

# NOTAT – GEOTEKNISK VURDERING

Oppdragsnavn **Vilberg barneskole**  
Prosjekt nr. **1350038508**  
Kunde **Eidsvoll kommune**  
Notat nr. **01**  
Versjon **00**  
Til **Eidsvoll kommune v/Kjærsti Theodorsen**  
Fra **Rambøll Norge AS v/Lise Storvann**  
Kopi **Svendby Bygg Consult v/Sveinung Svendby**

Utført av **Lise Storvann**  
Kontrollert av **Håvard Olaisen Hagen**  
Godkjent av **Trude Ørbech**

Dato 20.02.2020

## 1 Innledning

I forbindelse med utbygging av ny Vilberg barneskole i Tynsåkvegen, er Rambøll engasjert for å utføre geotekniske vurderinger for fundamentering av bygget før prosjektet legges ut på anbud som totalentreprise.

## 2 Grunnlag

Følgende dokumenter og rapporter er lagt til grunn for prosjekteringen:

- 1350013115 G-RAP-001, datert 23.05.2016.
- 1350013115 G-NOT-001, datert 25.02.2016.
- 131218701 - Belastning en ekstra etasje rev. 05.02.2020.
- 200212701 – Belastning en ekstra etasje rev. 12.02.2020.

## 3 Topografi og grunnforhold

Planlagt byggetomt ligger nord for Tynsåkveien, i et område som består av dyrket mark. Tomten ligger på et platå som ligger ca. på kote +165 til +174. Terrenget nord for platået faller sterkt mot nordvest i en skogdekket ravinedal. Skråningen mot ravinedalen har en helning mellom 1:2 og 1:6.

Kvartærgeologisk kart indikerer at løsmassene i området hovedsakelig består av tykk havavsetning, se utsnitt i figur 1.

Rambøll  
Hoffsveien 4  
Postboks 427 Skøyen  
0213 Oslo

T +47 22 51 80 00  
F +47 22 51 80 01  
<https://no.ramboll.com>



Figur 1: Utsnitt fra kvartærgeologisk kart ([geo.ngu.no/kart/losmasse/](http://geo.ngu.no/kart/losmasse/), hentet 27.01.20)

Grunnundersøkelser utført av Rambøll i mai 2016 viser at løsmassene generelt består av tørrskorpeleire over leire og silt. Nordvest på området indikerer totalsondering lag av sand. Totalsonderinger er stanset mellom 26 og 35 m dypde uten at berg er påtruffet.

## 4 Grunnlag for geoteknisk prosjektering

### 4.1 Geoteknisk kategori

Eurokode 7 stiller krav til prosjektering ut fra tre geotekniske kategorier. Valg av kategori gjøres ut fra standardens punkt 2.1 «Krav til prosjekteringen». De planlagte arbeidene vurderes å falle inn under kategorien «konvensjonelle typer konstruksjoner og fundamenter uten unormale risikoer eller vanskelige grunn- og belastningsforhold». Krav til prosjektering er vurdert til å være iht. **geoteknisk kategori 2**.

### 4.2 Pålitelighetsklasse (CC/RC)

Eurokode 0 tabell NA.A1(901) gir veiledende eksempler for klassifisering av byggverk, konstruksjoner og konstruksjonsdeler. Tabellen er delt inn i pålitelighetsklasser (CC/RC) fra 1 til 4. Prosjektet vurderes å falle inn under kategorien «Kontor- og forretningsbygg, skoler, institusjonsbygg, boligbygg osv.». Prosjektet plasseres derfor i **pålitelighetsklasse 2**.

#### 4.3 Tiltaksklasse iht. SAK10

I henhold til tabell 2 «Kriterier for tiltaksklasseplassering for prosjektering» i «Veiledning om byggesak» (SAK10 § 9–4), vurderes grave- og fundamenteringsarbeidene å kunne plasseres i **tiltaksklasse 2**. Dette med bakgrunn i «Fundamentering for anlegg og konstruksjoner som iht. NS-EN 1990 + NA plasseres i pålitelighetsklasse 2».

#### 4.4 Prosjekterings- og utførelseskontroll

Eurokode 0 stiller krav til graden av prosjekterings- og utførelseskontroll (kontrollklasse) hver for seg, avhengig av pålitelighetsklasse.

Iht. tabell NA.A1 (902) og NA.A1 (903) i Eurokode 0 settes prosjekteringskontroll og utførelseskontroll av geotekniske arbeider til kontrollklasse **PKK2/UKK2**.

For prosjekteringskontroll iht. standarden gjelder utførelse av grunnleggende egenkontroll, intern systematisk kontroll og utvidet kontroll for både prosjektering og utførelse. Utvidet kontroll i PKK2 og UKK2 begrenses til en kontroll av at egen- og sidemannskontroll er utført.

Krav om uavhengig kontroll av prosjektering og utførelse for geoteknikk i tiltaksklasse 2 er også gitt i SAK10 §14–2 punkt c.

#### 4.5 Grunntype og seismisk klasse

Konstruksjoner klassifiseres i fire seismiske klasser avhengig av konsekvensene av sammenbrudd for menneskeliv, av deres betydning for offentlig sikkerhet og beskyttelse av befolkningen umiddelbart etter et jordskjelv, og av de sosiale og økonomiske konsekvensene av sammenbrudd. De seismiske klassene bestemmes iht. Eurokode 8, del 1, pkt. 4.2.5 og etter tabell NA.4(902) i Nasjonalt tillegg NA.

De planlagte bygg anbefales plassert i kategorien «Bygninger med en seismisk motstand som er av betydning på grunn av konsekvensene knyttet til sammenbrudd, for eksempel skoler, aulaer, kulturinstitusjoner osv» **seismisk klasse III**. Endelig fastsettelse av seismisk klasse angis av RIB.

I henhold til NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA:2014 (Eurokode 8) tabell NA.3.1 er grunnforholdene vurdert til **grunntype D**. Grunntype D er en forhåndsdefinert grunntype definert som «*Avleiringer av løs til middels fast kohesjonsløs jord (med eller uten enkelte myke kohesjonslag) eller av hovedsakelig myk til fast kohesjonsjord*».

I Eidsvoll er referansespissverdien for berggrunnens akselerasjon  $a_{gR} = 0,8 \cdot a_{g40Hz} = 0,8 \cdot 0,5 = 0,4 m/s^2$ . For grunntype D er forsterkningsfaktoren  $S = 1,55$  iht. Eurokode 8, tabell NA3.3. Seismisk faktor settes til  $\gamma_1 = 1,4$  for seismisk klasse III iht. Tabell NA.4(901). Grunnens dimensjonerende akselerasjon for grunntype A blir dermed:  $a_g \cdot S = \gamma_1 \cdot a_{gR} \cdot S = 1,4 \cdot 0,4 \cdot 1,55 = 0,868 m/s^2$ .

Grunnens dimensjonerende akselerasjon  $a_g \cdot S$  er innenfor kravet som tilsier at byggverket kan dimensjoneres etter bestemmelser gjeldende for lav seismisitet  $a_g \cdot S \leq 0,98 m/s^2$  dersom konstruksjonsfaktoren  $q$  ikke gis høyere verdi enn 1,5. **Dimensjonering for jordskjelv kan derfor ikke utelates.**

#### 4.6 Flom- og skredfare

I henhold til TEK17 § 7-1(1) skal byggverk plasseres, prosjekteres og utføres slik at det oppnås tilfredsstillende sikkerhet mot skade eller vesentlig ulempe fra naturpåkjenninger (Flom og skred).

Området ligger ikke innenfor kartlagte faresoner eller aktsomhetsområder for kvikkleire, skred eller flom i henhold til NVE's kartlagte fare- og aktsomhetsområder.

Det er ikke registrert løsmasser med sprøbruddegenskaper på tomten som kan føre til områdeskred. Stabilitetsvurderinger i notat 1350013115 G-NOT-001, datert 25.02.2016 viser at lokalstabilitet ned mot ravinedal ikke er tilfredsstillende. For resultater fra stabilitetsvurderinger henvises det til nevnte notat.

## 5 Materialparametere

Valg av designparametere er basert på utførte grunnundersøkelser, presentert i datarapport 1350013115 G-RAP-001, tolkning av CPTU og empiriske verdier fra Statens vegvesens håndbok V220.

### Tørrskorpeleire

Tyngdetetthet	$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$
Udrenert skjærfasthet	$s_{uA} = 80 \text{ kN/m}^2$
Friksjonsvinkel	$\varphi = 30^\circ$
Attraksjon	$a = 0 \text{ kPa}$
Ødometermodul	$M = 12\,000 \text{ kN/m}^2$
Modultall	$m = 22$
$c_v$ -tall	$c_v = 60 \text{ m}^2/\text{år}$

### Siltig leire

Tyngdetetthet	$\gamma = 19,0 \text{ kN/m}^3$
Udrenert skjærfasthet	$s_{uA} = 55 \text{ kN/m}^2$ $s_{uD} = 35 \text{ kN/m}^2$
Friksjonsvinkel	$\varphi = 27^\circ$
Attraksjon	$a = 10 \text{ kPa}$
Ødometermodul	$M = 10\,000 \text{ kN/m}^2$
Modultall	$m = 20$
$c_v$ -tall	$c_v = 30 \text{ m}^2/\text{år}$

## 6 Laster

Fundamentlaster på stripefundamenter og hel bunnplate for bygg med en og to etasjer er oversendt av RIB v/Svendby Bygg Consult. Laster er oppsummert i tabell 1 og tabell 2.

**Tabell 1: Belastning fra bygg med to etasjer. Inkl. vekt av fundamenter.**

	Permanente laster	Bruddgrenselaster
Flatelast [kN/m <sup>2</sup> ]	18	23
Linjelast [kN/m]	95	117

**Tabell 2: Belastning fra bygg med tre etasjer. Inkl. vekt av fundamenter.**

	Permanente laster	Bruddgrenselaster
Flatelast [kN/m <sup>2</sup> ]	25,4	33
Linjelast [kN/m]	128	165

## 7 Bæreevne

### 7.1 Totalspenningsanalyse

Bæreevnen for udrenert oppførsel i leirematerialet er beregnet i 1350013115 G-not-001, som gjengitt nedenfor.

$$\sigma_v = N_c \cdot \tau_d + p_v = 130 \text{ kPa} + p_v$$

$\sigma_v$  = vertikal bæreevne (dimensjonerende)

$N_c$  = Bæreevnefaktor (se figur 6.10 SV håndbok V220)  $\approx 5,2$  for leire

$\tau_d = s_u / \gamma_m$  = Dimensjonerende styrke (udrenert, konservativ antatt midlere  $s_u = 35 \text{ kPa}$ )

$p_v = \gamma \cdot z$  = vertikalt overlagingstrykk ved siden av fundament

$\gamma_m$  = materialkoeffisient ( $\gamma_m = 1,4$  for totalspenningsanalyse)

Opgitt bæreevne er kun gyldig for fundamenter uten horisontallaster og momentbelastning.

### 7.2 Effektivspenningsanalyse

Bæreevnen for drenert oppførsel i materialene er beregnet som nedenfor avhengig av overlaging og fundamentbredde.

$$\sigma_v' = N_q \cdot (p' + a) + 0,5 \cdot N_v \cdot \gamma'_{\text{under}} \cdot B_0 = 7,6 \cdot p' + 76 + 27 \cdot B_0$$

$\sigma_v'$  = effektiv vertikal bæreevne (dimensjonerende)

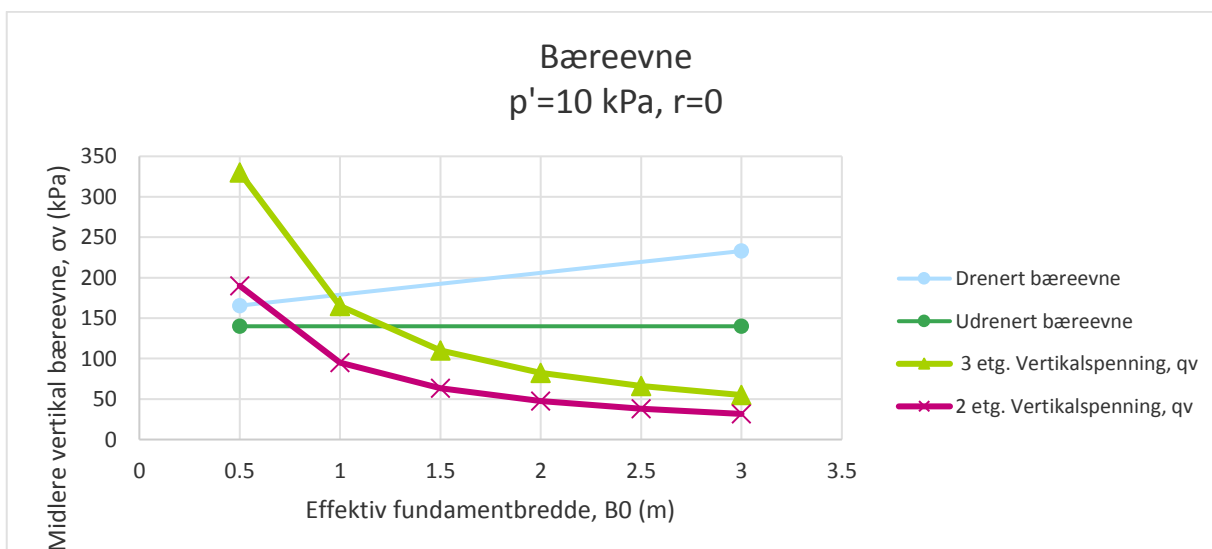
$N_q$  = Bæreevnefaktor (se figur 6.4 SVV Håndbok V220)  $\approx 7,6$  for siltig leire

$N_v$  = Bæreevnefaktor (se figur 6.5 SVV Håndbok V220)  $\approx 6,0$  for siltig leire

$p_v = \gamma' \cdot z$  = Effektivt vertikalt overlagingstrykk ved siden av fundament

$\gamma_m$  = materialkoeffisient ( $\gamma_m = 1,25$  for effektivspenningsanalyse)

Det er forutsatt minimum 0,5 m overlaging. Opgitt bæreevne er kun gyldig for fundamenter uten horisontallaster og momentbelastning. Figur 2 nedenfor viser at udrenert bæreevne er dimensjonerende. Det bør ikke benyttes fundamenter med bredde mindre enn 0,8 m for et skolebygg med to etasjer, og 1,2 m for tre etasjer. Nye vurderinger må utføres når endelige laster og fundamentering er bestemt.



**Figur 2: Bæreevne for drenert og udrenert beregning. Forutsatt null horisontallast og overlaging på minimum 0,5 m. Vertikalspenning oppgitt ved bruddgrenselaster.**

## 8 Setningsanalyse

Setningsanalyse er utført ved bruk av analyseprogrammet GeoSuite Settlements samt håndberegninger basert på Janbus spenningsfordelingsteori. Laster oppgitt i kapittel 6. for bruksgrensetilstand er lagt til grunn. Belastning fra fundamentene er inkludert i beregningene, og det er forutsatt fundamentering minimum 0,5 m under terreng.

I setningsberegningene er nåværende jordprofil lagt til grunn. Byggets plassering på byggetomten er hittil ukjent. Det er derfor tatt utgangspunkt i totalsondering som viser mest setningsgivende masser. Totalsonderinger er boret til 35 m under terreng, uten at berg er påtruffet. I beregningene er det antatt 3 m tørrskorpeleire over 37 m leire/silt. Forutsatt at bygget fundamenteres på nivå med dagens terreng, kan det forventes setninger som angitt i tabell 3 nedenfor.

Det er store usikkerheter når det gjelder parametere og lagdeling i grunnen. Beregnede setninger må ses på som et grovt overslag. Forventet setningsnivå avhenger av byggets form og grunnflate, samt plassering på tomten. Forventede setninger er derfor gitt som et intervall. Det bør gjøres nye vurderinger når byggets endelige utforming, plassering og fundamentering er bestemt.

**Tabell 3: Forventet setningsutvikling for bygg med to og tre etasjer. Forutsatt 1 m brede stripefundamenter.**

	Lastendring, $\Delta p'$	Forventede setninger
To etasjer	95 kN/m	20-24 cm
Tre etasjer	128 kN/m	24-28 cm

## 9 Oppsummering

Opgitt bæreevne gjelder bare for rene vertikallaster. Fundamenter med horisontallaster eller momentbelastning må vurderes nærmere når endelig grunntrykk og lastforhold er bestemt. Setningsberegningene er generelle beregninger for hele tomten. Anbefalt plassering av bygget av stabilitetshensyn gitt i tegning 114, datert 10.05.2016, er gjeldene.

Masseutskifting med pukke eller sprengstein under fundamentene vil bidra til lastspredning, som medfører mindre overført grunntrykk til setningsgivende leire. Bruk av lette masser (f.eks. lettklinker eller skumglass) under fundamentene vil i stor grad kompensere for økt belastning fra bygget. Ved å skifte ut 1 m leire med 1 m skumglass over grunnvannstanden, vil lastøkningen for tiltaket reduseres med ca. 15 kPa. Ved å legge bygget dypere i terrenget, vil den totale lastendringen reduseres slik at det blir mindre setninger.

Variasjoner i grunnforhold på tomten kan medføre differansesetninger. Det anbefales å utføre supplerende grunnundersøkelser når byggets plassering er endelig bestemt.

Alternative løsninger for å påskynde setningene før bygging kan være forbelastning, evt. kombinert med vertikale dren. Eventuelt kan grunnen stabiliseres med kalk-sementpeler.

Løsmassene i området er meget telefarlige (Telefarlighetsklasse T4), isolering mot grunnen må forventes. Når det gjelder dimensjonering av forsterkningslag av adkomstveger og parkeringsplasser så kan det brukes bæreevnegruppe 6 (silt/leire,  $25 \leq c_u \leq 37,5$  kPa).