

FORSVARSBYGG

# NAWSARH EBA RYGGE – SEISMISK PÅVIRKNING

GEOTEKNISK NOTAT

ADRESSE COWI AS  
Karvesvingen 2  
Postboks 6412 Etterstad  
0605 Oslo  
TLF +47 02694  
WWW COWI.com

## INNHOOLD

1	Innledning	1
2	Vurdering av seismisk påvirkning	2
2.1	Generelt	2
2.2	Seismisk klasse og berggrunnens akselerasjon	2
2.3	Grunntype og forsterkningsfaktor	4
2.4	Seismisitet	6
3	Oppsummering	6
4	Referanser	7

## VEDLEGGSLISTE

Vedlegg 1 Kvalitetssikrings skjema

### 1 Innledning

COWI AS er engasjert av Forsvarsbygg i forbindelse med etablering av ny helikopterbase på Rygge.

Foreliggende notat omhandler vurdering av seismisk påvirkning på planlagte konstruksjoner.

OPPDRAGSNR.	DOKUMENTNR.				
A054651	NOT-RIG-022				
VERSJON	UTGIVELSESDATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET	KONTROLLERT	GODKJENT
1.0	16.02.2018	-	KACA	ASBJ	ASBJ

## 2 Vurdering av seismisk påvirkning

### 2.1 Generelt

Vurdering av seismisk påvirkning gjennomgås i det følgende. Det henvises til NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA+2014 og datarapport RAP-RIG-020 for mer detaljert informasjon om grunnforhold.

### 2.2 Seismisk klasse og berggrunnens akselerasjon

#### 2.2.1 Seismisk klasse

Seismisk klasse er vurdert på bakgrunn av konsekvensene av sammenbrudd for menneskelig, av deres betydning for offentlig sikkerhet og av de sosiale økonomiske konsekvensene av et mulig sammenbrudd.

Da etablering av ny helikopterbase ved Rygge ansees som viktig infrastruktur plasseres prosjektet i seismisk klasse IV, se Figur 1 under.

Tabell NA.4(902) – Veiledende tabell ved valg av seismisk klasse

Byggverk	I	II	III	IV
Byggverk der konsekvensene av sammenbrudd er særlig store				X <sup>1)</sup>
Viktig infrastruktur: sykehus, brannstasjoner, redningsentraler, kraftforsyning og lignende			(X)	X
Høye bygninger, mer enn 15 etasjer		(X)	X	
Jernbanebruer <sup>2)</sup>			X	(X)
Veg- og gangbruer <sup>2)</sup>		(X)	X	(X)
Byggverk med store ansamlinger av mennesker (tribuner, kinosaler, sportshaller, kjøpesentre, forsamlingslokaler osv.)		(X)	X	
Kaier og havneanlegg		X	(X)	
Landbaserte akvakulturanlegg for fisk		X	(X)	
Tårn, master, skorsteiner, siloer	(X)	X	(X)	
Industrianlegg		X	(X)	
Skoler og institusjonsbygg		(X)	X	
Kontorer, forretningsbygg og boligbygg		X	(X)	
Småhus, rekkehus, bygg i én etasje, mindre lagerhus osv.	X	(X)		
Støttmurer med høyde lavere enn 3 m langs vegger i klasse II <sup>3)</sup>	X	(X)		
Kulverter	X	(X)	(X)	
Landbruksbygg	(X)			
Kaier og fortøyningsanlegg for sport og fritid	(X)			

<sup>1)</sup> For byggverk der konsekvensene av sammenbrudd er særlig store, for eksempel ved atomreaktorer og lagringsanlegg for radioaktivt avfall, store dammer og marine konstruksjoner bør jordskjelvriskoen vurderes spesielt, eventuelt basert på en risikoanalyse.  
Lagertanker for flytende gass og store hydrokarbonførende rørledninger over land er behandlet i NA til NS-EN 1998-4.

<sup>2)</sup> Se veiledende tabell for valg av seismisk klasse for bruer i NA til NS-EN 1998-2.

<sup>3)</sup> For støttmurer langs jernbane, støttmurer langs vegger med høyde over 3 m og støttmurer langs viktige veier (klasse III) benyttes samme seismiske klasse som for veggen eller jernbanen

Figur 1: Valg av seismisk klasse iht. NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA+2014, Tabell NA.4(902). Seismisk klasse er markert i rødt.

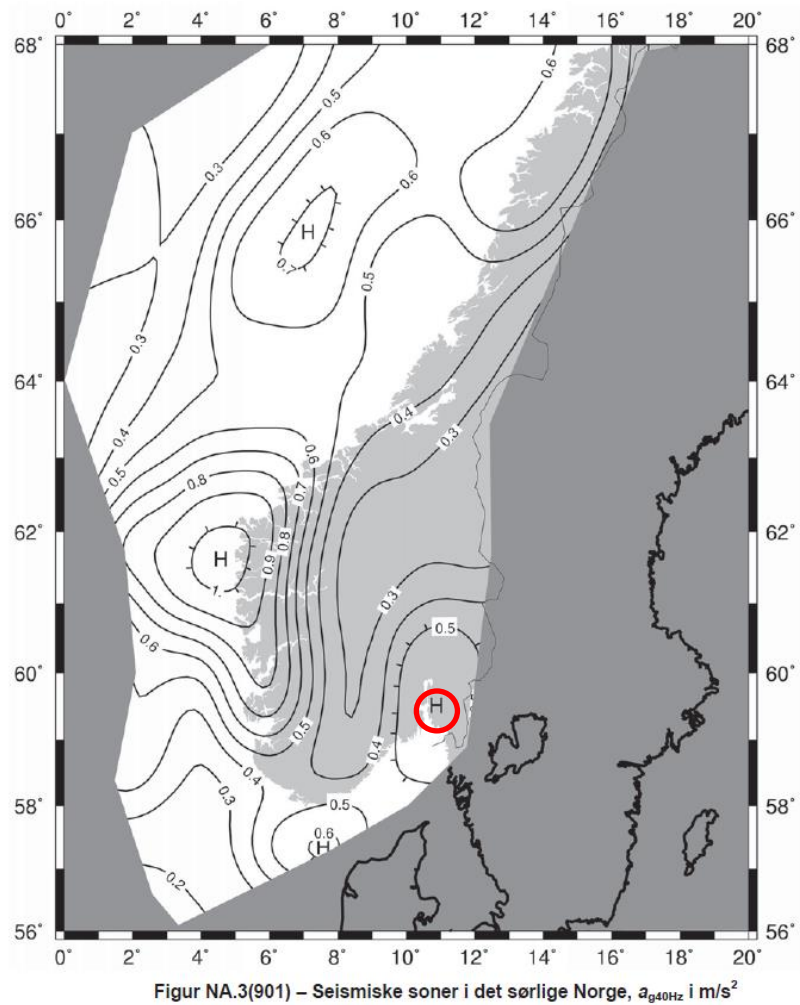
## 2.2.2 Berggrunnens akselerasjon

Den dimensjonerende grunnakselerasjonen,  $a_g$ , kan uttrykkes ved:

$$a_g = \gamma_1 \cdot a_{gR} = \gamma_1 \cdot 0,8 \cdot a_{g40Hz}, \text{ hvor:}$$

- >  $\gamma_1$  er seismisk faktor, avhengig av seismisk klasse.
- >  $a_{g40Hz}$  er berggrunnens akselerasjon som bestemmes fra et sonekart fremstilt i det nasjonale tillegget i NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA+2014.

Figur 2 og Figur 3 viser et kart over seismiske soner og en tabell over seismiske faktorer basert på seismisk klasse, hentet fra det nasjonale tillegget (Figur NA.3(901) og Tabell NA.4(901)) i Eurokode 8.



Figur 2: Sonekart hentet fra Eurokode 8. Planområdet er markert med rød sirkel.

Tabell NA.4(901) – Verdier for seismisk faktor  $\gamma_1$ 

Seismisk klasse	$\gamma_1$
I	0,7
II	1,0
III	1,4
IV	2,0

Figur 3: Tabell over seismisk faktor hentet fra Eurokode 8. Valgt faktor er markert med rødt.

Berggrunnens akselerasjon og seismisk faktor bestemmes til å være:

- >  $a_{g40Hz} = 0,55 \text{ m/s}^2$ .
- >  $\gamma_1 = 2,0$ .

Dette medfører at den dimensjonerende grunnakselerasjonen,  $a_g$ , blir beregnet til å være:

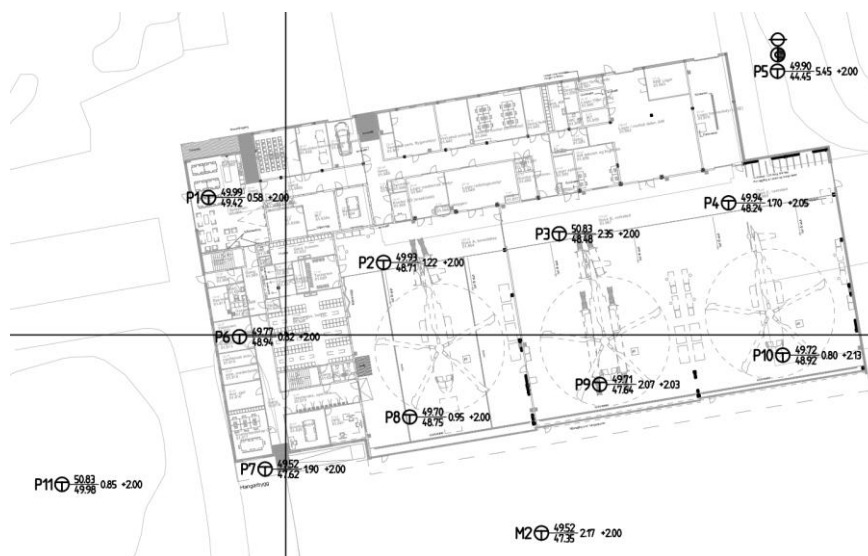
$$a_g = \gamma_1 \cdot 0,8 \cdot a_{g40Hz} = 2,0 \cdot 0,8 \cdot 0,55 \text{ m/s}^2 = 0,88 \text{ m/s}^2.$$

## 2.3 Grunntype og forsterkningsfaktor

### 2.3.1 Grunntype

Grunntypen er vurdert på bakgrunn av resultater presentert i datarapport RAP-RIG-020 utført av COWI AS datert 05.10.2017. Det henvises til overnevnte rapport for mer informasjon.

Utførte feltundersøkelser tyder på at dybde til berg innenfor planområdet varierer mellom 0,6-2,7 m, med unntak av borhull P5 hvor dybde til berg er påvist å være 5,5 m fra terreng. Figur 4 viser et utsnitt av borplan V01.



Figur 4: Utsnitt av borplan V01.

Opptak av poseprøver ved borhull P5 tyder på et topplag av silt med noe innslag av sand og grus med et påfølgende lag av siltig leire over berg.

Figur 5 viser utsnitt av Tabell NA.3.1 hentet fra Eurokode 8. Med aktuell løsmasseprofil i henhold til beskrivelsen ovenfor vurderes planområdet å være i:

> Grunntype A.

Tabell NA.3.1 – Grunntyper <sup>1)</sup>

Grunntype	Beskrivelse av stratigrafisk profil	Parametere <sup>2)3)</sup>		
		$v_{s,30}$ (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.	120 – 180	10 – 15	30 – 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 $v_s > 800$ m/s.			
S <sub>1</sub>	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 <sub>2</sub>	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 <sub>1</sub> .			

<sup>1)</sup> Hvis minst 75 % av konstruksjonen står på fjell og resten på løsmasser, og konstruksjonen står på ett kontinuerlig fundament (platefundament), kan grunntype A benyttes.  
<sup>2)</sup> Valget av grunntype kan være basert på enten  $v_{s,30}$ ,  $N_{SPT}$  eller  $c_u$ .  $v_{s,30}$  anses som den mest aktuelle parameteren å benytte.  
<sup>3)</sup> Der det er tvil om hvilken jordtype som skal velges, velges den mest ugunstige.

Figur 5: Tabell NA.3.1 hentet fra Eurokode 8. Grunntype A er valgt for planområdet.

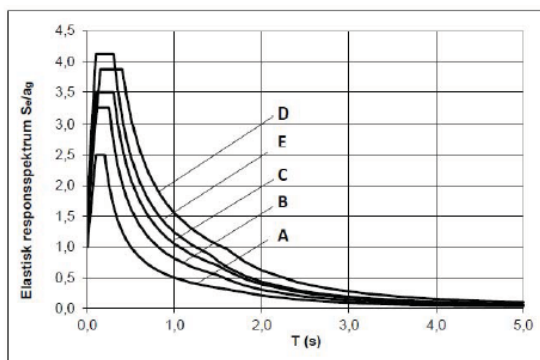
### 2.3.2 Forsterkningsfaktor

Forsterkningsfaktor,  $S$ , er avhengig av grunntype og bestemt ut fra Tabell NA.3.3 fra det nasjonale tillegget i Eurokode 8. Se Figur 6 for utsnitt. Med Grunntype A oppnås en forsterkningsfaktor:

>  $S=1,0$ .

Tabell NA.3.3 – Verdier for parametere som beskriver de anbefalte elastiske responspektrene

Grunntype	$S$	$T_B$ (s)	$T_C$ (s)	$T_D$ (s)
A	1,0	0,10	0,20	1,7
B	1,3	0,10	0,25	1,5
C	1,4	0,10	0,30	1,5
D	1,55	0,15	0,40	1,6
E	1,65	0,10	0,30	1,4



Figur NA.3(903) – Horisontale elastiske responspektre til bruk i Norge for jordtype A til E

Figur 6: Utsnitt av Tabell NA.3.3 fra Eurokode 8. Forsterkningsfaktor er markert med rødt.

## 2.4 Seismisitet

Ved å betrakte sammenhengen mellom den dimensjonerende grunnakselerasjonen,  $a_g$ , og forsterkningsfaktoren,  $S$ , kan seismisiteten beregnes:

$$\text{Seismisitet} = a_g \cdot S = 0,88 \text{ m/s}^2 \cdot 1,0 = 0,88 \text{ m/s}^2$$

En seismisitet på  $0,8 \text{ m/s}^2$  medfører at byggverket kan dimensjoneres etter bestemmelser gjeldende for lav seismisitet/DCL (ductility class low) da kravet gitt i avsnitt NA.3.2.1(4) i Eurokode 8 er oppfylt:

$$a_g \cdot S = 0,88 \text{ m/s}^2 < 0,1 \cdot g = 0,98 \text{ m/s}^2 \rightarrow \text{OK.}$$

## 3 Oppsummering

Seismiske vurderinger for planlagt helikopterbase på Rygge oppsummeres i det følgende:

- > Berggrunnens akselerasjon er bestemt til å være  $a_{g40\text{Hz}} = 0,55 \text{ m/s}^2$ .
- > Seismisk klasse IV som medfører en seismisk faktor  $\gamma_1 = 2,0$ .
- > Dimensjonerende grunnakselerasjon  $a_g = 0,88 \text{ m/s}^2$ .
- > Grunntype A som medfører en forsterkningsfaktor  $S=1,0$ .

Planlagt helikopterbase på Rygge havner i seismisk klasse IV og kan plasseres i grunntype A på bakgrunn av utførte grunnundersøkelser i området. Dette medfører at prosjektet kan dimensjoneres etter bestemmelser gjeldende for lav seismisitet med en seismisitet  $a_g \cdot S = 0,88 \text{ m/s}^2$ .

#### 4 Referanser




- [1] NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA+2014
- [2] Datarapport RAP-RIG-020 Nawsarh-Rygge, COWI AS 05.10.2017

## KVALITETSSIKRINGSSKJEMA

Oppdragsnr: A054651

## Nawsarh EBA Rygge – Seismisk påvirkning

### GEOTEKNISK PROSJEKTKONTROLL:

Geoteknisk kontroll i henhold til NS-EN 1997			
Kontroll type:	Firma:	Sign:	Dato:
Godkjent	COWI AS Ásgrímur Björnsson		16.02.2018
Egenkontroll	COWI AS Kunal Chadha		16.02.2018
Sidemannskontroll	COWI AS Ásgrímur Björnsson		16.02.2018
Uavh./utvidet prosjekteringskontroll	xxx		

### Kommentarer til prosjektkontrollen (Uavh./utvidet prosjekteringskontroll):