NGU
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE

BESKRIVELSE

Det kvartærgeologiske kartet *Tjøme* viser løsmassenes *utbredelse og dannelsesmåte, og gir opplysninger om deres sammensetning og overflateformer, tykkelser og generelle egenskaper.* Slike data om løsmassene vil i mange tilfeller være et nødvendig hjelpe middel for å oppnå fornuftig arealdisponering og en best mulig forvaltning av løsmasseressursene.

Kvartærgeologi

Kvartærgeologi er læren om den yngste geologiske perioden i jordens utviklingshistorie - kvartærtiden. Løsmassene som dekker berggrunnen i Norge er hovedsakelig dannet i siste del av denne perioden, spesielt på slutten av og like etter siste istid. De er derfor meget unge i forhold til løsmassene i de land hvor nedisning ikke fant sted.
Løsmassene er en viktig naturressurs og utgjør selve grunnlaget for dyre- og planteliv, landbruk og bosetning. Dessuten er de viktige råstoffkilder (sand og grus, leire, torv) og kan inneholde verdifulle grunnvannsforekomster. I tillegg har løsmassene stor interesse for undervisning og forskning, naturvern og friluftsliv. Bare en liten del av Norges landareal er dekket av tykke løsmasser og nydannelse skjer ikke i nevneverdig omfang. I hovedsak er løsmassene en ikke-fornybar ressurs, og vår bruk av dem må ta hensyn til dette.

Kvartærtiden

Kvartærtiden omfatter de siste 2-3 millioner år av Jordens historie. Denne perioden er preget av store klimasvingninger med istider og varmere mellomistider. Under istidene var landet mer eller mindre dekket av innlandsis, slik Antarktis og Grønland er i våre dager. Breene fjernet eldre løsmasser, gravde seg ned i berggrunnen og dannet nytt løsmateriale. Mye av dette materiale ble fraktet ut i havet og avsatt der. I Europa har det vært minst seks istider. I Norge er det bare funnet spor etter de to siste istidene og en mellomistid.
Siste istid (Weichsel) begynte for vel 115.000 år siden. Svingninger i klimaet under denne istiden førte til at isens utbredelse og tykkelse varierte ganske meget, og det har vært perioder da innlandsisen var delvis borte. Den største utbredelse i Weichsel nådde isen for 18-20.000 år siden da den dekket hele Skandinavia (Fig. 1). Under avsmeltningen trakk iskanten seg tilbake slik at kyststrøkene ble isfrie først. Samtidig ble isdekket gradvis tynnere, slik at det delte seg opp i fjord- og dalbreer som smeltet hurtig tilbake på grunn av det mildere klimaet og den store kalvingen i de dype fjordene. Kortvarige klimaforverringer førte til at iskanten stoppet opp eller rykket litt frem igjen. Løsmateriale som isen fraktet med seg ble da mange steder avsatt foran iskanten og dannet karakteristiske breranndavsetninger (brerandtrinn). Det mest markerte brerandtrinnet ble dannet i yngre dryas tid (10.000-11.000 år siden). I Norge kan israndlinjen følges mer eller mindre sammenhengende fra svenskegrensen i Østfold (Raet) og rundt kysten til den russiske grensen i Øst-Finnmark (Fig. 1). Det fins også yngre markerte brerandtrinn dannet i preboreal tid (9000-10.000 år før nåtid). Den endelige avsmeltningen av de sentrale deler av isdekket skjedde hurtig, og for ca. 8500 år siden var størstedelen av innlandsisen forsvunnet.
Etter siste istid har klimaet vært mildt og de norske høyfjellene var trolig isfrie i en lengre periode før dagens breer ble dannet. Jordskorpen var under istiden blitt presset ned av de tunge ismassene. Da isen smeltet vekk, hevet landet seg igjen i forhold til havnivået, mest i indre strøk, noe mindre ute ved kysten. På grunn av treghet i jordskorpa har det tatt lang tid å gjenopprette likevekten. Selv i dag skjer det en langsom stigning av landmassen. Dette har ført til at mange områder, som under og etter isavsmeltningen var hav- og fjordbunn, nå er blitt tørt land. Det øverste nivå hvor havet har stått etter at isen smeltet vekk, kalles *den marine grense* (MG).

Det kvartærgeologiske kartet

Et kvartærgeologisk kart i målestokk 1:50.000 er et oversiktskart over de dominerende løsmassetypene i et område. Kartet fremstiller forholdene nær markoverflaten. Tykkelse og lagfølge mot dypet er angitt der hvor data foreligger. For mange avsetningstyper er dominerende kornstørrelser angitt. Kartet gir også opplysninger om isens bevegelsesretninger og avsetningsforhold.
Løsmassene er inndelt etter dannelsesmåte og -miljø. Det er derfor de ulike geologiske prosessene som avspeiles gjennom fargebruken på kartet. Eksempelvis er løsmasser som er transportert og avsatt direkte av breer gitt grønne farger. Orange og gule farger viser at materialet er avsatt av rennende vann, mens blå farge viser avsetning i havet. Grenselinjene på kartet gir inntrykk av skarpe overganger mellom de ulike avsetningstypene, mens det i naturen ofte er en gradvis overgang. Det er enkelte ganger nødvendig å generalisere under tegningen av kartet. Viktige detaljer kan være overdrevet i størrelse.

Kvartærgeologisk kart - løsmassekart for samfunnet

I en rekke lover, f.eks. plan- og bygningsloven, er det uttrykt at naturforholdene skal tas i betraktning for beslutninger om arealdisponering blir gjort. Kvartærgeologiske kart (og avledete temakart) er et hjelpemiddel for å oppnå fornuftig forvaltning og utnyttelse av våre naturressurser (Augedal og Olsen 1982). Kartene gir viktige opplysninger om grunnforhold og om tilgangen på spesielle ressurser som sand og grus, dyrkingsjord m.m. På et tidlig stadium i planleggingen kan kartene være til stor hjelp i vurderingen av alternative bruksformer for ulike avsetningstyper. Dette kan bl.a. hindre nedbygging av viktige løsmasseforekomster. Videre er kartene et velegnet utgangspunkt for spesialundersøkelser, f.eks. i ingeniørgeologi, geoteknikk og grunnvann. Kartene vil også utgjøre et viktig grunnlagsmateriale ved oppbyggingen av ressursoversikter og ressursregnskap. De kvartærgeologiske kartene anvendes også i forskning, undervisning og naturvernspørsmål.

Geologien innen kartblad Tjøme

Berggrunnen

Berggrunnen innen kartblad Tjøme og regionen omkring (Fig. 2) tilhører Oslofeltets permiske bergarter. Dannelsen av bergartene startet tidlig i permisk tid for nesten 300 millioner år siden. Oslofeltet begynte å synke og det dannet seg store sprekker i jordskorpen. Veldige mengder av lava strømmet ut, først en mørk, basaltisk lava og senere rombeporfyrlavaer. Store områder nord og nordvest for Nøtterøy-Tjøme er dekket av slike lavabergarter, men bare en liten flik av lavaområdet faller innenfor kartblad Tjøme helt i nord. Utover i permtiden sank Oslofeltet ytterligere inn og store mengder smeltemasser strømmet opp gjennom jordskorpen. Noen steder trengte smeltemassene seg opp i sprekker og dannet gangbergarter. Andre steder størknet de i store massiver inne i jordskorpen og dannet dypbergarter, vesentlig larvikitt, syenitt og granitt (ekeritt). Dypbergartene dekker størstedelen av sørlige del av Vestfold, innbefattet hele Tjøme og Nøtterøy kommuner (Fig. 2). Larvikitt dominerer, men et parti med granitt og syenitt fins nord på Tjøme. Larvikitten har en lysegrå til mørkegrå farge (Labrador). I polert tilstand har de en pen overflate med et særlig vakkert fargespill, og er derfor mye brukt som gravstein og fasadestein. Det har tidligere vært en del steinbrudd på Nøtterøy. Nord på Nøtterøy og på Bolærne er det en rødlig variant av larvikitten (tønsbergitt) som også har vært benyttet til prydstein.
På Rauøy og s Missingen, i det nordøstlige hjørnet av kartbladet, består bergartene vesentlig av rombeporfyrkonglomerater bygget opp av vekslende lag av dårlig sortert sand-, grus- og steinmateriale. Konglomeratet inneholder, som navnet antyder, hovedsaklig fragmenter av rombeporfyr og er transportert fra øst ved grove massestrømmer som kom ned den bratte forkastningsskrenten som markerte østgrensen for innsynkningen av Oslofeltet (Larsen mfl. 1978).
Som en følge av de utallige jordskjelv, lavautbrudd og innsynkninger i jordskorpen, er berggrunnen gjennomsatt av en rekke forkastninger og sprekke-/knusningssoner. De fleste går i retning nord-sør og setter sitt tydelige preg på landskapet. Ringformede forkastninger fins ved Ramnes, nord for Nøtterøy, og er spor etter vulkaner som er sunket ned (Ramneskalderaen). Sannsynligvis er også granitt-/syenittområdet på Tjøme rester etter en slik innsunket vulkan (Trønnes 1981).

Landformer

Bergartene og deres strukturer har hatt stor betydning for utformingen av landskapet. Dypbergartene i sørlige Vestfold danner karakteristiske landformer med runde koller og knauser. De mange forkastninger og sprekker har ført til et gjennomskåret og oppstykket landskap. Tjøme og Nøtterøy er et godt eksempel på dette med sine hundrevis av øyer, holmer og skjær. Den dominerende nord-sør retningen preger skjærgården og øyene har sin lengdeutstrekning i denne retning. De fleste daler, kløfter, fjorder og sund følger også samme retning, og utmerker seg ofte ved sine bratte sider og rettlinjete forløp. Tønsbergfjorden, Røssesundet og Sandøysundet er gode eksempler på slike strukturbetingete terrengformer. Enkelte andre, mindre fremtredende strukturlinjer fins i retning øst-vest og nordvest-sørøst, som f.eks. Vrengen og Træla (793 593, 820 688).
Isbreene har i stor grad vært med å utforme og modellere landskapet. Fjelloverflaten er slipt og polert av isen, og særlig langs kysten kommer de tallrike skuringsstripene tydelig frem. En rekke plastiske former som furer og renner er gravet ut. Jettegryter er vanlige å finne langs kysten, og særlig på Tjøme et mange fint utformede gryter, som f.eks. på vestsiden av Kløvningen (828 471). På Nøtterøy (818 626) er det dannet et sylinderformet jettegryte hvor den indre veggen er "gjenget", dvs. en spiralformet fure snor seg nedover veggen som en gjenge. Lokaliteten ligger nær veien og er merket med eget skilt. Jettegryter dannes av hvirvlende vannstrømmer som setter steiner i roterende bevegelse og graver runde, sylinderformede hull eller forsenkninger i fjellet. De fleste jettegrytene er dannet av smeltevann under isen, da isbreene dekket området. I enkelte bratte bergsider er det dannet halve jettegryter, som f.eks. på vestsiden av Hvasser. Her har smeltevannet gravd delvis i is og delvis i fjell.
Isens modellering av fjelloverflaten har gitt mange av øyene, holmene og skjærene en karakteristisk hvalskrottlignende form med en jevn, slak støtside og bratt leside i forhold til isbevegelsesretningen. Disse spesielle formene kalles *rundsva* eller hvalskrottfjell og er godt utviklet på Nøtterøy-Tjøme langs den dominerende nord-sørgående isretningen. Iserosjonen har ellers virket særlig aktivt i svakhetssonene i berggrunnen og har spilt en viktig rolle i utformingen av det oppskårete og kollete landskapet.
Bølgeerosjon har også satt sitt preg på kystlandskapet, spesielt i de mest værharde og eksponerte områdene mot storhavet, som f.eks. på sørspissen av Tjøme. På vestsiden av Rauøy (963 681, 963 686) stikker det opp noen knudrete, isolerte bergknauser (rauker) i strandsonen. Raukene er rester etter den gamle fjelloverflaten som bølgene har skåret seg inn i.

Kvartærgeologisk utvikling

Isbevegelser

Isbevegelsesretningene i det kartlagte området er hovedsakelig bestemt ved hjelp av skuringsstriper og i mindre grad av overflateformer i fast fjell. De eldste skuringene har i liten grad vært influert av de lokale småformene. Derimot har Oslofjorden og dyprenna i Skagerak utenfor kysten hatt stor betydning for isdreneringen.
De eldste påviste isbevegelseretningene er gjennomgående mot sør, men dreier mot sørsørvest på de sørligste deler av Tjøme og øyene utenfor, som f.eks. ved Færder fyr (876 442). Disse isbevegelsene stammer fra den maksimale nedisningen under siste istid da Skandinavia var dekket av en tykk iskappe (Fig. 1). Isskillet i det sørlige Norge lå da over Hardangervidda øst for dagens vannskille (Vorren 1977).
Etter den maksimale nedisningen har isbevegelsene over det kartlagte området fortsatt å ha en sørlig retning helt til iskanten nådde inn forbi kysten og kalvingen i Oslofjorden begynte. En svak østlig dreining mot Oslofjorden begynte etterhvert å gjøre seg gjeldende. På Nøtterøy og øyene utenfor er det en markert yngre sørsørøstlig retning som trolig stammer fra tiden mellom Tjølling- og Slagentrinnet (11.800-11.300 år før nåtid). Ved Rauøy, på motsatt side av fjorden, har det vært en tilsvarende isbevegelse mot Oslofjorden, men her i en sørsørvestlig retning. Etter at iskanten trakk seg videre nordover fra kartblad Tjøme, ble den østlige komponenten i bevegelsesretningen mer markant, og i områdene innenfor Ramorenen i Vestfold er den sørøstlige isbevegelsen fullstendig dominerende.

Isavsmeltningen

Under siste istids maksimum lå iskanten helt sør i Danmark (Fig. 1). Da avsmeltningen begynte trakk breen seg hurtig tilbake over Skagerak mot kysten av Norge på grunn av stor kalving. De eldste spor etter israndavsetninger på vestsiden av Oslofjorden fins lengst sør på Tjøme over Verdens Ende-Vasser (Fig. 3). Her ble isfronten liggende i ro en stund på grunn av at kalvingen plutselig avtok, og randmorener ble avsatt (Fig. 6A). Dette randtrinnet er korrelert med Hvalertrinnet på østsiden av Oslofjorden (Sørensen 1980, 1983). Sørvest for Tjøme er det få spor etter randavsetninger som kan vise brefrontens beliggenhet på denne tiden. Ved Eftang, på sørspissen av Tjølling (Fig. 3), er det spor etter randmorener (Sørensen mfl. under arbeid) som tyder på at fronten trakk seg på land her før den krysset de ytre deler av Larvikfjorden. Det videre forløp vestover er usikkert. Det synes som om randsonen følger sørsiden av Brunlanes og nærmer seg Ra-morenen mot et hengslingspunkt ved Mølen på østsiden av Langesundsfjorden (Fig. 3). Tjøme-Hvaler trinnet er tidligere datert til 11.800-12.300 år før nåtid. Skjell (bl.a. *Portlandia arctica*) som ligger i ishavsleira like over randmorenen på Tjøme (823 492) er datert til å være 11.975 ± 155 år gamle. Dette gir en minimumsalder for Tjømetrinnet.
Etter Tjøme-Hvalertrinnet har isfronten kalvet videre innover Oslofjorden, mens den på kysten av Vestfold i sakte takt trakk seg innover på land. Ved Tjøllingvollen, vest for Tjøme, ligger det randmorener som tidligere ble korrelert med Slagen-Onsøy (Sørensen 1979, 1983 og Sørensen mfl. (under arbeid)). Skuringsobservasjoner og nye funn av randmorener tyder på at israndlinjen under Tjøllingtrinnet lå lenger sør og trolig har krysset tvers over Vesterøya, sør for Sandefjord, og videre østover de nordre deler av Tjøme (Fig. 3). Yngre randavsetninger på nordre Nøtterøy og Sjustokk, sørvest for Tønsberg, tilhører trolig Slagen-Onsøy trinnet som tidligere er datert til ca. 11.300 år før nåtid. Iskanten lå da over de nordligste deler av kartblad Tjøme (Fig. 6B). Vestover har trolig iskanten forsatt mot sørenden av Akersvatnet og Stokke, hvor den synes å forene seg med Raet videre sørvestover.
Raet er den mest markerte og ruvende randavsetningen og kan følges ganske kontinuerlig gjennom Vestfold fra Horten til Langesundsfjorden hvor den forsvinner ut i havet ved Mølen (Fig. 3). Ramorenene består stedvis av flere parallelle rygger som tyder på flere brefremstøt i tidsrommet 11.000-10.600 før nåtid (Sørensen 1983).
Etter Ratrinnet kalvet iskanten raskt tilbake i Oslofjorden, men på Vestfoldsiden ble den hengende noe igjen og det ble en sterk dreining av isbevegelsene østover mot Oslofjorden (Klakegg og Sørensen 1991). Yngre trinn ble etterhvert avsatt, Ås-Skitrinnene for 10.400-10.000 år før nåtid og Akertrinnet ved Oslo ca. 9800 år siden.

Landhevning

Under isavsmeltningen fulgte havet etter iskanten da den trakk seg tilbake innover i landet og oversvømte områder under den marine grense. Da Tjøme og Nøtterøy ble isfritt sto havet ca. 180 m høyere enn i dag i den nordlige del av kartbladet og ca. 150 m i den søndre del. Hele området lå da under havet. På grunnlag av data fra sørvestlige deler av Vestfold (Henningsmoen 1979) er det konstruert en strandforskyvningskurve som viser hvordan havnivået har sunket etter at isen smeltet vekk (Fig. 4). På grunn av ufullstendige opplysninger om havnivået de første 1000-2000 år er kurvens forløp i dette tidsrommet meget usikker. For ca. 10.000 år siden sto havet 140-150 m over dagens nivå. Etter dette sank havnivået jevnt og hurtig med ca. 5 m pr. 100 år til 8000 år før nåtid. De første områdene som steg opp av havet innenfor kartbladet, var de høyeste åspartiene på Nøtterøy, som f.eks. Vardås (816 638) og åsen vest for Støyten (790 645). Dette skjedde for ca. 9500 år siden da havet sto vel 90 m høyere enn i dag. Etterhvert steg flere av høydedragene opp av havet, og holmene ble til øyer. For 8000 år siden var havnivået ca. 55 m høyere enn i dag, og fordelingen av land og hav var som vist på Fig. 4A. Fra denne tid flatet kurven ut og den gjennomsnittlige senkningen av havet fra da av og frem til i dag har vært 0,6-0,7 m pr. 100 år. I perioden fra 8000 til 5000 år før nåtid, steg landet ca. 25 m, og de store øyene som Tjøme og Nøtterøy begynte å ta form (Fig. 4B). En radiokarbondatering i bunnen av et tjern nord på Tjøme (Tjørna 798 586), viser at bassenget, som ligger 13 m o.h. ble isolert fra havet for 3000 år siden. Havsenkningen de siste 3000 år har vært gjennomsnittlig 0,4-0,5 m pr. 100 år. Ennå i dag hever landet seg, ca. 3 mm pr. år (0,3 m pr. 100 år).

Løsavsetningene

Morenemateriale

Morenemateriale er avsatt direkte av isbreer og er på kartet inndelt etter tykkelse og mengden av fjellblotninger. Kornfordelingen er preget av at alle fraksjoner fra blokk til leir er tilstede, men mengden av ulike fraksjoner varierer.
Morenemateriale, usammenhengende eller tynt dekke over berggrunnen har liten utbredelse og fins bare i det nordøstlige hjørnet av kartbladet (Roberg 775 683).
Randmorene er en ryggformet avsetning som vesentlig består av morenemateriale, dannet ved fremstøt eller stillstand av brefronten. På kartblad Tjøme er det få markerte morenerygger, men det fins områder med stein- og blokkrikt materiale som er tolket som randmorenebelter. Over den sørligste del av Tjøme går det et slikt belte på tvers over Verdens Ende, Vasser og Sandøy. Det stein- og blokkrike morenematerialet er i stor grad vasket og omlagret av bølgene som har gitt en grov, og til dels usortert utvaskningshud. Dette materiale har mange steder karakter av morenemateriale, men innfelte partier og linser av sortert strandsand viser at det er dannet under den kraftige bølgevaskingen som foregikk da landet steg opp av havet. De opprinnelige moreneformene er i stor grad visket vekk. I forsenkningene er morenemateriale dekket av leire med strandsand over. Helt på toppen ligger den grove, utvaskete huden med mye stein og blokk i overflaten (Fig. 5). På Hoftøya (870 476), sørvest for Store Færder, er det relativt mye blokkig, strandvasket materiale som kan være en del av det samme randmorenebeltet.
En annen brerandsone går over nordlige del av Nøtterøy og vestover Tønsbergfjorden til Skjærsnes-Sjustokkområdet (780 680). Også her er morenematerialet omvasket i overflaten, men ikke så mye som på Tjøme. Noen klare randmorenerygger fins ikke, men det blokkrike beltet som sporadisk kan følges videre vestover til Stokke og Raryggen (Fig. 3), tyder på at dette er en del av en større randmoresone.
Utenom disse to markerte randmoresonene ligger en liten isolert morenerygg ved Kråkerø (807 582), vest for Måkerøy. Ryggen ligger på tvers av en trang slukt og består nesten utelukkende av stein og blokk.

Hav- og fjordavsetning

Under isavsmeltningen fulgte havet etter iskanten som da nådde ca. 150 m over dagens havnivå (Fig. 6). Dette betyr at både Tjøme og Nøtterøy var fullstendig dekket av havet da isen trakk seg vekk fra området. Finkornige løsmasser (silt og leir) ble bunnfelt i havet. Størst var sedimentasjonen under isavsmeltningen da det strømmet ut store mengder slamholdig smeltevann foran brefronten. I havet utenfor ble det særlig i forsenkninger og fjordbassenger avsatt til dels mektige hav- og fjordavsetninger. Den opprinnelige fjordbunnsoverflaten er i liten grad bevart. Under landhevningen ble disse finkornige avsetningene kraftig påvirket av bølgevasking. Mest utsatt var de oppstikkende kollene og høydepartiene hvor det meste av hav- og fjordavsetningene ble vasket ned i forsenkningene og avsatt over tidligere bunnfelte leir- og siltsedimenter. Det er bare i de bredeste forsenkningene og bassengene på det kartlagte området at hav- og fjordavsetningene ikke er fullstendig dekket av yngre utvaskede sedimenter eller strandavsetninger, som f.eks midt på Nøtterøy (808 667). På Tjøme er omtrent alle leiravsetningene dekket av strandmateriale, vesentlig sand. Enkelte steder er det øvre sandlaget så tynt at leiren kommer frem ved pløying.
I et gammelt teglverk lengst nord på på Nøtterøy har Brøgger (1901) beskrevet over 20 m høye leirskjæringer. Skall fra arktiske skjell ble funnet gjennom store deler av lagfølgen og tyder på at størstedelen av leira ble avsatt foran brefronten under isavsmeltningen (ishavsleire). Bare den øverste meteren besto av strandsand. Radiokarbondatering av *Portlandia arctica* i bunnen av ishavsleiren ga en alder på 11.200 ± 200 før nåtid (Feyling-Hanssen 1964). Dette angir en minimumsalder for når den nordligste del av Nøtterøy ble isfri. På andre steder er det over ishavsleirene påvist yngre leirer som inneholder mer varmekjære arter av skjell som østers, saueskjell, blåskjell mfl.
Kornstørrelse og sortering varierer en del i hav- og fjordavsetningene. Vekslende lag av leirig silt, silt og siltig sand med enkelte isdroppete steiner og blokker er vanlig i ishavsleirene. De yngre leirene er preget av landhevningen og har en lagfølge som blir grovere oppover etterhvert som havet ble grunnere og sedimentasjonsforholdene på bunnen mindre rolige.

Strandavsetning

Strandavsetninger dannet ved utvasking av bølger og strømmer i strandsonen under landhevningen, er meget utbredt i området. Dette skyldes den utsatte beliggenhet og sterke eksponering ut mot havet. Strandavsetningene ligger som et mer eller mindre tykt dekke over det meste av hav- og fjordavsetningene. Tykkest er lagene i forsenkningene nærmest fjellknausene hvor mektigheten kan nå opp i flere meter. Lag av skjellsand fins ofte i strandavsetningene over den marine leiren.
Bølgeaktiviteten var spesielt stor da landet steg opp av havet og lå i brenningssonen. Kollene og høydedragene var mest utsatt for bølgevasking og ble stort sett renvasket for løsmasser. Selv store steiner og blokker ble skylt vekk og transportert ned i forsenkningene. Is dannet i strandsonen i vinterhalvåret har trolig vært en viktig medvirkende årsak til denne transporten. Det groveste materialet ble avsatt nærmest fjellryggene med gradvis finere materiale utover (Fig. 5). Den kraftige utvaskingen i brenningssonen, spesielt under storstormer, førte mange steder til en rask sammenskylling og -blanding av både grovt og fint materiale. Særlig nedenfor koller og knauser hvor det har ligget mye morenemateriale, er det blitt avsatt mye grove og relativt usorterte masser. Gode eksempler på blokkrike og tildels usorterte lag i overflaten er i randmorenesonen på Vasser-Verdens Ende (sørspissen av Tjøme). Skjellsand under stor blokk er her (823492) datert til 4925±70 før nåtid.
Strandvoller er dannet mange steder, særlig på de mest utsatte stedene på Tjøme og Nøtterøy hvor det opprinnelig var mye løsmasser, som f.eks på Sandøya, sørlige del av Vasser, Helgerød (803 483), Torgersøy (857 688) mfl. På Rauøy (967 661) fins det pent utformede strandvoller som hovedsakelig består av stein og blokk.

Hav- og fjordavsetning og strandavsetning, usammenhengende eller tynt dekke over berggrunnen

Slike tynne, usammenhengende avsetninger fins på steder hvor størstedelen av løsmassene er vasket vekk av bølgene, eller at det er avsatt lite strandmateriale. Den gjennomsnittlige tykkelsen er liten, men i forsenkninger kan dybden være flere meter.

Vindavsetning

På den nordlige del av Sandøy (840 505) er det avsatt vindblåst finsand i dyner. Vindavsetningene ligger som et teppe over strandavsetningene som er opphavsmateriale til flyvesanden.
Tykkelsen kan være over 3 meter.

Forvitringsmateriale

Forvitringsmateriale er dannet ved mekanisk eller kjemisk nedbrytning av berggrunnen på stedet. Larvikitt og syenitt som dekker Tjøme og Nøtterøy, forvitrer vanligvis til et grusig- sandig materiale. Det er sparsomt med forvitringsmateriale i det kartlagte området. Bare i enkelte svakhetssoner er det observert forvitring som lokalt kan gå flere meter dypt. Dette er vanskelig å avgrense på kartet og er derfor bare avmerket noen få steder med bokstavsymbolet F.

Torv og myr

Torv og myr er brukt om torvjordarter med større tykkelse enn 0,3 m. Myrene ligger hovedsakelig i de mange forsenkninger og bassenger i området, og de fleste er i dag oppdyrket. Myrene ligger vanligvis på et tynt lag av finkornige hav- og fjordavsetninger. Dybden av myrene er normalt 1-3 m.

Fyllmasse

Fyllmasse er brukt om steintipper og andre fyllinger i forbindelse med bebyggelse og industri. De største områdene med fyllmasser ligger i tilknytning til Tønsberg by i den nordlige del av Nøtterøy kommune.

Bart fjell

Bart fjell omfatter de fleste kollene og fjellryggene innenfor kartbladet. Skjærgården med de mange holmer og små øyer er stort sett renvasket for løsmasser.

Generelt om bruken av kartet i arealplanlegging og ressursplanlegging.
Eksempler på løsmassenes anvendelse

En forsvarlig vurdering av arealbruk i planleggingssammenheng krever bl.a. inngående kjennskap til løsmassene. Løsmassenes bruksegenskaper avhenger av flere faktorer. De enkelte partiklene kan bestå av bergartsstykker, mineraler eller organisk materiale. Partiklenes kornstørrelse, kornform og forvitringsgrad er av stor betydning for bruksegenskapene. I tillegg virker løsmassenes mektighet, pakningsgrad og bæreevne og de hydrologiske forhold inn på anvendelsesmulighetene. For å få god oversikt over alle disse faktorene betydning er det som regel nødvendig med oppfølgende detaljundersøkelser.

Landbruk

Bare 3% av Norges landareal er dyrket, og beregninger går ut på at vi har omtrent like lite dyrkingsreserver. Størsteparten av de dyrkbare områdene er i dag høyproduktive skogsarealer. De rikeste jordbruksdistriktene ligger i områder med sammenhengende eller tykt løsmassedekke. Finstoffrike løsmasser har best evne til å holde på fuktighet og plantenæringsstoffer. Under marin grense er finkornige hav- og fjordavsetninger de viktigste. Elveslettene har ofte et lag av finkornet flom-materiale øverst som også gir gode dyrkingsmuligheter. Myrene i lavlandet egner seg godt til oppdyrking når de ligger over andre gunstige løsmasser, som f.eks. silt- og leirsedimenter.
På kartblad Tjøme ligger mye av dyrkningsjorda på strandsand med finkornige hav- og fjordavsetninger under.

Byggegrunn

Løsmassene er vår mest benyttede byggegrunn. Grunnforholdene varierer meget, og brukbarheten som byggegrunn er særlig avhengig av løsmassenes tykkelse, telefarlighet, bæreevne, stabilitet og dreneringsforhold. Telefare er begrenset til silt- og finsandrike løsmassetyper. Morenemateriale og grovere sorterte avsetninger som f.eks. breelvavsetninger er normalt gode fundamenter for bebyggelse, veibygging m.m. Finkornige avsetninger som hav- og fjordavsetninger er ofte ustabile og særlig utsatt for utglidninger i skråninger og erosjonskanter. I områder med kvikkleire kan erosjon, gravearbeid og tunge belastninger føre til store leirskred. Tung belastning på markoverflaten vil dessuten føre til setninger i leirmassene. I myr er setningsproblemene særlig store. Ved konkrete utbyggingsprosjekter vil kvartærgeologiske kart ikke erstatte grunnundersøkelser. De kan imidlertid brukes på planstadiet til å avgrense mulige områder med dårlig byggegrunn der detaljundersøkelser er nødvendige.

Byggeråstoff

Løsmasser er et viktig råstoff for bygge- og anleggsvirksomhet. Det mest brukte byggeråstoffet er sand og grus som hovedsaklig går til betong- og veiformål. Brukbare forekomster fins i breelv-, elve- og strandavsetninger. På kartblad Tjøme er det bare strandavsetningene som lokalt har vært aktuelle til slike formål. Vanligvis er imidlertid slike forekomster for små og av for dårlig kvalitet til at de er av interesse for mer omfattende bruk som byggeråstoff.
Sand- og grusforekomstene i Vestfold er kartlagt i forbindelse med Grusregisteret, som gir en oversikt over ressursenes størrelse og kvalitet og inneholder en del opplysninger om de enkelte forekomstene (Olsen og Lie 1985). Data fra Grusregisteret kan innhentes hos Statens kartverk, Fylkeskartkontoret i Vestfold eller Norges geologiske undesøkelse, Trondheim.

Grunnvann i løsmasser

Under grunnvannsspeilet er alle hulrom (porene) mellom partiklene i løsavsetningene fylt med vann. Om en avsetning er egnet for grunnvannsuttak, er bestemt av grunnvannsspeilets beliggenhet og løsmassenes effektive porøsitet (hvor mye vann en avsetning kan inneholde) og permeabilitet (avsetningens evne til å slippe vann gjennom). Løsmassenes bergarts- og mineralinnhold er viktig for grunnvannets kvalitet. Jerninnholdet er en betydningsfull faktor for vannets kvalitet. Saltinnholdet kan være høyt i grunnvann som har vært i kontakt med hav- og fjordavsetninger.
Gunstig effektiv porøsitet og permeabilitet for uttak av vann forekommer normalt i sorterte og ikke for finkornige breelv- og elveavsetninger. De største uttakbare grunnvannsmagasiner fins i forekomster hvor grunnvannet står i forbindelse med store vassdrag. Tykke strandavsetninger kan lokalt gi noe vann, da det ved overgangen til finkornige hav- og fjordavsetninger kan dannes kilder. Hav- og fjordavsetningene er for lite permeabel til uttak av vann. Imidlertid vil disse avsetningene på overgangen mot fjell ofte ha et grovere lag av sand, grus og stein som kan gi noe grunnvann til enkelthus. Oppfølgende undersøkelser er nødvendig for å klargjøre vannets kvalitet og uttakbar mengde, og for lokalisering av brønner.

Avfallsdeponering. Infiltrasjon av avløpsvann

Prinsipielt kan to metoder benyttes: Infiltrasjon i porøse masser eller kontrollert avrenning på tette masser. Ved infiltrasjon benytter en seg av massenes evne til å binde enkelte kjemiske stoffer og å filtrere bort partikler som fins i avløpsvann. Det foregår også en biologisk nedbryting og omsetning av organisk materiale. Allerede ved korte oppholdstider i løsmasser vil bakterieinnholdet i utslipp kunne reduseres vesentlig. Løsmassene bør ha stor tykkelse, tilstrekkelig utbredelse og gunstig permeabilitet. Grunnvannsspeilet bør ligge dypt og med minst mulig gradient. Avstanden fra deponeringssted til åpent vann og grunnvannsbrønner må være over en viss grense, avhengig av bl.a. løsmassenes kornstørrelse og lagdeling. De beste masser vi kjenner for infiltrasjon, er sorterte sand- og grusavsetninger. Strandavsetningene på kartblad Tjøme kan gi muligheter for infiltrasjon av avløpsvann for enkelthus.

Naturvern-fredning

Det er økende interesse og behov for sikring av verneverdig natur. Dette gjelder ikke minst løsmassene, ut fra følgende målsetninger:
- Å sikre områder eller objekter som dokumentasjon av Norges kvartærhistorie for bruk i undervisning og naturvitenskapelig forskning
- å verne sjelden og egenartet natur
- å verne verdifulle friluftområder.

Fig. 1. Isens utbredelse under tre forskjellige faser i siste del av siste istid.

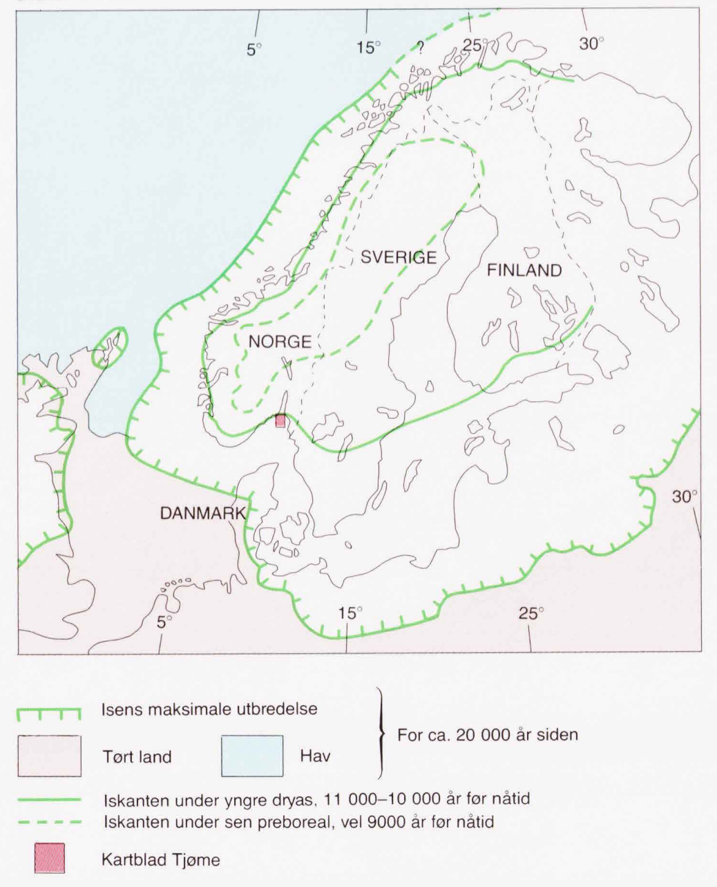

5°
15°
25°
30°
SVERIGE
FINLAND
NORGE
DANMARK
30°
5°
15°
25°
Isens maksimale utbredelse
Tørt land
Hav
For ca. 20 000 år siden
Iskanten under yngre dryas. 11 000–10 000 år før nåtid
Iskanten under sen preboreal, vel 9000 år før nåtid
Kartblad Tjøme

Fig. 2. Berggrunnsgeologisk oversiktskart
Forenklet etter Larsen m.fl. (1978) og Trønnes (1981). Kartblad Tjøme er innrammet.

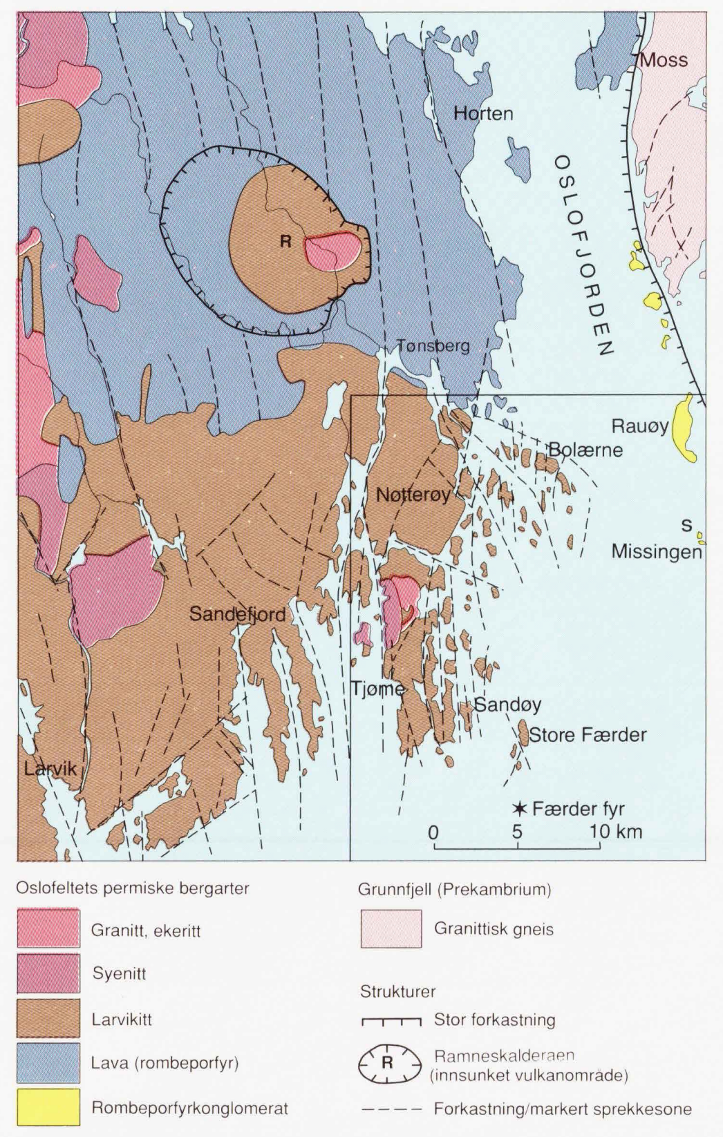
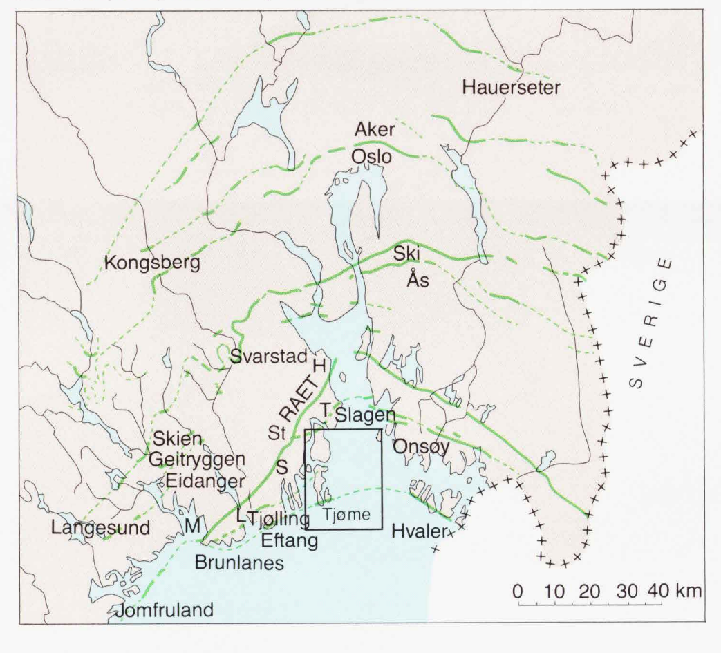


Fig. 3. Isavsmeltningsforløpet i Oslofjordområdet.
Modifisert etter Sørensen (1979, 1983), Bergstrøm (1988) og Klakegg og Sørensen (1990). Kartblad Tjøme er innrammet.

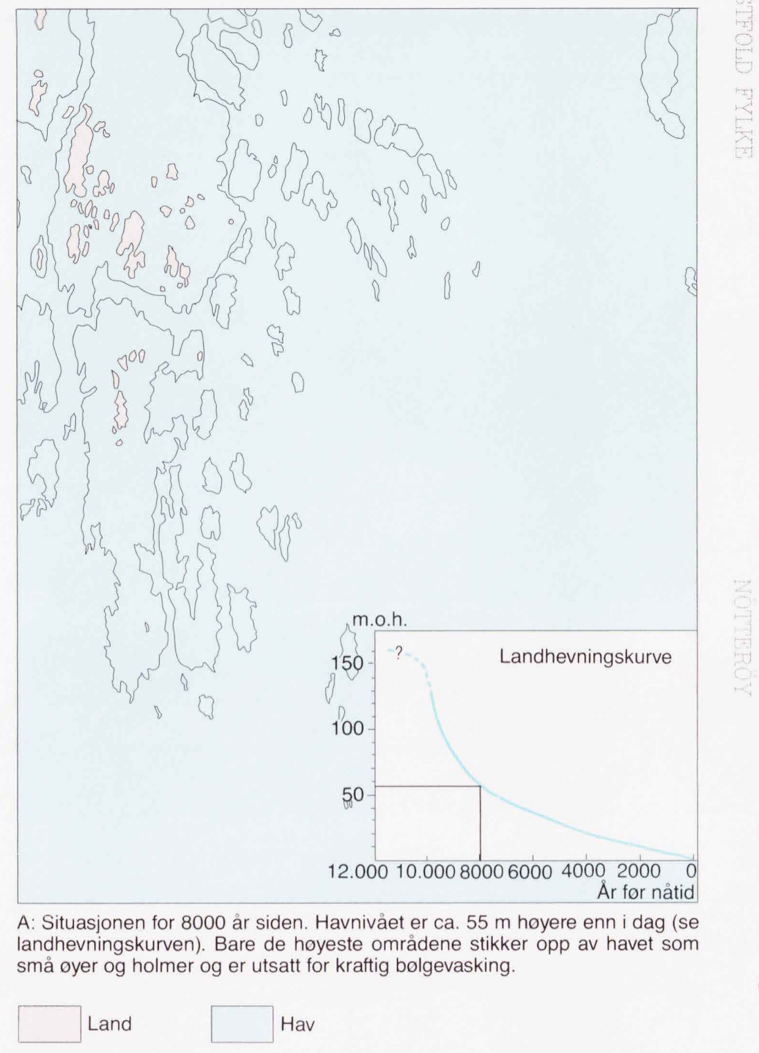


M = Mølen
T = Tønsberg
S = Sandefjord
St = Stokke
H = Horten
L = Larvik

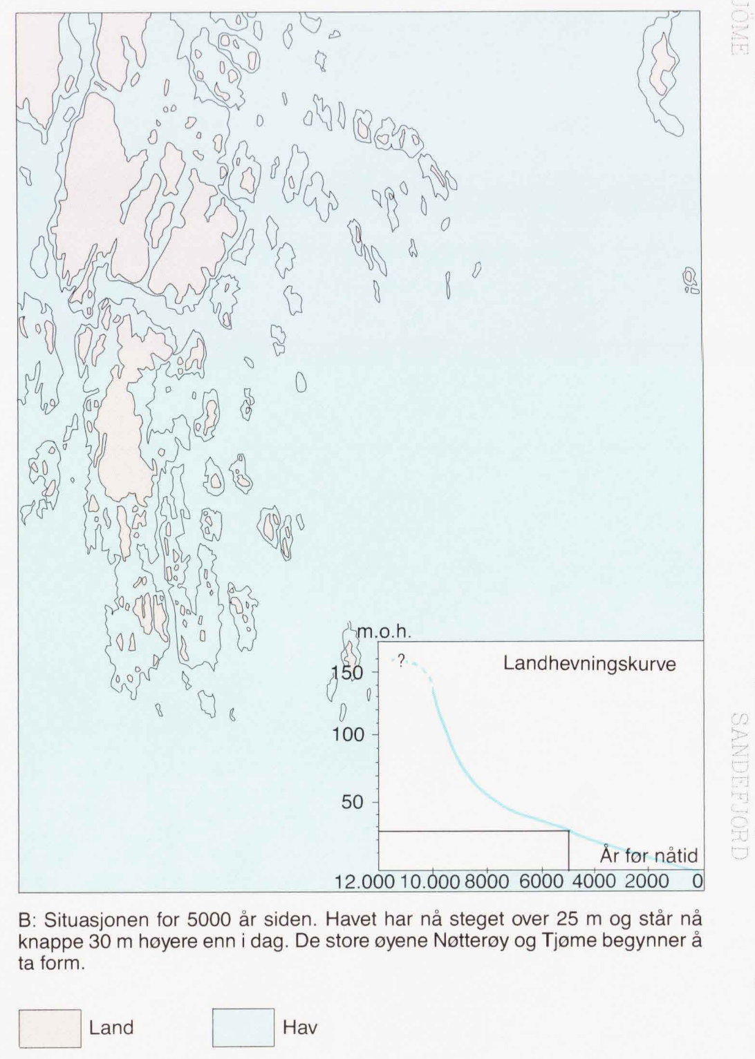
Litteratur

Augedal, H.O. og Olsen, K.S. 1982: Kvartærgeologi og arealbruk. Veiledning i bruk av kvartærgeologiske kart. Prosjekt Temakart, Telemark. *Fylkeskartkontoret i Telemark. Arbeidsrapport nr. 10*, 16 s.
Bergstrøm, B. 1988: Siljan. Kvartærgeologisk kart 1713 I–M 1:50 000. Beskrivelse. *Norges geologiske undersøkelse, Skrifter 86, 1–44.*
Brøgger, W.C. 1901: Om de senglaciale og de postglaciale nivåforandringer i Kristianiafeltet. *Norges geologiske undersøkelse 31*, 731 s.
Feyling-Hanssen, R.W. 1964: A Late Quaternary Correlation Chart for Norway. *Norges geologiske undersøkelse 223*, 67-91.
Henningsmoen, K. 1979: En karbondatert strandforskyvningskurve fra søndre Vestfold. *Fortiden i søkelyset*. Laboratoriet for Radiologisk Datering, 239-247.
Klakegg, O. og Sørensen, R. 1991: Horten. Kvartærgeologisk kart 1813 I - M 1:50 000. Beskrivelse. *Norges geologiske undersøkelse.*
Larsen, B.T., Ramberg, I.B. og Jensen, E.S. 1978: Central Part of the Oslofjord. In: Dons, J.A. og Larsen, B.T. (red.): The Oslo Paleorift. A review and guide to excursion. *Norges geologiske undersøkelse 337*, s. 105-124.
Olsen, K.S. og Lie, K.T. 1985: Grusregisteret for Vestfold. *Fylkeskartkontoret i Vestfold*, 1-31.
Sørensen, R. 1979: Late Weichselian deglaciation in the Oslofjord area, south Norway. *Boreas 8*, 241-246.
Sørensen, R. 1980: Geologien i Vestfold. Bygd og by i Norge, Vestfold. *Gyldendal Norsk Forlag*,122-151.
Sørensen, R. 1983: Glacial deposits in the Oslofjord area. *In*: Ehlers,J.(red.): *Glacial deposits in North-West Europe*,19-28. A.A. Balkema, Rotterdam.
Sørensen, R., Dahl, Å. og Olsen, K.S. (under arbeid): Sandefjord og Holmestrand. Kvartærgeologiske kart 1813 III og 1813 IV - M 1:50 000. Beskrivelse. *Norges geologiske undersøkelse, Skrifter.*
Trønnes, R. 1981: Intrusivkomplekset på Tjøme - et område med sterkt differensierte peralkine bergarter, Oslofeltet. *NGU-rapport nr. 1800/77A*
Vorren, T.O. 1977: Weichselian ice movement in South Norway and adjacent areas. *Boreas 6*, 247-258.

Fig. 4. Den kvartærgeologiske utviklingen innen kartblad Tjøme etter isavsmeltningen.
Innfelt er landhevningskurven for området som er modifisert etter Henningsmoen (1979).

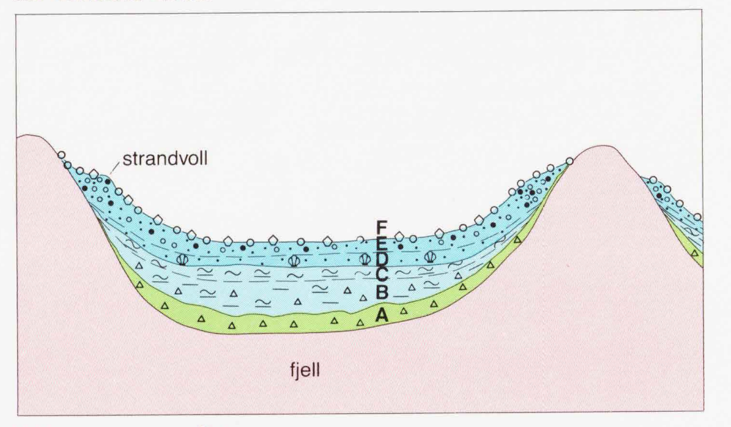


A: Situasjonen for 8000 år siden. Havnivået er ca. 55 m høyere enn i dag (se landhevningskurven). Bare de høyeste områdene stikker opp av havet som små øyer og holmer og er utsatt for kraftig bølgevasking.



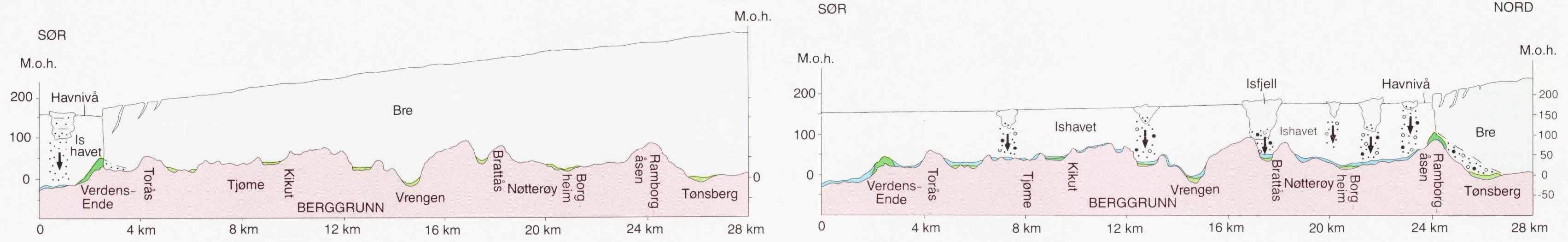
B: Situasjonen for 5000 år siden. Havet har nå steget over 25 m og står nå knappe 30 m høyere enn i dag. De store øyene Nøtterøy og Tjøme begynner å ta form.

Fig. 5. Prinsippskisse av lagfølgen i randmorenesonen på Vasser-Verdens Ende.



F: Torv og myr i overflaten
E: Strandavsetninger med mye grovt materiale (store stein og blokk) i overflaten. Bergknausene ble reinvasket for jord (morene) da de steg opp av havet og bølgeaktiviteten var størst. Det groveste materialet ble liggende nærmest knausene. Enkelte store steiner og blokker fins også spredt utover overflaten av de mer finkornige, sentrale partier av bassengene.
D: Strandavsetninger, ofte med skjellsandlag, dannet under oppgrunningen med økende bølgeerosjon. Materialet blir grovere oppover i lagfølgen.
C: Hav- og fjordavsetninger med silt og leir, dannet under rolige forhold på forholdsvis dypt vann.
B: Ishavsleire med isdroppet stein og blokk, avsatt under brenære forhold.
A: Morenemateriale avsatt i israndsonen, ofte direkte på berggrunnen. Også bergknausene var mer eller mindre dekket av morenemateriale, før bølgevaskingen skyllet det meste ned i forsenkningene.

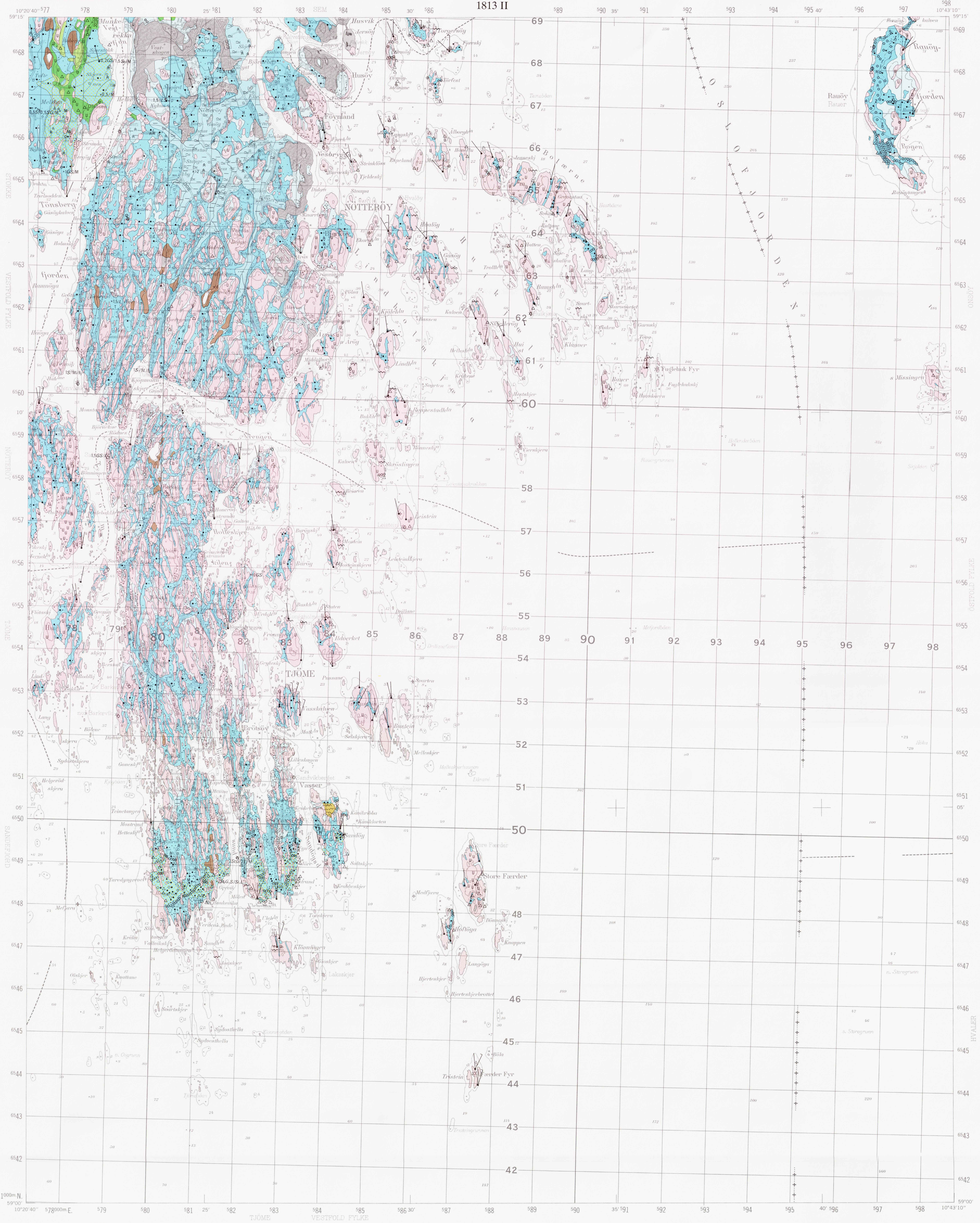
Fig. 6. Oppkalving av breen med stillstand og tilbaketrekking av fronten på Tjøme-Nøtterøy.



A: Oppkalving av breen til Verdens Ende-Vasser. Fronten blir hengende på den sørlige kanten av Tjøme og randmorener dannes.

B: Tilbaketrekking av brefronten med stillstand ved Tønsberg (Rambergåsen) og nye randmorener dannes. Drivende isfjell dropper grovt materiale i de finkornige havavsetningene (ishavsleirene) utenfor fronten.

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TJØME
1813 II
KVARTÆRGEOLOGISK KART 1:50.000



KVARTÆRGEOLOGISK KART 1:50 000

TEGNFORKLARING
Legend

LØSMASSER
Superficial deposits

- ▨ MORENEMATERIALE, USAMMENHENGENDE ELLER TYNT DEKKE OVER BERGGRUNNEN
  Till, discontinuous or thin cover on bedrock
- ▨ RANDMORENERYGG/RANDMORENEBELTE
  Marginal moraine/zone of marginal moraines
- ▨ ANTATT UTBREDELSE AV RANDMORENE, OVERDEKT AV YNGRE AVSETNINGER
  Supposed extent of marginal moraine, overlain by younger deposits
- ▨ HAV- OG FJORDAVSETNING, SAMMENHENGENDE DEKKE, OFTE MED STOR MEKTIGHET
  Marine deposit (excluding shore deposit), continuous cover, often of great thickness.
- ▨ MARIN STRANDAVSETNING, SAMMENHENGENDE DEKKE
  Marine shore deposit, continuous cover
- ▨ HAV- OG FJORDAVSETNING OG STRANDAVSETNING, USAMMENHENGENDE ELLER TYNT DEKKE OVER BERGGRUNNEN
  Marine deposit, discontinuous or thin cover on bedrock
- ▨ VINDAVSETNING (EOLISK AVSETNING)
  Eolian deposit
- ▨ TORV OG MYR (ORGANISK MATERIALE)
  Peat and bog (organic material)
- ▨ FYLLMASSE (ANTROPOGENT MATERIALE)
  Anthropogenic material

BART FJELL
Exposed bedrock

- ▨ BART FJELL
  Exposed bedrock
- ^ LITEN FJELLBLOTNING
  Small exposure of bedrock

SMÅ ELLER VANSKELIG AVGRENSBARE AVSETNINGER I OMRÅDER DOMINERT AV ANDRE LØSMASSER/BART FJELL
Sporadic deposits in areas dominated by other superficial deposits or exposed bedrock

- M MORENEMATERIALE
  Till
- H HAV- OG FJORDAVSETNING
  Marine deposit
- U MARIN STRANDAVSETNING
  Marine shore deposit
- VINDAVSETNING
  Eolian deposit
- F FORVITRINGSMATERIALE
  Weathered material
- T TORV OG MYR
  Peat and bog
- Z FYLLMASSER
  Anthropogenic material

KORNSTØRRELSE
Grain size

○ ○ ○	BLOKK Boulder	(Bl)	> 256 mm
○ ○ ○	STEIN Cobble	(St)	256 mm - 64 mm
• • •	GRUS Gravel	(G)	64 mm - 2 mm
· · ·	SAND Sand	(S)	2 mm - 0.063 mm
— — —	SILT Silt	(Si)	0,063 mm - 0,002 mm
~ ~ ~	LEIR Clay	(L)	< 0,002 mm

Symbolene brukes enkeltvis når en fraksjon utgjør mer enn 80%. Sammensatte symboler brukes når flere fraksjoner inngår med mer enn 10%, hovedfraksjonen blir angitt sist.

The symbols are employed individually when one fraction exceeds 80%. Combined symbols are used when several fractions exceed 10%, the largest fraction being indicated last.

EKSEMPLER
Examples

- • • GRUS *(G)* MER ENN 80%
  Gravel *(G)* more than 80%
- ·• ·• SANDIG GRUS *(SG)*. MEST GRUS, SAND MER ENN 10%
  Sandy gravel *(SG)*. Most gravel, sand exceeds 10%
- •· •· GRUSIG SAND *(GS)*. MEST SAND, GRUS MER ENN 10%
  Gravelly sand *(GS)*. Most sand, gravel exceeds 10%
- ≃ ≃ LEIRIG SILT *(LSi)*. MEST SILT, LEIR MER ENN 10%
  Clayey silt *(LSi)*. Most silt, clay exceeds 10%

MEKTIGHET OG LAGFØLGE
Thickness and stratigraphy

(SYMBOLER FOR AVSETNINGSTYPE OG KORNSTØRRELSE ER VIST OVENFOR)
(Symbols for sediment types and grain size are shown above)

EKSEMPLER
Examples

×3	DEN KARTLAGTE AVSETNINGEN ER 3 M MEKTIG The thickness of the mapped deposit is 3 m
×>2	MEKTIGHETEN TIL DEN KARTLAGTE AVSETNINGEN ER STØRRE ENN 2 M The thickness of the mapped deposit exceeds 2 m
×1S/3SG/Fj	DEN KARTLAGTE AVSETNINGEN BESTÅR AV 1 M SAND, UNDER ER DET 3 M SANDIG GRUS OVER FJELL The mapped deposit consists of 1 m sand; which is underlain by 3 m of sandy gravel on bedrock
×2/5B/>1M	DEN KARTLAGTE AVSETNINGEN ER 2 M MEKTIG, UNDER ER DET EN 5 M MEKTIG BREELVAVSETNING OVER MORENEMATERIALE SOM ER MER ENN 1 M MEKTIG The mapped deposit is 2 m thick; this is underlain by a glaciofluvial deposit of 5 m over till which exceeds a thickness of 1 m

ISBEVEGELSESRETNING
Direction of ice movement

- —• ISSKURINGSSTRIPE, BEVEGELSE MOT OBSERVASJONSPUNKTET
  Glacial striation, movement towards the observation point
- KRYSSENDE ISSKURINGSSTRIPER, ØKENDE ANTALL HAKER MED ØKENDE RELATIV ALDER. RELATIV ALDER IKKE FASTLAGT: o——•
  Crossing glacial striations, increasing number of ticks indicate increasing relative age. Relative age undetermined: o——•
- ISSKURINGSSTRIPER INNENFOR SEKTOREN
  Glacial striation within the sector

OVERFLATEFORMER
Surface morphology

- oooooooo STRANDVOLL
  Beach ridge
- STRANDLINJE I LØSMASSER
  Shoreline cut in superficial deposits
- ϕ RAUKE
  Stack
- LITEN FLYGESANDDYNE
  Small sand dune
- JETTEGRYTE
  Pothole
- PLASTISKE FORMER I FJELLOVERFLATEN
  Plastically moulded bedrock surface

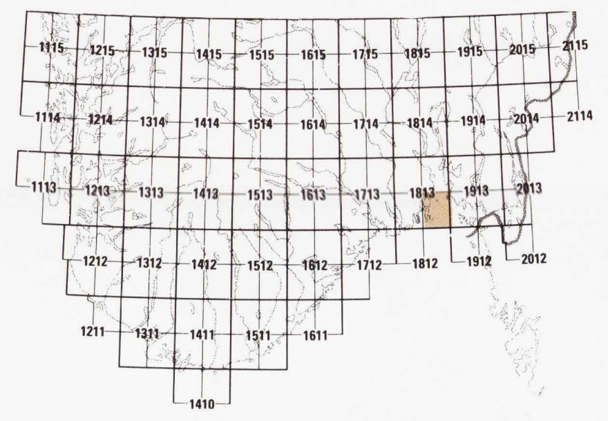
ANDRE SYMBOLER
Other symbols

- △ HØYT BLOKKINNHOLD I OVERFLATEN
  High frequency of boulders on the surface
- ⊙ STOR BLOKK (> 10 m³)
  Large boulder (> 10 m³)
- SKJELLOKALITET
  Shell locality
- MASSETAK, NEDLAGT ELLER SPORADISK I DRIFT
  Gravel pit, worked out or sporadically in operation

SUPPLERENDE UNDERSØKELSER AV LØSMASSENE
Supplementary investigations of the superficial deposits

- RADIOKARBON-DATERING
  Radiocarbon dating

Kvartærgeologisk kartlagt i 1989. Feltarbeidet er utført av Bjørn Bergstrøm, Anne Elgersma, Astrid Lyså, Knut Sophus Olsen og Rolf Sørensen. Tjøme og størstedelen av Nøtterøy er tidligere kartlagt av K. Sophus Olsen, dels i målestokk 1:10 000 og dels i målestokk 1:80 000. Mange av øyene i Oslofjorden utenfor Tjøme og Nøtterøy er sammentegnet på grunnlag av eldre kartlegging av R. Sørensen.



KARTBLADINNDELING
Location diagram

BRUK AV UTM RUTENETT FOR REFERANSEPUNKTER
Instruction in using UTM grid for reference points

SONEBELTE GRID ZONE DESIGNATION	KARTREFERANSE 100 M-RUTE	EKSEMPEL: SAMPLE POINT SAG			TO GIVE A STANDARD REFERENCE ON THIS SHEET TO NEAREST 100 METERS
32 V	100-km rute (jfr. fig. til venstre)	NL			Read letters identifying 100.000 meter square in which the point lies
100 KM-RUTE 100.000 M SQUARE IDENTIFICATION	Første rutelinje til venstre for punktet. Avstand derifrå i tideler av ruta		77 1		Locate first VERTICAL grid line to LEFT of point and read LARGE figures labeling the line either in the top or bottom margin, or on the line itself. Estimate tenths from grid line to point
NL	Første rutelinje under punktet. Avstand derifrå i tideler av ruta			66 5	Locate First HORIZONTAL grid line BELOW point and read LARGE figures labeling the line either in the left or right margin, or on the line itself. Estimate tenths from grid line to point
	RUTETILVISING	NL771665			SAMPLE REFERENCE
	Det er 18 til neste punkt med lik tilvising. Referanse til SONEBELTE gjør tilvisinga fullstendig	32VNL771665			If reporting beyond 18 in any direction, prefix Grid Zone Designation
	SMÅ rutetal gir full koordinat. Bruk bare STORE tal i tilvisinga	6541000			IGNORE the SMALLER figures of any grid number; these are for finding the full coordinates. Use ONLY the LARGER figures of the grid number

Referanse til dette kartet: Bergstrøm, B., Olsen, K.S. og Sørensen, R. 1992: TJØME 1813 II. Kvartærgeologisk kart M 1:50 000, med beskrivelse. Norges geologiske undersøkelse.

Kartgrunnlag : Statens kartverks kart iflg. brukstillatelse
Reprografi : Norges geologiske undersøkelse
Trykk : A/S Adresseavisen, Trondheim 1992

Målestokk 1 : 50000
1 0 1 2 3 4 5 km
Ekvidistanse 20 m