

GEO 2023



geoforskning.no

**DYPHAVETS
GÅTER**



Jens Esmark: HAN OPPDAGET ISTIDEN

*"Den største vitenskapelige
oppdagelsen som noensinne
er gjort i norsk natur"*



GEOPUBLISHING

1823-2023

En ny lesning av landskapet

Jens Esmarks veier til Istiden

En septemberdag i året 1823 kom en beskjeden eldre professor og hans to unge studenter tilbake til Christiania etter tre måneders rundreise i Norge. På veien hadde de snublet over den største vitenskapelige oppdagelse som noensinne er gjort i norsk natur: De hadde oppdaget Istiden.

■ Tekst: GEIR HESTMARK

Forestill deg at du aldri har hørt om istider. Hvor sannsynlig virker det da at akkurat der du nøt sommeren i Norge i 2022, lå det for bare 20 000 år siden en kilometertykk isbre? Et sammenhengende, massivt isdekke over området som senere ble nasjonene Norge, Sverige, Finland, Estland, Latvia, Litauen, Skottland og deler av England, Irland, Russland, Danmark, Tyskland og Polen? Svært lite sannsynlig? Da forstår du hvor radikalt og dristig det var å være den før-

ste som hevdet at dette måtte være sannheten. Og tilsynelatende kom den rett ut av det blå, professor **Jens Esmarks** artikkel med den forsiktige tittelen “Bidrag til vor Jordklodes Historie”, publisert i *Magazin for Naturvidenskabene* i april 1824 og i engelsk oversettelse i *The Edinburgh New Philosophical Journal* i desember 1826. Her hevder Esmark å fremlegge uomtvistelige bevis for at Norge og Nord-Europa i en kaldere klimaperiode en gang i fortiden har vært dekket av et enormt isdekke, med breer som gikk ned til havet og gravet ut fjorder og daler. Hvordan i all verden hadde han landet på den konklusjonen?

Flyttblokkenes gåte

Oppdagelsen av istidene – de mest dramatiske klimaskifter vi kjenner til – handlet om å tyde og se sammenhengen i flere tilsynelatende helt separate fenomener og gi dem en felles årsaksforklaring. Resultatet ble en helt ny forståelse av hvordan det norske landskapet, ja, store deler av Jordens overflate har fått sine karakteristiske former.

Noen av fenomenene hadde folk undret seg over i lange tider. For eksempel noterer den norske ingeniør-kaptein **Engelbrecht Hansen von Hoff** i sitt *Udkast til en beskrivelse over Friderichshalds bye og Friderichsteens Fæstning med de tvende dertil, grændsende, præstegjeld: Idde og Berg beliggende udi Aggershuus Stift, det Smaalehnske Amt og Nedre Borgesyssels*

Provstie i Norge (1792) en ås ”bedækket med en uhyre Mængde større og mindre saa kaldte runde Kampestenene, ved hvilke især er mærkeligt: 1) at disse samtlige Stene ere af en ganske anden Art og Farve, end selve Fjeldet de ligge paa 2) at der ikke sees mindste Spor eller Tegn til, at samme ved menneskelig Kunst og Arbejde kunde være her opbragte.”

Her var en gåte, for hvordan kunne store løse blokker av én bergart ha havnet oppå et fjell av en helt annen bergart? Slike flyttblokker finnes strødd utover store deler av Europa og Nord-Amerika, og allerede på 1700-tallet ble man oppmerksom på at de stort sett stammet fra fast fjell lenger nord. Blokkene i Danmark, Polen, Baltikum og Tyskland besto av norske, svenske og finske bergarter. Men hvordan var de fraktet over Østersjøen og langt ned på de europeiske sletter? Syndflooden var den mest opplagte løsningen. Eller hadde blokkene kanskje drevet av gårde på store isflak? Var de kastet ut i terrenget av kraftige vulkanutbrudd?

Meteorologi og naturens grenselinjer

Døpefonten i Houbjerg kirke på Nord-Jylland er faktisk hugget til av en flyttblokk av norsk rød granitt, og her ble Jens Esmark (1762-1839) døpt av sin far sognepresten våren 1763. Etter studier ved Københavns Universitet, Bergseminaret på Kongsberg og Bergakademiene i Freiberg og Schemnitz, kom Esmark i 1798 til-



Jens Esmark

bake til Kongsberg som assessor ved Sølvverket og Overbergamtet, og lærer ved Det Kongelige Norske Berg-Seminarium. Blant fagene han underviste her var fysikk som på denne tiden også omfattet meteorologi (atmosfærens fysikk).

Ved Bergseminaret startet han i januar 1799 en meteorologisk observasjonsse-

rie der han målte lufttemperatur og lufttrykk morgen, middag og kveld i de neste 14 årene. Allerede her kan vi altså konstatere en sterk interesse for meteorologi og klima. Og en interesse for presise målinger i overensstemmelse med den "kvantitative ånd" som bredte seg i europeisk naturvitenskap i andre halvdel av 1700-tallet.

Lufttrykket ble målt med kvikksølvbarometer, og at dette instrumentet også kan brukes til å måle fjellenes høyder, hadde Esmark lært av professor **Christian Kratzenstein** i København. I Alpene hadde naturforskere som **Horace Benedict de Saussure** og **Jean André DeLuc** gjort omfattende tindebestigninger og høydemålinger fra 1760 og ▶



Foto: Ceir Hestmark

A. En mystisk grusvoll. Esmark-morenen (Vassrygg) nær havnivå (58°54'14"N, 6°08'14"Ø), Forsand, Rogaland. Haukalivatn i bakgrunnen, der breen fylte dalen for omkring 11 000 år siden mot slutten av siste istid. Flyfoto fra 1940-årene.

B. Morenen i 2008, med plantet furuskog.

C. Østre del av morenen i 2008, med store steinblokker.

Foto: Ceir Hestmark



Hva sliper berget? Glattslipt konglomerat ved havnivå, Steinsund, Sula.

med barometre og veiledning fra Esmark: **Sven Nilsson, Niels Hertzberg, Gottfried Bohr, Carl Naumann**, elevene **Christian Boeck** og **Baltazar Mathias Keilhau**. Sammen dannet de et barometerbrorsskap.

Da Norge endelig fikk sitt eget universitet i 1811 var planen å legge det på Kongsberg fordi Bergseminaret allerede lå der. Planene ble forpurret av en Christiania-lobby, og det ble bestemt at undervisningen i bergfagene skulle flyttes til Det Kongelige Norske Frederiks Universitet. Etter å ha blitt utnevnt sommeren 1814, tiltrådte Esmark på nyåret 1815 som den første professor i bergvitenskapene ved universitetet i Christiania, en stilling han beholdt til sin død i 1839. Her bygget han opp bergstudiet som ledet fram til graden *candidatus mineralogiae* (cand. min.), mye etter mønster av fagsammensetningen fra Bergseminaret. Bergstudiet ble i 1910 flyttet til den nyetablerte Norges Tekniske Høgskole i Trondhjem.

Som professor i Christiania fortsatte Esmark sine daglige meteorologiske målinger, publisert i Den Norske Rigstidende, en kontinuerlig måleserie på over 8000 døgn fra januar 1816 til januar 1839. Han ble dermed vår første statsmeteorolog, i gavnet om ikke i navnet. Esmarks originale værobservasjonsprotokoller ble gjenfunnet i 2009, og dataene digitalisert og re-analysert med moderne statistiske metoder.

En morene ved havnivå

Sommeren 1822 var Esmark på en reise rundt kysten fra Christiania til Bergen. Underveis merket han seg hvordan dalfører og fjorder hadde bratte, glattslipte fjellsider, og undret

fremover. De kalte sin vitenskap “fysiografi”, en forkortelse for fysisk geografi. Særlig var de opptatt av å måle inn to pregnante grenselinjer man møter i fjellandskap, nemlig tre-grensen og grensen for evig sne (snølinjen), og forstå hvordan disse bestemmes av miljøfaktorer som lufttemperatur, himmelretning (eksposisjon) og nedbør. De antok at disse grensene mer og mer ville nærme seg havnivå jo lengre man kom nord eller syd for ekvator. Men for å bekrefte dette, måtte det gjøres målinger lenger nord enn Alpene. Inspirert av dette begynte Esmark å klatre opp på høye norske fjelltopper og måle deres høyde, tre-grenser og snølinjer når det bød seg en anledning, for eksempel under inspeksjon av kobberverket i Folldal. I nærområdet her målte han Tronfjell (1666 m) i 1800, og på hjemturen til Kongsberg stakk han samme år oppom en av Rondanes topper, antagelig Digerronden (2016 m), og ble dermed den første vi vet

om som kom over 2000 m i Norge (skjønt Esmark brukte alen og fot og ikke meter som måle-enhet). I 1801, da han igjen inspiseret Folldal verk, gikk han til topps og målte Snøhetta (2286 m) på Dovre som ble ansett som Nordens høyeste fjell. Her så han for første gang isbreer på nært hold.

Ganske samtidig med Esmarks målinger i Norge gjorde **Alexander von Humboldt** sine berømte målinger av Ecuadors vulkaner sammen med botanikeren **Aimé Bonpland**, og publiserte i 1807 et banebrytende verk om planters geografi og høydefordeling. I 1810 avtalte Esmark å måle Gaustatoppen (1883 m) sammen med den unge botanikeren **Christen Smith**, og målte på samme tur opp Rjukanfossen. Utstyrt med barometre av Esmark, gjorde Smith i 1812 den første grundige studien av Folgefonna og dens bretunger. I årene etterpå gjorde flere norske og utenlandske naturforskere nærstudier av norske breer, ofte utstyrt



Esmarks fjelltravers fra Stryn til Skjåk, september 1823. Raudalsbreens daværende utstrekning tegnet inn som hvit linje. I teksten skriver du Sjåk



Foto: Geir Hestmark

Foto: Geir Hestmark

A. Otto Tanks morene på østsiden av Rauddalsbreens forland. (61043'23"N, 7026'43"Ø), 1040 m over havet. Morenen er avsatt ved 'den lille istidens' kulminasjon omkring 1750 e.kr.

B. Erkjennelsens landskap sett fra øst mot vest, fra Yste Leirvatnet over utvaskingsflaten. Jostedalbreens nordspiss i bakgrunnen, smeltet kraftig tilbake etter at den hadde brøytet opp Otto Tanks morene omkring 1750. Pilen markerer morenen.

på hva slags naturkraft som kunne forme landskapet slik. Kraftige flommer? Han merket seg også noen nedlagte kobberverk som kanskje burde vurderes nøyer i en tid da statsfinansene var i dårlig forfatning.

Sommeren 1823 dro Esmark derfor på oppdrag av Finansdepartementet for å undersøke det nedlagte Enigheds kobberverk ved Forsand ved Lysefjorden, rett ved Stavaner. To unge geologi-interesserte herrer ble med på turen: **Niels Otto Tank** og **Jan Theodor Kielland**. De fant kobberforekomsten lite lovende, men under forfølgelsen av kobberåren i terrenget støtte de på en stor 30 meter høy og flere hundre meter lang vold av grus og

stein som lå tvers over en trang dal og demmet opp vannet Haukalivatn. Lokalt ble derfor volden kalt Vassrygg. Hva var dette? Hvordan kunne en slik grusvold ha blitt lagt på tvers av dalen, med en stor utvasket slette foran? Det overraskende svaret skulle de få noen uker senere ... midt i det norske høyfjellet.

Undersøkelsen ved Lysefjorden tok så kort tid at Esmark bestemte seg for å ta en titt på et annet nedlagt kobberverk, lenger nord, Grimieli ved innløpet av Sognefjorden. Dette ville også gi anledning til å undersøke en påstand av den tidligere Bergensbiskop **Erik Pontoppidan** i hans *Første Forsøg på Norges Naturlige Historie* (1752) om at det ved Steinsund

på Sula-øyene fantes et berg fullt av flotte fossiler av all slags skapninger. Isteden fant Esmark i Steinsund et konglomerat uten et eneste fossil, men med en overflate så finslipt og polert at en skulle tro noen hadde gjort det kunstig med sandpapir. Hva slags kraft kunne slipe berget så perfekt? Igjen skulle svaret komme noen uker senere ... (Se også geo365.no: «Sula-konglomeratet».)

Esmark og hans disipler var nå havnet langt opp på Vestlandet, en seiltur tilbake rundt kysten ville ta flere uker. De hadde dessuten «been there, done that». For å rekke hjem i tide til høstens forelesninger, besluttet Esmark derfor å krysse over den sentrale



Like fenomener kan ha lik årsak.

A. Store, klart bre-transporterte blokker på glattslipt berg foran Jostedalsbreens nordspiss (Rauddalsbreen), deponert omkring år 1800. Merk den sammenhengende vegetasjonen i bakgrunnen, utenfor breens maksimale fremstøt omkring år 1750 i den såkalte 'lille istiden'.

B. Enorm flyttblokk i skogen sør for Hamar på østsiden av Mjøsa, deponert mot slutten av siste istid for omtrent 10.000 år siden.

fjellkjeden for å komme ned til skyss-stasjonene i Gudbrandsdalen. Her valgte han det veletablerte ferdslstråkket fra Oppstryn via Sundalen og Rauddalen til Bråtan i Skjåk. Fra Sundalsetra går stien bratt oppover mot passet Kamperhamrane på 1200 meter. I løpet av en lang sommerdag kunne man fra setra rekke over fjellet til Skjåk.

Jens Esmark var blitt 60 år gammel. Han stod foran sitt livs oppdagelse, en oppdagelse som for alltid vil sikre han en plass i vitenskapens historie. Det var blitt tidlig i september i året 1823.

Brens virkninger – Otto Tanks Morene

Da de nådde passet ventet en overraskelse. For foran dem var stien tilsynelatende blokkert av en stor isbre: Rauddalsbreen, nordspissen av selveste Jostedalsbreen, Europas største isbre. Siden de norske breene omkring år 1750 stanset sitt fremstøt under den beskjedne klimaforverringen vi kaller 'den lille istiden', var breen smeltet et par hundre meter tilbake og hadde etterlatt seg et livløst område hvor breens virkninger på landskapet kunne observeres på nært hold. Og her lå de: svære blokker tydeligvis fraktet og etterlatt av breen – flyttblokker. Og blokkene hvilte på finpolerte bergflater, lik dem de hadde sett i Steinsund.

Ferdslstråkket gikk faktisk over den flate breen, litt over en kilometers vandring på blåis. Idet de steg ned fra breen på østsiden støtte de på en lang og høy grusvold som lå tvers over dalen parallelt med, men litt bortenfor brekanten. Otto Tank utbrøt spontant at denne volden var da påfallende lik den de hadde sett nede ved havnivå ved Stavanger,

men i mindre skala. Volden hadde akkurat lik sammensetning, en fullstendig blanding av stort og smått. Og denne grusvolden her i fjellheimen var klart nylig brøytet opp av breen som lå like bak.

Med ett forstod de hva de hadde sett der ved havkanten ved Forsand: Vassrygg er en enorm morene, brøytet opp av en bre. Som Esmark skriver: "Ligheden er saa paafaldende, at Enhver, som har Leilighed til at gjøre denne Sammenligning, maa fatte de samme Ideer."

En gang i fortiden må altså enorme isbreer ha nådd helt ned til havkanten på steder i Norge hvor du i dag må høyt til fjells for å treffe på evig sne og is. I ettertid har morenen ved Forsand, avsatt mot slutten av siste istid for over ti tusen år siden, fått navnet Esmark-morenen, mens morenen i Breheimen der erkjennelsegjennombruddet fant sted fortjener navnet Otto Tanks morene.

Etter å ha nådd over til Skjåk og Lom og ned til Gudbrandsdalen, reiste de på hjemveien gjennom et område med store steinblokker sør for Hamar og øst for Mjøsa, og Esmark noterer at disse blokkene var helt like dem man så deponert foran breer. Under sine reiser gjennom Østerdalen til Follidal hadde han tidligere merket seg lange steinterasser, som han nå forstod måtte være sidemorener avsatt av breer.

En astronomisk teori om klimaskifter

Gjennom vinteren 1823-24 arbeidet Esmark med å forstå implikasjonene av disse observasjonene. På Universitetsbiblioteket tok han ut litteratur om breer og flyttblokker. Konklusjonen var klar: En gang i fortiden må klimaet i Norge ha vært mye kaldere. Svaret på flytt-

blokkenes gåte var simpelthen isbreer, enorme breer over hele Norge og langt nedover Europa.

Esmark nøyde seg ikke med å fastslå at en istid hadde funnet sted. Han søkte også dens årsak. For å forklare hvordan et slikt enormt klimaskifte kunne skje, lanserte han - inspirert av observasjoner av tilbakevendende kometer - en teori om forandringer i Jordens bane rundt solen. Hvis banen en gang hadde vært mer ellipseformet som hos kometer, og ikke tilnærmet sirkelrund som nå, kunne dette medføre nedkjøling når Jorden befant seg lengst fra solen. Og dette er faktisk et sentralt element i moderne vitenskapelige forklaringer på hvorfor vi jevnlig får istider. Graden av elliptisitet i jordbanen følger en syklus som gjør at vi stadig får nye istider som varer omkring hundre tusen år, med korte mellomistider på ti til tjue tusen år, som den vi nå er inne i. Endringen i jordbanen går svært langsomt, og en ny istid vil begynne nesten umerkelig. Et år blir noen av sneflekkene i fjellet liggende litt lenger utover sommeren. Etter hvert blir de liggende gjennom sommeren, og vokser fra år til år. Til slutt vokser de sammen til et sammenhengende snø- og isdekke ...

Et sammenfall av gunstige omstendigheter

Tilfeldigheter og de særdeles gunstige omstendighetene gjorde Esmarks og Tanks oppdagelse mulig. Hva om ikke kobber var blitt oppdaget ved Lastabotn, og Enigheds kobberverk aldri etablert eller forlatt? Eller besøkt av Esmark i 1822? Hva om ikke Esmark & co. i 1823 hadde forfulgt kobberåren og dermed støtt på Vassrygg? Hva om bøndene på Forsandmoen hadde blitt enige om å fordele

og dyrke opp landet lenge før, slik at utvasningsflaten foran Vassrygg var dyrket opp, og morenen kanskje beplantet slik den er i dag? Hva om ikke klimaforverringen kalt 'den lille istiden' hadde funnet sted og skapt forlandet ved Rauddalsbreen og Otto Tanks morene? Og hva om ikke denne morenen hadde vært så uhyggelig lik Esmarkmorenen? Hva om ikke den unge, frimodige Tank hadde blitt med på turen, ville en 60 år gammel Esmark likevel sett sammenhengen og våget spranget ut i en stor teori? Hva om Esmark ikke hadde fått reisemidler, eller som tillegg til den opprinnelige planen bestemt seg for å dra lenger nord til Grimeli? Og hva om han ikke hadde besluttet å reise hjem over fjellet, eller valgt en annen rute over fjellet? Hva om ikke kometen P2/Encke hadde lyst opp natthimmelen i 1822 og dermed aktualisert kometers elliptiske bane?

I vitenskapshistorien har slike utilsiktede oppdagelser blitt kalt *serendipitet*, etter det persiske eventyret om «De tre prinsene av Serendip», som hadde en lykksalig evne til å få hyggelige overraskelser ved å oppdage verdifulle ting de slett ikke lette etter. Omtrent som den norske Askeladden altså. Esmarks plutselige og fruktbare mobilisering av gamle, unyttige og upubliserte observasjoner ligner for øvrig påfallende på Espen Askeladds innsamling av tilsynelatende skrap langs veien, som så senere viser seg å bli avgjørende nyttig, enten for å målbinde prinsessen eller nedkjempe troll. Rettfærdig føles jo ikke slikt hell – for dem som ikke har det, og det bryter unektelig med en forestilling om at store vitenskapelige gjennombrudd først kommer gjennom hardt arbeid gjennom mange år. Esmarks fjelltravers tok 36 timer, hele reisen tre måneder. Å si at oppdagelsen av istiden var rå, ufortjent flaks, vil likevel være misvisende. Esmark kom forberedt i en grad som ikke tidligere har vært kjent. Og hans evne til å sette observasjoner fra et langt liv i sammenheng, var på ingen måte opplagt, til tross for hans egen beskjedne påstand om at enhver som kunne gjøre de samme observasjonene, ville trekke samme konklusjon. For den tyske geologen Carl Naumann hadde faktisk gått den samme fjelltraversen året før, riktignok i motsatt retning, uten å komme på tanker om en istid ...

Offisiell anerkjennelse og en overmoden historisk revisjon

Det skulle likevel gå mange år før Esmarks visjon ble godtatt av norske geologer. Hans elev og etterfølger på Universitetet, Baltazar Mathias Keilhau, trodde aldri på noen istid.

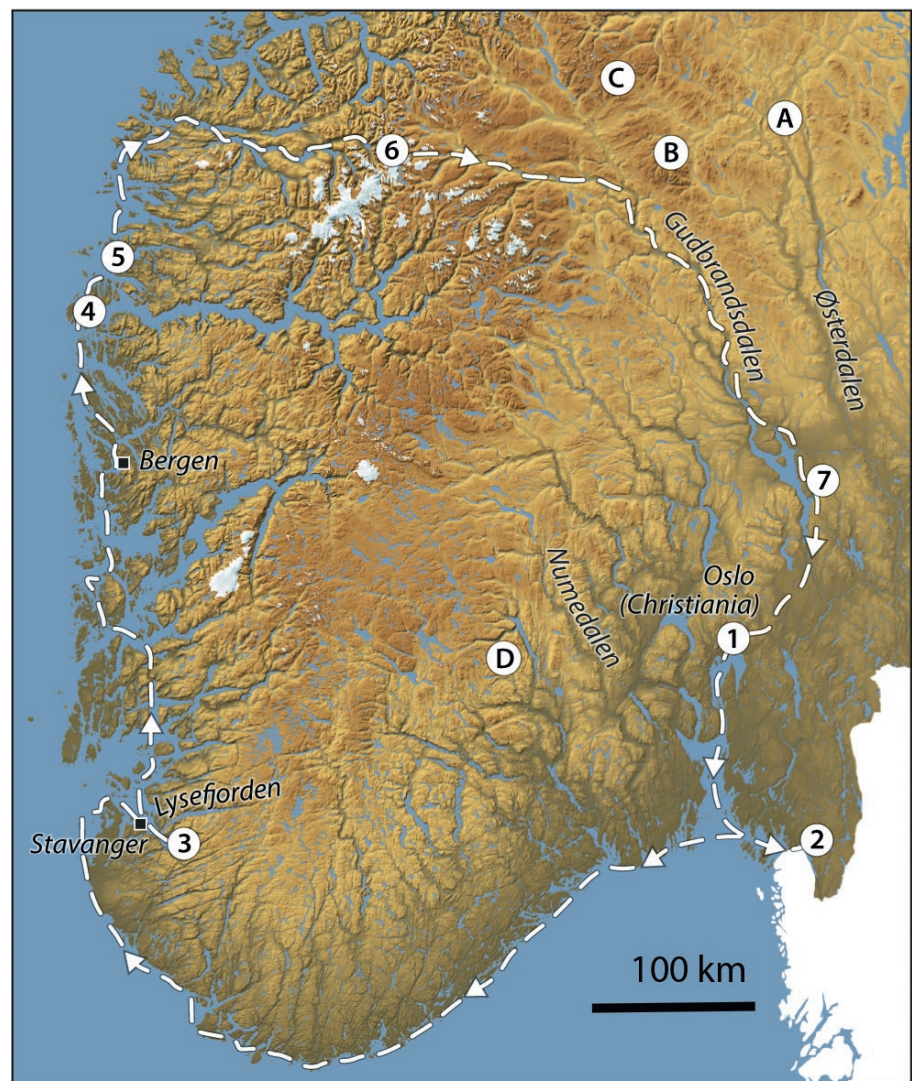
Og først etter den geologiske undersøkelses første feltsesong med studier av jordsmonnet i Sør-Norge i 1858 erkjente undersøkelsesleder Theodor Kjerulf istiden som et faktum.

Det skulle gå langt flere år før Esmark ble anerkjent som "istidens far". For i mange lærebøker i kvartærgeologi eller glasiologi kan vi ennå lese at istiden ble oppdaget av sveitseren Louis Agassiz, og at året var 1837. Begge deler er feil. Dette er nå grundig dokumentert av vitenskapshistorikere, og de siste 20-30 år har man sett en kraftig devaluering av Agassiz's innsats på feltet. Så sent som våren 1836 trodde Agassiz nemlig slett ikke på noen tidligere større utbredelse av breene i Alpene, men denne høsten ble han med veiingeniør **Ignaz Venetz** og saltverksdirektør **Jean de Charpentier** i felt for å se på det de to mente måtte være bevis for at sveitsiske breer

i en tidligere periode måtte ha hatt betydelig større utbredelse. De pekte på samme typer bevis som Esmark hadde framlagt tolv år tidligere: gamle morener, glattslipte bergflater og flyttblokker fraktet langveis fra. Agassiz ble overbevist, og presenterte dette i et foredrag i 1837. Verken Charpentier eller Venetz ble særlig begeistret over Agassiz's kidnapping av deres ideer og observasjoner.

Felles for Esmarks og de sveitsiske forskernes oppdagelser er møtet med eksisterende isbreer, nærobservasjoner av hva slags effekter en bre har på landskapet. Det er derfor ikke tilfeldig at oppdagelsen av istiden skjedde nettopp i land med store, eksisterende breer. ■

Referanser ligger i nettversjonen av denne artikkelen (geo365.no).



Esmarks reise sommeren 1823. 1. Christiania (Oslo), 2. Otto Tanks Hjemsted Rød. 3. Enighed kobberverk og Esmark-morenen ved Forsand. 4. Steinsund, Sula-øyene. 5. Grimeli kobberverk. 6. Rauddalsbreen og Otto Tanks Morene. 7. Blokkterreng øst for Mjøsa. Bokstavene henviser til fjelltopper besteget og høydemålt av Jens Esmark i årene 1800 til 1810. A. Tronfjell. B. Rondane. C. Snøhetta. D. Gausta.