

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSER Nr. 96

NORGES HEVNING EFTER ISTIDEN

AV
J. REKSTAD

6 br. i marked bak

MED 8 TEKSTFIGURER, 1 KART OG SUMMARY

— 0 —



KRISTIANIA 1922

I KOMMISSJON HOS H. ASCHEHOUG & CO.

Man har fra vort land en rekke iakttagelser over de høieste merker efter senkningen ved slutningen av istiden; men de er spredte og ikke stillede sammen for det hele land.

Efter henstilling fra direktøren for den Geologiske Undersøkelse har jeg forsøkt å utarbeide et kart over linjene for like hevning (iso-anabasene) i Norge. Iakttagelses-materialet er imidlertid adskillig uensartet. Meget av det er gammelt, og de fleste iakttagere har arbeidet innen et mere eller mindre innskrenket område. Høidemålingen er for en del (særlig i de senere år) utført ved nivellering, men en stor del ved aneroidbarometer. Disse siste kan være beheftet med feil av 5—10 meter, undertiden kanskje ennu mere, i den ene eller annen retning.

Hertil kommer, at det ikke altid er så lett å bestemme de øverste merker efter den gamle havstand. En stor del av de gamle strandmerker er terrasser. Men ved disse må der skjelnes mellom dem, som er avsatt ved havets nivå, og dem, som er dannet av elve på land eller ved innsjøer. Så har man de ører, som er avsatt ved elvenes utløp i havet. Ved landets hevning er de kommet høiere og så blitt delvis utskåret. De danner ofte temmelig store skrånende flater. På disse er det vanskelig å bestemme havets stand under deres dannelse. De ender med bratt kant ut mot havet. Dette parti av øren er avsatt under vann, medens den øvre del er bygget over havflaten, som vi kan se det ved dannelsen av elveører i nutiden. Der er ikke sjelden en rett stor høideforskjell mellom det forreste og det øverste av sådanne ørflater. Den kan gå op til 10—20 meter, og det blir ofte et skjønn, hvor man skal sette havets grense på den skrå flate.

På det vedføjede kart er foruten linjene for like hevning også de viktigere målesteder avmerket med høidetall og måle-rens eller forfatterens forbokstav. Her betyder:

Br = W. C. Brøgger.	Hn = Andr. Hansen.
D = Danielsen.	K = C. F. Kolderup.
DG = G. De Geer.	Kh = H. Kaldhol.
Gr = O. T. Grønlie.	R = J. Rekstad.
H = A. Helland.	T = V. Tanner.
Hi = A. Hoel.	V = J. H. L. Vogt.
Hm = G. Holmsen.	W = W. Werenskiold.
Ø = P. A. Øyen.	

Undersøkelsen har vist, at hevningen av landet ikke har været ens overalt. Den har været minst ute ved kysten, og den tiltar innover mot de centrale deler av landet. Ute på Lista har den således ikke været mer enn 8—10 meter, medens den ved Kristiania har været 220 meter. Ute ved Moldøya, kort sønnenfor Stad er hevningen 15 meter, og så stiger den innefter Nordfjord til 80 meter i Gloppen og 125 meter i Olden.

Den, som først påviste den skrå hevning, var franskmannen BRAVAIS¹. Han deltok i den franske videnskabelige ekspedisjon til de arktiske egne i årene 1838—40 og målte herunder den fremtredende rekke av strandlinjer og terrasser, man har langs Altenfjord i Finnmark. Han fant, at de avtok i høide fra henimot 70 meter innerst i Altenfjord til 26 meter ute ved Hammerfest. BRAVAIS utførte sine høidebestemmelser med kviksølvbarometer. Riktigheten av det resultat han kom til, blev derfor dratt i tvil. Skottlenderen CHAMBERS² ledsaget av ingeniøren PADDISON reiste i 1849 til Alta for å komme til klarhet over forholdet. Han nivellerte omhyggelig strandlinjene og terrassene her og fant, at de skrånet nedover utefter fjorden, stemmende

¹ BRAVAIS, Sur les lignes d'ancien niveau de la mer dans le Finmark (Voyages en Scandinavie, en Laponie, au Spitzberg et aux Ferøe pendant les années 1838, 1839 et 1840 sur la corvette la Recherche, T. 1).

² R. CHAMBERS, Personal observations on Terraces and other Proofs of Changes in the Relative Level of Sea and Land in Scandinavia (The Edinburgh New Philosophical Journal. V. 48, Edinb. 1850).

med BRAVAIS måling. Herved fikk man avgjørende bevis for, at forskyvningen av havflaten fremkaltes ved landets hevning og ikke ved havets synken, som LINNÉ og CELSIUS fra først av antok. Strandlinjenes skrå stilling ved Altenfjord blev imidlertid ikke påaktet føre enn DE GEER¹ og ANDR. HANSEN² bragte dem inn i diskussjonen i 1890. KEILHAU³ studerte med iver merkene efter den høiere havstand tidligere i vort land. Han oppfattet dem som en følge av landets hevning. LEOPOLD VON BUCH og LYELL hadde tidligere hevdet den samme mening, og herpå gir den skrånende strandlinjerekke ved Altenfjord et slående bevis.

Hevningens skråhet.

Som vi har sett tiltar hevningens størrelse fra kysten innover i landet. Gradienten (hevningens tiltagen) er heller ikke ensartet i de forskjellige deler av landet fra kysten og innover. Den er størst innen et midlere parti og blir mindre såvel i det indre av landet som ytterst ved kysten. Videre er ikke skråheten ens i de forskjellige snitt loddrett på landets akse, men veksler betydelig. I det sydlige Norge har man således et område med stor gradient fra Hardanger opover til Møre fylke. I Nord-Norge er gradienten stor over Helgeland og det sydlige av Salten samt i det sydlige av Troms fylke.

For å gi et begrep om denne vekslen i hevningen opføres nedenfor en del gradienter fra de forskjellige deler av landet:

Lista—Kristiania, gjennomsnittlig	0,67 m. pr. km.
Indre Østfold—Kongsvingerbanen	0,10 " " "
Stavanger—Sand i Rogaland	0,93 " " "
Ytre del av Hardangerfjord, omtrent.....	1,00 " " "

¹ G. DE GEER, Om Skandinaviens nivåförändringar under quartärperioden. Sver. Geolog. Unders. ser. C. 98. 1890.

² ANDR. HANSEN, Strandlinje-Studier, Arch. f. Mat. og Naturv. B. 14—15. 1890—91.

³ KEILHAU, Undersøgelse om hvorvidt i Norge, saaledes som i Sverrig, findes Tegn til en Fremstigning av Landjorden i den nyere og nyeste geologiske Tid. Nyt Mag. f. Naturv. B. 1, IV, 1838.

Bergen—Ulvik i Hardanger, gjennemsnittlig ..	0,81 m. pr. km
Herløy—Nordenden av Osterøy i Hordaland .	0,99 " " "
Ytre del av Sognefjord—Vik.....	0,91 " " "
Vik—Natvik i Årdal (Indre Sogn).....	0,37 " " "
Sønnefjord	1,20 " " "
Nordfjord, gjennemsnittlig	1,15 " " "
Ulvesund—Elde (Ytre Nordfjord).....	0,60 " " "
Elde—Gloppen (Midtre Nordfjord)	1,19 " " "
Vigra Søkkelven (Sønnefjord)	1,12 " " "
Vigra—Hjelle i Norddalen herred (Sønnefjord)	1,50 " " "
Kristiansund—Ulvundeid ¹ , Nordmøre (efter Kaldhols måling)	1,96 " " "
Kristiansund—Ulvundeid, Nordmøre (efter Rek- stads måling)	1,20 " " "
Kristiansund—Hoås i Sundalen (Holmsens måling).....	1,12 " " "
Gjeladalen i Aure—Meldalen (Sør-Trøndelag) .	0,94 " " "
Sørtømme—Singsås (Guldalen)	0,09 " " "
Melhus—Singsås (Guldalen) ²	0,12 " " "
Leka—Eiterfjord	1,00 " " "
Eiterfjord—Hølandet (Namdalen)	1,02 " " "
Vega—Skilbotn i Brønnøy	1,08 " " "
Dønna—Fagervik i Nesna	1,04 " " "
Silen, Lurøy—Øninglien, Hemnes	0,95 " " "
Stavnes—Holandsfjord i Meløy	1,45 " " "
Holandsfjord i Meløy—Urtfjellmo, Ranen	1,12 " " "
Grimstad i Gildeskål—Glåmen i Meløy	0,90 " " "
Alsvik, Gildeskål—Osbygg, Beiarn	1,47 " " "
Landegode—Dverset ved indre Saltfjord....	0,96 " " "
Moskenesøy, Lofoten—Tårnvik ved Foldenfjord	0,79 " " "
Eggum, Vest-Vågøy—Skagstad, Engeløy	1,07 " " "
Kvæøya, Kvæfjord—Ankenes, Ofoten	0,86 " " "
Kvæøya, Kvæfjord—Gausvik, Trondenes.....	1,35 " " "
Krøttøy, Bjarkøy—Det innerste av Gratangen.	0,92 " " "

¹ KALDHOL har i 1913 bestemt den marine grense ved Ulvundeid til 170 m. o. h., medens jeg i 1908 bestemte den til 133,5 m. o. h.

² ØYEN, Kvartærstudier i Trondhjemsfeltet III, s. 287.

Krøttøy, Bjarkøy—Rombaksbotn, Ofoten	0,73 m. pr. km.
Åndervåg—Å i Lavangen ¹	0,83 " " "
Skaland, Berg—Skognes på Senja	1,24 " " "
Bremsholm, Kvaløy—Målsnes ¹	1,13 " " "
Bremsholm, Kvaløy—Sørfjorden i Malangen . .	1,08 " " "
Edøy ytterst i Malangen—Sørfjorden i Malangen	1,11 " " "
Kaldsletta ved Tromsøysund—Mælen i Balsfjord	0,99 " " "
Mikkelvik på Ringvassøy—Finkroken på Reinøy	0,96 " " "
Lanesøren på Vannøy—Hemnes på Uløy	0,86 " " "
Håja—Kvænklubben, Alta	0,74 " " "
Russemark—Igildas, indre Porsanger	0,70 " " "
Sværholt—Russemark, ytre Porsanger	0,48 " " "
Repvåg—Russemark, midtre Porsanger	0,50 " " "
Sværholt—Tårnvik, Laksefjord	0,45 " " "
Mårøya—Tårnvik, Laksefjord	0,53 " " "
Mehamn—Smalfjorden, Tana	0,54 " " "
Berlevåg—Vagge, Tana	0,50 " " "
Berlevåg—Reppen, Karlbotn i Varanger	0,55 " " "
Makur—Gandviken, Varanger	0,48 " " "
Makur—Klubben ved Varangerfjord (20 km. v. f. Vadsø)	0,50 " " "
Havningberg—Krampenes, Varangerfjord	0,46 " " "
Komagvær—Neiden, Varanger	0,42 " " "
Domen, s. for Vardø—Langfjordbotn, Varanger	0,43 " " "

Gradienten avtar betydelig fra Kristianiafjorden innover i landet. Efter bestemmelser av BRØGGER og ØYEN ligger den marine grense for senkningen i egnen ved Kristiania i 220 m. o. h. Lengere inne i landet har man ikke kunnet påvise nogen syn-derlig høiere grense, og efter de iakttagelser, som foreligger—på strekningen fra indre Østfold til Kongsvingerbanen Skotte-rud—Charlottenberg, er gradienten her kun 0,1 m. pr. km. En gradient av lignende størrelse har man også i indre

¹ GRØNLIE, Kvartærgeologiske Undersøkelser i Tromsø amt, s. 224 og gir gradienten her til 1,35 m. pr. km.; men det beror på, at han har regnet med en feil avstand mellem de to steder av 18,5 km. istedetfor 29 km. Bremsholm—Målsnes har GRØNLIE en gradient på 1,77 m. pr. km. Avstanden er her 33,5 km., medens GRØNLIE har regnet med 21,4 km.

Trøndelagen i Guldalen. Dette viser, at hevingen i de indre deler av landet har været noget nær av samme størrelse.

DANIELSEN¹ har i de senere år studert hevingen på strekningen fra Langesundsfjorden til Jæren. Hans bestemmelser av den marine grense er benyttet paa det vedfødte kart. Man har her en forholdsvis jevn gradient av 0,7 m. pr. km.

Omkring Stavangerfjord i Rogaland stiger den til noget over 0,9 m. pr. km. Ved den ytre del av Hardangerfjord stiger den videre til 1 m. pr. km., men avtar noget innover i det indre av fjorden.

Nordenfor Bergen i strøket Herløy—Osterøy har man en gradient av omtrent samme størrelse som i det ytre av Hardangerfjord. I ytre del av Sognefjord avtar den igjen til omkring 0,9 m. pr. km. som ved Stavangerfjord. Fra Sognefjord og nordover stiger den, så den ved Sønnfjord og ved midtre del av Nordfjord er omkring 1,2 m. pr. km. I Møre fylke har KALDHOL² i de senere år bestemt den marine grense på en rekke steder. Han finner for det meste høiere værdier for den enn de eldre målinger. Efter hans mål kommer man på Nordmøre til gradienter på henimot 2 m. pr. km. Dette synes å være en for stor stigning for den senglaciale strandlinje. KALDHOLS mål refererer sig vel hellere til eldre strandmerker, sådanne som GRØNLIE har påvist i Troms fylke, TANNER i Finmarken og HOLMSEN på Vigra og Stord. Men da der ikke har været anledning til å undersøke forholdene her påny, er KALDHOLS mål benyttet.

For Sønnmøre veksler gradienten mellem 1,1 og 1,5 m. pr. km.

For Nordmøre gir KALDHOLS bestemmelser av den marine grense en gradient på 1,96 m. pr. km., medens en eldre måling av mig for Kristiansund—Ulvundeid gir 1,20 m. pr. km.

For kyststrekningen fra Hitra og opigjennem Fosen til forbi Namsenfjord var der tidligere ingen iakttagelser over senkningens størrelse. Siste sommer har statsgeolog G. HOLMSEN foretatt

¹ DANIEISEN, Kvartærgeologiske streiftog på Sørlandet, *Nyt. Mag. f. Naturv.*, B. 50, 1912.

² H. KALDHOL, Bidrag til Romsdals Amts Kvartærgeologi, *Det kongl. norske Vidensk.selsk. skr.* 1915, Trondhjem 1916.

undersøkelser herover på Hitra og forfatteren på halvøen mellom Trondhjems- og Namsenfjord samt i øvre Namdalen, HOLMSEN har velvilligen tillatt mig å benytte hans bestemmelse av den marine grense i nærværende arbeide, hvorfor jeg avlegger ham min forbindtlige takk.

HOLMSEN har bestemt den marine grense på følgende steder:

Fitjar ¹ på Stord	80 m. o. h.
Harøy i Haram	33 —
Skorgen ved Tresfjord, Romsdal	83 —
Gjermundnes, Vestnes, Romsdal	91 —
Vigra ¹ , Roald herred	62 —
Langevågen ved Ålesund	50 —
Vevang, Kornstad herred	70 —
Jelmanburet, Gossen, Akerøy herred	74 —
Hoås, Sundalen	155 —
Fredøy ved Kristiansund	80 —
Kirkseterøren, Hevne	114 —
Sagdalen, Hevne	124 —
Hjartåsen, Hitra (høieste strandvoll)	97 —

Sommeren 1922 gjorde jeg en ekskursion opover fra Trondhjemsfjorden til Namsenfjorden for å se, om her kunde finnes merker efter den tidligere høiere havstand. Her er på denne kyststrekning et stort antall huler dannet av brenningen under den høiere havstand. Nedenfor skal nogen av disse, som jeg besøkte, omtales. Skulde alle havdannede huler på denne kyststrekning undersøkes, vilde vel ikke én sommers arbeide være tilstrekkelig. Op for gården Tønnøl i Nes herred er der en hule, kalt Duvehelleren i sydvestsiden av et fjell med samme navn. Hulen er utarbeidet efter et sprekkesystem likeløpende med strøket hos bergarten, en grov gneis. Hulen har lengderetning N 50° O—S 50° V retv. og dagåpningen vender mot syd-

¹ De merker efter gamle havstande ved Fitjar og ved Synnesfjell på Vigra, som er iaktatt av HOLMSEN, ligger så høit, at de ikke passer inn i den almindelige utbredte rekke. De må derfor antas å stamme fra en ældre periode.

vest. Dens bredde er ytterst omkring 6 meter og høiden 20—30 meter. Innover smalner den av, så den tilsist blir så smal, at man ikke kan komme lengere inn i den. Lengden av den til det innerste, jeg kunde komme, anslår jeg til omtrent 60 meter. HELLAND¹ angir lengden av denne hule til omtrent 130 meter.



Fig. 1. Duvehellerens dagåpning, sett utover mot SV.

i Tønnølsfjell er der flere mindre huler og nisjer i nogenlunde samme høide som Duvehelleren. En stor nisje i det nordlige av Duvehellerfjell vender mot vest. Høiden av dens bunn fantes å ligge 144 meter over havflaten. Her sees også en strandlinje i Duveheller- og Tønnølsfjell i omtrent samme

Hulens bunn ligger efter måling med aneroid 147 m. o. h. Den er dekket av brun sand med enkelte større stener, som er falt ned fra taket. Der er på to steder av bunnen op-
ragende partier av omkring 3 meters høide. Disse er dannet av stener, som er falt ned. Antagelig er her spalter, hvorefter vann trenger ned gjennom taket på disse steder.

Både i Duvehellerfjellet og

¹ HELLAND, Søndre Trondhjems amt I, s. 34.



Fig. 2. Lengdeprofil efter bunnen av Duvehelleren.

høide som hulene og nisjene; men den er litet skarp og tydelig. Antagelig har det åpne hav her stått på, så brenningen har været for sterk, til at en skarp markert strandlinje kunde dannes.



Fig. 3. Strandlinje og nisje i nordsiden av Steinvikfjell.
To sorte kryss markerer strandlinjen og nisjen.

I Steinvikfjell og Kopparen er der en rekke huler og nisjer i nogenlunde samme høide. Vest for nordenden av Ryvatnet i nordsiden av Steinvikfjell er en stor nisje (se fig. 3). Den er dannet efter en spalte, hvis retning er $N 28^{\circ} V - S 28^{\circ} O$ retv. Dette er en herskende spalteretning her i egnen. Et annet spaltesystem går likeløpende med strøket eller nordøstlig—sydvestlig.

Bunnen i denne nisje ligger 143 m. o. h. (aneroidmåling). En lavere avsats i spalten ligger 113 m. o. h.

Vest for nisjen har man et strandlinjeformet innhakk i fjellsiden (se fig. 3) i høide med nisjens bunn (143 m.).

De her optredende huler og nisjer er, såvidt det kan sees, dannet av brenningen, dengang landet lå dypt senket ved slutningen av istiden. De strandlinjer, som ligger i nivå med hulenes og nisjenes bunn, viser også, at havet i lengere tid må ha stått i denne høide.



Fig. 4. Strandlinjen ved Høvik, sett fra Kirkholmen i Stokksund. Ved det sorte kryss sees også dagåpningen av den kjente hule op for Høvik.

Ved Stokksund i Fosen er der et par gode strandlinjer. Uaktet disse ligger like ved leia, hvor den almindelige ferdsel går, synes de ikke tidligere å være bemerket. De kan nemlig ikke finnes omtalt i litteraturen.

I fjellet nordvest for gården Høvik er der en meget distinkt strandlinje. Den sees særdeles godt, når man kommer nordover mot Stokksund. Best sees den vel fra Kirkholmen i Stokksund, se fig. 4.

Strandlinjen ved Høvik sees som en vel markert linje i fjellsiden på en strekning av omkring 1 kilometer. Den danner

en skrå flate vesentlig bestående av løs materiale. Her ligger flere steder urer nedefter fjellsiden. Disse ender for det meste nedad ved strandlinjen. Dennes øvre kant ligger efter måling med aneroid 103 m. o. h.

Kort i nordøst for strandlinjen er der en betydelig hule, kalt Høvikhulen. Denne er avsatt på rektangelkartet Bjørnør. Hulens dagåpning danner en bred hvelving (se fig. 4). Den er



Fig. 5. Parti av strandlinjeflaten op for Harsvik, Stokksund.
To sorte kryss viser strandlinjen.

utarbeidet på en spalte efter den skrå benkning hos gneisgranitten. Dagåpningen vender mot sydvest; men hulen går kun kort inn i fjellet. Efter måling med aneroid ligger dens bunn 124 m. o. h., altså omkring 20 meter høiere enn strandlinjen. Nedenfor den store hule er der en mindre, hvis bunn ligger 95 m. o. h., eller litt lavere enn strandlinjen. Mellom gardene Harsvik og Guttulvik på Stokkøya er der en strandlinje av omkring 1 kilometers lengde. Den er innskåret i berg, og selve strandlinjeflaten har en bredde av op til over 50 meter. Fig. 5 viser et parti av flaten.

Bergarten ved strandlinjen er en benket granitt, som gjennomsettes av et fremtredende spaltesystem med retning NNW—SSO. Etter disse spalter har der dannet sig fordypninger i strandlinjeflaten.

Øvre kant av strandlinjen op for Harsvik fantes å ligge 94 m. o. h. og forreste kant 88 m.

I fjellet Jultyven er der nord for Blindvågen ved Stokksund en strandlinje, ikke så tydelig som de foran nevnte, men i lignende høide.

I den bratte fjellvegg på østsiden av Harbak-gardene har man dagåpningen av en stor hule, kalt Harbak-hulen. Også denne er avsatt på rektangelkartet Bjørnør. Dagåpningen vender mot nordvest, og hulens lengderetning er $S32^{\circ}O-N32^{\circ}V$ retv. Der går en opspaltning gjennom bergarten, en benket granitt, i denne retning, se fig. 6. Hulen er utarbeidet langs et par av disse spalter. Den har betydelige dimensjoner. Fig. 6 viser dens dagåpning. HELLAND¹ oppgir dens høide til 20 meter og bredden til 12 meter.

Innerst deler den sig i to grener. Inn til delepunktet går den i like linje og er vid og rummelig, så man har dagslys hele veien; men bunnen stiger noget. Ved åpningen ligger den efter aneroidmåling 98 m. o. h. og ved delepunktet 118 meter. Lengden av hulen inn til delingen anslag jeg efter øiemål til 100 meter. HELLAND l. c. oppgir den til 130 meter. Sålangt inn har man meget fremtredende merker efter brenningens virkning. Alle kanter og fremspring er avrundede og glattede, og her sees skålformede fordypninger såvel på veggene som på stenene på hulens bunn. Sådanne fordypninger er karakteristiske for brenningens erosjon.

Den venstre eller østre gren av den indre hule fulgtes omtrent 40 meter innover fra delepunktet. Her blir bunnen storstenet og vanskelig å passere; men hulen fortsetter lengere og er ennu temmelig vid. Den vestre eller høire gren fulgtes omtrent 20 meter innover. Innenfor blir den ganske smal, men fortsetter videre, sålangt man kan se.

¹ HELLAND, Søndre Trondhjems amt I, s. 33.

Veggene i den østre gren er dekket av en hvit pulveraktig substans, som avsettes av det vann, her risler nedover.

Det er kulsur kalk, som her utskilles, idet kulsyre undviker i luften.

Hulen ligger i granitt, og denne bergart står overalt her omkring. Kalksten derimot er ikke kjent å opptre her. Man må derfor anta, at den kulsure kalk, som utskilles i den indre



Fig. 6. Harbak-hulens dagåpning.

del av hulen, stammer fra kalkholdig feltspat. Denne dekomponeres under innvirkningen av kulsyreholdig vann.

Ved hulens åpning ligger en voll av nedstyrtede stener. Denne rager omtrent 2 meter op over hulens bunn innenfor. Her er også ved hulens dagåpning en mur opført av mennesker. Dette tyder på, at hulen har været tilfluktsted for dem. Den fortjener derfor å undersøkes av arkeologer.

Hulens bunn er dekket av rustbrun sand med grus og stener under. Da den med bunnen ligger i nivå med strandlinjen ved Høvik, må den være dannet samtidig med strand-

linjen. Når hulen når op til 25 meter høiere enn strandlinjen, skyldes det antagelig brenningens virkning under storm. Den ligger også således til, at det åpne hav under senkningen med hele sin velde har stått på her. Inne i hulen blev også vannmassene ved brenningens press drevet betydelig høiere op enn havnivået.

Efter hvad ovenfor er påvist, må grensen for senkningen efter istiden på strekningen Tønnøl—Oksvoll i Nes herred

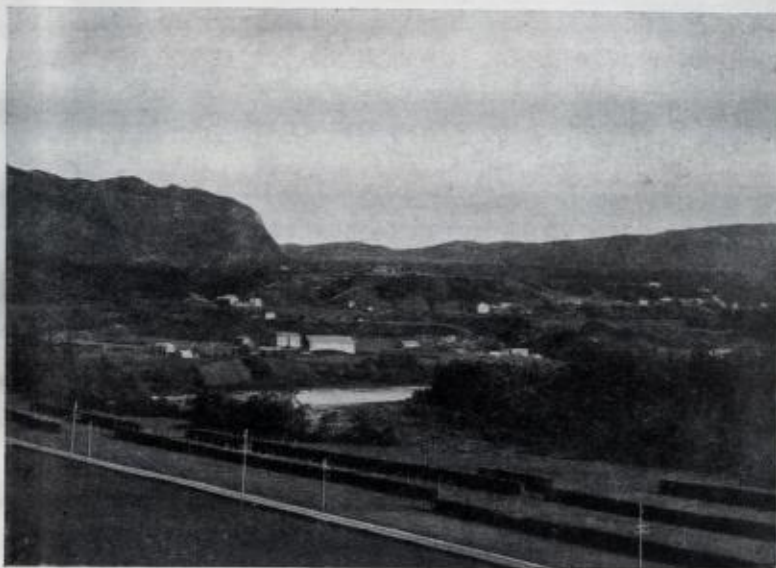


Fig. 7. Terrasser og den marine grense ved Tømmerås, sett fra Medjå i Grong.

settes til 140—150 meter over nuværende havnivå og ved Stokksund til omkring 100 meter. Strandlinjen ved Harsvik ligger litt lavere, 94 meter, men Harbakhulen noget høiere.

I indre Namdalen (Nord-Trøndelag) har jeg somrene 1921 og 1922 bestemt høiden av nogen terrasseflater, som jeg antar avsatt under den største senkning efter istiden. På Hølandet har man op for Helbostad ved sørenden av Øievatn en stor flate i 165 m. o. h., og ved Hognes på vestsiden av Øievatn er der terrasser i 164 m. o. h. Lengere ned på Hølandet er den marine grense ved Brembu bestemt til 170 m. o. h.

I Grong har man store flater, hvis øvre kant op for Medjå og Tømmerås går op til 182 m. o. h. og ovenfor Formofors til omkring 190 meter.

Opigjennem øvre Namdalen er der en rekke vel utpregede terrassenivåer. Det marine leir går i disse temmelig høit op. Ovenfor Medjå kunde det følges op til 150 m. o. h. og op for Tømmerås op til 156 meter.



Fig. 8. Delta ovenfor Formofors i Grong, avsatt under den største senkning efter istiden, sett fra Leksås.

↓ viser mot Sanddølas innskjæring i deltaet.

Den store flate, hvori den øverste terrasse op for Medjå ender, består av sand og grus med rullede stener. Hvor den støter inn til det nesten loddrett opstigende Medjåfjell, er der fra fjellsiden styrtet en del ur ned på den.

Den store flate op for Tømmerås (se fig. 7) går op til 182 m. o. h. Den dekkes for det meste av myr. Hvor den ender, stiger terrenget raskt, og det nakne berg stikker her frem. Flatens forside ut mot dalen danner en terrasseskråning, som består av grus og rullede stener.

Ovenfor Formofors er der et veldigt delta, hvori Sanddøla har skåret en dyp renne (se fig. 8). Her er ikke foretatt nogen

nøiere bestemmelse av høiden, men såvidt det kunde sees under reisen forbi her, må den marine grense ligge omkring 190 m. o. h.

I Leka prestegjeld, nordligst i Trøndelagen er gradienten omtrent 1 m. pr. km. Opefter søre Helgeland holder den skrå hevning sig litt over 1 m. (1,04—1,08 m.) pr. km.

I nordre Helgeland er den gjennomsnittlig 1,2 m. pr. km.; men som tabellen viser, varierer den her noget mere enn i søre Helgeland.

Over Salten og Lofoten er gradienten gjennomsnittlig 1,04 m. pr. km. Den er mindre ute i Lofoten, noget større inne i Salten.

I den søre del av Troms fylke (Ofoten—Salangen) er den gjennomsnittlig 0,94 m. pr. km., i den midtre del av fylket (Andørja—Malangen) 1,14 m. og i den nordre del (Malangen—Vannøy) 0,94 m.

I Finnmark fylke blir gradienten mindre. Den er således i Alta 0,74 m. pr. km., i indre Porsanger 0,7 m. og i midtre og ytre Porsanger 0,5 m. Ved Laksefjord, ved Tanafjord og henover Varangerhalvøen holder gradienten sig gjennomsnittlig ved 0,5 m. pr. km.; men fra det østlige av Varangerhalvøen over mot sydsiden av Varangerfjord går den ned til 0,42 m. pr. km.

Når TANNER¹ finner litt avvikende verdier for gradienten i Finnmark, så beror det på, at han som HELLAND har beregnet gradienten av 3 og 3 observationspunkter (triangler), medens jeg har beregnet den efter linjer loddrett på isobasene.

Er der sammenheng mellem stor gradient og jordskjelv?

Det synes rimelig, at der på de steder, hvor hevningens skråhet (gradienten) er stor, må optre differensial-spenninger i jordskorpen. Hvor disse da blir særlig sterke, kan de tenkes å få utløsning i forskyvninger, som vil fremkalle jordskjelv. Stiller vi op de steder i vort land, som har stor gradient, så er det synbart, at de i sine hovedtrekk faller sammen med de

¹ TANNER, Kvartärsystemet i Fennoskandias nordliga delar. Bul. de la Com. Geol. de Finlande, nr. 18, s. 123 og nr. 21, s. 87.

strøk, hvor jordskjelv er hyppig. I det vestlige Norge har man således stor gradient fra Stavangerfjord til Nordmøre. Størst er den over Sønnefjord, midtre Nordfjord og Sønnefjord. KOLDERUPS undersøkelser¹ viser, at der her er et område, som ofte har jordskjelv. Særlig er de hyppig i Sønnefjord og Nordfjord. Men der er den forskjell, at medens jordskjelvene er hyppigere i ytre Nordfjord, så er gradienten større i den midtre del av fjorden enn i den ytre.

På strekningen fra Stavangerfjord til Bergen er det annet jordskjelv-område på Vestlandet. Her optreder jordskjelvene oftest omkring Hardangerfjorden. De lokale jordskjelv var i det sydlige område på Vestlandet i de 25 år 1886—1911 i antall kun $\frac{1}{3}$ av dem i det nordlige område, og jordskjelv med ringe utbredelse var i samme periode kun halv så mange i søre som i nordre område.

I Nord-Norge er der et område med stor gradient gjennom Nordland. I søre Helgeland er den litt over 1 m. pr. km., og den stiger i nordre Helgeland til 1,2 m. for igjen i Salten å avta til litt over 1 m. pr. km. som i søre Helgeland.

I Nordland var de lokale jordskjelv og de med ringe utbredelse i 25-års perioden 1886—1911 omtrent halvparten i antall av dem i Vestlandets nordre område. Nordland står kun tilbake for den nordlige del av Vestlandet i jordskjelvenes hyppighet, og videre er det å merke, at de fleste jordskjelv har her funnet sted på kyststrekningen fra Ranen til Salten, hvor man har den største skrå heving. Man kan nu si, vi vet ikke, om den skrå heving fortsetter i nutiden. Hertil kan svares, at alle hevede strandmerker (terrasser og strandlinjer) viser sig skrå, lavest ute ved kysten, stigende innover mot landet. De eldste viser den sterkeste heldning, de yngste den minste. Herav kan vi se at den skrå heving har holdt ved helt til efter de yngste terrassers tid. Om den fortsetter i nutiden er ikke sikkert bevist for vort land, men flere forhold taler for, at så er tilfellet.

Arkeologene mener, at der siden bronsealderens slutning (500 f. Kr.) ikke har funnet nogen heving sted. Man finner

¹ KOLDERUP, Norges jordskjelv med særlig hensyn på deres utbredelse i rum og tid, Bergens Mus. årb. 1913, nr. 8.

nemlig helleristninger og gravhauger fra eldre jernalder så nær ned til den nuværende havflate, at havet dengang ikke kan ha stått nevneværdig høiere enn i nutiden. Vi kan imidlertid ikke derav slutte, at strandlinjen har holdt sig i ro helt siden bronsealderen. Vi har beviser for, at den skandinaviske halvø i de siste århundreder hever sig op av havet. Helt fra CELSIUS (for nær to hundrede år siden) har man visst, at Sveriges kyst ved Østersjøen hever sig. Han bestemte hevingen ved den søre del av den Botniske bukt til $4\frac{1}{2}$ fot i hundrede år.

Senere har særlig HOLMSTRØM¹ studert Sveriges hevning. Han fant hevingen ved Piteå å være 1,05 m. i hundrede år, ved Ratan, nord for Umeå 0,92 m., ved Gäfle 0,76 m., ved Kalmar 0,12 m., ved Marstrand (Kattegatt) 0,48 m. og ved Gullholmen, syd for Lysekil 0,67 m.

På Koster og ved Strømstad er hevingen av FINEMAN i 1909 bestemt til 0,40 m. pr. århundred.

I de senere år har finske forskere studert hevingen ved Østersjøens kyster. BLOMQUIST og RENQUIST² har således påvist, at stigningen for perioden 1889—1912 pr. århundred er ved Uleåborg 69 cm., ved Brändö, nær Nikolaistad 85 cm., ved Räfsö, nord for Björneborg 52 cm., ved Helsingfors 9 cm. ved Ratan, nord for Umeå, 76 cm., Draghällan ved Hernösand 88 cm., Björn ved Gäfle 41 cm., ved Stockholm 29 cm., ved Landsort, syd for Stockholm, 9 cm. og ved Karlskrona senkning 15 cm. Grenselinjen mellom hevnings- og senkningsområdet går fra den Finske bukt til Westervik på den svenske kyst. Sønnenfor denne linje har man senkning, nordenfor hevning.

I 1839 blev der satt 21 vannstandsmerker ved Norges kyst på strekningen fra Fredrikshald til Stavanger og 7 fra Rundøy nord for Stad til Villa syd for Folden. I 1865 blev disse undersøkt³ påny. Målingene foretokes på samme årstid og

¹ L. HOLMSTRØM, Om strandlinjens förskjutning å Sveriges kuster. K. Vet. Akad. Handl. B. 22, Nr. 9, 1888.

² BLOMQUIST und RENQUIST, Wasserstandsbeobachtungen an den Küsten Finlands, Fennia, B. 37, 1914.

³ ANDR. M. HANSEN, Skandinaviens stigning, N. G. U. årb. f. 1896—99, s. 18—35.

under lignende forhold, som da merkene sattes. 24 merker undersøktes. Ved 21 av dem fantes hevning av landet og ved 3, nemlig: Ålesund, Kristiansund og Terningen kunde ingen forandring påvises. Den gjennomsnittlige hevning i disse 26 år blir 10 cm. For merkene Fredrikshald—Mandal er gjennomsnittshevningen likeså 10 cm., for Lindesnes—Stavanger er den 6,5 cm. og for Rundøy—Villa 12 cm.

HANSEN mener, man ikke kan slutte nogen forandring av strandlinjen herav, uaktet alle mål går i samme retning. Variasjonen av havstanden fra år til år for en bestemt måned kan være betydelig større enn de funne mål.

I 1890 blev merkene igjen undersøkt; men da viste målingene av forandringen fra 1865 til 1890 mere vekslende resultater. Av 18 undersøkte merker viste 11 hevning, 1 stillstand og 6 senkning. Den gjennomsnittlige hevning var 1 cm. Tar vi videre forandringen fra 1839 til 1890 under ett, finner man hevning ved alle merker. De i 1839 satte merker refererer sig til middelvannstand; men denne finnes ved bestemmelse av havnivået under flo og fjære. Dette er imidlertid variable størrelser. De forandres med månens og solens gjensidige stilling til jorden, og de påvirkes også av lufttrykket og vindens retning og styrke. Det er derfor vanskelig å få en eksakt bestemmelse av middelvannstanden.

Imidlertid kan jeg ikke være enig med HANSEN (l. c.) i, at disse målinger intet beviser om strandlinjens forskyvning. Målingene ved alle merker såvel for tiden 1939—65 som for 1839—90 viser hevning av landet eller senkning av strandlinjen, og i tiden 1865—90 går bevegelsen ved de fleste merker i samme retning. Dette synes mig å være et sterkt bevis for en hevning av landet langs Norges kyst. De vannstandsmålinger, som den norske gradmålingskommisjon lot utføre på flere steder langs Norges kyst i årene 1872—90, viser også for det meste en senkning av strandlinjen. Jeg kan derfor ikke innse annet, enn at alle disse iakttagelser taler for en hevning av landet.

I årene 1893 til 97 blev der av den Geologiske Undersøkelse satt vannstandsmerker på en rekke steder langs kysten av Nord-Norge. Disse merker refererer sig til tangranden som basis, da det antas, at man ved den bedre enn ved middel-

vannstanden kan påvise strandlinjens forskyvning. Der er nu gått så lang tid (henimot 30 år), siden de sattes, at der bør foretas kontroll-måling ved dem.

Siste sommer (1922), undersøktes to av de vannstandsmerker, som blev satt i 1893, nemlig merket ved Guldvikstranden, nær Namsos, og det ved Foldereid inne i Folden. Ved ingen av disse kunde der påvises nogen forskyvning av tangranden i de 29 år, som er gått, siden merkene sattes.

Ved Østersjøen er landets hevning i nutiden sterkest, hvor man siden istiden har den største hevning. Også for Norges vedkommende må det antas, at landet hever sig i nutiden; men målingene her er ikke så pålitelige, at man av dem kan påvise nogen forskjell i hevningens størrelse på de forskjellige steder langs kysten.

De lavere terrassetrin.

Lavere enn strandlinjene og terrassene fra den største senkning har man en rekke terrassetrin, som markerer landets hevning. ØYEN utskiller 7 sådanne terrasseperioder, karakterisert ved sitt fossilinnhold. Hevningen har efter alt, hvad vi vet, ikke været jevn, men snart raskere og snart langsommere. Den har også til sine tider været avbrutt av stillstand og til enkelte tider endog av senkning.

Best kjent av senkningene er den, som fant sted under den milde tapestid. Denne svarer til BLYTTS atlantiske periode, som er karakterisert ved et mildt og fuktig klima. Målingen og korrelasjonen av de lavere terrasser er imidlertid ikke utført i den utstrekning, at man kan forsøke å avsette isobaser for dem på kart. Terrassene for tapessenkningen ligger i vekslende høide målt i procenter av den maksimale senkning. Ved Kristiania og Trondhjem, hvor den maksimale senkning har været stor, ligger strandlinjen for tapessenkningen i omtrent $\frac{1}{3}$ av den maksimale strandlinjes høide, det vil si ved Kristiania i 70 meters høide over nutidens og ved Trondhjem litt under 70 meter. På Lista derimot hvor den senglaciale hevning er liten (8—10 meter), der faller strandlinjen for tapes- og den maksimale senkning sammen¹. På det nordlige av Jæren ligger

den omtrent i den halve høide av den sen-glaciale strandlinje og ved mundingen av Hardangerfjord i omtrent $\frac{1}{3}$.

I ytre del av Sønnefjord ligger tapestidens strandlinje likeledes i omtrent den halve høide, medens dens høide i de indre deler, hvor hevningen er større, ikke er mere enn omtrent $\frac{1}{3}$. Ved Stad med liten hevning ligger den i den halve høide av den sen-glaciale strandlinje.

Ved Ålesund og ved den ytre del av Romsdalsfjord ligger den i en høide av omkring $\frac{1}{3}$ av den sen-glaciale senkning. På Nordmøre ligger tapesstrandlinjen if. KALDHOL i omtrent $\frac{1}{4}$ del av høiden for den øverste strandlinje; men, som foran er sagt, har han her funnet så store høider for den marine grense (den sen-glaciale senkning), at der kan være tvil, om det ikke er eldre strandmerker, som er tatt for sen-glaciale.

Såvidt forholdene er kjent, ligger terrassene for tapesenkningen langs kysten av Nordland fra grensen mot Trøndelagen og nordover til Vestfjorden i omkring $\frac{1}{3}$ del av høiden for den sen-glaciale hevning og litt derunder.

I Troms fylke viser GRØNLIES undersøkelser, at den ligger noget over $\frac{1}{3}$ del og op til $\frac{2}{5}$ dele av den sen-glaciale. Som jeg tidligere² har henledet oppmerksomheten på, svarer HELLANDS lavere strandlinjenivå i Troms og Finmark fylke til tapesenkningens terrassehøide. TANNERS undersøkelser i Finnmark stemmer også hermed.

Hevningens årsaker.

Hvad er det, som har bevirket hevningen av den skandinaviske halvø? Der har været opstillet flere hypoteser til forklaring. PENCK antok således, at når et mektig isdekke lå over landet, som tilfellet var under istiden, vilde dette øke tiltrekningen på havet, så det kom til å stå høiere langs kysten. Når isdekket smeltet vekk, vilde havet igjen synke her. En sådan tiltrekning har der nok været; men den er ganske utilstrekkelig

¹ DANIELSEN, Kvartærgeologiske streiftog på Sørlandet, *Nyt Mag. f. Naturv.*, b. 50, 1912.

² REKSTAD, Geologiske iagttagelser fra ytre del av Saltenfjord, *N. G. U. årb. f. 1910*, nr. 3, s. 18.

til å forklare den betydelige hevning siden istiden. DRYGALSKI fremhævet, at istidens masser måtte avkjøle det øvre parti av jordskorpen under dem. Når de så smeltet bort, vilde den oppvarmes og følgelig utvides. Denne utvidelse vilde da bevirke hevning.

Hos os har vel den opfatning været almindelig, at det er isens trykk, som har bevirket landets nedpresning under istiden. Da isdekket smeltet, og trykket avtok, hevedes landet. Denne hypotese er grundet på læren om isostasien, som nu må siges å være almindelig godkjent. Imidlertid er der flere trekk ved den skandinaviske halvøs bevegelse siden istiden, som vanskelig kan bringes i samklang med hypotesen om istrykket. Som vi har sett, hever den sig fremdeles, og nu er det adskillige årtusen forløpet, siden isdekket smeltet bort. Skal derfor hevingen ansees som en eftervirkning av istrykkets avtaken, må isostasien hos jordskorpen være meget treg. Så har man siden istiden hatt ialfall en senkning, tapessenkningen, som må ansees for sikkert påvist. Skulde nu landets bevegelse være en virkning av trykkets avtagen, måtte man vente uavbrutt hevning. En senkning står i direkte motsetning hertil.

I første halvdel av forrige århundrede antok derimot de ledende geologer som LEOPOLD VON BUCH, LYELL og KEILHAU, at hevingen kom av dislokasjoner i jordskorpen. Nogen strøk blev løftet op, andre senket. Eftersom jordkloden avkjøltes, trakk den sig sammen. Den ytre skorpe blev derved for stor; den måtte slå rynker og sprekker.

Det kan ikke nektes, når alle forhold tas hensyn til, at bevegelsen av den skandinaviske halvø i nutiden må skyldes en art foldning av jordskorpen. Nogen steder har man heving, andre steder, som i det sydlige av Sverige, senkning. I det hele tatt er, som vi har sett, landets bevegelse langs Østersjøens og den Botniske bukts kyster vekslende fra nord mot syd, stemmende med en foldning.

Det synes å være rimelig, at trykkets avtaken, da isdekket smeltet bort, bevirket heving av landet; men hevingen i nutiden kan vanskelig settes i forbindelse med istrykkets ophevelse, såmeget mere som vi kort forut for nutiden har en senkning under den milde tapestid.

Et fjelland som den skandinaviske halvø taper stadig noget av sin overflate ved erosjonen. Hvor meget er ikke lett å avgjøre. Der har været gjort forskjellige beregninger over erosjonens størrelse. HELLAND¹ har således bestemt slam-mengden i elvene fra Jostedalsbreens område. Han finner det svarer til en gjennomsnittlig årlig erosjon fra overflaten av 0.079 mm., det vil si 7,9 mm. i 100 år.

ØYEN² har for Galdhøtindområdet i Jøtunfjellene av elvenes slamføring utledet en årlig erosjon av 0,054 mm. eller for 100 år 5,4 mm. og for Hardangerjøklen 0,069 mm. pr. år eller for 100 år 6,9 mm.

Herav får vi et begrep om erosjonens størrelse, hvor landet dekkes av isbreer, og man antar almindelig, at den er mindre utenfor breenes område.

GEIKIE anslår i sin geologi denudasjonen fra overflaten gjennomsnittlig til 5 mm. i 100 år. Efter dette synes det rimelig å sette den gjennomsnittlige avtaket av overflaten til omkring 5 mm. i 100 år. For den skandinaviske halvø, som består av hårde, motstandsdyktige bergarter, kan den neppe settes høiere.

Vi ser altså, at det, som tas bort fra overflaten ved erosjonen, blir ganske utilstrekkelig til å forklare hevingen i nutiden.

Heller ikke ad denne vei kan vi forklare os landets hevning som en isostatisk bevegelse.

¹ HELLAND, Om jøkelelvne og deres slamgehalt, Arch. f. Math. og Naturv., b. 7.

² ØYEN, Isbræstudier i Jotunheimen, Nyt Mag. f. Naturv., b. 34, s. 52.

— Bidrag til vore brægenes geografi, Nyt Mag. f. Naturv., b. 37, s. 111.

Summary.

The present paper is in substance an explanatory text accompanying a map of the post-glacial changes of level in the Scandinavian peninsula.

At the end of the Glacial Period the Scandinavian peninsula was more deeply submerged than at present; the land has risen since that time. In Norway the upheaval is distinctly marked by strand-lines or raised beaches, which are numerous along the coast, chiefly in the northern part of the country. When such strand-lines are observed along fjords penetrating far into the land it becomes evident that the rise increases from the coast towards the inland. BRAVAIS first observed this in the Altenfjord in Finmark. There the upper raised beaches lie about 70 m. above sea level at the head of the fjord, hence gradually descending towards the mouth of the fjord where they reach the level of only 26 m. near Hammerfest.

Caves were hollowed out by the waves during the submersion, their bottoms mostly lying on level with the strand-lines. Of the numerous caves of this kind the one in Torg-hatten forming a tunnel through the mountain is most renowned.

Below the strand-lines terraces grouped in several levels mark the stepwise upheaval of the land.

On the map black lines, isobases, indicate the rise of the land expressed in meters, each isobase connecting points of equal rise. The lines are drawn in full where the altitudes of the strand-lines have been actually measured and dotted where they are merely conjectured. The gradient of the rise along lines perpendicular to the isobases is not uniform, but varies from place to place. It increases from the outer coast line towards the inland to about half-way into the fjords, thence it decreases,

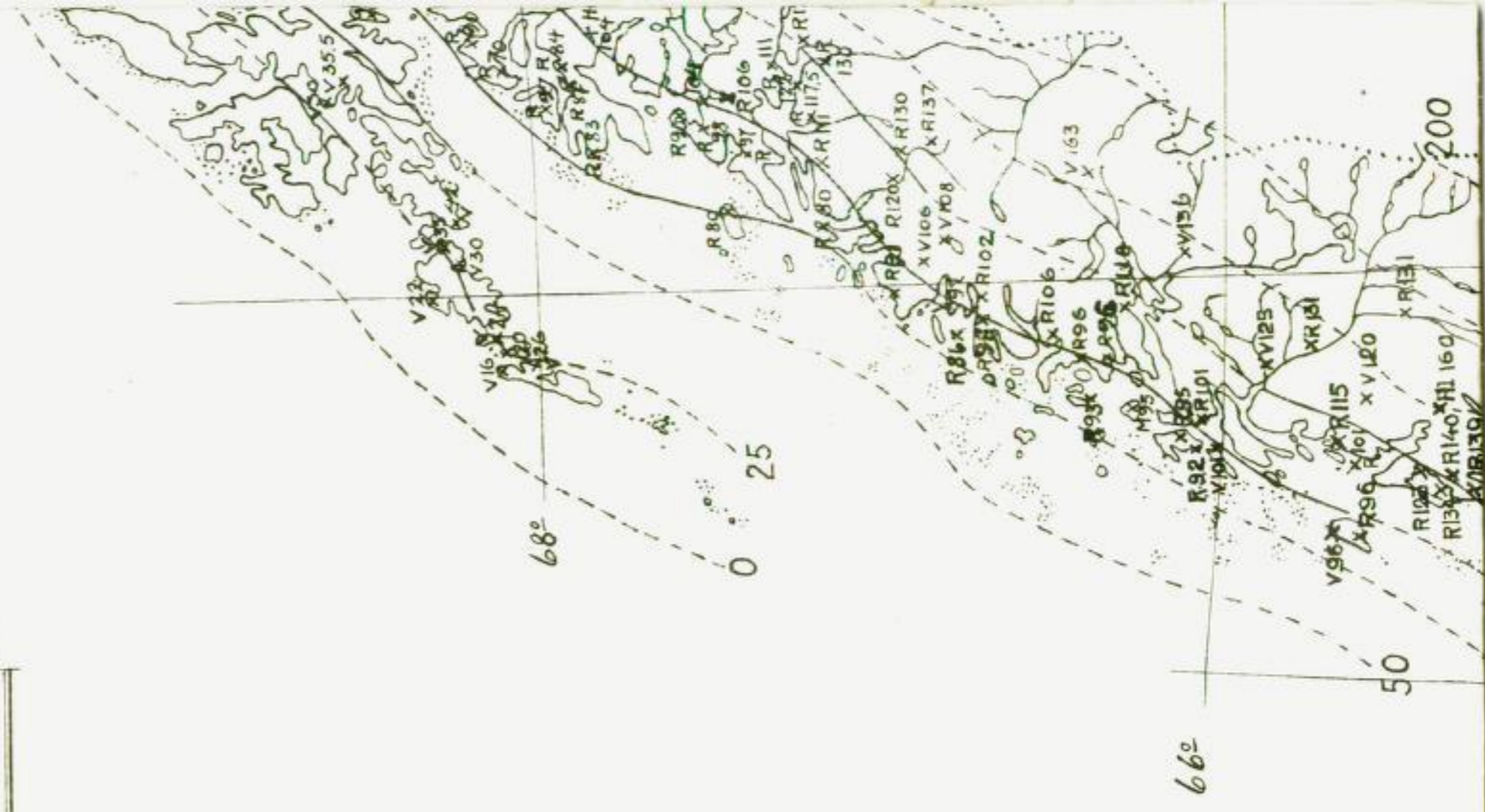
and finally becomes nearly constant in the central parts of the land. Between the coast and the head of the fjords the gradient varies from 0,5 m. to 1,5 m. per km.

The total rise is about 220 m. in the neighbourhood of Kristiania and about 200 m. in Guldal southeast of Trondhjem. It decreases from Kristiania along the coast in southwesterly direction and becomes only 10 m. at Lindesnes, the southernmost headland of Norway. At the coast between Kristiania and Lindesnes the isobases cross the coast line at large angle, but usually they run parallel to the coast (see the map). In those places of Norway where the gradient of the rise is largest earthquakes appear to occur more frequently than in other places. This is the case in the district between Bergen and Søndmøre and in the district of Helgeland. The rise is supposed to be caused by unequal upheaval of the land, a kind of mountain folding.

The series of terraces occurring lower than the strandlines are arranged stepwise from the present sea level up to the strandlines. One of these lower level terraces, the Tapes terrace, marks an interruption when the rise ceased and a submersion took place. The climate at this period was somewhat milder than at present.

Kart
over
Norges senkning
ved slutningen av istiden
av
J. Rekstad

Maalestok



E UNDERSØKELSE

1922

J.G.U. N° 96

