

RAPPORT

Strømmast ved Vinne skole - Geoteknisk vurderingsrapport



Kunde: Verdal Kommune

Prosjekt: Strømmast Vinne

Prosjektnummer: 10234134

Dokumentnummer: RIG

Rev.: 00

Sammendrag:

Sweco Norge AS er engasjert av Tensio TN AS for å bistå geoteknisk med hensyn til stabiliteten av en høyspentmast ved Vinne skole som har vært lokalisert der siden 60-tallet. For å gjøre en vurdering av sikkerhet har Sweco tatt utgangspunkt i en tenkt situasjon med de krav som ville være gjeldende dersom masta skulle etableres i dag, og om den i så fall hadde vært i henhold til dagens regelverk

Ihht NVEs kvikkleireveileder havner en hovedlinje for høyspent inn i høyeste tiltakskategori K4. For **udrenert** tilstand gjelder derfor krav til stabilitet på en sikkerhetsfaktor over $F_{cu} \geq 1,40 \cdot f_s = 1.61$

Stabiliteten for masta er i dag basert på prøvegravinger, grunnundersøkelser og labanalyser på $F_{cu} = 1,21$

Situasjon	Sikkerhetsfaktor - Effektivspenningsbasis	Sikkerhetsfaktor - Totalspenningsbasis	Figurnr
Før tiltak	-	1,43	8
Med tiltak (strømmast)	-	1.21	9

Resulterende sikkerhetsfaktorer er for lave i forhold til krav i gjeldende lovverk, og skråningen har dermed for lav stabilitet jf. Forskrift om tekniske krav til byggverk (TEK17), Kap. 7 § 7-3 Sikkerhet mot skred

Rapporteringsstatus:

- ☒ Endelig
☐ Oversendelse for kommentar
☐ Utkast

Utarbeidet av: Kristin Sara Krogstadmo	Sign.: 
Kontrollert av: Torbjørn Sellæg	Sign.: 
Prosjektleder: Reidar Grande	Prosjekteier: Geir Morten Hjelde

Revisjonshistorikk:

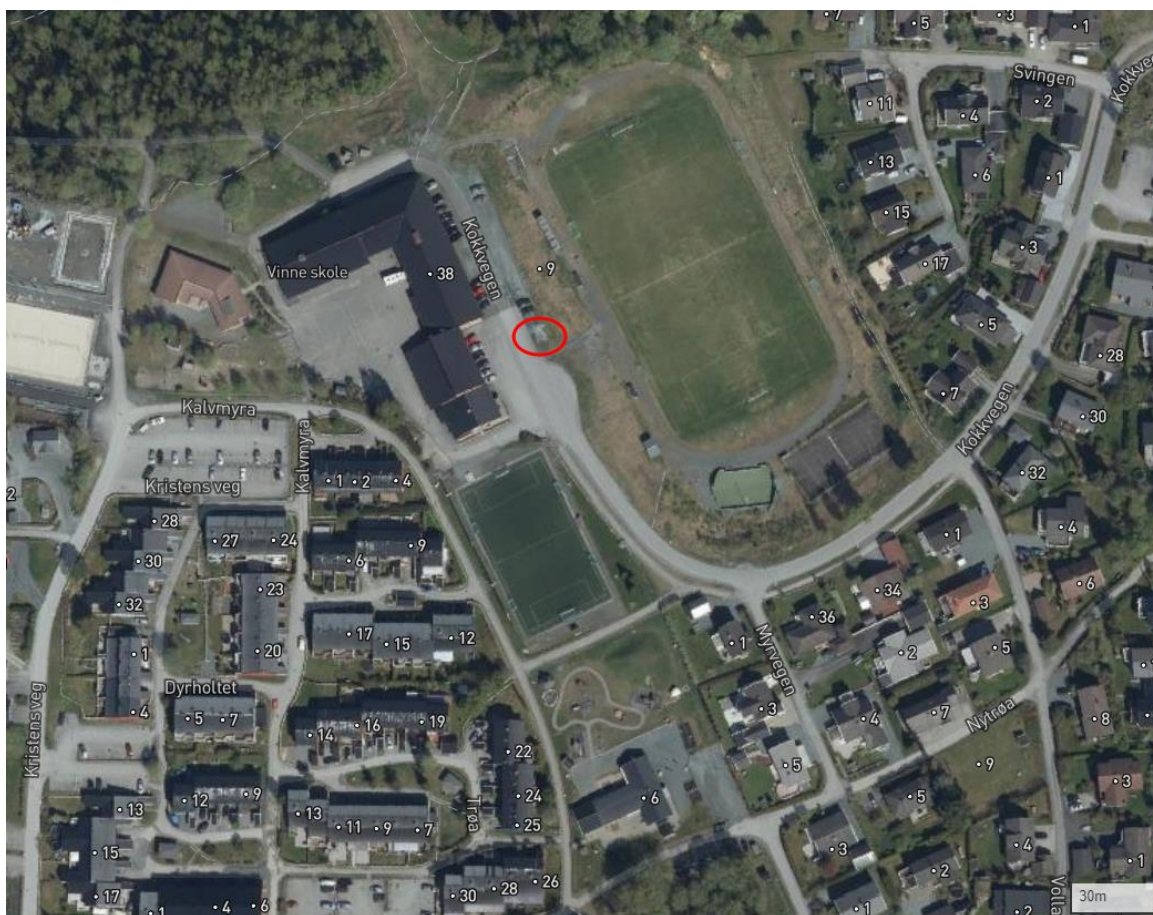
00	02.03.2023	Opprinnelig versjon	NOKRKR	NOSELL
Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet av	Kontrollert av

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	4
2	Grunnlag	5
3	Myndighetskrav	6
4	Topografi og grunnforhold	7
4.1	Topografi	7
4.2	Kvartærgeologisk kart	8
4.3	Oppsummering av tidligere utførte grunnundersøkelser	8
4.3.1	Norconsult	8
4.3.2	Sweco VA-anlegg ved Vinne Skole	9
4.3.3	Prøvegraving og grunnundersøkelser, nye Vinne barnehage	11
4.4	Prøvegraving ved strømmasten	13
5	Utredning av områdestabilitet etter NVEs veileder.	15
5.1	Soneutredning	15
5.1.1	Registrerte faresoner	15
5.2	Avgrensning av områder med mulig marin leire	15
5.3	Avgrensning basert på terrengkriterier	18
5.4	Kritiske skråninger	19
5.5	Regelverk	20
5.5.1	Fastsettelse av tiltakskategori	20
5.5.2	Sikkerhetskrav	20
6	Stabilitetsvurderinger	21
6.1	Skredmekanisme, mulig løsneområde og klassifisering av kritisk skråning for områdeskred	21
6.2	Lokalstabilitet i skråning ned mot fotballbane	21
6.2.1	Grunnvannsstand	22
6.2.2	Materialparametre	22
7	Stabilitetsvurderinger	23
8	Referanser	25
9	Vedlegg	26

1 Innledning

Sweco Norge AS er engasjert av Tensio TN AS for å bistå geoteknisk med hensyn til stabiliteten av en høyspentmast ved Vinne skole. Ut i fra historiske flyfoto på 1881.no ble masta tilsynelatende satt opp rundt 1966 (Kilde 1881). Den står plassert på østsiden av parkeringsplassen til skolen, ca en halv meter fra toppen av skråningen som heller ned mot en fotballbane med helning på ca 1:2. Området er tidligere utredet av Sweco i forbindelse med etablering av et VA anlegg (datarapport 10219548) og grunnforholdene rundt masten har vist seg å være problematiske. Det er påvist bløt leire og løsmasser med sprøbruddsegenskaper i området, og Sweco skal gjøre en utredning av hvorvidt skråningen i dagens tilstand, med strømmast på toppen, oppfyller krav til sikkerhet gitt av NVEs kvikkleireveileder



Figur 1 Flyfoto over området med markering av den aktuelle strømmasten.

Foreliggende rapport gjør rede for de geotekniske forholdene på den aktuelle tomte, hovedsakelig vurderes lokalstabilitet i skråningen ned mot fotballbanen

2 Grunnlag

Grunnlagsrapportene gir et godt bilde av løsmassene i nærområdet, inkl. lagdeling og morfologi/avsetningshistorie.

En gjennomgang av steg 1- 7 i NVEs kvikkleireveileder er gjort i denne rapporten. Kritisk skråning for områdeskred er utredet i rapport 10230244_RIG1 for nye Vinne Barnehage. Der det er relevant blir det henvist til denne.

Tabell 1: Tidligere rapporter for det aktuelle området

Utførende	Dato	Rapport nr.	Oppdragsnavn	Kort beskrivelse
Norconsult	27.08.2018	5174027-RIG01	Jamtlandsvegen, Vinne, Verdal-K-feltet	Grunnundersøkelser for VA-anlegg.
Sweco	26.08.2020	10219548	Datarapport- Grunnundersøkelser, GU Vinne skole, 26/8-20	I forbindelse med etablering av ett vann- og avløpsanlegg forbi Vinne skole gjennomførte Sweco 8 stk totalsonderinger og prøvetaking i området ved fotballbane og gammel barnehage. Stabilitetsvurdering ble utført for skråning ned fra Kokkvegen mot fotballbanen nord for den kommende barnehagen.
Sweco	10.12.2020	10219514-G01	Vinne skole- Geoteknisk vurdering	Geoteknisk vurdering i forbindelse med etablering V VA ledning ved Vinne skole
Sweco	18.05.2022	10230244_RIG1	Vinne barnehage – Geoteknisk notat	Innledende geoteknisk vurdering av området der nye Vinne Barnehage skal bygges. Gjennomgang av kartgrunnlag, befaring og prøvegravinger på tomten.

I tillegg har NGU og NVEs kartgrunnlag, og topografiske kart blitt benyttet som grunnlag for våre vurderinger.

3 Myndighetskrav

Masten har stått på stedet siden 60 tallet. For å gjøre en vurdering av sikkerhet har Sweco tatt utgangspunkt i en tenkt situasjon med de krav som ville være gjeldende dersom masta skulle etableres i dag, og om den i så fall hadde vært i henhold til dagens regelverk.

Ved offentlig ettersyn av detaljreguleringsplan skal reell fare for områdeskred være avklart i henhold til kravene i plan- og bygningsloven § 4-3. For at dette skal være oppfylt på detaljreguleringsplannivå, må kravene i pbl § 28-1 og § 29-5, byggteknisk forskrift kap. 7 og NVEs veileder 1/2019 legges til grunn for utredning av skredfare.

Hvordan aktsomhetsområder og faresoner med ev. tilhørende krav til nødvendige sikringstiltak bør innarbeides i reguleringsplaner er beskrevet i NVEs retningslinjer «Flaum og skredfare i arealplanar».

Geoteknisk prosjektering er underlagt følgende regelverk, der de nevnte regelverkene relevant for reguleringsplanarbeid er uthevet:

- Eurokode 0 «Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner» [1]
- Eurokode 7 «Geoteknisk prosjektering» [2]
- Eurokode 8 «Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning» [3]
- **Plan og bygningsloven, PBL § 28-1** [4]
- **Sikkerhet mot naturpåkjenninger, TEK17 § 7-3** [5]
- **NVEs retningslinjer 2/2011 «Flaum- og skredfare i arealplanar»** [6].
- **NVE veileder 1/2019 «sikkerhet mot kvikkleireskred». Veilederen utdyper byggteknisk forskrift (TEK17 § 7-3) med tilhørende veiledning og NVEs retningslinjer 2/2011 «Flaum- og skredfare i arealplanar»** [6] [7]. **Veilederen oppfyller krav til sikker byggegrunn som gitt i plan- og bygningsloven, PBL § 28-1.**

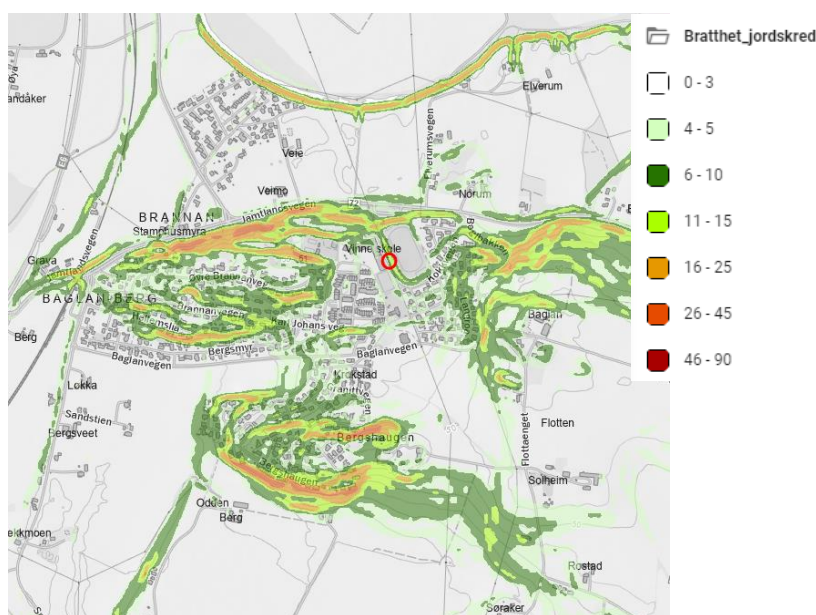
I tillegg er følgende håndbøker benyttet:

- SVV Håndbok V220 «Geoteknikk i vegbygging» [8]
- SVV Håndbok V221 «Grunnforsterkning, fyllinger og skrånninger» [9]

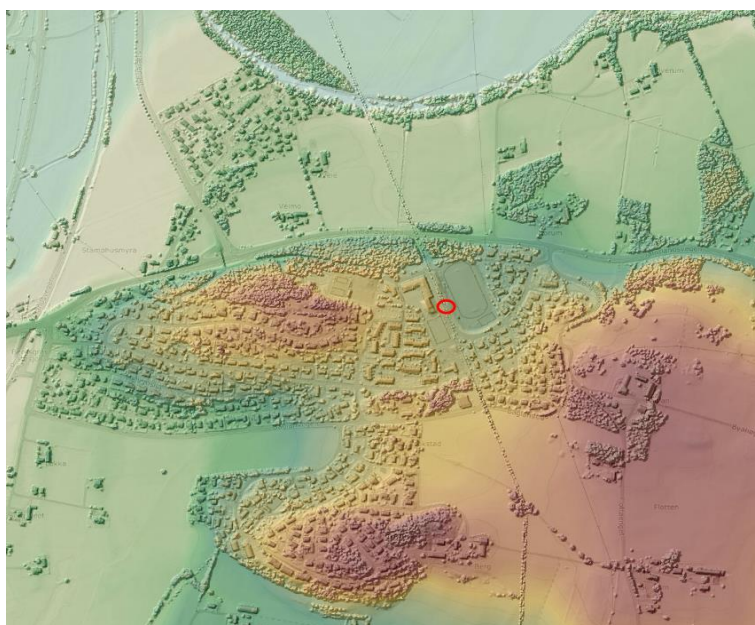
4 Topografi og grunnforhold

4.1 Topografi

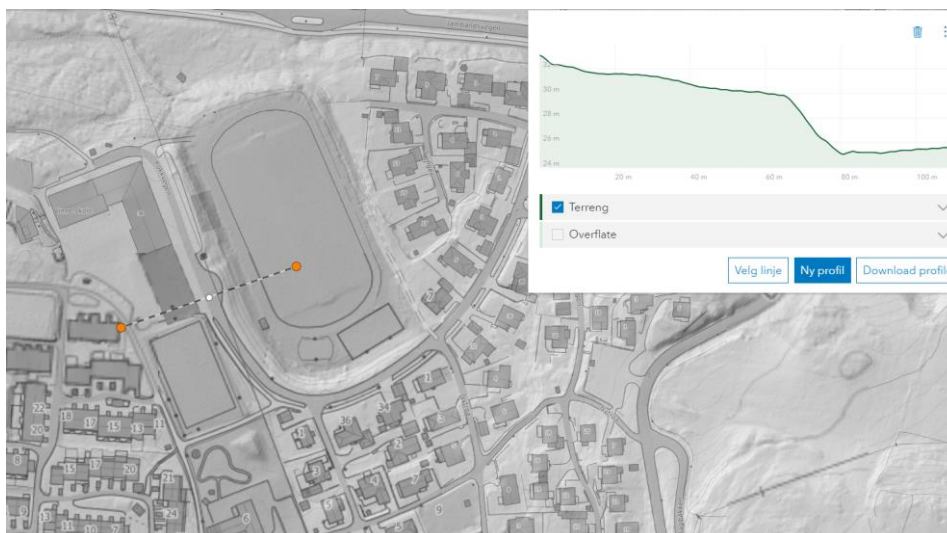
Den aktuelle skråningen ligger øst for parkeringsplassen til Vinne skole, mellom kote 25 og 30. Masten er plassert på flaten, ca en halv meter fra toppen av skråningen som heller ned mot fotballbanen. Helning på denne er på ca 1:2. Høydeforskjell er på 5.0 m. Nord for skolen og idrettsbanen heller terrenget ned mot Jamtlandsvegen i dalbunnen, og sør for skolen stiger terrenget slakt oppover i sør / sør østlig retning. Figur 2 og 3 gir et generelt overblikk over terrenget i området.



Figur 2 viser generelle helninger i området (NVE atlas)



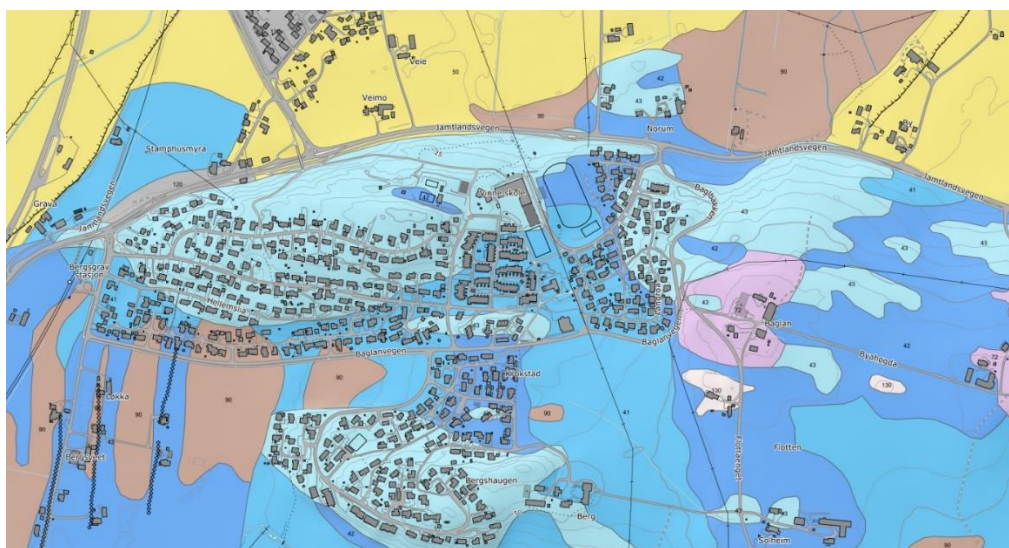
Figur 3: Digital terrengmodell fra høydedata.no. Områder markert rødt ligger høyest i terrenget (>50 m.o.h), deretter blått, gult, før grønt er laveste nivå



Figur 4 Snitt av skråningen gjennom området der strømmasten er plassert.

4.2 Kvartærgeologisk kart

Iht. NGUs kvartærgeologiske kart, består massene i området av hav- og fjordavsetninger, i både tykt og tynt dekke. Dette er finkornige, marine avsetninger med mektighet fra 0,5 m til flere ti-talls meter. Avsetningstypen omfatter også skredmasser fra kvikkleireskred.

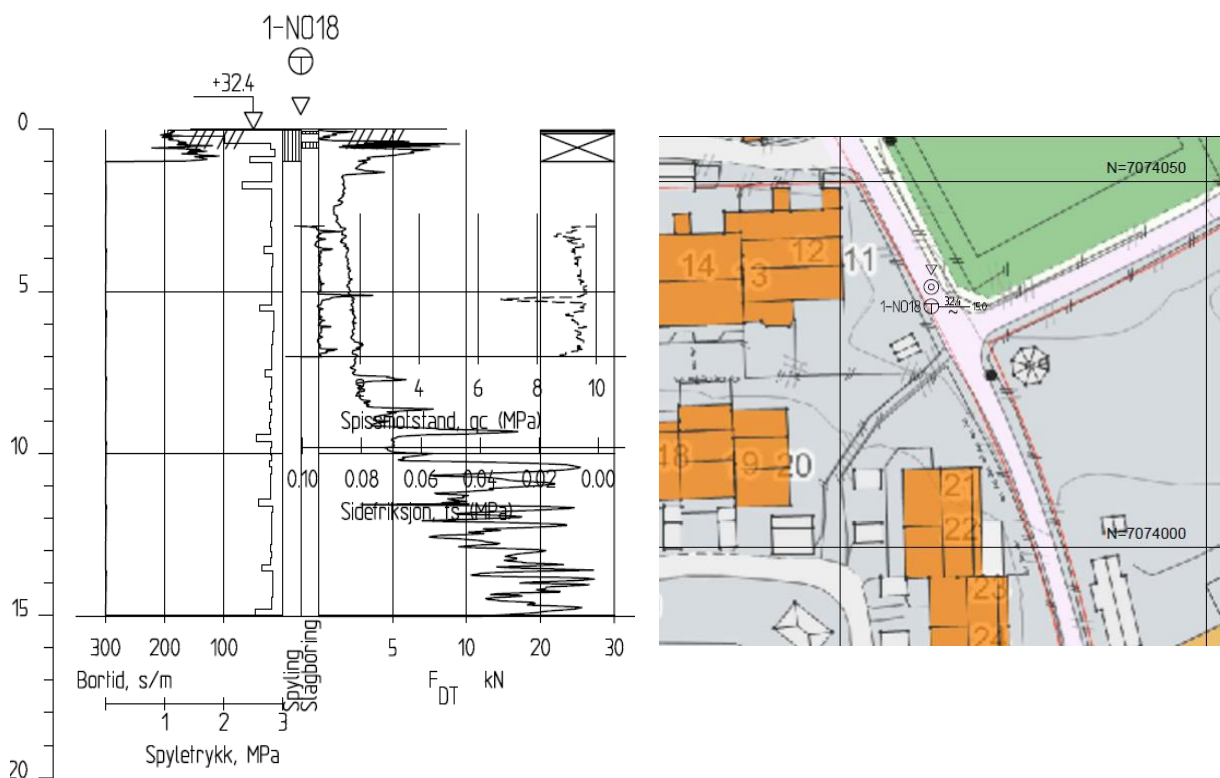


Figur 5 NGUs løsmassekart for området

4.3 Oppsummering av tidligere utførte grunnundersøkelser

4.3.1 Norconsult

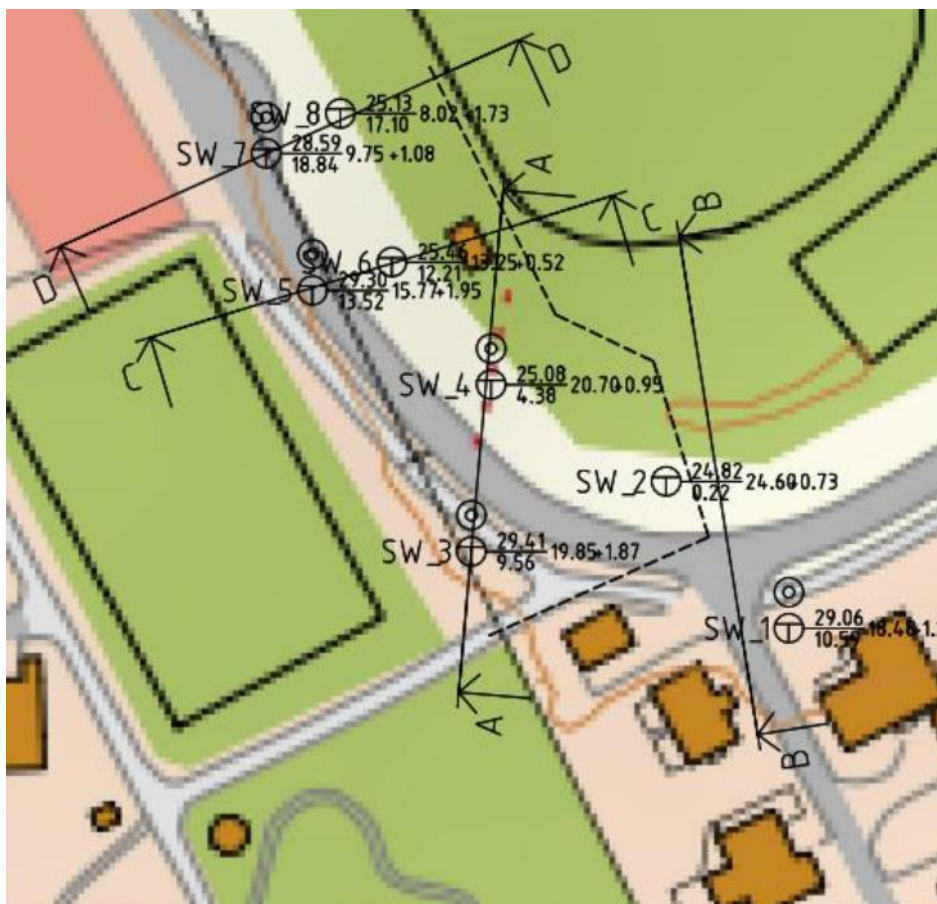
Norconsult har i forbindelse med etablering av et VA-anlegg i K-feltet gjort grunnundersøkelser i nærområdet. I rapport «5174027-RIG01 Jamtlandsvegen, Vinne, Verdal-K-feltet» er borpunkt 1-N018 relevant for ett mulig løснеområde mot nord. Totalsondering viser 1,5 meter med faste friksjonsmasser, før bløte masser påtreffes ned til 8 meters dyp. Det er ikke gjort materialtekniske prøver av leiren, og iht. totalsonderingsprofil er det ikke mulig å utelukke at disse massene kan ha sprøbruddegenskaper.



Figur 4: GU 1-NO18 Viser bløte masser fra 1,5 meter til 8 meters dybde.

4.3.2 Sweco VA-anlegg ved Vinne Skole

I forbindelse med etablering av et VA-anlegg forbi Vinne skole, gjennomførte Sweco i 2020 8 stk. totalsonderinger, samt test av materialparametre, i området ved fotballbane og gammel barnehage. Dette er beskrevet i «Geoteknisk rapport 10219548» Disse undersøkelsene er meget relevante for et mulig utløpsområde mot nord, og for å kunne dokumentere robusthet av skråningen mot fotballbanen.



Figur 5: Kart over GU ifbm VA-anlegg ved Vinne skole

Det ble utført prøvetaking i borpunkt SW1, SW3, SW4, SW5 og SW7 med naverbor og/eller sylinderprøvetaker.

SW1: Totalsondering gjennom 18,48 meter løsmasser og 1,25 meter antatt berg. Det ble i stor grad benyttet spyling og slag fra omtrent 12 meters dybde. Resultatet fra kornfordelingsanalysen påviser at materialet i prøven fra 3,5 – 4,5 meters dyp består av leire. Vanninnholdet i prøvene er målt til 20,2 – 24,7 %. Uomrørt udrenert skjærfasthet er målt til 17,0 – 26,4 kPa (fra konus og enaksialt trykkforsøk). Omrørt skjærfasthet er målt til 2,9 – 4,79 kPa. Sensitiviteten er målt til 6

SW2: Totalsondering gjennom 24,8 meter løsmasser og 0,7 meter antatt berg. Det ble i stor grad benyttet spyling og slag fra omtrent 12 meters dybde.

SW3: Totalsondering gjennom 19,85 meter løsmasser og 1,88 meter antatt berg. Det ble i stor grad benyttet spyling og slag fra omtrent 10 meters dybde. Resultatet fra kornfordelingsanalysen påviser at materialet i prøven fra 6,0 – 7,0 meters dyp består av leire. Vanninnholdet i prøvene er målt til 20,6 – 30,1 %. Uomrørt udrenert skjærfasthet er målt til 14,0 – 24,24 kPa (fra konus og enaksialt trykkforsøk). Omrørt skjærfasthet er målt til 0,65 – 3,24 kPa. Sensitiviteten er målt til fra 5 – 9.

SW4: Totalsondering gjennom 20,70 meter løsmasser og 0,95 meter antatt berg. Det ble i stor grad benyttet spyling og slag fra omtrent 8 meters dybde. Resultatet fra kornfordelingsanalysen påviser at prøven fra 1,0 – 2,0 meters dyp består av sandig, grusig, siltig materiale, og prøven fra 3,0 – 4,0 består av sandig, siltig, leirig materiale. Vanninnholdet i prøvene er målt til 19,6 – 22,1 %.

SW5: Totalsondering gjennom 15,77 meter løsmasser og 1,95 meter antatt berg. Det ble i stor grad benyttet spyling og slag fra omtrent 14 meters dybde. Fra borpunkt SW5 ble det hentet opp 2 sylinderprøver, hvorav sylinderprøven fra 5,0 – 5,8 meters dyp beskrives som forstyrret i laboratorierapport. Vanninnholdet i prøvene er målt til 23,0 – 26,5 %. Uomrørt udrenert skjærfasthet er målt til 15,6 – 17,0 (konus). Omrørt skjærfasthet er målt til 2,42 – 4,57 kPa. Sensitiviteten varierer fra 3 – 7.

SW6: Totalsondering gjennom 13,25 meter løsmasser og 0,52 meter antatt berg. Det ble i stor grad benyttet spyling og slag fra omtrent 8 meters dybde

SW7: Totalsondering gjennom 9,75 meter løsmasser og 1,07 meter antatt berg. Det ble i stor grad benyttet spyling og slag fra omtrent 9,2 meters dybde. Resultatet fra kornfordelingsanalysen viser at materialet i prøven fra 5,0 – 6,0 meters dyp består av silt. Vanninnholdet i prøvene er målt til 22,0 – 25,3 %. Uomrørt udrenert skjærfasthet er målt til 14,3 – 24,57 kPa (fra konus og enaksialt trykkforsøk). Omrørt skjærfasthet er målt til 1,96 – 4,27 kPa. Sensitiviteten er målt til 3 - 11.

SW8: Totalsondering gjennom 8,02 meter løsmasser og 1,73 meter antatt berg.

I hovedsak viste grunnundersøkelsene et øvre topplag av sand og grus over leire med en mektighet opp til 6 m ved toppen av skråningen. Under leirelaget er det et lag med faste masser ned til fjell. Nede på Vinne ILs fotballbane mot nordøst ble det ikke påtruffet leire/bløte masser.

Ut ifra en tolkning av totalsonderingskurver kan ikke sprøbruddmateriale utelukkes i noen av punktene ved skråningstoppen (SW_1, 3, 5, 7). Kvikkleire ble ikke påvist i noen prøver, men sprøbruddmateriale ble påvist i SW_3. Ved fotballbanen/skråningsfoten (SW_2, 4, 6, 8) er leirelaget ikke påtruffet, og opptatte prøver viser som nevnt et sandig grusig siltig.

Rapport « 10219514- G01 Vinne skole-Geoteknisk vurdering» fra samme prosjekt beskriver følgende:

Løsmassene i området består hovedsakelig av 2-3 lag med mektighet mellom 8-25m. Løsmassemektheten øker gradvis fra nord mot sør. Topplaget består av sandig/siltig/leirige masser med mektighet ca 1-2m. Stedvis er det påvist bløtere masser i toppen. Deretter er det bløte sandig/ siltige/ leirige masser med direkte skjærfasthet fra lab mellom 14-27 kPa. Det er påvist masser, ed sprøbruddsegenskaper på store deler av området mellom 2 og 7 meters dybde. Under dette bløte topplaget ligger det er grovere lag med antatt grus/morenemasser som strekker seg ned mot antatt berg. De bløte leirmassene ser ut til å hovedsakelig befinne seg vest på området.

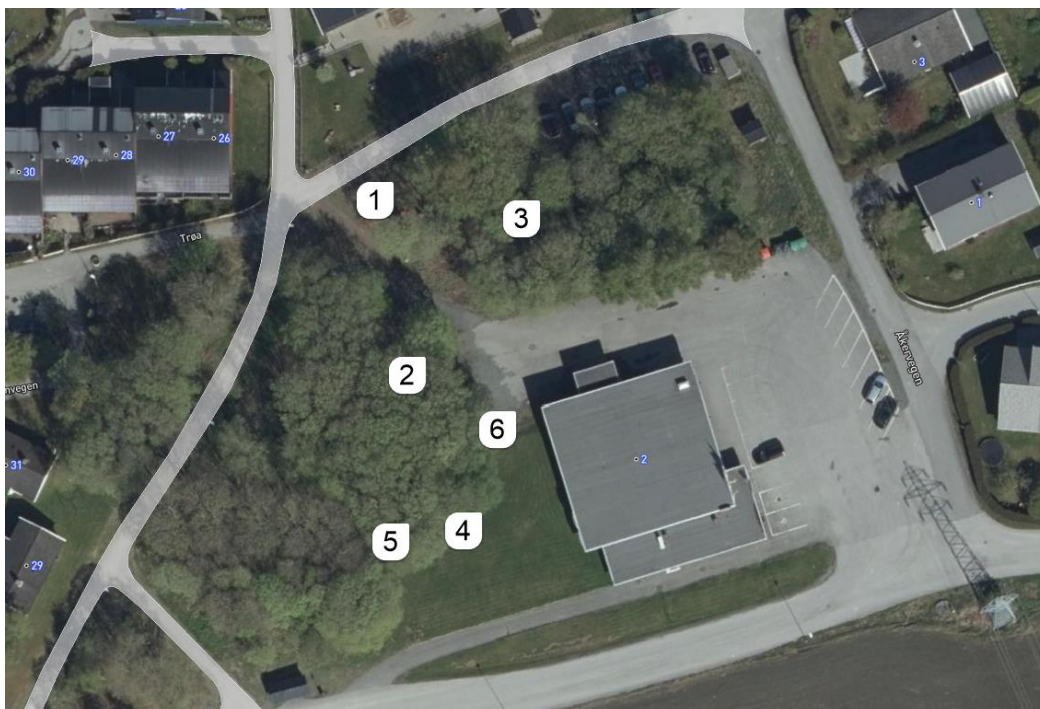
Dybden til berg er 8-24 m under terreng.

«Grunnforholdene rundt masten er problematiske, og det er påtruffet bløt leire og løsmasser med sprøbruddsegenskaper i området, ved borehull 3,5 og 7.

Det ble i rapporten utført stabilitetsberegninger for skråningen i profil A og B.

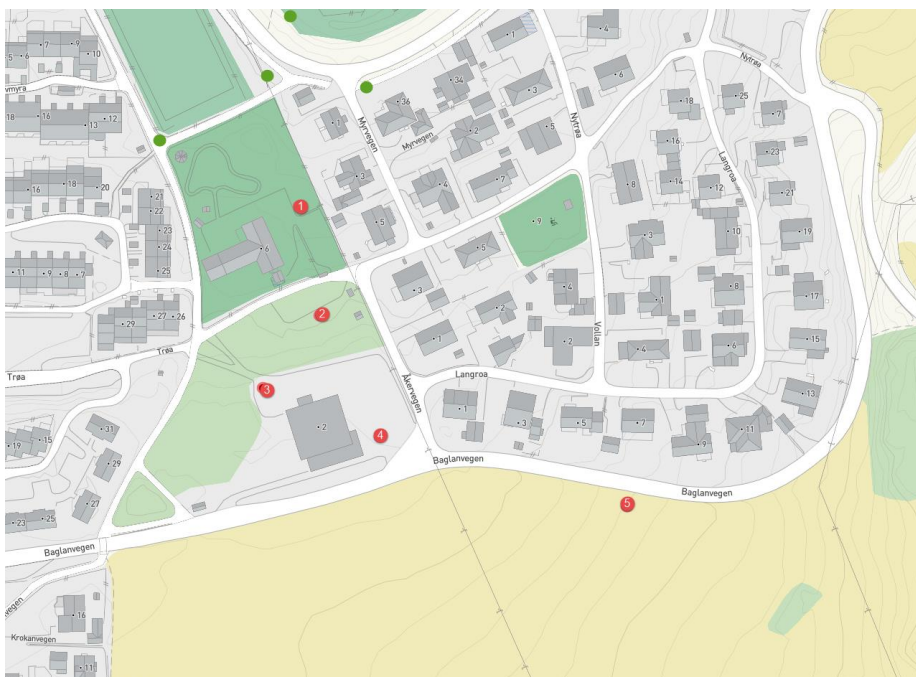
4.3.3 Prøvegraving og grunnundersøkelser, nye Vinne barnehage

Det skal etableres en ny barnehage på Vinne, ca 200 m sør for skolen. I den forbindelse ble det gjort en befaring og prøvegravinger på området. Resultat er beskrevet i detalj i rapport 10230244_RIG1 – Vinne Barnehage, men følgende gjengis her:



«Ved befaring kommer de grunnlengte partiene klart frem av flere fjellblotninger vest for den tidligere lokalbutikken, og de stemmer relativt godt overens med kartgrunnlaget. Fjellet kommer tydelig frem i de markerte områdene med tynn havavsetning i øst, noe som er relevant for mulige løснеområder, som kunne ha hatt utløp mot tiltaksområdet

Det ble videre utført grunnundersøkelser i fem punkter som vist i figur 8.



Figur 8: plassering av utførte grunnundersøkelser (rødt), og tidligere utførte undersøkelser (grønt).

BP_1 – 5 ble alle boret ned til berg påtruffet fra 10.25 – 18.3 m dybde. Alle grunnundersøkelsene ble utført som totalsonderinger. Grunnforholdene vist i punkt 1, 3 og 4 viser tilsvarende lagdeling som ved skråningstoppen ved fotballbanen i nord.

BP_1: Tolket som et øvre topplag av sand og grus (0-2m) over leire fra 2-7.0m over faste masser ned til fjell. Noe økning i sonderingsmotstand tyder på at det ikke er leire med sprøbruddegenskaper.

BP_2: Tolket som et øvre topplag av sand og grus (0-2.3 m) over leire fra 2.3-5.2m over faste masser ned til fjell. Liten økning i sonderingsmotstand tyder på at det kan være masser med sprøbruddegenskaper, men laget er her av begrenset mektighet.

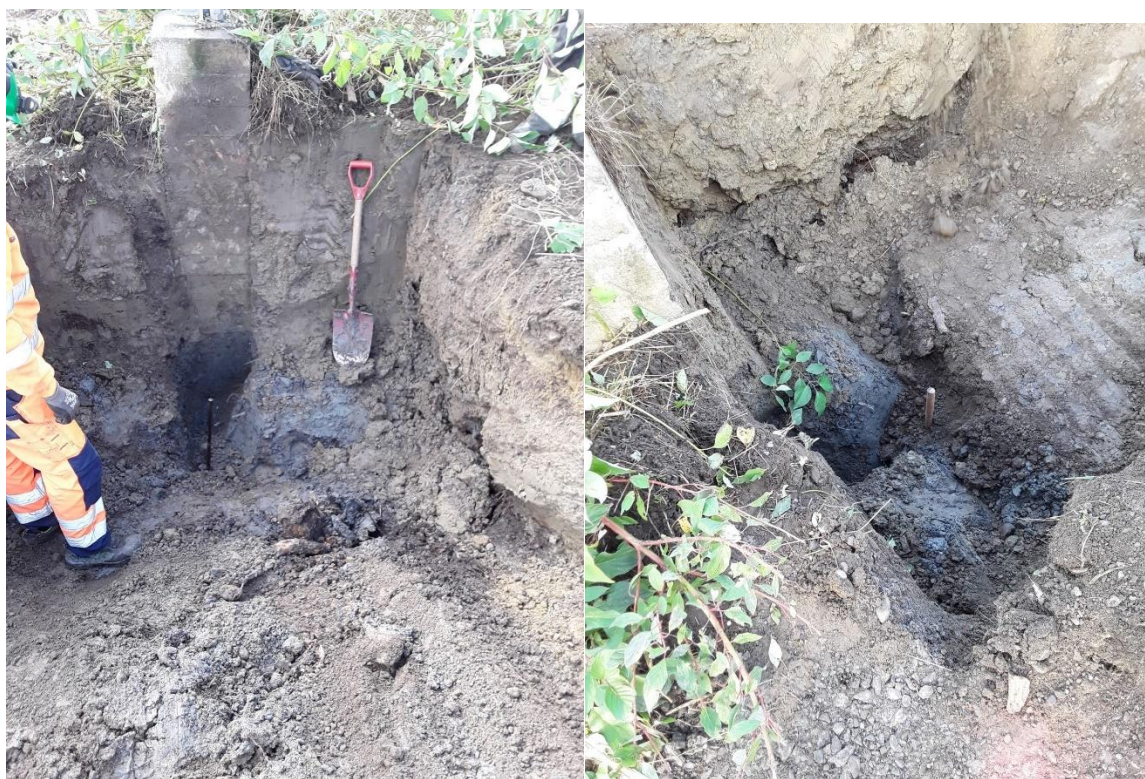
BP_3: Tolket som et øvre topplag av sand og grus (0-2m) over et løsere lag med friksjonsmasser ned til fjell ved 6.5 m.

BP_4: Tolket som et øvre topplag av sand og grus (0-2m) over leire fra 2-8.5m over faste masser ned til fjell. Liten økning i sonderingsmotstand tyder på at det kan være masser med sprøbruddegenskaper.

I BP_5 ble leirelaget ikke påtruffet. Her ligger det et lag av friksjonsmasser ned til 5 m. Videre til fjell er det meget faste masser.

4.4 Prøvegraving ved strømmasten

Det er utført en prøvegraving rett under strømmasten ifbm utbygging av Vinne skole. Sweco var ikke tilstede, og på grunn av manglende detaljer rundt prøvegravingen gjøres kun antakelser på et overordnet nivå ut i fra bilder og samtaler med gravemaskin entreprenør.



Figur 6 bilder fra prøvegravinger under masten

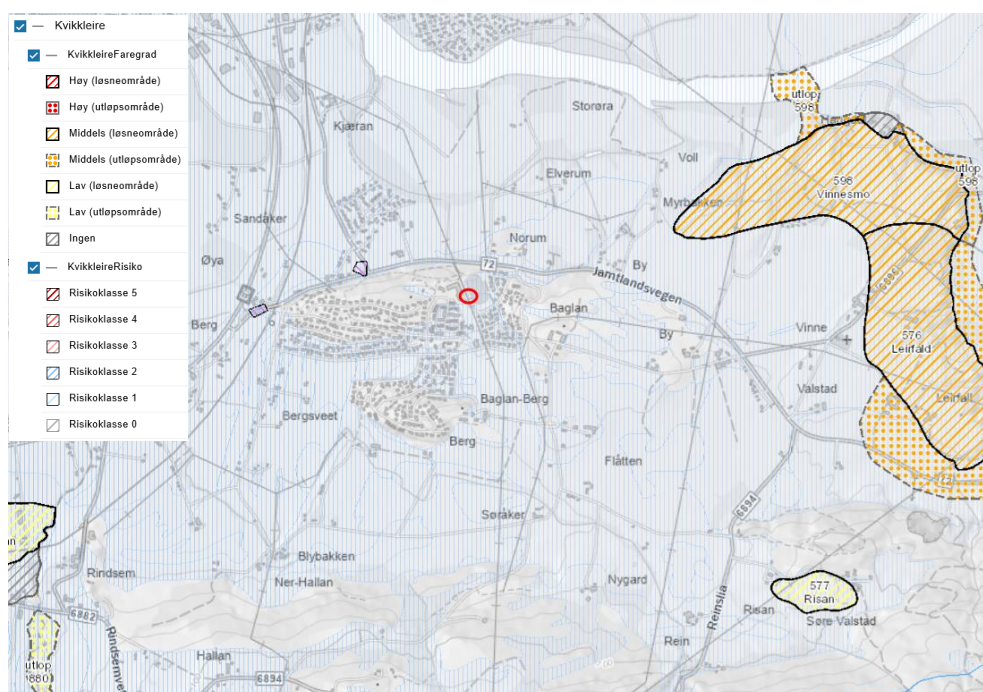
Det antas at det er ble gravd ned til underkant av fundamentet. Øverste lag ser ut til å bestå av fyllmasser. På bildene er det satt ned et armeringsjern som er opplyst å være rundt 3 meter i det som ser ut som leire / bløte masser. Like nord for masta er det fjell i dagen, mens like sør for masta har vi en boring, SW07 som viser ca 1.5 m friksjonsmasser over bløt leire. Strømmasta ligger muligens nærmere lokasjon for fjell i dagen enn boring SW07, men prøvegravingen viser bløte masser ned til ca 4.5-5 meters dybde, og boring SW07 antas derfor å være mest representativ for grunnen under masta. På bakgrunn av dette antas også at prøver fra SW07 vil gi relevante materialparametere langs en potensiell glideflate. Flere bilder er vist i vedlegg 4

5 Utredning av områdestabilitet etter NVEs veileder.

Plan- og bygningslovens § 28-1 og TEK17 § 7-3 «Sikkerhet mot skred» stiller krav til sikkerhet mot områdeskred. Sikkerhetskravene gjelder alle tiltak som ligger i områder som kan bli berørt av slike skred. Prosedyre for utredning av områdeskredfare er beskrevet i NVEs veileder 1/2019 [7]

5.1 Soneutredning

5.1.1 Registrerte faresoner



Figur 7 Aktsomhet for marin leire og kvikkleiresoner i området

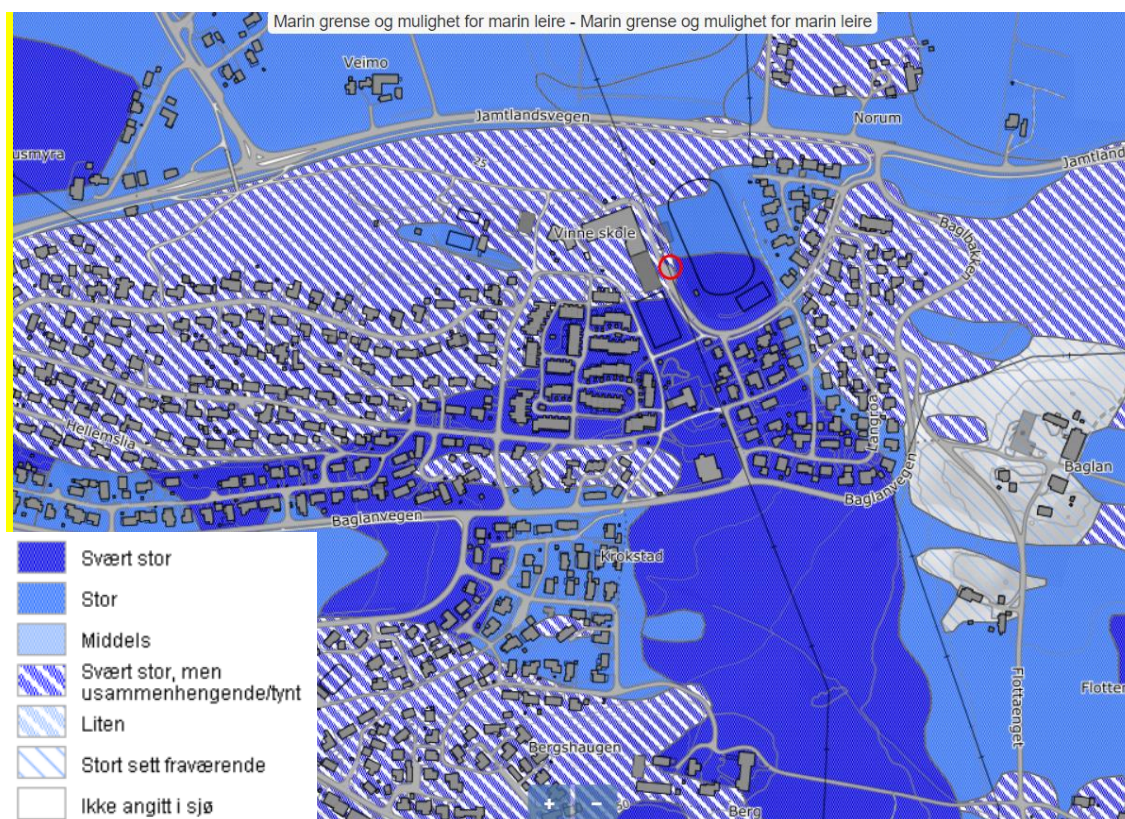
Det er ikke registrert noen kvikkleiresoner på området, og nærmeste kartlagte soner ligger ca. 1 km nord-øst for tiltaksområdet. Det er ikke registrert noen historiske skredhendelser i området, og det er heller ikke noen tydelige skredgroper.

Faren for skred kan ikke utelukkes fra kartgrunnlag, og utredningen fortsetter iht NVEs prosedyre

5.2 Avgrensning av områder med mulig marin leire

Området ligger under marin grense, og anses dermed som et generelt aktsomhetsområde for områdeskred.

I områder hvor det er gjort detaljert løsmassekartlegging, kan NGUs kart «Mulighet for marin leire» brukes som grunnlag for et mer nøyaktig aktsomhetsområde for hvor det kan finnes kvikkleire/sprøbruddmateriale.



Figur 8 Kart som viser områder med mulighet for marin leire (blåskravert) og registrerte kvikkleiresoner [NVE].

Ut ifra kartet (figur 8) er sannsynligheten for marin leire stor til svært stor i området der masta står. I vest / nord vest for området er sannsynligheten svært stor for marin leire, men i et usammenhengende / tynt dekke. Dette samsvarer bra med at det her er påvist berg i dagen på flere lokasjoner.

Ved påvist berg i dagen eller grunt til berg (< 2 m), kan områder avgrensnes, da det i så tilfelle ikke er fare for at områdesskred utløses.



Figur 9 viser lokasjoner der det ble sprengt i forbindelse med etablering av Vinne skole

Figur 9 viser områder der det ble sprengt i forbindelse med etablering av skolen, hvorav det ene ligger bare noen meter nord for masten. Dermed må et skille mellom løsmasseavsetninger av større mektighet, og grunnlendt terreng med fjell i dagen gå mellom dette området og prøvegravningene like sør for masten. Det er ikke påvist sprøbruddsmateriale i boringer nede på fotballbanen.

Lenger øst i området, mot gården Baglan har NGU kartlagt et område med forvitningsmateriale. Kartet viser her liten sannsynlighet for marin leire. Det observeres fjell i dagen nordvest på fotballbanen

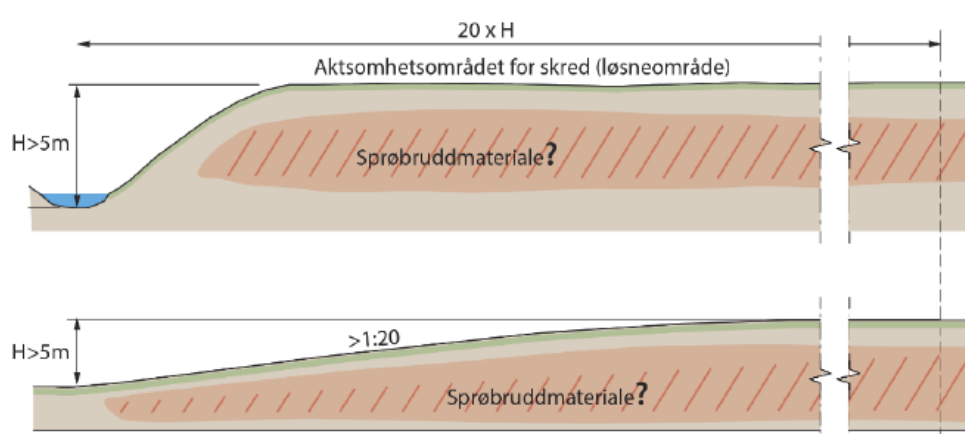
Sør for området, på tomte for planlagt ny barnehage er det i prøvegravingshull 1,3 og 6 påvist marine leirer, og i hull 3 ble det også påvist kvikke egenskaper. Vest på tomten er det tydelig fjell i dagen, og ved prøvegravingshull 2 og 5 er det påvist friksjonsmasser over berg.



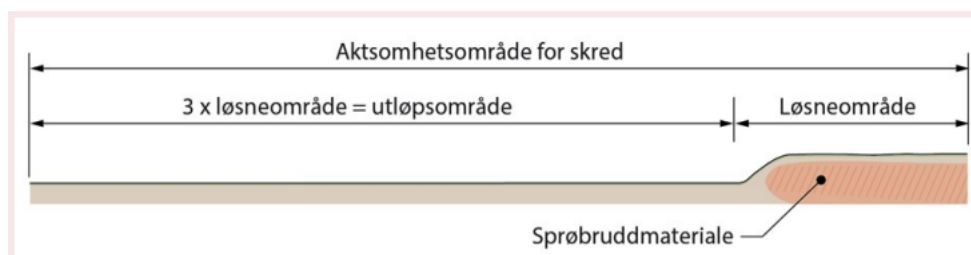
Figur 10 Område vest for planlagt ny barnehage der det er påvist fjell i dagen.

5.3 Avgrensning basert på terrengkriterier

Innledningsvis kan terreng som kan inngå i løснеområdet for et kvikkleireskred identifiseres ved at det har en total skråningshøyde (i løsmasser) over 5 meter, eller et jevnt hellende terreng brattere enn 1:20 og høydeforskjell over 5 meter. Aktsomhetsområder ligger innenfor 20 x skråningshøyden.



Figur 9: Aktsomhetsområde for skred (løsneområde)



Figur 11 Aktsomhetsområde for skred som inkluderer utløpsområde

Terreng som kan inngå i *utløpsområdet* for et skred, er lik 3 x lengden til løsneområdet. Løsneområdet er enten en eksisterende faresone eller et aktsomhetsområde som definert over.

Terrengkriteriene viser at også terreng som er helt flatt kan være utsatt for områdeskred. Derfor er det også nødvendig å vurdere hvilke skåninger et skred kan starte i utenfor eiendommen eller plangrensen. Dersom planlagte tiltak ligger i terreng som er innenfor et aktsomhetsområde, må det utredes videre av geotekniker iht. prosedyrens punkt 4-11.

Vurdering løsneområde:

Tiltaket vil ikke ligge innenfor 20*H fra skråningstopp til en skråning >5 m. Skråningen ned mot fotballbanen er på det høyeste 4.7 m. Lenger nord, i skråning ned mot veien er det påvist berg. Masten vil derfor ikke ligge i et mulig løsneområde for områdeskred.

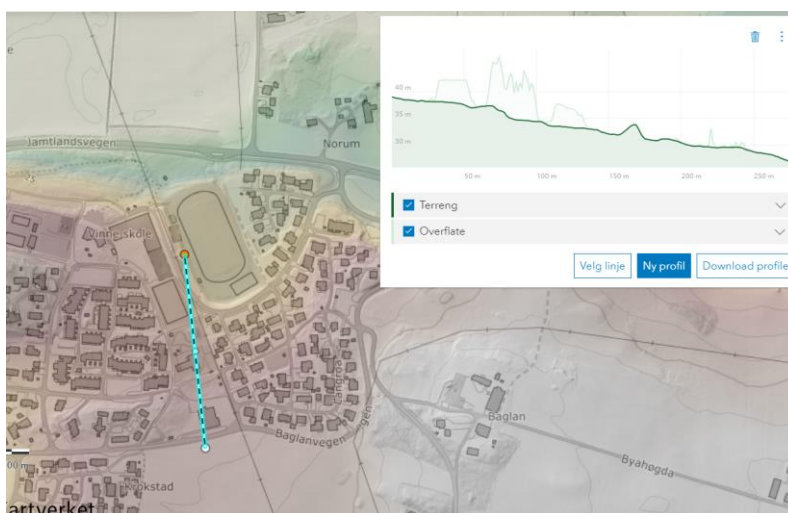
Vurdering utløpsområde:

Det er en jevn skråning med helning på ca 1:15 som heller ned mot området der masta er plassert fra sørlig retning. Anses denne som sammenhengende med skråningen ned mot fotballbanen, så ligger den innenfor terrengkriteriene i NVEs kvikkleireveileder. Det ligger også en jevn skråning brattere enn 1:20 i øst/ sør-øst.

Basert på terrengkriterier iht. NVEs kvikkleireveileder, vil det aktuelle området være innenfor et aktsomhetsområde for områdeskred.

5.4 Kritiske skråninger

Identifiserte kritiske skråninger basert på terrengkriterier:



Figur 12 Skråning ned mot masta fra sørlig retning med jevn helning 1:15



Figur 13 Skråning ned mot masta fra sør øst, jevn helning 1:18. Grunnundersøkelse viser friksjonsmasser i høyereliggende terreng.

Da skråningen i figur 13 kan utelukkes etter funn av friksjonsmasser i høyereliggende terreng iht. rapport 10230244_RIG1_Vinne barnehage, gjenstår kun skråningen vist i figur 12. Dette er en jevn skråning med helning på ca 1:15 fra sørlig retning, ned mot det aktuelle området. Denne skråningen er tidligere utredet med tanke på stabilitet av Sweco i rapport 10230244_RIG1_Vinne barnehage.

5.5 Regelverk

TEK 17 setter krav til sikkerhet mot områdeskred

5.5.1 Fastsettelse av tiltakskategori

På grunn av at det er påvist kvikkleire i området, skal det fastsettes en tiltakskategori. Kravet til sikkerhet avhenger av tiltakskategori, faregrad og tiltakets påvirkning av skråningenes stabilitet.

Tiltakskategori bestemmes ut fra konsekvens for tiltaket ved skred. Strømmasten har stått på samme sted siden 60 tallet. Vinne skole er bygd i ettertid. Det er altså ikke snakk om et nytt tiltak, men dersom det skulle gå et ras, så vil skolen kunne bli berørt. I tillegg har strømmasten en viktig samfunnsfunksjon, og anses dermed som kritisk infrastruktur.

Strømmasten klassifiseres følgelig i tiltakskategori K4, som omfatter tiltak som medfører større tilflytting/personopphold, samt tiltak som gjelder viktige samfunnsfunksjoner. Dette innbefatter bolighus/fritidsboliger med mer enn to boenheter, sykehjem, sykehus, skoler, barnehager, idrettshaller, utendørs publikumsanlegg og nærings- og industribygg

K4 er den strengeste tiltakskategorien, og krever påvist sikkerhet med stabilitetsberegninger.

5.5.2 Sikkerhetskrav

Sikkerhetskrav for tiltakskategori K3 og K4 medfører at faresonene som kan berøre tiltaket må avgrenses og utredes for områdeskredfare, og at erosjon som kan utløse skred som kan ramme tiltaket må forebygges

Hvis tiltaket **forverrer** stabiliteten skal det kreves en absolutt sikkerhetsfaktor:

Kravet til sikkerhetsfaktor for **korttidsstabilitet (udrenert tilstand)**, F_{cu} , forholder seg til en udrenert analyse hvor de jordlag som viser en grad av sprøbruddoppførsel modelleres med udrenert fasthet, og andre materialer modelleres med effektivspenningsparametere.

For **udrenert** tilstand gjelder $F_{cu} \geq 1,40 \cdot f_s$,

$f_s = 1.15$, og er en faktor (sprøhetsforholdet) som oppjusterer sikkerhetsfaktoren for å korrigere for sprøbruddeffekt i de udrenerte beregningene.

Kravet for sikkerhetsfaktor for **langtidsstabilitet, (drenert tilstand)**, $F_{c\phi}$, forholder seg til en ren effektivspenningsanalyse hvor alle lag modelleres med effektivspenningsparameterne a og ϕ , alternativt c' og ϕ .

For **drenert** tilstand gjelder: $F_{c\phi} \geq 1,25$

Denne skal ikke korrigeres for sprøbruddeffekt

For tiltak **som ikke forverrer** skråningens stabilitet kreves det i utgangspunktet også absolutt sikkerhetsfaktor, men for noen skråninger i faresonens løsnedområde kan beregnet sikkerhet før planlagte tiltak ligge under kravene til absolutt sikkerhetsfaktor

6 Stabilitetsvurderinger

6.1 Skredmekanisme, mulig løsneområde og klassifisering av kritisk skråning for områdeskred

Rapport 10230244_RIG1_Vinne barnehage beskriver følgende:

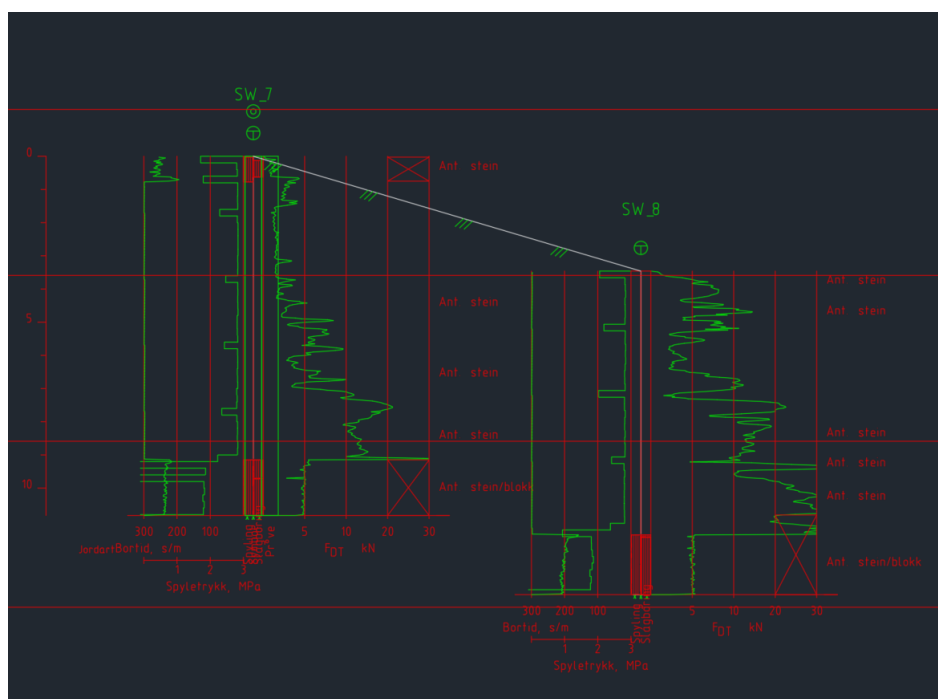
«aktuell skredmekanisme i kritisk skråning vil være flaskskred. Overbelastning vil kunne skje bak på «flaket», og vil dermed føre til et fremoverrettet flaskskred. Lagdeling og utbredelse av sprøbruddmateriale er i stabilitetsberegninger tegnet opp for et verst tenkelig tilfelle, og vil ikke gi et realistisk bilde på et mulig løsneområde. Basert på utførte grunnundersøkelser kan det konkluderes med at det ikke er et sammenhengende lag med sprøbruddmateriale, og et flaskskred som vist av mest kritiske sikkerhetsfaktor vil ikke være realistisk.»

Det er ihht rapporten ikke grunnlag for å opprette et sammenhengende løsneområde iht. kvikkleireveileder 01/2019.

Et ev. skred vil begrense seg til å være et lokalt rotasjonsskred, og vil ikke kunne forplante seg videre til et større områdeskred. Det er følgelig ikke opprettet og klassifisert en faresone for kvikkleire i området

6.2 Lokalstabilitet i skråning ned mot fotballbane

Vurdering av lokalstabilitet i skråning ned mot fotballbane utføres etter regelverk iht NVEs veileder, grunnet at det er påvist sprøbruddmateriale i boring SW07. Prøvegravinger har vist bløte masser i tilsvarende dybder som SW07 ved masta, og det kan derfor antas at det samme leirlaget går igjen her, og at en mulig glideflate ville gått gjennom dette. Derfor brukes disse boringene i stabilitetsberegningen. Dybden til fjell ved masta er ukjent, men dypere enn 4.5 - 5m. Fra profilet gjennom SW07 og SW08 tolkes fyllmasser ned til ca 1.5m, og deretter et lag på ca 3 m med bløt leire og sprøbruddmateriale ned til ca 4.5-5 meters dybde.



Figur 14 viser profil av boring SW07 og SW08

Siden masten står så nære skråningstoppen, og en eventuell skredmekanisme antas å være et lokalt rotasjonsskred, benyttes en sirkulærsylindrisk glideflate under simuleringen. Beregningen utføres på totalspenningsbasis for leirelaget

Sikkerheten mot utglidning av en skråning skal iht. dagens regelverk bestemmes for situasjonen før og etter tiltak. Dette skal dokumenteres i kritiske snitt i faresonen.

6.2.1 Grunnvannsstand

Grunnvannstand er ikke observert ved prøvegravinger. Denne er i beregninger konservativt lagt i leirelag ved ca. 2.5 m dybde på skråningstopp. Dette underbygges med tydelige vannførende lag som har sitt utløp i denne høyden i skråningen ned mot fotballbane sør for strømmasta

6.2.2 Materialparametre

For friksjonsjordarter er det benyttet erfaringsverdier iht. SVV HB 220. Det er utført beregninger på totalspenningsbasis. Tyngdetettheten for leira er basert på laboratorieprøver tatt ved toppen av skråningen ned mot fotballbanen. Benyttede materialparametre er oppsummert i Tabell 2

Det er ikke benyttet C-profil i beregningene, men lagt inn en verdi for udrenert aktiv skjærstyrke for normalkonsolidert leire, fortsatt ansett som konservativ, basert på prøveresultat fra konus og enaksial-forsøk. Disse forsøkene gir en direkte skjærstyrke, c_{uuc} og c_{ufc} , og det har blitt benyttet et anisotropiforhold på 0.630 for å få aktiv skjærstyrke.

Tabell 2: Materialparametre for beregning av stabilitet før og etter last

Sand/silt/grus	Tyngdetetthet (kN/m ³)	C'	Friksjonsvinkel	Udrenert skjærstyrke, c_u (kPa)	Grunnlag
Sand/silt/grus	19	0	36	-	HB V220
Leire	20	-	-	23	54mm rutine/SHANSEP NC
Sand/silt/grus	19	0	35	-	HB V220

ADP-parameterne er bestemt ved hjelp av NIFS rapport 14/2014 [10]. Uten grunnlag fra plastisitetsindeks I_p fra laboratorieundersøkelser, er det brukt verdier fra rad 1 i tabell under.

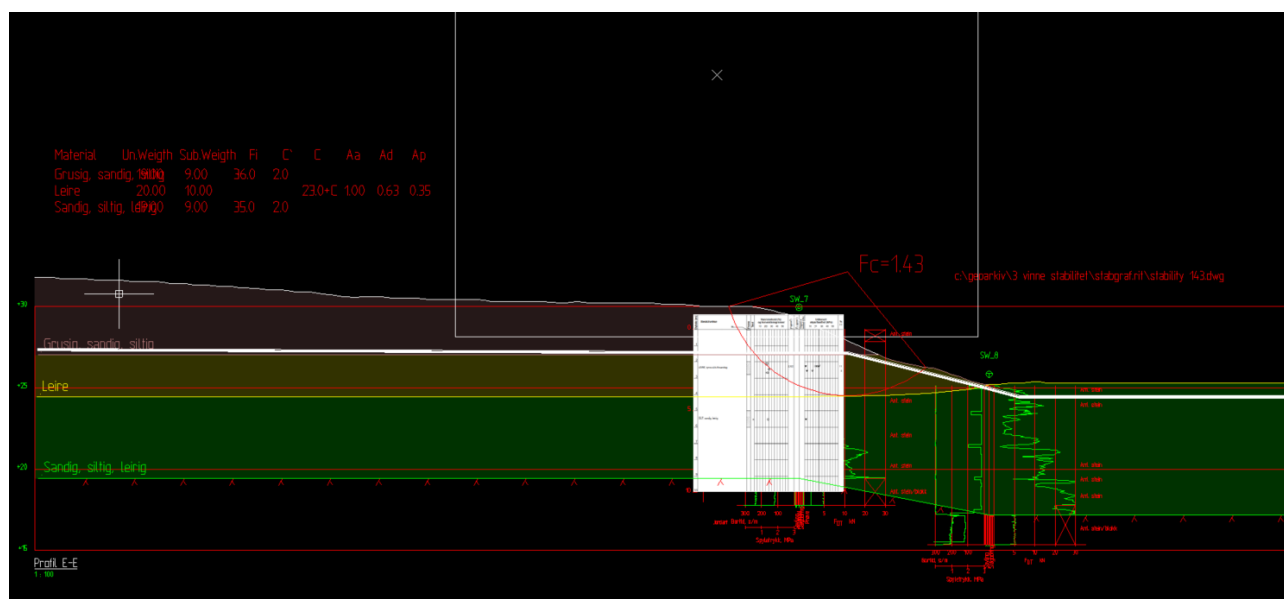
I_p	c_{uD}/c_{uC}	c_{uE}/c_{uC}
$I_p \leq 10 \%$	0,63	0,35
$I_p > 10 \%$	$0,63+0,00425*(I_p-10)$	$0,35+0,00375*(I_p-10)$

Figur 12: Valg av ADP-faktorer. Tabell hentet fra [10].

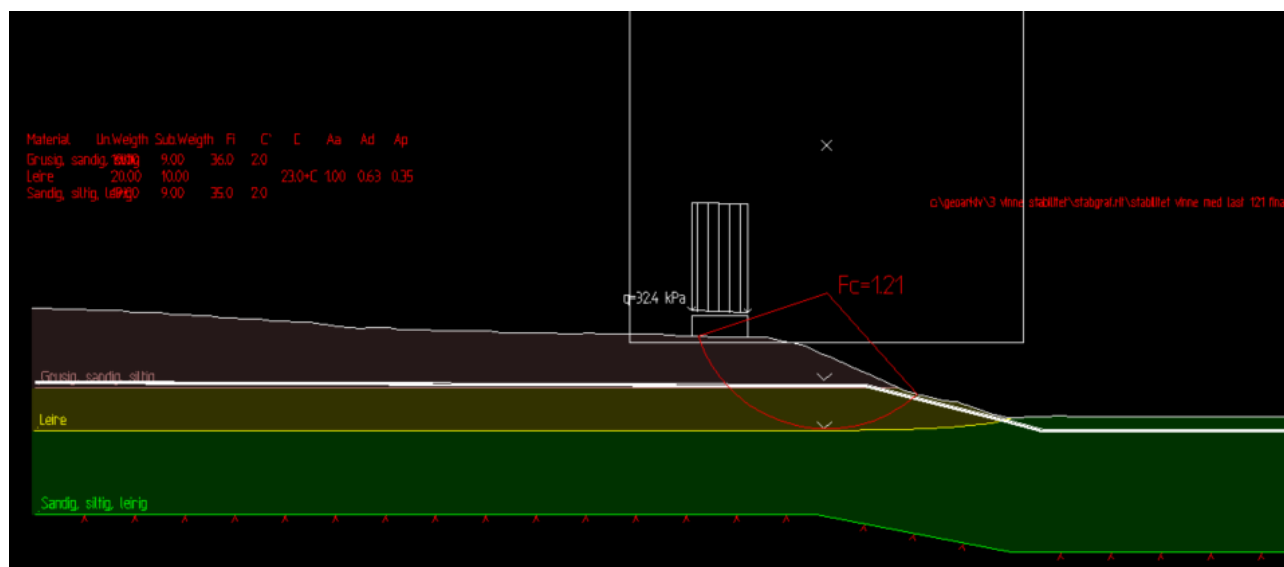
7 Stabilitetsvurderinger

For situasjonen etter tiltak gjøres antakelser om at masta veier ca 11 tonn. Ut ifra målinger gjort på høydedata.no, antas en grunnflate på ca 8 m² for masten. For å kompensere for effekt av vindlast, antas konservativt at kraften fordeles jevnt over halve arealet. Det pålegges deretter en sikkerhetsfaktor på 1.2. Last per kvadratmeter blir da på 32.4 kPa. I snittet i stabilitetsberegningene er bredden på masta 3.3m.

Figur 15 og 16 viser resultater av stabilitetsberegninger for situasjonen uten mast og med mast. Bare de mest kritiske glideflatene er inkludert i resultatene. Resultat er oppsummert i Tabell 3.



Figur 15 Situasjon uten strømmast gir en sikkerhetsfaktor på 1.43



Figur 16 situasjon med strømmast gir en sikkerhetsfaktor på 1.21

Tabell 3: Sikkerhetsfaktorer for stabilitetsberegninger.

Situasjon	Sikkerhetsfaktor - Effektivspenningsbasis	Sikkerhetsfaktor - Totalspenningsbasis	Figurnr
Før tiltak	-	1,43	8
Med tiltak (strømmast)	-	1.21	9

Tiltaket forverrer stabiliteten for skråningen da sikkerhetsfaktoren blir lavere

For **udrenert** tilstand gjelder derfor $F_{cu} \geq 1,40 \cdot f_s = 1.61$

Resulterende sikkerhetsfaktorer både før og etter tiltak er for lave i forhold til krav i gjeldende lovverk, og skråningen har dermed for lav stabilitet jf. Forskrift om tekniske krav til byggverk (TEK17), Kap. 7 § 7-3 Sikkerhet mot skred

8 Referanser

- [1] «NS-EN 1990-1:2002 + A1:2005 + NA:2016 Eurokode 0 - Grunnlag for dimensjonering av konstruksjoner».
- [2] «NS-EN 1997-1:2004 + A1:2013 + NA:2020 Eurokode 7 - Geoteknisk prosjektering».
- [3] «NS-EN 1998-1:2004 + A1:2013 + NA:2021 Eurokode 8 – Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning».
- [4] «Lov om planlegging og byggesaksbehandling (plan- og bygningsloven),» [Internett]. Available: <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2008-06-27-71>.
- [5] «Byggteknisk forskrift (TEK17),» [Internett]. Available: <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/>.
- [6] NVE, «Flaum- og skredfare i arealplanar 2/2011,» 2011, revidert 2014..
- [7] NVE, «Veileder nr.1/2019 - Sikkerhet mot kvikkleireskred».
- [8] Statens Vegvesen, «Håndbok V220 Geoteknikk i vegbygging,» 2018.
- [9] Statens Vegvesen, «Hb V221 - Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger,» 2014.
- [10] NIFS, «Rapport nr. 14/2014: En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer,» 2014.
- [11] «Direktoratet for byggkvalitet. Byggesaksforskriften (SAK10),» 2016.
- [12] NVE, «Veileder nr.1/2019 - Sikkerhet mot kvikkleireskred».
- [13] «NS-EN 1998-1:2004 + A1:2013 + NA:2014 Eurokode 8 – Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning».
- [14] Multiconsult AS, «Notat FLOM-1,» 2008.

9 Vedlegg

Vedlegg 1 Klassifisering faregrad

Klassifisering for dagens situasjon									
Faregradsevaluering	Faktorer	Vekttall	Faregrad, score	Kommentar	Faregrad, score				
					3	2	1	0	
	Tidligere skredaktivitet	1	0	Ingen reg. skred/tegn til grop.	Høy	Noe	Lav	Ingen	
	Skråningshøyde	2	0	<15m	>30	20-30	15-20	<15	
	Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)			Når data er usikre bør det foretas en konservativ vurdering (OCR=1).	1.0-1.2	1.2-1.5	1.5-2.0	>2.0	
	Poretrykk, overtrykk, kPa	3	0	Antatt hydrostatisk	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	
	Poretrykk, undertrykk, kPa	-3	0	Antatt hydrostatisk	>-50	-(20-50)	-(0-20)	Hydrostatisk	
	Kvikkleiremektighet	2	2		>H/2	H/2 - H/4	<H/4	Tynt lag	
	Sensitivitet	1	0	11 høyeste verdi	>100	30-100	20-30	<20	
	Erosjon	3	0		Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	
Skadekonsekvensklassifisering	Inngrep, forverring	3	1		Stor	Noe	Liten	Ingen	
	Inngrep, forbedring	-3	0		Stor	Noe	Liten	Ingen	
	Faregrad:		13	Lav faregrad	% av max	25.49			
	Faktorer	Vekttall	Skadekonsekvens, score	Kommentar	Skadekonsekvens, score				
					3	2	1	0	
	Boligheter, antall	4	3	Bebyggelse ovenfor tomt	Tett > 5	Spredt > 5	Spredt < 5	Ingen	
	Næringsbygg, personer	3	3		> 50	10 - 50	< 10	Ingen	
	Annen bebyggelse, verdi	1	0		Stor	Betydelig	begrenset	Ingen	
	Vei, ADT	2	0		> 5000	1001 - 5000	100-1000	< 100	
	Toglinje, baneprioritet	2	0		1 - 2	3 - 4	5	Ingen	
Risiko- klassifisering	Kraftnett	1	2	Regionalnett	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal	
	Oppdemming/flom	2	0	Innenfor aktsomhetsområde, lav	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen	
	Skadekonsekvensklasse:		23	Alvorlig	% av max	45.10			
	Risikoklasse = faregrad x Skadekonsekvens		Risikoklasse, Score	Klassifisering	Risikoklasser, inndeling				
			1150	Risikoklasse 3	klasse 1	klasse 2	klasse 3	klasse 4	klasse 5
					0 - 170	171 - 630	631 - 1900	1901 - 3200	3201 - 10000

Vedlegg 2 Prosedyre for utredning av områdeskredfare

Steg	Prosedyre for utredning av fare for områdeskred	
1	Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området	Området ligger ikke innenfor en registrert faresone.
2	Avgrens områder med mulig marin leire	Planlagt tiltak ligger under marin grense, og innenfor et område med stor sannsynlighet for marin leire. Det er ikke registrert historiske leireskred i nærhet av tiltaksområdet.
3	Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred.	
4	Bestem tiltakskategori	K4
5	Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løsneområde	Tilstedeværelse av sprøbruddmateriale/kvikkleire kan ikke utelukkes basert på utførte grunnundersøkelser i nærområdet. Tiltaket ligger i et mulig løsneområde i en skråning med jevn helning på ca. 1:15, og i et mulig utløpsområde for skred utløst i øst/sør-øst fra høyereliggende skråning.
6	Befaring	Gjennomført befaring og prøvegraving, med avgrensning av aktsomhetsområde.
7	Gjennomfør grunnundersøkelser	Grunnundersøkelser viser at det er mulig sprøbruddmateriale i enkelte punkt, og det er tidligere påvist sprøbruddmateriale i en prøve fra et borpunkt ved toppen av skråningen mot fotballbanen.
8	Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområder	Utførte grunnundersøkelser indikerer at det ikke er en sammenhengende forekomst/lag med sprøbruddmateriale som kan gi grunnlag for en definert faresone.
9	Klassifiser faresoner	Utførte grunnundersøkelser indikerer at det ikke er en sammenhengende forekomst/lag med sprøbruddmateriale som kan gi grunnlag for en definert faresone.
10	Dokumenter tilfredsstillende sikkerhet	Tilfredsstillende sikkerhet er påvist med stabilitetsberegninger
11	Meld inn faresoner og grunnundersøkelser	Grunnundersøkelser meldes inn.

Vedlegg 3 Bilder fra prøvegravinger ved masta





















