

Den indre Farleia – en sjelden naturgave til folket i Hordaland

Av Jan Mangerud og Haakon Fossen

DET ER FANTASTISK å seile i smult vann gjennom Den indre farleia fra Bergen til Lindås mens havdønningene på Atlanterhavskysten like utenfor bryter mot land så sjøsprøyten står. Slikt var ikke mulig på den andre siden av havet før amerikanerne grov kanaler: Fra New York til Florida måtte en ut i åpent hav. Der er det ingen øyer, fjorder og sund som skaper ei naturlig indre farlei. Heller ikke sørover på vår side av havet, fra Kristiansand til sørspissen av Afrika, er det noen indre farlei. Faktisk er det slik at det nettverk av sjøveier, i ly av øyer og skjær, som finnes langs store deler av norskekysten er et sjeldent naturfenomen på jorda. For oss er det en naturressurs som har gitt levevilkår og inntekter til folk her langt nord like fra steinalderen til i dag. Men enestående er det ikke, vi finner lignende natur rundt Skottland, på vestkysten av Alaska og Canada og også helt sørligst i Chile. Ja, og så på Grønland, men her fyller fremdeles tykke brearmer mange av fjordene og isfjell truer båttrafikken.

Men Grønland med Innlandsisen og fjordbreer er spesielt interessante fordi disse gir oss et bilde og en forklaring på hvordan Den indre farleia er blitt til. Fjorder og sund er isens verk. Slike finner vi bare der det var svære isbreer under istidene, som i Norge, Skottland, Canada og Chile. Isbreer som sendte lange, tykke brearmer ut de gamle dalene og grov de ut til Udaler og fjorder. Men innlandsisen over Skandinavia nådde jo helt ned til Nederland på det største og breen over De britiske øyer nådde nesten sør til London, og vi finner ikke virkelige fjorder der, selv om danskene kaller flere av sine bukter for fjorder. – Men for all del, danskenes fjorder er også dannet av breen, men på en annen måte enn våre dype fjorder. Det må fjell til for å få sund og fjorder som hos oss, fjell i dobbel mening.

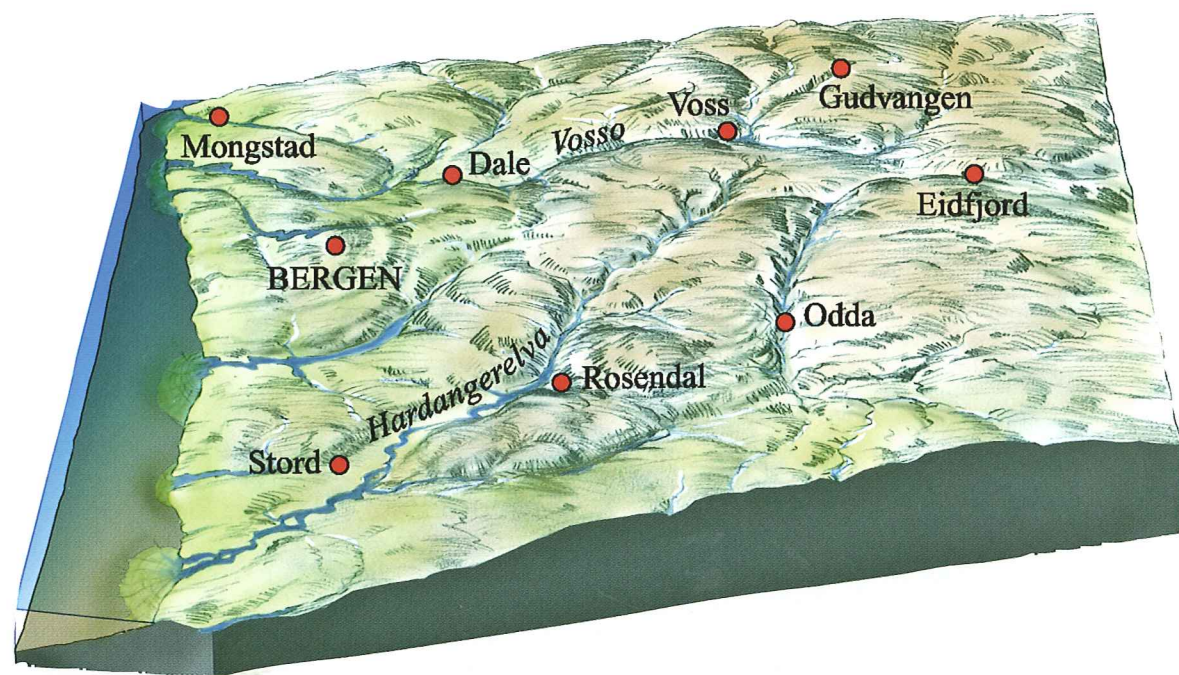
Først i topografisk mening, fjell med daler som breen kunne følge og grave dypere, men også fjell i form av hard berggrunn, som kan stå imot isen og gi øyer og skjær.

Istidene – hva var nå det?

GÅR EN FRA FINSE og bort til Hardangerjøkulen, kan en få en følelse av hva istiden var. Sommeren er så kald at ikke engang den hardføre bjørka greier seg, og oppe på Jøkulen smelter ikke all snøen om sommeren. Men dette er jo høyt til fjells, nede i lavlandet er somrene i dag varme, snøen smelter om våren, og det vokser både bjørk og varmekrevende trær som eik og ask, foruten frukttrær og alt annet vi dyrker. Men under istidene var det «Finseklima» like ned til kysten på Vestlandet, ja endatil sørover til Danmark og Tyskland. År etter år var somrene så kalde at breene i fjellet vokste og sendte etter hvert lange dalbreer nedover til lavlandet. Og de ga seg ikke med det. Breene ble tykkere, de bredte seg ut og etter hvert vokste de sammen til en svær innlandsis som dekket hele Norge og mer til. Da Den skandinaviske innlandsisen var på det største, lå ytterkanten helt nede i Nederland, og i øst nådde den nesten til Svartehavet, som vist på kartet på s. 27. Her på Vestlandet gikk breen utover hele kontinentalsokkelen og den endte ikke før havet ble så dypt at kjempesige isfjell brøt av, om lag som vi ser i Antarktis i dag. Under flere istider var breen så tykk at ikke en eneste fjelltopp stakk opp i Hordaland, og over Den indre farleia fra Bergen til Lindås har breen på det meste trolig vært mer enn 1000 m tykk.

Vekslingen mellom kalde istider og varme mellomistider skyldes ganske små endringer i jordaksens skrån-

ning og i jordas bane rundt sola som så igjen utløste forsterkningsmekanismer i klimasystemet. Dette kan vi ikke gå inn på her, men de som er interessert kan finne forklaringer i populærartikler som kan lastes ned fra www.uib.no/people/ngl/jm/. Det som er viktig her, er at vi har hatt et stort antall istider, om lag 40 stykker, litt avhengig av hva vi regner som en egen istid; den første store for om lag 2,5 millioner år siden. Mellom hver istid var det om lag like varmt som i dag, i siste mellomistid til og med noen grader varmere. Den siste istiden varte om lag 100 000 år, men hordalandskysten var vekselvis isfri og isdekket flere ganger også i løpet av denne istiden. Men siden det under disse sistnevnte isfrie periodene aldri ble så varmt som i dag, kalles de ikke mellomistider. Det er bare ca. 10 000 år siden isti-

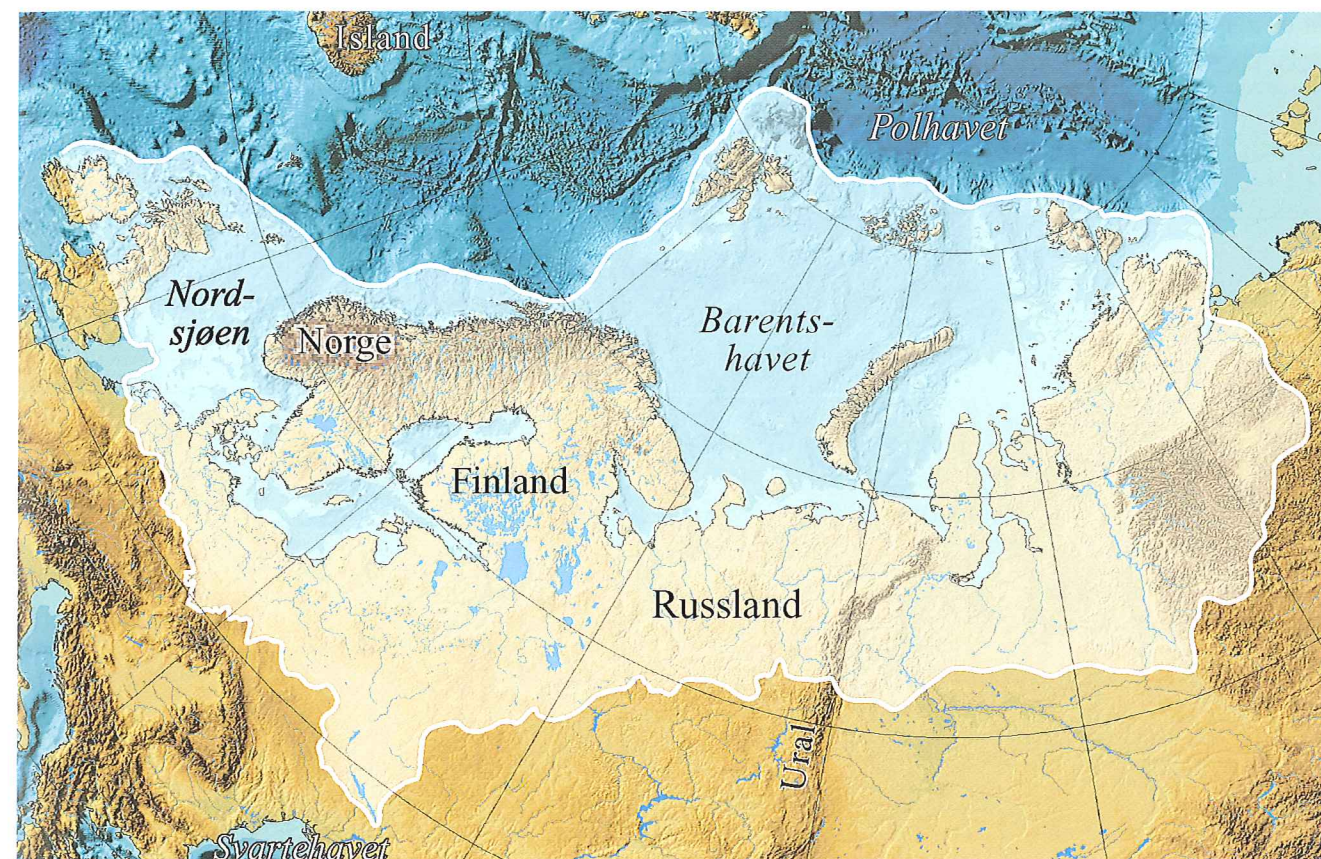


Hordaland før istidene – og før Den indre farleia ble dannet

FØR ISTIDENE var det ingen vestlandsfjorder eller smale, dype sund. Utenfor det som er dagens skjærgård var det den gang en jevn, sammenhengende kystlinje, uten øyer og skjær, og altså helt uten noen indre farlei. Figuren viser hvordan geologene har rekonstruert landskapet før istidene, for 2,5 millioner år siden. Det er selvfølgelig store usikkerheter i detaljene, men hovedtrekkene er sikre nok. Fjellviddene, som Hardangervidda, Stølsheimen og Vidden ved Bergen,

var nesten som idag, mens «Hardangerelva», Vosso og andre elver hadde gravd til dels dype daler. Elvene avsatte sand og grus som store deltaer der de munnet i havet, og sanda ble ført med bølger videre langs kysten slik at det var mile-lange sandstrenger.

Kilde: I. Aarseth (2004): Vidde, dal, fjord. Side 60-66 i W. Helland-Hansen (redaktør): Naturhistorisk vegbok Hordaland. Bergen Museum – Nord 4.



Da breen over Skandinavia var på det største, i nest siste istid for 140 000 år siden, vokste den sammen med breene over Storbritannia og Barentshavet-Karakhavet, og nådde helt sør til Nederland og nesten til Svartehavet. Den var 3-4000 m tykk i de sentrale deler.

Kilde: J.I. Svendsen et al. 2004: «Late Quaternary ice sheet history of northern Eurasia.» Quaternary Science Reviews 23, 1229-1271.



Isen lager et ruglete terreng. Den graver dype fjorder og sund, men setter igjen ei grunne her og ei øy eller halvøy der. Det gir et fascinerende landskap for båtfolket, med mange lune vikar og havner.

det av snø på breens øvre deler transporteres som en strøm i breen mot lavere områder. Men breen trenger ikke som elva å ende opp i havet. Breen slutter når brefronten er kommet så lavt ned at det er smeltet like mye is på de nedre deler av breen som overskuddet av snø i de øvre deler. Hvis klimaet er stabilt over mange år vil altså brefronten bli liggende på samme sted, mens isen i breen stadig strømmer fra de høyere til de lavere deler.

Hvor mye breen kan erodere avhenger av flere faktorer, som hvor hurtig den beveger seg. I dag fyller isen på Grønland dype fjorder og daler som fortsetter langt inn under innlandsisens jevne overflate. I disse dalene beveger den seg med en hastighet på opptil en meter i timen, eller nesten 10 km i året, mens den i fjellområdene mellom fjordene har mye mindre hastighet. Slik var det også på Vestlandet under istidene, så når det først var en dal så ble denne dypere og dypere for hver istid fordi isen her beveget seg fortere, og derved grov mer enn på siden av dalen.

Isen graver

TA DEG EN HAMMER, eller helst ei slegge, og forsøk å lage et hull på en fjelloverflate. Med litt krefter og tålmodighet går vel 10 cm greit? Men vil du noen meter ned så går tiden. Vi kan trøste deg med at isen graver ikke fortere enn deg. Likevel har breene erodert Byfjorden 460 meter dyp midtveis mellom Nordnes og Askøy – fjorden er i dag 360 m dyp, men bunnen er dekket av ca. 100 meter leire fra isavsmeltingstiden. Under Nordhordlandsbrua er det enda dypere, om lag 550 m – ikke rart de måtte lage flytebru. De smalere sundene i Farleia er naturlig nok grunnere, men selv Radsundet når 200 m på det dypeste og Lurefjorden 440 m. Når vi kommer til den store Fensfjorden, så er den enda dypere, nesten 700 m på det meste. Men overalt hvor isen har gravd, går det opp og ned slik at dype partier atskilles av grunner og øyer, og på land er det dype innsjøer mellom fjellryggene. Totalt sett har istidens breer erodert enorme volumer av jord og fjell fra Norge og lastet det ned ytterst på kontinentalsokkelen og nedover i Danmark og Tyskland. Ja, mye av Danmark ville



Vi ser Salbus inne i bukta. Her har isen gravd fjorden mer enn 500 m dyp, foruten at den har tatt et skikkelig jafs av fjellene slik at vi får de stupbratte fjellsidene vi ser i Tellevikfjellet til venstre.



Ripene på fjelloverflaten bitenfor ausekaret er skuringsstriper fra breen. Typisk nok er de forvitret bort høyere opp, over flomålet. Stripene er på et skjær ved Myking i Lindås, og ved å måle retningen finner en retningen isen beveget seg.



Skjær med en typisk form for bre-erosjon ved Myking. Breen har beveget seg fra venstre mot høyre, det vil si mot nordvest ut Fensfjorden. På venstre side, det vi kaller støtsiden, har breen skurt som med et sandpapir og lagd glatte, avrundete former med skuringsstriper. På lesidene er det bratte, skarpe kanter. Her har isen brukt «økse» og revet løs steiner.

blitt hav om en skrapte bort alt det breene fra Norge og Sverige avsatte der under istidene. Hemmeligheten er at selv om breen ikke arbeider fortere enn vi gjør med slegga, så lever og arbeider den så mye lenger enn oss.

Ingen har vært under flere tusen meter tykk is på Grønland eller i Antarktis og sett hvordan breene graver, eller målt hvor raskt de eroderer, så det er fremdeles mye vi ikke vet. Men en del målinger er gjort. La oss her se på en undersøkelse fra vårt eget fylke. Vi var så heldige å få komme i tunnelen under Bondhusbreen, en utløper fra Folgefonna, den gangen kraftverket ble bygd der. Fjelltunnelen kom opp under bunnen av breen der den er 200 m tykk, og der hadde anleggsarbeiderne smeltet en «ishall» hvor vi bokstavelig talt så hvordan breen slet løs store blokker og slipte fjellet. Vi glemte en spade som sto lent mot isen, og neste morgen hadde breen beveget seg så mye at vi måtte hakke den løs. Det skulle her sprenges ut fjellhaller under breen for å fange opp sand og grus som elva under breen fraktet med seg. Turbinene ville jo bli utslitt på kort tid om dette kom inn i kraftverket. Norges Vassdrags- og Elektrisitetsvesen målte derfor hvor mye materiale elva fraktet med seg dette året, i 1972, for å beregne hvor store fjellhallene måtte være. De fant at elva avsatte 4000 m³ eller 8000 tonn sand og grus utenfor brefronten. Dertil fraktet elva 7500 tonn leire som ble avsatt i Bondhusvatnet.

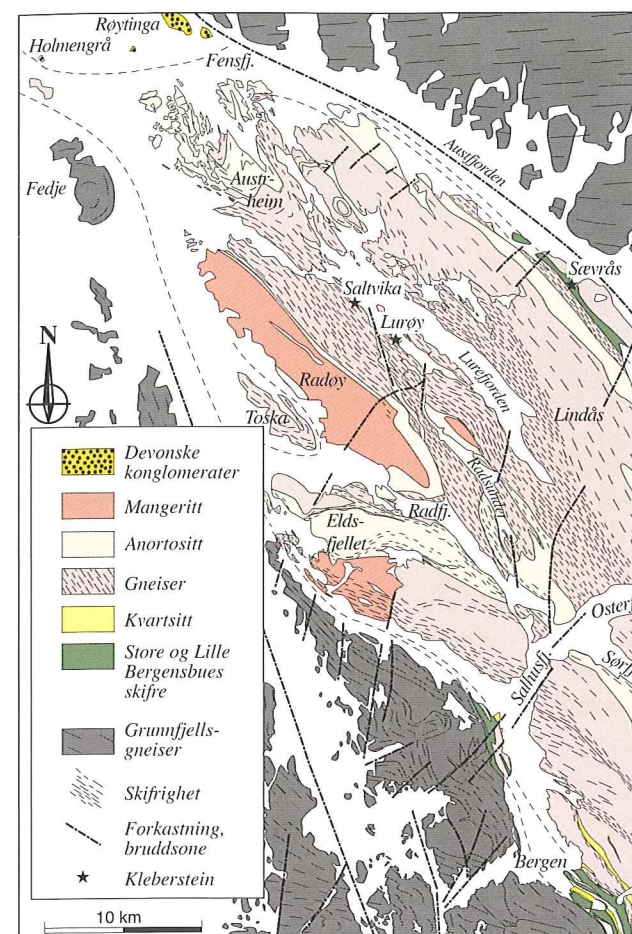
Vi antar at disse 15500 tonn er det Bondhusbreen eroderte på et år. Hvis vi fordeler det jevnt ut på arealet av breen, så betyr det at den eroderte 0,64 mm av fjellunderlaget på et år. Nå er det slik at oppe på platået beveger breen seg mye saktere og eroderer tilsvarende mindre, mens det er større erosjon under den bratte, smale dalbreen. La oss likevel bruke dette tallet, 0,64 mm erosjon per år som et eksempel. Det er realistisk ut fra hva vi vet fra andre steder, men det undervurderer nok erosjonen i dalen. Under en millimeter per år er jo ikke særlig imponerende; som nevnt ovenfor kunne alle og enhver lett holde følge med slegga – de første årene. Vi måtte vel ha gitt oss etter 70 år, mens breen fortsatte ufortrødent. I løpet av de 100 000 år som siste istid varte, vil dette bli 64 m, en ikke ubetydelig fordypning av dalen! Legger vi på til en million år så det blir det 640 m, og da begynner vi å kjenne igjen tallene fra de dype fjordene.

Breens redskaper

ISEN HAR TO REDSKAPER; sandpapir og øks. Under breen er det sand og stein som den har slitt løs lenger oppe. Disse er frosset fast i isen og når breen glir på underlaget, sliper de på fjellet. Det blir som når vi pusser trematerialer med sandpapir, men breen kan ha svære steiner å pusse med, og med en istykkelse på opp til et par tusen meter, så legger den en tyngde på sitt sandpapir som ikke engang en vektløfter kan komme i nærheten av. Spor av slipingene ser vi som skuringsstriper, lange parallelle riper, på fjelloverflaten. De fleste steder er disse forvitret bort siden istiden, men de er ganske vanlige i tidevannssonen fordi det basiske sjøvannet ikke tærer slik på fjellet som det sure vannet på land.

Det er denne slipingene som gir «steinmelet», altså de små leirpartiklene som farger breelvene grå. Istidens steinmel finner vi igjen som tykke leirlag i fjordene og ut i havet. I Byfjorden og ytre Osterfjorden er det ca. 100 m og i Fensfjorden utenfor Mønstad 200 m tykke lag med slik leire fra den tiden breen smeltet bort. Noen steder finner vi det også på land fordi landet er hevet etter istiden, bl.a. i Austrheim og under myrene mange steder langs leia, men virkelig tykk leire på land finnes på Østlandet og i Trøndelag hvor landet er hevet mer enn 200 m. Fordi det går så sent, bruker vi sandpapir bare til den siste finpussingen av materialer. Slipingene går sent også for breen, selv om den har helt andre krefter enn oss.

Det går raskere å bruke øksa. I fjellgrunnen er det en mengde store og små sprekker og svakhetssoner. Disse utnytter breen til å «hogge» løs stein, noen ganger svære blokker på mange meters størrelse, andre ganger bare nevestore stein. Breen «hogger» på flere måter. Den kan sprengte steinen løs ved at vann kommer ned i sprekker og fryser, stein kan rives løs ved den store friksjonen det er mellom breen og underlaget, eller stein fryser fast i bresålen og blir dratt løs. Denne «plukkingen» av stein er nok den viktigste prosessen for dannelse av de dype fjordene og sundene. Det er da også typisk at fjordene oftest følger bruddsoner i fjellet. Hvis vi skal forstå hvordan leia er dannet, er det derfor ikke nok å se på breen, vi må også se på hva breen hadde å slåss mot, nemlig fjellgrunnen.



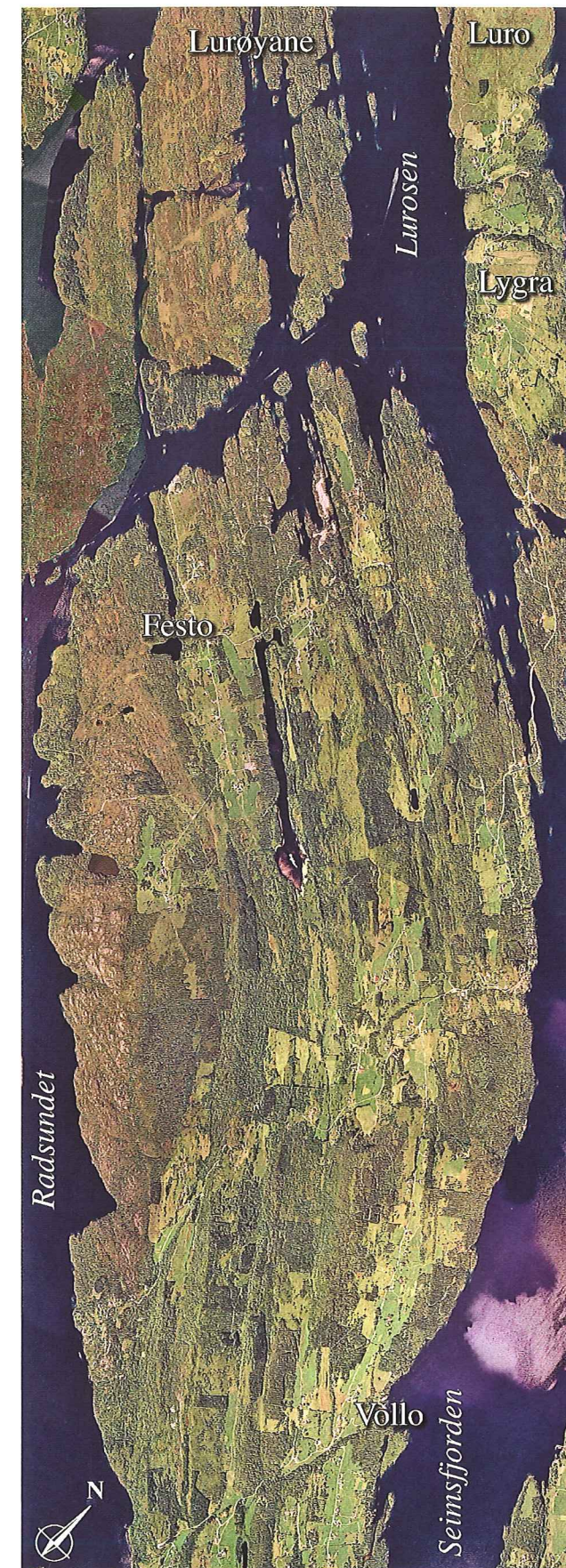
Geologisk kart over den nordlige delen av Bergensbuene.

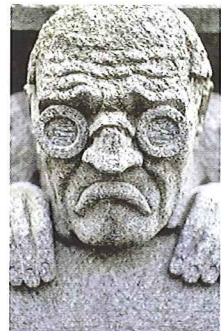
Kilde: Ragnhildstveit J. & Helliksen D. 2004: Geologisk kart over Norge, berggrunns-kart Bergen, 1:250.000. Norges Geologiske Undersøkelse, Trondheim

Motstanderen – fjellunderlaget

OM VI SYNES siste istids 100 000 år er lang tid, så er det nærmest for ingenting å regne mot alderen på selve berggrunnen. Farleia er nemlig skåret ut i bergarter som er mange hundre millioner år gamle. De yngste, om en kan bruke et slikt uttrykk i denne sammenheng, finner vi i Bergensdalen. Vi tror at de yngste bergensskifrene er rundt 450 millioner år gamle, og de tilhører det vi under kaller Bergensbuene. Her løper soner med glimmerskifre, som er forsteinet leire og slam, og amfibolitt, som er omdannet lava og gabbro. Disse bergartene, og spesielt glimmerskifrene, slipes raskt ned av isbreer og elver. Den grønn-sortede amfibolitten er litt mer motstandsdyktig, og gjør at Nordnes står opp

Den fremtredende lagdelingen i berget kommer godt frem, som her på nordvestsiden av Radsundet. Tversgående daler og sund er styrt av bruddsoner. Lygra oppe til høyre.





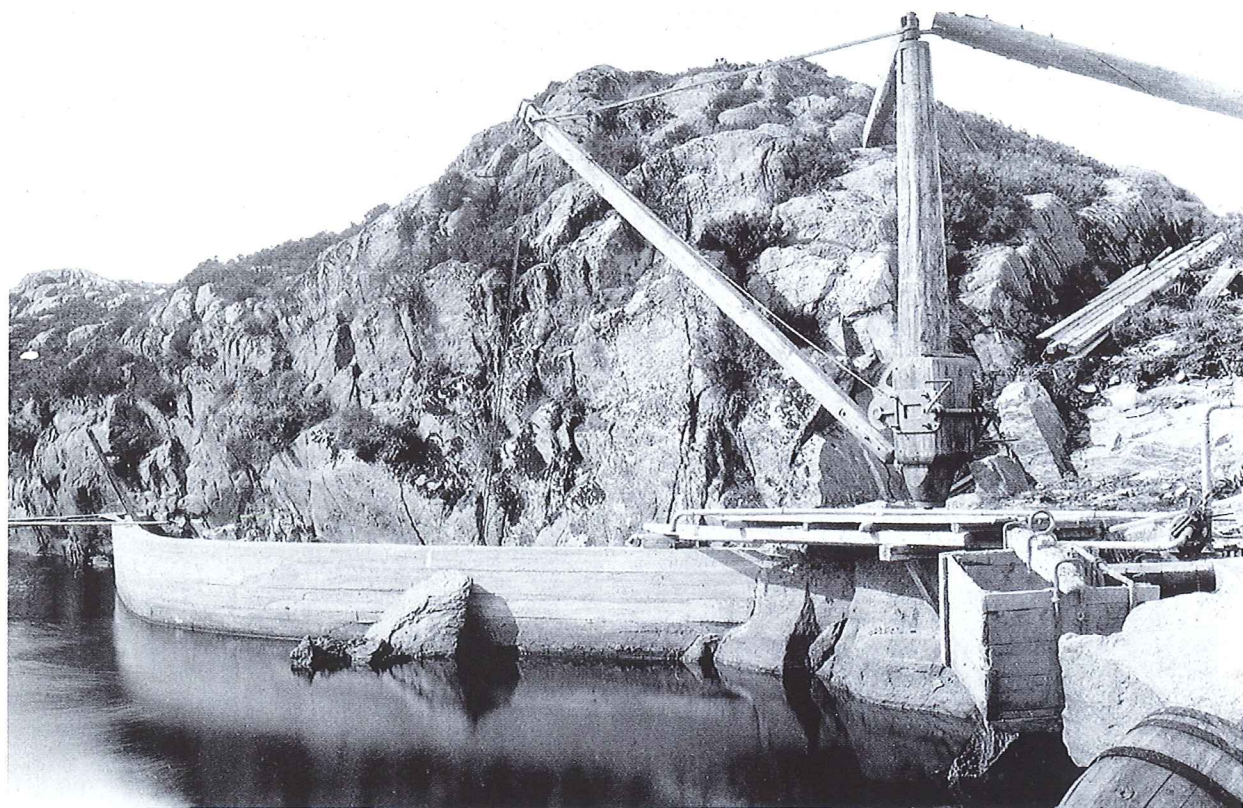
Kleberstein

PÅ LURØYANE vest for Lygra fins det kleberstein – et bergslag som i lang tid har vært ettertraktet til både bygningsformål, bruksgjenstander og utsmykning. Kleberstein forekommer bare noen få steder i denne delen av Bergensbuene.

De andre stedene vi vet den har blitt brutt er i Austre Saltvika litt lenger nordvest, og i Sævråsvågen. Klebersteinen ligger som store linser i de omliggende gneisene. Kleberstein fins en rekke steder i Hordaland, men den fra forekomstene på Lurøyane og i Saltvika skiller seg ut. Disse bruddene ligger i samme draget og inneholder en mørk type kleberstein uten de rustbrune karbonatårene en gjerne finner andre steder, og den

inneholder mye av flakmineralene mørk glimmer og kloritt. Av større praktisk betydning er det at bergarten er hardere enn mye annen kleberstein, og kan bare så vidt ripes med negl. Til sammenligning er klebersteinen fra Sævrås av den yngre, kambrosilurske typen som finnes en rekke steder lenger sør i Bergensbuene.

Det var to brudd på Lurøy og begge var i drift på begynnelsen av 1900-tallet. Bruddene var i en linseformet forekomst som er 50 meter lang og opp til 15 meter bred. Det meste av klebersteinen ligger under sjøen, og arbeiderne arbeidet seg derfor nedover i dypet. Det nordlige ble drevet ned til 23 meter under havnivå, og oppmurte demninger og vannpumper sørget for å holde vannet unna. I dag er bruddene oversvømmet, men uavhentete blokker ligger fortsatt ved bruddene.



Lygra klebersteinsbrudd, sommeren 1930.
Muren holdt havvannet ute og kranen ble brukt til å løfte blokkene ut av bruddet.

Foto: C. F. Kolderup



Lagdelingen eller skifriheten i berget langs farleia står som regel på skrå med fall mot nordøst, her overdekt av torv og gress. Fra Seim.

som en rygg. Mellom disse bergartene finner vi et par soner med gneis og kvartsskifer. En av dem kan sees på Dragefjellet, der kvartsskiferen tidligere har vært tatt ut.

Det er det høye innholdet av glimmer som gjør bergartene i Bergensdalen og Byfjorden svake. Men minst like viktig er det nok at disse bergartene er så skifrige. Det er mye lettere for breen å rive løs disse bergartene enn de mer massive bergartene som vi finner på Byfjellene og nordover forbi Salhus til Meland.

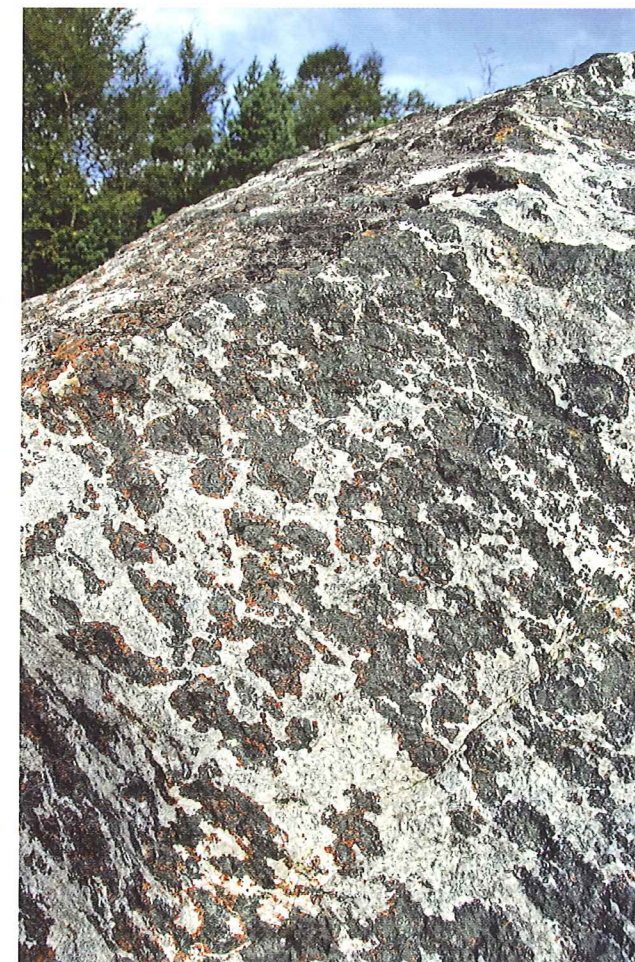
Skifrihet finner vi også mange andre steder langs Farleia. Når vi kommer inn Radsundet, er vi i et område der åsrygger, daler og fjorden i stor grad følger skifriheten i berget. Fra luften ser vi furene i landskapet spesielt godt – som om noen skulle ha pløyd en svær åker i berglandskapet.

Trekker vi oss lenger opp i luften, vil vi se at disse furene, skifriheten, avtegnes som halvsirkler i terrenget fra Fensfjorden i nord til Fusafjorden i sør og med Løstakken i sentrum. Topografien kan sammenlignes med en sandblåst treflate, der den harde veden står ut og den myke danner furer. Bergensbuene er navnet på denne eiendommelige geologiske strukturen. Lagene i Bergensbuene ble presset flate og stilt på skrå for mer enn 400 millioner år siden da Grønland ble presset mot Norge. Den gang lå området vårt i roten av en mektig fjellkjede som bærer navnet Den kaledonske fjellkjeden. Den kan sammenlignes med dagens Himalaya, både når det gjelder høyden på toppene og utstrekningen av fjellkjeden.

Selve de ruvende fjellene er for lengst borte. Bergartene som vi ser i dag befant seg den gangen dypt nede i undergrunnen, kanskje ned mot 50 kilometers

dyp. Med de trykkene og temperaturene som hersker på slike dyp forstår vi lettere hvordan bergartene kunne bli presset flate og utvalset som deig. Så tok det flere hundre millioner år å erodere bort fjellene slik at «våre» bergarter nådde overflaten. Men den lagdelte strukturen, skifriheten, har de tatt med seg.

La oss så se litt nærmere på hvilke bergartstyper vi finner langs Den indre farleia nord for Bergen. De aller fleste er opprinnelig størkningsbergarter. Det betyr at de har vært smeltet berg, magma, som har trengt opp i jordskorpen og størknet. Disse magmaene nådde aldri overflaten, men størknet i stedet nede i jordskorpen som store kropper. Dette skjedde lenge før Den kaledonske fjellkjededannelsen som vi omtalte over – kanskje rundt en milliard år tilbake i tid! Men etter at disse bergartene størknet, har de fått «juling», både før og under Den kaledonske fjellkjededannelsen. Noen har beholdt mye av sin opprinnelige egenart, men mange



Koronitt, Hordalands fylkesstein, slik den fremstår ved Nordhordlandshallen på Knarvik. Mineralene er svart pyroksen med en rand av brunlig granat i en grunnmasse av hvit feltspat.

steder er de presset og utvalset til båndet gneis. Vi kan likevel skille mellom forskjellige typer. Noen er sure og granittiske og danner ekstra dårlig grobunn for vegetasjon. Andre er mer basiske, dvs. rikere på jern og magnesium og med mindre av det harde mineralet kvarts, og gir mer næringsrik jord.

På det geologiske kartet (side 31) har vi skilt ut den lyse anortositten eller anortosittgabbroen. Dette er en basisk bergart som er hvit og frisk i nye veiskjæringer, men som etter noen år med vestlandsvær blir grå og trist. Den har mange steder mørke flekker, nesten som pelsen til en dalmantiner. Denne varianten kalles uformelt for koronitt og er kåret til *Hordalands fylkestein*. Dette er en nokså sjelden bergart i verdenssammenheng, og den har faktisk likheter med mye av berggrunnen på månen. En annen nokså spesiell bergart er mangeritten. Liksom anortositten er dette en feltspatrik bergart, men betydelig mørkere av utseende. Dette er den eneste bergarten i verden som har fått sitt navn fra Hordaland. Typeforekomsten er på Manger, men nær beslektete bergarter finnes flere steder langs Farleia.

Bruddsoner og forkastninger

I VÅR DEL av Bergensbuene går skifriheten i nord-vest-sørøstlig retning. Men vi finner flere fjorder, sund og dalsøkk som går på tvers av denne retningen. Salhusfjorden er ett eksempel. Hva kan grunnen være til det? Et hint finner vi ved å se på forlengelsen av Salhusfjorden innover Askøy. Der ser vi flere markerte og rettlinjete søkk med samme nordøstlige retning som Salhusfjorden. Dette er uttrykk for det geologene kaller forkastninger og bruddsoner. Berget er rett og slett brutt i stykker, og det har isen visst å gjøre seg nytte av. Bruddene gjør det nemlig lettere å grave her enn i det mer massive omliggende berget. Så mens Byfjorden følger skifriheten, følger Salhusfjorden en bruddsone.

Den rette dalen og veistrekningen fra Isdalsstø til Seim følger også en bruddsone. Her har utsprenningen av vegen blottlagt glattpolerte bruddflater eller slepper der berget på den ene siden har gnisset og gnuret mot den andre siden. Litt lenger mot nord finner vi en tilsvarende bruddsone. Takket være denne har vi fått snarveien gjennom Alverstraumen til Radsundet. Det samme gjentar seg der Radsundet stikker av mot nord til Lurefjorden.

Men hvordan har alle disse bruddsonene i berggrun-

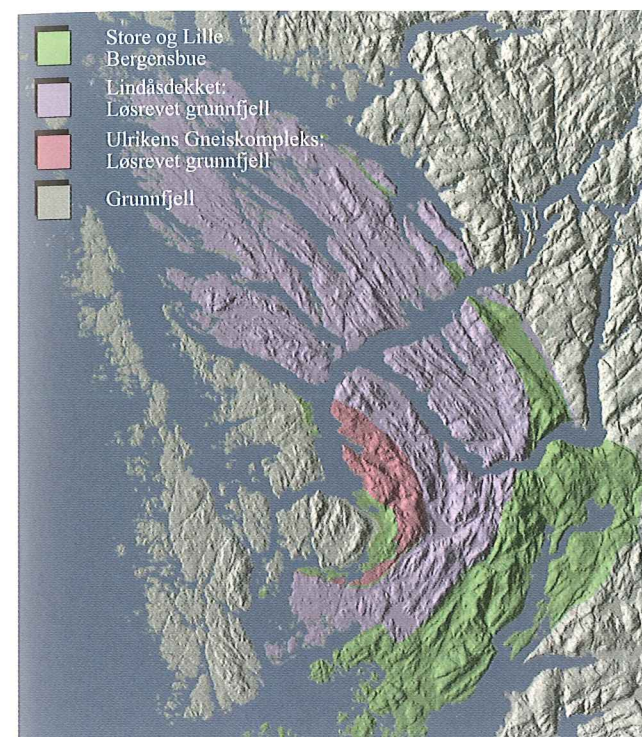
nen blitt til? Vi har omtalt at skifriheten ble dannet på dyp der bergartene oppførte seg mer som deig enn som hardt berg. Men ettersom det overliggende ble høvlet av, steg våre bergarter mot overflaten og ble avkjølt. Da så nye krefter virket på bergartene, reagerte de ikke som «deig» lenger. I stedet ble de brutt i stykker, plutselig og voldsomt. Jordskjelv ble utløst, så dette var dramatiske hendelser i forhold til de seige og sakte bevegelsene som dannet skifriheten. Vi vet ut fra eksperimenter at temperaturen må være under ca. 300 °C for å få dannet brudd og forkastninger. Radiometriske dateringer tyder på at de eldste forkastningene i området ble dannet i devontiden (ca. 416-360 millioner år siden). Men også senere har vi hatt brudddannelse, særlig da Nordsjøbassenget ble dannet for noe slikt som 250 millioner år siden og under den videre åpningen av bassenget rundt hundre millioner år senere. Vi kan nemlig se at bruddene er dannet ved at jordskorpen ble slitt litt fra hverandre, og det var nettopp disse strekk-kreftene som fikk Nordsjøen til å åpne seg og synke inn.

Når vi kommer helt nord i Farleia, ser vi over til grunnfjellet på nordøstsiden av Fensfjorden. Her er de nord-sydgående sprekkedalene og sundene virkelig godt utviklet, til god hjelp for de som skal sjøveien videre mot nord. Men vi ser også de massive devonske konglomeratene på Røytinga og Holmengrå. Dette er de første produktene av nedhøvlingen av de 400 millioner år gamle kaledonske fjellene – konglomeratene er forsteinete lag med grus og stein. Senere havnet slikt materiale i Nordsjøbassenget der noe ble til oljeførende sandsteiner på Troll, Oseberg og andre olje- og gassfelt. Den dype Austfjorden-Fensfjorden er gravd ut langs den største forkastningen i området. Langs den har Bergensbuene sunket ned atskillige kilometer. Også det skjedde hovedsakelig i devontiden, da fjellkjeden falt sammen etter sin storhetstid.

Isen smelter bort – landet stiger fram

VI SER AT Den indre farleia har en lang geologisk historie: Bergartene langs leia er dannet gjennom flere hundre millioner år og isbreene har brukt et par millioner år på å forme landskapet. Nå skal vi se på den siste «finishen». Tidsskalaen blir kortere, vi måler nå tiden i årtusener og århundrer, og mennesker er snart til stede og følger utviklingen.

Ved slutten av siste istid var Den indre farleia ferdig utformet i fjellgrunnen og den skulle bare komme



Bergensbuene består av lille Bergensbue innerst mot Løvstakken, Store Bergensbue ytterst, og forskjellige mellomliggende gneiser som havnet her under Den kaledonske fjellkjedefoldingen for over 400 millioner år siden. Buene representerer bergartenes lagdeling som ble foldet av kreftene som virket den gang de lå 10-15 km nede i undergrunnen og opplevde etterdønningene etter Den kaledonske fjellkjededannelsen. Her ser vi tydelig hvordan landskapet er preget av berggrunnens egenskaper – dette fordi disse i stor grad har styrt breens erosjon.

Kilde: Fossen, H. 2000: Furer i landskapet: Jordoverflatens egne rynker. Årbok for Bergen Museum, 1999. Universitetet i Bergen

seg løs av breens grep. Men det var ikke lett, tre forsøk måtte til. I to milde perioder smeltet og kalvet brefronten så langt tilbake at Den indre farleia ble isfri, men forgjeves. Det kom tilbakeslag; nye kalde perioder som gjorde at breen igjen vokste, brefronten brøytet seg vei utover hvert år og snart var hele Farleia igjen under isen. Her skal vi bare nevne det siste mislykkede forsøket. Det skjedde for ca. 13 500 år siden, i en periode vi kaller Allerød fordi lag fra denne milde tiden først ble beskrevet i denne landsbyen i Danmark. Vi har funnet skjell fra Allerød-tiden i indre strøk av leia så som i Bergen, Trengereid og Eikanger og i ytre del ved Mongstad og Austrheim. Alle disse stedene er skjellene funnet i en morene som er dannet under breen. Skjellene viser at kysten var isfri slik at sjøen gikk inn til disse stedene, mens morenen viser at breen deretter gikk over området. Skjellene, og den marine leira de lå i, ble bakt inn i morenen under isen. Skjellene ble

knust, men bitene er store nok til at vi kan datere dem med radiokarbon-metoden. Dette er sjeldne funn, vanligvis vil breen erodere bort alle løsmasser som kommer i dens vei, for ikke å snakke om at den vil male skjell til ugjenkjennelig mel; den graver jo til og med dypt ned i det harde fjellet, slik som vi har sett ovenfor. Men her har skjellene altså «overlevd» og kan fortelle oss en historie som ellers ville vært ukjent.

Skjell fra Allerød-tiden er enda mer vanlige på Sotra og i Øygarden, men den store forskjellen er at her er det ingen tegn til at breen har gått over disse skjellene. Det viser oss at etter Allerød-tiden har det vært en kald periode hvor breen vokste, fylte de dype fjordene som Osterfjorden, Byfjorden og hele Farleia, men nådde ikke fram til Øygarden. Denne kuldeperioden varte fra 12 800 til 11 500 år siden og vi kaller den for Yngre Dryas. Den er oppkalt etter fjellblomsten reinrose, som på latin har slektsnavnet Dryas. Forskere som fant blader av Dryas i leire i Danmark på 1800-tallet forsto at den var fra en kald periode, og lot altså perioden arve navn etter blomsten. Uten denne kuldeperioden hadde det ikke vært noen storgård eller golfbane på Herdla, for løsmassene her ble avsatt av breen, eller smeltvannselva fra breen, da den stoppet ved Herdla etter veksten i Yngre Dryas. Det samme gjelder gårdene ytterst i Den indre farleia, ved Mongstad, Fonnes og Austrheim, og på Radøy for den del. All jorda her, så som sand, leire og morene, men ikke torven, viser hvor brefronten lå. Ja, Leirvåg har til og med fått navn fra disse avsetningene. Jo, det er et paradoks; bøndene i ytre Nordhordland kan takke en klimaforverring for 12 800 år siden for at de har bedre jord enn de fleste andre her vest.

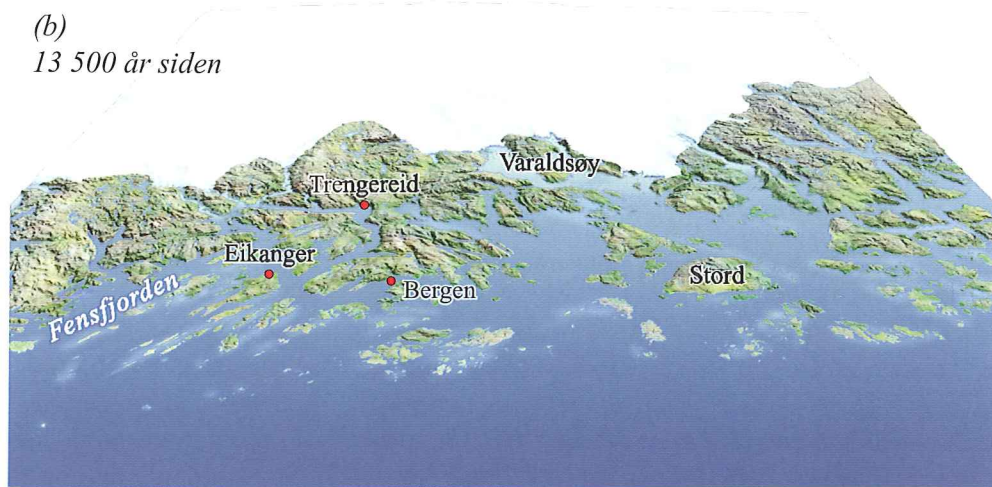
I vitenskapelig geologisk litteratur sier en at siste istid sluttet for 11 500 år siden. Men for oss var den jo ikke slutt, hele Farleia lå under isen og brefronten lå som vi har sett langs det vi kaller Herdlamorenene, fra Mongstad over Austrheim-ytre Radøy-Herdla-Fana-Os, så nesten hele Hordaland, og Norge for den del, var dekket av innlandsisen. Grunnen til at geologer definerer slutten av istiden for 11 500 år siden, er at det da kom en voldsom klimaforbedring over Europa. I løpet av noen tiår ble det på kontinentet nesten like varmt som i dag. Det startet en folkevandring nordover. Ikke bare mennesker, men dyr og planter som hadde rømt sørover og overlevd i Middelhavslandene under istidsklimaet ville nå nordover igjen, men alle er jo

Farleia ved slutten av istiden

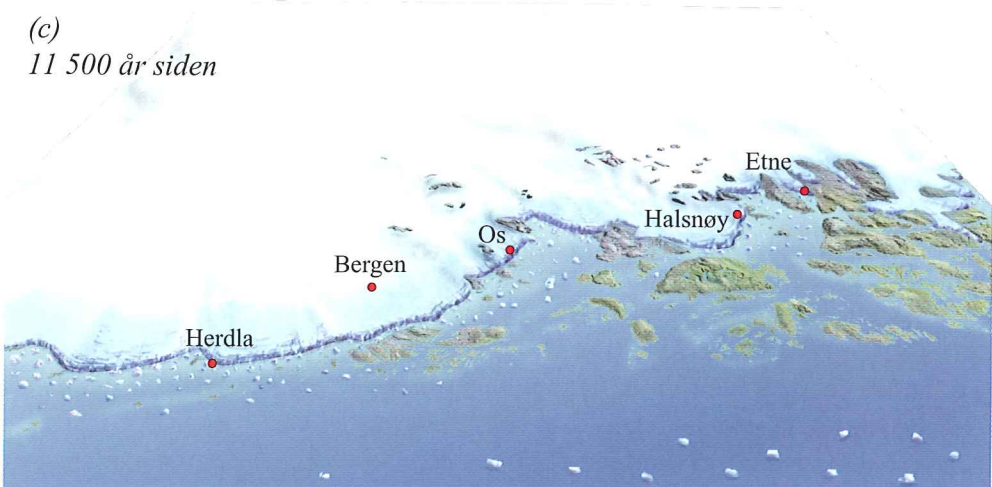
(a) Funn ved Blomvåg viser at den ytterste kysten første gang ble isfri for om lag 14 500 år siden, og vi regner med at Den indre farleia snart etter var isfri for første gang. Men det tok bare noen hundre år før breen vokste helt ut i havet igjen.



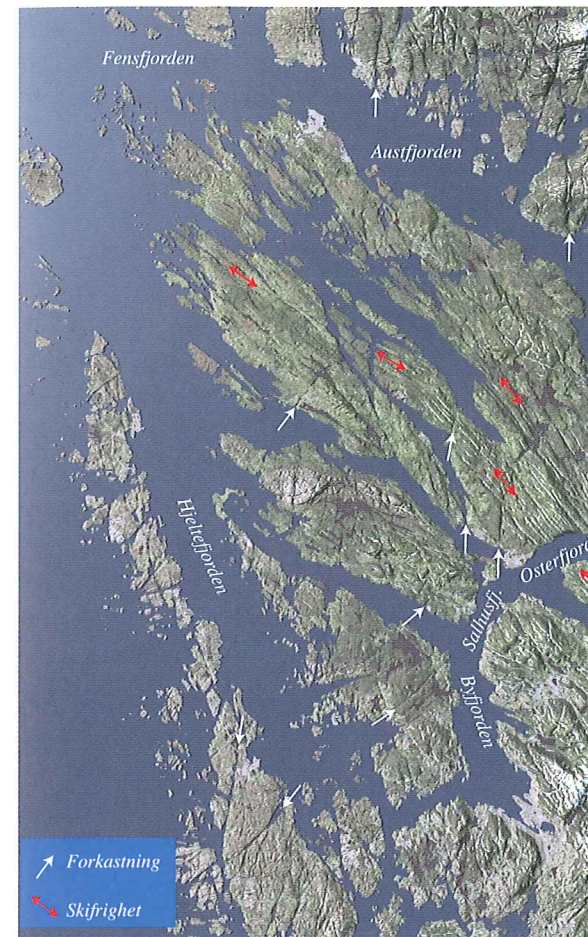
(b) Farleia ble isfri for andre gang i allerødtiden for 13 500 år siden, og funn av skjell viser at breen nå smeltet langt inn i landet. Men legg merke til at havet sto høyere, så det var ingen godt beskyttet farlei som i dag.



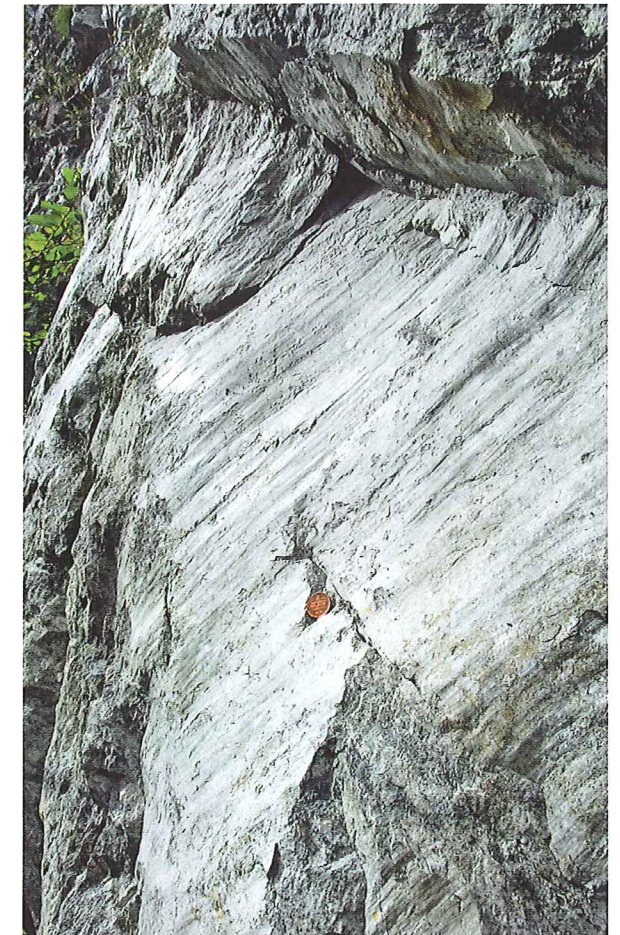
(c) Yngre Dryastiden, som varte fra 12 800 til 11 500 år siden var det siste virkelige kalde gufs av istiden. Breen vokste og la hele Den indre farleia under seg. Som takk avsatte den imidlertid noe av den beste jorda i Hordaland langs brekanten, fra Etne og Halsnøy i sør til Herdla, Radøy og Austrheim i nord.



Kilde: J. Mangerud: Siste istid. Side 67-73 i W. Helland-Hansen (redaktør): Naturhistorisk vegbok Hordaland. Bergen Museum – Nord 4.



Retningen og lokaliseringen av daler og fjorder nord for Bergen er preget av retningen på skifriheten eller lagdelingen i berggrunnen (røde piler) og av forkastninger og bruddsoner (hvite piler).



Glattpolerte bruddflater med glidestriper i hvit anortositt. Fra veiskjæringene like nord for Isdalsstø.

Forkastninger – spor etter forhistoriske jordskjelv

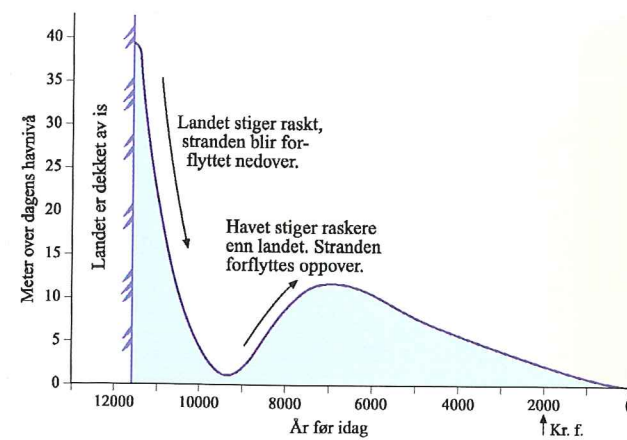
BRUDD ELLER SLEPPER i fjellet der en har hatt glidebevegelse langs bruddet, kalles forkastninger. Der forkastningene er eksponert i friske veiskjæringene kan en se at flatene er blanke og glattpolerte. Dette har skjedd under plutselige bevegelser som utløste større eller mindre jordskjelv – antakelig for ganske mange millioner år tilbake i tid. På den måten kan en si at forkastningsflater representerer forhistoriske jordskjelv. Ser vi nærmere på flatene finner vi gjerne striper og furer som kan ligne på skuringsstripene isbreen har laget mange steder. Likheter er at vi i begge tilfeller har hatt gnuring av berg mot berg. Forskjellen er at isbrens verk

er begrenset til overflaten og var mye langsommere. Forkastningenes skuringsstriper ble til på bruddflater nede i fjellet og kan ha blitt dannet i løpet av sekunder. I veiskjæringene som følger bruddsonen fra Isdalsstø og nordover finner vi mange av disse polerte forkastningsflatene. Nær Isdalsstø finner vi dem i den hvite anortositten. I skjæringene litt lenger mot nord dukker de opp i en mørkere gneis. Her er det også avsatt et grønt mineral som gir bruddene en helt spesiell grønn farge. Noen steder kan en, om en er heldig, finne fine, små krystaller langs slike bruddsoner.

ikke sprintere. Etter hvert som breen trakk seg tilbake, overtok planter og dyr det frigjorte landet. De raske og hardføre først, deretter de som krevde enda varmere klima eller bedre jord. De første menneskene fulgte nok reinsdyrflokkene. Den indre farleia utnyttet også varmen, i løpet av et hundreår eller to hadde den ristet av seg breen og så nesten ut som i dag - men altså ikke helt. Nå var det havet som måtte tilpasse seg.

Havet stiger, men landet stiger også – hvem vinner?

HAVET GIR OFTE en følelse av uforanderlighet, men dette er en falsk følelse. Havnivået går opp og ned. Ja nå mener vi ikke flo og fjære som vi kan se hver dag, men endringer over år og århundrer. Vi har sett at under istidene lå det en svær isbrekke over hele Skandinavia, og det var en enda større bre over Nord-Amerika. Is er jo vann, og disse breene stjal enorme mengder vann fra havet og lagret det på land. Under siste istid ble det så



Denne kurven viser hvor høyt havet har stått til enhver tid i Radsundet. Da området ble isfritt for om lag 11000 år siden sto havet om lag 40 m høyere enn i dag. En rask landhevning gjorde at stranda nesten sank ned til dagens nivå for 9500 år siden. Deretter kom en periode da verdenshavet steg raskere enn landet, og stranda gikk oppover igjen til 12-13 m over dagens nivå, før landhevningen sakte forflyttet den nedover til dagens strand.

Kilder: Ø. S. Lohne et al. 2004: The start of a major sea-level rise indicates that ice sheet expansion in western Norway commenced before the Younger Dryas. Quaternary Science Reviews (i trykk), og P. E. Kaland 1984: Holocene shore displacement and shorelines in Hordaland, western Norway. Boreas 13, 203-242.

Blåskjell viser når Golfstrømmen kom til Farleia

FØLGER vi Bergens breddegrad mot vest, over havet, så treffer vi sydspissen av Grønland og nordspissen av Labrador. Dette er langt mer kalde og ugjestmilde strøk enn Vestlandet – og alle vet at vi kan takke Golfstrømmen for vårt milde klima. Men Golfstrømmen har ikke alltid vært her, under istidene bøyde den av mot Portugal i stedet for å svinge opp til oss.

Vi har i teksten sett at skjell kan vise når farleia var isfri eller dekket av breen, men skjellene forteller ikke bare breens historie. I alle-rød-lagene finner vi bl.a. blåskjell, O-skjell og strand-snegl, som altså er 13 500 år gamle. Disse skjellene lever jo i tusenvis langs

Den indre farleia idag, og vi tenker kanskje at det ikke er noe spesielt med så vanlige skjell. Men jo, hvis vi reiser nordover så kan vi finne disse skjellene helt opp til Finnmark, men så er det slutt. På Svalbard greier de



seg ikke, der er det for kaldt. Disse skjellene lever i dag så langt nord, og så langt inn i Barentshavet, som det varme Golfstrømvannet når og de blir derved nesten som en slags merkelapper på Golfstrømmen. Derfor konkluderer vi også at når vi finner 13 500 år gamle blåskjell her i Hordaland så nådde Golfstrømmen inn hit, selv om den ikke var så varm som idag. Og ganske riktig, i den etterfølgende kalde Yngre Dryas tiden forsvant disse skjellene igjen fra Vestlandet, da tok Golfstrømmen veien mot Irland og Portugal. Men så, straks etter Yngre Dryas-tiden sluttet for 11 500 år siden, kom Golfstrømmen for fullt og den har mye av

æren for at breen forsvant fra Hordaland i løpet av noen hundre år og derved for at steinalderfolkene innvandret til gode forhold.

mye is at nivået på verdenshavene sank 125 m. Dette er forklaringen på at fiskerne får reinsdyrhorn, steinalder-røksker og torv i trålen i sydlige Nordsjøen. Ved slutten av istiden ble prosessen reversert; breene smeltet og vannet rant tilbake i havet som derfor steg 125 m. En slik havstigning ga svære endringer i kystlinjen rundt hele jorda, men i første omgang merket ikke Den indre farleia noe til den for her var det enda sterkere «motkrefter» i gang nede i undergrunnen.

Is er tungt. Riktignok er stein tre ganger så tung, men legger vi for eksempel 1000 m is over landet så tilsvarer det vekten av vel 300 m berg. Og i prinsippet er det så enkelt. Den stive jordplata vi lever på flyter nemlig på seig og plastisk bergmasse. Det er omtrent 100 km ned dit, så vi behøver ikke være redde for å synke nedi med bena. Men breen over Skandinavia, som var 3000 m tykk på det meste, tynget jordskorpa ned så de plastiske steinmassene i dypet sakte ble presset ut til sidene. Legger vi en halvfull tannkremtube flatt på bordet og trykker midt på tuben så bøyer den ned der vi trykker mens den buler opp på sidene dit tannkremen blir presset – ja det er riktig, Tyskland, Nederland og bunnen av Norskehavet steg da breen vokste og trykte Skandinavia ned. Men bergmassen flyter mye tregere enn tannkrem. Ved slutten av istiden smeltet breen bort så raskt at bergmassen på dypet ikke greide å holde følge på sin vei tilbake. Resultatet var at da Norge slapp fri av breen så lå landet fremdeles dypet nedpresset.

Den indre farleia lå mye lenger øst

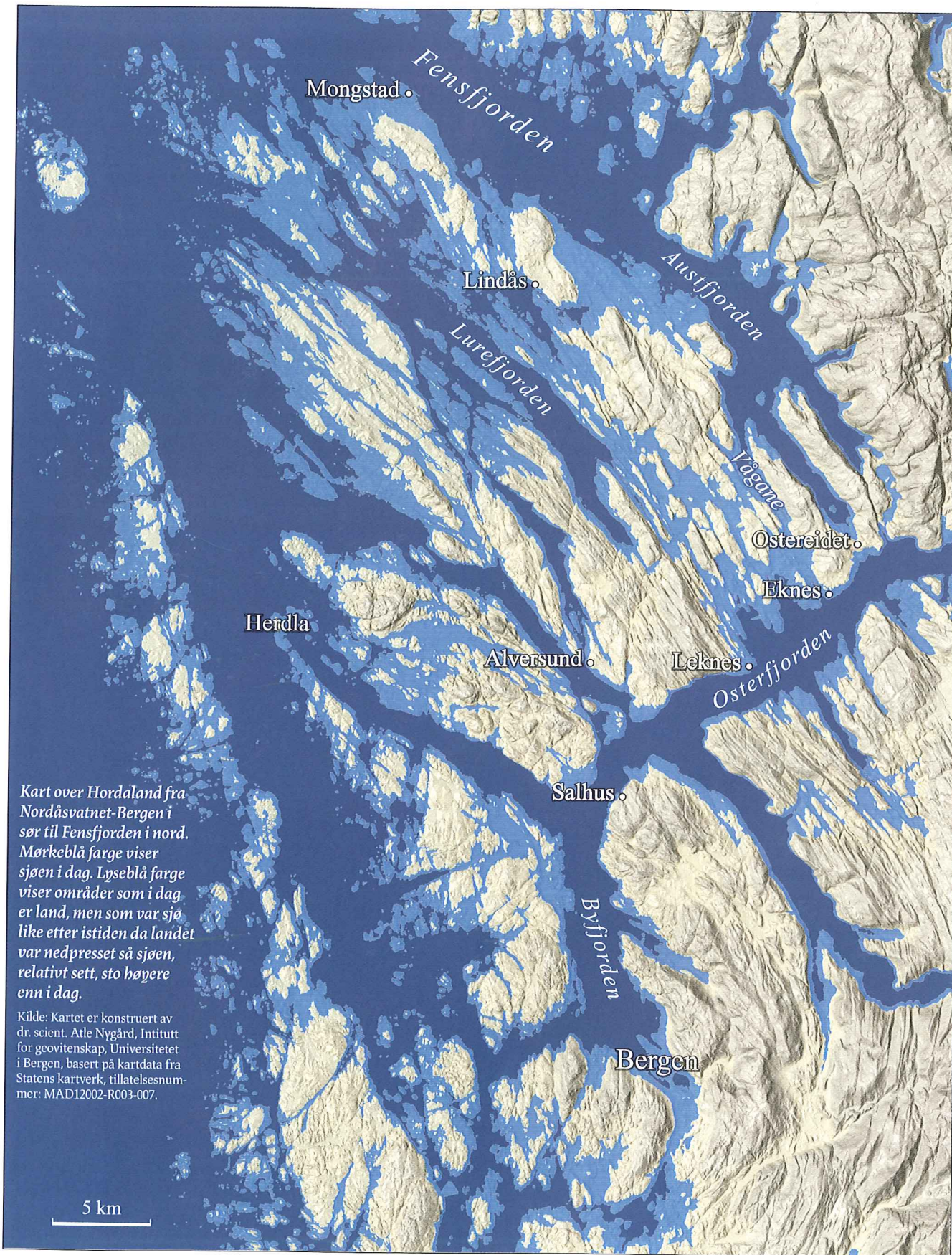
STEINALDERMENNESKENE som kom like etter istiden møtte altså et havnivå som lå mye høyere enn i dag fordi landet var nedpresset. Langs Den indre farleia er det så lite sand og grus at en ikke kan se disse gamle strandlinjene. Men andre steder er de meget tydelige, for eksempel den høyeste grusflaten på Herdla, om lag 32 m over havet, og toppen av grustakene inne i fjordene, som ved Matre, Andvik, Modalen og Eksingedalen. Grusen er avsatt som delta i sjøen og de flate terrassene på toppen av grustakene, som i dag ligger 50-70 m over havet, viser stranden da breen smeltet bort. Disse tallene forteller også at de gamle strandlinjene er hevet høyere opp inne i landet enn ute ved Herdla, noe som skyldes at isen der var tykkere og jordskorpa tilsvarende mer nedpresset.

Farleia gjennom Alverstraumen, Radsundet, Lurefjorden og til slutt ut Fønnesstraumen eller Kjelfjorden, er i dag den østligste, eller innerste forbindelsen mellom Byfjorden og Fensfjorden, derav navnet Den indre farleia. Men slik var det ikke da de første menneskene kom her og havet altså sto høyere, se kartet på s. 40. Først kan vi jo legge merke til at det var en åpen led fra Bergen over Minde og sør-øst, hvis en ville den veien. Men vi skal jo nordover fra Bergen. Seiler vi inn Osterfjorden og kommer til Ostereidet, må vi snu. Dette eidet og de østenfor er så høye at sjøen ikke nådde over, enda Ostereidet i dag er det smaleste eidet. Den innerste farleia nordover var fra Eknesvågen til Vågane og så videre ut Austfjorden og Fensfjorden. Men mellom Eknes og Leknes var det flere forbindelser gjennom smale sund både til Vågane og til Lurefjorden. Og kom en til Lurefjorden var det igjen flere «snarveier» til Fensfjorden, langt innenfor det som i dag er Den indre farleia.

Etter hvert som landet steg, ble disse østlige forbindelsene mellom Osterfjorden og Fensfjorden stengt. I dag vet vi ikke når de forskjellige eidene ble til tørt land, men kanskje kommer det forskere i framtiden som undersøker dette. Vi vil også presisere at kartet er konstruert på grunnlag av noen antagelser og forenklinger, så alle detaljer er ikke riktige.

Mer om kappløpet mellom land og hav

VI HAR HØRT at verdenshavet steg 125 m ved slutten av siste istid samtidig som Norge steg fordi islasten ble borte. Da blir spørsmålet: Hva steg raskest? I den første tiden steg landet ved Den indre farleia raskere enn havet. Det betyr bokstavelig talt at landet steg opp av havet, stranden forflyttet seg nedover, grunne sjøområder ble tørrlagt og vik og sund ble til daler, slik vi har omtalt i forrige avsnitt. Dette gikk veldig raskt. I løpet av 1500 år hadde stranden sunket fra 40 m og nesten ned til dagens havnivå i Radsundet, slik figuren på s. 38 viser. Men for om lag 9000 år siden snudde «lykken» seg. Landhevningen sakk av, mens havet fortsatte å stige raskt. Stranden forflyttet seg mer enn 10 m vertikalt oppover. Daler og steinalderboplasser ble druknet, og sjøen strømmet inn i innsjøer som hadde vært ferskvann i hundrevis av år. Her i Norge var det ingen breer igjen på den tiden, så det var ikke smelting



Hvordan kan vi bestemme alderen på høyere havnivå?



Et idyllisk vann i Lindås, Trossavatnet 16 m o.h. Slike bruker vi til å finne hvor høyt havet har stått. Borer vi i strandkanten her finner vi først et par meter med torv og evje avsatt i vannet. Men under det finner vi leire og skjell fra den gang havet gikk inn her. Når vi daterer grensen mellom den marine leira og ferskvannslagene så får vi alderen på når havet sto akkurat i nivå med utløpet av vannet.

NOEN STEDER kan vi se de gamle strandlinjene tydelig i terrenget. Dette gjelder særlig der elver avsatte sand og grus som deltaer eller øyrer i sjøen, og aller tydeligst der bre-elver munnet ved slutten av istiden fordi disse transporterte så mye grus. Når disse avsetningene senere ble hevet ble de til flate sand- og grusterasser som ved Haraldsplass, Stend, Herdla, og ikke minst innerst i fjordene hvor de ofte tar sand og grus fra disse terrassene. Men i grus finner vi nesten aldri noe som kan dateres med radiokarbonmetoden fordi skjell er løst opp av grunnvann og pinner og blad forlengst er råtnet bort. Terrassene viser altså hvor høyt havet sto, men vi kan ikke bestemme hvor lenge det er siden. Men her kommer tjern og innsjøer inn og gir oss fantastiske muligheter. Den gang havet sto 30 m høyere ville for eksempel et tjern som i dag ligger 20 m o.h. være på 10 m vanddyp. Torsk og sei ville svømme omkring og det var skjell og tang. På bunnen ble det avsatt lag med leir og evje med rester av disse marine organismene. Så en dag hadde landhevingen kommet så langt at sjøen bare gikk inn i tjernet ved flo sjø. Da ble det brakt vann og bare organismer som tåler slike forhold kunne leve her og synke til bunnen. Etter ytterligere noen år var utløpet til tjernet hevet så høyt

at sjøen ikke engang ved springflo nådde opp; nå var tjernet blitt et ferskvann.

I dag kan vi stå på en flåte, eller på isen om vinteren, og bore gjennom lagene på bunnen av tjernet. Først vil vi gå gjennom noen meter med ferskvannsevje, eller gytje som geologene helst kaller denne brune «grøten» som en finner på bunnen av tjern på Vestlandet. Under det kommer et tynt brakkvannslag, det var jo en relativt kort periode at det var brakke forhold. Men under det kommer marine lag, altså leir, sand og evje avsatt på sjøbunnen. Disse avsetningene kan ofte være mange meter tykke. Men poenget her er at brakkvannslagene ble avsatt idet havet sto i nivå med utløpet av tjernet, i vårt eksempel altså 20 m høyere enn i dag. Og det som er enda viktigere, i disse sedimentene bevares organisk materiale, så som blader og frø som har blåst ut fra land. Disse kan dateres presist med radiokarbonmetoden og vi kan derved bestemme når havet sto 20 m høyere enn i dag.

Hvis vi borer i mange innsjøer fra dagens havnivå og opp til det høyeste havet har stått, så kan vi altså datere når havet sto i forskjellige høyder, og lage en kurve som vist på s. 38. Prinsippet er enkelt, men arbeidet er både vanskelig og dyrt, så det er ikke så mange slike kurver som er konstruert i Hordaland.

av «vår is» som ga denne havstigningen, men derimot breene over Nord-Amerika og Antarktis – havnivået deler vi med hele verden. Lenger inn i fjordene, der landet var mer nedpresset, var det både større og raskere landhevning, så der har stranden hele tiden forflyttet seg nedover, om enn med varierende hastighet.

Som vi ser av kurven på s. 38 sto havet for 7000 år siden 12-13 m høyere enn i dag i Radsundet. På den tid hadde breene på jorda smeltet tilbake og var omtrent så store som i dag, og vi regner med at det har vært bare små endringer i verdenshavens nivå siden da. Derimot fortsatte landet å stige, men saktere og saktere fram mot vår tid, slik kurven viser. Vi vet faktisk ikke om det skjer noen landhevning langs leia i dag, men Oslo-trakten stiger mer enn 30 cm per 100 år, og i Nord-Sverige der breen var tykkest, stiger landet fremdeles en meter per 100 år.

Få og gi

«EN NATURGAVE» brukte vi i overskriften til dette kapitlet. Mindre poetisk kan vi konstatere at Den indre farleia er et resultat av geologiske prosesser gjennom millioner av år, og at uten istider ville vi ikke hatt noen indre farlei. Men de geologiske prosessene har

også bestemt andre rammebetingelser for oss som bor – eller har bodd – langs leia. Breen ga steinalderfolket og oss tidevannstrømmer og fjorder, og innsjøer for den saks skyld, å fiske i. Breen avgjorde hvor det er bart fjell eller tykk jord, og mangel på jord er den viktigste begrensende faktor for jordbruket på Vestlandet, like fra de første som startet å dyrke jorda i den yngre steinalder og opp til vår tid. Hadde breen smurt ut et 10-20 m tykt lag med jord over Nordhordland, så ville ikke alle gårdene langs leia bli nedlagt, slik de blir i dag. Berggrunnen bestemmer hvor næringsrik denne jorda er, og det var viktig for generasjoner av bønder før kunstgjødselen kom. I berggrunnen fant vi også skifer, kleberstein og annen bygningstein. Gamle brygger, steinløer og steingarder gjenspeiler hvor god bergarten på stedet er for muring. Vi må ikke glemme slitet til generasjonene foran oss, og hvilket øye de hadde for naturens muligheter, når vi i dag skummer fløten av de geologiske produktene og pumper opp olje og gass for milliarder av kroner fra havbunnen utenfor kysten. Uten denne rikdommen ville det nok ikke vært så stor trafikk av fritidsbåter i Den indre farleia som vi ser i dag. Men denne «vår generasjons naturgave» burde også gi oss råd til å ta vare på arven fra de som har slitt langs leia før oss og gi den i gave til slektene etter oss.



Skifriheten gjør at berget sprekker opp langs en bestemt retning, noe som gjør den anvendelig til både murer og små brokonstruksjoner, som her ved Lygra.