

VEDLEGG 11:

NOTAT: INGENIØRGEOLOGISKE VURDERINGAR

NOTAT

Konsesjonssøknadar, Norddal

Notat nr.:
01

Dato
13.12.2012

Til:

Navn	Firma	Fork.	Anmerkning
Ivar Oppheim	SFE		

Kopi til:

Fra:

Mari Nilsen Ervik	Sweco Norge AS
-------------------	----------------

Ingeniørgeologiske vurderingar. Konsesjonssøknadar, Norddal.

Bakgrunn og hensikt

Sogn og Fjordane Energi AS (SFE) har engasjert Sweco til å utarbeide konsesjonssøknadar for fire småkraftverk i området Norddalsfjorden, Flora. Områda er Litlevatnet, Hestedalsvatnet, Grønskredvatnet og Myrbærdalen. Kart over utbyggingsplanane er vist i vedlegg 1. Ein meir detaljert oversikt finnes i konsesjonssøknadane for dei fire kraftverka.

I samanheng med utreiing av desse planane vart det utført ei synfaring av området 3.-4. juli 2012. For Sweco deltok Sigri Scott Bale, Egil Vartdal og Mari Nilsen Ervik. For SFE deltok Ivar Oppheim. Synfaringa vart delvis utført til fots og delvis ved bruk av helikopter.

Det vart gjort ei grov kartlegging av ingeniørgeologiske forhold ved dei planlagde inntaka, langs delar av tunneltraseane, og ved utløpa. Dette notatet beskriv dei ingeniørgeologiske vurderingane for utbyggingsplanane, og bygger på tilgjengeleg grunnlagsmateriale og observasjonane i felt.

Observasjonar

Generelt

Topografi

Landskapet i området er ein del av Hornelsbassenget /1/. Dette er ein svært karakteristisk landskapsform der lagdelinga opptre som trappetrinn i naturen, sjå eksempel i bilete 1 i vedlegg 2. Hovudlaga er minst 200 m tjukke og har som regel ei helling på 25° mot aust. Det har etter kvart skjedd folding eller rotering av strukturane. Retninga til trappetrinnsstrukturane varierer derfor i ulike område. Ofte er to ulike retningar på lagdelinga avskåre av ei fordypning i form av ei elv eller annan svakheitssone, sjå eksempel i bilete 2, vedlegg 2.

Lausmassar

Lausmassane i området består i følge kvartærgeologisk kart frå NGU av bart fjell med tynt dekke her og der, skredmateriale, elveavsetningar og enkelte stader med tynn morene. Ved utløpet til Norddalselva ved Norddal er det påvist breelvavsetningar. Vedlegg 3 viser kvartærgeologisk kart frå NGU over området.

Berggrunn

Vedlegg 4 viser NGU sitt berggrunnskart over området. Området er delt inn i to forskjellige geologiske regionar, kaledonske og devonske bergartar.

Bergartane danna i den kaledonske fjellkjedefoldinga ligg omtrent sør for Litlevatnet og Storevatnet. Desse er kvartsitt, glimmerskifer og gneis av charnockittisk karakter. Resten av området som ligg i det planlagde område for kraftverka er sedimentærbergartar i form av sandstein og konglomerat. Desse er frå den geologiske perioden Devon som fann sted for 350-400 millionar år tilbake.

Bergmassen i området er for det meste lite oppsprukken. Det finnes derimot område med eit noko høgare oppsprekkingstal. Som regel opptre det 3 sprekkesett.

Retninga til sprekkene varierar noko mellom lokalitetane og er derfor omtalt under avsnitta som omhandlar kvart kraftverk.

Kløfter og fordypningar i terrenget omtalast ofte som lineament og definerast som regionalt utstrakte, rette eller kurva topografiske trekk som ein antek er overflatespor av regional inhomogenitetar i jordskorpa. Inhomogenitetane kan vere brot, sprekkesoner, folder, bergartsgrenser med meir. Ofte renn det bekker og vatn gjennom desse. Bergmassen er prega av gjennomsettande/uthaldande sprekker.

Hydrogeologi

Det renn fleire bekker og elver i frå vatna i området. Dei planlagde tunneltraseane vil passere under enkelte av desse. Det er også nokre mindre vatn som vil ligge i område over enkelte av tunneltraseane.

Rundt Hestedalsvatnet, Litlevatnet og vestsida av Storevatnet er det område med myr i terrenget. Tunnelalternativa frå Litlevatnet vil passere under eit lite myrområde rett sør for inntaket. Tunneltraseen frå Hestedalsvatnet vil også ha myr i nærleiken av område over tunneltraseen.

Litlevatnet kraftverk

Utbyggingsplanane for Litlevatnet kraftverk har to alternativ:

Primæralternativet, alt. A, består av 500 m tunnel (minstetverrsnitt), 15 m røyr i tunnel og 430 m nedgreve røyr. For alternativ A er kraftstasjonen planlagt å ligge i dagen.

For sekundæralternativet, alt. B, er kraftstasjonen planlagt i fjell. Vassvegen består av 830 m tunnel (minstetverrsnitt) og 130 m røyr i tunnel. Vatnet blir leia ut i Norddalselva via ein 20 m lang avløpstunnel. I tillegg skal det byggast ein 50 m lang adkomsttunnel (tverrsnitt 25 m²).

Inntak:

Inntaka for dei to alternativa er planlagt i same område ved Litlevatnet (kote 94), sjå bilete 3 i vedlegg 2. Berget over påhogget stig raskt på. Berget er bart med tynt lausmassedekke her og der. Bergarten er ein glimmerskifer. Sprekkeplana er bølget og ru med noko glatt sprekkebelegg.

Orienteringa til sprekkesetta er:

N90°/ 40°NV (lagdeling)

N40°Ø/50-70°NV

N40°Ø/70°SØ

Bergmassen karakteriserast som lite til moderat oppsprukken. Berget er noko overflateforvittra. Høgre opp i skråninga er berget mindre skifrig og tilsynelatande meir kompetent. Det er nokre overheng og delvis avløyste blokker her.

Trasé:

Alternativ A: Tunnelen vil gå gjennom ein høg fjellknaus. Bergoverdekninga stig straks på til 100 m. Den vil passere under eit lite myrområde og eit mindre vatn. Elles er det bart berg med tynt vegetasjonsdekke enkelte stader.

Alternativ B: Tunneltraseen går litt vest for tunneltraseen til alternativ A. Den vil gå gjennom den same fjellknausen, men følgje den over ei lengre strekning. Der overflata ligg på ca. kote 75, vil tunnelen endre retning mot søraust og passere vegen/stien som ligg på ca. kote 60. Siste bit ligg inn i ein kolle nær Norddalselva.

Utløp:

Utløpet for vassvegen ligg ved Norddalselva

Alternativ A: Påhogg for tunnelen på utløpssida for primæralternativet, A, ligg i ei bratt og høg fjellside på sørsida av fjellknausen, sjå bilete 4 i vedlegg 2. Bergarten er ein kvartsitt som er oppsprukke i 3 retningar. Berget framstår som massivt med få, men uthaldande sprekker.

Observerte sprekkesett:

N90°/0° (folder seg litt i begge retningar)

N0-10°Ø/90°

N80°V/80-90°S

Det vart observert skredmassar lengre sør i grøfta langs vegen, sjå bilete 4.

Alternativ B: Påhogget for utløpet er tenkt lagt ifm. kraftstasjon i fjell. Det var mykje lauv og annan skogvekst i området på synfaringsdagen, sjå bilete 5 vedlegg 2. Området for utløpet og kraftstasjonen var derfor noko skjult. Det synbare berget hadde ein massiv karakter nede ved elva. Bergarten er ein gneis. På oversida av vegen/stien er bergmassen noko meir oppsprukken. Truleg er den lite synbare bergmassen ved påhoggssted ved elva av same karakter. Det er ikkje gjort grundigare undersøkingar for adkomsttunnel og utløpstunnel.

Det ligg ein god del større blokker i område ved elva der det planlagde utløpet for begge alternativa er plassert.

Hestedalsvatnet kraftverk

Inntak:

Inntaket er planlagt ca. ved kote 286, om lag 150 m nedanfor utløpet av Hestedalsvatnet, oppstrøms Hestedalsfossen, sjå bilete 6 vedlegg 2. Kraftstasjonen er planlagt plassert i dagen. Det ble observert sandstein og konglomerat i området rundt inntaksområdet. Området er dekt av eit tynt dekke med morenemasser. Bergblotningar synes her og der. Det vart ikkje observert berg i dagen nøyaktig på staden påhogget for inntaket er tenkt. Her er berget dekket av lausmasse.

Observert sprekkesett i området (overflateparallel oppsprekking/lagdeling):
N80°V/25°N

Trasé:

Vassvegen er planlagt utført med 310 m bora sjakt (D=1,2) og 350 m røyr i tunnel. Total lengde blir 660 m. Frå inntaksområdet er traseen planlagt sør for og dels parallell med Hestedalsfossen. Her er lausmassane frå karta til NGU angitt som tynn morene. Det er ikkje utført synfaring i terrenget. Tett vegetasjon på overflata gjer det vanskeleg å sjå eventuelle markerte søkk i terrenget på flyfoto.

Utløp:

Utløpet er planlagt sør for Hestedalselva rundt kote 97. Bergryggen er vist i bilete 7, vedlegg 2. Lausmasseoverdekninga består av tynn morene og dels bart berg. Det observerte berget i nærleiken av påhogget har få, men gjennomsettande sprekker, sjå bilete 8.

Observerte sprekkesett:

N80°Ø/20-30°SØ (lagdeling)
N20-30°V/70°SØ
N80°Ø/80°SV

Grønskredvatnet kraftverk

Inntak:

Inntaket vil ligge på kote 534, sjå bilete 9 i vedlegg 2. Området består av bart fjell med noko vegetasjonsdekke her og der. Det ble observert skredmassar ved utløpet til Grønskredfossen. Bergarten er sandstein. Det ble observert 3 markerte sprekkesett i bergmassen som blir karakterisert som moderat oppsprukken:

N40°Ø/70°SØ
N40°V/60°NV
N90°/30°S

Trasé:

Vassvegen vil vere ei 600 m lang bora sjakt (D=0,9), 750 m røyr i tunnel (D=0,8 m) og 50 m nedgrave røyr inn til kraftstasjonen.

Terrenget over første del av traseen består stort sett av bart fjell med tynt lausmassedekke. Nærast påhoggsområdet ved utløpet er det tynn morene.

Traseen passerer under nokre markerte lagdelingar i terrenget og elva ned til Grønskredfossen. På flyfoto er det også observert 2-3 markerte svakheitar i terrenget som ligg sørvest for, men parallelt traséforslaget.

Utløp:

Utløpet er planlagt ved Storevika ved Storevatnet. Påhogget til sjakta i berg vil kome på ca. kote 120.

Lausmassane er morene med ein del store blokker. Storleiken på blokkene ble observert opp mot 10 m³, sjå bilete 10.

Bergarten er sandstein og bergmassen blir karakterisert som lite oppsprukken.

Orienteringa til dei observerte sprekkesetta over påhogget:

N80°Ø/40°NV

N90°/50-60°S

N20-30°Ø/80°NV

Overførselstunnel:

Det er planlagt ein overførselstunnel/sjakt frå Vatn 731 (Ludvikbotn) til Grønskredvatnet.

Vatn 731 og delar av området rundt var dekt med snø under synfaringa. Området har tynt eller ingen vegetasjonsdekke. Bergarten er ein sandstein med 3 markerte sprekkesett. Bergmassen generelt er lite til moderat oppsprukken. Det vart observert 2 svakheitssonar ved sørsida av vatnet der eit ev. påhoggsområde kan vere aktuelt. Den eine sona ligg i ei elv som kan følgjes ned til Fessevatnet i søraust (Ludvikbotneelva). Den andre sona går frå vatnet og endar opp i Grønskredvatnet sør-sørvest. Påhogget til overførselstunnelen er planlagt å leggest mellom dei to svakheitssonene. Vassvegen er tenkt å gå i retning søraust fram til svakheitssona i vest der vatnet kan renne fritt ned til Grønskredvatnet, sjå kart i vedlegg 1.

Myrbærdalen kraftverk

Myrbærdalen kraftverk er planlagt å utnytte vassfallet mellom Myrbærdalsvatna (kote 294) og Fessevatnet (kote 133). Myrbærdalen kraftverk vil bestå av bora sjakt på 600 m (D=1,2) og 280 m røyr i tunnel (D=1,1 m).

Inntak:

Inntaksområde er planlagt i ei tilsynelatande steil bergside i den nordvestre delen av Myrbærdalsvatna, sjå kartskisse i vedlegg 1 og bilete 11 i vedlegg 2. Lausmassane i området er bart berg med tynt vegetasjonsdekke her og der. Bergartane i området ligg i ei

lagvis veksling mellom konglomerat og sandstein, sjå bilete 12 i vedlegg 2. Inntaket ligg ulendt til og det er ikkje utført eksakte innmålingar.

Trasé:

Traseen går frå Myrbærdalsvatna til bukt aust i Fessevatnet. Traseen ligg i område med sandstein og konglomerat. Over traseen er det noko skog, elles bart berg. Det er ei større kløft/sone i terrenget som ligg i nærleiken av den planlagde tunnelen. I tillegg inneheld bergmassen nokre svært markerte soner langs lagdelinga. Lagdelinga har strøk i nordaustleg-sørvestleg retning og faller ca. 25° mot søraust.

Traseen passerer under nokre mindre vatn.

Utløp:

Utløpet er berre observert frå helikopter og ved studie av flyfoto. Utløpsområdet har bart berg med noko tynt vegetasjonsdekke enkelte stader. Bergmassen består av få og markerte sprekkesett.

Dam:

I utløpet av Myrbærdalsvatna vart det observert store mengder skredmassar. Sør for utløpet ligg det ei forholdsvis bratt fjellside (Sjølvs kotlægdene) med spor etter ferske skred. Det vart også observert delvis avløyste blokker oppe i fjellsida.

Vurderingar

Generelt

Dei devonske bergartane medfører vanlegvis ikkje større stabilitetsproblem ved tunneldriving /1/. Kvartsinnhaldet er ofte høgt og dette kan føre til stor borslitasje og lav borsynk. Det same gjeld dei kaledonske bergartane, kvartsitt og gneis, som opptrer i det råka området.

Tunneltraseane må plasserast slik at dei i størst mogleg grad unngår å bli råka av svakheitssoner eller andre forsenkningar i terrenget. Sonene framtrer gjerne i form av bekker, elver eller kløfter. Det er også usikkert korleis den trappetrinnsforma lagdelinga opptrer nedover i bergmassen og om dette kan skape vanskeligheitar for drivinga. Ved sprenging oppstår det ofte brudd langs lagdelinga i slike strukturar, noko som kan ha betyding for overmasser og tunnelprofilet /2/. Dersom det ikkje er mogleg å leggje tunneltraseane vekk frå enkelte soner, bør dei leggjast mest mogleg vinkelrett. Ein bør unngå at tunnelane blir lagt langs slike strukturar over lengre distansar.

Ei vidare detaljering av påhogg og trasé må skje i neste fase av prosjektet for å optimalisere plasseringane.

Det er ikkje venta stabilitetsproblem som følgje av høge bergspenningar i området. I område med lav bergoverdekning, for eksempel ved tunnelpåhogg og inntak/utløp, vil ein kunne oppleve redusert innspenning av bergmassen.

Vasskraftanlegg er komplekse konstruksjonar som inneheld tunnelar med ulike funksjonar. Sikringsfilosofien vil vere i høve til dette. Til dømes vil ein kunne tillate mindre blokknedfall i ein ufora vassunnel, medan ein kraftstasjonshall, adkomsttunnel eller trafohall må sikrast mot den type nedfall. Stabilitetssikringa i området vil stort sett kunne utførast ved bolting og fiberarmert sprøytebetong.

For alle vasskraftprosjekt med ufora vassveg, er bergmassen si innspenning avgjerande. For å unngå hydraulisk splitting av bergmassen, må minste hovudspenning vere større enn vasstrykket. Det nyttast normalt ein sikkerheitsfaktor på 1,4 ved dimensjonering. Vurdering av sikkerheit mot hydraulisk splitting ved dei ulike alternativa, må utførast i seinare fasar av prosjektet.

Permeabilitet:

Det er venta at bergmassen har høg permeabilitet pga. dei uthaldande sprekkesystema som pregar bergartane.

Litlevatnet

Inntak:

Bergmassen i inntaksområdet er noko forvitra, men sannsynlegvis er dette mest på overflata. Fjellsida der påhogget kjem er høg og bratt og bergoverdekning blir vurdert som tilstrekkeleg. Det ligg nokre blokker høgare oppe i fjellsida som bør kontrollerast og eventuelt sikres før etablering av påhogget.

Trasé:

Det ligg myr og vatn på overflata, nærast traseen til tunnelalternativ A. Tunnelen har over 100 m bergoverdekning på staden. Både vatnet og myra er av liten storleik og det verkar usannsynleg at dette kan skape problem for tunneldrivinga. Det bør uansett utførast ein nærare vurdering i prosjekteringsfasen.

Det er ikkje påvist større svakheitssoner i område for traseane. Dette må studerast nærare i neste fase for optimalisering av traseen.

Utløp:

Alternativ A: Det er tilsynelatande massivt og kompetent berg for påhogget på utløpssida for dette alternativet. Ein bør sjå at det ikkje er potensielle lausneområde for steinsprang over påhogget i detaljprosjekteringa.

Alternativ B: Fjellsida stig bratt på i området der kraftstasjonen er planlagt. Bergmassen er lite oppsprukke og det er ikkje registrert større svakheitar i berggrunnen på staden. Det blir derfor vurdert som gode moglegheiter for etablering av kraftstasjon i fjell. Lengderetninga til kraftstasjonen må orienterast slik at slik at ein oppnår ein størst mogleg vinkel til hovudsprekkeretningane. Vidare undersøkingar for etablering av kraftstasjon, adkomsttunnel og utløpstunnel må gjerast i neste fase av prosjektet.

Det må truleg påreknast ein del spretting av blokker for etablering av kraftstasjon i område for alternativ A eller for tilkomst til kraftstasjonen for alternativ B.

Hestedalsvatnet

Inntak:

I prosjekteringsfasen må ein finne dybden til fjell i inntaksområdet for å optimalisere plasseringa. Dybden kan finnes ved fjellkontrollboringar eller refraksjonsseismikk.

Trasé:

Traseen er plassert sør for Hestedalsfossen som truleg er ei svakheitssone. Det er noko usikkert om det kan vere fleire svakheitssonar som kan ha negativ innverknad på sjakta eller tunnelen. I ein detaljeringsfase bør trasévalget optimaliserast etter nøyere synfaring i terrenget, eventuelt frå helikopter.

Utløp:

Det vart ikkje gjort eksakte målingar på staden der påhogget for utløpet er planlagt. Det er derimot gjort fleire observasjonar i området rett ved. Bergmassen blir vurdert som kompetent og massiv og gode moglegheiter til å etablere eit påhogg.

Grønskredvatnet kraftverk

Inntak:

Det er ein del skredmassar i området og fare for nye steinsprang blir vurdert som høg. Ein må ta omsyn til at påhogget plasserast slik at framtidige skred ikkje kjem i konflikt med inntaket. Observasjonane tyder på at det er meir skredmassar vest for utløpet av Grønskredvatnet enn i aust. Dette har årsak i at området i aust ligg meir stabilt som følge av retninga til sprekesetta i området. Det anbefalast derfor å plassere påhogget på austsida.

Trasé:

Slik traseen er planlagt, vil ein passere under Grønskredfossen. Dette er truleg ei svakheitssone. Forløpet til sona ned i grunnen er uviss, men vil sannsynlegvis uansett ikkje følgje sjakta over lengre strekning. Dei markerte søkka i terrenget som ble observert på flyfoto, ligg tilnærma parallelt traseen. Traseen vil også måtte passere under nokre av dei markerte lagdelingsstrukturane i terrenget.

Det blir anbefalt at retninga og mektigheiten til sona i fossen og dei andre sonene kartleggast i prosjekteringsfasen slik at sjakta kan plasserast mest mogleg utom desse. Ut i frå flyfoto ser det ut til at dei mest markerte lagdelingsstrukturane, som kan tenkast å treffe sjakta, ligg i ei retning nær vinkelrett på traseen, noko som er den mest gunstige retninga.

Utløp:

Det må påreknast ein del spretting av blokker for å komme fram til påhoggsområde. Ut i frå observasjonane gjort i området og frå studiar av kart og flyfoto, blir staden vurdert som godt eigna for påhogg.

Overførselstunnel:

Det planlagde inntaket er lagt utanom dei to observerte svakheitssonene i området. Ut i frå dei foreløpige observasjonane som er utført, verkar påhogg og tunnel fram til svakheitssone som godt gjennomførbart med tanke på dei ingeniørgeologiske forholda.

Myrbærdalen kraftverk

Inntak:

Påhogg for inntak i Myrbærdalsvatna blir vurdert som godt med tanke på ingeniørgeologien. Dei største utfordringane er sannsynlegvis dei anleggstekniske, bl.a. tilkomst til staden.

Trasé:

Traseen må i neste fase tilpassas slik at den unngår svakheitssonene i terrenget. Dette må gjerast ved nøyare berekning av sonenes gang i berggrunnen.

Utløp:

Utløpet er ikkje sett frå bakkenivå, men ved synfaring frå helikopter og studie av flyfoto og kart. Påhoggsområde blir vurdert som godt mogleg mtp. geologien. Her er også dei anleggstekniske forholda truleg den største utfordringa.

Dam:

Dammen er planlagt lagt til Symjinga mellom Myrbærdalsvatna. Utløpet av Myrbærdalsvatna blir vurdert som uegna for etablering av dam pga. mykje skredmassar og stor skredfare.

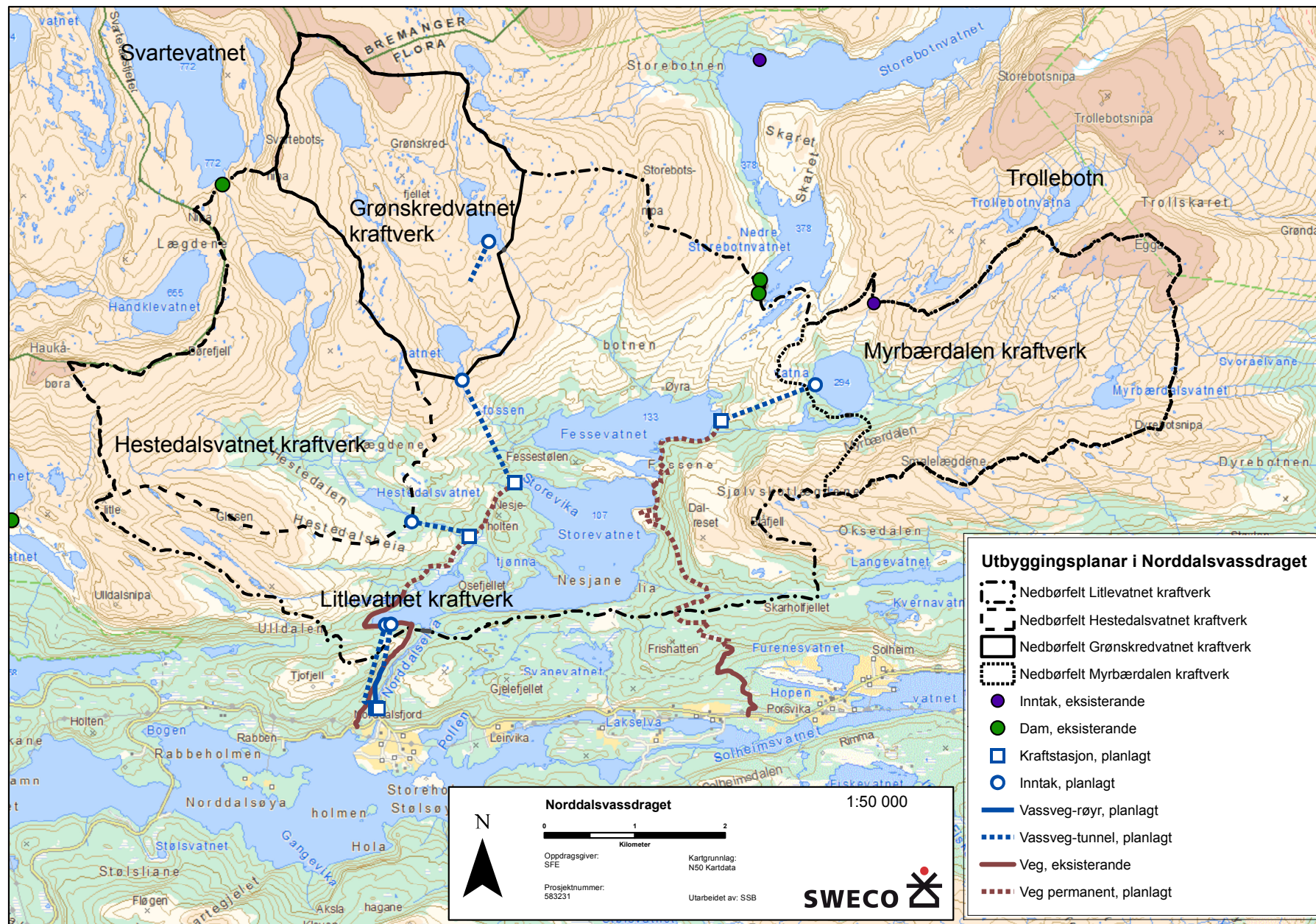
Sweco Norge AS


Mari Nilsen Ervik
Ingeniørgeolog


Kvalitetskontroll:

Referansar:

- /1/ Ramberg, Bhryni, Nøttvedt, Landet blir til, Norges geologi, 2006.
- /2/ Løset, F., Norges tunnelgeologi, 2006.





Bilete 1 Typisk bilete av topografien i området



Bilete 2 To ulike retningar på lagdelinga i trappetrinnstopografien.



Bilete 3 Påhoggsområde for inntaket til Litlevatnet kraftverk.



Bilete 4 Påhogg på utløpssida for tunnelalternativ A ligg omtrent der vegen svingar mot høgre på bilete.



Bilete 5 Område for kraftstasjon i fjell, alternativ B, Litlevatnet kraftverk.



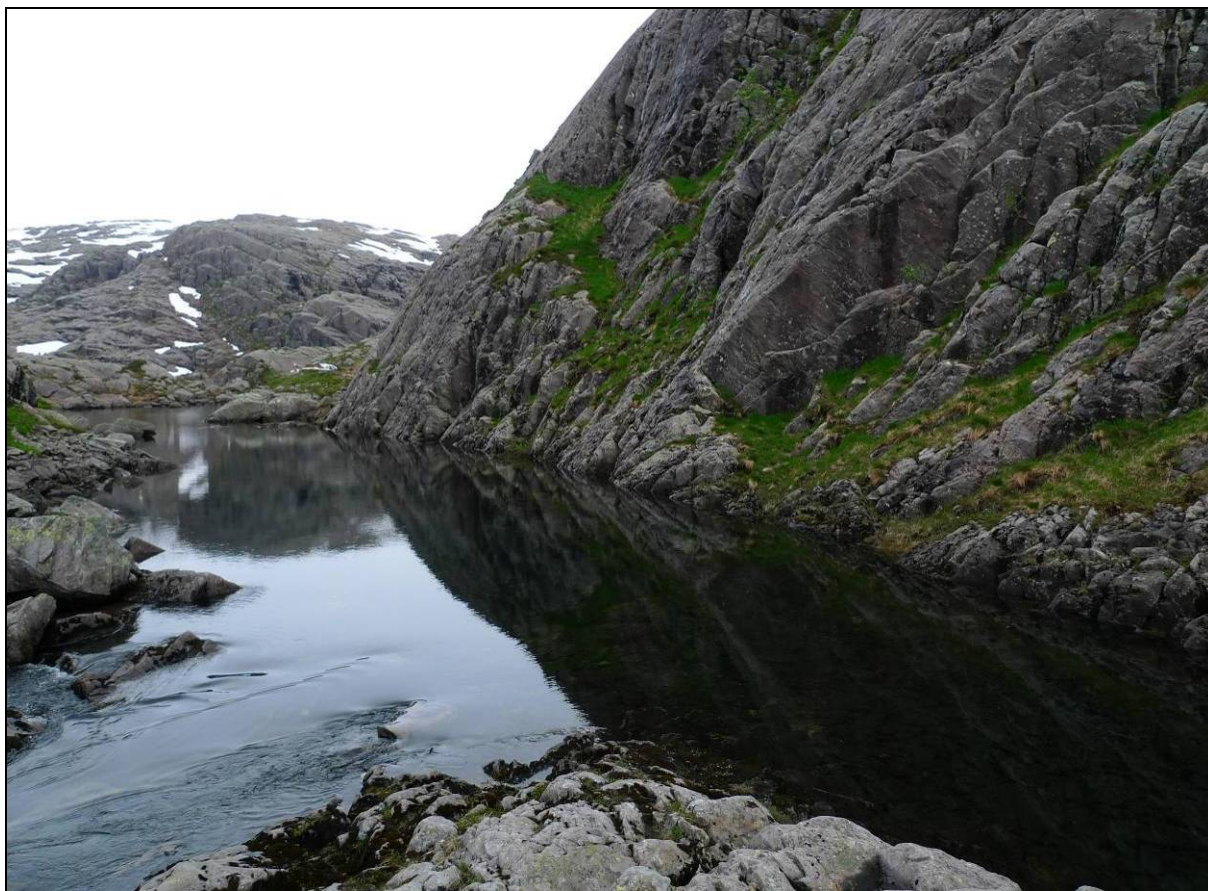
Bilete 6 Inntaksområde Hestedalsvatnet kraftverk.



Bilete 7 Bergrygg ved utløpet til Hestedalsvatnet kraftverk.



Bilete 8 Berget i nærleiken av påhogget på utløpssida, Hestedalsvatnet kraftverk.



Bilete 9 Grønskredvatnet inntak.



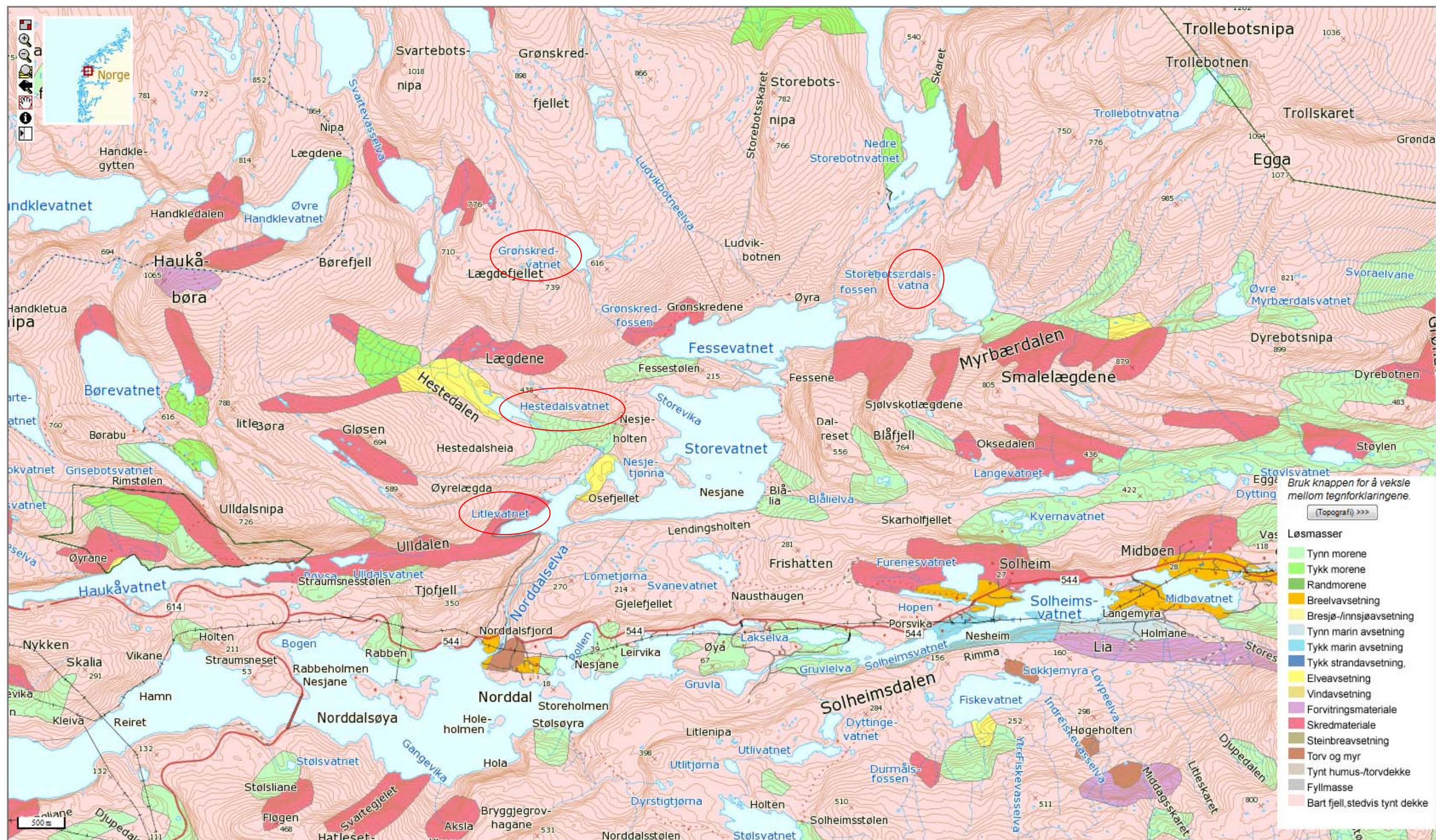
Bilete 10 I nærleiken av påhogg ved Storevika, Grønskredvatnet kraftverk.



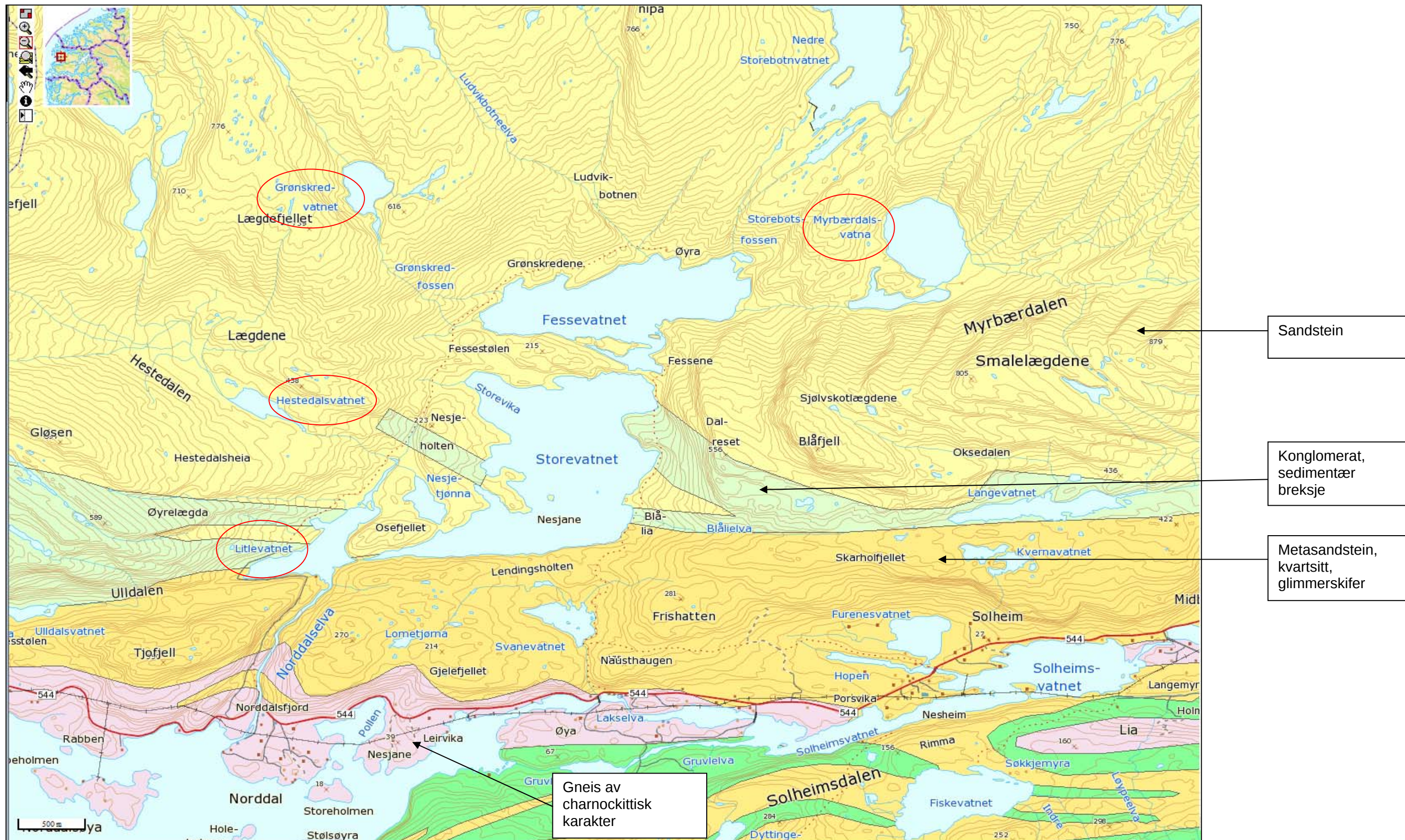
Bilete 11 Inntak i Myrbærdalsvatna



Bilete 12 Konglomerat i veksling med sandstein i blant skredmassane ved Myrbærdalsvatna.



Dei fire planområda er ringa rundt for gjenkjenning.



Dei fire planområda er ringa rundt for gjenkjenning.