

GEOTEKNISK NOTAT

Oppdragsnavn	Eggemoen solkraftverk - Konsekvensutredning
Prosjekt nr.	Solparker i Norge
Kunde	1350055387-002
Notat nr.	Hafslund Magnora Sol AS
Versjon	001
Til	0.2
Fra	Hafslund Magnora Sol AS
Kopi	Rambøll Norge AS
	[Name]
Utført av	Sigve Heggedal Longvastøl
Kontrollert av	Sébastien Rességuier
Godkjent av	---Kristian Marcussen

Vurdering av områdestabilitet – Bidsler

Dato 2024/06/20

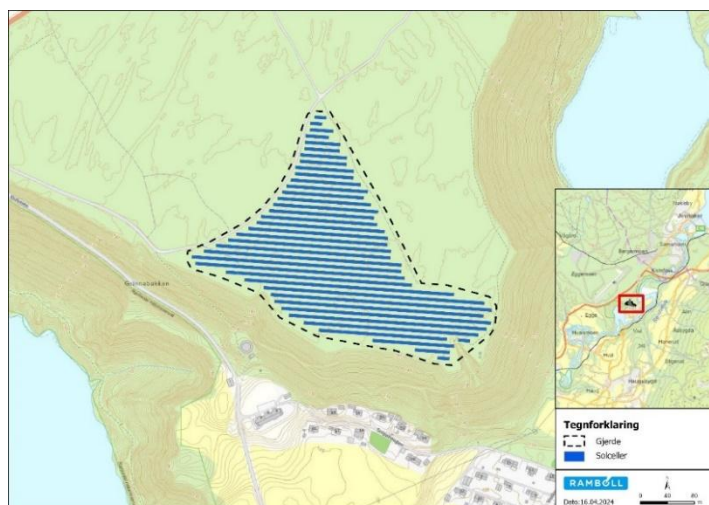
1 Innledning

Hafslund Magnora Sol AS (HMS) er et selskap eid av Hafslund Vekst AS, Magnora ASA og Helios Nordic Energy AB, og har til hensikt å utvikle bakkemonterte solkraftverk i Norge. HMS planlegger etablering av Eggemoen solkraftverk i Ringerike kommune i Buskerud. Prosjektet ligger cirka en kilometer sørøst for Eggemoen flyplass, se Figur 1. Det skal søkes om konsesjon til Norges vassdrags- og energidirektorat for bygging av solkraftverket og som del av søknadsgrunnlaget utarbeides det en konsekvensutredning av prosjektet i henhold til NVEs veileder for konsesjonssøknader for solkraft og Miljødirektoratets metode for konsekvensutredning M-1941.

Rambøll
Harbitzalléen 5
Postboks 427 Skøyen
0213 Oslo

T +47 22 51 80 00
<https://no.ramboll.com>

Dette notatet omhandler vurdering av områdestabilitet iht. punkt 1-6 av prosedyren i NVEs kvikkleireveileder 1/2019 «Sikkerhet mot kvikkleireskred» [1] for å svare ut TEK 17 §7-3 «Sikkerhet mot skred». Områdestabiliteten kan ikke besvares basert på de første 6 punktene i prosedyren for utredning av områdeskredfaren. Basert på geologien i området er det stor sannsynlighet for at det ikke finnes noen kvikkleire innenfor tomten. Dette kan allikevel ikke bekreftes på det tidspunktet pga. manglende data for området og må bekreftes/avkreftes med en grunnundersøkelse i en senere fase. En anbefaling på omfang grunnundersøkelser er angitt i kap. 5.



Figur 1: oversiktskart over prosjektområdet som er utredet for konsekvenser og plassering av solcellepaneler. Hentet fra «M-Rap-001 – Konsekvensutredning Eggemoen solkraftverk»

2 Topografi og grunnforhold

2.1 Topografi

Prosjektområdet ligger ca. 1km sørøst for Eggemoen flyplass, på Eggemoplataået, vest for Nesmoen og nord for Snipphaugen.

Området ligger på ca. kote + 190 til 195, og er avgrenset i sør-sørvest av en skråning med høyde fra ca. 60m til 100m. I nordvest og nordøst er prosjektområdet avgrenset av (bar)skog.

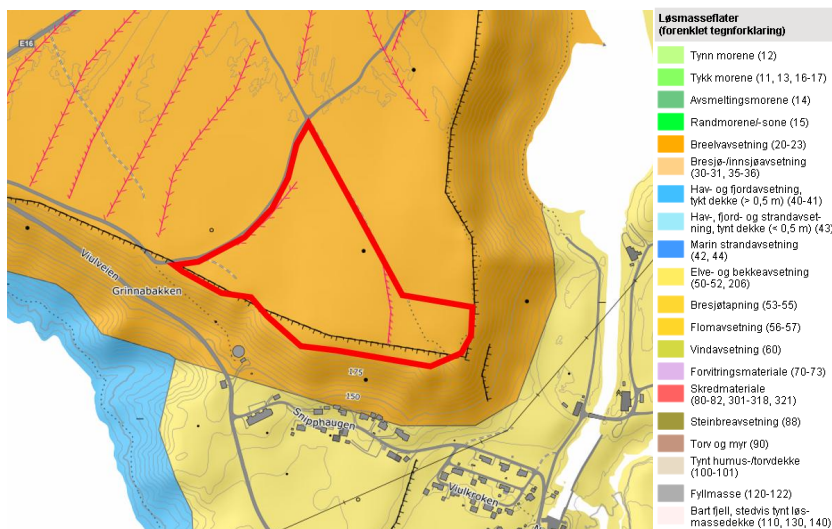


Figur 2: Skyggerelief kart over prosjektområdet. Hentet fra <https://atlas.nve.no/>

2.2 Løsmasser

Hele prosjektområdet ligger under marin grense. Kvartærgeologisk kart fra NGU indikerer at løsmassene på overflaten av prosjektområdet består av breelvavsetning, samt at nettilknytningen går gjennom et

løsmasseområde bestående av Elve- og bekkeavsetning. Dekket er sammenhengende og med stor mektighet (tykt dekke). I bunnen av skråningen mot Randselva viser kvartærgeologisk kart forekomst av hav og fjordavsretninger. Merk at kvartærgeologisk kart viser hvilken jordart som dominerer i de øverste meterne av terrengoverflaten. Tykke og tynne lag av andre jordarter kan opptre lengre ned i jordprofilen. NGUs kvartærgeologiske kart viser at området rundt Eggemoen består av elveavsetninger, som sand og grus. [2]



Figur 3: Kvartærgeologisk kart. Hentet fra <https://atlas.nve.no/>

2.3 Tidligere grunnundersøkelser

Det er ikke registrert noen grunnundersøkelser innenfor prosjektområdet på Nasjonal Database for Grunnundersøkelser (NADAG). I områdene rundt er det gjort flere grunnundersøkelser i forskjellige forbindelser. I området nordøst for prosjektområdet er flere grunnundersøkelser tatt for konsekvensutredning av utbygging av E16 fra Eggemoen til Olum fra 2010-2017. En grunnundersøkelse for en konsekvensrapport fra 1998 om tidligere riksvei 35 vest for prosjektområdet er gjort. En grunnundersøkelse i forbindelse med kartleggingen av soner med fare for kvikkleireskred i 1994 er tatt på Snipphaugen.

Relevante dokumenter er:

- SVV, Oppdrag Fd 476A (rapport nr. 1), datert 04. mai 1998 [3]
- Multiconsult, Rapport 122674 – SI-RIG-RAP-00006_rev02, datert 20. februar 2014 [2]
- NGI, Dokumentnr 810040-2, Datert 16. mars 1994 [4]
- NGI, Dokumentnr 20170670-01-R, Datert 15. desember 2017 [5]

Grunnundersøkelse i 1998 vedr. bygging av ei busslomme langs tidligere rv. 35, merket Fd 476A, ca. 1.3km sørvest for prosjektområdet ved kote 200 viser gode grunnforhold som består av sand og grusig sand. Den første halve meteren er løst lagret, men under dette er det fast til meget fast lagrede masser. Sonderingen ble stoppet på 8m dybde. Rapporten fastslår «Grunnforholdene er meget gode (...) det er ingen stabilitetsproblemer» [3].

Grunnundersøkelser vedr. bygging av E16 fra Eggemoen – Olum viser ingen funn av kvikkleire ved kote +200, ca. 1,3 km i luftlinje nordøst for prosjektområdet. Boret dybde i løsmasser er 25,6-35,7m, og

boret dybde i antatt fjell er 0,0m. Løsmassene besto i hovedsak av et øvre sjikt av torv, og deretter Stein, sand, grus, jord og morene. Dette er vist i et utdrag fra rapport 122674 i Figur 4 [2]:

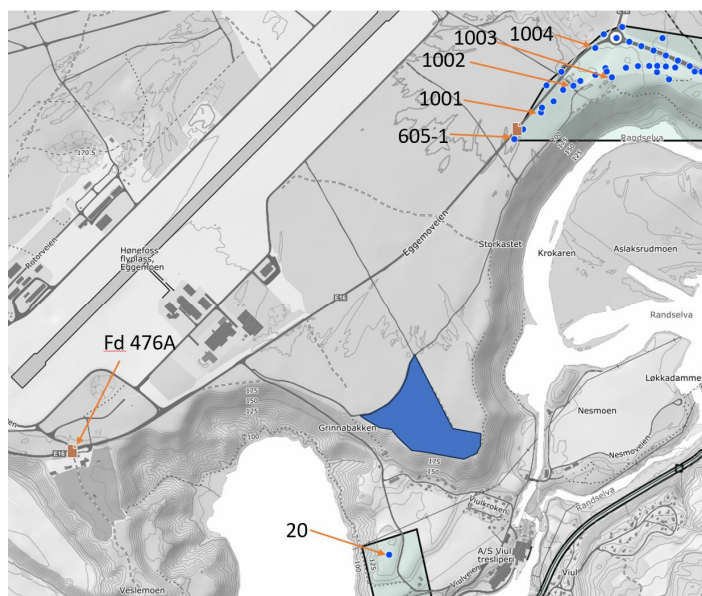
Borhull nr.	Profil nr.	Borplan nr.	Boret dybde i løsmasser + boret dybde i antatt fjell	Sammenstilling av borbøt 25823 Borleders kommentar (kun orienterende)
1001	760	V-101	35,7 m + 0,0 m	0,0 m – 0,3 m: Torv 0,3 m – 35,7 m: Stein, sand, grus
1002	850	V-101	35,7 m + 0,0 m	0,0 m – 0,2 m: Torv 0,2 m – 35,7 m: Stein, grus, sand
1003	1070	V-101	25,6 m + 0,0 m	0,0 m – 1,0 m: Torv, jord 1,0 m – 2,4 m: (feil på giver) 2,4 m – 12,5 m: Stein, grus, sand 12,5 m – 25,6 m: Morene
1004	1070	V-101	23,4 m + 0,0 m	0,0 m – 1,1 m: Torv, tørrskorpe 1,1 m – 5,5 m: Jord, finsand 5,5 m – 11,4 m: Stein, grus og sand 11,4 m – 12,1 m: Stein, grus 12,1 m – 23,4 m: Morene

Figur 4: Resultat fra grunnundersøkelser tatt i forbindelse med bygging av E16 [2].

En grunnundersøkelse med dybde 28m tatt i forbindelse med kartlegging av fare for kvikkleireskred av NGI i 1994, merket borehull 20, på snipphaugen ca. 400m sør for prosjektområdet viser ikke tegn til kvikkleire. Kote +135.

Grunnundersøkelse med dybde 15m, merket borehull 605-1, tatt i forbindelse med utbyggingen av E16 i 2017, ca. 900m nordøst på kote + 200 for prosjektområdet viser ingen tegn til kvikkleire. «Jord består av tørre friksjonsmasser som sand og grus, med noe enkelte blokker. Laboratorieanalyser identifiserer løsmassene som fin til middels grusig sand» [5]. Grunnundersøkelser i samme rapport tatt i forbindelse med byggingen av Randselva bru, ca. 1,9km nordøst for prosjektområdet inneholder totalsonderinger på opp til 87 meters dybde uten tegn til kvikkleire. Ca. kote + 175. «Totalsonderinger ble boret så dypt som mulig. Sonderingene viser at grunnen består av tørre friksjonsmasser som sand og grus. Laboratorieanalyser identifiserer løsmassene som sand. Kornfordeling varierer med dybde, og det er påvist lagdeling av fin og grovere sand med varierende innhold av finmasser og grus. Det finnes sandlag med enkelte leire og siltklumper (..) I borpunkt 1800-1A er det påvist berg på 84,75 meters dybde (84,83 moh)» [5].

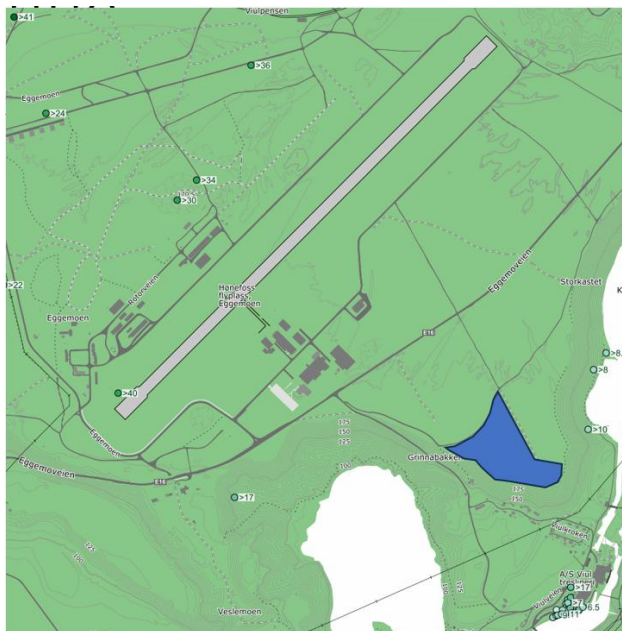
Figur 5 Viser hvor grunnundersøkelsene ovenfor er hentet i forhold til prosjektområdet.



Figur 5: Kart over grunnundersøkelser i området. Hentet fra [NADAG - Nasjonal database for grunnundersøkelser \(nagu.no\)](https://nagu.no)

2.4 Berq

Det er ikke registrert berg i dagen på prosjektområdet. I januar 2015 ble grunnundersøkelser utført på Eggemoenplataet av Statens vegvesen, der «Multiconsult vurderer at berg ikke kan påvises med tilstrekkelig sikkerhet» [2]. Det er ikke tatt noen borehull i prosjektområdet.



Figur 6: Borehull dybder til berg. Hentet fra <https://atlas.nve.no/>.

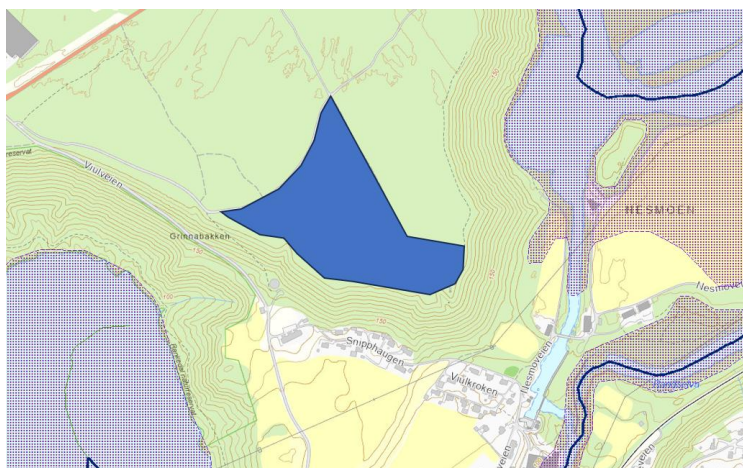
2.5 Grunnvann

Det er ikke registrert grunnvannsmålinger på prosjektområdet. Grunnvannsoppkommer nedenfor og i området rundt Eggemoplataet er målt i løsmasser og ikke i berg.

3 § 7 Sikkerhet mot naturpåkjenninger

3.1 § 7-2 Sikkerhet mot from og stormflo

Aktsomhetskart for flom fra NVE er illustrert i Figur 7 Prosjektområdet ligger ikke innenfor aktsomhetsområdet for flom. Sikkerhet mot flom er ikke vurdert videre av geotekniker.



Figur 7: Aktsomhetskart for flom. Hentet fra <https://atlas.nve.no/>

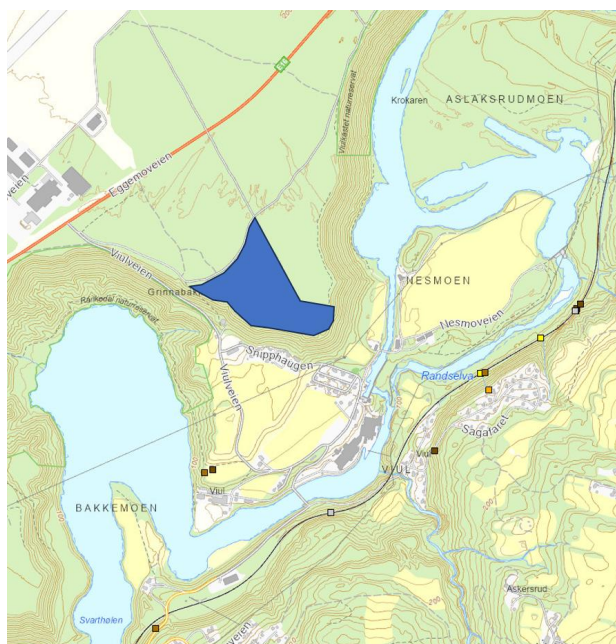
3.2 § 7-3 Sikkerhet mot skred

TEK 17 stiller krav til sikkerhet mot naturpåkjenninger og skred. Byggverk skal plasseres, prosjekteres og utføres slik at det oppnås tilfredsstillende sikkerhet mot skade eller vesentlig ulempe fra naturpåkjenninger. Prosjektering etter NVEs retningslinjer ivaretar kravet til sikkerhet mot større leirskred i henhold til TEK 17. Utredningen av områdeskredfare er utført i henhold til prosedyren gitt i kap. 3.2 i NVEs kvikkleireveileder 1/2019. Utredningen av områdeskredfare deles inn i underliggende steg.

3.2.1 Steg 1 - Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området

Det er ikke registrert noen faresoner for områdeskred i nærheten av prosjektområdet.

Det er registrert flere skredhendelser langs Randselva sør og øst for prosjektområdet. Av disse er et leirskred som ble utløst i 2000. Se oransje firkant i Figur 8.



Figur 8: Kart over Aktsomhets kvikkleireskred, kvikkleiresoner, SVV Kvikkleireområder, Skredhendelser, skred i bratt terreng, faresone, skred i bratt terreng. Hentet fra <https://atlas.nve.no/>

3.2.2 Steg 2 - Avgrens områder med mulig marin leire

Figur 9 viser områder under marin grense, og med det områder med mulighet for sammenhengende forekomster av marin leire. Hele prosjektområdet ligger under marin grense.



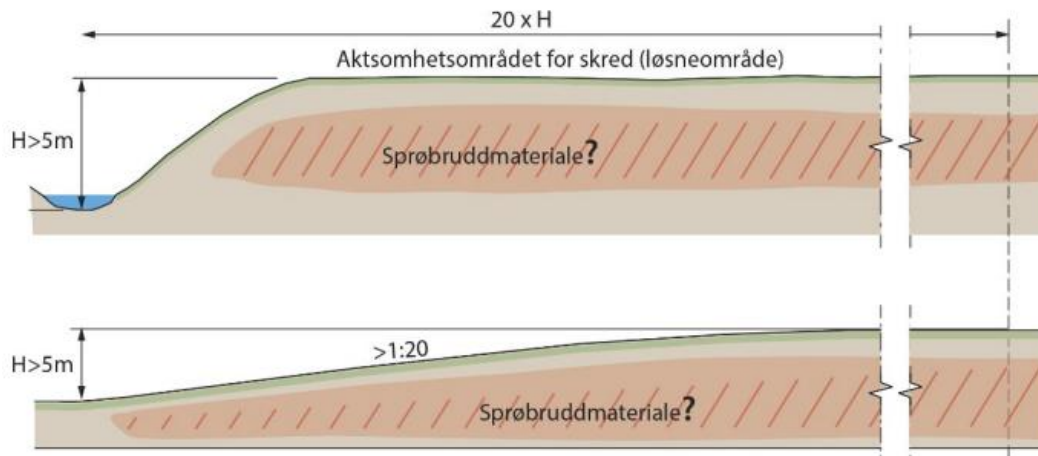
Figur 9: Aktsomhetskart marin leire. Hentet fra <https://atlas.nve.no/>.

3.2.3 Steg 3 - Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred

I henhold til NVEs kvikkleireveileder 1/2019 «Sikkerhet mot kvikkleireskred» [1] kan terreng inngå i et løснеområde for skred dersom:

a)

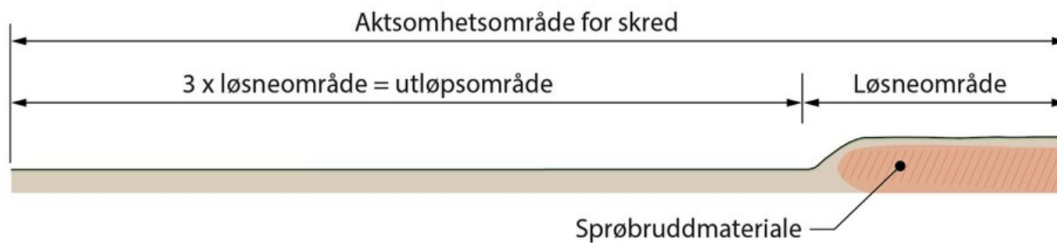
- Total skråningshøyde (i løsmasser) er over 5 meter, *eller*
- Jevnt hellende terreng brattere enn 1:20 og høydeforskjell over 5 meter



Figur 10: Kriterier for løsneområde iht. NVEs kvikkleireveileder [1].

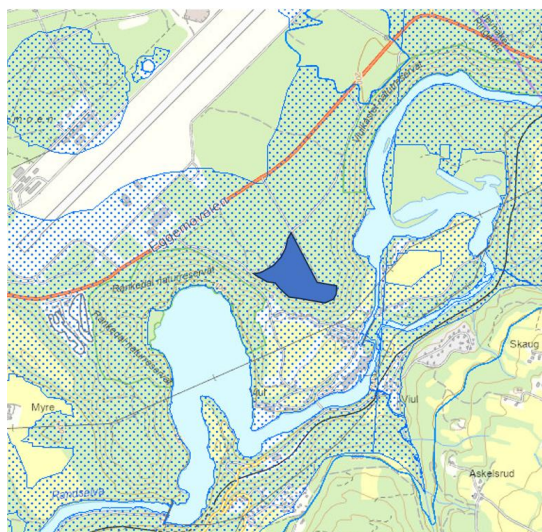
b)

Utløpsområdet for et skred er opptil 3x lengden til løsneområdets lengde. Figur 11 illustrer kriteriene for løsneområde.



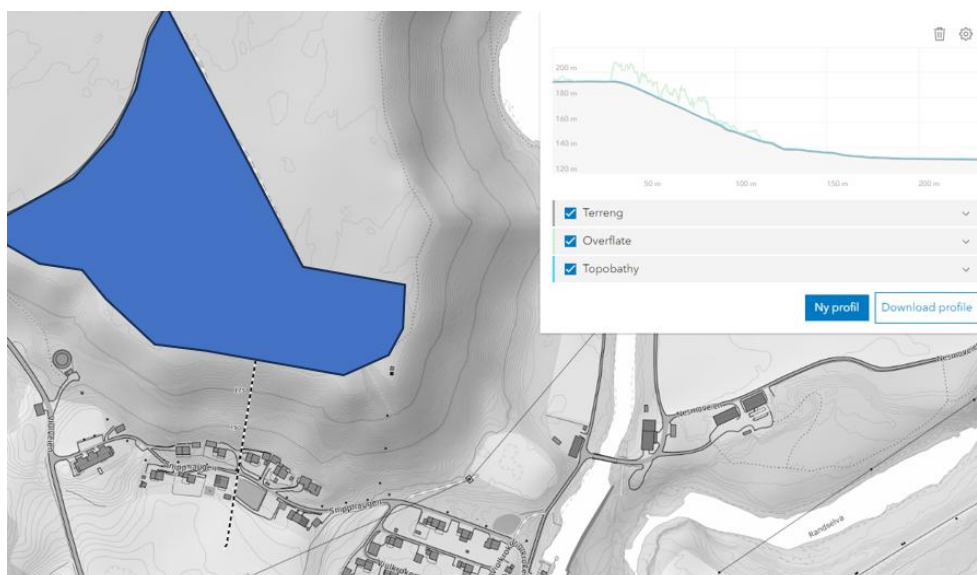
Figur 11: Aktsomhetsområde for skred som inkluderer utløpsområde [1].

Figur 11 illustrerer aktsomhetsområde for kvikkleireskred i prosjektområdet

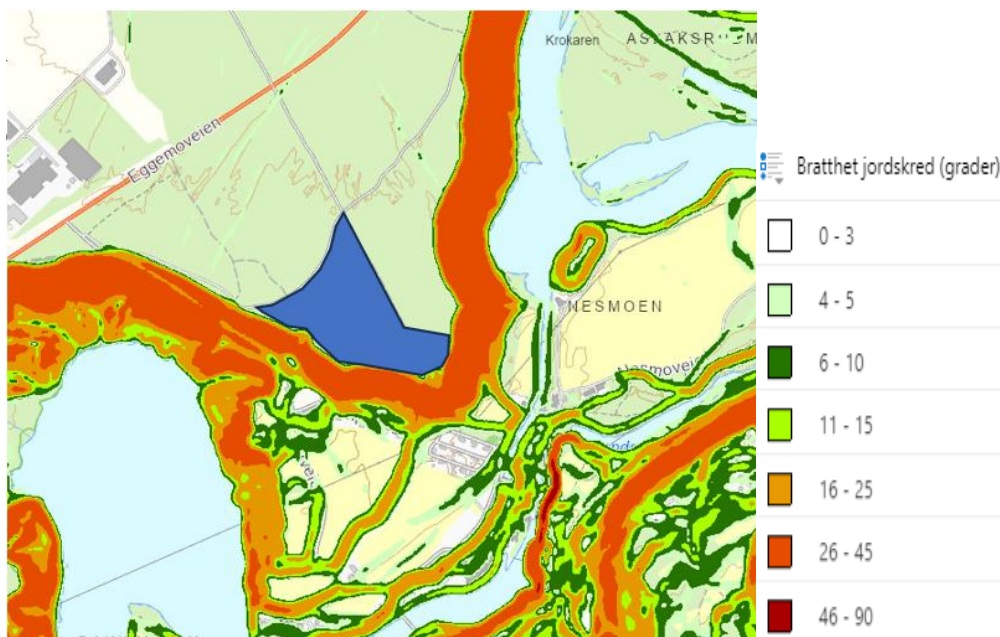


Figur 12: Aktsomhetsområde for kvikkleireskred. Hentet fra <https://atlas.nve.no/>.

Prosjektområdet ligger på Eggemoplastået og grenser til en skråning mot Randselva, og en bebyggelse på Snipphaugen. Prosjektområdet har en skråningshøyde fra plataået til Randselva på ca. 100m. Skråningshøyden fra plataået og ned til beboelsen på Snipphaugen er på ca. 60 m er jevnt hellende med bratthet 3:5 som tilsvarer ca. 30 grader. Figur 13 illustrer høydeprofil og hvor den er tatt. Basert på kriteriene ovenfor inngår prosjektområdet i et aktsomhetsområde. Figur 14 viser helningsgrad for området.



Figur 13: Høydeprofil fra prosjektområdet til Snipphaugen. Hentet fra <https://hoydedata.no/>.



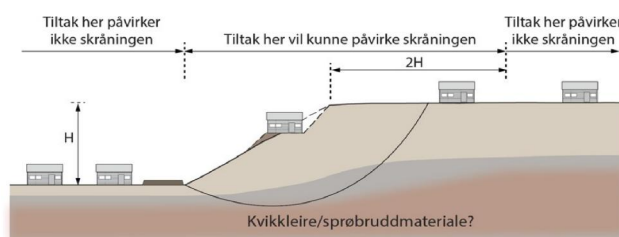
Figur 14: Bratthetskart. Hentet fra <https://atlas.nve.no/>.

Da utløpsområdet er 3 ganger løsneområdet, ref. Figur 11, er store deler av området rundt (Nesmoen og Snipphaugen) i utløpsområdet for et skred.

Det er ingen overliggende løsneområder som har utløpsområde ved prosjektområdet.

3.2.4 Steg 4 - Bestem tiltakskategori

K3 iht. NVE krav til konsesjonssøknader for solkraftverk [6]. Skråning er påvirket av tiltaket, altså innenfor influensområdet til tiltaket. Da tiltaket ligger innenfor 2H fra skråningen, prinsippet for dette er illustrert i Figur 15.



Figur 15: Terrengsnitt som viser prinsipp for når en skråning kan vurderes upåvirket av tiltaket (utenfor tiltakets influensområde [1]).

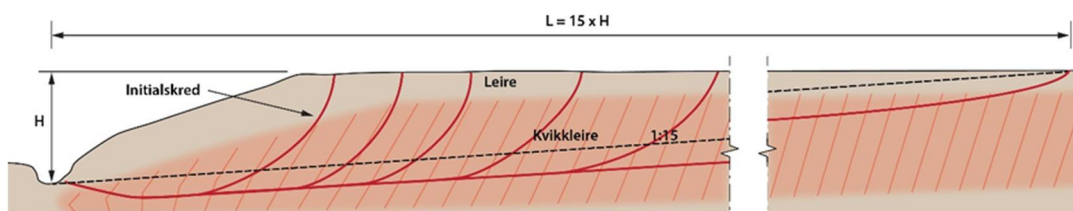
For tiltaksklasse K3 kreves det absolutt sikkerhetsfaktor $F_{cu} \geq 1,4 \cdot f_s = 1,61$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$ dersom tiltaket forverrer stabiliteten, og $F_{cu} \geq 1,4$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$ dersom tiltaket ikke forverrer stabiliteten. Ved lavere sikkerhet kan det økes prosentvis.

For skråninger i faresonen som ligger utenfor influensområdet til tiltaket, gjelder krav til sikkerhet $F_{c\phi} \geq 1.25$, samt krav til robusthet $F_{cu} \geq 1.20$.

3.2.5 Steg 5 - Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løснеområde

Skråningene som er innenfor kriteriene gitt i 3.2.3, ligger under marin grense og innenfor område med mulig marin leire vurderes videre som kritiske skråninger.

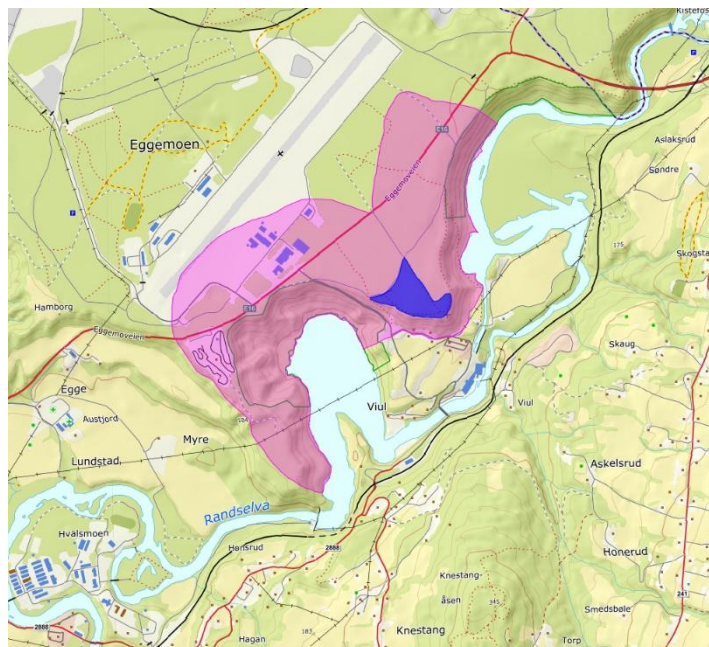
Iht. NVEs kvikkleireveileder kap. 4.2 skal det forutsettes at det vil kunne gå et stort retrogressivt skred, og potensielt størst mulig løснеområde tegnes med utgangspunkt i de kritiske skråningene som er identifisert. Løsnakeområdet tegnes opp med lengde $L = 15H$, Figur 16.



Figur 16: Avgrensning av maksimalt løsnakeområde for et retrogressivt skred. Hentet fra NVEs kvikkleireveileder kap. 4.2 [1].

Da løsnakeområdet skal tegnes opp med $L = 15H$ gir dette at hele prosjektområdet er innenfor løsnakeområdet. Dette er illustrert i NVEs aktsomhetskart for kvikkleireskred, i Figur 12.

Illustrert i Figur 17 er maksimalt løsnakeområde for et retrogressivt skred med løsnakeområdet $15H$ for alle løsnakeområder som krysser prosjektområdet. Høyde brukt er 100m fra prosjektområdet og ned til Randselva i sør, 60m til Snippshaugen, og 70-80m til randselva nordøst.



Figur 17: Maksimalt løsnakeområde for et retrogressivt skred.

3.2.6 Steg 6 – Befaring

Befaring ble utført av geotekniker 07.06.2024. Det ble lagt vekt på å undersøke skråningen sør for prosjektområdet da dette området er mest kritisk med tanke på områdestabilitet og erosjon. Det ble ikke observert berg i dagen på eller nære prosjektområdet og det ble ikke observert noe pågående

erosjon. Løsmassene i dagen virker å bestå av sand og morenemateriale. Det er tydelig tegn på at skråning sklir langsomt ut. Dette ble observert ved Viulveien der det er tydelig nivå forskjell mellom nedgående og oppgående løp av veien. Dette er også tydelig i skråningen generelt da trærne i skråningen vokser ut med tydelig påvirkning av kryp (Bilde 14, vedlegg A). Selve prosjektområdet er tidligere hugget ned, men skogen her er i vekst. Bilder fra befaring er i Vedlegg A. Vegetasjon i skråningen består av relativ tett skog fra topp til bunn.

4 Konklusjon

Hele området er under marin grense og er som følge av dette i et aktsomhetsområde for kvikkleireskred. Det er ikke tatt noen grunnundersøkelser i prosjektområdet. Det er tatt flere grunnundersøkelser i omkringliggende områder som ikke viser funn av kvikkleire. Skråninger sør og øst for prosjektområdet er ansett som kritiske, og med utgangspunkt i dette er det tegnet opp potensielle løsneområder for områdeskred. Ved befaring er det ikke observert berg i dagen eller elver/bekker bortsett fra Randselva. Det ble heller ikke observert noe erosjon.

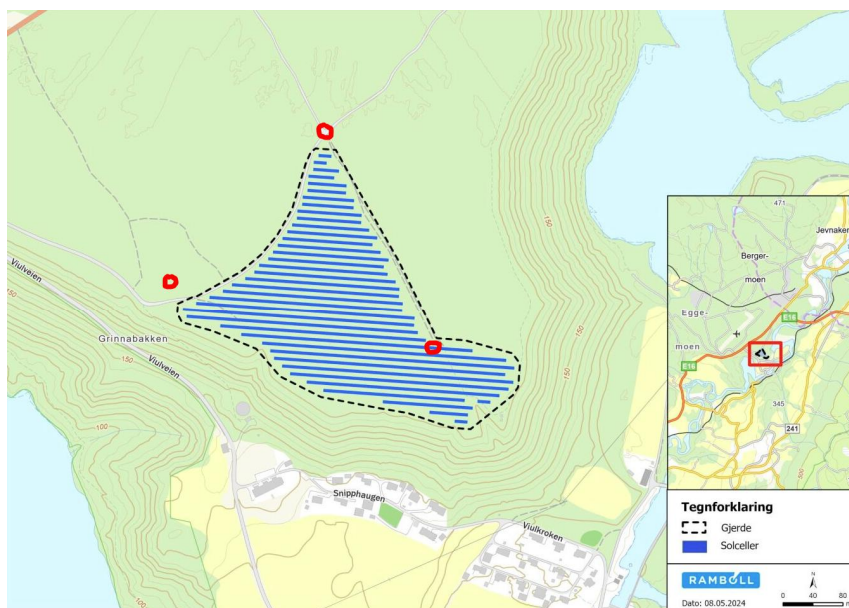
Under befaring er det observert klare tegn til overflateglidning i skråningene mot sør og øst av området. Det må derfor regnes med at skråningene beveger seg noe bakover med tid og at utkanten av området mot skråningene har dårlig stabilitet. Det anbefales derfor at tiltaket installeres ikke nærmere enn ca. 10m fra skråningskanten. Dagens vegetasjon i skråningene må i tillegg beholdes for å ikke forverre stabiliteten i skråningene.

Hele prosjektområdet ligger innenfor mulige løsneområder. Områdestabiliteten kan ikke besvares basert på de første 6 punktene i prosedyren for utredning av områdeskredfaren. Basert på geologien i området er det stor sannsynlighet for at det ikke finnes noen kvikkleire innenfor tomten. Dette kan allikevel ikke bekreftes på det tidspunktet pga. manglende data for området og må bekreftes/avkreftes med en grunnundersøkelse i en senere fase.

5 Videre arbeid

Det må utredes videre iht. prosedyren i NVEs kvikkleire veileder steg 7. Det er behov for grunnundersøkelser i prosjektområdet for å bekrefte/avkrefte mistanken om at det ikke er sprøbruddsmateriale der.

Det anbefales tatt grunnundersøkelser i minst 3 punkter med totalsonderinger og en prøveserie. Avhengig av funn i sonderingene må grunnundersøkelse suppleres med flere borpunkter og eventuelle andre metoder. Se forslag til plassering av punktene i Figur 18.

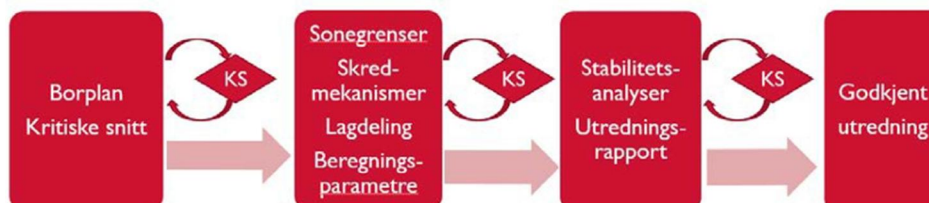


Figur 18 Forslag til plassering av borpunkter. (Endelig borplan må etableres ved bestilling)

Om det blir påvist sprøbruddmateriale må det utredes vides iht. NVEs kvikkleire veileder steg 8-11.

Det må fattes tiltak som hindrer utglidning av prosjektet ved skråning.

Ved utredning videre iht. prosedyren blir det også behov for kvalitetssikring av uavhengig foretak. Det anbefales å engasjere det uavhengige foretaket før det gjennomføres eventuelle supplerende grunnundersøkelser. Slik kan man med tidlig dialog mellom prosjekterende og kontrollør unngå merarbeid som følge av uenigheter eller misforståelser. Eksempel på trinnvis kvalitetssikring er vist i



Figur 19: Eksempel på trinnvis kvalitetssikring av områdestabilitetsvurdering. Hentet fra kap. 4.9 i NVEs kvikkleireveileder [1].

6 Referanser

- [1] Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE), «Veileder Nr. 1/2019 - Sikkerhet mot kvikkleireskred,» 2020.
- [2] Multiconsult, «122674-SI-RIG-RAP-00006_rev02, E16 Eggemoen - Olum, profil 450-3450. KU/KDP og Reguleringsplan. Grunnundersøkelser.,» 2012. rev. 2014.
- [3] Statens Vegvesen, «FD476A-1, Rv. 35 Hp. 09 Hov Xarm - Oppland/Eggemoen. Busslomme med venteareal og g/s-forbindelse ved avkjøring til glattkjøringsbane. Grunnundersøkelse.,» 1998.
- [4] NGI, «810040-2, Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred -Kartbladet Nannestad - Boreresultater,» 1994.
- [5] NGI, «Dokumentnr 20170670-01-R E16 Eggemoen-Olum, Geotekniske grunnundersøkelser,» 2017.
- [6] NVE, «Krav til konsesjonssøknader for solkraftverk,» 2022.

Vedlegg

Vedlegg 1 – Bilder fra befaring 07.06.2024

Vedlegg A

Bilder fra befaring 07.06.2024



FOTO 1



FOTO 2



FOTO 3



FOTO 4



FOTO 5



FOTO 6

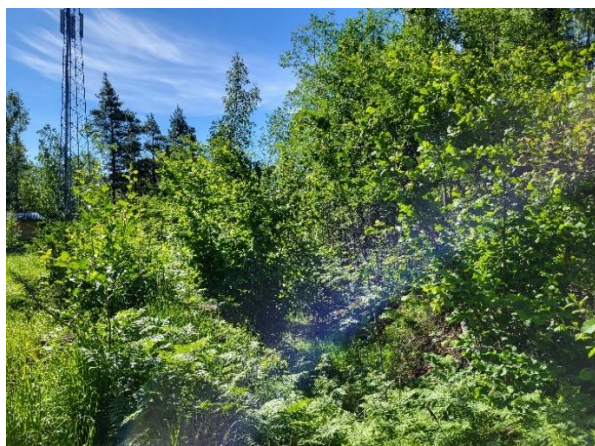


FOTO 7

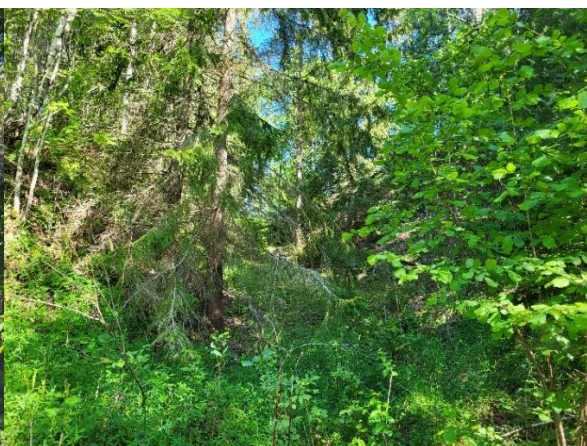


FOTO 8

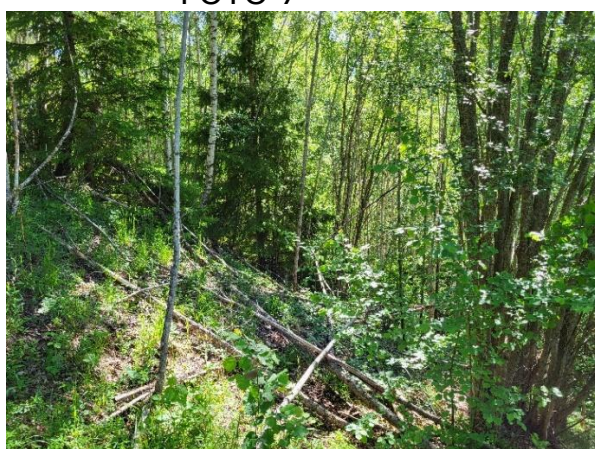


FOTO 9



FOTO 10



FOTO 11



FOTO 12

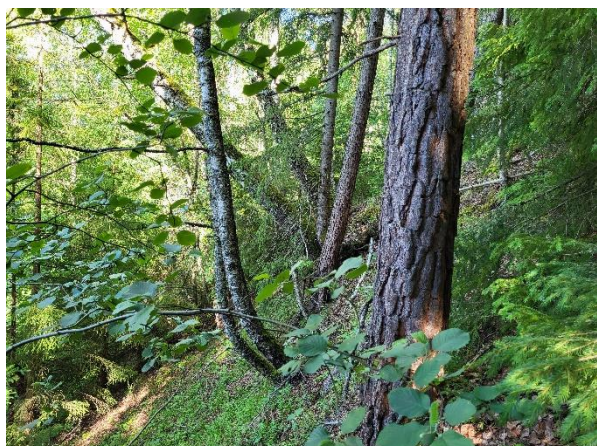


FOTO 13



FOTO 14



FOTO 15



FOTO 16