



DALANE ENERGI IKS

Hellelandsvassdraget

Vurdering av erosjon ved utbygging av Hellelandsvassdraget

November 2009

Tittel:

Vurdering av erosjon ved utbygging av Hellelandsvassdraget

Oppdragsgiver:

DALANE ENERGI IKS

Rådgiver:

Norconsult 
Norconsult AS
 Vestfjordgaten 4, 1338 Sandvika
 Telefon: 67 57 10 00
 Telefax: 67 54 45 76
 E-post: firmapost@norconsult.no
 www.norconsult.no
 Foretaksreg.: NO 962392687 MVA

Oppdragsgivers kontaktperson:

Oppdragsleder:

Helge Flæte

Oppdragsnr.:

4308500

Dokumentnr.:

Utarbeidet av: Sign.:

Kevin J. Tuttle

Revisjon:

Dato:

2009-11-30

Fagkontrollert av: Sign.:

Helge Flæte

Antall sider og bilag

12 sider, 4 vedlegg

Godkjent av: Sign.:

Helge Flæte

Revisjon

Dato

Beskrivelse

Utarbeidet

Fagkontrollert

Godkjent

SAMMENDRAG

Denne rapporten er utarbeidet for å dokumentere det sedimentologiske grunnlaget for videre kraftutbygging i Hellelandsvassdraget.

Rapporten er basert på en befaring i felt samt det underlaget som finnes, i det alt vesentlige:

- ❖ NGUs publiserte materiale i form av løsmassekart
- ❖ KU-ens hydrologiske beregninger av vannstand og vannføringer
- ❖ KU-ens vurdering av vanntemperatur og isdannelse

Basert på eksisterende grunnlag og feltbefaring er konsekvenser av den foreslåtte utbyggingen vurdert.

Ved utslipp fra kraftstasjonene er det viktig at området rundt utløpet sikres mot erosjon.

Ved Gya Kraftverk:

Utløpet fra overføringstunnelen mellom Holevatnet og Botnavatnet anbefales ført ut i Botnavatnet under LRV for å hindre erosjon i løsmassene mellom LRV og HRV.

Det anbefales at utløpet i Gyavatnet føres under vannstanden og langt nok fra Gyadeltaet for å hindre innvirkning på løsmassene på deltaskråningen ifm. skråningsstabilitet.

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	INNLEDNING	4
	HYDROLOGISKE ENDRINGER PÅ GRUNN AV DEN PLANLAGTE KRAFTUTBYGGINGEN OG KONSEKVENSER FOR BUNNFORHOLD	5
1.1	Mjelkefoss Kraftverk.....	5
1.2	Gya Kraftverk.....	6
1.3	Tekse Kraftverk.....	7
1.4	Åmot Kraftverk	8
2	KONSEKVENSER AV KRAFTUTBYGGINGEN PÅ ELVENE OG INNSJØENE.....	9
2.1	Mjelkefoss Kraftverk.....	9
2.2	Gya Kraftverk.....	9
2.3	Tekse Kraftverk.....	10
2.4	Åmot Kraftverk	10
2.5	Isforhold	10
2.6	Øygreifoss Kraftverk.....	10
3	AVBØTENDE TILTAK	11
3.1	Mjelkefoss, Tekse og Åmot kraftverker	11
3.2	Gya Kraftverk.....	11
4	REFERANSER.....	12

FIGURER

Figur 1.	Kvartærgeologi ved Store Mjelkevatnet (fra NGU, www.ngu.no).....	5
Figur 2.	Kvartærgeologi for området rundt Gya kraftverk (fra NGU, www.ngu.no).....	6
Figur 3.	Kvartærgeologi for området rundt Tekse kraftverk (fra NGU, www.ngu.no).....	7
Figur 4.	Kvartærgeologi for området rundt Åmot kraftverk (fra NGU, www.ngu.no).	8

VEDLEGG

Nedbørfelt, Oversikt
 Tegningsnr. 100
 Tegningsnr. 101
 Tegningsnr. 102

1 INNLEDNING

Det planlegges bygging av 4 nye kraftverk i Hellelandsvassdraget og flere nye overføringer. På oppdrag fra Dalene Energi AS har Norconsult utført en konsekvensvurdering med hensyn på virkningene av utbyggingen på sediment, erosjon og transport.

Feltbefaring av området ble utført i mai 2008. Denne rapporten har blitt forfattet etter at resultatene fra hydrologisk og vanntemperatur- is rapportene forelå.

Hellelandsvassdraget ligger i Rogaland og munner ut ved Egersund. Vassdraget er allerede regulert med seks reguleringsmagasiner, men fallet utnyttes bare helt nederst i vassdraget, hovedsakelig i Øgreyfoss kraftverk (se tegning Nedbørfelt, oversikt). For å bedre utnyttelsen av vannressursene, er det derfor foreslått en forholdsvis omfattende utvidelse av reguleringen i Botnavatnet og en ny regulering av Store Mjelkevatnet.

Denne rapporten er utarbeidet for å dokumentere det sedimentologiske grunnlaget for videre kraftutbygging i Hellelandsvassdraget.

Rapporten er basert på det underlaget som finnes, i det alt vesentlige:

- ❖ NGUs publiserte materiale i form av løsmassekart
- ❖ KU-ens hydrologiske beregninger av vannstand og vannføringer
- ❖ KU-ens vurdering av vanntemperatur og isdannelse

Basert på eksisterende grunnlag og feltbefaring er konsekvenser av den foreslåtte utbyggingen vurdert. Forutsetninger og resultater er redegjort for nedenfor.

Av tidligere tiltak kan nevnes at NVE i 1994 utførte erosjonssikring og bygget terskler i 4-500 m lengde i Gyaåas utløp i Gyavatnet. Det er videre foretatt en senking av Kvålevatnet mellom Øygreisvatnet og Klungland nedstrøms Helleland. Her er det fortsatt erosjon/graving som det må gjøres noe med. Ved Mjølhus i Egersund er det laget en flomforbygning som ble skadet i 1992 og senere bygget opp igjen av NVE. NVE har også planlagt erosjonssikring i Nordåna (fra Botnavatnet).

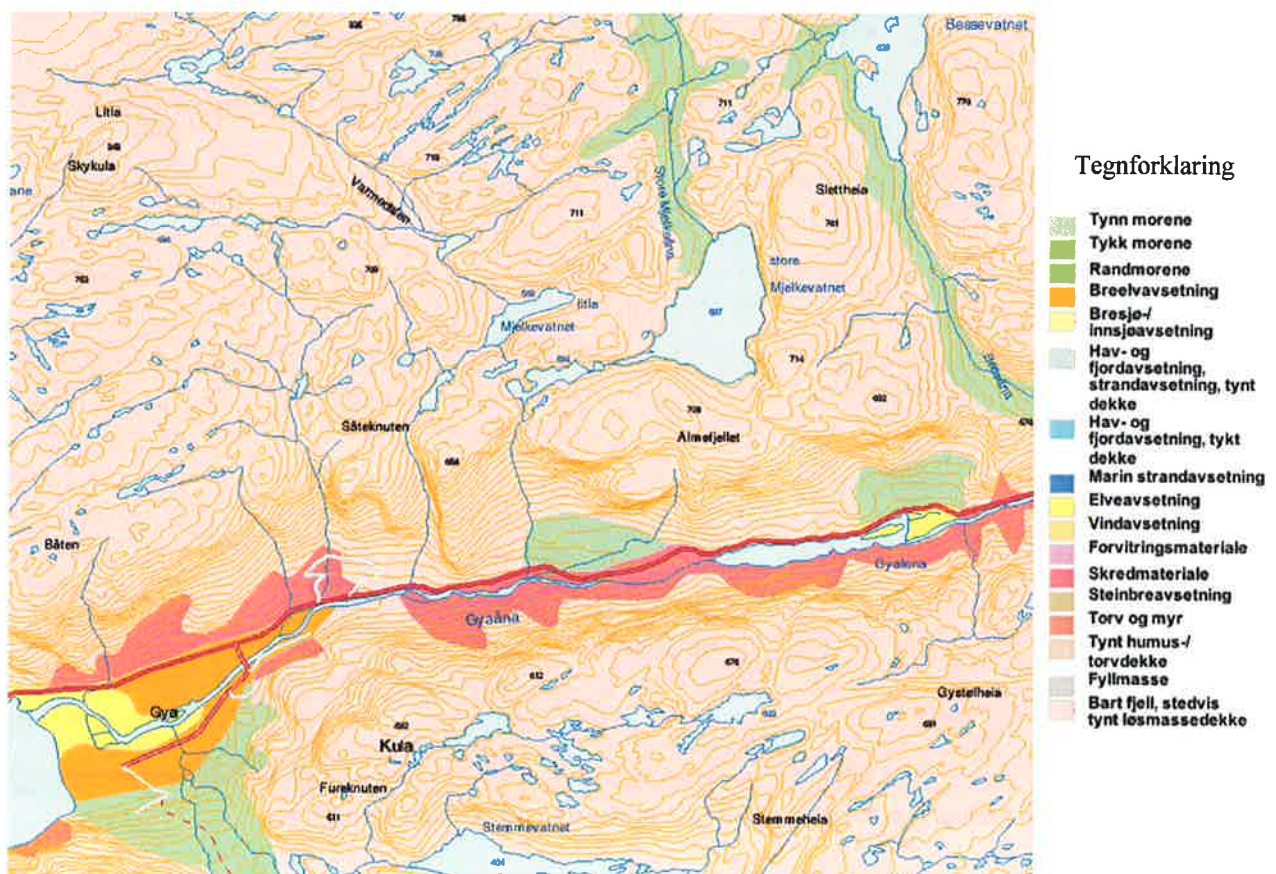
HYDROLOGISKE ENDRINGER PÅ GRUNN AV DEN PLANLAGTE KRAFTUTBYGGINGEN OG KONSEKVENSER FOR BUNNFORHOLD

1.1 Mjelkefoss Kraftverk

Vann blir overført fra Bessevatnet via en overføringstunnel med inntak 629 moh. (normalvannstad) til Store Mjelkevatnet. Tunnelutløpet i Store Mjelkevatnet er antatt å ligge mellom HRV (605 moh.) og LRV (592 moh., normalvannstand 597 moh.). Det er bratte fjellskrenter generelt rundt hele Store Mjelkevatnet, og særlig ved utløpet til overføringstunnelen. Det er foreslått en tipp like nord for utløpet (se tegningsnr. 101), men det antas at tippen plasseres langt nok fra utløpet slik at vannføringen fra overføringstunnelen ikke vil ha noen betydning for stabiliteten til selve tippmassene. Det er bart fjell eller et tynt morenedekke rundt Store Mjelkevatnet (Figur 1).

Store Mjelkevatnet tappes sammen med Nedre Mjelkeåna via tilløpstunnelen til Mjelkefossen kraftverk som får utløp i Gyaåna ved 185 moh. I elveleiet ved utløpet er det store blokker som sannsynligvis har rast ned fjellskråningen.

Besseåna fra Bessevatnet og Store Mjelkeåna vil få betydelig redusert vannføring. Gyaåna mellom Eikelandsdalen og utløpet fra Mjelkefoss kraftverk er sikret minstevannføring. Vannføringen i Gyaåna, etter utløpet til Mjelkefossen kraftverk, vil være noe redusert på grunn av overføringen av vann fra elva i Eikelandsdalen og fra bekken Joheia til Gya kraftverk med utløp i Gyavatnet.

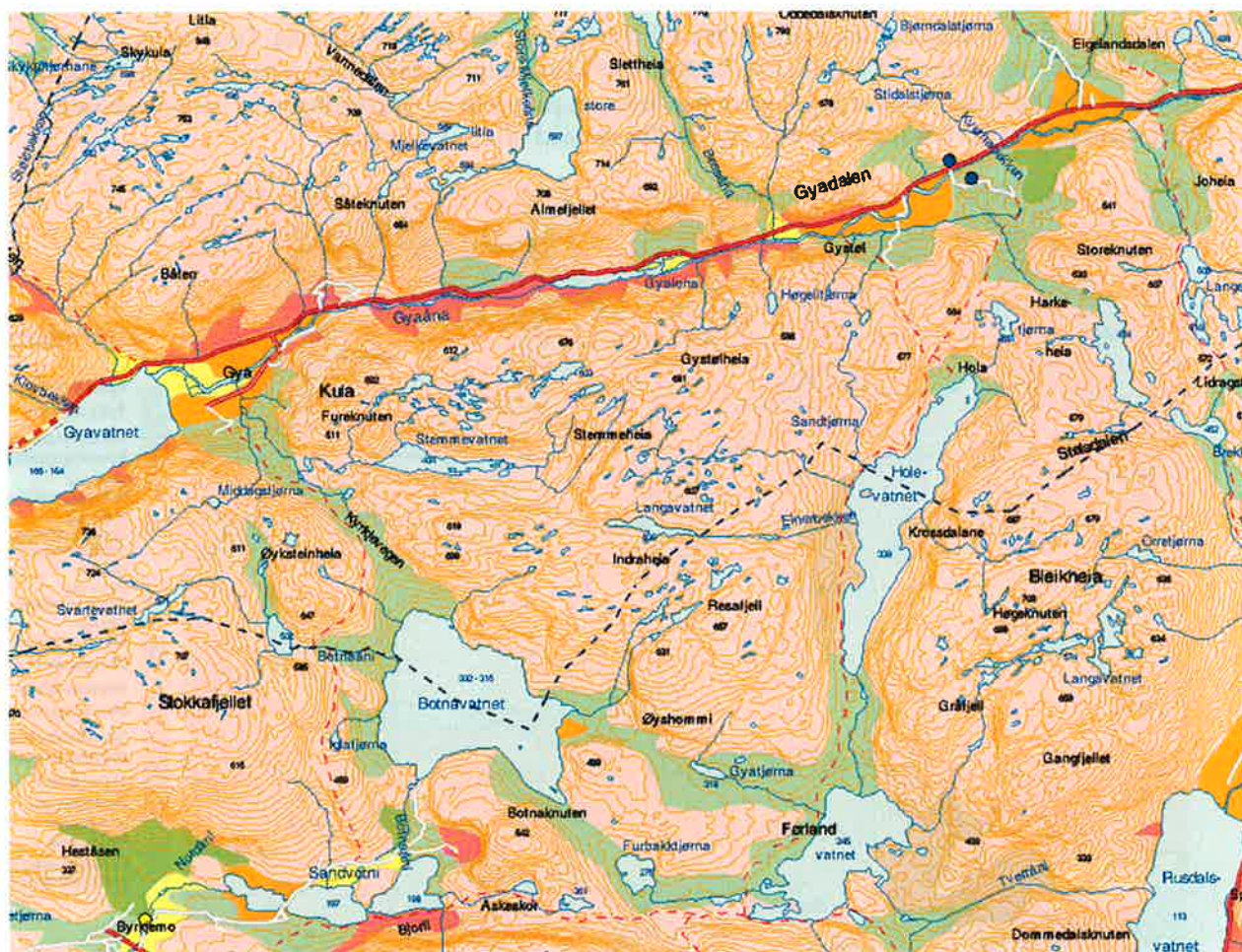


Figur 1. Kvartærgeologi ved Store Mjelkevatnet (fra NGU, www.ngu.no). Tegnforklaringen gjelder også for etterfølgende figurer over kvartærgeologi.

1.2 Gya Kraftverk

Gya kraftverk vil utnytte fallet mellom Botnavatnet og Gyavatnet. Botnavatnet har i dag avløp mot Tekseåna. Det vil være en minstevannføring i Tekseåna etter utbygging. Avløpet fra Gyaåna på ca. kote 344 moh. ved Eikelandsdalen og bekk fra Joheia overføres til Holevatnet og videre til Botnavatnet sammen med avløpet fra Holevatnet. Det vil, som nevnt, være en minstevannføring forbi Eikelandsdalen i Gyaåna. Botnavatnet har en foreløpig fastsatt tilleggsregulering mellom 290 moh. og 328 moh. Den eksisterende reguleringen er HRV = 322,5 moh. og LRV = 314,5 moh. Utløpet fra overføringstunnelen fra Holevatnet er foreslått lokalisert ca. 400 m øst for Botnavatnet, i terrenget. Avløpet fra Stemmevatnet er tatt inn på tilløpstunnelen til Gya kraftverk vha. et bekkeinntak (se tegningsnr. 100 og 101). Utløpet fra avløpstunnelen i Gyavatnet er antatt plassert under LRV.

Løsmassene ved inntakene og ved utløpene består av for det meste av tynt morenedekke og torvdekke ved Holevatnet, tynt morenedekke og breelvavsetninger ved Botnavatnet, samt tynt morenedekke og skredmateriale ved Gyavatnet. Det er ellers bart fjell på forhøyningene i terrenget (Figur 2).



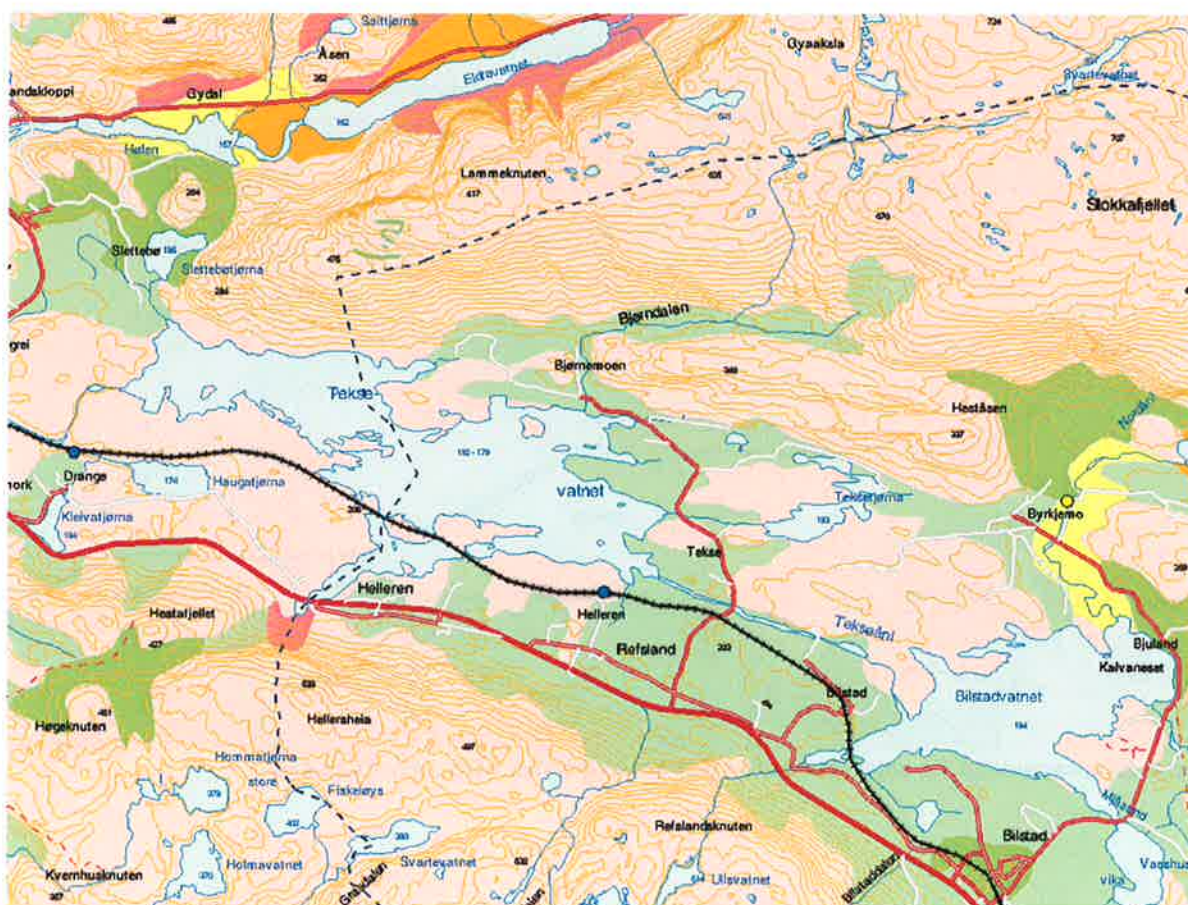
Figur 2. Kvartærgeologi for området rundt Gya kraftverk (fra NGU, www.ngu.no).

1.3 Tekse Kraftverk

Kraftverket vil utnytte fallet mellom Teksevatnet og Hølen på kote 162 moh. Det er lagt til grunn minstevassføring i Tekseåna fra Teksevatnet. Inntaket ligger i Teksevatnet som er regulert mellom kote 178,5 og 182,3 moh (se tegningsnr. 102).

Det er for det meste bart fjell i terrenget omkring Teksevatnet, med unntak av områder i øst og vest som har et tynt morenedekke. Ved utløpet til overføringstunnelen ved Hølen er det elveavsetninger. Det er også vurdert et tippområde ved utløpet ved Hølen i god avstand fra vassdraget (Figur 3).

Ved utløpet fra Tekse kraftverk i Gyaåna/Hølen vil vannføringen i Gyaåna øke noe. Tekseåna vil ha en lavere vannføring med en sikret minstevannføring.



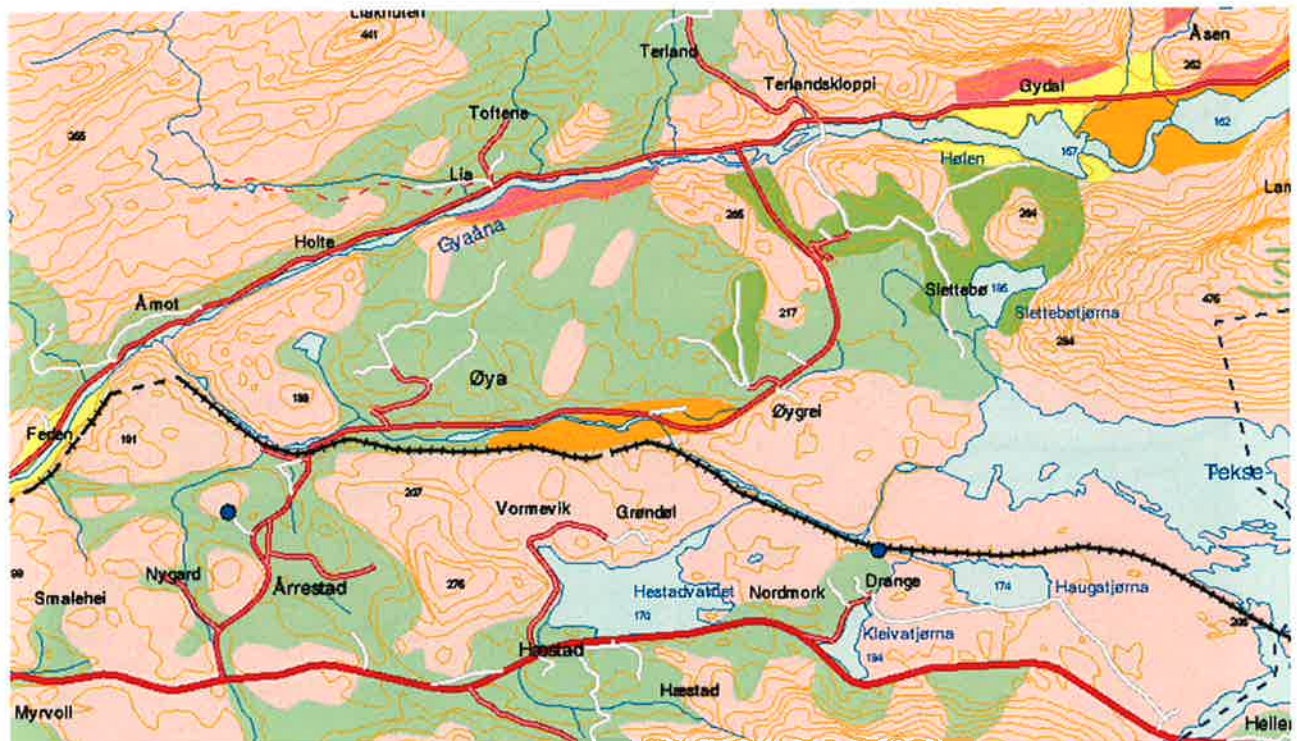
Figur 3. Kvartærgeologi for området rundt Tekse kraftverk (fra NGU, www.ngu.no).

1.4 Åmot Kraftverk

Åmot kraftverk vil utnytte fallet mellom Hølen og ca. kote 90 moh. i Gyadalsåna ved Åmot (se tegningsnr. 103). Kraftverket vil utnytte magasinene for ovenforliggende Gya, Tekse og Mjelkefossen kraftverk. Det er lagt til grunn at det slippes minstevassføring forbi inntaket i Hølen (2,5 m³/s sommerstid).

Ved utløpet fra kraftverket ved Åmot er det et tynt morenedekke og elveavsetninger langs elveløpet (Figur 4).

Mellom utløpet til Tekse kraftverk og inntaket til Åmot kraftverk vil vannføringen i Gyaåna/Hølen, som nevnt, være større enn tidligere siden Tekseåna er overført via Tekse kraftverk. Dette medfører også redusert vannføring i Tekseåna. Nedstrøms inntaket til Åmot kraftverk vil Gyadalsåna ha en redusert vannføring med en minstevannføring som er noe høyere enn ved dagens laveste vannføring.



Figur 4. Kvartærgeologi for området rundt Åmot kraftverk (fra NGU, www.ngu.no).

2 KONSEKVENSER AV KRAFTUTBYGGINGEN PÅ ELVENE OG INNSJØENE

2.1 Mjelkefoss Kraftverk

Endringer ved en utbygging av Mjelkefoss kraftverk vil omfatte reduserte vannføringer i bekkene som drenerer fra Bessevatnet, Varmedalen og Store Mjelkevatnet, samt større vannstandsendringer i selve Store Mjelkevatnet.

Besseåna, Nedre Mjelkeåna og Store Mjelkeåna har store variasjoner i vannføring i dag og elveløpet har en stor gradient fra vannene på fjellet ned til Gyaåna. Bekkene har derfor en naturlig utforming for slike forhold, dvs. finsediment er vasket bort og erosjonshuden består for en stor del av store stein og blokker der det ikke er bart fjell. En reduksjon i vannføring i disse bekkene pga. en utbygging vil ikke ha konsekvenser for erosjon/sedimentasjon i bekkeløpene.

Store Mjelkevatnet vil ha større variasjoner i vannstand, i størrelsesorden 13 meter. Det vil imidlertid ikke bety nevneverdige konsekvenser for erosjon/sedimentasjon for det berørte området ved innsjøen pga. at terrenget består av bart fjell, samt et tynt morenedekke på nordsiden av vannet.

Vannføringen fra utløpet av overføringstunnelen fra Bessevatnet vil kunne ha betydning for stabiliteten til tippmassene dersom tippmassene er lagret for nær utløpet.

Ved utløpet fra Mjelkefoss kraftverk er det store stein og blokker i Gyaånas elveløp. Dette er registrert i NGUs kartverk over breelvvassetninger i området. Utløpet fra kraftstasjonen må utformes slik at det ikke oppstår erosjon i og ved elveløpet der avløpsvannet kommer.

2.2 Gya Kraftverk

Endringer ved en utbygging av Gya kraftverk vil omfatte reduserte vannføringer i Gyaåna nedstrøms Eikelandsdalen, i bekken fra Joheia, i utløpene fra Holevatnet og Botnavatnet, og i bekken fra Stemmevatnet nedstrøms bekkeinntaket, samt større vannstandendringer i selve Botnavatnet. Utløpet fra Gya kraftverk er forutsatt ført under vannstanden i Gyavatnet. Det forutsettes at det ikke blir nevneverdige variasjoner i vannstanden i Holevatnet.

Utløpet fra overføringstunnelen til Holevatnet forutsettes plassert/orientert slik at det ikke blir unødvendig erosjon i strandsonen etter anleggsfasen pga. vannføringen ut av tunnelen. Det er registrert et tynt morenedekke i dette området.

Overføringstunnelen til Botnavatnet fra Holevatnet er inntegnet slik at utløpet ligger ca. 400 m fra dagens strandsonen (se tegningsnr. 101). Mellom utløpet og strandsonen er det registrert et tynt morenedekke og en breelvvassetning som kan bli erodert, dersom overføringstunnelens utløp ikke føres til LRV. Det er også antydning av en tipp i samme område ved tunnelutløpet. Hensyn må tas slik at tippmassene ikke blir berørt av vannføringen fra overføringstunnelen. (Tilpasses forholdene)

Utløpet fra Gya kraftverk er inntegnet slik at utløpsvannet ser ut til å bli ført forholdsvis nær Gyadeltaet. Deltaskråningen under vannspeilet kan være forholdsvis ustabil. Det er også mulig at det er skredmateriale i fjellskråningen der utløpstunnelen går ut i innsjøen. (Tilpasses forholdene)

På grunn av den større magasineringen i Botnavatnet vil det være en utjevning av flommer nedstrøms Botnavatnet, og dermed et redusert potensial for erosjonsproblemer i det tilhørende vassdraget. Det vil imidlertid være større variasjon i vannstand i innsjøen slik at erosjon i viker med løsmasser og i lia på vestsiden av vannet vil sannsynligvis øke noe.

På tegning 101 er vist tipp med steinmasser i strandkanten i østenden av Gyavatnet. Dette vil hjelpe mot bølgeerosjon ved strandkanten, særlig ved delta- og vifteavsetningene til hhv. Gyaåna og bekken fra Skinelddalen. Det kan imidlertid oppstå hendelser (sjelden) i Gyaåna under/etter kraftig vannføring i elva at det avsettes banker med løsmasser i elva oppstrøms tippmassene. Dette kan medføre til at elva prøver å finne andre strømningsveier men blir hindret av tippmassene å strømme ut til Gyavatnet, med økt oversvømmelse som konsekvens. (Tilpasses forholdene)

2.3 Tekse Kraftverk

Endringer ved en utbygging av Tekse kraftverk vil omfatte redusert vannføring i Tekseåna, med en sikret minstevannføring, samt en samlet større vannføring i Gyaåna/Hølen før inntaket ved Åmot.

Kraftstasjonsutløpet munner ut ved registrerte elveavsetninger som kan bli erodert ved et konsentrert utslipp. Det er også antydning mulige plasseringer av tippmasser i samme området som også må sikres mot erosjon.

2.4 Åmot Kraftverk

Endringer ved en utbygging av Åmot kraftverk vil omfatte redusert vannføring i Gyadalsåna mellom inntaket og utløpet, men med en sikret minstevannføring. Før inntaket og etter utløpet er det antydning (Norconsult, 2008) en høyere vannføring enn ved dagens forhold. Nedenfor utløpet skyldes økningen overført vann fra Hølevatnet, dessuten blir fordelingen noe annerledes enn i dag på grunn av økte reguleringer.

Ved utløpet ved Åmot er det et tynt morenedekke og elveavsetninger langs elveløpet. Utslipp av vannet fra utløpet kan forårsake erosjon i sedimentene, dersom tiltak ikke sikrer mot dette.

Elveløpet er ellers utviklet i forhold til dagens vannføringsforløp. Etter en utbygging er det antydning at vannføringsforløpet vil være tilnærmet lik dagens situasjon, med unntak av at det vil være en større vannføring under lavvannføringsperioder. Bortsett fra ved selve utløpspunktet, er det ubetydelig risiko for erosjon.

2.5 Isforhold

Isforhold ved en utbygging (NVE, 2008) ser ikke ut til å gi forhold som vil kunne bety økt erosjon langs elveskråningene.

2.6 Øygreifoss Kraftverk

Ved endret drift i Øygreifoss kraftverk med en økt slukeevne/endret kjøremønster, medfører dette en senkning i Kvålsvatnet. Senkningen resulterer i en endret erosjonsbasis i vannet og i vassdraget lengre oppstrøms. Dette kan medføre noe erosjon i Kvålsvatnet og i vassdraget like oppstrøms vannet.

3 AVBØTENDE TILTAK

3.1 Mjelkefoss, Tekse og Åmot kraftverker

Det er viktig at området rundt utløpet fra kraftverkene sikres mot erosjon. Det vil bl.a. bli anlagt plastring mm. ved utløpet til Åmot kraftverk.

3.2 Gya Kraftverk

Utløpet fra overføringstunnelen mellom Hølevatnet og Botnavatnet anbefales ført ut i Botnavatnet under LRV for å hindre erosjon i løsmassene mellom LRV og HRV.

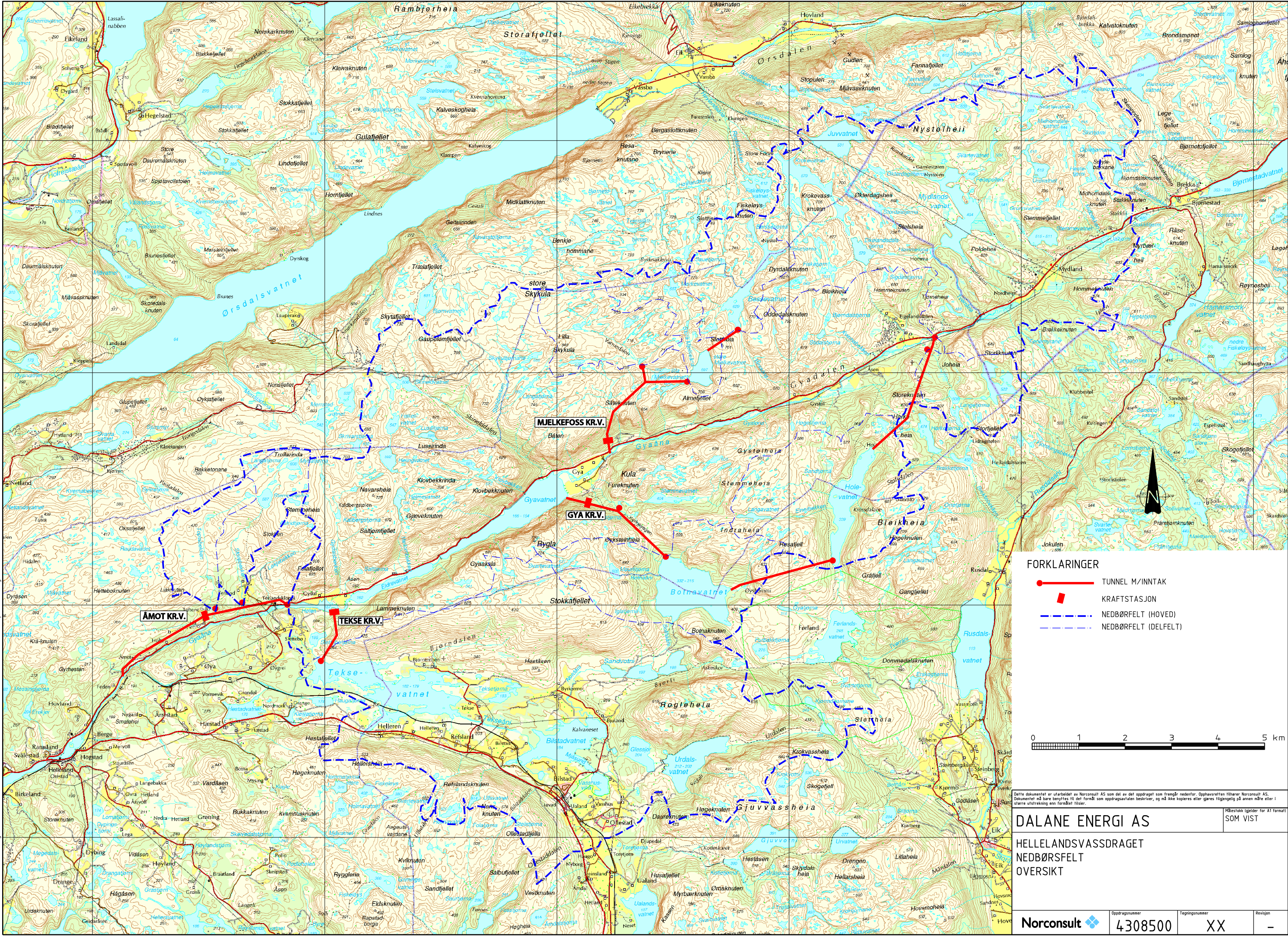
Det anbefales at utløpet i Gyavatnet føres under vannstanden og langt nok fra Gyadeltaet til å hindre innvirkning på løsmassene på deltaskråningen ifm. skråningsstabilitet. Det er mulig at tippmassene på strandkanten vil kunne bistå med å sikre mot erosjon fra utløpet i Gyavatnet, men dette bør i så fall dokumenteres på stedet ved å vise mektighet og utstrekning til tippmassene i deltaskråningen under vannivået.

Plassering av tippmassene i strandkanten til Gyadeltaet bør begrenses slik at ikke tippmassene vil fungere som en oppdemning på vannstrømningen ut mot Gyavatnet ved sjeldne hendelser der Gyaåna måtte finne andre strømningsveier enn dagens elveløp.

4 REFERANSER

Norconsult AS (2008): Hellelandsvassdraget, Hydrologisk rapport, Dalane Energi IKS.

NVE (2008): Kraftutbygginger i Hellelandsvassdraget, Virkninger på vanntemperatur- og isforhold, Dalane Energi IKS.



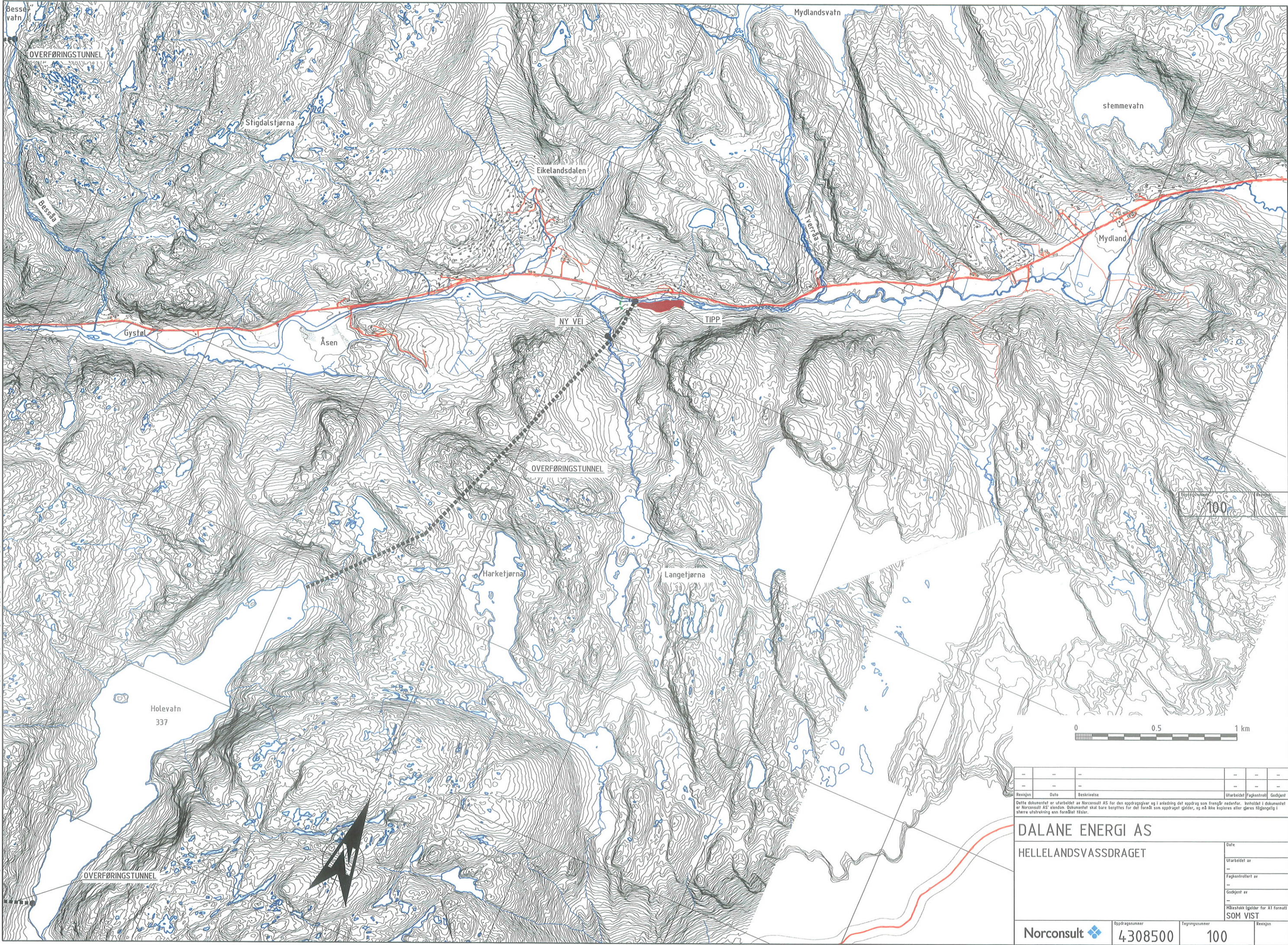
- FORKLARINGER**
- TUNNEL M/INNTAK
 - KRAFTSTASJON
 - NEDBØRSFELT (HOVED)
 - NEDBØRSFELT (DELFI)



Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrækning enn formålet tilsier.

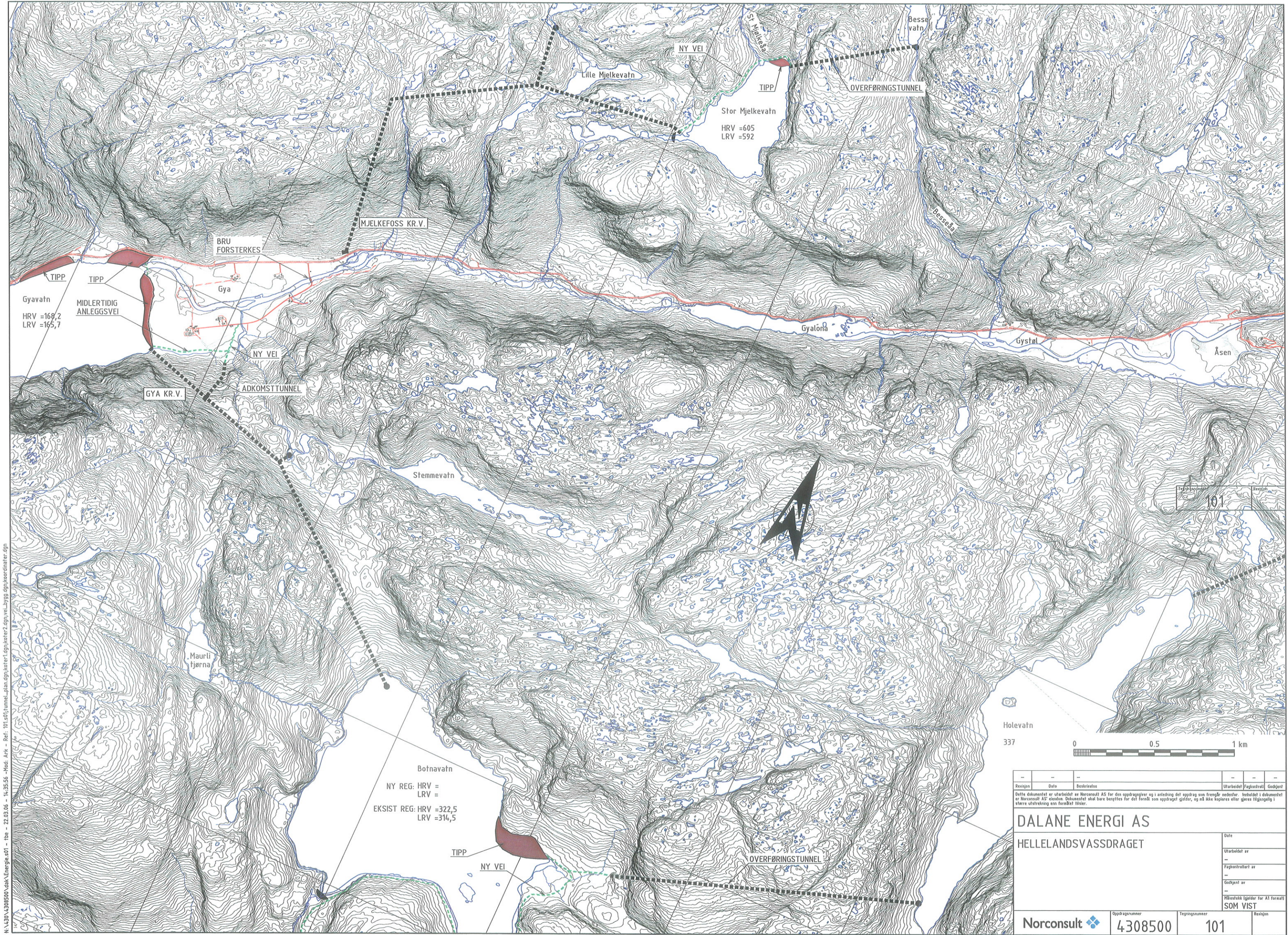
DALANE ENERGI AS Målestokk (gjelder for A1 format) SOM VIST

HELLELANDSVASSDRAGET
NEDBØRSFELT
OVERSIKT



R:\3014\308500\vak_Energid\01 - fbe - 03.04.06 - 13.26.06 - Mod. Ark - Ref. 100\01\tunnel_plan.dgn;koter1.dgn;koter2.dgn;vei_bygg.dgn;koordinater.dgn;TYERRAANA.dgn

--	--	--	--	--	--
--	--	--	--	--	--
Revisjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent
Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS for den oppdragsgiver og i anledning det oppdrag som fremgår nedenfor. Innholdet i dokumentet er Norconsult AS' eiendom. Dokumentet skal bare benyttes for det formål som oppdraget gjelder, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig i større utstrækning enn formålet tilsier.					
DALANE ENERGI AS					
HELLELANDSVASSDRAGET					Dato:
Utarbeidet av:					
Fagkontrollert av:					
Godkjent av:					
Målestokk (gjelder for A1 format)					SOM VIST
Norconsult		Oppdragsnummer	4308500	Tegningsnummer	100
					Revisjon



N:\430\4308500\dak\Energie.101 - fba - 22.03.06 - 14:35:56 -Mod. Ark - Ref: 101.s01\tunnel_plan.dgn\korert.dgn\korert.dgn\veibyggs.dgn\koordinater.dgn

Revisjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent
1	22.03.06	101.s01\tunnel_plan.dgn\korert.dgn\korert.dgn\veibyggs.dgn\koordinater.dgn			

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS for den oppdragsgiver og i anledning det oppdrag som fremgår nedenfor. Inneholdet i dokumentet er Norconsult AS' eiendom. Dokumentet skal bare benyttes for det formål som oppdraget gjelder, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig i større utstrekning enn formålet tilsier.

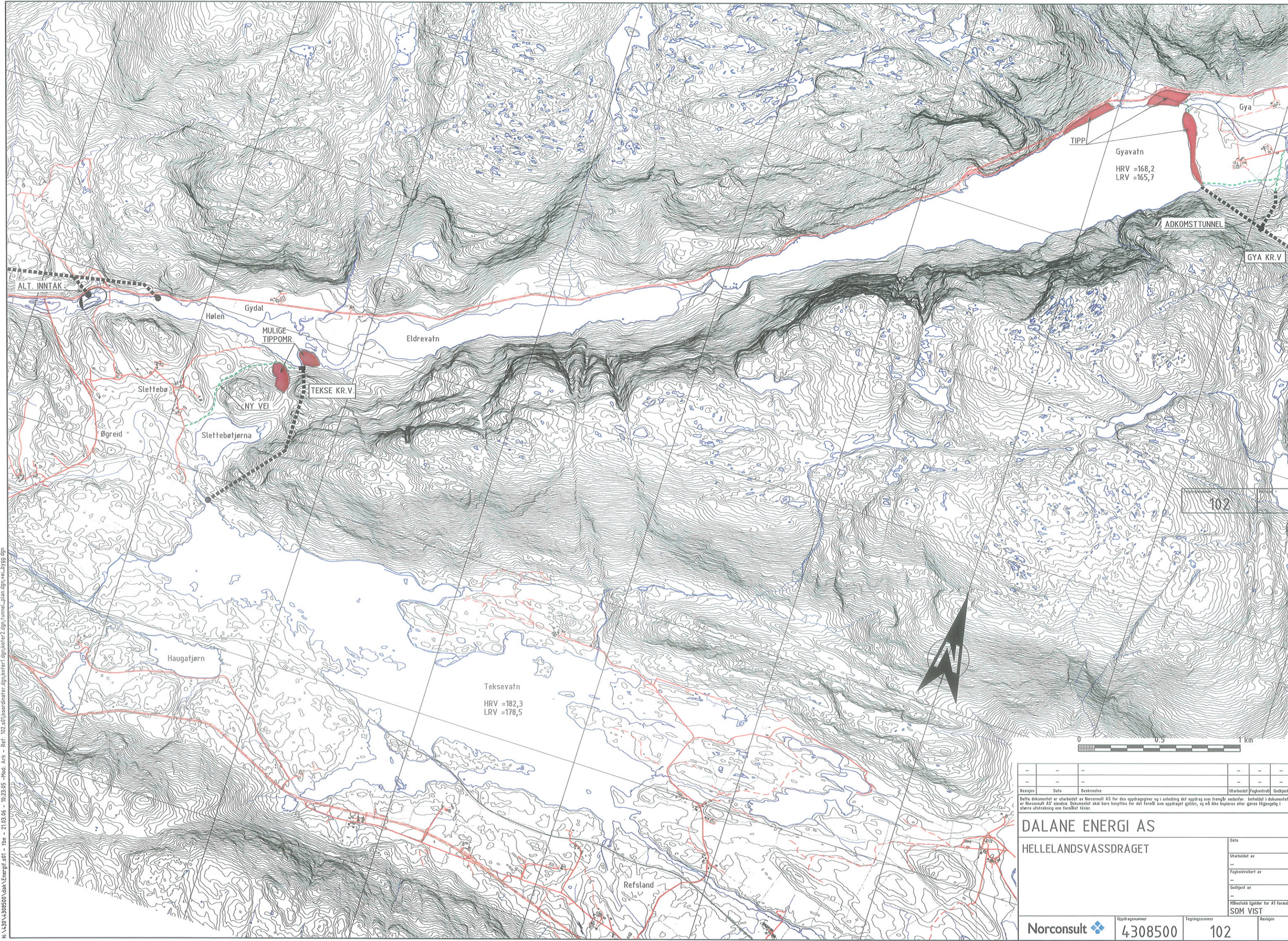
DALANE ENERGI AS

HELLELANDSVASSDRAGET

Date
Utarbeidet av
Fagkontrollert av
Godkjent av
Målestokk (gjelder for A1 format)
SOM VIST

Norconsult	Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon
	4308500	101	

N:\430\4308500\Wak Energi\401 - tbe - 21.03.06 - Ref. 102.s01\koordinater.dgn;koter1.dgn;koter2.dgn;tunnel_plan.dgn;vei_bygg.dgn



102

Revisjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent
--	--	--	--	--	--
Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS for den oppdragsfører og i anledning det oppdrag som fremgår nedenfor. Innholdet i dokumentet er Norconsult AS' eiendom. Dokumentet skal bare benyttes for det formål som oppdraget gjelder, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig i større utstrekning enn formålet tilsier.					
DALANE ENERGI AS					Date
HELLELANDSVASSDRAGET					Utarbeidet av
					Fagkontrollert av
					Godkjent av
					Hilsestikk (gjelder for A1 formål)
					SOM VIST
Norconsult		Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon	
		4308500	102		