

## Notat RIG-002 rev. 01

Oppdrag:	<b>SVV Leikanger</b>	Dato:	<b>7. november 2012</b>
		Rev. 01	<b>10. januar 2013</b>
Emne:	<b>Vurdering av seismisk grunntype</b>	Oppdr.nr.:	<b>614299</b>
Til:	<b>Arkitektkontoret Erling Haugen as</b>		<b>Erling Haugen</b>
Kopi:	<b>Statsbygg</b>		<b>Rajesh Narsinh Sharma</b>
Utarbeidet av:	<b>Svein Arne Haugen</b>	Sign.:	<i>Svein Arne Haugen</i>
Kontrollert av:	<b>Arne Stordal</b>	Sign.:	<i>Arne Stordal</i>
Godkjent av:	<b>Anne Birgitte Roe</b>	Sign.:	<i>Anne Birgitte</i>
<p>Sammendrag:</p> <p>Statsbygg planlegger utvidelse av Statens vegvesen sitt kontorlokale i Leikanger. Multiconsult AS er engasjert av Arkitektkontoret Erling Haugen AS til å utføre grunnundersøkelser og vurdere fundamentering for tilbygget.</p> <p>Dette reviderte notatet gir en vurdering av seismisk grunntype for området etter at Multiconsult har utført grunnundersøkelser. Området er klassifisert som seismisk grunntype C.</p>			

### Innledning

Statsbygg planlegger utvidelse av Statens vegvesen sitt kontorlokale i Leikanger. Multiconsult AS er engasjert av Arkitektkontoret Erling Haugen AS til å utføre grunnundersøkelser og vurdere fundamentering for tilbygget.

Vi har tidligere utført en foreløpig vurdering av seismisk grunntype basert på grunnundersøkelser utført i 1975 samt erfaringer fra tilbygget på nabotomten som er Sogn og Fjordane Fylkeskommune sitt bygg. Multiconsult har nå utført grunnundersøkelser på tomten og vi har derfor revidert notatet.

### Grunnforhold

#### Tidligere undersøkelser

I forbindelse med bygging av Statens vegvesen sitt eksisterende bygg ble det i 1975 utført grunnundersøkelser på tomten /1/. Rapporten beskriver at det i 1975 var en del utfylte masser på tomten. Videre står det at undersøkelsene viste at massene består øverst av et lag med stein, grus og sand på 4 m tykkelse. Under består grunnen av sand og grus som er lite telefarlige. Boringene ble avsluttet i dybder mellom 9,3 m og 11,5 m.

Nabobygget til Statens vegvesen sitt kontorbygg er Sogn og Fjordane Fylkeskommune. Vi har vært i kontakt med Arne Vidar Svardahl i iVest Consult som var RIB for nybygget til Fylkeskommunen. Han opplyser at grunnen her består av stein, grus og sand med innslag av organisk materiale. Det var ikke spesielle problem med byggegropen, utover at vannet i byggegropen måtte dreneres ut i elven.

## Undersøkelser utført av Multiconsult

Grunnundersøkelsene utført av Multiconsult er presentert i vår rapport 614299-1 datert 14. desember 2012. Det ble gjort ti totalsonderinger og tatt én prøveserie. Grunnundersøkelsene viser at massene består av fyllmasser som hovedsakelig kan klassifiseres som fast lagret humusholdig grusig sand. Under dette laget er det registrert fast til svært fast lagret materiale av antatt sand, grus og stein. Det ble boret til dybder på opptil 23,7 m uten at berg ble påvist. En oppsummering av lagdeling er vist i Tabell 1.

Tabell 1: Lagdeling med karakteristiske parametre

Lag	Dybde, m	Tyngdetetthet, $\gamma$ , kN/m <sup>3</sup>	Neddykket tyngdetetthet, $\gamma'$ , kN/m <sup>3</sup>	Friksjon, $\tan \phi$	Attraksjon, $a$ , kN/m <sup>2</sup>	Modultall, m
Eksisterende fyllmasser	0-3 m	19	10	0,73	0	200-300
Stedlige masser av antatt sand, grus og stein	3-23 m	19	10	0,78	0	400-600

## Seismisk grunntype

Grunnens forsterkningsfaktor er i prinsipp avhengig av jordartens egenskaper, det vil si skjærbølgeforplantningshastighet, dynamisk skjærmodul, dempningsforhold, romvekt, lagtykkelse og tøyingsnivå i jord ved seismiske laster.

I NS-EN 1998-1 er jordartene klassifisert i fem klasser avhengig av udrenert skjærstyrke og skjærbølgelastighet, fra grunntype A med forsterkningsfaktor  $S = 1,0$  til grunntype E med forsterkningsfaktor  $S = 1,7$ . I tillegg er det definert to jordtyper,  $S_1$  og  $S_2$ , som ikke angir noen forsterkningsfaktor, men som krever at en stedsspesifikk grunnresponsanalyse blir utført.

I Leikanger er spissverdien for horisontal akselerasjon lik  $a_{g,40Hz} = 0,60 \text{ m/s}^2$ . Vi har antatt seismisk klasse II for bygget som gir seismisk faktor  $\gamma_1 = 1,0$ . Dette gir en grunnakselerasjon på  $a_g = \gamma_1 \cdot 0,8 \cdot a_{g,40Hz} = 0,48 \text{ m/s}^2$  eller  $a_g = 0,049g$ .

Tabell 2: Utklipp av Tabell NA.3.1 i NS-EN 1998-1 2004 NA 2008

Grunntype	Beskrivelse av stratigrafisk profil	Parametere		
		$v_{s,30}$ (m/s)	$N_{SPT}$ (slag/30cm)	$c_u$ (kPa)
A	Fjell eller fjell-liknende geologisk formasjon, medregnet høyst 5 m svakere materiale på overflaten.	> 800	–	–
B	Avleiringer av svært fast sand eller grus eller svært stiv leire, med en tykkelse på flere titalls meter, kjennetegnet ved en gradvis økning av mekaniske egenskaper med dybden.	360 – 800	> 50	> 250
C	Dype avleiringer av fast eller middels fast sand eller grus eller stiv leire med en tykkelse fra et titalls meter til flere hundre meter.	180 – 360	15 – 50	70 – 250
D	Avleiringer av løs til middels fast kohesjonsløs jord (med eller uten enkelte myke kohesjonslag) eller av hovedsakelig myk til fast kohesjonsjord.	130 – 180	10 – 15	40 – 70
E	Et grunnprofil som består av et alluviumlag i overflaten med $v_s$ -verdier av type C eller D og en tykkelse som varierer mellom ca. 5 m og 20 m, over et stivere materiale med $v_s > 800 \text{ m/s}$ .			
$S_1$	Avleiringer som består av eller inneholder et lag med en tykkelse på minst 10 m av bløt leire/silt med høy plastisitetsindeks ( $PI > 40$ ) og høyt vanninnhold.	< 100 (antydnet)	–	10 – 20
$S_2$	Avleiringer av jord som kan gå over i flytefase (liquefaction), sensitive leirer eller annen grunnprofil som ikke er med i typene A – E eller $S_1$ .			



## Skjærbølgehastighet

Skjærbølgehastigheten er relatert til jordens skjærmodul ved uttrykket

$$v_s = \sqrt{\frac{G_{max}}{\rho}}$$

der  $G_{max}$  er skjærmodul for lave tøyningsnivå og  $\rho$  er densiteten av jorda.

Beregningen av skjærmodul for lave tøyningsnivå,  $G_{max}$ , med tilhørende skjærbølgehastighet er gjort med to forskjellige metoder som er beskrevet under.

### Metode I

Basert på uttrykk fra Bodare (1997):

$$G_{max} = \frac{a_1 \cdot (a_2 - e)^2}{(1 + e)} \cdot (\sigma'_0)^{a_3}$$

der  $e$  er poretalet og  $a_1$ ,  $a_2$ ,  $a_3$  er konstanter med verdier gitt i Tabell 3.

Tabell 3: Konstanter i uttrykk til Bodare (1997)

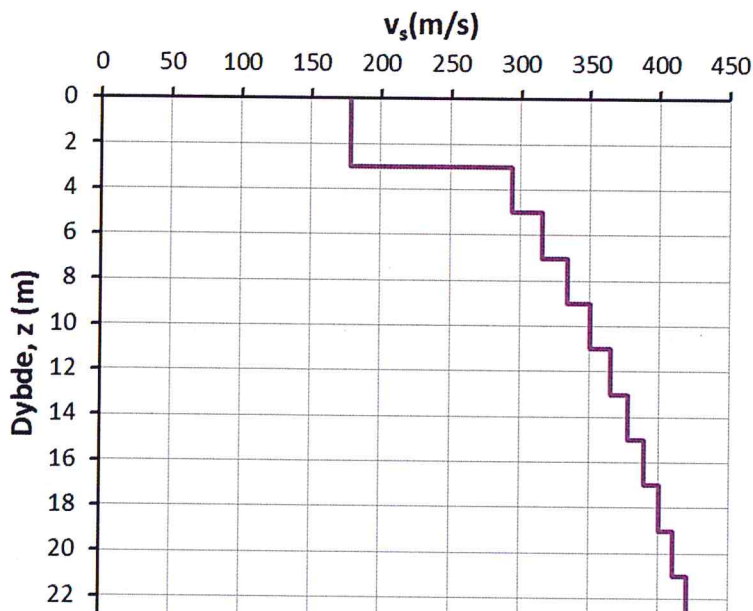
Bodare (1997):	Faste konstanter		
	$a_1$	$a_2$	$a_3$
Sand	16600	2,17	0,40
Grovkornig material	7230	2,97	0,38
Knust berg	13000	2,17	0,55
Rundkornig grus	8400	2,17	0,60

### Metode II

I metode II er skjærmodul for lave tøyningsnivå,  $G_{max}$ , beregnet via erfaringsrelasjoner til modultall.

## Resultater

Resultatet av beregningen av skjærbølgehastigheten gir  $v_{s,30} = 322$  m/s for metode I og  $v_{s,30} = 313$  m/s for metode II. Siden dybden til berg er over 20 m blir området derfor klassifisert som grunntype C. Gjennomsnittlig skjærbølgehastighet fra de to metodene er vist mot dybde i Figur 1.



Figur 1: Gjennomsnittlig skjærbølgehastighet fra de to metodene vist mot dybde.

### Utelatelseskriterier

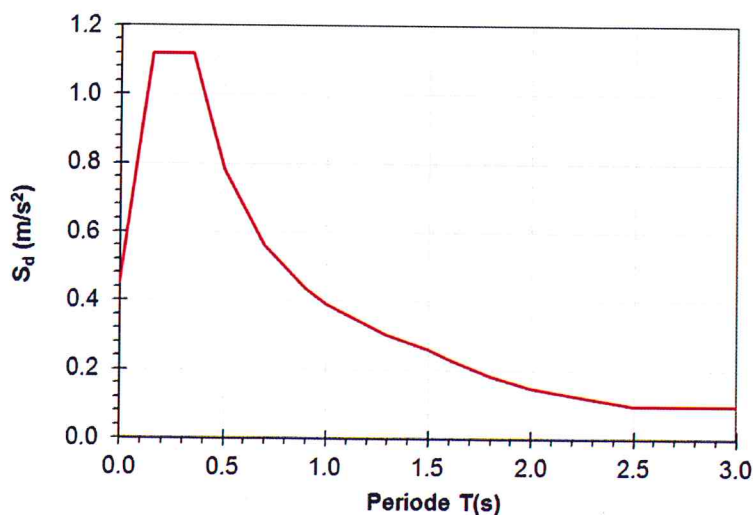
Dersom konstruksjonen tilfredsstiller ett av følgende utelatelseskriterier kan videre dimensjonering for seismisk påvirkning sløyfes.

- Svært lav seismisitet:  $a_g S < 0,05g = 0,49 \text{ m/s}^2$

$S = 1,4$  for grunntype C slik at for dette tilfellet er  $a_g S = 0,48 \text{ m/s}^2 \cdot 1,4 = 0,67 \text{ m/s}^2$ . Dette utelatelseskriteriet er derfor ikke oppfylt.

- Dimensjonerende spektrum:  $S_d < 0,05g = 0,49 \text{ m/s}^2$  for  $q \leq 1,5$

For å vurdere dette må egenperioden til konstruksjonen beregnes, dimensjonerende spektrum for  $q = 1,5$  er vist i Figur 2.



Figur 2: Dimensjonerende spektrum

- Størrelse på krefter:

Dersom skjærkraften for dimensjonerende seismiske lastkombinasjoner på grunnnivå er mindre enn de fra andre relevante lastkombinasjoner, kan ytterligere kapasitetskontroll for jordskjelv utelates.

## Referanser

Statens vegvesen, Rapport «Grunnundersøkelser, Kontorbygg, Askedalen», datert 25.11.1975.