NGU
Norges geologiske undersøkelse
Geological Survey of Norway

UTGREIING OM GEOLOGISK KART OVER NOREG - 1:250000 ULSTEINVIK

Ole Lutro, Tove Thorsnes og Einar Tveten

GEOLOGISK OVERSIKT OG UTVEKLINGSHISTORIE

Berggrunnen i kartområdet kan delast i tre geologiske hovuddelar: Ein underliggande **stadeigen** del frå jordas urtid (29-31), ein del som har **kaledonske skuvedekke** med bergartar frå jordas urtid og oldtid (11-18) og ein del med **avsetjingsbergartar** frå jordas middel- og nytid (1-9). Desse siste finst på havbotnen utanfor kysten. Bergartane 19-28 og 10 er førebels ikkje sette inn i dette systemet og utgjer ei fjerde gruppe.

Dei **stadeigne eller nær stadeigne bergartane** har som kjenneteikn at dei utgjer underlaget til skuvedekka, og at ein ikkje har kunna finne skuvedekke på noko lægre nivå. **"Nær stadeige"** underlag innebær at underlaget kan ha vore involvert i mindre jordskorperørsler, men ikkje i dekketransport. I Søraust-Noreg blir det tilsvarande underlaget kalla "grunnfjell". Av historiske grunnar og for ikkje å utelukke ei anna geologisk utviklingshistorie, er omgrepet **"stadeigne eller nær stadeigne bergartar"** nytta i området nordvest for "foldingsgrøften", som er ein regional folde- og forkastings-struktur som strekker seg frå Hardanger om Jotunheimen til Trøndelag. Underlaget er bygt opp av omdanna størkningsbergartar. Det stadeigne underlaget stammar frå ein periode i jorda si historie som strekker seg heilt frå ca. 1600 millionar år attende og fram til ca. 410 millionar år attende. Omdanning og deformasjon skjedde i den kaledonske fjellkjedefoldinga for 500 til 350 millionar år sidan, men truleg også i tidlegare periodar.

Skuvedekka vart skuva på plass under den kaledonske fjellkjedefoldinga, og dei representerer jordskorpeflak frå eit område som den gongen låg nær fjellkjeda. Dei undre dekka er skuva heller korte avstandar, medan dei øvre dekka kan vere skuva fleire hundre kilometer i høve til det stadeigne underlaget. I Noreg blir den kaledonske fjellkjeda inndelt i fire hovudeiningar eller dekkeseriar, og to av desse finst innanfor kartområdet. Bergartane i skuvedekka er omdanna bergartar frå jorda si oldtid og urtid (paleozoikum og prekambrium). Det underste dekket, **Risbergs-dekket** frå den midtre dekkeserien er bygd opp av omdanna størkningsbergartar. I det øvste dekket, **Surnadekket** frå den øvre dekkeserien, finn ein omdanna avsetjingsbergartar og vulkanske bergartar.

Den kaledonske fjellkjedefoldinga skuldast ein kollisjon mellom to gamle kontinent. I denne prosessen vart nokre av skuvedekka saman med underlaget pressa djupt ned i jordskorpa, truleg meir enn 50 km, der temperaturen er rundt 700°C. Høgt trykk og høg temperatur gjorde at bergartane vart rekrystalliserte og det vart danna nye mineral som var tilpassa tilhøva djupt nede i jordskorpa. Seinare har landheving og erosjon førd denne bergarten opp til overflata att utan att dei har blitt omdanna på nytt. Hevinga til område med lågt trykk og låg temperatur har gått føre seg på ein slik måte at høg-gradsminerala ikkje vart omdanna att. Antakeleg av di dei kom relativt fort opp frå djupet.

Avsetjingsbergartane på havbotn utanfor kysten høyrer med til Mørebassenget. Danninga av Mørebassenget har samband med rørsler langs ei forkastingssone som er kalla "Møre - Trøndelag-forkastingskomplekset". Forkastingssona er sett saman av eit innfløkt mønster av enkeltforkastingar med orientering austnordaust-vestsørvest. Utviklinga av forkastingssona starta i den siste fasen av den kaledonske fjellkjedefoldinga i silurisk og devonsk tid. Forkastingsaktiviteten har tatt seg opp att i fleire periodar seinare, særleg i perm- og triastida og seinare i seinjura- og krit-tida. Jordskorperørsler som ein trur starta i tidleg- eller mellomtriastida danna høgdedrag og dalar. Erosjonen sette inn, og i byrjinga vart erosjonsprodukt som sand, grus og leire avleira langs dalføra i trias til tidlegjuraisk tid. Deretter steig havet og dei øvste delane av avsetjingar frå tidlegjura (6) er avsette i eit grunt hav som utvikla seg mellom Noreg og Grønland. I slutten av juratida, byrjinga av krit-tida fikk ein igjen jordskorperørsler som førte med seg at austkanten av Mørebassenget blei heva og utsett for erosjon slik at avsetjingar frå denne tida manglar. I slutten av tidleg krit tok desse rørslene slutt. Havet steig igjen og i seinkrit sokk Mørebassenget jamt inn og avsetjingane (4) dannar eit utjamnande teppe over dei underliggande bergartane. For ca. 55 millionar år sidan, ved inngangen til tertiærtida, byrja Noreg og Grønland å skilje lag, og Norskehavet byrja utvide seg mellom dei to kontinenta. Dette førte med seg heving og erosjon av landområda, og store mengder sand og grus vart frakta ut til kysten og danna delta-avsetjingar (3). I slutten av tertiærtida, i pliocen, steig landet på nytt, og laga med avsetjingsbergartar vart bikka på skrå. For ca 1 millionar år sidan rykte isbreane fram på sokkelen og skrapa vekk dei øvre laga av eldre avsetjingar. Djupnesnittet B - B' - B" viser at jordskorpa med dei eldre, omdanna bergartane frå jorda si oldtid og urtid er påverka av forkastingar og har sokke ned og at avsetjingsbergartar frå jorden si mellomtid (4,5,6) vart avleira skrått mot dei eldre bergartane i aust. Grunnen til at grensene mellom avsetjingsbergartane heller mot vestnordvest, er at Mørebassenget har sokke ned samstundes med at avleiringa held fram og at fastlandet heva seg. Djupnesnittet viser at desse skråstilte laga vart slitne ned (eroderte) før dei kvartære lausmassane (1) vart avsette oppå denne erosjonsflata (vinkeldiskordans). Dei kvartære avsetjingane (1) er berre tekne med på djupneprofilet og ikkje på kartet. Den yngste geologiske hendinga som er vist på kartet er Storeggraset. Det er eit av dei største kjende submarine rasa, og det finst i den nordvestre delen av kartbladet der raskanten er markert. Rasmassane er opptil 450 m tjukke, og har eit volum på omkring 5600 km³. Raset tok med seg avleiringar frå tidrommet tidlegtertiær til kvartær, og utrasinga har truleg skjedd i tre fasar. Den første var for omkring 30000 - 50000 år før notid og dei to siste for 6000 - 8000 år sidan. Den siste rashendinga vart truleg registrert av steinalderfolk langs kysten. I laupet av en halv time fall havnivået til 8 -10 m under det normale, og i den neste timen steig det like mykje over normalt havnivå. Spor etter denne hendinga er funne som kaotiske lag i borkjerner tatt i innsjøar og myrer langs kysten.

BERGARTANE PÅ KARTET

Bergartar frå jorda si urtid, for det meste deformert og omdanna under den kaledonske fjellkjedefoldinga.

Desse bergartane finst i Herøy - Hareid-området. Den mest vanlege bergarten er **gneis, ikkje inndelt, for det meste kvartsdiorittisk til granittisk, nokre stader migmatittisk** (31). Bergartane har stor variasjon i mineralinnhald og utsjånad, men i dei fleste tilfelle er dei gråkvite eller grå av farge og har ei lagvis veksling av lyse og mørke benkar, lag eller "band" som kan vere frå nokre mm til fleire meter tjukke. Dei lyse laga har for det meste *feltspat* og *kvarts,* medan dei mørkare har mykje mørk *glimmer (biotitt)* og noko *hornblende.* Ut frå ei systematisk klassifisering på grunnlag av mineralinnhald, ville dei ulike laga bli kalla diorittt, kvartsdioritt, granodioritt eller granitt. På desse bergartane er det betre å bruke namn på grunnlag av struktur, kornstorleik og tekstur, slik som til dømes **gneis, glimmerskifer** eller **migmatitt.** I tillegg kan ein bruke mineralklassifikasjon. Gneis er ein middels- til grovkorna, omdanna bergart med meir enn 20 % *feltspat.* Minerala er i varierande grad fordelt i band eller lag og er ordna slik at dei lengste kantane og dei største flatene ligg parallelt og gjev ein foliasjon eller lineasjon i bergarten. **Migmatitt** er ein svært "oppblanda" gneis og ser ut som ein delvis oppsmelta og seinare størkna bergart, sjølv om smelting ikkje alltid har vore den einaste aktive prosessen. Ein migmatitt er vanlegvis bygt opp av tre delemne. For det første har vi den opprinnelege gneisen utan teikn til smelting, dernest ein lys, nydanna, delvis oppsmelta og størkna gneis med for det meste *kvarts* og *feltspat* og til sist har vi ein mørk del som er skilt ut frå den delen av den opphavlege gneisen som vart smelta. Det er vanskeleg å avgjere om det har vore smelting eller ei anna form for mobilisering av dei kjemiske komponentane. Dei tre delemna kan gje opphav til fleire strukturar som til dømes vekslande lag, slirer og lommer med nydanna bergart med dei mørke restane perifert eller jamnt fordelt, eller samanhengande, lys, nydanna gneis med inneslutta bitar av dei mørkare delemna. Det kan vere både diffuse og skarpe overgangar mellom dei ulike delane av migmatitten. Forma på strukturane i migmatitten er óg styrt av korleis bergarten vart deformert på den tid migmatitten vart til. Migmatitt finst fleire stader i underlaget, men ikkje over alt. Særleg i dei vestlege områda er migmatitt vanleg, medan gneisen i dei austlege delane av underlaget fleire stader er utan migmatittiske strukturar. Gneisane i det stadeigne underlaget har før omdanninga i dei fleste tilfelle vore djupbergartar av ulike slag. **Gabbro** (30) er forma som tjukke linser eller runde kroppar med storleik på under ein meter og opp til det som er merka av på kartet. Dei er gjerne sett saman av *hornblende* og *plagioklasfeltspat* i kjerna, medan dei ytre delane er omdanna til godt folierte soner med *biotitt, hornblende* og *plagioklasfeltspat,* d.v.s. **amfibolitt. Eklogitt** (29) er ein bergart som inneheld raud *granat* og grøn *pyroksen,* men er utan *feltspat.* Minerala i denne bergarten blir til ved høgt trykk og høg temperatur og er eit prov på at bergarten har vore minst 50 km nede i jordskorpa. I nokre eklogittkroppar er det funne SiO2-mineralet *coesitt.* Dette mineralet tyder på jordskorpedjup på meir enn 100 km. Eklogittane er mange stader omdanna "attende" til ein mørk, hornblenderik bergart (amfibolitt). Dette hende medan bergartane vart brakt oppover til grunnare nivå i jordskorpa der trykket er mindre.

Bergartar frå jorda si urtid og oldtid, med uviss tektonostratigrafisk plassering.

Fleire stader i det stadeigne underlaget er det langstrakte, små og store felt med bergartar som liknar bergartane i nokre av skuvedekka. Sidan skuvedekka er folda saman med underlaget under deformasjonen som gjekk føre seg etter overskuvingane, er det vanskeleg å avgjere om ein skal rekne slike bergartar til skuvedekka eller til underlaget. Gruppa med bergartane 19- 28 er sett opp for å vise bergartar av denne typen. **Biotittholdig granittisk gneis, glimmergneis, kvarts-glimmergneis, augegneis, mange stader migmatittisk, tynne soner med granatamfibolitt, granat-glimmerskifer og anortositt** (28) er bergartar som liknar svært på store delar av (31), og det er nesten umogeleg å definere overgangane mellom dei i felten. Samanlikna med underlagsbergartane i (31) er det her meir granatamfibolitt, granat-glimmerskifer, kvartsitt og anortositt som isolerte små linser og tynne lag. Muskovittgneis (27) er nokså lik bergarten den ligg i, men den inneheld i tillegg ein del muskovitt. **Ultramafisk bergart** (26) er sett saman av minerala *olivin, pyroksen* og *amfibol.* Olivin er somme stader omdanna til *serpentin* og *talk.* Dei finst mange stader som lett synlege, brune eller gulbrune kroppar i den grå gneisen. Fargen skuldast forvitring og på friske flater er fargen mørk grøn eller grågrøn. Går ein nær innpå, ser ein at lagstrukturen og foliasjonen i den omliggande gneisen følgjer grensa rundt kroppane med ultramafisk bergart. Denne bergarten er best kjend frå Almklovdalen der den utgjer grunnlaget for råstoffet til A/S Olivin på Åheim. **Amfibolitt** (25) er kartlagt nokre få stader og er ein mørk, amfibolrik bergart. Nokre stader ligg den sammen med eklogitt og kan være danna frå denne. **Anortositt** (24) er ein bergart samansett nesten berre av *plagioklasfeltspat,* men det finst alltid litt *hornblende, zoisitt, granat* og *olivin.* Den er grå og stadvis svært grovkorna i lite deformert tilstand. Ved Fiskåbygd er det ein anortosittkropp der plagioklaskorna er over 10 cm lange. Dei fleste anortosittane i kartområdet er sterkt deformerte og bergarten er nesten kvit og middelskorna til finkorna. **Eklogitt (23)** er identisk med eklogitt omtalt som bergart 29. **Augegneis, omdanna granittisk bergart (22).** Dette er en raudleg grovkorna bergart som har større raudlege *kalifeltspatkorn,* «auge», i ein meir finkorna grunnmasse av *feltspat, kvarts* og *biotitt.* Denne bergarten har opprinneleg vore ein størkningsbergart. **Kvartsitt (21)** finst i to soner innanfor kartbladet. Begge er tunne, men er lette å observere fordi dei har ein lysare farge enn den omliggande gneisen. Den eine sona ligg i fjellveggen nord for Hoddevik og den andre rett opp for Hundsneset vest for Fiskå. Bergarten inneheld stort sett *kvarts* i tillegg til *muskovitt* og den ved Hundsneset har ein del *feltspat* og er truleg nærare ein arkose i samansetting. **Sillimanittgneis, kvartsrik, stadvis med kyanitt** (20) er ein grå bergart som har ein litt rusten overflatefarge. Overflaten er svært ujamn og full av små linser med *kvarts, glimmer og sillimanitt,* nokre stader også *granat.* **Mylonittisk gneis (19)** finst i to soner. Ei av desse strekker seg frå Kjødepollen og nordover på austsida av fjorden forbi Åheim og til Slagnes. Den andre sona strekker seg frå kartbladgrensa aust for Barmsundet og nordover forbi Selje langs sørvestveggen av Stadlandet til Hoddevik. Denne sona ser ein svært godt på Stadlandet der den ser ut som ein lagdelt bergart som ligg relativt flatt. Bergarten er stort sett finkorna og bygt opp av 1 til 10 mm tjukke lag. I enkelte område har lagdelinga nokså stabil orientering, men inneheld bergarten eklogitt har den folder i komplisert mønster. Eklogitten har vore meir motstandsdyktig mot deformasjon og ligg som små kroppar i gneisen.

Bergartar frå jordas urtid og oldtid overskuva under den kaledonske fjellkjedefoldinga

Risbergsdekket (17-18). Dekket har namn etter Risberget i Oppdalsområdet. Den viktigaste bergarten i dekket er grovkorna **augegneis** (18) med svakt runda, opptil 10 cm store raudlege *kalifeltspat*korn i ein meir finkorna feltspat-kvarts- glimmer bergart (porfyr). Denne bergarten finst ved Kråkenes, på Mehuken og nordvest for Eidså. Liknande augegneisar finst truleg også i underlaget, men vi har her valt å la denne bergarten tilhøyre Risbergsdekket. Ved Kråkenes ligg det ein gabbro samman med augegneisen. Denne gabbroen har *granat* langs *plagioklas*korna og er stadvis omdanna til eklogitt.

Surnadekket (16-24) har namn etter Surnadalen på Nordmøre der bergartane i dette dekket finst best utvikla. Bergartane er omdanna ved middels eller høg temperatur og trykk. Dei sedimentære og vulkanske bergartane i dekket kan ha vore danna utanfor kontinentalsokkelen til det Baltiske kontinentet før den kaledonske fjellkjedefoldinga. **Glimmerskifer, granat-glimmerskifer, glimmergneis og granatamfibolitt** (16) er saman med **amfibolitt, lagdelt amfibolitt, amfibolrik gneis og hornblende-glimmergneis** (13) dei vanlegaste bergartane i dette dekket. I nord på øya Erkna og på Godøya er det tunne soner med granatglimmerskifer. På Vågsøya, sør for Kråkenes er det ein *muskovittrik* glimmerskifer som er inkludert i dette dekket. Bergartssona som inneheld **amfibolitt, lagdelt amfibolitt, amfibolrik gneis og hornblede-glimmergneis** (13) finst i to soner sør på Gurskøya. Dette er for ein stor del mørke bergartar med *amfibol* og *feltspat* som dei viktigaste minerala og nokre stader med ein god del *granat.* **Kvartsitt** (15) finst i ei nokre meter tjukk sone nord på Sandsøya. Den ligg der sammen med amfibolitt og ei tunn marmorsone. **Marmor** (14) finst i nokså tynne soner fleire stader. Den tjukkaste finst ved Breivika søraust for Larsnes der det også er eit marmorbrot. De tunne sonene finst på Voksa, på Sandsøya og frå Gursken austover mot Jøsok. Desse sonene er berre nokre meter mektige. Marmoren er ein grovkrystallin kvit bergart som inneheld nesten berre av *kalkspat.* Det er og ei svært tunn marmorsone saman med amfibolitt på Svinøya, og desse bergartane er lagt inn i Surnadekket som ei forlenging av dekket på Gurskøya. **Eklogitt** (12) er omtala tidligere. Bergarten kan ha dimensjonar frå små linser på mindre enn ein meter og til kroppar på fleire kilometer. Eklogitten ved Ulsteinvik er kalt den største i verda i sitt slag og er lagt i Surnadekket. Dette er gjort fordi det langs kanten ligger glimmerrike bergartar som er svært like nokre av bergartane i Surnadekket. **Ultramafisk bergart; olivinstein, serpentinitt, kleberstein** (11) er ein bergart med overveiende magnesiumrike mineral slik som *olivin, serpentin, talk, magnesitt, antofyllitt, enstatitt, kloritt, flogopitt* og med ein rekke ertsmineraler, særleg *kromitt* og andre mineraler frå *spinellgruppen* samt *kis*

Bergartar frå jorda si middeltid

Avsetjingsergartar frå krit- og juratida (7-9) er konsoliderte sedimentære bergartar, heilt utan omdanning. Det er ikkje funne bergartar frå denne epoken på land eller på øyar i kartområdet. Det er heller ingenting som tyder på at slike bergartar finst i mindre, forkastingsavgrensa blokker i fjordane.

Bergartar frå jorda si nytid

Avsetjingsbergartar frå kvartær- og tertiærtida (1-6) er delvis ukonsoliderte sediment (1) og delvis konsoliderte bergartar (2-6). **Leire, silt, sand, grus, stein og blokk frå kvartærtida** (1) dekker også store deler av landområda.

OMDANNING AV BERGARTENE

Når bergartar vert utsette for endringar i trykk og temperatur, vil også mineralsamansettinga endre seg slik at dei nye minerala er i kjemisk likevekt med dei nye fysiske tilhøva (metamorfose). Dette er nemnt for mange av bergartane over. Dei regionale variasjonane i omdanninga er viktige for å forstå strukturen i jordskorpa. Ved å analysere den kjemiske samansettinga til visse mineral, er det mogleg å komme fram til pålitelege mål for temperatur- og trykktilhøva minerala vart danna under. Som nemnt tidlegare er bergarten eklogitt i seg sjølv ein indikasjon på høgt trykk, og funn av høgtrykksmineralet *coesitt* nokre stader peikar i same retning. For områda rundt Stadlandet tyder mineralanalyser på eit trykk nær 30 000 gangar trykket ved jordoverflata dvs likt med det trykket som er rekna ut til å vere på 100 km djup i jordskorpa.

ALDERSFORHOLD

Bergartar inneheld små mengder radioaktive grunnstoff. Desse vert brotne ned med regelmessig tempo og ved å måle mengda av nedbrytingsproduktet er det mogleg å finne alderen på bergartane. For nokre bergartar i området er det utført slike analyser. Dei eldste bergartane (28 i teiknforklaringa) er fastsett til å vere ca 1760 millionar år gamal. Ein ultramafisk bergart (26) har vist seg å vere 1703 millionar år. Eklogittar som er daterte har aldrar rundt ca 440 til 400 millionar år, det vil seie at desse bergartane er danna under den kaledonske fjellkjedefoldinga. Alderen til opphavsbergarten er ukjent, og det er ikkje slått fast om alle eklogittane har same alder. Bergartene frå jordas middeltid og nytid er datert ved hjelp av fossil og mikrofossil.

STRUKTURAR OG DEFORMASJON

Form og fordeling av bergartssoner og skuvedekka viser den geologiske utviklinga og dei ulike kreftene som har vore aktive i jordskorpa opp gjennom den geologiske historia. Bergartar observert i mikroskop eller i handprøve viser teksturar som foliasjon og lineasjon definert av mineralkorn. Ein har også migmatittstrukturar, mikrofolder, små forkastingar, sprø knusing og andre deformasjonsfenomen. Med alle observasjonane nedteikna på kartet, vil ein få auge på dei store strukturane som folder, større forkastingar og skjærsoner, skuveflak, sprekker og liknande. Ei detaljert analyse av strukturane i kartområdet har ikkje vore gjort, men i samband med kartlegginga har alle målingar av foliasjon, lineasjon og sprekker vore samla i ein database. Dette har gitt eit godt grunnlag for å seie noko om den regionale fordelinga av desse strukturelementa, og dette er vist på kartet ved hjelp av ei tett stipling i bergartane (31) og (28). Eit utval av målingane er framstilt som strøkogfallteikn. Det er berre foliasjon og banding i gneis som er vist på denne måten og det er ikkje gjort noko forsøk på å knyte strukturane til ulike deformasjonsfaser. Innanfor området finst det foliasjon som høyrer til ulike deformasjonsprosessar over eit langt tidsrom.

Det er ein klar skilnad mellom Herøy - Hareidområdet der foliasjonen har ein nordaustleg-sørvestleg retning og lenger sør der ein aust-vest til nordvestleg-søraustleg retning overtar. Grensa mellom desse to områda ser ut til å gå tvers over Gurskøya. Profilet A - A' viser strukturene i eit snitt tvers over gneisområdet, men det er ikkje gjort fullstendige strukturundersøkingar langs profillinja. Snitt B - B' - B" viser ei typisk kontinentrand med overgong til eit sedimentasjonsbasseng danna ved strekking av jordskorpa. Strukturane her samsvarer med den geologiske historia slik den er skildra i den geologiske oversikten. Forkastingar og sprekkesoner er viktige strukturar for praktisk arbeid med fjell i området.

ØKONOMISK GEOLOGI

Olivin er eit mineral som blir nytta i store mengder som slaggdannar i utvinning av jern-. Det blir og brukt som råstoff for eldfast kledning i smelteovnar og mineralet har mange andre bruksområde. I Almklovdalen ved Åheim er det drift på ein ultramafisk bergart som er rik på olivin, og dette er den største førekomsten i sitt slag i verda. Knust marmor er eit av de viktigste industrielle mineral. Det blir og brukt som jordforbetringsmiddel. I Breivika ved Larsnes er det eit marmorbrot. Ved Fløde på Stadlandet har det vore brote kvarts frå ein tjukk kvartsgang. Det ikkje funne olje- eller gassfelt innanfor kartområdet.

GRUNNVATN I BERGGRUNNEN

Grunnboringar kan gje brønnar med betre kvalitet på drikkevatn enn overflatevatn. Det er også ei vasskjelde som er betre verna mot forureining og uttørking og som av og til kan vere billegare enn overflatevassverk. Grunnboringar kan gjerast i lausmassar og i fjell. Grunnboringar i fjell gir vanlegvis 400 - 2000 liter vatn i timen, sjeldan opp mot 7000 liter. Basiske bergartar og glimmerskifer gir sjeldan meir enn 700 l/t. Massive og harde bergartar med eit ope sprekkesystem er betre og dei lokale geologiske tilhøva er avgjerande.

UTVALT LITTERATUR

Blystad, P., Brekke, H., Færseth, R. B., Larsen, B. T., Skogseid, J. & Tørudbakken, B. 1995: Structural elements of the Norwegian continental shelf. Part II: The Norwegian Sea Region. NPD-bulletin, no 8.

Bondevik, S. 1995: Tsunamiar – ikkje så eksotiske som ein skulle tru. *Naturen nr 2,* 80-89

Brekke, H., Kalheim, J. E., Riis, F., Egeland, B., Blystad, P., Johnsen, S. & Ragnhildstveit, J. 1992: *Oljedirektoratets Kontinentalsokkelkart nr 2.*

Bryhni, I. 1989: Status of the supracrustal rocks in the Western Gneiss Region, S Norway. In Gayer R.A. (ed.) *The Caledonide Geology of Scandinavia. Graham & Trotham,* 221-228.

Bugge, T. 1983: Submarine slides in the Norwegian continental margin, with special emphasis on the Storegga area. *IKU publikasjon nr 110.*

Bugge, T., Befring, S. Belderson, R .H., Eidvin, T., Jansen, E., Kenyon, N. H., Holtedahl, H. & Seirup, H. P. 1987: A Gianf Three-Stage Submarine S1ide Off Norway. *Geo-marine Letters 7,* 191-198.

Cuthbert, S. J., Harvey, M. A. & Carswell, D. A. 1983: A tectonic model for the metamorphic evolution of the basal gneiss complex, western South Norway. *Journal of metamorphic Geology 1,* 63-90.

Eskola, P. 1921: On the eclogites of Norway. *Skr. Vidensk. Selsk. Christiania, Mat.- Naturv. Kl., I,* 8. 118 pp.

Gjelsvik, T. 1951: Oversikt over bergartene i Sunnmøre og tilgrensende deler av Nordfjord. Med geologisk kart av Tore Gjelsvik og Chr. C. Gleditsch. *Norges geologiske under søkelse 179.*

Griffin, W. L. & Brueckner, H. K. 1980: Caledonian Sm-Nd ages and crustal origin for Norwegian eclogites. *Nature 285,* 319-321.

Griffin, W. L., Austreim, H., Brastad, K., Brynhi, I., Krill, A. G., Krogh, E. J., Mørk, M. B. E., Qvale, H. & Tørudbakken, B. 1985: High-pressure metamorphism in the Scandinavian Caledonides. In Gee, D. G. and Sturt, B. A., (eds.) *The Caledonide Orogen - Scandinavia and Related Areas, John Wiley & Sons, Chichester,* 783-801.

Huric, C.A., Palm, P., Dyrelius, D., Kristoffersen, Y., Wolff, F. Chr. & Roberts, D. 1988: Activation of Precambrian basement in the Scandinavian Caledonides: View from seismic reflection data. *Norges geologiske undersøkelse Spec. Publ. 3,* 66-69.

Jamtveit, B. 1987: Metamorphic evolution of the Eiksunddal eclogite complex, western Norway, and some tectonic implications. *Contributions to Mineralogy and Petrology 95,* 82-99.

Jongepier, K., Rui, J. C. & Grue, K., 1996: Triassic to Early Cretaceous stratigraphic and structural development of the northeastern Møre Basin margin, off Mid-Norway. *Norsk Geologisk Tidsskrift 76,* 199-214.

Krabbendam, M. & Wain, A. 1997: Late-Caledonian struktures, differential retrogression and structural position of (ultra)high-pressure rocks in the Nordfjord-Stadlandet area, Western Gneiss Region. *Norges geologiske undersøkelse 432,* 127-139.

Krogh, E. J. 1977: Evidence for a Precambrian continent-continent collision in western Norway. *Nature 267,* 17-19.

Lappin, M. A. 1966: The field relationships of basic and ultrabasic masses in the Basal Gneiss Complex of Stadtlandet and Almklovdalen, Nordfjord, southwestern Norway. *Norsk Geologisk Tidsskrift 46,* 439-495.

Lappin, M. A. 1967: Structural and petrofabric studies of the dunites of Almklovdalen, Nordfjord, Norway. In Wyllie, P. J. (ed.) *Ultramafic and Related rocks. John Wiley & Sons, New York.*

Lappin, M. A. 1974: Eclogites from the Sunndal-Grubse ultramafic mass, Almklovdalen, Norway, and the T-P history of the Almklovdalen masses. *Journal of Petrology 15,* 567-601.

Lappin, M. A. & Smith, D. C. 1978: Mantle-equilibrated orthopyroxene eclogite pods from the basal gneisses in the Selje district, western Norway. *Journal of Petrology 19,* 530-584.

Lappin, M. A., Pidgeon, R. T. & Breemen O. van 1979: Geochronology of basal gneisses and mangerite syenites of Stadtlandet, West Norway. *Norsk Geologisk Tidsskrift 59,* 161-181.

Medaris, L. G. 1980: Petrogenesis of the Lien peridotite and associated eclogites, Almklovdalen, Western Norway. *Lithos 13,* 339-353.

Medaris, L. G. 1984: A geothermometric investigation of garnet-peridotites in the Western Gneiss Region of Norway. *Contributions to Mineralogy and Petrology 87,* 72-86.

Mørk, M. B. E. & Mearns, E. W. 1986: Sm-Nd isotopic systematics of a gabbro-eclogite transition. *Lithos 19,* 255-267.

Riis, F. 1995: Quantification of Cenozoic vertical movements of Scandinavia by correlation of morphological surfaces with offshore data. *Global and Planetary Change 317,* 1-27.

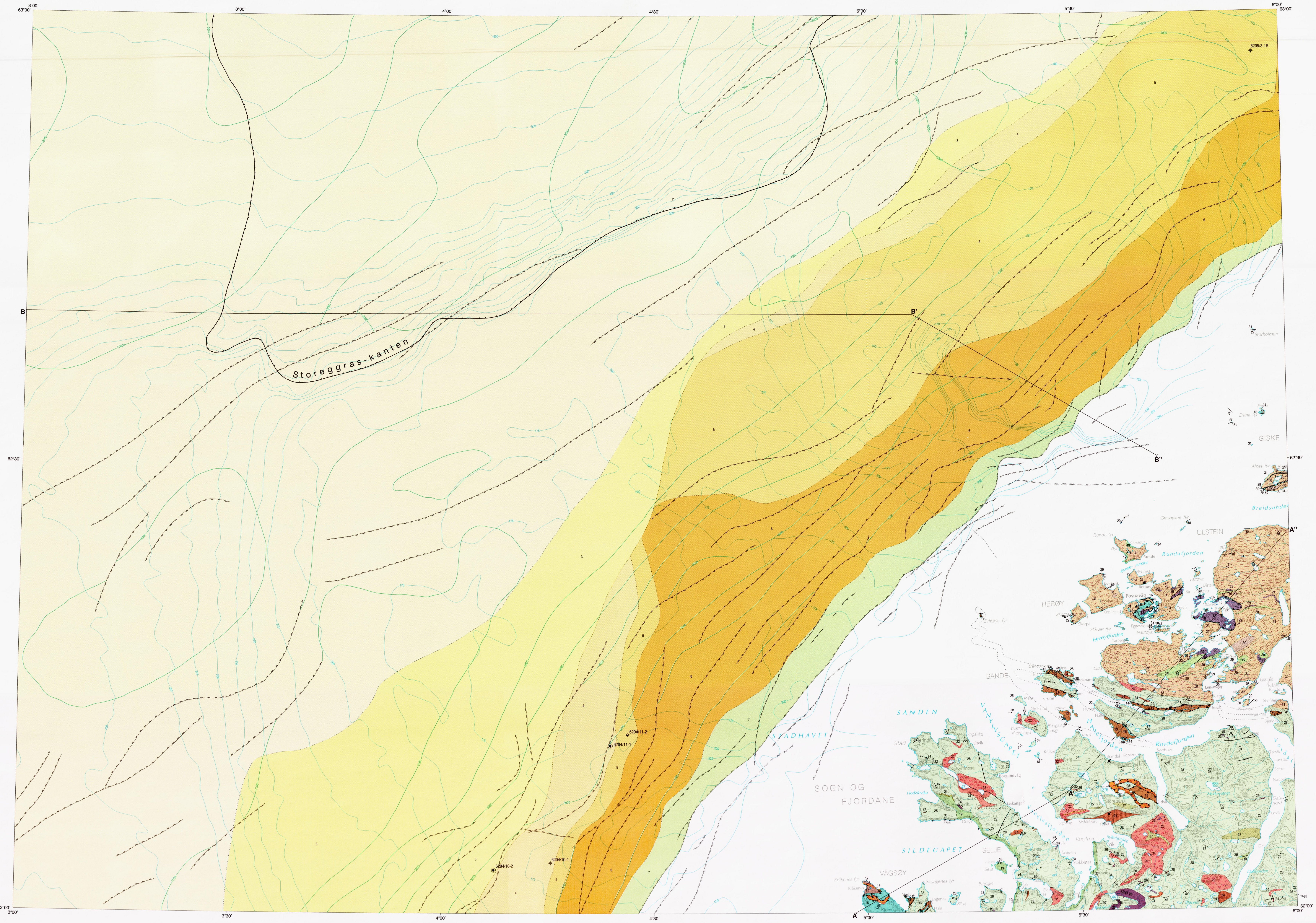
Smelror, M., Jacobsen, T., Rise, L., Skarbø, O., Verdenius, J. G. & Vigran, J. O. 1994: Jurassic to Cretaceous stratigraphy of shallow cores on the Møre Basin Margin, Mid Norway. *Norsk Geologisk Tidsskrift 74,* 19-89.

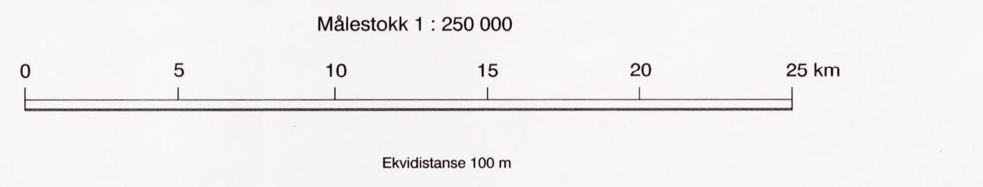
Wain, A. 1997: New evidence for coesite in eclogites and gneisses: Defining an ultrahigh pressure province in the Western Gneiss Region of Norway. *Geology 25,* 927-930.

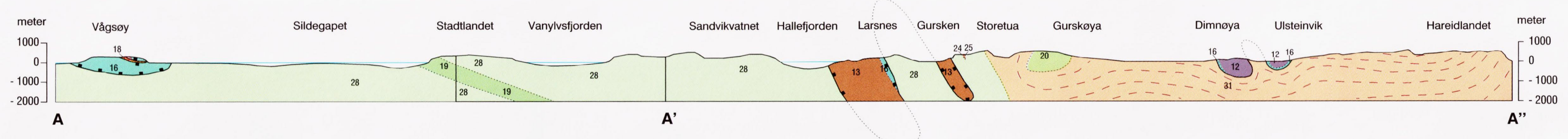
NOREGS GEOLOGISKE UNDERSØKING

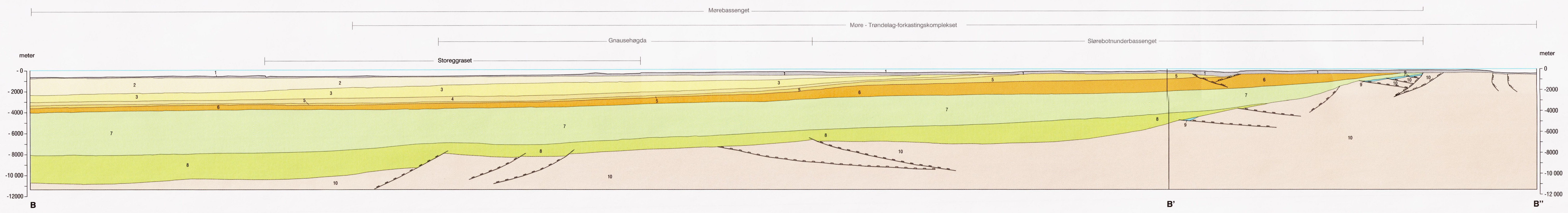
ULSTEINVIK

BERGGRUNNSGEOLOGISK KART M 1:250 000









Teiknforklaring

BERGARTAR FRÅ JORDAS NYTID (KENOZOIKUM)

Avsetjingsbergartar frå kvartær- og tertiærtida

1	Leire, silt, sand, grus, stein og blokk (berre i snitt B-B'-B'') (kvartær)
2	Leire, silt, nokre sandlag (pliocen)
3	Leirstein, siltstein, sandstein (miocen)
4	Siltstein, leirstein, sandstein (oligocen)
5	Leirstein, med lag av sandstein, siltstein, kalkstein og vulkansk oske (eocen)
6	Skifer, siltstein, sandstein og kalkstein (paleocen)

BERGARTAR FRÅ JORDAS MIDDELTID (MESOZOIKUM)

Avsetjingsbergartar frå krit- og juratida

7	Leirstein, siltstein, nokre lag av sandstein, mergelstein og kalkstein (seinkrit)
8	Leirstein, siltstein, nokre lag av sandstein, mergelstein og kalkstein (tidlegkrit) (berre i snitt B-B'-B'')
9	Sandstein, med lag av siltstein, leirstein, konglomerat og kol (jura) (berre i snitt B-B'-B'')

BERGARTAR FRÅ JORDAS MIDDELTID ELLER ELDRE

10	Omdanna, ikkje-kartlagde bergartar på havsbotnen, framhald av bergartane på land

BERGARTAR FRÅ JORDAS URTID OG OLDTID (PROTEROZOIKUM OG PALEOZOIKUM) OVERSKUVA UNDER DEN KALEDONSKE FJELLKJEDEFOLDINGA

ØVRE DEKKESERIE

Surnadekket

Omdanna djupbergartar frå proterozoisk og/eller kambrisk tid

11	Olivinstein, serpentinitt, kleberstein

Omdanna overflatebergartar frå proterozoisk og/eller kambrisk tid

12	Eklogitt
13	Amfibolitt, lagdelt amfibolitt, amfibolrik gneis, hornblende-glimmergneis
14	Marmor
15	Kvartsitt
16	Glimmerskifer, granatglimmerskifer, glimmergneis, granatamfibolitt

MIDTRE DEKKESERIE

Risbergsdekket

Omdanna djupbergartar frå proterozoisk tid

17	Metagabbro
18	Augegneis, omvandla granittisk bergart

BERGARTAR FRÅ JORDAS URTID OG OLDTID MED UVISS TEKTONISK TILKNYTING

19	Mylonittisk gneis
20	Sillimanittgneis, kvartsrik og nokre stader med disten
21	Kvartsitt
22	Augegneis, omdanna granittisk bergart
23 / e	Eklogitt / e = eklogitt som små kroppar i andre bergartar
24	Anortositt
25	Amfibolitt
26	Olivinstein, serpentinitt, kleberstein
27	Muskovittgneis
28	Biotitthaldig granittisk gneis, glimmergneis, kvartsglimmergneis, augegneis, mange stader migmatittisk; tunne soner med granatamfibolitt, granatglimmerskifer og anortositt.

BERGARTAR FRÅ JORDAS URTID (PROTEROZOIKUM), FOR DET MESTE DEFORMERT OG OMDANNA UNDER DEN KALEDONSKE FJELLKJEDEFOLDINGA

Djupbergartar, omdanna djupbergartar frå proterozoisk tid

29 / e	Eklogitt / e = eklogitt som små kroppar i andre bergartar
30	Gabbro, amfibolitt
31	Gneis, for det meste kvartsdiorittisk til granittisk, mange stader migmatittisk, augegneis

GEOLOGISKE SYMBOL

- Bergartsgrense, sikker/usikker
- Grense mellom bergartar med usikker plassering
- Raskant; Storeggraset, taggane peikar mot utrasa område
- 4000 Djup til botnen av kritlagrekkja, djupna er gjeven i meter
- Forkasting, brotsone, sprekk
- Forkasting som når opp til kvartære avsetjingar; taggar på nedforkasta side, uviss
- Forkasting som skjer undergrensa til krittlagrekkja og er dekka av yngre avsetjingar (kartlagd på grenseflata mellom krittidsbergartar og eldre bergartar); taggar på nedforkasta side
- Forkasting som er eldre enn kritlagrekkja; taggar på nedforkasta side
- Skuveforkasting under Surnadekket
- Skuveforkasting under Risbergsdekket
- 30 Foliasjon, skifrigheit, hellinga til planet vist (30° mot søraust, loddrett = 90°, vassrett)
- 30 Foldeakse, stupinga til foldeaksen vist (30° mot nordaust, vassrett)
- 30 Lineasjon, stupinga til lineasjonen vist (30° mot nordaust, vassrett)
- A A' A'' Geologisk snittline

ERTSFOREKOMSTAR

- Jern og titan; ilmenitt, magnetitt, hematitt

INDUSTRIMINERAL

- ⚒ Brot i drift, nedlagd brot; Ol = olivin, Ka = kalkstein, K = kvarts

NATURSTEIN

- Nedlagd brot, Sk = skifer

LEITEBRØNNAR

Leitebrønnane er påførde Oljedirektoratets brønn-nummer

- Tørr brønn, spor etter olje, spor etter olje og gass
- Funn av gass

HYDROGRAFI OG NAMN

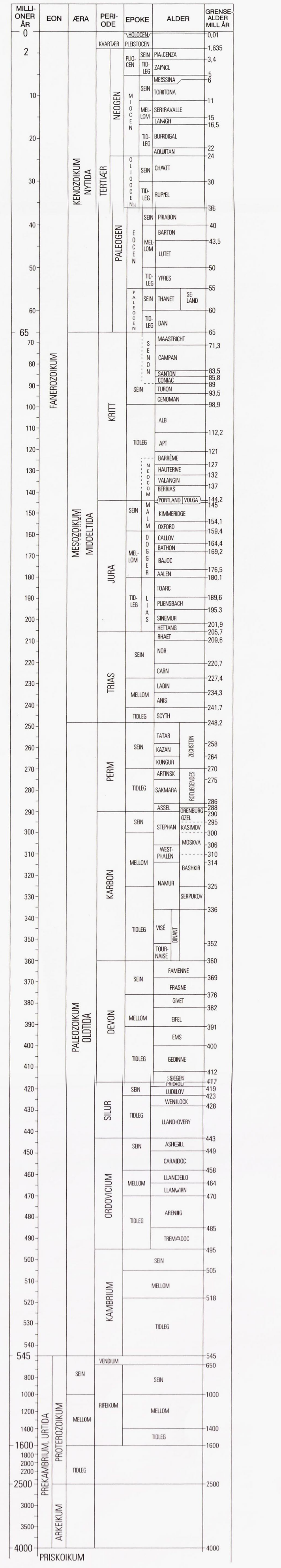
- 200 Botnkote, djupna er gjeven i meter
- Gnausehøgda Grå navn viser til former og geologiske strukturar som er dekte av avsetjingsbergartar

Landdelen til kartet er sett saman ved NGU av Ole Lutro og Einar Tveten på grunnlag av publisert og upublisert materiale frå I. Bryhni, O. Lutro, B. Mysen, H.H. Schmidt, T. Thorsnes og E. Tveten.

Geologien på sokkelen er sett saman av Tove Thorsnes, Oljedirektoratet.

Samansetjinga vart avslutta i desember 1996.

GEOLOGISKE TIDSINNDELINGAR
Geological time units



Etter Haq & van Eysinga, 1987, Plumb,1991, Gradstein & al. 1994 og Tucker &McKerrow, 1995

KARTBLADINNDELING

ULSTEINVIK
KRISTIANSUND
TRONDHEIM
ØSTERSUND
ÅLESUND
RØROS
SVEG
FLORØ
LILLEHAMMER
ORSA
BERGEN
ODDA
TORSBY
HAUGESUND
SKIEN
STAVANGER
MANDAL
ARENDAL

Kartgrunnlag: Statens kartverks kart iflg. bruksløyve
Reprografi: Noregs geologiske undersøking
Trykk: Almqvist & Wiksell AWT Tryckeri, Uppsala 1998

Referanse til kartet: Tveten, E., Lutro, O. og Thorsnes, T. : 1998
Geologisk kart over Noreg, berggrunnskart ULSTEINVIK - 1:250.000
Noregs geologiske undersøking