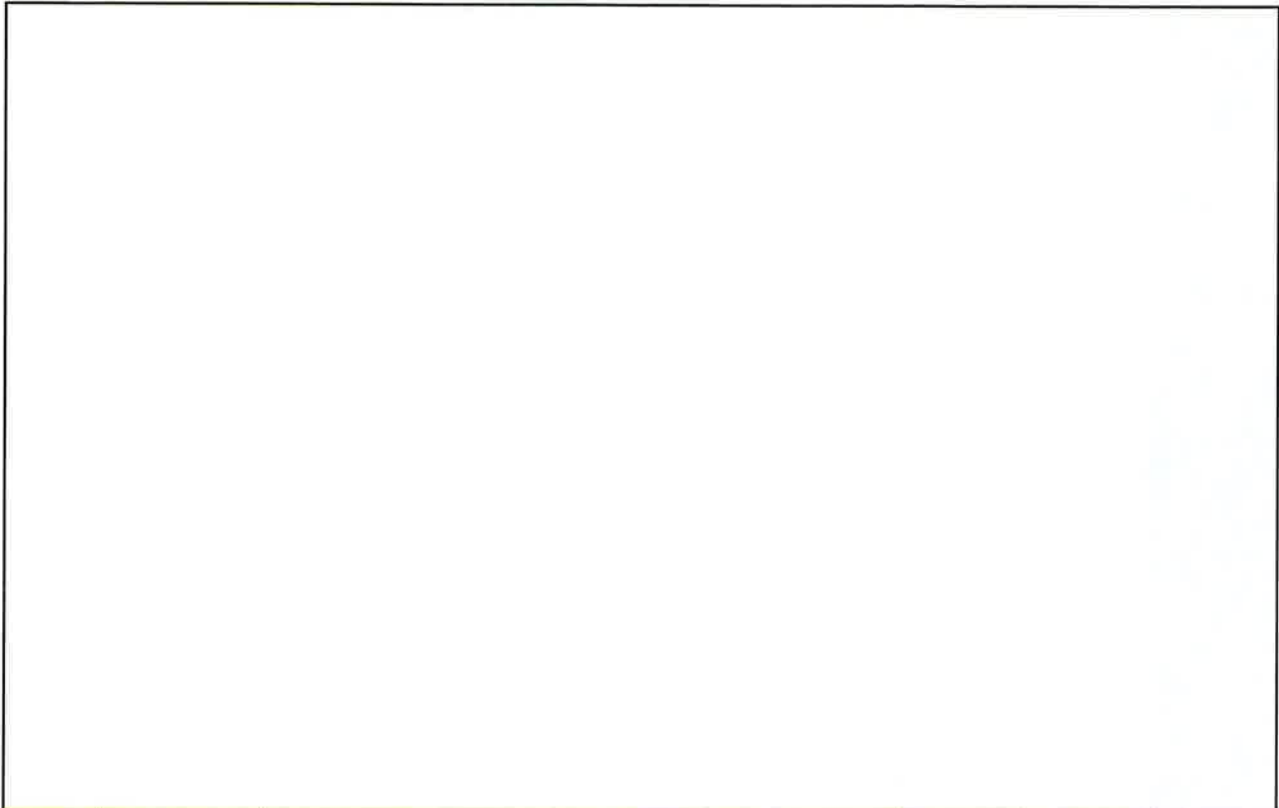


Skagerak Kraft AS

5000089

Konsekvensutredninger Sauland Kraftverk  
Hydrogeologi, vannkvalitet og forurensning

November 2008




Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS, og inngår som en delutredning innenfor oppdraget "Sauland Kraftverk". Opphavsretten tilhører Skagerak Kraft AS.

Oppdragsgiver: Skagerak Kraft AS.

Sak Konsekvensutredninger Sauland Kraftverk  Hydrogeologi, vannkvalitet og forurensning	Dato 3.11.2008
	Utarbeidet av Jon Kjetil Uppstad
	Fagkontrollert av Kevin J. Tuttle
	Godkjent av Franziska Ludescher-Huber

<b>Norconsult</b> 	Oppdragsnummer 5000089	Dokumentbetegnelse KU Hydrogeologi	Revisjon 0
---	---------------------------	---------------------------------------	---------------

## SAMMENDRAG

I området som vil bli berørt av utbygging av Sauland Kraftverk, er vannforsyningen hovedsakelig fra grunnvannskilder. Området har grunnvannsressurser av god kvalitet og i store nok mengder til å forsyne innbyggerne.

En utbygging vil kunne berøre grunnvannsressursene på fire måter: 1. tunneldriving i fjell (anleggsfasen), 2. lekkasjer til/fra trykkoverføringstunneler og avløpstunnel (anleggs- og driftsfase), 3. redusert vannføring i vassdraget og 4. forurensning fra tipper.

Det er ikke registrert noen brønner som vil bli direkte gjennomboret av tunnelene.

Det er laget et kart (**Figur 12**) som grovt inndeler området etter sannsynlighet for at vannforsyningen vil bli påvirket av utbyggingen og type tiltak som bør iverksettes. Kartet er laget på grunnlag av antall brønner/kilder i bruk og vår vurdering av risiko for redusert grunnvannsnivå i forbindelse med anleggsdrift.

### **Privat vannforsyning og avbøtende tiltak, kvantitet**

I anleggsfasen forventes noen private brønner og oppkommer, dette gjelder spesielt Lonar-området og Skårdal, å bli påvirket av midlertidig senkning av grunnvann. Det anbefales å ha en plan for alternativ, midlertidig vannforsyning for husstander i Lonar-området og nordover til Hjartsjå.

Skårdal: to borebrønner og et oppkomme i Skårdal er i fare for å få permanent redusert kapasitet eller, i verste fall miste vann helt. Det anbefales å etablere alternativ vannforsyning for de berørte husstandene i anleggsperioden, og vurdere situasjonen når anleggsperioden er ferdig.

Tunnelene vil kunne endre de naturlige strømningsforholdene i fjellet, og derfor kan det ikke utelukkes at brønner med større avstand til tunnelen kan få nedsatt kapasitet.

Det anbefales å ta kontakt med storforbrukere av vann (melkeprodusenter) og diskutere mulighet for å prøvepumpe brønnene. Det er greit å ha et anslag over kapasiteten til disse brønnene før utbyggingen i tilfelle denne skulle bli redusert.

Uttørking av bekker i østsiden av Tuddalsdalen vil medføre at noen få hytter, hvor brukerne i dag henter vann direkte fra bekk, vil miste denne vannkilden. Det anbefales å ta kontakt med eierne for å diskutere alternativ vannforsyning.

### **Privat vannforsyning og avbøtende tiltak, kvalitet**

Noen få private brønner nær tippene på Brekka vil kunne få blakket vann pga. avrenning fra tippene. Det anbefales å etablere alternativ vannforsyning for disse så lenge tippaktiviteten foregår, og kanskje noe lenger. Det må ses på hvilken type sprengstoff som skal brukes, dette med hensyn på avrenning av nitrogen fra utsprengte masser. Det anbefales også å gjøre analyser av drikkevannet hos disse husstandene i forkant av utbygging.

Tunneldrivingen kan i seg selv forårsake midlertidig tilslamming av noen brønner og kilder i området fra kraftstasjonen og opp til Hjartsjå, samt i Skårdal.

Man bør vurdere å ha vannfiltre i bakhånd dersom noen innbyggere skulle få redusert drikkevannskvalitet under drivingen.

Man bør i alle tilfelle ha løpende kontakt med beboerne i Hjartdal ved Brekka og nord for kraftstasjon opp til Hjartsjø under driving av tunnelen, slik at de kan ta kontakt dersom det skulle oppstå reduksjon i kapasitet eller kvalitet i anleggsperioden.

#### **Kommunal vannforsyning og avbøtende tiltak**

Det anbefales å starte registrering av daglige målinger av grunnvannstand i vannverkets peilebrønn samt uttaksmengde for å kunne sammenligne eventuelle endringer etter en utbygging med historiske data.

Avløpstunnelen vil gå gjennom fjell under grunnvannsmagasinet som forsyner Sauland kommunale vannverk. Det anbefales å tette sprekkesoner rundt avløpstunnelen, spesielt ved og straks oppstrøms vannverket.

Det anbefales å vurdere etablering av terskler oppstrøms og ved vannverket for å minske virkningen av redusert vannføring i Hjartdøla og opprettholde infiltrasjon fra elva til grunnvannsmagasinet. Dette kan vurderes i etterkant, når man har samlet mer data og dersom vannverket skulle merke redusert kapasitet etter at anlegget er satt i drift.

Man bør ha en plan for supplering av vannforsyningen dersom det skulle oppstå større lekkasjer inn i avløpstunnelen under driving av denne.

#### **Varige konsekvenser**

Dersom tiltakene beskrevet i denne rapporten og i konsekvensutredningen gjennomføres forventes de varige konsekvensene å bli små. Grunnvannsnivået vil senkes i umiddelbar nærhet til elva, dette vil være relatert til senket vannføring i elva. Senkning av grunnvannsnivået relatert til tunnel i drift vil være neglisjerbare dersom tunnelen blir tilstrekkelig tettet mot lekkasjer.

## INNHOLDSFORTEGNELSE

<b>1</b>	<b>INNLEDNING</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>OMRÅDEBESKRIVELSE</b> .....	<b>2</b>
2.1	GEOGRAFISK .....	2
2.2	GEOLOGI .....	2
<b>3</b>	<b>METODE OG BAKGRUNNSINFORMASJON</b> .....	<b>2</b>
3.1	UNDERSØKELSER .....	3
3.1.1	<i>Viktig litteratur</i> .....	3
3.1.2	<i>Feltarbeid</i> .....	3
<b>4</b>	<b>BAKGRUNN: HYDROLOGI FØR OG ETTER UTBYGGING AV SAULAND KRAFTVERK</b> .....	<b>3</b>
<b>5</b>	<b>GRUNNVANNSRESSURSER OG -UTNYTTELSE</b> .....	<b>11</b>
5.1	DAGENS FORHOLD OG TILSTAND ETTER UTBYGGING MED HJARTDØLA KRAFTVERK .....	11
5.1.1	<i>Sauland grunnvannsmagasin og kommunal vannforsyning</i> .....	12
5.1.2	<i>Privat vannforsyning / borebrønner</i> .....	15
5.2	INDELING I SONER MED ULIK PÅVIRKNING .....	18
5.3	GRUNNVANNSKVANTITET: KONSEKVENSER AV UTBYGGING AV SAULAND KRAFTVERK .....	19
5.4	GRUNNVANNSKVANTITET: MIDLERTIDIGE KONSEKVENSER I ANLEGGSFASEN .....	21
<b>6</b>	<b>KVALITET PÅ GRUNNVANNET</b> .....	<b>22</b>
6.1	DAGENS FORHOLD .....	22
6.1.1	<i>Vannkvalitet i den kommunale vannforsyningen</i> .....	22
6.1.2	<i>Vannkvalitet i private brønner</i> .....	22
6.2	VANNKVALITET: KONSEKVENSER AV UTBYGGING MED SAULAND KRAFTVERK .....	22
6.2.1	<i>Konsekvenser for Sauland vannverk</i> .....	22
6.2.2	<i>Konsekvenser for private brønner og kilder</i> .....	23
6.3	VANNKVALITET – MIDLERTIDIGE KONSEKVENSER .....	23
<b>7</b>	<b>VANNKVALITET OG RESIPIENTFORHOLD I OVERFLATEVANN</b> .....	<b>24</b>
7.1	DAGENS FORHOLD .....	24
7.1.1	<i>Vannkvalitet og resipientforhold i overflatevann</i> .....	24
7.1.2	<i>Resipientforhold i forhold til kommunalt renseanlegg for avløpsvann</i> .....	24
7.1.3	<i>Konsekvenser for avrenning fra slamdeponi på Elgvad</i> .....	25
7.2	KONSEKVENSER FOR VANNKVALITET OG RESIPIENTFORHOLD I OVERFLATEVANN .....	25
<b>8</b>	<b>ANBEFALINGER OG AVBØTENDE TILTAK</b> .....	<b>27</b>
8.1	KOMMUNALT VANNVERK .....	27
8.2	PRIVATE BRØNNER OG KILDER .....	27
8.3	RESIPIENTFORHOLD .....	28
<b>9</b>	<b>LITTERATUR</b> .....	<b>29</b>

## FIGURER

FIGUR 1 ÅRSPROFIL FOR GJENNOMSNI TT LIG VANNFØRING NEDENFOR INNTAKET TIL SAULAND 1: NATURLIG VANNFØRING (FØR UTBYGGING AV HJARTDØLA KRAFTVERK), EKSISTERENDE VANNFØRING (MED HJARTDØLA KRAFTVERK) OG ETTER UTBYGGING AV SAULAND KRAFTVERK .....	5
FIGUR 2 VANNFØRINGSVARIASJON NEDENFOR INNTAKET TIL SAULAND 1 I ÅRET NÆRMEST MIDDELVANNFØRING. FIGUREN ER BASERT PÅ VERDIER MED DØGNOPPLØSNING, SLIK AT DE STERKE ENDRINGENE I LØPET AV UKEN VED EKSISTERENDE VANNFØRING ER SYNLIGE. ....	6
FIGUR 3 ÅRSPROFILER FOR GJENNOMSNI TT LIG VANNFØRING NEDENFOR INNTAKET TIL SAULAND 2: NATURLIG VANNFØRING(FØR UTBYGGING AV HJARTDØLA KRAFTVERK), EKSISTERENDE VANNFØRING (MED HJARTDØLA KRAFTVERK) OG ETTER UTBYGGING AV SAULAND KRAFTVERK. ....	8
FIGUR 4 VANNFØRINGSVARIASJON NEDENFOR INNTAKET TIL SAULAND 2 I ÅRET NÆRMEST MIDDELVANNFØRING: NATURLIG VANNFØRING, EKSISTERENDE VANNFØRING (MED HJARTDØLA KRAFTVERK) OG ETTER UTBYGGING AV SAULAND KRAFTVERK. ....	8
FIGUR 5 VANNFØRINGSVARIASJON VED OMNESFOSSEN UMIDDEL BART OPPSTRØMS UTLØPET FRA SAULAND KRAFTVERK I ÅRET NÆRMEST MIDDELVANNFØRING, FØR OG ETTER UTBYGGING. ....	9
FIGUR 6: PROFIL VED SAULAND VANNVERK (KILDE: ECKHOLDT E. WAHL S. 2004) .....	11
FIGUR 7: OVERSIKT OVER DET PLANLAGTE SAULAND KRAFTVERK .....	12
FIGUR 8: P LASSERING AV AVLØPSTUNNEL HVOR DEN PASSERER NÆR VANNVERKETS BRØNNER .....	13
FIGUR 9: VANNFØRING I HJARTDØLA VED ÅMOT I ET TØRT ÅR (1975); EKSISTERENDE (MÅLT) OG ETTER UTBYGGING (MODELLERT) (KILDE: NORCONSULT 2008) .....	14
FIGUR 10 HJARTDØLA FRA SAULAND KOMMUNEHUS OG VESTOVER. ....	15
FIGUR 11: PROFIL OVER LONAR-OMRÅDET SETT FRA VEST. HORIZONTAL AVSTAND MELLOM KRAFT-TUNNEL OG NÆRMESTE BRØNN ER CA. 170 M. (OVERDREVEN HELNING PÅ DALSIDEN) .....	18
FIGUR 12: SONEKART HYDROGEOLOGI, SONER MED ULIK PÅVIRKNING AV GRUNNVANNSRESSURSER .....	19
FIGUR 13: TIPPENE PÅ BREKKA KAN FØRE TIL BLAKKING AV VANN I BRØNN NR 36 OG OPPKOMME NR 37 OG GRAVD BRØNN NR 38 (SE VEDLEGG 1, 2 OG 3) .....	24
FIGUR 14: KOMMUNALE RENSEANLEGG .....	26

## VEDLEGG

- VEDLEGG 1 REGISTRERTE BRØNNER OG KILDER. "Gps WP" NUMRE HENVISER TIL KART VEDLEGG 2 OG 3
- VEDLEGG 2 REGISTRERTE BOREBRØNNER I FJELL (SE VEDLEGG 1 FOR REFERANSER)
- VEDLEGG 3 REGISTRERTE LØSMASSEBRØNNER OG KILDER (SE VEDLEGG 1 FOR REFERANSER)
- VEDLEGG 4 BRØNNER REGISTRERT I NGU'S GRUNNVANNSDATABASE (KILDE [HTTP://WWW.NGU.NO/NO/HM/KART-OG-DATA/KART/](http://www.ngu.no/no/hm/kart-og-data/kart/))
- VEDLEGG 5 KART OVER OMRÅDET DELT INN I SONER VURDERT ETTER RISIKO FOR AT UTBYGGING VIL KUNNE PÅVIRKE DRICKEVANNSKILDER

## 1 INNLEDNING

Skagerak Kraft AS planlegger i samarbeid med Notodden Energi AS og Tinfos AS å bygge Sauland kraftverk i Sauland i Hjartdal, Telemark.

Sitat fra Utredningsprogrammet:

”Utbyggingsprosjektet, Sauland kraftverk, berører Hjartdal- og Tuddalsvassdraget som er en gren av Skiensvassdraget. Hjartdal- og Tuddalsvassdraget har samlet et nedbørfelt på ca. 1000 km<sup>2</sup> og har utløp i Heddalsvatn ved Notodden. De berørte hovedelvestrekningene er Hjartdøla og Skogsåa. Samløpet mellom de to vassdragene er ved Åmot/Sauland i Hjartdal kommune. Midlere vannføring ved utløp Heddalsvatn er ca. 25 m<sup>3</sup>/s.

Planlagt kraftstasjon, med tilhørende vannveger, ligger i Hjartdal kommune. Kommunegrensa mellom Notodden og Hjartdal kommuner går langs Skogsåa i et parti på ca. 2,5 km i Tuddal. Nedre del av Hjartdal- og Tuddalsvassdraget (Heddøla) er beliggende i Notodden kommune. Denne delen av vassdraget blir ikke berørt av utbyggingen. Europaveg E134 går langs nordsida av Hjartdøla. FV 651 går i Lia vest for Skogsåa (se Figur 7 for kart).”

I forbindelse med en konsekvensutredning skal det foretas en vurdering av grunnvannsforhold i utbyggingsområdet og eventuelle konsekvenser utbyggingen kan ha for eksisterende bruk av grunnvann med hensyn på både kvantitet og kvalitet. Norconsult AS er tildelt oppgaven å utrede hydrogeologiske forhold i dagens situasjon og å vurdere utbyggingens påvirkning på grunnvannet i området, spesielt med tanke på drikkevannsressursene.

Det er kommet frem flere viktige punkter gjennom høringer og forslag til utredningsprogram, de viktigste er:

- Virkning på vannverket i Sauland ved redusert vannføring i Hjartdøla, både kvalitet og kvantitet.
- Resipientforhold i elvene med endret vannføring, spesielt i forhold til utslipp fra kloakkrenseanlegg
- Virkning av redusert vannføring i Skogsåa og assosiert lavere grunnvannspeil for sigevann fra slamanlegg på Elgvad i Tuddalsdalen
- Virkning på private brønner langs tunnelstrekningen og langs Skogsåa og Hjartdøla med sideelver (Skorva). Midlertidige (under tunneldriving) og permanente (under drift) endringer pga. redusert vannføring i elver og bekker og endrede grunnvannsforhold. Kvalitet og kvantitet.

Redusert vannføring i elver fører som oftest til redusert grunnvannsnivå, da grunnvannstand påvirkes av tilsig fra elva, og dermed i stor grad bestemmes av vannstand i elva. Dette er tilfelle i dalbunnen nær elva, mens oppover i dalsidene reguleres grunnvannsstanden i all hovedsak av tilsig fra grunnvann i fjell. Redusert grunnvannsnivå fører til redusert kapasitet i brønner og kan endre kvalitet.

### Metodikk

Datagrunnlag for utredningen er tidligere rapporter og kart samt registrering av brønner og drikkevannskilder i området. Måling av grunnvannstand er gjort, hvor det var mulig, for å få et overblikk over dagens situasjon. Det legges til at registrering av dagens grunnvannsnivå

ikke er tilstrekkelig for å få en oversikt over sesongmessige og årlige variasjoner i grunnvannstand.

I tillegg er det brukt plantegninger av utbyggingen fra Skagerak Kraft, og høringsuttalelser fra den pågående konsekvensutredningen.

Gjennomgang av tidligere litteratur og registrering av private drikkevannskilder (brønner og oppkommer) er gjort for å kunne sammenligne bruk av grunnvannsressurser i området med planene for utbygging. Dette for å kartlegge hvor det er mest sannsynlig at drikkevannsressurser vil bli påvirket av utbyggingen.

Rapporten er et resultat av studier og sammenstilling av tilgjengelig data og litteratur, feltbefaringer og konsulentens vurderinger.

## **2 OMRÅDEBESKRIVELSE**

### **2.1 Geografisk**

Området ligger i Hjartdal kommune i Telemark. Hjartdal berøres mellom Omnesfossen og Hjartsjå, og Tuddalsdalen mellom Sauland og Sønnlandsvatn. Utbyggingen omfatter også Skårdal, en nordlig sidedal til Hjartdal. Kartreferanse: 2219 Lifjell 1:50 000.

### **2.2 Geologi**

Berggrunnen i det aktuelle området består av finkornet granittisk gneis i det meste av området, med kvartsitt og kvartsskifer i den nordlige delen (nordlige Tuddalsdal). Kvartære sedimenter er avsatt ved slutten av og etter siste istid. Etter hvert som iskanten trakk seg tilbake fulgte havet etter. Dette førte til at morene og grovt smeltevannsmateriale avsatt ved sålen av breen i dalførene ble dekket av finkornede, marine sedimenter(silt og leire). Havnivået sto i Saulandsområdet opp mot 147 moh, markert ved toppflaten på Ålamoen. Små smeltevannsavsetninger finnes også der sidevassdrag munnet ut i Saulandsfjorden og hvor breen har hatt korte opphold i tilbaketrekningen. Den sterke landhevningen som fulgte etter at innlandsisen smeltet bort, utløste kraftig erosjon i eldre avsetninger. Spesielt i store smeltevannsavsetninger og i marine finsedimenter. Dette forklarer den typiske lagdelingen i Saulandsområdet: smeltevannssedimenter nederst som overlages av marin leire og silt (se **Figur 6** for illustrasjon). Disse er nå dekket av yngre flomsedimenter (erosjonsmateriale) og stedvis sumpjord (Eckholdt, E. 2005).

## **3 METODE OG BAKGRUNNSINFORMASJON**

Registrering av dagens grunnvannsforhold har foregått ved hjelp av tidligere registrerte brønner i området, NGU grunnvannsdatabase, bakgrunnsmateriale fra en studie ved Tveiten AS (Bjørnson, G. Lind, O. 1999), samt 2 x 2 dagers befarings i juni/juli 2008 av undertegnede. Befaringene inkluderte samtaler med grunneiere og grunnvannsmålinger hvor det var mulig, i juni/juli 2008. Det er også tatt kontakt med aktuelle brønnboringsfirmaer (se kapittel 5.1.2).



Grunnvannsforhold ved Sauland vannverk er evaluert av Miljøgeologi AS i tidligere rapporter fra grunnundersøkelser og prøvepumping av de to brønnene til Sauland vannverk, utført høsten 2004 (Eckholdt, E. 2005), samt en feltbefaring i juni 2008 av konsulenten sammen med Egil Birkrem fra Vann- og Avløpsseksjonen i Hjartdal kommune.

Det er ikke gjort forsøk på kartlegging av brønnene i nærheten av Sauland vannverk, da disse husstandene stort sett er tilkoblet vannverket. Eventuelle brønner påvirket av utbyggingen vil dra nytte av tiltak som likevel må iverksettes for å ta hensyn til det kommunale vannverket.

Faren for midlertidig påvirkning er størst nær tunnelen, da driving av tunnel vil føre til drenering av grunnvannet, det er derfor fokusert på å kartlegge bruk av grunnvann langs tunneltraséen. Grunnvannsnivået i brønnene er sammenlignet med horisontal og vertikal avstand fra tunneltraséen samt terrengets helning fra/mot traséen for å vurdere fare for påvirkning.

### **3.1 Undersøkelser**

#### **3.1.1 Viktig litteratur**

Litteratur som er gjennomgått er listet opp i litteraturlisten bak i rapporten, blant de viktigste rapportene kan nevnes Fagrapport Hydrologi (Norconsult, 2008), Prøvepumping av brønn 2 (Eckholdt, 2005) og Sauland vannverk Grunnundersøkelser (Eckholdt E. Wahl S., 2004) samt kart fra NGU.

I tillegg er det gjennomgått en del eldre litteratur i forbindelse med innledende studier. Dette omfatter bl.a studier i forbindelse med etablering av Sauland vannverk og studier for Omnesfossen kraftverk. Se for øvrig litteraturliste bak i rapporten.

#### **3.1.2 Feltarbeid**

Det er gjennomført to befaringer for undersøkelse av private brønner i området. Det er, hvor mulig, registrert/målt dybde til vannspeilet i brønnen. Total brønndybde er notert etter eiers utsagn eller brønnsrapport fra borefirma. Ikke alle data har vært tilgjengelig på alle brønner.

Vannkvaliteten er registrert ved feltmåling av ledningsevne, pH og temperatur, supplert med eksisterende analyser fra prøvepumping av vannverket.

I noen tilfeller lyktes det ikke å komme i kontakt med eier. Nærliggende brønner og naboers utsagn har i noen tilfeller gjort det mulig å danne seg et bilde av brønnens tilstand og bruk.

## **4 BAKGRUNN: HYDROLOGI FØR OG ETTER UTBYGGING AV SAULAND KRAFTVERK**

### **Tilsig og nedbørfelt**

Tilsiget til Hjartsjø er regulert, da det ligger flere magasiner oppstrøms Hjartdøla kraftverk som har utløp i Hjartsjø.

Tilsiget til Sønderlandsvatnet og til bekkeinntakene er uregulert.

Ved utbygging av Hjartdøla kraftverk (satt i drift 1958) ble vannføringen i Hjartdøla betydelig økt, mens den ble sterkt redusert i Skogsåa, da vann fra Skogsåa ble overført til Hjartdøla kraftverk.

### **Nedbørfelt Sauland 1**

Hjartdalsutbyggingen (Sauland 1) får inntak i Hjartsjø og vil utnytte produksjonsvannet fra Hjartdøla kraftstasjon, samt avløpet fra Hjartsjø lokalfelt og to sidevassdrag som tas inn på driftstunnelen. Sauland 1 har inntak i Hjartsjø (HRV kt. 157,5).

Nedbørfeltet for Sauland 1 er 491 km<sup>2</sup> med midlere årstilsig ca. 439 mill. m<sup>3</sup>, tilsvarende 13,9 m<sup>3</sup>/s.

### **Nedbørfelt Sauland 2**

Skogsåagrenen (Sauland 2) får inntak i Sønderlandsvatnet, og vil utnytte avløpet fra restfeltet oppstrøms som ikke er overført til Hjartdøla, samt fem mindre sideelver som tas inn på driftstunnelen. Sauland II utnytter det uregulerte avløpet fra nedbørfeltet til Sønderlandsvatnet fra kt. 397 (ca. 151,5 km<sup>2</sup>), samt de uregulerte nedbørfeltene over kt. 430 til Grovaråa (13,5 km<sup>2</sup>), Vesleåa (8,2 km<sup>2</sup>), Kvitåa (3,1 km<sup>2</sup>), Uppstigåa (7,2 km<sup>2</sup>) og øvre Skorva (21,4 km<sup>2</sup>).

Sauland II sitt totale nedbørfelt er 205 km<sup>2</sup>. Dette gir et midlere årstilsig på ca. 172 - 177<sup>1</sup> mill. m<sup>3</sup>, tilsvarende en midlere vannføring på ca. 5,5 m<sup>3</sup>/s.

## **Vannføring i elvene Hjartdøla, Skogsåa og Heddøla**

### **Vannføringsvariasjon i Hjartdøla**

Etter at Hjartdal kraftverk ble satt i drift, har Hjartdøla vært preget av en ukentlig rytme med lavere vannføring i helgene. Etter utbygging av Sauland kraftverk vil vannføringsvariasjonen stort sett være uavhengig av driften i Hjartdøla kraftverk. Vannføringen vil ofte være redusert til minstevannføringen og tilsiget fra restfeltene.

Minstevannføringen i Hjartdøla vil sikres gjennom tilpasset drift i Hjartdøla kraftverk, og vannføringen i Hjartdøla vil ikke underskride 0,5 m<sup>3</sup>/s om vinteren og 1,0 m<sup>3</sup>/s om sommeren. I tørre perioder øker derfor vannføringen med utbyggingen av Sauland kraftverk noe.

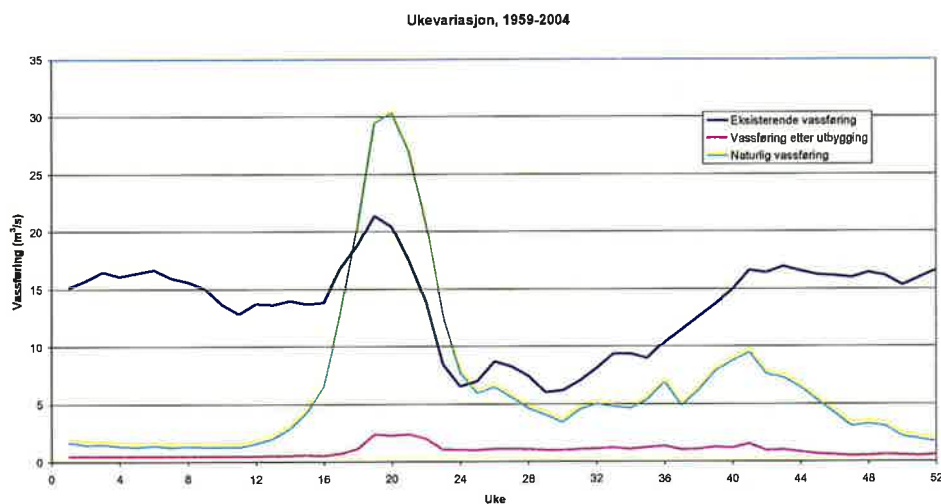
Tabell 1 Foreslått minstevannføring i Hjartdøla fra Hjartsjø

<b>Periode</b>	<b>Minstevannføring (m<sup>3</sup>/s)</b>
Sommer (1.6.-30.09.)	1,0
Vinter (1.10.-31.5.)	0,5

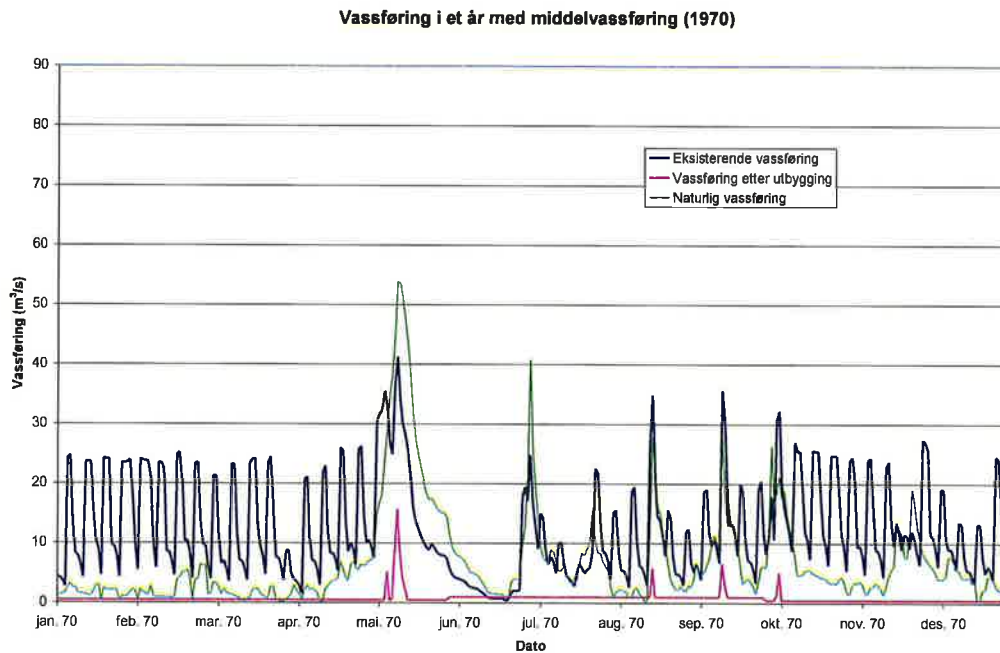
<sup>1</sup> 172 mill. m<sup>3</sup> er beregnet for perioden 1961-1990; 177 mill. m<sup>3</sup> for perioden 1959-2004

Tabell 2 Vannføring nedenfor utløpet av Hjartsjø: naturlig vannføring (før utbygging av Hjartdøla kraftverk), eksisterende vannføring (med Hjartdøla kraftverk) og etter utbygging av Sauland kraftverk

	m <sup>3</sup> /s		
	Naturlig vannføring	Eksisterende vannføring (med Hjartdøla kraftverk)	Etter utbygging av Sauland kraftverk
<b>Middelvannføring</b>	6,51	13,61	0,93
<b>Median vannføring</b>	2,7	14,2	0,5
<b>Q<sub>95</sub></b>	0,44	1,26	0,5



Figur 1 Årsprofil for gjennomsnittlig vannføring nedenfor inntaket til Sauland 1: naturlig vannføring (før utbygging av Hjartdøla kraftverk), eksisterende vannføring (med Hjartdøla kraftverk) og etter utbygging av Sauland kraftverk



**Figur 2 Vannføringsvariasjon nedenfor inntaket til Sauland 1 i året nærmest middelvannføring. Figuren er basert på verdier med døgnoppløsning, slik at de sterke endringene i løpet av uken ved eksisterende vannføring er synlige.**

### Vannføringsvariasjon i Skogsåa

Variasjonsmønsteret vil følge et naturlig årsprofil også etter utbygging av Sauland kraftverk. Vannføringen, som allerede er betydelig redusert siden utbyggingen av Hjartdøla kraftverk, vil reduseres ytterligere ved utbyggingen av Sauland kraftverk.

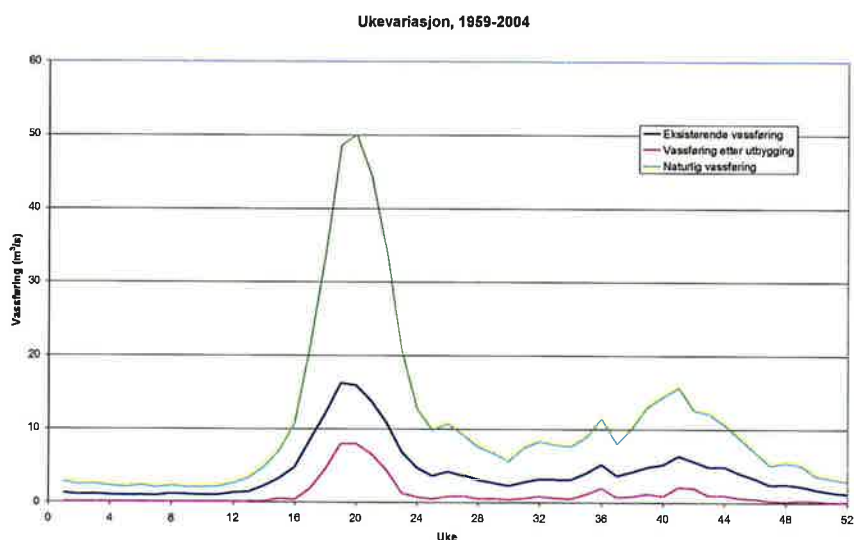
Tabell 3 Foreslått minstevannføring i Skogsåa fra Sønderlandsvatnet

<b>Periode</b>	<b>Minstevannføring (m<sup>3</sup>/s)</b>
Sommer (1.6.-30.09.)	0,36
Vinter (1.10.-31.5.)	0,1

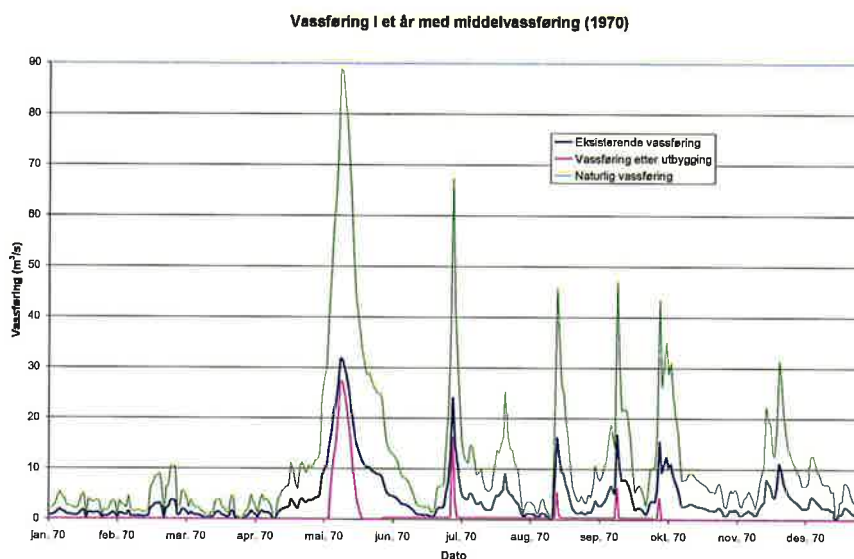
De nederste 35 cm av reguleringshøyden i Sønderlandsvatnet vil brukes for å sikre minstevannføring i Skogsåa. Pga for liten magasin størrelse kan ikke minstevannføringen i Skogsåa garanteres.

Tabell 4 Vannføring nedenfor utløpet av Sønderlandsvatnet: naturlig vannføring (før utbygging av Hjartdøla kraftverk), eksisterende vannføring (med Hjartdøla kraftverk) og etter utbygging av Sauland kraftverk

	m <sup>3</sup> /s		
	Naturlig vannføring	Eksisterende vannføring (med Hjartdøla kraftverk)	Etter utbygging av Sauland kraftverk
<b>Middelvannføring</b>	10,74	4,11	1,15
<b>Median vannføring</b>	4,4	1,8	0,10
<b>Q<sub>95</sub>(m<sup>3</sup>/s)</b>	0,73	0,30	0,10



**Figur 3** Årsprofiler for gjennomsnittlige vannføring nedenfor inntaket til Sauland 2: naturlig vannføring (før utbygging av Hjartdøla kraftverk), eksisterende vannføring (med Hjartdøla kraftverk) og etter utbygging av Sauland kraftverk.



**Figur 4** Vannføringsvariasjon nedenfor inntaket til Sauland 2 i året nærmest middelvannføring: naturlig vannføring, eksisterende vannføring (med Hjartdøla kraftverk) og etter utbygging av Sauland kraftverk.

#### Vannføringsvariasjon i Heddøla ved Omnesfossen

Skagerak Kraft AS praktiserer et minstevannføringsregime i Hjartdøla med Omnesfossen som referansepunkt. Gjennom tilpasset drift i Hjartdøla kraftverk slippes nok vann fra Hjartsjø til at Omnesfossen fører 1 m<sup>3</sup>/s i vinterperioden (1.10.-31.5.) og 2,5 m<sup>3</sup>/s i sommerperioden (1.6.-30.09.). Ordningen er foreslått videreført etter utbygging av Sauland kraftverk.

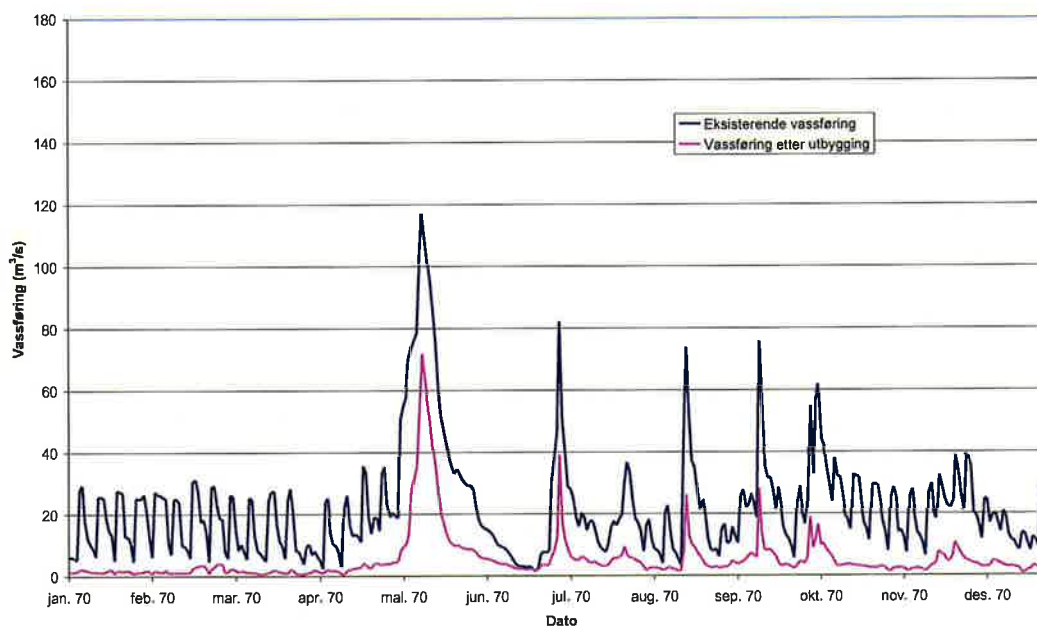
Vannføringen oppstrøms kraftstasjonsutløpet etter utbygging vil tilsvare 24 % av vannføringen før utbygging (5,6 m<sup>3</sup>/s mot 23,0 m<sup>3</sup>/s i årsgjennomsnitt).

Tabell 5 Vannføring ved Omnesfossen oppstrøms utløpet fra Sauland kraftverk: eksisterende vannføring og vannføring etter utbygging av Sauland kraftverk

	Eksisterende vannføring (med Hjartdøla kraftverk) i m <sup>3</sup> /s	Vannføring etter utbygging av Sauland kraftverk i m <sup>3</sup> /s
<b>Middelvannføring</b>	23,01	5,56
<b>Median vannføring</b>	19,2	2,3
<b>Q<sub>95</sub></b>	3,25	0,90

Figuren nedenfor viser konsekvensene for vannføringen ved Omnesfossen, oppstrøms utløpet av Sauland kraftverk. Vannføringen reduseres betydelig etter utbygging, men vannføringsregimet vil ikke lenger være påvirket av driften av Hjartdøla kraftverk og dermed være mer lik naturlig vannføring.

Vassføring i et år med middelvassføring (1970)



**Figur 5 Vannføringsvariasjon ved Omnesfossen umiddelbart oppstrøms utløpet fra Sauland kraftverk i året nærmest middelvannføring, før og etter utbygging.**

Nedenfor utløpet for Sauland kraftverk vil vannføringen bli praktisk talt uforandret.

#### Sidebekker

Bekkene vil bli sterkt påvirket av utbyggingen med Sauland kraftverk. Nedstrøms bekkinntakene vil det svært sjeldent forekomme flomoverløp.

Tilsig fra restfeltene vil sikre en viss vannføring i bekkene før samløpene med Hjartdøla og Skogsåa.

Følgende tabell viser beregnet avløp for restfeltene. Medianavløpet kan gjelde som en representativ verdi – halvparten av dagene i året er avløpet høyere, mens den er lavere den andre halvparten. Midlere avløp er derimot sterkt påvirket av dager med høy avrenning.

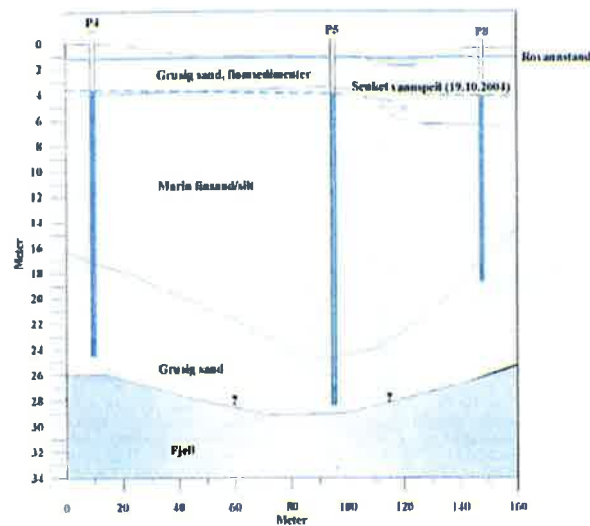
Tabell 6 Avløp fra bekkenes restfelt

	Midlere avløp	Medianavløp
<b>Grovaråa</b>	10 l/s	4 l/s
<b>Uppstigåa</b>	40 l/s	10 l/s
<b>Vesleåa</b>	5 l/s	2 l/s
<b>Skorva</b>	30 l/s	10 l/s
<b>Vesleåa/Kjempa</b>	60 l/s	20 l/s

### Grunnvannsmagasin

Det konstateres at grunnvannsmagasinet i Sauland blir matet på 3 måter: 1) infiltrasjon fra elva, 2) infiltrasjon fra lokal nedbør og snøsmelting gjennom sigevann (markvann), og 3) tilsig fra vannførende sprekkesoner i omkringliggende fjellmassiv. Magasinvolumet, dvs. areal ganger tykkelse og porøsitet er avgjørende for magasinets bufferkapasitet, dvs. evnen til å opprettholde kapasitet i lengre tørkeperioder. Jo større volum, dess mindre avhengig er den av svingninger i vannføring. Resultater fra målinger og prøvepumping av brønn 2 i Sauland (Eckholdt E. 2005) viser at vanntrykket i magasinet varierer naturlig med ca 6 m med årstidene, noe som kan tyde på begrenset bufferkapasitet, grunnvannsmagasinet utstrekning og form er uoversiktlig (Eckholdt E. Wahl S. 2004). Areal og volum er derfor ikke fysisk kartlagt. Ved en utbygging vil vannføringen i Hjartdøla synke langt under dagens nivå (**Figur 9**), dette vil redusere tilsiget fra elva, men graden av innvirkningen av dette på grunnvannstanden er usikker da øvre (over leire, mellom overflaten og leire) og nedre (under leire, mellom leire og fjell) grunnvannsmagasin er adskilt av et lag med finkornede, ugjennomtrengelige marine sedimenter(**Figur 6**).





Figur 6: Profil ved Sauland vannverk (kilde: Eckholdt E. Wahl S. 2004)

## 5 GRUNNVANNSRESSURSER OG -UTNYTTELSE

### 5.1 Dagens forhold og tilstand etter utbygging med Hjartdøla kraftverk

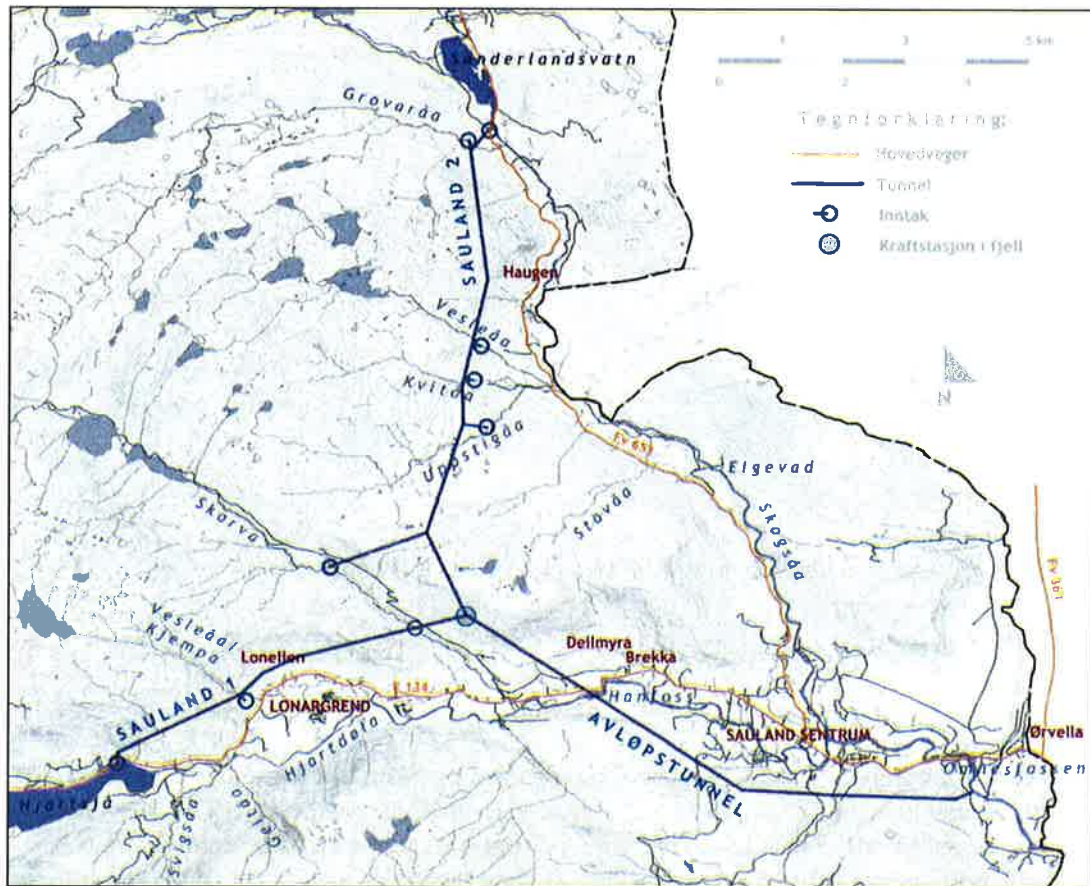
Grunnvannsførholdene i fjellene mellom Tuddalsdalen og Skårdal inneholder flere separate vannførende sprekkesoner med ulikt trykk. Dette viser målinger av brønner i Skårdal, hvor to fjellbrønner med 80 meters avstand viser forskjell i grunnvannsnivå på omtrent 2,5 m (De fleste dype brønner er presset hydraulisk for å få vann (samtaler med borefirma), noe som kan tyde på at der er relativt få, men vannførende sprekkesoner.

Den eldste registrerte brønnen i området ble boret i 1976 mens flere av de gravde brønnene er mye eldre. Dette kan tyde på at grunnvannstand i nordlig dalside av Hjartdal har vært påvirket av utbyggingen i 1958.

Oppkommers kapasitet varierer naturlig og i tørre perioder kan flere av dem tørke inn. Som vannkilde brukes som oftest oppkommer som gir vann hele året, også i tørre år. Trykkoverføringstunnelen vil kunne endre strømningsforhold i fjellet, og det er da mulig at noen kilder som i dag gir vann også i tørre perioder vil kunne tørke inn eller få redusert kapasitet. Det er også mulig at kilder som i dag har liten kapasitet kan få økt kapasitet etter at trykkoverføringstunnelen settes i drift.

Gjennom samtaler med grunneiere er det opplyst at økt vannføring i Hjartdøla etter utbygging av Hjartdøla kraftverk i 1958 har ført til økt grunnvannstand på noen lavtliggende områder langs Hjartdøla, på grunn av dette er noen områder med tidligere beitejord mettet med vann og gjort ubrukelig. Ved redusert vannføring vil disse områdene igjen kunne dyrkes opp eller tas i bruk som beite. Disse områdene er ikke kartlagt i denne studien.

Det er ikke kjent at det finnes tilgjengelige målte data som dokumenterer grunnvannstanden før utbygging av Hjartdøla kraftverk i 1958.

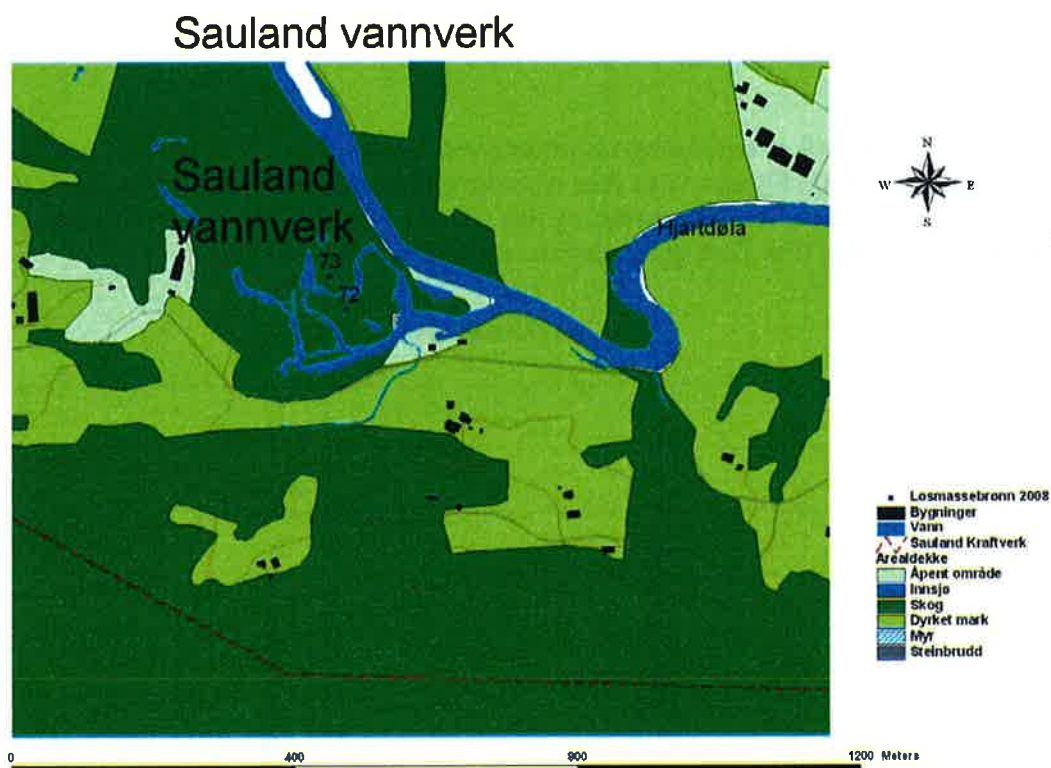


Figur 7: Oversikt over det planlagte Sauland Kraftverk

### 5.1.1 Sauland grunnvannsmagasinet og kommunal vannforsyning

Det kommunale vannverket består av to rørbrønner; brønn 1 (gammel) og brønn 2 (ny) med dybde hhv. 25,5 m og 26,5 m og filterintervaller henholdsvis 16,5 til 25,5 og 24 til 26 m. Brønnene ligger i Sauland, sør for Hjørtedøla. Grunnvannsmagasinet er i grusholdig sand under marin finsand/silt (Figur 6) tykkelse av grusholdig sand (hvorfra vannet pumpes) varierer fra 4 til noe over 10 m. Grunnvannsmagasinet avgrenses ovenfra av marine finere sedimenter, og nedenfra av fjell. Dette grunnvannsmagasinet er sårbart pga. sitt begrensede tykkelse og areal. Porositeten er god.

Avløpstunnelen er planlagt plassert omtrent 500 m sør for og mellom 60 og 65 meter dypere enn bunn av den nye, kommunale brønnen (Figur 8).



**Figur 8: Plassering av avløpstunnel hvor den passerer nær vannverkets brønner**

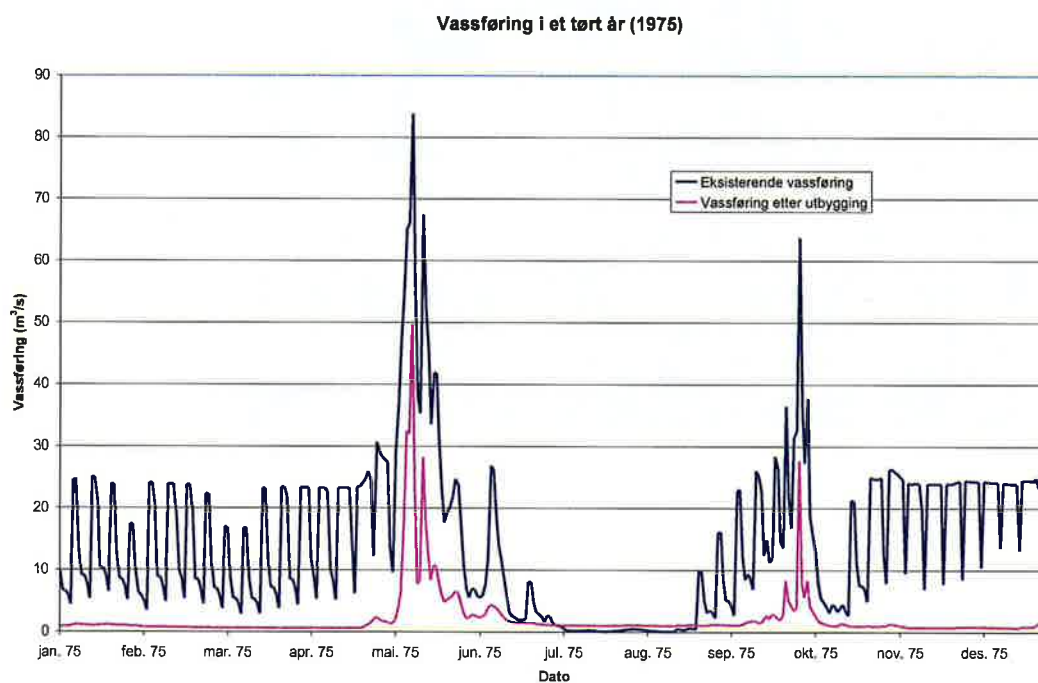
Det ble i januar 2008 etablert en ny brønn (Brønn 2) da den gamle (Brønn 1) hadde problemer med forhøyede jern- og mangankonsentrasjoner. I den forbindelse utførte Miljøgeologi AS grunnundersøkelser høsten 2004 samt prøvepumping av den nye brønnen i 2005. Dimensjonerende vannmengde ( $Q_{dim}$ ) for vannverket er satt til  $40 \text{ m}^3/\text{t}$  (11,11 l/s), mens langtids prøvepumping ble utført med 12 l/s (justert ned til 8 l/s 6. juni pga. synkende vann i peilerør). Ved oppstart av pumpe sank nivået raskt fra ca 4 m til 14 m under brønnhode, holdt seg relativt stabilt, og steg igjen til ca 12 m da raten ble justert til 8 l/s etter ca. 9 uker (Eckholdt E. 2005).

Før prøvepumpingen ble en upåvirket vannstand målt 6 m lavere i august enn i februar 2005, noe som tilsier en relativt stor variasjon gjennom årstider og begrenset bufferkapasitet. Dette tyder på en høy relasjon mellom nivået i Hjørdøla og trykk i grunnvannsmagasinet. **Figur 9** viser at juli og august er måneder med veldig lav vannføring i Hjørdøla (ekstremt lav i tørre år), og dette, sammen med resultater fra prøvepumping viser at ved lengre perioder med lav vannføring påvirkes nivået i grunnvannsmagasinet i stor grad. Det må her nevnes at lengre perioder med lav nedbør også betyr redusert tilsig fra både nedbør (markvann) og grunnvann fra fjell. Lavere vannføring i elva betyr ikke automatisk drastisk reduksjon i nivået i brønnene fordi det delvis vil opprettholdes av nedbør og tilsig fra fjell.

Følgene av dette er at det er to momenter av utbygging som vil kunne påvirke vannverket: 1) det relativt lavere trykket i avløpstunnelen i forhold til i fjellmassivet leder til senket vanntrykk i fjell og dermed lavere vanntrykk i de overliggende løsmasser og i brønner, dette bidrar antagelig mindre enn 2), 2) lavere vannstand i elva vil påvirke grunnvannstand. Det er

ikke mulig å fastsette hvor stor endring i kapasitet utbyggingen vil skape for vannverket, men det er sannsynlig at de nevnte avbøtende tiltak vil redusere virkningen til et akseptabelt nivå for vannverket.

Man kan se fra **Figur 9** at vannføring i Hjartdøla ved Åmot i et tørt år til tider vil være høyere enn dagens vannføring. Figuren viser ikke naturlig vannføring, men denne ville ligge et sted mellom dagens og modellert vannføring, og den tørreste perioden juli-august ville antagelig vært lengre enn i dag. (For flere grafer henvises til fagrapport hydrologi).



**Figur 9: Vannføring i Hjartdøla ved Åmot i et tørt år (1975); eksisterende (målt) og etter utbygging (modellert) (kilde: Norconsult 2008)**

Dersom sprekker i fjellet krysses av avløpstunnel, vil dette kunne opprette en forbindelse mellom grunnvannsmagasinet for kommunal vannforsyning og kraftverkets avløpstunnel via sprekkesoner. Lekkasje fra fjell til avløpstunnel pga. det lavere trykket i tunnelen vil da senke vanntrykket i grunnfjellet og følgelig også i overliggende grunnvannsmagasin.

For å unngå dette, anbefales det at man overvåker grunnvannstand under driving av avløpstunnel, tetter alle større sprekkesoner i avløpstunnelen og alle sprekkesoner på strekningen under Sauland fra kryssing av elv til tverrslaget ved Borgeli, samt også i adkomsttunnel til tverrslag. Overvåkning kan gjøres i vannverkets peilebrønner.

For å redusere virkningen av redusert vannføring i Hjartdøla på grunnvannsmagasinet, bør man vurdere å etablere terskler i Hjartdøla. Planlegging av terskler må koordineres med andre

fag, spesielt med tanke på erosjon og sedimentering.



**Figur 10 Hjartdøla fra Sauland kommunehus og vestover.**

Figur 10 viser Hjartdøla vestover fra Sauland kommunehus, strekningen er relativt flat med stilleflytende vann, samtidig som strekningen har naturlige, lave terskler som i seg selv bidrar til å holde vann tilbake slik at infiltrasjon opprettholdes. Eventuell etablering av terskler på dette strekket og/eller lignende strekk lenger oppstrøms bør kunne utsettes til etter en eventuell utbygging og innsamling av flere måledata (grunnvannsnivå, vannføring, vannstand i elv) for å på et bredere grunnlag kunne vurdere nødvendigheten i forhold til infiltrasjon og opprettholdelse av grunnvannsnivå.

### **5.1.2 Privat vannforsyning / borebrønner**

Vi finner det hensiktsmessig å dele området etter vannbehov i tre soner ettersom behovet for privat vannforsyning er ulikt i disse tre sonene:

#### **1. Tuddalsdalen**

I dette området er det hovedsakelig hyttebebyggelse, men noen eldre gårdsbruk eksisterer. Hyttene har stort sett vannforsyning fra Skogsåa og sideelver. Utbyggingen vil medføre redusert vannføring i Skogsåa og tørrelegging av tre sideelver fra Vestsiden; Grovaråa, Kvitåa og Vesleåa.

#### **2. Skårdal**

I Sørsiden av Skårdal er det to eldre gårdsbruk som får vann fra borebrønner, samt et som har en gravd brønn/oppkomme (Vedlegg 2 nr 44 og 45, Vedlegg 3 nr 71).

#### **3. Hjartdal**

I Hjartdal eksisterer veldig mange grave- og borebrønner. Noen av disse gir vann til gårdsbruk, noen til private hjem og hytter inklusiv et hyttetun (Kåsa). Disse vil kunne bli påvirket av tunnelarbeid samt endrede strømningsforhold pga. trykkoverføringstunnelen. Her ligger også den kommunale vannkilden, som er behandlet i kapittel 5.1.1.

Boring i området har i nesten alle tilfeller frem til år 2000 blitt utført av Værås Brønnboring (Vinje). Andre aktører har vært Sjørholt (Skien), Kongsberg brønnboring, Porsgrunn Brønnboring AS og Østlandet brønn- og energiboring AS. Veldig få av brønnene er registrert i NGU's database på internett, og brønnboringsfirmaene har generelt lite eller ingen arkiverte borelogger og/eller brønndata.

Gravde brønner og oppkommer er etablert av eierne selv på eiendommen, ofte i forbindelse med naturlige oppkommer, og er som oftest veldig grunne, 1-4 m under bakkenivå. I noen tilfeller stammer vannet fra dypere grunnvannsårer i fjell som strømmer ut i dagen som et oppkomme. Vannet fra disse kildene er noe varierende, men generelt av god kvalitet som drikkevann. Det er ikke gjort kjemiske analyser av vannet i denne studien, men melkeprodusenter i området gjør årlige kjemiske og bakteriologiske analyser som godkjennes for melkeproduksjon.

Om kapasiteten til private brønner kan nevnes at det ikke er gjort noen prøvepumper for å fastsette kapasitet. Det bør vurderes om det skal gjennomføres prøvepumping, spesielt hos storforbrukere av vann, for å kunne dokumentere eventuell endring i kapasitet grunnet utbygging. Av aktuelle storforbrukere av vann i området kan nevnes melkeprodusenter, i tillegg til Sauland vaskeri.

#### **Tuddalsdalen**

Dette området går fra Sauland og opp til Sønlandsvatn (se kart, **Figur 7**). Det finnes noen borebrønner sør i området, disse vil ikke påvirkes. Lenger nord er det hovedsakelig hytter og eldre gårdsbruk hvor vann hentes fra elven. Vestsiden har ingen gårdsbruk i området hvor tunnelen er planlagt, kun noen få eldre hytter som har vannforsyning fra sidebekker til Skogsåa. Disse vil miste vannforsyningen ettersom bekkene, utenom i flomperioder, blir helt tørrlagte (Norconsult, 2008, fagrapport hydrologi). Ellers er det veldig spredt bebyggelse, hovedsakelig hytter nede langs Skogsåa og øst for denne, disse vil beholde vannforsyning selv med lavere vannføring enn i dag dersom minstevannføring i Skogsåa opprettholdes. Grunnvannsforholdene i østsiden vil ikke påvirkes av tunneldriving, og vil påvirkes i veldig liten grad av redusert vannføring.

#### **Skårdal**

I Skårdal (nordlig sidedal, se **Figur 7**) er det tre gamle gårdsbruk i østsiden. To av disse har nyere, dype borebrønner (Vedlegg 2, nr 44 og 45), mens et tredje har vann fra naturlig kilde (Vedlegg 3, nr 71). Disse brønnene ligger ca. 900 m fra tunnelen (Sauland 2) hvor Tuddalsgrenen møter Skorvagrenen, og 500 m fra tunnelen fra inntak Skorva. Tunnelen vil på det nærmeste punktet ha et nivå på ca. 390 m.o.h. mens bunnen på den dypeste brønnen går ned til nivå med tunnelen og den grunneste brønnen ca. 45 m høyere enn tunnelen. Også kilden vil være i faresonen, da den ligger mye høyere enn tunnelen og kun 350 m i horisontal avstand. Brønnene mates av vannførende sprekkesoner ca. 20 m under terrenget (440 m.o.h.). Driving av tunnel gjennom fjellet vil midlertidig drenere alle vannførende sprekkesoner som

krysser tunneltraseen ned til et nivå omtrent på høyde med tunnelen (drenert nivå vil være høyere med lengre avstand til tunnel). Fordi kilden og borehullene mates av sprekkesoner som ligger høyere enn tunnelen, vil de sannsynligvis miste hele eller deler av vannet under anleggsperioden.

Lavere vannføring i vassdraget vil ikke påvirke grunnvannsnivået her.

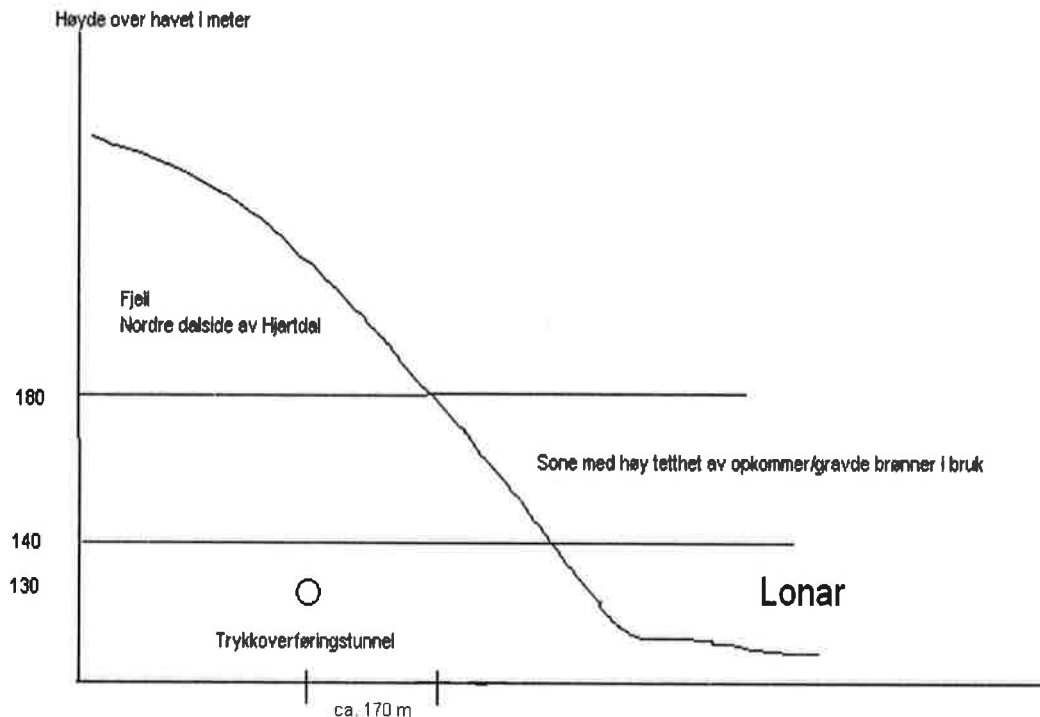
### Hjartdal

Hjartdal fra Omnesfossen opp til Hjartsjø (**Figur 7**). Den kommunale vannledningen går opp til eiendommen til Jon Mosebø (Gnr/Bnr; 65/5), alle husstander vest for denne har egen vannforsyning, enten fra borebrønn, gravd brønn eller kilde. Noen få husstander har delt vannkilde, mens andre har to kilder, evt. en hovedkilde og en reservekilde,

Det finnes utallige små, naturlige kilder i den nordlige dalsiden av Hjartdal i et belte mellom 140 og 180 m.o.h. og spesielt i området Lonar. Flere av disse har konstant god vannføring og jevn temperatur (fryser ikke), noe som tyder på at grunnvannet har lang oppholdstid i grunnen. **Figur 11** viser en omtrentlig profil av dalsiden ned mot Lonar sett fra vest. Her vises hvordan sonen med høy tetthet av oppkommer og gravde brønner i nordre dalside på Lonar er i forhold til trykkoverføringstunnel i fjell

Flere av brønnene og kildene er relativt nær den planlagte tunnelen, så nært som 170 m (gps nr 62, Vedlegg 1 og Vedlegg 2). De fleste borebrønnene her er dypere (ned til 100 m), mens kilder og gravde brønner har tilsig opp til 50 meter høyere enn nivået på tunnelen. Her er det ikke usannsynlig at flere kilder vil få redusert eller miste kapasitet under tunneldrivingen. De fleste borebrønnene har man måttet presse hydraulisk for å få vann, hvilket betyr at fjellet er kompakt og lite oppsprukket, spesielt i dypere lag (ned til 100 m).

På lengre sikt er det sannsynlig at disse vil få igjen tilnærmet lik kapasitet med tilnærmet samme kvalitet som før utbygging.



**Figur 11: Profil over Lonar-området sett fra vest. Horisontal avstand mellom kraft-tunnel og nærmeste brønn er ca. 170 m. (overdreven helning på dalsiden)**

## 5.2 Inndeling i soner med ulik påvirkning

På grunnlag av studiet er området delt i tre soner basert på antall brønner i bruk, nærhet til tunnel, og type avbøtende tiltak som blir aktuelle (Figur 12). Dette er ment å brukes veiledende.

**Sone 1:** Stort antall private brønner og oppkommer i bruk, også dypere brønner med tilsig fra både grunne og dypere vannførende sprekkesoner. Nærhet til tunneltraseen tilsier at dette området er utsatt for midlertidige senkninger i vannstand under tunneldriving.

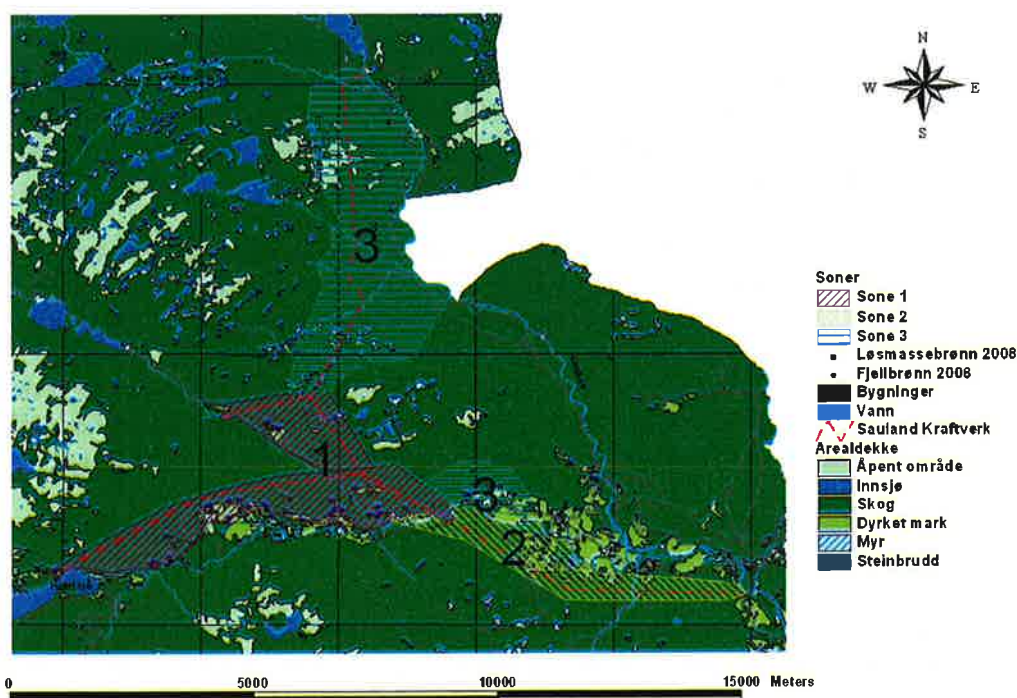
**Sone 2:** Avløpstunnel passerer Sauland i nærheten av grunnvannsmagasinet for kommunal vannforsyning. På grunn av trykkforskjeller er det fare for lekkasjer av vann fra fjell til avløpstunnel dersom tunnel skulle krysse sprekkesoner som står i kontakt med grunnvannsmagasinet. En trykksenkning i fjell vil kunne føre til trykksenkning også i grunnvannsmagasinet. Det bør gjennomføres nøye overvåking av grunnvannsnivå i løpet av tunneldriving. Dersom det påtreffes sprekkesoner under driving må disse tettes. Dersom det skjer større endringer i grunnvannsnivået under driving av tunnel, må dette undersøkes. Dersom anbefalte tiltak blir satt i verk forventes liten negativ virkning på vannverket.

**Sone 3:** Områder med lite bebyggelse eller hvor grunnvannsnivået antas å forbli upåvirket av utbygging. Noen hytter i vestsiden av Tuddalsdalen vil bli påvirket av uttørkede bekker (mest



aktuelt langs nederste strekk av Grovaråa). Det bør tas kontakt med hytteeierne for å finne en alternativ vannkilde. I Hjartdal er noen få brønner som ligger i nærheten av tipper i fare for å få midlertidig blakket vann.

## Hydrogeologi, sonekart



Figur 12: Sonekart hydrogeologi, soner med ulik påvirkning av grunnvannsressurser

### 5.3 Grunnvannskvantitet: Konsekvenser av utbygging av Sauland kraftverk

**”Vassjuk jord”:** Den planlagte utbyggingen vil medføre en vannføring i Hjartdøla på ca. 25 %, av den naturlige (Figur 8). Dette vil føre til at lavtliggende jordområder nær elva som i dag er ”vassjuk” på grunn av høy vannføring i Hjartdøla vil returnere til tilnærmet sin opprinnelige tilstand fra før 1958. Det er ingen kjente, målte grunnvannsdata fra før tidligere utbygging, men etter grunneieres utsagn har grunnvannsstanden vært noe lavere nær elva. I umiddelbar nærhet til Hjartdøla vil grunnvannet senkes når vannstand i elva reduseres;

#### Redusert vannstand

I forbindelse med en sak i Tinn og Heddal herredsrett (Tinn og Heddal herredsrett, 1976) ble det oppgitt at ved økning av vannføring fra 5 m<sup>3</sup>/s til 25 m<sup>3</sup>/s ville en økning av vannstanden i Heddøla være mellom 30 og 50 cm og økning av midlere strømhastighet fra 0,2 til 0,5 m/s. Samtidig er midlere vannføring ved utløp av Heddøla ca 25 m<sup>3</sup>/s (etter utbygging av Hjartdøla kraftverk). På bakgrunn av dette er det kalkulert forventede vannstander i Hjartdøla og Skogsåa. Siden Heddøla og Hjartdøla er to lignende dalførestrekninger av samme elv, kan de, med forbehold, sammenlignes mht vannstandsendringer ved endringer i vannføring. Vi har

brukt middelvannføringer fra fagrapport hydrologi, sammenlignet disse med prosentvis reduksjon i Heddølas vannføring med senkning i vannstand.

Eksisterende middelvannføringer i hhv Hjartdøla og Skogsåa før samløp ved Åmot er 15,88 og 5,74 m<sup>3</sup>/s, dette forventes redusert til hhv. 2,30 og 1,87 m<sup>3</sup>/s. En reduksjon av vannføring i Heddøla med 80 % (25 m<sup>3</sup>/s til 5 m<sup>3</sup>/s) av vannføring i Heddøla fører til senket vannstand med fra 30 til 50 cm, og om man anvender dette med modellerte middelvannføringer for Hjartdøla (Hjartdøla ved Åmot: 15,88 m<sup>3</sup>/s til 2,3 m<sup>3</sup>/s = 85,5 % reduksjon) og Skogsåa (Skogsåa ved Åmot: 5,74 m<sup>3</sup>/s til 1,87 m<sup>3</sup>/s = 67,4 % reduksjon), vil man få en senkning i vannstanden på hhv 37 til 57 cm (Hjartdøla) og 14 til 34 cm (Skogsåa). Det kan antas at grunnvannsenkningen i umiddelbar nærhet til elva vil ligge et sted mellom disse verdiene, avhengig av elvas vidde og dybde på de ulike strekningene.

Feilkilder: Det presiseres at disse tallene må brukes med varsomhet, da både tverrprofiler og opprinnelig vannføring er annerledes i Hjartdøla og i Skogsåa enn i Heddøla. Det kan bli høyere eller lavere på strekninger hvor elva har en særdeles smal eller særdeles vid profil. Skogsåa er mindre sammenlignbar med Heddøla, da denne strekningen er ulik de andre i karakter (lavere vannføring, mindre løsmasser, smalere tverrprofil, større fall), derfor er dette anslaget mer usikkert enn for Hjartdøla. Det er likevel beregnet forventede verdier her fordi man ønsker å se på eventuelle virkninger av senket grunnvann i andre fagutredninger.

Det er i all hovedsak to faktorer som påvirker i hvor stor grad grunnvannstanden vil påvirkes med økende avstand fra elva:

1. Jordas permeabilitet sammen med grunnvannsmagasinet mektighet;  
Hjartdøla renner gjennom ulike typer avsetninger med varierende permeabilitet og mektighet. Senkning av grunnvannet grunnet Hjartdølas endrede vannstand vil derfor variere langs strekningen. Dette gjelder til dels også for Skogsåa, men her er det mindre variasjoner og gjennomsnittlig tynnere løsmassedecke (Se for øvrig avsnitt 5.1.2 og 7.1.3 om Skogsåa).
2. Tilsig av grunnvann fra fjellmassivene vil begrense senkning av grunnvannstand forårsaket av redusert vannføring.

Det er ikke mulig, uten omfattende detaljerte undersøkelser, å tallsette hvor mye grunnvannstanden vil påvirkes og i hvor stor avstand fra elva på ulike strekninger man vil få merkbar senkning. På flatere strekninger, spesielt i områdene hvor man erfarte at jorden ble våtere grunnet Hjartdøla kraftverk, vil man også ved en utbygging av Sauland kraftverk få de mest merkbare endringene.

**Sauland vannverk:** Korttids brønntest utført 04.08.2005 av Miljøgeologi as i 2005 (Eckholdt E., 2005) konkluderer med at grunnvannmagasinet i tørre perioder med lav vannføring i Hjartdøla blir "stresset" av vannverkets dimensjonerende vannmengde (12 l/s). Langtids brønntest (01.03. – 29.06.2005) viste at magasinets kapasitet er tilstrekkelig for å dekke vannverkets behov, men samtidig at grunnvannstanden senkes mer i tørre perioder enn i våte perioder ved samme uttak.

Konsekvensene av denne utbyggingen vil tilsvare en konstant relativt tørr periode, det er derfor viktig å sette i gang avbøtende tiltak som vil opprettholde nivået i Hjartdøla og infiltrasjon til grunnvannsmagasinet. Aktuelle tiltak er, utenom minstevannføring, å anlegge terskler. Under tørre perioder vil vannstanden i terskler være på et slikt nivå at infiltrasjon til

grunnvannet opprettholdes. Eventuelle terskler vil måtte anlegges slik at minstevannføring skifter ut vannet hurtig nok til at kvaliteten ikke forringes, og at bunnen av tersklene ikke blir blokkert av finpartikler som forhindrer infiltrasjon til grunnvannet.

Det er i tillegg viktig å tette avløpstunnelen for å forebygge lekkasjer fra grunnvannsmagasinet til avløpstunnel i tilfelle avløpstunnelen krysser sprekkesoner (se også kapittel 11 "avbøtende tiltak").

Størrelsesorden på en eventuell varig senkning av grunnvannstanden forårsaket av utbyggingen er usikker. Det er på grunn av at det er for lite data tilgjengelig (målinger av naturlig variasjon i grunnvannstanden i forhold til vannføring i elva). Forutsatt avbøtende tiltak forventes en infiltrasjonsrate noe lavere enn i dag, og at dette vil ha betydning for dimensjonerende vannmengde. Det anbefales derfor å starte registrering av jevnlig (daglige) målinger av grunnvannstand i vannverkets peilebrønn samt pumperate for å kunne dokumentere dagens forhold og å kunne sammenligne før og etter utbygging.

#### 5.4 Grunnvannskvantitet: Midlertidige konsekvenser i anleggsfasen

**Privat vannforsyning i Hjartdal nord for kraftstasjon, samt i Skårdal:** Under driving av tunneler vil vann måtte pumpes eller dreneres ut av tunnelen. Dette endrer trykkforhold i fjell, som igjen kan føre til en midlertidig senkning av grunnvannstanden. Dette vil endres igjen så snart tunnelen settes i drift. Trykket i tunnelen vil da hindre at grunnvannet dreneres og trykket i vannførende sprekkesoner returneres til eller tilnærmet dagens situasjon.

**Kilder og grunne brønner** er spesielt utsatt da disse i lonarområdet ligger på høyde med tunnelen. Dette kan også midlertidig redusere vannmengden i flere borebrønner i Skårdal og Lonarområdet, men også nordsiden videre oppover mot Hjartsjø.

Dypere brønner er som regel tilknyttet dypere vannførende sprekkesoner (under tunneltraséen) og forventes ikke å bli berørt. Noen dypere brønner kan ha sitt innsig fra grunnere sprekkesoner, og disse kan få redusert kapasitet i denne perioden.

Det er lite sannsynlig at brønner med større avstand til tunnelen vil bli påvirket. Det anbefales at innbyggerne blir informert om tiltaket og samtidig får et kontaktnummer de kan ringe dersom de merker endringer i sine private vannkilder, enten det er naturlige oppkommer, grave eller dype brønner slik at alternativ midlertidig vannforsyning kan tilbys de berørte beboere i anleggsfasen.

**Grunnvannsmagasinet til kommunal vannforsyning** er under trykk, nivået reagerer derfor mye sterkere på endringer i tilførsel enn i et magasin som er åpent mot atmosfæren. Det bør vurderes å etablere terskler oppstrøms Sauland vannverk for å opprettholde trykket i magasinet. Terskler bør i tilfelle vurderes etablert snarlig etter at kraftverket settes i drift dersom endringer tilsier at det behøves.

Selve tunneldrivingen kan ha midlertidig effekt på dette grunnvannsmagasinet dersom det påtreffes større sprekker som står i forbindelse med grunnvannsmagasinet. Drivingen kan medføre en midlertidig senkning av vanntrykket i fjell og overliggende løsmasser og dermed noe redusert kapasitet fra Sauland vannverks brønner. Det anbefales derfor å være forberedt på å supplere forsyning med alternative vannkilder i anleggsfasen.

## **6 KVALITET PÅ GRUNNVANNET**

### **6.1 Dagens forhold**

#### **6.1.1 Vannkvalitet i den kommunale vannforsyningen**

Grunnvannet har nokså høyt kalkinnhold, 25 – 46 mg/l (se også: Vedlegg 1 (pH)); andre kilder: Miljøgeologi (2005), NGU grunnvannskart (brønn 26864) pH i mange brønner er høy sett i forhold til de dominerende, sure bergartene i grunnfjellet, kalken stammer antagelig fra marmorforekomster ovenfor Hjartsjø. Høyt kalkinnhold fører til økt pH, til såkalt "hardt vann" og til kalkutfelling i rør og kokekar etc.

Sauland vannverk har hatt problemer med økende jern- og manganinnhold i vannet etter lang tids drift av brønn 1. Dette er et resultat av at pumping fører til hurtigere gjennomstrømning og dermed korter ned vannets oppholdstid i grunnen. Grunnvann med kortere oppholdstid i grunnen vil ha høyere oksygeninnhold og dette oksygenet reagerer med jern- og mangan i vannet som igjen felles ut som oksider i grunnvannsmagasinet. Selv om jern og mangan i drikkevann er ufarlig for helsen også i relativt høye konsentrasjoner, medfører endringen at vannet blir farget, og kan føre til rustavsetninger i rør og utstyr. Jern og mangan blir for øvrig renses ut i vannverket før distribusjon til forbrukerne.

Ellers er det ingen spesielle trekk ved kvaliteten på grunnvannet, det holder jevnt høy kvalitet som drikkevann.

#### **6.1.2 Vannkvalitet i private brønner**

Vannet er veldig klart, luktfritt og godt i alle private brønner og kilder som var tilgjengelige under befarig. pH og mineralinnhold (vist som TDS) er noe varierende (Vedlegg 1). Dette skyldes varierende opphav, transportveier og oppholdstid, som vil være ulik om vannet stammer fra dype eller grunne vannførende sprekkesoner.

Et bevis på god kvalitet er at det foregår melkeproduksjon med private vannkilder (gravde brønner) i området. Melkeproduksjon stiller høye krav til vannkvalitet. I Sauland Vaskeri ble det opplyst at noe kalkutfelling merkes i rør og vaskemaskiner.

### **6.2 Vannkvalitet: Konsekvenser av utbygging med Sauland kraftverk**

#### **6.2.1 Konsekvenser for Sauland vannverk**

Sauland vannverk er i ferd med å bli utvidet med en ny brønn; brønn 2, 150 m bortenfor brønn 1, de to brønnene vil fungere sammen slik at belastningen på begge brønnene blir mindre enn om kun en brønn er i bruk.

Langvarig lav vannføring i Hjartdøla vil kunne senke trykket i magasinet og føre til at luft (og oksygen) trenger dypere ned i sedimentene og påskynder oksidering og utfelling av jern- og mangan-oksider, det anbefales derfor at man iverksetter tidligere nevnte tiltak for å opprettholde grunnvannstanden.

### **6.2.2      *Konsekvenser for private brønner og kilder***

For å hindre avrenning av nitrogen fra tippene, foreslås vasking av sprengstein før deponering eller bruk av nitrogenfattig sprengstoff. Dersom det brukes sprengstoff med nitrogen, bør avrenning fra tippene overvåkes. Vann som brukes til vasking av tippmasser må renses før utslipp.

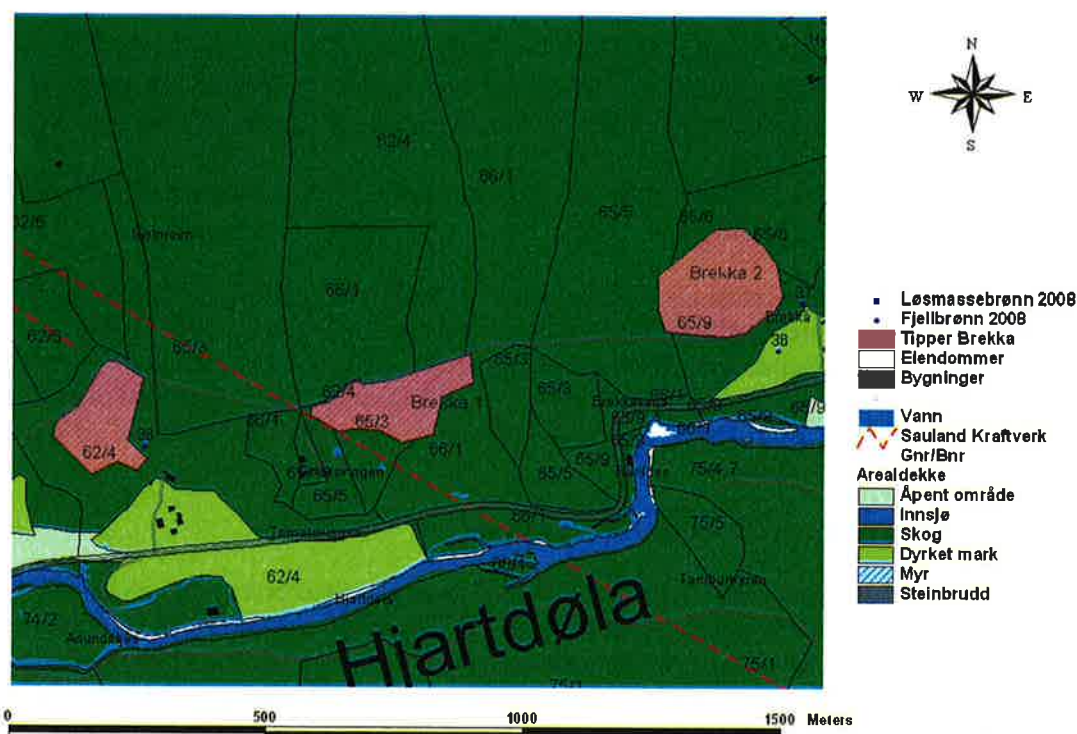
Forutsatt avbøtende tiltak forventes ingen varige konsekvenser for vannkvaliteten for private brønner og kilder.

Det er liten risiko for at grunnvannet i nordsiden av Hjartdal fra Hjartsjø ned til kraftstasjon skal få betydelig permanent redusert kvalitet pga. lekkasjer fra tunnel og innblanding av overflatevann fra trykktunnel inn i grunnvannsmagasinet. Trykket i grunnvannet vil være noe høyere enn trykket i tunnelen, noe som vil motvirke lekkasjer fra tunnel. Det skal samtidig nevnes at det er uforutsigbart om og eventuelt hvordan trykkoverføringstunnelene vil endre strømningsforholdene i fjellet.

### **6.3            Vannkvalitet – midlertidige konsekvenser**

En borebrønn (36) og en kilde (37) på Gnr/Bnr 65/6 samt en gravd brønn (38) på Gnr/Bnr 62/4 kan bli påvirket av tippene på Brekka (Figur 13). Disse kan få midlertidig blakket vann. Det anbefales å ta kontakt med eierne for å finne eventuelle alternative vannkilder ovenfor tippene. Dersom det ikke finnes alternativ vannkilde med tilstrekkelig kapasitet bør man vurdere å installere private rensfiltre for disse husstandene.

Det er sannsynlig at kildene og brønnen vil få tilbake sin gode kvalitet med tid, men at det kan i verste fall gå opptil flere år etter at aktiviteten på tippene er avsluttet. Det anbefales å gjøre analyser av vannet her i forkant av utbygging.



**Figur 13: Tippene på Brekka kan føre til blakking av vann i brønn nr 36 og oppkomme nr 37 og gravd brønn nr 38 (se Vedlegg 1, 2 og 3)**

## **7 VANNKVALITET OG RESIPIENTFORHOLD I OVERFLATEVANN**

### **7.1 Dagens forhold**

#### **7.1.1 Vannkvalitet og resipientforhold i overflatevann**

Det ble utført en studie av vannkvaliteten i vassdraget i 1998 og -99 av Tveiten AS. Konklusjonen av denne studien var at begge elvene karakteriseres som hurtigflytende elver med tilstandsklasse "god" når det gjelder mineralinnhold.

Med hensyn til transport av organiske stoffer og forsurende elementer ble vassdraget plassert i tilstandsklasse "nokså dårlig". Dette ble begrunnet med avrenning fra uberørt del av nedbørsfelt, langtidsvirkninger av sur nedbør og lokal geologi (kilde: Bjørnson G. Lind O. 1999).

Vassdraget ble i den studien vurdert å være i god tilstand og i stand til å tåle en endring i vannføringen. Studien ble utført i forbindelse med Omnesfossen kraftverk.

#### **7.1.2 Resipientforhold i forhold til kommunalt renseanlegg for avløpsvann**

Renseanlegget for kommunalt avløpsvann i Sauland er lokalisert nær elven i nedre ende av Sauland, rett nedenfor Øygardsfeltet boligfelt (Figur 14).

Det kommunale renseanlegget har avløp midt i Hjartdøla. Dette er plassert slik at det alltid er under vann og at avløpsvannet hurtig bringes ut i elvas hovedstrøm. Kvaliteten på avløpsvann blir nøye overvåket. Utslippstillatelse ble gitt av fylkesmannen i Telemark i 1978.

Utslippstillatelse ble gitt for opp til 1000 pe. (personequivallenter) og pr august 2008 er 207 husstander tilknyttet anlegget. Med et gjennomsnitt på 3 pe pr husstand gir dette omtrent 650 pe (kilde: Sauland kommune). I tillatelsen er det ikke nevnt noe om vannføring i resipienten.

Resterende husstander (med et par unntak som har privat renseanlegg) har septiktank som blir tømt i slamanlegget på Elgvad.

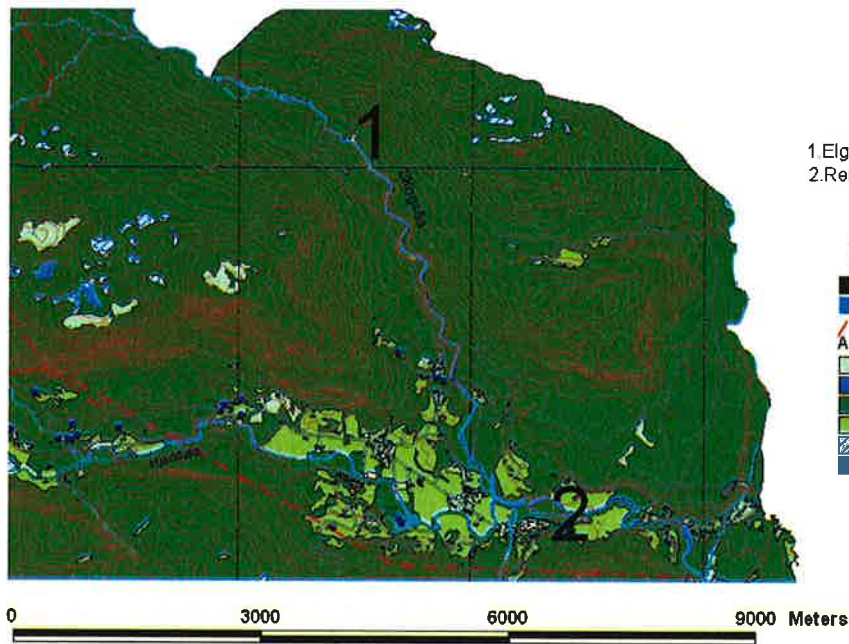
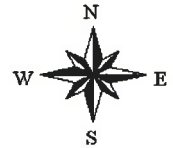
### **7.1.3      Konsekvenser for avrenning fra slamdeponi på Elgvad**

Deponiet for slam på Elgvad (**Figur 14**) er ikke i direkte tilknytning til elven, men sigevannet trekker ned i jorden og blir renses naturlig før det til slutt siver ut i bekken fra omliggende jord. Avrenning blir overvåket i seks overvåkningsbrønner. Det er lokalisert slik at det er langt fra annen aktivitet. Muligheten for en senkning i grunnvannsnivået her som følge av utbygningen vurderes som minimal. Eventuelt senket grunnvannsnivå blir vurdert som positivt for dette anlegget: det vil øke oppholdstid av sigevann i umetta sone, noe som vil forbedre den naturlige rensingen. En forutsetning er at minstevannføring opprettholdes.

### **7.2            Konsekvenser for vannkvalitet og resipientforhold i overflatevann**

For å bøte på dårligere resipientforhold nedenfor avløpet til det kommunale renseanlegget foreslås som avbøtende tiltak å kontrollere at det eksisterende renseanlegget har tilstrekkelig rensegrad til at den lavere vannføringen i resipienten (Hjartdøla) kan tåle utslippene eller eventuelt å lede avløpsvannet inn i kraftverkets avløpstunnel.

# Kommunale renseanlegg



Norconsult, 2008

Figur 14: Kommunale renseanlegg



## 8 ANBEFALINGER OG AVBØTENDE TILTAK

### 8.1 Kommunalt vannverk

**Varige endringer:** Det anbefales å snarest starte opp registrering av daglig grunnvannstand i vannverkets peilebrønn og pumperate for å kunne dokumentere eventuelle endringer etter en utbygging. Data må kunne sammenlignes med historiske data for å evaluere evt. endringer forårsaket av utbygging.

For å avbøte permanent redusert infiltrasjon fra Hjartdøla på grunn av redusert vannføring anbefales å etablere terskler oppstrøms og nær vannverket.

**Midlertidige endringer:** Det anbefales å nøye overvåke trykk i brønnene til Sauland vannverk under driving av avløpstunnel.

Vi anbefaler tetting av større sprekkesoner i avløpstunnelen. Dersom vannstand i grunnvannsmagasinet likevel synker, må det foretas en tetting av mindre sprekkesoner også. Dette vil redusere risiko for fremtidige lekkasjer.

Man bør være forberedt på å midlertidig supplere vannforsyningen fra andre kilder dersom det skulle oppstå en større lekkasje under driving av avløpstunnel.

### 8.2 Private brønner og kilder

**Midlertidige endringer, Hjartdal:** Alle husstander og hytter langs nordsiden av Hjartdal fra kraftstasjon nordover til Hjartsjø er utsatt for å få midlertidig senket grunnvannspeil i forbindelse med driving av tunnel. Det anbefales å ha en midlertidig reservevannforsyning i bakhånd og ha løpende kontakt med de grunneiere som kan bli berørt.

I de samme områdene er det fare for at tunneldrivingen vil kunne føre til midlertidig blakking av noen brønner og kilder. Sannsynligheten for at det skjer vurderes som liten. Det er ikke mulig å forutse hvilke brønner som kan bli berørt. Som avbøtende tiltak foreslås å sørge for en alternativ vannforsyning, evt. vannrensefiltre i bakhånd for de berørte husstandene i anleggsfasen. Det foreslås å ha løpende kontakt med beboerne under anleggsfasen for å få hurtig oversikt over eventuell blakking av drikkevann.

Det er registrert tre vannkilder ved tippene ved Brekka som er i fare for å få blakket vann. Det anbefales å ta kontakt med eierne av disse for å finne alternative vannkilder før igangsettingen. Alternative vannkilder kan finnes høyere oppe i dalsiden, ovenfor tippene. Om dette ikke finnes, kan et vannrensefilter for husstand vurderes. Det finnes flere ulike typer rensefiltre for drikkevann på markedet.

For å forhindre avrenning av nitrogen fra tippene foreslås å vaske tippmassene før deponering og å overvåke avrenning fra tippene. Vann som blir brukt til vasking må renses til et akseptabelt nivå før det slippes ut. Alternativt bør det brukes sprengstoff med lavt nitrogeninnhold. Avrenning fra tippene bør kontrolleres ved å ta jevnlig vannprøver så lenge de er i bruk.

Det anbefales å ta kontakt med storforbrukere av vann i området (melkeprodusenter) og diskutere muligheten for å gjennomføre korttidspumpetest på noen utvalgte brønner. Dette for å kunne dokumentere utbyggingens innvirkning på eventuelle kapasitetsendringer i etterkant.

**Varige endringer, Hjørdal:** Det anses som lite sannsynlig at noen i dette området vil få varig betydelig reduksjon i kvantitet og/eller kvalitet.

**Tuddalsdalen:** Noen få hytter i vestre dalside, hvor brukerne i dag henter vann fra bekken, vil miste denne vannkilden da bekkene vil bli tørrlagt. I all hovedsak vil dette gjelde nedre strekk av Grovaråa. Det anbefales å ta kontakt med hytteeierne for å diskutere avbøtende tiltak. Alternativ vannkilde kan være å grave en grunn brønn på passende sted.

**Skårdal:** I østre dalside må man ta kontakt med beboerne (tre husstander) for å finne alternativ vannforsyning. De to som har borebrønner vil få midlertidig redusert kapasitet. Hos disse er det også fare for varig redusert kapasitet.

**Varige endringer, Skårdal:** Den ene husstanden som har vann fra oppkomme/gravd brønn vil antagelig miste vannet permanent, og man må diskutere alternativ vannkilde.

### 8.3 Resipientforhold

Det anbefales å få bekreftet at Hjørdøla vil tåle dagens utslippsnivå også ved forventet vannføring etter utbygging.

## 9 LITTERATUR

### Tidligere hydrogeologiske studier i området

- i. Skagerak Kraft AS (2008), Uredningsprogram for Sauland Kraftverk
- ii. Norconsult (2008) Rapport fagtema hydrologi, konsekvensutredning Sauland kraftverk
- iii. Naturforvalteren AS (2008) Fagrapport flora, vegetasjon og naturtyper
- iv. Eckholdt, E. (2005) Prøvepumping av brønn 2. Forslag til områdebeskyttelse. Hjartdal Kommune
- v. Eckholdt, E., Wahl, S. (2004) Sauland vannverk. Grunnundersøkelser høsten 2004, Hjartdal kommune
- vi. Eckholdt, E. (2002) Ørvella vannverk - Forslag til beskyttelse av grunnvannsførekost, Hjartdal Kommune, Telemark. VRL46\_2007\_014 (NGU)
- vii. Bjørnson G, Lind, O. (1999) VANNKVALITET OG FORURENSNING, Naturfaglige undersøkelser i forbindelse med planlagt bygging av Omnesfossen kraftverk i Hjartdal kommune
- viii. Klempe, H. Ragnhildstveit, J. (1991) Grunnvann i Hjartdal Kommune. 91.076 (NGU)
- ix. Huseby, S. (1979) Rapport etter undersøkelser vedrørende grunnvannsmuligheter for tettstedet Sauland i Hjartdal kommune. 0-78099 (NGU)
- x. Fylkesmannen i Telemark (1978), Utslippstillatelse fra Sauland til Hjartdøla
- xi. Huseby, S. (1978) Rapport etter undersøkelser vedrørende grunnvannsmuligheter for tettstedet Tuddal i Hjartdal kommune. 0-76301 (NGU)
- xii. Tinn og Heddal Herredsrett (1976), Overskjønn 1976, Regulering av Hjartdals og Tuddalsvassdraget (s 14)
- xiii. Bryn, K. Ø. (1970) Sauland vannverk. HY-00328 (NGU)

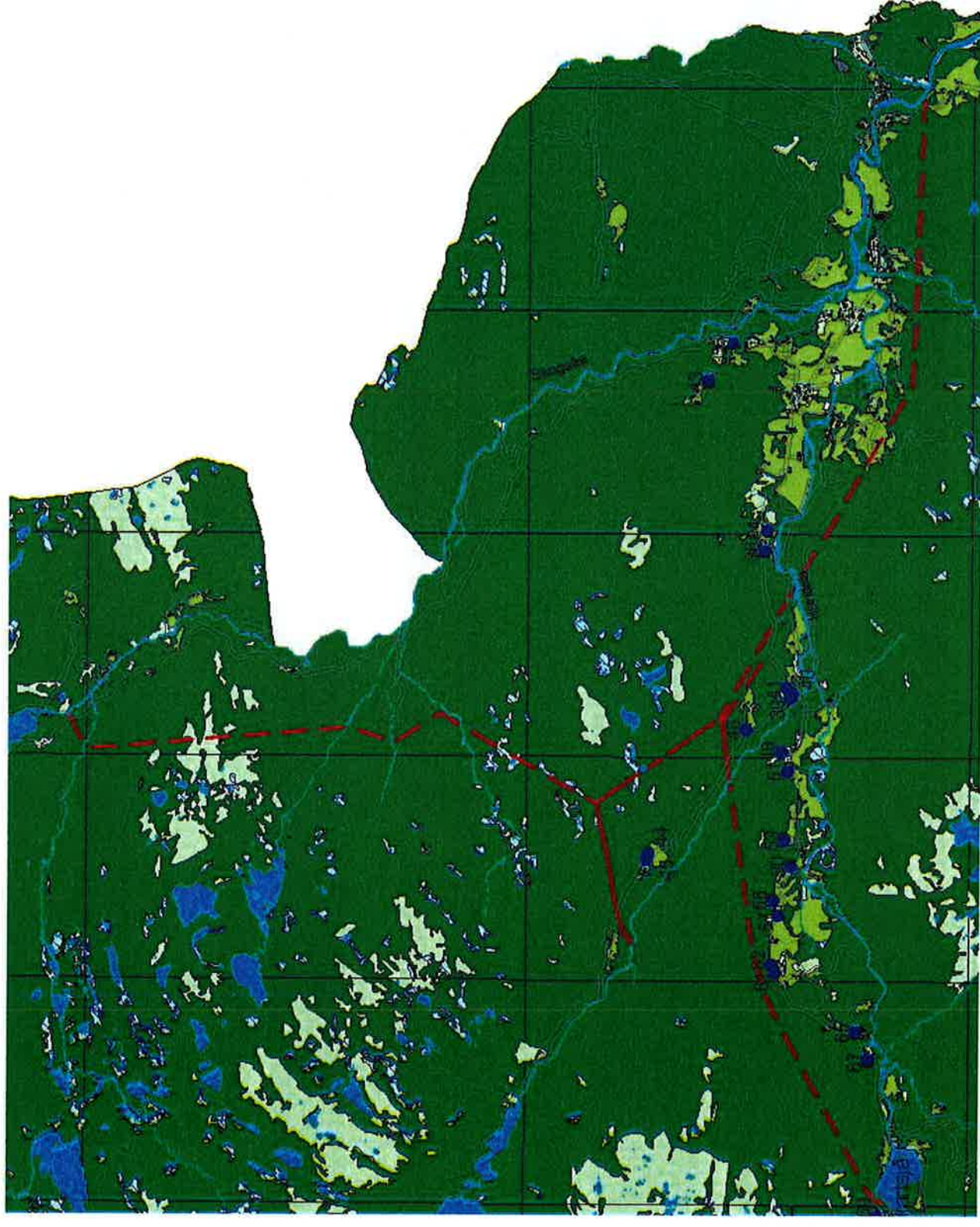
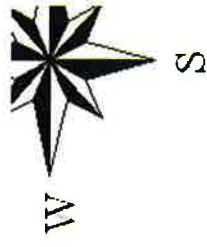
Forside: Modell av området, Arcview 3.2, terreng 20% gjennomsiktig, med kraftverkets tunneler i rødt.

# VEDLEGG

343	10.06.1996	5017049	ukjent	303,0					ukjent	
385	8.94280982203782	69	1	Bor	150,6				Nei	
333	8.94315741956235	69	1	Kilde	124,6	0	0			
348	8.90090248547495	65	15	Bor	117,4	-36	-11,62		Vaskeri	5,5 142 Sigbjørn Haugland
314	8.89927078038455	65	9	Bekk	124,6	-1	0		Vanning	
331	8.89648547396065	65	9	Bor	127,5	-68	1	1976	Sjørholt	1 hus
311	8.896939350111187	65	9	Grav	135,2	-1	-0,5			Nei
362	8.87450871057809	65	5	Kilde	133,0	0	0,5		Gardsbruk	
372	8.86376319453121	62	5	Bor	158,7	-45		1979	Kongsberg brønnboring	2 hus Magnar Øyen
345	8.86431296356023	62	5	Bor	157,3	-45		1979	Kongsberg brønnboring	1 hus Arnfinn Øyen, Halvor Skårdal
318	8.86557905003429	61	7	Bor	156,8	-105	-13,03	1985		2 hus Torunn Greiner
386	8.8642317429185	61	7	Kilde	185,2	-1,5	-0,1			2 hus 35 12,7 Steinskotet
301	8.93444627523423	69	3	Bor	197,2		-11,7	1976		1 hus
377	8.82874729111791	94	1	Bor	467,3	-80	-0,03	2006	Vinje brønnboring	1 hus Arne Skårdal
369	8.8273079507053	63	1	Bor	466,8	-50	-1,73	2006	Vinje brønnboring	1 hus Signe Sorlia
311	8.85665969923139	61	6	Bor	229,4	-99	-20,73	1991	Værås brønnboring	1 hus Kjell Kaasa
348	8.85779921896756			Kilde	145,5	0	0	1965		1 hus 8 11 Leif Thorstein Grotbæk
317	8.85156945325435	61	4	Bor	157,1	-84	-6,75	1987	Værås brønnboring	1 hus 99 12 Ingmar Hagen
315	8.84828466922045			Kilde	176,0	-1,5	0			1 hus 54 9,7 Tora Steinskotet
346	8.84916242212058			Kilde	151,3	-1,5	-0,2			1 hus 36 9,7 Tore Skårnes
303	8.84701422415674	61	2	Bor	160,7					
354	8.83769161999226			Kilde	144,1	-0,5	0,5			1 hus 5,5 361 10 Per Bjerke
371	8.83156838826836	60	6	Bor	160,9	-83	-4,88	1991	Værås brønnboring	1 hus 6,7 110 10 Smedshus
362	8.8232149835676			Kilde	185,7	0	0			1 hus 34 9,9 Klas Askildt
329	8.8224622886628			Kilde	200,8	-1,5	-0,5			1 hus 54 11,3 Arne Olav Asland
385	8.8182125799358	60	1	Bor	180,4		-14,3	1988	Reserve	58 14,3 Arne Olav Asland
385	8.81465462967754	60	2	Bor	161,4				Gård, kyr	Jan Skårnes
368	8.81503391079605	60	2	Grav	182,3	-1	0		Gård, kyr	Jan Skårnes
399	8.81042612716556			Grav	137,8	-4	-2		Gård, kyr	5,5 102 13,8 Gullik Lonar
356	8.81071438081563	59	1	Grav	167,6	-1,5	-0,5		Gård, kyr	7,02 27 13 Gullik Lonar
322	8.80381532013417	58	6,7	Bor	153,7	-90	-19,12	1996		2 hus 84
318	8.80187189206482	58	6,7	Bor	152,5	-56	-8,75			1 hus 108 13 Kjetil Hjartaja
356	8.78782340325416	58	11	Kilde	201,5	-2	0			1 hus 25 7,2 Leif Finnebråten
308	8.78826119005681			Kilde	195,3	0	0			Leif Finnebråten
366	8.78868757747114	58	1	Bor	174,6	-84	-8	1995	Vinje brønnboring	Hyttetun 6,65 376 15,9 Kåsa hyttepark
352	8.78457725979388	58	1	Ukjent	177,0					
324	8.78281043842436	55	1,2	Bor	178,2	-80		1995	Vinje brønnboring	1 hus Mari Flatland
394	8.76073963008822	55	1,2	Ukjent	177,7					
306	8.74780635349453	54	2	Bor	205,8	-75	-2,8	2006	Vinje brønnboring	1 hus 105 7,4 Ekstrøm, Strand

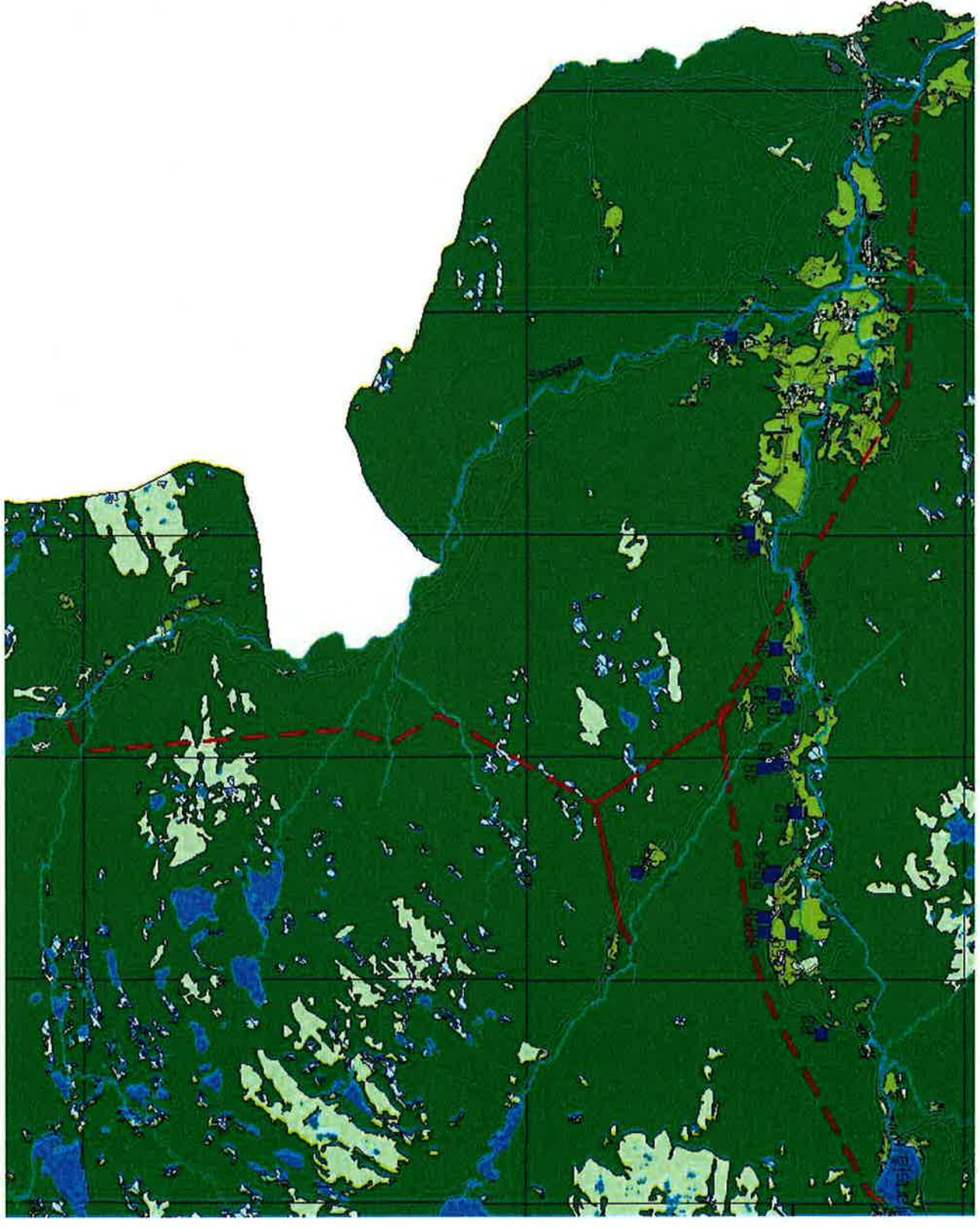
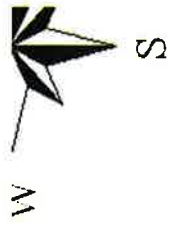
\* qps WP punkter samsvarer med kart vedlegg 1 oa 2

# Prepørøner



- Fjellbrønn 2008
- Bygninger
- Vann
- /// Sauland Kraftverk
- Arealdekke
- Åpent område
- Innsjø
- Skog
- Dyrket mark
- Myr
- Steinbrudd

# LOSMASSEBRØNN 200



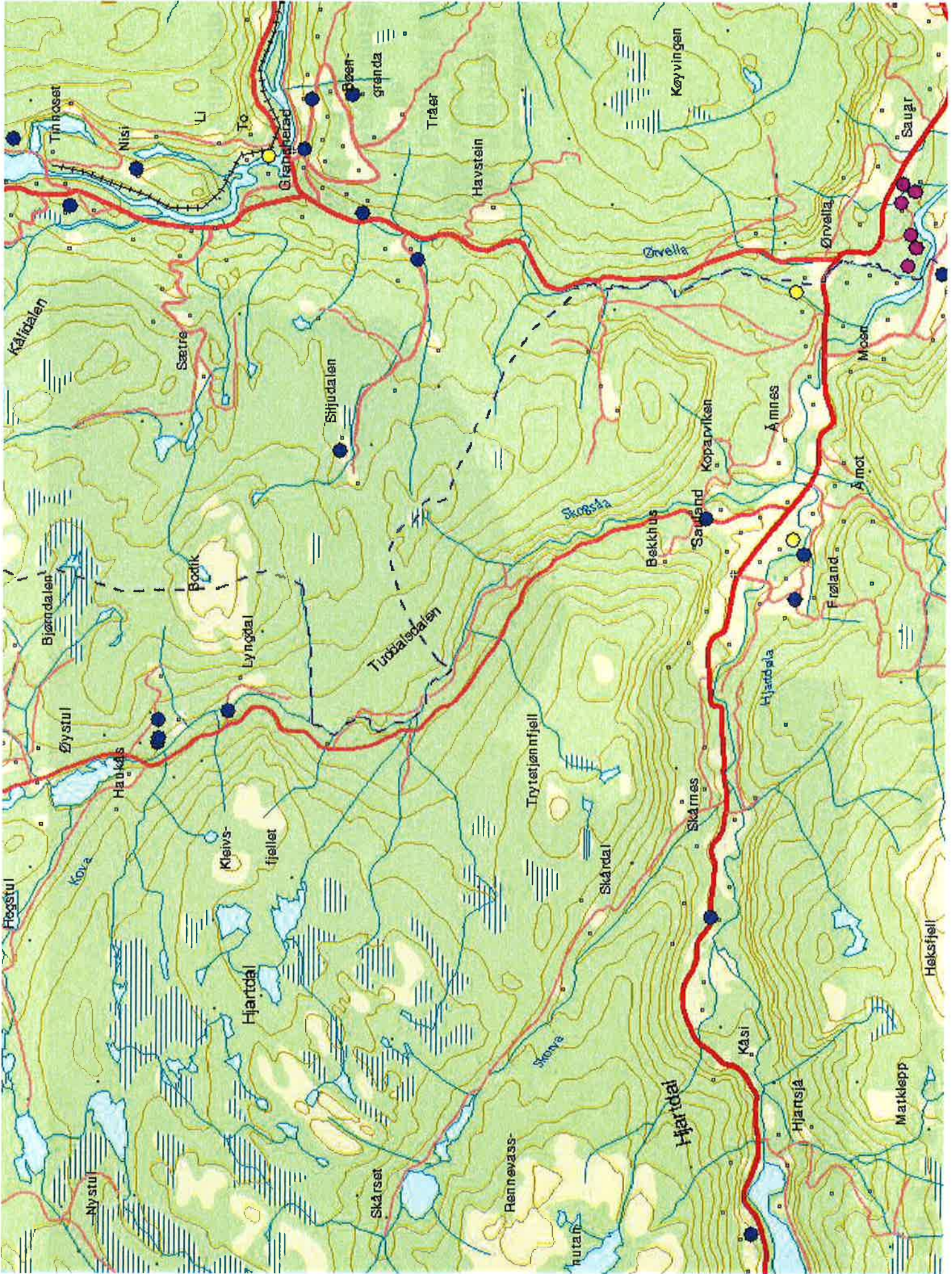
- Løsmassebrønn 200
- Bygninger
- Vann
- /// Sauland Kraftverk
- Arealdekke
- Apent område
- Innsjø
- Skog
- Dyrket mark
- Myr
- Steinbrudd

5000

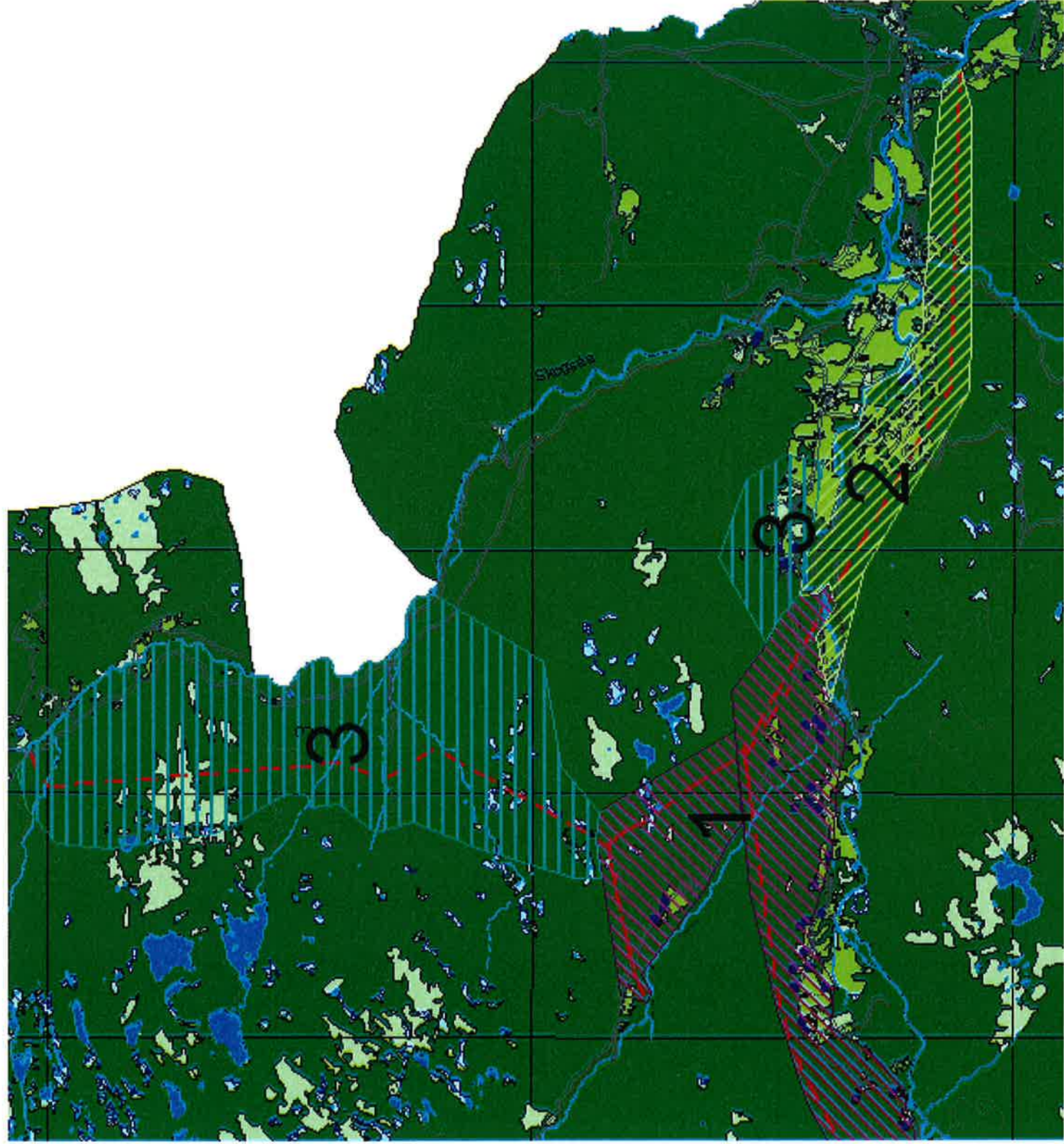
10000

15000

Meters







- Soner**
- Sone 1
  - Sone 2
  - Sone 3
- Løsmassebrønn 2008  
 Fjellbrønn 2008
- Bygninger  
 Vann  
 Sauland Kraftverk  
 Arealdekke  
 Åpent område  
 Innsjø  
 Skog  
 Dyrket mark  
 Myr  
 Steinbrudd

