

Rapport nr.: 2005.029		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen	
Tittel: 3D visualisering av geologiske data, et metodestudium med eksempler fra Gaupne i Sogn og Fjordane og Målselvdalen i Troms				
Forfatter: Hansen, L, Mauring, E. & Lauritsen, T.		Oppdragsgiver: NGU		
Fylke: Sogn og Fjordane, Troms		Kommune: Luster, Målselv		
Kartblad (M=1:250.000) Årdal, Tromsø		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1417 IV, Solvorn. 1433 II, Målselv		
Forekomstens navn og koordinater: Gaupne, 6809500 N 408500 E, UTM sone 32		Sidetall: 13	Pris: 115 kr	
Feltarbeid utført: September 2002	Rapportdato: 30.03.2005	Prosjektnr.: 294300	Ansvarlig:	
Sammendrag:				
<p>Geologiske data fra dalføret ved Gaupne i Sogn og Fjordane samt fra deler av Målselvdalføret i Troms er bearbeidet og visualisert i 3D ved hjelp av ArcGIS modulen 3D Analyst og ArcScene. De bearbejdede data inkluderer kvartærgeologiske kart, seismiske data, georadardata samt bordata. Som grunnlag for 3Dmodellene er terrenngmodeller som er basert på digitale, økonomiske kart data. Georefererte innskannede flyfotos er drapert på en av modellene. Rapporten beskriver kort hvordan de enkelte datasett tilrettelegges for 3D visualisering i ArcScene og hvordan modellene kan bringes videre til visualisering for eksempel på Internettet.</p> <p>Oppbygging av geologiske 3D-modeller gjør data oversiktlige og muliggjør at disse kan vurderes samlet. Det gjelder for eksempel data om fjellets beliggenhet i et dalføre, både der det ligger i terrenngoverflaten og der det dekkes av løsmasser. Det gjelder også analyse av den interne oppbygging av elve- og deltaavsetninger, av grunnvannspeilet og av beliggenheten av finkornede hav- og fjordavsetninger under grovere materiale. Terrenngmodellene drapert av kvartærgeologiske kart og/eller flyfoto gir videre en god oversikt over området generelle geologiske oppbygging.</p> <p>Anvendelse av den skisserte visualisering skal dog veies opp mot den tid det tar at tilrettelegge data. Videre bearbejdning av modellene og forbedrede programvarer vil med tiden øke mulighetene for naturalistiske fremstillinger og anvendelse av 3D-modeller ved bearbejdning og formidling av data.</p>				
Emneord: Tredimensjonal	Geografisk informasjonssystem		Kvartærgeologi	
Georadar	Boring		Seismikk	
Fagrapport				

1.	INNLEDNING	4
2.	DATAGRUNNLAG	5
3.	DATABEHANDLING.....	6
3.1	Kvartærgeologisk kart og flyfotos.....	6
3.2	Bordata	6
3.2.1	Fargesignaturer.....	6
3.3	Georadardata	6
3.4	Seismiske data.....	7
4.	3D VISUALISERING.....	7
4.1	Gaupne	8
4.2	Måselv.....	11
4.2.1	Brandmoen	11
4.2.2	Mortnelva	12
5.	ANVENDELSER OG VIDERE UTVIKLING	13
6.	KONKLUSION.....	13
7.	REFERANSER	13

Vedlegg 1: 3Dmodeller fra Gaupne og Måselv (CD)

1. INNLEDNING

Med økningen både av mengden av geologiske data og av tilgjengelige datatyper blir det et større behov for at kunne sammenstille geologiske data på overskuelige måter. Dette vil være til hjelp for en bedre kommunikasjon og for raskere forståelse av de geologiske forholdene både for geologer og ikke-geologer. Samtidig har utviklingen i programvarer til datamaskiner gjort det mulig at fremstille og presentere data digitalt og i 3D og muliggjør hurtig spredning av disse via for eksempel Internettet. I rapporten gis et eksempel på hvordan geologiske data fra kvartærgeologisk kart, boringer, georadar og seismikk kan fremstilles i 3D ved hjelp av ArcScene og 3DAnalyst (del av ESRI's ArcGIS programpakke der også inneholder ArcMap 8.1) med eksempler fra Gaupne, Sogn og Fjordane samt Målselv i Troms (Figur 1). Det skal nevnes at denne form for visualisering av noen ville bli kalt for 2,5D, da presentasjonen utgjøres av linjer og flater i rommet ikke av egentlige 3D-legemer. Likevel gir denne form for presentasjon en 3D fornemmelse av landskap og geologisk oppbygning. Hensikten med rapporten er å vise noen av de muligheter som finnes innen 3D presentasjon, beskrive denne metoden og inspirere til videre utvikling av visualiseringsmetodene. I denne rapport fokuseres på 3D modeller fra Gaupne i Sogn og Fjordane. Modellene skal blott betraktes som en slags prototyper som kan raffineres ved videre arbeide. Mer detaljerte 3D modeller er tidligere produsert for deler av Målselvdalen i Troms men uten fokus på dette eller nærmere forklaring av metoden (Hansen m.fl. 2002). Disse modeller omtales også her.

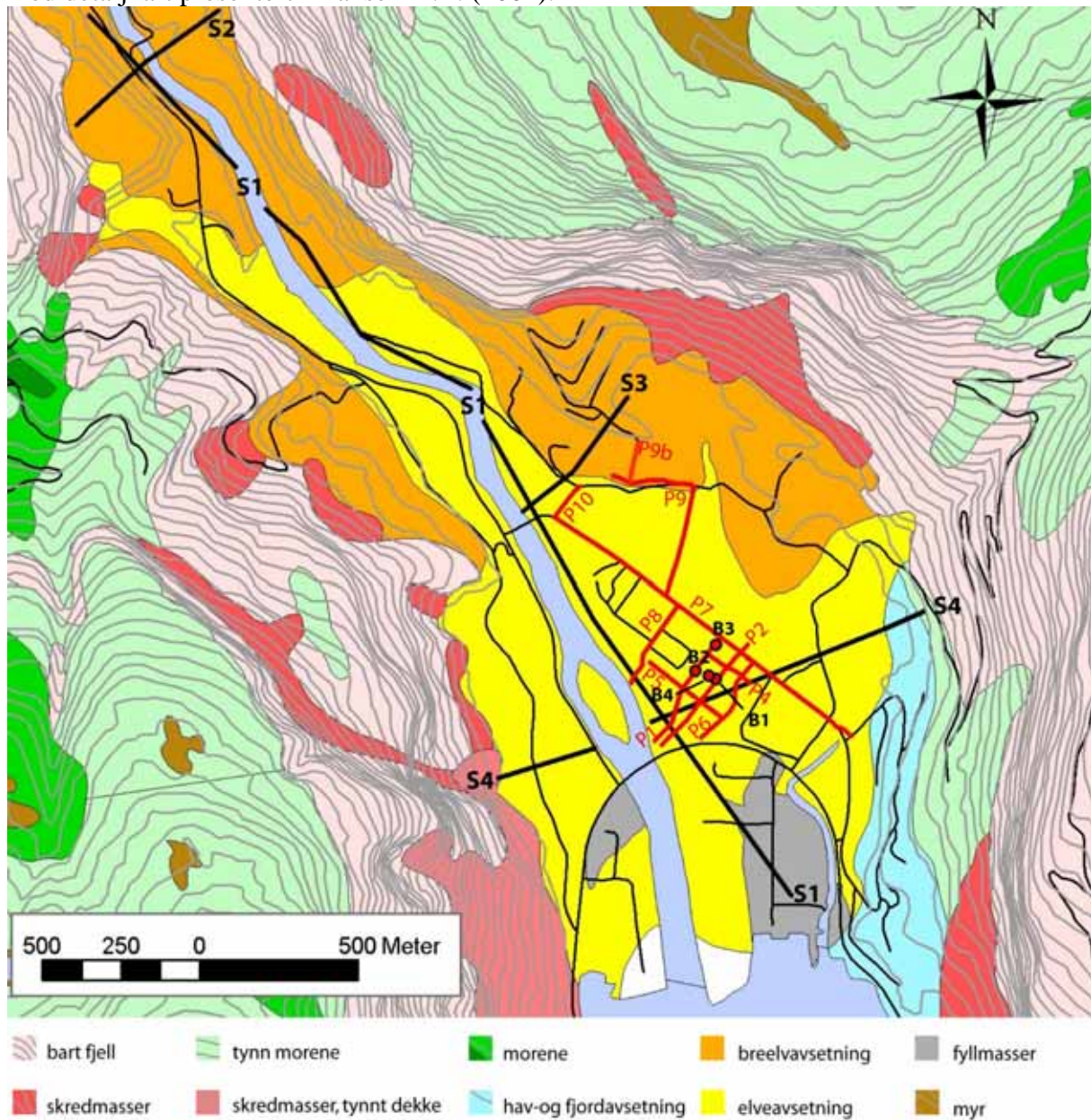


Figur 1. Oversiktskart.

2. DATAGRUNNLAG

Datagrunnlaget for 3D presentasjonen for dalføret ved Gaupne innbefatter et digitalt, vektorisert kvartærgeologisk kart basert på kartet Solvorn, 1417 IV, i 1:50.000 (ref), samt vektoriserte økonomiske data som ble stilt til rådighet fra kommunen til 3D visualisering. Det eksisterer tillike et mer detaljert kvartærgeologisk kart i 20.000 for Gaupne men er ennå ikke i digitalt format (Aa 1985). Data fra sonderboringer og georadarlinjene P1-P6 er fra Jæger, Ø. m.fl. (2003). Georadarlinjene P7-P10 ble utført samme året med henblikk på 3D visualiseringen. Innsamling og bearbeidning av P7-P10 er forgått på samme måte som beskrevet for P1-P6 (Jæger, Ø. m.fl. 2003). Seismiske data er fra Hillestad (1991). En oversikt over grunnundersøkelsene er presentert på kartet i Figur 2.

Data grunnlaget for 3D modellene fra deler av Målselvdalføret, Troms, er sammen med detaljkart presentert i Hansen m.fl. (2002).



Figur 2. Oversikt over grunnundersøkelser utført i Dalføret ved Gaupne. Sorte linjer angir refraksjonsseismikk. Røde linjer angir georadarprofiler mens de røde punkter angir borpunkter. Tynne sorte linjer angir vejer.

3. DATABEHANDLING

Vektoriserte høydekurver med ekvidistanse på 5 m er brukt til å generere digitale terrengmodeller for Gaupne og deler av Målselvdalen i ArcMap (ved hjelp av modulen 3D Analyst). Disse terrengmodeller utgjør rammen for visualisering av geologiske data fra kart, boringer og geofysiske målinger. Hver datasett tilrettelegges og visualiseres i 3D via ESRI's ArcScene 8.1. Tilretteleggelse av hver type datasett er kort beskrevet herunder.

3.1 Kwartærgeologisk kart og flyfotos

For Gaupne er benyttet et digitalt kvartærgeologisk kart i vektorformat som er drapert på den digitale terrengmodell i ArcScene. Som alternativ kunne et innskannet kvartærgeologisk kart brukes. Det kvartærgeologiske kart gir informasjon om jordartene ved overflaten samt om fjellblottingers beliggenhet hvilket er en viktig hjelp ved for eksempel modellering av fjellets beliggenhet langs og under løsmassene i et dalføre.

For Målselvdalen er flyfotos georeferert i ArcMap ('rectified') og drapert på digitale terrengmodeller. Orthofotos er mer nøyaktige men mer tidskrevende å opprette/dyrere og er ikke benyttet i dette studium.

3.2 Bordata

Bordata er samlet i tabeller med koordinater for boringen sammen med koter for terrengoverflaten, for grunnvannstanden og for overgrensen av definerte lag i boringen samt tykkelsen av disse lag. Denne informasjon brukes i ArcScene til at visualisere lagenes opptreden i boringen. Hvert lag visualiseres for seg og i hver sin farge, hvilket krever at hver boring kopieres en gang i ArcScene for hvert av de lag som ønskes visualisert.

3.2.1 Fargesignaturer

Fargesignaturer velges etter behov. I modellen for Gaupne er ren sand angitt som gul, oransje er angitt for grusig sand/grov sand, rød er angitt for grus/stein mens grå er angitt for fyllmasse/finsand. Grunnvannsnivået angis med blå (Fig. 3). I modellene for Målselv er fargeskalaen mer detaljert: blå angir leire, grønn angir silt/leire, gul angir siltet sand/fin sand, orange angir sand og rød angir grusig sand/grus. Lyserød angir antatt fjell.

3.3 Georadardata

Georadardata er importert, terrengkorrigert og prosessert ved hjelp av Reflex-Win versjon 3.01. I dette program er det mulig å digitalisere utvalgte refleksjoner i georadarprofilene og lagre disse digitaliseringer som .pck filer. Disse tolkninger kan deretter konverteres til .xyz format ved hjelp av et program utarbeidet av Eirik Muring, NGU, kallet konvert_reflexdig.exe. I .xyz formatet er et linjestykke representert av punkter som hver har en x- og y-posisjon samt koteangivelse. xyz-filene kan heretter oversettes til GIS format (.shp) ved hjelp av et tilleggsmodul ('extension') kallet 'Generate to Shape v. 5.0' i ArcView 3.2 der kan konvertere .xyz filer til .shp filer. Shp filer kan leses av ESRIprogramvarer inklusive ArcScene. Hvert digitalisert/tolket georadarprofil kan visualiseres i 3D i ArcScene i, for eksempel, hver sin farge. Det er også mulig å utvelge enkelte digitaliserte linjestykker og gi disse en særlig farge til for eksempel angivelse av grunnvannstanden i hver av de digitaliserte georadarprofiler.

For Gaupne er de tolkede georadarprofiler, for overskuelighetens skyld, angitte med to forskjellige farger alt etter deres orientering i ArcScene (Fig. 3). I 3Dmodellen i vedlegg 1 for Gaupne er kun plasseringen av georadarlinjene markert. I 3Dmodellene fra Målselv i vedlegg

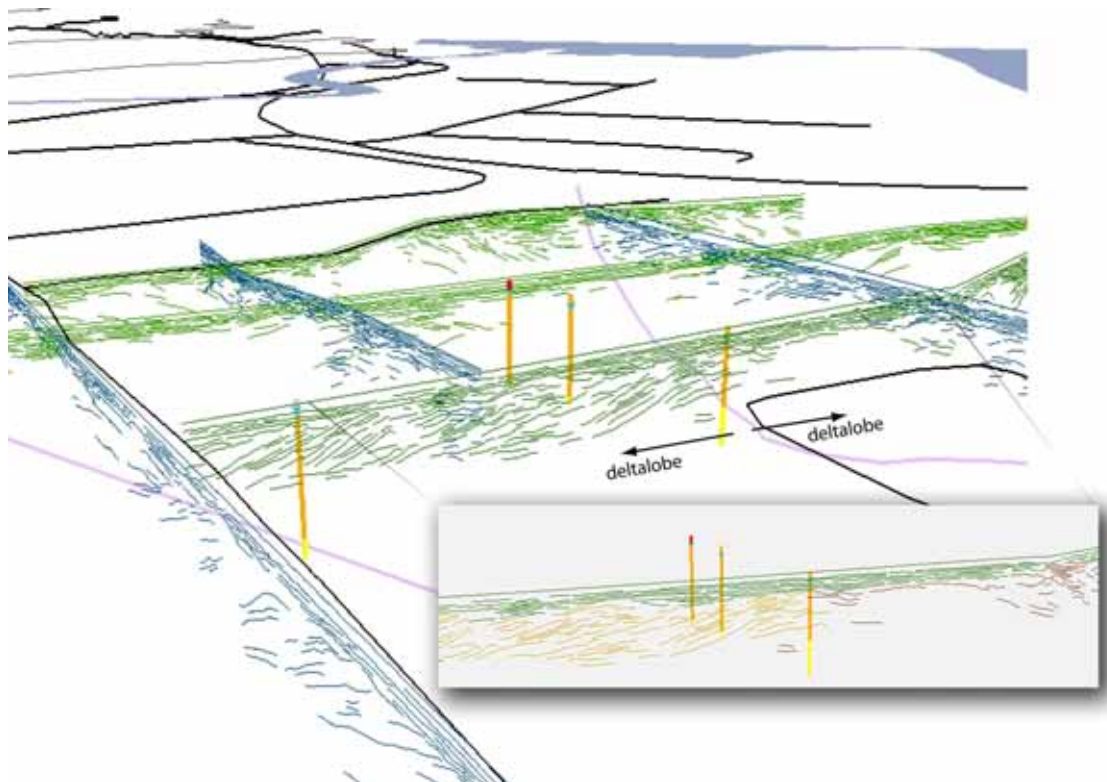
1 representerer flaten som er visualisert under terrengoverflaten laggrensen mellom leir/silt (under) og grovere materiale (over). Denne flate er modellert på basis av bordata og georadardata (Hansen m.fl. 2002).

3.4 Seismiske data

Tolkede seismiske linjer med angitte dyp til fjell fra Gaupne finnes i analog format (Hillestad 1991). Det er imidlertid mulig å opprette .xyz filer for hver seismisk linje med hjelp fra ArcMap der xy-koordinater kan avleses langs de seismiske linjer samtidig med at koteverdien avleses på de analoge seismiske profiler. .xyz filene kan deretter oversettes til shp filer som beskrevet for georadardata. Seismiske data er ikke benyttet ved studiene i Målselv.

4. 3D VISUALISERING

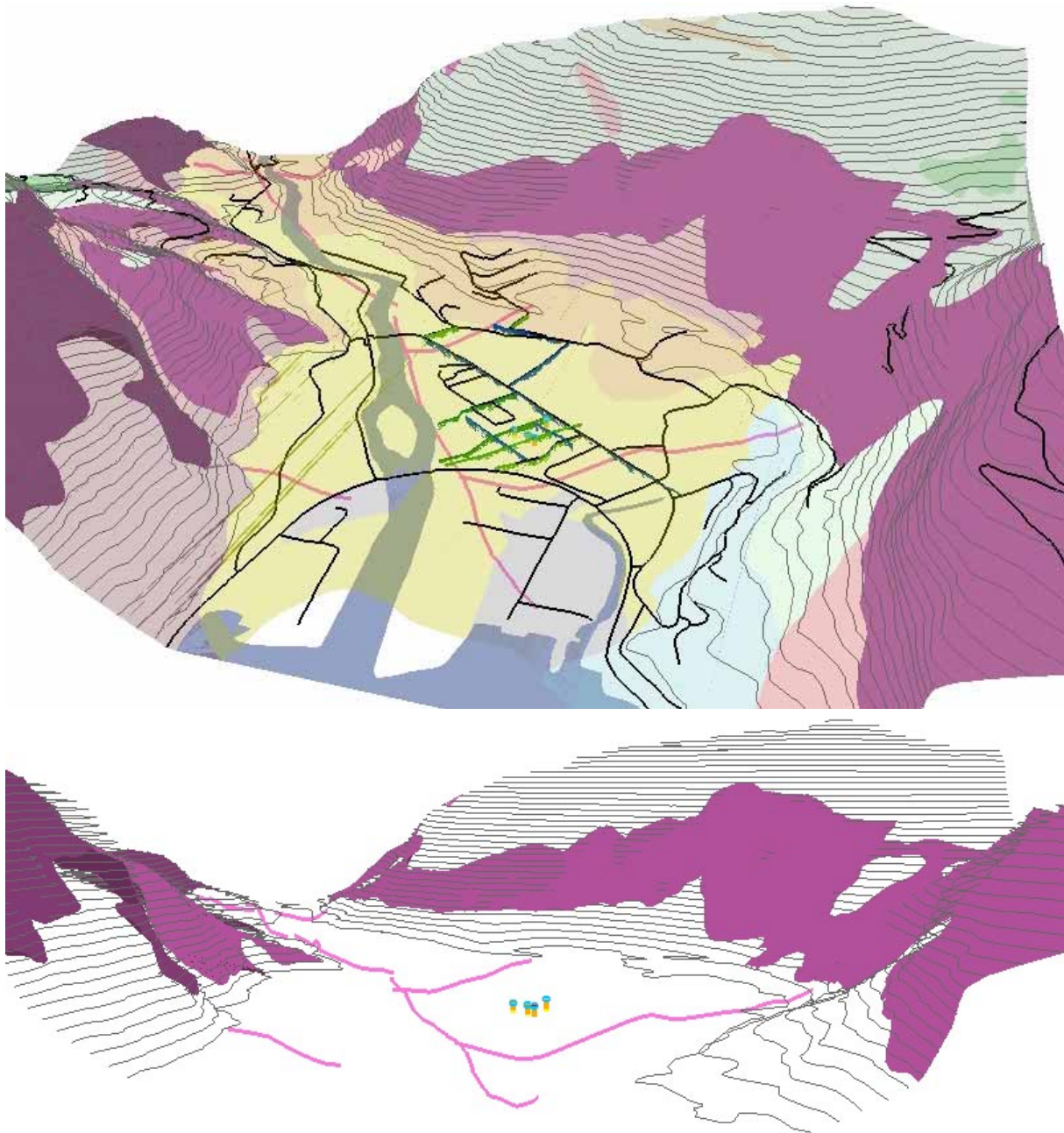
Det kvartærgeologiske kart, boringene, georadarprofiler og seismikk profiler fra Målselv og Gaupne er bearbejdet som beskrevet ovenfor og er samlet og visualisert i ESRI's ArcScene 8.1. Modellene beskrives kort herunder. I ArcScene er modellene eksportert til .wrl format som kan leses av en vanlig nettleser, for eksempel Internet Explorer. Det krever særlige programvarer at visualisere modellene via nettleseren. Sådanne programvarer er tilgjengelige på internettet og flere varianter er gratis ved begrenset bruk. Eksempler på hjemmesider der slike programvarer kan nedlases er <http://www.parallelgraphics.com> og <http://www.blaxxun.com>. 3Dmodeller i .wrl format for Gaupne og Målselv finnes på vedlagte CD (vedlegg 1).



Figur 3. Tolkede, digitaliserte georadardata og bordata sentralt i Gaupne sett mot syd. Figuren viser eksempler på deltalober med hver sine deltautbyggingsretninger. Loben til høyre i figuren er sannsynligvis oppbygget primært av sand (gul i boring) mens loben til venstre er oppbygget av lagdelt sand/grus (oransje i boring) der gir tydelige refleksjoner. Det innsatte bilde viser hvordan refleksjonene kan fargelegges etter tolkning.

V

Ø



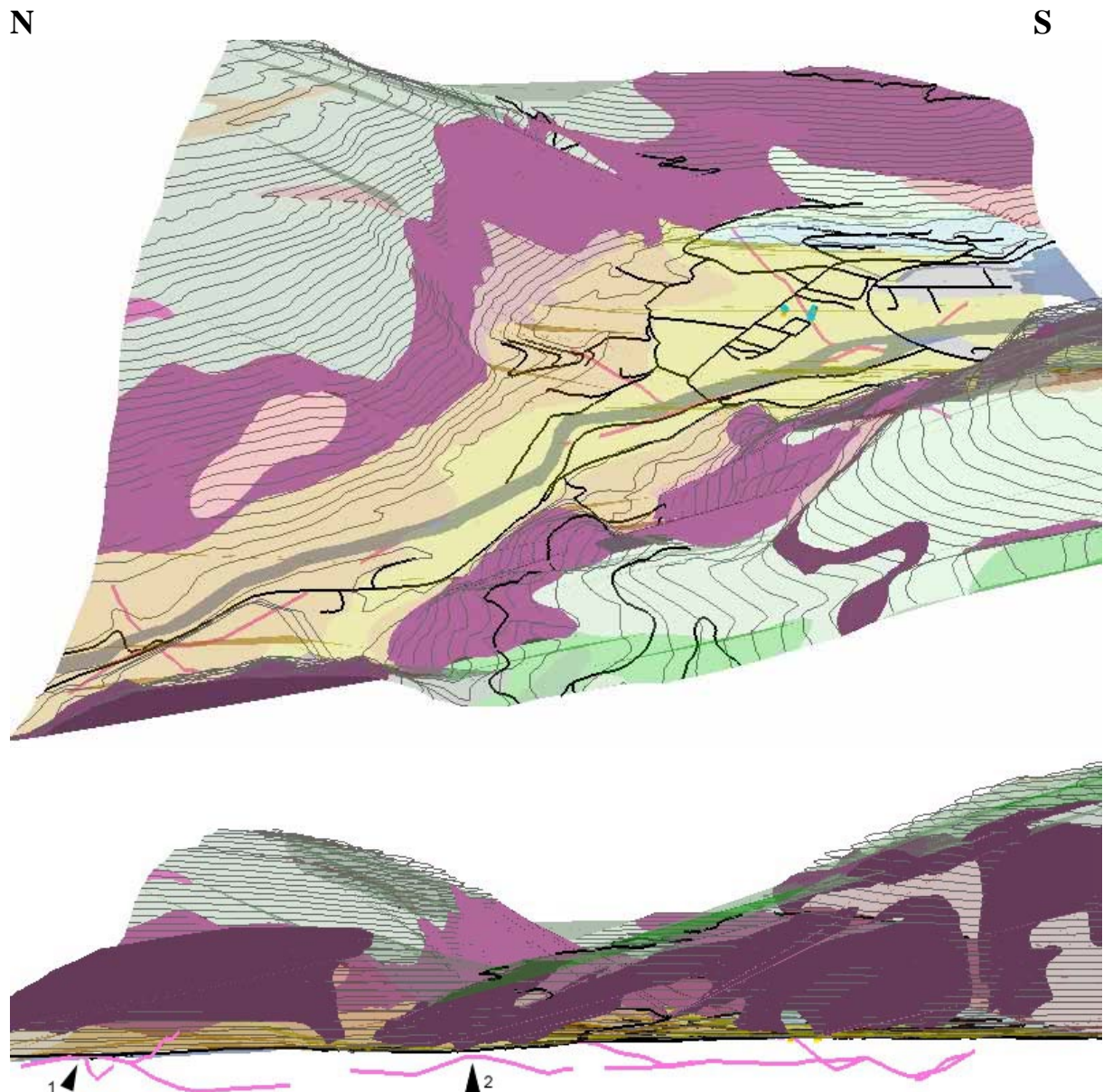
Figur 4. 3D visualisering av dalføret ved Gaupne. Fargene svarer til fargene i det kvartærgeologiske kart (Fig 2) men er gjort svakt transparent. Fargen for fjell er fremhevet /rosa/lilla). Samme farge er benyttet for linjer under terrenget der representerer de seismiske data for fjellets beliggenhet under løsmassene sentralt i dalen. I nederste figur er utelukkende fokusert på fjellets beliggenhet.

4.1 Gaupne

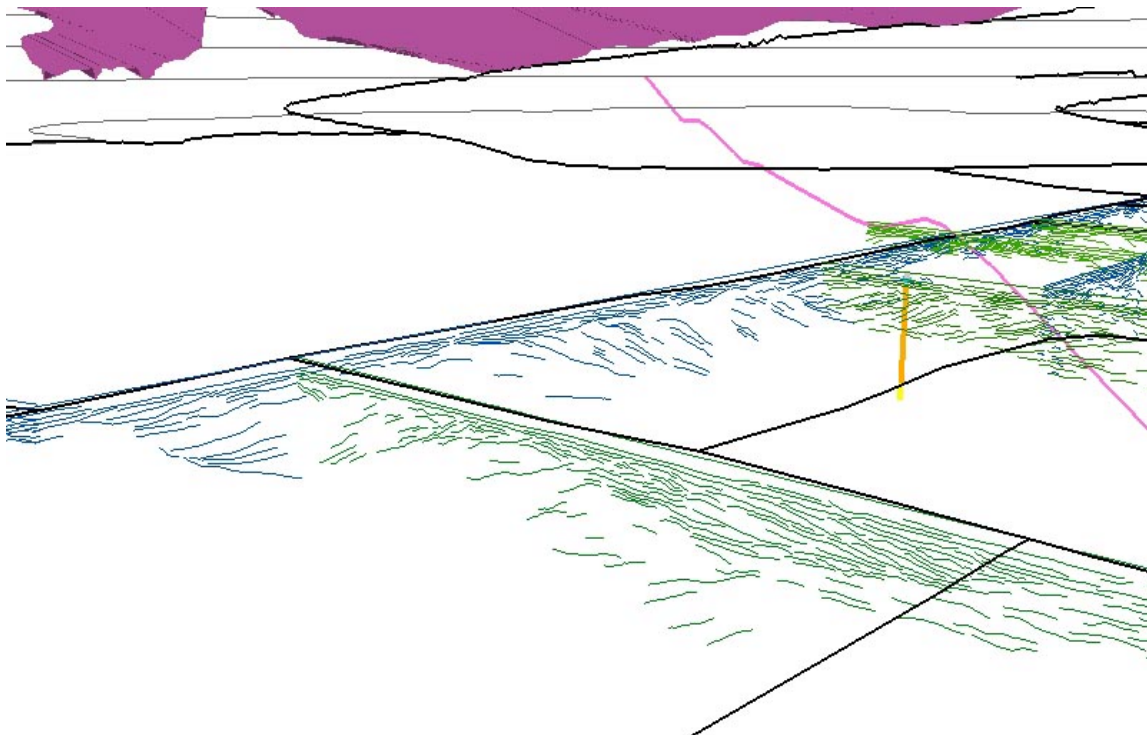
3Dvisualiseringen for Gaupne er utført med fokus på den overordnede kvartærgeologiske oppbygging og utbredelse av fjell i dalføret. Jordartenes terrengmessige fordeling i dalføret gjøres tydelig ved denne fremstilling. Det kvartærgeologiske kart er gjort transparent for at avhjelpe visualisering av de geologiske data under terrenget (Figur 4 og 5). I figur 5 ses modellen for Gaupne fra to vinkler. I den nederste del av figuren vises to fjellterskler under løsmassene i den nordvestlige del av dalen langs seismisk linje S1 (Fig. 2). Fjellterskel 2 er

sammenfallende med utvidelse av dalen mot sørøst. Det ses også noen utvidelse av dalen sørøst for fjellterskel 1.

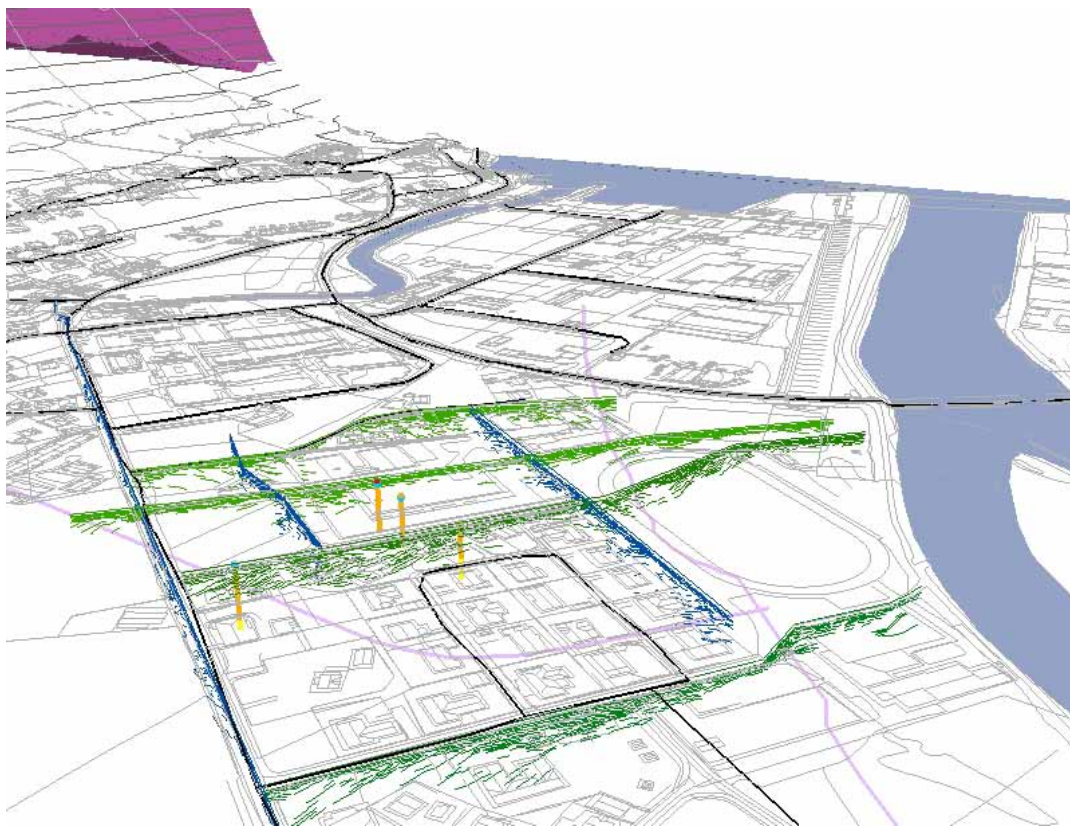
De digitaliserte georadarprofiler gir detaljert informasjon om et spesifikt område innen dalfyllet i Gaupne (Fig. 6). De digitaliserte reflektorer avspeiler lagdelingen i de fluviale deltaavsetninger som fyller den sentrale del av dalfyllet nær havnivå. Deltaavsetningene kan deles opp i deltalober med forskjellig utbyggingsretninger og 3Dvisualiseringen avhjelper denne oppdeling (Fig. 3). Modellene gjør det mulig å få et hurtig innblikk i avsetningenes romslige oppbygging, spesielt der hvor georadarlinjene krysser (Fig. 6). Presentasjon av georadardata sammen med kart over bygg, veier mv. gir en god oversikt over geologi og infrastrukturen (Fig. 7).



Figur 5. 3Dmodellen for Gaupne sett mot øst fra to vinkler: skrått oppe fra (øverst) og horisontalt (nederst). På nederset figur angir pilene beliggenheten av to fjellterskler.



Figur 6. Visualisering av interne strukturer i delta- og elveavsetningene. Den romlige oppbygging vises best der georadarlinjer mødes i en rett vinkel.



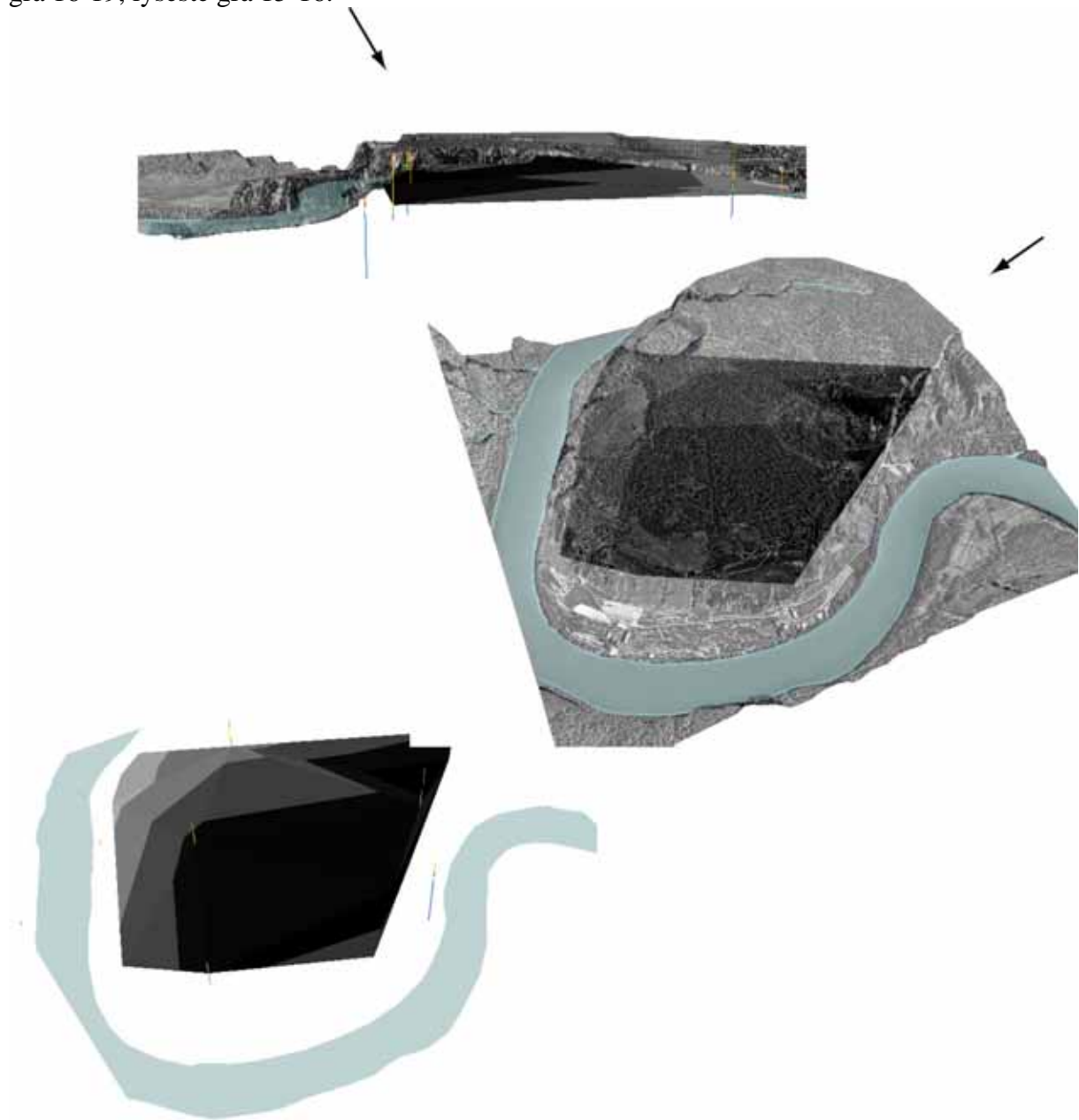
Figur 7. Georadardata og bordata sammen med basisdata (hus, vejer mv.) gir god oversikt over infrastrukturens plassering i forhold til geologien.

4.2 Målselv

Flyfotos fra områdene i Målselv er gjort transparent for at avhjelpe visualisering av de geologiske data i bakken. Undersøkelsene i Målselv ble utført med fokus på å finne utbredelsen av leirholdige hav- og fjordavsetninger som er viktig ved skredfarevurderinger mht leirskred. For en mer detaljert beskrivelse av delområdene i Måselvdalen henvises til Hansen m.fl. (2002).

4.2.1 Brandmoen

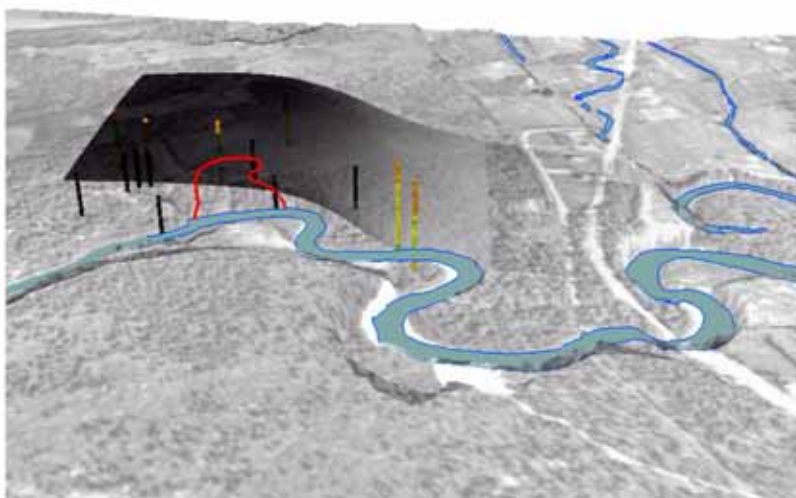
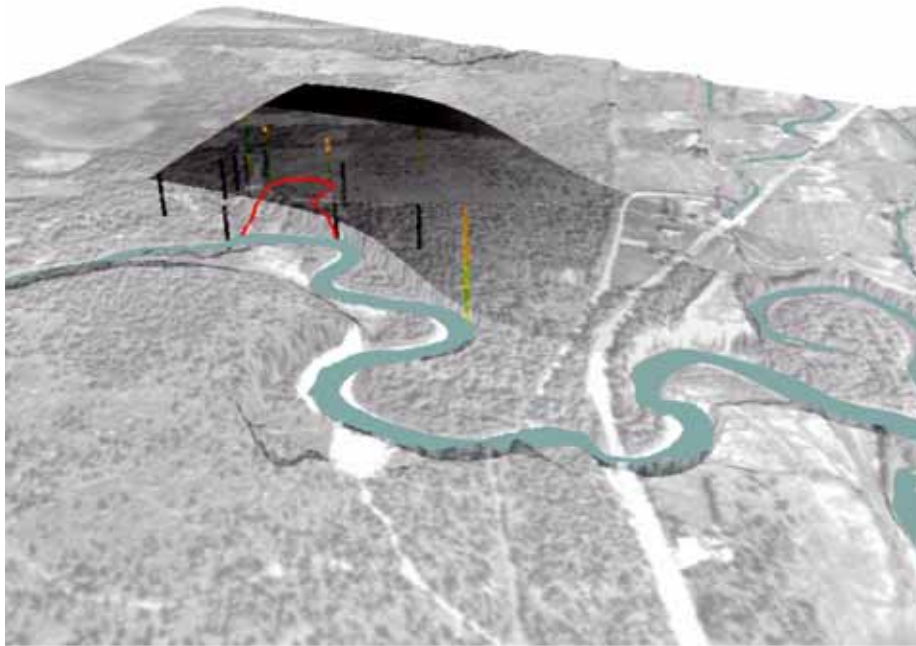
3Dmodellen for dette område er basert på en terrengmodell som er overdrevet 5 ganger i høyden (Figur 8, vedlegg 1). Modellen viser bordata sammen med en flate som representerer laggrensen mellom leir/silt (under) og grovere materiale (over). Flaten er modellert ved hjelp av 3D analyt i ArcMap på bakgrunn av bordata og georadardata. Leirflatens høyde over havet i meter er angitt med gråtoner: sort: 25-28, mørkest grå: 22-25, mørk grå: 19-22, lysere grå 16-19, lyseste grå 15-16.



Figur 8. 3D terrengmodell fra Brandmoen, Måselvdalen, sett fra flere vinkler (vedlegg 1). Modellen viser i tillegg grenseflaten.

4.2.2 Mortenelva

3Dmodellene for dette område er basert på en terrengmodell som er overdrevet 3 ganger (Figur 9, vedlegg 1). En av modellene som fokuserer på terrenget med bordata og laggrenseflaten som representerer laggrensen mellom leir/silt (under) og grovere materiale (over). Flaten er modellert ved hjelp av 3D analysert i ArcMap. Blå linjer angir grensen mellom leir/silt og overliggende grovere materiale som er tolket ut i fra georadarprofiler. Omrisset av et leirskred som gikk i området i 2001 er markert med rødt. Plasseringen av georadarprofilene er vist som sorte linjer i 3Dmodellen. Den anden modell fokuserer på datagrunnlaget uten visualisering av terrenget og den modellerte grenseflate.



Figur 9. 3D terrengmodell fra Mortenelva, Målselvdalen, sett fra to vinkler (vedlegg 1).

5. ANVENDELSER OG VIDERE UTVIKLING

Visualisering av forskjellige typer av geologiske data i 3D gir god mulighet for å studere og formidle den geologiske oppbyggingen for eksempel av løsmassene i et dalføre. Det er, for studiet i denne rapport, ikke tale om sande 3Dmodeller, men modeller bestående av flater og linjer som av noen kalles for '2,5D'modeller. Likevel gir modellene en god oversikt over landskap og de tredimensjonelle geologiske forhold. Det finnes mange typer av programvarer til visualisering og bearbeidning av terreng og geologi i 3D og på forskjellige nivåer og til forskjellig pris. Fordelen ved å benytte seg av 3DAnalyst og ArcScene er den direkte kommunikasjon med de andre programdeler innen ESRI's ArcGis med tilhørende lesbarhet av diverse filformater. 3DAnalyst brukes til beregning og modellering mens ArcScene brukes til visualisering. Ulempen ved visualisering i ArcScene er begrenset funksjonalitet mht naturalisme og estetikk men fordelen er forholdsvis gode muligheter innen databehandling og god brukervennlighet. Den stadige utviklingen av programvarene vil sannsynligvis øke mulighetene.

3Dmodellene presentert i denne rapport er utført uten noen videre bearbeidning mht det visuelle og kan uten tvil forbedres. Til gjengjeld bidrar den enkle fremstilling til effektiv anskueliggjørelse av de geologiske data. Det krever dog uansett noen geoviten å skjønne modellene og forklaringer og beskrivelser trengs ved en presentasjon for ikke-geologer. Tilgjengelig kan 3Dfremstillingen sannsynligvis forenkle forklaringen av de geologiske forhold. I områder med mange geologiske data kan fremstillingen hjelpe geologen til tolkning og bearbeidning av data men effekten av dette må veies opp med tiden det tar at tilrettelegge data. 3Dvisualisering av dalfyllinger, som eksemplene i denne rapport, er et hjelpemiddel som har potensiell nytteverdi innen problemstillinger som vedrører for eksempel grunnvann, grunnvarme, skred og forskning. 3Dvisualisering er dog generelt relevant innen de fleste geologiske disipliner.

6. KONKLUSION

Det er vist, med eksempler, hvordan kvartærgeologiske data bestående av kartdata, geofysiske data og boringer sammen kan bearbeides og visualiseres i 3D ved hjelp av ESRI's ArcScene. 3Dmodellene gjør data oversiktlige og muliggjør at disse kan vurderes samlet. Anvendelse av visualiseringen skal dog veies opp mot den tid det tar at tilrettelegge data. Videre bearbeidning av modellene og forbedrede programvarer vil med tiden øke mulighetene for naturalistiske fremstillinger og anvendelse av 3Dmodeller ved bearbeidning og formidling av data.

7. REFERANSER

Aa, A.R. 1982. Solvorn, kvartærgeologisk kart 1417 IV M 1:50.000.

Norges geologiske undersøkelse.

Aa, A.R. 1985. Gaupne, kvartærgeologisk kart BDE 079080 M 1:20.000.

Norges geologiske undersøkelse.

Hansen, L., Bargel, T.H., Tønnesen, J.F., Blikra, L.H., Muring, E., Solberg, I.-L. 2002:

Leirskredkartlegging langs Måselvvassdraget. NGU rapport nr 2002.040

Hillestad, G. 1991. Seismiske grunnundersøkelse Solvorn, Hafslo og Gaupne.

NGU rapport 1862

Jæger, Ø, Lauritsen, T. & Storrø, G. 2003: Grunnvanns- og grunnvarmeundersøkelser ved Luster ungdomsskole i Gaupne, Luster kommune. NGU rapport 2003.017