

NGU Rapport 98.087

Geologisk kart og 3D-modell over skiferbrudd i
Peska, Alta

Rapport nr.: 98.087		ISSN 0800-3416	Gradering: Fortrolig til 01.01.2000 ÅPEN	
Tittel: Geologisk kart og 3D-modell over skiferbrudd i Peska, Alta				
Forfatter: T. Heldal & E. Erichsen		Oppdragsgiver: Stensliperiet		
Fylke: Finnmark		Kommune: Alta		
Kartblad (M=1:250.000) Nordreisa		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1834-1 Alta		
Forekomstens navn og koordinater: Peska		Sidetall: 18	Pris: Kr. 110,-	
Feltarbeid utført: aug. 1997		Rapportdato: 15.05.1998	Prosjektnr.: 263358	Ansvarlig: <i>Nigel</i>
<p>Sammendrag:</p> <p>Altaskiferen i Peska-området er kartlagt, og innenfor den drivverdige sonen er skilt mellom homogen skifer, vesentlig drivverdig og en øvre sone av variabel kvalitet. Grensene mellom disse to er gradvis, og generelt har vi en avtakende kvalitet oppover innenfor øvre halvdel av skifersonen. Topp og bunn på skifersonen er definert med temmelig stor sikkerhet.</p> <p>Sprekkesetettheten i skifersonen varierer sterkt, og området er delt inn i soner på grunnlag av sprekketettheten.</p> <p>Skiferen i denne delen av Peska er lite foldet, men det er en mulighet for at slake, «trauformete» foldestrukturer bidrar til å redusere spaltbarheten i skiferen lokalt.</p> <p>Det er fremstilt 3D-modeller av området, og et eksempel på beregning av råstoffreserver er vist. Modellen kan ha stor nytteverdi innen beregning av reserver, simulering av drift og visualisering av geologi og fremtidig drift. Dette forutsetter en grundig gjennomgang av input-dataene (driftserfaringer, realistiske driftsmodeller, etc.).</p>				
Emneord: Fagrapport		Skifer	Naturstein	
Mineralressurser		Kvartsskifer		

INNHOOLD

1. INNLEDNING	4
2. UTFØRT ARBEID OG METODER	4
2.1 Feltarbeidet.....	4
2.2 2D-kart	4
2.3 3D-modell.....	5
3. RESULTATER AV KARTLEGGINGEN.....	5
3.1 Skifertypene og deres utbredelse.....	5
3.2 Folding	6
3.3 Sprekker og forkastninger	7
3.4 Diskusjon.....	7
4. 3D-MODELLEN; BRUK, MULIGHETER OG BEGRENSNINGER	8
4.1 Beregninger av reserver.....	8
4.2 Geologisk tolkning	8
4.3 Driftsplanlegging.....	8
4.4 Presentasjon og visualisering	9
4.5 Diskusjon.....	9
5. KONKLUSJONER	9
6. REFERANSER	10

FIGURER

11

Figur 1	Geologisk kart over Peska-området
Figur 2-5	3D blokkmodeller over skiferforekomstene
Figur 6	Kart over oppsprekningsgrad i Peska-området
Figur 7	Eksempel på beregning av reserver: lokalisering av område
Figur 8	Eksempel på beregning av reserver: modell

1. INNLEDNING

I kjølvannet av de regionale skiferundersøkelsene i Alta ble det mellom Stensliperiet og NGU ført samtaler om muligheter for å fremstille detaljkart og 3D-modeller av bedriftens skiferbrudd i Peska-området. Hensikten var dels behov for en mer detaljert studie av skifertyper og sprekketetthet i området, dels ønske om å se på 3D-modellers anvendelighet i framtidig driftsplanlegging og råstoffberegninger.

I tillegg til bedriftens behov var det fra NGUs side et ønske om å bruke prosjektet som en «case»-studie for å utvikle metoder og produksjonslinjer for 3D-modellering av undergrunnsgeologi.

2. UTFØRT ARBEID OG METODER

2.1 Feltarbeidet

Geologisk kartlegging av bruddområdene ble foretatt i september 1997 på kartgrunnlag i skala 1:2000 fremstilt etter oppdrag fra Stensliperiet og levert NGU i sosi-format.

Det ble lagt vekt på å dele inn skiferen i ulike økonomiske typer og kartlegge utbredelsen til disse. Grunnlaget for inndelingen er dels egne observasjoner, dels erfaringer fra driften. Som markører i kartleggingen ble brukt undergrensen til skifersonen («storkleberen») og tynne glimmerskiferlag som kan følges over større distanser.

I tillegg til skifertyper ble det foretatt en grov kartlegging av oppsprekningsbildet i området.

2.2 2D-kart

For fremstilling av kart over skifertyper og oppsprekning er benyttet Arcview. Dette systemet er hensiktsmessig for lett vint framstilling av kartpresentasjoner og for plotting av strukturer og annet.

2.3 3D-modell

Modellen er laget i Intergraph Microstation og tilleggsmodulen SiteWorks på følgende måte:

1. Framstilling av triangulert terrengmodell fra Sosi-kartet
2. De geologiske grensene fra 2D-kartet ble overført til Microstation og drapert på terrengmodellen
3. Et sett med geologiske tverrprofiler ble så tegnet i Microstation med utgangspunkt i grensenes skjæring med terrenget og strøk/fall til skiferlagene ved de enkelte punktene. Til en viss grad ble også den vertikale avstanden mellom grensene brukt i tolkningen (observert høydeforskjell i terrenget ble ekstrapolert i dypet langs en profillinje).
4. Hvert sett med profillinjer for de enkelte grensene ble sammen med grensenes utgående satt sammen til en flate og triangulert.
5. Deretter ble det fremstilt et kotekart for de enkelte flatene. Dette ble modifisert i henhold til en fornuftig geologisk tolkning og triangulert på nytt.
6. Dette resulterte i et sett med lagflater. Satt sammen med terrengoverflaten gir dette oss en 3D-modell av skifertypene og topografien.
7. For å visualisere modellen og lage en solid blokk av det hele er overflatene overført til Voxel

Det understrekes at tolkningen er basert på overflateobservasjoner. Dels finnes ikke kjerneboringshull som kan anvendes i modellen, dels gir kjerner fra Altaskiferen svært begrensede holdepunkter for en tolkning, bl.a. på grunn av manglende klare markørhorisonter.

3. RESULTATER AV KARTLEGGINGEN

3.1 Skifertypene og deres utbredelse

I figur 1 er gitt et geologisk kart over skifertyper i Peska-området. En terrengmodell med skifertypenes utgående er gitt i figur 2, et blokkdiagram med tverrsnitt gjennom Storhalla-bruddet i figur 3, blokkdiagram med snitt gjennom Moskva-bruddet i figur 4 og et «chair»-diagram med skifersonens undergrense i figur 5.

Regnet nedenifra og opp har vi valgt å dele skiferen i Peska inn i fire typer (figur 1), som beskrevet under. Kun den underste av grensene er klart definert, mens vi oppover i forekomsten ser mer en gradvis forverring av skiferkvaliteten over Storhalla-bruddet enn skarpe kontakter mellom de beskrevne skifertypene.

Metaarkose og glimmerskifer, ikke drivverdig.

Denne typen opptrer under den drivverdige skiferen, og grensen mellom de to er klart definert med en serie 10-40 cm tykke glimmerskiferlag («bunnkleber») i øverste del av enheten. Typen karakteriseres forøvrig av meget vekslende metaarkose med hyppige glimmerskiferlag og høyt innhold av kvartsårer.

Homogen skifer, vesentlig drivverdig

Denne typen representerer den «egentlige» Altaskiferen, og pr. i dag ligger alle operative brudd innenfor denne sonen. Skiferen karakteriseres av vesentlig middels tyktspaltende (1-3 cm) plater (flis til heller), er normalt lettspaltende og inneholder spredte, tynne glimmerskiferlag («klebere»). Det er en antydning til at sonen oppimot toppen inneholder flere tyktspaltende/tungtspaltende partier enn dypere nede.

Variabel skifer, delvis drivverdig

Over den homogene skiferen øker innholdet av «dårlige» lag, dvs. partier med tykt- og tungtspaltende skifer. Til tross for dette har det tidligere vært tatt ut en del skifer i sonen, og det finnes klart enkelte lag av brukbar kvalitet, men jevnt over vil denne sonen være tyngre å drive enn den homogene skiferen. Overgangen mellom den homogene og den variable skiferen er gradvis. Nøyaktig hvor grensen mellom homogen og variabel skifer settes på kartet kan derfor være grunnlag for diskusjon.

Tyktspaltende, ikke drivverdig skifer

Denne opptrer over den variable skiferen, og også her er kontakten overgangsmessig. Vi ser her vesentlig tyktspaltende skifer med tildels dårlige kløvegenskaper, i økende grad oppover. Vi antar at utnyttelsesgraden på skiferen innenfor denne sonen vil være så lav at enhver form for drift ikke vil være lønnsom.

3.2 Folding

Området er meget rolig hva gjelder foldestrukturer. Det er ikke observert større, tidlige foldestrukturer knyttet til skyvebevegelser av den typen som opptrer lengre nord i Peska-feltet og på Østerhaugene (heldal m.fl. 1997). Derimot ser vi en svak undulering av kløvens orientering (se strøk/fall målinger i figur 1). Dette resulterer i slake foldeombøyninger med foldeakser orientert ca. ØNØ-VSV; en antiformal («rygg» eller «oppbuling») midt i Storhalla-bruddet og en synform («trau») i Moskva-bruddet.

3.3 Sprekker og forkastninger

De viktigste sprekke i området er steile og har en ØNØ-VSV orientering. Sekundært finner vi NNØ-SSØ-orientering, dvs. ca. 90 grader på førstnevnte. Sprekkene opptrer gjerne i «svermer» («stanglag») som er orientert tilnærmet parallelt med enkeltsprekkene eller med 10-20 graders vinkel til dette. Under kartleggingen har vi prøvd å dele området inn i soner med henholdsvis lav sprekke tetthet (i gjennomsnitt >2 meter mellom sprekker), middels sprekke tetthet (1-2 meter) og høy sprekke tetthet (<1 meter). Innenfor førstnevnte finnes det klart tilfredsstillende blokkstørrelser for industridrift, mens sistnevnte inneholder mye «stanglag» og kan være vanskelig å utnytte på verken den ene eller andre måten. Kartet i figur 6 viser denne inndelingen, men merk at utstrekningen til sonene er basert på en ekstrapolering av det observerte bildet gjennom områder med overdekning av skrot og løsmasser.

Det fremgår av kartet at vi kun finner lav sprekke tetthet i begrensede soner rundt Moskva-bruddet og i og rundt Storhalla-bruddet. Resten av området synes å være karakterisert av en gjennomsnittlig høyere sprekke tetthet. Dette medfører at hvis vi ser på området i sin helhet vil blokkstørrelsen stort sett være mindre enn gjennomsnittet for uttakene i Storhalla-bruddet. Videre vil vi antyde at man ved å drive mot vest fra den indre del av Storhalla-bruddet, vil møte på mer oppsprukket fjell. Dette baserer vi blant annet på at en forsenkning i terrenget vest for Storhalla (omtrent ved vegen) som trolig representerer en NNØ-SSV gående sprekkesone.

3.4 Diskusjon

Skiferforekomstenes kvalitet bestemmes av flere ulike forhold, i hovedsak spaltbarhet, spaltetykkelse, folding og oppsprekning. Fra bunn mot topp i skifersonen synes det å være en økende spaltetykkelse (økende andel tyktspaltende lag) og avtakende spaltbarhet (økende andel lag med dårlige spalteegenskaper). Når vi kommer opp til «tyktspaltende, ikke drivverdige skifer» (eksempelvis i de øvre deler av Moskva-bruddet) er kvaliteten på dette punkt blitt så dårlig at vi anser oss definitivt ute av den drivverdige skiferen. Under denne grensen har vi en variabel sone som inneholder noe god skifer, men som f.eks. til industridrift ikke holder mål. Erfaringene fra de øvre deler av Moskva-bruddet understøtter dette.

Imidlertid har erfaringene i de nedre deler av Moskva-bruddet ikke svart til forventningene; her har man møtt på svært variabel kvalitet, og spesielt besynderlig er at skiferlagene kan variere lateralt (langs lagene) fra bra til dårlig spaltbarhet. Dette kan bety at grensen mellom homogen skifer og variabel skifer er satt for høyt på kartet, men det kan også ligge andre forhold til grunn. Vi tenker her spesielt på et fenomen som fremheves av flere skiferdrivere, nemlig at skiferen i synforme («trauformete») foldestrukturer erfaringsmessig er vanskeligere

å kløve enn skifer i antiforme («ryggformete») foldestrukturer. Dermed kan det ligge en strukturell forklaring på den betydelige forskjellen mellom Storhalla («rygg») og Moskva («trau»).

4. 3D-MODELLEN; BRUK, MULIGHETER OG BEGRENSNINGER

4.1 Beregninger av reserver

3D-modeller muliggjør simulering av uttak og beregning av volum uttatte masser og evt. tippvolum. Vi har tatt for oss ett eksempel fra Storhalla. Her har vi tenkt oss en senkning av dagens bruddsåle til et gjennomsnitt på høyde 224 m.o.h. (mellom 6 og 12 meter) fra og med Andelslagets prøvegrøft i bruddets utkant. Området er avmerket i figur 7, og en simulert terrengmodell av det teoretiske, framtidige bruddet er vist i figur 8. Automatisk beregning av volum skifer mellom dette og dagens (eller rettere sagt fjorårets) terrengoverflate gir 110.000 kbm. Ved høy skrotprosent (90) gir dette 11.000 kbm (ca. 550.000 kvm) utnyttbar skifer. Ved lavere skrotprosent øker selvsagt reservene tilsvarende.

Anvendeligheten av slike beregninger avhenger av hvor realistisk «input» man kan legge inn i dataprogrammet. Hvis kunnskapen om den gjennomsnittlige utnyttelsesprosenten for et gitt bruddområde er god, parallelt med at man legger vekt på å framstille realistiske simuleringer av en fremtidig drift, kan nytteverdien av slike beregninger bli interessant.

Det er selvsagt mulig å kalkulere volum av de totale mektigheter av skifersonene, men dette har neppe noe praktisk interesse.

4.2 Geologisk tolkning

3D-modeller kan gi mer eksakte geologiske kart. Dette først og fremst siden modellene muliggjør etterkontroll av felt-tolkninger. For eksempel vil man få en mer realistisk tolkning av bergartsgrensers utgående under løsmasseoverdekning.

4.3 Driftsplanlegging

I tillegg til beregninger av råstoffreserver vil simulering av fremtidig drift på datamodeller synliggjøre enkelte tekniske problemer som kan oppstå, som f.eks. «fastkjøring» på høye

stuffer, sikrings spørsmål og deponeringsproblematikk. Også her vil mest mulig nøyaktig «input» være avgjørende for anvendeligheten av resultatet av datasimuleringene.

4.4 Presentasjon og visualisering

I mange sammenhenger er geologi lettere forståelig hvis det fremstilles i tre dimensjoner, og spesielt hvis man har muligheten til å lage blokkdiagrammer av sammenhengen mellom geologi og topografi. I tillegg kan simulerte modeller av fremtidig drift bidra til å visualisere inngrep, f.eks. ved å se hvordan tenkte inngrep vil ta seg ut fra ulike punkter i terrenget.

4.5 Diskusjon

3D-modellens styrke ligger i 1) beregninger av reserver, 2) simulering av fremtidig drift, 3) visualisering av geologi og drift, og 4) som tolkningsredskap. Imidlertid er man avhengig av god «input» for å få gode modeller; det er liten vits å simulere tre års produksjon i et brudd hvis man ikke har noen oversikt over utnyttelsesgrad.

Tidsbruk for fremstilling av slike modeller er selvsagt et viktig tema. I dette prosjektet har tidsbruken vært i overkant av hva den burde ha vært på grunn av prøving og feiling med software og metoder. Når denne prøvingen og feilingen nå er unnagjort, vil vi imidlertid anslå ca. en ukes arbeid for fremstilling av den geologiske modellen basert på feltkart og inntil en dags arbeid for hver oppgave knyttet til simulering av drift/beregninger innenfor et bruddområde. En ekstra dag må påregnes hvis disse modellene skal fremstilles i «solid block» form tilsvarende figur 2-6. Kort sagt, når rutinene er på plass og modellen er laget, vil rutinemessig oppdatering og fremstilling av modeller være forholdsvis lite arbeidskrevende.

5. KONKLUSJONER

- Altaskiferen i Peska-området er kartlagt, og innenfor den drivverdige sonen er skilt mellom homogen skifer, vesentlig drivverdig og en øvre sone av variabel kvalitet. Grensene mellom disse to er gradvis, og generelt har vi en avtakende kvalitet oppover innenfor øvre halvdel av skifersonen. Topp og bunn på skifersonen er definert med temmelig stor sikkerhet.

- Sprekkesetettheten i skifersonen varierer sterkt, og området er delt inn i soner på grunnlag av sprekketettheten.
- Skiferen i denne delen av Peska er lite foldet, men det er en mulighet for at slake, «trauformete» foldestrukturer bidrar til å redusere spaltbarheten i skiferen lokalt.
- Det er fremstilt 3D-modeller av området, og et eksempel på beregning av råstoffreserver er vist. Modellen kan ha stor nytteverdi innen beregning av reserver, simulering av drift og visualisering av geologi og fremtidig drift. Dette forutsetter en grundig gjennomgang av input-dataene (driftserfaringer, realistiske driftsmodeller, etc.).









Det anbefales at NGU og Stensliperiet diskuterer innholdet i denne rapporten og foretar en grundig gjennomgang av hvordan og om slike modeller kan nyttiggjøres i en fremtidig planlegging av skiferdriften i området.

6. REFERANSER

Heldal, T., Zwaan, B., Tegner, C., Holst, B. & Karlstrøm, H. 1997: *Geologiske undersøkelser av Altaskiferen*. NGU rapport 97.064

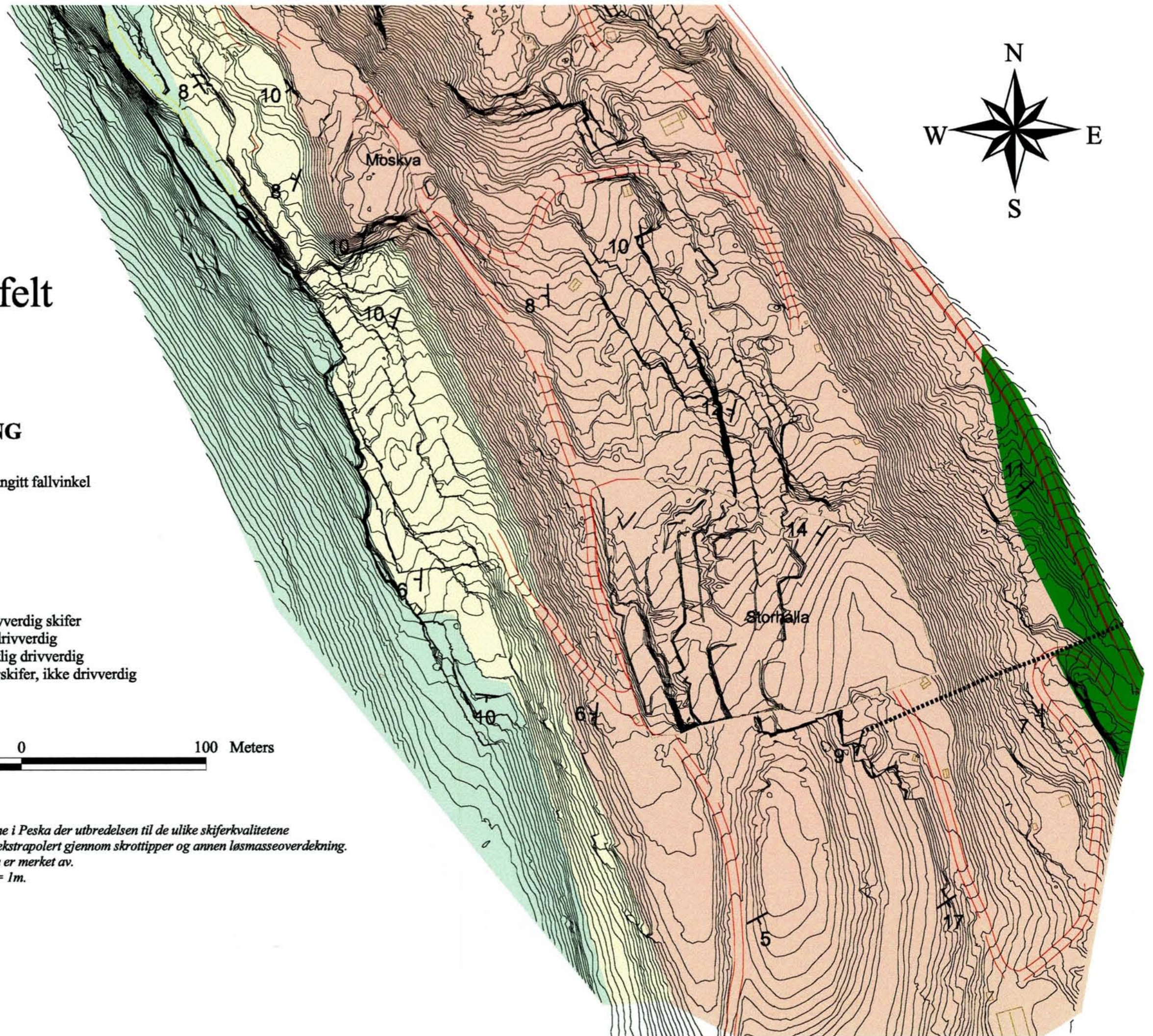
Geologisk kart over Peska skiferfelt

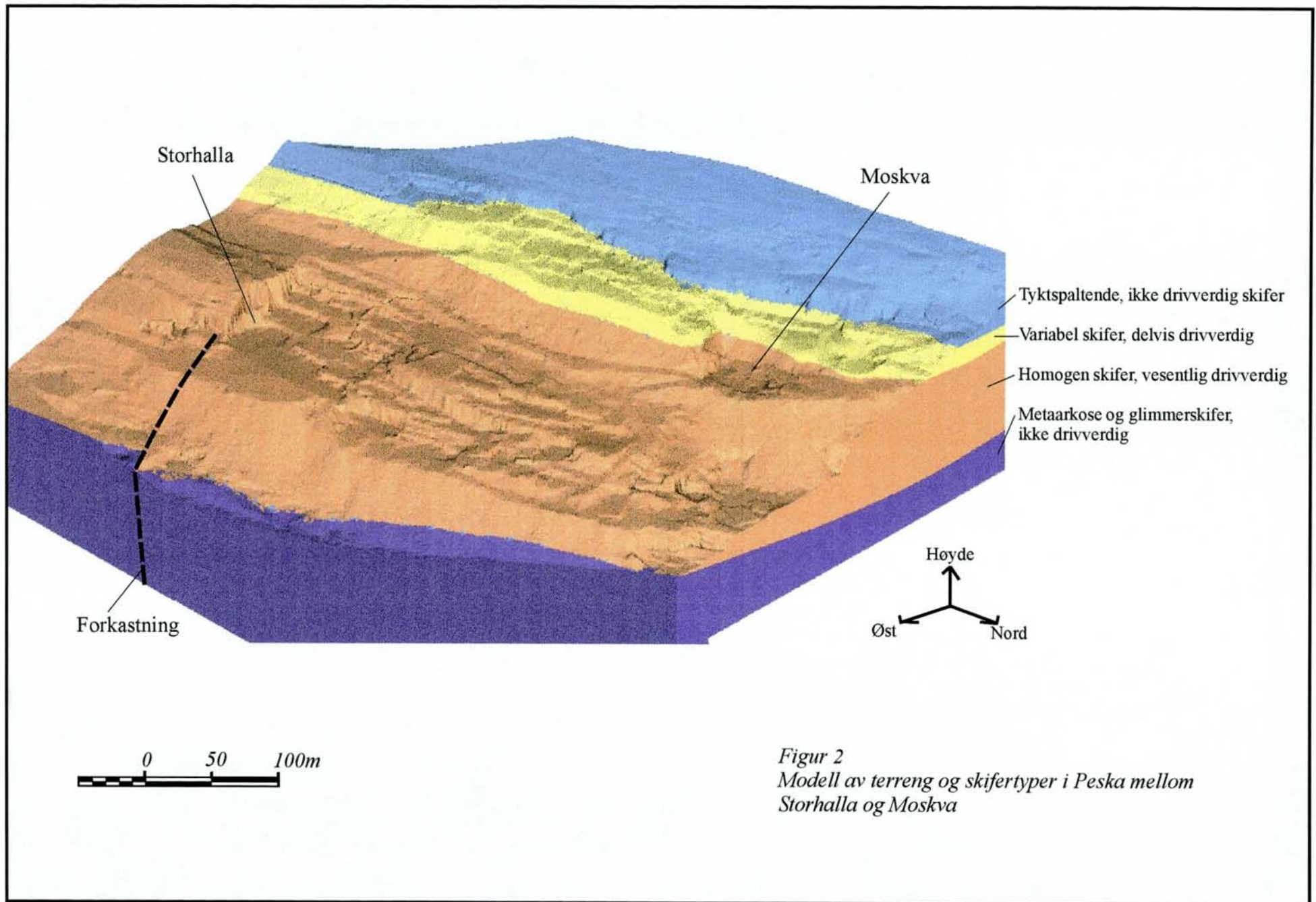
TEGNFORKLARING

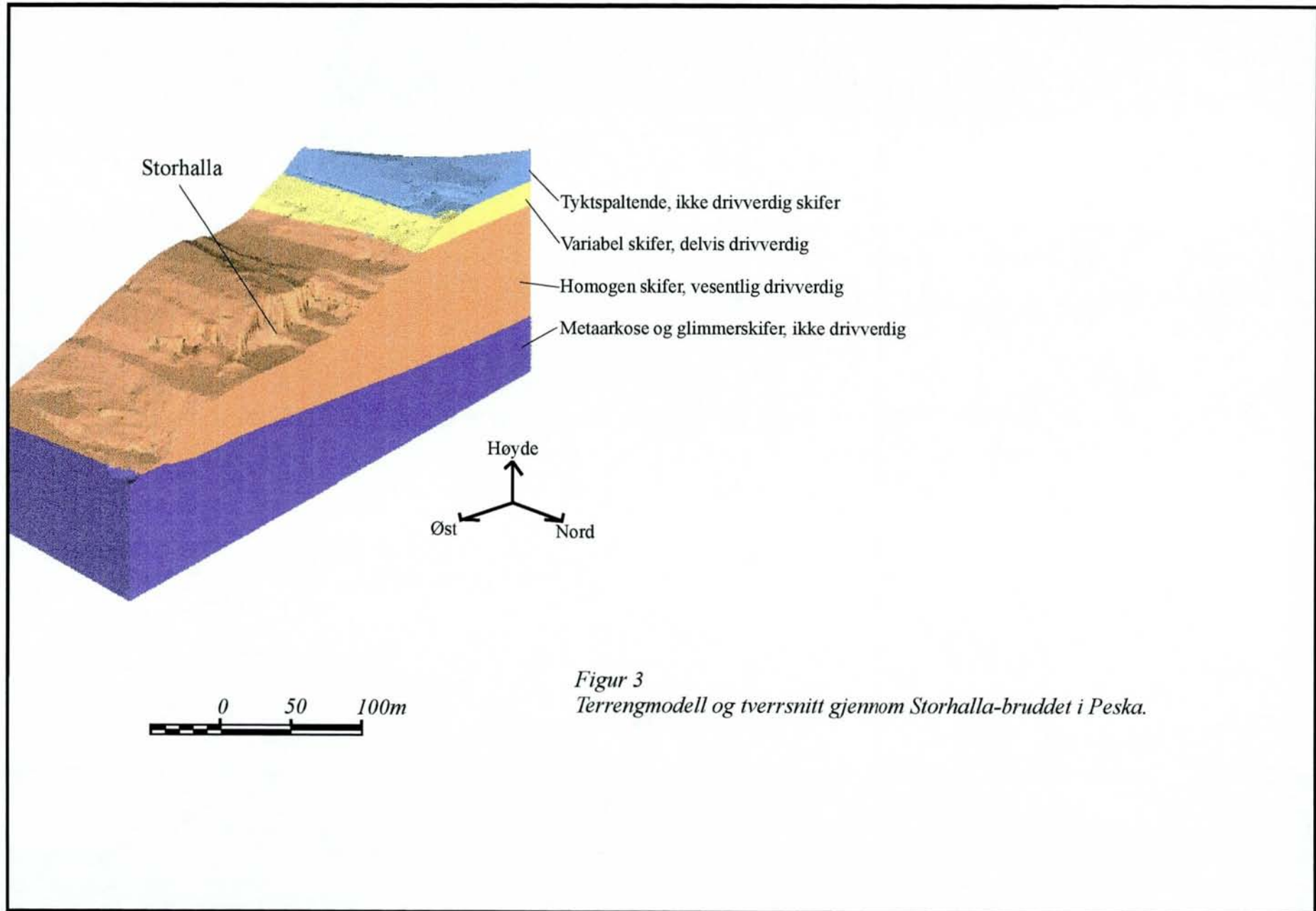
-  Strøk/fall til kløv med angitt fallvinkel
-  Forkastning
-  Høydekurver
-  Veg
-  Tyktpaltende, ikke drivverdig skifer
-  Variabel skifer, delvis drivverdig
-  Homogen skifer, vesentlig drivverdig
-  Metaarkose og glimmerskifer, ikke drivverdig

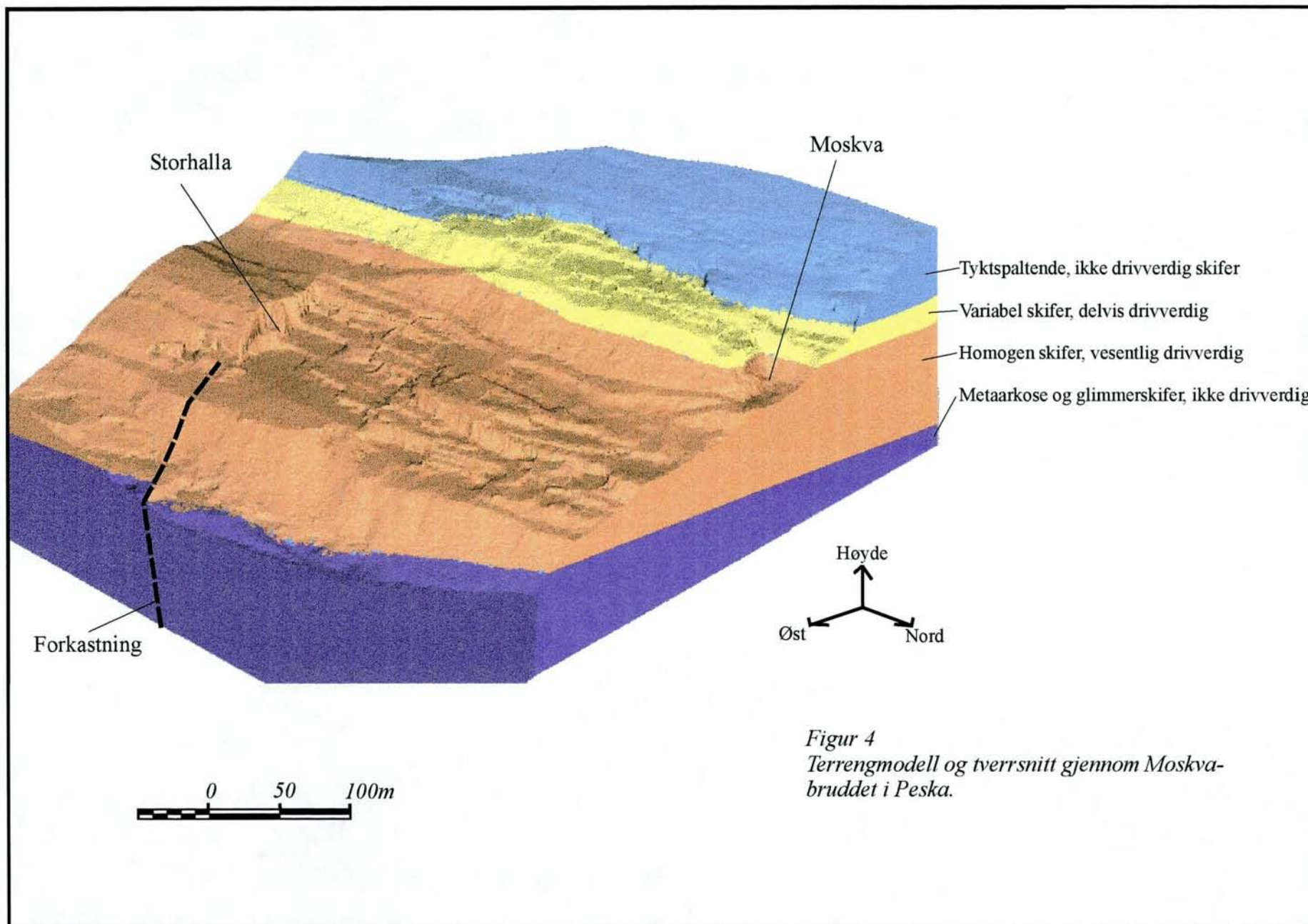
100 0 100 Meters

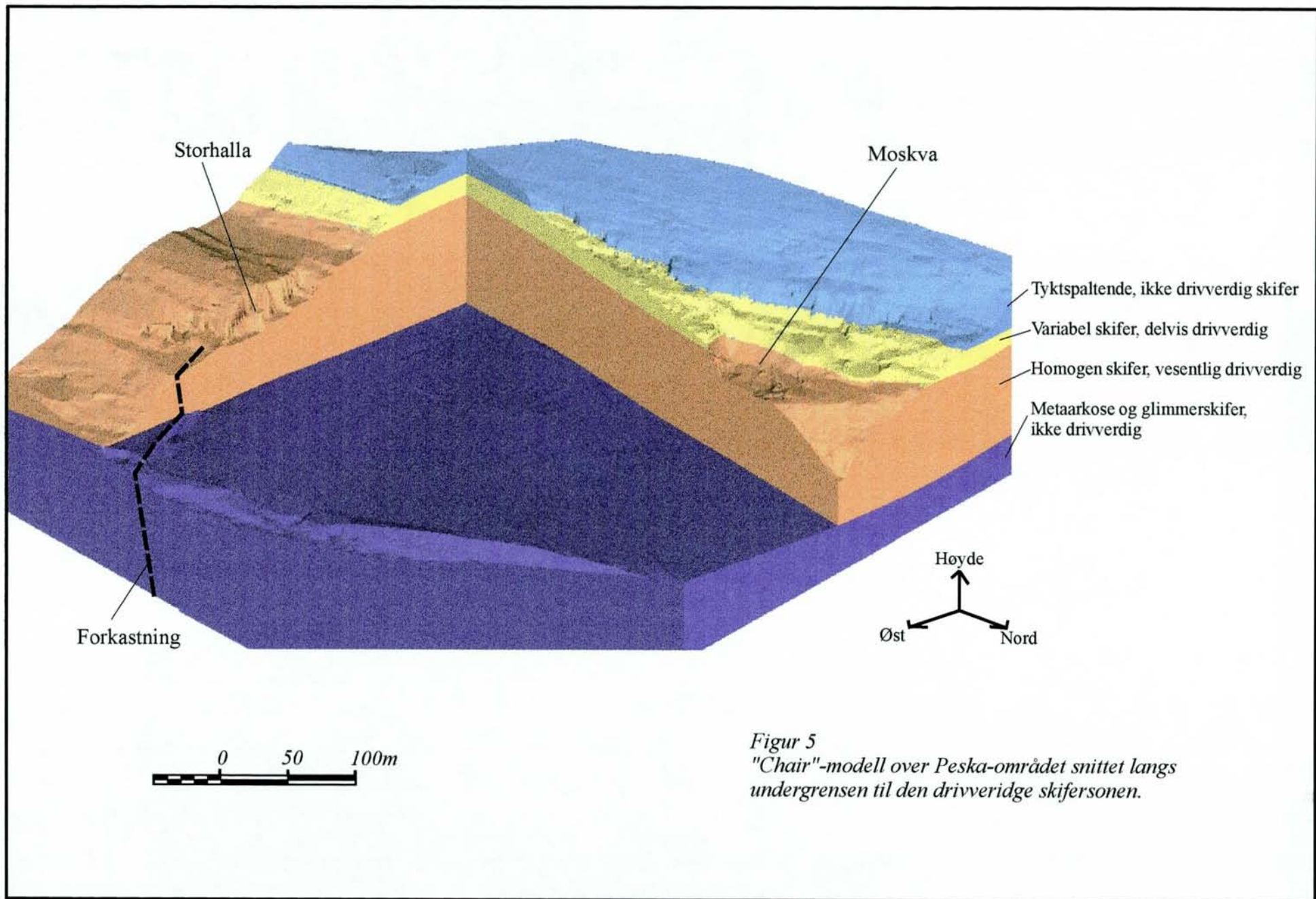
Figur 1
Geologisk kart over skiferfeltene i Peska der utbredelsen til de ulike skiferkvalitetene er tolket. Merk at utgående er ekstrapolert gjennom skrottipper og annen løsmasseoverdekning. Bruddene Storhalla og Moskva er merket av.
Skala = 1:2000. Ekvidistanse = 1m.













Figur 5
 "Chair"-modell over Peska-området snittet langs
 undergrensen til den drivveridige skifersonen.


Oppsprekning i Peska-området

TEGNFORKLARING

 Forkastning

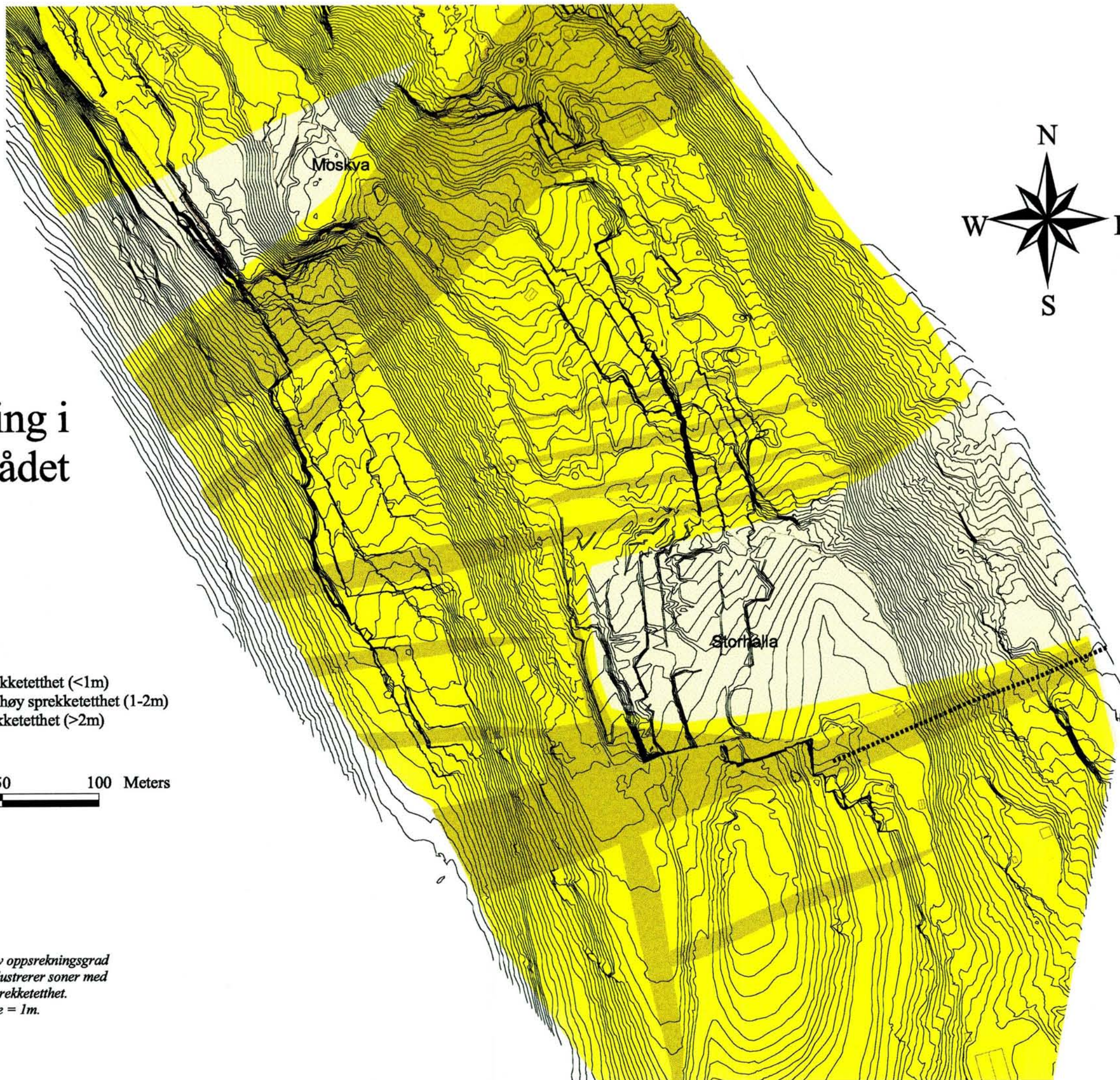
 Høydekurver

 Områder med høy sprekketetthet (<1m)

 Områder med middels høy sprekketetthet (1-2m)

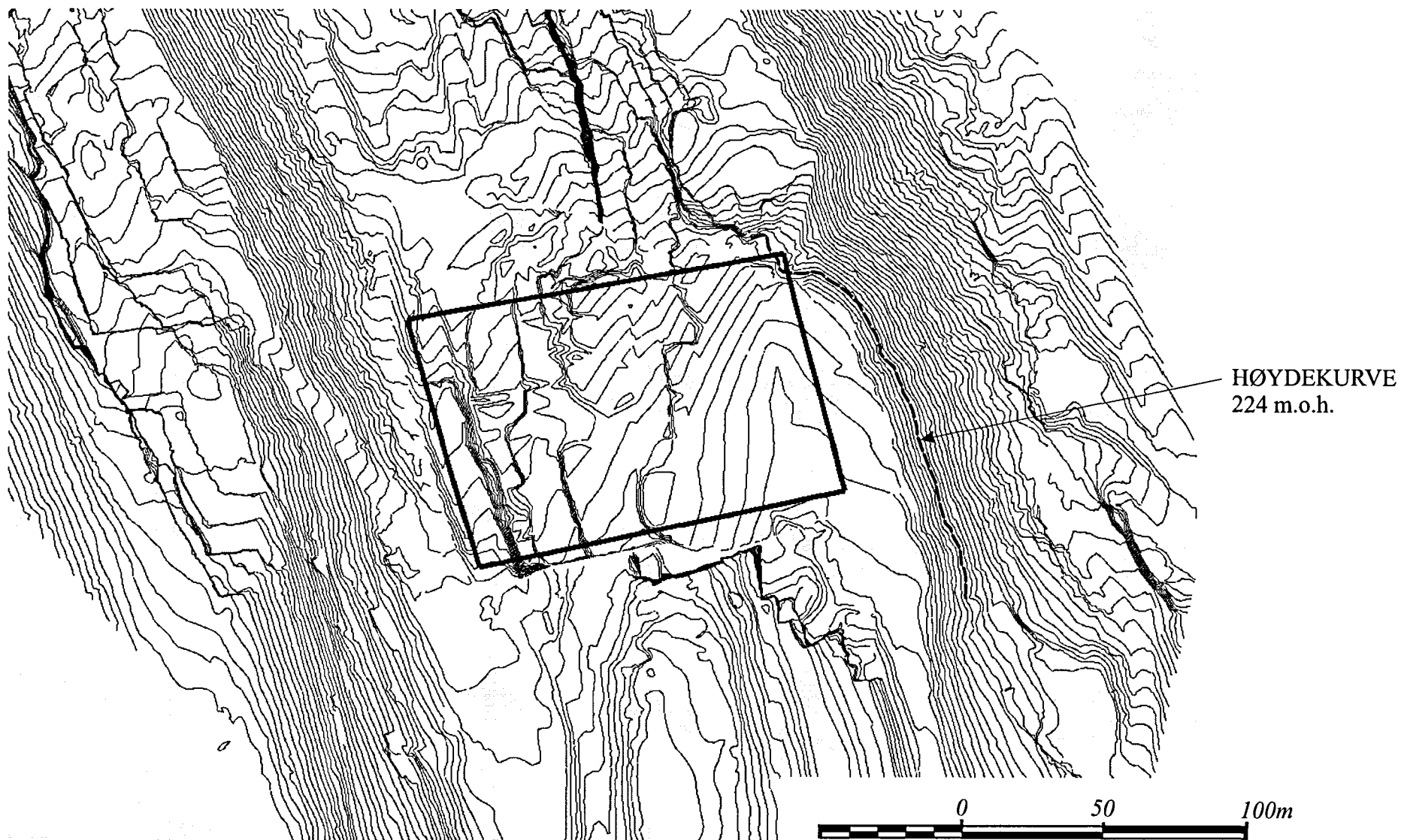
 Områder med lav sprekketetthet (>2m)

50 0 50 100 Meters



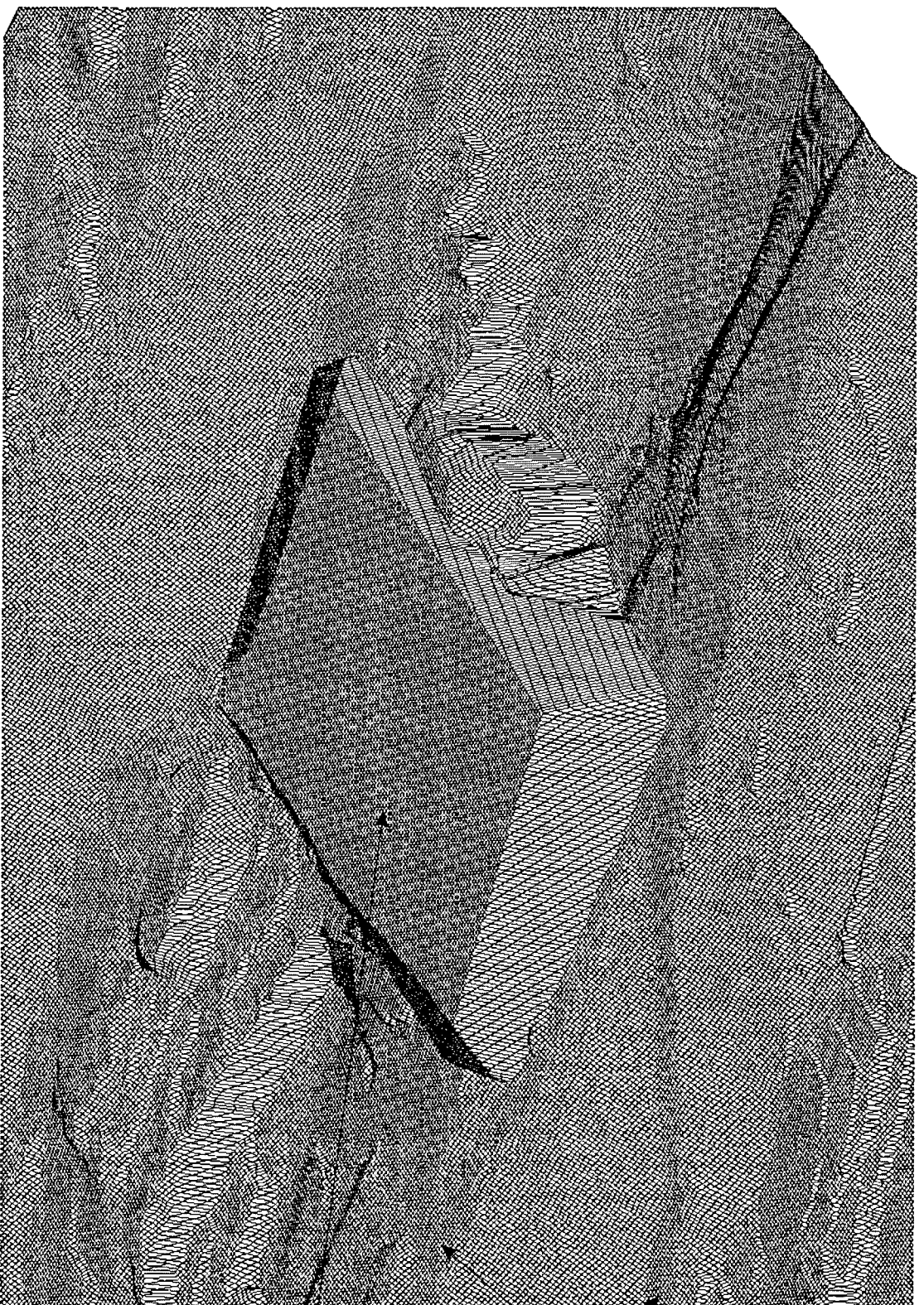
Figur 6

Kart som viser en tolkning av oppsprekningsgrad i Peska-området. Fargene illustrerer soner med antatt høy, middels og lav sprekketetthet. Skala = 1:2000. Ekvidistanse = 1m.



Figur 7

Kart over Storhalla-bruddet. Innrammet felt avmerker et tenkt område for videre uttak i bruddet. I eksemplet (se tekst) tenker man seg beregning av totalvolum skifer fra bruddoverflaten og ned til høyde 224 m.o.h. innenfor feltet. Høydekurven er merket med stiplet linje. Skala: 1:2000.



SIMULERT
BRUDD

VEGER

Figur 8
3D terreng-modell av en tenkt senkning av Storchalla-bruddet på innsiden av prøvegroft (se tekst) sett fra nordøst. Uttak av skifer slik det er skissert i modellen gir et totalt volum på 110 000 km³ fra dagens bruddnivå og ned til høyde 224 m.