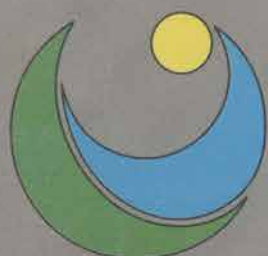


038

# Geofaglige undersøkelser i Sauda-området

utredning

Lars Erikstad



NINA

NORSK INSTITUTT FOR NATURFORSKNING

# Geofaglige undersøkelser i Sauda-området

Lars Erikstad

## NINAs publikasjoner

NINA utgir seks ulike faste publikasjoner:

### NINA Forskningsrapport

Her publiseres resultater av NINAs eget forskningsarbeid, i den hensikt å spre forskningsresultater fra institusjonen til et større publikum. Forskningsrapporter utgis som et alternativ til internasjonal publisering, der tidsaspekt, materialets art, målgruppe mm. gjør dette nødvendig.

### NINA Utredning

Serien omfatter problemoversikter, kartlegging av kunnskapsnivået innen et emne, litteraturstudier, sammenstilling av andres materiale og annet som ikke primært er et resultat av NINAs egen forskningsaktivitet.

### NINA Oppdragsmelding

Dette er det minimum av rapportering som NINA gir til oppdragsgiver etter fullført forsknings- eller utredningsprosjekt. Opplaget er begrenset.

### NINA Notat

Serien inneholder symposie-referater, korte faglige redegjørelser, statusrapporter, prosjektskisser o.l. i hovedsak rettet mot NINAs egne ansatte eller kolleger og institusjoner som arbeider med tilsvarende emner. Opplaget er begrenset.

### NINA Temahefter

Disse behandler spesielle tema og utarbeides etter behov for å informere om viktige problemstillinger i samfunnet. Målgruppen er "allmenheten" eller særskilte grupper, f.eks. landbruket, fylkesmennenes miljøvernavdelinger, turist- og friluftslivskretser o.l. De gis derfor en mer populærfaglig form og med mer bruk av illustrasjoner enn ovennevnte publikasjoner.

### NINA Fakta-ark

Hensikten med disse er å gjøre de viktigste resultatene av NINAs faglige virksomhet, og som er **publisert andre steder**, tilgjengelig for et større publikum (presse, ideelle organisasjoner, naturforvaltningen på ulike nivåer, politikere og interesserte enkeltpersoner).

I tillegg publiserer NINA-ansatte sine forskningsresultater i internasjonale vitenskapelige journaler, gjennom populærfaglige tidsskrifter og aviser.

Erikstad, L. 1992

Geofaglige undersøkelser i Sauda-området.

NINA Utredning 38: 1-39

Oslo, november 1992

ISSN 0802-3107

ISBN 82-426-0285-9

Klassifisering av publikasjonen:

Norsk: Vassdragsutbygging og andre tekniske inngrep

Engelsk: Hydro-power construction and other technical development

Rettighetshaver:

NINA Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

Redaksjon:

Erik Framstad

NINA, Oslo

Design og layout:

Klaus Brinkmann

Cathrine Haneng Svendsen

NINA, Ås/Oslo

Sats: NINA

Trykk: Henning Melsom AVS

Opplag: 200

Trykt på 100% resirkulert papir!

Kontaktadresse:

NINA

Tungasletta 2

N-7005 Trondheim

Tel: (07) 58 05 00

## Referat

Erikstad, L. 1992. Geofaglige undersøkelser i Sauda-området.  
- NINA Utredning 38: 1-39

I forbindelse med planer om utvidet kraftutbygging i Sauda er det gjennomført en geofaglig undersøkelse for å belyse konsekvensene av de foreslåtte inngrep. Området ligger mellom Åkrafjorden i nord og Hylsfjorden i sør.

Berggrunnen er tredelt. Underst ligger prekambriske gneisser og granitter. Over disse er det en sone med fyllitt og forgneisede leirskifre som hviler på en markert erosjonsflate (det subkambriske peneplan). Øverst ligger eldre overskjøvnne bergarter, hovedsakelig ulike gneiser. Tredelingen i berggrunnen gjenspeiles i en tilsvarende tredeling av landskapet forsterket ved en kraftig bre-erosjon som har skapt omfattende fjord- og dalsystemer.

Det er lite løsmasser i området. Spredte moreneavsetninger er viktige for å forstå isavsmeltingen for nær 10000 år siden. Delta-avsetninger markerer flere steder endringer i havnivå etter istiden. I tillegg finnes elvevifter, ras- og torvavsetninger.

Særlig viktige områder er vurdert med hensyn til deres naturverdi og i hvilken grad denne blir berørt ved en eventuell utbygging. Viktigste konsekvens er at urørte vassdrag i nord og sør mister sin urørthet. Denne konsekvensen må vurderes i en større sammenheng enn rent landskapsmessig. Lokalt verneverdige elvevifter og moreneformer vil bli neddemt ved Berdalsbotn. Her blir også et meget særpreget dal-landskap sterkt påvirket. Viktige moreneformer sammen med elveavsetninger ved Buer og ved Breibotn ligger nær omfattende planlagte inngrep og kan bli berørt. Ved hensynsfull anleggsdrift og enkelte justeringer av planene bør det være mulig å unngå skade på disse verneverdiene.

Emneord: Vassdragsutbygging - Konsekvensanalyse - Geofag - Rogaland.

Lars Erikstad, NINA, Pb. 1037 Blindern, 0315 Oslo

## Abstract

Erikstad, L. 1992. Earth science investigation in the Sauda region.  
- NINA Utredning 38: 1-39

In connection with plans for extended hydropower development in Sauda (Rogaland County), an earth science survey has been performed to elucidate the consequences of the proposed encroachments.

The bedrock consists of three main groups. Below lies precambrian gneisses and granites. Above this layer there is a zone of phylites and mica schists resting on a marked erosion surface (the subcambrian peneplane). On top lies different precambrian gneisses as a part of the Caledonian nappe system. This three-layered structure is reflected in a corresponding layering of the landscape reinforced by fierce glacial erosion which has formed extensive fjord and valley systems.

There is little surficial deposits in this area. Scattered moraine ridges are important in order to understand the deglaciation some 10.000 years ago. Delta deposits at several sites mark the changes in sea level following the deglaciation. There are additional river fans, screes and peat deposits.

Particularly important areas are evaluated with regard to their values and to what extent they become affected if the hydropower development becomes effective. The most important consequences are that unaffected watercourses in northern and southern parts lose their pristineness. These consequences must be evaluated in a larger context than those related to the landscape itself. Local river fans and moraine ridges of high conservation value will be submerged at Berdalsbotn. Here a very characteristic valley landscape will be strongly affected. Important moraine ridges along with fluvial deposits at Buer and by Breibotn lies in the immediate vicinity of planned building activities and may be affected. By considerate building and construction works and some adjustments of the operational plans it should be possible to avoid damage to these conservation values.

Key words: Hydro-power development - Environmental impact assessment - Earth science - Rogaland County.

Lars Erikstad, NINA, PO Box 1037 Blindern, N-0315 Oslo, Norway.

## Forord

NINAs undersøkelser er utført i forbindelse med de foreliggende planer om utvidet kraftutbygging i Sauda, utført etter oppdrag fra ENCO Environmental Consultants A.S. Ved siden av de geografiske undersøkelsene har oppdraget også omfattet botaniske undersøkelser og ferskvannsundersøkelser. Resultater av disse undersøkelsene er gitt i egne rapporter (Odland 1992, Walseng et al. 1992). Prosjektleder for NINAs del av konsekvensundersøkelsene har vært forsker Gunnar Halvorsen.

Feltundersøkelsene er utført i slutten av juni og begynnelsen av august 1991. Cand scient Sylvia Smith-Meyer har bidratt som feltassistent.

Oslo, november 1992

Lars Erikstad

# Innhold

	side		side
Referat .....	3	6 Verdivurdering og konfliktvurdering .....	27
Abstract .....	3	6.1 Verdikriterier og naturverdi .....	27
Forord .....	4	6.2 Generelle konfliktvurderinger	
1 Innledning .....	6	- urørthetskriteriet .....	27
2 Materiale og metoder .....	6	6.2.1 Sandvatn, Vaulo, Vintertunstølen	
3 Områdebeskrivelse .....	7	(Tilleggsoverføring 4 og 2B) .....	27
3.1 Beliggenhet .....	7	6.2.2 Tengesdal, Lingvang, Hamrabø	
3.2 Berggrunnen .....	7	(Tilleggsoverføring 5 og 6) .....	29
3.3 Landskapet .....	9	6.3 Spesielle konfliktvurderinger	
3.4 Løsmasser og isavsmelting .....	13	- direkte konsekvenser i spesielle områder .....	29
3.5 Klima og hydrologi .....	15	6.3.1 Berdalen med Botnavatn	
3.6 Elveløp og aktive prosesser .....	15	(Basisprosjektet) .....	29
4 Spesielle områder av særlig betydning .....	17	6.3.2 Botnavatn ved Breiborg	
4.1 Områder knyttet til landskapets storformer .....	17	(Basisprosjektet) .....	29
4.1.1 Vaulo, Sandvatn-området .....	17	6.3.3 Sandvatna	
4.1.2 Lingvang, Tengesdal, Hamrabø-området		(Basisprosjektet) .....	29
med Skaulen .....	17	6.3.4 Slettedalen, Vaulo, Vintertunstølen	
4.1.3 Berdalen med Botnavatn .....	17	(Basisprosjektet og Tilleggsoverføring 4) .....	30
4.2 Områder med ulike moreneformer .....	18	6.3.5 Sagfossen og Maldalsfossen	
4.2.1 Buer .....	18	(Tilleggsoverføring 1) .....	31
4.2.2 Slettedalen .....	19	6.3.6 Buer (Tilleggsoverføring 2A og 3) .....	31
4.2.3 Breibotn .....	19	6.4 Økt trussel mot enkelte områder som	
4.2.4 Hellandsbygd .....	19	konsekvens av utbygging .....	31
4.2.5 Seljestad - Vintertunstølen .....	20	6.4.1 Slettedalsmagasinet .....	31
4.3 Områder med breelavsetninger .....	20	6.4.2 Sauda-deltaet .....	31
4.3.1 Slettedalsmagasinet .....	20	6.4.3 Tengesdal-deltaet .....	31
4.3.2 Sauda-deltaet .....	20	6.4.4 Fjæra-deltaet .....	31
4.3.3 Tengesdal-deltaet .....	21	7 Konsekvenser ved de ulike overføringsprosjektene,	
4.3.4 Fjæra-deltaet .....	21	avbøtende tiltak .....	32
4.3.5 Hamrabø, Tengesdalsstølen, Kvannvatn .....	21	7.1 De ulike prosjektene .....	32
4.3.6 Sandvatn, Vaulo .....	22	7.1.1 Basis-prosjektet .....	32
4.4 Områder med elve-erosjon og elveavsetninger .....	22	7.1.2 Tilleggsoverføringene .....	33
4.4.1 Buer .....	22	7.2 Avbøtende tiltak .....	33
4.4.2 Slettedalen .....	22	7.3 Oppfølgende undersøkelser .....	34
4.4.3 Berdalen med Botnavatn .....	22	8 Sammendrag .....	35
4.4.4 Breibotn .....	23	9 Summary .....	36
4.4.5 Grimsvatn og Kvannvatn .....	23	10 Litteratur .....	37
4.5 Andre områder .....	23	Ordliste .....	38
4.5.1 Gruvene ved Storelva .....	23		
5 Utbyggingsplanene .....	24		
5.1 Basis-prosjektet .....	24		
5.2 Tilleggsoverføringene .....	26		

## 1 Innledning

Planene for utvidet kraftutbygging i Sauda-området omfatter et stort område. Prosjektet består av mange og tildels kompliserte planer for vannoverføringer. De geofaglige konsekvensvurderingene strekker seg fra enkle punktvurderinger som det er lett å ta hensyn til, til overordnede og mer diffuse landskapsvurderinger som gjelder store områder. Jeg har derfor valgt å forme rapporten i enheter som hver gir en litt ulik innfallsvinkel i forhold til problemstillingen. I kapittel 3 gis en generell oversikt over området og dets geologi. Kapittel 4 beskriver spesielle områder som har særlig betydning. I kapittel 5 er utbyggingsplanene referert. Dette kapitlet er skrevet av ENCO AVS. Kapittel 6 gjennomgår kriteriene for vurderingene og behandler de allerede beskrevne områdene i forhold til deres verdi og de aktuelle utbyggingsplanene. Som konklusjon er de viktigste konsekvensene for de enkelte overføringsprosjektene summert opp i kapittel 7, sammen med en kort vurdering av aktuelle avbøtende tiltak og oppfølgende undersøkelser.

Når det gjelder bruk av navn, har jeg holdt meg til de navn som er brukt i standard topografisk kartverk (N50). Der behovet for mer detaljerte navn er til stede, er disse tatt fra økonomisk kartverk. Enkelte navn er korrigert av lokal ekspertise i Sauda og gjort gjeldende for alle fagutredningene.

For å lette forståelsen av rapporten er det tatt med en ordliste som forklarer en rekke av faguttrykkene som er brukt. For videre populær lesning og utdypning anbefales Stavanger turistforenings årbok 1988.

## 2 Materiale og metoder

Grunnlaget for arbeidet er en detaljert flyfotoanalyse med etterfølgende feltarbeid. Flyfoto som ble brukt var Norsk flyfoto og fjernmålings serie 7083. Størstedelen av området er svært fattig på løsmasser og fjell-landskapet er relativt lett å analysere ved hjelp av flybilder. Videre finnes det beskrivelser fra området i geofaglig sammenheng som er knyttet til tidligere planer om vasskraftutbygging (Sulebak & Rye 1984).

Det finnes økonomisk kartverk over store deler av området. I tillegg er standard topografisk kartverk (N50) med målestokk 1:50000 og ekvidistanse 20 m brukt sammen med Statens Kartverks digitale høydedatabase. Berggrunnsgeologien er bare raskt referert. Det er lagt vekt på de store regionale trekkene som har dominerende betydning for landformene. Landskapet er beskrevet ut fra geomorfologiske kriterier, det samme gjelder hovedtrekkene i glacialgeologien.

## 3 Områdebeskrivelse

### 3.1 Beliggenhet

Det aktuelle området ligger nordvest for Haugesund og er avgrenset av Hylsfjorden og Suldalsvatnet i sør, Røldalsvatnet i øst, Åkrafjorden i nord, mens Saudafjorden og forlengelsen av denne danner grensen i vest (**figur 1**). Nord for området ligger Folgefonna, mens Haukelifjell og Setesdalsheiene ligger i øst. Utbyggingsplanene berører flere småvassdrag samt deler av større vassdrag.

På platået øst for Saudafjorden og nord for Hylsfjorden ligger fem mindre vassdrag som ikke er berørt av tidligere utbygginger. Sagåi og Maldalselva renner mot Saudafjorden, Tengesdalselva og Lingvangelva har utløp i Hylsfjorden, mens Hamrabøåna, som er det østligste av disse vassdragene, har utløp til Suldalsvatnet. Også i nord finnes det vassdrag som er urørt av kraftutbygging. Dette omfatter de sørlige tilløpsbekkene til Dalelva samt vassdrag som renner direkte ut i Åkrafjorden (Vaulo), samt øvre del av Etne-vassdraget (Sandvatn).

Storelva med utløp i Sauda drenerer størsteparten av arealet som inngår i utbyggingsplanene. Dette vassdraget er tildels omfattende regulert fra før. Et unntak er imidlertid Slettedalen som renner ut i det regulerte Slettedalsvatnet. Slettedalselva oppstrøms Slettedalsmagasinet har et urørt preg, men har større vannføring enn naturlig på grunn av regulering av Steinavatn. Åbødalen vest for Storelva, også med utløp i Sauda, inngår også i utbyggingsplanene. Dette nedbørfeltet er ikke heller særlig berørt av tidligere utbygginger. Unntaket er Moringdalselva med Helgedalsvatnet som er overført mot øst.



**Figur 1**  
Undersøkelles-  
området.  
The investiga-  
tion area.

### 3.2 Berggrunnen

Bergartene i området er kartlagt og beskrevet av Sigmond (1978). Hovedtrekkene av denne kartleggingen er vist i **figur 2** og lagt til grunn i dette kapitlet. I tillegg er kartbladet Røldal utgitt som berggrunnsgeologisk kart (Jorde 1977). Bergartene kan deles i tre grupper. I **figur 3** er det vist en prinsippsskisse. I den følgende teksten refererer tall i parentes seg til denne skissen.

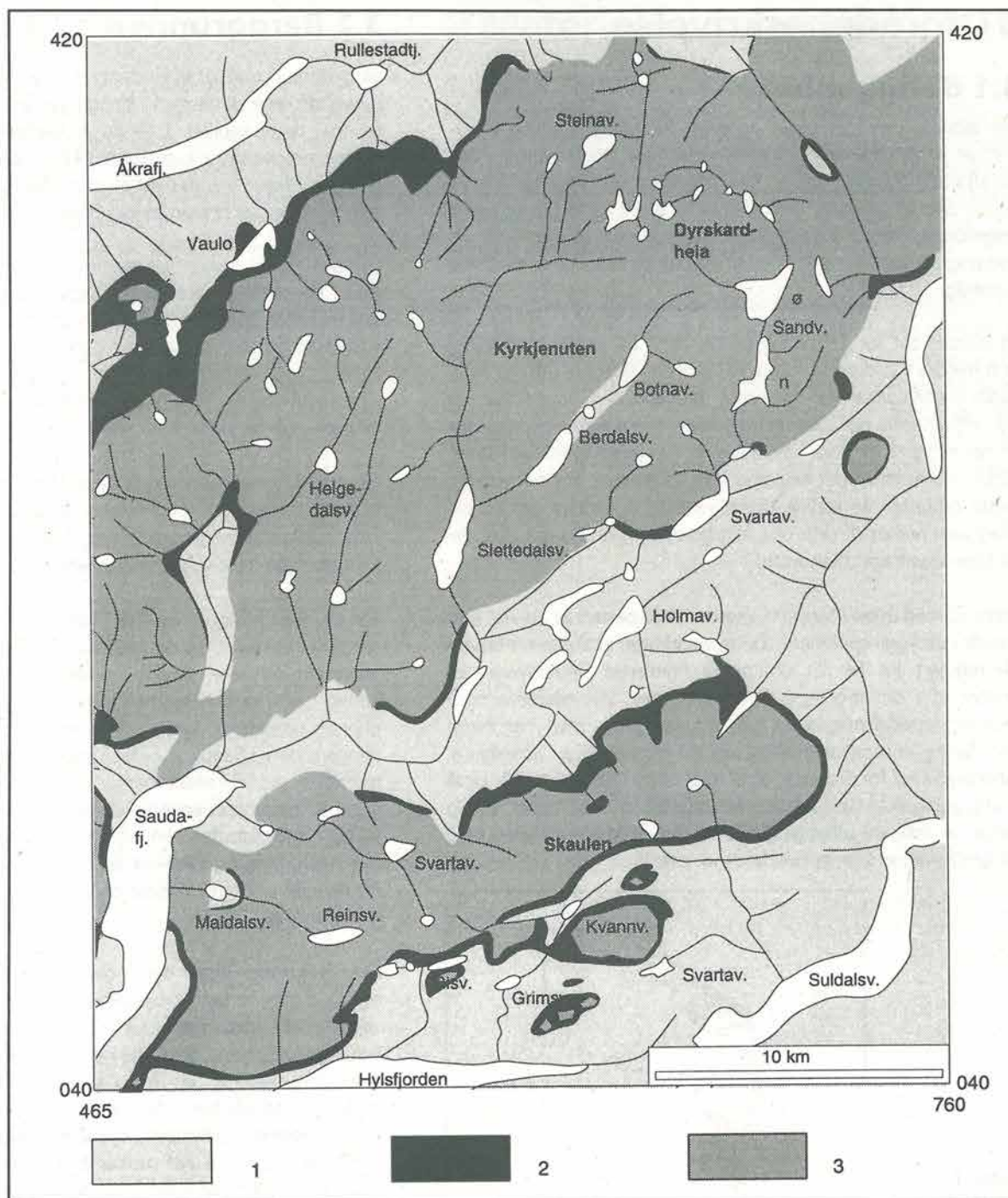
Underst ligger grunnfjellsbergartene som er av prekambrisk alder. De eldste tilhører et gneis-granitt kompleks (1) gjennomført av yngre granitter (2) og sterkt foldet. Senere ble det avsatt vulkanske og sedimentære bergarter (3) i hele området mellom Ryfylke og Buskerud. Disse bergartene benevnes ofte «Telemarksuiten». Hele grunnfjellsystemet er videre gjennomført av dypbergarter (4) som har trengt inn i de eldre bergartene.

Grunnfjellets bergarter ble slitt ned til en nesten jevn landoverflate frem til for 600-700 millioner år siden. Denne flaten kalles «det subkambriske peneplan» og finnes igjen som en klar horisont med stor landskapsmessig betydning i området.

For ca. 600 millioner år siden ble dette flate landskapet oversvømmet av havet, og det ble avsatt sedimentære bergarter som sandstein og leire, enkelte steder også vulkanske bergarter. Sonen har ofte blitt kalt «fyllittformasjonen» (5). Fyllitt er omdannet næringsrik leirskifer og er en karakteristisk bergart i denne sonen. I Saudaområdet utgjør imidlertid omdannede glimmerskifer og vulkanske bergarter en stor del av denne sonen. Disse bergartene er egentlig en del av skyvedekket og er fattigere på næringsstoffer enn fyllitten. Den forventede forskjellen i næringsforhold og vannkvalitet mellom grunnfjellsområdene og fyllittsonen er derfor mindre og mer lokal enn berggrunnskartet skulle antyde.

Over fyllittsonen ligger det et ganske tykt lag av ulike gneisser (6 og 7). Dette er gamle bergarter av prekambrisk alder som er skjøvet over yngre bergarter i forbindelse med den kaledonske fjellkjedefoldingen. Skyvedekkene danner kjente fjellområder over store deler av Sør-Norge som Jotunheimen, Hallingskarvet og Hardangerjøkulen. Hårteigen er en kjent fjellform der skyvedekket former fjelltoppen kneisende over den løse fyllitten som igjen ligger på det subkambriske peneplanet. Den samme grunnstrukturen går igjen i Saudaområdet. Tykkelsen på skyvedekkene kommer klart frem i f.eks. Berdalen der den dype glasi-ale dalen har skåret seg ned gjennom hele skyvedekket ned til fyllittsonen og det subkambriske peneplanet.

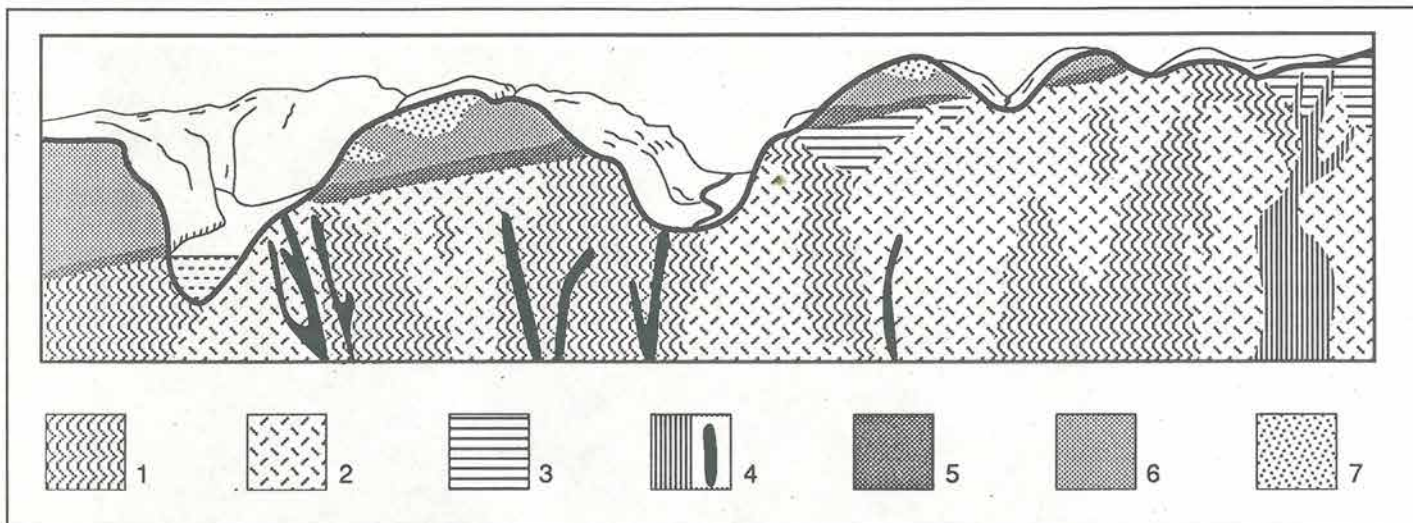




**Figur 2**

Berggrunnen. 1) Grunnfjell 2) Fyllittsonen 3) Skyvedekker. Hjørnepunktene er angitt med UTM-koordinater. Forenklet etter Sigmond (1978).

The bedrock geology. 1) Precambrian basement 2) Phyllite and mica schist 3) Metamorphosed rocks of Precambrian age in the Caledonian nappes. Simplified after Sigmond (1978).



**Figur 3**  
 Prinsippskisse som viser fjellgrunnen i området. Signaturene er omtalt direkte i teksten. Forenklet etter Sigmund (1978).  
 Sketch showing the bedrock geology and landforms. 1) Gneisses and granites 2) Younger intrusive granites 3) Volcanic and sedimentary rocks 4) Intrusive plutonic rocks 5) Phyllite and mica schist 6&7) Gneisses in the Caledonian nappes. Simplified after Sigmund (1978).

### 3.3 Landskapet

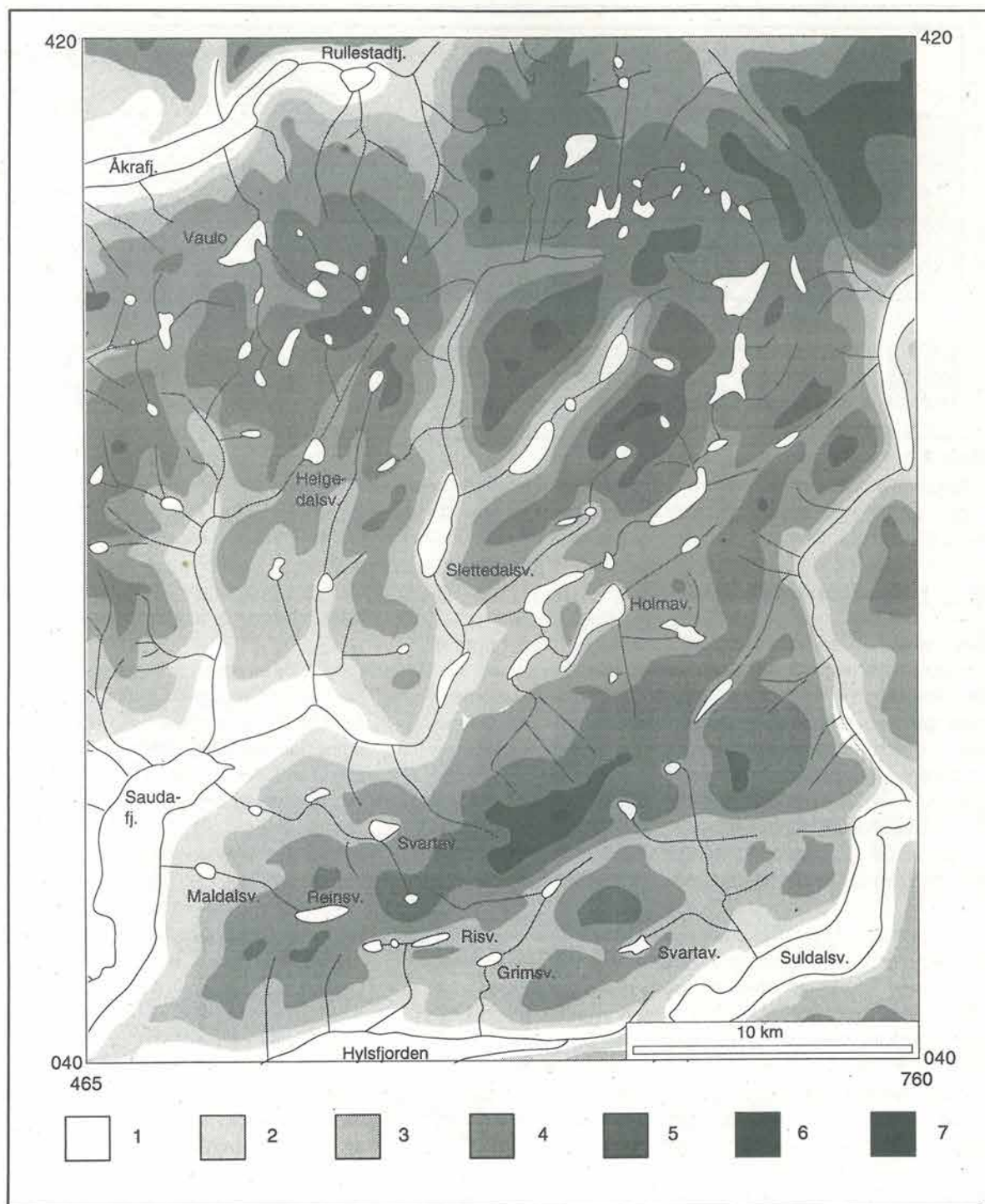
Landskapet i undersøkelsesområdet kommer godt frem i **figur 4**. Tre store, dominerende fjord- og dalsystemer skjærer seg inn i landblokken som har fjell opp mot 1600 m o.h. Åkrafjorden i nord går i sørvest-nordøstlig retning. Helt i kanten av undersøkelsesområdet henger dalsystemet sammen med forlengelsen av Sørfjorden (nord-syd) som i sør kan følges i nordvest-sørøstlig retning helt over Seljestadjuvet mot Røldalsvatn. Sentralt i området ligger Saudafjorden som også har en sørvest-nordøstlig retning. Den indre del av dalsystemet såvel som de nordlige sidedalene til Saudafjorden har imidlertid et nord-sørgående forløp.

I sør ligger dal- og fjordsystemet Hylsfjorden-Suldalsvatn og Røldalsvatn med Brattlandsdalen. Dette er egentlig to systemer. Hylsfjorden har et nær øst-vestlig forløp, mens Suldalsvassdraget har et sørvest-nordøstlig forløp i de sørlige deler av undersøkelsesområdet, dreierende mer mot nord i partiet mellom Suldalsvatn og Røldal. Fjordene er dypt skåret ned i landblokken og henger sammen med daler og botner i et komplisert system av glisiale nedskjæringer (**figur 5**). Dette systemet viser hvor omfattende breene har påvirket landskapet gjennom kvartærtiden (de siste 2-4 millioner år). Breenes virkning er karakterisert ved overfordypning (fjorder og vann) og ellers daler med tallrike trau og innsnevninger samt systemer med hengende daler og fjorder (Gjessing 1966). Dalsystemene har ofte form av trau over trau som tildels går i ett opp til klare botnformer i høyfjellet. Flere steder finnes lange, smale og dype daler med svært markerte

dalender. Eksempler er Helgedalsbotn og Dyrabotn nord for Fetavatn. Overgangen til klassiske botnformer er diffus.

De glisiale erosjonsformene er skåret inn i en landblokk som også har markert topografi. Skillet er imidlertid ofte svært klart og fremtrer gjerne som overgang til et roligere landskap. Dette landskapet kan oppfattes som arvet etter det gamle (paleiske) landskapet utviklet før istidene (Gjessing 1967). I undersøkelsesområdet er dette særlig tydelig i de nordlige fjellstrøkene fra Røldalsåta over Sandvasheia og Dyrskardheia til Vaulo og Sandvatn (**figur 6**). I de sørlige delene er restene etter dette landskapet spist mer opp av små botner. Platået på Skaulen trer allikevel klart frem i landskapet som en rest av det paleiske landskapet sammen med fjellskulderen på nordsiden av Hylsfjorden/Suldalsvatn.

Den glisiale erosjonen i området har vært betydelig. Den regionale isetningen har i overveiende grad gått fra nordøst mot sørvest. Dette har ikke hindret at det også er gravd ut dype fjorder og daler i helt andre retninger. Landskapet har arvet mange særtrekk fra mye tidligere perioder enn istidene. Et av de viktigste elementene som allerede er nevnt, er den markerte tredelingen av berggrunnsgeologien. Skyvedekken kneiser som fjellområder og det subkambriske peneplanet danner markerte dalskuldre både mot Åkrafjorden og Hylsfjorden. Det gamle, paleiske landskapet var også utviklet med daler og fjell, selv om landformene nok var roligere enn dagens landskap. Dette utgangspunktet har vært svært viktig for hvor breene har gravd mye, og hvor breerosjonen har vært mindre.

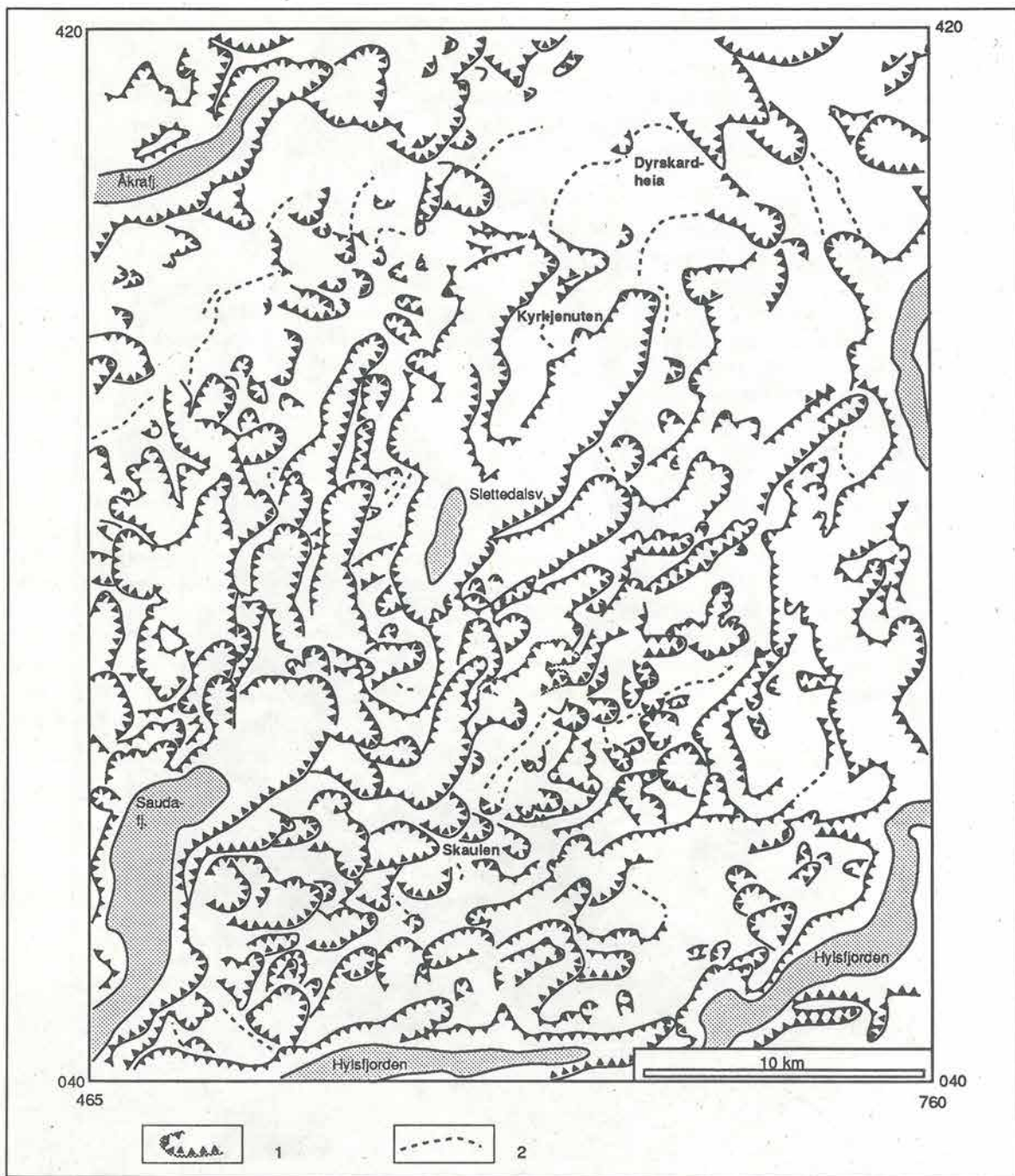


**Figur 4**

Høydelagskart.

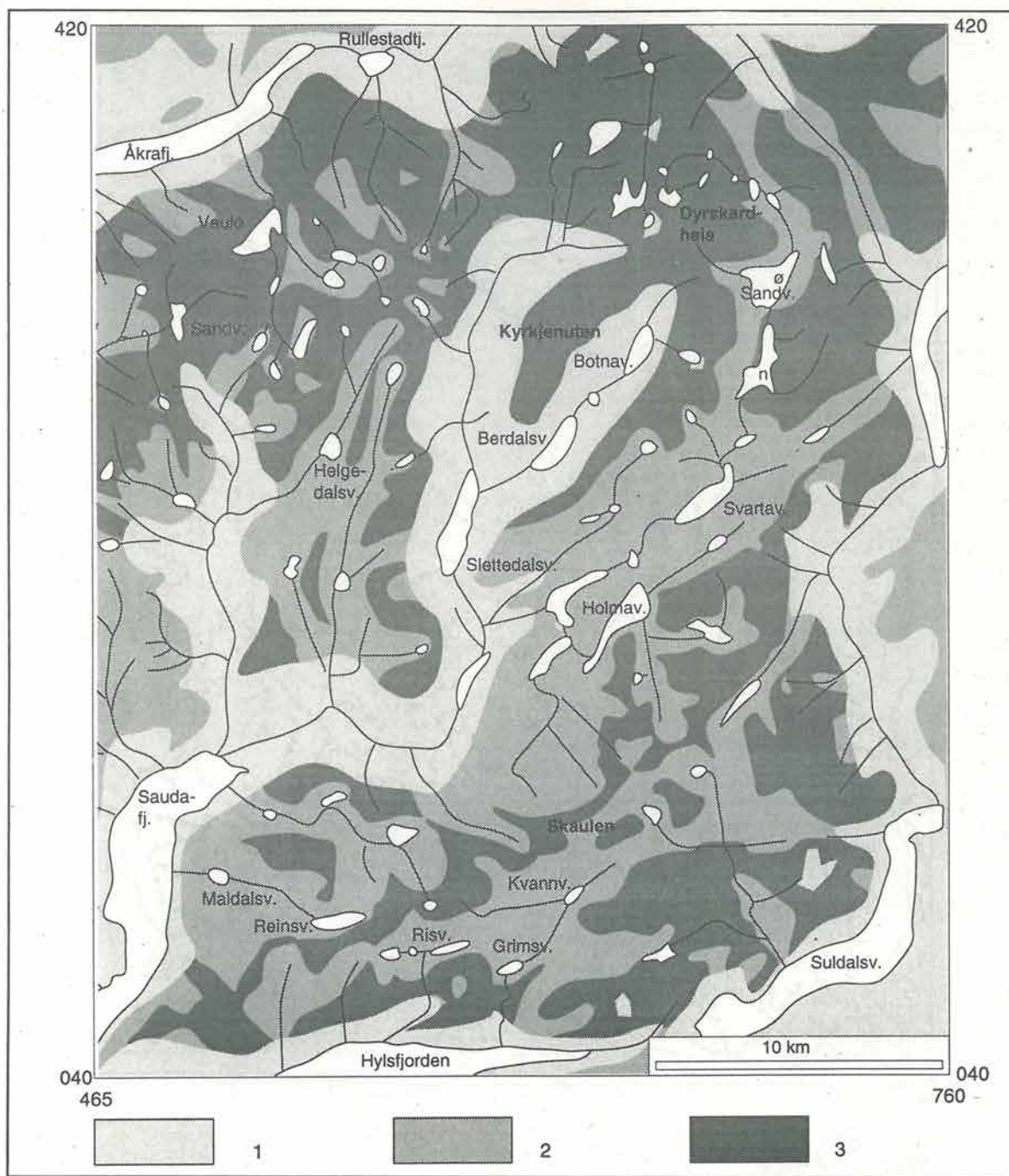
1) 0-250 m 2) 250-500 m 3) 500-750 m 4) 750-1000 m 5) 1000-1250 m 6) 1250-1500 m 7) >1500 m.

Elevation map.



Figur 5

Botner og daler. 1) Glasiere erosjonskanter 2) Brattkanter hovedsakelig strukturgeologisk bestemt.  
Cirques and valleys. 1) Glacial erosion edges 2) Edges mainly reflecting bedrock structure.



**Figur 6**

Hovedtrekk i landskapet 1) Hoveddalsystemet 2) Øvrig glasialt formet landskap 3) Paleisk overflate.

The main landscape elements. 1) The main glacial valley system 2) Glacial valleys and cirques 3) The paleic surface.

Særlig viktig er berggrunnens struktur, som i tillegg til de markerte bergartsskillene omfatter forkastninger, sprekker og foldningsstrukturer. Det berggrunnsgeologiske kartet over området viser viktige forkastninger i retningene sørvest-nordøst, sørøst-nordvest samt nord-sør. Disse strukturene gir seg utslag i såvel landskapets storformer som i mer detaljerte mønstre.

Rett nord for undersøkelsesområdet ligger Sørfjorden som kan stå som typeeksempel på en fjord utviklet langs en slik strukturlinje, nærmest på tvers av den regionale brebevegelsen. Summeres beskrivelsen av de store dal og fjordsystemene som innledet dette kapitlet, sitter vi igjen med de samme retningene, n-s, sv-nø og sø-nv. Det samme mønsteret finnes igjen også i mindre målestokk. Et særpreget og godt eksempel er nedre del av Lingvangvassdraget som har et forløp preget av geologiske sprekker i to retninger som krysser hverandre.

Enhver turgåer vil finne at disse egenskapene er viktige også for de små landskapsformene. Markerte sprekker og benkninger i berggrunnen skaper små, men markerte stup som kan strekke seg over lange avstander. Glasial erosjon har jevnet dette ut og formet et mønster av rundsva, gjerne trukket ut til lange rygger i fjellet. Bare unntaksvis er det samlet nok løsmasser til at disse har noen som helst landskapsmessig effekt som f.eks. terrasselandskapet langs Storelva i Sauda. Videre finnes det spredt en god del store flyttblokker som virker som klare merkesteiner i landskapet (figur 7).



**Figur 7**

Rundsva med flyttblokk mellom Breidbotn og Svartavatn.

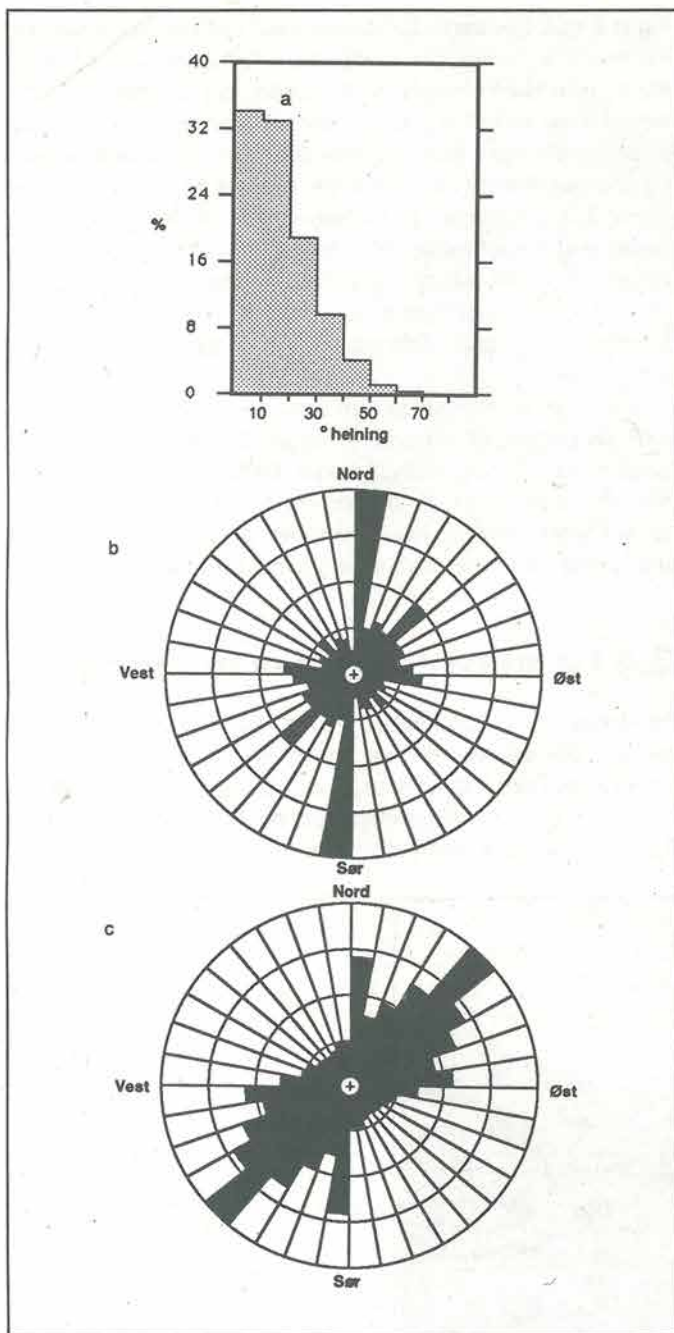
Roché Moutonné with an erratic block between Breidbotn and Svartavatn.

**Figur 8** viser de samme forholdene basert på høydeobservasjoner for hver 200 m over hele undersøkelsesområdet. Målt på denne måten er middelhelningen ca 16 grader, og nærmere 70 % av området har en helning på mer enn 10 grader. Tallmessig er det skråningsretningen nord-syd som dominerer, men også øst-vest og sørvest-nordøst er fremtredende (figur 8 b). Den siste figuren (figur 8 c) er beregnet ut fra variasjonen i skråningsforholdene. Det vil si at den uttrykker de mest markerte knekkpunktene i terrenget. Beregnet på denne måten overtar retningen sørvest-nordøst som den dominerende. Dette uttrykker trolig det generelle inntrykk av terrenget som gjenspeiles i de topografiske kartene.

Totaleffekten er et landskap som består av mange små landskapsrom, klart avgrenset av markerte vegger. Denne egenskapen gjenntar seg både i stor og relativt fin skala. Dette betyr at landskapet er relativt robust (visuelt sett) i forhold til tekniske inngrep. Først oppe i fjellet i det paleiske landskapet, åpner stedvis landskapet seg i videre rom med utsikt i flere retninger over lange avstander.

### 3.4 Løsmasser og isavsmelting

Saudaområdet er karakterisert ved at det er svært fattig på løsmasser. De løsmassene som finnes, kan grovt deles i fire: 1) Breelvavsetninger og avsetninger avsatt i havet, 2) Moreneavsetninger, 3) Elve- og bekkeavsetninger og 4) Rasmateriale. I tillegg kommer organiske avsetninger som myr.



**Figur 8**  
 Hovedstrukturen i landskapet. a) Helningsgrad beregnet ut fra høydetall hver 200. meter b) Frekvens av skråningsretningene c) Frekvens av retningene på knekkpunkter i terrenget.  
 The main structures of the landscape. a) Slopes calculated from altitude data every 200<sup>th</sup> meter b) Slope directions c) Direction of slope edges.

De to første ble dannet i forbindelse med isavsmeltingen etter siste istid. Denne perioden er for dette området bl.a. beskrevet av Anundsen (1972). **Figur 9** viser at for 10-11000 år siden var så godt som hele undersøkelsesområdet dekket av is. Bare i nordvest stakk enkelte fjelltopper opp av isdekket. På denne tiden ble det her avsatt sidemorener som står i sammenheng med andre brebrandavsætninger langs hele kysten. Avsetningene representerer en klimaforverring og et brefremstøt som fikk stor betydning rundt hele den store innlandsisen som dekket Skandinavia.

I løpet av drøye 1000 år trakk breen seg tilbake inn fjordene og opp dalene. Et markert bretrandtrinn som trolig markerer en stopp i isavsmeltingen kalles Trollgardentrinnet, og går gjennom hele undersøkelsesområdet. **Figur 9b** viser antatt forløp (Anundsen 1972). Undersøkelsene knyttet til dette prosjektet har også avdekket klare moreneformer i Slettedalen såvel som Berdalen og ved Sandvatn (**figur 10**). Både her og ved de tidligere beskrevne morenene ved Breibotn ligger morenene innenfor hverandre og viser en trinnvis tilbaketrekning av breen med små opphold omtrent slik vi har sett de siste 2-300 år ved dagens breer.

Det er funnet morener i to nivåer ved Hellandsbygd. Deltaet ved Slettedalsmagasinet viser at Slettedalen i en periode har vært demt, trolig av en brestrøm ned Berdalen. Disse observasjonene gjør det mulig å anta et noe mer detaljert forløp av Trollgardentrinnet (**figur 9c**). Her er også morenene ved Buer (Hunnes & Anundsen 1985, Sulebak & Rye 1984) knyttet til den samme epoken, men som resultat av mulige lokale breer. Morenene i Slettedalen ved Reinkvambotn antyder det samme der. Det har ikke vært rom i prosjektet til å gå ytterligere inn på å undersøke disse forholdene. **Figur 9c** må derfor her presenteres som et noe spekulativt forslag uten ytterligere dokumentasjon.

Den største breelvvavsetningen i området er den store deltaavsetningen ved Sauda. Deltaet er avsatt i havet og bygget opp til marin grense. På grunn av landhevingen etter istiden er avsetningen hevet høyt over dagens havnivå. Marin grense kan anslås til 90-95 m o.h. Deltaet viser ingen tegn til iskontakt. Det ble trolig avsatt under Trollgardenstadiet mens brefronten lå nærmere Storlivatnet. Dette er tilsvarende forhold som for det mye mindre deltaet ved Fjæra (Anundsen 1972). Her er marin grense oppgjitt til 92 m o.h.

Ved utløpet av Tengedalselva ligger det også et lite delta. Marin grense kan her anslås til ca. 75 m o.h. Dette er betydelig lavere enn de to andre avsetningene selv om de ligger nokså likt i forhold til hevningsaksen (Sørensen et al. 1987). Dette viser at Hylsfjorden ble isfri mye senere enn Saudafjorden og Åkrarfjorden (**figur 9**).

Også i fjellområdene finnes det breelvvavsetninger. Disse er imidler-

tid små og spredte. Bekke- og elveavsetninger finnes også bare spredt og er sjelden av stor mektighet. Et unntak er de store elveviftene som finnes der flere elver og bekker møter dalbunnen og flater ut. De beste eksemplene er viftene ved Breibotn, Flotavatn og Berdalsbotn. Rasavsetninger er vanlig under stup og markerte skrenter. Organiske avsetninger som myr er også vanlig.

### 3.5 Klima og hydrologi

Klimaet for undersøkelsesområdet er maritimt med en midlere årsnedbør på 2000 mm i Sauda. Kaldeste måned, januar, har en gjennomsnittstemperatur på  $-2,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ , mens varmeste måned (juli) har et gjennomsnitt på  $15,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ . I en høyde av 1000 m o.h. er tilsvarende verdier i størrelsesorden  $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$  og  $9-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

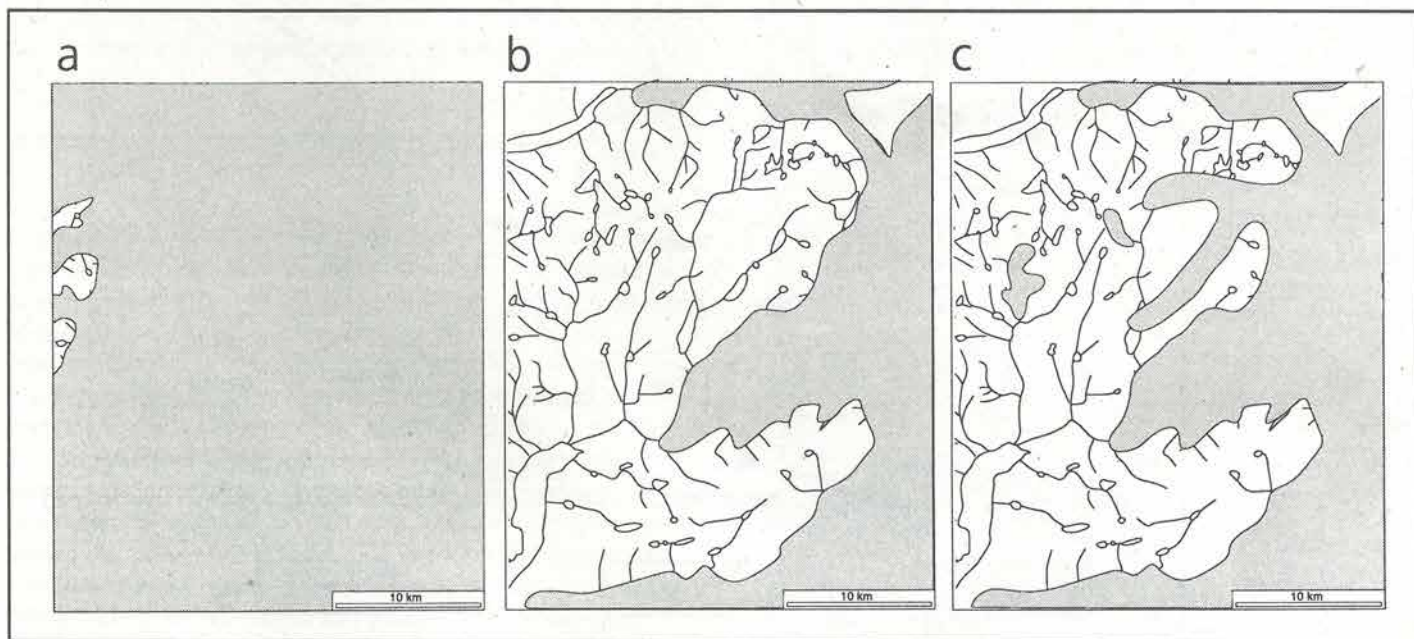
Nedbøren for området ligger et sted mellom 2000 mm og 3000 mm på årsbasis. Mest nedbør mottar øvre deler av Etne, samt de nordlige deler av Åbødalen og Storelvassdraget der årsnedbøren er på over 2500 mm. I Sauda kommer det mest nedbør i perioden september til januar med et snitt på over 200 mm i måneden. Nedbøren avtar utover vinteren for så å pendle mellom 100 og 150 mm i perioden mars-august.

Avrenningen i området varierer fra knappe  $55\text{ l/s km}^2$  helt nede ved fjorden langs Sauda og Hylsfjorden bratt økende oppetter fjordsiden (NVE 1987a). Mesteparten av området har en avrenning over  $80\text{ l/s km}^2$  med et maksimum i et relativt lite område rundt Skaulen på drøye  $105\text{ l/s km}^2$  og et større maksimum i områdene syd for Vaulo på drøye  $115\text{ l/s km}^2$ . Når det gjelder variasjonen i årlig avrenning, har området, som vanlig i fjellet, en dominerende vårflom (mai-juli) og lavvannsperiode om vinteren (NVE 1987b).

### 3.6 Elveløp og aktive prosesser

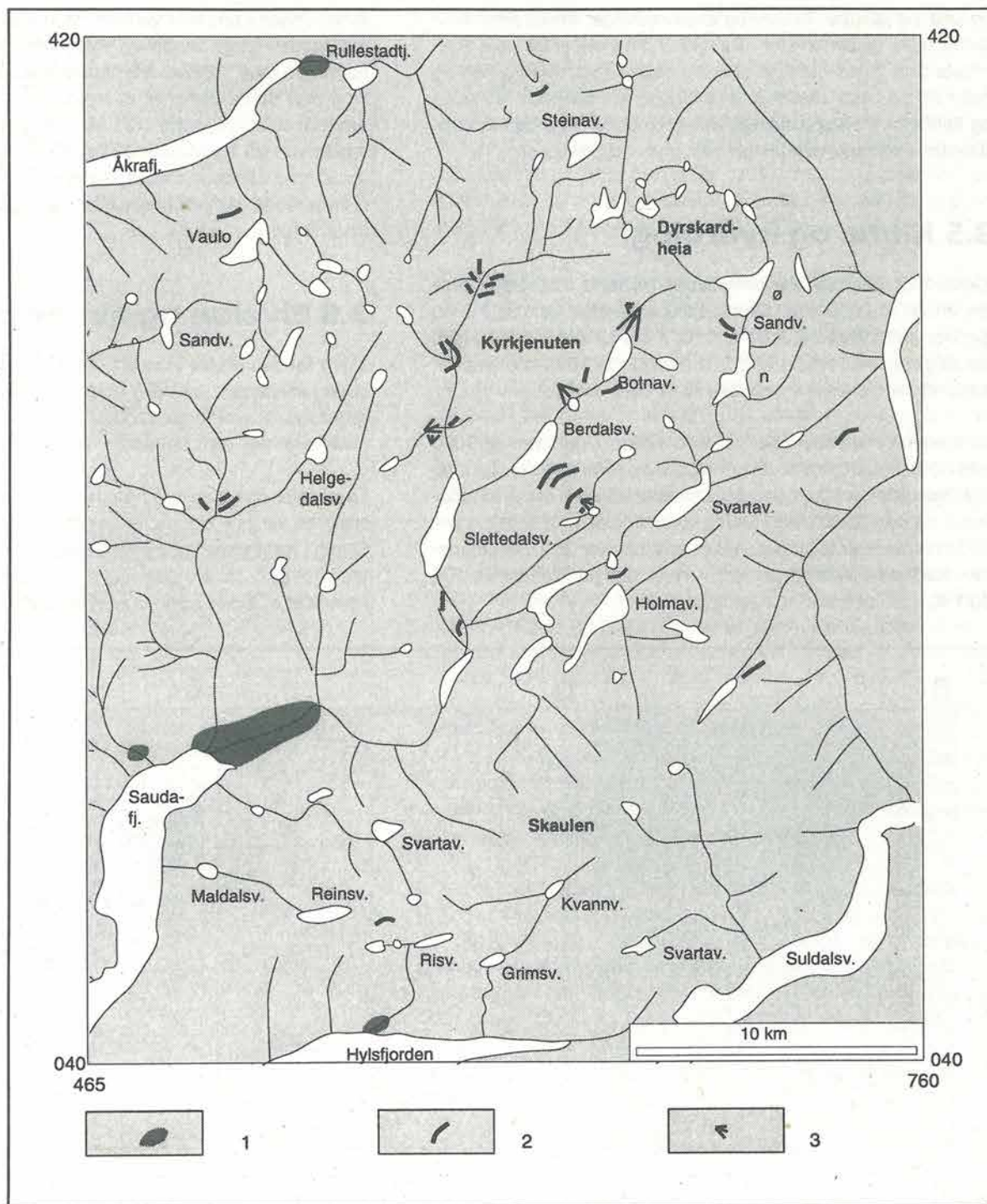
Siden Saudaområdet er svært fattig på løsmasser, er det liten erosjon i elveløpene og trolig også begrenset transport. Der det er løsmasser, er elvene normalt skåret gjennom disse ned i fast fjell. Enkelte unntak som Slettedalen og tildels Buerområdet finnes.

Elveløpene er i liten grad tilpasset dagens landskap. Fosser og stryk er vanlige og utgjør lokalt viktige landskapselementer. Særlig i forbindelse med bratte glasiale nedskjæringer har elvene gravd ut gjel som en tilpassing til landskapet. Elveløpene sentralt i området er tildels sterkt preget av kraftutbygging (figur 11).



**Figur 9**  
Isavsmeltingen i Sauda-området a) Yngre Dryas (10-11000 år siden). Det grå feltet viser områder dekket av is etter Anundsen (1972) b) Trollgardentrinnet etter Anundsen (1972) c) Forslag til justering av figur 9b basert på feltmaterialet i denne rapporten.  
Deglaciation in the Sauda area. a) Younger Dryas stage (Anundsen 1972) b) Trollgarden stage (Preboreal) (Anundsen 1972) c) Suggested adjustments to 9b.





**Figur 10**  
 Deltaavsetninger, brerandavsetninger, og større elvevifter.  
 Delta deposits, glacial marginal deposits, and major alluvial fans.

## 4 Spesielle områder av særlig betydning

### 4.1 Områder knyttet til landskapets storformer

#### 4.1.1 Vaulo, Sandvatn-området

Berggrunnsgeologiens tredeling i etasjer har ført til at også landskapet får en trappetrinnskarakter (**figur 12**). Dette gjelder særlig der de store fjord- og dalsystemene skjærer dypt ned i grunnfjellet. Dette er godt utviklet i nord mot Åkrafjorden, der det subkambriske peneplanet kommer frem som en markert hylle i terrenget. Både Sandvatn og Vaulo ligger på denne hyllen. Enkelte rester av fyllitt og glimmerskifer ligger på sletta og former mindre åser særlig utenfor Sandvatn. Vannkvalitetsmålinger i Sandvatn (Walseng & Halvorsen 1992) tyder på at fyllittsonen her ikke er særlig rik, antagelig er sonen dominert av hard glimmergneis.

Skyvedekkenne danner i sør en mektig avslutning på dette flate landskapet. I nord avgrenses området av Åkrafjorden, men synsmessig fortsetter landskapet i et vidt utsyn mot Folgefonni. Detaljene i landskapet er preget av glacial erosjon med rundsva og isskuring. Området er i store trekk nesten fritt for løsmasser bortsett fra enkelte små og isolerte avsetninger (se avsn. 4.3.5).

#### 4.1.2 Lingvang, Tengesdal, Hamrabø-området med Skaulen

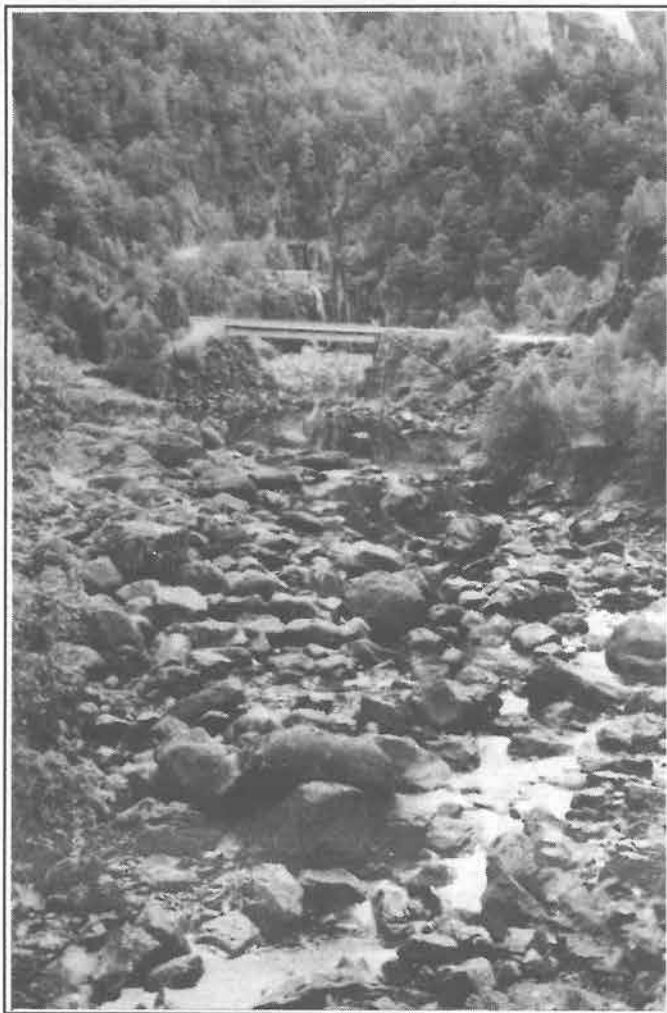
I prinsippet er dette området helt tilsvarende som ved Vaulo. Hylsfjorden skjærer dypt ned i grunnfjellet mens det subkambriske peneplanet ligger som en terrenghylle mellom fjorden og skyvedekket innenfor. Forholdene er imidlertid noe mer kompliserte fordi skyvedekket er mer oppsplittet og finnes igjen i flere høyde-drag utenfor selve fjellområdet. Forholdene er relativt enkle i vest, men blir mer kompliserte mot øst (se det geologiske kartet, **figur 2**). Grunnfjellsoverflaten varierer også mer i detaljutforming. Særlig i nedre deler av Hamrabøvassdraget er overflaten sterkt sprukket opp og har en uryddig lokal topografi. Området ligger meget nær peneplansoverflaten, noe som klart skinner gjennom i den overordnede topografien. Forholdene skyldes antagelig et tett sprekkesystem eventuelt i kombinasjon med dypforvitring.

Fyllitten i dette området er lokalt adskillig rikere enn i Åkrafjord-området. Vannkvalitetsmålinger viser særlig høy pH i Holmastølbecken som renner ned i Grimsvatn (Walseng et al. 1992), og det er registrert fine rikmyrer ved Risvatn (Odland 1992). Over fyllittsonen reiser fjellmassivet seg som et platå. Skaulen-platået

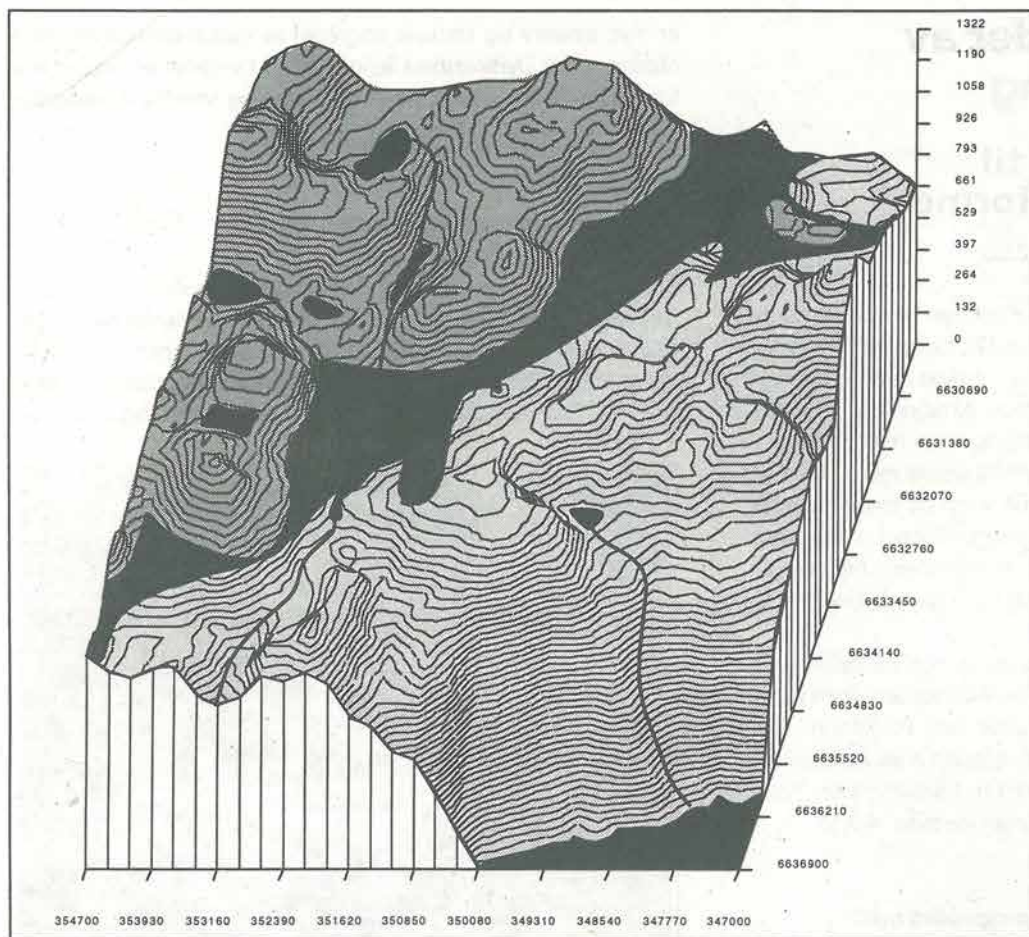
er mye smalere og sterkere angrepet av glacial erosjon enn områdene rundt Dyrskarshaia lenger nord. Området er nesten helt uten løsmasser bortsett fra enkelte små og spredte forekomster (se avsn. 4.3.4 og 4.4.5).

#### 4.1.3 Berdalen med Botnavatn

Berdalen er en dyp U-formet dal, svakt hengende til Slettedalen. Dalen er en klart og nesten klassisk utformet glacial dal med enkelte innsnevring og terskler med forsenkninger innenfor, samt en svært bratt dalende mot Sandvasshaia (**figur 13**). Dalen er skåret gjennom hele lagpakken med skyvedekkebergarter, og dalbunnen



**Figur 11**  
Regulerte Storelva ved Gjuvastøl.  
Regulated river bed, Storelva at Gjuvastøl.



**Figur 12**

Blokkdiagram som viser berggrunnsgeologi og landskap fra Åkrafjorden mot Vaulo. Tegnforklaring på berggrunnen som i figur 2.

Bedrock geology and landscape seen from Åkrafjorden towards Vaulo. Legend same as Figure 2.

består av grunnfjell på eller like under det subkambriske peneplanet. Fyllittsonen finnes nederst i dalsidene gjerne som bratte stup, men er trolig for smale til at de er kartlagt på berggrunnsgeologisk oversiktskart (figur 2). Området er velegnet til å demonstrere tykkelsen av skyvedekkebergartene sentralt i fjellområdet.

Detaljformene er preget av breskuring i dalbunnen, mens dalsidene er svært bratte og utsatt for frostforvitring og ras. Løsmasjedekket er generelt sparsomt, men dominerer lokalt dalbunnen i forbindelse med rasvifter m.v. (se ellers avsn. 4.4.4).

## 4.2 Områder med ulike moreneformer

### 4.2.1 Buer

Området ved Buer er registrert som verneverdig (prioritet 1) (Hunnes & Anundsen 1985), og det er også beskrevet av Sulebak & Rye (1984).

Åbødalen ved Buer er dyp, med bratte kanter knyttet til overgangen mellom grunnfjellet og fyllittsonen med skyvedekkene over. Ved Buer vider dalen seg noe ut. Dalbunnen er dekket av elvemateriale beskrevet i avsn. 4.4.1. Området har også en del morenemateriale som dels er samlet i små morenerygger og dels ligger avsatt mot små bergkoller nedstrøms Buer. Midt ute på elvesletten ligger det også et par svært markerte løsmassehauger, som er beskrevet som erosjonsrester av endemorenesystemet (Hunnes & Anundsen 1985, Sulebak & Rye 1984). Formen på haugene kan også åpne muligheten for å tolke dem som kames. Det er ikke foretatt detaljstudier for å avklare dette.

Området ligger innenfor kjente Yngre Dryas moreneavsetninger og klart utenfor morenesystemene knyttet til Trollgardenstadiet (Anundsen 1972). For sonen mellom disse to morenesystemene finnes det få beskrivelser av moreneavsetninger. Området ved Buer er viktig fordi det viser tilbake trekkingen av en aktiv breffront opp dalen innenfor Raet.

**Figur 13**

*Berdalsbotn. Dalende med elvevifter. Erosjon i løsmatriale ved elveoset skyldes regulering av vannet (Botnavatn).*

*Berdalsbotn. Valley end with alluvial fans. Erosion in surficial deposits at the river inlet is a result of regulation of the lake.*

#### 4.2.2 Slettedalen

Slettedalen strekker seg inn i hovedfjellmassivet syd for Dyrskardhei. I motsetning til Berdalen har Slettedalen i sine øvre deler betydelig slakere fjellsider og åpnere landskap. Dalen slutter imidlertid som Berdalen i en klar dalende, om enn ikke så markert som dalenden ved Berdalsbotn. Slettedalen har relativt store moreneavsetninger konsentrert til området rundt Klovsteinane. Her har avsetningene tildels klar ryggform og viser en aktiv brefronts tilbaketrekning opp gjennom dalen. Forholdene og vurderingen av området i regional sammenheng blir tilsvarende som for området ved Buer.

Nedenfor Reinkvambotn ligger det også markerte moreneavsetninger som trolig viser en aktiv botnbre i Reinkvambotn på den tiden hovedbreen trakk seg tilbake opp Slettedalen. Mellom morenene her og Klovsteinane er det registrert torvavsetninger med mektighet på opp til 3 m. Disse representerer en klar mulighet til analyse av vegetasjonsutviklingen i området og også for en minimumsdatering av isavsmeltingen.

Også ved Kulthaug er det registrert former som kan tolkes som små endemorener. Det er her ikke gjort detaljkartlegging, og tolkningen av området vanskeliggjøres av tildels mektige torvavsetninger. Deltaavsetningene ved Slettedalsmagasinet er beskrevet i avsn. 4.3.1.

#### 4.2.3 Breibotn

Anundsen (1972) beskriver morenerygger ved Breibotn som kobles til Trollgardenstadiets morener ved Seljestad og ved Fidjanutane (Slettedalen ved Bratlandsdalen). Laveste morene ligger helt nede ved vannet, tydelige rester av to parallelle morenerygger sees omtrent der dalsiden er på det bratteste, mens det helt inn ved bandet mot Berdalen finnes to svært klare morenerygger som viser at breen har ligget helt oppe på fjellkammen (figur 14).

Sporene etter bredirigert drenering fra denne brefronten og ut i Berdalsvatnet er tydelige. Serien av morener ved Breibotn er instruktive og klare. De er viktige for å rekonstruere Trollgardenstadiet og viser samtidig en suksesjon ettersom breen trakk seg tilbake. En meget klar vifteavsetning nede ved Botnavatnet (ved Breiborg) er beskrevet i avsn. 4.4.4.

#### 4.2.4 Hellandsbygd

Moreneavsetninger som også trolig hører til Trollgardenstadiet, finnes igjen ved Hellandsbygd. Nedenfor veien ved Kloppås nedenfor Slettedalsmagasinet finnes en stor og klar sidemorene. Selve bebyggelsen nede i Hellandsbygd ligger også på en klar sidemorene som ligger helt nede på elvesletten, i en bue langs den østre dalsiden. Et lite grustak litt høyere opp i den vestre dalsiden hører trolig til samme system.



**Figur 14**

Morener (markert med V) og elvevifte ved Breidbotn.

Moraines (marked with V) and alluvial fan at Breidbotn.

Sammen med morenene ved Breibotn er disse morenene med på å dokumentere Trollgardenstadiets morener. De er også viktige i forståelsen av dannelsen av Saudadeltaet som er beskrevet i avsn. 4.3.2.

#### 4.2.5 Seljestad - Vintertunstølen

Trollgardenstadiets morener er tidligere først og fremst beskrevet i området Seljestad og vestover mot Fjæra (Anundsen 1972). Det er ikke gjort detaljerte undersøkelser i dette området, men basert på flyfotostudier er det rimelig å beskrive disse morenene som relativt små segmenter som sammen dokumenterer brestadiet. Ved Vintertunstølen er det registrert en kort, men klar morenerygg som trolig hører til dette systemet.

### 4.3 Områder med breelvavsetninger

#### 4.3.1 Slettedalsmagasinet

Rett før Slettedalselva renner ut i Slettedalsmagasinet, ligger det en glasifluvial deltaavsetning. De ytre delene av avsetningen er sterkt påvirket av massetak. De indre delene, samt delene på vestsiden av elva, er imidlertid intakte. Avsetningen viser at det har vært et vannspeil demt opp til et nivå som tilsvarer ca 50 m. over dagens

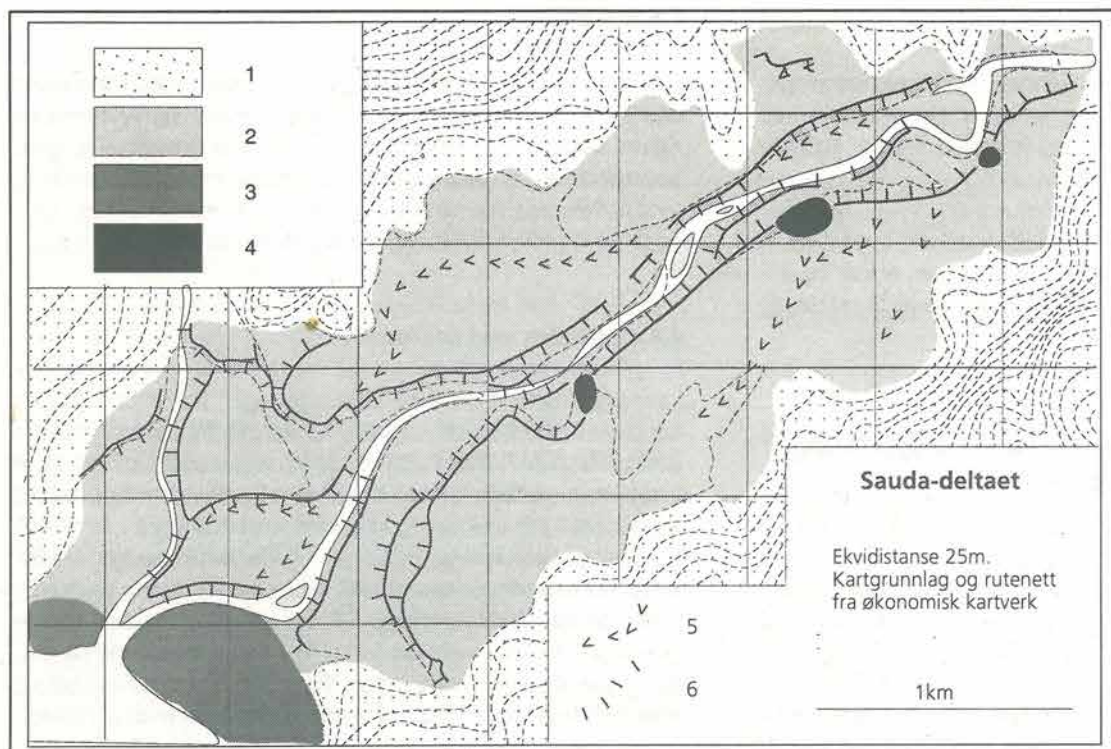
HRV i Slettedalsmagasinet. Trolig er det en bre fra Berdalen som har ført til denne oppdemningen. Man kan også tenke seg at det er hovedbreen ned fra Breibotn til Hellandsbygd som har demt hele nedre del av Slettedalen med drenering over gjelet SV for Kloppås ved Hellandsbygd. Det hadde da imidlertid vært å forvente at man fant flere rester av en så stor innsjø. Ikke minst burde det vært utviklet et markert delta også ved inngangen til Berdalen.

Deltaet ved Slettedalsmagasinet er, selv om det er ganske ødelagt, et viktig naturdokument som sammen med avsetningene lenger opp i Slettedalen forteller historien om isens tilbaketrekking opp dalene.

#### 4.3.2 Sauda-deltaet

Den største breelvavsetningen i området finnes i og rett oppstrøms Sauda sentrum. Her er det dannet en mektig deltaavsetning som strekker seg helt fra fabrikkområdene opp til innsnevringen og knekkpunktet i dalen ved Lona (figur 15). Den øverste terrassen viser klare dreneringsspor og er trolig bygget opp til marin grense. Marin grense i Sauda kan her anslås til ca. 90 m o.h. Storelvas erosjon i deltaet har delt terrassesystemet i to deler. Materialet som er erodert ut, er lagt opp i nye terrasser i stadige lavere nivåer ettersom landet steg.

Nedre del av deltaområdet er sterkt bebygget og preget av indus-



**Figur 15**

Saudadeltaet. 1) Fjell 2) Breelvmateriale (sand og grus) 3) Tett bebyggelse / industri 4) Grustak 5) Spylerenner 6) Terrassekant.

The Sauda Delta. 1) Bedrock 2) Fluvioglacial deposits 3) Industry and buildings 4) Gravel pits 5) Meltwater channels 6) Edge of terrasses.

triell utfylling av masse i sjøen. De viktige ytre terrassekantene er imidlertid intakte. Selv om det er endel lettere bebyggelse på de ytre terrassene, er hovedinntrykket at deltaet er rimelig urørt. Det finnes et par massetak, dessuten har en søppelplass i de indre delene endret overflateformen lokalt.

Deltaet i Sauda må settes i sammenheng med Trollgardenstadiets morener ved Breibotn og Hellandsbygd. Deltaet viser ikke noen iskontaktskråning. Brefronten har trolig stått mellom Kleivane og Storevatn ved dannelsen av deltaet. Den marine grensen utgjør et klart potensiale for datering av bretrinnet. Et lite tjern (Hafftjørn) ved Herheim kan i denne sammenheng vise seg viktig.

#### 4.3.3 Tengesdal-deltaet

Også ved utløpet av Tengesdalelva finnes et godt bevart terrasesystem, bygget ut som smale deltaavsetninger i den bratte Hylsfjorden. Det finnes tre klare hovednivåer. Det øverste som trolig viser marin grense, er på ca. 75 m o.h. Eksistensen av gode lokaliteter for marin grense spredt rundt i slike fjordsystemer utgjør en viktig vitenskapelig ressurs for å studere og datere isavsmeltingen regionalt samt landhevingen etterpå.

#### 4.3.4 Fjæra-deltaet

Også ved Fjæra innerst i Åkrafjorden finnes det et godt utviklet terrasesystem av samme type. Avsetningene er beskrevet av Anundsen (1972). Marin grense er oppgitt til 92 m o.h. Avsetningen er relatert til Trollgardenstadiet. Det er et større massetak i den øverste terrassen.

#### 4.3.5 Hamrabø, Tengesdalstølen, Kvannvatn

Mindre breelavsetninger forekommer flere steder, ofte i sammenheng med lokalt bredemte sjøer. Ved Hamrabø ses rester av en strandlinje fra en slik sjø. Lokalt avsatte bresjøsedimenter har nok bidratt til jordbruket her. Ved Tengesdalstølen finnes klare, men små terrasser etter en bredemt sjø i minst tre nivåer. Avsetningen dokumenterer isavsmeltingen av Hylsfjorden, fordi den viser kanten av breen på et gitt tidspunkt.

Ved Kvannvatn er det tidligere rapportert om breelavsetninger i form av en esker opp Gjuvdalen og enkelte terrasseformer (Anda 1983). Disse er ikke undersøkt nærmere i denne rapporten.

#### 4.3.6 Sandvatn, Vaulo

Også i området mot Åkrafjorden finnes det breelvavsetninger som er avsatt i små bredemte sjøer langs kanten av breen. Ved Sandvatn finnes det små avsetninger i to nivåer. Disse er tidligere beskrevet av Sulebak & Rye (1984).

Rett nedstrøms Vaulo finnes det en deltaavsetning bygget opp i en liten bredemt sjø langs brekanten. Avsetningen er klar og velformet. Elven har erodert ut de sentrale delene av avsetningen og delt den i to.

### 4.4 Områder med elve-erosjon og elveavsetninger

#### 4.4.1 Buer

I det samme området som beskrevet i avsn. 4.2.1, har Åbøelva lagt opp en liten elveslette eller sandur. Samtidig har Moringdalselva lagt opp en mindre elvevifte i forbindelse med samløpet med Åbøelva. Viften er ikke lenger aktiv etter regulering av Moringdalselva, og flomløpene på viften er i ferd med å gro igjen. Elvesletta er heller ikke særlig aktiv, men det foregår noe erosjon av torvavsetningene som dekker mesteparten av elvegrusen. Rett nedenfor Moringdalselvas foss ned til Buer finnes det plastiske former (jettegryter og renner) i fast fjell.

#### 4.4.2 Slettedalen

I Slettedalen ved Kulthaug har elveløpet utviklet seg i løsmasser og viser en viss aktivitet med erosjon, transport og avsetning av masse. Materialet i elveløpet er for det meste grov grus til stein. Sedimentkilder er antagelig for det meste erosjonskanten i de terrasselignende formene innerst ved Austmannahaugen, men også delvis moreneavsetningene ved Reinkvambotn.

#### 4.4.3 Berdalen med Botnavatn

I Berdalen finnes flere store vifteavsetninger. Ned mot Flotavatn har elven fra Kyrkjenuuten lagt opp en stor og fint formet vifte som strekker seg ut i Flotavatn. I Berdalsbotn er det også lagt opp store avsetninger i dalbunnen ut i Botnavatn. Hovedavsetningen har et relativt slakt fall på ca. 2 grader over en avstand på nær 1 km. Den dekker nesten hele dalbunnen og kan beskrives som en slak vifteavsetning som er begrenset i formen av de bratte dalsidene. Viften dekker deltaavsetninger i Botnavatn. Den eksisterende reguleringen av Botnavatn har ført til en sterk tilbakeskridende erosjon i ytre deler av avsetningen (figur 13). Fra nordvest har en annen elv lagt opp en bratt vifte som når omtrent midt ut i dalen.

Det er også avsatt et lite delta av hovedelven ut i Berdalsvatn (figur 16). Reguleringen av Berdalsvatn gjør at dette deltaet er synlig ved lav vannstand. På grunn av tidvis lav vannstand har



**Figur 16**

Delta i Berdalsvatn blottlagt ved lav vannstand ved reguleringen av vannet. Deltaet markerer gammel normalvannstand.

Recent delta in regulated Berdalsvatn. The delta shows the old normal lake surface.

elven også gravd gjennom deltaet og delt det i to. Reguleringen har også ført til at det er dannet strandlinjer i deltafronten og små strandvoller ytterst på deltaet. Formbildet er tilsvarende som en finner på glasifluviale delta i tidligere høyere vannivå (se f.eks. avsn. 4.3.1 og 4.3.2).

#### 4.4.4 Breibotn

Også ved Breibotn er det lagt ut en ganske stor vifte i Botnavatn (figur 14). Viften er meget jevnt utformet og er tydelig aktiv. En tidligere endring av elveløpet og avsetningsmiljøet på viften er tydelig ved et klart vegetasjonsskille. Avsetningen er avgrenset i bakkant i et kraftig gjel som er skåret dypt inn i fjellsiden. Kildematerialet til viften ligger delvis her, delvis i de nederste moreneriggene som finnes i området (avsn. 4.2.3). Sammenhengen mellom erosjonsform og avsetningsform er særlig tydelig og gjør lokaliteten spesielt verdifull i undervisningssammenheng. Avsetningen utgjør også et viktig landskapselement sett fra veien mellom Røldal og Sauda.

#### 4.4.5 Grimsvatn og Kvannvatn

I både Grimsvatn og Kvannvatnet er det avsatt relativt betydelige deltaavsetninger. Utformingen er typisk og representativ. Avsetningene gjenspeiler den store aktiviteten det var i disse elvene umiddelbart etter isavsmeltingen, og det er nok liten aktivitet med transport og avsetning av materiale idag.

### 4.5 Andre områder

#### 4.5.1 Gruvene ved Storelva

Rett oppstrøms Gjuvastøl ved Storelva ligger det gamle sinkgruver som var i drift mellom 1882 og 1899 (figur 17). I tillegg til selve gruvegangene finnes det flere rester etter gruvedriften. Gruven er nå åpnet for publikum. Området representerer en viktig kobling mellom områdets geologi og Saudas tidligste industrihistorie og utgjør en viktig ressurs for geologisk informasjon og undervisning.



**Figur 17**  
Gruvene med slaggtipper ved Storelva.  
Old mines at Storelva.



## 5 Utbyggingsplanene

Flere av de eksisterende vannkraftanlegg og installasjoner i Stor-elvassdraget i Sauda kommune er gamle og lite effektive etter dagens krav. De anmeldte utbyggingsplaner tar derfor sikte på en bedre utnyttelse av kraftressursene i vassdraget og i nabovassdrag som kan overføres. Prosjektet er et samarbeid mellom Statkraft, Elkem, Sunnhordland Kraftlag og Haugesund Energiverk.

De foreliggende planer er inndelt i et såkalt Basis-prosjekt og i alt 6 tilleggsoverføringer fra nabovassdrag (**figur 18**).

Basis-prosjektet omfatter i hovedsak de områder som er berørt av eksisterende kraftutbygging. Planene vil gi en mer effektiv utnyttelse av kraftressursene og vil bl.a. erstatte kraftverkene Sauda I og II og avlaste Sauda III og IV. Det åpnes også for en gunstig utnyttelse av kraftressursene i nabo-vassdraget gjennom de foreslåtte tilleggsoverføringene.

### 5.1 Basis-prosjektet

Det er planlagt bygget to nye kraftverk, Sønnå og Berdalen. Begge er plassert i fjell. Sønnå kraftverk har inntak i innsjøene Botnavatn N, Berdalsvatnet, Holmavatnet og Førstadvatnet. Kraftverket får utløp i Saudafjorden. Berdalen kraftverk utnytter fallet mellom Nedre Sandvatn og Botnavatn N med utløp i Botnavatn N.

#### Sønnå kraftverk

Det vil bli etablert et anleggsområde ved Saudafjorden sydøst for smelteverket ved Sønnå. Herfra skal byggingen av kraftstasjonen og de nederste 3-4 km av trykktunnelen foregå. Utsprengte masser er foreslått plassert i fjorden ved Hesthammaren. Fremtidig adkomst til kraftstasjonen vil også bli anlagt på dette stedet.

Ved tverrslaget Skorpeholet (tverrslag 1) ved Brekkane, ca. 1 km nordøst for Vatnadalsvatnet, skal det plasseres en tipp (tunnelstein). Eksisterende skogsbilvei må stedvis utbedres for å kunne fungere som adkomstvei, og det vil også bli bygget en kort vei på selve anleggsområdet. Tunnelens sandfang vil bli tømt via dette tverrslaget.

Inntaket av Svartavatn S skal også fungere som et svingbasseng for Sønnå kraftverk. Til Svartavatn S skal det overføres vann fra Reinsvatn S og Skardsstølsvatnet. Massene fra driving av overføringstunnelene plasseres i terrenget ved de respektive anleggsområder. Overføringen av Breikvamselva til Svartavatn S er planlagt utført ved nedgravde rør.

Tverrslag 2 er plassert ved Sauda II. Massene er her foreslått plas-

sert i tipp i nordøstre ende av Dalvatnet. Inntaket i Førstadvatnet og Holmavatnet vil bli drevet fra arbeidsstedet ved Sauda II.

Til Holmavatn skal det overføres vann fra nedbørfeltene til Flesåna og Slettedalselvi. Disse elvene renner i dag til Brattlandsdalen. Anleggsområdet vil bli etablert ved nedre Slettedalsvatn. Som adkomst hit vil det enten bli bygget vei eller det blir arrangert transport med helikopter.

Halvfjordungvatnet er planlagt overført vestover til Kringletjern. I dag drenerer vannet via Ekkjeåna til Røldalsvatnet.

Adkomsten til anleggsområdet i Berdalen blir etablert ved bygging av en ca. 3 km lang tunnel fra nordvest-siden av Botnavatn S ved Breiborg. Massene fra veitunnelen er foreslått plassert i Tverrdalen syd for Rv 520, men kan også deponeres på annet egnet sted.

Veitunnelen vil gi helårs adkomst til anleggsområdet i Berdalen. Dette skal være basen for byggingen av fyllingsdammen ved Botnavatn N. Fyllingsdammen vil få et volum på ca. 1 mill. m<sup>3</sup>. Dammen vil øke reguleringen av Botnavatn N med 61 m.

En del av overføringen fra vest vil også bli drevet fra Berdalen. Vestoverføringen er en ca. 16 km lang tunnel som skal overføre vann fra flere inntak fra Slettedalselva og vestover til Helgedalsvatnet. Adkomst til inntakene vil bli etablert enten gjennom tunnelen eller ved bruk av helikopter.

Inntaket i Botnavatn N og Berdalsvatnet kan bygges via tunnelen og plasseres dykket i innsjøene.

Den vestre delen av Vestoverføringen vil bli drevet fra et anleggsområde syd for Helgedalsvatnet (tverrslag Fjotetjørn). Her skal det også plasseres en tipp.

**Kraftlinjer:** Koblingsanlegg for kraftlinjen fra Sønnå kraftverk vil bli bygget på en liten tipp ved Kjødalen. Herfra vil det bli anlagt en ny kraftlinje til Sauda trafo på Austarheim.

#### Berdalen kraftverk

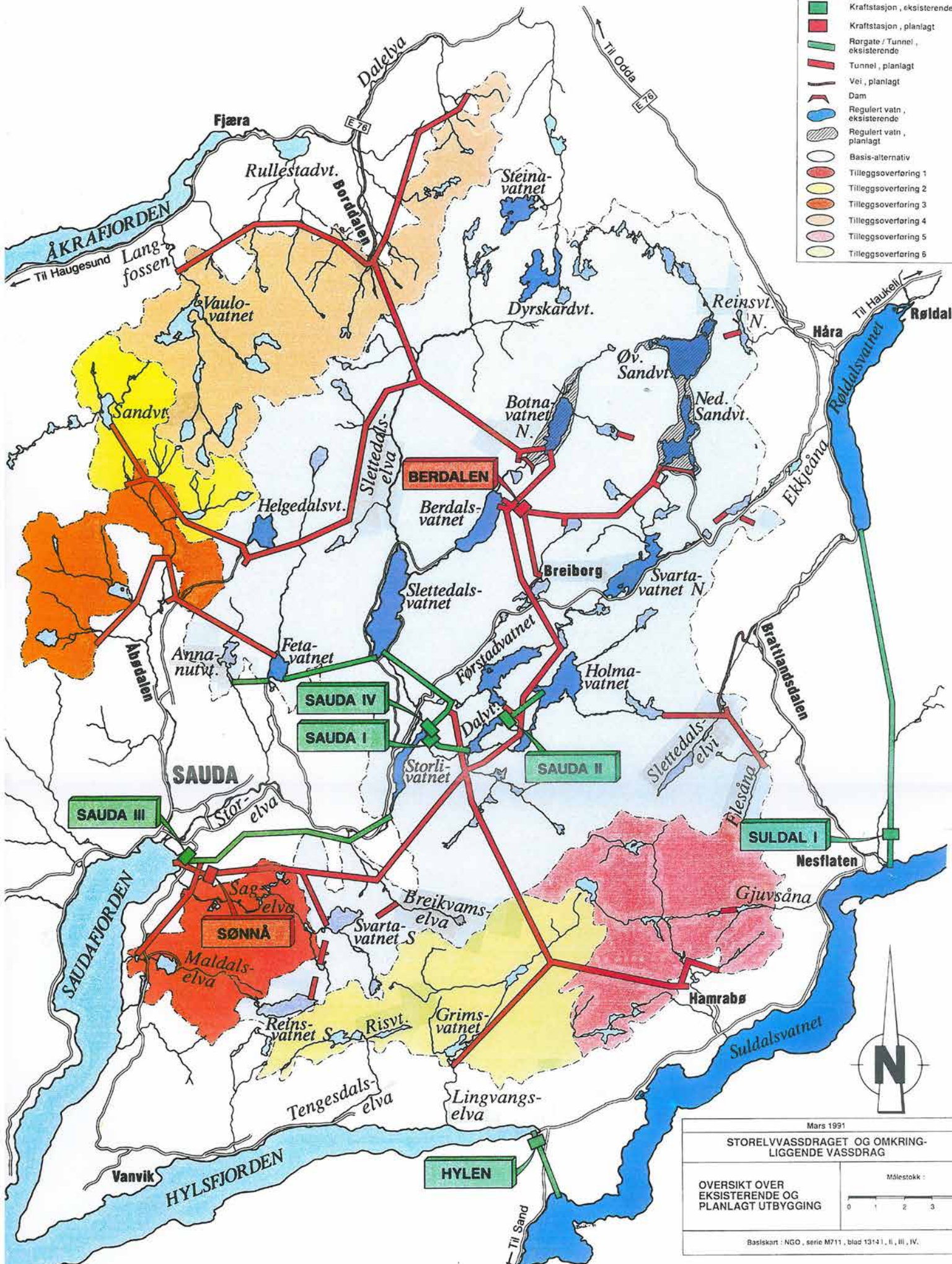
Berdalen kraftverk er planlagt i fjell ca. 1 km øst for nordenden av

#### Figur 18 ( neste side)

Planlagt regulering.

Map showing old regulations and new plans.

TEGNFORKLARING	
	Grense for nedborfelt til kraftstasjon
	Kraftstasjon , eksisterende
	Kraftstasjon , planlagt
	Rørgate / Tunnel , eksisterende
	Tunnel , planlagt
	Vei , planlagt
	Dam
	Regulert vatn , eksisterende
	Regulert vatn , planlagt
	Basis-alternativ
	Tilleggsoverføring 1
	Tilleggsoverføring 2
	Tilleggsoverføring 3
	Tilleggsoverføring 4
	Tilleggsoverføring 5
	Tilleggsoverføring 6



Mars 1991

**STORELVASSDRAGET OG OMKRING-LIGGENDE VASSDRAG**

OVERSIKT OVER EKSISTERENDE OG PLANLAGT UTBYGGING

Målestokk : 0 1 2 3 4 km

Basiskart : NGO , serie M711 , blad 1314 I , II , III , IV.

Berdalsvatnet. Byggingen av Berdalen kraftstasjon og drivingen av nedre deler av tilløpstunnelen skal foregå fra arbeidsstedet i Berdalen. Øvre deler av tilløpstunnelen vil bli drevet fra et anleggsområde ved Nedre Sandvatn. Det er planlagt en øket regulering av Øvre og Nedre Sandvatn, og dette vil medføre bygging av to nye fyllingsdammer og to betongterskler ved Nedre Sandvatn.

På tilløpstunnelen fra Nedre Sandvatn til kraftstasjonen vil det bli bygget 3 inntak: Tindatjørn, Frankhillerbekken og Kvelvabekken.

Reinsvatn N er planlagt overført til Øvre Sandvatn. I dag drenerer Reinsvatn N via Håraelva til Røldalsvatn.

**Kraftlinjer:** Til Breiborg skal det bygges en ca. 10 km lang kraftlinje fra Sauda IV. Derfra føres linjene videre langs vestsiden av Svartavatn N til Nedre Sandvatn. En kraftlinje fra tunnelåpning i Berdalen til dammen ved Botnavatnet vil også bli bygget.

## 5.2 Tilleggsoverføringene

1. Sagelva og Maldalselva er planlagt overført i fellestunnel til Sauda III. Inntaket i Sagelva vil bli etablert på ca. kote 260-265, mens Maldalselva tas inn via et inntak i Fjotartjørni (kote 350.0). Eksisterende skogsbilvei langs Sagelva må da forlenges med ca. 1/2 km for å sikre adkomsten til tverrslaget på overføringen. Tippen er foreslått plassert i et dalsøkk syd for elva ved ca. kote 250.
- 2A. Feltene Løyndardalsvatnet, Viabotn og Nordskarelva kan tas inn ved at Vestoverføringen (se Sønnå kraftverk) forlenges med ca. 5 km. Masser fra tunnelen plasseres som en utvidelse av tippen syd for Helgedalsvatnet. Feltene nyttes til kraftproduksjon i Sønnå kraftverk.
- 2B. Sandvatn (Etne) kan tas inn ved at det bygges en avgrening med en ca. 2 km lang tunnel fra tilleggsoverføring 2A. Masser fra tunnelen kan plasseres som en utvidelse av tippen syd for Helgedalsvatnet. Inntaket i Sandvatnet er planlagt dykket. Feltet skal utnyttes i Sønnå kraftverk.
3. 5 bekker/elver som renner til Åbøelva kan overføres til Feta- vatnet for utnyttelse i Sauda IV og III. Til tverrslaget for tunnelen må det bygges en ca. 1 km lang anleggsvei. Tipp er foreslått plassert ved Vargura.
4. 11 bekker/elver som renner til Åkrafjorden eller Dalselva/ Rullestadvatnet er planlagt overført til Botnavatnet og utnyttet i Sønnå kraftverk. Mesteparten av tunnelen vil bli drevet fra et tverrslag innerst i Borddalen, og dit må det bygges en ca. 5 km anleggsvei. Tippen kan plasseres ved tverrslaget. Noe av overføringstunnelen må drives som en avgrening fra Vestoverføringen.
5. Hamrabøåna, som renner til Suldalsvatnet, kan overføres til Slettedalsvatnet og utnyttes i Sauda IV og III. Overføringen er planlagt drevet både fra Øvre Lona (1,5 km NØ for Storli- vatn) og fra et tverrslag vest for Hamrabø. Til anleggsområdet vest for Hamrabø må det bygges en ca. 6 km anlegg- svei. Tippen er planlagt plassert ved anleggsområdet. Det er også mulig å bore hele overføringstunnelen fra Øvre Lona og plassere massene der.
6. Lingvang- og Tengesdalselva er planlagt overført til Slette- dals- vatnet og utnyttet i Sauda IV og III. Tunnelarbeidet vil ta utgangspunkt i Øvre Lona. Tippen må da også plasseres her. Støls- vatn er planlagt overført til Risvatn ved at det bygges en sperre ved samløpet av bekkene fra Stølsvatn og Risvatn. Det blir separate inntak av Grunnvatn og Risvatn.

## 6 Verdivurdering og konfliktvurdering

### 6.1 Verdikriterier og naturverdi

Når det gjelder konsekvensvurderinger, kan disse grovt sett deles i to typer. Den første er en inngrep - virkningsundersøkelse som tar sikte på å studere den direkte virkningen av inngrepet gjennom studiet av de aktuelle prosesser. I geofaglig vassdragsammenheng vil en typisk problemstilling av denne kategori være: Vannføringen reduseres, hva vil effekten bli på erosjonen og sedimenttransporten i vassdraget? Mange av denne type undersøkelser vil være direkte relatert til tekniske problemstillinger som dekkes opp i helt andre sammenhenger.

I naturvernsammenheng vil imidlertid spørsmålet bli hvilke naturverdier som blir påvirket, eventuelt ødelagt. Dette er på mange måter et mer komplisert spørsmål siden det involverer en verdi-setting av de ulike naturelementene som finnes i området. Selve virkningsdelen av analysen kan imidlertid ofte være enklere, den vil i mange tilfeller dreie seg om et enten eller. Blir naturverdien ødelagt eller ikke, eventuelt hvor stor blir forringelsen?

For å vurdere verdien av natur er det tradisjonelt brukt en rekke kriterier for verneverdi. I vassdragsammenheng er slike kriterier beskrevet i NOU 1983:42. Problemet med dette kriteriesettet er at kriteriene i stor grad overlapper hverandre. Det er derfor behov for å skille de forskjellige kriteriene fra hverandre (Erikstad 1991) (tabell 1). Her er kriteriene skilt i tre ulike sett som hver for seg kan utløse en konklusjon om verneverdi. Settene er ment å inneholde innbyrdes uavhengige kriterier, men settene er i høyeste grad overlappende seg imellom.

Uansett hvilke kriterier som brukes når naturverdi skal fastsettes, ligger det et element av subjektivitet i vurderingen. Det er viktig at dette elementet understrekes og synliggjøres i vurderingen. Dette vil sørge for at vurderingen og konklusjonene blir etterprøvbare. En del av det subjektive skjønn som er et element i vurderingen kan spesifiseres i det tredje kriteriesettet som inneholder bare et kriterium, egenverdi. En spesifisering her vil i svært mange tilfeller gjøre det klart at helt spesielle egenskaper i området har utløst en vurdering om verdi hos forfatteren.

For å sette vurderingen av verdi inn i en helhetlig sammenheng er man avhengig av sammenligninger over større områder. For spesielle naturtyper som f.eks. kvartærgeologiske områder, er det nasjonalt innsamlede materiale om kvartærgeologiske verneverdige områder et slikt mulig sammenligningsgrunnlag. I vassdragsammenheng vil det nasjonale nettverk av vernede vassdrag

og verneforslag utgjøre et tilsvarende sammenligningsgrunnlag.

Konsekvensanalysen består i denne sammenheng av to viktige elementer. For det første må verdien av områdene vurderes. Videre må det vurderes om de planlagte inngrepene vil ødelegge eller forringe områdenes verdi. Som en kombinasjon av disse to elementene kan det vurderes i hvilken grad det ved inngrepsplanene oppstår konflikt, hvor stor denne konflikten er og i hvilken grad avbøtende tiltak vil kunne minske konflikten.

I et stort og arealmessig omfattende prosjekt som Sauda-utbyggingen vil dette utløse to separate vurderinger. Den første vil omfatte større delområder og omfatte prinsipielle spørsmål om skadevirkningen av en eventuell utbygging. Den andre vil i betydelig større detalj ta for seg de konkrete inngrepene som er planlagt i forhold til konkrete registrerte enkeltforekomster og områder av verdi. Vurderingen blir her mer praktisk enn prinsipiell.

### 6.2 Generelle konfliktvurderinger - urørthetskriteriet

De generelle vurderingene av større områder vil i forhold til den planlagte utbyggingen i Sauda konsentrere seg om delfeltene som idag ikke er berørt av tidligere vannkraftutbygging. Urørthetskriteriet er et sterkt vernekriterium som gjerne blir forsterket i et område som Sauda fordi eksisterende vannkraftutbygging er så omfattende. Den endelige vurderingen av dette punkt bør være flerfaglig og helhetlig der geofag og landskap bare utgjør en liten del. Relevansen av mange av de geofaglige argumenter vil i denne sammenheng også kunne diskuteres siden inngrepene rent praktisk må anses som små. Realiteten er imidlertid at det i området finnes landskap eller vassdrag som er urørt. Jeg velger her å beskrive denne egenskapen som en egenverdi (tabell 1) som i den videre vurdering bør vurderes sammen med de øvrige fagfelt som blir utredet.

#### 6.2.1 Sandvatn, Vaulo, Vintertunstølen (Tilleggsoverføring 4 og 2B)

Nordsiden av undersøkelsesområdet ned mot Åkrafjorden utgjør et åpent og vakkert landskap, lite eller ikke berørt av tekniske inngrep. Landskapet er sterkt berggrunnsgeologisk strukturpreget og domineres av det subkambriske peneplanet med skyvedekken over og den sterke glasiale nedskjæringen (Åkrafjorden). De planlagte inngrepene ligger relativt lavt i landskapet og vil bl.a. ikke berøre vannet Vaulo. Viktige og synbare elve- og fossestrenger vil imidlertid bli berørt med mindre vannføring. I denne sammenheng

**Tabell 1 Sammenfatning av verdi- og konsekvensvurderingene for de enkelte områdene**

	Område	Primærkriterier				Sekundærkriterier									Egenverdi	Sum verneverdi	Konsekvens	Prosjekt
		1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	9				
Større landskap / vassdrag	Hamrabøvassdr.														Urørt	Nasjonal*	xx	5
	Tengesd.-Lingv.														Urørt	Nasjonal-regional*	xx	6
	Sandvt.-Vaulo														Urørt	Lokal-regional	x	2B,4
	Slettedalen														Urørt	Lokal-regional	x	Basis
	Sagelv-Malldal														Urørt	Lokal*	xx	1
Spes. omr. og forekomster	Buer	x	x	x	x			x	x	x	x			x		Regional-nasjonal	x	2A,3
	Langfossen														c	Regional-nasjonal*	x	4
	Slettedalen	x	x	x	x				x		x	x	x		a	Regional	x	Basis
	Breibotn	x	x	x	x				x	x	x	x			b	Regional	-	Basis
	Sauda-deltaet	x		x	x				x	x		x				Lokal-regional	-	-
	Slettedalsmag.	x		x	x				x	x						Stor lokal	-	Basis
	Tengesdaldeltaet	x		x	x				x	x	x	x				Stor lokal	-	6
	Berdalsbotn	x	x	x	x				x		x	x			c	Stor lokal	xx	Basis
	Sagfossen														c	Stor lokal	xx	1
	Sandvatna															Lokal	xx	Basis
	Hellandsbygd	x		x	x				x	x						Lokal	-	Basis
	Vintertunstølen	x		x					x			x				Lokal	-	4
	Fjæra	x		x	x				x		x					Lokal	-	4
	Hamrabø	x								x	x			x		Lokal	-	5
	Tengesdalstølen	x		x	x				x	x			x			Lokal	-	6
Kvannvatn	x		x	x					x		x				Lokal	-	6	
Grimsvatn	x								x		x	x	x		Lokal	-	6	
Malldalsfossen														c	Lokal	xx	1	

\* Vurdering basert på verneplan for vassdrag

Primærkriterier:	1 Sjeldenhet 2 Representativitet 3 Mangfold 4 Del av system
Sekundærkriterier:	1 Forskningspotensiale 2 Klassisk lokalitet 3 Nøkkelområde for vitenskapelig forståelse 4 Naturhistorisk dokumentasjon 5 Instruktiv lokalitet 6 Tilgjengelighet 7 Urørt natur 8 Viktig landskapselement 9 Del i flerfaglig sammenheng
Egenverdi:	a Vakker og spesiell dal som skiller seg mye fra det som er vanlig i distriktet b Fiften er særlig tydelig utformet med klar sonering knyttet til aktive prosesser c Dramatisk og vakker natur med spesielt høyt opplevelsespotensiale
Konsekvens:	- Ingen x Liten xx Stor

er særlig Langfossen viktig (Dammerud 1985). I og med at planene forutsetter uendret sommervannføring vil virkningen begrenses til vinterstid, og til at den generelle urørthet av området blir endret.

### 6.2.2 Tengesdal, Lingvang, Hamrabø (Tilleggsoverføring 5 og 6)

Forholdene er ganske tilsvarende som beskrevet i avsn. 5.2.1. Terrengforholdene er imidlertid mer brutt, og området fremstår i noe mindre grad som en landskapsmessig helhet. Området er større enn det urørte området i nord og fremviser trolig en større bredde i verneverdier. Området er vurdert i vassdragsvernsammenheng som svært verdifullt (NOU 1991:12A). I ren geofaglig sammenheng er verdien knyttet til den generelle urørthet som en egenverdi, tilsvarende som beskrevet ovenfor.

## 6.3 Spesielle konfliktvurderinger - direkte konsekvenser i spesielle områder

### 6.3.1 Berdalen med Botnavatn (Basis-prosjektet)

De indre deler av Berdalen er av de områder som vil bli sterkest berørt av utbyggingen. Oppdemmingen av Botnavatn vil endre karakteren på hele den indre delen av dalen. Viftesystemene innerst i Berdalsbotn vil bli neddemt sammen med mindre morenformer og strandlinjeterasser langs Botnavatn. Formene viser breens tilbaketrekning i de indre delene av Berdalen. Viften ved Flotavatn bør unngå inngrep. Deltaet ut i Berdalsvatn blir heller ikke berørt. Landskapsmessig vil terrengforandringene bli store, særlig rundt dam-området mellom Flotavatn og Botnavatn. Den bratte glasiale dalnedskjæringen vil imidlertid føre til at inngrepet synsmessig får en relativt lokal karakter.

Landskapet innerst i Berdalen er særpreget, vilt og vakkert. Vifte-systemene innerst i dalen utgjør viktige landskapselementer særlig i kontrast til de bratte stupene i dalenden. Viftene er typisk utformet i forhold til sin terrengposisjon. Den slakeste viften med overgang til deltaet ut i Botnavatn utgjør en relativt spesiell om ikke sjelden serie med avsetninger og former. Eksisterende regulering av Botnavatn har ført til en betydelig erosjon i disse avsetningene. Moreneryggene og strandlinjeformene er små, typisk utformet, men de ligger spredt og utgjør ikke et system med verken særlig type eller referanseverdi. De er imidlertid en del av et system som viser en aktiv bres tilbaketrekning opp alle dalene innenfor Raet. Totalt sett vurderes området ut fra primære vernekriterier å være av lokal til regional betydning.

En vurdering ut fra sekundære kriterier opprettholder dette bildet. Hovedtyngden av verneverdi er knyttet til undervisningsverdi og allmenn opplevelsesverdi av dalformen og dalenden samt til utformingen av vifte og deltaavsetninger. Videre har morenformene en viss vitenskapelig verdi. Landskapets særpreg kan anføres som et element i områdets egenverdi som på selvstendig grunnlag kan plassere området med lokal til regional landskapsmessig verneverdi.

Bortsett fra viften ved Flotavatn og deltaet ut i Berdalsvatn vil de fleste av de anførte verdiene bli ødelagt eller sterkt berørt.

### 6.3.2 Botnavatn ved Breiborg (Basis-prosjektet)

Ved Breiborg er det planlagt utslag av tunnel fra Berdalen. Midlertidig tipp som i de opprinnelige planene var plassert på viften, er i de nyeste planene flyttet til en posisjon ved veien på andre siden av vannet. Anleggene kan allikevel berøre nederste moreneavsetning ved Botnavatn. Morenesystemet består av morener som er typiske og klart utformet. Viktigere er imidlertid deres verdi som del av et helhetlig system (Trollgardentrinnet). Viften er spesielt klart og typisk utformet. Den ligger videre i direkte sammenheng med det gjel der mesteparten av materialet er kommet fra. Systemet er svært instruktivt, og sammen med morenene demonstreres naturhistorien fra isavsmeltingen og helt frem til vår tid. Dette øker verdien av området spesielt i undervisningssammenheng. Området er ikke registrert blant de lokaliteter som det er aktuelle å verne etter naturvernloven. Ut fra de primære vernekriteriene vurderes imidlertid området å ha naturverdi i regional sammenheng.

Vurderingen understøttes av de sekundære kriteriene. Morenesystemet har en klar betydning i vitenskapelig såvel som i undervisningssammenheng. Kombinasjonen av viften og gjelet har et særlig potensiale i undervisningssammenheng. Koblingen til morenesystemet, de aktive prosessene og den klare sammenhengen mellom erosjon og avsetning gir imidlertid viften også et klart vitenskapelig potensiale. I allmenn sammenheng kan det nevnes at tilsvarende former andre steder betraktes som turistattraksjoner. Det er nærliggende å sammenligne med jutulhogget ved Rondvassbu i Rondane nasjonalpark.

### 6.3.3 Sandvatna (Basis-prosjektet)

Områdene ved Sandvatn blir også sterkt berørt ved den planlagte utbyggingen. Landskapet her er adskillig slakere enn ved Berdalsbotn. Formbildet er imidlertid ikke så særpreget, og sett i lys av den eksisterende utbyggingen anses ikke konflikten som ve-

sentlig. Et par klart utformede morener nær utløpet av øvre Sandvatn vil bli neddemt (**figur 19**). Utforming og posisjon av morenene er typiske. De er del av det systemet av morener som viser tilbaketrekkningen av breen innenfor Raet, og har en viss lokal verdi. Vurdert ut fra de sekundære kriteriene kan denne verdien knyttes til en vitenskapelig referanseverdi av lokal karakter.

#### 6.3.4 Slettedalen, Vaulo, Vintertunstølen (Basis-prosjektet, Tilleggsoverføring 4)

Fleire av de inngrepene som er planlagt, er små og vil ha liten betydning for de naturelementene som er beskrevet i kapittel 4. Særlig gjelder det bekkeinntakene som bare vil ha svært lokal betydning så lenge det ikke er registrert verdier direkte knyttet til elveløpet og elveprosessene nedenfor inntaket. De fleste av disse inngrepene er derfor ikke kommentert spesielt her, men omfattes av de generelle betraktningene i kapittel 7.

I en del tilfeller ligger imidlertid bekkeinntakene nær registrerte løsmasseforekomster med en klar naturverdi. Disse er derfor behandlet spesielt. Først og fremst gjelder dette Slettedalen. Morenesystemene i Slettedalen er kanskje de mest omfattende moreneavsetninger innenfor Raet i Sauda-fjellene. Stedvis er moreneryggene klart utformet og henger sammen i en klar serie av former fra deltaet ved Slettedalsmagasinet via Kulthaugs diffuse

formbilde til moreneavsetningene ved Reinkvambotn og oppstrøms Klovsteinane. Mangfoldet av former er stort til å ligge i et så løsmassefattig og formfattig område som Sauda-fjellene. Det lokale isavsmeltingssystemet er godt utviklet, og det er et viktig ledd i dokumentasjonen av isavsmeltingshistorien, trolig knyttet til Trollgardenstadiet. Vurdert ut fra primærkriteriene for verneverdi er jeg tilbøyelig til å sette området som helhet foran Buer i kvartærgeologisk verneverdi. Vurdert ut fra sekundære vernekriterier er det klart at dalen har både vitenskapelig, undervisningsmessig og allmenn verdi. Området ligger ikke så tilgjengelig for ekskursjoner slik at den praktiske undervisningsverdien trolig er mindre enn Buer. Ellers vil området også ut fra sekundære verdier komme ut minst på høyde med Buer.

Inngrepene som er planlagt, vil imidlertid ikke nødvendigvis føre til særlige inngrep i de kvartærgeologiske verdiene. Ved en skånsom anleggsdrift vil de viktigste inngrep være en tildels sterk reduksjon i vannføringen fra Klovsteinane og nedover. Reduksjonen vil være stor selv så langt nede som ved Kulthaug og vil nok endre erosjons- og transportforholdene i elvestrekningen som utgjør grensen mot Kulthaug naturreservat. Ellers vil virkningen av endringen i hovedsak være av visuell natur og berøre allmenne verdier og dalens verdi som et ikke-berørt eller lite berørt naturområde.

Terrasseavsetningen nedstrøms Vaulo kan bli berørt av anlegget av bekkeinntak her. Terrassen er liten, typisk formet og er en



**Figur 19**  
Små morener ved Sandvatn.  
Small moraines within the planned dam area at Sandvatn.

viktig del av systemet med randavsetninger langs Åkrafjorden. Ved en skånsom utbygging vil virkningen av anlegget bli liten.

Morenen ved Vintertunstølen er også et viktig ledd i Trollgarden-trinnets brerandavsetninger ned mot Fjæra. Ved en skånsom anleggsdrift bør ikke morenen bli berørt av anlegget.

### 6.3.5 Sagfossen og Maldalsfossen (Tilleggsoverføring 1)

Både Sagelva og Maldalselva faller bratt ved utløpet i Saudafjorden. De to fossene er ikke spesielt store, men utgjør markerte landskapselementer som blir kraftig påvirket ved utbygging. Virkningen blir trolig størst for Sagfossen som er et viktig landskapselement i Sauda sentrum (figur 20).

### 6.3.6 Buer (Tilleggsoverføring 2A og 3)

Buer er registrert tidligere som verneverdig på et nasjonalt til regionalt nivå. Ved en eventuell utbygging blir området berørt ved en sterk reduksjon av vannføringen i elva (tilleggsoverføring 3). Videre er det planlagt en tipp i kanten av dalbunnen. Planlagt veibygging vil også føre til betydelige inngrep. Virkningene for tilleggsoverføring 2A blir imidlertid ubetydelige i denne sammenheng.

Vannføringsreduksjon vil i første rekke påvirke områdets egenverdi knyttet til opplevelse og muligens elveslettas selvstendige undervisningsverdi. Tipp og veibygging vil imidlertid også kunne skade moreneryggene som er den viktigste verneverdien i området. Noen av morenehaugene er svært klare og tydelige. Endel av systemet er imidlertid ganske diffust, delvis dekket av torv. Inngrep i dalbunnen og dalsidene her kan derfor gjøre ganske stor skade.

## 6.4 Økt trussel mot enkelte områder som konsekvens av utbygging

Flere områder av verdi som ikke blir direkte berørt av utbyggingen, kan bli berørt indirekte. Dette gjelder særlig i forbindelse med veibygging/utvidelse og eventuelle massetak. Særlig massebehovet ved større anlegg kan få betydelige konsekvenser. Det bør være en målsetting i størst mulig grad å benytte sprengmasser fra tunneler og skjæringer, eventuelt å supplere med pukk fra områder som skal demmes ned. Det bør utarbeides en plan for øvrig massebehov, særlig av naturgrus, slik at naturverdier ikke blir ødelagt unødige.

### 6.4.1 Slettedalsmagasinet

Deltaet øverst i Slettedalsmagasinet henger nøye sammen med de kvartærgeologiske verneverdiene lenger opp i dalen. Deltaet er tildels sterkt påvirket av massetak. Deler av deltaet er imidlertid intakt og representerer et viktig naturdokument som ikke bør ødelegges ytterligere.

### 6.4.2 Sauda-deltaet

Sauda-deltaet er den største deltaavsetning i området. Den er typisk utformet og viser havnivå i minst tre nivåer fra marin grense til dagens havnivå. På tross av bebyggelsen er deltaet relativt intakt og utgjør et viktig landskapselement i Sauda. Vurdert ut fra primære og sekundære kriterier har deltaet en klar lokal til regional betydning. Grusuttak og videre utbygging av deltaområdet bør følge planer som tar hensyn til dette.

### 6.4.3 Tengesdalsdeltaet

Tengesdalsdeltaet er lite, men klart og typisk utformet i tre nivåer. Det er lite berørt av tekniske inngrep. Vurdert ut fra primære og sekundære kriterier har deltaet lokal verdi, og det bør så langt som mulig skånes for inngrep.

### 6.4.4 Fjæra-deltaet

Fjæra-deltaet er ganske tilsvarende som deltaet ved Tengesdalen. Den lokale verdi er styrket ved sammenhengen til Trollgarden-trinnets morener fra Seljestad og ned langs Sørtdalen. Det er foretatt relativt store inngrep i den øvre terrassen, noe som klart svekker verdien av området. Det som står igjen av terrassene, bør imidlertid ikke ødelegges fordi dokumentasjonen av de tidligere havnivåene ikke bør bli ytterligere ødelagt.



## 7 Konsekvenser ved de ulike overføringsprosjektene, avbøtende tiltak

I dette kapittelet konkluderes det med en sammenfatning av de direkte konsekvensene som utbyggingsplanene vil få for de verdiene som er omtalt tidligere i rapporten. Vurderingen er splittet opp på de ulike overføringsalternativene. Det forutsettes at det i utbyggingsfasen tas generelt hensyn til såvel landskapet som til spesielle områder og forekomster som er beskrevet i denne rapporten. Det forutsettes at de avbøtende tiltak som er beskrevet blir fulgt opp. Med utgangspunkt i disse forutsetningene blir konsekvensene i forhold til de konkrete utbyggingsplanene små. De fleste av områdene som er nevnt tidligere i rapporten, vil ikke bli berørt ved utbyggingen. Utbyggingen vil få størst virkning på delområders egenverdi som urørte områder / landskap. Dette er imidlertid et forhold som må vurderes generelt for hele prosjektet i en flerfaglig sammenheng (se avsn. 6.2).

### 7.1 De ulike prosjektene

#### 7.1.1 Basis-prosjektet

Landskapet innerst i Berdalen ved Botnavatn vil tross eksisterende

regulering, endres dramatisk. Den visuelle virkningen vil imidlertid bli i hovedsak av lokal natur. Viktige løsmasseforekomster som viftene innerst i Berdalsbotn samt mindre morene- og strandlinjeformer vil bli neddemt. Disse er vurdert å ha stor lokal verdi.

Morenergygger ved Sandvatna vil bli demt ned. Disse er vurdert å ha lokal verdi.

Vannføringen i Slettedalselva vil reduseres betydelig. Dette vil ha betydning for de aktive elveprosessene ved Kulthaug naturreservat. Dette oppfattes her som en lokal verdi. Det gjøres imidlertid oppmerksom på at denne elvestrekningen er grense mot Kulthaug naturreservat. Reservatet er opprettet med formål å bevare bakke-myrene ved Kulthaug. Alle endringer i de naturgitte forhold i reservatet er forbudt. Inngrepene her bør derfor separat vurderes i forhold til vernereglene gitt i medhold av naturvernloven. Reguleringen av Slettedalselva vil videre påvirke Slettedalens karakter av urørt dal. Inngrepet kan muligens avbøtes med en viss minstevannføring. Elva er pr. idag ikke helt urørt pga. økt vannføring knyttet til reguleringen av Steinavatnet. Dette er imidlertid en regulering som ikke påvirker den generelle karakteren av urørt landskap.

Det forutsettes her at anleggene i Slettedalen ikke påvirker de kvartærgeologiske avsetningene i dalen. Videre forutsettes det at tunnelinnslaget og veien inn til tunnelen ved Botnavatn ved Breibrog plasseres slik at inngrep i viften og den nederste morenen unngås.



**Figur 20**

Sagfossen er et viktig landskapselement i Sauda sentrum.

The Sagfossen waterfall is a major landscape element in Sauda.

## 7.1.2 Tilleggsoverføringene

### 1, Maldalselva og Sågåi

Dette området inngår i den sørlige delen av undersøkelsesområdet som er urørt i forhold til store tekniske inngrep og vassdragsutbygging. I forbindelse med verneplan IV for vassdrag der slike forhold er vurdert, er området lavere vurdert enn Lingvang, Tengesdal og Hamrabø. Det er ikke registrert spesielle geofaglige verdier i området. Egenverdien knyttet til fossene i de nedre delene av de to vassdragene, vil forsvinne. Egenverdien er trolig størst for Sagfossen som er godt synlig fra Sauda sentrum (figur 20).

### 2A, Øvre Åbøfelter

Det er ikke registrert spesielle geofaglige verdier i området.

### 2B, Sandvatn (Etne)

Området er en del av det urørte landskapet som strekker seg fra Sandvatn over Vaulo til områdene ved Vintertunstølen. Vannet tilhører Etne-vassdraget. Området må derfor ses i sammenheng med behandlingen av verneplan IV. Geofaglige verdier ved vannet vil ikke bli berørt ved utbyggingen.

### 3, Nedre Åbøfelter

Overføringen vil ta bort mesteparten av vannet i Buerelva ved Buer. Fra før er Moringdalselva sterkt regulert. Reduksjonen i vannføring vil først og fremst påvirke det visuelle bildet på elve-sletta og forringe helheten i landskapsbildet. Dette kan eventuelt motvirkes ved en viss minste vannføring. Tippen nordøst i landskapsrommet ved Buer er også visuelt uheldig. Området preges av bakkemyr og moderate moreneformer og fastfjellsknauer delvis dekket av myr. Selv om tippen ikke direkte berører noen morenerygg vil den virke forstyrrende på helhetsbildet, noe som er særlig uheldig i forhold til områdets pedagogiske verdier. Totalt sett har området regional til nasjonal verdi. Området blir ikke ødelagt, men forringet i moderat grad. Forringelsen kan reduseres ved en annen plassering av steintippen. Veien til tippen må krysse Moringdalselva. Plastiske erosjonsformer i elveløpet kan bli berørt. Veien bør legges slik at dette unngås.

### 4, Dalselva / Vaulo

Landskapet langs Åkrafjorden på begge sider av Vaulo har klar egenverdi som et vakkert og urørt landskap. Langfossen har nasjonal verdi, og sommervannføringen her er vernet. Urørtheten i området vil gå tapt ved en utbygging. Inngrepene i området vil imidlertid ikke bli store i de viktigste områdene. Konkrete geofaglige verdier blir ikke berørt. Det forutsettes her at deltaavsetningen nedstrøms Vaulo og morenen ved Vintertunstølen ikke berøres av anlegget.

### 5, Hamrabø / Gjuvsåni

Området er urørt og er en del av det store urørte området som strekker seg mellom Skaulen og Brattlandsdalen / Hylsfjorden. Området har stor verdi knyttet til urørtheten som vil forsvinne ved en eventuell utbygging. Reguleringen vil ikke berøre konkrete registrerte geofaglige verdier.

### 6, Lingvang / Tengesdal

Området tilhører samme urørte område som beskrevet ovenfor, og har som en del av dette området høy verdi. Urørtheten av vassdraget, som er sentral i denne sammenheng, vil forsvinne ved en eventuell utbygging. Reguleringen påvirker ikke registrerte geofaglige verdier. Vannføringsreduksjoner langs den særpregede Lingvangselva (nedre del) vil kunne redusere den landskapsmessige verdien knyttet til naturopplevelse.

## 7.2 Avbøtende tiltak

Ved den planlagte utbyggingen i Sauda vil de fleste inngrep være av lokal karakter, og beste avbøtende tiltak vil være en skånsom anleggsdrift og en plassering av inngrepene slik at registrerte geofaglige forekomster ikke blir ødelagt. Dette vil normalt ikke være noe stort problem siden forekomstene i de fleste tilfeller er små og lett avgrensbare. Det forutsettes at man på denne måten unngår inngrep i morenerygger i Slettedalen, morenen ved Vintertunstølen og avsetningen nedstrøms Vaulo.

Slik som utbyggingsplanene foreligger anses det klart at avsetningene ved Hellandsbygd, Seljestad, Slettedalsmagasinet, Sauda, Tengesdal, Tengesdalstølen, Hamrabø, Kvannvatn og Grimsvatn ikke blir berørt. Når det gjelder området ved Breibotn, bør tunnelåpning og vei plasseres slik at verken moreneryggene eller viften blir berørt av inngrepene.

Ved Buer er plasseringen av tipp uheldig. Det bør vurderes en plassering utenfor Buers landskapsrom og eventuelt bortkjøring av tippmassene til bruk i anlegget eller andre steder. Ved planlegging av øvrige inngrep i området bør det utvises stor forsiktighet. Særlig i forbindelse med den allmenne landskapsopplevelsen bør det videre vurderes minste vannføring i Åbøelva og Slettedalselva.

For de planlagte inngrepene i Berdalen og ved Sandvatna vil avbøtende tiltak neppe være til hjelp. Inngrep i viften ved Flotavatn bør ikke foretas.

## 7.3 Oppfølgende undersøkelser

Behovet for oppfølgende undersøkelser i geofaglig landskapsammenheng er relativt begrenset. Mest påtrengende er behovet for nøyere vurdering i fall utbyggingen krever uttak av løsmasser som beskrevet i avsn. 6.4. Det vil i så fall være behov for en uttaksplan som bør konsekvensvurderes.

Videre kan det være aktuelt med oppfølgende undersøkelser knyttet til eksisterende erosjon og faren for ny erosjon i Botnavatnsmagasinet. Behovet for dette må vurderes ut fra konklusjonen i egen fagrappport om dette. Virkningen av reguleringen på Kulthaug naturreservat vil trolig i store trekk bli liten. På bakgrunn av de ulike fagrappportene og vernereglene bør imidlertid forvaltningsmyndigheten vurdere om det er behov for en mer detaljert undersøkelse av de myrhydrologiske forhold langs vernegrensen.

## 8 Sammendrag

Planene for ny kraftutbygging i Sauda-området omfatter et stort område. Prosjektet består av mange og tildels kompliserte planer for vannoverføringer. På platået øst for Saudafjorden og nord for Hylsfjorden ligger fem mindre vassdrag som ikke er berørt av tidligere utbygginger. Også i nord finnes vassdrag som er urørt av kraftutbygging. Storelva med utløp i Sauda drenerer størsteparten av arealet som inngår i utbyggingsplanene. Dette vassdraget er tildels sterkt regulert fra før. Utbyggingsplanene er summert i **figur 20**.

Berggrunnen består av tre hovedgrupper av bergarter. Tredelingen i berggrunnen fremtrer flere steder som en tydelig tredeling av landskapet. Nederst ligger grunnfjellbergartene som er gneiser og granitter av prekambriisk alder. Deretter tildels omvandlede leirskifre. Øverst ligger gamle bergarter, hovedsakelig gneiser som ble skjøvet over leirskifrene i forbindelse med den kaledonske fjellkjedefoldingen.

Landskapet domineres ellers av tre store fjord- og dalsystemer som skjærer seg inn i landblokken som har fjell opp mot 1600 m o.h. Dalsystemene har ofte form av traue over traue som tildels går i ett opp til klare botnformer i høyfjellet. De glasielle erosjonsformene er skåret inn i en landblokk som også har en markert topografi. Skillet er ofte tydelig og fremtrer som en overgang til et roligere landskap. Dette landskapet kan oppfattes som arvet etter det gamle landskapet utviklet før istidene.

Området er svært fattig på løsmasser. Under marin grense finnes enkelte deltaavsetninger, størst er deltaet i selve Sauda. Ellers finnes en rekke mindre moreneavsetninger som markerer isavsmeltingen for ca 10000 år siden. Det finnes også store elvevifter, ras og torvavsetninger. Elveløpene er i liten grad tilpasset dagens landskap. Fosser og stryk er vanlige og utgjør lokalt viktige landskapselementer. Elveløpene sentralt i området er tildels sterkt preget av kraftutbygging.

Av områder med særlig landskapsmessig betydning og verdi knyttet til landskapets storformer er Vaulo, Sandvatn-området i nord og Lingvang, Tengesdal, Hamrabø-området i sør urørt av tidligere kraftutbygging. Det tredje området (Berdalen) er allerede sterkt regulert. Alle disse tre områdene er knyttet til den berggrunnsgeologiske tredelingen av landskapet i kombinasjon med kraftig glisial erosjon.

I tillegg til disse tre større områdene er det beskrevet en rekke mindre områder knyttet til moreneformer, elveavsetninger m.v. Disse er summert opp i **tabell 1**. Områdenes naturverdi er vurdert i forhold til vernekriterier av såvel vitenskapelig, pedagogisk

og allmenn karakter. I denne vurderingen er det de store urørte områdene som har den høyeste verneverdien, som blir direkte påvirket av utbyggingsplanene. De fleste andre verdier som er beskrevet, kan unngå ødeleggelse ved en skånsom utbygging og en viss justering av utbyggingsplanene.

De viktigste konsekvensene av planene kan oppsummeres som følger:

**Basis-prosjektet:** Store inngrep i lokalt til regionalt verdifullt landskap innerst i Berdalen. Neddemming av morener av lokal verdi ved Sandvatna. Reduksjon av vannføring og endring av elvens prosesser ved Kulthaug naturreservat i Slettedalen.

**Tilleggsoverføring 1:** To vakre og lokalt verdifulle fosser vil få redusert vannføring.

**Tilleggsoverføring 2:** Reguleringen av Sandvatn berører Etnevassdraget som urørt vassdrag.

**Tilleggsoverføring 3:** Reduksjon av vannføringen ved Buer vil påvirke det visuelle bildet av elvesletta og forringe landskapsbildet i et området med nasjonal verdi i kvartærgeologisk sammenheng. Planlagt tipp vil også ha samme effekt.

**Tilleggsoverføring 4:** Nasjonalt verneverdige Langfossen blir påvirket av utbygging selv om den fredede sommervannføringen ikke påvirkes.

**Tilleggsoverføring 5:** Urørtheten av området går tapt. Området har regional til nasjonal verneverdi som i stor grad bygger på denne urørtheten.

**Tilleggsoverføring 6:** Urørtheten av området går tapt. Området har regional til nasjonal verneverdi som i stor grad bygger på denne urørtheten.

I utbyggingsfasen er det særlig viktig å unngå inngrep i elveviften og morenene ved Botnavatn ved Breiborg, moreneformene ved Buer og i Slettedalen. Det bør videre legges vekt på at det i anleggsfasen ikke hentes løsmasser slik at verneverdier knyttet til deltaavsetningene ved Slettedalsmagasinet, Sauda, Tengesdal og Fjæra går tapt.

## 9 Summary

The current scheme for further hydropower development in the Sauda region affects a substantial area. The project consists of several and in part complicated plans for transfer of water within and between discrete watersheds. On the plateau east of Saudafjorden and north of Hylsfjorden there are five smaller watercourses not influenced by previous hydropower developments. Similar virgin watercourses are also found further to the north. The Storelva river with its outlet in Sauda, drains major parts of the area included in the project plan. This watercourse is already strongly regulated in parts. The plans for these hydropower developments are summarized in **figure 20**.

The bedrock geology consists of three main types. This structure is quite often seen as distinct features of the landscape. The lowermost layer consists of precambrian gneisses and granites, overlaid by phyllites and mica schists. On top lies precambrian gneisses as a part of the Caledonian nappe system.

The landscape is dominated by three fjord and valley systems with mountains up to 1600 m above sea level in between. The valley systems are often formed like troughs over troughs which partly end up as clear cirques at the high mountain end. The glacial erosion forms are cut into a landblock with a marked internal topography. The contrast is, however, quite distinct and appears as a transition to a more tranquil landscape. This landscape can be regarded as a relic from the old landscape evolved prior to the glaciation.

The area is very poor in surficial deposits. There are some deposits in river deltas, the largest being the delta of Sauda itself. Besides, there are several smaller moraine deposits that mark the deglaciation some 10.000 years ago. There are also large river fans, screes and peat deposits.

The rivercourses are poorly adjusted with the current landscape. Waterfalls and canyons are common and form important local landscape elements. The rivers of the central parts of the area are strongly influenced by previous hydropower developments.

Areas with particularly important landscape elements and conservation values associated with the major landscape forms are Vaulo, the Sandvatn area in the north and Lingvang, Tengesdal, Hamrabø in the south. These have not yet been subject to hydropower development. The third area (Berdalen valley) is already strongly affected. All these three areas are associated with the structural three-layered nature of the bedrock in combination with fierce glacial erosion processes.

In addition to these larger areas outlined above, I have described several smaller areas which are related to moraine forms, marine deposits etc. They are summarized in **Table 1**. The natural quality of these areas is evaluated relative to conservation criteria from scientific, pedagogical and more general characteristics. In this evaluation, the largest conservation values have been assigned to the larger undeveloped areas which will be directly affected by the proposed plan for new hydropower development.

The remaining values which are described may escape destruction by implementing careful plans for construction and by including some adjustments of the proposed schemes.

The major consequences of the proposed plans for hydropower development can be summarized as follows:

**The «basis-project» (main project):** Large encroachments upon the locally and regionally valuable landscape in the innermost part of Berdalen valley. Submerging moraines of local value at Sandvatn lakes. Reduced discharge and changes in fluvial processes at Kulthaug nature reserve in Slettdalen valley.

**Additional transfer plan 1:** Two beautiful and locally precious waterfalls will experience reduced waterflow.

**Additional transfer plan 2:** The regulation of the lake Sandvatn will influence the Etnevasdraget watercourse which is now untouched.

**Additional transfer plan 3:** Reduced waterflow at Buer will affect the visual image of the riverplain and depreciate the impressions of the landscape in an area which in a quarternary geological context has national values. The proposed landfill will also have similar adverse effect.

**Additional transfer plan 4:** The Langfossen waterfall with national conservation value will be affected by development of the watercourse even if the protected summer waterflow will be maintained.

**Additional transfer plan 5:** The untouched character of the area will be lost. The area has regional to national conservation value which largely rest on its virgin status.

**Additional transfer plan 6:** The untouched character of the area will be lost. The area has regional to national conservation value which largely rests on its virgin status.

During the construction period, it is particularly important to avoid adverse effects on the riverfans and the moraines at Lake Botvatn by Breiborg, and the moraine forms at Buer and in the Slettdalen valley. It should further be given proper consideration not to collect aggregates from the delta deposits at Slettdalen reservoir, in Sauda, Tengesdal and Fjæra during the construction period, and thereby preserve their conservation values.

## 10 Litteratur

- Anda, E. 1983. Tengesdal - Lingvang - Hamrabø. Befaringsrapport i samband med naturvitenskapelige forhold. Geologi. -Geologisk inst. Avd. B. Rapport: 1-5.
- Anundsen, K. 1972. Glacial Chronology in Parts of Southwestern Norway. - NGU 280: 1-24.
- Dammerud, O. 1985. Verneplan for vassdrag. - Nasjonalatlas for Norge.
- Erikstad, L. 1991. Østfold. Kvartærgeologiske verneverdige områder. - NINA utredning 26: 1-61.
- Gjessing, J. 1966. Some Effects of Ice Erosion on the Development of Norwegian Valleys and Fjords. - Norsk geogr. Tidsskr. 20: 273-299.
- Gjessing, J. 1967. Norway's Paleic Surface. - Norsk geogr. Tidsskr. 21: 69-132.
- Hunnes, O. & Anundsen, K. 1985. Forslag til kvartærgeologiske verneverdige objekt/områder i Hordaland. - Miljøverndepartementet Rapport T 614.
- Jorde, K. 1977. Røldal, berggrunnsgeologisk kart 1314 I - M. 1:50 000. - NGU.
- NOU 1983:42. Naturfaglige verdier og vassdragsvern.
- NOU 1991:12A. Verneplan for vassdrag IV.
- NVE 1987a. Avrenningskart over Norge (1930-60), 1:500 000.
- NVE 1987b. Avrenningskart over Norge (1930-60), 1:2 000 000. - Nasjonalatlas for Norge
- Odland, A. 1992. Botaniske undersøkelser i forbindelse med Sauda-utbyggingen. - NINA utredning 39.
- Sigmond, E.M.O. 1978. Beskrivelse til det berggrunnsgeologiske kartbladet Sauda 1:250 000. - NGU 341.
- Stavanger turistforening. 1988. Geologi for fjellvandrere. - Årbok 1988.
- Sulebak, J.R. & Rye, N. 1984. Etnevassdraget, konsesjonsavgjørende geofaglige undersøkelser. - Rapp. Geologisk inst., Avd.B, Univ. i Bergen.
- Sørensen, R., Bakkelid, S. & Torp, B. 1987. Landhevningskart i målestokk 1:5 000 000. - Nasjonalatlas for Norge. Kartblad 2.3.3.
- Walseng, B., Halvorsen, G. & Sloreid, S.-E. 1992. Ferskvannsunndersøkelser i forbindelse med Sauda-utbyggingen. - NINA utredning 40.

## Ordliste

**BOTN** Rund eller avlang forsøknung med steile vegger, gravd ut av en lokal isbre i et frittliggende fjellmassiv.

**BRE** Ismasse som under tyngdens påvirkning beveger seg sakte nedover.

**BREELVAVSETNINGER** Materiale avsatt i en breelv. Sortert og lagdelt, vanlig kornfraksjon er sand, grus, stein og blokk.

**BRERANDAVSETNING** Avsetninger som endemorene, breranddelta og randås som viser brefrontens posisjon.

**BREDEMT SJØ** Sjø demt opp av breen. Bresjøen kan spores idag ved eksistensen av strandlinjer, deltaavsetninger og finkornete bresjøsedimenter.

**DELTA** Avsetninger av løsmateriale i innsjø eller hav der en elv munner ut. Toppflaten bygges opp til vannflatens nivå og blir derfor nesten vannrett.

**DYPBERGARTER** Smeltet stein som er størknet på store dyp.

**ELVEAVSETNINGER** (Bekkeavsetninger) Materiale avsatt i elv eller bekk. Sortert og lagdelt, vanlig kornfraksjon er sand, grus og stein.

**ELVEVIFTE** Vifteformet avsetning dannet der en bekk eller elv kommer fra en dal ut i slakere terreng.

**EROSJON** Nedtæring av landskapet av breer, vann og vind m.m.

**ESKER** Langstrakt rygg av løsmateriale som er avsatt av breelv i en tunnel under eller inne i breen.

**FLYTTBLOKK** Stor steinblokk som har vært transportert av breen.

**FORVITRING** Oppdeling av fjellet som resultat av f.eks. frostens påvirkning, begrepet omfatter også kjemisk nedbrytning.

**GEOMORFOLOGI** Læren om jordoverflatens terrengformer og hvordan de er dannet.

**GLASIAL** Om former eller prosesser som har tilknytning til breer.

**GNEIS** Vanlig bergartsgruppe dannet ved omvandling av andre bergarter.

**GRANITT** Bergart dannet ved størkning av flytende stein på store dyp.

**GRUNNFJELL** Bergarter fra prekambrium.

**JETTEGRYTE** Runde nedskjæringer i fast fjell dannet av steiner som er hvirvlet rundt med strømmende vann ofte knyttet til breelver under breen.

**KALEDONSK FJELLKJEDEFOLDING** Fjellkjededannelse som omfatter bl.a. Norge og Skottland. 600-400 millioner år siden.

**KAME** Haug eller terrasse med bratte kanter dannet ved at materiale har samlet seg i forsøknunger på, i eller langs siden av breen.

**KVARTÆRGEOLOGI** Den delen av geologien som omfatter den geologiske perioden Kvartær (de siste 2 - 3 millioner år av jordhistorien).

**LANDHEVNING** Hevning av jordskorpen etter at innlandsisen smeltet bort og den veldige tyngden av isbreen ble borte.

**MARIN GRENSE** Høyeste havnivået etter isavsmeltingen.

**MORENEMATERIALE** Materiale som er transportert og avsatt direkte av breer. Kan inneholde alle kornfraksjoner fra leir til stein og blokker.

**MORENERYGG** Ryggformet avsetning av morenemateriale.

**PALEISK OVERFLATE** Den gamle landoverflaten som ble utviklet før istidene, dvs. før kvartærtiden.

**PREKAMBRIUM** (jordens urtid) Geologisk periode (4 700 - 570 millioner år siden). Bergarter fra denne tiden kalles grunnfjell.

**RAET** Det mest markerte brerandtrinnet på Østlandet, populært også brukt om Yngre Dryas morener andre steder i landet. Dannet for ca. 10800 år siden.

**RASVIFTE** Rasmateriale som under rasskar i fjellet samles i en vifte- eller kjegleform.

**RUNDSVA** Isskurt forhøyning i berggrunnen, støtsiden er slak og glattslipt mens lesiden er brattere og oppsprukket.

**SANDUR** Grusslette som er avsatt av en elv med stadig skiftende løp.

**SKURINGSSTRIPER** Parallele striper i fjell dannet ved friksjon mellom fjelloverflaten og stein og grus i bresålen.

**SKYVEDEKKE** Eldre bergarter som er skjøvet over yngre bergarter i forbindelse med den Kaledonske fjellkjedefoldingen.

**SUBKAMBRISK PENEPLAN** Relativt slak landskapsoverflate, 600 millioner år gammel.

**STRANDVOLL** Strandavsetning skyllet opp i en rygg langs stranden.

**TERRASSE** Tilnærmet horisontal flate dannet ved at løsmasser er bygget opp til et vann-nivå, f.eks. toppflaten i et breelvdelta.

**YNGRE DRYAS** Tidsperioden fra 10-11000 år siden.



038

nina  
utredning

ISSN 0802-3107

ISBN 82-426-0285-9

Norsk institutt for  
naturforskning  
Tungasletta 2  
7005 Trondheim  
Tel. 07 58 05 00