

# GEOLOGI FOR SAMFUNNET

*GEOLOGY FOR SOCIETY*



Rapport nr.: 2012.063		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen
Tittel: Database for registrering av marin grense (MG) i Norge			
Forfatter: Fredrik Høgaas, Louise Hansen, Bjørn Ivar Rindstad, Harald Sveian & Lars Olsen		Oppdragsgiver: NGU, NVE	
Fylke: Hele Norge		Kommune:	
Kartblad (M=1:250.000)		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000)	
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: 25 + vedlegg (20 s.) Kartbilag:	Pris: 110 NOK
Feltarbeid utført:	Rapportdato: 20.12.2012	Prosjektnr.: 341000	Ansvarlig: Astrid Lyså
<p>Sammendrag:</p> <p>Norges geologiske undersøkelse (NGU) har utviklet en databasestruktur for registreringer av marin grense (MG) i Norge. MG-verdier fra en rekke ulike kilder er registrert i databasen. Denne rapporten er et supplement til databasen og beskriver blant annet parametrene som er inkludert. Usikkerheter og utfordringer knyttet til MG-informasjonen vurderes også.</p> <p>MG gjenspeiler det høyeste nivået havet har stått i forhold til landområdene i sluttfasen av siste istid og utgjør således høyeste mulige nivå for utbredelse av hav- og fjordavsetninger. En kartlegging av MG muliggjør samtidig en avgrensning av områder hvor det potensielt kan finnes kvikke eller sensitive leirer. Informasjon vedrørende tidligere havnivå er også av betydning for forståelsen av landskapsutvikling generelt.</p> <p>I mange tilfeller er det ingen presise spor i terrenget etter tidligere havnivå. Der hvor det finnes spor, og disse identifiseres som MG, er registreringene blitt klassifisert etter geologisk grunnlag. <i>Glasifluviale avsetninger</i> er hovedklassifikasjonen som forekommer flest ganger i databasen p.t., men også <i>marin abrasjon</i> og <i>strandavsetninger</i> forekommer hyppig.</p> <p>MG-registreringene kvalitetssikres fortløpende på best mulig vis. Den foreløpige versjonen av databasen inneholder per i dag 1670 registreringer og legger grunnlaget for videre sammenstilling av MG-verdier og informasjon rundt havnivå. MG-informasjonen inkluderes i NGUs nasjonale løsmassedatabase og gjøres tilgjengelig gjennom en karttjeneste (WMS).</p> <p>Databasen kan etter hvert utvides til også å inkludere høyde over havet på andre fremtredende tidligere havnivå, som <i>tapes-</i> (~9 000-6 000 år siden) og <i>hovedstrandlinjen</i> (~12 500 år siden).</p>			
Emneord: Marin grense	Havnivå	Glasifluviale avsetninger	
Strandavsetninger	Strandlinje	Strandvoll	
Kvartærgeologi	Hav- og fjordavsetninger	Marin leire	

# Innhold

<b>1. INNLEDNING .....</b>	<b>4</b>
<b>2. GENERELT OM HAVNIVÅ OG MARIN GRENSE.....</b>	<b>4</b>
2.1 Årsaker til havnivåendringer .....	4
2.2 Havnivåutvikling og marin grense .....	6
2.3 Spor etter tidligere havnivå.....	8
2.3.1 Glasifluviale avsetninger .....	9
2.3.2 Marin abrasjon.....	12
2.3.3 Strandavsetninger.....	13
2.3.4 Bassengstudier .....	14
2.3.5 Andre måter for vurdering av MG .....	15
<b>3. STUDIER AV TIDLIGERE HAVNIVÅ I NORGE .....</b>	<b>15</b>
3.1 Kildemateriale med MG-informasjon .....	16
3.2 Usikkerheter ved gamle registreringer av havnivå .....	16
<b>4. DATABASESTRUKTUR FOR MG-REGISTRERINGER.....</b>	<b>16</b>
4.1 Databaseparametre .....	17
<b>5. RESULTATER .....</b>	<b>18</b>
5.1 Utfordrende områder og registreringer .....	19
<b>6. VIDERE ARBEID .....</b>	<b>19</b>
6.1 Presentasjon på nett.....	19
6.2 Komplettering av databasen .....	19
<b>7. LITTERATUR.....</b>	<b>21</b>
<b>VEDLEGG 1 - AKTUELL LITTERATUR.....</b>	<b>25</b>

## 1. Innledning

Marin grense (MG) i et gitt område representerer det høyeste nivået havet har stått i forhold til landområdene etter siste istid. Som oftest er det snakk om havnivået i den aller første tiden etter at området ble isfritt. Ismassenes tyngde presset ned landet og førte til at lavereliggende områder ble oversvømt av havet da isen trakk seg tilbake. Samtidig ble store mengder leire, silt og grovere masser spylt ut med smeltevannselvene og avsatt i fjordene. På grunn av den påfølgende landhevingen ble mange av disse avsetningene etter hvert hevet over havet igjen, noe som er forklaringen på at vi finner marine sedimenter på land i dag. Marin grense (MG) er dermed den øvre naturlige grensen for utbredelse av løsmasser opprinnelig avsatt i hav- og fjordmiljø.

Informasjon om marin grense er sentral i arbeidet med å avgrense områder med marine leirer i Norge. Som kjent kan marin leire inneholde soner med kvikkleire eller sensitiv leire. På bakgrunn av dette ble det i 2011 iverksatt et prosjekt for å samle eksisterende informasjon om MG i den nasjonale løsmassedatabasen ved NGU. Informasjonen stammer primært fra litteratur, rapporter og kartdata. Presise data om marin grense gjør det mulig å modellere MG over større områder. Kombineres informasjonen med en digital terrengmodell og passende digitale kvartærgeologiske kartverk, kan områder som potensielt inneholder leire skilles ut (Hansen et al., 2012).

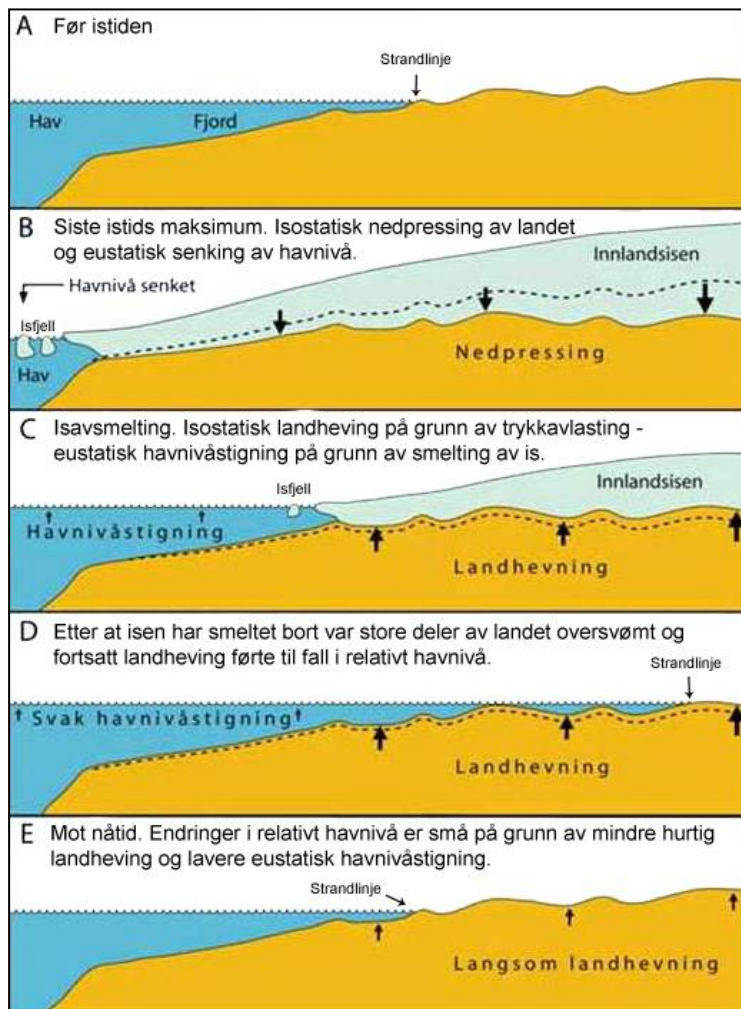
Målet med denne rapporten er å beskrive informasjon rundt MG, parametrene som er inkludert i databasestrukturen og å gi en oversikt over MG-registreringer som per dags dato er samlet inn. Typiske spor etter tidligere havnivå presenteres og det pekes avslutningsvis på områder hvor det er lite dekning av MG-informasjon og på potensialene en presis og utfyllende database kan utgjøre.

## 2. Generelt om havnivå og marin grense

### 2.1 Årsaker til havnivåendringer

Endringer i havnivå er helt vanlig og foregår både globalt og med lokale variasjoner. Det er flere faktorer som spiller inn ved endringer av havnivå, men i Norges tilfelle er det i hovedsak to prosesser som har vært gjeldende etter istiden; *isostasi* og *eustasi* (fig. 1 og 2). Andre årsaker til relative havnivåendringer, som termisk ekspansjon, endringer i geoiden, forebulge-

effekter m.m., er av varierende betydning i denne sammenhengen, men blir ikke gjennomgått i rapporten.



Figur 1 – Illustrasjon av hvordan isostatisk og eustatisk mekanismer påvirker det relative havnivået. Modifisert fra Bargel (2005).

*Isostasi* er landheving eller -senkning som skjer på grunn av endringer i trykk på et landområde, i Norges tilfelle på grunn av variasjon i tykkelse av den fennoskandiske iskappen gjennom istidene (glasi-isostasi). Graden av nedsenkning, og påfølgende landheving, bestemmes av tykkelsen til isen som har ligget over landmassene. Dette forklarer hvorfor landet har hevet seg (og heves fortsatt) mer i indre strøk der iskappen var tykk, enn ved kysten hvor isdekket var tynnere. Landhevingen foregikk hurtigst rett etter deglasiasjonen og har avtatt eksponensielt frem mot moderne tid.

I Norge stiger landet fortsatt med flere millimeter per år i enkelte områder. For Skandinavia er landhevingen sterkest nær indre deler av Bottenviken hvor den fennoskandiske iskappen var på sitt tykkeste. Her var den totale isostatisk nedtrykkingen av jordskorpen i størrelsesorden 800 m (Fredén, 1994). I Bottenviken løfter jordskorpen seg stadig 8-9 mm/år (Vestøl, 2006).

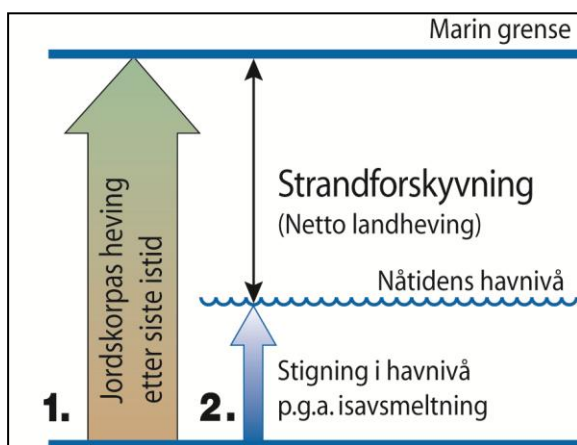
*Eustasi* er volumendringer i globalt havnivå. Gjennom kvartær tid (siste 2,6 millioner år) har det vært 40-50 istider, som hver gang har bundet opp store mengder vann i enorme iskapper. Dette har hver gang medført et globalt (glasi-eustatisk) havnivåfall - under siste istids maksimum for omtrent 20 000 år siden var vannstanden i verdenshavene hele  $125 \pm 5$  meter

lavere enn i dag (Fleming et al., 1998). På samme tid var 25% av jordoverflata dekt av is, mot 10% i dag. Etter som iskappene smeltet tilbake steg det globale havnivået.

For mer informasjon rundt årsaker til havnivåendringer kan det henvises til for eksempel Andersen (2000) og Benn & Evans (2005).

## 2.2 Havnivåutvikling og marin grense

Forholdet mellom isostatisk landheving og eustatisk havnivåstigning etter siste istid har avgjort havnivåutviklingen i Norge. Endringer i det relative havnivået (strandforykning) et gitt sted bestemmes av forholdet mellom disse to faktorene (fig. 1 og 2). Det høyeste relative havnivået etter siste istid kalles marin grense (MG). Relative endringer i havnivå i et gitt område presenteres ofte ved strandforykningskurver, som viser endring over tid av havnivået i forhold til jordkorpa (fig. 1 og 3). Med havnivå menes middelvannstand (normalnull), mens spor etter MG kan utvikles i stormsituasjoner med litt høyere sjøgang.

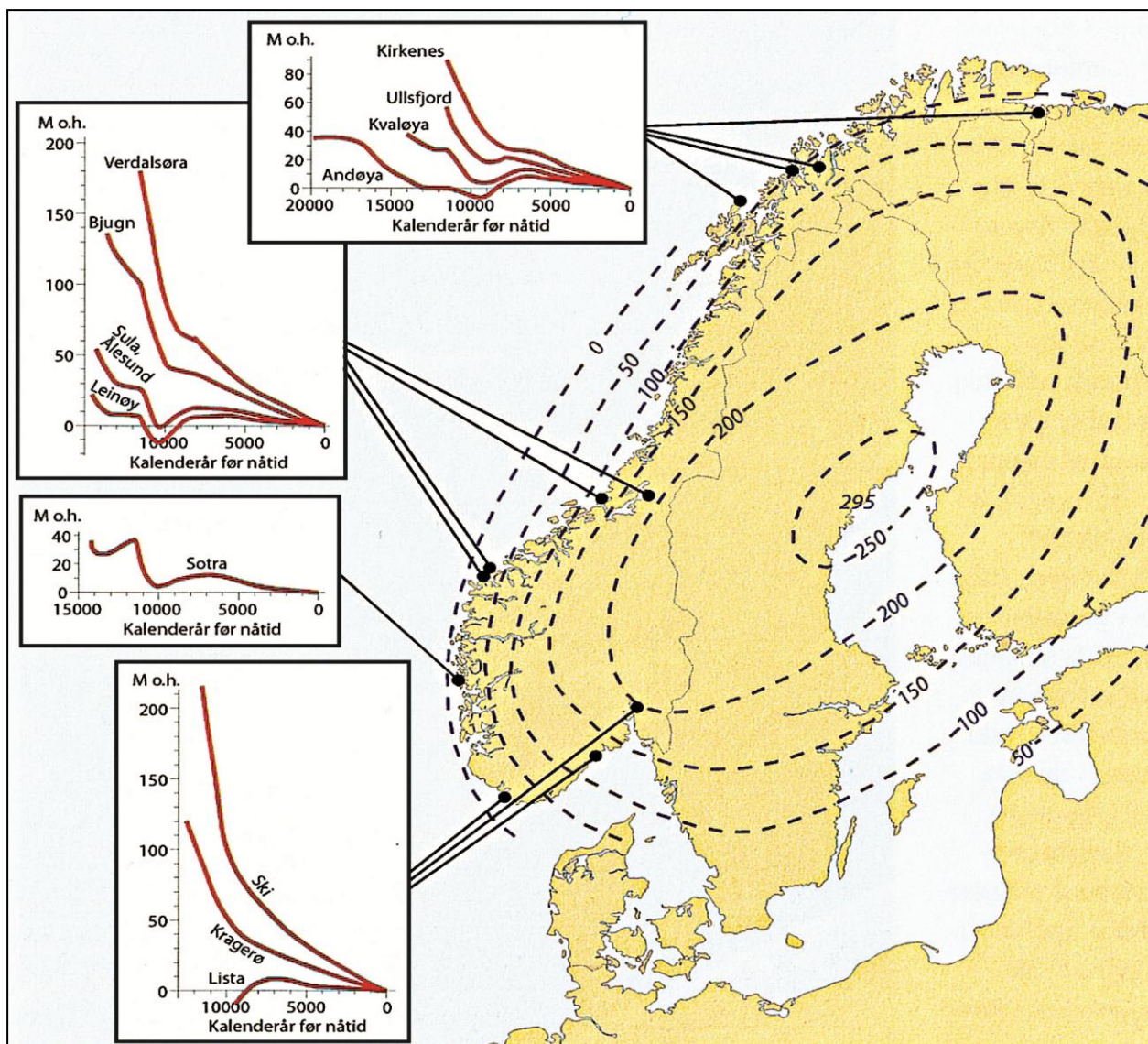


Figur 2 - Den relative havnivåutviklingen fremstilt som nettoresultatet av isostasi (1.) og eustasi (2.). Fra Sveian (1995).

Ulike deler av landet ble deglasiert (isfrie) til ulike tidspunkt. Deglasiasjonsforløpet spiller inn med tanke på når havnivået får virke i forskjellige områder, og dette kan forklare enkelte regionale forskjeller i høyden på MG. Der hvor topografiske og isdynamiske forhold la til rette for en tidlig og rask tilbaketrekning av isfronten, kunne havet trenge seg langt inn i landet før landhevingen rakk å kompensere for særlig mye av trykkavlastningen (se f.eks. Olsen, et al., 2002). I andre områder kunne en litt

større del av den isostatisk landhevingen ha funnet sted allerede før breene smeltet helt bort. MG her ble dermed lavere, sett i en regional sammenheng.

Oslo-området (MG opp mot 220 moh) og indre Trøndelag (MG ~ 180-200 moh) er eksempler på områder som har hatt sterk isostatisk nedpressing og et deglasiasjonsforløp som er gunstig med tanke på høy MG.

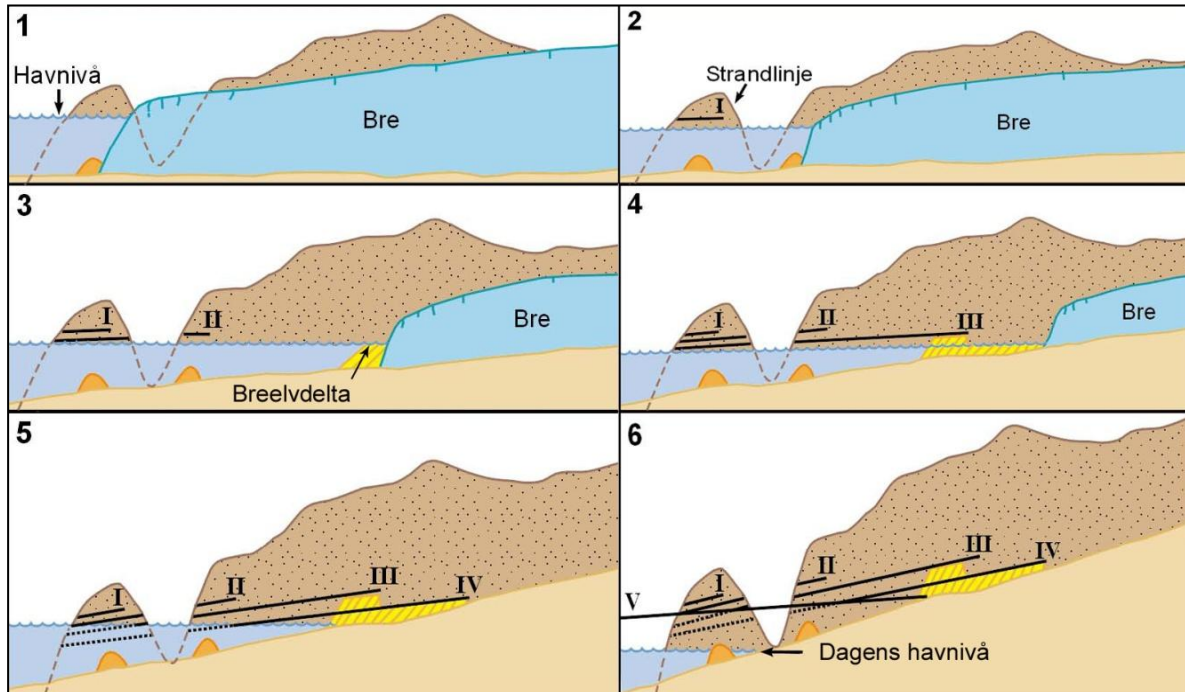


**Figur 3 – Grove MG-linjer for Fennoskandia. Det er viktig å være oppmerksom på at havnivåene inntreffer ved ulike alder – for eksempel er den høyeste observerte MG (295 m) i Bottenviken mye yngre enn MG-nivåene ved norskekysten. Innfeltene viser strandforskyvningskurver for ulike deler av landet. Modifisert fra Vorren et al. (2006) .**

I Norge har den isostatiske hevingen stort sett vært raskere enn den eustatiske havnivåstigningen. Dette har resultert i et fall i relativt havnivå i de fleste områdene siden istiden, selv om mengden vann i verdenshavene i virkeligheten har økt. Som en følge av dette stammer MG-verdier i et gitt område i hovedsak fra tiden umiddelbart etter at isen trakk seg tilbake.

I områder hvor den isostatiske nedpressingen ikke var så stor under siste istid, kan MG være yngre fordi den eustatiske stigningen av havet i perioder har gått raskere enn landhevinga. Dette gjelder i enkelte strekninger langs kysten hvor det såkalte tapes-nivået steg over det senglasiiale havnivået (fig. 3 og 4). Tapestransgresjonen (~9 000-6 000 år siden) skyldtes en

eustatisk havnivåstigning som i en periode var raskere enn den stadig avtakende isostatiske landhevingen i ytre kyststrøk. Størrelsen til transgresjonen avtok gradvis innover i landet, hvor landhevingen fortsatt var relativt sterk (Svendsen & Mangerud, 1987).



Figur 4 - Illustrasjon over utvikling og sammenstilling av strandlinjer fra ulike lokaliteter. Hvert romertall representerer havnivå med samme alder. Strandlinje V (havnivå rute 5) ble utviklet under tapestransgresjonen, da havnivået i enkelte ytre områder steg over det sennglasiale havnivået. Modifisert fra Vorren et al. (2006).

### 2.3 Spor etter tidligere havnivå

Noen ganger har tidligere havnivå etterlatt seg tydelige spor i terrenget. Dette har for eksempel skjedd ved dannelse av glasifluviale terrasser, strandvasking og mekanisk abrasjon ved bølgekraft. Tykke, finkornede hav- og fjordavsetninger i terrenget utgjør også tydelige spor etter et tidligere, høyere havnivå, men disse gir ikke noe presis høydeinformasjon da de avsettes på havbunnen og sjelden helt opp mot MG.

På den annen side har det også i mange tilfeller vist seg å være krevende å finne gode MG-verdier, og som oftest har ikke havnivået ved MG ført til noe distinkt spor i terrenget. I mange områder har blant annet bratt topografi gjort akkumulasjon av strandsedimenter umulig. Bølgeenergien har ofte ikke vært kraftig nok til å sette klare spor etter seg i fast fjell, noe som spesielt er gjeldende innover i fjordene. Enkelte glasiale former har også blitt feilaktig tolket

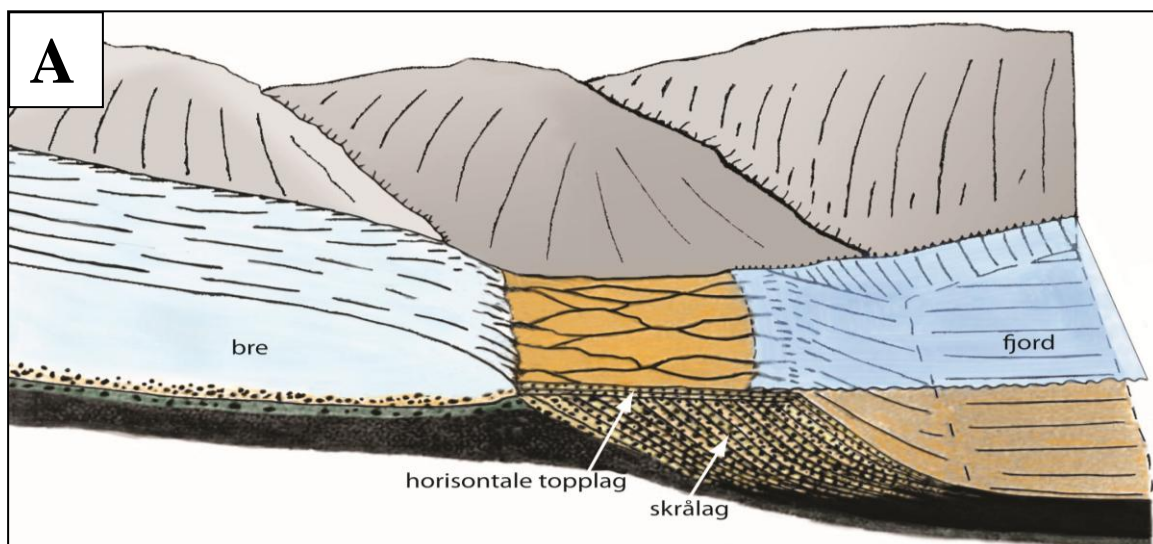


som marine terrasser og strandlinjer (som påpekt f.eks. av Andersen, 1960, 1968). I det følgende presenteres typiske spor etter marin grense (MG).

### 2.3.1 Glasifluviale avsetninger

Glasifluviale (breelv-) avsetninger (fig. 5) egner seg til MG-bestemmelse over store deler av landet. Slike avsetninger ble ofte avsatt som store glasifluviale delta (breelvdelta) nær brefronten og representerte noe av den første sedimentasjonen i det nylig deglasierte fjordlandskapet. Glasifluviale iskontaktavsetninger kan derfor være gode indikatorer på MG etter som de vil avsettes i overgangen mellom breen og fjorden eller der breelver munner ut i fjorden. Under tilbakesmeltingen av breene på slutten av siste istid ble glasifluviale avsetninger avsatt i og langs fjordene og større delta ble bygget opp der hvor breene gjorde midlertidige opphold under den gradvise tilbaketrekningen. Landhevingen har, etter at isen forsvant, løftet disse avsetningene stadig høyere. Det faktum at landhevingen har vært sterkere i indre strøk enn ute ved kysten forklarer hvorfor vi i dag ofte ser en økning i høyde over havet på deltaflatene, og dermed økning av MG-høyde, innover i dalførene.

Der hvor avsetningen bygget seg opp til havnivå vil ofte de flate ytre delene av terrassen gi en minimumsverdi på MG. I de indre delene av terrassen er materialet på toppen ofte avsatt noen meter over havnivå i form av en sanduravsetning. Erosjon under landhevingen kan omforme og kutte av deler av avsetningen, slik at bare adskilte rester av terrassene i dag står igjen av de tidligere dalfyllingene (fig. 5B). Ved stratigrafiske undersøkelser av snitt i deltaavsetningene, fastsettes det tidligere havnivået til et nivå litt over overgangen mellom de skrå og horisontale lagene som er typiske for deltaavsetninger (fig. 5A og 5C).





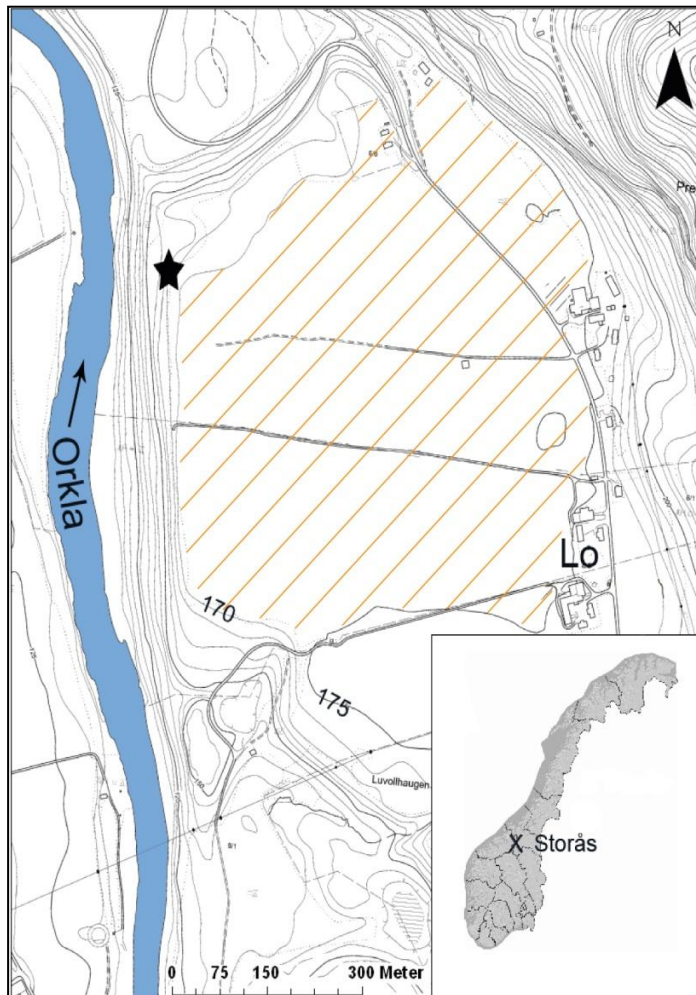
Figur 5 - (A) Illustrasjon av en glasifluvial avsetning (oransje farge) som bygges med skrålag opp mot havnivå. Modifisert fra Andersen & Borns (1994).

(B) Bilde av et breelvdelta ved Formofoss, Nord-Trøndelag. Deltaflaten (MG) er indikert med piler. Her lå brefronten i bakgrunnen og avsatte løsmassene ut i en fjordarm. Senere har elva erodert i og omformet deler av avsetningen. (Foto: Harald Sveian)

(C) Bilde av ett av mange breelvdelta i Norge. Avsetningen viser tydelig overgangen mellom de skrå og horisontale lagene, et nivå som kan brukes for å identifisere minimumshøyde på MG. Deltaet ble bygget opp av en breelv som stadig avsatte nye skrålag stadig lenger ute i fjorden. Ved Rindal, Møre og Romsdal. (Foto: Harald Sveian)

Helt korrekt identifikasjon av MG gjøres mot roten av deltaet, like over de første skrålagene som ble avsatt. Er deltaet stort, kan det gått så lang tid før avsetningen ble "bygget" ferdig at toppen av de yngste (ytterste) skrålagene ligger noen få meter lavere enn toppen av de eldste.

Tiden mellom når de indre og ytre delene av deltaet avsettes, kan utgjøre noen få meter i landheving, avhengig av hvor sterk den tidligere nedpressingen av landområdene var. Ved mindre breelvdelta som ble avsatt hurtigere er ikke dette problemet aktuelt i like stor grad. Ofte kan små delta derfor gi gode MG-registreringer.



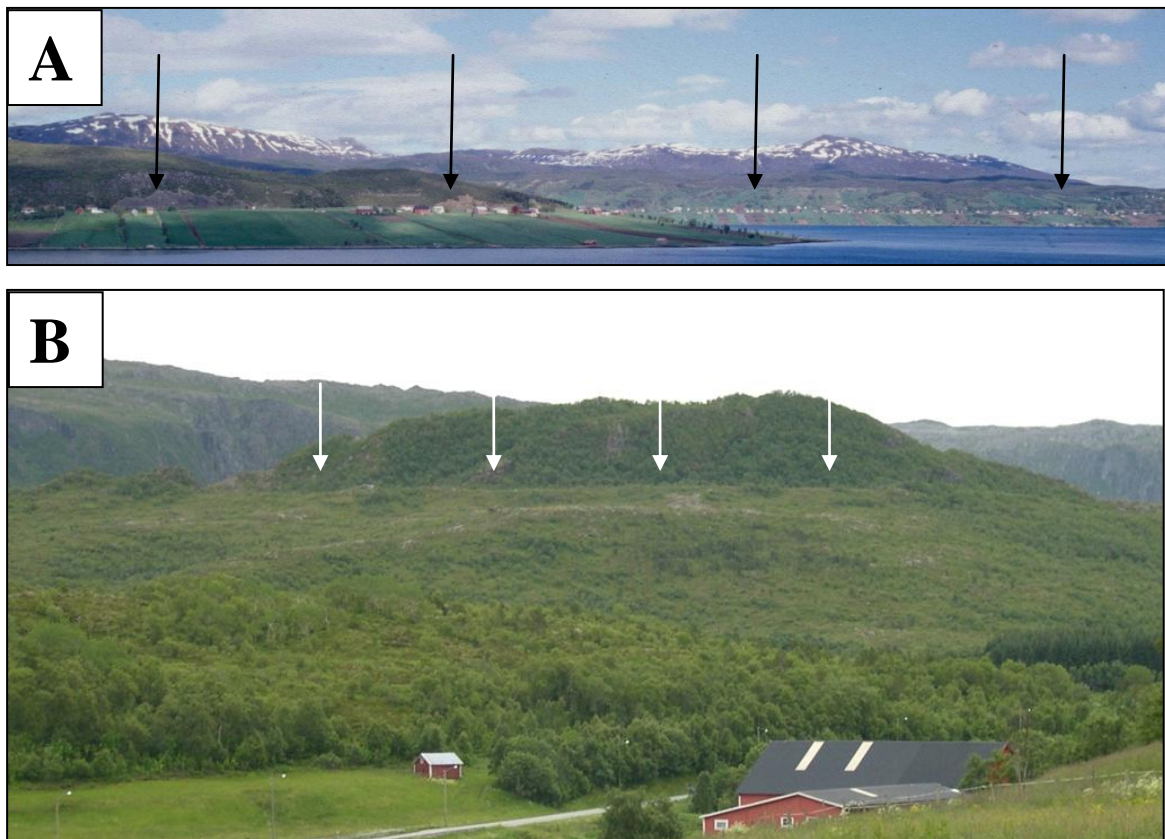
**Figur 6 – Lo-terrassen ved Storås. Hovedflaten (uthevet med oransje skravur) ligger 170-175 meter over havet. Svart stjerne markerer hvor de stratigrafiske undersøkelsene ble utført. Ekvidistanse er 5 meter.**

Selv om glasifluviale terrasseflater ofte er gode MG-indikatorer, kan disse avsetningene også være problematiske dersom gode snitt ikke er tilgjengelig. Slike terrasseflater kan være sandurdelta bygget opp noe over MG (fig. 5). Et godt eksempel er avsetningen ved Storås i Orkdalen (fig. 6). Her virker den store Lo-terrassen tilsynelatende å indikere MG nokså klart, etter som den fremstår som påfallende jevn. Snittet i elveskråningen langt nord på terrassen (fig. 6), viser >15m tilnærmet horisontale gruslag over en tykk skrålagspakke av sand og tyder på at terrassen kan være bygget opp omtrent 13-18 meter over datidens havnivå (L. Olsen, pers. komm.).

Marin grense er bestemt til omlag 158 meter over havet ved hjelp av andre glasifluviale terrasseflater omlag 7 km nord for området. En tenkt forlengelse av tilsvarende havnivå ville gitt en forventet strandlinje på 162 meter over havet ved Lo, der terrassehøyden er 175 meter over havet.

### 2.3.2 Marin abrasjon

Marin abrasjon skjer ved bølgeerosjon i løsmasser eller fast fjell og kan utgjøre helt lokale eller mer kontinuerlige erosjonssår (fig. 7). Disse blir i litteraturen blant annet kalt strandlinjer, strandhakk og strandterrasser. Abrasjonsmerker forekommer langs kysten og i områder som tidligere har ligget eksponert mot havet. I spesielt eksponerte områder kan utvikling av abrasjonsmerker skje noe over dagens havnivå, og MG kan tilsvarende ligge noen få meter lavere enn de høyeste sporene etter marin abrasjon. Høydeforskjellen på abrasjonsmerkene og datidens reelle havnivå avhenger av hvor høyt oppe stormbølgene har nådd. Det er også av betydning hva slags materiale som har blitt utsatt for bølgevaskingen, da det er lettere å erodere i løsmasser enn i fast fjell.



**Figur 7 – Marin abrasjon representert ved strandlinjer i løsmasser (A) og fast fjell (B) på henholdsvis Kvæøya, Troms og nær Brønnøysund, Nordland. (Foto: Harald Sveian)**

Hovedstrandlinjen fra yngre dryas-perioden (~12 500 år siden), som spesielt er godt synlig i våre nordligste fylker, er utviklet ved marin abrasjon. Utviklingen av strandlinjen i fast fjell indikerer den store betydningen et kaldt klima hadde ved dannelsen, hvor sjøis og frostprosesser var sterkt medvirkende faktorer under abrasjonsprosessen i strandsonen (Blikra

& Longva, 1995). Den yngre tapes-linjen ble utviklet under en varmere periode og er derfor stort sett bare skåret inn i løsmasser (Andersen, 2000).

### 2.3.3 Strandavsetninger

Strandavsetninger er avsatt der hvor hav- og bølgeprosesser har vasket ut, sortert og avsatt materiale langs strandsonen. Strandvoller er typisk dannet ved disse prosessene (fig. 8).

Vollene utvikles hvor det er materiale tilgjengelig og lokaliteten ligger tilstrekkelig eksponert mot bølgekraft, og finnes derfor mest langs deler av de ytre kyststrøkene. Vollene er spesielt godt utviklet i Finnmark, hvor de ofte kan spores helt fra MG og ned til dagens aktive strandsoner. Det er vanlig at bølgevasket materiale er sortert og godt rundet. Strandavsetninger kan også være representert uten tydelige strandvoller og med mindre grad av sortering og rounding på sedimentene. Mektigheten på strandavsetningene kan variere fra tynne lag til flere meter tykke dekker (Sanjaume & Tolgensbakk, 2009).

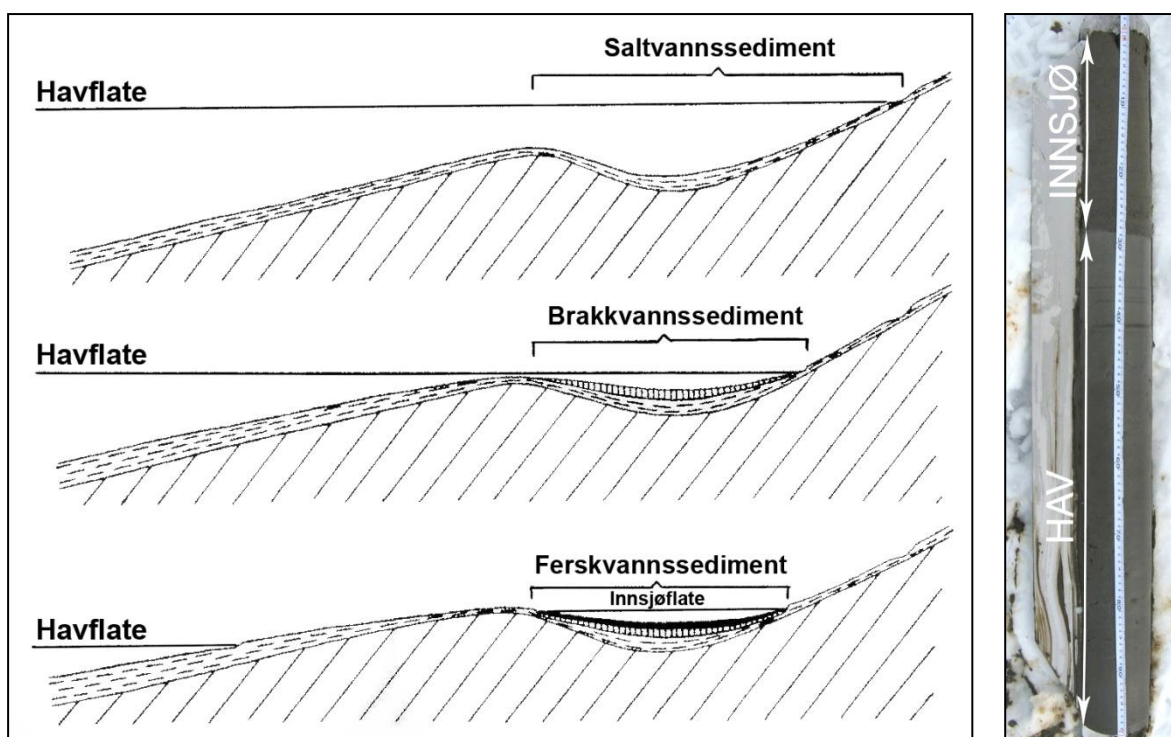


**Figur 8 – Strandvoller ved Porsangerfjorden. De største vollene til høyre for midten av bildet er tapes-voller på omlag 15 moh. Strandvollene som representerer MG befinner seg utenfor høyre bildekant og ligger i området på 45-50 moh. (Foto: Bjørn Andersen)**

Strandvoller representerer det høyeste nivået bølgene avsetter materiale på under stormsituasjoner og kan derfor, i likhet med abrasjonsmerker, overdrive den faktiske høyden på havnivået når formene ble utviklet. Hvor stor forskjell det er på høyden på strandvollene og det faktiske havnivået varierer fra sted til sted, og avhenger av hvilke sedimenter vollene består av og også her av hvor eksponert lokaliteten har vært for bølgekraft.

### 2.3.4 Bassengstudier

Innsjø- og myrbasseng fungerer som naturlige historiearkiv og studier av sedimentkjerner fra slike basseng kan blant annet gi informasjon om når miljøene ble avsnørt fra havet (fig. 9). Innslag av marine mikro- og makrofossiler i enkelte nivå i kjerneprøver indikerer at havet, på den tiden sedimentene ble avsatt, stod høyere enn utløpsterskelen til vannet. Ved å undersøke sedimenter i slike basseng, kan en dermed spore MG i felt. Fraværet av marine fossiler kan bety at bassenget trolig alltid har befunnet seg over havet (Hafsten, 1983). Bassengstudier er mye brukt for rekonstruksjon av havnivåendring langs norskekysten etter siste istid og frem til i dag, og inkluderer ofte bassenger over/under antatt MG for en presis bestemmelse av høyden.



Figur 9 – Slik blir et basseng isolert fra havet som følge av landheving og relativt fall i havnivå (fra Holtedahl 1953). En kjerneprøve (høyre) avspeiler de ulike miljøene som har dominert i bassenget. Kjerneprøven stammer fra Tomasvatnet (17 moh) på Sørøya, Finnmark som ble isolert fra havet 11 000 år før nåtid. Kjernen er 1 meter lang. (Foto: Anders Romundset)

Nødvendigheten av å finne bassenger på omtrent samme høyde for å kunne bestemme MG, illustreres for eksempel godt ved Ramfjords (1982) studie i Nærøy, Nord-Trøndelag. Innslag av, og mangel på, marint materiale i to basseng på henholdsvis 123 moh og 135 moh, førte til

at MG i publikasjonen ble bestemt til 123-135 moh. I databasen er MG bestemt til 125 moh, men spranget på 12 m mellom bassenghøydene medfører at supplerende undersøkelser er nødvendig for å finne presis MG-høyde.

### 2.3.5 Andre måter for vurdering av MG

Strandforskyvningskurver og MG-informasjon som allerede er etablert i et område, kan brukes for å gi informasjon rundt havnivåutvikling i tilstøtende områder og benyttes for å vurdere MG hvor det ikke finnes andre spor i terrenget.

En nedre blokkgrense på steile skråninger og fjellrygger vendt ut mot havet er i noen tilfeller brukt for å vurdere høyden på MG (f.eks. Andersen, 1960). Premisset for denne metoden er at flyttblokker lavere enn denne grensen vil bli skylt ned i forsenkninger i terrenget ved bølgevasking. Andersen (1960:88) erkjenner imidlertid at denne grensen ofte ligger flere meter høyere enn MG at den *bare i gunstige tilfeller kan være til nytte for MG-bestemmelser*.

## **3. Studier av tidligere havnivå i Norge**

Studier av havnivåutviklingen i Norge har vært brukt til å øke forståelsen av en rekke forhold ved landskapet og dets historie. Størrelse på isostatisk heving av landet og hevingens skråhet har blant annet blitt estimert ut fra havnivåhistorien (se f.eks. Rekstad, 1922 og Fjeldskaar et al., 2000). Tidligere havnivå er også anvendt i forsøk på å korrelere morenetrinn mellom nærliggende fjordområder og i det hele tatt for å vurdere mønstre ved ismassenes tilbaketrekning på slutten av siste istid (bl.a. Andersen, 1968, 1975; Sollid et al., 1973 og Hamborg, 1983).

Isobaseliner kan konstrueres ved hjelp av studier av havnivåutviklingen i et større område (fig. 3). Isobaseliner er tidsbestemte og representerer områder som har gjennomgått samme endring i relativt havnivå siden det aktuelle tidspunktet. Siden den eustatiske havnivåstigningen er lik, vil isobasene avspeile landhevingsmønsteret og danner således et "avtrykk" av den tidligere ismassen.

Kartlegging av marin grense (MG) og den generelle havnivåutviklingen inngår i kvartærgeologisk kartlegging ved NGU (Bergstrøm, et al., 2001 – se f.eks. Olsen, et al.,

2011). Tidligere havnivå og havnivåutvikling er også av interesse for andre fagdisipliner, som for eksempel arkeologi.

### **3.1 Kildemateriale med MG-informasjon**

Informasjon rundt tidligere havnivå og MG finnes spredt rundt i en rekke forskjellige kilder. Deler av landet skiller seg ut som dårligere kartlagt enn andre, med hensyn til havnivåhistorikken. Frem til rundt 1980 presenterte mange studier regionale resultater, hvor tidligere havnivå ble vurdert i stor skala, både i antall målinger og geografisk utbredelse. I nyere tid er det blitt publisert færre regionale studier, men den geologiske og geografiske presisjonen ved registreringer av tidligere havnivå har i mange tilfeller blitt bedre.

### **3.2 Usikkerheter ved gamle registreringer av havnivå**

En rekke faktorer spiller inn for hvor god den opprinnelige MG-målingen er – faktorer man i ettertid har dårlig oversikt over og liten mulighet til å vurdere. Tidligere ble det blant annet målt høyde over havet med barometer eller nivelleringskikkert, og nullnivå langs strandsonen ble for eksempel definert ved øvre grense av alge- og tangvekst. I dag er det spesielt tilgangen til bedre kartverk som muliggjør mer presis identifikasjon av MG. Å vurdere tidligere målemetoders gyldighet er imidlertid vanskelig, spesielt ettersom metodene sjelden oppgis.

Kilder som presenterer havnivå i form av strandlinjediagram, tabeller og kartutsnitt utgjør ofte også utfordringer, da de geologiske forholdene ofte ikke oppgis og den geografiske presisjonen i mange tilfeller er svak.

## **4. Databasestruktur for MG-registreringer**

Databasen for MG-informasjon er en del av nasjonal løsmassedatabase ved NGU og er utviklet ved å sammenstille allerede etablerte data vedrørende marin grense i Norge.

Databasen omfatter informasjon fra vitenskapelige publikasjoner, avhandlinger, kvartærgeologiske kart og beskrivelser, rapporter, plottkart, feltdagbøker, m.m.. MG-registreringene er plottet inn i et geografisk informasjonssystem (GIS) med blant annet referanse til kilde og eventuelle betraktninger om målingene. Der hvor det er mulig er en topografisk kontroll (sekundærregistrering) foretatt ut fra økonomisk kartverk for å vurdere kvaliteten av MG-angivelsen.



#### 4.1 Databaseparametre

Det har vært et mål å utvikle en database med relativt få parametre, men som likevel gir nyttig informasjon om forhold rundt MG-verdiene, som for eksempel hvor nøyaktig de geologiske og geografiske forholdene synes å være beskrevet i kildematerialet. Det er derfor lagt vekt på å inkludere relevante opplysninger om registreringen, der hvor dette er oppgitt i kilden.

Modellen inkluderer følgende hovedparametre:

**Lokalitet:** Det benyttes lokalitetsnavn som anvendes i kilden. Der hvor lokalitetsnavn ikke nevnes i kildematerialet, noe som er typisk hvor informasjonen presenteres i form av figurer, diagrammer, m.m., benyttes et stedsnavn fra nærområdet.

**Høyde:** Høyde (meter over havet) på MG-lokaliteten. Høyde over havet defineres som antall meter over middelvannstanden. Høyden på MG oppgis som hele tall. Presisjonen på registreringene avhenger blant annet av hvilken målemetode som er benyttet i kildematerialet.

**MG-type:** Type geologisk avsetning eller landskapsform (formelement) registreringen er basert på. Denne er delt opp i følgende hovedkategorier: *Glasifluvial avsetning*, *marin abrasjon*, *strandavsetning* og *bassengstudie*. I tillegg benyttes en *annet*-kategori hvor MG-type ikke faller inn under en av hovedkategoriene, og en *uspesifisert*-kategori der hvor MG-typen ikke spesifiseres i kildematerialet. Ytterligere presisering av hovedkategoriene gjøres under parameteren *geologisk beskrivelse*.

**Opphav:** Referanse til hvor registreringen er tatt fra – publikasjon, kartverk, rapport m.m. I de tilfellene hvor opphavet kun angis med navn og årstall er registreringene basert på personlig meddelelse, eget feltarbeid m.m.

**Alder:** Omtrentlig alder på MG oppgis hvor dette er mulig. Hovedkategoriene inkluderer *tidlig deglasiasjon*, *bølling*, *eldre dryas*, *allerød*, *ynge dryas*, *preboreal deglasiasjon* og *tapes*, og en *Uspesifisert*-kategori i tilfellene hvor alder ikke er avklart. Mer nøyaktig alder kan presiseres under *geologisk beskrivelse*. Presisering av alder er hovedsakelig aktuelt for tidligere havnivå rett utenfor daterte brerandtrinn.

**Geologisk beskrivelse (geolbeskrivelse):** Her inkluderes annen viktig informasjon som eventuelt oppgis i forbindelse med registreringen. Dersom registreringen ut fra kildematerialet virker å være upresis med hensyn til geografisk informasjon, kan dette oppgis. En "*generell registrering*" angir at presis geografisk informasjon ikke oppgis i kildematerialet. Eksempel: ”Generell registrering – MG-verdi benyttes for hele kartbladet og er ikke knyttet til en spesiell avsetning”. I slike tilfeller stedfestes registreringen på en egnet avsetning i nærheten.

En kontroll av registreringer er mulig hvor MG-verdier er basert på glasifluviale terrasser og lokaliteten presiseres godt nok geografisk i kildematerialet. Kontrollen utføres ved hjelp av økonomisk kartverk. Det er feilkilder involvert ved slike sekundære registreringer uten videre feltkontroll og et stort avvik trenger ikke tilsi at kildens MG-verdi er feilaktig (se fig. 6). Observerte slingringsmonn inkluderes under *geologisk beskrivelse*.

## **5. Resultater**

Per 20.12.2012 er det samlet omlag 1670 registreringer med informasjon om marin grense (MG) i Norge. Mengden informasjon per punkt er varierende og avhenger av hva som er oppgitt i kilden og hvor presis den virker. Enkelte av registreringene inneholder mye informasjon, mens andre kun oppgir et tall for høyden på MG.

Den geografiske fordelingen er per i dag ujevn. Finnmark, Troms og store deler av Trøndelag er godt dekket av MG-registreringer, mens relativt få punkter er registrert i Rogaland og agderfylkene. Dette kan for de sistnevnte komme av naturlige geologiske forhold (lav MG, ugunstig topografi) og at færre studier er utført i disse områdene. Ettersom flere MG-observasjoner registreres vil den geografiske fordelingen bedres.

Den mest vanlige MG-typen er registreringer basert på glasifluviale avsetninger. Marin abrasjon er også utbredt, og er da typisk representert med strandlinje i løsmasser. MG-målinger basert på høyeste observerte strandavsetninger er likeledes hyppig representert i databasen. Få registreringer er per i dag tilknyttet bassengstudier og nedre blokkgrense, mens flere MG-verdier er omtrentlige registreringer basert på generelle betraktninger om MG og ikke direkte knyttet til konkrete spor av tidligere havnivå.

## **5.1 Utfordrende områder og registreringer**

Kvalitetssikringen av MG-registreringene konsentreres innledningsvis om åpenbare avvikende MG-verdier og fokuseres mot områder hvor NGU har relevant felterfaring. Kvalitetssikring og oppdatering av databasen vil foregå fortløpende.

Det finnes en rekke geografiske områder hvor det foreløpig er utført få studier og dermed er dårlig dekning av MG-registreringer, men også i områder med god dekning kan man støte på utfordringer med tanke på sprikende MG-verdier. På Langøya i Nordland gir ulike undersøkelser ulike resultat med hensyn til havnivå. I kildene er MG ved for eksempel Fjærvoll tolket til henholdsvis 32 moh og 10 moh (Møller & Sollid, 1972; Rasmussen, 1984).

I Sandstrand (Skånland kommune, Troms) er MG tolket til 74 moh, 73-80 moh og 80 moh av henholdsvis Marthinussen (1962), Møller & Sollid (1972) og Sveian, et al. (2006). I ingen av tilfellene oppgis hva MG-registreringene er basert på, men i sistnevntes tilfelle tolkes MG som høy på grunn av stipulert deglasiasjonsforløp, kjent isobaseretning og nærliggende MG-registreringer. Deglasiasjonskronologien er viktig for forståelsen av høyden på tidligere relative havnivå, og en tilsynelatende uregelmessig høy eller lav MG-registrering i forhold til tilstøtende områder kan ofte forklares av deglasiasjonsforløpet (se f.eks. avsnitt 2.2, Sveian, et al., 2006 og Bergstrøm, 1975).

## **6. Videre arbeid**

### **6.1 Presentasjon på nett**

Registreringene av marin grense er en del av nasjonal løsmassedatabase hos NGU. Når MG-registreringene har gjennomgått en kvalitetssikring, vil informasjonen bli tilbudt gjennom en WMS-tjeneste over internett. Ved bruk av WMS-tjenesten kan MG-informasjon lastes inn og benyttes etter behov i ulike kartverktøy og –applikasjoner.

### **6.2 Komplettering av databasen**

Et stort datasett med mange registreringer og veldokumentert MG-informasjon er ønskelig, da denne informasjonen er relevant i flere sammenhenger. Et utfyllende datasett kan blant annet bidra som et viktig verktøy i arbeid med avgrensing av marin leire og hvor leirskredsproblematikk kan være aktuelt (Hansen et al., 2012).

Oppfølging av utfordrende områder er avgjørende for dette. Dette innebærer videre kartlegging og innsamling av tilgjengelig data, sammenligning med nærliggende registreringer, vurdering av geologiske faktorer og gjennomføring av supplerende feltundersøkelser i aktuelle områder.

En stadig utvidelse av databasen kan gi bedre oversikt over deglasiasjonsforløp, mer presis plassering av isobaseliner og informasjon om hvordan isobaselinjenes orienteringer er innenfor og mellom ulike regioner.

Å bestemme alder på MG-registreringene er et langsiktig mål med databasen. Dette er primært aktuelt i nærheten av daterte brerandtrinn. Foreløpig er parameteren alder delt inn i grove kategorier (se avsnitt 4.1).

Databasen kan utvides til å inkludere annen informasjon vedrørende havnivåutvikling, som høyde over havet på hovedstrandlinjen og tapes-nivået, der hvor disse er fremtredende.

En del av aktiviteten vil måtte fokuseres mot sammenstilling av kildemateriale som enda ikke er vurdert. Ansvar for vurdering av ny informasjon og innlegging av nye data ligger hos kvartærgeologisk avdeling ved NGU.

## 7. Litteratur

Andersen, B. G. 1960: Sørlandet i sen- og postglacial tid. Norges geologiske undersøkelse, nr. 210. Aschehoug & Co, Oslo. 142 s.

Andersen, B. G. 1968: Glacial Geology of Western Troms, North Norway. Norges geologiske undersøkelse, nr. 256. Universitetsforlaget, Oslo. 160 s.

Andersen, B. G. 1975: Glacial Geology of Northern Nordland, North Norway. Norges geologiske undersøkelse, nr. 320, 1-74.

Andersen, B. G. 2000: Istider i Norge – Landskap formet av istidens breer. Universitetsforlaget, Oslo. 216 s. (ISBN: 82-00-45134-8).

Andersen, B. G. & Borns, H.W. 1994: The Ice Age World. Scandinavian Univ. Press, Oslo, Norway, 208 s. (ISBN: 82-00-37683-4).

Bargel, T. H. 2005: Spor etter istiden i Oslo og Akershus. Norges geologiske undersøkelse, Gråsteinen 10, 142 s.

Benn, D. I. & Evans, D. J. A. 2005: Glacier systems. I Benn, D. I. & Evans, D. J. A. (red.). 2005: *Glaciers and Glaciations* (Kap. 1, s. 3-63). Arnold, London. 734 s. (ISBN: 0-340-58431-9).

Bergstrøm, B. 1975: Deglasiasjonsforløpet i Aurlandsdalen og områdene omkring, Vest-Norge. Norges geologiske undersøkelse, 317 – Bulletin 30, 33-68.

Bergstrøm, B., Reite, A., Sveian, H. & Olsen, L. 2001: Feltrutiner, kartleggingsprinsipper og standarder for kvartærgeologisk kartlegging/løsmassekartlegging ved NGU. Norges geologiske undersøkelse, intern rapport nr. 2001.018. 23 s.

Blikra L. H. & Longva O. 1995: Frost-shattered debris facies of Younger Dryas age in the coastal sedimentary successions in western Norway: paleoenvironmental implications. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 118: 89–110.

Fjeldskaar, W., Lindholm, C., Dehls, J. F. & Fjeldskaar, I. 2000: Postglacial uplift, neotectonics and seismicity in Fennoscandia. *Quaternary Science Reviews*, 19, pp. 1413-1422.

Fleming, K., Johnston, P., Zwart, D., Yokoyama, Y., Lambeck, K. & Chappell, J. 1998: Refining the eustatic sea-level curve since the Last Glacial Maximum using far- and intermediate-field sites. *Earth and Planetary Science Letters* 163 (1-4), 327-342.

Fredén, C. 1994: Berg og jord. Sveriges Nasjonalatlas. Sveriges geologiska undersökning. 208 pp.

Hafsten, U. 1983: Shore-level changes in South Norway during the last 13,000 years, traced by biostratigraphical methods and radiometric datings. *Norsk geografisk tidsskrift*, Vol. 37 (2), 63-79.

Hamborg, M. 1983: Strandlinjer og isavsmelting i midtre Hardanger, Vest-Norge. *Norges geologiske undersøkelse* 387, 39-70.

Hansen, L., Sveian, H., Olsen, L., Høgaas, F., Rinstad, B. I., Wiig, T. & Lyche, E. 2012: The marine limit as a basis for mapping of landslide susceptibility in fine-grained, fjord deposits, onshore Norway. I: Eberhardt et al. (red.) *Landslides and Engineered Slopes: Protecting Society through Improved Understanding*. 11th International Symposium on Landslides, Banff, Canada, June 2012. Taylor & Francis Group, London. (ISBN 978-0-415-62123-6).

Holtedahl, O. 1953: Norges geologi. *Norges geologiske undersøkelse*, nr. 164, bind 2, 587-1118. Aschehoug & Co, Oslo.

Marthinussen, M. 1962: c14-datings referring to shore lines, transgressions, and glacial substages in Northern Norway. (A supplement to papers of 1960 and 1961 by the author). *Norges geologiske undersøkelse*, 215, 37-66.

Møller, J. J. & Sollid, J. L. 1972: Deglaciation Chronology of Lofoten – Vesterålen – Ofoten, North Norway. *Norsk geografisk tidsskrift* 26, 101-133.

- Olsen, L., Sveian, H., van der Borg, K., Bergstrøm, B. & Broekmans, M. 2002: Rapid and rhythmic ice sheet fluctuations in western Scandinavia 15-40 Kya – a review. *Polar research* 21 (2), s. 235-242.
- Olsen, L., Bergstrøm, B., Follestad, B. A., Høgaas, F., Riiber, K. & Sveian, H. 2011: Løkken 1521 III. Kwartærgeologisk kart M 1:50 000. Norges geologiske undersøkelse.
- Ramfjord, H. 1982: On the Late Weichselian and Flandrian shoreline displacement in Nærøy, Nord-Trøndelag, Norway. *Norsk Geologisk Tidsskrift*, Vol. 62 (3), pp. 191-205.
- Rasmussen, A. 1984: Late Weichselian moraine chronology of the Vesterålen islands, North Norway. *Norsk Geologisk Tidsskrift* 64 (3), pp. 193-219.
- Rekstad, J. 1922: Norges heving efter istiden. *Norges geologiske undersøkelse*, nr. 96, 27 pp.
- Sanjaume, E. & Tolgensbakk, J. 2009: Beach ridges from the Varanger Peninsula (Arctic Norwegian coast): Characteristics and significance. *Geomorphology*, 104, pp. 82-92.
- Sollid, J. L., Andersen, S., Hamre, N., Kjeldsen, O., Salvigsen, O., Sturød, S., Tveitå, T. & Wilhelmsen, A. 1973: Deglaciation of Finnmark, North Norway. *Norsk geografisk tidsskrift* 27, s. 233-325.
- Sveian, H. 1995: Sandsletten blir til: Stjørdal fra fjordbunn til strandsted. *Norges geologiske undersøkelse*, Skrifter 117. 44 s.
- Sveian, H., Bergstrøm, B., Olsen, L. & Tønnesen, J. F. 2006: Leirkartlegging i Troms: Kwartærgeologien ved Sandstrand, Ånstad og Ibestad i kommunene Skånland og Ibestad - et grunnlag for videre skredfarekartlegging. *Norges geologiske undersøkelse*, rapport nr. 2005.018. 26 s.
- Svendsen, J. I. & Mangerud, J. 1987: Late Weichselian and Holocene sea-level history for a cross-section of western Norway. *Journal of Quaternary Science*, Vol. 2, s. 113-132.

Vestøl, O. 2006: Determination of postglacial land uplift in Fennoscandia from leveling, tide-gauges and continuous GPS stations least squares collocation. *Journal of Geodesy*, 80, pp. 248-258.

Vorren, T. O. & Mangerud, J. 2006: Istider kommer og går. I: Ramberg, I. B., Bryhni, I. & Nøttvedt, A. (red.). 2006: *Landet blir til: Norges geologi* (Kap. 15, s. 478-531). Norsk Geologisk Forening (NGF), Trondheim. 608 s.

Vorren, T. O., Mangerud, J., Blikra, L., Nesje, A., & Sveian, H. 2006: Landet trer fram. I: Ramberg, I. B., Bryhni, I. & Nøttvedt, A. (red.). 2006: *Landet blir til: Norges geologi* (Kap. 16, s. 532-555). Norsk Geologisk Forening (NGF), Trondheim. 608 s.



## **VEDLEGG 1 - Aktuell litteratur**

Nedenfor følger en fylkesvis inndeling av aktuell litteratur vedrørende marin grense (MG) og havnivåendringer. Flere av publikasjonene overlapper geografisk og omfatter studier på tvers av fylkesgrensene. Litteraturlisten representerer (mange av) kildene som ligger til grunn for første versjon av databasen og er ikke ment å være en komplett liste over MG-studier.

### **Finnmark:**

Bakkejord, K. J. 1983: Kirkenes. Beskrivelse til kvartærgeologisk kart 2434 II – M 1:50 000. Norges geologiske undersøkelse, Skrifter 50, 1-22.

Bakkejord, K. J. & Follestad, B. A. 1984: Kirkenes, 2434 II – kvartærgeologisk kart 1:50 000. Norges geologiske undersøkelse.

Bakkejord, K. J. & Lebesbye, E. H. T. 1985: Bøkfjorden, Jakobselva og Grense Jakobselv. Beskrivelse til de kvartærgeologiske kartene 2434 I, 2534 III og 2534 IV – M 1:50 000. Norges geologiske undersøkelse, Skrifter 70, 1-24.

Bergstrøm, B. & Follestad, B. 1980: Kvartærgeologisk kartlegging i Neiden og Brattliområdet, Sør-Varanger. Norges geologiske undersøkelse, 1805/13.

Follestad, B. 1976: Alta, kvartærgeologisk kart 1834 I – 1:50 000. Norges geologiske undersøkelse.

Follestad, B. A. 1979: Alta. Beskrivelse til kvartærgeologisk kart 1834 I – M 1:50 000. Norges geologiske undersøkelse, 349 (Skrifter 29), 1-41.

Follestad, B. 1977: Lakselv, kvartærgeologisk kart 2035 III – 1:50 000. Norges geologiske undersøkelse.

Follestad, B. A. 1979: Børselv, kvartærgeologisk kart 2035 I – 1:50 000. Norges geologiske undersøkelse.

Follestad, B. A. 1980: Ekkerøy, kvartærgeologisk kart 2435 II – 1:50 000. Norges geologiske undersøkelse.

Follestad, B. A. 1982: Lakselv. Beskrivelse til kvartærgeologisk kart 2035 III – M 1:50 000. Norges geologiske undersøkelse, 364 (Skrifter 33), 1-35.

Follestad, B. A. 1982: Ekkerøy. Beskrivelse til kvartærgeologisk kart 2435 II – M 1:50 000. Norges geologiske undersøkelse, 372 (Skrifter 36), 1-32.

Follestad, B. A. & Hamborg, M. 1985: Repparfjorden. Beskrivelse til kvartærgeologisk kart 1935 I – M 1:50 000. Norges geologiske undersøkelse, Skrifter 59, 1-23.

Hamborg, M. & Follestad, B. A. 1982: Repparfjorden, kvartærgeologisk kart 1935 I – M 1:50 000. Norges geologiske undersøkelse.

Lebesbye, E. H. T. 1985: Børselv. Beskrivelse til kvartærgeologisk kart 2035 I – M 1:50 000. Norges geologiske undersøkelse, Skrifter 66, 1-26.

Lebesbye, E. H. T. & Bakkejord, K. J. 1985: Jakobselva – 2534 III, kvartærgeologisk kart, M 1:50 000. Norges geologiske undersøkelse.

Marthinussen, M. 1960: Coast and fjord area of Finnmark. With remarks on some other districts. I Holtedahl, O. (red.): Geology of Norway. Norges geologiske undersøkelse 208, 416-429.

Marthinussen, M. 1974: Contributions to the Quaternary geology of north-easternmost Norway and the closely adjoining foreign territories. Norges geologiske undersøkelse 315, 1-157.

Sollid, J. L., Andersen, S., Hamre, N., Kjeldsen, O., Salvigsen, O., Sturød, S., Tveitå, T. & Wilhelmsen, A. 1973: Deglaciation of Finnmark, North Norway. Norsk geografisk tidsskrift 27, pp. 233-325.

### **Troms:**

Andersen, B. G. 1968: Glacial geology of western Troms, North Norway. Norges geologiske undersøkelse, 256.

- Andersen, B. G. 1975: Glacial geology of Northern Nordland, North Norway. Norges geologiske undersøkelse 320, 1-74.
- Bergstrøm, B., Lyså, A. & Olsen, L. 2002: Harstad kommune, kvartærgeologisk kart M 1:60 000. Norges geologiske undersøkelse.
- Bergstrøm, B. & Neeb, P.R. 1985: Reisdalen. Beskrivelse til kvartærgeologisk kart 1734 III - M 1:50 000. NGU Skrifter nr. 64.
- Bergstrøm, B., Olsen, L. & Sveian, H. 2001: Leirkartlegging i strandsonen i Troms. Kvartærgeologisk kart over Oksfjordhamn, Storvika og Leirbukt, Nordreisa kommune. NGU rapportnr. 2001.120.
- Bergstrøm, B., Olsen, L. & Riiber, K. 2005: Indre Lavangen, Lavangen kommune, kvartærgeologisk kart 1:15 000. Norges geologiske undersøkelse, rapport nr. 2004.057.
- Bergstrøm, B., Olsen, L., Sveian, H. 2005: The Tromsø-Lyngen glacier readvance (early Younger Dryas) at Hinnøya-Ofotfjorden, northern Norway: a reassessment. Norges Geologiske Undersøkelse Bulletin 445, 73-78.
- Bergstrøm, B., Olsen, L., Sveian, H. & Tønnesen, J. F. 2005: Leirkartlegging i Troms: Kvartærgeologien i Vangsvik, Sørreisa, Løksebotn og Lavangen - et grunnlag for videre skredfarevurderinger. NGU rapportnr. 2004.057.
- Blikra, L. H. 1994: Tromsø 1534 III. Kvartærgeologisk kart M 1:50 000 med beskrivelse. NGU.
- Corner, G. D. 1980: Preboreal deglaciation chronology and marine limits of the Lyngen-Storfjord area. Troms, North Norway. *Boreas*, vol. 9, pp. 239-249.
- Dahl, R. & Sveian, H. (red.) 2004: Ka dokker mein førr stein! Geologi, landskap og ressurser i Troms. Norges geologiske undersøkelse. 154 s.

Eilertsen, R., Corner, G. D. & Aasheim, O. 2005: Deglaciation chronology and glaciomarine successions in the Malangen-Målselv area, northern Norway, *Boreas*, Vol. 34, pp. 233–251.

Hansen, L., Bargel, T., Stalsberg, K., Sveian, H. & Tønnesen, J. F. 2003: Løsmassekartlegging som grunnlag for leirskredundersøkelser, Øvre Salangen, Troms. NGU rapportnr. 2002.086.

Haugane, E. 1984: Stratigrafiske undersøkelser av kystnære basseng og strandforskyvning i Nord-Troms. Hovedfagsoppgave, UiT.

Kverndal, A.-I. & Sollid, J. L. 1993: Late Weichselian glaciation and deglaciation in northeastern Troms, northern Norway. *Norsk geografisk tidsskrift*, 47 (3), pp. 163-177.

Larsen, V. 1983: Den geologiske utviklingen under sen Weichsel på nordvestlige del av Kvaløya, Troms. Hovedfagsoppgave i eksogen geologi. UiT.

Møller, J. J. 2004: Navitdalen og Kvænangsbotten - Geologisk landskapsvern 2004.

Møller, J. J. & Fredriksen, P. T. Geologiske fenomener i Troms.

<http://www.tromsfylke.no/OmTroms/Geologiskefenomener/tabid/284/Default.aspx>

Møller, J. J. & Sollid, J. L. 1972: Deglaciation Chronology of Lofoten – Vesterålen – Ofoten, North Norway. *Norsk geografisk tidsskrift* 26, 101-133.

Olsen, L., Sveian, H., Riiber, K., Bergstrøm, B. & Tønnesen, J. F. 2005: Leirkartlegging i Troms: Kvartærgeologien ved Spåkenes, Olderdalen, Trollvik og Lyngseidet sør - et grunnlag for videre skredfarekartlegging i kommunene Nordreisa, Kåfjord og Lyngen. NGU rapport nr. 2005.015.

Sletten, K., Blikra, L. H., Hansen, L., Bargel, T. & Olsen, L. 2006: Skredkartlegging i deler av Balsfjord kommune, Troms. NGU rapport nr. 2006.084.

Sveian, H. 2002: Oksfjordhamn, Nordreisa kommune, kvartærgeologisk kart M 1:20 000. Norges geologiske undersøkelse, rapport nr. 2001.120.

Sveian, H., Bergstrøm, B. & Olsen, L. 2005: Ibestad, kvartærgeologisk kart M 1:15 000, Ibestad kommune. Norges geologiske undersøkelse, rapport nr. 2005.018.

Sveian, H. & Olsen, L. 2005: Spåkenes, kvartærgeologisk kart M 1:15 000, Kåfjord og Nordreisa kommuner. Norges geologiske undersøkelse, rapport nr. 2005.015.

Sveian, H., Bergstrøm, B., Olsen, L. & Tønnesen, J. F. 2006: Leirkartlegging i Troms: Kvartærgeologien ved Sandstrand, Ånstad og Ibestad i kommunene Skånland og Ibestad - et grunnlag for videre skredfarekartlegging. NGU rapport nr. 2005.018.

Sveian, H., Riiber, K., Bergstrøm, B. & Reite, A. J. 2005: Troms fylke. Løsmassekart. NGU.

Sveian, H., Tønnesen, J. F. & Bergstrøm, B. 2005: Leirkartlegging i Troms: Kvartærgeologien ved Brøstadbon og Espenes i Dyrøy kommune - et grunnlag for videre skredfarekartlegging. NGU rapportnr. 2004.015.

Vorren, T. O. & Plassen, L. 2002: Deglaciation and palaeoclimate of the Andfjord-Vågsfjord area, North Norway. *Boreas* 31, No. 2.

### **Nordland:**

Andersen, B. G. 1975: Glacial geology of Northern Nordland, North Norway. Norges geologiske undersøkelse 320, 1-74.

Bargel, T. H. & Olsen, L. 1996: Grane 1926 III. Kvartærgeologisk kart M 1:50 000, med beskrivelse. Norges geologiske undersøkelse.

Bergstrøm, B. 1975: Kvartærgeologiske undersøkelser i Narvik kommune, Nordland. 1243/3 NGU.

Bergstrøm, B. 1995: Elsfjord. Kvartærgeologisk kart 1927 III - M 1:50 000, med beskrivelse. Norges geologiske undersøkelse.

Dahl, R. 1995: Kvartærgeologiske forhold i Narvik kommune. NGU 95.021.

Follestad, B. A. 1989: Fustvatnet 1926 IV, kvartærgeologisk kart, M 1:50 000, med beskrivelse. Norges geologiske undersøkelse.

Gjelle, S., Bergstrøm, B., Gustavson, M., Olsen, L. & Sveian, H. 1995: Landet ved polarsirkelen – geologi og landskapsformer. Norges geologiske undersøkelse.

Gustavson, K. & Olsen, L. 2006: Depositional origin of an adverse delta surface slope at Altermarka, northern Norway. Norsk geografisk tidsskrift Vol. 60, 129-138.

Møller, J. J. & Fredriksen, P. T. Hullet gjennom Torghatten - [http://www.rv17.no/rv17\\_filer/Torghatten.pdf](http://www.rv17.no/rv17_filer/Torghatten.pdf)

Møller, J. J. & Sollid, J. L. 1972: Deglaciation Chronology of Lofoten – Vesterålen – Ofoten, North Norway. Norsk geografisk tidsskrift 26, 101-133.

Møller, J. J. & Sollid, J. L. 1973: Geomorfologisk kart over Lofoten – Vesterålen. Norsk geografisk tidsskrift 27, 195-205.

Olsen, L., Sveian, H. & Blikra, L. H. 1996: Korgen 1927 II. Kvartærgeologisk kart M 1:50 000, med beskrivelse. Norges geologiske undersøkelse.

Olsen, L., Sveian, H., van der Borg, K., Bergstrøm, B. & Broekmans, M. 2002: Rapid and rhythmic ice sheet fluctuations in western Scandinavia 15-40 Kya - a review. Polar research 21, 235-242.

Rasmussen, A. 1981: The deglaciation of the coastal area NW of Svartisen, northern Norway. Norges geologiske undersøkelse 369, 1-31.

Rasmussen, A. 1984: Late Weichselian moraine chronology of the Vesterålen islands, North Norway. Norsk geologisk tidsskrift, 64 (3), pp. 193-219.

#### **Nord-Trøndelag:**

Bergstrøm, B. 1991: Grong. Kvartærgeologisk kart 1823 IV – M 1:50 000, med beskrivelse. Norges geologiske undersøkelse.

Bergstrøm, B. 1992: Harran. Kvartærgeologisk kart 1824 III – M 1:50 000, med beskrivelse. Norges geologiske undersøkelse.

Bergstrøm, B., Sveian, H. & Olsen, L. 2007: Skogmo 1724 II, kvartærgeologisk kart – M 1:50 000. Norges geologiske undersøkelse.

Hugdahl, H. 1980: Helgådalen, kvartærgeologisk prøvekart CWX 135136 – 20, M 1:20 000. Norges geologiske undersøkelse.

Kjemperud, A. 1981: A shoreline displacement investigation from Frosta in Trondheimsfjorden, Nord-Trøndelag, Norway. Norsk Geologisk Tidsskrift, Vol. 61. pp. 1-15.

Ramfjord, H. 1982: On the Late Weichselian and Flandrian shoreline displacement in Nærøy, Nord-Trøndelag, Norway. Norsk Geologisk Tidsskrift, Vol. 62 (3), pp. 191-205.

Reite, A. J. 1983: Stjørdal, kvartærgeologisk kart 1621 I – M 1:50 000. Norges geologiske undersøkelse.

Reite, A. J. 1985: Frosta, kvartærgeologisk kart 1622 II – M 1:50 000. Norges geologiske undersøkelse.

Reite, A. J. 1986: Frosta 1622 II. Beskrivelse til kvartærgeologisk kart – M 1:50 000. Norges geologiske undersøkelser, Skrifter 75, 1-22.

Reite, A. J. 1986: Stjørdal 1621 I. Beskrivelse til kvartærgeologisk kart – M 1:50 000. Norges geologiske undersøkelse, Skrifter 72, 1-28.

Reite, A. J. 1997: Verran 1622 I – kvartærgeologisk kart M 1:50 000 med beskrivelse. Norges geologiske undersøkelse.

Reite, A. J., Selnes, H. & Sveian, H. 1982: A proposed deglaciation chronology for the Trondheimsfjord area, Central Norway. Norges geologiske undersøkelse, 373 – Bulletin 66.

Sveian, H. 1985: Stiklestad 1722 IV, kvartærgeologisk kart – M 1:50 000. Norges geologiske undersøkelse.

Sveian, H. 1989: Stiklestad. Kvartærgeologisk kart 1722 IV – M 1:50 000, med beskrivelse. Norges geologiske undersøkelse, Skrifter 89, 1-54.

Sveian, H. 1991: Namsos. Kvartærgeologisk kart 1723 IV – M 1:50 000, med beskrivelse. Norges geologiske undersøkelse.

Sveian, H. 1992: Jøa. Kvartærgeologisk kart 1724 IIII – M 1:50 000, med beskrivelse. Norges geologiske undersøkelse.

Sveian, H. 1992: Steinkjerfjorden CST 139140-20. Kvartærgeologisk kart, med beskrivelse. Norges geologiske undersøkelse.

Sveian, H. 1995: Sandsletten blir til: Stjørdal fra fjordbunn til strandsted. Norges geologiske undersøkelse, Skrifter 117.

Sveian, H., Hugdahl, H. & Bargel, T. H. 1993: Vuku 1722 I, kvartærgeologisk kart – M 1:50 000, med beskrivelse. Norges geologiske undersøkelse.

Sveian, H., Olsen, L. & Bergstrøm, B. 2010: Grana – Jørstadelva, Snåsa kommune, kvartærgeologisk kart M 1:20 000. Norges geologiske undersøkelse.

### **Sør-Trøndelag:**

Follestad, B. A. 1995: Hitra 1422 II. Kvartærgeologisk kart M 1:50 000, med beskrivelse. Norges geologiske undersøkelse.

Follestad, B. A. & Ottesen, D. 1996: Hemne. Kvartærgeologisk kystsonkart 1421 I – M 1:50 000, med beskrivelse. Norges geologiske undersøkelse.

Hafsten, U. & Mack, G. 1990: Den postglaciale landskapsutviklingen på Dragvoll universitetsområde, Trondheim. Norsk geografisk tidsskrift, vol. 44, 131-148.



Kjenstad, K. & Sollid, J. L. 1982: Isavsmeltingskronologi i Trondheimsfjordområdet. Glasiodynamiske prinsipper. Norsk geografisk tidsskrift, vol. 36 (3), 153-162.

Nordahl-Olsen, T. 1984: Samlet plan for forvaltning av vannressursene. Geologiske undersøkelser i Sør-Trøndelag. Norges geologiske undersøkelse. Rapport 84.048.

Olsen, L., Bergstrøm, B., Follestad, B. A., Høgaas, F., Riiber, K. & Sveian, H. 2011: Løkken 1521 III. Kvartærgeologisk kart M 1:50 000. Norges geologiske undersøkelse.

Reite, A. J. 1975: Hølonda, kvartærgeologiske kart 1521 II – M 1:50 000. Norges geologiske undersøkelse.

Reite, A. J. 1977: Orkanger, kvartærgeologisk kart 1521 I – M 1:50 000. Norges geologiske undersøkelse.

Reite, A. J. 1983: Orkanger 1521 I. Beskrivelse til kvartærgeologisk kart – M 1:50 000. Norges geologiske undersøkelse, 392 (Skrifter 47), 1-39.

Reite, A. J. 1983: Stjørdal, kvartærgeologisk kart 1621 I – M 1:50 000. Norges geologiske undersøkelse.

Reite, A. J. 1984: Hølonda 1521 II. Beskrivelse til kvartærgeologisk kart – M 1:50 000. Norges geologiske undersøkelse, Skrifter 54, 1-23.

Reite, A. J. 1985: Støren 1621 III. Beskrivelse til kvartærgeologisk kart – M 1:50 000. Norges geologiske undersøkelse, Skrifter 65, 1-25.

Reite, A. J. 1986: Rissa 1522 II, kvartærgeologisk kart – M 1:50 000. Norges geologiske undersøkelse.

Reite, A. J. 1986: Stjørdal 1621 I. Beskrivelse til kvartærgeologisk kart – M 1:50 000. Norges geologiske undersøkelse, Skrifter 72, 1-28.

Reite, A. J. 1987: Rissa 1522 II. Beskrivelse til kvartærgeologisk kart – M 1:50 000. Norges geologiske undersøkelse, Skrifter 82, 1-22.

Reite, A. J. 1990: Bjugn 1522 I, kvartærgeologisk kart M 1:50 000, med beskrivelse. Norges geologiske undersøkelse.

Reite, A. J. 1993: Åfjord 1622 IV, kvartærgeologisk kart M 1:50 000, med beskrivelse. Norges geologiske undersøkelse.

Reite, A. J. 2002: Vinjeøra 1421 II, kvartærgeologisk kart – M 1:50 000. Norges geologiske undersøkelse.

Reite, A. J. 2004: Vinjeøra 1421 II, kvartærgeologisk kart M 1:50 000, beskrivelse med kartbilag. Norges geologiske undersøkelse, 2004.034.

Reite, A. J., Sveian, H. & Erichsen, E. 1999: Trondheim fra istid til nåtid – landskapshistorie og løsmasser. Norges geologiske undersøkelse, Gråsteinen 5.

Reite, A. J. & Sørensen, E. 1980: Støren 1621 III, kvartærgeologisk kart – M 1:50 000. Norges geologiske undersøkelse.

### **Møre og Romsdal:**

Blikra, L. H. 1998: Sykkylven. Kvartærgeologisk kart 1219 IV – M 1:50 000, med beskrivelse. Norges geologiske undersøkelse.

Follestad, B. A. 1984: Stangvik, kvartærgeologisk kart 1420 IV – M 1:50 000. Norges geologiske undersøkelse.

Follestad, B. A. 1985: Stangvik 1420 IV. Beskrivelse til kvartærgeologisk kart – M 1:50 000. Norges geologiske undersøkelse, Skrifter 67, 1-25.

Follestad, B. A. 1986: Kristiansund 1321 II og Bremsnes 1321 III. Beskrivelse til kvartærgeologiske kart. M 1:50 000. Norges geologiske undersøkelse, Skrifter 74, 1-27.

- Follestad, B. A. 1987: Sunndalsøra 1420 III. Beskrivelse til kvartærgeologisk kart – M 1:50 000. Norges geologiske undersøkelse, Skrifter 79, 1-32.
- Follestad, B. A. 1989: Tingvoll 1320 I – Kvartærgeologisk kart, med beskrivelse. M 1:50 000. Norges geologiske undersøkelse.
- Follestad, B. A. 1992: Halså, kvartærgeologisk kart 1421 III – M 1:50 000, med beskrivelse. Norges geologiske undersøkelse.
- Follestad, B. A. & Ottesen, D. 1996: Hemne. Kvartærgeologisk kystsonkart 1421 I – M 1:50 000, med beskrivelse. Norges geologiske undersøkelse.
- Follestad, B. A. & Anda, E. 1998: Hustad. Kvartærgeologisk kart 1220 I – M 1:50 000. Norges geologiske undersøkelse.
- Follestad, B. A. & Andersen, E. S. 1992: Skardsøy. Kvartærgeologisk kart 1421 IV – M 1:50 000, med beskrivelse. Norges geologiske undersøkelse.
- Follestad, B. A. & Henningsen, T. 1984: Sunndalsøra, kvartærgeologisk kart 1420 III - M 1:50 000. Norges geologiske undersøkelse.
- Follestad, B. A. & Lebesby, E. H. T. 1985: Kristiansund 1321 II, kvartærgeologisk kart. M 1:50 000. Norges geologiske undersøkelse.
- Follestad, B. A., Larsen, E., Blikra, H., Longva, O., Anda, E., Sønstegaard, E., Reite, A. J. & Aa, A. 1994: Kvartærgeologisk kart over Møre og Romsdal, med beskrivelse, M 1:250 000. Norges geologiske undersøkelse, Skrifter 112, 1-52.
- Greve, S. 1984: Kvartære avsetninger på Vigra og Valderøya, Sunnmøre: Glasiakronologi, strandforskryvning og sedimentologi. Hovedfagsoppgave, UiB.
- Hamborg, M. & Lien, R. 1984: Valderøya, kvartærgeologisk kart AOP 105106 (forsøkskart), M 1:20 000. Norges geologiske undersøkelse/Institutt for kontinentalsokkelundersøkelser/Norges sjøkartverk.

Landvik, J. Y. 1982: Weichsel stratigrafi, sedimentologi og glasitekonikk på Godøy, Sunnmøre. Hovedfagsoppgave, UiB.

Larsen, E., Klakegg, O. & Longva, O. 1988: Brattvåg 1220 III, kvartærgeologisk kystsonekart M 1:50 000. Norges geologiske undersøkelse.

Larsen, E., Klakegg, O. & Longva, O. 1988: Brattvåg og Ona. Kvartærgeologiske kystsonekart 1220 III og 1220 IV – M 1:50 000, med beskrivelse. Norges geologiske undersøkelse, Skrifter 85, 1-41.

Larsen, E. & Ward, B. 1992: Sedimentology and stratigraphy of two glacial-deglacial sequences at Skorgenes, western Norway. Norsk geologisk tidsskrift, Vol. 72, pp. 357-368.

Olsen, L., Bergstrøm, B., Follestad, B. A., Høgaas, F., Riiber, K. & Sveian, H. 2011: Løkken 1521 III. Kvartærgeologisk kart M 1:50 000. Norges geologiske undersøkelse.

Reite, A. J. 2002: Vinjeøra 1421 II, kvartærgeologisk kart M 1:50 000. Norges geologiske undersøkelse.

Reite, A. J. 2004: Vinjeøra 1421 II, kvartærgeologisk kart M 1:50 000, beskrivelse med kartbilag. Norges geologiske undersøkelse, 2004.034.

Stokke, J. A. 1983: Kvartærgeologisk kartlegging med oppfølgende sand- og grusundersøkelser i Norddal kommune, Møre og Romsdal. Norges geologiske undersøkelse.

### **Sogn og Fjordane:**

Bergstrøm, B. 1975: Deglasiasjonsforløpet i Aurlandsdalen og områdene omkring, Vest-Norge. Norges geologiske undersøkelse, 317 – Bulletin 30.

Fareth, O. W. 1987: Glacial geology of Middle and Inner Nordfjord, western Norway. Norges geologiske undersøkelse 408, 1-55.

Klakegg, O. & Nordahl-Olsen, T. 1985: Nordfjordeid. Beskrivelse til kvartærgeologisk kart 1218 I – M 1:50 000. Norges geologiske undersøkelse, Skrifter 71.

Klakegg, O. & Nordahl-Olsen, T. 1986. Nordfjordeid, 1218 I, kvartærgeologisk kart – M 1:50 000. Norges geologiske undersøkelse.

Klakegg, O. & Rye, N. 1990: Tilting of lake shorelines in Jølstravatnet, western Norway, caused by glacioisostatic rebound. Norsk geologisk tidsskrift, Vol. 70, pp. 47-59.

Longva, O., Larsen, E. & Mangerud, J. 1983: Stad. Beskrivelse til kvartærgeologisk kart 1019 II – M 1:50 000. Norges geologiske undersøkelse, 393, Skrifter 48.

Longva, O., Larsen, E. & Mangerud, J. 1983: Stad, kvartærgeologisk kart 1019 II - M 1:50 000. Norges geologiske undersøkelse.

Nordahl-Olsen, T. 1984: Samlet plan for forvaltning av vannressursene. Geologiske undersøkelser i Sogn og Fjordane.

Rye, N. 1989: Sandane, AOP 087088, kvartærgeologisk kart M 1:20 000. Norges geologiske undersøkelse.

Stokke, J. A. 1981: Kvartærgeologisk kartlegging i Hornindal. M 1:20 000. Sogn og Fjordane fylke.

Stokke, J. A. 1981: Løsmassekartlegging i Eidsdalen og Naustdalen, Eid kommune, Sogn og fjordane. Norges geologiske undersøkelse, 1560/22.

Stokke, J. A. 1987: Kvartærgeologisk kartlegging med oppfølgende sand- og grusundersøkelser i Lærdal, Sogn og Fjordane fylke. Norges geologiske undersøkelse, 87.113.

Sønstegaard, E. 1986: Henjadalen AUV 075076, kvartærgeologisk kart – M 1:20 000. Norges geologiske undersøkelse.

Sønstegaard, E. 1986: Sogndal AWX 075076, kvartærgeologisk kart – M 1:20 000. Norges geologiske undersøkelse.

Vorren, T. O. 1973: Glacial Geology of the area between Jostedalsbreen and Jotunheimen, South Norway. Norges geologiske undersøkelse, 291, 1-46.

Aa, A. R. 1982: Ice movement and deglaciations in the area between Sogndal and Jostedalsbreen, western Norway. Norsk geologisk tidsskrift, 62 (3), 179-190.

Aa, A. R. 1985: Askvoll. Beskrivelse til kvartærgeologisk kart 1117 IV – M 1:50 000.

Aa, A. R. 1985: Gaupne, kvartærgeologisk kart BDE 079080 – M 1:20 000. Norges geologiske undersøkelse.

Aa, A. R. 1989: Breim AQR 087088, kvartærgeologisk kart M 1:20 000. Norges geologiske undersøkelse.

Aa, A. R. & Bargel, T. 1982: Askvoll, kvartærgeologisk kart 1117 IV – M 1:50 000. Norges geologiske undersøkelse.

Aa, A. R. & Sønstegaard, E. 1995: Fjærland 1317 I. Kvartærgeologisk kart M 1:50 000 med beskrivelse. Norges geologiske undersøkelse.

### **Hordaland:**

Follestad, B. A. 1972: The deglaciation of the south-western part of the Folgefonn peninsula, Hordaland. Norges geologiske undersøkelse 280, 31-64.

Hamborg, M. 1983: shore-lines and deglaciation in the central part of Hardanger, western Norway. Norges geologiske undersøkelse 387, 39-70.

Helle, S. K., Anundsen, K., Aasheim, S. & Haflidason, H. 1997: Indications of a Younger Dryas marine transgression in inner Hardanger, West Norway. Norsk Geologisk Tidsskrift, Vol. 77, pp. 101-117.

Holtedahl, H. 1975: The geology of the Hardangerfjord, West Norway. Norges geologiske undersøkelse 323, 1-87.

Kolderup, C. F. 1908: Bergensfeltet og tilstødende trakter i sen-glacial og post-glacial tid. Bergen Mus. Årbok 1907, 1-266.

Lohne, Ø. S. 2006: Late Weichselian relative sea-level changes and glacial history in Hordaland, Western Norway. PhD thesis, UiB.

Nordahl-Olsen, T. 1977: Kvartærgeologi, med anvendte vurderinger av hoveddalens løsmasser, i området fra og med Eikefet – Eikemo til og med Modalen og sentrale deler av Stølsheimen, Nordhordland. Unpubl. thesis, UiB.

Romundset, A. 2005: Strandforskyving og isavsmelting i midtre Hardanger. Mastergrad i geologi, UiB.

Samlanes, J. T. 1995: Kvartærgeologiske og Hydrogeologiske undersøkingar ved Dalegarden I Vaksdal kommune. Cand. Scient. Thesis, UiB.

Skreden, S. A. 1967: Kvartærgeologiske undersøkelser i området Voss – Bolstadøyri samt bordalen. Unpubl. thesis, UiB.

Aarseth, I. & Mangerud, J. 1974: Younger Dryas end moraines between Hardanger-fjorden and Sognefjorden, Western Norway. Boreas, Vol. 3, pp. 3-22.

Aa, A. R. & Mangerud, J. 1981: Glasialgeologi og vegetasjonsinnvandring i Indre Nordhordland, Vest-Norge. Norges geologiske undersøkelse, 369 – Bulletin 63.

### **Rogaland:**

Andersen, B. G., Wangen, O. P. & Østmo, S. 1987: Quaternary geology of Jæren and adjacent areas, southwestern Norway. Norges geologiske undersøkelse Bulletin 411.

Anundsen, K. 1972: Glacial chronology in parts of southwestern Norway. Norges geologiske undersøkelse 280, 1-24.

Anundsen, K. 1985: Changes in shore-level and ice-front position in Late Weichsel and Holocene, southern Norway. Norsk geografisk tidsskrift 39, 205-225.

Austbø, Per Kristian. 1988: Seismostratigrafi av israndavsetninger I Jøsenfjorden, Erfjorden, Ytre Sandsfjord og Ytre Vindafjord, Ryfylke I Rogaland. Hovedfagsoppgave, UiB.

Genes, A. N. 1978: Glacial geology of the island Stord, West Norway. Norsk geologisk tidsskrift. Vol. 58, pp. 33-49.

Paus, Aa. 1990: Late Weichselian and early Holocene vegetation, climate, and floral migration at Utsira, North-Rogaland, southwestern Norway. Norsk geologisk tidsskrift, vol. 70, pp. 135-152.

Undås, I. 1963: Ra-morenen i Vest-Norge. 78 pp. J. W. Eide, Bergen.

#### **Vest-Agder:**

Andersen, B. G. 1960: Sørlandet i sen- og postglacial tid. NGU 210. Norges geologiske undersøkelse.

Holtedahl, O. (ed.) 1960: Geology of Norway. Norges geologiske undersøkelse 208.

#### **Øst-Agder:**

Andersen, B. G. 1960: Sørlandet i sen- og postglacial tid. NGU 210. Norges geologiske undersøkelse.

Riiber, K. & Bergstrøm, B. 1990: Aust-Agder fylke. Kvartærgeologisk kart – M 1:250 000. Norges geologiske undersøkelse.

#### **Telemark:**

Bergstrøm, B. 1980. Helgja, kvartærgeologisk kart BWX 029.030.20. Norges geologiske undersøkelse.

Bergstrøm, B. 1981: Nordagutu, kvartærgeologisk kart 1713 IV – M 1:50 000. Norges geologiske undersøkelse.

Bergstrøm, B. 1984: Nordagutu. Beskrivelse til kvartærgeologisk kart 1713 IV – M 1:50 000. Norges geologiske undersøkelse, Skrifter 57, 1-44.



Bergstrøm, B. 1985: Kilebygd. Beskrivelse til kvartærgeologisk kart 1713 III – M 1: 50 000. Norges geologiske undersøkelse, Skrifter 69, 1-39.

Bergstrøm, B. 1986: Siljan, 1713 I, kvartærgeologisk kart – M 1:50 000. Norges geologiske undersøkelse.

Bergstrøm, B. 1988: Siljan. Kvartærgeologisk kart 1713 I – M 1: 50 000, med beskrivelse. Norges geologiske undersøkelse, Skrifter 86, 1-44.

Bergstrøm, B. 1995: Porsgrunn. Kvartærgeologisk kart 1713 II – M 1:50 000, med beskrivelse. Norges geologiske undersøkelse, Skrifter 114, 1-40.

Bergstrøm, B. 1997: Kragerø 1712 IV og Risør 1712 III. Kvartærgeologisk kart M 1:50 000 med beskrivelse. Norges geologiske undersøkelse.

Bergstrøm, B. 1999: Glacial geology, deglaciation chronology and sea-level changes in the southern Telemark and Vestfold counties, southeastern Norway. Norges geologiske undersøkelse Bulletin 435, 23-42.

Bergstrøm, B. & Løwe, A. 1988: Porsgrunn 1713 II, kvartærgeologisk kart 1:50 000. Norges geologiske undersøkelse.

Bergstrøm, B. & Riiber, K. 1984: Kilebygd, kvartærgeologisk kart 1713 III – M 1:50 000. Norges geologiske undersøkelse.

### **Vestfold:**

Bergstrøm, B. 1986: Siljan, 1713 I, kvartærgeologisk kart – M 1:50 000. Norges geologiske undersøkelse.

Bergstrøm, B. 1988: Siljan. Kvartærgeologisk kart 1713 I – M 1: 50 000, med beskrivelse. Norges geologiske undersøkelse, Skrifter 86, 1-44.

Bergstrøm, B. 1999: Glacial geology, deglaciation chronology and sea-level changes in the southern Telemark and Vestfold counties, southeastern Norway. Norges geologiske undersøkelse Bulletin 435, 23-42.

Dahl, Å., Olsen, K. S. & Sørensen, R. 1997: Holmestrand 1813 IV. Kvartærgeologisk kart – M 1:50 000 med beskrivelse. Norges geologiske undersøkelse.

Sørensen, R., Grønlie, G. & Jørgensen, P. 1982: Thickness and layering of the Odbergmoen Late Weichselian and Holocene sediments in Lågendalen, southeastern Norway. Norsk Geologisk Tidsskrift, Vol. 62 (1), pp. 7-15.

Sørensen, R., Lie, K. T. & Nybakken, S. E. 1990: Drøbak. 1814 II. Kvartærgeologisk kart – M 1:50 000. Norges geologiske undersøkelse.

Thoresen, M. K., Olsen, H. A. & Sørensen, R. 1993: Røysjø. Kvartærgeologisk kart, M 1:20 000, med beskrivelse. Norges geologiske undersøkelse.

**Buskerud:**

Bargel, T. H. 1987: Hokksund, 1714 I, kvartærgeologisk kart – M 1:50 000. Norges geologiske undersøkelse.

Bargel, T. H. 1987: Hokksund. Kvartærgeologisk kart 1714 I – M 1:50 000, med beskrivelse. Norges geologiske undersøkelse, Skrifter 80, 1-25.

Bargel, T. H. 1994: Krøderen 1715 II. Kvartærgeologisk kart – M 1:50 000, med beskrivelse. Norges geologiske undersøkelse.

Bargel, T. H. & Lien, R. 1990: Kongsberg – 1714 II. Kvartærgeologisk kart M 1:50 000, med beskrivelse. Norges geologiske undersøkelse.

Bergstrøm, B. 1999: Glacial geology, deglaciation chronology and sea-level changes in the southern Telemark and Vestfold counties, southeastern Norway. Norges geologiske undersøkelse Bulletin 435, 23-42.

Follestad, B. A. 1986: Lier, kvartærgeologisk kart 1814 IV – M 1:50 000. Norges geologiske undersøkelse.

Follestad, B. A. & Stokke, J. A. 1991: Lier 1814 IV. Beskrivelse til kvartærgeologisk kart M 1:50 000, med tillegg om oppfølgende undersøkelser av grus- og pukkeforekomster.

Klakegg, O. 1985: Skoger, CHJ 039040-20, kvartærgeologisk kart M 1:20 000. Norges geologiske undersøkelse.

Nordahl-Olsen, T. 1989: Kjekstadmarka, CKL 041042, kvartærgeologisk kart M 1:20 000. Norges geologiske undersøkelse.

Sørensen, R. 1979: Late Weichselian deglaciation in the Oslofjord Area, south Norway. *Boreas* 4 (2), pp. 241-246.

#### **Akershus:**

Bargel, T. H. 2005: Spor etter istiden i Oslo og Akershus. Norges geologiske undersøkelse, Gråsteinen 10, 142 s.

Bargel, T. H. & Klakegg, O. 2001: Bjørkelangen 2014 IV. Kvartærgeologisk kart – M 1:50 000. Norges geologiske undersøkelse.

Nordahl-Olsen, T. 1989: Asker, 1814 I, kvartærgeologisk kart – M 1:50 000. Norges geologiske undersøkelse.

Nordahl-Olsen, T. 1989: Asker. Kvartærgeologisk kart 1814 I – M 1:50 000, med beskrivelse. Norges geologiske undersøkelse, Skrifter 90, 1-28.

Nordahl-Olsen, T. 1993: Oslo 1914 IV. Kvartærgeologisk kart M 1:50 000 med beskrivelse. Norges geologiske undersøkelse.

Longva, O. 1991: Fet 1914 I, kvartærgeologisk kart, M 1:50 000, med beskrivelse. Norges geologiske undersøkelse.

Longva, O. & Thoresen, M. K. 1989: The age of the Hauerseier delta. Norsk geologisk tidsskrift, vol. 69 (2), pp. 131-134.

**Oppland** – Anvendte referanser for punktregistreringer:

Kjærnes, P. A. 1982: Gran, kvartærgeologisk kart 1815 I – M 1:50 000. Norges geologiske undersøkelse.

Kjærnes, P. A. 1984: Gran. Beskrivelse til kvartærgeologisk kart 1815 I, M 1:50 000. Norges geologiske undersøkelse, Skrifter 53, 1-26.

Nordahl-Olsen, T. 1994: Oppkuven. Kvartærgeologisk kart 1815 II – M 1:50 000 med beskrivelse. Norges geologiske undersøkelse.

**Hedmark:**

Bargel, T. 1988. Kongsvinger 2015 II. Kvartærgeologisk kart, 1:50 000, med beskrivelse. Norges geologiske undersøkelse.

Sollid, J. L. & Kristiansen, K. 1982: Hedmark fylke, kvartærgeologi og geomorfologi 1:250 000. Geografisk institutt, Universitetet i Oslo.

**Oslo:**

Bargel, T. H. 2005: Spor etter istiden i Oslo og Akershus. Norges geologiske undersøkelse, Gråsteinen 10, 142 s.

Nordahl-Olsen, T. 1994: Oppkuven. Kvartærgeologisk kart 1815 II – M 1:50 000 med beskrivelse. Norges geologiske undersøkelse.

Nordahl-Olsen, T. 1993: Oslo 1914 IV. Kvartærgeologisk kart M 1:50 000 med beskrivelse. Norges geologiske undersøkelse.

**Østfold:**

Kjærnes, P. A. 1983: Kvartærgeologisk kartlegging av Rokke-raet. Norges geologiske undersøkelse, Rapport 1807/17.

Kjærnes, P. A. 1989: Mysen CST 037038 – Kvartærgeologisk kart M 1:20 000. Norges geologiske undersøkelse.

Nordahl-Olsen, T. 1987: Ski 1914 III – Kvartærgeologisk kart 1:50 000. Norges geologiske undersøkelse.

Nordahl-Olsen, T. 1990: Ski. Kvartærgeologisk kart, 1914 III, 1:50 000, med beskrivelse. Norges geologiske undersøkelse, Skrifter 95, 1-33.

Olsen, L. & Sørensen, E. 1993: Halden 1913 II. Kvartærgeologisk kart M 1:50 000, med beskrivelse. Norges geologiske undersøkelse.

Rygg, A. 1991: Litostratigrafi og biostratigrafi i et snitt i Raet ved Eidet i Østfold. Hovedfagsoppgave, UiO.



Norges geologiske undersøkelse  
Postboks 6315, Sluppen  
7491 Trondheim, Norge

Besøksadresse  
Leiv Eirikssons vei 39, 7040 Trondheim

Telefon 73 90 40 00  
Telefax 73 92 16 20  
E-post [ngu@ngu.no](mailto:ngu@ngu.no)  
Nettside [www.ngu.no](http://www.ngu.no)

*Geological Survey of Norway  
PO Box 6315, Sluppen  
7491 Trondheim, Norway*

*Visitor address  
Leiv Eirikssons vei 39, 7040 Trondheim*

*Tel (+ 47) 73 90 40 00  
Fax (+ 47) 73 92 16 20  
E-mail [ngu@ngu.no](mailto:ngu@ngu.no)  
Web [www.ngu.no/en-gb/](http://www.ngu.no/en-gb/)*