret utelukkende via den nordøstlige innvandringsruten,²⁸⁰ mens hjort bare har benyttet den sørlige innvandringsveien via Sør-Sverige.²⁸¹ Det er sannsynlig at bare den sørlige innvandringsveien har vært benyttet av blant annet villsvin, rådyr,²⁸² europeisk villkatt *Felis silvestris* og piggsvin *Erinaceus europaeus*.

Lemen er eneste endemiske pattedyrart på den skandinaviske halvøy samt nordlige Finland og Kolahalvøya

Reinen reetablerte seg i Sør-Norge med to innvandringsruter

Genetiske studier av arvestoffet i mitokondriene (mtDNA) hos reinen i hele dagens utbredelsesområde indikerer at reinen levde i tre geografisk atskilte hovedleveområder under siste istid. Ett av disse var i det vestlige Eurasia, mens de andre områdene var et stort leveområde i Beringia-Eurasia og et leveområde sør for isdekket i Nord-Amerika. Genetiske studier av gamle beinrester fra ulike steder i Norge indikerer to ulike opprinnelser og dermed innvandringsruter for reinen i Norge.²⁸³

Overlevde lemen siste istids bremaksimum i Skandinavia?

Blant landlevende pattedyr har mange smågnager- og spissmusarter ofte mindre spredningsevne enn mange andre arter, og de fleste av pattedyrartene som er endemiske for Europa tilhører disse to artsgruppene.²⁸⁴ Lemen er i dag den eneste endemiske pattedyrarten på den skandinaviske halvøy sammen med tilgrensende områder i Nord-Finland og Kola-halvøya i Russland. Etter bremaksimum kan innvandring, på linje med mange andre arter, skjedd sørfra i fastlandsperioden i tidlig-holocen, og hvor alle andre populasjoner døde ut senere i holocen. Alternativt kan lemen ha ekspandert ut fra populasjoner som overlevde i et isfritt refugium under bremaksimum på eller nær den skandinaviske halvøy, mens alle andre populasjoner døde ut i holocen. Andøya i Nordland i Norge er en lokalitet hvor det kan ha vært isfrie områder under bremaksimum. Dette baseres på dateringer og funn av DNA fra både furu og gran i sedimenter fra Endletvatn nord på øya.²⁸⁵

Kolonisering med mange individer og fra flere refugier motvirker lav genetisk variasjon

Dateringene og funnene fra Andøya er imidlertid kontroversielle.^{286 287} Genetiske studier viser størst sannsynlighet for at lemen innvandret fra en populasjon som overlevde bremaksimum i et nordlig refugium, og liten sannsynlighet for at lemen innvandret fra populasjoner i Sentral-Europa.²⁸⁸ Ingen beinfunn av lemen har hittil i Sør-Norge ut fra radiokarbondateringer vist en alder innenfor tidlig-holocen.²⁸⁹

I Europa viser mange arter større genetisk variasjon i sør enn i nord

Genetiske undersøkelser av nålevende nordlige populasjoner av mange plante- og dyrarter som er utbredt i tidligere isdekte områder viser ofte mindre genetisk variasjon sammenlignet med sørlige populasjoner som fortsatt er utbredt i tidligere refugier.²⁹⁰ Dette har sammenheng med forholdene omkring innvandringen etter siste istid, og slike genetiske mønstre er basert på rask kolonisering og ekspansjon i isfrie områder.²⁹¹ Dersom innvandringen har skjedd tidlig i etteristiden, og at den har bestått av mange individer fra flere og store refugier, kan dette ha ført til større genetisk variasjon. Blanding av tidligere isolerte populasjoner og opprettholdelse av store populasjoner vil også motvirke lav genetisk variasjon. Glasiasjonshistorien og innvandringsforløpet hos ulike arter kan ha stor betydning for genetisk struktur og variasjon hos ulike arter i dag.^{292 293}

En fastlandsforbindelse ble etablert mellom Sør-Sverige og kontinentet i sør for cirka 11 700 år siden



Yoldiahavet. Kilde: Spikkeland & Nilssen 2019

Fastlandsforbindelse med kontinentet i sør

En fastlandsforbindelse mellom den skandinaviske halvøy og det europeiske kontinentet hadde stor betydning for innvandringen av en rekke landlevende virveldyrarter fra sør til nord. Etableringen og varigheten til fastlandsforbindelsen var kompleks, og nedsmeltingen av isdekket hadde stor betydning for landheving og endring av havnivå.²⁹⁴

Under bremaksimum var havnivået 125–130 meter lavere enn dagens havnivå. Det lavere havnivået førte til at et stort område mellom Storbritannia og det europeiske kontinentet (Danmark, Tyskland, Nederland, Belgia) var tørt land. Dette landområdet utgjør i dag bunnen i Nordsjøen, og det «oversvømte landet» kalles Doggerland eller Nordsjøfastlandet. Det vestlige Jylland, som ikke var dekket av is under bremaksimum, må ha vært landfast med Doggerland som en del av det nord-europeiske slettelandet. Navnet Doggerland kommer av Doggerbanken, som har vært et noe høyereliggende landområde sentralt i dette området før havstigningen begynte og som «endte opp» som ei øy som tilslutt «sank» i havet.²⁹⁵

Den baltiske issjøen

Etter bremaksimum ble det sørlige baltiske området sammen med deler av Polen og Nord-Tyskland tidlig isfritt. En stor tilførsel av smeltevann dannet den baltiske issjøen for cirka 16 000 år siden. I begynnelsen var sjøen forbundet med havet ved Ørebro i vest, men på grunn av landheving ble den etter hvert en ferskvannssjø. For cirka 13 000 år siden var vann-nivået i issjøen steget cirka ti meter. Etter at deler av isdekket ga etter i området mot dagens Vänern i vest, fant det sted en uttapping og senkning. Den kaldere perioden yngre dryas førte igjen til at utløpet mot vest ble stengt av is. I overgangen til holocen trakk isdekket seg tilbake på nytt, og issjøen fikk utløp på nytt mot vest med en enorm utstrømming av vann.

Yoldiahavet

I overgangen til holocen var den baltiske issjøen betydelig drenert. En forbindelse til Atlanterhavet ble dannet i senkningen hvor vi dag finner Uddevalla i vest, innsjøen Vänern og videre til Närke som ender med innsjøene Hjälmaren og Mälaren mot øst. Denne fasen av dagens Østersjøen, som kalles Yoldiahavet, er beregnet til å ha eksistert i omkring 800–1 000 år.

Etter fastlandsperioden har ikke den skandinaviske halvøy vært landfast med det europeiske kontinentet i sør

Fastlandsforbindelsen ved Øresund framsto som en landbro mellom kontinentet og det sørligste området på den skandinaviske halvøy. Dette åpnet for en rask spredning av landlevende virveldyr fra det europeiske kontinentet til dagens Sverige. Havarmen tvers gjennom Sverige kalles Uddevalla- og Närkesundene, og disse vannflatene kan ha utgjort en vandringsbarriere for mange arter videre nordover.

Ancylussjøen

Nedsmeltingen av isdekket skapte en betydelig landheving. Et stigende havnivå kunne ikke holde følge med den raske landhevingen. Dette førte til at Uddevalla- og Närkesundene lukket seg for cirka 10 700 år siden. Dermed oppsto en ny innsjøfase, Ancylussjøen, som preget Østersjø-området i cirka 1 000 år. En fastlandsforbindelse ved dagens Øresund eksisterte i denne perioden og muliggjorde en nordlig spredning av landlevende virveldyr fra Danmark, som var forbundet med kontinentet. Etter dannelsen av Ancylussjøen eksisterte også en fastlandsforbindelse fra kontinentet og inn i Norge. Trolig skjedde hovedinnvandringen av nye landlevende virveldyrarter i denne perioden. Landområdene øst for Oslofjorden var trolig de første områdene i Sør-Norge, med innvandring av nye landlevende virveldyrarter via den sørlige innvandringsruten fra Sverige.

Littorinahavet

På grunn av stor landheving i nord ble det dannet (eller gravd ut) et nytt utløp for Ancylussjøen mot Kattegat i nærheten av øya Møn. Havstigning medførte etter hvert til at saltvann trengte inn i Ancylussjøen her. Det er regnet med at havvann permanent flommet inn i Østersjø-området fra omkring 8 500 år siden. En ny saltvannsfase av dagens Østersjøen, Littorinahavet, er oppkalt etter littorinasneglen som det er funnet store mengder av i avsetninger fra denne tiden. Etter fastlandsperioden har den skandinaviske halvøy ikke vært landfast med det europeiske kontinentet via Danmark. I takt med et stadig høyere havnivå, «sank» Doggerland (Nordsjøfastlandet) i havet.²⁹⁶ Etableringen av Skandinavia som en halvøy førte til isolasjon for mange landlevende arter innvandret fra populasjoner på det europeiske kontinentet.^{297 298 299}



Ancylussjøen. Kilde: Spikkeland & Nilssen 2019

Elgen er den første «nye» arten som vandret inn i Norge etter istidens slutt

Relikte populasjoner

Reliktbegrepet brukes om en populasjon som ikke lenger har en forbindelse med artens hovedutbredelse på grunn av isolasjon, gjerne som følge av geografiske barrierer. I Nord-Europa har mange relikte populasjoner som eksisterer i dag oppstått i forbindelse overgang fra istid til mellomistid. Det finnes både istidsrelikter og varmetidsrelikter (varmetiden i begynnelsen av etter-istiden) med arter som tidligere har hatt en større utbredelse enn i dag.³⁰⁰ Klassiske istidsrelikte populasjoner blant pattedyrene i Nord-Europa i dag er ringselpopulasjonene i Østersjøen, i den russiske innsjøen Ladoga og en liten populasjon i den finske innsjøen Saimaa. Disse populasjoner er i dag klassifisert som egne underarter.³⁰¹

Jordfunn fra virveldyrfaunaen i innlandsområder

Det er gjort ytterst få funn fra en landlevende virveldyrfauna i Norge innenfor det første tusenåret etter istidens slutt, og elgen er hittil den første «nye» arten som er dokumentert i Norge. Elgen innvandret trolig til Sør-Norge før hoveddelen av andre skoglevende pattedyrarter etablerte seg. Årsaker til dette kan være elgens egenskaper i å forflytte seg med stor letthet over lange strekninger og krysse over fjorder og innsjøer både i åpent vann og på is. Elgen er en pionerart ved at den kan utnytte vier og einer som ofte er blant de første plantene som etableres ved en primærsuksesjon.³⁰² I overgangen fra istid til mellomistid var elg utbredt over det meste av Sentral- og Nord-Europa.³⁰³

På gården Nerby i Søndre Land kommune ble det ved grøftearbeid på slutten av 1800-tallet oppdaget et fallgevir fra elg i en meters dybde i bunnen av en myr (se sidene 70-71). Funnet ble først radiokarbondatert i 2007. Analysen viser at elgen levde for cirka 10 300 år siden. Gevirfunnet viser at det eksisterte et tilstrekkelig beite for en så stor plantespiser selv relativt nært brefronten på den tid.³⁰⁴ Hittil finnes ingen funn som dokumenterer noen tidligere tilstedeværelse for denne arten i Norge.

De tidlige elgene beitet i en lysåpen bjørkeskog rikelig med gress og urter



Funnet fra Søndre Land kommune ble gjort i forbindelse med grøfting i 1895 av familien Fretheim. Foto: Finn Audun Grøndahl

I nærheten av garden Hov i Løten kommune ble det både i 1965 og 1974 funnet et naturlig felt elggevir i forbindelse med graving. Radiokarbondatering av begge funnene viser at elgoksene levde for cirka 9 500-9 000 år siden. Analyse av et pollenprofil fra det første funnstedet viser en lysåpen bjørkeskog i de dypeste lagene og rikelig med gras og urter i skogbunnen. I tillegg til bjørk har også selje/vier, osp og tindved vokst før furu kommer kraftig inn i vegetasjonsbildet. Elggevirene tilhører trolig overgangen fra lysåpen bjørkeskog til bjørk-furuskog.³⁰⁵ Gevirene lå i et lag med skall av snegler og muslinger som avspeiler at dette var et tjern i et kalkrikt område.³⁰⁶ Elgoksene hadde trolig gått på isen og beitet selje- og vierkratt i den tids våtmarksområde da gevirene ble felt på naturlig vis. Gevirene sank utpå våren ned i en kalkrik gytje og ble på den måten bevart gjennom tusener av år.

*Beinformn utgravd fra boplasser har gitt
størst tilfang til faunahistorien*



Fotografiet viser det første Løten-funnet som ble gjort av Gunnar Søberg 1,75 meter under overflaten i forbindelse med graving av en kloakkledning i 1965.³⁰⁷ Det andre Løten-funnet ble gjort av Johan Skårholen i forbindelse med graving av en grøft i 1974, og funnet ble gjort bare et par hundre meter fra funnet i 1965. Begge Løten-gevrene er usedvanlig godt bevart og skyldes det svært kalkrike miljøet.³⁰⁸ Begge gevirene er del av samlingene til Norsk Skogmuseum. Skogmuseet har flere innkomne og registrerte fallgevirer funnet i kalkrik jord i Stange kommune. Dypere gravevirksomhet i områder med kalkrik grunn bør være koblet med gode observasjons- evner. Foto: Bård Løken, Norsk Skogmuseum/Anno Museum



Fotografiet viser et fallgevir fra en elg i Tolga kommune som levde for 9 000–8 600 år siden. Geviret ble funnet omlag to meter dypt av Kåre Gransletten. Funnet er del av samlingene til Norsk Skogmuseum. Foto: Bård Løken, Norsk Skogmuseum/Anno museum

Elgen var større i tidlig-holocen enn i dag

Alle hittil kjente funn av senglasiere og tidlig-holocene elggevire i Skandinavia er palmate (skovltype).³⁰⁹ Skjelettfunn av elg fra disse stedene, og med en opprinnelse i overgangen mellom siste istid og mellomistid, viser at elgen den gangen var noe større enn den vi kan møte i dag.³¹⁰ Kroppsstørrelse som øker under kalde perioder (istid) og avtar under varmere perioder (mellomistid) er et mønster som er funnet hos en rekke pattedyrarter. Imidlertid finnes det også pattedyrarter som viser motsatt mønster.

Dokumentasjon av den tidlige virveldyrfauna

Funnrester av virveldyr består helst av mindre deler av bein, tenner, horn eller gevir som kan deles inn i geologiske funn og arkeologiske funn. Geologiske funn er knyttet til at tilfeldig grave- og anleggsarbeid avdekker faunamaterialet, hvor funnobjektene som regel er helt uten menneskelig påvirkning. Arkeologiske utgravninger av boplasser kan avdekke beinrester av det som menneskene har spist eller benyttet til andre formål. Arkeologiske funn er som oftest sterkt påvirket av mennesker gjennom margspalting og brenning. Brennte bein nedbrytes saktere enn ubrennte bein og finnes som regel i størst antall. Arkeologiske funn fra boplasser med opprinnelse i holocen representerer en ny type faunadokumentasjon som under weichsel-istiden ikke er dokumentert i Norge.

Til artsbestemmelse benyttes kjent sammenligningsmateriale (referansemateriale). Brennte bein lar seg vanskeligere bestemmes til art på grunn av sterk fragmentering og krymping. Det meste av beinmaterialet som beskriver faunahistorien i Norge har blitt funnet ved arkeologiske utgravninger av boplasser. Så lenge menneskene baserte sitt hushold på fangst i sitt nærområde ved boplassen gir slike funn en god indikasjon på deler av den ville faunaen i nærområdet til funnlokaliteten. Ved overgangen til en bondekultur avtar slike funn noe som avspeiler den viltlevende faunaen.³¹¹

10 000 år gamle brente elgbein
utgravd i en boplass i Skåbu-området

Nordlig utbredelsesgrense for flere store pattedyrarter i Sør-Sverige

Under fastlandsperioden i tidlig-holocen er det dokumentert, gjennom funn av beinrester, at europeisk bison (visent) og urokse hadde en nordlig utbredelsesgrense i Sverige i en linje fra Västres Götalands län vest for Vänern og østover gjennom til Östergötlands län. Mens europeisk bison trolig forsvant fra Sverige allerede i løpet av det første tusenåret i holocen,³¹² har urokse gjennom beinfunn vist å ha både en større geografisk utbredelse og lengre oppholdstid i Sverige før arten døde ut for cirka 7 500 år siden.³¹³ Disse to artene er hittil aldri sikkert påvist gjennom beinfunn i Norge.

Bein fra bever og elg er vanlig i utgravde boplasser

Arkeologiske utgravninger av både kortere og lengre tids boplasser har ført til oppdagelse av et vesentlig større antall beinrester og større artsbredde når det gjelder virveldyrfaunaen fra tidlig-holocen sammenlignet med funn uten kulturkontekst. Artsbestemt beinmateriale fra boplasser i innlandsområder viser at mennesker i tidlig-holocen i hovedsak beskattet faunaen med skoglevende pattedyrarter. Hittil er det ikke funnet noen klar spesialisering i reinsdyrfangst i Sør-Norge i tidlig-holocen.³¹⁴ Et tilsvarende kulturhistorisk forløp uten noen «reinsdyrfase» er også avdekket i Finland³¹⁵ og Sør-Sverige, men det kan ikke sees bort fra at det finnes boplasser med høy alder som ligger lavere enn dagens havnivå.³¹⁶ En «reinsdyrfase» kan beskrives som en tidsperiode hvor mennesker etterlater en tydelig dominans av beinrester av rein på boplasser.

Villsvinet var etablert i Sør-Norge
for cirka 9 500 år siden

Ved innsjøen Olstappen i Skåbu i Nord-Fron kommune i Innlandet, ble det under arkeologiske undersøkelser i 2013 funnet bein som er artsbestemt til elg, og radio-karbondatering viser at elgen levde for cirka 10 000 år siden.³¹⁷ Dette funnet er hittil den høyeste alder i Norge når det gjelder elgbein funnet i en kulturkontekst. Ved Dokkfløy i Nordre Land og Gausdal kommuner litt lenger sør for Skåbu, er bein av bever *Castor fiber* og elg funnet gjennom arkeologiske utgravninger av en rekke boplasser. Radio-karbondatering av bein fra de eldste boplassene viser at dyrene levde i tidsrommet for omkring 8 800 år siden.³¹⁸

Arkeologiske beinfunn av fugl og pattedyr i kystområder

I et grustak ved Tørkop i Halden kommune i Viken har det blitt funnet brente beinrester av villsvin i tillegg til bever og elg i forbindelse med en arkeologisk utgravning av en steinalderboplass i 1974–75. Lokaliteten ligger cirka 70 meter over havet. Det ble også artsbestemt flere sjøfuglarter, og deriblant geirfugl *Pinguinus impennis*.³¹⁹ Radio-karbondatering er utført av trekull fra samme funnkontekst som beina, og alderen viser at dette er det hittil eldste funnet av villsvin i Norge, som levde for cirka 9 500 år siden. Ingen marine pattedyr ble funnet i området ved Tørkop til tross for at boplassen lå helt ved strandkanten.³²⁰ Litt lenger nord, ved Vinterbro i Ås kommune, har noen få bein fra brunbjørn blitt funnet ved utgraving av en boplass som er datert til slutten av tidlig-holocen.³²¹ Dette er blant de eldste funn av brunbjørn i Norge, og indikerer en innvandringsvei via Sverige i fastlandsperioden.

*Reinen og brunbjørnen er ytterst sjelden
avbildet i bergkunsten i Sør-Norge*



Villsvinet spredte seg tidlig til Norge og beinfunn er kjent allerede i tidlig-holocen. Ut fra daterte funn viser villsvinet seg som en tidligere koloniserende art i Sørøst-Norge enn hjort. Hjort opptrer med de tidligste funn i overgang mellom tidlig-holocen og midt-holocen. Fotografiet viser kranium av villsvin som forteller mye om dens levevis med en svært allsidig diett. Foto: Finn Audun Grøndahl

Elg vanlig på sørvest-kysten

Arkeologiske utgravinger av en rekke boplasser langs kysten i Sør-Norge har ført til mange funn av elgbein hvor radiokarbondateringer viser tidlig-holocen. Først i overgangen fra tidlig-holocen til midt-holocen dukker hjort opp i beinrestene ved boplasser. Dette skyldes at elgen er en raskere koloniserende art enn hjort. I tidlig-holocen kan en høyere skoggrense ha «bundet sammen» skog mellom øst og vest tvers over fjellet og ført til en bredere spredningsvei for elgen fra øst til vest.^{322 323}

Dyrefigurer i stein og berg avspeiler samtidens fauna?

Den eldste bergkunsten i Norge domineres av dyrefigurer som er hugget, slipt eller malt inn i svaberg, løse steiner, bratte og dels vertikale bergflater, under hellere og i huler. Denne bergkunsten, som er antatt å ha vært utført av en jeger- og samlerkultur, er alltid lokalisert ved vann; hav, langs elver og innsjøer, ved fosser og stryk. Dyrefigurene kan indikere utbredelse av arter som forekom på den tid figurene ble laget uten at de fleste er mulig å datere presist. I Sør-Norge er elgen dominerende blant figurene i innlandsområdene. Kystlokaliteter har i tillegg figurer av hjort og grove omriss av hval og fugl. Figurer av rein og brunbjørn er ytterst sjeldne i bergkunsten i Sør-Norge (sør for Trøndelag) mens de forekommer langt hyppigere på bergkunst-lokaliteter i Trøndelag og nordover.

Det store helleristningsfeltet Sporaneset i Vinje kommune i Vestfold og Telemark har en dyrefigur som sannsynligvis forestiller en rein. Fra Trøndelag og nordover er reinfigurer langt mer vanlige i bergkunsten. Tilsvarende finnes det bare en lokalitet med en figur som sannsynligvis forestiller en brunbjørn, og dette er malt på en bergflate i Espedalen i Sør-Fron kommune i Innlandet. Dette kan det tolkes dithen at rein og brunbjørn kan ha vært mest tallrike i Midt- og Nord-Norge på den tiden figurene ble laget. Dette er imidlertid mindre sannsynlig. Geografiske ulikheter når det gjelder arter som forekommer i bergkunsten vil trolig måtte forklares ut fra at menneskene som har levd i forskjellige områder (og tidsrom) har hatt ulike kulturdefinerte tilknytninger til den ville faunaen. En rekke arkeologiske utgravinger av jeger- og samlerkulturens boplasser i innlandsområder viser at bever og elg nesten alltid dukker opp i menneskenes avfall (møddinger). I kystområder i Sør-Norge avdekkes også beinfunn av både villsvin og flere selarter. Bever, villsvin og sel (arter uspesifisert) lar seg svært sjelden å gjenkjenne som figurer i helleristningsfelt både langs kysten og i innlandet. Som en faunahistorisk kilde i Norge har dyrefigurene en begrenset verdi. Det er mer nærliggende å tolke dem som historiske paralleller til kulturelle fenomener som sjamanisme, animisme eller totemisme.³²⁴ I en større geografisk kontekst kan likevel figurer ha en viss faunahistorisk verdi. Elgfigurer er dokumentert innenfor et stort geografisk område som omfatter det sammenhengende området fra Norges atlanterhavskyst i vest og over det eurasiske kontinent til Amurelvens munning i Stillehavet. Det vanligste dyret i bergkunsten over hele det nordlige Eurasia er elg.³²⁵ Figurene kan derfor indikere elgens vidstrakte utbredelse i taigabeltet.

Bergkunsten i Skandinavia har likheter med bergkunsten i grotter i Sør-Europa.

Det er funnet omkring 300 grotter i Europa med figurer som tilhører paleolittisk tid, cirka 40 000–11 500 år siden. Spesielt er maleriene i Altamira i Nord-Spania og Lascaux i Sør-Frankrike kjente, og regnes for å tilhøre verdenskunstens mesterverker. Det er hovedsakelig store planteetere som er avbildet, og de vanligste artene er hest, steinbukk *Capra ibex*, steppebison, kjempehjort, urokse, ullhåret mammut og ullhåret nesehorn. Flere av disse artene døde ut på slutten av istiden, og for disse framstår bergkunsten som en unik faunahistorisk dokumentasjon.

I første del av midt-holocen var breene i Norge små eller helt borte

MIDT-HOLOCEN

En sammenstilling av et stort antall trerester funnet i fjellområder i Sør-Norge, og som er datert med radiokarbonmetoden, indikerer at sommertemperaturen her var varmest på slutten av tidlig-holocen for 9 000–8 500 år siden.³²⁶ Ut fra sammenstilling av pollen-analyser fra midt-holocen i Nordvest-Europa viser at sommertemperaturen har vært synkende fra omkring 6 000 år siden.³²⁷ I første del av midt-holocen var også breene i Norge små eller helt borte.³²⁸ Kvartærgeologiske undersøkelser av Hardangerjøkulen på Hardangervidda viser at den har vært helt nedsmeltet i to perioder; for mellom 8 150–7 000 og 6 000–5 500 år siden.³²⁹

Edelløvskog var vidt utbredt i midt-holocen

*Innenfor Oslofeltets kambrosilur-område, som dekker arealer i deler av Viken, Oslo, Innlandet, Vestfold og Telemark, har en varmekjær edelløvskog hatt stor utstrekning i midt-holocen. Etableringen av edelløvskog i lavlandsområder skjer senere enn den maksimale sommer-temperaturen på slutten av tidlig-holocen. Dette kan være et uttrykk for høy konkurranse mellom arter og en nødvendig utvikling av et tykt og næringsrikt jordsmonn som kan «bære» en tett sammenhengende edelløvskog. Mange av dagens forekomster av edelløvskog er rester fra midt-holocen, hvor klimaet favoriserte de varmekrevende løvtreartene. Edelløvskog omfatter blant annet artene alm, lind, eik *Quercus* sp., hassel, ask *Fraxinus excelsior*, bøk *Fagus sylvatica*, svartor *Alnus glutinosa* og lønn *Acer platanoides*. Fotografiet viser blant annet hassel og ask i Rotlia naturreservat i Stange kommune. Dette er et eksempel på en rest av edelløvskog som har blitt bevart helt fram til i dag. Her er det registrert en stor artsdiversitet med et spesielt stort antall karplanter og sopp. I dette naturreservatet finnes planter som i dag regnes som sjeldne, slik som fuglerede *Neottia nidus-avis*, myske *Galium odoratum*, skjellrot *Lathraea squamaria* og tannrot *Dentaria bulbifera*. Foto: Finn Audun Grøndahl*





Misteltein *Viscum album* finnes i dag naturlig rundt Oslofjorden og sørover til Fredrikstad i Viken. I midt-holocen hadde misteltein, kristtorn og bergflette en større geografisk utbredelse som også innebefattet innlandsområder. Kristtorn og bergflette tåler dårlig frost, og sammen med misteltein krever de alle høye sommertemperaturer for å klare seg. Høye sommertemperaturer kan imidlertid kompensere for noe lavere vintertemperaturer og spesielt gjelder dette for misteltein.³³⁰ Foto: Thor Østbye

Gerhard Schøning observerte store furutrær på Dovrefjell under en reise i 1775. «Her paa Fiældet staae vel endnu nogle faae Furru-Tolle: men at her har, i gamle Dage, været en anseelig Furru Skov, det viiser den Mængde af store Furru Træer, 7 til 8 Favne lange, som med deres Rødder sees at ligge paa Bunden af de store Vande, som findes paa Fiældet. Hvorledes disse ere komme der at ligge, om ved Oversvømmelse, eller på anden Maade, er vanskeligt at bestemme».³³² Utstrekningen av snaufjell var langt mer begrenset gjennom midt-holocen sammenlignet med i dag. Fotografiet viser Lars Tvete på Venabygdsfjellet i Ringebu kommune med flere store furu-stammer oppgravd fra ei myr i 2012 i forbindelse med etablering av et lite vann cirka 900 meter over havet. Radiokarbondatering av to stokker viser lik alder og at trærne vokste der for om lag 8 000 år siden.³³³ Foto: Finn Audun Grøndahl

Vegetasjonshistorie

Edelløvskog i kyst- og lavereliggende innlandsområder

Vegetasjonshistoriske studier viser at den varmekrevende edelløvskogen hadde sin største utbredelse i Sør-Norge i perioden for 9 000–6 000 år siden.³³¹ Dette omfatter overgangen fra tidlig-holocen og inn i den første delen av midt-holocen. I Innlandet er det gjort en rekke vegetasjonshistoriske studier som ytterligere gir innsyn i midt-holocen. Boreprøver fra avsetninger i Våletjern, 218 meter over havet i Stange kommune, viser gjennom analyser av pollen at i perioden for cirka 8 200–5 000 år siden var alm *Ulmus glabra* vanlig utbredt. Bjørk og furu viser en tydelig tilbakegang i dette tidsrommet. På slutten av midt-holocen og begynnelsen av sen-holocen, for cirka 5 000–3 500 år siden var lind *Tilia cordata* skogdannende, mens alm viser tydelig tilbakegang.

Fra Våletjern er det innenfor midt-holocen også funnet pollen av svært varmekrevende arter, som misteltein *Viscum album*, bergflette *Hedera helix* og kristtorn *Ilex Aquifolium*. Dette indikerer at disse artene har vokst i Mjøstraktene. I dag finnes slike treslag bare helt kystnært i Sør-Norge.³³⁴ Boreprøver fra Hellemundmyra (203 meter over havet) i Elverum kommune, viser de høyeste pollenverdier for blant annet hassel *Corylus avenella* og alm innenfor perioden for 8 650–7 250 år siden. I tillegg er ett pollenkorn av misteltein funnet ved Hellemundmyra. Lind dukker opp med pollen like i etterkant av perioden.³³⁵ Boreprøver fra Skonnordmyra i Gjøvik kommune (485 meter over havet) har gjennom pollenanalyser vist at alm har vært ganske vanlig fram til for cirka 5 700 år siden. Alm regnes som den mest hardføre blant de varmekjære artene. Lind har derimot aldri vært vanlig på denne lokaliteten.³³⁶

De fleste tre-rester av furu i fjellområder er eldre enn 5 000 år

Bjørk- og furuskoger i høyereliggende områder

Furu og bjørk dominerte skogbildet i høyereliggende områder i midt-holocen med bare mindre innslag av eik, alm og hassel på klimatisk gunstige lokaliteter. Analyser av pollen og tre-rester i myrer og grunne innsjøer og tjern i Jotunheimen viser at furuskogen trolig hadde en utbredelse opp mot cirka 1 300 meter over havet i siste del av tidlig-holocen, fra cirka 9 500 år siden og første del av midt-holocen.^{337 338} Furuskogen holdt seg høyt gjennom store deler av midt-holocen. Furester funnet ved Såleggi i Lom kommune (cirka 1 200 meter over havet), viser gjennom radiokarbondatering en alder på omkring 5 500 år. Funnstedet har en antatt høydeforskjell på cirka 200 høydemeter relatert til nåværende furuskoggrense. De fleste tre-rester av furu i fjellområder viser seg å ha en alder av mer enn 5 000 år.³³⁹

Elgen som buskspiser kan utnytte lauvoppslaget etter en skogbrann i mange år

Gammel og høyvokst furu med høy krone og tykk bark har stor evne til å tåle både en og flere branner. Brannlyrer (brannsår) på furu kan forekomme på det samme treet fra flere branner, og slike forkullede vedrester er eneste voksested for de spesialiserte pyrofile brannstubbelavartene *Carbonicola* sp. Skogbranner innebærer store endringer i strukturer og økologiske forhold i et skoglandskap. Mange arter sopp (spesielt brannsopper), moser, lav, karplanter og virvelløse dyr (spesielt biller) har i sine livsformer en tilpasning og et avhengighetsforhold knyttet til brann-områder (pyrofile arter eller brannspesialister). Økt frigjøring av næringsstoffer etter en brann gir gode spiringsmuligheter for en rekke plantearter. Noen sopparter har hvilesporer som kan begynne å spire etter lang tid utløst fra varmen under en skogbrann. Noen billearter lever av sopper i brent trevirke. Andre arter har fordeler eller profiterer på at det brenner, uten at de strengt tatt er avhengige av branner. Blant pattedyrene vil arter som er tilpasset de tidligste suksesjonene med oppslag av urter og løvtrær kunne dra betydelige fortrinn etter branner. Fotografiet viser lauvtrær i tidlig alder syv år etter skogbrannen ved Harasjøen i Stange kommune i juni 2006. Slike branner og beiteforhold for store buskspisere var utbredt i midt-holocen. Foto: Finn Audun Grøndahl



*Det er spor etter mange skogbranner
i Sørøst-Norge i midt-holocen*

Økologiske prosesser i skoglandskapet

Skogbranner, stormfelling og beverens neddemming er eksempler på naturlige forstyrrelser som skaper tidlige vekststadier i skog, og som opptrer enkeltvis eller i samspill med hverandre. Forstyrrelsene forekommer på forskjellige skalaer og innehar ulik intensitet og frekvens. De former strukturer og prosesser i nordlige økosystemer og påvirker dermed utviklingen av plante- og dyreliv.³⁴⁰ Studier basert på analyser av trekullrester i boreprøver fra myrer kan gi mye skogbrannhistorisk informasjon. Slike studier viser at det har vært en stor variasjon i utbredelse og hyppighet av skogbranner i Sør-Norge. I Midt-Norge framkommer en vesentlig mindre forekomst av kullrester, og dette kan indikere at branner var mindre vanlig sammenlignet med Sør-Norge. Radiokarbondateringer viser forekomster av branner på mange undersøkte lokaliteter i midt-holocen i Sør-Norge.³⁴¹ Skogbrannhistoriske studier i Hurdal kommune i Viken og Østre Toten kommune i Innlandet viser at det har vært mange branner i undersøkelsesområdene som lå i høydelag mellom 500 og 800 meter over havet. Av i alt 23 undersøkte lokaliteter manglet det indikasjoner om brann bare i ett tilfelle. Med bruk av radiokarbondatering viser de fleste lokaliteter indikasjoner på flest branner før granens skogdannelse i sen-holocen.³⁴²

Skogbranner skaper fornyelse i skog

I et skoglandskap hvor skogbranner hyppig forekommer skapes og opprettholdes en mosaikk med stor variasjon både innen og mellom ulike skogbestander. Stor variasjon bidrar til et stort biologisk mangfold. Skogbranner representerer det mest betydelige naturlige forstyrrelsesregimet i nordlige skoger.^{343 344} Skoghistoriske studier har vist at for noen skogtyper har branner forekommet med jevne mellomrom, mens for andre skogtyper har branner aldri forekommet. Branntilbøyeligheten vil være påvirket av lokale forhold slik som vegetasjonssamfunn, jordtype, lokale klimatiske forhold og topografi på stedet. Lynnedslag fører lettere til skogbrann på arealer med gammel skog med mye død ved enn i yngre skog med større andel friskt virke.



*Del av en furugadd med synlige spor fra en brann langt tilbake i tid.
Foto: Finn Audun Grøndahl*

Gammel skog med mye akkumulert død ved vil også være mer tilbøyelig for omfattende vindfall.³⁴⁵ Lynnedslag er den naturlige tenningskilden til skogbranner. I dag er indre og kontinentale områder i Sørøst-Norge i større grad utsatt for torden- vær enn kystnære områder. Frekvensen i lynnedslag øker også fra nord og sørover til de sørligste boreale soner (hemiboreal sone og sørlig boreal sone). Med bakgrunn i en oversikt over branner i perioden 1966–1989 har det blitt foreslått en inndeling av Norge i seks brannregioner hvor det i Sørøst-Norge er to regioner med størst frekvens når det gjelder lynnedslag og naturlige branner.³⁴⁶

Villsvin, rådyr og europeisk villkatt tilhørte kystfaunaen i Sørøst-Norge i midt-holocen

Faunahistorie

Ferskvannsfaua

Et høyt antall planktoniske krepsdyrarter er i dag naturlig utbredt i lavlandsvassdrag i Sørøst-Norge, og dette kan blant annet knyttes til gunstige spredningsveier fra sørøst.³⁴⁷ Krepsdyr-faunaen er viktig næringsgrunnlag for de komplekse fiskesamfunnene hvor mange karpefiskarter inngår. Den naturlige utbredelsen til artene flire *Blicca bjoerkna*, asp *Aspius aspius*, stam *Leuciscus cephalus* og gjørs *Stizostedion lucioperca* er i hovedsak begrenset nord til Øyeren i Glommavassdraget innenfor kommunene Indre Østfold, Enebakk, Lillestrøm og Rælingen. I tillegg inngår nedre deler av Haldenvassdraget med kommunene Halden, Marker, Aremark og delvis Aurskog Høland.³⁴⁸ Sørø *Scardinius erythrophthalmus* har en mer begrenset naturlig utbredelse. Alle disse artene har trolig hatt en senere innvandring enn andre arter ut fra at fosser ovenfor Øyeren har vært og fortsatt er vandringshindre for ytterligere spredning oppstrøms i Glommavassdraget. En senere spredning enn andre arter ferskvannsfisker som spredte seg fra sørøst, kan også ha sammenheng med høyere temperaturkrav. Disse artene kalles ofte for «Øyeren-fiskene». De innvandret trolig under forhold med gunstige sommer-temperaturer i midt-holocen.³⁴⁹

Ulikheter i fugl- og pattedyrfaunaen mellom kyst og innland i Sørøst-Norge

Flere arkeologisk utgravde boplasser i kystområder, både i Sørøst- og Sørvest-Norge, dokumenterer funn av villsvin, rådyr og europeisk villkatt i overgangen fra tidlig-holocen til midt-holocen. Piggsvin er i dette tidsrommet bare dokumentert i Sørvest-Norge. Alle disse fire artene mangler hittil kjente funn i innlandsområder.³⁵⁰ Kystens edelløvsoger har vært leveområdet for disse artene.³⁵¹ Mens villsvin innvandret allerede i tidlig-holocen, har de andre artene en utbredelse i hovedsak innenfor midt-holocen.³⁵² Beinfunn av villsvin indikerer også at denne arten hadde sin største utbredelse i midt-holocen. Daterte beinfunn med opprinnelse fra Vestlandet i midt-holocen viser at forholdet mellom elg og hjort har endret seg, slik at hjort har blitt dominerende mens elg bare er svakt representert i beinmaterialet eller helt manglende ut fra undersøkte boplasser.^{353 354}



Brente bein fra bever og elg er nesten alltid å finne ved menneskenes boplasser i innlandet i eldre steinalder. Foto: Finn Audun Grøndahl

Av større landlevende pattedyrarter er spesielt villsvin og hjort dominerende i funn på kystboplasser i midt-holocen. Bever er også til stede i funnmaterialet fra flere av de utgravde kystlokalitetene i Sørøst-Norge.³⁵⁵ Arkeologisk utgravde boplasser fra den svenske kysten i Bohuslän viser at villsvin, hjort og rådyr dominerte blant de større landlevende pattedyrartene, mens elg var sparsomt til stede.³⁵⁶

Fra boplasser i Innlandet viser elg og bever seg som to dominerende arter blant pattedyrartene. Dette gjelder blant annet Dokkfløy i Nordre Land og Gausdal kommuner,³⁵⁷ Rødsmoen i Åmot kommune,³⁵⁸ Sjevollen i Løten kommune³⁵⁹ og Bukkhammeren i Innerdalen i Tynset kommune³⁶⁰ på grensen til Trøndelag. Andre arter som dukker opp i mindre antall er oter, brunbjørn, gaupe *Lynx lynx*, ulv/hund, mår, jerv *Gulo gulo*, rein, hare *Lepus timidus* og vånd *Arvicola amphibius*. Mønsteret som domineres av elg og bever på innlandsboplasser gjelder også både i Sverige og Finland, slik som boplassen Vuollerim i svensk Lappland.³⁶¹ Det er neppe noen felles faktor som forklarer ulikhetene mellom kyst og innland for de ulike artene. Likevel kan snø være et element som kan ha hatt en viss betydning for noen av dem.

Bein fra geirfugl er funnet ved tre boplasser i Sørøst-Norge

Faunafunn på kystlokaliteter i Sørøst-Norge

På kystlokaliteten Saugbruks (4 km nord for Tørkop) i Halden kommune i Viken ble det på slutten av 1980-tallet foretatt arkeologiske utgravninger av fem boplasser. Her er det dokumentert i alt syv landlevende pattedyrarter, og de dominerte også beinmaterialet fullstendig. Ingen fragmenter kunne identifiseres til sel eller hval. Flest bein som ble artsbestemt er villsvin, oter og hjort, mens elg ikke lot seg dokumentere sikkert. Andre arter med lite funnmateriale er bever, hare og rådyr.³⁶² Flere radiokarbondateringer fra funnstedet ligger innenfor tidsrommet 8 800–8 000 år siden.³⁶³ Rådyr er blant de landlevende pattedyrartene med færrest funn i tidlig og midt-holocen i Norge.³⁶⁴

Arkeologiske utgravninger gjennomført på kystlokaliteten Auve i Sandefjord kommune i Vestfold og Telemark viser stor forskjell til Saugbruks når det gjelder hvilke arter som har etterlatt bein på boplasser. Undersøkelsene ble foretatt i 1979–1984 og viser flest radiokarbondateringer fra midt-holocen. På denne lokaliteten var sjøpattedyr dominerende fødeemner, og sel (arter er ikke bestemt) og nise *Phocoena phocoena* var dominerende arter. Av landlevende pattedyr finnes et fåtall bein fra villsvin og elg, mens bever og oter er noe mer tallrike. Fisk og fugler utgjør et lite beinmateriale.³⁶⁵

Sjøpattedyr er også like dominerende på kystlokaliteten Frebergsvik i Horten kommune i Vestfold og Telemark, som gjennom radiokarbondatering viser at boplassen var i bruk i midt-holocen. Det er småhvalarter som dominerer i beinmaterialet og ingen større landlevende pattedyr er funnet.³⁶⁶ I Sørøst-Norge er geirfugl hittil bare funnet ved boplassene Aune og Frebergsvik i tillegg til den noe eldre lokaliteten Tørkop.³⁶⁷

Arkeologiske utgravninger av boplasser ved Rødsmoen på 1990-tallet, i forkant av etableringen av Regionfelt Østlandet i Åmot kommune, innsamlet cirka 80 000 bein. Dyrebeinene viser gjennom radiokarbondatering av blant annet hasselnøtttskall, en alder som spenner over siste del av tidlig-holocen og store deler av midt-holocen.³⁶⁸



Arkeologiske utgravninger av boplasser på 1980-tallet ved Dokkfløy i Nordre Land og Gausdal kommuner. Arbeidet førte til et innsamlet beinmateriale fra boplasser i tidsrommet tidlig-holocen og fram til overgang mot sen-holocen. Drøyt 3 000 innsamlede bein viser bever og elg som dominerende arter fra boplassene.³⁶⁹ Foto: Tore Røbergshagen

Dette er det største beinfunnet fra dette tidsrommet i Sørøst-Norge. Det representerer et unikt faunahistorisk arkiv. Pattedyrene dominerer fullstendig i beinmaterialet. Elg og bever var de viktigste byttedyrene til jegerne på Rødsmoen. Av andre pattedyr er det bare et fåtall som har latt seg sikkert artsbestemme.³⁷⁰ Arkeologiske utgravninger av boplasser ved Svevollen i Elverum kommune på 1980-tallet innsamlet drøyt 9 000 dyrebein. Radiokarbondateringer viser at boplassen var i bruk i midt-holocen for cirka 6 500–6 000 år siden. I likhet med Dokkfløy og Rødsmoen var elg og bever de dominerende artene av de som lot seg artsbestemme.^{371 372}

Jordfunn av landlevende pattedyr

Rene jordfunn av rester fra en vill fauna er fåtallige sammenlignet med arkeologiske utgravninger av boplasser. Likevel har noen funn blitt undersøkt og inngår som viktige bidrag til faunahistorien. Funn av skjelettresten av hjort i Ringerike kommune i Viken indikerer hjortens sørlige innvandringsvei via Sverige.³⁷³ Funnet ble trolig gjort i forbindelse med bygging av bukker for en taubane opp til Eggemoen. Den såkalte «Storbukken» sto på ei myr på Viul ved Randselva.³⁷⁴ Det var i forbindelse med denne gravingen at et stort fallgevir ble funnet i 1891 i en dybde på to til tre meter. Radiokarbondatering av fallgeviret viser at hjorten levde innenfor tidsrommet 8 750–8 350 år siden. I 1893 ble det på samme sted funnet enda ett mindre fallgevir av hjort, fire eller fem kranier som ble antatt å være hjort, mye fiskebein og en påbegynt hakke av hjortegevir hvor skafthullet ikke var gjort ferdig. Det er kun det første store geviret og gevirhakken som er bevart for ettertiden.



Hjortegeviret fra Viul i Ringerike kommune. Gevirets krone er oppdelt i to og består av totalt elleve takker. Geviret har større likhet med gevir fra Danmark og sørover i Europa enn med hjort i norske bestander i dag. Funnet fra Viul er, sammen med funn av hjort i Halden kommune, de eldste som har blitt undersøkt med radiokarbondatering i Norge. Geviret er del av samlingene til Naturhistorisk museum. Foto: Naturhistorisk museum/Ulla Schildt

Pollenrester på hakken viser en klar dominans av furu, bjørk og or, mens alm, lind og hassel framkommer i så vidt små mengder at de trolig ikke har vokst i nærheten.³⁷⁵ Det er antatt at lokaliteten med disse funnene av hjort og fisk har sammenheng med en boplass, men dette er uklart. Myra er i dag borte, og det er usikkerhet knyttet til den eksakte funnlokaliseringen. Et kranium av brunbjørn ble funnet i etterkant av grøfting av et jorde på garden Busvol i Romedal i Stange kommune i 1959. Funnet ble gjort av brødrene Morten og Nils Lahlum da de hentet jordmasser til opparbeidelse av en hage. I massene som ble gravd ut var det mye skjell å se, og grøfte-dybden var 1–1,5 meter. Kraniet ble oppdaget på ett av lassene. Funnet ble mange år senere undersøkt med radiokarbonmetoden og viser at bjørnen levde på slutten av midt-holocen, for cirka 5 300–5 000 år siden.³⁷⁶ Funnstedet ligger innenfor det rike kambrosilur-området i Stange, hvor skjelettmateriale bevares godt på grunn av et høyt innhold av kalsium i jorda.



Tennene fra bjørnekraniet funnet i Romedal tilhører tidsrommet slutten på midt-holocen. Den gang var det villmark mens i dag er det et aktivt jordbruks-område. Funnet er del av samlingene til Norsk Skogmuseum. Foto: Bård Løken, Norsk Skogmuseum/Anno Museum

Bjørn Bækkelund (fra venstre), Morten Lahlum og Nils Lahlum står ved funnstedet i Romedal. Foto: Finn Audun Grøndahl



*Villsvinet ble først mindre vanlig
i overgang til sen-holocen*



Villsvin fotografert med viltkamera i Västra Götaland i Sverige. Villsvinet forsvant fra den skandinaviske halvøy (Öland) trolig på 1600-tallet, men arten ble allerede på 1700-tallet brakt tilbake med menneskelig hjelp.³⁷⁷ Foto: Viltkamera.nina.no (gjengitt med tillatelse)

Mange faunaforskjeller mellom Sør-Sverige og Sør-Norge både før og nå

Amfibier og reptiler har en spredning som trolig følger de landlevende pattedyrene. Bevarter beinrester etter disse artene er få eller helt manglende. I Sør-Norge har et beinfunn av nordpadde *Bufo bufo* blitt gjort i Bamble kommune i Vestfold og Telemark. Funnet viser at arten var innvandret allerede for cirka 8 500 år siden.³⁷⁸ Beinfunn av europeisk sumpskilpadde *Emys orbicularis* i Sør-Sverige, med radiokarbondateringer i hovedsak innenfor midt-holocen, indikerer både en tydelig nordlig grense for denne arten og trolig for mange andre amfibier og reptiler. Sandfirfisle *Lacerta agilis* er en art som kan ha vært utbredt også i Sør-Norge i midt-holocen, men det mangler hittil dokumentasjon. Blant småpattedyrene kan hasselmus *Muscardinus avellanarius* ha vært utbredt også i deler av Sørøst-Norge i midt-holocen, men mangler hittil dokumentasjon. Denne arten er fortsatt utbredt i Sør-Sverige, som i dag utgjør en nordgrense for arten i Europa. Av større landlevende pattedyr er rådyr en art som har etterlatt ytterst få funn i Norge i tidlig- og midt-holocen. Urokse var utbredt i Sør-Sverige fram til for cirka 7 500 år siden,³⁷⁹ men arten er hittil aldri dokumentert med beinfunn i Norge.³⁸⁰

Villsvin vanlig i edelløvskog langs kysten i midt-holocen

Villsvinet har vært en del av faunaen langs kysten fra øst til vest i Sør-Norge gjennom atskillige tusen år. Utbredelsesmønsteret ut fra hittil kjente funn viser at arten følger edelløvskogens utstrekning. De norske kystbiotopene var en nordgrense for villsvinet i Europa. De fleste funn som har radiokarbondateringer tilhører siste del av tidlig-holocen og i store deler av midt-holocen, i tidsrommet 9 000–5 000 år siden. Dette samsvarer med den perioden da edelløvskogene hadde sin største utstrekning i Sør-Norge.³⁸¹ En lokalitet som inneholder mye informasjon om villsvin er Vistehulen eller Svarthåla som ligger i Randaberg kommune i Rogaland. Dette er ei grotte som har vært boplass for mennesker gjennom mange tusen år, og det er her gjort funn av beinrester fra 19 villlevende pattedyrarter, nærmere 40 fuglearter og elleve fiskearter. Radiokarbondateringer gjenspeiler en lang bruksfase, men mesteparten av materialet er 6 000–9 000 år gammelt. Den dominerende pattedyrarten ut fra antall funn av bein er villsvin. Av fuglearter dominerer bein fra geirfugl og lomvi.^{382 383}

Den hittil totale mangelen på funn av villsvinbein i innlandsområder i Sør-Norge kan skyldes at treslagene eik og hassel, som begge produserer ettertraktete nøtter, ikke var like vanlige i innlandsområdene som langs kysten. Kanskje kan også kalde vintre med tele ha begrenset villsvinets utbredelse. Selv om funn hittil mangler, er det sannsynlig at de også hadde en viss utbredelse i lavereliggende innlandsområder, og især rundt de store innsjøene. Villsvinbein blir mindre vanlig å finne på boplasser i overgangen til sen-holocen.³⁸⁴ Dette skjer samtidig som jordbruket ekspanderer og sommer-temperaturen synker. Osteologiske analyser av beinfunn viser at de norske villsvinene har vært relativt små av vekst. Dette kan skyldes mer marginale betingelser i artens nordlige utbredelsesgrense.³⁸⁵



Fjellmarkmus Alexandromys oeconomus kan observeres på de høyeste fjelltopper som har snøfrie områder om sommeren. I dag finnes en to-delt bestand av fjellmarkmus på den skandinaviske halvøy hvor bestanden i Sør-Norge ikke er kjent forbundet med dens hovedutbredelse i nord. Foto: Thor Østbye

Småpattedyr med særegen utbredelse i Sør-Norge

Flere arter smågnagere og spissmus har i dag en utbredelse i Sør-Norge som framstår med et oppstykket mønster. Noen av disse artene kan ha hatt en mer vidstrakt utbredelse i Sør-Norge i tidlig-holocen med andre klima- og vegetasjonsforhold, og andre konkurranseforhold mellom artene. Lysåpne bjørkeskoger etablerte seg tidlig etter nedsmeltingen av isdekket, og slike skoger kan ha vært et viktig habitat for bjørkemus *Sicista betulina*.³⁸⁶ Radiokarbondatering av beinfunn av bjørkemus i Danmark viser at arten tilhørte faunaen der allerede for 13 600–13 100 år siden,³⁸⁷ og koloniseringen nordover kan ha skjedd allerede i tidlig-holocen. Taigaspissmus *Sorex isodon* opptrer i Sør-Norge i dag med en kjent forekomst i Trysil-traktene og en annen kjent forekomst i området mellom Sognefjorden og Storfjorden på Nord-vestlandet. Registrerte funn utover disse områdene er ytterst fåtallige.³⁸⁸ Utbredelsesmønsteret kan skyldes en mer vidstrakt utbredelse i midt-holocen med en høyere skoggrense og andre temperaturbetingelser, og populasjonene som finnes i dag kan derfor være «varmetidsrelikter».³⁸⁹ Sammen med lappspissmus *Sorex caecutiens* og knøttspissmus *Sorex minutissimus* er alle flekkvis utbredt i Sør-Norge i dag og lever her i et randområde innenfor artenes utbredelsesområde som dekker store deler av det nord-eurasiske kontinentet.³⁹⁰



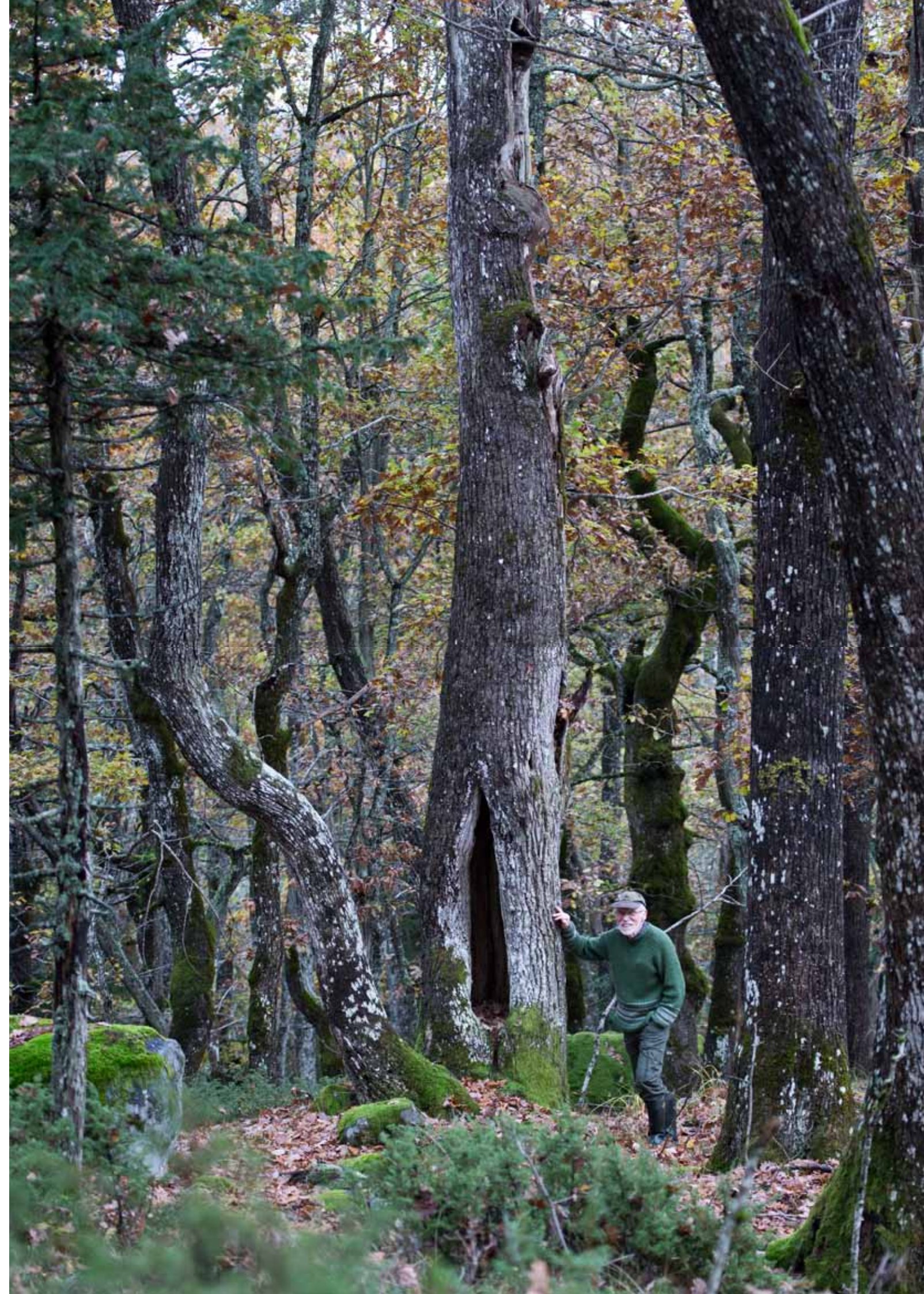
Bjørkemus med sin karakteristiske mørke ryggstripe og lange hale som brukes aktivt under klatring i vegetasjonen. Den er alene blant alle smågnagerartene i Norge om å gå i vinterdvale. Under kalde perioder om sommeren kan den også gå i dvale. Foto: Jeroen van der Kooij

I sen-holocen var den største bre-veksten i Norge i perioden kalt «Den lille istid»

SEN-HOLOCEN

Rekonstruksjon av sommertemperaturer basert på pollenanalyser i Nordvest-Europa, viser en nedgang gjennom store deler av sen-holocen. Rekonstruksjon av vintertemperaturer viser svak stigning gjennom samme tidsrom.³⁹¹ Overgangen fra midt-holocen til sen-holocen karakteriseres spesielt ved at isbreer vokser sør på den skandinaviske halvøy, og i store deler av de siste 2 500 år har breene vært større enn i dag.³⁹² Gjennom sen-holocen har tregrensen sunket som følge av et våtere og kaldere klima. Innenfor de siste 2 000 år har også menneskelig aktivitet påvirket tregrensens høyde slik at den har sunket.³⁹³ Milde og nedbørrike vintre og kjølige somre med liten smelting fører til at breer vokser. Innenfor sen-holocen var den største bre-veksten i Norge i perioden kalt «Den lille istid», og denne er grovt regnet innenfor tidsrommet fra 1400-tallet og fram til 1800-tallet, og noen steder også til begynnelsen av 1900-tallet. Flere perioder med lav solfleckaktivitet i tidsrommet fra 1400-tallet og inn på 1800-tallet er framsatt som en mulig årsak.³⁹⁴ Energien som jorda mottar fra sola er lavere enn normalt i perioder med lav solfleckaktivitet. Flere betydelige tropiske vulkanutbrudd i Stillehavet kan også ha hatt påvirkning direkte eller indirekte.³⁹⁵ «Den lille istid» er et misvisende navn fordi dette var ingen ny istid, men en periode hvor navnet oppstod som følge av mange brefremstøt.³⁹⁶

Eikeskog i indre deler av Drangedal kommune i Vestfold og Telemark (cirka 300 meter over havet) (Skultrevassåsen). Her vokser i dag eikeskog med innslag av blant annet barlind, lind og hassel. Hvert eneste eiketre som lever livet ut utvikles til et svært rikt økosystem i seg selv. Slik skog var i første del av sen-holocen langt mer utbredt i Sørøst-Norge. Foto: Finn Audun Grøndahl





Furuskog i høytliggende områder eksisterte gjennom store deler av sen-holocen

Vegetasjonshistorie

Tilbakegang for edelløvskog

Pollenanalyser viser at varmekjær edelløvskog i lavereliggende områder i Sørøst-Norge hadde en tilbakegang i overgangen fra midt-holocen til sen-holocen.³⁹⁷ I tillegg til synkende sommer-temperaturer, kan også menneskelig påvirkning ha forsterket tilbakegangen ved at skogsområder ble ryddet for korndyrking og husdyrhold. I jordbruksområdene som i dag ligger i kambrosilur-området i Sørøst-Norge (Oslofeltet), var sannsynligvis edelløvskog vidt utbredt i midt-holocen.³⁹⁸ Selv om synkende temperaturer er et dominerende trekk i sen-holocen, eksisterte det også perioder med høyere temperaturer. Vegetasjonshistoriske undersøkelser i lavereliggende innlandsområder i Sørøst-Norge viser utbredelse av eik i blanding med furu for omkring 3 500 år siden.³⁹⁹ I indre og høyereliggende skogområder har furu og bjørk vært dominerende fram til granskogens ekspansjon.⁴⁰⁰

Høytliggende furuskog også i sen-holocen

Høytliggende furuskog eksisterte gjennom store deler av sen-holocen. Furu reagerer tregt på synkende sommertemperaturer som kan skyldes høy levealder og uregelmessig frøsetting på voksesteder nær en klimatisk voksegrense. Høyest voksegrense (meter over havet) for furuskog på den skandinaviske halvøy finnes i dag i de sentrale sørnorske fjellområdene og især Jotunheimen. Trolig har dette også vært tilfellet gjennom hele holocen. I Härjedalen, Jämtland og Dalarne i Sverige er rester av furuskog funnet på steder over dagens skoggrense for furu med en alder langt inn i middelalderen.⁴⁰¹

Furuskog i Stuttgongslia naturreservat i Sjodalen i Vågå kommune, som i dag vokser opp til mer enn 1 050 meter over havet. Denne furuskogen er blant de høyest beliggende furuskoger i Norge. Foto: Finn Audun Grøndahl

Granens skogdannelse førte til fortrenkning av andre arter og spesielt furuskog på god mark

Spredning av granskog

Skogdannende gran på den skandinaviske halvøy har en opprinnelse fra et refugium for gran som eksisterte i sørvestlige områder i Russland under siste istid. Genetiske studier viser at gran har hatt både en nordvestlig spredningsvei via Finland og en sørvestlig spredningsvei via Baltikum over Østersjøen. Flere spredningsveier til Sør-Norge kan trolig være årsak til en større genetisk variasjon hos gran i sør framfor i den nordlige landsdelen.⁴⁰² Spredning fra andre refugier for gran på det sørvestlige kontinentet til den skandinaviske halvøy er hittil ikke dokumentert.⁴⁰³ Pollenanalyser og radio-karbondateringer ut fra boreprøver i myr viser granskog i Engerdal og Trysil kommuner i Innlandet i tidsrommet for cirka 2 350–2 050 år siden. Store deler av Sørøst-Norge hadde granskog for cirka 1 800–1 600 år siden.⁴⁰⁴ Granens skogdannelse førte til fortrenkning av andre arter trær, og spesielt gikk dette ut over furuskog på god mark og bjørk i lavere deler av bjørkebeltet.⁴⁰⁵ Skoglandskapets dynamikk, strukturer og biologisk mangfold ble i stor grad påvirket av granskogens ekspansjon i sen-holocen.⁴⁰⁶

Færre skogbranner

Brannhistoriske undersøkelser i Sør-Norge viser at funnmengden av trekull, som indikerer skogbranner, er vesentlig lavere etter granens skogdannelse. Det skjer en endring fra branntilbøyelige furudominerte skoger til nesten brannfrie grandominerte skoger, og dette kan ha vært initiert av granens ekspansive skogdannelse i sen-holocen.⁴⁰⁷ Det er kjent at områder som sjelden har skogbranner, ofte har gran som en dominerende skogdannende art. Tilsvarende er furu en dominerende skogdannende art i områder som ofte har skogbranner.⁴⁰⁸



Urskog i Ormtjernkampen hvor de første vernetiltak ble tatt i 1938. Bakgrunnen for dette var at synlige tegn etter hogst på den tiden ikke lot seg oppdage. Skogen har siden vært vernet mot hogst og andre inngrep, og framstår i dag som en referanse for en naturlig skog med dominans av gran uten hogst, drenering og annen inngripende menneskeskapt påvirkning. Foto: Finn Audun Grøndahl

Årsaker til granens spredning og skogdannelse

Et kjøligere og mer kontinentalt klima kan ha fremmet granens betydelige skogdannelse i Norge i sen-holocen. Grantrær har et grunt rotsystem som er utsatt for sommertørke, og et stabilt snødekke er gunstig for plantene.^{409 410} Granskog vil med en tettere kronedekning medføre en høyere fuktighet i skogbunnen sammenlignet med den mer lysåpne og tørrere furuskogen, og dette kan ha påvirket brannregimet.⁴¹¹ Menneskelig påvirkning gjennom reduksjon av branner kan også ha forsterket spredningsprosessen.⁴¹² Utviklingen av jordbruk og husdyrhold i lavereliggende områder kan også ha fremmet spredning av gran.⁴¹³ Framstillingen av jern ut fra råstoffene myrmalm og trevirke (trekull) kan også ha vært en faktor som fremmet granskogens spredning.⁴¹⁴ Ulikt den glisne og spredte koloniseringen av gran i høyere-liggende områder på den skandinaviske halvøy i overgangen mellom sen-weichsel og tidlig-holocen, skjedde en betydelig spredning av granskog i sen-holocen.

Det menneskeskapte landskapet hadde likheter med naturlige landskap holdt åpne og halvåpne av store plantespisere

Fra naturlige skoger til menneskeskapte åpne landskap

Menneskets omforming av skog til et halvåpent og åpent landskap med åker- og beitemark fikk et stort omfang allerede i første del av sen-holocen i Europa. Avlinger fra korndyrking og husdyrhold dannet grunnlag for en større befolkningsmengde, og sentrale og vestlige deler av Europa kan ha vært avskoget i et omfang fra 10 til 60 % for mer enn 2 000 år siden.⁴¹⁵ I Nordvest-Europa fant det sted en betydelig omforming for tusen år siden.⁴¹⁶ Kulturmarkene ble benyttet for beite til husdyr og korndyrking.⁴¹⁷ På den skandinaviske halvøy hadde omformingen av skoglandskap til kulturmarker likevel et mindre omfang nord for det sørligste Sverige fram til for 250–300 år siden.⁴¹⁸ Store deler av det sørligste Sverige var imidlertid ryddet for skog tidligere.⁴¹⁹

Kulturmarkene skapte variasjon og mosaikk i et dominerende skoglandskap. Kulturpåvirkningen førte med seg likheter til naturlige landskap som har eksistert gjennom lange tidsrom opprettholdt av store plantespisere. Store plantespisere (megaherbivorer) har under kvartærtidens mellomistider skapt åpne og halvåpne landskaper gjennom beiting. I Europa har spesielt hest, urokse og europeisk bison gjennom store deler av sen-holocen opprettholdt slike miljøer. Med menneskets domestisering av urokse, hest og flere andre arter, og utryddelse av deres ville opprinnelige populasjoner, skjedde en tilbakegang av naturlige halvåpne og åpne landskaper. Det menneskeskapte landskapet hadde likheter med den opprinnelige mosaikken i landskapet. En rekke arter planter og dyr har slike halvåpne og åpne landskaper i en mosaikk med skog som sine leveområder. Dette er en utvikling som har skjedd på den nordlige halvkule gjennom millioner av år.⁴²⁰ ⁴²¹ Mange av disse artene fant også livsbetingelser i kulturmarkene.

Antall arter ferskvannsfisker er størst i Sørøst-Norge

Faunahistorie

Den sørøstlige landsdelen har flest arter ferskvannsfisk i Norge

I overgangen til sen-holocen hadde trolig de fleste naturlig utbredte fiskearter i Sørøst-Norge innvandret til vassdragene i lavlandsområdene, og noe opp i dalførene. Tidspunkter for innvandring har vært påvirket av salttoleranse, spredningsevne og temperaturkrav hos de ulike artene. Dette har også påvirket deres spredningsveier og innvandringsmuligheter fra de refugier som eksisterte på slutten av istiden.⁴²² Ulike tidspunkter for innvandring kan ha skapt næringskonkurranse mellom arter, og kulde-tolerante arter som innvandret i tidlig-holocen kan ha blitt utkonkurrert av senere innvandrende arter. Antall arter ferskvannsfisker i Norge er blant de laveste i Europa. Sørøst-Norge, med Haldenvassdraget og nedre deler av Glommavassdraget, har flest fiskearter i Norge. Fysiske vandringshindre som følge av topografi innebærer at mange høyereliggende vassdrag i Sør-Norge har vært umulig å kolonisere for fisk på naturlig vis.

I lavereliggende vassdrag kan mennesker i lang tid tilbake ha drevet utsetting av arter som var lette å fange. Edelkreps *Astacus astacus* er lett å fange inn levende for med hensikt å etablere i nye vassdrag. Denne arten kan ha blitt innført av mennesker til den skandinaviske halvøy først i sen-holocen (norsk middelalder).⁴²³ I lavereliggende vassdrag er også karuss en art som kan ha blitt spredt i lang tid tilbake til nye lokaliteter ut fra at den er lett å fange og holde levende under enkel transport.



De aller fleste høyereliggende vassdrag i Sør-Norge er naturlig fisketomme

Tidlig utnyttelse av fiskearter i lavereliggende vassdrag kan dokumenteres gjennom daterte rester av fangstredskaper. Fotografiene viser rester av fiskeredskapen kattise som ble synlig i Vallmannsundet (cirka 125 meter over havet), mellom Store og Lille Gaustadsjø i Eidskog kommune i Innlandet, ved svært lav vannstand i 1969. Etter utgraving viser en radiokarbon-datering at den var i bruk for 3 400–3 700 år siden.^{424 425} Funn av garnsøkker, harpuner, lystergafler og fiskekroker av bein vitner om lang tids fiske i lavereliggende vassdrag. Foto: Tore Fossum og Åsmund Eknæs, Norsk Skogmuseum/Anno museum

Menneskets spredning av fisk til høyereliggende vassdrag

De aller fleste høyereliggende vassdrag i Sør-Norge som i dag har fiskebestander har blitt spredt med menneskelig hjelp. Naturlig innvandring til høyereliggende vassdrag kan bare ha skjedd til et fåtall, slik som på Dovrefjell, der Glomma og Folla har muliggjort dette.⁴²⁶ Tilsvarende kan Atnsjøen, 701 meter over havet, ha hatt naturlig innvandring for et fåtall arter via Glomma og Atna.⁴²⁷ Mennesker kan ha spredt fisk til vassdrag oppstrøms naturlige vandringshindre for fisk gjennom store deler av holocen, men dette er hittil lite belyst på grunn av få funn av både fiskebein og fiskeredskaper på utgravde boplasser i fjellområdene. Arkeologiske undersøkelser av boplasser på Hardangervidda, Dovrefjell, Jotunheimen og det noe lavereliggende området fra Dokkfløy til Skåbu har avdekt bein fra ferskvannslevende fiskearter. De fleste bein som har latt seg artsbestemme er ørret. De fleste av disse har også vært brent. Brenning gjør at beina krymper og gjør både oppdagelse og artsbestemmelse mer krevende. Fiskebein er i seg selv små, tynne og skjøre. Funn av fiskebein viser at mennesker har spist fisk i fjellområdene i Sør-Norge, og hvor radiokarbondatering av bein og funnkontekster viser tidsrom spredt innenfor store deler av holocen.⁴²⁸

Zoologen Hartvig Huitfeldt-Kaas skrev i 1918 om innvandringshistorien til ferskvannsfiskene til Norge og mente at ørret ble innført av en fast bosetning til fisketomme vann i høyfjellstraktene. Den ble nærmest holdt som et husdyr.⁴²⁹ I boplassfunn kan fiskebein ikke utelukkes å ha blitt fraktet dit av mennesker gjennom tørket fisk som niste. Funn av saltvannslevende fiskearter på boplassene Vesle Hjerkin⁴³⁰ og Tøftum⁴³¹ og som begge ligger i Dovre kommune (henholdsvis 930 og 120 meter over havet), viser ut fra radiokarbondateringer at flere arter saltvannsfisker ble brakt til dette innlandsområdet og etterlot beinrester for om lag 700–1 000 år siden.

*Fisket må ha vært basert
på utsetting av mennesker*



Fangstinnretninger i ferskvann som faunahistorisk kilde

Radiokarbondateringer av tre-rester fra fiskeinnretninger i fjellvann i Sør-Norge dokumenterer at mennesker har spredt fisk til vassdrag i fjellområder for minst ett tusen år siden. Funn av garnsøkker og andre kulturgjenstander i stein og bein knyttet til fiske kan også indikere en langt høyere alder for utsetninger.⁴³² Fiskekroker av jern funnet i utgravde tufter i fjellområder i Sør-Norge gir holdepunkter for fiske i innlandsvassdragene i middelalderen (1030-1537 etter Kr.).⁴³³ Skriftlige kilder omtaler også fiske i fjellvann for omkring ett tusen år siden. Runesteinen fra garden Lie i Gausdal kommune, er tolket som et vitnemål om utsetting av fisk i Raudsjøen, som ligger cirka 700 meter over havet.⁴³⁴ Innsjøen kan ha vært fisketom fram til denne fiskeutsettingen, og runene er datert til siste halvdel av 1000-tallet etter Kr.⁴³⁵ Tesse-dokumentet, som ble nedskrevet som en kopi for cirka 700 år siden, er et vitnemål om fiske i innsjøen Tesse i Lom kommune i Innlandet allerede på begynnelsen av tusentallet etter Kristus.⁴³⁶ Slike utsetninger har trolig skjedd ved flytting av fisk fra naturlige bestander i nærliggende lavereliggende områder. En rekke skriftlige kilder fra norsk middelalder understreker fiskeressursene i innlandsvassdragene som av stor verdi. Et eksempel på dette er vernebrevet utstedt av Paven i år 1234 om Hamar kirkes fiskerier, trolig i Hunderfossen eller i Gudbrandsdalslågens nedre del.⁴³⁷

Fotografiet viser rester av ei sløe funnet i innsjøen Tesse i Vågå kommune i 2014 i forbindelse med arkeologiske utgravninger. Sløer ble bygd av trematerialer for å fange nedvandrende fisk i elver og holde dem levende fram til tømning. Innsjøen ligger cirka 850 meter over havet og ble ikke naturlig kolonisert av noen fiskearter. Utøvelsen av fisket må ha vært basert på utsetninger av mennesker. Radiokarbondatering av denne sløen viser at den ble brukt for 600-800 år siden (cirka 1200-1400-tallet). Flere andre utgravde sløer i samme innsjø viser også yngre bruksfaser. Sløen på bildet har opprinnelig vært bygd og brukt i ei tilløpselv til Tesse. Trolig har en flom løsnet den og dratt det hele med seg ned til innsjøen.⁴³⁸ Foto: Elling Utvik Wammer, Norsk Maritimt Museum

Innfelt bilde: Flere variasjoner av trinseformede søkker som trolig ble brukt til garn- eller notfiske i noenlunde like bruksfaser som sløene er også funnet i Tesse. Foto: Finn Audun Grøndahl



Notfiske etter lagesild (lågåsild) i Lortvarpet i Fåberg, Lillehammer kommune, 14. oktober 2013. Høyst sannsynlig foregikk et lignende notfiske i Lortvarpet den gang vernebrevet fra Paven ble utstedt i 1234. I dag passerer lagesild på vandring forbi Lortvarpet til eneste kjente gyteplass for hele bestanden i Mjøsa, og slik var det trolig også på 1200-tallet. Foto: Finn Audun Grøndahl

Den eldste skriftlige dokumentasjon om utsetting av fisk i Norge?

Gerhard Schøning (1722–1780) var historiker og gjennomførte en reise gjennom deler av Innlandet i 1775. Han gjorde en rekke beskrivelser av lokale forhold av både natur og kultur. Det skulle vise seg at han høyst sannsynlig oppdaget det første skriftlige vitnemålet om utsetting av fisk i Norge. Under reisen i Gausdal ble nemlig Schøning fortalt at det skulle stå en stein med gamle bokstaver på gården Lie. Schøning hadde slikt å gjøre på sin reise, oppsøkte stedet og fikk se en «..maadelig høi rundagtig Steen opreist..» tett ved vegen like ved elva i nærheten av garden.

KAPITTEL | SEN-HOLOCEN

En runeinnskrift i Gausdal er eldste vitnemål om utsetting av fisk i Norge

Illustrasjonen viser rune-steinen på gården Lie i Østre Gausdal.⁴³⁹



Han beskrev den som en bautastein hvor det oppetter steinen var bokstaver som måtte være en gammel runeskrift; «..den bestaaer af Stræger, hvilke synes, ei at være indhuggede, saa lidt dybe ere de, men lidt meere end rispede, i Steenen, saa jeg, ved første Øiesyn, ansaae dem for mistænkelige: men jeg troer dog, de ere ægte, eller fra de gamle Tiider». Schøning skrev av tegnene han så på steinen og de ble bevart sammen med hans øvrige skildringer. Det framkommer at runesteinen opprinnelig hadde stått ved en gammel gravhaug i nærheten av gården hvorfra den hadde blitt flyttet. I 1805 ble skriften på steinen på nytt avtegnet av den tyske oldtidsforskeren Martin Friedrich Arendt (1783–1823). I 1833 ble en pennetegning av skriften gjort av historikeren og senere riksarkivaren Chr. C. A. Lange (1810–1861). Lange skrev at runesteinen sto oppstilt i hagen på gården. Bonden på Lie opplyste at steinen hadde blitt flyttet til hagen fra utmarken nede ved elven. I 1839 skal steinen ha blitt brukt som bygningsstein i et fjøs og har siden ikke latt seg finne.⁴⁴⁰

O. Rygh korresponderte med doktor Møller i Gausdal om bautasteinen i 1865. Det ble opplyst at den var murt inn i en fjøsvegg. I 1901 skrev sorenskriver N. Fliflet til Sofus Bugge om steinen, og fortalte at han hadde etterspurt steinen ved et besøk på gården Lie i 1865. Hustruen på gården fortalte Fliflet at noen murere hadde murt inn steinen på det sydvestre hjørnet på fjøset en dag da hennes mann var borte. Det hadde også blitt lett etter steinen ved ombygninger av fjøset i 1908–1909 og flere ganger senere, uten resultat.^{441 442} Selv om runesteinen i dag er borte, har gode avskrifter bidratt til å gi en god tolkning av runene; *Eilifr Elgr bar fiska i Raudusjo* eller *Eiliv Elg 'bar fisker' i Rausjøen*. Det er nærliggende å tolke det å bære fisk som å slippe ut fisk. Denne innskriften er hittil det eldste vitnemålet om utsetting av fisk her til lands.

Naturens egne faunaarkiver for fugl og pattedyr

Smeltende breer og fonner

Breer og fonner brukes aktivt av mange fugl- og pattedyrarter som lever i fjellområder hele eller deler av året. Noen arter trekker over slike områder og kan omkomme. Over tid kan det samles rester fra den ville faunaen, og det kalde miljøet sørger for gode bevaringsforhold. Skjelettdeler, mumifiserte dyr, hår, fjærrester og ekskrementer kan komme fram fra isen under forhold med høyere temperaturer.⁴⁴³ Det er først gjennom de siste tiårene at smeltende breer og fonner har blitt undersøkt mer systematisk som faunahistoriske kilder. De representerer en type «frossen databank» for vill fauna, innsamlet av naturen selv. Slike faunarester fra lange tidsrom er en unik faunahistorisk dokumentasjon, og materialet kan brukes til ulike vitenskapelige undersøkelser. Alder på slikt materiale kan strekke seg tilbake til siste del av midt-holocen da breer igjen begynte å dannes for om lag 5 000 til 6 000 år siden. De fleste brefunn som hittil er datert i Norge har vist seg å være fra den siste del av sen-holocen.⁴⁴⁴ Ute av isen brytes materialet raskt ned. I en undersøkelse av brefunn i Innlandet og i Trøndelag er det påvist en rekke viltlevende arter fugler og pattedyr, og hvor de fleste rester er fra rein. Lemen er også en art som opptrer ofte.^{445 446}

Grotter

Grotter kan være faunahistoriske arkiver med både levende og dødt materiale. Noen krepsdyrarter viser tilpasninger til å leve i grotter gjennom generasjoner (se side 55). Grotter brukes i hele eller deler av livssyklus til en rekke dyr slik som edderkoppdyr, enkelte arter sommerfugler, en rekke arter flaggermus i vinterdvale og brunbjørnens vintersøvn. Dersom dyrene dør i løpet av vinteren, kan skjelettrester og rester av deres arvestoff bevares i grottegulvet. I Nord-Norge er det hittil funnet rester av cirka 30 brunbjørner i grotter med en opprinnelse spredt gjennom holocen. Trolig har alle dødd naturlig i løpet av vintersøvnen.⁴⁴⁷



Kranium og underkjeve av markmus i en karstgrotte. Dyret har falt utfor en vertikal vegg uten muligheter til å komme opp igjen. I tørre karstgrotter og hvor blokker fra taket ikke faller ned, kan slike funn representere stor faunahistorisk verdi. Foto: Tom Ording Dahl

I Sør-Norge er det færre bjørnefunn, og de fleste av disse har opprinnelse i sen-holocen. Det er likevel som «dødsfeller» hvor grottene har spesielt stor faunahistorisk interesse. En grotteåpning kan virke som en fallfelle som kontinuerlig over lange tidsrom «samler inn» stikkprøver fra dyrelivet på jordoverflaten. Dyr som fanges og dør i kalkrike grotter vil kunne bevares i lang tid. Grottene er også egne økosystemer. De er sårbare for forstyrrelser ved ferdsel av mennesker. Deres innhold av materiale av høy naturhistorisk verdi kan forringes ved innsamling som ikke skjer med et vitenskapelig formål.



Funn av et mumifisert lemen smeltet fram fra en bre på Dovrefjell. Rester av rein, oftest i form av fallgevire, opptrer likevel hyppigst som funn ved breer og fonner som trekker seg tilbake. Reinen kan bruke slike områder hele året selv om den oftest trekker på breer og fonner om sommeren for å unngå brems. Foto: Tord Bretten

I 2003 ble det funnet tann- og beinmateriale fra en brunbjørn i en liten grotteåpning i et bratt karstområde cirka 1 225 meter over havet innenfor Breheimen nasjonalpark. Beifunnet er datert med radiokarbonmetoden og viser at bjørnen levde for cirka 2 500 år siden.⁴⁵¹ Trolig har bjørnen dødd i løpet av vintersøvnen. Selv om hiet i dag ligger cirka 200 meter høyere enn skoggrensen, var skoggrensen den gang nærmere hiet. Tom Ording Dahl (t.v.) og Finn Audun Grøndahl (t.h.)

Stedsnavn som faunahistoriske kilder

Mjølrakkhaugane betyr et område med fjellrev, og trolig er et slikt navn relatert til et hiområde. Mjølrakk og melrakke er dialektord for fjellrev,⁴⁴⁸ og navnet finnes i første-stavelse på en rekke høyereliggende lokaliteter i Sør-Norge.⁴⁴⁹ Fjellrevens hiområder kan være i bruk gjennom tusener av år og dermed også inneholde bevart beinmateriale med stor tidsdybde. Hubro *Bubo bubo* er en annen art som danner grunnlaget for en rekke stedsnavn i Norge med ulike dialektord for arten. Gamle hubroreir har også vist seg å inneholde bein som er noen tusen år gamle.⁴⁵⁰

Arkeologiske funn

Endringer i fugl- og pattedyrfauna

Rådyr, piggsvin og europeisk villkatt tilhørte den sørnorske kystfaunaen i midt-holocen men de mangler i store deler av sen-holocen. De fleste funn er gjort gjennom arkeologiske utgravninger av boplasser. Fraværet av disse artene i sen-holocen kan indikere en sammenheng med gradvis lavere temperaturer, og at artene levde nær en nordlig grense for sitt utbredelsesområde. Det er også en markant nedgang i beifunn av villsvin i boplasser utgravd gjennom arkeologiske undersøkelser i grotter og hellere langs kysten i inngangen til sen-holocen.⁴⁵² Rådyr, piggsvin og villsvin var fortsatt utbredt i de sørligste områdene i Sverige i sen-holocen,⁴⁵³ og herfra spredte rådyr og kanskje piggsvin seg på nytt til Sørøst-Norge og dannet grunnlag for de bestander som finnes i Norge i dag.

Piggsvin kan ha blitt satt ut av mennesker langt tilbake i tid fordi både innfangning og flytting av levende dyr er enkelt. På sør-skandinaviske boplasser opptrer bein fra piggsvin ofte, og viser at de ble spist av mennesker i en veidekultur.⁴⁵⁴ Både europeisk villkatt og villsvin forsvant fra den skandinaviske halvøy, og de siste villsvinene forsvant på Ôland trolig så sent som for cirka 350 år siden.⁴⁵⁵ Geirfuglen var enten ytterst sjelden eller borte fra faunaen i Norge i siste del av sen-holocen. En omfattende gjennomgang av cirka 4 000 fugleskjeletter funnet i arkeologiske utgravninger i Norge fra norsk middelalder (1030–1537 etter Kristus) førte ikke til noen funn av denne arten.⁴⁵⁶

Rester av viltlevende fugl- og pattedyrarter i innlandsområder kan også oppdages helt uten spor eller tilknytning til kulturpåvirkning. Tilfeldige funn gjøres oftest i forbindelse med jordbruksvirksomhet og utbyggingsprosjekter. Stor grad av årvåkenhet er viktig på lokaliteter hvor oppbevaringsforholdene er spesielt gode. Best bevaringsforhold er knyttet til steder med enten lav temperatur, fravær av oksygen eller kalkrike miljøer.

Mange funn går tapt

Funn av fossilt materiale av planter og dyr har ingen lovbeskyttelse i Norge. En del områder er imidlertid fredet og hvor det er innført forbud mot å samle fossiler (forsteinede fossiler). Et ukjent antall funn går trolig tapt hvert år i forbindelse med store utbyggingsprosjekter. Store maskiner som brukes ved utbygging av veger og boliger vanskeliggjør oppdagelse av vitenskapelig viktige rester av planter og dyr i jord, sedimenter etc.

Beinrester fra eksotiske og fremmede fugler og pattedyr

Beinfunn av fugler og pattedyr i Sørøst-Norge med opprinnelse i sen-holocen dreier seg også om eksotiske arter som skyldes spredning over lange avstander av mennesker. En labb fra isbjørn funnet under gulvet i Ulnes kirke i Nord-Aurdal kommune i Innlandet,⁴⁵⁷ og bein fra indisk påfugl *Pavo cristatus* funnet i Gokstadskipet i Sandefjord kommune i Vestfold og Telemark⁴⁵⁸ er eksempler på dette. Radiokarbondatering viser at beinfunnene av isbjørn og påfugl er cirka 1 100 år gamle. Svartrotte *Rattus rattus* er en eksotisk art for Norge og Europa. Arten spredte seg vidt utover verden på skip fra det tropiske og subtropiske området mellom det sørlige Kina og India. Fra funnsteder i Oslo og i Tønsberg kommune i Vestfold og Telemark viser daterte bein av svartrotte at de har levd i området for cirka 900 år siden. Fra Bergen viser daterte beinfunn at svartrotte levde i denne byen noe tidligere enn i Oslo og Tønsberg. Bestandene har bare vist seg å ha lyktes å leve i byer og tettsteder langs kysten hvor de må ha blitt spredt med båter. Svartrotte har etter alt å dømme kun opprettholdt bestander knyttet til oppvarmede bygninger. Ved gjennomgang av beinfunn fra middelalderens Hamar i Innlandet har svartrotte ikke blitt påvist gjennom beinfunn fra arkeologiske utgravninger. Heller ikke fra andre innlandsområder i Sør-Norge er svartrotte dokumentert med beinfunn.⁴⁵⁹

Beinrester fra en domestisert fauna blir vanligere

I sen-holocen er husdyr et vanligere funn ved arkeologiske undersøkelser av boplasser både langs kyst og i innland. Samtidig blir sporene fra en ren veidekultur i Sør-Norge færre og de forsvinner fullstendig etter hvert. Med framvekst av handelssteder fulgte også transport av gevir, bein, huder og tørket kjøtt (med bein) og fisk over lange avstander. Dette innebærer at funn av beinrester i arkeologiske utgravninger i tidlige kjøpsteder i Sørøst-Norge, slik som Tønsberg, Oslo og Hamar, har få sikre holdepunkter om opprinnelse. I innlandsområder viser det store beinfunnet fra Aker gård i Hamar kommune en stor artsbredde av fisk, fugler og pattedyr som har tilhørt tidsrommet 200–650 e. Kr. Funn av bein fra havsule *Morus bassanus* i Hamar i dette tidsrommet må regnes som en eksotisk art for et innlandsområde, men dens opprinnelse er umulig å belyse. Selv om viltlevende arter fortsatt viser seg som et viktig innslag i en bondekultur, slik som på Aker gård, dominerer beinrester fra husdyr og i særdeleshet storfe.⁴⁶⁰



Ilder kan ha blitt favorisert i jordbrukets kulturlandskap med blant annet større tilgang på noen smågnagerarter gjennom tusener av år. Foto: Jeroen van der Kooij

Fugl- og pattedyrarter i kulturlandskapet

En rekke fuglearter tok sannsynligvis tidlig i bruk det halvåpne og åpne kulturlandskapet jordbrukskulturen skapte i Norge. Eksempler på slike arter er åkerrikse *Crex crex*, sanglerke *Alauda arvensis*, låvesvale *Hirundo rustica*, stær *Sturnus vulgaris* og gråspurv *Passer domesticus*. De to sistnevnte er påvist i Sørøst-Norge i beinfunn fra arkeologisk utgravde boplasser i sen-holocen.⁴⁶¹ Blant de mellomstore pattedyrartene er ilder *Mustela putorius* dokumentert med et fåtall beinfunn langs kysten i Sørvest-Norge i midt- og sen-holocen.⁴⁶² Denne arten kan ha blitt favorisert gjennom halvåpne og åpne kulturmarker med større grad av mosaikk og kantsoner i lavereliggende områder i Sør-Norge. I dag er artens utbredelse sterkt knyttet til de sørligste delene av Sørøst-Norge.^{463 464} Blant småpattedyrene er husmus *Mus musculus* trolig jordbrukskulturens sikreste «følgesvenn» i Norge.

I hele midt- og sen-holocen har det ikke eksistert noen landforbindelse mellom den skandinaviske halvøy og det europeiske kontinentet i sør. Landlevende arter som spredte seg seint nordover i Europa har derfor ikke hatt muligheter for en naturlig spredning lenger enn til Danmark. Et eksempel på dette er steinmår *Martes foina* som har stor tilpasningsevne, og den har funnet seg vel til rette i jordbrukets kulturlandskap. Denne arten er først påvist i Danmark ut fra beinfunn med opprinnelse i sen-holocen.⁴⁶⁵ Dersom en landbro fortsatt hadde eksistert gjennom hele holocen, ville også en naturlig sammensatt fauna i Sør-Norge vært annerledes enn i dag.

Fangstgroper- og graver – faunahistorisk kilde

Det er registrert cirka 49 000 fangstgroper og fangstgraver i Norge. Fangstgropene utgjør en stor andel av disse (cirka 87 %).⁴⁶⁶ I de fleste tilfeller er fangstgropene registrert som jordgravde for fangst av både rein og elg, mens i de fleste tilfeller er fangstgravene registrert som murte med stein og for fangst av rein. Samlet for begge typer finnes flest i Troms og Finnmark fylke (cirka 49 %), Innlandet fylke (cirka 33 %), Trøndelag (cirka 9 %) og Viken fylke (5 %). Flest fangstgraver er registrert i Innlandet fylke og Viken fylke og er knyttet til fjellområder.⁴⁶⁷ I Sør-Norge har innlandsområdene Østerdalen og Gudbrandsdalen et høyt antall registrerte fangst-groper, mens i kystnære områder er fangstgroper færre og dels fraværende.⁴⁶⁸ Siden spor og rester av fangstinnretninger for elg og rein kan være synlige i landskapet i århundrer og årtusener etter at de gikk ut av bruk, kan de også være en viktig faunahistorisk kilde. Registrering av slike kulturminner over store områder, kan gi innsyn i historiske leveområder for de arter fangsten var rettet mot. Datering av konstruksjonsrester og beinrester fra slakteplasser kan bidra til å kaste lys på de tidsrom da dette eksisterte.

Elg vidt utbredt i innlandstrakter i Sørøst-Norge gjennom sen-holocen

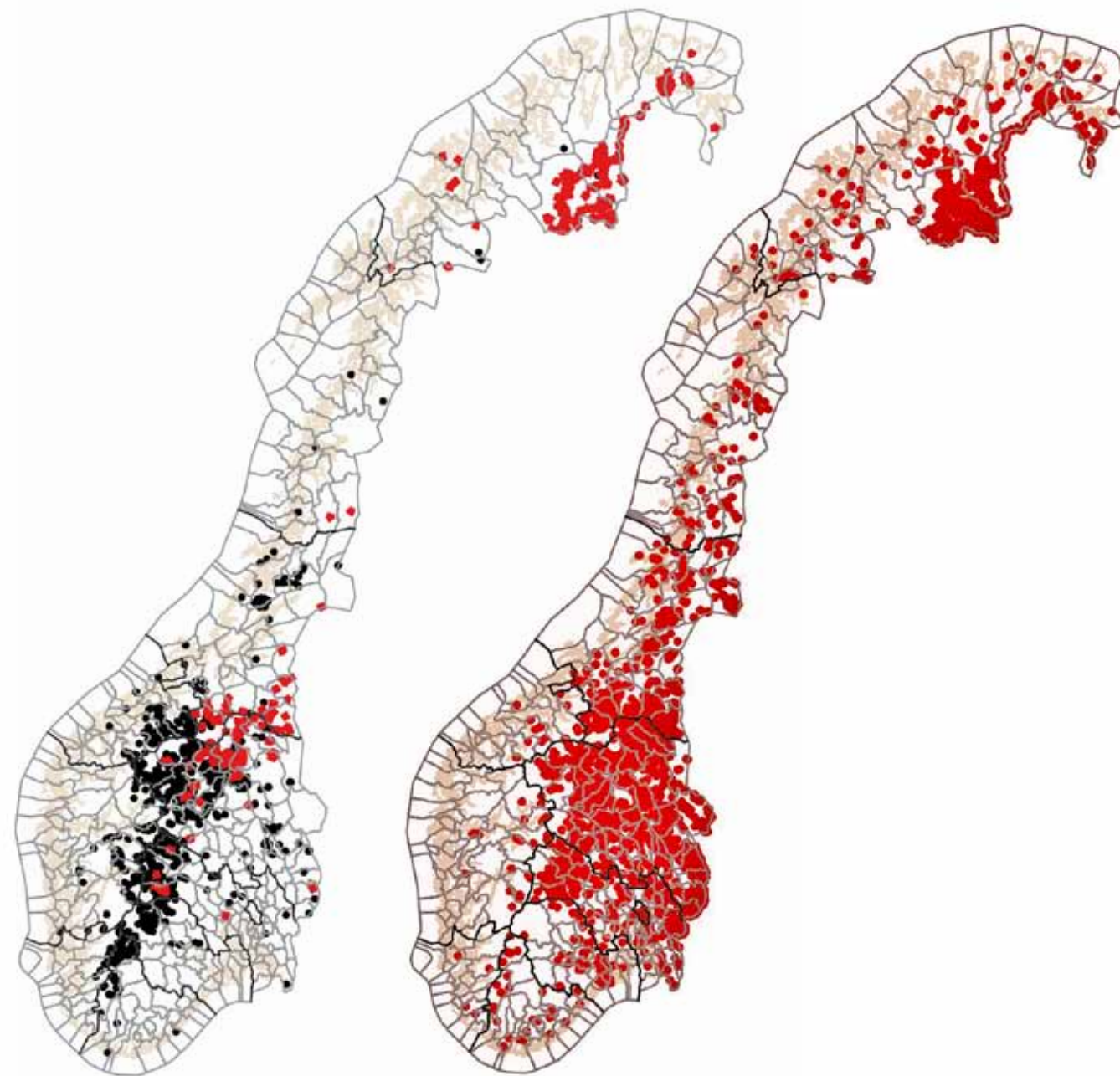
Radiokarbondateringer av et hundretalls utgravde fangstgroper for elg i Sørøst-Norge viser at fangstvirksomheten kan følges gjennom et tidsrom på cirka 3 500 år. Dateringer av rester fra trekonstruksjoner, tildekningsmaterialer og sperregjerder viser de viktigste bruksfasene i tid for cirka 1 500–2 000 år siden, cirka 800–1 100 år siden og cirka 400–600 år siden.⁴⁶⁹ Enkelte dateringer av anlegg viser imidlertid også høyere alder.⁴⁷⁰ Restene fra gropfangsten viser at de indre områdene i Sørøst-Norge har vært leveområder for elg sannsynligvis i hele sen-holocen, og dette kan også indikere et tyngdepunkt for elgens utbredelse i Sør-Norge. Middelalderbrev som omhandler denne elgfangsten, i tidsrommet 500–800 år siden, viser at innlandsområder i Sørøst-Norge og i Trøndelag har relativt mange slike. Et høyt antall fangstgroper for elg i Sverige er også dokumentert i Jämtland.⁴⁷¹ Denne fangstformen var i hovedsak gått ut av bruk for 250–300 år siden.⁴⁷²



Skinnbrev datert 8. juli 1421 som dreier seg om en synfaring av elggraver i Svatsum i Gausdal som det var uklare rettighetsforhold knyttet til. Foto: Riksarkivet

Rein vidt utbredt i sørnorske fjelltrakter i sen-holocen

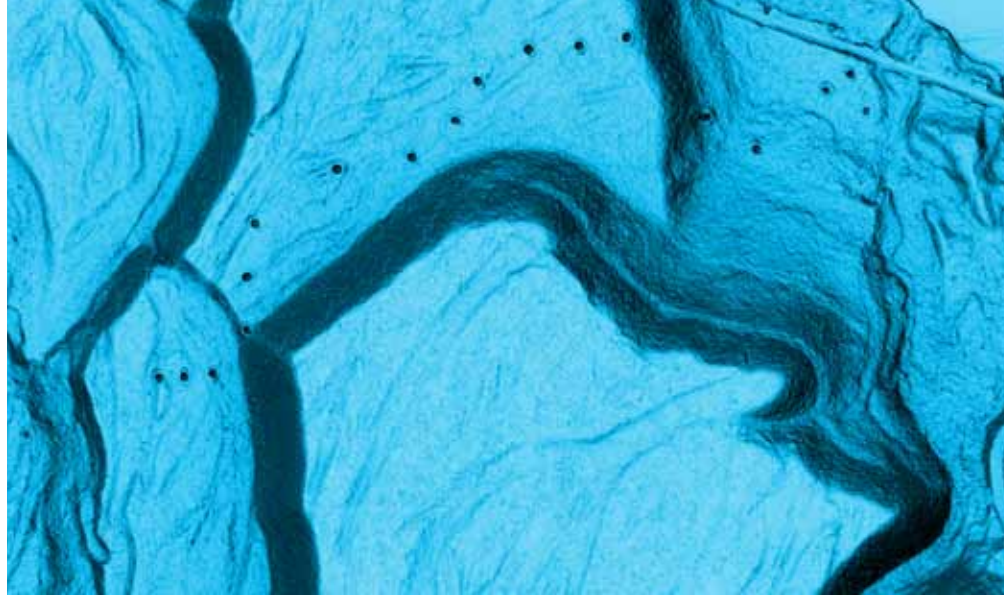
Fangstinnretninger for rein finnes i alle de store fjellområdene i Sør-Norge som strekker seg fra Femundstraktene i øst og til fjord- og kystnære fjellområder i vest og sør. Kulturminnene viser at reinen har vært utbredt over et stort geografisk område i de tidsrom fangsten ble utøvd. Fangstinnretninger består av rusefangstanlegg og buestillinger i tillegg til fangstgraver og fangstgroper. Sperregjerder og ledegjerder i både tre og stein har vært viktige bestanddeler av fangstinnretningene. De ulike typene fangstinnretninger viser stor geografisk variasjon.



Registrerte fangstgraver (sorte) sammen med fangstgroper som er anlagt langsetter daler i Norge (røde). Begge typer er trolig i hovedsak anlagt for reinfangst. De fleste registrerte fangstgraver er steinmurte. Kilde: Askeladden 29. desember 2020. Kart: Lars Erik Narmo

Registrerte fangstgroper i Norge. De fleste registrerte fangstgroper er jordgravde, og har blitt brukt i hovedsak for fangst av rein og elg. Kilde: Askeladden 20. desember 2020. Kart: Lars Erik Narmo

Da elgene kom opp på land fra Slangselva (se motsatt side) møtte de i middelalderen et fangstanlegg med groper. Lidarskann: Lars Pilø, Innlandet fylkeskommune



Fangstgarder indikerer migrasjonsmønstre hos rein og elg

En fangstgard er en kort eller lang sammenhengende rekke med fangstgroper, ofte med kort avstand mellom gropene. Slike fangstgarder kan strekke seg over flere kilometer i utstrekning. Det er hittil registrert mange fangstgarder *langsetter* laveliggende fjelldaler mellom høyfjellsområder i det sentrale Sør-Norge. Disse indikerer en fangst i hovedsak rettet mot rein, og at dette foregikk på steder hvor reinen hadde sine regelmessige trekk. Ut fra fangstrekkenes plassering og størrelse regnet i antall groper, indikerer dette mange steder storskalafangst av trekkende rein mellom østlige vinterbeiter og vestlige sommerbeiter.^{473 474 475 476}

Fangstgarder som er anlagt *på tvers* av dalene, indikerer at fangsten i hovedsak har vært rettet mot elg. Spesielt effektivt må slik fangst ha vært på steder der elgen hadde for vane å trekke gjennom under vandringer mellom sommer- og vinterbeiteområder. Snøforholdene har stor betydning for hvorvidt elgbestander har utviklede sesongmessige trekk. Ut fra det høye antallet fangstgarder med dateringer i sen-holocen, indikerer dette markante vekslinger mellom leveområder sommer og vinter på den tiden. Det er imidlertid usikkert om noe tilsvarende også eksisterte i tidlig- og midt-holocen. Det er også usikkert hvorvidt det eksisterte behov for noen storstilt fangst under andre samfunnsforhold.

Beinrester fra slakteplasser er faunahistoriske kilder

Genetiske analyser av cirka 700–800 år gammelt beinmateriale av rein, funnet ved rusefangst-anlegg blant annet i Gudbrandsdalsfjellene i Innlandet og Hardangervidda i Vestland og Viken, viser at reinen i disse to områdene på den tiden hadde forskjellige genetiske «slektskapslinjer». Disse undersøkelsene indikerer at ulikhetene har eksistert i lang tid, og den genetiske strukturen kan ha sammenheng med reinens opprinnelse og innvandringshistorie til Sør-Norge.⁴⁷⁷ Mer kunnskap om reinens historie på den skandinaviske halvøy vil komme med ny forskning i årene framover.



Elger krysser Slangselva i Nord-Fron kommune på trekk fra vinterbeiteområder i Murudalen på veg til sommerbeiteområder i laveliggende skogtrakter mellom Mjøsa og Randsfjorden. Få meter fra elvebredden i sør (venstre side) finnes en fangstgard som har fanget elg, trolig både i forbindelse med høst- og vårtrekket. I Espedalen, sør for Slangselva, er det innenfor Gausdal kommune registrert 376 fangstgroper fordelt på 26 fangstgarder på en strekning over 25 km. De mange fangstgardene i dette området forteller om et konsentrert elgtrekk som ble utnyttet effektivt. Strekningen inngår i et større sammenhengende dalføre innenfor Gausdal kommune hvor det er registrert cirka 800 fangstgroper fordelt på cirka 50 fangstgarder. Et stort antall fangstgroper er i tillegg registrert både sør, nord og vest i Gausdal og dets nabokommuner.⁴⁷⁸ I et middelalderbrev fra 1412 framgår det at minst fire personer på samme tid brukte fangstgroper i Espedalen i Gausdal og Sør-Fron kommuner. Dette er en indikasjon på at elgen forekom tallrik på den tid.⁴⁷⁹ Foto: Finn Audun Grøndahl

Mennesket drev kraftig beskatning av rein og elg lenge før kruttvåpenets tid

Fangstvirksomhet kan ha forårsaket store bestandssvingninger

På slakteplasser i nærheten av flere rusefangstanlegg for rein i bruk i middelalderen, har beinmengdene vært så store at de ble fraktet bort med hest og kjerre på 1800-tallet for produksjon av beinmjøl. Dette er kjent fra Gudbrandsdalen⁴⁸⁰ og Hardangervidda.⁴⁸¹ Undersøkelser av avfallshauger med bein fra fire lokaliteter med rusefangstanlegg nord på Hardangervidda viser at opp mot 20 000 rein kan ha blitt fanget og slaktet i siste halvdel av 1200-tallet.⁴⁸² Genetiske analyser av beinprøver fra dette tidsrommet på Hardangervidda viser også tegn på en betydelig bestandsreduksjon hos reinen.⁴⁸³

Det store antallet fangstgroper for elg i Sørøst-Norge kan også ha bidratt til en kraftig beskatning av elgbestandene. Fra denne fangsten finnes ikke beinrester fra slakteplasser som kan anvendes til undersøkelser tilsvarende som for rein. Derimot finnes det skriftlige kilder som indikerer at fangstgarder i perioder lå ubrukte for deretter å bli tatt i bruk på nytt. Dette kan skyldes variasjoner i elgbestanden mellom perioder da elgen var så fåtallig at fangst ikke ble utøvd, og perioder da elgen var så tallrik at fangsten ble tatt opp igjen på nytt. Slike variasjoner kan ha hatt andre årsaker enn bare menneskets etterstrebelse. I en tvist om rettigheter til fangstgroper for elg i et område øst for Storsjøen i Rendalen kommune framkommer det at fangstgarder lå brakk i flere tiår for så å bli tatt i bruk på nytt. Det framkommer også at nye fangstgroper ble anlagt innimellom «gamle» groper.^{484 485}

Kroppsstørrelsen til hjortedyr avtar i sen-holocen

Flere av de store viltlevende plantespiserne i Nord-Europa har avtatt i kroppsstørrelse innenfor den siste halvdel av sen-holocen. Dette er spesielt tydelig hos hjort i Norge, og er basert på undersøkelser av tann- og beinfunn fra de siste 7 000 år. Trolig er dette et resultat av at landskapet i de kulturhistoriske periodene jernalder (500 f. Kr–1 050 e. Kr) og middelalder (1 030–1 537 etter Kr.) ble påvirket i betydelig grad av mennesker gjennom avskoging, fragmentering og omforming til andre landskapstyper. Annen påvirkning knyttet til mennesker i samme tidsrom var økt beskatningspress og økt beitekonkurranse fra husdyr.^{486 487}



Elg på veg gjennom et rekonstruert sperregjerde i en fangstgard ved Dokkfløy. Bildet er et klipp fra filmen «Jakten på elgens historie» (Universitetet i Oslo/Norsk institutt for naturforskning).

Sesongmessige trekk mellom sommer- og vinterbeiteområder

Naturforholdene i Sør-Norge og reinens levevis har dannet grunnlag for sesongmessige forflytninger hos rein mellom øst og vest. Reinen er avhengig av å finne beiteplanter i feltsjiktet (bakken) året rundt. Noe som preger hele den skandinaviske halvøy er at optimale beiteforhold om vinteren finnes i innlandsområder på østlig del av fjellkjeden med et tørrere og kaldere klima, mindre og løsere snømengder og rikere lavforekomster. Kystnære fjellområder på vestlig del av fjellkjeden har derimot dårligere beitebetingelser om vinteren med større og hardere snømengder, og med fare for ising og mindre lavforekomster. Om sommeren finnes optimale beitebetingelser på vestlig side hvor høyereliggende og snørike fjelltrakter med snøleiesamfunn fører til beiteplanter med høyere næringsverdi i en lengre tidsperiode. Flere breer og snøfonner på vestlig side gir også reinen viktig beskyttelse mot hud- og nesebrems om sommeren.⁴⁸⁸

Gropfangst av elg ble ansett som mindre effektivt sammenlignet med geværjakt

Bestandsnedgang hos elg

Bestemmelser om bruk av fangstgroper og fangstgarder finnes i cirka 700 år gammelt landsdekkende lovverk i Norge.⁴⁸⁹ De norske middelalderbrevene er cirka 500–950 år gamle og omhandler en lang rekke forhold knyttet til rettigheter og tvister i samfunnet, deriblant også fangstgroper for elg. Middelalderbrevene indikerer at fangstgroper var en vanlig og utbredt fangstform.^{490 491} Gjennom kongebrev uttrykkes bekymringer for elgbestanden, og det ble gjort forsøk på å forby bruk av fangstgroper i Sørøst-Norge for cirka 450 år siden. I et brev til Kong Fredrik II fra stattholder Paul Huitfeldt i 1575 framkommer det bekymringer om nedgang i elgbestanden i Gudbrandsdalen; «...med Tiden alle Elsdyr der udi Riget kan blive ødelagt». Huitfeldt framla overfor kongen et ønske om forbud mot «...at gjøre Grave efter Elsdyr..» noe som aldri tidligere hadde vært forbudt i noen allmenning. Fredrik II ønsket ikke å innskrenke undersåttenes friheter og næring. Fredrik II ba Huitfeldt om å lage en forordning; «...saa at de paa en bestemt Tid om Aaret, naar Tid er, dem fange».⁴⁹²

Kruttvåpenet innleder en langvarig kraftig beskatning av fugler og pattedyr

Kruttvåpenet innledet en ny epoke i menneskets utnyttelse av fugler og pattedyr. Gevær med riflet løp og flintsnapplås ble tatt i bruk i Norge til jaktformål på slutten av 1500-tallet, og en ny flintlåsteknologi kom på 1600-tallet. Dette førte til en sterkere etterstrebelse etter arter som elg og rein, som allerede var under hard beskatning med bruk av fangstgroper og andre fangstmetoder. I Jämtland ble gropfangst av elg ansett som mindre skadelig enn geværjakt, og i 1681 ble geværjakt forbudt mens fangstgroper fortsatt kunne gildres og brukes: «...i Nordlanden må ingen med hundar, skyd och bössa fälla och jaga någon Elg, utan allenast med grafwar och giller dem fånga».⁴⁹³ På slutten av 1500-tallet skrev presten Peter Claussøn Friis om at «lange børser» hadde ødelagt og forjaget elgen på Sørlandet, men at den ennå var tallrik i landets østlige deler. Den første fredningen av elg ble innført på 1570-tallet hvor jakt bare kunne finne sted mellom Larsok (10. august) og Mikkelsmess (29. september).⁴⁹⁴ Dette vitner om en elgbestand som var i merkbart tilbakegang. Den direkte etterstrebelen av fugler og pattedyr ble påvirket ved at kruttvåpenet ble tatt i bruk til jakt og fangst på både vann- og landlevende arter.



Gevær med flintlås. Sammen med tidligere typer spenn- og låsemekanismer innledet kruttvåpenet en ny «epoke» i menneskets utnyttelse av en rekke ville fugl- og pattedyrarter. Foto: O.T. Ljøstad, Norsk Skogmuseum/Anno museum

Biomassen av alle landlevende pattedyr domineres fullstendig av oss mennesker og våres husdyr

Etterord

Fra holocen til antropocen

Fra holocen til antropocen; menneskets tidsalder?

Denne naturhistoriske reisen har presentert en del funn av vegetasjon og fauna med opprinnelse både fra siste istid og store deler av etter-istiden. Funnene kan sees som puslebiter. Når de settes sammen danner de et bilde og forteller om endringer gjennom et tidsrom på mer enn 100 000 år. Funnene er viktige referanser.

Menneskets påvirkning på vegetasjon og fauna kan følges langt tilbake i tid.⁴⁹⁵ I Europa ble store skogarealer erstattet med åkerjord og beitemarker allerede for flere tusen år siden. Jordbruk og husdyrhold ga grunnlag for en befolkningsvekst. Pandemier førte til perioder med stillstand og tilbakegang. I løpet av de siste hundreårene økte befolkningen i Europa og Norge kraftigere enn noen gang tidligere. Omformingen av landskapet skjøt ytterligere fart med dramatisk tilbakegang for den «ville naturen», og med en tilsvarende økning av den «domestiserte naturen».

De siste hundreårene er unnlatt i denne framstillingen. Dette skyldes at endringene i langt større grad enn tidligere kan knyttes til menneskelig aktivitet. Mer enn halvparten av jordens isfrie landareal regnes i dag for å være omformet av menneskelig aktivitet.⁴⁹⁶ Et eksempel på dette er biomassen av alle landlevende pattedyr på jorda hvor mennesker og husdyr (pattedyr) samlet i en gruppe er beregnet å utgjøre omlag 96 % i dag. Alle andre landlevende pattedyr som lever i vill tilstand er beregnet å utgjøre om lag 4 %.⁴⁹⁷ Dette skyldes i hovedsak at de naturlige levestedene for de ville dyrene har skrumpet inn som en følge av menneskets omforming av landoverflaten.

Med antropocen som ny epoke vil man understreke alvoret knyttet til konsekvensene av menneskenes handlinger

Mange geologer mener at menneskene på jorda i dag etterlater et «miljø-fotavtrykk», som vil være tydelig millioner av år i geologiske avsetninger. Selv hundre millioner år inn i framtiden vil det være tydelig at noe helt ekstraordinært skjedde i det tidsrom som vi kaller nåtid.

Det er den betydelige dominansen som mennesker har på biologiske, kjemiske og geologiske prosesser på jorda som fikk kjemikeren Paul Crutzen første gang i år 2000 til å si under en internasjonal konferanse i Mexico; «Stop saying the Holocene! We're not in the Holocene any more». Utsagnet ble kort tid senere fulgt opp av Crutzen og biologen Eugene Stoermer, og «Antropocen» ble foreslått som en helt ny epoke i jordens geologiske inndeling. Antropocen betyr «Menneskets tidsalder».⁴⁹⁸

Bakgrunnen for å etablere antropocen som ny epoke (eller som en annen kategori) i jordens geologiske tidsinndeling er knyttet til de dramatiske konsekvensene av menneskenes handlinger ovenfor alt liv på jorda. Hvorvidt antropocen bør regnes fra den tid størstedelen av menneskene forlot veidekulturen og ble bønder, eller den bør regnes fra starten av den industrielle revolusjon, er kanskje mindre viktig. Det viktigste er handling og endring. FNs klimapanel (IPCC) og det internasjonale naturpanelet (Ipbes) peker også på alvoret som menneskeheten i dag står ovenfor.⁴⁹⁹ Jorden skal være levested for våre etterkommere i et evighetsperspektiv. Jorden skal også være levested for alle andre livsformer.

Jorden fotografert 24. desember 1968 av Apollo 8-astronaut William Anders. Romfarten førte med seg en ny aktelse for jorda – den eneste kjente levelige planet for menneskene og alle andre organismer. Foto: NASA



«The fact is that no species has ever had such wholesale control over everything on earth, living or dead, as we now have.

That lays upon us, whether we like it or not, an awesome responsibility.

In our hands now lies not only our own future, but that of all other living creatures with whom we share the earth»

David Attenborough

Life on Earth

Referanser

Aaris-Sørensen, K. 1988. Danmarks forhistoriske dyreverden – Fra Istid til Vikingetid. Gyldendal.

Aaris-Sørensen, K. 2009. Diversity and dynamics of the mammalian fauna in Denmark throughout the last glacial-interglacial cycle, 115–0 kyr BP. *Fossil and Strata*, No. 57: 1–59.

Aas, B. og Faarlund, T. 1988. Postglasiale skoggrenser i sentrale sørnorske fjelltrakter. 14C-datering av subfossile furu- og bjørkerester. *Norsk geogr. Tidsskrift* Vol. 42: 25–61

Alsos, I. G. et al. 2020. Last Glacial Maximum environmental conditions at Andøya, northern Norway; evidence for a northern ice-edge ecological «hotspot». *Quaternary Science Reviews*. Volume 239. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0277379120303267?via%3Dihub>

Alstadsæter, I. 1979. Kvartær stratigrafi og sedimentologi i Vinstradalen, Oppland. Hovedfagsoppgave, Universitetet i Bergen.

Andersen, B. G. 2000. Istider i Norge. Landskap formet av istidens breer. Universitetsforlaget.

Andersen, C., Koc, N., Jennings, A. E. & Andrews, J. T. 2004. Non-uniform response to the major surface currents in the Nordic Seas to insolation forcing: Implications for the Holocene climate variability. *Paleoceanography*, 19, doi: 10.1029/2002PA000873.

Andersson, T. & Appelquist, T. 1990. Istidens stora växtätare utformade de nemorala och boreonemorala ekosystemen. En hypotes med konsekvenser för naturvärden. *Svensk botanisk tidsskrift* 84: 355–368

Andrén, T., Björck, S., Andrén, E., Conley, D., Zillén, L. & Anjar, J. 2011. The development of the Baltic Sea Basin during the last 130 ka. Pp. 75–96 i Harff, J., Björck, S. & Hoth, P. (eds.). *The Baltic Sea Basin. Central and Eastern European Development Studies (CEEDES)*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.

Angelstam, P. 1996. The Ghost of forest past – natural disturbance regimes as a basis for reconstruction of biologically diverse forests in Europe. In: DeGraaf, R. M. and Miller, R. I. 1996. *Conservation of Faunal Diversity in Forested Landscapes*: 287–337

Angerbjörn, A. & Tannerfeldt, M. 2014. *Vulpes lagopus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2014: e.T899A57549321. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2014-2.RLTS.T899A57549321.en>. Downloaded on 02 May 2021.

Arnold, N. S., van Andel, T. H. & Valen, V. 2002. Extent and dynamics of the Scandinavian Ice Sheet during Oxygen Isotope Stage 3 (65,000–25,000 yr. B. P.). *Quaternary Research* 57: 38–48

Ashcroft, M. B. 2010. Identifying refugia from climate change. *Journal of Biogeography* 37: 1407–1413

Bagge, S., Smedsdal, S. H. & Helle, K. 1973. *Norske middelalder dokumenter*. Universitetsforlaget.

Bang-Andersen, S. 1983. Svarthåll på Viste – boplass i 6000 år. AMS Småtrykk 13. Arkeologisk museum i Stavanger.

Bang-Andersen, S. 2003. Encircling the living space of Early Postglacial reindeer hunters in the interior of southern Norway. In: Larsson, L. et al. *Mesolithic on the move: papers presented at the sixth international conference on the Mesolithic in Europe*, Stockholm 2000. London, Oxbow books: 193–204.

Barber, K. E. 1993. Peatlands as scientific archives of past diversity. *Biodiversity and Conservation* 2(5): 474–489.

Bargel, T. H. 2005. Spor etter istiden i Oslo og Akershus. Gråsteinen nr. 10, NGU.

Bar-On, Y. M., Phillips, R. & Milo, R. 2018. The biomass distribution on Earth. *PNAS* vol. 155 No. 25: 6506–6511.

Barth, E. K. 1981. Rein og elg, livsviktige ressurser gjennom årtusener. *Fauna* 34: 150–161.

Barth, E. K. 1996. Fangstanlegg for rein, gammel virksomhet og tradisjon i Rondane. NINA NIKU

Bedetti, C., Palombo, M. R. & Sardella, R. 2001. Last occurrences of large mammals and birds in the Late Quaternary of the Italian Peninsula. In: G. Cavaretta, P. Gioia, M. Mussi and M. R. Palombo (ed.). *The world of elephants*. Consiglio Nazionale delle Ricerche: 701–703.

Behre, K. E., Hölzer, A. & Lemdahl, G. 2005. Botanical macro-remains and insects from the Eemian and Weichselian site of Oerel (northwest Germany) and their evidence for the history of climate. *Vegetation history and Archaeobotany* 14: 31–53.

Bennett, K. D. & Provan, J. 2008. What do we mean by ‘refugia’? *Quaternary Science Reviews* 27: 2449–2455.

Berger, A. L. 1978. Long-term variations of caloric insolation resulting from Earth’s orbital elements. *Quaternary Research* 9 (2): 139–167.

Bergersen, B. 1932. Die Mammutfunde in Norwegen bei besonderer Berücksichtigung Zahnatomischer Verhältnisse. *Norsk Geologisk Tidsskrift* 11: 367–405.

Bergersen, O. F. & Garnes, K. 1971. Evidence for sub-till sediments from a Weichselian Intertadial in the Gudbrandsdal Valley, Central East Norway. *Nor. Geogr. Tidsskr.* 25: 99–108.

Bergersen, O. F. 1991. Norske mammutfunn og kvartærgeologi. *Naturen* nr. 6: 254–262.

Bergersen, O. F. & Garnes, K. 1980. Weichsel in Central South Norway. A general view of the deposits from Gudbrandsdalen Interstadial and from the following glaciation.

Bergstøl, J. 2015. 8000 år gamle fangstgroper for elg? Viking Norsk arkeologisk årbok. Bind LXXVIII: 47–62.

Birks, H., Giesecke, T., Hewitt, G. M., Tzedakis, T., Bakke, J. & Birks, H. J. B. 2012. Comment on «Glacial Survival of Boreal Trees in Northern Scandinavia». Science Vol. 330: 742–a.

Björck, S. 1995. A review of the history of the Baltic Sea, 13.0–8.0 ka BP. Quaternary International, Vol. 27: 19–40.

Bjune, A. E. 2005. Holocene vegetation history and tree-line changes on a north–south transect crossing major climate gradients in southern Norway–evidence from pollen and plant macrofossils in lake sediments. Review of Palaeobotany and Palynology 133: 249–275.

Bjune, A. E. 2006. Tregrenser i Sør-Norge etter siste istid. Naturen nr. 4: 196–200.

Bleken, E., Mysterud, I. & Mysterud, I (eds) 1997. Skogbrann og miljøforvaltning: en utredning om skogbrann som økologisk faktor. Oppdragsrapport. Direktoratet for brann- og eksplosjonsvern og Biologisk institutt, Universitetet i Oslo.

Blystad, P., Thomsen, H., Simonsen, A. & Lie, R. W. 1983. Find of a nearly complete Late Weichselian polar bear skeleton, *Ursus maritimus* Phipps, at Finnøy, southwestern Norway: a preliminary report. Norsk Geologisk Tidsskrift 63: 193–197.

Blytt, A. 1892. Kalktuffer i Gudbrandsdalen med bemerkninger om vore fjelldales postglaciale geologi. Christiania Videnskabs-Selskabs Forhandlinger for 1892. No. 4.

Boaz, J. 1997. Steinalderundersøkelsene på Rødsmoen. Universitetets Oldsaksamling. Varia 41. Universitetet i Oslo.

Bocherens, H. 2003. Isotopic biogeochemistry and the paleoecology of the mammoth steppe fauna. In: Reumer, J. W. F., De Vos, J. and Mol, D. (eds.) Advances in mammoth research (Proceedings of the Second International Mammoth Conference, Rotterdam, May 16–20 1999. DEINSEA 9: 57–76.

Bradshaw, R. H. W. & Lindbladh, M. 2005. Regional spread and stand-scale establishment of *Fagus sylvatica* and *Picea abies* in Scandinavia. Ecology, 86: 1679–1686.

Brochmann, C., Gabrielsen, T. M., Nordal, I., Landvik, J. Y. & Elven, R. 2003. Glacial survival or tabula rasa? The history of North Atlantic biota revisited. Taxon 52: 417–450.

Buteux, S., Chambers, J. & Silva, B. 2009. Digging up the ice Age. Recognising, recording and understanding fossil and archaeological remains found in British quarries. Archaeopress.

Bye, J. 1997. Vide vidder i vest. Allmenningstyret i Gausdal. Thorsrud as Lokalhistorisk Forlag.

Bye, J. 2017. Tingbøker forteller om dyregravfangsten. Hjorteviltet 2017: 42–44.

Christophersen, H. O. & Svenson, T. A. 1984. Marka fra A til Å. Leksikon for Osloområdet.

Clark, P. U., Dyke, A. S., Shakun, J. D., Clark, A. E., Wohlfarth, B., Mitrovica, J. X., Hostetler, S. W. & McCabe, A. M. 2009. The Last Glacial Maximum. Science 325: 710–714.

Coles, B. J. 1998. Doggerland: a Speculative Survey. Proceedings of the Prehistoric Society 64: 45–81.

Collett, R. 1912. Norges Hvirveldyr. Korte meddelelser om arternes udbredelse, levevis og forplantning. I Norges pattedyr. Forlagt af H. Aschehoug & Co. Kristiania.

Crutzen P.J. 2006. The “Anthropocene”. In: Ehlers E., Krafft T. (eds) Earth System Science in the Anthropocene. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/3-540-26590-2_3

Dahl, S.O. & Nesje, A. 1994. Holocene glacier fluctuations at Hardangerjøkulen, central-southern Norway: a high-resolution composite chronology from lacustrine and terrestrial deposits. The Holocene Vol. 4, Issue 3: 269–277.

Dahl, S.O., Nesje, A. & Øvstedal, J. 1997. Cirque glaciers as morphological evidence for a thin Younger Dryas ice sheet in east-central southern Norway. Boreas, 26: 161–180.

Dahl, S. O., Lie, Ø., Pytte, A-G. B., Tveranger, J., Håvik, O., Kvisvik, B. C. & Nesje, A. 2004. Weichselian glaciation history in east-central southern Norway. Nordisk geologisk Vintermøte 2004.

Dalén, L., Nyström, V., Valdiosera, C., Germon-pré, M., Sablin, M., Turner, E., Angerbjörn, A., Arsuaga, J.L. & Götherström, A. 2007. Ancient DNA reveals lack of postglacial habitat tracking in the arctic fox. Proceedings of the National Academy of Sciences USA 104: 6726–6729.

Danielsen, A. 1970. Pollen-analytical Late Quaternary studies in the Ra district of Østfold, Southeast Norway. Årbok 169. Mat.-naturv. Serie, nr. 14.

Davis, B. A. S. et al. 2003. The temperature of Europe during the Holocene reconstructed from pollen data. Quaternary Science Reviews 22: 1701–1716

Eknæs, Å. 1972. Katisse – en gammel faststående fiskeinnretning. Norsk Skogbruksmuseum Årbok nr. 6: 119–126.

Eknæs, Å. 1979. Innlandsfiske. Det Norske Samlaget. Norsk Kulturarv.

Ekström, J. 1993. The late Quaternary History of the Urus (*Bonus primigenius* Bojanus 1827) in Sweden. Avhandling. Lund University. Department of Quaternary Geology, Lund.

Esseen, P.-A., Ehnström, B, Ericson, L. & Sjöberg, K. 1997. Boreal forests. Ecological Bulletins 46: 16–47.

Fickert, T., Friend, D., Grüniger, F., Molnia, B. & Richter, M. 2007. Did debris-covered glaciers serve as Pleistocene refugia for plants? A new hypothesis derived from observations of recent plant growth on glacier surfaces. Arctic, Antarctic, and Alpine Research, 39(2): 245–257.

Flagstad, Ø. & Røed, K. H. 2003. Refugial origins of reindeer (*Rangifer tarandus* L.) inferred from mitochondrial DNA sequences. Evolution 57 (3): 658–670.

Follestad, B. A. & Olsson, I. U. 1979. The 14C age of the «Toten» mammoth, eastern Norway. Boreas, Vol. 8: 307–312.

Frafjord, K. & Hufthammer, A. K. 1994. Subfossil Records of the Arctic Fox (*Alopex lagopus*) Compared to Its present Distribution in Norway. Arctic Vol. 47, No 1: 65–68.

Friis, P. C. 1632. Norrigis Bescriffuelse. Utgitt av O. Worm, København.

Fuglestad, I. 1999. The Late Mesolithic group at Svevollen, interior Eastern Norway: Normative action and consumptional control. In: Thévenin, A. (ed.): L' Europe des derniers Chasseurs. Épipaleolithique et Mésolithique: 347–353.

Gaffney, V., Fitch, S. & Smith, D. 2009. Europe's Lost World. The rediscovery of Doggerland. CBA Research Report 160..

García, N. & Arsuaga, J. L. 2003. Last glaciation cold-adapted faunas in the Iberian Peninsula. Deinsea 9: 159–169.

Geist, V. 1999. Deer of the World. Their evolution, behavior and ecology. Swan Hill Press.

Getz, A. 1888. Forhandlingar i Viden-skabsselskapet i Christiania. 12. årgang. A. W. Brøgers Boktrykkeri.

Giesecke, T. & Bennett, K. D. 2004. The Holocene spread of *Picea abies* (L.) Karst. In Fennoscandia and adjacent areas. Journal of Biogeography Vol. 31, Issue 9: 1523–1548

Giesecke, T., Bjune, A. E., Chiverrell, R. C., Seppä, H., Ojala, A. E. K. & Birks, H. J. B. 2008. Exploring Holocene continentality changes in Fennoscandia using present and past tree distributions. Quaternary Science Reviews 27: 1296–1308.

Goehring, B. M., Brook, E. J., Linge, H., Raisbeck, G. M. & Yiou, F. 2008. Beryllium-10 exposure ages of erratic boulders in southern Norway and implications for the history of the Fennoscandian Ice Sheet. Quaternary Science Reviews 27: 320–336.

Grøndahl, F. A., Hufthammer, A. K., Dahl, S. O. & Rosvold, J. 2010. A preboreal elk (*Alces alces* L. 1758) antler from south-eastern Norway. Fauna norvegica Vol. 30: 9–12.

Grøndahl, F. A. 2013. Rester og spor av katter i Nord-Mesna, Sør-Mesna og Bustokkå i Lillehammer kommune og Ringsaker kommune. 13 s. Randsfjordmuseene. Upublisert notat.

Grøndahl, F. A., van der Kooij, J., Mathiesen, A. & Steen, R. 2019. Taigaspissmus (*Sorex isodon*): Status funn i Norge og utvikling av programvare for bildegjenkjenning ut fra underkjever. Rapport Randsfjordmuseet.

Gulliksen, S., Nydal, R. & Lövseth, K. 1973. Trondheim Natural Radiocarbon Measurements VII. Radiocarbon Vol. 17, No 3: 364–395.

Gunnarsdóttir, H. 1996. Holocene vegetation history and forest-limit fluctuations in Smådalen, eastern Jotunheimen, South Norway. Palaeoclimate research 20: 233–255.

Gustafson, L. 1990. Bukkhammeren, en beverfangstplass i Innerdalen, Kvikne. Viking Bind LIII: 21–49.

Gutherie, R. D. 1984. Alaska megabucks, megabulls, and megarams. The issue of Pleistocene gigantism. – I: Grenaway, H. H. & Dawson, M. R. (eds.). Contributions in Quaternary vertebrate paleontology. Carnegie Museum of Natural History. Special Publication, no. 8: 482–510.

Gutherie, R. D. 2000. Origin and causes of the mammoth steppe: a story of cloud cover, woolly mammal tooth pits, buckles, and inside-out Beringia. Quaternary Science Reviews 20: 549–574.

Hafsten, U. 1975. Mjøsområdet natur- og kulturhistorie – slik avsetningene i myrer og tjern beretter. Særtrykk av årbok nr. 7 for Norsk Skogbruksmuseum 1972–1975.

Hafsten, U. 1992. The immigration and spread of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst. In Norway. Norsk geografisk tidsskrift No. 3/1992: 121–157.

Hagström, T., Hagström, E. & Lundwall, B. 2011. Nordens pattedyr. Gyldendal Norsk Forlag AS.

Haldorsen, S. 1990. Istid i Åstdalen. En geologisk beskrivelse. Informasjonsfolder.

Haldorsen, S., Rappol, M., Sønstegaard, E. & Henningsmoen, K. 1992. Interstadials and glaciotectionic derformations in Åstdalen, southeastern Norway. Sveriges Geologiska Undersökning, Ser. Ca 81: 125–132.

Hallanaro, E.-L. & Pylvänäinen, M. 2002. Nature in Northern Europe. Biodiversity in a changing environment. Nordic Council of Ministers, Copenhagen.

Hampe, A. & Petit, A. 2005. Conserving biodiversity under climate change: the rear edge matters. Ecology Letters. Volume 8, Issue 5: 461–467.

Heintz, A. 1955. Når og hvor levde mammuten i Norge. Naturen 79: 136–153.

Heintz, A. 1956a. Et nytt funn av mammutstøttann fra Norge. Norsk Geologisk Tidsskrift 36: 17–23.

Heintz, A. 1956b. Nye mammutfunn i Norge. Naturen 80: 289–291.

Heintz, A. 1962. Tre Mammutfunn fra Gudbrandsdalen. Naturen 86: 291–298.

Heintz, A. 1965. Kari Joten, som fant den første mammuttann. Naturen 89: 250–255.

Heintz, A. 1971. Mammut-funn fra Norge. Fauna 24: 173–186.

Heintz, A. 1974. Nytt om mammut-funn fra Norge. Naturen 98: 51–54.

Heintz, N., Garnes, K. & Nydal, R. 1979. Norske og sovjetiske mammutfunn i kvartærgeologisk perspektiv. I: Nydal, R., Westin, R., Hafsten, U. og Gulliksen, S. 1979. Fortiden i søkelyset. 14C datering gjennom 25 år. Laboratoriet for Radiologisk Datering: 209–217.

Helle, M., Sønstegaard, E., Russel, G. & Rye, N. 1981. Early Weichselian peat at Brumunddal. Southeastern Norway. Boreas 10: 369–379.

Henningsmoen, K. E. 1975. Elghornet fra Hov i Løten. Norsk Skogbruksmuseum Årbok nr. 7: 62–73.

Henriksen, V. & Indrelid, S. 1979. Vidda og mennesket. I: Nyquist, F. P. (red.). Hardangervidda. Grøndahl & Søn Forlag AS.

Hesthagen, T. & Sandlund, O. T. 2004. Fish distribution in a mountain area in south-eastern Norway: human introduction overrule natural immigration. Hydrobiologica 521: 49–59

Hesthagen, T. 2016. Auren i Jotunheimen – når vart han innført, og kor kom han frå? I: Mjærum, A. & Wammer, E. U. (Red.). Fjellfiske i fortiden. Årtusener med svømmende rikdom. Portal Forlag.

Hewitt, G. M. 1996. Some genetic consequences of ice ages, and their role in divergence and speciation. Biological Journal of the Linnean Society, 58: 247–276.

Hewitt, G. M. 1999. Post-glacial re-colonization of European biota. Biological Journal of the Linnean Society 68: 87–112.

Hjelle Loe, K. & Hufthammer, A. K. 1992. Kotedalen – en boplass gjennom 5 000 år 2. Naturvitenskaplige undersøkelser.

Hjeljord, O. 2008. Viltetologi og forvaltning. Tun Forlag.

Hjertager, A. 2003. Spor etter hav på Romerike. Årringen 2003: 18–20.

Hofreiter, M. & Stewart, J. 2009. Ecological Change, Range Fluctuations and Population Dynamics during the Pleistocene. Review. Current Biology 19: 584–595.

Holm, J. & Rieck, F. 1992. Istidsjægerne ved Jelsøerne. Hamburgkulturen i Danmark. Skrifter fra Museumsrådet for Sønderjyllands Amt Haderslev 5: 93–132.

Hooke, R. L. & Martin-Duque, J. F. 2012. Land transformation by humans: A review. The Geological Society of America. Volume 22, Issue 12: 4–10

Houmark-Nielsen, M. & Kjær, K. H. 2003. South-west Scandinavia, 40–15 kyr BP: paleogeography and environmental change. J. Quatern. Sci. 18 (8): 769–786.

Hufthammer, A. K. 1982. Geirfuglens utbredelse og morfologiske variasjon i Skandinavia. Hovedfagsoppgave. Bergen, Norway: (zoologisk økologi), Universitetet i Bergen.

Hufthammer, A. K. 1990. Det osteologiske materialet fra steinalderundersøkelsene ved Dokkføyvatn. Unpublished report. Museum of Zoology, University of Bergen.

Hufthammer, A. K. and Hodgetts, L. 1997. Faunal material from the three stone age excavations at Rødsmo. In: Boaz, J. (ed.) Steinalderundersøkelsene på Rødsmoen. Varia 41: 149–158.

Hufthammer, A. K. 1997. The vertebrate faunal remains from Auve – a palaeoecological investigation. In: Østmo, E., Hulthén, B., Isaksson, S., Hufthammer, A. K., Sørensen, R., Bakkevig, S. og Skovhus Thomsen, M. 1997. Auve. Institutt for arkeologi, kunsthistorie og numismatikk, Universitetets Oldsaksamling. Tekniske og naturvitenskapelige undersøkelser bind II. Norske oldfunn XVII: 43–63.

Hufthammer, A. K. & Aaris-Sørensen, K. 1998. Late- and postglacial European Roe Deer. In: Andersen, R., Duncan, P. & Linnell, J. D. C. The European Roe Deer: the Biology of Success. Scandinavian University Press: 47–69.

Hufthammer, A. K. Pattedyrenes historie i Norge – fra istid til nåtid (500 før nåtid). Upublisert notat.

Hufthammer, A. K. 2001. The Weichselian (c. 115,000–10,000 B.P.) vertebrate fauna of Norway. Bollettino della Societa Paleontologica Italiana 40 (2): 201–208.

Hufthammer, A. K. 2006. The vertebrate fauna of eastern Norway – from the Ice Age to the Middle Ages. Skrifter (Kulturhistorisk Museum, Universitetet i Oslo) 4: 191–202.

Hufthammer, A. K. & Walløe, E. 2010. Om utbredelsen av rotter i Norge i middelalderen og tidlig nytid – Kan rotter ha vært mellomverter for spredning av pestepidemier? Historisk tidsskrift. Bind 89: 29–43.

Hufthammer, A. K. & Mjærum, A. 2016. Fjellfunn og fiskebein – om fiske og bruken av fjellet i fortiden. I. Mjærum, A. & Wammer, E. U. (Red.). Fjellfiske i fortiden. Årtusener med svømmende rikdom. Portal Forlag.

Hufthammer, A. K., Svendsen, J. I. & Pavlov, P. 2018. Animals and humans in the European Russian Arctic towards the end of the last Ice Age and during the mid Holocene time. Boreas Vol. 48 Issue 2: 387–406.

Hufthammer, A. K., Nesje, A. & Higham, T. F. G. 2019. Radiocarbon dates of two musk ox vertebrae reveal ice-free conditions during late Marine Isotope Stage 3 in central South Norway. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Paleoecology 524: 62–69.

Huitfeldt-Kaas, H. 1918. Ferskvandsfiskenes utbredelse og indvandring i Norge. Centraltrykkeriet, Kristiania.

Høeg, H. I. 1990. Den pollenanalytiske undersøkelsen ved Dokkføyvatn i Gausdal og Nordre Land, Oppland. Varia nr 21 Universitetets Oldsaksamling.

Høeg, H. I. 1996. Pollenanalytiske undersøkelser i «Østerdalsområdet» med hovedvekt på Rødsmoen, Åmot i Hedmark. Varia nr 39 Universitets Oldsakssamling.

Høeg, H. I. 2000. Oldtidsgranskninger i Snertingdal. Pollenanalytiske undersøkelser. Årbok for Gjøvik: 97–106.

Høeg, H. I. 2005. Den pollenanalytiske metoden og lokaliteter hvor det er utført pollenanalytiske undersøkelser. I: Stene, K., Amundsen, T., Risbøl, O. & Skare, K. (red.) «Utmarkens grøde». Mellom registrering og utgravning i Gråfjellområdet, Østerdalen. Kulturhistorisk Museum, Universitetet i Oslo. Varia 59: 27–43.

Høgaas, F., Hansen, L., Rindstad, B. I., Sveian, H. & Olsen, L. 2012. Database for registrering av marin grense (MG) i Norge. NGU Rapport 2012.063. Norges geologiske undersøkelse.

Høgaas, F. & Longva, O. 2016. Mega deposits and erosive features related to the glacial lake Nedre Glomsjø outburst flood, southeastern Norway, Quaternary Science Reviews Volume 151: 273–291.

Hågvar, S. 2012. Primary Succession in Glacier Forelands: How Small Animals Conquer New Land Around Melting Glaciers. <https://www.intechopen.com/books/international-perspectives-on-global-environmental-change/primary-succession-in-glacier-forelands-how-small-animals-conquer-new-land-around-melting-glaciers>

Håkonsen, A. 1996. Et historisk perspektiv på skogbranners innflytelse i et barskogsområde på Østlandet. Tolking av makrofossilt trekull på Totenåsen. Skogbrann og miljøforvaltning – en utredning om skogbrann som økologisk faktor. Hovedfagsoppgave. Institutt for biologi og naturforvaltning, Norges landbruks-høgskole.

Idland, M. A. 1992. Geokjemiske analyser av de norske mammutrestene med henblikk på datering. Hovedfagsoppgave i geologi. Universitetet i Bergen.

Indrelid, S. 1994. Fangstfolk og bønder i fjellet. Bidrag til Hardangerviddas førhistorie 8500–2500 år før nåtid. Universitetets Oldsakssamlings Skrifter Ny rekkenr. 17.

Indrelid, S. & Hufthammer, A. K. 2011. Medieval mass trapping of reindeer on the Hardangervidda mountain plateau, South Norway. Quaternary International Volume 238, Issues 1–2: 44–54.

Iregren, E. 1985. «An example of how a mammalian species may vary biometrically during different climatic conditions. – A study of teeth of modern moose (*Alces alces* L.) together with teeth from dwelling sites in northern Sweden.» ISKOS 5: 217–225.

Jaarola, M., Tegelström, H. & Fredga, K. 1999. Colonization history in Fennoscandian rodents. In Racey, P. A. et al. (ed.). Molecular genetics in animal ecology. Biological Journal of the Linnean Society 68: 113–127.

Jakobsen, H. & Follum, J.-R. 1997. Kulturminner og skogbruk. Skogbrukets kursinstitutt.

Jaksland, L. 2001. Vinterbrolokalitetene. En kronologisk sekvens fra mellom- og senmesolitikum. Ås, Akershus. Varia 52.

Jahnsen, J. B. 2012. Bjørnen i kirken. Om bjørneskinn, bjørnelabber, bjørneklør og bjørnefigurer i norske kirker. Oplandske Bokforlag.

Jelgersma, S. 1979. Sea-level changes in the North Sea basin. In: Oele, E., Chüttenhelm, R. T. M. & Wiggers, A. J. (eds): The Quaternary History and the North Sea: 233–248.

Jonsson, L. 1995. Vertebrate fauna during the Mesolithic on the Swedish west coast. In: Fischer, A. (ed.) Man and Sea in the Mesolithic. Oxbow Books, Oxford.

Jonsson, L. 1988. The Vertebrate Faunal Remains from the Late Atlantic Settlement Skateholm in Scania, South Sweden. In Larsson, L. (ed.). The Skateholm Project. I. Man and Environment. Acta Regia Societatis Humanorum Letterarum Lundensis LXXIX, 56–88. Almqvist & Wiksell International, Stockholm.

Johnson, L. 2014. Vertebratfauna i Skageraksområdet vid slutet av Pleistocen och början av Holocen. I: Jaksland, L. & Persson, P. (red.). E18 Brunlanesprosjektet Bind I. Forutsetninger og kulturhistorie. Kulturhistorisk Museum, Universitetet i Oslo. Varia 79: 157–170.

Jordhøy, P., Binns Støen, K. & Hoem, S. A. 2005. Gammel jakt- og fangstkultur som indikator for eldre tiders jaktorganisering, ressurspolitikk og trekkmonster hos rein i Dovretraktene. NINA rapport 19.

Jordhøy, P. 2005. Gamal jakt- og fangstkultur som indikator på trekkmonster hjå rein i Sør-Noreg. Kartlagde fangstanlegg i Rondane, Ottadalen, Jotunheimen og Forollhogna. NINA Rapport 246.

Jordhøy, P. 2008. Ancient wild reindeer pitfall trapping systems as indicators for former migration patterns and habitat use in the Dovre region, southern Norway. Rangifer 28 (1): 79–87.

Kaplan, J. O., Krumhardt, K. M. & Zimmermann, N. 2009. The prehistoric and preindustrial deforestation of Europe. Quaternary Science Reviews 28: 3016–3034.

Kjellberg, G. 2012. Mjøsas istidsinnvandrere, upublisert rapport.

Kleiven, I. 1923. Gamal bondekultur i Gudbrandsdalen. Lesja og Dovre. Kristiania.

Knudsen, C. G. 2006. Glacier dynamics and Late-glacial environmental changes – evidences from SW Norway and Iceland. Department of Earth Science. Ph.D., University of Bergen.

Kowalski, K. 2001. Pleistocene rodents of Europe. Folio Quaternaria 72: 3–389.

Kolstad, E & Paasche, Ø. 2009. Hva er klima? Universitetsforlaget.

Kullman, L. 1980. Radiocarbon dating of subfossil Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in the southern Swedish Scandes. Boreas 9: 101–106.

Kullman, L. 2002. Boreal tree taxa in the central Scandes during the Late-Glacial: implications for Late-Quaternary forest history. Journal of Biogeography, 29: 1117–1124.

Kullman, L. 2004. Tree-limit landscape evolution at the southern fringe of the Swedish Scandes (Dalarne province)–Holocene and 20th century perspectives. Fennia 182: 73–94.

Kullman, L. 2008. Early postglacial appearance of tree species in northern Scandinavia: review and perspective. Quaternary Science Reviews 27: 2467–2472.

Kullman, L. & Kjällgren, L. 2000. A Coherent Postglacial Tree-limit Chronology (*Pinus sylvestris* L.) for the Swedish Scandes: Aspects of Paleoclimate and «Recent Warming,» Based on Megafossil Evidence. Arctic, Antarctic and Alpine Research, Vol. 32, No. 4: 419–428.

Kurten, B. 1968. Pleistocene Mammals of Europe. Aldine Transaction.

Lagerholm, V. K., Sandoval-Castellanos, E., Ehrich, D., Abrahamson, N. I., Nadachowski, A., Kaltoff, D. C., Germonpré, M., Angerbjörn, A., Stewart, J. R. & Dalén, L. 2014. On the origin of the Norwegian lemming. Molecular Ecology 23: 2060–2071.

Lambeck, K., Yokoama, T. & Purcell, T. 2002. Into and out of the Last Glacial Maximum: sea-level change during Oxygen Isotope Stages 3 and 2. Quaternary Science Reviews 21: 343–360.

Lane, T. P., Paasche, Ø., Kvisvik, B., Adamson, K. R., Rodés, Á., Patton, H., et al. 2020. Elevation changes of the Fennoscandian Ice Sheet interior during the last deglaciation. Geophysical Research Letters, 47, e2020GL088796. <https://doi.org/10.1029/2020GL088796>

Lange, C. C. A. & Unger, C. R. 1855. Diplomatarium norvegicum Oldbreve tredje samling. P. T. Mallings Forlagshandel. Christiania. (diplom nr. 610).

Lange, C. C. A. & Unger, C. R. 1855b. Diplomatarium norvegicum Oldbreve tredje samling. P. T. Mallings Forlagshandel. Christiania. (diplom nr. 937).

Lanting, J. N., Aerts-Bijma, A. T. & van der Plicht, J. 2001. Dating of cremated bones. Radiocarbon, Volume 43, Issue 2A: 249–254.

Larsen, J. H. 2009. Jernvinneundersøkelser. Faglig program bind 2. Universitetet i Oslo.

Larsen, E., Gulliksen, S., Lauritzen, S. E., Lie, R., Løvlie, R. & Mangerud, J. 1987. Cave stratigraphy in western Norway; multiple Weichselian glaciation and interstadial vertebrate fauna: Boreas, 16: 267–292.

Lauritzen, S. E. 2010. Grotter. Norges ukjente underverden. Tun Forlag.

Lauritzen, S. E., Nese, H. Lie, R. W., Lauritzen, Å. & Løvlie, R. 1996. Interstadial/Interglacial fauna from Norcemgrotta, Kjøpsvik, north Norway. Karst Waters Institute Special Publications 2: 89–92.

Lepiksaar, J. 1986. The Holocene History of Terrestrial fauna in Fennoscandia and Baltic Countries – In: Nordic Late Quaternary Biology and Ecology (I.-K. Königsson, Ed.). Stria Vol. 24: 51–70.

Lie, R. 1986. Animal bones from the late Weichselian in Norway. Fauna norvegica, No. 5, Vol. 7: 41–46.

Lie, R. W. 1990. Norges faunahistorie (II). Boreal tid. Naturen 1990 nr. 2: 68–75.

Liljegren, R & Lagerås, P. 1993. Från mammutstjäpp till kohage. Djurens historia i Sverige.

Linder, p., Elfving, B. & Zackrisson, O. 1997. Stand structure and successional trends in virgin boreal forest reserves in Sweden. For. Ecol. Manage. 98: 17–33.

Lindholm, M., Anglés d'Auriac, M., Thaulow, J. & Hobæk, A. 2016. Dancing around the pole: holarctic phylogeography of the Arctic fairy shrimp *Branchinecta paludosa* (Anostraca, Branchiopoda). Hydrobiologica 772: 189–205.

Lister, A., Sher, A. V., Essen, v. H. & Wei, G. 2005. The pattern and process of mammoth evolution. Eurasia Quaternary International 126–128: 49–64.

Lister, A. & Bahn, P. 2007. Mammoths. Giants of the Ice Age. University of California Press.

Lofterud, C. 2002. Älgkon skapade värden. Loft-erud Produktion.

Longva, O. & Thoresen, M. K. 1991. Iceberg scours, iceberg gravity craters and current erosion marks from a gigantic Preboreal flood in southeastern Norway. Boreas Volume 20, Issue 1: 47–62

Lorenzen, E. D., Nogués-Bravo, D., Orlando, L. et al. 2011. Species-specific responses of Late Quaternary megafauna to climate and humans. Nature, 479: 359–364.

Petersen, S. & Lundh, O. G. 1863. Norske Rigsregistrater bind II 1572–1588. Tildeels I uddrag. Udgivne efter offentlig foranstaltning. Brøgger & Christie's Bogtrykkeri.

Mangerud, J. 2004. Ice sheets limits on Norway and the continental shelf. In: Ehlers, J., Gibbard, P. L. (Eds.), Quaternary Glaciations–Extent and Chronology, vol. 1: 271–294.

Mangerud, J., Gulliksen, S. & Larsen, E. 2010. 14C-dated fluctuations of the western flank of the Scandinavian Ice Sheet 45–25 kyr BP compared with Bølling–Younger Dryas fluctuations and Dansgaard–Oeschger events in Greenland. Boreas 39: 328–342.

Mangerud, J. 1965. Dalfyllinger i noen sidedaler til Gudbrandsdalen, med bemerkninger om norske mammutfunn. Norsk Geologisk Tidsskrift 45: 199–226.

Mangerud, J. 1970. Interglacial sediments at Fjøsanger, near Bergen, with the first Eemian pollen-spectra from Norway. Norsk Geologisk Tidsskrift 50: 167–181.

Mangerud, J., Andersen, S. T., Berglund, B. E. & Donner, J. J. 1974. Quaternary stratigraphy of Norden, a proposal for terminology and classification. Boreas, Vol. 3: 109–128.

Mangerud, J. 2004. Ice sheets limits in Norway and on the Norwegian continental shelf. In: Ehlers, J. & Gibard, P. L. (Eds.), Quaternary Glaciations – Extent and Chronology: 271–294.

Mangerud, J., Andersen, S. T., Berglund, B. E. & Donner, J. J. 1974. Quaternary stratigraphy of Norden, a proposal for terminology and classification. Boreas, Vol. 3: 109–128.

Mangerud, J., Gyllencreutz, R., Lohne, Ø. & Svendsen, J. I. 2011. Glacial History of Norway. In: Developments in Quaternary Science Vol. 15: 279–298.

Mangerud, J., Birks, H.H., Halvorsen, L.S., Hughes, A.L.C. et al. 2018. The timing of deglaciation and sequence of pioneer vegetation at Ringsaker, eastern Norway – and an earthquake-triggered landslide. Norwegian Journal of Geology 98: 1–18.

Mangerud, J., Jakobsen, M., Alexanderson, H., Astakhov, V., Clarke, G.K.C., Henriksen, M., Hjort, C., Krinner, G., Lunkka, J. P., Möller, P., Murray, A., Nikolskaya, O., Saarnisto, M. & Svendsen, J. I. 2004. Ice-dammed lakes and rerouting of the drainage of northern Eurasia during the last Glaciation. Quaternary Science Reviews 23: 1313–1332.

Mansrud, A. 2009. Animal bone studies and perception of animals in the Mesolithic society. In: McCartan, S., Sculting, R., Graeme, W. & Woodman, P. Mesolithic horizons. Papers presented at the seventh international conference on the Mesolithic in Europe, Belfast 2005. Oxford: Oxbow Books.

Mikkelsen, E. 1975. Frebergsvik – et mesolittisk boplassområde ved Oslofjorden. Universitetets Oldsakssamlings skrifter – ny rekke nr. 1.

Mikkelsen, E. & Høeg, H. I. 1977. Hakker av elg- og hjortehorn funnet i Norge. Universitetets Oldsakssamling Årbok 1975/1976: 11–28.

Mikkelsen, E. 1989. En 6000 år gammel steinalderhytte i Heradsbygd. Vinterkvarter for elg- og beverfangst. I: Fossum, T., Stener, M. & Sæter, O. 1989. Årbok for Elverum: 39–54.

Mikkelsen, E. 1994. Fangstprodukter i vikingtidens og middelalderens økonomi. Organiseringsen av massefangst av villrein i Dovre. Universitetets Oldsakssamlings skrifter. Ny rekke nr. 18.

Mikkelsen, E., Ballin, T. B. & Hufthammer, A. K. 1999. Tørkop. A boreal settlement in south-eastern Norway. Acta Archaeologica 70: 20–57.

Mix, A. C., Bard, E. & Schneider, R. 2001. Environmental processes of the Ice age: land, oceans, glaciers (EPILOG). Quaternary Science Review 20: 627–658.

Mjærum, A. & Wammer, E. U. (red.) 2016. Fjellfiske i fortiden. Årtusener med svømmende rikdom. Portal Forlag.

Mjærum, A. & Mansrud, A. 2020. Resource management in Late Mesolithic Eastern Norway? Fishing in coastal, interior and mountain areas and its socio-economic implications. In: Schülke, A. Coastal landscapes of the Mesolithic. Human engagement with the coast from the Atlantic to the Baltic sea. Routledge.

Moe, D., Vorren, T., Alm, S., Fimeite, S., Mørkved, B., Nilsen, E., Paus, Aa., Ramfjord, H., Selvik, S. F. & Sørensen, R. 1996. Palaeoecological Events During the Last 15 000 Years: Regional Syntheses of Palaeoecological Studies of Lakes and Mires in Europe. Edited by: Berglund, B. E. et al. 1996. John Wiley & Son Ltd.

Moen, A. 1998. Vegetasjon. Nasjonalatlas for Norge. Statens kartverk, Hønefoss.

Motzfeldt, U. A. 1908. Den norske vassdragsretts historie indtil aaret 1800 med domssamling. Kristiania. Brøgger.

Müller, E., Bronken Eidesen, P., Ehrich, D. & Alsos, I. G. 2012. Frequency of local, regional, and long distance dispersal of diploid and tetraploid *Saxifraga oppositifolia* (Saxifragaceae) to Arctic glacier forelands. American Journal of Botany 99 (3): 1–13.

Murchie, T. J. et al. 2020. Optimizing extraction and targeted capture of ancient environmental DNA for reconstructing past environments using the PalaeoChip Arctic-1.0 bait-set. Quaternary Research Volume 99: 305–328.

Myklebust, R. 1992. Eit metodestudie i bruk av termoluminescens (TL) ved datering av minerogene sediment ifrå avsetjingar i Gudbrandsdalen. Hovedfagsoppgave Universitetet i Bergen.

Myhre, B. & Øye, I. 2002. Norges Landbrukshistorie I. Jorda blir levevei. Samlaget.

Naujok, J. & Finch, O.-D. 2003. Communities and spatio-temporal patterns of epigeic beetles (Coleoptera) in high mountain habitats of the Central Norwegian Scandes, with special emphasis on carabid beetles (Carabidae). Norw. J. Entomol. 51: 31–55.

Nesbø, C. L., Fossheim, T., Vøllestad, L. A. & Jacobsen, K. S. 1999. Genetic divergence and phylogeographic relationship among European perch (*Perca fluviatilis*) populations reflect glacial refugia and postglacial colonisation. Mol. ecol. Sep;8(9): 1387–404.

- Nese, H.** & Lauritzen, S.-E. 1996. Quaternary stratigraphy of the Storsteinhola cave system, Kjøpsvik, north Norway. Karst Waters Institute Special Publications 2: 116–120.
- Nesje, A.** & Dahl, S. O. 1993. Late glacial and Holocene glacier fluctuations and climate variations in western Norway: a review. Quaternary Science Reviews 12: 255–261.
- Nydal, R.**, Gulliksen, S. & Løvseth, K. 1972. Trondheim natural radiocarbon measurements VI. Radiocarbon 14: 418–451.
- Öberg, L.** & Kullman, L. 2013. Fjällens urgamla gränar – en faktabok. Jengel Förlag.
- Olsen, M.** 1941. Norges innskrifter med de yngre runer. Første bind. I Østfold fylke. II Akershus fylke og Oslo. III Hedmark fylke. IV Oppland fylke. Oslo.
- Olsen, L.** 1985. Weichselian Till Stratigraphy in the Lillehammer Area, Southeast Norway: Nor. geol. unders. Bull. 401: 59–81.
- Olsen, L.**, Sveian, H., Bergström, B., Selvik, S. F., Lauritzen, S.-E., Stokland, Ø. & Grøsfjeld, K. 2001. Methods and stratigraphies used to reconstruct Mid- and Late Weichselian palaeoenvironmental and palaeoclimatic changes in Norway. Norges Geologiske Undersøkelser Bulletin 438: 21–46.
- Östlund, L.** 1993: Exploitation and structural changes in the north Swedish boreal forest 1800–1992. Ph.D.-thesis, Dept of Forest Veg. Ecol., Sw. Univ. of Agriculture Science, Umeå.
- Parducci, L.** et al. 2012. Glacial Survival of Boreal Trees in North Scandinavia. Science Vol. 335: 1083–1086.
- Patton, H.**, Hubbard, A., Andreassen, K., Auriac, A. et al. 2017. Deglaciation of the Eurasian ice sheet complex. Quaternary Science Reviews 169: 148–172.
- Paus, A.** 2010. Vegetation and environment of the Rødalen alpine area, Central Norway, with emphasis on the early Holocene. Veget. Hist. Archaeobot 19: 9–51.
- Paus, A.**, Velle, G. and Berge, J. 2011. The Late glacial and early Holocene vegetation and environment in the Dovre mountains, central Norway, as signalled in two Late glacial nunatak lakes. Quaternary Science Reviews 30: 1780–1796.
- Paus, A.**, Boessenkool, S., Brochmann, C., Epp, L.S., Fabel, D., Hafliðason, H. & Linge, H., 2015. Lake Store Finnsjøen—a key for understanding Late glacial/early Holocene vegetation and ice sheet dynamics in the central Scandes Mountains. Quaternary Science Reviews, 121: 36–51.
- Paus, A.**, Hafliðason, H., Routh, J., Naafs, B. D. A. & Thoen, M. W. 2019. Environmental response to the 9.7 and 8.2 cold events at two ecotonal sites in the Dovre mountains, mid-Norway. Quaternary Science Reviews 205: 45–61.

- Paus, A.** & Haugland, V. 2016. Early- to mid-Holocene forest-line and climate dynamics in southern Scandes mountains inferred from contrasting megafossil and pollen data. The Holocene. Volume 27: 361–383.
- Paus, A.** 2020. Lake Heimtjønnå at Dovre, Mid-Norway, reveals remarkable late-glacial and Holocene sedimentary environments and the early establishment of spruce (*Picea abies*), alder (*Alnus cf. incana*), and alpine plants with present centric distributions. Quaternary International. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2020.09.008>
- Perdikaris, S.** 1990. Aker; A zooarchaeological perspective on a Norwegian Iron Age Site. Prepared for Anne Karin Hufthammer, University of Bergen.
- Plotnikov, V.**, Maschenko, E., Pavlov, I., Protopopov, A., Boeskorov, G. & Petrova, A. 2015. New data on trunk morphology in the woolly mammoth, *Mammuthus primigenius* (Blumenbach) Palaeontological Journal. 49, 2: 200–210.
- Obuch, J.** & Bangjord, G. 2016. The Eurasian eagle-owl (*Bubo bubo*) diet in Trøndelag region (Central Norway). Slovak Raptor Journal 10: 51–64.
- Qvenild, T.** 2010. Fiske i Hedmark. Tun Forlag.
- Rokoengen, K.**, Olsen, L. and Selvik, S.F. 1993a. Sub-till sediments at Rokoberget, southeastern Norway. Norges geologiske undersøkelse Bulletin, 424: 1–12.
- Rolstad, J.**, Framstad, E., Gundersen, V. & Storånet, K. O. 2002. Naturskog i Norge. Definisjoner, økologi og bruk i norsk skog- og miljøforvaltning. Skogforsk NLH.
- Rosvold, J.**, Røed, K. H., Hufthammer, A. K., Andersen, R. & Steinøien, H. K. 2012. Reconstructing the history of a fragmented and heavily exploited red deer population using ancient and contemporary DNA. BMC Evolutionary Biology 12, 191.
- Rosvold, J.** & Andersen, J. 2008. Wild boar in Norway – is climate a limiting factor? Zoologisk rapport 2008–1. NTNU.
- Rosvold, J.**, Halley, D. J., Hufthammer, A. K. et al. 2010. The rise and fall of wild boar in a northern environment: Evidence from stable isotopes and subfossil finds. The Holocene 20: 1113–1121.
- Rosvold, J.**, Andersen, R., Linnell, J. D. C. & Hufthammer, A. K. 2013. Cervids in a dynamic northern landscape: Holocene changes in the relative abundance of moose and red deer at the limits of their distributions. The Holocene 23(8): 1143–1150.
- Rosvold, J.**, Haanes, H., Andersen, R., Røed, K.H. & Bjørneraas, K. 2012. Artenes historie i Norge – bestandsutvikling, genetikk og forvaltning. I: Bjørneraas, K. (red.). Klauvilt i norsk natur – historie, biologi og forvaltning: 34–59.

Rosvold, J., et al. 2014. «Long-term morphological changes in the skeleton of red deer (Artiodactyla, Cervidae) at its northern periphery.» Journal of Mammalogy 95(3): 626–637.

Rosvold, J. 2016. Perennial ice and snow-covered land as important ecosystems for birds and mammals. Journal of Biogeography 43: 3–12.

Rosvold, J. & Breivik, H. M. 2017. An Early Holocene Bearded Seal from the Trondheimsfjord: Environmental and Archaeological Implications. In: Persson, P. et al. (eds.). Ecology of Early Settlement in Northern Europe – Conditions for Subsistence and Survival. Equinox eBooks Publishing.

Rosvold, J. 2018. Faunal finds from Alpine Ice; Natural or Archaeological Depositions? Journal of Glacial Archaeology 3: 79–108.

Rosvold, J. Udatert. Rapport over faunafunn fra breer og snøfonner i Oppland. Oppland fylkeskommune, kulturarvenheten.

Røed, K., Bjørnstad, G., Flagstad, Ø., Haanes, H., Hufthammer, A. K., Jordhøy, P. & Rosvold, J. 2014. Ancient DNA reveals prehistoric habitat fragmentation and recent domestic introgression into native wild reindeer. Conserv. Genet 15: 1137–1149.

Sandlund, O. T. 1979. Hornulke i Mjøsa – ny fiskeart for Norge. Fauna 3 (nr 1): 1–3.

Schaanning, H. T. L. 1948. Dyrelivet i Land. I: Kol-srud, O. og Christiansen, R. Boka om Land.

Schmölcke, V. & Zachos, F. E. 2005. Holocene distribution and extinction of the moose (*Alces alces*, Cervidae) in Central Europe. Mammalian biology 70, 6: 329–344.

Schøning, G. 1775. Reise som giennem en deel af Norge i de aar 1773, 1774 og 1775 paa Hans Majestets Kongens bekostning. Tredje bind. Gudbrandsdalen og Hedemarken. Tapir forlag, re-print 1980.

Segerstråle, S. G. 1976. Immigration of glacial relicts into northern Europe. Boreas Vol. 5: 1–7.

Sejrup, H.-P., Larsen, E., Landvik, J., King, E. L., Haflidason, H. & Nesje, A. 2000. Quaternary glaciations in southern Fennoscandia: evidence from southwestern Norway and the North Sea region. Quaternary Science Reviews, 19: 667–685.

Selinge, K.-G. 1974. Fångstgropar. Jämtlands vanligaste fornlämningar. Fornvårdaren 12. Jämtlands läns museum.

Skrede, I., Eidesen, P. B., Portela, R. P. & Brochmann, C. 2006. Refugia, differentiation and past glacial migration in arctic-alpine Eurasia, exemplified by the mountain avens (*Dryas octopetala* L.). Molecular ecology 15: 1827–1840.

Solberg, E. J., Røed, K. H., Flagstad, Ø., Sæther, B. E., Heim, M., Andersen, R. & Rolandsen, C. M. 2009. Elgens genetiske struktur i Norge. NINA Rapport 467.

Solem, J. O. 1995. Om innvandring og spredning av arktisk/alpine insekter og krepsdyr i Skandinavia. Direktoratet for naturforvaltning.

Sollid, J. L. 1969. A 48,000 Years Old Tree Stump Presumably of Spruce, Found in Ringerike, South Norway. Norsk geogr. Tidsskr. 23: 131–133.

Sommer, R. S., Kalbe, J., Ekström, J., Benecke, N. & Liljegren, R. 2014. Range dynamics of the reindeer in Europe during the last 25,000 years. Journal of Biogeography 41: 298–306.

Souty-Grosset, C., Holdich, D. M., Noël, P. Y., Reynolds, J. D. & Haffner, P. H. 2006. Atlas of Crayfish in Europe. Muséum national d'Histoire naturelle, Paris.

Sperisen, C., Bühler, U. & Matyas, G. 1998. Genetic variation of mitochondrial DNA reveals subdivision of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.). In: Karp, A., Isaac, P. G. & Ingram, D. S. (Ed.) Molecular tools for Screening Biodiversity. Plants and Animals: 413–417.

Spikkeland, I., Kasbo, R., Kjellberg, G., Nilssen, J.P., Opsahl, R. & Vaaler, J. P. 2012. Istidsinnvandrere («istidsrelikter») i ferskvann – nye observasjoner og oppdatering av utbredelsen i Norge. Fauna 65 (3): 82–96.

Spikkeland, I., Kjellberg, G. & Nilsen, J. P. 2012b. Istidsinnvandrere – en fascinerende dyregruppe i Østfolds store og dype innsjøer. Østfold-museenes skriftserie 6.

Spikkeland, I. 2014. Biologisk mangfold i Haldenvassdraget. Om planter og dyr knyttet til vann i vassdragets nedbørfelt. Rapport 1/2014. Avd. Haldenvassdragets Kanalmuseum, Ørje.

Spikkeland, I. & Nilssen, J. P. 2019. Vassdragene i grenseområdene mellom Østfold/Akershus og Värmland/Dalsland. En unik naturarv. Biolog nr. 1: 24–33.

Stephens, P. et al. 2019. Archaeological assessment reveals Earth's early transformation through land use. Science Vol. 365, Issue 6456: 897–902.

Stewart, J. R., Lister, A. M., Barnes, I. & Dalen, L. 2010. Refugia revisited: individualistic responses og species in space and time. Proc. R. Soc. 277: 661–671.

Stuart, A. J. 1991. Mammalian extinctions in the late Pleistocene of Northern Eurasia and North America Biol. Rev. 66: 453–562.

Stuart, A. J., Kosintsev, P. A., Higham, T. F. & Lister, A. M. 2004. Pleistocene to Holocene extinction dynamics in giant deer and woolly mammoth. Nature 431: 684–689.

Svendsen, J. I., Alexanderson, H., Astakhov, V. I. et al. 2004. Late Quaternary ice sheet history of northern Eurasia. Quaternary Science Reviews 23: 1229–1271.

Taberlet, P. & Bouvet, J. 1994. Mitochondrial DNA polymorphism, phylogeography and conservation genetics of the brown bear (*Ursus arctos*) in Europe. Proceedings of the Royal Society of London Series B 255: 195–200.

Tananger, A. 1979. Magnus Lagaboters landslov. Universitetsforlaget.

Temple, H. J. & Terry, A. 2007. The Status and Distribution of European Mammals. IUCN.

- Thoresen, M.** & Bergersen, O. F. 1983. Sub-till sediments in Follidal, Hedmark, Southeast Norway. Norges geologiske undersøkelse 389: 37–55.
- Thoresen, M. K.** 2009. Kvartærgeologisk kart over Norge. Norges geologiske undersøkelse.
- Tollefsrud M. M.** et al. 2008. Genetic consequences of glacial survival and postglacial colonization in Norway spruce: combined analysis of mitochondrial DNA and fossil pollen. *Molecular Ecology* (2008) 17: 4134–4150.
- Turner, C.** 2000. The Eemian interglacial in the European plain and adjacent areas. *Netherlands Journal of Geosciences* 70 (2/3): 217–231.
- Tryterud, E.** 2003. Forest fire history in Norway: from fire-disturbed pine forests to fire-free spruce forests. *Ecography* 26: 161–170.
- Ukkonen, P.** 2001. Shaped by the Ice Age: Reconstructing the history of mammals in Finland during the Late Pleistocene and Early Holocene. University of Helsinki. <http://ethesis.helsinki.fi/julkaisut/mat/geolo/vk/ukkonen/>
- Ukkonen, P.**, Aaris-Sørensen, K., Arppe, L., Clark, P. U., Daugnora, L., Lister, A. M., Lõugas, L., Seppä, H., Sommer, R. S., Stuart, A. J., Wojtal, P. & Zupiš, I. 2011. Woolly mammoth (*Mammuthus primigenius* Blum.) and its environment in northern Europe during the last glaciation. *Quaternary Science Reviews* 30: 693–712.

- Valen, V.**, Larsen, E., Mangerud, J. & Hufthammer, A.K. 1996. Sedimentology and stratigraphy in the cave Hamnsundhelleren, western Norway. *Journal of Quaternary Science*, 11: 185–201.
- Van der Kooij, J.**, Bangjord, G., Obuch, J. Carlsson, B.-G. & Hörnfeldt, B. 2015. The range of the masked shrew (*Sorex caecutiens* Laxmann, 1788) extends to southern Scandinavia. *Lutra* 58 (2): 119–126.
- Vartanyan, S. L.**, Garutt, V. E. & Sher, A. V. 1993. Holocene dwarf mammoths from Wrangel Island in the Siberian Arctic. *Nature* 362: 337–340.
- Velle, G.**, Brooks, S. J., Birks, H. J. B. & Willassen, E. 2005. Chironomids as a tool for inferring Holocene climate: an assessment based on six sites in southern Scandinavia. *Quaternary Science Reviews* 24: 1429–1462.
- Velle, G.** 2007. Fjærmygg og klimaforskning. *Naturen* nr. 1: 17–24.
- Vereshchagin N.K.** & Tikhonov A.N. 1986. [A Study on Mammoth Tusks]. *Trudy Zoologicheskogo Instituta ANSSSR*. Vol.149. P.3–14 (in Russian). Sitert fra Petrova, E. A., Masutin, V. V. & Zhuykova, I. A. 2017. Two incomplete skeletons of woolly mammoth (*Mammuthus primigenius*) from the late Pleistocene in the Kirov Region, European Russia. *Russian Journal of Theriology* 16(2): 157–175.
- Vorren, Ø.** 1979. Fallgravanlegg for elgfangst. *Ot-tar* nr. 116–117: 70–78.

- Vorren, T. O.** & Mangerud, J. 2006. Istider kommer og går. I: Ramberg, I. B., Bryhni, I. & Nøttvedt, A. (red.). *Landet blir til*. Norges Geologi. Norsk Geologisk Forening.
- Vorren, T. O.**, Mangerud, J., Blikra, L. H., Nesje, A. & Sveian, H. 2006. Norge av i dag trer fram. De siste 11 500 år – holocen. I: Ramberg, I. B., Bryhni, I. og Nøttvedt, A. (red.). *Landet blir til*. Norges Geologi. Norsk Geologisk Forening.
- Walker, SJ**, Hufthammer, AK & Meijer, HJM. 2019. Birds in Medieval Norway. *Open Quaternary*, 5 (1), P.5. DOI: <https://doi.org/10.5334/oq.58>
- Wang, Q.**, Liu, J., Allen, A. G., Ma, Y., Yue, W., Marr, K. L. & Abbot, R. J. 2015. Arctic plant origins and early formation of circumarctic distributions: a case study of the mountain sorrel, *Oxyria digyna*. *New Phytologist* 209: 343–353.
- Wammer, E. U.** 2015. Maritimarkeologisk undersøkelse i forbindelse med fornyelse og revisjon av konsesjon i Tesse 2014. Norsk Maritimt Museum arkeologisk rapport nr. 2015:1.
- Wanner, H.**, Beer, J., Büttikofer, Crowly, T. J., Cibasch, U., Flückiger, J., Goosse, H., Grosjean, M., Joos, F., Kaplan, J. O., Küttel, M., Müller, S. A., Prentice, I. C., Solomia, O., Stocker, T. F., Tarasov, P., Wagner, M. & Widmann, M. 2008. Mid- to Late Holocene climate change: an overview. *Quaternary Science Reviews* 27: 1791–1828.
- Weber, B.** med flere 2007. Vesle Hjerkin – Kongens gård og sælehus. *Norske oldfunn* XXI. Universitetets kulturhistoriske museer.

- Westergaard, K. B.**, Alsos, L. G., Popp, M., Engel-skjøn, T., Flatberg, K. I. & Brochmann, C. 2011. «Glacial survival may matter after all: nunatak signatures in the rare European populations of two west-arctic species». *Molecular ecology*, vol. 20: 376–393.
- Westergaard, K. B.**, Zemp, N., Bruederle, L. P., Steinøien, H. K., Widmer, A. & Fior, S. 2019. Population genomic evidence for plant glacial survival in Scandinavia. *Molecular Ecology* 2019: 28: 818–832.
- Willerslev, E.** et al. 2014. Fifty thousand years of Arctic vegetation and megafaunal diet. *Nature* 506: 47–51.
- Wohlfarth, B.** 2010. Ice-free conditions in Sweden during Marine Oxygen Isotope Stage 3? *Boreas*, Vol. 39, Issue 2: 377–398.
- Zackrisson, O.** & Östlund, L. 1991. Branden formade skogslandskapets mosaikk. *Skog & Forskning* 1991/4: 13–17.
- Ægisdóttir, H. H.** & Þórhallsdóttir, Þ. E. Theories on migration and history of the North-Atlantic flora: a review. *JÖKULL* No. 54: 1–16.
- Økland, J.** 1966. Elg og stor damsnegl levde i Løten for 8000 år siden. *Fauna* 19: 15–25.
- Økland, J.** 1975. Ferskvannsdyr i Løten for 9000 år siden. *Norsk Skogbruksmuseum Årbok* nr. 7: 74–83.
- Økland, J.** 1975. Elg og stor damsnegl levde i Løten for 8 000 år siden. *Norsk Skogbruksmuseum Årbok* nr. 7: 15–25.

Økland, J. & Økland, K. A. 1999. Vann og vassdrag 4. Dyr og planter: Innvandring og geografisk fordeling. Vett & Viten.

Østbye, K., Lauritzen, S. E., Østbye, E. & Wiig, Ø. 2006. Holocene brown bear (*Ursus arctos* L.) from Norwegian caves. *Boreas* 35: 296-316.

Østbye, E., Lauritzen, S.-E., Moe, D. & Østbye, K. 2008. Vertebrate remains in Holocene limestone cave sediments: faunal succession in the Sirijorda Cave, northern Norway. *Boreas*, Volume 35, Issue1: 142-158.

Østbye K., Østbye E., Lien, A. M., Lee L. R., Lauritzen, S.-E. & Carlini, D. B. 2018. Morphology and life history divergence in cave and surface populations of *Gammarus lacustris* (L.). *PLoS ONE* 13(10): e0205556.

Øxnevad, S. A., Poléo, A. B. S., Østbye, K., Heibo, E., Andersen, R. A. & Vøllestad, L. A. 1995. En ny teori om karussens innvandring og utbredelse i Norge. *Fauna* Vol. 48 nr. 3: 23-127.

Øyen, P. A. 1916. Mammut og moskusokse i vort land. In: Festskrift til professor Amund Helland: 155-170.

Øyen, P. A. 1918. Kalktuf i Norge. https://foreninger.uio.no/ngf/ngt/pdfs/NGT_05_2&3_231-350.pdf

Fotnoter

¹ Heintz, A. 1955

² Heintz, A. 1965

³ Heintz, A. 1971

⁴ Syver Joten stiftet familie og flyttet etter hvert sammen med familien til Kristiania og slo seg ned på Nordstrand. Han ble intervjuet om mammutfunnet av kvartærgeologen Peter Annæus Øyen i 1915

⁵ Getz, A. 1888

⁶ Lister & Bahn 2007

⁷ Collet, R. 1912

⁸ Mangerud med flere 2004

⁹ Mangerud med flere 2004

¹⁰ Andersen, G. 2000

¹¹ International Commission on Stratigraphy (<http://www.stratigraphy.org/index.php/ics-chart-timescale>)

¹² Mangerud med flere 1974

¹³ Vorren med flere 2006

¹⁴ <https://www.ntnu.no/museum/karbondatering>

¹⁵ Turner, C. 2000

¹⁶ Mangerud, J. 1970

¹⁷ Kurten, B. 1968

¹⁸ Aaris-Sørensen, K. 1988

¹⁹ Mangerud, J. 1970

²⁰ Sejrup, H.-P. med flere 2000

²¹ Mangerud, J. 1970

²² Vorren, T.O. & Mangerud, J. 2006

²³ Vorren, T.O. & Mangerud, J. 2006

²⁴ Svendsen, J.I. med flere 2004

²⁵ Arnold med flere 2002

²⁶ Wohlfarth 2010

²⁷ Mangerud med flere 2011

²⁸ Hughes med flere 2016

²⁹ Vorren & Mangerud 2006

³⁰ Larsen med flere 1987

³¹ Mangerud, J. 2004

³² Mix med flere 2001

³³ Mangerud 2004

³⁴ Houmark-Nielsen & Kjær 2003

³⁵ Mangerud med flere 2011

³⁶ Svendsen med flere 2004

³⁷ Clark, P. U. 2009

³⁸ Hughes med flere 2016

³⁹ Stewart med flere 2010

⁴⁰ Hofreiter & Stewart 2009

⁴¹ Hewitt 1996

⁴² Aaris-Sørensen 2009

⁴³ Larsen med flere 1987

⁴⁴ Kowalski 2001

⁴⁵ Lagerholm med flere 2014

⁴⁶ Kurtén 1968

⁴⁷ Frafjord & Hufthammer 1994

⁴⁸ Angerbjörn & Tannerfeldt 2014

⁴⁹ Summer med flere 2014

⁵⁰ Bedetti med flere 2001

⁵¹ Garcia & Arsuaga 2003

⁵² Sommer med flere 2014

⁵³ Hufthammer 2006

⁵⁴ Laplandsky Zapovednik på vestlig del av Kola-halvøya har en vill populasjon av fjellrein, som holdes atskilt fra tamrein. Kilde: <http://www.rusnature.info/zap/OO5.htm>

⁵⁵ Lorenzen med flere 2011

⁵⁶ Hewitt 1999

⁵⁷ Hofreiter & Stewart 2009

⁵⁸ Neandertal-navnet kommer fra Neanderdalen nær Düsseldorf i Tyskland hvor bein for første gang ble funnet i en kalksteinsgrotte i 1856 og beskrevet i 1864. Neandertalerne utviklet seg fra en menneskeart som koloniserte Europa etter utvandring fra Afrika for om lag 600 000 år siden, i midt-pleistocen. Denne menneskearten ble for første gang beskrevet ut fra beinfunn nær Heidelberg i Tyskland, og dette førte til det vitenskapelige navnet *Homo heidelbergensis*. Mens neandertalerne var utbredt i Europa og i vestlige deler av Asia, levde en annen nærtstående menneskeart, denisovaner-mennesket trolig over store deler av Asia. Det er hittil bare gjort noen ytterst få funn av denne arten i Altaifjellene i Russland. Neandertal-menneskets anatomi og fysiologi var trolig godt tilpasset til klimaforholdene i Europa under siste istid. Deres vandringer lenger nordover i Europa skjedde

trolig i sammenheng med varmere klima i mellomistider og i gunstige interstadialer under istider. Det er derfor sannsynlig at etableringer lengst mot nord skjedde under den varme eem-mellomistiden. I Danmark er det gjort funn av knuste lårbein av dådyr fra eem-mellomistiden, og som har stor likhet med spaltningen av margbein som er karakteristisk for veidekulturer. Dådyrbeina viste ikke tegn til å ha vært brent. Dersom det var mennesker som hadde spist av dådyret må disse ha vært neandertalere. Fragment av et kranium av et neandertal-menneske ble funnet i 2009 utenfor kysten av Nederland av mannskapet på en båt som drev skjellskraping på Nordsjøbunnen. Radiokarbondatering av beinfunnet viser en alder på cirka 40 000 år, og indikerer en tilstedeværelse i nordligere deler også i kaldere perioder. Det finnes hittil ingen funn som indikerer eller dokumenterer at neandertalere noen gang spredte seg så langt nord som til Norge. Flere menneskearter har gjennom kvartærtiden vandret ut fra Afrika og spredt seg ut til andre kontinenter. Utvandringene kan igjen ha vært påvirket av de store klima- og miljøskiftningene. Kilde: for eksempel https://www.mpg.de/8055794/neanderthal_lipid_breakdown

⁵⁹ Høeg 1995

VEGETASJONS- OG FAUNAHISTORIE 183

⁶⁰ <http://www.iceagent.no>

⁶¹ Buteux med flere 2009

⁶² Coles 1998

⁶³ Magnhild Vatne, Sykkylven Naturmuseum

⁶⁴ Bergersen 1932

⁶⁵ Schøning 1775

⁶⁶ Murchie med flere 2020

⁶⁷ Thoresen 2009

⁶⁸ Lister & Bahn 2007

⁶⁹ Buteux med flere 2009

⁷⁰ Heintz 1971

⁷¹ Vorren & Mangerud 2006

⁷² Bergersen & Garnes 1980

⁷³ Øyen 1916

⁷⁴ Hufthammer med flere 2019

⁷⁵ Bargel 2005

⁷⁶ Bergersen 1932

⁷⁷ Aftenposten arkiv

⁷⁸ Follestad & Olsson 1979

⁷⁹ Barth 1981

⁸⁰ Hufthammer 2001

⁸¹ Nydal & Gulliksen 1972

⁸² Sollid 1969

^{83a} Gulliksen med flere 1973

^{83b} Helene Løvstrand Svarva (Vitenskapsmuseet), personlig meddelelse

⁸⁴ Anne Karin Hufthammer, personlig meddelelse

⁸⁵ Heintz 1971

⁸⁶ Bergersen & Garnes 1971

⁸⁷ Myklebust 1992

⁸⁸ Vorren & Mangerud 2006

⁸⁹ Alstadsæter 1979

⁹⁰ Heintz 1962

⁹¹ Hufthammer 2006

⁹² Bergersen & Garnes 1980

⁹³ Bergersen 1991

⁹⁴ Mangerud 1965

⁹⁵ Dahl med flere 2004

⁹⁶ Heintz med flere 1979

⁹⁷ Idland 1992

⁹⁸ Lister med flere 2005

⁹⁹ Plotnikov med flere 2015

¹⁰⁰ Plotnikov med flere 2015

¹⁰¹ Lister & Bahn 2007

¹⁰² Vereshchagin & Tikhonov 1986

¹⁰³ Lister & Bahn 2007

¹⁰⁴ Vartanyan med flere 1993

¹⁰⁵ Hufthammer 2001

¹⁰⁶ Haldorsen med flere 1992

¹⁰⁷ Haldorsen 1990

¹⁰⁸ Paus 2020

¹⁰⁹ Mangerud med flere 2010

¹¹⁰ Paus med flere 2011

¹¹¹ Paus 2020

¹¹² Rokoengen med flere 1993

¹¹³ Blystad med flere 1983

¹¹⁴ Hufthammer 2006

¹¹⁵ Lie 1986

¹¹⁶ Fråfjord & Hufthammer 1994

¹¹⁷ Barber 1993

¹¹⁸ Hjelle med flere 1981

¹¹⁹ Vorren & Mangerud 2006

¹²⁰ https://aps.ngu.no/pls/utf8/geoenhet_SokiDb.Vis_enhet?p_id=143198&p_spraak=N

¹²¹ Naujok & Finch 2003

¹²² Hjelle med flere 1981

¹²³ Andersen 2000

¹²⁴ Heintz 1956b

¹²⁵ Mona Henriksen, personlig meddelelse

¹²⁶ Olsen 1985

¹²⁷ Olsen 1985

¹²⁸ Olsen med flere 2001

¹²⁹ Heintz 1974

¹³⁰ Idland 1992

¹³¹ Heintz 1956a

¹³² Follestad & Olsson 1979

¹³³ Lauritzen 2010

¹³⁴ Tom Ording Dahl, personlig meddelelse

¹³⁵ Lauritzen 2010

¹³⁶ Østbye med flere 2018

¹³⁷ <https://www.artsdatabanken.no/Pages/166224/Dvergmuslingkreps>

¹³⁸ Lauritzen med flere 1996

¹³⁹ Hufthammer 2001

¹⁴⁰ Nese & Lauritzen 1996

¹⁴¹ Ukkonen 2001

¹⁴² Mangerud med flere 2010

¹⁴³ Hufthammer 2001

¹⁴⁴ Larsen med flere 1987

¹⁴⁵ Mangerud med flere 2010

¹⁴⁶ Valen med flere 1996

¹⁴⁷ Guthrie 2000

¹⁴⁸ Guthrie 2000

¹⁴⁹ Kurtén 1968

¹⁵⁰ Hufthammer med flere 2018

¹⁵¹ Hufthammer, personlig meddelelse

¹⁵² Innenfor paleoøkologisk forskning (paleoøkologi omhandler økologi i fortiden og rekonstruksjon av tidligere økosystemer) finnes flere teorier om utviklingen av et nordlig steppelandskap med en «mega-kontinental» geografisk utstrekning under kalde perioder (stadialer) under siste istid. En av teoriene bygger på at steppelandskapet nord for Himalaya-massivet kan ha ekspandert under kalde perioder og skrumpet inn under mildere perioder. En periodisk ekspansjon av kald steppe ut fra det sentrale Asia, og som har spredt seg til Europa i vest og til deler av Alaska i øst, kan ha blitt forsterket av en rekke forhold spesielt under siste istids glasiale maksimum. Den nordatlantiske havstrømmens hovedretning sørover langs kysten av Spania og Vest-Afrika reduserte temperatur, luftfuktighet og skydekke til Vest-Europa. Isdekkene i Fennoskandia og i Nord-Amerika blokkerte for fuktig luft til landområdene innenfor. Et lavere havnivå førte til det som i dag er store havområder nord på det Eurasiske kontinentet ble tørt land og forsterket det kontinentale klimaet. Som en mulig følge av disse forhold kan steppe-landskapet ha vært dominert av klarvær med stor solinnstråling om dagen og stor utstråling om natten og forsterket utviklingen av et ekstremt tørt klima. Til forskjell fra planter

som urter, busker og trær har mange grasarter et mindre kjemisk forsvar mot å bli spist. Det meste av grasplanten finnes beskyttet nede i bakken som en mulig tilpasning for å overleve branner. I kombinasjon med et svært tørt miljø trengte trolig planterøttene lenger ned i grunnen og sørget for vann- og mineraltransport fra dypere lag med en høyere næringsverdi som resultat. Dette kan være en forklaring på hvordan store plantespisende pattedyr fant tilstrekkelige mengder av beiteplanter av god næringskvalitet i det kalde og tørre steppelandskapet. Kilde: Guthrie 2000.

¹⁵³ Hofreiter & Stewart 2009

¹⁵⁴ Bocherens 2003

¹⁵⁵ Willerslev med flere 2014

¹⁵⁶ Lister & Bahn 2007

¹⁵⁷ Behre med flere 2005

¹⁵⁸ Paus med flere 2011

¹⁵⁹ Ukkonen med flere 2011

¹⁶⁰ Knudsen 2006

¹⁶¹ Et gjennombrudd i arbeidet med å datere tidsrommet da høyereliggende områder ble isfrie er metoden med eksponeringsdatering og bruk av terrestriske «in situ»-kosmiske nuklider (TCN-datering). Metoden går ut på å måle hvor lang tid en fjelloverflate har vært eksponert for kosmisk stråling. Dette betyr at en fjelloverflate kan «dateres» utfra når den smeltet fram fra en lengre tids isdekket overflate. I Sør-Norge har en rekke slike dateringer

blitt gjennomført med målinger av blant annet nukliden ¹⁰Be i kvarts, men metoden krever at overflaten som skal måles har blitt erodert slik at alle gamle kosmiske nuklider er fjernet og dermed nullstilt for ny måling. Metoden har flere svakheter som spesielt knyttes til hvorvidt erosjonen har fjernet tilstrekkelig av overflaten slik at den har blitt «nullstilt».

¹⁶² Goehring med flere 2008

¹⁶³ Lane med flere 2020

¹⁶⁴ Paus med flere 2006

¹⁶⁵ Paus med flere 2011

¹⁶⁶ Aage Paus, personlig meddelelse

¹⁶⁷ Paus 2020

¹⁶⁸ Paus med flere 2015

¹⁶⁹ Paus 2020

¹⁷⁰ Uenigheten har dreid seg om to motstridende teorier. Den såkalte «Nunatak refugie-teorien», eller «overvintringsteorien», bygger på at det har eksistert fjelltopper som stakk opp over isdekket under hele siste istid. Disse fjelltoppene kan ha virket som refugier hvor enkelte planter og dyr hadde en mulighet til å leve. Med vår tids kunnskap gir denne teorien bare mening når overlevelse gjelder bremaksimum i sen-weichsel. Den andre motstridende teorien er den såkalte «Tabula Rasa-teorien», og denne bygger på at det har eksistert et tykt og heldekkende isdekke over hele landet. Det store isdekket har umuliggjort at hverken planter eller dyr kan ha overlevd noe sted. Med vår tids kunnskap gir denne

hypotesen bare mening i forbindelse med bremaksimum i sen-weichsel og ikke hele den svært dynamiske weichsel. En konsekvens av dette er at plantene etablerte seg først etter istidens slutt eller etter at isdekket smeltet.

¹⁷¹ Brochmann med flere 2003

¹⁷² AFLP (Amplified Fragment Length Polymorphism) er et verktøy for å lage genetiske fingeravtrykk av enkeltinivider for eksempel av plante- eller dyrearter. Basert på metoden kan en måle genetisk avstand mellom individer og grupper av individer og bestemme genetisk variasjon av slike grupper.

¹⁷³ Westergaard med flere 2011

¹⁷⁴ Westergaard med flere 2019

¹⁷⁵ Fickert med flere 2007

¹⁷⁶ Kullmann 2002

¹⁷⁷ Kullmann & Kjällgren 2000

¹⁷⁸ Kullman 2004

¹⁷⁹ Kullman 2002

¹⁸⁰ Aegisdottir & Thorallsdottir 2005

¹⁸¹ Hågvar 2012

¹⁸² Stuart 1991

¹⁸³ Stuart med flere 2004

¹⁸⁴ Holm & Rieck 1992

¹⁸⁵ Liljegren & Lagerås 1993

¹⁸⁶ Björck 1995

¹⁸⁷ Gaffney med flere 2009

¹⁸⁸ Hufthammer 2006

¹⁸⁹ Patton med flere 2017

¹⁹⁰ Aaris-Sørensen 2009

¹⁹¹ Lepiksaar 1986

¹⁹² Hufthammer 2006

¹⁹³ Blystad med flere 1983

¹⁹⁴ Aaris-Sørensen 2009

¹⁹⁵ Johnson 2014

¹⁹⁶ Collett 1912

¹⁹⁷ Schaanning 1948

¹⁹⁸ Davis med flere 2003

¹⁹⁹ Mangerud med flere 1974

²⁰⁰ Paus med flere 2015

²⁰¹ Paus med flere 2019

²⁰² Hofreiter & Stewart 2009

²⁰³ Nesje & Dahl 1993

²⁰⁴ Berger 1978

²⁰⁵ Andersen med flere 2004

²⁰⁶ Velle 2007

²⁰⁷ Mangerud med flere 2011

²⁰⁸ Thoresen 2009

²⁰⁹ Høgaas med flere 2012

²¹⁰ Longva & Thoresen 1991

²¹¹ Andersen 2000

²¹² Longva & Thoresen 1991

²¹³ Høgaas & Longva 2016

²¹⁴ Vorren & Mangerud 2006

²¹⁵ Hjertager 2003

²¹⁶ Vorren med flere 2006

²¹⁷ Lambeck med flere 2002

²¹⁸ Jelgersma 1979

²¹⁹ Paus 2010

²²⁰ Paus med flere 2011

²²¹ Paus med flere 2011

²²² Barth 1981

²²³ Barth 1986

²²⁴ Aas & Faarlund 1988

²²⁵ Bjune 2006

²²⁶ Det er både DNA-analyser og funn av trestammer, kongler og pollen som dokumenterer en tidlig etablering av gran i sørnorske fjellområder i tidlig-holocen.

²²⁷ Giesecke & Bennett 2004

²²⁸ Parducci med flere 2012

²²⁹ Birks med flere 2012

²³⁰ Aas & Faarlund 1988

²³¹ Kullman & Kjällgren 2000

²³² Öberg & Kullman 2013

²³³ Høeg 2005

²³⁴ Danielsen 1970

²³⁵ Skrede med flere 2006

²³⁶ Wang med flere 2015

²³⁷ Høeg 1996

²³⁸ Mangerud med flere 2018

²³⁹ Hafsten 1975

²⁴⁰ Høeg 1996

²⁴¹ Høeg 2000

²⁴² Økland 1975

²⁴³ Blytt 1892

²⁴⁴ Øyen 1918

²⁴⁵ Segerstråle 1976

²⁴⁶ Spikkeland med flere 2012

²⁴⁷ Spikkeland med flere 2012

²⁴⁸ Segerstråle 1976

²⁴⁹ Kjellberg 2012

²⁵⁰ Henningsmoen 1975

²⁵¹ Økland 1975

²⁵² Lindholm med flere 2016

²⁵³ Solem 1995

²⁵⁴ Sandlund 1979

²⁵⁵ Spikkeland med flere 2012b

²⁵⁶ Kjellberg 2012

²⁵⁷ Qvenild 2010

²⁵⁸ Nesbø med flere 1999

²⁵⁹ Øxnevad med flere 1995

²⁶⁰ Økland & Økland 1999

²⁶¹ Spikkeland & Nilssen 2019

²⁶² Anne Karin Hufthammer, upublisert notat

²⁶³ Rosvold & Breivik 2017

²⁶⁴ Leif Grenager Koch, personlig meddelelse

²⁶⁵ Christophersen & Svenson 1984

²⁶⁶ Anne Karin Hufthammer, upublisert notat

²⁶⁷ Aaris-Sørensen 2009

²⁶⁸ Aaris-Sørensen med flere 2007

²⁶⁹ Aaris-Sørensen 2009

²⁷⁰ Johnsson 1995

²⁷¹ Indrelid 1994

²⁷² Hufthammer 2006

²⁷³ Salén med flere 2007

²⁷⁴ Hufthammer 2006

²⁷⁵ Jaarola med flere 1999

²⁷⁶ Taberlet & Bouvet 1994

²⁷⁷ Røed med flere 2014

²⁷⁸ Solberg med flere 2009

²⁷⁹ Jaarola med flere 1999

²⁸⁰ Jaarola med flere 1999

²⁸¹ Rosvold med flere 2012

²⁸² Hufthammer & Aaris-Sørensen 1998

²⁸³ Flagstad & Røed 2003

²⁸⁴ Temple & Terry 2007

²⁸⁵ Parducci med flere 2012

²⁸⁶ Brochmann med flere 2003

²⁸⁷ Birks med flere 2012

²⁸⁸ Lagerholm med flere 2014

²⁸⁹ Hufthammer 2006

²⁹⁰ Hewitt 1999

²⁹¹ Hampe & Petit 2005

²⁹² Jaarola med flere 1999

²⁹³ Hofreiter & Stewart 2009

²⁹⁴ Björck 1995

²⁹⁵ Gaffney med flere 2009

²⁹⁶ Lie 1990

²⁹⁷ Björck 1995

²⁹⁸ Andrén med flere 2011

²⁹⁹ Spikkeland & Nilssen 2019

³⁰⁰ Økland & Økland 1999

³⁰¹ Hallanaro & Pylvänäinen 2002

³⁰² Geist 1998

³⁰³ Schmölcke & Zachos 2005

³⁰⁴ Grøndahl med flere 2010

³⁰⁵ Henningsmoen 1975

³⁰⁶ Økland 1975

³⁰⁷ Økland 1966

³⁰⁸ Henningsmoen 1975

³⁰⁹ Geviret fra Søndre Land er poengberegnet i henhold til C.I.C. standard og oppnådde 283 poeng som tilsvarer sølv. Et komplett dansk elgskjelett er radiokarbondatert til cirka 10 740 år (14C-år), har et spenn på 1,65 meter og cirka 32 takker. I Sverige er den hittil eldste daterte elg funnet i Skåne, og dateringen tilhører sen-weichsel og interstadialen yngre dryas. Et elgskjelettfunn nord for Ystad i Skåne i Sverige har blitt radio-karbondatert til cirka 9 300 år (14C-år) og hvor geviret er poengberegnet til om lag 420 (Liljegren & Lagerås 1993).

³¹⁰ Guthrie 1984

³¹¹ Hufthammer, A.K. Pattedyrenes historie i Norge – fra istid til nåtid (500 før nåtid). Upublisert notat.

³¹² Jonsson 1995

³¹³ Ekström 1993

³¹⁴ Funn av steinringer som indikerer telt er funnet på noen lokaliteter i indre deler av Rogaland (610-760 moh.), og disse har blitt tolket som oppsatt av reinsdyrjegere som kan ha fulgt reinen innover i landet. Ingen funn av skjelettresten av vilt er imidlertid hittil funnet ved disse lokalitetene som ut fra radio-karbondateringer av trekull viser en alder som befinner seg et sted i tidsrommet 11 400-10 300 år siden (kalibrerte kalenderår) på den eldste lokaliteten (Bang-Andersen 2003).

³¹⁵ Ukkonen 2001

³¹⁶ Liljegren & Lagerås 1993

³¹⁷ <http://norark.no/undersokelse/klar-ferdig-ga-jakten-pa-norges-forste-elgjegere-er-i-gang-langs-vinstravassdraget>

³¹⁸ Hufthammer 1990

³¹⁹ Mikkelsen med flere 1999

³²⁰ Rosvold & Andersen 2008

³²¹ Jaksland 2001

³²² Hufthammer 2006

³²³ Rosvold med flere 2013

³²⁴ Mansrud 2009

³²⁵ Lofterud 2002

³²⁶ Paus & Haugland 2017

³²⁷ Davis med flere 2003

³²⁸ Vorren med flere 2006

³²⁹ Nesje & Dahl 1994

³³⁰ Moen 1998

³³¹ Paus & Moe 1996

³³² Schøning 1775

³³³ Grøndahl, F. A. 2013. Datering av furu funnet i myr, Venabu i Ringebu kommune, Oppland. Naturhistorisk nettverk for musea i Oppland. Upublisert notat.

³³⁴ Hafsten 1975

³³⁵ Høeg 1996

³³⁶ Høeg 2000

³³⁷ Gunnarsddóttir 1996

³³⁸ Paus & Haugland 2017

³³⁹ Aas & Faarlund 1998

³⁴⁰ Esseen med flere 1997

³⁴¹ Tryterud 2003

³⁴² Håkonsen 1996

³⁴³ Zackrisson & Östlund 1991

³⁴⁴ Esseen med flere 1997

³⁴⁵ Rolstad med flere 2002

³⁴⁶ Bleken med flere 1997

³⁴⁷ Et høyt artsantall av planktoniske krepsdyr-arter i Sørøst-Norge kan knyttes til høye sommertemperaturer, høy kalsium-konsentrasjon i mange vassdrag og høy fiskepredasjon som skaper grunnlag for mer komplekse planktonsamfunn, også med mange små arter (Økland & Økland 1999)

³⁴⁸ Spikkeland 2014

³⁴⁹ Økland & Økland 1999

³⁵⁰ Hufthammer 2006

³⁵¹ Rosvold med flere 2010

³⁵² Hufthammer 2006

³⁵³ Rosvold med flere 2013

³⁵⁴ På boplassen Skipshelleren i Vaksdal kommune i Hordaland viser arkeologiske utgravinger at beinfunn av elg bare er fåtallig til stede i boplasser i midt-holocen fra cirka 7 500 år, mens hjort er vesentlig mer tallrike. Boplassen Kotedalen, i Radøy kommune i Vestland, har også vist tallrike beinfunn av hjort fra midt-holocen (Hjelle & Hufthammer 1992)

³⁵⁵ Hufthammer 2006

³⁵⁶ Jonsson 1995

³⁵⁷ Hufthammer 1990

³⁵⁸ Hufthammer & Hodgetts 1997

³⁵⁹ Mikkelsen 1989

³⁶⁰ Gustafson 1990

³⁶¹ www.vuollerim6000.se

³⁶² Hufthammer, A. K. Det osteologiske materialet fra 5 steinalderlokaliteter ved Saugbruks i Halden. Upublisert rapport.

³⁶³ Hufthammer 2006

³⁶⁴ Hufthammer & Aaris-Sørensen 1998

³⁶⁵ Hufthammer 1997

³⁶⁶ Mikkelsen 1975

³⁶⁷ Hufthammer 2006

³⁶⁸ Boaz 1997

³⁶⁹ Hufthammer 1990

³⁷⁰ Hufthammer & Hodgetts 2007

³⁷¹ Mikkelsen 1989

³⁷² Fuglestvedt 1989

³⁷³ Rosvold med flere 2012

³⁷⁴ Grethe Borgersrud, personlig meddelelse

³⁷⁵ Mikkelsen & Høeg 1977

³⁷⁶ Til tross for maskinell utgraving og flytting av masser, ble et kranium bevart på vegen opp til toppen av lasset og oppdaget. Familien Lahlum mente at det var et bjørnekranium. Det var ingen underkjever og kraniet var naturlig nok svært skjørt. Funnet ble lagt i en eske og innsendt per post til Zoologisk museum i Oslo. Funnet ble mottatt av konservator Edv. K. Barth ved vertebrat-avdelingen som løsnet tennene fra kraniet og returnerte disse sammen med et brev samme år. I brevet framkommer følgende; «Et rovdyr-kranium er mottatt, og det skriver seg fra en meget stor bjørn. Det er umulig å si hvor lenge det har ligget i jorden; det avgjørende er hvor dypt under jordoverflaten det ble funnet. Jordlagenes vekst er også ytterst variabel, men det kan antydes et gjennomsnitt på cirka 1000 år per meter jord. Vi har løsnet tennene og returnerer dem vedlagt». (Kilde: <https://digitaltmuseum.no/011015396910/bjornetenner-atte-stykker-fra-jordfunn-som-ble-gjort-i-romedal-i-hedmark>)

³⁷⁷ Liljegren & Lagrerås 1993

³⁷⁸ Hufthammer 2006

³⁷⁹ Ekström 1993

³⁸⁰ Hufthammer 2006

³⁸¹ Hufthammer 2006

³⁸² Bang-Andersen 1983

³⁸³ Rosvold med flere 2013

³⁸⁴ De er også vanskelige å skille fra tamsvin som ble vanlige i Norge i tidsrommet 5 000–3 500 år siden (Hufthammer 2006).

³⁸⁵ Rosvold med flere 2010

³⁸⁶ Lepiksaar 1986

³⁸⁷ Aaris-Sørensen 2009

³⁸⁸ Grøndahl med flere 2019

³⁸⁹ Østbye med flere 2008

³⁹⁰ Van der Kooij med flere 2015

³⁹¹ Davis med flere 2003

³⁹² Wanner med flere 2008

³⁹³ Bjune 2006

³⁹⁴ Kolstad & Paasche 2009

³⁹⁵ Vorren med flere 2006

³⁹⁶ Kolstad & Paascke 2009

³⁹⁷ Hafsten 1975

³⁹⁸ Myhre & Øye 2002

³⁹⁹ Moen 1998

⁴⁰⁰ På bakgrunn av cirka 175 lokaliteter i Sør-Norge med innsamling av pollenprøver har botaniker Helge Irgens Høeg vist at bjørk og furu var dominerende trearter i høyereliggende skogområder fram til granskogens spredning (Høeg 2005).

⁴⁰¹ Aas & Faarlund 1988

⁴⁰² Tollefsrud med flere 2008

⁴⁰³ Sperisen med flere 1998

⁴⁰⁴ Cirka 60 lokaliteter i Sørøst-Norge inngår med innsamlet materiale i en pollenanalyse utført av botaniker Ulf Hafsten om granens innvandring og skogetablering i Norge (Hafsten 1992).

⁴⁰⁵ Aas & Faarlund 1988

⁴⁰⁶ Giesecke & Bennett 2004

⁴⁰⁷ Tryterud 2003

⁴⁰⁸ Linder med flere 1997

⁴⁰⁹ Giesecke med flere 2008

⁴¹⁰ Hafsten 1992

⁴¹¹ Høeg 1996

⁴¹² Bradshaw & Lindbladh 2005

⁴¹³ Hafsten 1992

⁴¹⁴ Den tidligste ovnstypen for jernframstilling som er beskrevet fra arkeologiske utgravinger på indre deler av Østlandet er en sjaktovn med slagg-grop (Østlandsovnen). Alle under-søkelsler av denne ovnen viser rester av furu som er eneste benyttede treart. Ovnstypen viser også at den mest aktive bruksfasen er i tidsrommet cirka 1 400–1 850 år siden. Flere arkeologisk undersøkte områder med bruk av denne ovnstypen viser tegn på at furu kan ha blitt uthugget, og den tidligste jernvinna i Norge kan derfor også ha vært en medvirkende påvirkningsfaktor overfor vegetasjonsutviklingen i aktive jernvinne-områder i Sørøst-Norge (Larsen 2009).

⁴¹⁵ Kaplan med flere 2009

⁴¹⁶ Kaplan med flere 2009

⁴¹⁷ For England er det beregnet at bare cirka 15 % var skogdekt for cirka tusen år siden (Angelstam 1996). I Danmark utgjorde det samlede skogarealet omkring 1800 bare omtrent 3 % av totalarealet. Mangel av beinfunn indikerer at skoglevende pattedyr som brunbjørn og elg trolig var borte fra de store øyene i Danmark flere tusen år tidligere som følge av at skog-landskapet forsvant (Aaris-Sørensen 1988)

⁴¹⁸ Östlund 1993

⁴¹⁹ Esseen med flere 1997

⁴²⁰ Hallanaro & Pylvänäinen 2001

⁴²¹ Anderson & Appelquist 1990

⁴²² Huitfeldt-Kaas 1918

⁴²³ Souty-Grosset med flere 2006

⁴²⁴ Eknæs 1979

⁴²⁵ Eknæs 1972

⁴²⁶ Hesthagen 2016

⁴²⁷ Hesthagen & Sandlund 2004

⁴²⁸ Hufthammer & Mjærum 2016

⁴²⁹ Huitfeldt-Kaas 1918

⁴³⁰ Weber med flere 2007

⁴³¹ Mikkelsen 1994

⁴³² Mjærum & Wammer 2016

⁴³³ Hufthammer & Mjærum 2016

⁴³⁴ Schøning 1980 [1778]

⁴³⁵ www.arild-hauge.com

⁴³⁶ Tesse-dokumentet omhandler fiske-rettigheter i innsjøen Tesse og disse har opprinnelig vært nedtegnet cirka 1 020 etter Kr. Det er en senere kopi som finnes bevart i Riksarkivet (Bagge med flere 1973).

⁴³⁷ Diplomatarium norvegium I 14 (Motzfeldt 1908)

⁴³⁸ Wammer 2015

⁴³⁹ Olsen 1941

⁴⁴⁰ Olsen 1941

⁴⁴¹ Olsen 1941

⁴⁴² Inger S. Enger, personlig meddelelse

⁴⁴³ Rosvold 2016

⁴⁴⁴ Rosvold 2018

⁴⁴⁵ Rosvold udatert (faunafunn fra breer og snøfonner fra Oppland)

⁴⁴⁶ Rosvold 2018

⁴⁴⁷ Østbye med flere 2006

⁴⁴⁸ Østbye, E. (fagkonsulent) Store norske leksikon.

⁴⁴⁹ www.statkart.no (norgeskartet)

⁴⁵⁰ Obuch & Bangjord 2016

⁴⁵¹ Grøndahl, F. A., Dahl, T. O. & Hufthammer, A. K. 2014. Tenner fra brunbjørn, Dumdalen, Lom kommune. Upublisert notat, 4 s.

⁴⁵² Hufthammer 2006

⁴⁵³ Liljegren & Lagerås 1993

⁴⁵⁴ Jonsson 1988

⁴⁵⁵ Liljegren & Lagerås 1993

⁴⁵⁶ Walker med flere 2019

⁴⁵⁷ Jahnsen 2012

⁴⁵⁸ <http://www.khm.uio.no/besok-oss/viking-skipshuset/utstillinger/gokstad/3-gokstad-graven.html>

⁴⁵⁹ Hufthammer & Walløe 2010

⁴⁶⁰ Perdikaris 1990

⁴⁶¹ Walker med flere 2019

⁴⁶² Hufthammer, upublisert notat

⁴⁶³ Hagström med flere 2011

⁴⁶⁴ <http://www.zoologi.no/artsfakta/pattedyr/ilder/faktaark/>

⁴⁶⁵ Aaris-Sørensen 2009

⁴⁶⁶ Arkeolog Tina Amundsen, personlig meddelelse

⁴⁶⁷ Tina Amundsen, personlig meddelelse

⁴⁶⁸ Jakobsen & Follum 1997

⁴⁶⁹ Tina Amundsen, personlig meddelelse

⁴⁷⁰ Bergstøl 2015

⁴⁷¹ Selinge 1974

⁴⁷² Vorren 1979

⁴⁷³ Jordhøy 2008

⁴⁷⁴ Jordhøy med flere 2005

⁴⁷⁵ Jordhøy 2005

⁴⁷⁶ Fangstgropene mellom Snøhetta-Rondane-Knutshø og Trollheimen-Knutshø ble trolig observert og omtalt av Gerhard Schøning i forbindelse med en reise han gjennomførte i 1775 over Dovrefjell (Schøning 1980 [1775]). Fangstgropene som i dag er registrert i disse fjellområdene ligger i Dovre og Folldal kommuner i Innlandet og Rennebu kommuner i Trøndelag. Det har blitt foretatt et stort registreringsarbeid av kulturminner fra fangstvirksomheten knyttet til rein for å framskaffe innsikt i reinens arealbehov og sesongvandringer før tamreindriftens tid i Sør-Norge.

⁴⁷⁷ Røed med flere 2014

⁴⁷⁸ Bye 1997

⁴⁷⁹ Lange & Unger 1855

⁴⁸⁰ Kleiven 1923

⁴⁸¹ Henriksen & Indrelid 1979

⁴⁸² Indrelid & Hufthammer 2011

⁴⁸³ Røed med flere 2014

⁴⁸⁴ Tingbok nr. 61 Solør-Østerdalen fol. 47a–48a
(Statsarkivet på Hamar)

⁴⁸⁵ Bye 2017

⁴⁸⁶ Rosvold med flere 2014

⁴⁸⁷ Iregren 1985

⁴⁸⁸ Hjeljord 2008

⁴⁸⁹ Tananger 1979

⁴⁹⁰ http://www.dokpro.uio.no/dipl_norv/diplom_felt.html

⁴⁹¹ Diplomatarium Norvegicum består hittil av 22 bind med noe i overkant av 20 000 brev fra norsk middelalder innenfor perioden 1050–1590 etter Kr.

⁴⁹² Norske rigs-registranter II, side 103–104 og side 108–109; Kongebrev 1523–1660. Brev og forordninger utferdiget av Kongen gjennom det Danske kancelli, forfattet av Chr. A. Lange. Utgitt av Det norske historiske kildeskriftfond.

⁴⁹³ Kongl. Maj:tz Resol. Den 16. Martii 1681. Se Swerikes Riikes Lands-Lag. Sthm. 1726, s. 465.

⁴⁹⁴ Friis 1632

⁴⁹⁵ Stephens med flere 2019

⁴⁹⁶ Hooke & Martin-Duque 2012

⁴⁹⁷ Bar-On med flere 2018

⁴⁹⁸ Crutzen 2006

⁴⁹⁹ Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) <https://www.ipcc.ch/>
Intergovernmental Platform on Biodiversity & Ecosystem Services (IPBES) <https://www.ipbes.net/>

Om forfatterne

Finn Audun Grøndahl er naturforvaltningskandidat fra NMBU (Norges miljø- og biovitenskapelige universitet). Han er konservator NMF ved Randsfjordmuseet og arbeider med zoologiske og geologiske samlinger og dokumentasjons- og forskningsprosjekter.

Eike Müller har utdanning fra Technische Universität München (Tyskland) og PhD fra Universitet i Tromsø/ Universitetssenteret på Svalbard i arktisk-alpin botanikk. Han er førstekonservator NMF ved Randsfjordmuseet hvor han arbeider med botaniske samlinger, herunder med dokumentasjons- og forskningsprosjekter.

Takk

En stor takk rettes til de som har vært faglige konsulenter innenfor ulike faglige temaer

Reidar Müller, Mona Henriksen, Ragnar Knarud, Leif G. Koch, Fredrik Høgaas, Jørgen Rosvold, Ingvar Spikkeland, Odd Terje Sandlund, Tom Ording Dahl, Jeroen van der Kooij, Axel Mjørum, Tina Amundsen, Lars Erik Narmo, Bjørn Bækkelund, Øyvind Nordli, Kristine B. Westergaard og Aage Paus

Takk også til alle som på forskjellige vis har bidratt til store eller små historier, korrigeringer, rettinger, fotos, illustrasjoner og befaringer av lokaliteter

Ole Bjørn Myhre, Øyvind Rudi Holaker, Svein Olav Steinbakken, Kjersti Blessum Grindal, Jan Henning Tranberg, Linda Marie Amos, Thorstein Fretheim, Paul Granberg, Edvin Straume, Harald Bolstad, Grethe Borgersrud, Lars Erik Johannessen, Trude Starholm, Hans Arne Nakrem, Thor Østbye, Rolv Hjelmsstad, Bård Løken, Gøsta Kjellberg, Kåre Solbakken, Ola Hellerud, Ragnhild Hermann, Svein Roar Østmo, Helene Løvstrand Svarva, Lars Pilø, Svein Olaf Dahl, Werner Hansen, Magnhild Vatne, Roger Langohr, Jon Opheim, Ulla Schildt, Elling Utvik Hammer, Tord Bretten, OT Ljøstad, Paul E. Aspholm, Torveig Dahl, Morten Liebe, Tore Røbergshagen og Espen Paus

Takk til **Jørgen Rosvold** for faglig korrektur og **Astri Brown, Alastair Brown** og **Bjørn Bækkelund** for språklig korrektur. En takk må rettes til alle finnere som er nevnt i denne publikasjonen, og til de som ikke er nevnt.

En stor takk rettes til professor **Anne Karin Hufthammer**, Universitetsmuseet i Bergen, for hennes store bidrag innen dokumentasjon av virveldyrfaunaen i Sørøst-Norge, som landet for øvrig, ut fra museets store og aktive samlinger av bein- og tannmateriale.

Hvor du kan henvende deg om funn

Universitetsmuseene i Sør-Norge

Naturhistorisk Museum – Universitetet i Oslo

www.nhm.uio.no

Universitetsmuseet i Bergen – Universitetet i Bergen

www.uib.no/universitetsmuseet

Vitenskapsmuseet – Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet

www.ntnu.no/museum

Agder Naturmuseum og Botanisk hage – Universitetet i Agder

www.uia.no/naturmuseum-og-botanisk-hage

Arkeologisk museum – Universitetet i Stavanger

www.uis.no/nb/arkeologisk-museum

Regionale natur- og kulturhistoriske museer i Sørøst-Norge

Haldenvassdragets Kanalmuseum – Østfoldmuseene

www.ostfoldmuseene.no/kanalmuseet

Besøkssenter våtmark Nordre Øyeren – MiA – Museene i Akershus

www.mia.no/besokssentervatmark

Norsk Skogmuseum – Anno Museum www.skogmus.no

Mjøsmuseet www.mjosmuseet.no

Maihaugen, Lillehammer Museum www.maihaugen.no

Norsk Fjellmuseum – Gudbrandsdalsmuseet

www.gudbrandsdalsmusea.no

Valdresmusea www.valdresmusea.no

Randsfjordmuseet www.randsfjordmuseet.no

Norsk Bergverksmuseum www.norskbergverksmuseum.no

Slottsfjellsmuseet og Hvalfangstmuseet – Vestfoldmuseene

www.vestfoldmuseene.no



Reinrose (Dryas octopetala) tilhører de arktisk-alpine plantene og har gitt navn til de kaldere dryas-periodene (stadialene) i sen-glasial tid.

Foto: Aage Paus

Baksidebildet viser Mathias Hallum med sitt funn av fragment av støttann fra ullhåret mammut i 1988 i Ringebu kommune. Funnet veier 314 gram og er ikke noe som lett lar seg oppdage i et stort grustak (Myhre Grustak). Hallum klarte å oppdage fragmentet og i tillegg hente det ut rett før knuseverket. Slikt er ingen enkel oppdage i et grustak hvor enorme masser er i bevegelse daglig. Maskinparken har med årene heller ikke blitt mindre, og arbeidstempoet har kanskje også økt i takt med mer effektivt utstyr. Det er derfor grunn til å sette opp et varselskilt om fare for at viktige naturhistoriske objekter kan gå tapt uten særskilt oppmerksomhet og nysgjerrighet (skiltet er satt inn av forfatterne). Takket være observante personer gjøres nye funn år om annet, og de bidrar alle til at landets spennende naturhistorie trer fram. Bildet er utlånt av Mathias Hallum. Foto: Ole Fredrik Bergersen

RANDSFJORD- MUSEET

