

Terje Motrøen

Strandflatens dannelse

– kystlandskapet som spiser
seg inn i landblokken

Høgskolen i Hedmark
Rapport nr. 4 - 2000

Online-versjon

Utgivelsessted: Elverum

Det må ikke kopieres fra rapporten i strid med åndsverkloven og fotografiloven eller i strid med avtaler om kopiering inngått med KOPINOR, interesseorgan for rettighetshavere til åndsverk.

Forfatteren er selv ansvarlig for sine konklusjoner. Innholdet gir derfor ikke nødvendigvis uttrykk for Høgskolens syn.

I rapportserien fra Høgskolen i Hedmark publiseres FoU-arbeid og utredninger. Dette omfatter kvalifiseringsarbeid, stoff av lokal og nasjonal interesse, oppdragsvirksomhet, foreløpig publisering før publisering i et vitenskapelig tidsskrift etc.

Rapporten kan bestilles ved henvendelse til Høgskolen i Hedmark.
(<http://www.hihm.no/Publikasjon/default.htm>)

Rapport nr. 4 - 2000
© Forfatteren/Høgskolen i Hedmark
ISBN: 82-7671-104-9
ISSN: 1501-8563



Høgskolen i Hedmark

Tittel: Strandflatens dannelse - kystlandskapet som spiser seg inn i landblokken			
Forfatter: Terje Motrøen			
Nummer: 4	Utgivelsesår: 2000	Sider: 26	ISBN: 82-7671-104-9 ISSN: 1501-8563
Oppdragsgiver:			
Emneord: Strandflaten, kystlandskap, rauker, kyst			
Sammendrag: Strandflaten er navnet på det lave landet og grunne sjøområdet langs hele norskekysten i vest og langs kysten i andre arktiske og antarktiske områder som har vært eller er nediset. Frostforvitring og sjøisprosesser gjennom hele kvartær er hovedfaktorene for dannelsen, mens glasial erosjon og havets abrasjon har trolig kun vært av modifierende og transporterende karakter.			



Høgskolen i Hedmark

Title: “Strandflats” forming - coastal landscape eating its way into the land block.

Author: Terje Motrøen

Number: 4

Year: 2000

Pages: 26

ISBN: 82-7671-104-9

ISSN: 1501-8563

Financed by:

Keywords: “Strandflat”, coastlandscape, coast

Summary:

“Strandflat” is a name used for the low country and shallow sea along the western Norwegian coast, and also along coasts in Arctic and Antarctic areas that have been covered by ice sheets. Frost-shattering and sea-ice processes over the Quaternary are main factors in the making of the “Strandflat”. Glacial erosion and marin abrasion have probably only played modifying and transportational roles.

Strandflatens dannelse

- kystlandskapet som spiser seg inn i landblokken



Innhold

Forord	9
Innledning	11
Strandflatens alder	13
Strandflatens utviklingsprosesser	15
Diskusjon	21
Konklusjon	23
Referanser	25

Forord

Rapporten inngår i en serie av ulike emner knyttet til fagområdene naturgeografi og geologi som publiseres i denne rapportserie. Disse emnene vil kunne brukes som pensumlitteratur eller støttelitteratur i geokurs ved Høgskolen i Hedmark eller ved andre utdanningsinstitusjoner. Emnet bør også ha allmenn interesse for de som ønsker å skaffe seg mer kunnskap om hvordan en del av landskapsformene er blitt til.

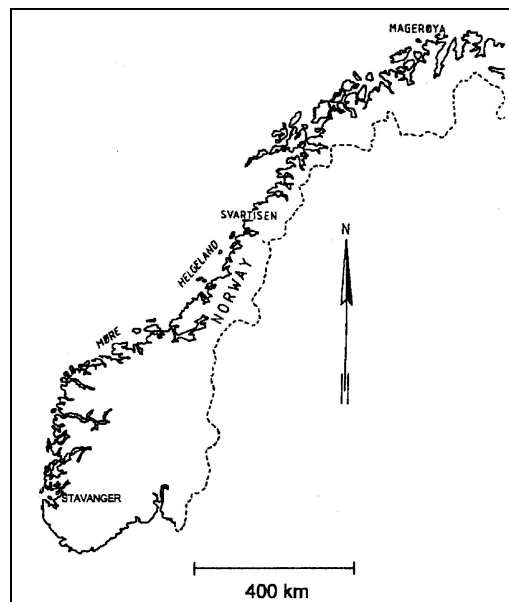
Rapporten bygger på litteraturstudier og egne feltstudier under ekskursjoner langs kysten på fastlands-Norge og på Svalbard. Rapportens mål er å få belyst en del problemstillinger knyttet til dannelse av strandflaten.

Hamar den 8. juni 2000

Terje Motrøen

Innledning

Store deler av kysten i Vest- og Nord Norge preges av en småkupert overflate, som består av lave holmer og skjær, grunne havområder og bremmer av lavt land. Dette kystlandskapet, som går under navnet *strandflaten*, ligger som et forland utenfor kystfjellene, og er typisk begrenset av de bratte og markerte skråningene opp til de høyere områdene (figur 2). Strandflaten er godt utviklet langs norskekysten fra Stavanger i sør til Magerøy i nord (figur 1). Bredden på strandflaten varierer fra 50-60 km utenfor Helgelandskysten og nordlige deler av Mørkekysten, til nesten å bli helt borte i området ved Stad. Strandflaten finnes foruten langs norskekysten også utviklet langs kysten i arktiske og antarktiske områder.



Figur 1. På fastlands-Norge er strandflaten godt utviklet fra Stavanger i sør til Magerøy i nord. (Etter Larsen & Holtedahl 1985).

Det var Reusch (1894) som innførte betegnelsen "strandflate". I engelsk litteratur går den under navnet "strandflat" og brukes i den geomorfologiske terminologi med den norske strandflaten som typeområde (Holtedahl, 1959). I årene etter arbeidet til Reusch fulgte en rekke publikasjoner omkring dannelsesmåten til strandflaten. Den mest betydningsfulle i denne sammenheng var arbeidet til Nansen (1904 og 1922). Han diskuterte strandflaten i lys av frostforvitring og sjøis-prosesser, og mente at lokaliseringen derfor kunne knyttes til kysten på høyere breddegrader. I tillegg til dette har også marin abrasjon (Reusch, 1894), fluviale prosesser (Ahlmann, 1919) og glasial erosjon (Holtedahl, 1929) vært foreslått som strandflatens formgivende agenser. Holtedahl (1959), Klemsdal (1982) og Larsen & Holtedahl (1985) mente det var

en kombinasjon av to eller flere av de nevnte prosessene som var ansvarlige for utformingen av strandflaten. I de ulike teoriene på dannelse drøftes også alderen på strandflaten, der forslagene varierer fra en tertiær opprinnelse til en dannelse i glasiale og interglasiale perioder i kvartær.

Strandflatens alder

I tertiærtiden reiste de sentrale og vestlige delene av den norske landblokken seg fra et nivå nær havflaten til en høyfjellsvidde (Dorè, 1992). Utfra seismiske og sedimentologiske undersøkelser i nordlige Nordsjøen (Rokoengen og Rønningsland, 1983) har en nå sikre data på at den tertiære landhevingen stoppet opp i pilocen (for ca. 5 mill. år siden). En maksimumsalder på strandflaten må derfor være 4-5 mill. år, da landblokken først måtte stabilisere seg før de nedbrytende kreftene kunne begynne å virke så nære havnivået (figur 2).



Figur 2. Strandflaten er godt utviklet på vestkysten av Spitsbergen. Bildet er fra Kvadehuksletta ved Ny Ålesund. (Foto:Terje Motrøen).

Hittil har en ikke funnet sedimenter på den norske strandflate som er eldre enn den siste interglasial (Eem), dvs. eldre enn 130000 år (Larsen og Holtedahl, 1985). I Sjonghelleren utenfor Ålesund har en funnet marine huler dannet på den innerste delen av strandflaten, ca. 60 m o.h. I disse hulene er 15-20 meter av ukonsoliderte sedimenter bevart. Stratigrafiske undersøkelser gjort av Larsen m.fl. (1984) viser at sedimentene i hulen inneholder blokkrike lag i vekslings med bresjøsedimenter.

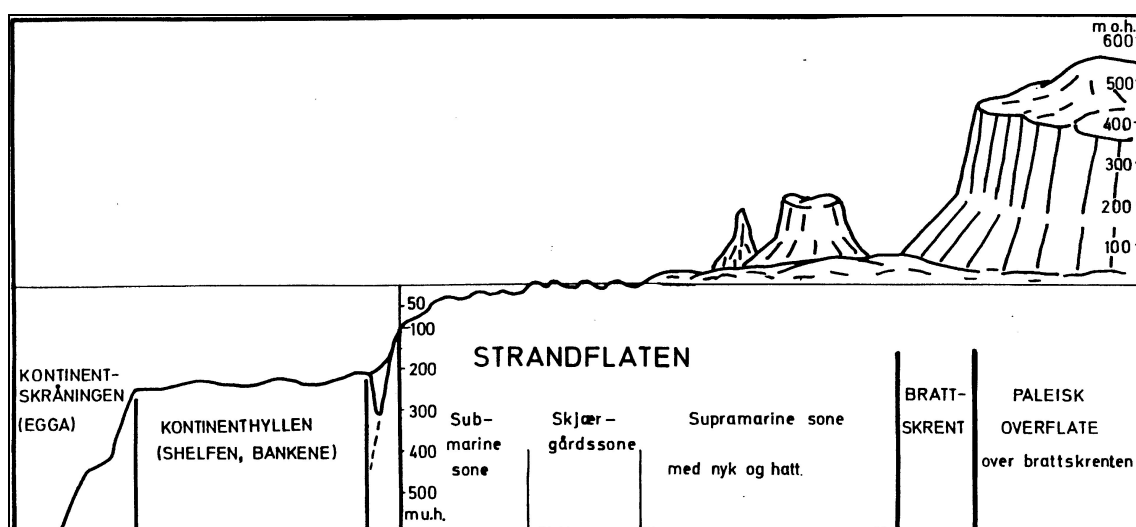
Blokkene har falt ned fra taket i isfrie perioder, mens hulene har vært fylt av vann under nedisningene og en har fått avsatt finkornete glasilakustrine sedimenter. Utfra de dateringer og undersøkelser som er gjort, mener Larsen m.fl. (1984) at bunnen av sedimentlagene er fra tidlig Weichsel og at hulen ble utformet mot slutten av Eem for ca. 120000 tusen år siden. Dette er derfor trolig minimumsalderen for dannelsen av strandflaten i dette området. At en finner disse hulene bevart i dag tyder på at det ikke har skjedd så mye videre utvikling av strandflaten under Weichsel.



Figur 3. Strandflaten på Smøla, Nord-Møre. Det kan ha tatt flere millioner år å utvikle strandflaten som den ligger i dag. Bebyggelsen i bakgrunn er Veideholmen. (Foto: Terje Motrøen).

Strandflatens utviklingsprosesser

Som nevnt i innledningen har det blitt gitt forskjellige forslag til forklaringen på strandflatens dannelse. I tillegg til i hvilken tidsperiode dannelsen fant sted, har diskusjonen dreiet seg om hvilke landformer som eksisterte i kystsonen før strandflaten ble dannet og om hvilke prosesser som har virket. Figur 4 viser et profil fra kontinentalskråningen til det bratte forlandet innenfor strandflaten. Strandflaten er her inndelt i tre soner; først en submarine sone ytterst mot kontinentalhyllen, deretter en skjærgårdssone og en supramarin sone med rauker nærmest land.



Figur 4. Skissen viser et profil fra kontinentalskråningen til fastlandet med strandflaten i mellom. (Etter T. Klemsdal 1982).

Den jevnhøye karakteren og den nære tilknytningen til havflaten viser at havet må ha hatt en innvirkning på dannelsen av strandflaten. Reusch (1894) mente den marine abrasjonen var hovedårsaken for strandflatens dannelse. I ettertid har det kommet flere og flere argumenter mot denne teorien. For det første finner en ofte de best utviklede strandflatene i områder som er beskyttet mot bølgeerosjon (Nansen, 1922 og Holtedahl, 1959). Hadde strandflaten opprinnelig skåret seg inn i en relativt ubrutt kystlinje ved havets abrasjon, er det vanskelig å forklare de mange perifert beliggende restfjell som står igjen på de ytre delene av strandflaten (figur 5). Disse restfjellene kalles *rauker* og kan sees langs hele norskekysten der strandflata er godt utviklet.



Figur 5. Restfjellene på strandflaten kalles rauker. Bildet er fra Træna på Helgelandskysten. (Foto: Fjellanger Widerøe).

Flere steder er også den ytre delen av strandflaten adskillig høyere enn den indre, noe som gjør at den marine abrasjonen trolig er av mindre betydning i denne sammenheng. Den marine påvirkning i denne sammenheng er derfor mer av transporterende og utjevnende art.

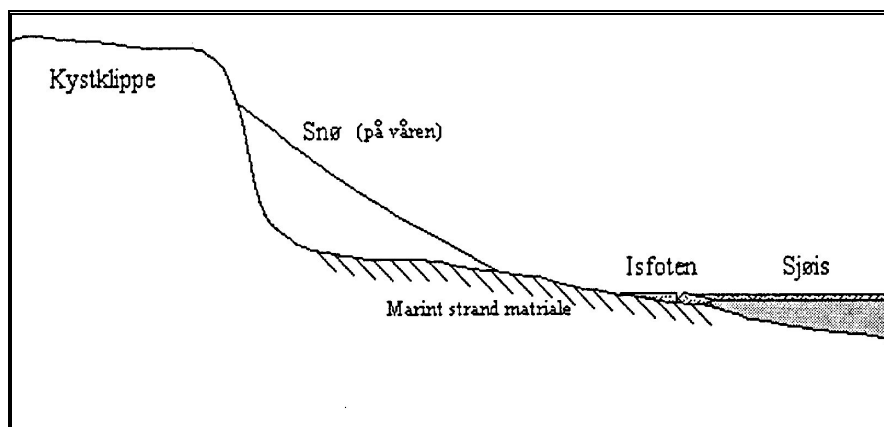
Videre er et viktig moment i diskusjonen at typiske strandflate områder bare finnes i tidligere nedisede strøk (Nansen 1904, 1922 og Larsen & Høltedahl, 1985). Spesielt godt utviklet er den i områder som ligger beskyttet mot bølgeaktivitet og som derfor kan ha lange perioder med sjøis (Nansen, 1922 og Hansom, 1983). Sjøisen danner veldig ofte en tykkere ispakke/isfot langs kysten i kaldere strøk, noe Nansen (1922) kalte *iskallen* (figur 6). Denne isfoten beskytter mot bølgeerosjon og materiale og større blokker kan fryse fast i strandsonen. På steder der tidevannsaktiviteten er stor, kan blokker som er frosset fast i isen bli løftet opp fra berggrunnen under økende havnivå. På denne måten kan sjøisen også, utføre effektiv plukking, i et allerede oppsprukket berg (Fairbridge, 1977; i Larsen og Høltedahl, 1985). Når sjøisen sprekker opp, kan tidevann og havstrømmer transportere bort isen med det innfrosne materialet, noe som gjør dette til en veldig effektiv transporterende agens.

Nansen var helt klart forut for sin tid da han i 1904 og 1922 fremhevet spesielt frostens betydning for strandflatens dannelse. Han mente at så store områder som strandflaten representerer, først og fremst er dannet som følge av intens frostforvitring i strandbeltet.



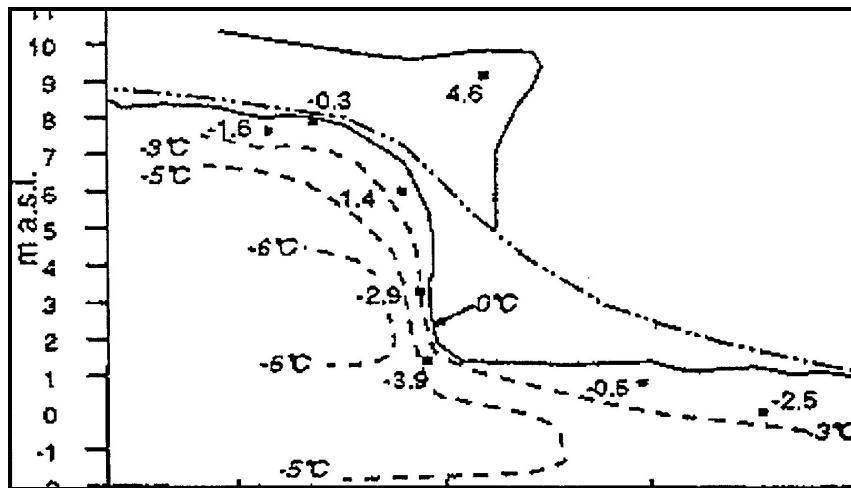
Figur 6. Iskallen beskytter mot bølgeerosjon, og forvitningsmaterialet fryser fast i isen i strandsonen. Forvitningsmaterialet blir fraktet ut med tidevannsstrømmene. Bildet er fra Kongsfjorden ved Ny Ålesund Svalbard. (Foto: Terje Motrøen).

Et forskningsarbeid som ble gjort av Ødegård og Sollid (1993) bekrefter Nansens teori. Under snøsmeltingen på våren får en dannet særdeles gunstige forhold for frostforvitring i strandsonen, der snøpakka ligger over berggrunn med permafrost (figur 7).



Figur 7. Prinsippskisse av viktige elementer i strandsonen i forbindelse med frostforvitring

På figur 8 viser isotermlinjer i en kystklippe på Svalbard på våren. En har ideelle forhold for frostforvitring, med først og fremst store temperatur gradienter og rikelig med vanntilgang fra snøpakka inntil kystklippen (Ødegård & Sollid, 1993). Langs kysten av Svalbard, der strandflate prosessene pågår i dag, ligger det ofte en tykk snøpakke inn mot de bratte kystklippene. En kan her observere at berget er kraftig oppskrubbet og at en får stor akkumulasjon av forvitringmatriale oppå isen og snøen på våren (Ødegård & Sollid, 1993).



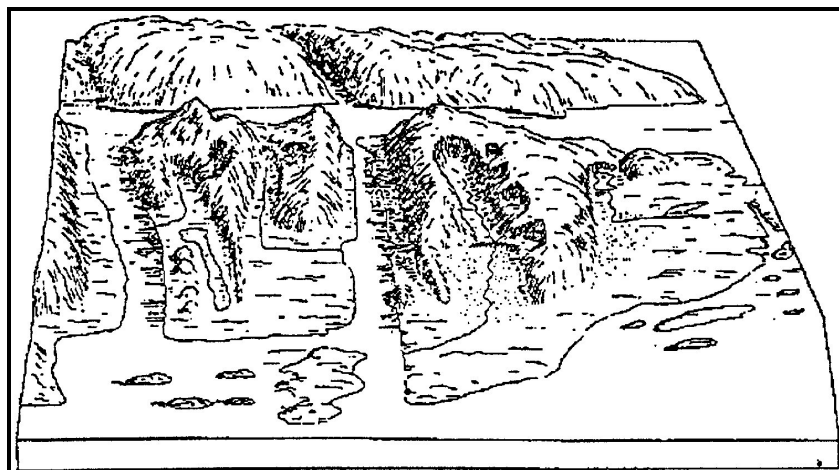
Figur 8. Isoterm linjer i en kystklippe på Svalbard på våren. Denne viser at en har ideelle forhold for frostforvitring, med først og fremst store temperatur gradienter og rikelig med vanntilgang fra snøpakka inntil kystklippen. (Hentet fra Ødegård & Sollid, 1993).

Estimater gjort på Svalbard av Jahn (1961; i Larsen & Holtedahl, 1985) på utvidelse av kystsonen som følge av frostforvitring og sjøis, ble beregnet til 2.5 - 5.0 cm/år. Med en rate på 3.0 cm/år blir det 30 km på 1 mill. år. På figur 9 vises en kystklippe i Grønfjorden like ved Barentsburg på Svalbard som er eksponert for frostforvitring. Her er forvittringsraten stor i de sedimentære bergartene fra tertiær på grunn av frostsprengning når iskalven ofte ligger til langt på ettersommeren.



Figur 9. Kystklippe ved Grønfjorden på Svalbard som er eksponert for frostforvitningsprosesser. (Foto: Terje Motrøen).

En av de andre hovedteoriene for dannelsen av strandflaten er glasial erosjon. O. Holtedahl (1929) studerte landformer i deler av Vest-Antarktis, der han slo fast at lokal glasiering ute ved kysten kunne eroderer seg innover i landet, med et nivå ved eller nær havnivået (figur 10). Nyere beregninger viser imidlertid at erosjon utført av botnbreer er liten sammenliknet med verdiene for frostforvitring og sjøis prosesser. Erosjonsraten for botnbreer ligger i størrelsesorden 0,1 - 1 mm/år (Sudgen & John, 1993).



Figur 10. Tydelige spor etter lokalglasiering av små botnbreer ute ved kysten. (Hentet fra Holtedahl, 1959).

Diskusjon

De mange geologiske og geomorfologiske undersøkelser som er gjort viser at landmassen må ha vært sterkt oppdelt i fjorder og sund før utjevningen av strandflaten begynte. Som Alhmann (1919) presiserte har trolig fluvial erosjon vært viktig mot slutten av tertiær før en fikk en klimaforverring og istidene satt inn for fullt i kvartær. Elvene har kunnet følge svakhetssoner og sprekkesystemer i områdene langs kysten og planert ut større områder til elvesletter på de 1-2 mill. år som var til rådighet før kvartær. Forholdene lå nå til rette for at bunnen i senkningene som lå omtrent i havets nivå, kunne bli utvidet og omformet til strandflate ved at skråningene på høydene omkring senkningene ble angrepet ved foten.

Fra kvartærtiden finnes data som viser en tydelig sammenheng mellom glasi-isostatisk nedtrykning og høyden på strandflaten (Larsen & Holtedahl, 1985). Dette tyder på at strandflaten ble utformet i de glasi-ale periodene i kvartær, og ikke i mellomistidene, slik det tidligere har blitt hevdet. En vet fra dyphavsprøver (isotopstudier) som er tatt i kvartære sedimenter utenfor norskekysten, at det globale isvolumet var mindre mellom 0.9 og 2 mill. år (Jansen & Sejrup 1984). Dette indikerer at norskekysten har vært fri for is i store deler av kvartær. Dette favoriserer teoriene om permafrostforhold og sjøis prosesser som agens for dannelse av strandflata langs kystsonen. Lagerbäcks arbeid i Nord - Sverige fra 1988 viste at en har hatt permafrostforhold i store deler av kvartær. I deler av Nord-Norge er strandflaten mange steder godt utviklet (figur 11) blant annet fordi kystområdene ble tidlig isfrie som følge av kort avstand ut til eggakanten. Her har de periglasi-ale prosessene fått virke over lang tid.



Figur 11. Strandflaten på yttersiden av Senja, Troms. (Foto: Terje Motrøen).

Det finnes videre en rekke spor og indikasjoner på tidligere permafrostforhold langs kysten av Norge. Eksempler på dette er fossile steinbreer på Andøya og randmorenelandskap, som indikerer tidligere iskjernemorener og som ligner det en finner foran dagens breer på Svalbard (Sollid & Sørbel, 1988, 1992).

Det er flere ting som tyder på at innlandsisens direkte betydning for strandflate dannelsen ikke har vært så stor. Strandflatens ofte skarpe grense mellom flate og tilgrensende bergvegg og dens horisontale flate over store områder kan vanskelig forklares ved innlandsisens virkning (Holtedahl, 1959). Strandflateområdene ligger helt i periferien i forhold til maksimal utbredelse av innlandsisen, og de kraftig eroderende brestrømmene ble kanalisert i de dypere fjordene som kommer ut mellom strandflateområdene. En finner imidlertid klare spor etter glasial erosjon (figur 12) både innerst og ytterst på strandflaten. Isen har vært der, men virkningen har trolig kun vært av modifierende og transporterende karakter, ved at den fjernet forvitningsmateriale som var blitt dannet i lange isfrie perioder.



Figur 12. De ytre delene av strandflaten har tydelige spor etter glasial erosjon. Bildet er fra Veidholmen ytterst på Smøla. (Foto: Terje Motrøen).

Konklusjon

Strandflaten er først og fremst blitt utviklet i kvartær tid, da frostforvitring og sjøisprosesser er hovedfaktorene for dannelsen, slik Nansen antydte allerede i 1904. Lange isfrie perioder langs norskekysten i kvartær har begunstiget permafrostforhold, noe som øker frostforvittringens betraktelig. Strandflaten viser videre helt klare spor etter glacial erosjon, men virkningen har trolig kun vært av modifierende og transporterende karakter. Lokal glasiasjon ute ved kysten har trolig hatt større betydning enn innlandsisen, da hovedstrømmene fra innlandsisen fulgte fjordene og fordypingene mellom strandflateområdene.

Referanser

- Alhmann, H.W. 1919:** Geomorphological studies in Norway. Geogr. Ann. 1, 1-148 og 193-252.
- Dorè, A.G. 1992:** The Base Tertiary Surface of southern Norway and the northern North Sea. Norsk Geologisk Tidsskrift, Vol. 72, 259-265.
- Hansom, J. D. 1983:** Shore-platform development in the South Shetland Islands, Antarctica. Mar. Geol. 53, 211-229.
- Holtedahl, H. 1959:** Den norske strandflate. Med særlig henblikk på dens utvikling i kystområdene på Møre. Norsk Geografisk Tidsskrift. 16, 285-385.
- Holtedahl, O. 1929:** On the geology and physiography of some Antarctic and Sub-Antarctic islands. Scientific results of the Norwegian Antarctic expeditions 1927-28 and 1928-1929, instituted and financed by consul Lars Christensen. Det Nor. Vid. Ak. Oslo, 3. 172 s.
- Jansen, E. & Sejrup, H.P. 1984:** DSDP-site 610 A. Stabil-isotop stratigrafi og aminiosekronologi gjennom de siste 2,3 mill. år i Nord-Atlanteren. Abstract, Geologinytt 20, 28 s.
- Klemsdal, T. 1982:** Coastal classification and the coast of Norway. Norsk Geografisk Tidsskrift. 36, 129-152.
- Lagerbäck, R. 1988:** Periglacial phenomena in the wooded areas of Northern Sweden - relicts from the Tärenö Interstadial. Boreas 17, 487-499.
- Larsen, E. & Holtedahl, H. 1985:** The Norwegian Strandflat: A reconsideration of its age and origin. Norsk Geologisk Tidsskrift, Vol. 65, 247-254.
- Larsen, E., Lie, R., Befring, S. & Longva, O. 1984:** Weichsel stratigraf i Skjonghelleren å Valderøya, Vest Norge. In Larsen E.: Weichsel stratigrafi og glacialgeologi på Nordvestlandet. Dr. scient. thesis, University of Bergen.

- Nansen, F. 1904:** The bathymetrical features of the North polar seas. In Nansen F. (ed.): The Nonvegian North Polar Expedition 1893-1896. Scientific results, Vol IV. J. Dybwad, Christiania, 1-232.
- Nansen, F. 1922:** The strandflat and isostasy. Skr. Vid. Selsk. Krist. Mat.-Maturvid. KI. 2, 1-313
- Reusch, H. 1894:** Strandflaten, et nyt træk i Norges geografi. Norges geologiske undersøkelse, 14, 1-14.
- Rokoengen, K. & Rønningsland, T. M. 1983:** Shallow bedrock geology and Quaternary thickness in the Norwegian sector in the North Sea between W60°30'N and 60°N. Norsk Geologisk Tidsskrift. 63, 83-102.
- Sollid, J. L. & Sørbel, L. 1988:** Influence of temperature conditions in formation of end moraines in Fennoscandia and Svalbard. Boreas, 17, 553-558.
- Sollid, J. L. & Sørbel, L. 1992:** Rock glaciers in Svalbard and Norway. Permafrost and Periglacial processes, Vol 3, 215-220.
- Sudgen, D.E. & John, B.S. 1993:** Glaciers and Landscape, 376 s.
- Ødegård, R. S. & Sollid, J. L. 1993:** Coastal cliff temperatures related to the potential for cryogenic weathering processes, western Spitsbergen, Svalbard. Polar Research 12 (1), 95-106.