

IDD SKOLE

RIG 01, Geoteknisk rapport



1	INNLEDNING	3
2	BAKGRUNN FOR PROSJEKTET	4
3	GRUNNFORHOLD	4
3.1	Topografi.....	4
3.2	Dybde til fjell	5
3.3	Løsmasser.....	5
3.4	Grunnvannstand	5
3.5	Seismisk påvirkning	5
4	GEOTEKNISKE VURDERINGER.....	8
5	FORUTSETNINGER FOR PROSJEKTERING	9
5.1	Setninger	9
5.2	Tele	10
5.3	Bæreevne.....	10
5.4	Fundamentering	11
6	OPPSUMMERING	12

Vedlegg:

Geoteknisk notat fra Grunnteknikk AS

1 INNLEDNING

Pöyry Norway AS har på oppdrag fra Halden kommune ved Arne Eikre og Norconsult AS ved Stian Kristiansen, utført en geoteknisk prosjektering for tomt 162/10, Idd skole i Halden.

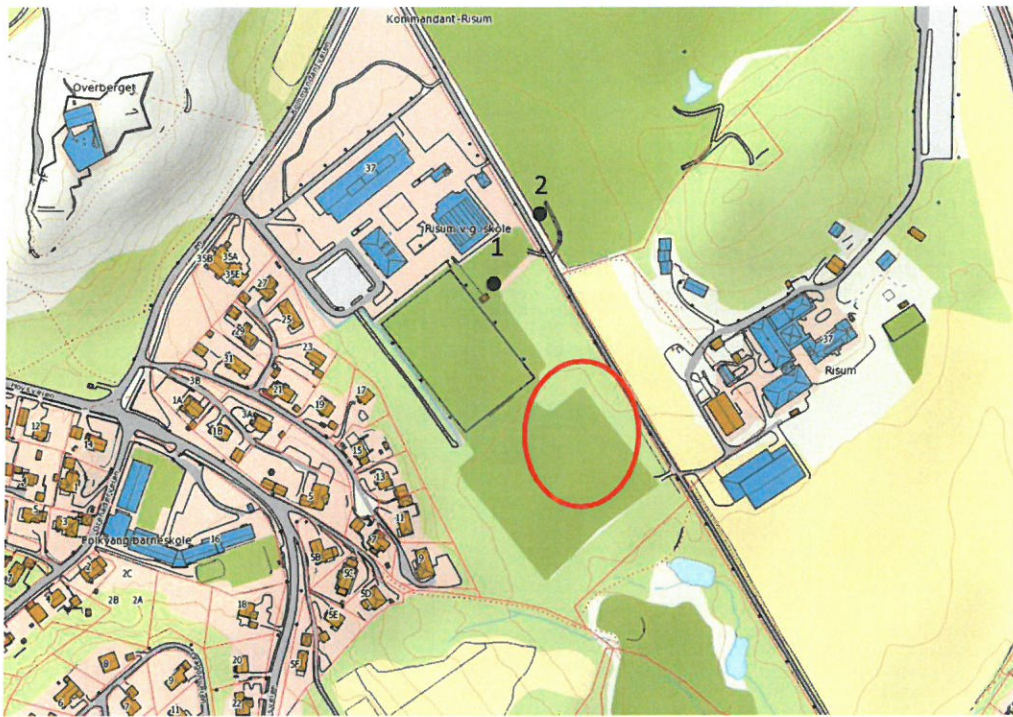


Fig. 1. Situasjonsplan - utsnitt fra norgeskart.no.

Undersøkelsene ble utført på tomt 162/10, Idd skole i sammenheng med den planlagte utbyggingen av en ny barneskolebygning i Halden. Terrenget ligger ca. mellom kote 67 og 72 (Fig 1).

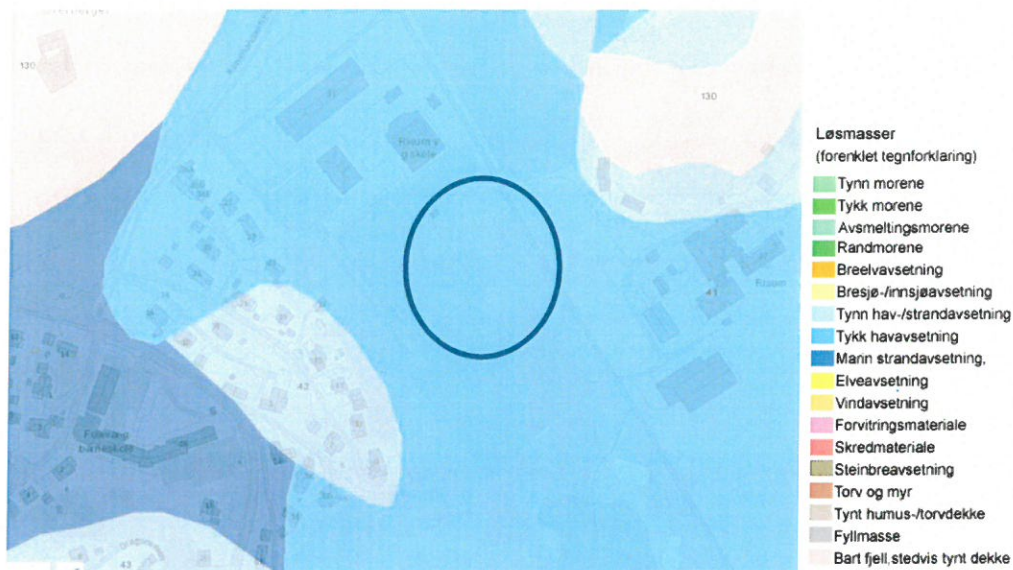


Fig. 2. Utsnitt fra NVE Løsmassekart

Kart fra Norges Vassdrag og Energidirektoratet viser et tynt lag av marine avsetninger. Tidligere grunnundersøkelser utført ved Grunnboring AS viser at dybde til morenen på tomten er varierende, fra 0 m, opp til 11 meter og tykkelse av morene er ukjent.

2 BAKGRUNN FOR PROSJEKTET

Pöyry Norway AS fikk oppdraget fra Halden kommune og Norconsult AS i sammenheng med geoteknisk prosjektering på tomt 162/10, Idd skole. Bakgrunnen for de geotekniske undersøkelsene er den planlagte utbyggingen av en ny barneskolebygning i Halden.

3 GRUNNFORHOLD

3.1 Topografi

Geotekniske undersøkelser med bruk av totalsonderinger og CPTU ble utført i hele den delen av tomten hvor den nye bygningen skal bygges. Totalsonderinger ble utført på to måter: med og uten vannspyling i morenelaget.

Tomten er brukt til skolebygninger og idrettsområde. Planlagt bygning skal bygges i nærheten av de nåværende idrettsområdene.

3.2 Dybde til fjell

Fast fjell ble ikke påvist. Det ble påvist fast moreneavsetninger med en tykkelse på over 47 m.

3.3 Løsmasser

Løsmassene på tomten er varierende. Vanligvis er det øverste laget mellom 0 og 1-3 meter og består av tørrskorpeleire eller fyllmasser. Under dette laget ligger leiravsetninger, som er middels faste og ligger under den planlagte bygningen. Tykkelsen på leirelaget varierer fra 1 til 8,5 m. Men leirelaget dekker ikke hele tomten. Det ble bare påvist i hull 11, 13, 14, 15, 16 og 17. Den svakeste leiren ble påvist i hull 15, men leirelaget er kun 1 m tykt og ligger på liten dybde, ca. 1 m. Det er derfor mulig å veksle jordarter under fundamentet uten stor kostnad. Under leiren og mot veien ble det påvist morene-type avsetninger med god bæreevne.

Data fra laboratorium undersøkelser som ble utført fra hull 1 er ikke relevant i dette prosjektet på grunn av avstanden til den planlagte bygningen. Selv om det ble påvist bløt leire med liten bæreevne kan man i beregninger bruke parametere for middels faste leirer og moreneavsetninger. De mest relevante skjærestyrke-dataene kommer fra CPTU sondering i punkt 13, hvor det er det tykkeste laget av leireavsetninger og som ligger under den planlagte bygningen.

3.4 Grunnvannstand

Det mangler data om grunnvannstand på tomten. Målinger ble ikke utført, men det er ingen merknad av påvirkning fra høy vannstand på tomten. Ved beregning av setninger ble det antatt at vannstanden ligger 1 m under terrengnivå.

3.5 Seismisk påvirkning

Viser til NS-EN 1998-1:2004+A1:2013/NA2014 – Eurocode 8.

Ground type	Description of stratigraphic profile	Parameters ^{2), 3)}		
		$v_{s,30}$ (m/s)	N_{SPT} (blows/30cm)	c_u (kPa)
A	Rock or other rock-like geological formation, including at most 5 m of weaker material at the surface.	> 800	–	–
B	Deposits of very dense sand, gravel, or very stiff clay, at least several tens of metres in thickness, characterised by a gradual increase of mechanical properties with depth.	360 – 800	> 50	> 250
C	Deep deposits of dense or medium-dense sand, gravel or stiff clay with a thickness from several tens to many hundreds of metres.	180 – 360	15 – 50	70 – 250
D	Deposits of loose-to-medium cohesionless soil (with or without some soft cohesive layers), or of predominantly soft-to-firm cohesive soil.	120 – 180	10 – 15	30 – 70
E	A soil profile consisting of a surface alluvium layer with v_s values of type C or D and a thickness varying between about 5 m and 20 m, underlain by stiffer material with $v_s > 800$ m/s.			
S1	Deposits consisting of or containing a layer at least 10 m thick of soft clays/silts with a high plasticity index ($PI > 40$) and high water content	< 100 (indicative)	–	10 – 20
S2	Deposits of liquefiable soils, of sensitive clays, or any other soil profile not included in types A – E or S1			

¹⁾ If at least 75 % of the structure rests on rock and the rest on other soil conditions, and the structure has a continuous plate foundation, ground type A may be selected.
²⁾ The selection of ground type may be based either on $v_{s,30}$, N_{SPT} or c_u . $v_{s,30}$ is regarded as the most relevant parameter to be used.
³⁾ If there is doubt on which ground type to select, the most unfavourable ground type shall be selected.

Tab. 1

Grunntype klasser ved vurdering av seismisk påvirkning, Eurocode 8.

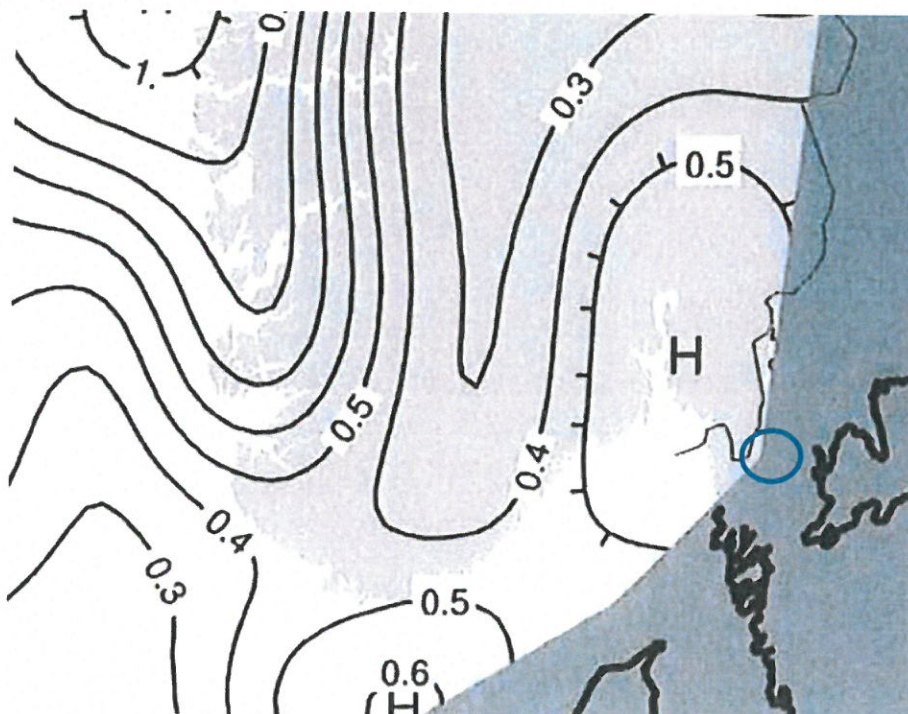


Fig. 3. Seismiske soner i Sør Norge, fra Eurocode 8.

Dybde til fast fjell er ukjent, og avsetningene inneholder morene og middels fast leire. Leirelaget har en tykkelse på mindre enn 9 m og tykkelsen på morenelaget er ukjent, men det overstiger 33 m.

Importance class	γ
I	0,7
II	1,0
III	1,4
IV	2,0

Tab. 2. Verdier til faktor γ_1

Berggrunnens akselerasjon: $a_{gR}=0,8 \times 0,55=0,44 \text{ m/s}^2$

Seismisk klasse: III.

Derfor γ_1 faktor = 1,4 og $a_g = \gamma_1 \cdot a_{gR} = 1,4 \cdot 0,44 \text{ m/s}^2 = 0,616 \text{ m/s}^2$.

Construction work	I	II	III	IV
Construction works where the consequences of failure are especially great				X ¹⁾
Important infrastructure: hospitals, fire stations, rescue centres, power plants, etc.			(X)	X
Tall buildings, more than 15 storeys		(X)	X	
Railway bridges ²⁾			X	(X)
Road and footbridges ²⁾		(X)	X	(X)
Construction works where large numbers of people gather (grandstands, cinemas, sports halls, shopping centres, congregation areas, etc.)		(X)	X	
Quays and port facilities		X	(X)	
Onshore facilities for aquaculture		X	(X)	
Towers, masts, chimneys, silos	(X)	X	(X)	
Industrial plants		X	(X)	
Schools and institutional buildings		(X)	X	
Offices, commercial buildings and residential buildings		X	(X)	
Small houses, row houses, one-storey buildings, small warehouses, etc.	X	(X)		
Retaining walls with height less than 3 m along roads of class II ³⁾	X	(X)		
Culverts	X	(X)	(X)	
Agricultural buildings	(X)			
Fishing ports	(X)			
Quays and mooring facilities for sport and recreation	(X)			

¹⁾ For construction works where the consequences of failure are especially great, e.g. nuclear reactors and storage facilities for radioactive waste, large dams and marine structures, the earthquake risk should be specially assessed and perhaps based on a risk analysis.

Storage tanks for liquefied gas and large pipelines transporting hydrocarbons over land are considered in the National Annex to NS-EN 1998-4.

²⁾ See indicative table for choice of importance class for bridges in the National Annex to NS-EN 1998-2.

³⁾ For retaining walls along railways, retaining walls along roads with height larger than 3 m and retaining walls along important roads (class III) the same importance class as for the road or railway is used.

Tab. 3. Tabell for utvalg av betydningsklasser, fra Eurocode 8.

4 GEOTEKNISKE VURDERINGER

Prosjektet er kategorisert i pålitelighetsklasse og konsekvensklasse CC/RC 2 og geoteknisk kategori 2 på grunn av at den planlagte bygningen skal ha 3 etasjer og at det er en relativt enkel geoteknisk situasjon (lag av leire er tynt). NS-EN 1990:2002+NA.2008 (Eurokode 0) og NS-EN 1997-1:2004 + NA:2008 (Eurokode 7) ble lagt til grunn.

Konsekvens-klasse	Beskrivelse	Eksempel på bygg og anlegg
CC3	Stor konsekvens i form av tap av menneskeliv, <i>eller svært store</i> økonomiske, sosiale eller miljømessige konsekvenser	Tribuner, offentlige bygninger der konsekvensene av brudd er store (f.eks. en konserthall)
CC2	Middels stor konsekvens i form av tap av menneskeliv, betydelige økonomiske, sosiale eller miljømessige konsekvenser	Boliger og kontorbygg, offentlige bygninger der konsekvensene av brudd er betydelige (f.eks. et kontorbygg)
CC1	Liten konsekvens i form av tap av menneskeliv, og små eller uvesentlige økonomiske, sosiale eller miljømessige konsekvenser	Landbruksbygninger der mennesker vanligvis ikke oppholder seg (f.eks. lagerbygninger), drivhus

Tab. 4. Definisjon av konsekvensklasser, HB V220.

Konsekvensklasse	Bruddmekanisme		
	Seigt, dilatant brudd	Nøytralt brudd	Sprøtt, kontraktant brudd
CC1 Mindre alvorlig	1,25 / 1,4 *	1,3 / 1,4 *	1,4
CC2 Alvorlig	1,3 / 1,4 *	1,4	1,5
CC3 Meget alvorlig	1,4	1,5	1,6

* NS-EN 1997-1:2004+NA:2008 krever at $\gamma_M \geq 1,4$ ved totalspenningsanalyser

Tab. 5. Partialfaktorer for M ved effektivspennings- og totalspenningsanalyser, HB V220.

Veiledende eksempler for klassifisering av Byggverk, konstruksjoner og konstruksjonsdeler	Pålitelighetsklasse (CC/RC)			
	1	2	3	4
Grunn- og fundamenteringsarbeider og undergrunnsanlegg i kompliserte tilfeller ¹⁾		(X)	X	(X)
Veg- og jernbanebruer			X	
Kai- og havneanlegg		X	(X)	
Kontor- og forretningsbygg, skoler, institusjonsbygg, boligbygg osv.		(X)	(X)	
Grunn- og fundamenteringsarbeider og undergrunnsanlegg ved enkle og oversiktlige grunnforhold ¹⁾	X	(X)		

¹⁾ Ved vurdering av pålitelighetsklasse for grunn- og fundamenteringsarbeider og undergrunnsanlegg skal det også tas hensyn til omkringliggende områder og byggverk.

Tab. 6. Veiledende eksempler på klassifisering av byggverk, konstruksjoner og konstruksjonsdeler. HB V220.

Pålitelighetsklasse	1	2	3	4
Geoteknisk kategori 1	1			
Geoteknisk kategori 2		2		
Geoteknisk kategori 3			3	

Tab. 7. Krav til prosjekteringskontroll og utførelseskontroll, HB V220.

5 FORUTSETNINGER FOR PROSJEKTERING

Gjeldende regelverk legges til grunn for beregningene.

NS-EN 1990-1:2002 + NA:2008 (Eurokode 0) og NS-EN 1997-1:2004 + NA:2008 (Eurokode 7).

5.1 Setninger

Setninger ble beregnet med bruk av GeoSuite Settlement program. Det var antatt stripefundament med 1 m bredde og jordprofiler tilsvarende det som ble påvist med bruk av totalsonderinger og CPTU. Det var antatt en belastning på 100 kPa, som tilsvarende eller som er litt over linjebelastninger av en 3 etasjers bygning av massiv tre (inkludert last fra snø).

På grunn av setninger kan tomten under den planlagte bygningen deles i to. I den første delen av tomten, hvor det ble påvist leireavsetninger, kan setninger være under 1,5 cm og i hoveddel skje i leirelaget kort tid etter utbygging. Den andre delen av tomten, mot veien, hvor det ble påvist morene/fyllmasser har bedre mekaniske egenskaper og setningene kan være mindre enn 1 cm.

Beregnete verdier kan varieres avhengig av last på fundamentet. Ved fundamentering på stripefundament er det behov for andre beregninger av setninger hvis det er betydelig stor belastning.

Ved fundamentering på peler er det ingen behov for videre vurdering av setninger. Hvis det er bestemt fundamentering på stripefundamenter eller plate fundamenter er det anbefalt bruk av glasopor som fyllmasse under bygningen. Denne fyllingen vil være en forbedring av bæreevne, frostsikring og drenering. Ved bruk av glasopor er det behov for fiberduk klasse 3 mellom leire og fyllmasse (glasopor, puk, stein) for å forebygge inngang av fin stoff i forsterkning/drenering lag. Ved bruk av glasopor rundt bygningen er det et krav om at det er minimum 0,5 m dekning med vanlige jordarter.

5.2 Tele

Oppskrifter av jordprøver sammen med kornfordelingskurven viser et stor silt innhold. Jordartene skal derfor klassifiseres i teleklasse T4. Det er derfor behov for frostsikring.

5.3 Bæreevne

Bæreevne på tomten ble beregnet med formelen:

$$q = N_q(s_u/F),$$

hvor q er bæreevne, $N_q = 5,14$ på flate, s_u verdi som ble målt i felt, F – sikkerhetsfaktor = 1,4.

Det er mulig å dele tomten inn i tre deler.

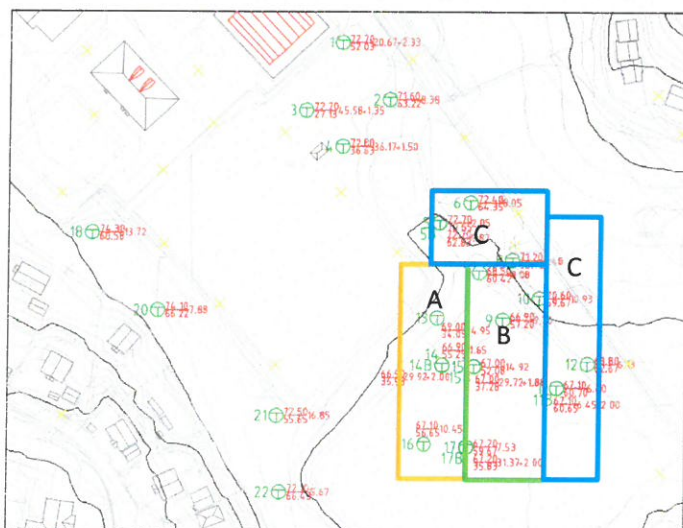


Fig. 4. Hoved soner i sammenheng med mekaniske egenskaper av jordarter: A – tykt lag av leire, B – lag av leire mellom fyllmasse og morene, C – lag av morene, uten leire.

I del A har leirelaget en bæreevne på ca. 90 kPa og er dekket med ca. 1 m tørrskorpeleire. Ved utbygging skal det dekkes med ca. 1 m av fyllmasser til kote 68 i store deler av område A.

Del B inkluderer leire med mindre tykkelse og større dekning. Leirelaget er tynt og har lokalt Su verdier mindre enn 90 kPa, men tykkelse på laget er liten og på dybder over 3 m overstiger bæreevnen 100 kPa.

Del C er dekket med moreneavsetninger. Antatt Su verdi til morene er 70, som tilsvarer fast leire og derfor øker bæreevnen til ca. 250 kPa.

Bæreevnen til morenen var beregnet med ϕ metoden. I beregningene var antatt ruhetsfaktor $r = 0,5$, attraksjon $a = 0$, friksjon vinkel $\phi = 35$ grader, som tilsvarer sand og F faktor = 1,4. Antatt bredde på fundament var 1 m. Bæreevne i lignende situasjoner er 180 kPa. Hvis r er mindre enn antatt skal bæreevne være enda bedre.

5.4 Fundamentering

Ved fundamentering på tomten kan man vurdere forskjellige muligheter. Den enkleste kan være fundamentering på stripefundamenter. Beregninger ble utført med bruk av GeoSuite Bearing modul. Resultater viser at ved bruk av stripefundamenter på de svakeste jordarter, som er middels fast leire og med en belastning på fundament på ca. 100 kPa er optimal fundamentbredde 1 m og fundamendtybde 1 m. Bæreevne på fundamenter i lignende saker er 100 kPa og øker til ca. 190 kPa på 2 m dybde. Ved denne type fundament er det viktig å bruke pukklag (eventuelt glasopor lag) ca. 10 – 20 cm. Det er krav til fiberduk klasse 3 mellom fyllmasse og leire. For å øke bæreevnen kan man gjøre bredde utgravinger enn planlagte fundamenter og bruke geonett lag over fiberduken, etterpå fylle med glasopor eller pukk.

Den andre metoden er fundamentering på plate. Denne muligheten kan vurderes på grunn av at det er behov for et fyllmasselag på ca. 1 m tykkelse. Som fyllmasse kan glasopor brukes, som både virker som frostsikring og som et stivt lag, samtidig gir det mindre belastning på leiren. Laget skal armeres med 2 lag av geonett.

Tredje mulighet, og mest ønsket er fundamentering på peler. Det ble utført beregninger med bruk av GeoSuite modul Piles. I beregninger var det brukt 3 verdier for belastning: 1600, 1400 og 850 kN. Ingen horisontal lastning var antatt på grunn av at bygningen skal ha en avstand til de eldre bygningene og peler skal stå direkte under den planlagte bygningen.

I beregninger ble det brukt friksjonspeler – det var valgt ut stålrør uten spiss, derfor vil friksjonen virke både inne i pelen og på ekstern side av peler. Antatt diameter på peler var 0,6 m og tykkelse på vegg kan være minimum 0,01 m.

På grunn av stor belastning fra z-retninger vil hovedutfordringen være den fundamenteringsmetoden er nødvendig lengde av peler på grunn av jordegenskaper.

I sone A på fig. 4 er det behov for peler med 24 meters lengde med en belastning på 1600 kN, 22 meters lengde med en belastning på 1400 kN og 18 meters lengde med en belastning på 850 kN.

I sone B kan pelene være litt kortere: 23m, 22 m og 17 m og i sone C 18, 17 og 13 m. Hvis det skal være friksjonspeler som er lukket kan det være behov for å bruke peler som er 0,5 – 1 m lengre.

Mengde av peler skal avtales med RIB.

5.5 Områdestabilitet vurdering

Det ble utført beregninger av områdestabiliteten. Det ble brukt GeoSuite modul Stability. Som grunnlag ble det brukt data fra terrengmodell, total og CPTU sonderinger.

Beregninger viser at området er stabilt. Belastningen fra den planlagte bygningen skal virke stabiliserende. Sikkerhetsfaktoren overstiger 3,5 som er over 2 ganger høyre enn kravet (1,4).

6 OPPSUMMERING

- Området kan benyttes for utbygging av skole, spesielt hvis det skal være en bygning i massiv tre.
- På grunn av at konstruksjonen skal ha 3 etasjer, skal bygningen klassifiseres som tiltaksklasse CC/RC2, og geoteknisk kategori 2.
- Ved utbygging skal det være behov for å fjerne matjorden og bruke et ca. 1 – 1,5 m lag av fyllmasse. Videre er det behov for fiberduk klasse 3 mellom fyllmasse og leire sammen med geonet, hvis det skal brukes platefundament eller stripefundament. Det anbefales også bruk av geonett som jordforsterkning.
- Den minste verdien for bæreevnen til jordarter, til den svakeste leiren er ca. 90 kPa, men i fyllmasser og morene kan det overstige 150, eller 250 kPa.
- Det forventes ikke at skolebygning skal fundamenteres direkte på bløte leire. Snitt tegning viser at det skal være gulvet på kote 68 og 72, det er derfor behov til noe fylling på de svakeste avsetninger med jevn lag.

Eventuel stripefundamenter skal være på kote 67 – 67,5 og 71 – 71,5 da, derfor i laget med gode egenskaper, spesielt hvis matjorden er fjernet og det er brukt glasopor eller pukk lag, fiberduk og geonett. Eventuell utgraving skal være ved side av veien, i fast morene. Muren på den siden skal tåle sidebelastning på ca. 50 kPa. Det kan oppstå 1 – 3 m utgraving (inkludering fundamentutgraving) på akse CJ, men i den saken man skal grave ut hele leirelag og fundamentere på morene, som begynner seg ca. kote 66,5. Man kan forvente at det skal være bare små leirelomme i fast morene fordi det ble påvist bare i hull 7.

- Ved fundamentering på peler er det krav til at lengden på peler ikke er mindre enn det som er presentert i rapporten. Lengre peler kan brukes. Ved behov skal det utføres beregninger med bruk av sidebelastning. Mengde av peler, og plassering skal avtales med RIB.
- Man kan bruke friksjon stålpeler. Minimal lengde på peler er 18 m med en belastning på 1600 kN i morene og 23 – 24 m i leire og skal økes hvis belastningen øker.
- Det er ingen behov for peler til fast bergart fordi moreneavsetningene har gode mekaniske egenskaper og stor tykkelse, som overstiger 40 m. Dybde til fast fjell er ukjent.