NGU
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE

HALDEN
1913 II

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE

KVARTÆRGEOLOGISK KART 1:50.000

BESKRIVELSE

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

Generell kvartærgeologi

Kvartærgeologi er læren om den yngste geologiske perioden; *kvartærtiden*. Den omfatter de siste 2-3 mill. år av Jordens historie. Løsmassene som er framstilt på det kvartærgeologiske kartet er dannet i siste del av denne perioden. Dette har sammenheng med de store klimasvingninger som skjedde i kvartærtiden med flere istider og varmere *mellomistider*. Under istidene var Nord-Europa dekket av mektige isbreer; Fig.1. Forholdene var omtrent som på Grønland og Antarktis i dag. Store mengder løsmasser ble produsert både foran og under isbreene. I de ikke-isdekte områdene skjedde dette mest ved frostforvitring av oppsprukne bare bergflater og ved elvenes graving i fjellgrunnen. Under isbreene fros fjellgrunnen noen steder fast til bunnen av isen. Ettersom fjellgrunnen ble derfor plukket løs etterhvert som ismassene beveget seg framover. Sammen med andre fastfrosne eldre løsmasser gav dette en armering av grus, stein og blokker i isens bunndel. På denne måten ble isen gjort om til et meget effektivt redskap for skuring og graving i underliggende fjellgrunn. Løsmassene ble transportert bort med is og smeltevann, og fordelingen vi finner i dag er resultatet av disse prosessene. Etter at isen smeltet bort, for 8-12.000 år siden, har det bortsett fra myrlandanter og forvitringsmaterialet vært lite nydannelse av løsmasser. Vår bruk av dem må derfor sees i lys av at løsmassene er en ikke- fornybar ressurs.

Det kvartærgeologiske kartets innhold

Et kvartærgeologisk kart i målestokk 1:50.000 er et oversiktskart der områdes dominerende karakter er vist. Det har derfor enkelte ganger vært nødvendig å generalisere. *Grensene*linjene på kartet kan være entydige. Ofte vil en imidlertid i felt se at det er en gradvis overgang fra en avsetningstype til en annen.

Løsmasser

Løsmasser er dannet ved nedknusing av det faste fjell. De fysiske og tekniske egenskaper er dermed bestemt av *opphavsbergartene* (mineralinnhold) og hvilke *geologiske prosesser* som har virket (korngradering og sortering). De forskjellige fargene på kartet gjenspeiler de geologiske prosessene og forteller derfor mye om løsmassenes generelle egenskaper. Eksempelvis gis alle løsmasser som er transportert og avsatt i havet blå farger. Dette er det dominerende trekk innen kartblad Halden. Løsmasser som er transportert og avsatt av is gis grønne farger. I tillegg brukes en underinndeling etter mektighet ved *hjelp av mark og lys fargetone*. I avsnittene" *Karakteristiske trekk ved områdets dominerende løsmasser*" og "*Kvartærgeologisk utvikling*" er løsmassenes dannelse nærmere omtalt.

Bart fjell

Bart fjell er skilt ut med egen farge når feltene er av tilstrekkelig størrelse. Som bart fjell regnes områder der arealet mangler løsmassedekke, eller hvor dette er svært tynt. Bokstavsymboler og fargerester benyttes i slike tilfeller i tillegg til grunnfargen.

Små eller vanskelig avgrensbare avsetninger i områder dominert av andre løsmasser/bart fjell

Disse avsetningene angis med bokstavsymboler. I områder dominert av andre løsmasser brukes symbolene for avsetninger i overflaten som har for liten mektighet eller er for små til at de kan skilles ut med egen farge, og for avsetninger som er inblandet i den dominerende løsmassetypen. I områder dominert av bart fjell brukes symbolene for løsmasser vesentlig i små forsenkninger og sprekker.

Kornstørrelse

Kornstørrelse for sorterte avsetninger (vann- og vindtransportert materiale) er angitt etter visuell bedømmelse i felt. Det foretas en skjønnsmessig helhetsvurdering, og det er den eller de dominerende kornstørrelser nær markoverflaten som er vist.

Mektighet og lagfølge

Oppfylt det flere avsetningstyper over hverandre i et område, er den overstiggende presentert på kartet med farge såfremt tykkelsen er mer enn 0,5-1,0 m, og den arealmessige utbredelsen er tilstrekkelig.

Isbevegelsesretning

Når isen beveget seg, ble det ofte dannet retningsorienterte formelementer på fjelloverflaten eller i løsmaterialet. Ved å analysere slike spor kan geologen rekonstruere isens bevegelsesretninger. Dette gir verdifulle bidrag til forståelsen av den geologiske utviklingen.

Overflateformer

Det er benyttet en rekke symboler for å uttrykke spesielle overflateformer eller opplysninger av betydning om løsmassene.

Andre symboler

Boringer foretas for å bestemme løsavsetningenes tykkelse og sammensetning for ressurs- eller stabilitetsundersøkelser.

Kort omtale av geologien innen kartblad Halden

Ved lokalitetsangivelser er det i beskrivelsen benyttet kartgrunnlagets UTM-koordinater (6 siffer). Veiledning om bruken av koordinatene finnes i kartrammen. Ved denne angivelsen er lokaliteten fastlagt innenfor en 2x2 mm rute på kartet (100x100 m i terrenget). Referanse til stedsnavn på kartet er normalt gitt til første bokstav i navnet.

Berggrunn og landskap

Kartblad Halden ligger innen det sørost-norske grunnfjellsområdet. De dominerende bergartene er gneiser i nordøst og granitter i nordvest og sørøst. Berggrunnens strøkretning er i hovedsak nord-sør og nordøst-sørvest. Landskapstrekk som smådaler og høydepartier er som regel orientert i disse retningene. Mesteparten av området ligger lavere enn 100 m o.h. De høyestliggende partier innen kartbladet er i øst med Høgås (388 622) som det høyeste punkt på 236 m o.h.

Det mest dominerende landskapstrekk innenfor kartbladet er Raet. Denne løsmasseryggen går gjennom den nordlige del av kartbladet fra nordvest mot sørøst. Ryggen demmer opp Tvetervatn (281 698), Rokkevatnet (340 655) og Korsvatnet (355 642). En eldre og større utgave av Femsjøen (408 582) ble også demmet av ryggen. Utløpselva fra Femsjøen renner idag delvis på fast fjell. Sør for Raet ligger en annen randavsetning, kjent som Ytterraet eller Onsøy-Borge trinnet. Dette randtrinnet er stedvis oppdelt i flere rygger, opptil 4 i tallet, liggende innenfor hverandre i bekker på opptil 3 km bredde, f.eks. ved Berg kirke (330 579). Utenfor Onsøy-Borge trinnet og mellom dette og Raet ligger store leirsletter med dybder til fell opptil flere titalls meter. Stedvis er det silt og sand som dominerer, som f.eks. på Iddsletta (393 554) sør for Halden. På nordøstsiden av Raet dominerer bart fjell med leire bare i forsenkningene, og for det meste tynne løsmassedekker.

Karakteristiske trekk ved områdets dominerende løsmasser

Randmorenerygg/randmorenebelte

Randmorene betyder som betegnelse på ryggformete israndavsetninger (endemorener) dannet ved breframstøt eller kortvarige stopp under isavsmeltningen. Størrelsen varierer fra småryggder til store endemorener. Avsetningene bestå vesentlig av morenemateriale.

Stedvis opptrer sortert sand og grus i dominans, som f.eks. i Raet ved Femsjøen (408 582) og i Onsøy-Borge trinnet sør for Halden. Det finnes to parallelle randmorener i dette området. Raet er det dominerende landskapstrekk innenfor kartbladet. Omlag 3-7 km lengre mot sør ligger flere mindre rygger og blokkbelter som tilsammen utgjør et randmorenebelte som er noe eldre enn Raet. De geologiske forhold ved dannelsen av disse randmorenene er omtalt senere under avsnittet "*Kvartærgeologisk utvikling*".

Raet utgjør en mer eller mindre sammenhengende morenerygg fra vest for Tvetervatn (281 697) til Femsjøen i sørøst. Underveis er Raet gjennombrutt av flere fjellrygger, som f.eks. ved Tvetervatn og særlig i området sørvest for Høgås (388 622).

Raet er avsatt for ca. 10.700 år siden (Fig. 2) i havet umiddelbart foran iskanten. Ryggen består derfor vesentlig av lagdelt og sortert sand og grus. Senere ble det avsatt finkornige *hav- og fjordavsetninger*, finsand, silt og leir i området. Tilsluitt, da landet hevet seg etter istiden, ble ryggen bølgeskvasket. Dette førte til omlagring av de øverste to-tre meter av det opprinnelige materialet. De fineste partiklene ble fjernet mens sand og grus ble planert utøvet større områder der bl.a. leirer er blitt overdekket. Dette utvaskede materialet er kartlagt som *strandmateriale*. Flere massetak er anlagt i disse avsetningene.

Endel punktobservasjoner på materialtype og dyp er påført. Den generelle tendensen er at selve moreneryggen består av et utvasket grovt topplag på 0.5-2 m. Under ligger materiale typisk for randmorener. Det vil si at stedvis dominerer morenematerialet, mens det andre steder er mest breelvmateriale. Strandmaterialet på ryggens side består av sand med varierende tykkelse, 0.5-4 m, over morenematerialet, silt/leir eller breelvmaterialet.

Onsøy-Borge trinnet

Denne randsonen framstår hovedsakelig som morenebelter og morenerygger fra Halden og nordvestover. Grus- og sandavsetninger i randsonen dominerer fra Halden og sørøstover, og disse er dels breelvavsetninger (randåser) avsatt foran brekanten og dels strandmaterialer vasket ut fra ryggene. En del av randsonen krysser over Fredriksten festning (375 559), der nesten hele avsetning kan tilskrives strandmaterialer. Ryggformen som krysser gården Nygårdsmoen (289 598) er et eksempel med morene som hovedbestanddel av randavsetningen, mens sand og grus utgjør hovedmaterialet i ryggen ved Ås (394 535). Nøen steder er randsonen representert med blokk i overflaten (f.eks. 408 523). Også ved denne randsonen finnes flere steder morene eller silt/leir under et tynt lag strandsand. Det er rimelig å anta at sandtykkelsene kan være minst 5 meter eller mere på sine steder, og det er forøvrig flere massetak også i dette materialet.

Hav- og fjordavsetninger

Hav- og fjordavsetninger er finkornige løsmasser, i hovedsak leirig silt, (kohesjonsjord) som er bunnfelt i havet mens dette sto høyere enn i dag. Fig. 3. Denne avsetningstypen finnes hovedsakelig sør for Raet, hovedsakelig i forsænkningene i terrenget. Nord for Raet finnes mest tynne og usammenhengende forekomster av havsavsetninger. Slettene umiddelbart sør for randsonen utgjør de tykkeste og største arealene med disse avsetningene. Dybder på minst 10 m er ikke uvanlig. Det er likevel store variasjoner i løsmassetykkelse og oppstikkende fjellknatter er en indikasjon på dette. Omkring randavsetningene er det gjerne et grus- og sandlag på inntil 1-2 m opptil leire og silt. Dette er strandavsetninger som ble vasket utover under landhevningen da havnivået sank i forhold til landet rundt. Hav- og fjordavsetningene kan være stabile masser, men er ofte ustabile og utsatt for utrasninger. I Skjeberg, bl.a. vest for Ingedal kirke (260 622), finnes flere skredgroper fra moderne tid, og så sent som 7. februar 1983 raste 25 mål jord ut i fjorden på gården Strandbekk (223 633) i Skjeberg. Geoteknisk ekspertise bør derfor kontakteS ved mistanke om ustabil grunn eller om det planlegges inngrep i leirområder. Leirskred blir generelt omtalt under avsnittet "*Kvartærgeologisk utvikling*".

Strandavsetninger

Dette er materiale utvasket ved bølge- og strømaktivitet i strandsonen da havet sto høyere enn i dag. Det ligger oftest som et dekke over hav- og fjordavsetninger, men forekommer også direkte på fjell. Kornstørrelse og sortering varierer, men sand og grus er vanligst. Tykkelsen er vanligvis fra en halv til noen få meter. Strandavsetningene består av vasket morene eller breelvmaterialer og fines hovedsakelig omkring randavsetningene.

Elve- og bekkeavsetninger

Elve- og bekkeavsetninger er dannet ved istiden ved at rennende vann har gravd i tidligere avsatt løsmateriale og avsatt dette lenger nede langs vassdraget. Elveavsetninger består hovedsakelig av godt sortert finsand og tildels silt. Avsetningstypen finnes hovedsakelig omkring Tistla som renner fra Femsjøen (407 582) til Iddefjorden gjennom Halden by.

Torv og myr

Torv og myr er brukt som fellesbetegnelse for forekomster av torv, dy og gytje med mektighet større enn ca. 0,3 m. Torv- og myrdannelser finnes i terrengforsenkninger der stillestående vannansamlinger kan finnes. Jordarten ligger for det meste oppå tette løsmassetyper eller i forsenkninger i fjelloverflaten der vannet vanskelig renner vekk, og der hvor grunnvannsspeilet ligger i dagen. Kamhaumyra (355 628) er den største myren i området. Det er ikke foretatt systematisk oppstikking av myrene.

Kvartærgeologisk utvikling

De store klimavariasjonene som har forekommet i kvartærtiden, resulterte i flere istider. I Nord-Europa regner en med at det har vært minst fire istider, sannsynligvis har det vært enda flere. I Norge har en hittil bare funnet spor etter tre istider og to mellomistider. Det er stort sett bare hendelsene under siste istid vi ser spor etter i dag.

Siste istid begynte for ca. 110.000 år siden. Svingninger i klimaet under denne istid førte til at isens utbredelse og tykkelse varierte ganske meget, og det har trolig vært perioder da innlandsisen var nesten borte. Den største utbredelse nådde isen for 18-20.000 år siden da den dekket nesten hele Skandinavia (Fig. 1).

Under avsmeltningen trakk iskanten seg tilbake slik at kyststrokene ble isfrie først. For 10.000-11.000 år siden skjedde en klimaforverring. Dette medførte at løsmaterialer som isen frakket med seg ble avsatt foran iskanten som ryggformete morene- og grusavsetninger. *Onsøy-Borge trinnet* og *Raet*. Raet er mærkt og nesten sammenhengende langs hele norskekysten fra svenskegrensen i Østfold til den russiske grensen i Øst-Finnmark (Fig. 1). Etter dannelsen av Raet foregikk avsmeltningen hurtig, og for ca. 8500 år siden var størstedelen av isen forsvunnet. Siden har det vært generelt mildt klima.

Da isutbredelsen var på det største var istykkelsen kanskje 2- 3000 m på det meste. Tyngden av disse enorme ismassene førte til at jordskorpa ble presset ned flere hundre meter. Da isen smeltet vekk, hevet landet seg igen. På grunn av treghet i jordskorpa har det tatt lang tid å gjenopprette likevekten helt. Selv i dag skjer det en meget langsom heving av landmassen, ca. 3 mm pr. år i Haldenområdet. Landhevningen har ført til at mange områder som under siste isavsmeltning var hav- og fjordbunn nå er blitt tørt land. Det største nivå hvor havet har stått etter at isen smeltet vekk, kalles den *Marine Grense (MG)*. Marin grense i området er omkring 185 m over nåværende havnivå, Fig. 3. Det betyr at omtrent hele området lå under havet da isen var smeltet bort.

Leirskred

Området med leire, hav- og fjordavsetninger kan være utsatt for leirskred. Denne typen løsmasseskred kan deles i to grupper: overflateskred og kvikkleireskred. *Overflateskred* er utglidninger av overflatelaget i bratte skråninger. Når den øverste halve meteren av leira blir vannmettet, kan den gli som en grøt oppå den underliggende, fastere leira. Dette skjer hyppig i forbindelse med mye nedbør, eller i leksesinnga der vannet ikke fosser leire gjør oppå teleslaget. Fenomenet er svært vanlig, men har oftest liten utbredelse. Denne typen leirskred kan betraktes som lite farlig, men kan lokalt skape problemer. *Kvikkleireskred* er oftest langt verre. Slike skred forekommer der saltet fra den opprinnelige stabile saltholdige marine leira er vasket ut. Denne ustabile leira kalles kvikkleire og kvikkleireskred utløses hetid ved at elver og bekker graver i leirmassene, eller i forbindelse med anleggsvirksomhet. Stabilitetsforholdene i leirmassene vil endres, og dersom kvikkleirelommer blir punktert vil de bli flytende når de kommer i bevegelse. Konsekvensene kan bli katastrofale og berøre store områder. Under naturlige forhold er faren for kvikkleireskred relativt liten nåvdyden av raviner eller andre nedskjæringer er mindre enn 10 m. Ved større nedskjæringer vil hyppigheten av kvikkleireskred tilta. For naturlig hellende terreng er faren for kvikkleireskred liten når helningen er mindre enn 1:15.

Grus- og pukkregister

Grus- og pukkregisteret for Østfold fylke er etablert som en del av et landsomfattende EDB- basert register for å gi et grunnlag for en helhetsvurdering av alle interesser knyttet til sand-, grus- og pukkforekomstene. Berggrunnen i Østfold består av gneiser og granitter. Dette er bergarter som normalt gir sand- og grusmaterialer av tilfredsstillende kvalitet. Innenfor kartblad Halden er det registrert 3 pukkverk, 2 av disse er i drift. Det er videre registrert 18 sand- og grusforekomster (NGU rapp. 88.102 og 88.143).

De største sand- og grusreservene finnes i Halden kommune der forekomstene er knyttet til Raet og Onsøy-Borge trinnet. De 2 største forekomstene av sand og grus innenfor kartbladet og innenfor kommunegrensen er Bjørnestad med 4 mill. m^3, hvoravv 10 % er bebygd, og Oreid med 3,4 mill. m^3, der 10 % er bebygd. Det er utarbeidet detaljerte rapporter over alle kommunene. Nærmere opplysninger fås fra NGU.

Eksempler på bruk av kvartærgeologiske kart

Arealplanlegging

Ein forsvarlig vurdering av arealbruk i planleggingssammenheng krever blant annet inngående kjennskap til løsmassene. I en rekke lover, f.eks. bygningslov, jordlov, lov om naturvern og lov om vannforurensning, er det uttrykt at naturforholdene skal tas i betraktning for beslutninger om arealdisponering blir gjort. Kvartærgeologiske kart og beskrivelser, samt eventuelle temakart utarbeidet på basis av disse, gir fundamentale opplysninger om grunnforhold, tilgangen på spesielle ressurser som sand og grus, dyrkingsjord, m.m. Kartene bør anvendes allerede i en tidlig fase av planarbeidet. Dermed vil en i større grad kunne plassere utbyggingsområder slik at en sparer viktige ressurser og unngår dårlig byggegrunn.

Bygge- og anleggsarbeider

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 nødvendig.

Malmleting

Blokkleting, tungmineralanalyser og geokjemiske analyser er vanlig benyttede metoder for malmleting i områder dekket av løsavsetninger. Tolkning av resultatene for å kunne spore tilbake til malmforekomstene i fast fjell krever godt kjennskap til bl.a. løsmassenes lagfølge, transportretning og -lengde.

Vern - fredning

I de senere år har interessen og behovet for sikring av verneverdig natur økt. Dette gjelder også løsmassene, ut fra ønske om å skire områder eller objekter som dokumentasjon av Norges geologiske ressurser for forskning og frilufttsliv.

På grunnlag av kvartærgeologiske kart kan disponering av løsmasser til ulike praktiske formål samordnes med planer for bevaring av verneverdig natur.

Annen bruk

De kvartærgeologiske kartene kan anvendes i forskning og undervisning. Videre er de et veleignet utgangspunkt for spesialundersøkelser, f.eks. i ingeniørgeologi, geoteknikk og grunnvann. De vil også utgjøre et viktig grunnlagsmateriale ved oppbygningen av ressursoversikter og ressursregnskap.

Løsmassenes anvendelse

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 faktorenes 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. Begrepet "dyrkbar jord"ender innhold i takt med den tekniske utvikling, men visse fundamentale data om løsmassene uggar likevel et nødvendig bakgrunnsmaterale for arealplanlegging. Tilstrekkelig jordbypke er en avgjørende forutsetning for dyrking. Dyrket og dyrkbar mark er derfor vesentlig knyttet til arealer med sammenhengende eller tykt løsmassedekke. De rikeste jordbruksdistriktene ligger i områder med finstoffrike løsmasser som har evne til å holde på fuktighet og plantenæringsstoffer. Under marin grense er de finkornige havsavsetningene de viktigste. Over marin grense er morenematerialet viktigst. Grovere sorterte avsetninger, f.eks. elveavsetninger og strandavsetninger er ofte god dyrkingsjord, men er generelt mer tørkesvake og har mindre evne til å holde på plantenæringsstoffene. Elveslettene har ofte et lag av finkornet flommateriale øverst, og disse utgjør betydelige jordbruksarealer. Mer enn halvparten av dyrkingsjorda som den ligger på andre løsmasser. Store deler av våre landarealer har et tynt, usammenhengende løsmassedekke. Generelt er disse grunnlende områdene langt mindre produktive enn områder med sammenhengende dekke. De utnyttes imidlertid til beitemarker og setterdrift, og framtor alt kan de ha stor skogsproduksjon i lavlandet.

Byggegrunn

Løsmassene er vår mest benyttede byggegrunn. Grunnforholdene varierer meget, og brukbarheten som byggegrunn er særlig avhengig av løsmassens tykkelse, telefarlighet, bæreevne, stabilitet og dreneringsforhold. Telefare er begrenset til silt- og finsandrike løsmassetyper. Særlig er breisjø- og innsjøavsetninger (kvabo) utsatt for telehiv. Bunnmorene er også telefarlig når finstoffinnholdet er tilstrekkelig høyt. Avsetninger med god bæreevne og stabilitet tåler store belastninger uten at det oppstår settninger eller utrasninger. Normalt er morenematerialet og grovere sorterte avsetninger som f.eks. breelvavsetninger gode fundamenter for betyggelse, vebbygging 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, graveskred og tunge belastninger føre til store leirskred. Tung belastning på markoverflaten vil dessuten føre til settninger i leirmassene. I myr er settningsproblemene særlig store da torv og gytje har høyt vanninnhold og kan komprimeres sterkt. Senkes grunnvannstanden ved f.eks. drenering, blir det settninger selv om myra ikke belastes.

Byggeråstoff

Sorterte avsetninger er viktige ressurser for bygge- og anleggsvirksomhet. Uttak av sand og grus til betong- og veitormål dominerer. Praktisk uttyttelse av sand- og grusforekomster er avhengig av tilfredsstillende kvalitet og mengde. Brukbare forekomster finnes ofte i breelvavsetninger. Særlig store og vidtge er mange av forekomstene dannet i forbindelse med breerandtrinnene. Andre sorterte avsetninger som elve- og strandavsetninger kan også være viktig ressurser. Det samme gelder sandig/grusig morenemateriale med lite finstoffinnhold. Finstoffholdig bunnmorene med liten evne til å slippe gjennom vann kan være godt egnet som tetningskjerner i jordfyllingsdammer. Leire er et råstoff for teglindustrien og for produksjon av lett betongtilslag, og finnes hovedsakelig i de finkornige hav- og fjordavsetningene.

Grunnvann i løsmasser

Under grunnvannsspeilet er alle hulrom (porene) mellom partiklene i løsavsetningene fyt med vann. Om en avsetning er egnet for grunnvannsuttak er bestemt av grunnvannspeilets beliggenhet og løsmassenes effektive porositet (hvor mye uttagbart vann en avsetnings inneholde) og permeabilitet (avsetningens evne til å slippe vann gjennom). En avsetnings effektive porositet og permeabilitet er bestemt av partiklenes form, størrelse, fordeling og pakning (den geologiske dannelseshistorie). Gunstig effektiv porositet og permeabilitet for uttak av vann forekommer normalt i sorterte og ikke for finkornige breelv- og elvesavsetninger. Mindre grunnvannsuttak kan også skje fra andre løsavsetninger som f.eks. ablasjonsmorene. For at en avsetning skal kunne utnyttes med varige grunnvannsuttak må det dannes nytt grunnvann av akseptabel kvalitet til erstatning for det som tas ut. Dette kan skje ved infiltrasjon fra nedbør, ved at grunnvannet står i forbindelse med vann og vassdrag, eller ved kunstig tilførsel av vann (kunstig infiltrasjon).

Avfallsdeponering

I mange tilfeller er løsmassene godt egnet til deponering av flytende og fast avfall. 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 finnes i avleppsvann. Det foregår også en biologisk nedbrytning og omsetning av organisk materiale. Allerede ved korte oppholdstider i løsmasser vil bakterieinnholdet i utslipp kunne reduseres vesentlig. I praksis vil mange avsetningstyper være egnet for infiltrasjon, men dette er avhengig av hvilken kapasitet det er behov for. Løsmassene bar ha stor tykkelse, tilstrekkelig utbredelse og gunstig permeabilitet. Grunnvannsspeilet bar ligge dypt og med minst mulig gradient. Avstanden fra deponeringsstedet til åpent vann og grunnvannsstrømmer må være over en viss grense, avhengig av bl.a. løsmassenes korngrøtelse og lagdeling. De beste masser vi kjenner for infiltrasjon er sorterte sand- og grusavsetninger. Tette masser som f.eks. enkelte bunnmorener og finkornige havsavsetninger egner seg dårlig på grunn av liten kapasitet. Kontrollert avrenning kan benyttes i områder med tette masser, f.eks. finkornige bunnmorener eller havsavsetninger. Ved hensiktsmessige anleggs- og driftstiltak vil sigevannet kunne samles opp og eventuelt renses.

Litteratur

Aas, G. 1979: Kvikkleireskred. Norske sivilingeniørers forening. Skredfare og arealplanlegging, vurdering av faregrad og sikringstiltak. Kurs Lofthus 1979.

Danielsen, A. 1970: Pollen-analytical Late Quaternary studies in the Ra district of Østfold, Southeast Norway. *Årbok for Univ. i Bergen. Mat.-Naturv. serie 14*. 1969. s. 5-129

Neeb, P.-R. 1988: Grus- og Pukkregisteret i Halden, Skjeberg og Aremark kommuner. *Norges geologiske undersøkelse*, Rapport 88.102

Neeb, P.-R. og Robertsen, K. 1988: Grus- og Pukkregisteret i Østfold. *Norges geologiske undersøkelse, Rapport 88.143*.

Sørensen, R. 1983: *Glacial deposits in the Oslofjord area. I*: Ehlers, J. (ed.): *Glacial deposits in North-West Europe*. s. 19- 28. A.A. Balkema/Rotterdam.

Fig. 1.
Isens utbredelse (A, C) og tykkelse (B) under forskjellige faser av siste istid.
Kartbladet Halden er markert med tykk ramme på Fig. C.

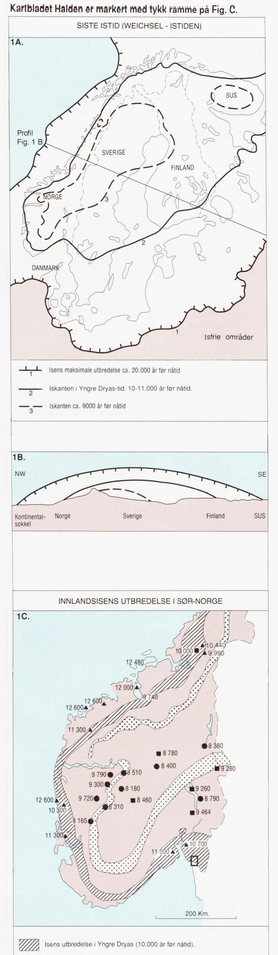
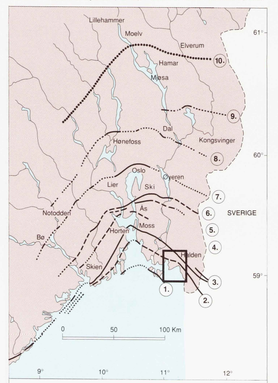


Fig. 2.
Isavsmeltingi i sørøst-Norge.
Randtrinn med omtrentlig alder (^{14}C- år). I hovedsak etter R. Sørensen (1983).



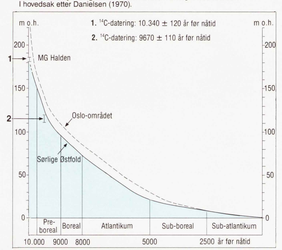
Linje 4-10: Israndtrinn yngre enn Ra-morenene. Iskanten ved Moelv ca. 9.200 år B.P. (Linje 10). MG.

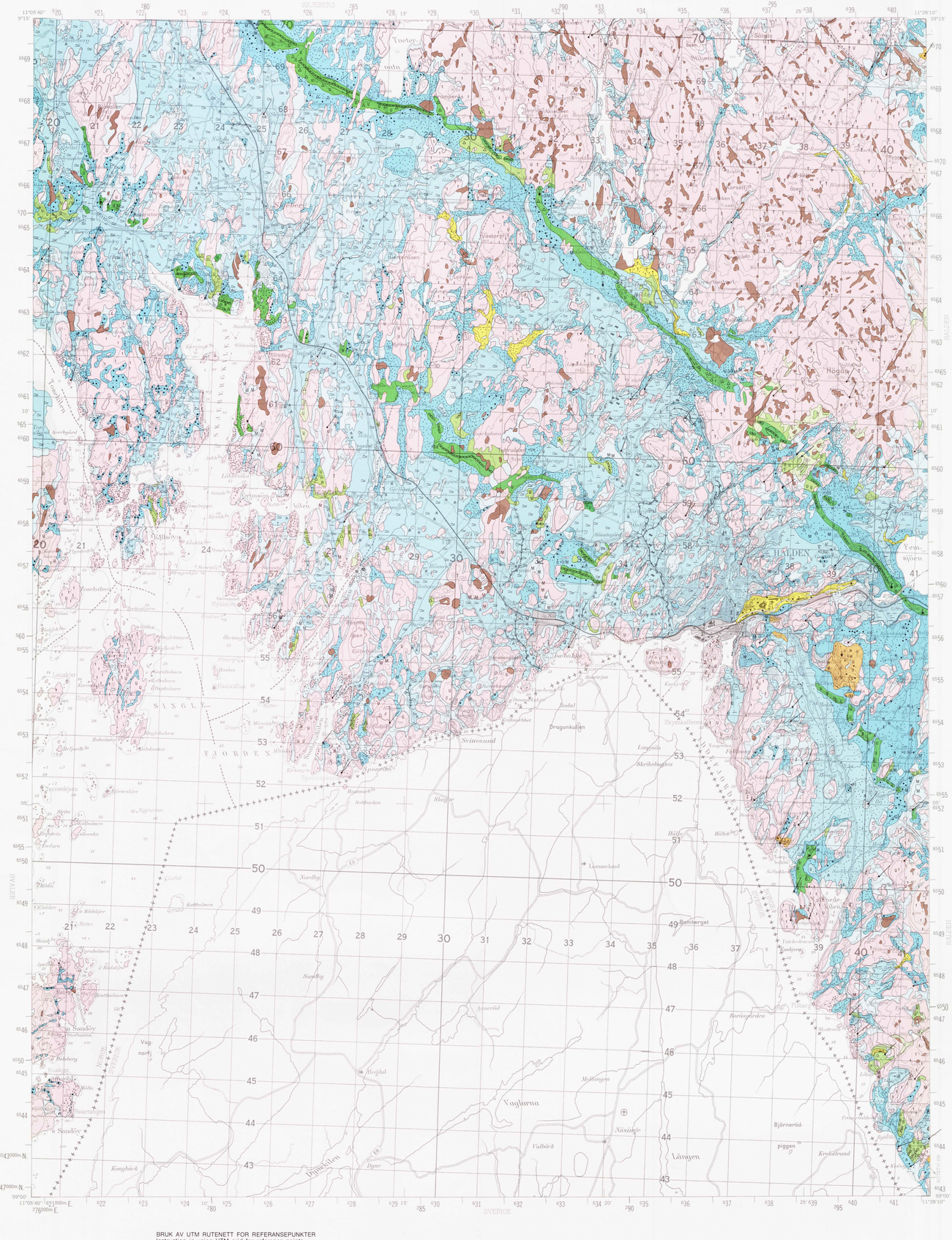
Linje 3: Ra-morenene ble dannet 10.700-11.000 år før nåtid og er det største israndtrinnet i regionen. Morenene er utviklet både over og under marin grense (MG).

Linje 2: Onsøy-Borge morenene ble dannet 11.300 år før nåtid. Disse er betydelig omlagret av havet og består ofte av lave blokkrygger.

Linje 1: Hvaler (-Tjøme) morenene ble dannet 11.800-12.300 år før nåtid. Disse har mange felestrekk med Onsøy-Borge morenene.

Fig. 3.
Strandforskyvning eller havnivåforandring etter istiden.
I hovedsak etter Danielsen (1970).




HALDEN
Tvetervatn
Raet
Femsjøen
Høgås
Bjørnerød
Korsvatnet
Rokkevatnet
Ingedalen
Vaglumyra
Lågen
Skjeberg
Berg kirke
Ingedal kirke
Fredriksten
Iddesletta
Tistla
Iddefjorden
Strandbekk
Nygårdsmoen
Ås
Oreid
Bjørnestad
Onsøy-Borge trinnet
Raet
Ytterraet
Femsjøen
Tvetervatn
Rokkevatnet
Korsvatnet
Ingedal
Vaglumyra
Lågen