

Lyse Kraft DA

► RSK Opprusting og utvidelse

Konsekvensutredning

Fagrapport skredfare

Oppdragsnr.: 52102983 Dokumentnr.: R-03 Versjon: E04 Dato: 2024-03-08



Oppdragsgiver: Lyse Kraft DA
Oppdragsgivers kontaktperson: Trond Erik Børresen
Rådgiver: Norconsult Norge AS, Kjørboveien 22, NO-1337 Sandvika
Oppdragsleder: Oline Kleppe
Fagansvarlig: Torgeir Sandøy
Andre nøkkelpersoner: Eirikur Einarsson, Joakim Berntsen, Øyvind Rem, Katrine Mo.

E04	2024-03-08	For bruk. Kap 1 og 2 oppdatert etter kommentarer fra NVE.	Joakim Berntsen Øyvind Rem	Torgeir Sandøy	Oline Kleppe
E03	2023-11-27	Endelig rapport til godkjenning	Joakim Berntsen Øyvind Rem	Torgeir Sandøy	Oline Kleppe
B02	2023-11-10	2. utkast til Lyse Kraft DA	Joakim Berntsen Øyvind Rem	Torgeir Sandøy	Oline Kleppe
B01	2023-10-24	1. utkast til Lyse Kraft DA	Joakim Berntsen Øyvind Rem	Torgeir Sandøy Eirikur Einarsson	Oline Kleppe
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

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

► Sammendrag

Norconsult har foretatt befaring og vurdering av skredfare i forbindelse med den pågående konsekvensutredningen for følgende kraftverksalternativer:

Vestre vassdrag:

- Novle 2 pumpekraftverk
- Røldal 2 pumpekraftverk

Østre vassdrag:

- Kvanndal 2 pumpekraftverk
- Suldal 2B kraftverk
- Nordmork kraftverk

Påhugg, installasjoner i dagen og kraftlinjer i forbindelse med disse kraftverkene er vurdert med tanke på potensiell skredfare (Tabell 1). To områder i det Vestre vassdraget vurderes som mest skredfarlig; Påhugget ved Valldalsdammen og påhugget ved eksisterende Røldal kraftstasjon. Påhugget for Nordmork kraftverk er ikke befart i felt da et annet alternativ var aktuelt på tidspunktet for befaringen.

Tabell 1 Oppsummering av skredfaren ved de undersøkte lokalitetene

Kraftverk	Lokalitet	Vurdering av aktsomhet mot skred
Vestre vassdrag		
Røldal 2	Påhugg og inntak Røldal	Reell risiko for skred. Skredsikringstiltak må påregnes. Modellering og dimensjonering av tiltak nødvendig, må detaljvurderes ved videre arbeider.
	Utslag svingetunnel	Antatt akseptabel risiko for skred.
	Tverrslag Fossen	Antatt akseptabel risiko for skred.
	Inntak Votna	Antatt akseptabel risiko for skred.
Novle 2	Tverrslag Valldalsdammen	Reell risiko for skred. Skredsikringstiltak må påregnes. Snøskredrisiko kan medføre restriksjoner på anleggsdrift og drift i vinterhalvåret for påhugg og riggområdet. Modellering og dimensjonering av tiltak nødvendig, må detaljvurderes.
	Tverrslag øst for Baklia	Antatt akseptabel risiko for skred.
	Tverrslag Votna	Antatt akseptabel risiko for skred.
	Lukehus Votna	Antatt akseptabel risiko for skred.
Østre vassdrag		
Kvanndal 2	Adkomsttunnel til lukesjakt Kvanndalsfoss	Antatt akseptabel risiko for skred.
	Adkomsttunnel Tverrdalen	Antatt akseptabel risiko for skred.
	Tverrslag Havrevatn	Antatt akseptabel risiko for skred. Adkomstveg og riggområde kan være skredutsatt, må vurderes nærmere i detalj.
	Utslag svingetunnel/bekkeinntak	Antatt akseptabel risiko for skred.
	Bekkeinntak Tverråna	Antatt akseptabel risiko for skred.
	Lukehus Holmavatnet	Antatt akseptabel risiko for skred.

	Kraftlinje Kvelvane-Håmo	Kraftlinje vil passere skrefarlig terreng med reell skredrisiko. Antas gjennomførbart å etablere kraftlinje med akseptabel risiko mot skred ved god tilpassing av masteplasseringer. Må detaljvurderes.
Suldal 2B og Nordmork	Avløp Suldalsvatnet	Antatt akseptabel risiko for skred.
	Påhugg Steganuten	Reell risiko for steinsprang mot påhugg og riggområde. Modellering og dimensjonering av tiltak nødvendig og må detaljvurderes ved videre arbeider.
	Deponi Håmo	Reell risiko for steinsprang ned mot deponi. Risiko med hensyn til skredfare må håndteres opp mot planlagte anleggsarbeider. Ved permanente tiltak på deponiflate må skredfare vurderes spesielt. Behov for sikringstiltak må påregnes om det planlegges tiltak tett på fjellside.
	Bro over Roaldkvamsåa	Antatt akseptabel risiko for skred.
	Utslag Svingetunnel	Antatt akseptabel risiko for skred.
	Nordmork kraftstasjon	Påhuggsplassering må undersøkes i felt for å kunne anslå reell fare for skred.
	Tverrslag Kvanndalsfoss	Vurderes mulig å etablere påhugg med akseptabel risiko for skred. Kan være risiko for steinsprang sørøst på tilknyttet deponiområde.
	Inntak Kvanndalsfoss	Reell risiko for snøskred og steinsprang mot lukehus. Modellering og dimensjonering av tiltak nødvendig.

Innhold

1	Innledning	7
1.1	Bakgrunn	7
1.2	Tiltaksområdet	7
1.3	Eksisterende kraftverksanlegg	8
2	Tiltaksbeskrivelse	11
2.1	Nullalternativet	11
2.2	Anleggsområder	11
2.3	Vestre vassdrag	12
2.3.1	<i>Teknisk beskrivelse og arealbeslag</i>	12
2.3.2	<i>Hydrologiske endringer</i>	13
2.3.3	<i>Nettilknytning</i>	14
2.4	Østre vassdrag	15
2.4.1	<i>Tekniske beskrivelse og arealbeslag</i>	15
2.4.2	<i>Hydrologiske endringer</i>	16
2.4.3	<i>Nettilknytning</i>	16
3	Metode	19
3.1	Generelt	19
3.2	Kart- og skrivebordsstudie	19
3.3	Feltarbeid	19
3.4	Modellering	20
3.4.1	<i>RAMMS</i>	20
3.4.2	<i>Rockyfor3D</i>	20
3.5	Risiko for skredfare – Gjeldende regelverk og akseptkriterium	21
3.5.1	<i>Permanente bygninger</i>	21
3.5.2	<i>Veger</i>	22
3.5.3	<i>Høyspentlinjer - masteplassering</i>	22
3.5.4	<i>Risikovurdering for anleggsarbeid</i>	22
4	Vestre vassdrag	24
4.1	Røldal 2 pumpekraftverk	24
4.1.1	<i>Påhugg Røldal og deponi Fjetland</i>	24
4.1.2	<i>Utslag svingetunnel</i>	30
4.1.3	<i>Tverrslag og deponi - Fossen</i>	31
4.1.4	<i>Inntak Votna – Røldal 2 pumpekraftverk</i>	32
4.2	Novle 2 pumpekraftverk	33
4.2.1	<i>Tverrslag ved Valldalsdammen</i>	33
4.2.2	<i>Tverrslag øst for Baklia</i>	34
4.2.3	<i>Tverrslag Votna</i>	35
4.2.4	<i>Lukehus Votna – Novle 2</i>	36
5	Østre vassdrag	37
5.1	Kvandal 2 pumpekraftverk	37

5.1.1	<i>Adkomst lukesjakt Kvanndalsfoss</i>	37
5.1.2	<i>Adkomsttunnel Tverrdalen</i>	37
5.1.3	<i>Tverrslag Havrevatn</i>	37
5.1.4	<i>Utslag svingetunnel/bekkeinntak</i>	40
5.1.5	<i>Bekkeinntak Tverråna</i>	40
5.1.6	<i>Lukehus Holmavatnet</i>	40
5.1.7	<i>Kraftlinje Kvelvane-Håmo (132KV)</i>	40
5.2	<i>Suldal 2B kraftverk inkl. Nordmork</i>	43
5.2.1	<i>Avløp Suldalsvatnet</i>	43
5.2.2	<i>Påhugg adkomsttunnel ved Steganuten</i>	43
5.2.3	<i>Deponi Håmo</i>	46
5.2.4	<i>Bro over Roaldkvamsåa</i>	48
5.2.5	<i>Utslag svingetunnel</i>	48
5.2.6	<i>Nordmork kraftverk – Påhugg adkomsttunnel</i>	49
5.2.7	<i>Tverrslag ved Kvanndalsfoss og tilhørende deponi</i>	50
5.2.8	<i>Lukehus og inntak ved Kvanndalsfoss</i>	51
6	Referanser	53
7	Vedlegg	54

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

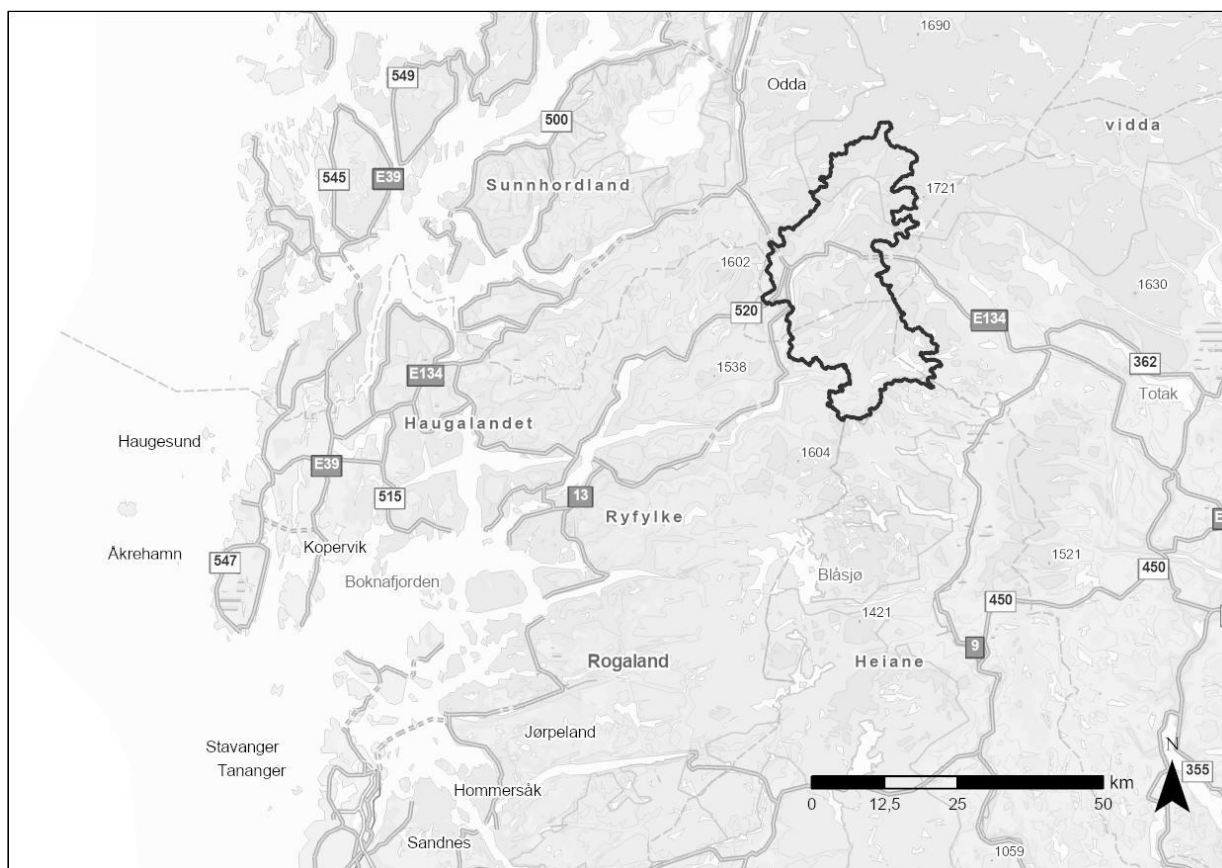
Røldal-Suldal Krafts (RSKs) vannkraftanlegg ligger i Suldal og Ullensvang kommuner i henholdsvis Rogaland og Vestland fylker. Kraftverksreguleringen består av totalt 17 reguleringsmagasin, 19 bekkeinntak og 9 kraftverk innenfor et nedbørfelt på 790 km². Dagens reguleringer ble i hovedsak bygget ut midt på 1960-tallet, supplert av to småkraftverk i 2012 (Vasstøl) og 2016 (Midtlæger).

Kraftverkene ble bygget av Norsk Hydro, nå Hydro Energi AS, og overtatt av Lyse Kraft DA i 2021. Suldal og Ullensvang kommuner fremmet krav om vilkårsrevisjon i 2019, og NVE åpnet revisjonssak i mars 2022.

I forbindelse med vilkårsrevisjon av RSK har det blitt vurdert flere mulige opprustings- og utvidelsesprosjekt, inkludert flere nye kraftverk. Denne fagrapporten utreder konsekvensene av konsesjonssøkte nye kraftverk som alle ligger innenfor dagens reguleringsområde.

1.2 Tiltaksområdet

Tiltaksområdet ligger i Suldal kommune i Rogaland og Ullensvang kommune i Vestland. Deler av reguleringsmagasinet Holmavatn ligger også i Vinje kommune i Vestfold og Telemark fylke og Bykle kommune i Agder. Nedbørfelt for dagens reguleringer er vist i Figur 1-1. Alle nye kraftverk ligger også innenfor dette nedbørfeltet.



Figur 1-1 Geografisk lokalisering av nedbørfeltet for RSK anleggene.

Dagens reguleringsområde ligger innenfor det geografiske området mellom Haukelifjell, Ryfylkeheiane og Suldalsvatnet. Området strekker seg fra de høyeste delene av nedbørfeltene rundt 1600 moh og til kraftverksutløpene i Suldalsvatnet som ligger på 68 moh. Området består av høyere- og lavereliggende

fjellområder, daler som tidligere ble benyttet som stølsdaler og de lavereliggende bygdene Røldal og Nesflaten. E134 over Haukelifjell går gjennom de nordlige delene av reguleringsområdet, og Riksveg 13 strekker seg fra Håra, like sør for Røldal, til Nesflaten. Bebyggelsen i området er i hovedsak knyttet til områdene rundt Røldal og Nesflaten, med noe spredt bebyggelse utover dette. I Håradalen, ved Liamyrane og i Valdalen er det fritidsboliger.

Tiltaksområdet for de nye kraftverkene er knyttet til vannstrengene fra Votna og Valdalsvatnet til Røldalsvatnet i vestre vassdrag og fra Holmavatnet og Kvanndalsfoss til Suldalsvatnet i østre vassdrag. Et oversiktskart med eksisterende reguleringsmagasin, vannveier og kraftverk samt nye vannveier og kraftverk er vist i Figur 1-2.

1.3 Eksisterende kraftverksanlegg

Nedbørfeltet til Røldal Suldal reguleringen dekker 790 km². Reguleringen omfatter 17 reguleringsmagasin, 19 bekkeinntak og ni kraftverk i Røldal- og Suldalsvassdragene ned til Suldalsvatnet. Oversiktskart som viser eksisterende reguleringer er vist i Figur 1-2. Prinsippskisse av hvordan kraftanleggene henger sammen, inkludert høyder på ulike magasin og kraftverk, er vist i Figur 1-3. En oversikt over eksisterende reguleringsmagasin er vist i Tabell 1-1.

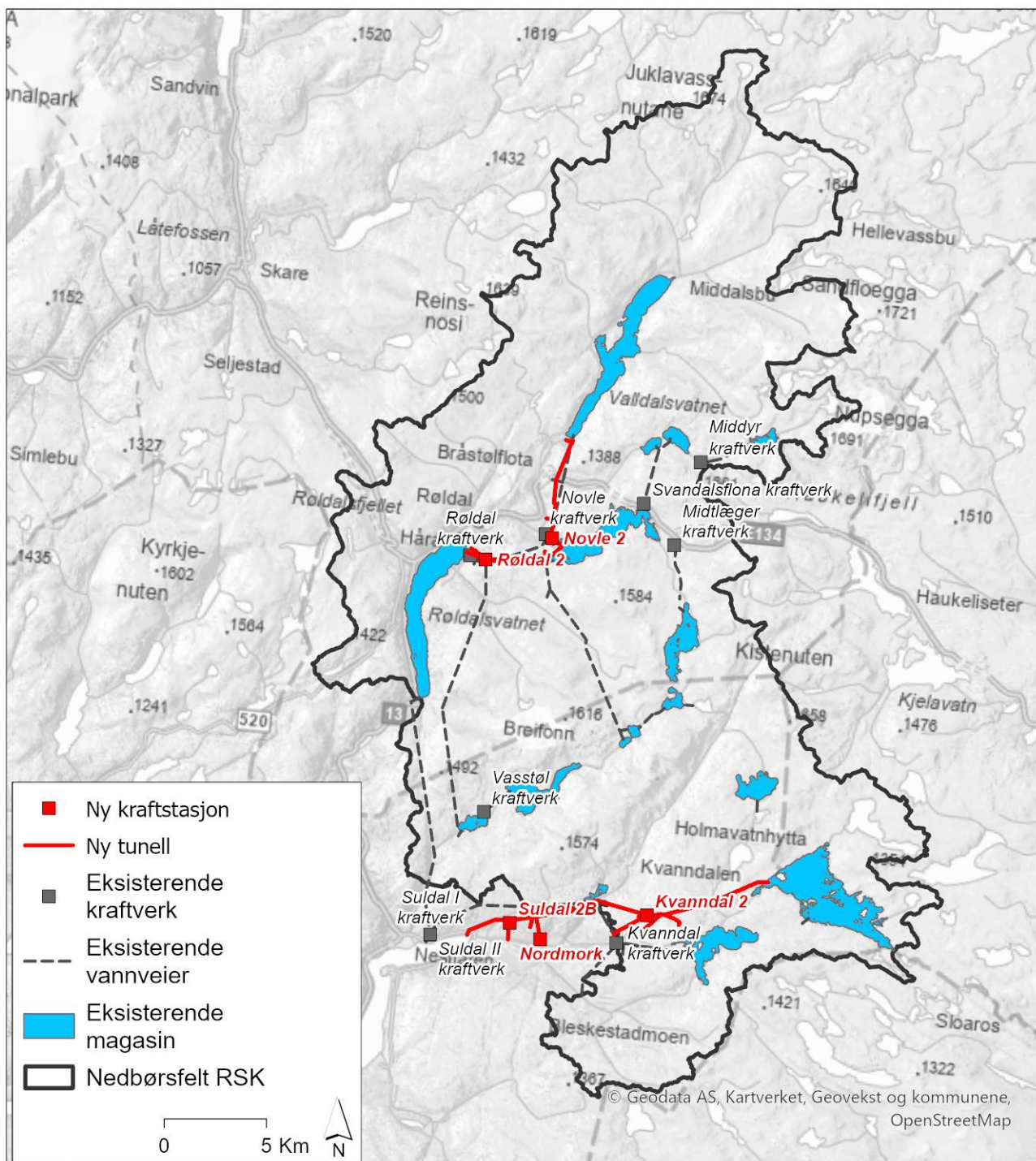
Reguleringsområdet deles i vestre og østre vassdrag, der flere kraftverk ligger etter hverandre i hvert vassdrag. I vestre vassdrag er det i dag sju kraftverk, i østre vassdrag er det to kraftverk. Dei fleste vannveiene består av tunneler i fjell, mens det for to mindre kraftverk er nedgravde rørgater. Tre kraftverk ligger i dagen og seks kraftverk ligger i fjell. Kraftverka har en samlet installert effekt på knappe 630 MW, og en samlet produksjon på ca. 3,27 TWh/år, noe som tilsvarer forbruket til 200 000 husstander.

Tabell 1-1 Oversikt over eksisterende reguleringsmagasin i RSK sine anlegg. Magasinvolum følger Hydro Energis systemer og kan avvike fra data i NVE Atlas.

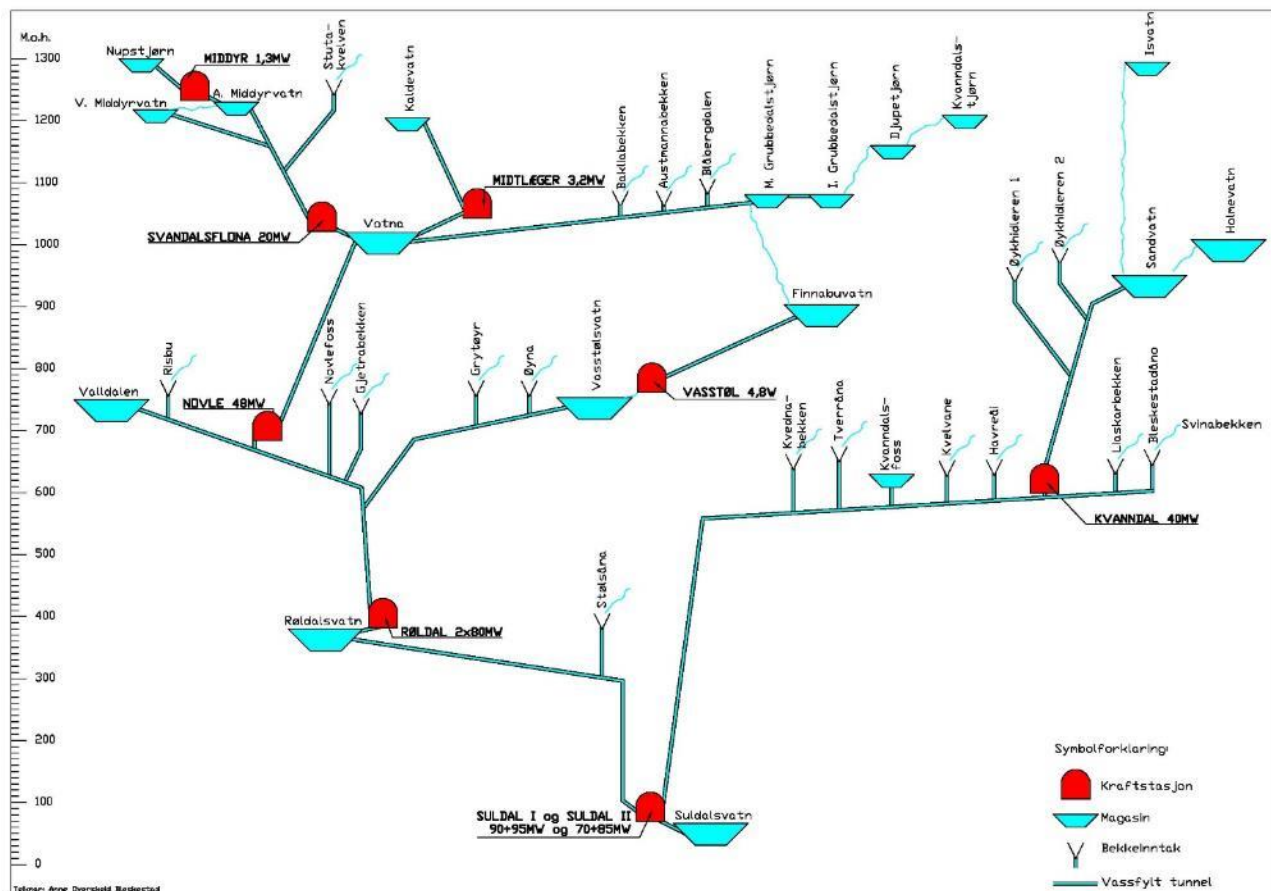
Magasinnavn	Nedbørfelt* km ²	LRV moh	HRV moh	NV moh	Regulerings-høyde m	Magasinvolum Mm ³
Vestre vassdrag						
Nupstjørn	12,3	1282	1302	1302	20	10
Austre Middyrvatn	11,5	1190	1230,5	1229	40,5	21,2
Vestre Middyrvatn	2,9	1190	1217,5	1213	27,5	6,8
Kaldevatn	14,9	1183	1205	1195	22	36,5
Tjørn 1183	0,7	1182,5	1183	1182,5	0,5	0,03
Djupetjørn	6,0	1146,4	1167,2	1167,2	20,8	7,8
Indre Grubbedalstjørn	4,5	1045	1078,8	1078,8	33,8	5,7
Midtre Grubbedalstjørn	2,5	1045	1070	1070	25	2,9
Votna	65	975	1020	970	45	119
Valdalsvatn	256	665**	745	665	70	290
Finnabuvatn	28	893	908	895,7	15	27,7
Vassølvatn	18,1	732,5	753	732,5	20,5	11
Røldalsvatn	144,3	363	380	380	17	115
Østre vassdrag						
Isvatn	5,2	1285	1295	1295	10	16
Holmavatn	54,2	1048	1058	1053,5	10	96
Sandvatn	43	924	950	929	26	66
Kvanndalsfoss	124,5	620	630	620	10	1,6

*Areal lokalt + bekkeinntak

** 675 ved normal drift av Røldal kraftverk



Figur 1-2 Oversikt over eksisterende og nye kraftverk, vannveier og reguleringsmagasin.



Figur 1-3 Magasin, bekkeinntak og kraftstasjoner i Rørdal – Suldal kraftverk i vertikallplanet.

2 Tiltaksbeskrivelse

For ytterligere beskrivelse av eksisterende kraftverk se revisjonsdokument.

For ytterligere beskrivelse av nye kraftverk se konsesjonssøknad.

For ytterligere beskrivelse av hydrologiske endringer se fagrapport hydrologi.

2.1 Nullalternativet

Dagens situasjon med dagens kjøremønster og arealbruk for eksisterende kraftverk ligger til grunn for nullalternativet som utbyggingen av de nye kraftverkene blir sammenlignet med.

De kommende årene vil det være behov for vedlikehold og rehabiliteringer av eksisterende vannkraftanlegg. Siden detaljene knyttet til disse rehabiliteringene ikke er avklart, og siden disse tiltakene er ikke ventet å påvirke konsekvensutredningene knyttet til de nye kraftverkene i vesentlig grad, er det valgt å holde rehabiliteringene utenfor konsekvensutredningene.

Statens vegvesen skal bygge ny veitrasé for E134 mellom Vågslid i Vinje kommune og Seljestad i Ullensvang kommune. Første byggetrinn mellom Røldal og Seljestad er prioritert i første periode i Nasjonal transportplan 2022 – 2033. Planene for ny E134 på strekningen er lagt til grunn som en del av nullalternativet.

For nye kraftverk er det gjort produksjonssimuleringer som forsøker å forutsi hvordan de nye kraftverkene vil opereres i fremtiden med et annet kraftsystem og klima enn i dag. Resultater fra disse simuleringene viser noen ganger betydelige avvik fra de historiske målingene som viser hvordan kraftverkene har vært operert frem til i dag (nullalternativet). Slike forskjeller kan skyldes flere faktorer. Endret kraftpris og klima i fremtiden er én viktig årsak, svakheter i modellering en annen. For å bøte på dette er det også gjort simuleringer av dagens system – uten de planlagte nye kraftverkene – med de samme simuleringverktøyene og de samme forutsetningene for fremtidig pris og tilsig. Dette gir oss et sammenligningsgrunnlag som i større grad gjør oss i stand til å isolere virkningen av de nye kraftverkene. Simuleringen av dette fremtidige referanse-tilfellet er omtalt som «Base Case» (BC i en del figurer). Det er verdt å merke seg at Base Case-simuleringen sier noe om forventet fremtidig kjøring av dagens kraftverk, og at dette kan avvike til dels betydelig fra det vi ellers kaller nullalternativet. I konsekvensutredningene er magasinfyllingskurvene vist for både nullalternativet, BaseCase og situasjonen etter etablering av de nye kraftverkene.

2.2 Anleggsområder

I forbindelse med anleggsarbeidene vil det bli behov for midlertidig arealbeslag for bl.a. verksted- og lagertelt, renseanlegg for avløpsvann, brakker, mellomlagring av masser, knuseverk, massesorteringsanlegg etc. Erfaringsvis vil hoveddelen av slike anleggsområder være lokalisert like utenfor og i nærheten av de ulike arbeidsstedene, som ved tunnelpåhugg og deponi, noe som er kartfestet og lagt til grunn for konsekvensutredningene. Eventuelle arealbeslag utover dette, f.eks. til boligrigger, er ikke avklart, men blir ofte eksempelvis plassert på allerede opparbeide arealer nærmere bebygde områder. Ytterligere spesifiseringer knyttet til midlertidige anleggsområder vil bli beskrevet og vurdert nærmere i detaljplan for miljø og landskap som skal godkjennes av NVE før anleggsstart.

Midlertidige anleggsveier må påregnes å ha en bredde på 5 – 7 m i anleggsfasen. Veier til tverrslag uten behov for jevnlig tilkomst av kjøretøy vil bli istandsatt som «kjørestert terreng» når anleggsarbeidene er ferdige. Dette innebærer at veien tas inn til en bredde på 3 – 4 m og det vil legges på et tynt vegetasjonsdekke av stedege masser som vil gi en viss reetablering av vegetasjon. Eksisterende veier kan ha behov for oppgradering. Hvilke veier dette vil være, og omfanget av oppgradering vil avklares senere i detaljplan for miljø og landskap som vil utarbeides i forbindelse med detaljplanleggingen av kraftverkene.

Etter at kraftverkene er bygd vil alle midlertidige arealer settes i stand og revegeteres så langt det lar seg gjøre. Disse arbeidene vil beskrives i og utføres i tråd med en detaljplan.

2.3 Vestre vassdrag

I vestre vassdrag er det lagt til grunn utbygging av Røldal 2 pumpekraftverk og Novle 2 pumpekraftverk. I magasinutfyllingskurver er utbyggingsløsningen vist som U5.

2.3.1 Teknisk beskrivelse og arealbeslag

2.3.1.1 Røldal 2

Røldal 2 pumpekraftverk (Røldal 2) vil bygges mellom Votna og Røldalsvatnet. Kraftverket vil ligge i fjell med adkomst fra området ved eksisterende Røldal kraftverk og ha en samlet slukeevne på 50 m³/s ved turbindrift og 40 – 46 m³/s ved pumpedrift. Tilløpstunnelen vil ha et tverrsnitt på 45 m², og samlet lengde på tunnelene vil være ca. 5 km.

Nedre del av tunnelsystemet og kraftstasjonen vil drives fra nytt påhugg i området ved portalen til dagens Røldal kraftverk, ca. på kote 395. Her vil det produseres ca. 450 0000 m³ tunnelmasse (anbrakt). Det er utredet to ulike alternativer for plassering av massene fra kraftstasjon og nedre del av tunnelsystemet:

- Deponi Fjetland: Deponering og samfunnsnyttig bruk av masser ved og i Røldalsvatnet
- Deponi Liamyrane: Deponering i Statens vegvesens planlagte deponi Liamyrane

Lyse Kraft ønsker at massene fra kraftstasjonen i Røldal 2 skal brukes til samfunnsnyttige formål i Fjetland-området, noe som har vært diskutert med Ullensvang kommune. Blant annet er det fremmet ønsker om at deler av massene kan benyttes til å forbedre flomforholdene og forholdene i reguleringssonen ved Røldalsvatnet og/eller utvikle et friområde for Røldal sentrum ned mot vatnet. Lyse Kraft har også vært i dialog med Ullensvang kommune om å stille til rådighet tunnelmasser for å flomsikre næringsområder og lignende i Røldal som omfattes av kommunale planprosesser. Det kan også være behov for masser til en ny transmisjonsnettstasjon i området. Planene for ulike skisserte løsninger for bruk av masser ved Fjetlandsområdet er imidlertid ikke tilstrekkelig klare til å kunne legges til grunn for en konsekvensutredning på nåværende tidspunkt. Konsekvensutredningen legger derfor til grunn at massene ved Fjetland legges i deponi med et areal på 50 – 60 daa over HRV i Røldalsvatnet.

Siden Statens vegvesen (SVV) har fått godkjent reguleringsplan for deponi ved Liamyrane i forbindelse med utbygging av ny E134, er evt. deponering av masser på det området ikke en del av Lyse Krafts konsekvensutredninger. Grensesnittet mellom Lyse Krafts planer og SVVs planer er ved ankomst deponiet. For deponi Liamyrane utredes derfor bare konsekvensene i anleggsfasen som innebærer transport av masser mellom påhugget ved Røldalsvatnet og opp til deponiområdet. Bruk av deponi Fjetland utredes både for anleggsfase og driftsfase.

Tilløpstunnelen vil drives fra tverrslag ved Fossen, vest for dam Votna, på ca. kote 950. Her vil det produseres ca. 190 000 m³ tunnelmasse (løse masser) som legges som utvidelse av eksisterende deponi Votna og nye deponier ved Fossen (se Figur 2-1). For adkomst til tverrslag Fossen vil eksisterende vei fra dam Votna til stølen ved Fossen måtte utbedres, og det vil etableres ca. 350 m ny veg fra stølen til påhugget. Når anleggsfasen er over, vil den nye veien tilbakestilles til «kjøresterkt terreng» som beskrevet i avsnitt 2.2.

Det vil etableres et lukehus på land like ved inntak/utløp i Votna. Lukehuset vil få en grunnflate på ca. 25 – 35 m² og bli ca. 6 m høyt. Det vil også etableres lufterør i dagen for svingetunnel ca. ved kote 1050 mellom Fossen og Fjetlandsnuten. Inntak/utløp i Votna og Røldalsvatnet etableres med tunnelutslag under LRV. Kraftstasjonsportalen utformes med et enkelt portalbygg.

2.3.1.2 Novle 2

Novle 2 pumpekraftverk (Novle 2) etableres mellom Votna og Valldalsvatnet. Kraftverket vil ligge i fjell med adkomst fra portalen til eksisterende Novle kraftverk og ha en samlet slukeevne på 30 m³/s ved turbindrift og 20 - 33 m³/s ved pumpedrift, hvor kapasiteten i pumpedrift er avhengig av løftehøyden mellom nivået i Valldalsmagasinet og Votna. Samlet lengde på tunnelene vil bli ca. 6 km, og tverrsnittet på de lengste strekningene vil være ca. 30 m².

Ny parallell tunnel fra Valldalen til Novle vil drives fra nytt tverrslag med påhugg like ved portalen for dagens Novle kraftverk, samt fra tverrslag med påhugg like nedstrøms eksisterende dam Valldalen. Tilløpstunnelen fra Votna drives fra et tverrslag på ca. kote 960 nedstrøms dam Votna. Mengdene tunnelmasse fra de ulike tverrslagene og deponering av disse vil bli omtrent som følger:

- Tverrslag Votna 32 000 m³ plasseres i deponi Fossen A
- Tverrslag Valldalen 44 000 m³ plasseres i SVVs deponi Liamyrane (inngår ikke i utredningen)
- Tverrslag Novle 550 000 m³ plasseres i SVVs deponi Liamyrane (inngår ikke i utredningen)

For etablering av tverrslag Votna blir det etablert en ny ca. 600 m lang anleggsvei fra eksisterende stølsbebyggelse ved Fossen. Denne vil bli istandsatt som «kjøresterkt terreng» når anleggsfasen er over.

Det vil etableres et lukehus på land like ved inntak/utløp i Votna. Lukehuset vil få en grunnflate på ca. 25 – 35 m² og bli ca. 5 m høyt. Begge inntak etableres med tunnelutslag under vann. I tverrslagene ved Votna, Novle og Valldalen etableres det betongvegg med port på ca. 3 x 3,5 m for adkomst i driftsfasen.

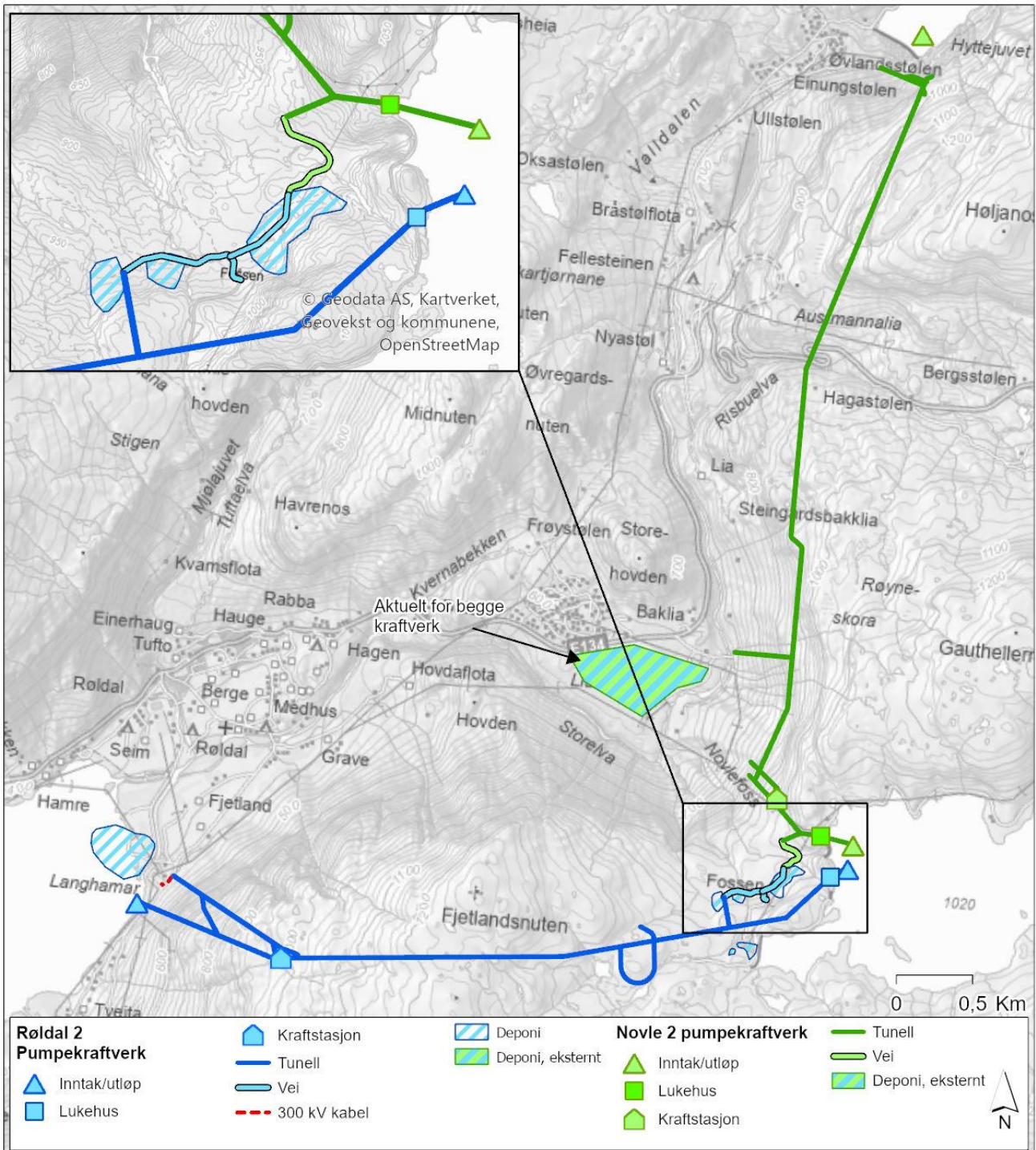
2.3.2 Hydrologiske endringer

Magasinfyllingskurvene indikerer at Votna kan få hyppigere variasjoner i magasinfyllingsgraden og perioder med nedtapping til lave vannstander på høsten, etter at magasinet er fylt opp etter snøsmelting.

Røldalsvatnet vil i større grad enn Votna beholde dagens mønster for magasinfylling, men også Røldalsvatnet kan få perioder med lavere fyllingsgrad på høsten enn det som er vanlig i dag eller som kan forklares med endring i tilsig eller pris.

For Valldalsvatnet er det liten forskjell mellom forventet framtidig kjøring (BaseCase) og situasjonen etter utbygging av de nye kraftverkene, mens det er en viss forskjell mellom nullalternativet og forventet framtidig kjøring. Dette indikerer at de nye kraftverkene i seg selv ikke medfører store endringer i magasinmanøvreringen.

Med veksling mellom fylling og tapping fra magasinene er det forventet at isforholdene på magasinene blir mer uforutsigbare. Særlig kan en veksling mellom tapping og fylling vinterstid medføre omfattende oppsprekking og overvann langs land, og gjøre is i strandsonen utrygg. Dette vil særlig være et problem der periodene med pumping og kjøring vil pågå over flere dager eller uker. Ved kortere vekslinger mellom kjøring og pumping (timer og dager) vil ikke vannstandsendingene være store nok til å medføre oppsprekking.



Figur 2-1 Røldal 2 pumpekraftverk + Novle 2 pumpekraftverk. For mer detaljerte kart se konsesjonssøknad.

2.3.3 Nettilknytning

Det legges til grunn for utredningene at Statnett vil utvide dagens Røldal transformatorstasjon eller etablere en ny transformatorstasjon i nærheten av den eksisterende stasjonen, og at Røldal 2 pumpekraftverk knyttes til den nye stasjonen. For Røldal 2 består derfor nettilknytningen av 300 (420) kV kabler i vei fra transformator i berg, ut kraftverksportalen og til Statnetts stasjon i området. I Figur 2-3 er denne tegnet inn mot dagens stasjon, men det kan komme endringer på dette. Eventuelle tiltak i transmisjonsnettet i Røldal vil omsøkes av Statnett.

Novle 2 vil tilknyttes eksisterende transmisjonsnett i Novle med en kabel fra transformator ut kabeltunnel til eksisterende 300 kV linje. Dette innebærer ingen tiltak i dagens som vil ha innvirkning på konsekvensutredningene, og er derfor ikke videre omtalt.

2.4 Østre vassdrag

I østre vassdrag er det lagt til grunn utbygging av Kvanndal 2 pumpekraftverk, Suldal 2B kraftverk og Nordmork kraftverk. I magasinfyllingskurver er utbyggingsløsningen vist som T1_f.

2.4.1 Tekniske beskrivelse og arealbeslag

2.4.1.1 Kvanndal 2

Kvandal 2 pumpekraftverk (Kvanndal 2) vil bygges mellom Holmavatnet og Kvanndalsfossmagasinet. Kraftverket vil ligge i fjell med adkomst fra påhugg ved Tverrdalen og ha en slukeevne på 30 m³/s ved turbindrift og 23 – 25 m³/s ved pumpedrift. De fleste av drifttunnelene vil ha et tverrsnitt på ca. 30 m², og samlet tunnellengde vil være ca. 12 km. Det etableres et bekkeinntak i Tverråna på ca. kote 1064. Fra dette bekkeinntaket slippes det minstevannføring på 100 l/s hele året. Som er del av prosjektet er det foreslått en senkning av dagens LRV i Holmavatnet med 5 m. Isvatn vil ikke lenger tappes ned, og vannet vil ligge på selvregulering over topp lukesjakt ca. 1 m under HRV.

Adkomsttunnelen til kraftverket drives fra et påhugg på ca. kote 780 i Tverrdalen ved siden av adkomstveien til Sandvatnet og Holmavatnet. Sprenging av tunnel og kraftstasjon vil medføre ca. 380 000 m³ anbrakte masser fra påhugget i Tverrdalen som fordeles i flere mindre deponi i Tverrdalen, Josvadalen og ved eksisterende deponi Øykhellern. Tilløpstunnelen drives fra tverrslag ved Havrevatn, og medfører etablering av ca. 600 m anleggsvei. Fra tverrslaget ved Havrevatn blir det ca. 410 000 m³ løse masser som legges i en utvidelse av eksisterende deponi Øykhellern. Anleggsveien til tverrslaget istandsettes som «kjøresterkt terreng» når anleggsfasen er over.

Det vil etableres to lufferør i dagen for svingetunneler og adkomst til lukesjakt ved Holmavatnet og Kvanndalsfoss.

2.4.1.2 Suldal 2B

Suldal 2B kraftverk vil ha inntak i Kvanndalsfossmagasinet og utløp i Suldalsvatnet. Vannveien mellom inntak og utløp vil bestå av en ca. 6 km lang tunnel. Tunnelen drives fra påhugg og adkomsttunnel ved Steganuten inn til kraftstasjonen og et tverrslag nedstrøms dam Kvanndalsfoss. Sprenging av tunnel og kraftstasjon vil medføre 410 000 m³ løse masser av tunnelstein ut fra kraftstasjonsportalen. Det vil etableres permanent vei og bro over Roaldkvamsåna til Håmo og massene vil deponeres på Håmo. Eksakt bruk og plassering av masser på Håmo må samordnes med planene for ny transmisjonsnettstasjon i området. Det kan derfor bli endringer i lokalisering av deponi på Håmo innenfor den tilgjengelige flaten i området.

I tillegg vil Suldal 2B medføre ca. 200 000 m³ løse masser fra tverrslaget nedstrøms dam Kvanndalsfoss som legges i en utviding av eksisterende deponi Kvanndalsfoss. Nytt tverrslag vil etableres like ved eksisterende tverrslag for Suldal 2 og ligger i tilknytning til eksisterende deponi.

Det vil etableres et lukehus på 25 – 35 m² i sørenden av Kvanndalsmagasinet øst for eksisterende dam og svingetunnel med lufferør i dagen på ca. kote 660 sør for Litestølnuten.

2.4.1.3 Nordmork

Nordmork kraftverk er planlagt for å legge til rette for slipp av minstevannføring på en strekning i Nordmorkåa og Roalkvamsåa som er gyte- og oppvekstområde for storørret og laks, samtidig som det meste av kraftpotensialet i vannet utnyttes på en strekning med mindre verdi for fisk. Nordmork kraftverk er planlagt bygget sammen med Suldal 2B kraftverk og forsynes med vann fra tilløpstunnelen til Suldal 2B.

Kraftverket vil ligge i fjell med adkomst fra portal ved Gardavegen mot Nordmork og utløpet vil bli i Nordmorkåa ca. på kote 154. Sprenging av adkomsttunnel, kraftstasjon og avløpstunnel samt borkaks fra borehullet mot tilløpstunnelen til Suldal 2B vil medføre ca. 20 000 m³ løse masser som vil bli deponert på Håmo.

2.4.2 Hydrologiske endringer

En senkning av LRV i Holmavatnet 5 m medfører en utvidelse av reguleringssonen i Holmavatnet fra 10 til 15 m. De nye kraftverkene vil også medføre at endringene i magasin vannstand kan skje raskere. Dette gjelder særlig oppfylling, men vil også gjelde tapping. Det må også ventes flere perioder med senkning og påfølgende fyllinger enn det som har vært vanlig.

Tappingen av vann i Holmavassåna vil opphøre som følge av utbyggingen.

Isvatn vil ikke lenger tappes ned om vinteren, og vannet vil få en selvregulering som gjør at vannstanden vil ligge på ca. kote 1294 hele året.

I Tverråna mellom utløp av eksisterende tappetunnel til Djupetjørnane og det nye bekkeinntaket vil dagens vintertapping fra Isvatn opphøre, og vannføringen i Tverråna vil følge et naturlig avrenningsmønster, men med noe høyere vannføring enn i naturlig tilstand hele året.

Nedstrøms bekkeinntaket i Tverråna vil det bli en fast minste vannføring på 100 l/s hele året. Er tilsiget mindre enn 100 l/s skal alt tilsig slippes forbi bekkeinntaket, og det er ikke forutsatt at det reguleres vann fra Isvatnet for å tilfredsstille minste vannføringskravet.

Kvanndalsfossmagasinet har allerede hyppige og hurtige magasin vannstandendringer, noe som også vil være tilfellet etter utbygging av de nye kraftverkene.

Nordmork kraftverk er planlagt kjørt slik at strekningen nedstrøms Nordmork kraftverk vil være sikret en minste vannføring på 1,0 m³/s hele året. Maksimal slukeevne for kraftverket vil være 2,3 m³/s. I store deler av tiden er det forventet at kraftverket vil kjøres med en slukeevne på rundt 2,0 m³/s, men f.eks. i perioder med svært lavt tilsig eller lave priser kan kraftverket bli kjørt ned mot 1,0 m³/s. For de tilfeller Nordmork kraftverk får et utfall er kraftverket planlagt med omløpsventil med kapasitet på 1,15 m³/s, dvs. 50 % av forventet maksimal slukeevne. Ved planlagte driftsstans vil det slippes en minste vannføring fra damområdet ved dam Kvanndalsfoss som sikrer minimum en vannføring på 1,0 m³/s ved utløpet av Nordmork kraftverk.

2.4.3 Nettilknytning

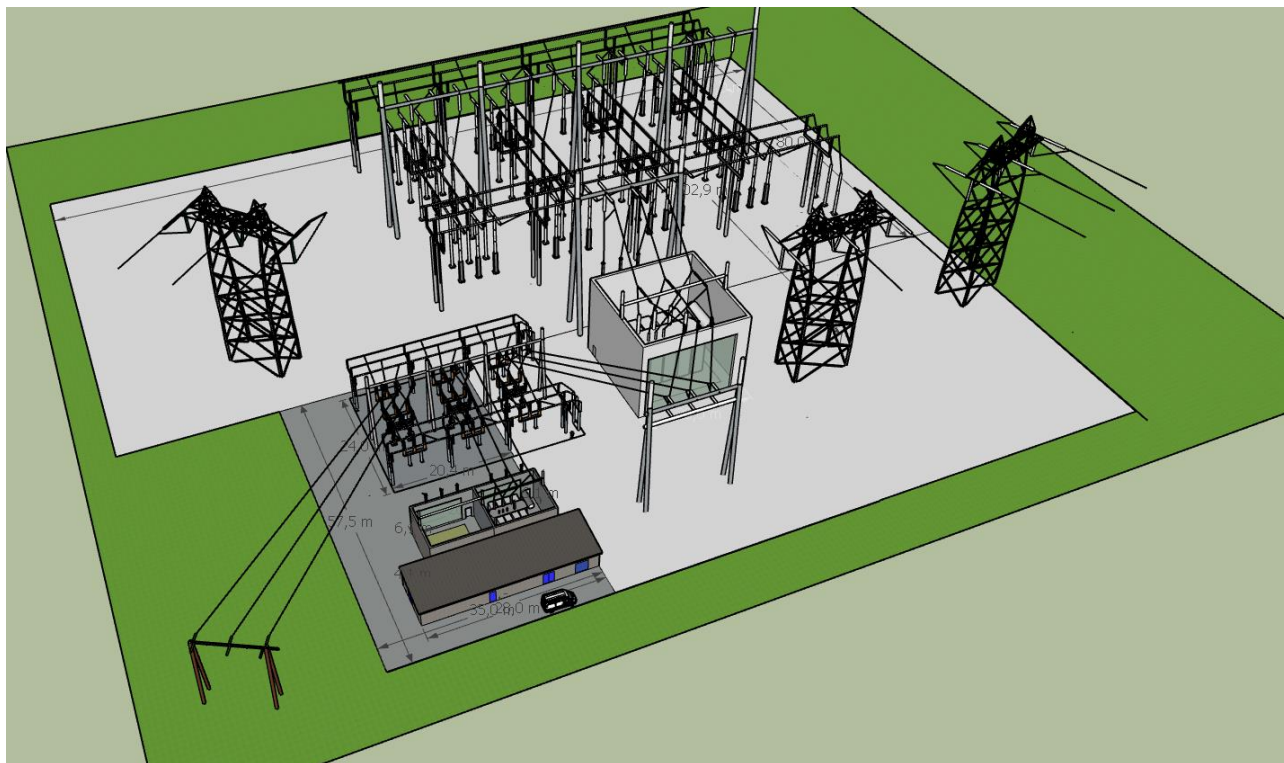
Nettilknytning for Kvanndal 2 vil bli via 132 kV jordkabel fra transformator i fjell ved kraftstasjonen til kabelendemast utenfor portal i Tverrdalen og videre ca. 5,4 km 132 kV luftledning til ny transmisjonsnettstasjon med mulig lokasjon på Håmo/Roaldkvam. Den utredede traséen går fra Tverrdalen til Svinsanuten, videre ned Jordebrekklia før den krysser Nordmorkåa to ganger og går på sørsiden av Roaldkvassåna til innstrekkestativ som er forutsatt plassert på Håmo. Luftledningen er planlagt med bæremaster i kompositt og vinkel- og forankringsmaster i rørstål.

På Håmo vil det bli et 132 kV luftisolert koblingsanlegg med grunnflate på ca. 750 m², 1 - 2 transformatorceller, samt et bygg for 22 kV koblingsanlegg og kontroll- og hjelpeanlegg. Totalt arealbeslag vil bli ca. 1,5 daa. Endelig plassering og utforming må gjøres i forbindelse med utforming av Statnetts anlegg, men en foreløpig skisse av 132 kV anlegget sammen med en mulig løsning for tilknytning til transmisjonsnettet er vist i Figur 2-2. I denne utredningen er konsekvensene av Lyse Krafts del av stasjonsanlegget avgrenset til en overordnet vurdering av arealbeslaget, da endelig plassering og utforming må gjøres i samarbeid med Statnett.

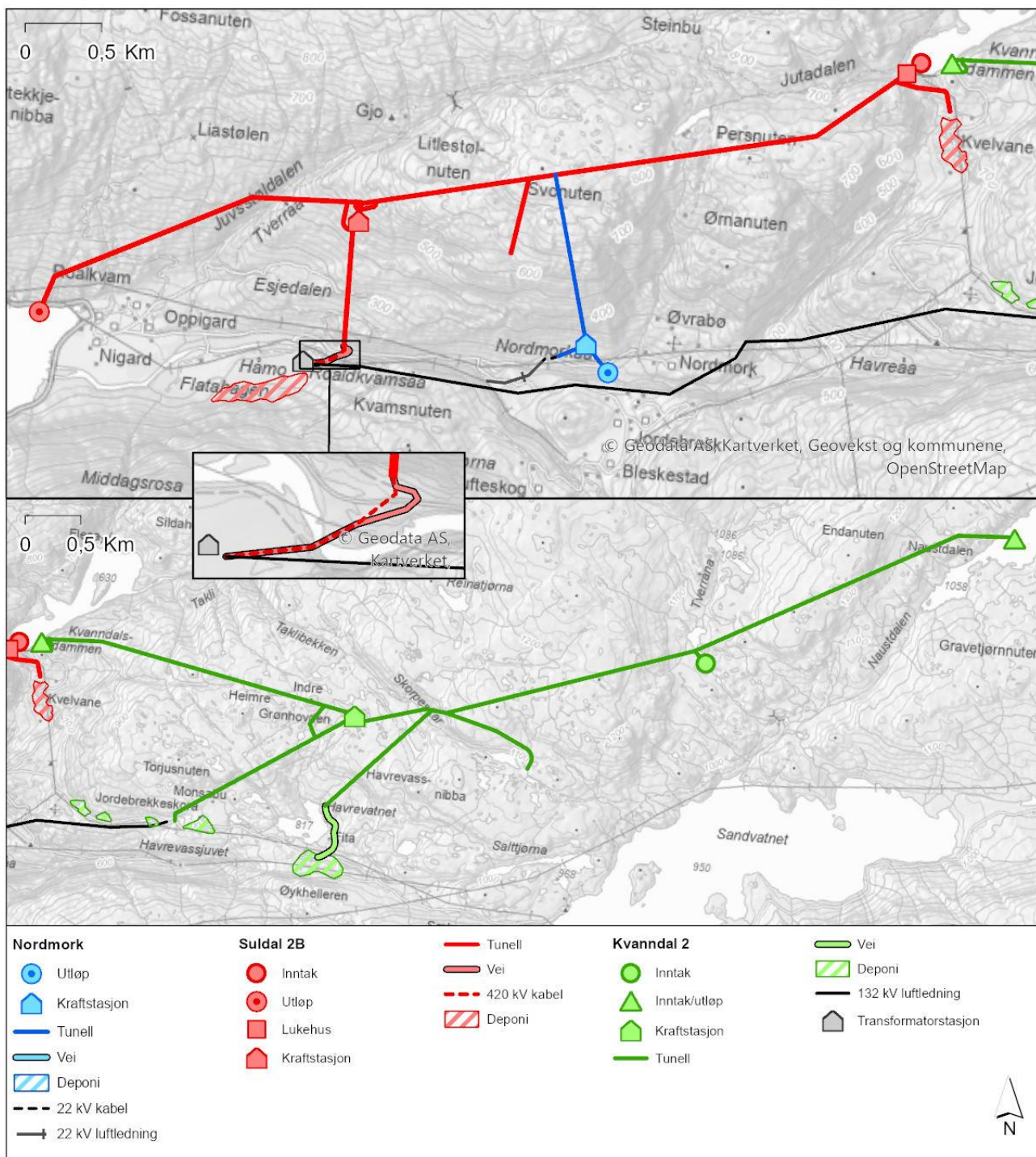
Nettilknytning fra Suldal 2B vil bli via 420 kV kabel fra transformator i berg ved kraftstasjonen til Statnetts nye transmisjonsnettstasjon som i denne utredningen er antatt plassert på Håmo.

Nettilknytning for Nordmork kraftverk vil bli via en ca. 250 m lang 22 kV jordkabel fra kraftstasjonen langs Gardavegen til påkobling i ny 22 kV kabelendemast på sørsiden av Gardavegen ved Holamlia. Fra kabelendemast er det planlagt en 500 m lang 22 kV linje vest-sørvest fram til Fagne sin eksisterende 22 kV

linje hvor kraftverket planlegges innkoblet. Traséen vil spenne over Nordmorkåa sørvest for portalen og krysse Gardavegen. Trasé er vist i Figur 2-3.



Figur 2-2 Lyses elektriske anlegg i en transformatorstasjon på Håmo er vist med mørkt grått areal i nedre, venstre hjørne. Lyses behov knyttet til en transmisjonsnettstasjon på Håmo er vist med lys grå bakgrunn. Statnetts vil ha behov utover dette for en eventuell stasjon på Håmo.



Figur 2-3 Kvanndal 2 pumpekraftverk + Suldal 2B kraftverk + Nordmork kraftverk. For mer detaljerte kart se konsesjonssøknaden.

3 Metode

3.1 Generelt

Målet med denne rapporten er å avgrense lokaliteter med reell skredfare for de kraftverksalternativene som konsekvensutredes. Arbeidene innebærer ikke produksjon av faresonekart eller kvantifisering av skredrisikoen.

Skredfare er vurdert for planlagte anlegg med fokus på påhugg for adkomst, tverrslag og utslag for svingesjakter/-tunneler og utslag under vann. Videre er skredfare også vurdert for planlagte tipp- og anleggsområder samt overordnet for planlagt høgspenlinjer. Det er ikke gjort vurderinger av skredfare for adkomstveger, hverken dagens eksisterende eller eventuelle planlagte i forbindelse med anleggene. Skredfare i foreliggende rapport vurderes for naturlig skred fra bratt terreng som definert i NVE sin veileder for skredfareutredninger [1]. Detaljvurdering av lokale sikringstiltak med hensyn til etablering av påhugg og skjæringer etc. inngår ikke i foreliggende rapport, men for steder med reell skredrisiko er eventuelt behov for skredsikringstiltak utført med fokus på gjennomførbarhet.

Ved videre detaljvurdering må skredfare for adkomstveger vurderes spesielt, særlig med hensyn til eventuell planlagt vinterdrift, herunder gjennomførbarhet og risiko i anleggsperiode. Områder hvor skredfare er reell må videre detaljvurderes og risiko kvantifiseres og vurderes opp mot akseptkriterium for skred. For områder som ikke tilfredsstillende sikkerhet mot skred må en videre detaljvurdering og detaljprosjektere eventuelle sikringstiltak. Dette inkluderer ikke bare fysiske sikringstiltak/barrierer, men også risikoreducerende tiltak og prosedyrer i forbindelse med anleggsarbeider og i driftsfase.

3.2 Kart- og skrivebordsstudie

Hoveddelen av kartstudien ble utført før befaringen og besto av undersøkelser av topografiske kart, historiske flyfoto, samt ulike datasett fra NVE, NGU og Kartverket (hoydedata.no).

Aktsomhetskart fra NVE er i stor grad benyttet til å sile ut områder som var nødvendig å undersøke nærmere i felt. NVE sitt aktsomhetskart viser potensielle fareområder for skred. Aktsomhetskartene kan ha ulik detaljeringsgrad, og faregraden er ikke tallfestet. I Norge er det utarbeidet landsdekkende aktsomhetskart for steinsprang, snøskred og jordskred. Kartserien er tilgjengelig på www.skrednett.no. De er utarbeidet ved hjelp av datamodeller som ut fra terrengdata kjenner igjen områder som kan være utsatt for disse skredtypene. Det er ikke utført feltarbeid ved utarbeidelse av disse kartene, og effekten av lokale faktorer som f.eks. skog, utførte sikringstiltak og lignende er derfor ikke vurdert. På grunn av den grove oppløsningen til terrengmodellen (20 m) viser aktsomhetskartene i enkelte tilfeller ikke utløsningsområder med mindre høydeforskjell enn 20 meter, noen ganger inntil 50 meter.

Kunnskapen er supplert med informasjon mottatt fra Hydro/Lyse samt møter med kjentfolk i området. Sweco har tidligere skrevet en rapport om kraftverksalternativer i samme område [2].

3.3 Feltarbeid

De ulike lokalitetene i Østre og Vestre vassdrag ble befart i tre dager mellom 25.–27. september 2023. Befaring ble utført av ingeniørgeologer Eirikur Einarsson, Øyvind Rem, Joakim Berntsen og Torgeir Sandøy fra Norconsult. I tillegg har det vært gjennomført en tidligere befaring i området 14.–15. juni 2023 av Eirikur Einarsson og Torgeir Sandøy.

De aktuelle lokalitetene ble gjennomgått og potensielle løsneområder for ulike skredtyper, terrengformer, vegetasjon og generelle bergforhold ble kartlagt. Observasjoner og registreringer er i etterkant sammenlignet med kartgrunnlag og øvrig grunnlagsmateriale. Drone ble brukt for fotografering og filming der dette var nødvendig.

3.4 Modellering

På utvalgte områder hvor det på grunnlag av feltarbeider er vurdert å være reell skredfare er det i tillegg til feltobservasjoner også benyttet modellering for å vurdere potensialet og utløpslengder ved skredhendelser. Resultatene brukes for å vurdere skredrisiko, potensielle utløpslengde/-retning og energimengder med hensyn til behov for, og gjennomførbarhet av, skredsikringstiltak.

3.4.1 RAMMS

Som en støtte til skredfarevurderingen er det simulert utløp for steinsprang med den dynamiske 3D-modellen RAMMS Rockfall (RAMMS:ROCKFALL v. 1.7.65). Resultatene fra modelleringen viser utløp og utbredelse for steinsprang og må tolkes og vurderes sammen med andre data.

Modellen krever input fra digital terrengmodell, definisjon av løснеområder, samt blokkstørrelse og blokkform. En kan også definere verdier for energidemping basert på grunnforhold, samt friksjon fra skog. Følgende kommentarer er knyttet til RAMMS Rockfall-beregningene i dette prosjektet:

- Digital terrengmodell med 1 m oppløsning er brukt i modelleringen
- Løснеområder (polygon) er definert på kart (løснеområder er definert som arealer med helling over 45 grader, eller områder der ugunstig orientering gjør utfall fra slakere terreng mulig)
- Verdier for mykhet i terrenget (som myr, bart fjell, ur, osv.) er lagt inn i modellen basert på observasjoner i felt, samt ved bruk av flyfoto og fjellskyggekart
- Skog er ikke inkludert i modellen.

3.4.2 Rockyfor3D

For å se på retning og utløpslengde til potensielle steinsprang, er det utført skredsimulering i Rockyfor3D (versjon 5.2.15) for utvalgte områder. Rockyfor3D er en modell som kombinerer deterministiske algoritmer med stokastiske metoder for å simulere enkeltblokkers bevegelse ved fritt fall og i sprang med kontakt med underlaget [3].

Parametere som må inkluderes i modellen er:

- Terrengmodell
- Antall blokker som simuleres fra hver celle i terrengmodellen
- Blokkform/størrelse og densitet

Ved kun å benytte inputparameterne over, kan man kjøre en automatisk simulering som selv definerer løснеområde og terrengparametere basert på beregnet terrenghelning. Terrengparametere bakketype og overflateruhet settes automatisk av programmet med konservative verdier. Denne innstillingen kalles "Rapid automatic simulation" i modellen.

3.5 Risiko for skredfare – Gjeldende regelverk og akseptkriterium

For ulike deler av anlegget vil det være aktuelt å legge til grunn ulike regelverk og potensielt ulike akseptkriterier for skred. En redegjørelse av regelverk som er aktuelle for å legge til grunn er gitt i dette kapitlet

3.5.1 Permanente bygninger

Sikkerhetskravene som skal legges til grunn ved regulering og byggesak, er gitt i plan- og bygningsloven (PBL) §§ 28-1 og 29-5 med tilhørende byggt teknisk forskrift (TEK17) §7-3 Sikkerhet mot skred [4].

Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) sine retningslinjer «Flom- og skredfare i arealplaner» beskriver hvordan skredfare bør utgreies og innarbeides i arealplaner og hvordan aktsomhetskart og faresonekart kan benyttes til å identifisere skredfareområder [5]. NVEs veileder «Veileder for utredning av sikkerhet mot skred i bratt terreng. Utredning av skredfare i reguleringsplan og byggesak» (versjonsdato 12.11.2020) er tilknyttet retningslinjene, som gir anbefalinger til hvordan skredfare bør vurderes og kartlegges i bratt terreng på ulike plannivåer etter PBL [1].

Etter TEK17 skal byggverk og tilhørende uteareal plasseres, dimensjoneres eller sikres mot skred slik at krav til nominelle årlig sannsynlighet ikke overskrider kravene til sikkerhetsklassen som tiltaket tilhører (Tabell 3-1). Sikkerhetskravene kan tilfredsstilles ved å enten plassere tiltaket utenfor fareområder, slik at sannsynligheten for skred er mindre enn minstekravet, ved å etablere sikringstiltak som reduserer sannsynligheten for skred mot tiltaket og tilhørende uteareal, eller ved å dimensjonere og konstruere tiltaket slik at de tåler belastningene et skred kan medføre [4]. Det åpnes derfor for å vurdere sikring for å tilfredsstille sikkerhetskravet dersom en ikke kan plassere tiltaket utenfor kartlagte faresoner.

Retningsgivende eksempel for fastsetting av sikkerhetsklasse er beskrevet i TEK17. Byggverk der konsekvensen av et skred, og sekundærvirkninger av skred, er særlig stor, eksempelvis bygg med kapasitet for nasjonal eller regional beredskap og krisehandtering, skal ikke plasseres i skredfarlig område [4]. Kraftverksbygg vil normalt havner innenfor klasse S2 og S3 avhengig av størrelse på kraftverket og herunder konsekvens (beredskapsmessig, sikkerhet og økonomisk) for anlegget.

Tabell 3-1 Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i skredfareområder [4].

Sikkerhetsklasse for skred	Konsekvens	Største nominelle årlige sannsynlighet
S1	Liten	1/100
S2	Middels	1/1000
S3	Stor	1/5000

3.5.2 Veger

Statens vegvesen har i vegnormal N200 Vegbygging [6] gjort en tilpassing av sikkerhetskravene i byggt teknisk forskrift [4] til plan og bygningsloven som gjelder der trafikken er i flyt. I områder der en legger til rette for stans, som eksempelvis oppstillingsplass, rasteplass osv. gjelder sikkerhetskravene i TEK17 [4]. Sikkerhetsnivået i N200 for trafikk i flyt er vist i Tabell 3-2.

Tabell 3-2 Sikkerhetskrav for skredsannsynlighet på veg [6].

Dimensjonerende trafikkmengde	Samlet skredsannsynlighet per km og år
<500	1/20
500–3999	1/50
4000–5999	1/100
6000–11999	1/300
≥12000	1/1000

3.5.3 Høyspentlinjer - masteplassering

Skredfarevurderingen av permanente konstruksjoner baseres på NVE veileder «Konsesjonsøknad nettanlegg» [7]. Selv om tiltaket er fritatt fra PBL, skal skredtekniske vurderinger følge den samme metodikken som er aktuell for andre søknadspliktige tiltak.

Bygging av høyspent er underlagt konsesjon fra NVE. Dersom anleggsområdet ligger i flom- eller skredutsatte områder, skal det utføres en faglig vurdering av reell naturfare. Det foreligger ikke tallfestede krav til hva som er akseptabel risiko for skredfare mot mastepunkt. En generell uttalelse om aktsomhet ved de utsatte mastepunktene er derfor beskrevet i denne fasen. Mastelinjer bygges ofte i bratt og skredutsatt terreng noe som medfører at eventuell skredfare må håndteres ved detaljprosjektering. Videre er det viktig å sikre at bygging av høgspenlinjer ikke medfører en økt skredfare for tredjeperson.

Foreliggende rapport vil legges til grunn for konsekvensutredning. Hensikten med rapporten er å indentifisere og avgrense potensielle fareområder og om mulig avgrense de aktsomhetsområder som foreligger fra NVE, samt vurdere gjennomførbarhet for traséen med hensyn til skredfare. Det legges ikke opp til kvantifisering av faregraden i forbindelse med konsekvensutredningen.

3.5.4 Risikovurdering for anleggsarbeid

For å vurdere akseptabel risiko for skred knyttet til anleggsarbeid i skredutsatt terreng vil NS 5814:2016 «Krav til risikovurderinger» [8] og NS 5815 «risikovurdering av anleggsarbeid» [9] være aktuelle å benytte. Sannsynlighet og konsekvens deles i fem kategorier, se Tabell 3-3 og Tabell 3-4. I en risikovurdering plasseres uønskede hendelser inn i en risikomatrix gitt av hendelsenes sannsynlighet og konsekvens. Risikomatrixene (Tabell 3-5) har tre soner: lav risiko (grønn), middels risiko (gul) og uakseptabel risiko (rød). Sannsynlighetskategori for at en person skal bli truffet av et skred er direkte knyttet opp mot vurdert skredfrekvens. Konsekvens ved en hendelse vil kunne være alvorlig personskader eller dødsfall.

Tabell 3-3 Konsekvenskategori for tap av menneskes liv og helse

Konsekvenskategori	Menneskes liv og helse
K1. Svært liten konsekvens	Ingen personskade. Ingen negativ helsepåvirkning.
K2. Liten konsekvens	Liten personskade uten fravær. Kortvarig negativ helsepåvirkning.
K3. Middels konsekvens	Personskade med fravær ≥ 1 dag, men uten varige skader. Sykdom uten varige konsekvenser.
K4. Stor konsekvens	Alvorlig personskade med varige skader. Sykdom med varige konsekvenser.
K5. Svært stor konsekvens	Dødsfall.

Tabell 3-4 Sannsynlighets kategorier for treff ved skredhendelser

Sannsynlighetskategori	Frekvens av hendelser
S1. Lite sannsynlig	Sjeldnere enn en hendelse pr. 100 år.
S2. Mindre sannsynlig	I gjennomsnitt en hendelse pr. 10 - 100 år.
S3. Sannsynlig	I gjennomsnitt en hendelse pr. 1 - 10 år.
S4. Meget sannsynlig	Oftere enn 1 hendelse pr. år.
S5. Svært sannsynlig	Oftere enn 10 hendelser per år.

Tabell 3-5 Risikomatrixe

SANNSYNLIGHET	KONSEKVENNS				
	K1. Svært liten	K2. Liten	K3. Middels	K4. Stor	K5. Svært stor
S5. Svært sannsynlig	RØD	GUL	RØD	RØD	RØD
S4. Meget sannsynlig	GRØNN	GUL	GUL	RØD	RØD
S3. Sannsynlig	GRØNN	GRØNN	GUL	GUL	RØD
S2. Mindre sannsynlig	GRØNN	GRØNN	GRØNN	GUL	RØD
S1. Lite sannsynlig	GRØNN	GRØNN	GRØNN	GRØNN	GUL

- GRØNN **Lav** – Lav risiko. Avbøtende tiltak gjennomføres kun når nytte-/kostvurderingen tilsier det
- GUL **Middels** – Tolerabelt område. Akseptabelt bare viss videre risikoreduksjon er for dyr i forhold til oppnådd forbedring
- RØD **Høy** – Uakseptabel risiko. Avbøtende tiltak er nødvendig

4 Vestre vassdrag

4.1 Røldal 2 pumpekraftverk

4.1.1 Påhugg Røldal og deponi Fjetland

I området ved Røldal kraftstasjon er det planlagt påhugg for adkomsttunnel, et GIS-bygg og et transformatorbygg. Massene fra tunneldrivingen er tenkt deponert på vestsiden av Storelva like ved dagens transformatoranlegg. Disse områdene vurderes samlet. Odlandsvegen som går på oversiden av eksisterende anlegg tas også med i vurderingen ifm. plassering av nytt påhugg. Dagens anlegg og tenkt påhugg ligger ved foten av en nordvestvendt vegetert fjellside med flere bratte skrenter opp til 980 moh.

Av NVE sine aktsomhetskart fremgår det at området rundt påhugget ligger innenfor aktsomhetsområde for steinsprang, jord-, snø og flomskred. I fjellsiden over eksisterende anlegg er det observert flere mulige ustabile bergpartier og løснеområder for steinsprang. Deler av eksisterende anlegg sikret med et fanggjerdje i overkant av veggen (Figur 4-4).

Noe sør for eksisterende trafoanlegg er det et sår i vegetasjonen etter større steinskred som gikk i desember 2020 (Figur 4-1). På samme sted gikk det også et skred i 1968, synlig på ortofoto fra 1971. Det er observert et større avløst bergparti i løsnedområdet (Figur 4-2). Dette partiet er rensket og sikret med bolter, wirenett og bergbånd [10]. Det er fortsatt skredblokker igjen i området som vurderes som ustabile og som potensielt kan remobiliseres. Det er også et aktivt skredområde i tilknytning til skredviften nord for eksisterende kraftstasjon. Her er Gjerhusgjelet og Gravegjelet to aktive skredløp med flere registrerte skredhendelser på Odlandsvegen.

Området ved trafoanlegget i Røldal, ble befart den 15. juni 2023 og den 26. september. Det er observert gamle urmasser like over planlagt påhugg samt på oversiden av fangnettet. Noen liggende trær er observert i fjellsiden over kraftstasjon, men ut ifra observasjoner og dronefoto antas dette å være rotvelt, ikke på grunn av skredaktivitet. Det observeres ikke noe tegn til snøskredaktivitet i fjellsiden og jordskredfaren ansees som liten da løsmassedekket i området over trafostasjonen består av gamle urmasser. Flomskredfaren vurderes som liten, da det ikke er markert eller observert noen bekker som renner ned i området over trafostasjonen. Dette gjør at det steinsprang/steinskred vurderes å være dimensjonerende skredtype i dette området.

Både planlagt og eksisterende utløp fra kraftstasjonen ligger like under aktivt skredløp (Figur 4-3). Det vurderes å være risiko for at fremtidige skredhendelser kan nå vannet og planlagt utløp/inntak for Røldal 2 samt utløp for eksisterende kraftverk. Det har vært flere skredhendelser som her har krysset vegen.



Figur 4-1 Sår i terrenget etter skredet som gikk i 2020 sør for eksisterende trafoanlegg.

Løsneområde steinskred 2020 (580moh)



Figur 4-2 Dronebilde av løsneområdet for steinskredet som gikk i 2020. Et større avløst bergparti henger igjen på 580moh. Dette avløste partiet er sikret [10].



Figur 4-3 Eksisterende utløp for Røldal kraftstasjon og nytt planlagt utløp for Røldal 2 pumpekraftverk.

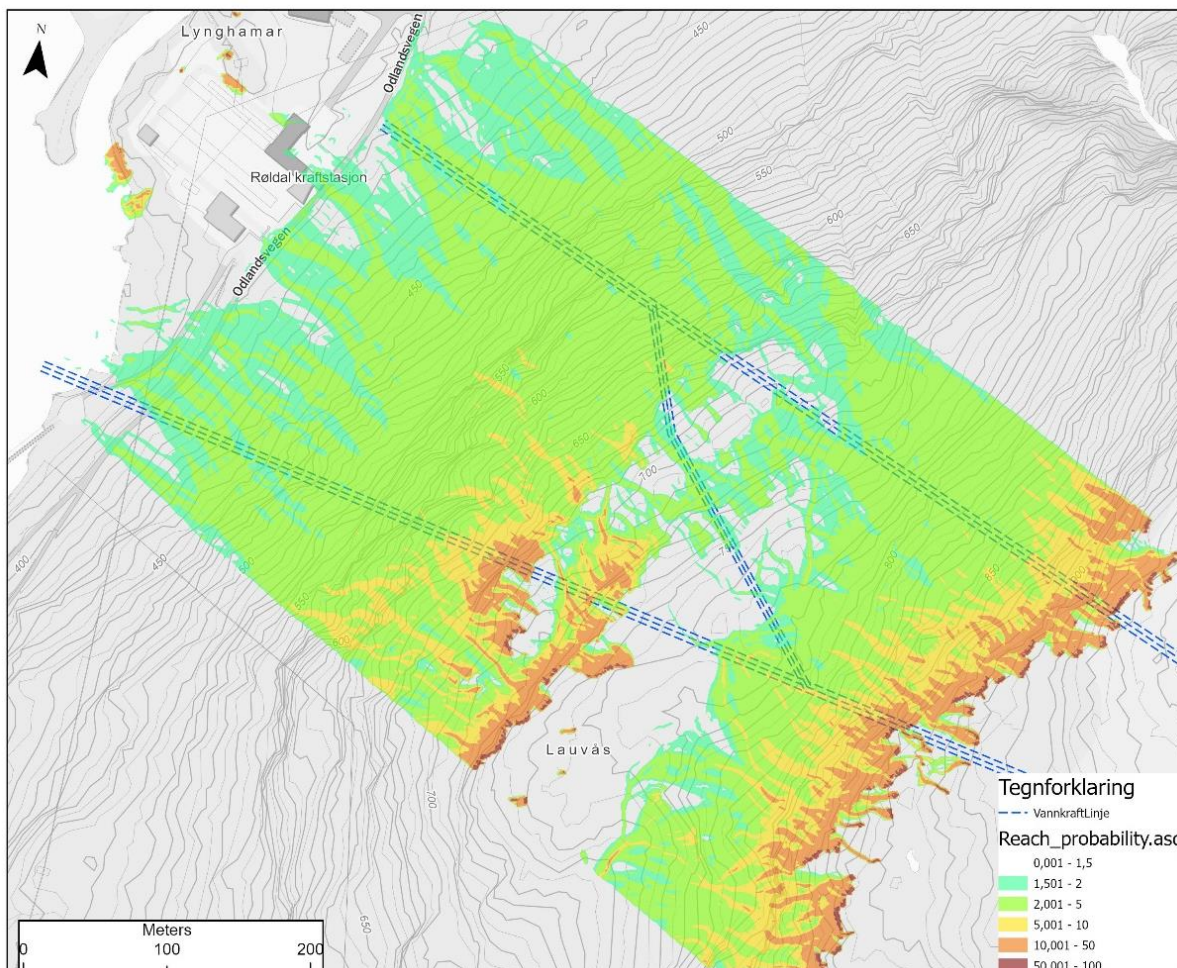


Figur 4-4 Eksisterende adkomst til Røldal kraftstasjon samt planlagt plassering for ny adkomsttunnel

4.1.1.1 Modellering påhugg Røldal

Det er foretatt en modellering av steinsprang mot påhugget og eksisterende trafostasjon med Rockyfor3D og Ramms Rockfall for å undersøke behovet for tiltak i form av fanggjerder og/eller skredvoll. Effekten av dagens fanggjerde ble ikke vurdert. I Rockyfor3D ble det kjørt 100 simuleringer med rektangulære blokker med volum

på 1 m³. Blokker med reach probability lavere enn 1,5 % er sett bort fra da dette kan betraktes som ekstremverdier [3]. Modellering indikerer at steinsprang vil kunne nå eksisterende trafostasjon, planlagt påhugg samt inntak/utløp (Figur 4-5).



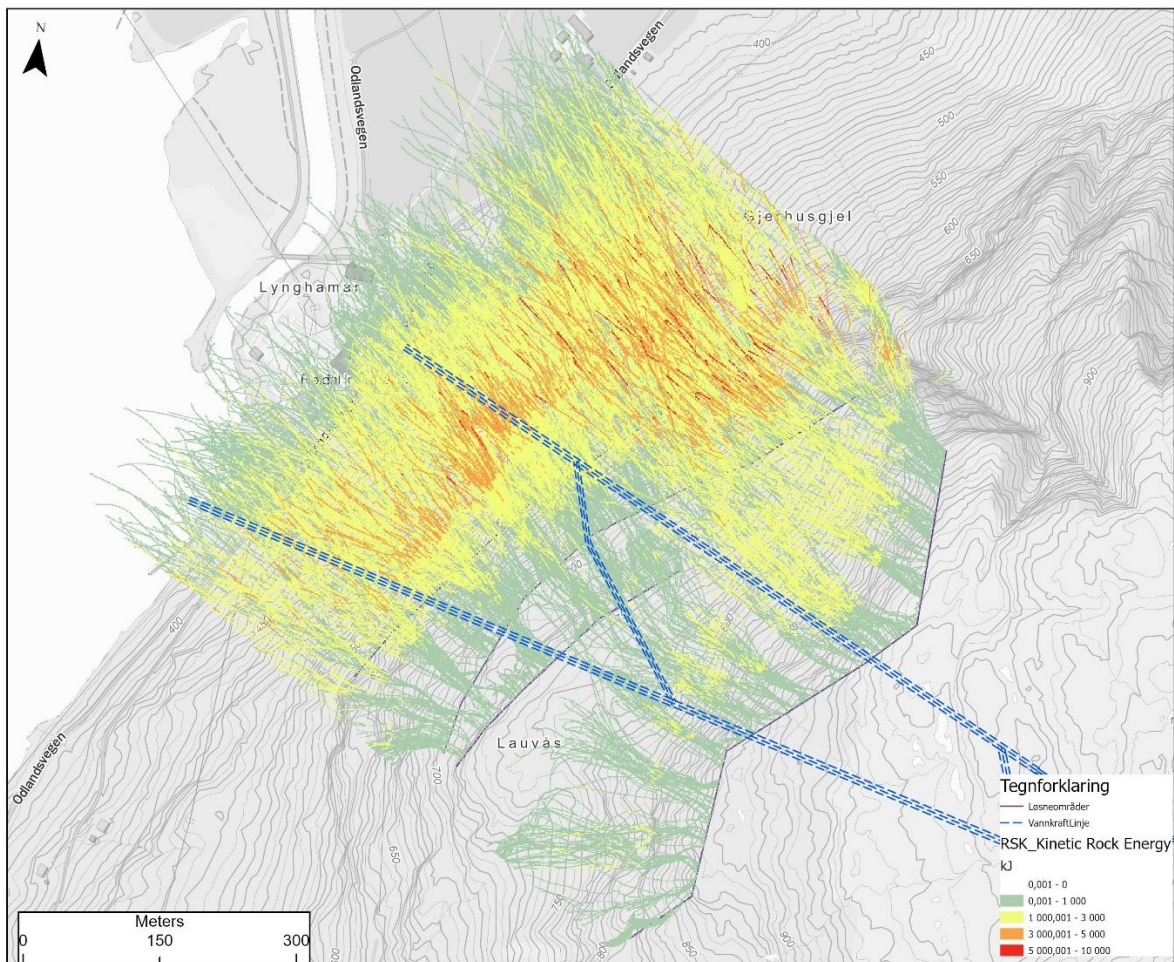
Figur 4-5 Resultater fra Rockyfor3D simuleringen ved påhugget i Røldal som viser sannsynligheten for at blokker når eksisterende anlegg. Resultatene viser at steinsprang kan nå eksisterende trafostasjon, planlagt tverrslag samt utløpet.

Følgende kommentarer er knyttet til RAMMS Rockfall modelleringene utført for denne lokaliteten:

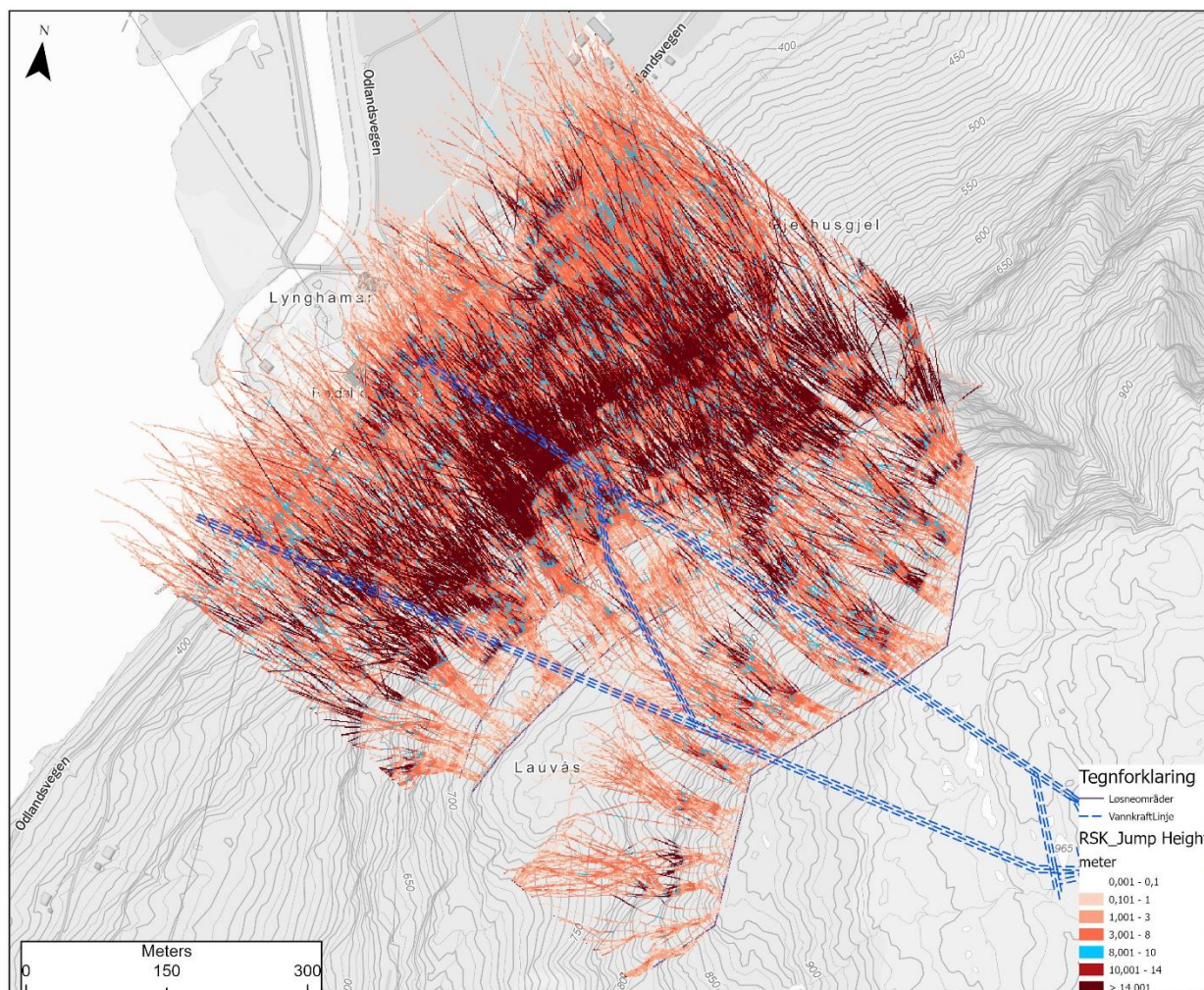
- Kubiske blokker på 1 m³ er brukt i simuleringen.
- Blokkene er modellert med fem vilkårlige orienteringer i startpunktet.
- Utløsningsområdene er representert ved bruk av linjer. En øverst, en i midten og en nederst i fjellsiden over tenkt påhugg. Dette er gjort da det krever mer kartlegging for å kunne modellere løснеområdene mer i detalj.
- I denne modelleringen er områder brattere enn 45 grader satt som extra hard. Områder med urmasser er satt som medium. Arealet med veg og bygg er satt til medium hard. Plenareal er satt til medium soft.

Siden løснеområdene er representert med linjer øverst i de bratteste områdene vil Ramms modelleringen representere et worst case for blokker på 1 m³. Resultatene viser at blokker fra flere potensielle løснеområder kan nå eksisterende anlegg samt planlagt utløp for Røldal 2 kraftverket (Figur 4-6). Modelleringen viser at blokkene som når ned forbi Odlandsvegen har energi <3000 kJ. Modelleringen vurderes å gi urealistisk høye spretthøyder (Figur 4-7), men utløpsdistansen på blokker sluppet fra de øverste løśnieområdene vurderes realistisk.

Resultatene fra begge modellene viser at hyllen i terrenget ved Lauvås har god fangevne fra potensielle steinsprang fra hammeren høyere opp i terrenget.



Figur 4-6 Resultater fra RAMMS Rockfall modelleringen som viser energi i kJ.



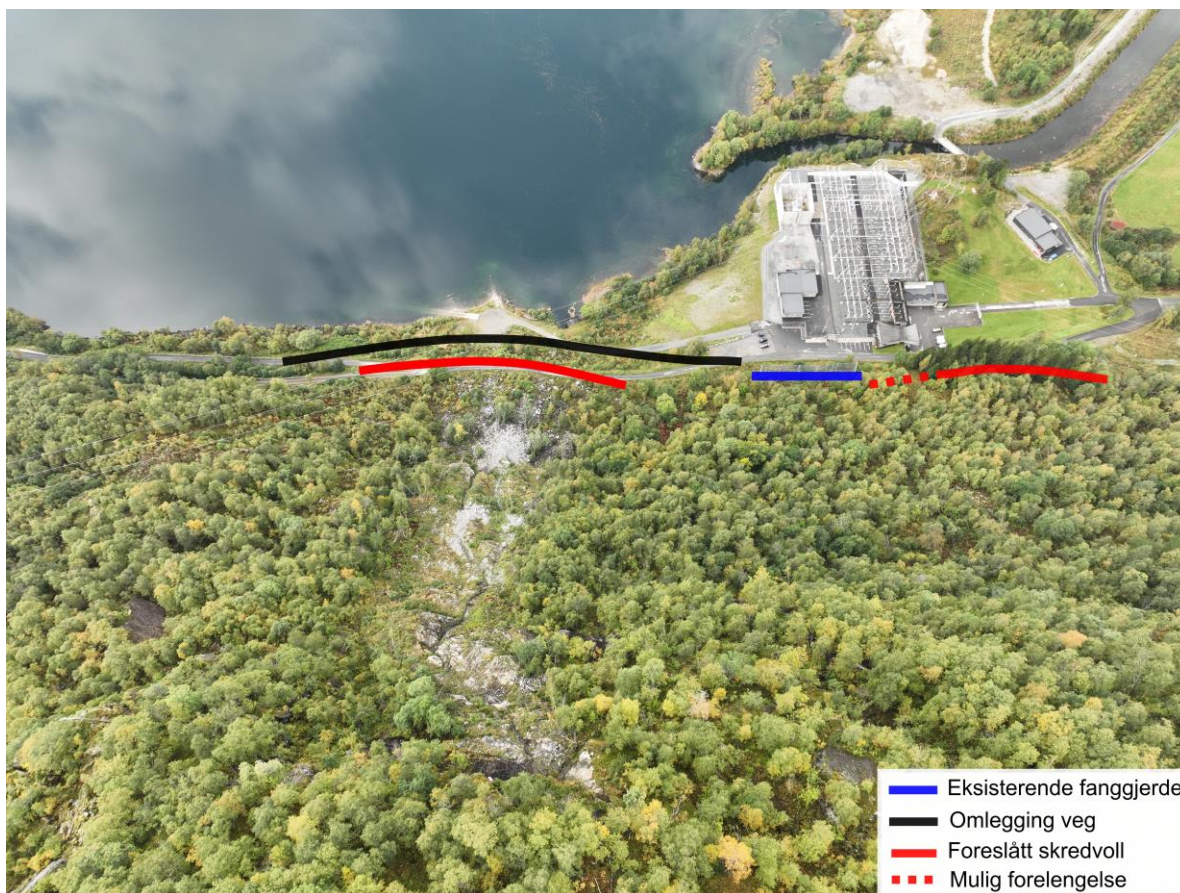
Figur 4-7 Resultater fra RAMMS Rockfall modelleringen som viser spretthøyde

4.1.1.2 Mulige sikringstiltak

For påhuggsområdet må sikringstiltak påregnes. Aktuelle tiltak vil være fangnettgerde. En løsning med skredvoll kan vurderes over påhugg noe som også kan gi god områdesikring for øvrige del av anlegget, men etablering av voll kan være utfordrende grunnet bratt terrenghelning og adkomst. Valg av løsning må ses opp mot kost/nytte og gjennomførbarhet vurderes nærmere ved videre detaljvurdering.

For inntak/avløp vil et avbøtende tiltak kunne være å etablere en fylling ut fra eksisterende veg som muliggjør flytting av vegen lengre ut mot vannet. Dette vil igjen gjøre det mulig å etablere en skredvoll mellom veg og terreng slik at eventuelle fremtidige steinsprang fanges opp (Figur 4-8). Tunnelmasser kan benyttes både i fyllingen og i skredvollen, men dette må vurderes opp mot tilgjengelig plass. Dette tiltaket kan øke sikkerheten både for kraftverket og for den kommunale vegen. Et slikt tiltak er ikke vurdert i detalj, og gjennomførbarhet må vurderes. Alternativt vil fangnettgerde være aktuelt tiltak.

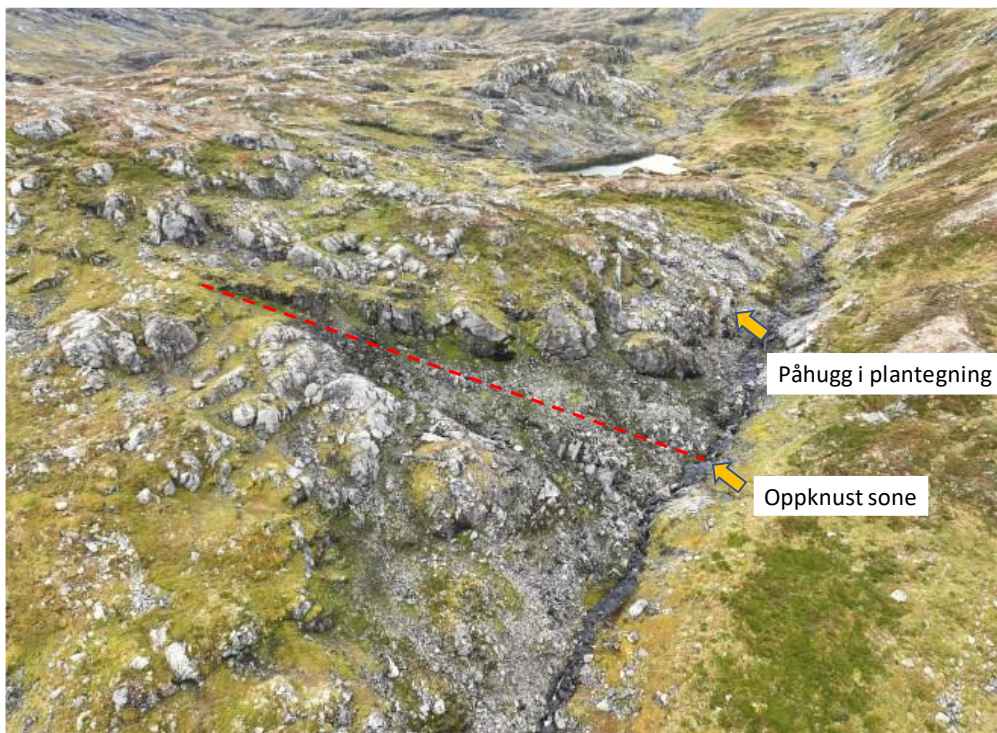
Alle tiltak må detaljprosjekteres i senere planfaser, men vurderes å være gjennomførbart.



Figur 4-8 Dronebilde tatt ned mot eksisterende anlegg i Røldal som viser mulige sikringstiltak for utløp/inntak, samt tiltak for nytt påhugg.

4.1.2 **Utslag svingetunnel**

Området hvor svingetunnelen kommer ut i dagen ligger utenfor aktsomhetsområder for skred. Det ble på befaringen observert en sone med småfallent berg hvor tunnelen har planlagt utslag (Figur 4-9). Denne sonen bør unngås når en i senere faser ser mer i detalj på nøyaktig plassering av utslaget.



Figur 4-9 Dronebilde tatt mot SV som viser området for utslaget for svingetunnelen.

4.1.3 Tverrslag og deponi - Fossen

Påhugget til Tverrslaget er lokalisert ca. 300 meter vest for bygningene ved Fossen. Her er deler av deponi samt tilkomstveg innenfor aktsomhetsområdene for snø og steinsprang fra bratt fjellside i SØ for Fossen. Det er urmasser i skråningen over eksisterende bygninger ved starten av adkomstvegen. Selve påhugget ligger utenfor aktsomhetsområder for skred og vurderes til å være plassert på et egnet sted. Rensk og lokale bergsikringstiltak må påregnes ved og over påhugget. Løsmassemektigheten i området er liten. NGUs løsmassekart angir området som bestående av bart fjell, stedvis med tynt morenedekke.



Figur 4-10 Dronebilde tatt mot SØ som viser anleggsvegen fra Fossen samt påhuggsplassering for tverrslaget.

4.1.4 Inntak Votna – Røldal 2 pumpekraftverk

Området for inntak og lukehus ligger utenfor aktsomhetsområder for skred og utredes derfor ikke videre. Berg i dagen er observert og tilnærmet ingen løsmasser i området.

4.2 Novle 2 pumpekraftverk

4.2.1 Tverrslag ved Valldalsdammen

Påhugget for tverrslaget er planlagt like nedenfor eksisterende fyllingsdam ved Valldalsvatnet. Området ligger innenfor aktsomhetsområdet for jord- og flomskred, snøskred og steinsprang. Under befarig i september 2023 ble det observert tydelige spor etter steinsprang og flomskred langs fjellsiden i øst. Ansamlinger av ur opptrer stedvis langs fjellsiden, med hyppigere forekomst lengre sør for tverrslagsområdet. Enkelte av steinene har relativt uforvitrede flater, og kan antas å stamme fra ferske skred eller steinsprang. Det er også spor etter flomskredprosesser ved aktive bekkeløp i fjellsiden.

Skråningen over påhuggsområdet er dekket av spredt tre- og buskvegetasjon, og løsmassemektheten vurderes å være lav (<1 m). Jordskred anses ikke som et reelt problem i området, men vannrelaterte skredprosesser (flomskred) kan erodere og ta med seg løsmasser/stein fra fjellsiden og må hensyntas. Risikoen for steinsprang anses derimot som høyere, da det observeres flere bratte skrenter i fjellsiden over tenkt påhugg. Disse vil være mulige løsneområder for sprekkeavløst berg.

Risiko for snøskred er til stede, da helning på overliggende terreng muliggjør akkumulering og løsning av snø. I tillegg danner bunnen av dalen en naturlig terrengfelle for større snøskred ved bunnen av fjellsiden og Valldalsdammen. Området er markert som snøskredutsatt i Hydro sitt farekart over snørasområder, se vedlegg A. Basert på opplysninger og erfaringer fra Hydro går det større snøskred i området ca. to ganger i tiåret. Ifølge Hydro utløses skredene fra toppen av fjellsiden (ca. kote 1100). Snøskred anses derfor som en reell risiko for påhuggsområdet.

Lenger opp langs fjellsiden, ved kote 970, finnes det en fjellhylle med slakere terreng og bredde ca. 50–60 meter mot sør-øst. Langs denne hyllen observeres det flere ansamlinger av ur og skredmasser som har løsnet fra fjellveggene lenger opp, se Figur 4-11. Fjellhyllen har god fangevne for skred med løsneområde over kote 1000. Det kan ikke utelukkes at skred eller steinsprang med høy fart og energi kan passere fjellhyllen og rase ned mot påhuggsområdet. I tillegg er det en risiko for at større snøskred kan remobilisere løse blokker og dra dem med seg nedover.



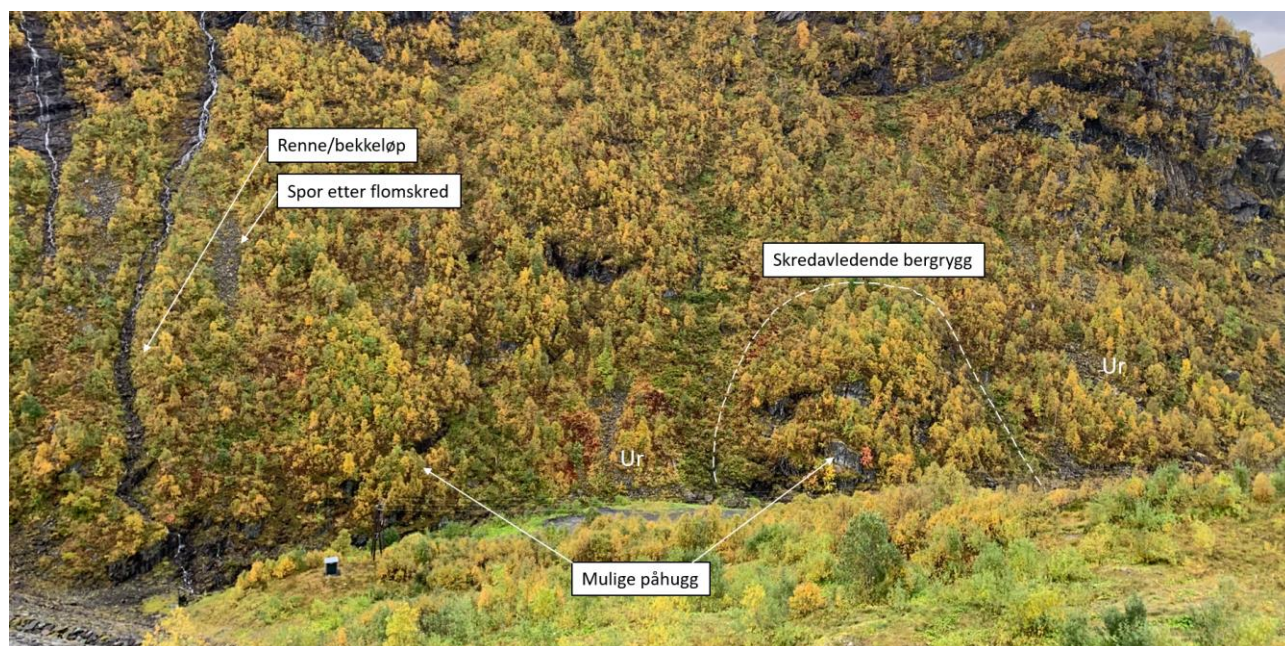
Figur 4-11 Dronefoto over berghyll i fjellsiden over påhuggsområdet.

Basert på observasjoner og vurderinger gjort i felt er det to aktuelle angrepspunkter lokalt ved dammen for påhugget: i berghammeren nærmest eksisterende dam og i en bergrygg noe lenger sør, se Figur 4-12. Fordelen med bergryggen i sør er at den har avledende veier for skredprosesser på hver side av ryggen. I tillegg er den plassert lenger unna en renne som dannes av to bekkeløp nærmest dammen. Ulempe vil være lengre adkomstveg.

Skredfare og risiko for skred må vurderes videre i detalj for påhuggsområdet. Behov for tiltak og potensielle restriksjoner på bruk av området mht. skredrisiko må påregnes. Det antas gjennomførbart å sikre for steinsprang og mindre vannrelaterte skred ved hjelp av fangnettgjerd, samt ved å etablere en portal for tverrslaget. For snøskred vil det være risiko for ras mot store deler av uteområdet, noe som vil medføre restriksjoner på vinterdrift av anlegget og eventuell fremtidig bruk av tverrslaget. Det antas at det ikke er mulig å fullstendig sikre seg mot større snøskred, og anlegget må potensielt innføre rutiner for daglig risikovurdering ved vinterdrift. Snøskredrisiko fra selve dammen må også vurderes videre, da denne har en gjennomsnittlig helning (32°) som muliggjør akkumulasjon og løsning av snømasser. Det vurderes ikke å være gjennomførbart å sikre påhugg mot større snøskredhendelser, men risiko knyttet til dette kan håndteres gjennom risikoreduserende tiltak som daglig snøskredvarsling, og særskilte prosedyrer ved bruk av området og adkomst/tverrslag. Skredrisiko vil medføre restriksjoner på bruk av riggområde i bunn av dalen.

Det vurderes å være reell risiko for skred som må detaljvurderes ved videre arbeider. Behov for skredsikringstiltak må påregnes samt restriksjoner på bruk av området sett opp mot skredrisiko, særlig i vinterhalvåret.

Ved videre utredning anbefales det å utføre skredsimuleringer fra både dammen og fjellskråningene over påhuggsområdet.



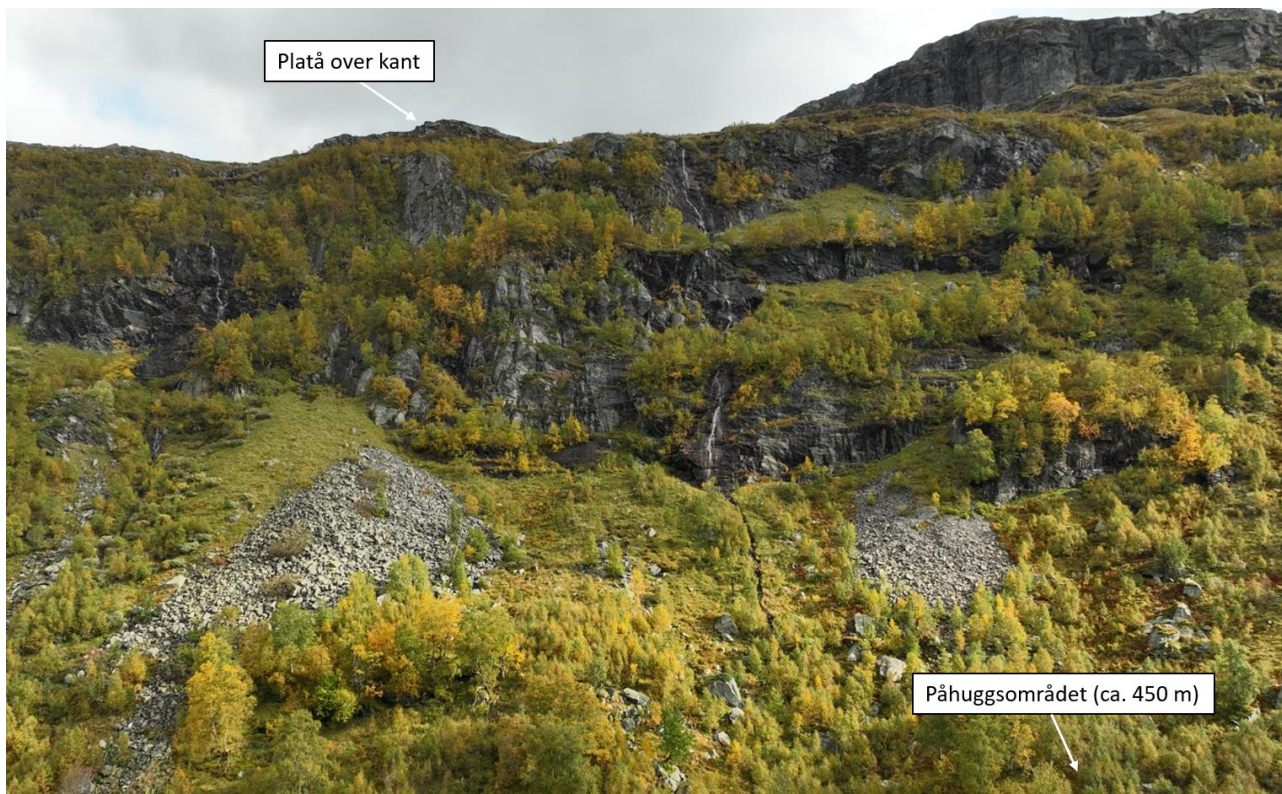
Figur 4-12 Påhuggsområdet for tverrslaget ved Valdalsdammen. Bildet er tatt mot fjellsiden i øst.

4.2.2 Tverrslag øst for Baklia

Påhugget er tenkt plassert rett nord for eksisterende påhugg til Novle kraftverk. Påhugget ligger innenfor NVEs aktsomhetsområder for jord- og flomskred, steinsprang og snøskred. Det er flere aktive snøskredløp sør for påhugget, blant annet for større snøskred. Området like over påhugget er dekket av tett skog, og over skogen er det tydelige spor etter steinsprangaktivitet fra de brattere partiene i fjellsiden.

Under befaring september 2023 ble det observert et mindre jordskredløp i fjellsiden, men ikke av betydelig grad. Gamle rasblokker på begge sider av eksisterende påhugg ble observert. Lenger opp i fjellsiden ble det

registrert en del ur og rasblokker, se Figur 4-13. Mesteparten av steinblokkene stanser i fjellsiden flere hundre meter unna påhuggsområdet. Ovenfor fjellkanten i bildet eksisterer det et platå som tar av for skred og steinsprang fra overliggende fjellskråninger.



Figur 4-13 Dronefoto som viser fjellskråningen over påhugget til tverrslagstunnelen.

Foreslått plassering er ikke vurdert til å være mer skredfarlig enn det eksisterende påhugget.

Det vil kunne være risiko for skred ned mot påhugg, men påhugget virker å være plassert fornuftig med hensyn til skredrisiko i fjellsiden.

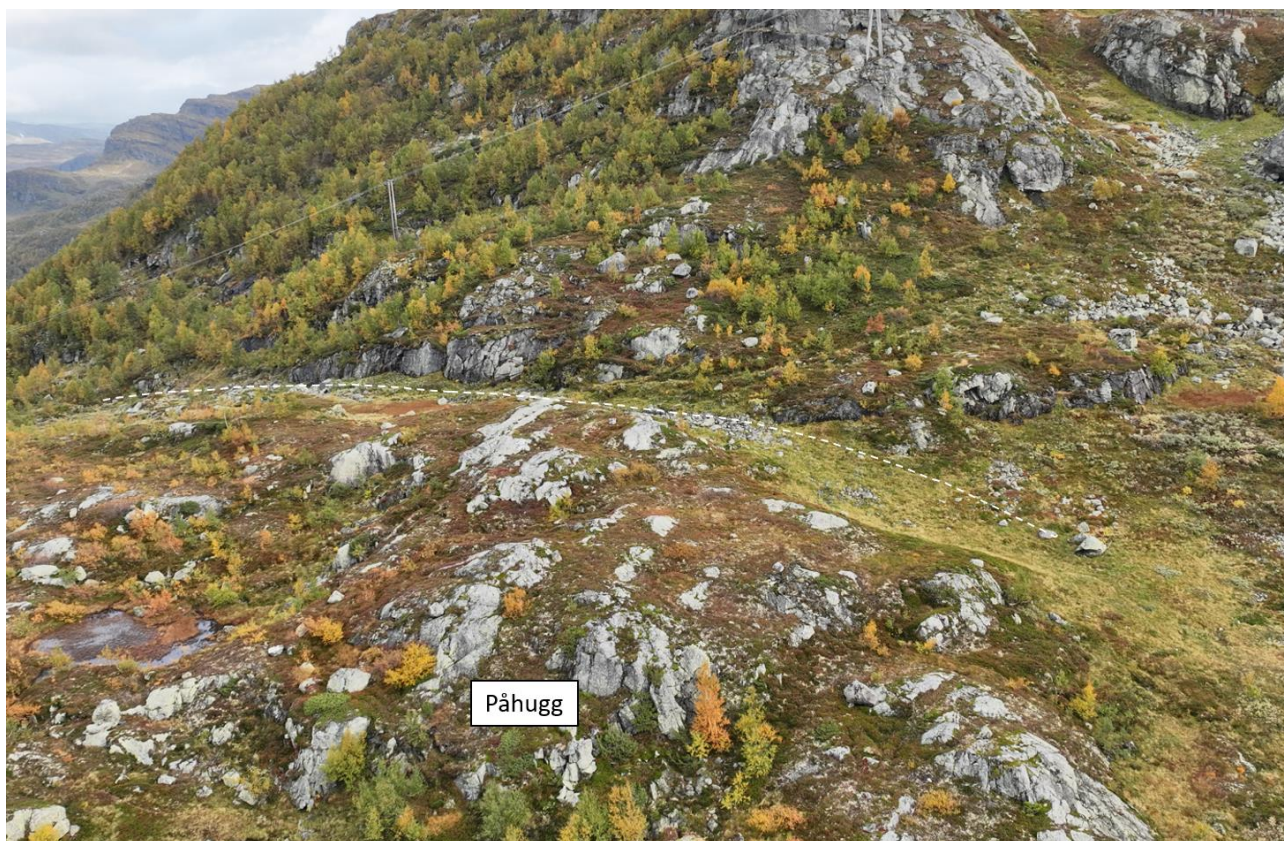
Det må utføres detaljvurdering av skredfare for påhugg i detaljeringsfasen. Herunder må behov for eventuelle sikringstiltak vurderes nærmere, noe som ikke kan utelukkes.

4.2.3 Tverrslag Votna

Påhugget for tverrslaget ligger innenfor NVE sine aktsomhetsområder for snøskred. De nye snøskredkartene (NAKSIN 2023) viser derimot at påhuggområdet ligger utenfor aktsomhetsområdet. Området ligger utenfor aktsomhetskart for steinsprang, men basert på observasjoner i felt anses det som mulig at mindre utfall av stein fra fjellsiden kan forekomme.

Selve påhugget vil være beskyttet av en rygg som har orientering NNV-SSØ, noe som reduserer risikoen for at snøskred eller steinsprang fra fjellsiden i NØ når påhuggsområdet, se Figur 4-14. Det observeres ansamlinger av mindre rasmasser langs søkket på nordøstsiden av bergryggen.

Risiko for jordskred vurderes som ikke aktuelt på grunn av den lave løsmassemektheten som observeres i området.



Figur 4-14 Dronefoto over påhuggsområdet til tverrslaget ved Votna. Søkket som skåner påhuggsområdet for skred fra overliggende terreng er markert med hvit stiplede strek.

4.2.4 Lukehus Votna – Novle 2

Området for inntak og lukehus ligger utenfor NVE sine aktsomhetskart for jord- og flomskred, steinsprang og snøskred. Terrenget er oversiktlig og ikke vurdert som skredfarlig ved plassering av lukehus som markert i Figur 4-15, eller alternativt på selve bergryggen lenger vest for veien.



Figur 4-15 Flyfoto over inntaksområdet til Novle 2. Aktsomhetsområder for snøskred er markert med rødt, steinsprang med sort. Foreløpig lukehusplassering er markert.

5 Østre vassdrag

5.1 Kvanndal 2 pumpekraftverk

5.1.1 Adkomst lukesjakt Kvanndalsfoss

Området ligger utenfor aktsomhetsområder for skred. Generelt kompetent berg i dagen og lite løsmasser, se Figur 5-1. Gunstig terrenghelning og rasfaren vurderes helhetlig som liten. Det observeres noe ur som har rast ut fra en bratt bergvegg ca. 20 meter sør-øst for planlagt påhugg. Ev. ytterligere utfall fra veggen vil rase vertikalt ned å legge seg lokalt inntil veggen, utenfor påhuggsområdet. Lokal risiko for utfall av stein i området rundt påhugg forventes håndtert i anleggsfasen.



Figur 5-1 Dronefoto tatt mot NØ som viser påhugget for tverrslag lukesjakt ved Kvanndalsfoss.

5.1.2 Adkomsttunnel Tverrdalen

Påhugget ligger innenfor aktsomhetsområde for snøskred. De to deponiene som er planlagt vest for påhugget er også innenfor aktsomhetsområdet for snøskred. Generelt er det observert berg i dagen og begrenset med vegetasjon. Terrenghelningen er slak og rasfaren begrenset. Bergsikring må påregnes ved påhugget, men av begrenset omfang. Ved deponiet vest for foreslått påhugg er det observert urmasser på oversiden av vegen som må vurderes nærmere i neste planfase.

5.1.3 Tverrslag Havrevatn

Påhuggsområdet til tverrslagstunnelen ligger utenfor aktsomhetsområder for snøskred, jordskred og steinsprang. Terreng i påhuggsområdet preges av berg i dagen og slakt terreng. Det observeres en moderat og delvis tett oppsprukket bergmasse, muligens noe avløst i dagen. Området vurderes som et godt punkt for å etablere et påhugg.

Sørsiden av anleggsområdet og anleggsveien som er planlagt plassert på er innenfor aktsomhetsområdet for snø og jordskred, men faren for skred her anses som relativt liten. Dette pga. terrenget i øst ikke tillater vesentlig akkumulasjon av snø og fordi løsmassemekktigheten er lav. Det er markert for snøskredfare i området på Hydros farekart [11], men historikk og detaljer rundt faktiske løseområder er ikke kjent. Det vurderes å være mulig å finne påhuggsområde i dette området med akseptabel risiko med hensyn til skredfare. Snøskredfaren må vurderes spesielt ved videre vurdering av detaljert påhuggsplassering.

Det planlagte deponiet lenger sør er innenfor aktsomhetsområdet for snø, jord- og steinskred. Dette området er også markert på Hydros farekart [11]. Her er det betydelig brattere terreng enn på nordsiden av vannet. Deponiet blir en utvidelse av den gamle steintippen ved det eksisterende tverrslaget til Kvanndal kraftverk. Det er observert steinsprangaktivitet ved den eksisterende steintippen, se Figur 5-3. Risiko i forbindelse med anleggsarbeider må vurderes spesielt i neste fase.



Figur 5-2 Kvanndal 2. Påhugg for tverrslag ved Havrevatn, dronefoto med perspektiv fra veien mot Sandvatnet.

Steinsprang mot deponi



Figur 5-3 Steinsprangaktivitet ved eksisterende deponi/steintipp ved Havrevatn.

5.1.4 **Utslag svingetunnel/bekkeinntak**

Påhugget til svingetunnelen ligger utenfor aktsomhetsområder for skred og utredes derfor ikke videre. Berg i dagen er observert og tilnærmet ingen løsmasser i området. Utslaget ligger også like utenfor landskapsvernområdet. Utslaget er vist på Figur 5-4.



Figur 5-4 Dronebilde tatt mot øst som viser utslag svingetunnel 1080 moh.

5.1.5 **Bekkeinntak Tverråna**

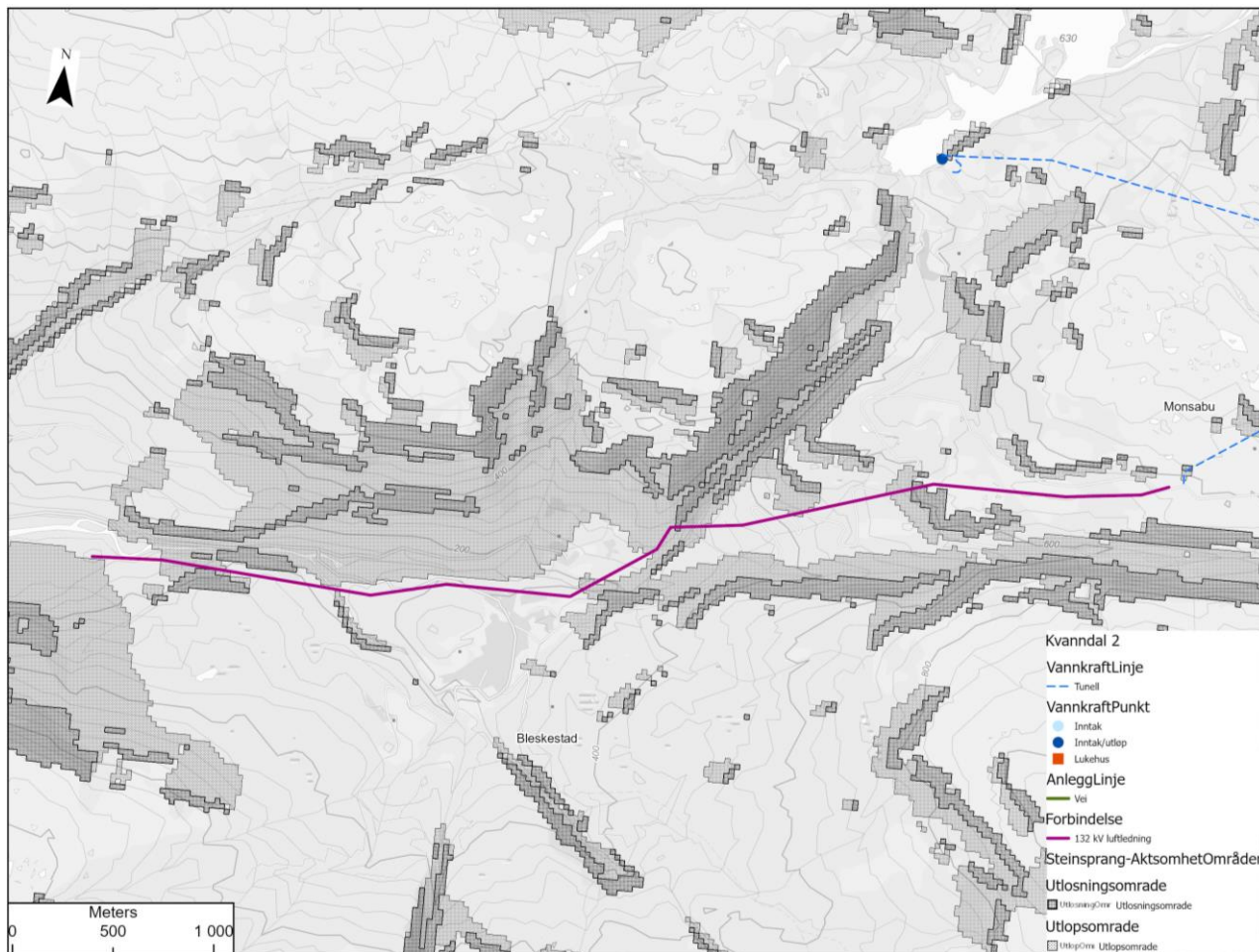
Området ligger utenfor aktsomhetsområdene for skred og utredes derfor ikke videre i denne rapporten.

5.1.6 **Lukehus Holmavatnet**

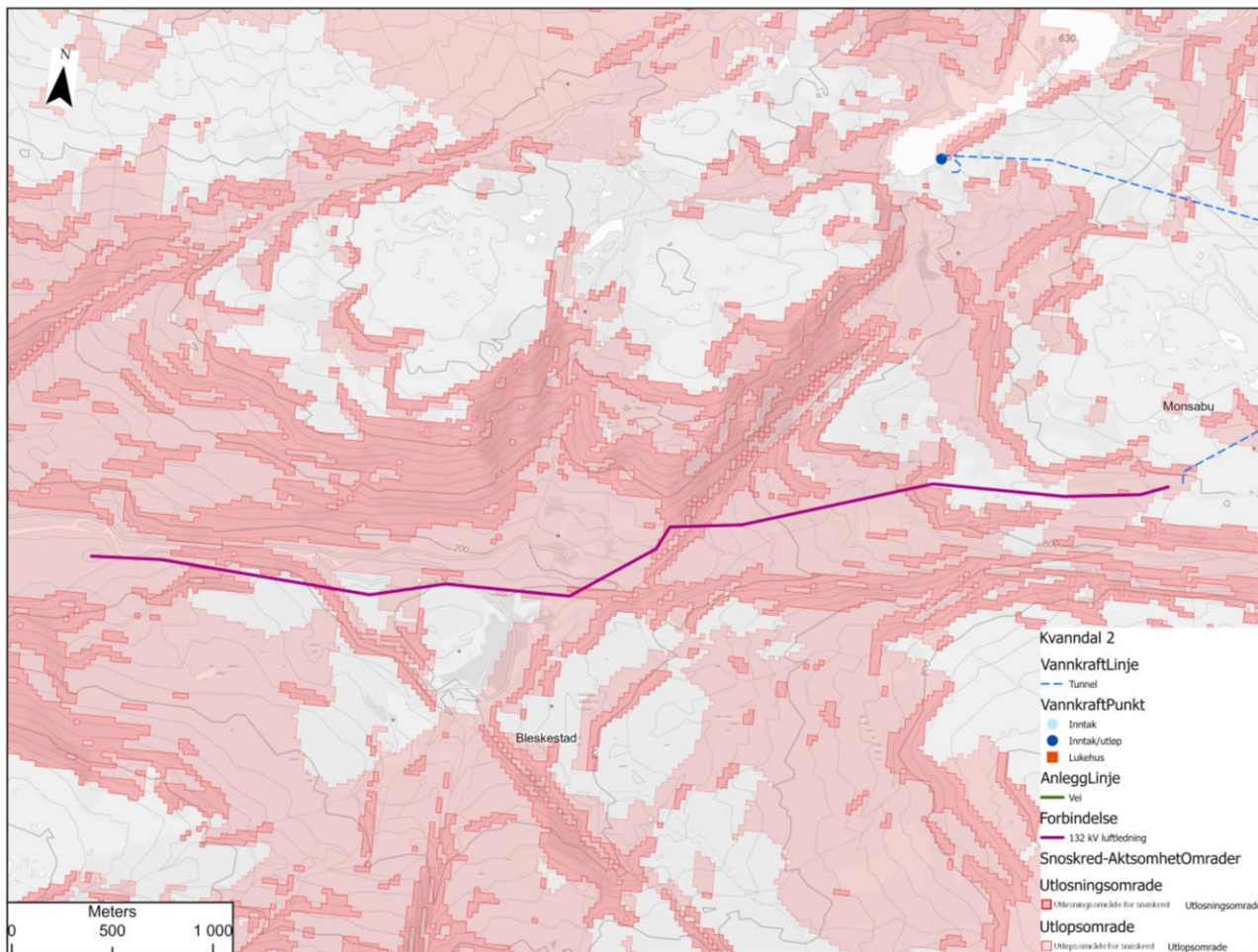
Lukehuset er plassert innenfor aktsomhetsområdet for steinsprang og snøskred. Lokaliteten ble kun observert på avstand under befaringen. Vurdering er utført på grunnlag av tilgjengelig kart- og bildemateriell. Noe urmasser observeres på flyfoto. Basert på studier av flyfoto og terrengkart antas det at det vil være mulig å plassere et lukehus i dette område med akseptabel skredrisiko.

5.1.7 **Kraftlinje Kvelvane-Håmo (132KV)**

Store deler av linjen som ligger mellom Kvelvane og Håmo ligger innenfor aktsomhetsområdene for snøskred og tidvis også for steinsprang. Det går allerede kraftlinje langs Roaldkvamsåa ned til Suldalsvatnet. Den nye kraftlinjen planlegges på sørsiden av dalen, noe høyere i terrenget enn dagens linje. Masteplasseringen må vurderes spesifikt på hvert punkt i en senere fase. Med god masteplassering vurderes det at gjennomførbart å etablere kraftlinje med akseptabel risiko med hensyn til skredfare.



Figur 5-5 Oversikt over kraftlinjen i forbindelse med Kvanndal 2. Deler av linjen ligger innenfor aktsomhetsområdet for steinsprang.



Figur 5-6 Oversikt over kraftlinjen i forbindelse med Kvanndal 2. Store deler av linjen ligger innenfor aktsomhetsområdet for snøskred.

5.2 Suldal 2B kraftverk inkl. Nordmork

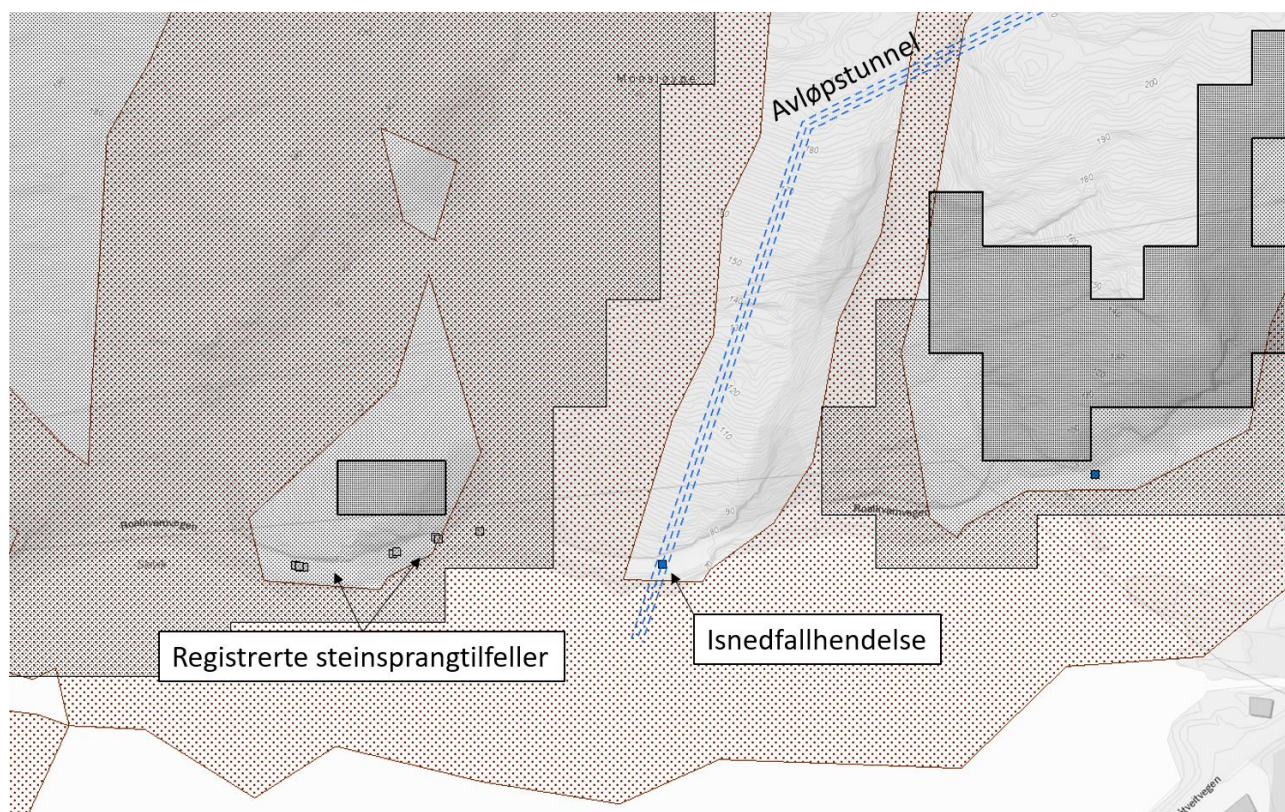
5.2.1 Avløp Suldalsvatnet

Avløpstunnelen vil ha utslag under vann i Suldalsvatnet. Det observeres mye berg i dagen og svært lite løsmasser langs Roalkvamvegen, som følger vannkanten ovenfor utslaget til avløpstunnelen.

Aktsomhetskart fra NVE viser at utløpsområdet ligger utenfor aktsomhetsområder for steinsprang, men innenfor et aktsomhetsområde for jordskred, som strekker seg nedover undervannsskråningen i Suldalsvatnet. For å vurdere forholdene ytterligere her må det gjøres bunnkartlegging, men det antas at eventuelle bevegelser i løsmassene langs bunnen ved sprengning av utslaget vil være små og uproblematisk.

Aktsomhetskart for snøskred viser at tunnelutslaget ligger innenfor et utløpsområde, med tilhørende løснеområde et par hundre meter opp i fjellsiden hvor helningen stiger.

Det er registrert flere skredhendelser av typen steinsprang vest for avløpstunnelen, samt et tilfelle av isnedfall på vei over utløpet.



Figur 5-7 Utklipp fra NVEs aktsomhetskart over jord- og flomskred samt steinsprang. Skredhendelser vist med grått (steinsprang) og blått kvadrat (isnedfall).

5.2.2 Påhugg adkomsttunnel ved Steganuten

Påhugget til adkomsttunnelen ble opprinnelig satt til å gå inn i berget under Steganuten, se Figur 5-8. Området i overkant av påhugget består av en bratt bergskråning med tett vegetasjon og eksponert berggrunn. Under feltbefaring i juni 2023 ble berget i overkant og vest for påhugget vurdert som oppsprukket, avløst og potensielt rasfarlig. Det ble observert urmasser langs foten av skråningen, blant annet bestående av flere større rasblokker. Forholdene langs fjellsiden lenger øst medfører større risiko med hensyn til skredfare, med brattere terreng og skredavsetninger ned mot veg.

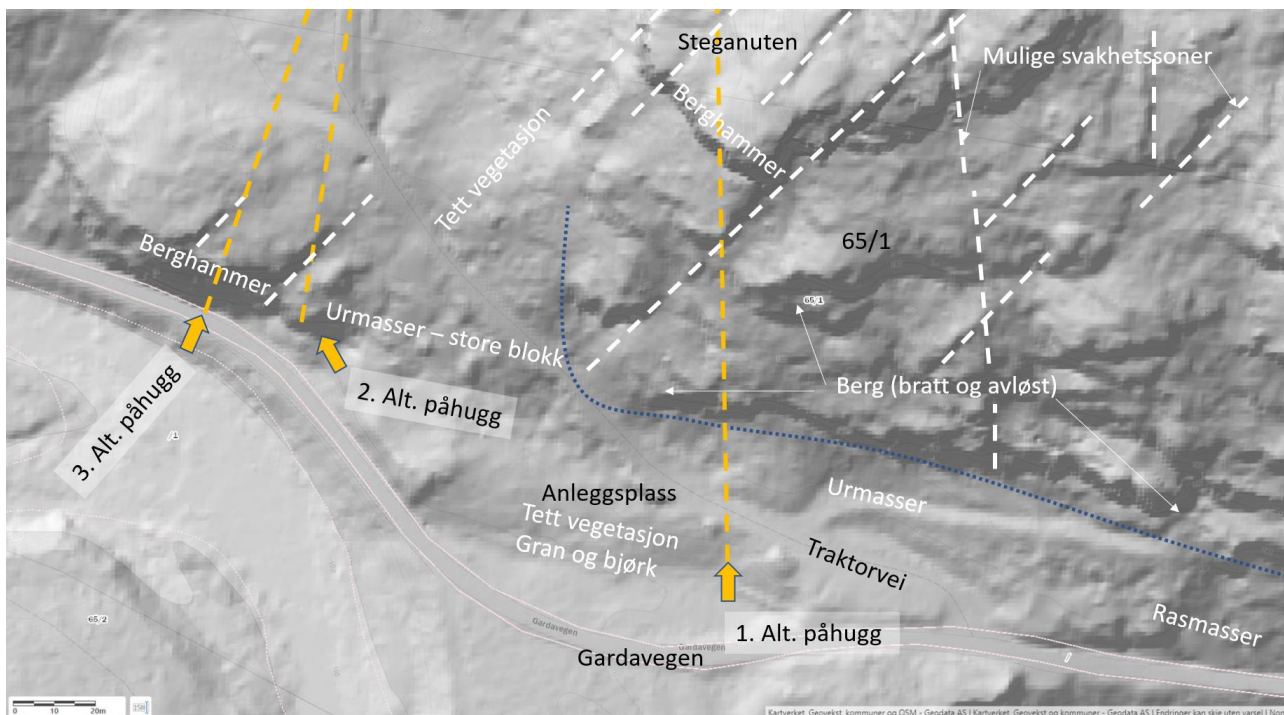
Basert på disse observasjonene ble det foreslått å se på mulighetene rundt to alternative påhugg lenger vest for det første påhugget, se Figur 5-9. Under feltkartleggingen i september 2023 ble disse alternativene studert.

Fordelen med alternativene er at de ligger i mindre skredutsatt terreng, men ulempen er at påhuggene står svært nære Gardavegen, noe som vanskeliggjør etablering av anleggsplass og tilrigging. Ved plassering av påhugg her vil det være nødvendig å stenge/flytte Gardavegen. Sør for påhugg alt. 1 er det derimot mindre trangt og i tillegg et flatt areal som kan fungere bra som anleggsplass.

Nåværende påhuggsplassering er derfor satt til å ligge under Steganuten, rett ovenfor traktorveien, noen meter øst for alternativ 1 (Figur 5-10). Området her er noe mer utsatt for steinsprang enn de vestlige alternativene, men en mer gjennomførbar anleggsdrift veier opp. Det vil være nødvendig å bygge en kraftig barriere for å sikre mot nedfall av blokker, for eksempel ved foten av skråningen over traktorveien. Det må påregnes behov for sikringstiltak også for eventuelt riggområde rundt påhugg.



Figur 5-8 Dronefoto med oversikt over opprinnelig påhuggsplassering for adkomsttunnelen til Suldal 2B kraftverk.



Figur 5-9 Oversikt over alternative påhuggsplasseringer for adkomsttunnelen til Suldal 2B kraftverk.

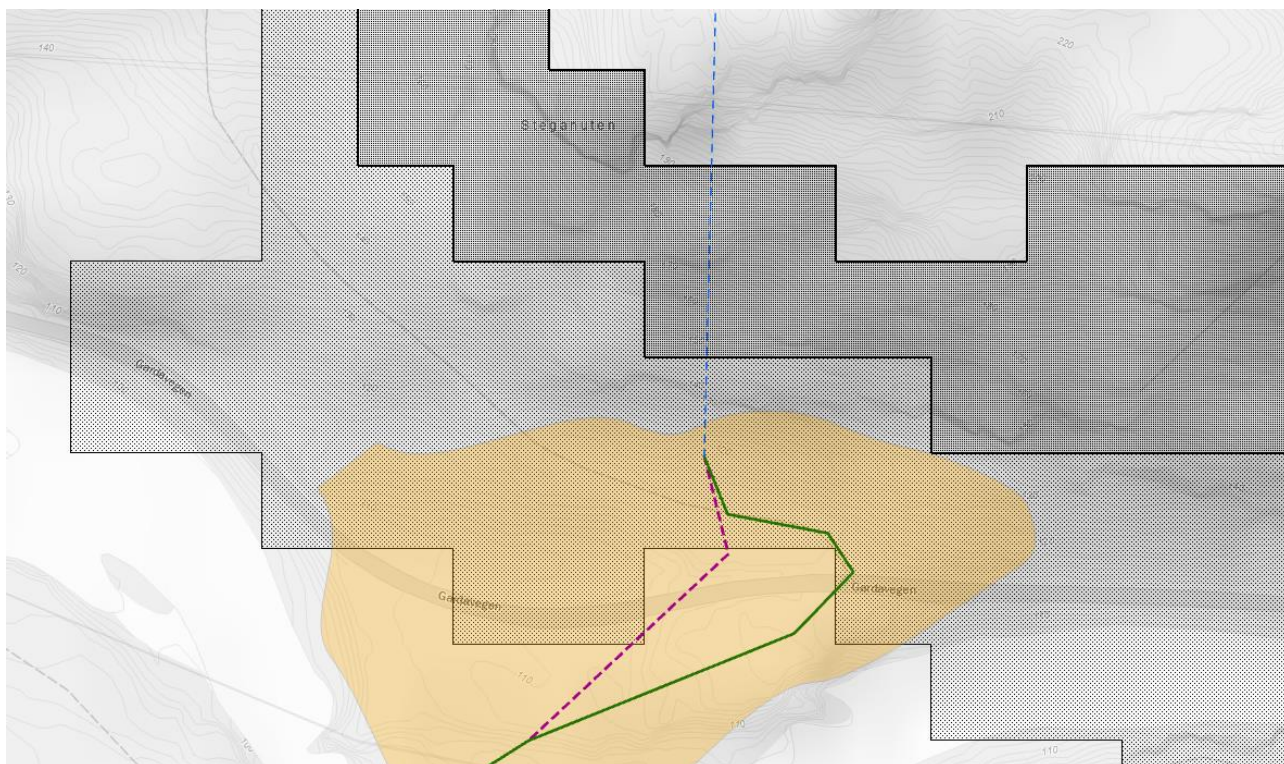
Av NVE sine aktsomhetskart fremgår det at området rundt de tre påhuggsalternativene er omfattet av et aktsomhetsområde for potensielt jord- og flomskred. Denne typen skred anses ikke som særlig sannsynlig i området, pga. det observeres berg i dagen langs fjellsiden. Enkelte tynne forekomster av morenemateriale kan forekomme stedvis, men et ev. jordskredomfang i tilknytning til dette vil være begrenset.

Aktsomhetskart for steinsprang viser et potensielt utløsningsområde ved det bratteste partiet på Steganuten, se Figur 5-10. Denne skredtypen er antatt mer aktuell for området, og urmassene langs fjellskråningen vitner om jevnlig nedfall av enkeltblokker av berg. Utløpsområdet omfatter det østligste påhuggsområdet.

Aktsomhetskart for snøskred viser at påhuggsalternativene ligger i potensielle utløpsområder, med flere tilhørende utløsningsområder i underkant av Steganuten og lenger nord oppover fjellsiden.

Området ligger utenfor aktsomhetsområder ifm. aktsomhetskart for kvikkleireskred, fjellskred og skred i bratt terreng. Det er ikke registrert tidligere skredhendelser i NVEs database i umiddelbar nærhet til området.

Risiko for steinsprang i området vurderes å være reell. Skredsikringstiltak for påhugg samt omkringliggende riggområder må påregnes og må detaljvurderes ved videre utredninger.



Figur 5-10 Utklipp fra NVEs aktsomhetskart for steinsprang. Viser potensielt utløsningsområde i mørkegrå skravur og potensielt utløpsområde i lysegrå skravur. Adkomsttunnel med nåværende påhuggsplassering vist med blå strek, jordkabel til Håmo vist med stiplet lilla strek og anleggsvei med grønn strek. Anleggsområdet vist med oransje skravur.

5.2.3 Deponi Håmo

Det er planlagt anlagt deponi på Håmo for å håndtere tunnelmasser. I tillegg skal det etableres et transformatoranlegg her. Området rundt deponiplasseringen kan beskrives som en terrasse som er hevet litt over Roaldkvamsåa. «Terrassen» består ifølge NGU hovedsakelig av breelvavsetninger, men det kan også forekomme morenemasser mot fjellstigningen i sør og elveavsetninger mot Roaldkvamsåa i nord. Store deler av området er dekket av skog.

Langs den bratte fjellsiden mot sør ble det under feltkartlegging juni 2023 observert en god del nedfall av steinblokker, se Figur 5-11. I hovedsak har nedfallet stanset ved foten av skråningen. Det er observert et markant gjelet sentralt i området og to bekkeløp, se Figur 5-12. Fra gjelet har det bygget seg opp en rasvifte som har utspring fra bunnen av gjelet i ca. kote 200. I nærheten av rasvifta er det observert store blokker med diameter på opp mot flere meter, eksemplifisert i Figur 5-13. Vest for rasvifta, i underkant av en høy bergvegg, ble det observert masser fra et nylig ras. Langs bekkeløp og rasvifter er det også potensielle for flomskredrelaterte skredhendelser.

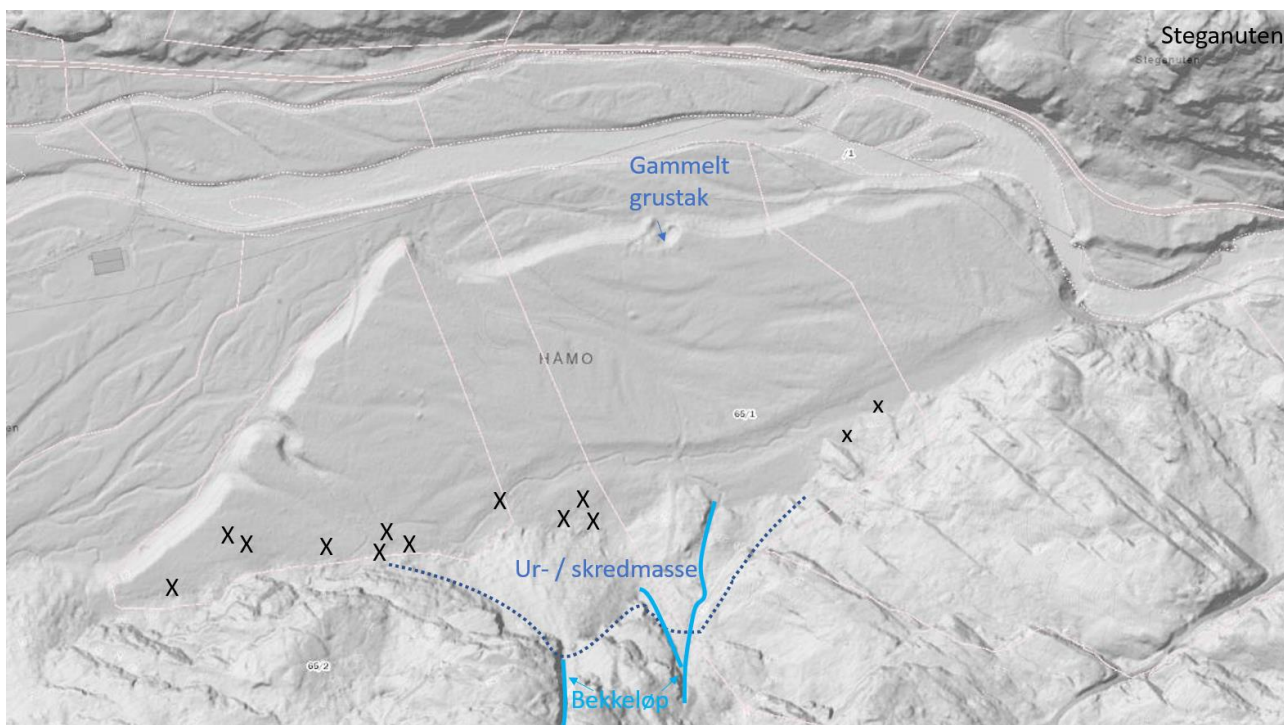
Observasjonene fra feltkartleggingen i juni 2023 tilsier at området tett mot fjellsiden i sør og ca. 50 m inn på «terrassen» er utsatt for steinsprang og steinskred.

Av NVEs aktsomhetskart fremgår det at deponiområdet ligger innenfor aktsomhetsområde for utløp av steinsprang, snøskred og jordskred.

I anleggsfasen kan det være aktuelt å etablere fangvoll laget av deponimasser mot fjellsiden.

Med bakgrunn i denne informasjonen anbefales det at eventuelle permanente anlegg (ref. Statnetts transformatoranlegg) bygges med mest mulig avstand fra fjellsiden og eventuelt med etablering av en sikringsbarriere, f.eks. permanent fangvoll. Det kan i tillegg være aktuelt å etablere områdesikring mot steinsprang fra fjellsiden.

Det er reell skredfare fra fjellsiden. Risiko for skred må utredes ved videre detaljering. Avhengig av avstand fra fjellside hvor tiltak skal etableres og gjennomføres vil det kunne være nødvendig med sikringstiltak.



Figur 5-11 Oversiktsfigur over Håmo. Steinblokker observert i felt er markert med «X».



Figur 5-12 Dronebilde over fjellskråningen sør for Håmo. Gjøl og bekkeløp er markert.



Figur 5-13 Eksempel på stor historisk rasblokk observert nedenfor fjellsiden sør for Håmo.

5.2.4 Bro over Roaldkvamsåa

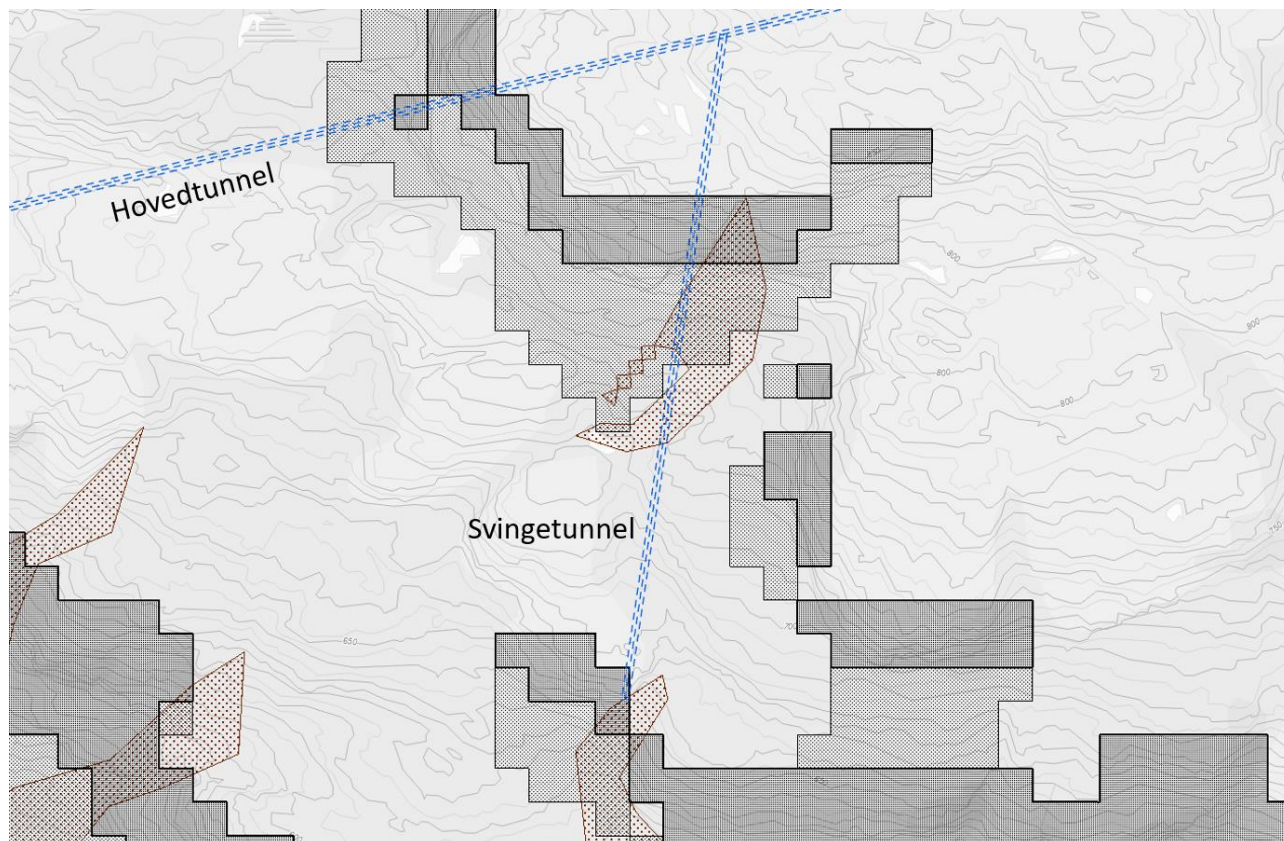
Det er planlagt en bro over Roaldkvamsåa for å muliggjøre transport av tunnelmasser fra drivingen av adkomsttunnelen til deponiet på Håmo. Området ligger innenfor aktsomhetsområde for snøskred, men anses ikke som spesielt skredutsatt, da området er lokalisert ute på flaten i dalføret. Svært store snøskred fra fjellsiden i nord kan i teorien nå broen, men risiko antas å være akseptabel for denne typen anlegg.

Det er ikke registrert tidligere skredhendelser i NVEs database i umiddelbar nærhet til området.

5.2.5 Utslag svingetunnel

Utslaget til svingetunnelen er lokalisert i fjellsiden sør for Svonuten. NVE sine aktsomhetskart over området viser potensiale for jordskred og steinsprang, se Figur 5-14. Under droneflyving over utslagsområdet i september 2023 ble det observert primært berg i dagen, og løsmassemektheten anses å være svært lav / ikke-eksisterende. Dette samsvarer med NGUs løsmassekart, som angir området som bestående av bart fjell. Jordskred anses derfor som ikke aktuelt i området. Risikoen for steinsprang er større, og vil hovedsakelig ha potensiale for å skje i de bratteste skråningspartiene langs fjellsiden, som markert i figuren under.

Hele utslagsområdet er omfattet av aktsomhetskart for snøskred.



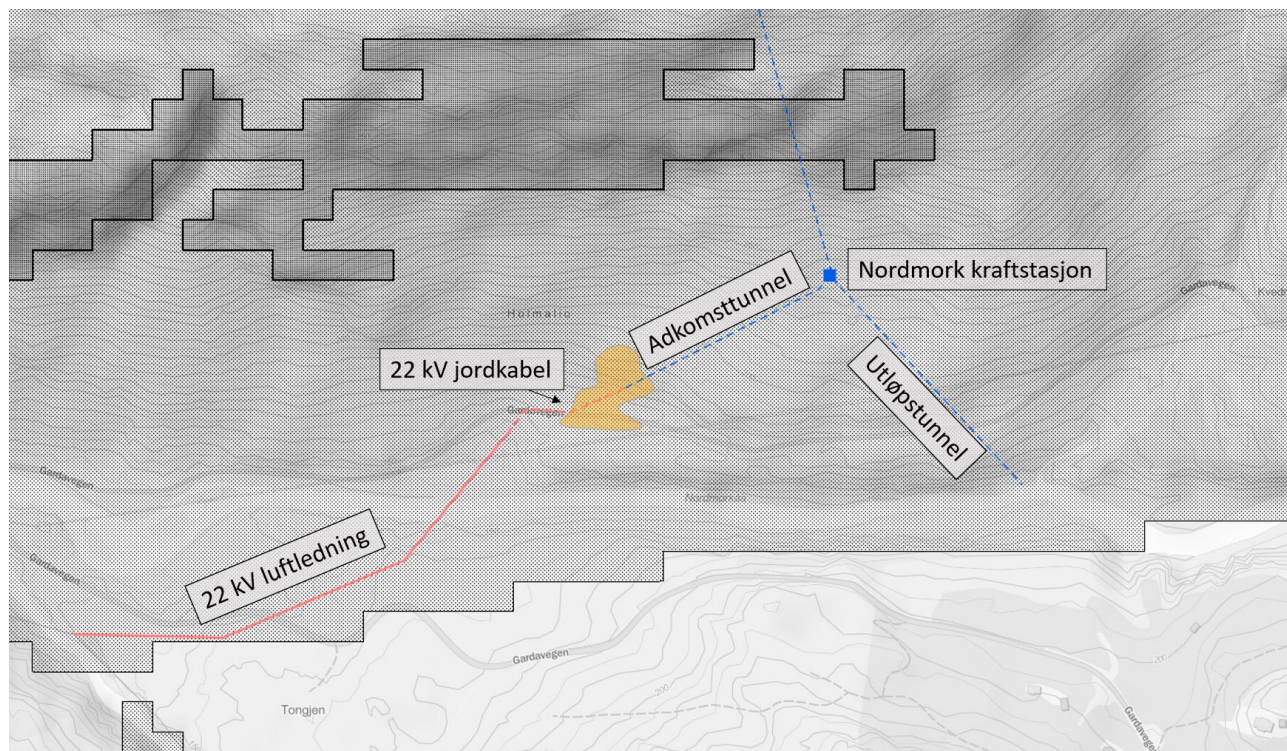
Figur 5-14 Utklipp fra NVEs aktsomhetskart for jord- og flomskred samt steinsprang ved svingetunnelens utslag.

5.2.6 Nordmork kraftverk – Påhugg adkomsttunnel

Påhugget til adkomsttunnelen ligger langs Gardavegen på nordsiden av Nordmorkåa (Figur 5-15), ca. 500 meter øst for broen. Påhugget og tilhørende anleggsområde ligger innenfor aktsomhetsområdet for snøskred, steinsprang og jordskred. Dette påhuggsområdet ble ikke befart under feltbefaringen da et annet alternativ var gjeldende på det tidspunktet. På flyfoto vises tydelige urmasser i området ved og like ovenfor påhugget. Det er flere bratte berghammere i skråningen over påhugget som er potensielle løsnemråder for steinsprang. Det må utføres detaljvurdering av skredfare for påhugg i detaljeringsfasen. Herunder må behov for eventuelle sikringstiltak vurderes nærmere, noe som ikke kan utelukkes.

Avløpstunnelen har utløp i Nordmorkåa ca. 400 meter sørvest for Nordmork gård. Dette punktet ligger også innenfor de samme aktsomhetsområdene nevnt ovenfor. Avløpstunnelen drives innenfra kraftstasjonen, og det er derfor ikke forventet noen utfordringer med skred mot dette punktet.

Det skal også etableres en kraftlinje fra adkomsttunnelen og vestover mot Tongjen. Kabelen er planlagt lagt i jord til den krysser Gardavegen, som vist i Figur 5-15, før den går over i luftledning. Luftledningen ligger innenfor aktsomhetskart for steinsprang og stedvis snøskred og jordskred. Det forventes at ev. steinsprang og snøskred fra fjellsiden i nord vil fanges opp eller bremses betydelig av Nordmorkåa, og at luftledningen er fornuftig plassert innenfor et område med antatt akseptabel risiko for skred.



Figur 5-15 Oversiktskart over nedre del av Nordmork kraftverk. Aktsomhetskart for steinsprang vises.

5.2.7 Tverrslag ved Kvanndalsfoss og tilhørende deponi

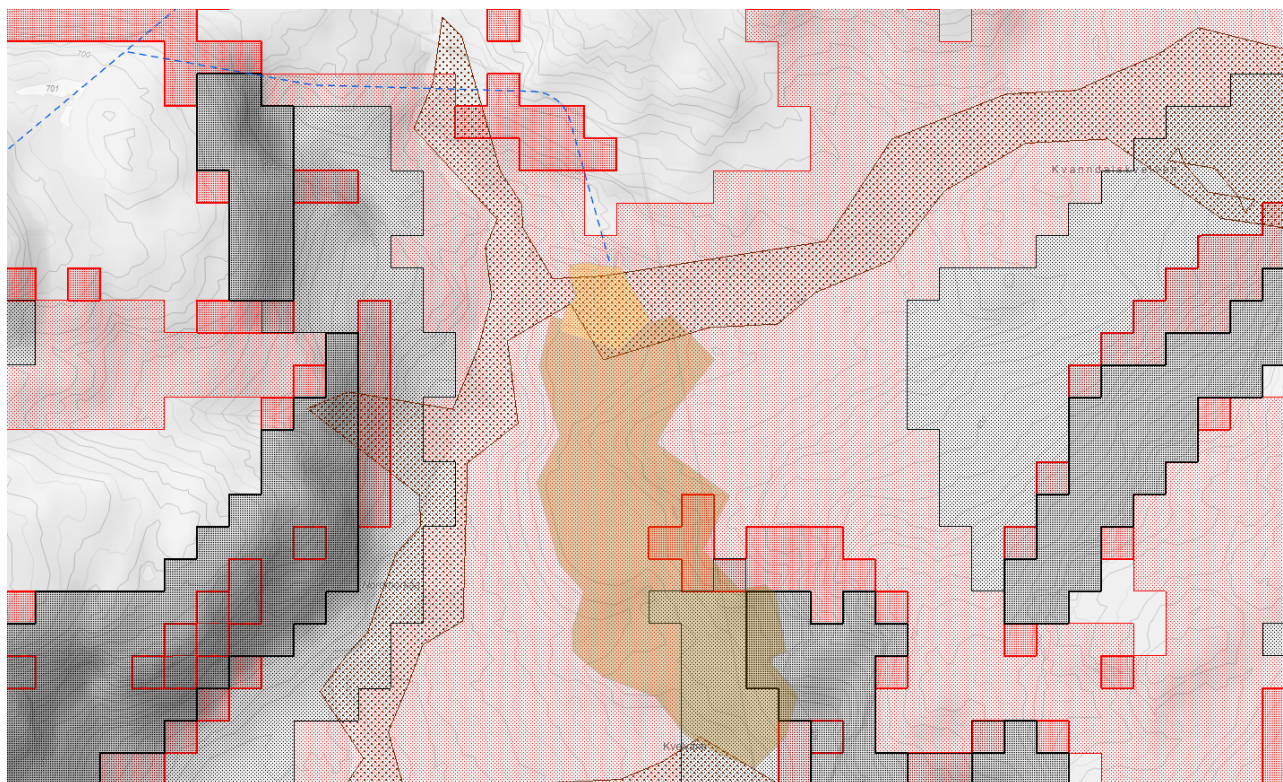
Tverrslaget ved Kvanndalsfoss har planlagt påhugg i fjellsiden øst for Nordmorkåa, nær eksisterende påhugg for tverrslaget til Kvanndal 1. Under feltbefaring i juni og september 2023 ble dette påhuggspunktet ikke studert i detalj, da det var et annet aktuelt påhuggspunkt på andre siden av elven som var gjeldende. Terrenget over nåværende påhuggspunkt ble observert til å være mindre skredutsatt. I overkant av påhugget er det et tilnærmet flatt parti hvor det vokser busker og trær. Dette flatere partiet fungerer som en beskyttelse mot steinsprang og mindre skred fra den overliggende steile fjellveggen.

Av NVEs aktsomhetskart fremkommer det at påhuggsområdet ligger utenfor aktsomhetsområder for steinsprang og jordskred. Området ligger derimot innenfor aktsomhetsområdet for snøskred, se Figur 5-16.

Deponiområdet er plassert rett sør for tunneløpet. Området her er relativt flatt og preget av buskvekst og et tynt løsmassedekke. Som det fremgår av Figur 5-16 ligger deponiarealet innenfor aktsomhetsområder for jordskred, steinsprang og snøskred. Den sørøstlige delen av deponiet er mest utsatt pga. sin beliggenhet i nærheten av fjellskråningene øst for veien. Potensiale for steinsprang fra avløst berg i skråningen er her til stede.

Det bemerkes at deponiarealet i figuren ikke er nøyaktige oppteget, og at form og utstrekning vil justeres i en senere fase.

Hele området ligger utenfor aktsomhetsområder ifm. aktsomhetskart for fjellskred og skred i bratt terreng. Det er ikke registrert tidligere skredhendelser i NVEs database i umiddelbar nærhet til området. Skredrisiko for påhugg samt for eventuelt anleggs-/riggområde må vurderes spesielt ved videre detaljvurdering. Behov for sikringstiltak kan ikke utelukkes, men vurderes gjennomførbart.



Figur 5-16 Oversikt over aktsomhetsområder for ulike skredtyper ved påhugget til ny tverrslagstunnel og deponiområde (brun skravur).

5.2.8 Lukehus og inntak ved Kvanndalsfoss

Lukehuset er plassert direkte over lukesjakten i nærheten av utslaget i Kvanndalsdammen. Lukehuset vil stå på flatere terreng nedenfor en fjellskråning som stiger mot sørvest, se Figur 5-17.

Aktsomhetskart fra NVE over området viser at lukehuset vil ligge nært et aktsomhetsområde for jordskred. Under feltkartleggingen i september 2023 ble det observert et tynt løsmassedekke samt berg i dagen i området, og jordskred anses derfor ikke som noen stor risiko.

Lukehuset ligger utenfor NVEs aktsomhetsområder for steinsprang. Det observeres derimot en del urmasser som har rast ut fra den bratte fjellskråningen i sør. Rasmassene går ikke forbi det smale søkket i terrenget nedenfor skrenten, så en plassering av lukehuset på flaten nord for dette søkket vil være gunstig. Steinsprang fra fjellsiden i nord antas som ikke aktuelt for dette området.

Aktsomhetskart for snøskred viser at lukehuset vil ligge innenfor flere potensielle utløpsområder. Aktuelle utløsningsområder for mindre snøskred kan være i de bratte fjellskråningene sør for lukehuset, mens større skred kan potensielt komme fra fjellsidene mot nord-nordvest. Det vokser noe skog på området som kan forebygge eventuelle sammenhengende snøskred. Risiko mht. skred må vurderes i detalj ved videre utredning.

Selve inntaket har utslag under vann, og det er ikke identifisert noen skredrelaterede problemstillinger knyttet til denne anleggsdelen.



Figur 5-17 Dronefoto over Suldal 2B sitt område for inntak og plassering av lukehus. Et mindre søkk i terrenget er markert med hvit stiplet linje.

6 Referanser

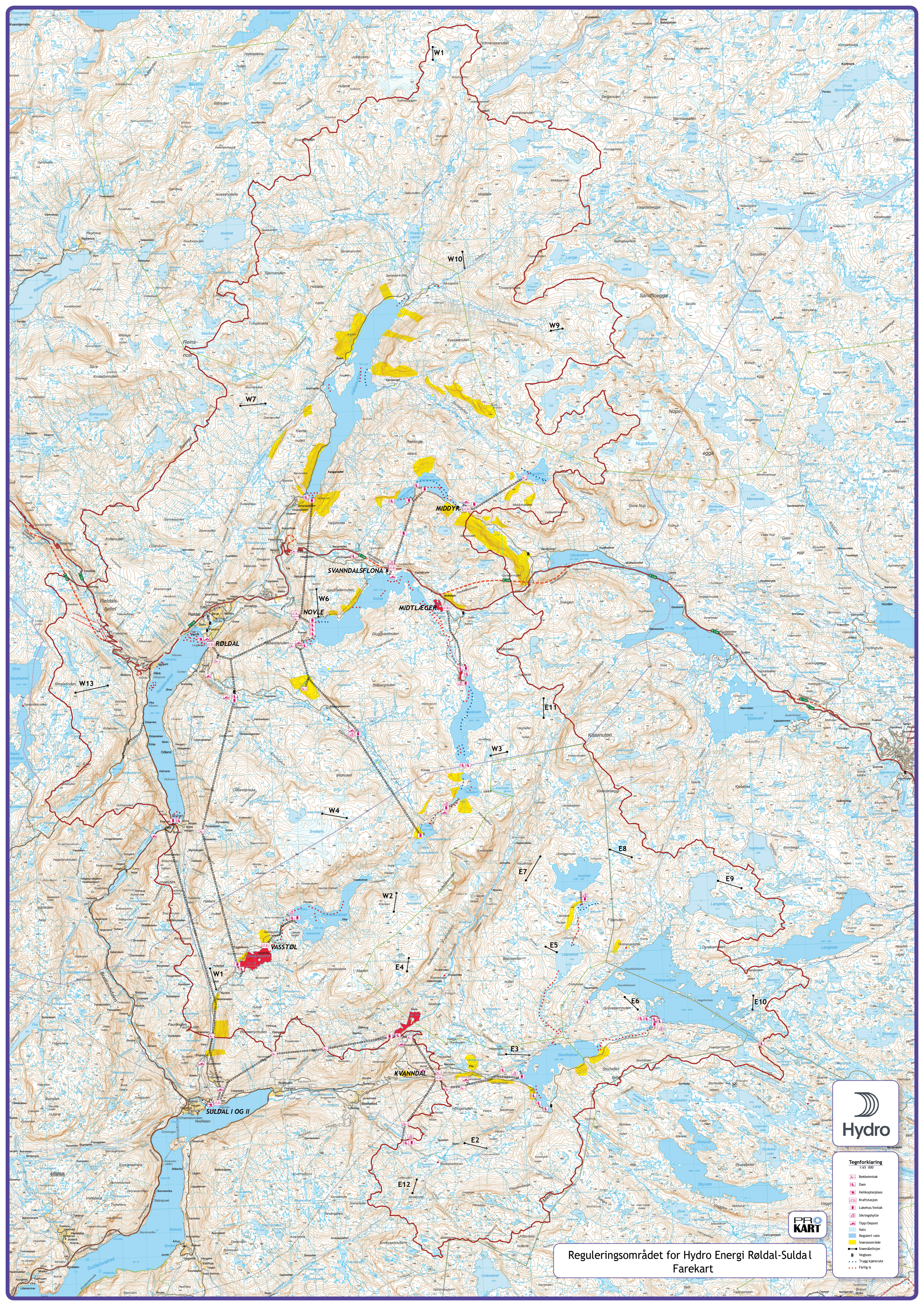
- [1] NVE, «Veileder for utredning av sikkerhet mot skred i bratt terreng. Utredning av skredfare i reguleringsplan og byggesak.,» 12 11 2020. [Internett]. Available: <https://www.nve.no/veileder-skredfareutredning-bratt-terreng/>.
- [2] Sweco Norge AS, «Røldal-Suldal effektutredning - Ingeniørgeologiske vurderinger – byggetrinn 0 og 1,» 2023.
- [3] L. Dorren, «Rockyfor3D (v5.2) revealed - Transparent description of the complete 3D rockfall model,» ecorisQ, 2016.
- [4] Forskrift til plan- og bygningsloven, «Forskrift om tekniske krav til byggverk (byggteknisk forskrift), FOR-2017-06-19-840. Tilgjengelig fra; <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2017-06-19-840>,» Kommunal- og moderniseringsdepartementet, 2017.
- [5] NVE, «Flaum- og skredfare i arealplanar.,» Norges vassdrags- og energidirektorat, 2014.
- [6] Statens Vegvesen, «Håndbok N200 vegbygging,» 2021.
- [7] NVE, «Konsesjonssøknad nettanlegg.,» Noregs vassdrags og energidirektorat (NVE). Digitale veiledere, Versjon 01.03.23. Nettside besøkt 10.11.2023., 2023.
- [8] Standard Norge, «NS 5814 - krav til risikovurderinger,» 2021.
- [9] Standard Norge, «NS 5815 - Risikovurdering av anleggsarbeid,» 2006.
- [10] Norconsult Norge AS, «Befaringsnotat for Odlandsvegen, Røldal, Ullensvang kommune ifm. skredfare,» Norconsult Norge AS, Trondheim, 2023.
- [11] Hydro, *Reguleringsområdet for Hydro Energi Røldal-Suldal Farekart*, 2019.

7 Vedlegg

Vedlegg A – Farekart ifm. snøskred i reguleringsområdet Røldal-Suldal

Vedlegg A
Farekart ifm. snøskred i reguleringsområdet
Røldal-Suldal

(Hydro Energi. 2019. *Reguleringsområdet for Hydro Energi Røldal-Suldal Farekart,*
1:65 000)



Tegnforklaring
1:65 000

	Bekkenrøtt
	Dam
	Helikopterplass
	Kraftstasjon
	Lukhus/rentak
	Slåingshytte
	Tipp/Deponi
	Vann
	Regulert vann
	Svarsområde
	Strømløstjer
	B Vegrom
	Tryggs kjerneute
	Fartig is



Reguleringsområdet for Hydro Energi Røldal-Suldal
Farekart