

Geoteknisk prosjekteringsnotat

Pumpehus PA16, Rælingen



Revisjonshistorikk

Rev	Dato	Beskrivelse av endringen	Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av
A01	15.08.2024	Førsteutgave	Ole Johan Quarsten	Jure Kokosin	Anita Myrmæl
			19.07.2024	09.08.2024	15.08.2024
	<Dato>		<Navn>	<Navn>	<Navn>
			<Dato>	<Dato>	<Dato>
	<Dato>		<Navn>	<Navn>	<Navn>
			<Dato>	<Dato>	<Dato>

Sammendrag

Sweco Norge AS har på oppdrag fra Rælingen kommune ansvar for den geotekniske prosjekteringen av et nytt pumpehus, inkludert rivning og bygging av pumpestasjon PA16. Dette innebærer design og fundamentering av byggegropen. Notatet vil fungere som et underlag for detaljprosjektering når de endelige rammene for pumpehuset er klare.

Det er avdekket grunnforhold av et topplag av fyllmasser og underliggende leire til berg på mellom 9,07 og 17,75 meter.

Det skal etableres vanntett byggegrop med spunt og innvendig avstivning med HEB-Bjelker. Selve pumpehuset kan fundamenteres direkte på helstøpt plate på avretning og bærelag. Området er flomutsatt og pumpehuset må flomsikres.

Sweco Norge AS	Organisasjonsnr. 967032271
Prosjekt	Naturfaglig rådgiving og tjeneste
Prosjektnummer	10242097
Kunde	Rælingen kommune
Opprettet av	Ole Johan Quarsten
Dato opprettet	15.08.2024
Rev	A01
Dokumentnummer	10242097-RIG-N01
Dokumentreferanse	\\Nosikfs001\oppdrag\32261\10242097_Naturfaglig_rådgiving_og_tjeneste\000\06 Dokumenter\Geoteknikk\Prosjekteringsnotat\10242097-RIG-N01-A01 Geoteknisk prosjekteringsnotat - Pumpehus Rælingen PA16.docx

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	4
2	Grunnforhold.....	4
2.1	Terreng.....	4
2.2	Løsmassegeologi	6
2.3	Grunnundersøkelser	7
2.4	Berg.....	7
2.5	Grunnvann og vannstand	8
3	Prosjekteringsforutsetninger.....	8
3.1	Regelverk og standard	8
3.2	Geoteknisk kategori	8
3.3	Konsekvens- og pålitlighetsklasse (CC/RC)	8
3.4	Krav til kontroll.....	9
3.5	Tiltaksklasse iht. Plan og Bygningsloven	9
3.6	Kvalitetssystem	9
3.7	TEK 17 §7, Sikkerhet mot naturpåkjenninger	9
3.8	TEK 17 §10, Konstruksjonssikkerhet	10
3.9	Dimensjonerende brukstid	10
3.10	Seismisk grunntype	10
4	Geotekniskvurdering.....	11
4.1	Parameter tolkning	11
4.1.1	Topplag	11
4.1.2	Leire	11
4.2	Laster og lastfaktorer	12
4.3	Byggegrøp	12
4.3.1	Grunnvannsproblematikk.....	12
4.3.2	Tilbakefylling	12
4.4	Stabilitet.....	12
4.4.1	Bunnoppressing	13
4.5	Jordtrykk.....	14
4.6	Fundamentering	14
5	Miljøaspekter	14
6	Utførelse	15
6.1	Kontroll på byggeplass	15

Sweco Norge AS	Organisasjonsnr. 967032271
Prosjekt	Naturfaglig rådgiving og tjeneste
Prosjektnummer	10242097
Kunde	Rælingen kommune
Opprettet av	Ole Johan Quarsten
Dato opprettet	15.08.2024
Rev	A01
Dokumentnummer	10242097-RIG-N01
Dokumentreferanse	\\Nosikfs001\oppdrag\32261\10242097_Naturfaglig_rådgiving_og_tjeneste\000\06 Dokumenter\Geoteknikk\Prosjekteringsnotat\10242097-RIG-N01-A01 Geoteknisk prosjekteringsnotat - Pumpehus Rælingen PA16.docx

1 Innledning

Sweco Norge AS er på oppdrag for Rælingen kommune engasjert med flere fag i forbindelse med rivning og bygging av ny pumpestasjon PA16. Dette notatet tar for seg den geotekniske prosjekteringen av nytt pumpehus. Lokasjonen til pumpehuset er vis på figur under. Det skal prosjekteres byggegrop og fundamentering av nytt pumpehus. Notatet fungerer som et underlag til detaljprosjektering og konstruksjoner må regnes og tegnes når endelig rammer for pumpehuset er klart.



Figur 1. Utklipp av norgeskart.no lokasjon av pumpehus er vist med oransje pin

2 Grunnforhold

2.1 Terreng

Dagens pumpehus ligger på kote +105,4 moh (NN2000). I nord er det en liten terrassering langs vantkanten på ca. 2 høydemeter. Skråningen heller ned med ca. helning 1:3. Et høydeplott over terrenget er presentert i Figur 2 og gir et bilde av terrengformasjonene i området. Høyden faller fra rød farge mot gul, grønn og så lysegrønn. Området er i dag et område med grønne flater, noen trær og en grusvei inn til pumpehuset. Det er noen bygninger i området, men de er i en avstand til pumpehuset slik at det vurderes at de ikke vil påvirkes av tiltakene. Gjellebekkvika ligger nord for tiltaket.



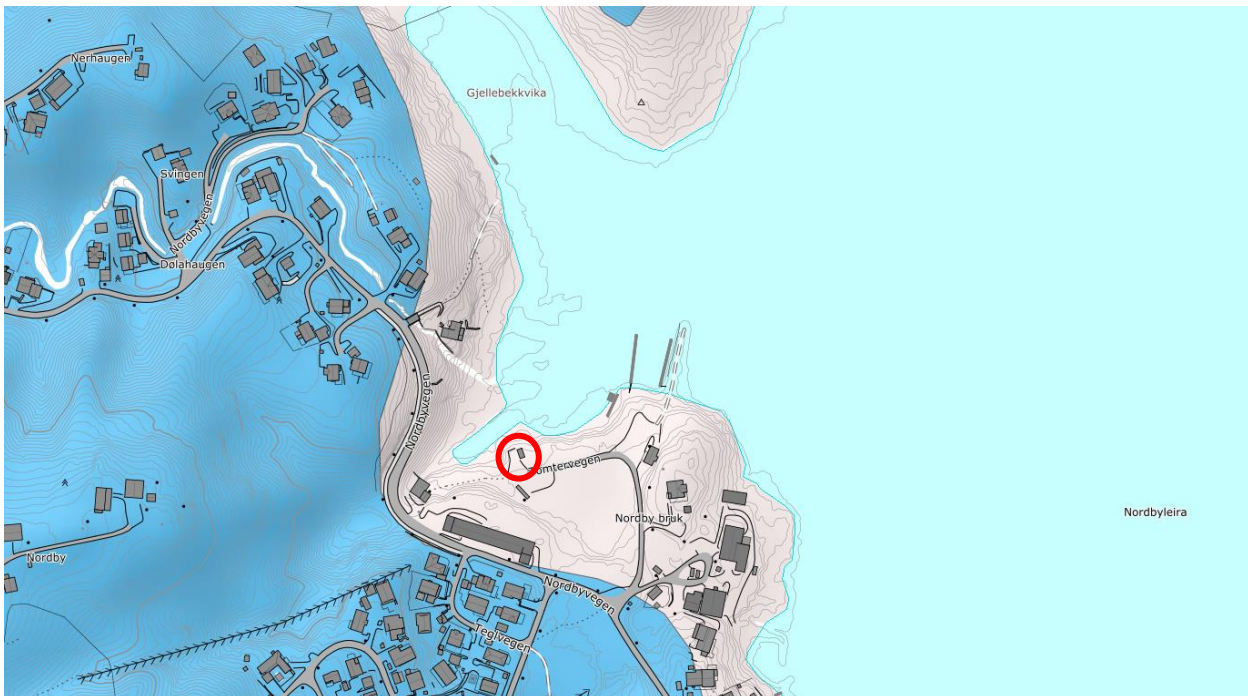
Figur 2. Høydeplott høydedata.no Lidar prosjekt: Viken laser - Romerike 5pkt 2022



Figur 3. Ortofoto fra kart.finn.no

2.2 Løsmassegeologi

Løsmassekart fra NGU (se Figur 4) angir området rundt pumpehuset til å bestå av «Bart fjell og tynne dekker». Vestover er det kartlagt «Hav- og fjordavsetninger, sammenhengende dekke, stedvis med stor mektighet. Selv om det er indikert «Bart fjell» i området ved pumpestasjonen så har løsmassekartet lav detaljgrad og det vil kunne forekomme lokale variasjoner. Grunnundersøkelser utført viser at dette er tilfellet her.



Figur 4 Løsmassekart fra NGU.

2.3 Grunnundersøkelser

Det er i uke 21 2024 utført grunnundersøkelser på tomten i regi av Sweco. Totalt er det utført 4 totalsonderinger, 1CPTu-trykksondering og opptak av 5 stk 54mm sylinterprøver. Prøvene ble sendt til analyse i Løvlien Georåd AS sitt geotekniske laboratorium.

Sonderingene påtraff berg må mellom 9,07 og 17,75 meter der den lengste sonderingen ble utført i borpunkt SW4 i sydøst. Det er i dette punktet også utført CPTu-trykksondering og tatt opp prøver. Sonderingene antyder toppmasser med mektighet mellom ca. 1,0 til 2,2 meter, massene forventes å være en blanding av fyllmasser og tørrskorpe preget leire. Det er funnet rester av teglsten i toppmassene. Videre viser sonderingene leirmasser til påtruffet berg. Det i sonderingsplottene vist tydelig overgang til berg som kan antyde berg av intakt kvalitet (lite oppsprukket).

Prøvene avdekker leirmassene til og være siltig og eller med gjennomgående siltlag. Skjærstyrken er varierende, men en trend til at massene blir bløtere på 6-7 meters dybde. Det er ikke avdekket kvikkleire eller sprøbruddsmateriale. Vanninnholdet ligger på det meste mellom 25 og 40%. Leiren har en plastisitetsindeks, I_p på 18,7% med plastisitetsgrense på 24,4% og flytegrense på 43,1%. Vanninnholdet ligger under flytegrensen. Tyngdetettheten varierer mellom 19,3 og 20,4 kN/m³ med et gjennomsnitt på 19,7 kN/m³.

Leiren er gradert til telegruppe T3 i en prøve, men det kan ikke utelukkes at noen av de siltige massene i området går inn under telegruppe T4.

2.4 Berg

Bergunnskart 1:250 000 angir bergarten i området til Glimmergneis. Kartet har svært lav detaljgrad. Det er dog mye som tyder på at berget er fast og med lite sprekker.

2.5 Grunnvann og vannstand

Sonderinger antyder at normalgrunnvannstanden er på rundt 1-2 meter under terreng. Det er da naturlig å tenke at grunnvannstand vil kunne følge vannstand i fjorden i fyllmassene. I beregningene legges konservativ grunnvannstand til grund. Tiltaket er innfor 200års flomsone og må sikres mot flom.

3 Prosjekteringsforutsetninger

3.1 Regelverk og standard

- Gjeldende regelverk og prosjekteringsstandarder legges til grunn for den geotekniske prosjekteringen:
- NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 (Eurokode 0 Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner)
- NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020 (Eurokode 7 Geoteknisk prosjektering - Del 1: Allmenne regler)
- NS-EN 1993-5:2007+NA:2010 (Eurokode 3 Prosjektering av stålkonstruksjoner - Del 5: Peler og spunt)
- NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA:2021 (Eurokode 8 Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning - Del 1: Allmenne regler, seismiske laster og regler for bygninger)
- NS3458:2004 Komprimering – Krav og utførelse
- Byggeteknisk forskrift (TEK 17)
- Byggesaksforskriften (SAK 10)

I tillegg, i den grad de er relevante, benyttes følgende veiledninger og håndbøker:

- Veiledning til TEK 17
- Veiledning til SAK 10
- Norges vassdrags- og energidirektorat, Veileder nr. 1-2019 Sikkerhet mot kvikkleireskred, 2020.
- Byggegrupsveiledningen 2019

3.2 Geoteknisk kategori

NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020 stiller krav til prosjektering ut fra tre ulike geotekniske kategorier. Valg av kategori gjøres ut fra standardens punkt 2.1 "Krav til prosjektering".

Det skal etableres en vanntett byggegrupp og pumpehuset skal fundamenteres direkte på grunn. Det er alminnelige norske grunnforhold. Det er ikke funnet kvikkleire.

Med dette som grunnlag velges følgende:

- Geotekniske tiltak er satt til geoteknisk kategori 2.

3.3 Konsekvens- og pålitlighetsklasse (CC/RC)

NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 definerer byggverks plassering med hensyn til konsekvensklasse og pålitlighetsklasse (CC/RC). Konsekvensklasser er behandlet i standardens tillegg B i tabell B1 (informativt), mens veiledende eksempler på klassifisering av byggverk i pålitlighetsklasser er vist i nasjonalt tillegg NA (informativt), tabell NA.A1 (901).

Grunnforholdene er å anse som «Enkle og oversiktlige grunnforhold». Tiltakene er konvensjonelle og kan gjennomføres med middels konsekvens ved brudd.

For geoteknisk prosjektering av prosjektet velges følgende konsekvens-/pålitlighetsklasse:

- Geotekniske tiltak → CC/RC = 2

3.4 Krav til kontroll

NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 gir føringer for krav til omfang av prosjekteringskontroll og utførelseskontroll avhengig av pålitelighetsklasse. Dette innebærer i henhold til tabell NA.A1 (902) og NA.A1 (903) at det for prosjekterings- og utførelseskontroll av geotekniske arbeider kan forutsettes en prosjekteringskontrollklasse PKK2 og en utførelseskontrollklasse UKK2 for de geotekniske arbeidene.

For geoteknisk prosjektering og utførelse av arbeidene gjelder dermed at det utføres *egenkontroll* (DSL 1), *intern systematisk kontroll* (DSL 2) og i tillegg *utvidet kontroll* (DSL 3). I henhold til standarden kan utvidet prosjekterings- og utførelseskontroll i klasser PKK2 og UKK2 begrenses til en kontroll av at egenkontroll og intern systematisk kontroll er gjennomført og dokumentert av det prosjekterende foretaket.

3.5 Tiltaksklasse iht. Plan og Bygningsloven

I henhold til Tabell 2 «Kriterier for tiltaksklasseplassering for prosjektering. Fagområder» i veiledningen til SAK 10 §9-4 vurderes de geotekniske tiltakene plassert i Tiltaksklasse 2 for geotekniske arbeider. Eventuelt kort begrunnelse.

3.6 Kvalitetssystem

NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 krever at ved prosjektering av konstruksjoner i pålitelighetsklasse 2, 3 og 4 skal et kvalitetssystem være tilgjengelig, og at dette systemet skal tilfredsstillende NS-EN ISO 9000-serien for konstruksjoner i pålitelighetsklasse 4. Swecos kvalitetssystem tilfredsstiller sistnevnte, og kravet er derfor ivaretatt for alle pålitelighetsklasser.

3.7 TEK 17 §7, Sikkerhet mot naturpåkjenninger

I henhold til TEK 17 § 7 skal byggverk plasseres, prosjekteres og utføres slik at det oppnås tilfredsstillende sikkerhet mot skade eller vesentlig ulempe fra naturpåkjenninger (flom, stormflo og skred).

Det er ikke avdekket sprøbruddsmateriale på tomten så tiltaket er ikke i fare for å utløse store område skred. Tiltaket medfølger heller ingen tilflytning eller permanent personopphold (tiltakskategori K0) som utløser robusthetskrav fra eventuelle utløpssoner. Sikkerhet mot store områdeskred etter NVE veileder 1/2019 er ivaretatt og det er ikke behov for ytterligere vurdering av områdestabilitet for tiltaket.

Tiltaket er dog innenfor aktsomhetssone for flom og bygningen må flomsikres for at TEK 17§7 skal være ivaretatt. Bygget anbefales å bygges vanntett eller robust mot vanninntrenging.



Figur 5 Utklipp fra NVE Atlas. Blå sone er 200år-flomsone og lilla er aktsomhetsone for flom.

3.8 TEK 17 §10, Konstruksjonssikkerhet

I henhold til TEK 17 § 10 vil forskriftens minstekrav til personlig og materiell sikkerhet være oppfylt dersom det benyttes metoder og utførelse etter Norsk Standard (altså Eurokoder med tilhørende nasjonale tillegg). Da det legges til grunn en prosjektering basert på Eurokodene som angitt i punkt 3.1.

3.9 Dimensjonerende brukstid

Fundamentering og bærende konstruksjoner skal ha en dimensjonerende brukstid på 50 år.

Spuntkonstruksjon for byggegrop er en midlertidig konstruksjon da anleggstiden forventes å være mindre enn 6 måneder. Spunten prosjekteres derfor ikke for tidseffekter.

3.10 Seismisk grunntype

NS-EN 1998 gir regler for prosjektering av konstruksjoner for seismiske laster. Grunntype kan velges i henhold til tabell NA.3.1 i 1998-1:2004+A1:2013+NA:2021. Avstanden ned til berg i området varierer mellom ca. 9,07 og 17,75 m, og massene består av fyllmasser og leire. Basert på dette konkluderes det med at følgende grunntype(r) er aktuell(e) for prosjektet:

- Grunntype D

Det anbefales å sette tiltaket til seismisk klasse I. NA.3.2.1.(5) angir at konstruksjoner i seismisk klasse I er unnlat påvisning av motstand mot seismisk påvirkning etter NS-EN 1998.

4 Geotekniskvurdering

4.1 Parameter tolkning

Parametere er tolket på grunnlag av utførte grunnundersøkelser og erfaringsverdier gitt av statensvegevesen håndbok N-V220. Lagdelingen er delt opp i to lag, topplag og leire.

4.1.1 Topplag

Effektivspenningsbasis:

- Romvekt, γ : 19kN/m³
- Friksjonsvinkel, ϕ : 30°
- Attraksjon, a : 0kPa

4.1.2 Leire

Effektivspenningsbasis:

- Romvekt, γ : 19,7kN/m³
- Friksjonsvinkel, ϕ : 24°
- Attraksjon, a : 5 kPa

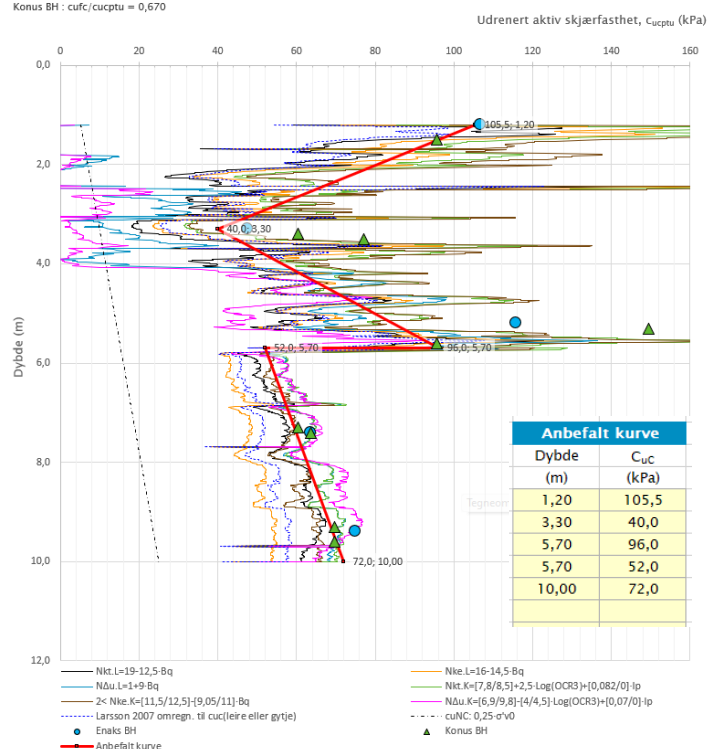
Totalspenningbasis:

- Romvekt, γ : 19,7kN/m³
- Udrenert skjærstyrke, s_u : Følger profil i Figur 6
- A-D-P-forhold: 1-0,67-0,38 (NIFS rapport 14-2014)

Anisotropiforhold i figur:

Enaks BH : $c_{uc}/c_{ucptu} = 0,670$

Konus BH : $c_{uc}/c_{ucptu} = 0,670$



Figur 6Tolkning S_u -profil

4.2 Laster og lastfaktorer

Det benyttes trafikklast på 15kPa og partialfaktor 1,3 for anleggsmaskiner bak spunt.

Skal spunten stå åpen i vinterperioden benyttes det en horsotallast på 20 KPa langs teledybden for å hensynta teilelast ved frost utvidelse.

Det må benyttes konservativ vurdering av høyeste grunnvannstand med trykk på spunten.

4.3 Byggegrøp

For å kunne ha en vanntett byggegrøp og begrense inngrep i terrenget er det valgt å benytte en spunt som forstøtning av byggegrøpen. Det kan benyttes Z-profiler som avstives med HEB bjelker som innvendig avstivning. Det anbefales at det tegnes en modell av spunten slik at RIB og RIG kan koordinere konflikter i byggegrøp. Spunten kan rammes med vibrolodd og med forgraving på 1 meter i spuntlinjen.

Spunten kan detaljprosjekteres når RIB har sendt over en geometri på pumpehuset. I detaljregningen benyttes beregningsverktøy (Plaxis 2D) og regneark.

Spunten prosjekteres som en midlertidig konstruksjon.

Bunn utgraving på innsiden av spunt bestemmes ut fra prosjektert fundament nivå.

4.3.1 Grunnvannsproblematikk

Da det er risiko for stor vanninfiltrasjon inn i byggegrøp bør spuntlåsene behandles med bitumenbasert smøremiddel. Låser og skjøter kan også fortløpende sveises under fremgraving. Det må gjøres en vurdering av miljørådgivning på håndtering av grunnvann. Det må vurderes av hvordan og hvor raskt grunnvannet kan håndteres når det pumpes ut av byggegrøp.

Spunten må være høy nok over terreng slik at vannet ikke renner inn i byggegrøpa ved en flomsituasjon.

4.3.2 Tilbakefylling

Det kan benyttes maskinkult, 20/120 fraksjon til å fylle tilbake mellom spunt og pumpehus. Det kan også benytte andre typer gode friskjonsmasser.

På toppen av grøpa kan det fylles med stedlige masser.

Puter og stag kan fjernes etter at byggegrøpa er fylt opp til ca. underkant pute. Deretter kan spunten kuttes 0,5m under ferdig terreng.

4.4 Stabilitet

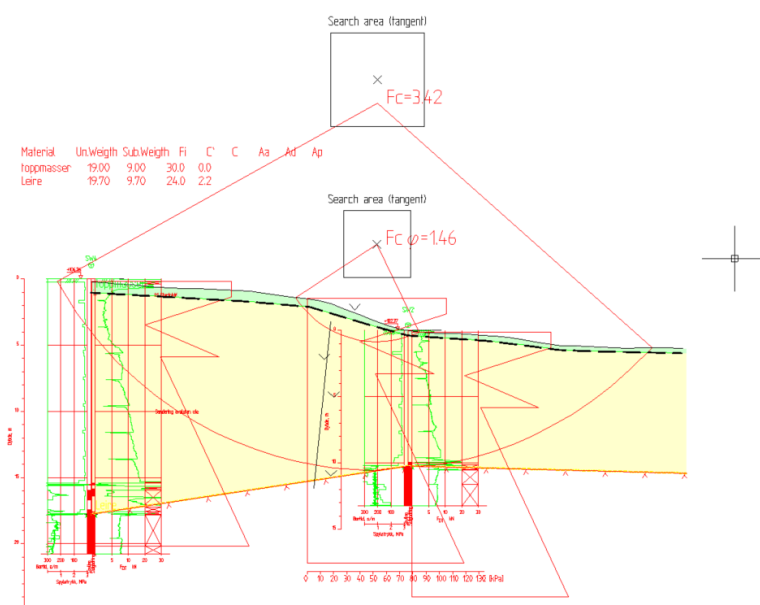
Det er en skråning på ca. 3 meter på nordsiden av pumpehuset. Skråningen ligger i dag med en sikkerhet på 1,46 på effektivspenningsbasis og 3,42 på totalspenningsbasis. Kravene til sikkerhet ved tiltak er 1,25 på effektivspenningsbasis og 1,40 på totalspenningsbasis. Sikkerheten må ivaretas i alle faser av prosjektet. Sikkerheten i dag er relativ høy. Stabiliteten vil kunne ivaretas uten større tiltak. Lokal utgraving med spunt vil ha mindre eller ingen negativ innvirkning på stabiliteten til skråningen.

I sydvest er det også en større skråning som går oppover fra tiltaksområdet. Under befaring ble det avdekket berg i dagen i skråningen. Terrengformasjonen er et resultat av at berggrunnen kommer opp i dagen her. Det vil ikke kunne forekomme stabilitetsproblematikk som følge av tiltak i denne retningen.

I detaljprosjektering vil stabilitet til alle faser kontrolleres med beregningsverktøy Plaxis 2D.



Figur 7 Oversiktskart over stabilitetsvurdering. Profil A-A og berg i dagen tegnet inn på plan.



Figur 8 Stabilitetsberegning av skråning langs fjorden

4.4.1 Bunnoppressing

Bunnoppressing i spuntgrop skal beregnes i Plaxis beregninger når geometrien er klar.

4.5 Jordtrykk

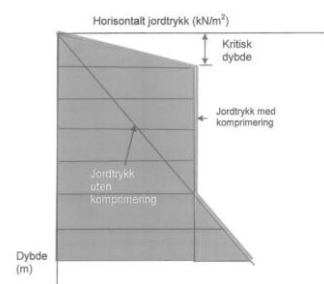
Jordtrykksvegger og støttekonstruksjoner må prosjekteres for jordtrykk. Kjellervegger skal prosjekteres for hviletrykk da de ikke tillater særlig deformasjon.

Spunt regnes ikke som permanent støttekonstruksjon og kommer ikke med i denne vurderingen.

Jordtrykk på kjelleveggene er avhengig av tilbakefylte masser. Maskinkult har en hviletrykkskoeffisient, $K_0 = 0,42$. Det må også hensyntas komprimeringstrykk, vanntrykk og trafikk- og/eller terrenglaster. Jordtrykket vil også være avhengig av avstand mellom spunt og konstruksjon.

Komprimeringstrykket er avhengig av utstyr, se Figur 9.

Komprimeringsutstyr	Maks. horisontalt jordtrykk (kN/m ²)	Kritisk, dybde (m)
Vibrasjonsplate, 120 kg	11,5	0,30
Vibrasjonsplate, 400 kg	16,0	0,45
Vibrasjonsvalse, 1,4 tonn	12,5	0,35
Vibrasjonsvalse, 3,3 tonn	19,0	0,50
Vibrasjonsvalse, 5 tonn	20,0	0,55
Vibrasjonsvalse, 10 tonn	27,0	0,75
Statisk valse, 10 tonn	20,0	0,60



Figur 9 Tabell for opptredende komprimeringstrykk Tabell er hentet fra byggeprogsveiledningen.

RIG kan bistå RIB med å regne jordtrykk på konstruksjonen når geometrien er klar.

4.6 Fundamentering

Pumpehuset skal fundamenteres med helstøpt plate på grunn. Den støpes på bærelag av 300mm komprimert 20-120 kult og avretning av 200mm komprimert 8-22 pukk. Kult og pukk normalkomprimeres etter standard NS3458. Det legges klasse 4 separasjonsduk mellom kult og stedlige masser.

Bygget skal i sin helhet bygges vanntett.

Grunntrykk skal ikke overskride 150 kN/m². Det skal utføres en tverrfaglig kontroll av fundament og lastplan av geotekniker før planen publiseres.

5 Miljøaspekter

Sweco Norge AS er miljøsertifisert i henhold til NS-EN ISO 14001:2015. Standarden fastsetter en god praksis for en føre var-politikk for Sweco sin innvirkning på miljøet. For å kunne opprettholde kontinuerlige forbedringer med hensyn til bærekraft i våre oppdrag, ønsker Sweco å identifisere miljøbelastninger i ethvert prosjekt og imøtekomme disse ved å iverksette tiltak.

I dette oppdraget er følgende miljøaspekter vurdert i forbindelse med de geotekniske prosjekteringsarbeidene:

Tabell 1 Miljøaspekter og tiltak.

Miljøaspekt	Tiltak
Materialforbruk	Det etableres nøyaktige beskrivelser i forkant av alle geotekniske arbeider i prosjektet for å kunne optimalisere materialmengder og størrelser. Se kapittel 1.4 i Peleveiledningen 2019 for informasjon om miljøvennlige materialvalg for peler.

Gjenbruk av masser	Overskuddsmassene fra utgraving oppbevares på byggeplass og gjenbrukes delvis i forbindelse med tilbakefylling. Stedlige drenerende masser må skilles ut med fiberduk kl.2.
Lokale masser	Det etterstrebes bruk av lokale masser til enhver tid i prosjektet.
Kulturmiljø	Tiltaket er under hensynssone H570_3 bevaring av kulturmiljø i kommuneplanen til Rælingen kommune. Hensynssonen omhandler bruk med tilhørende bygninger og anlegg og skal ikke rives. Eksteriørmessig skal holdes mest mulig uendret.

6 Utførelse

6.1 Kontroll på byggeplass

Det vil være behov for geoteknisk kontroll på byggeplass i senere faser av prosjektet, for eksempel:

- Under spuntramming og etablering av pute med innvendig avstivning.
- Ved ferdig utgravd byggegrop

I tillegg anbefales gjennomgang av forutsetningene som er lagt til grunn i den geotekniske prosjekteringen i forbindelse med oppstart av grunnarbeider. Dette kan typisk gjennomføres i et oppstartsmøte/driftsmøte på byggeplassen med representanter fra RIG og utførende entreprenør.