

Appendix 7

Projekt navn	Nordfyns Kom - Bogense Kystbeskyttelse og klimatilpasning
Kunde	Nordfyns Kommune
Projektleder	CMER
Projekt nummer	1311900146
Dokument ID	Skitseprojekt – Delstrækning 7 – Dimensionering af højvandsmur
Udarbejdet af	HEOT
Kvalitetssikret af	KKPO
Godkendt af	CMER
Version	0
Versionsdato	07-05-2020
Første udgivelsesdato	07-05-2020

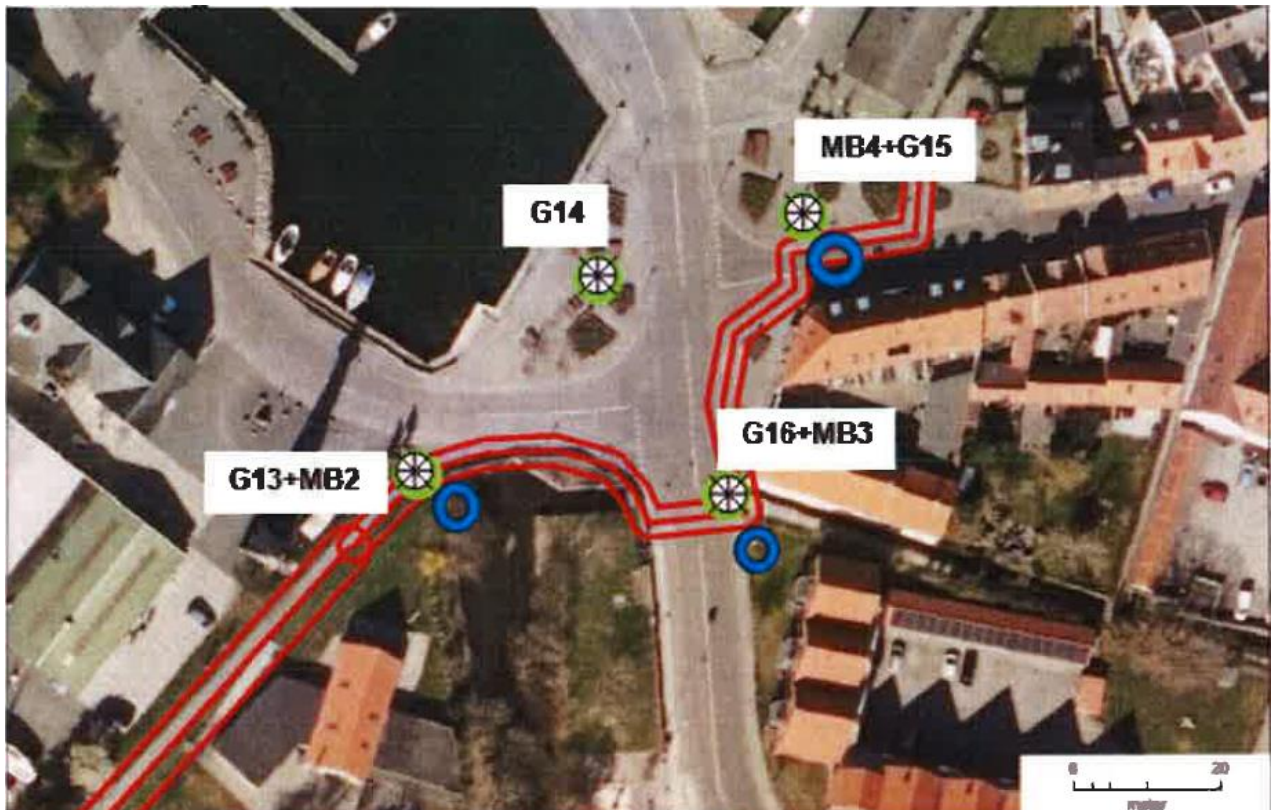
Indhold

1.	Indledning	2
2.	Designgrundlag	2
3.	Stabilitetsundersøgelse	4
4.	Tværsnitsundersøgelse	5

1. Indledning

Delstrækning 7 omfatter havnetorvet, hvor der skal etableres en højvandsmur i armeret beton. Tracéet er på nuværende tidspunkt ikke fastlagt. De geotekniske borer viser ensartede forhold, hvorfor tracéet ikke har indflydelse på selve dimensioneringen.

Tracéet fra bygherres udbud er vist nedenfor sammen med de udførte geotekniske og miljøtekniske borer. Tværsnit af højvandsmuren fremgår af PDF'en " 1311900146_S7".



2. Designgrundlag

2.1 Konsekvensklasse

Der regnes med middel konsekvensklasse, CC2, og normal kontrolklasse.

2.2 Geometri

Muren udføres med flg. geometri:

- Topkote: +2,40 m
- Terræn: Varierer fra kote ca. +1,49 m til +2,56 m
Beregningsmæssigt anvendes konservativt kote +1,49 m
- Bundkote: Min. 30 cm ned i moræneler, dvs. ca. kote -0,70 m
- Tykkelse: 300 mm
- Vandspejl ved stormflod iht. afsnit 2.4.2
- Grundvandsspejl iht. afsnit 2.3.5

Topkoten er i dimensioneringen valgt med overhøjde, så evt. bølgeskvulp undgås.

Ved etablering af muren i 2020 kan det overvejes at udføre topkoten lavere, så muren bliver så lav som muligt. Dog vil muren med udgangspunkt i de nuværende terrænkoter have en fri højde på maks. 0,90 m, hvilket ikke anses for værende anseeligt.

2.3 Geoteknik

Der foreligger geotekniske rapport: "Bogense. Stegøvej m.fl. – Geoteknisk rapport no. 7 – Delstrækning 7 – Geoteknisk rapport for renovering/udbygning af dige." af 28-02-2020 udført af GeoSyd.

Det ses ikke umiddelbart, hvilken boring der er dimensionsgivende. Dog vurderes borerne at være så ensartede, at der i skitseprojektet alene undersøges én boring. I detailprojektet undersøges samtlige borer. Skitseprojektet tager udgangspunkt i boring G13, hvor moræneleret er truffet i dybeste kote.

2.3.1 Boring G13

Jordart	Kote	c_{uk} [kN/m ²]	c'_k [kN/m ²]	ϕ_k [°]	γ/γ_m [kN/m ³]	k [m/dag]
Fyld: Muld	+2,60	-	-	30*1	18/20*1	0,0864
Sand	+0,20	-	-	34	18/20	40
Moræneler	-0,40	110	11	28	21/21	0,00864
Moræneler	-2,40	200	20	28	21/21	0,00864

*1) Parameter fremgår ikke af den geotekniske rapport. Skønnet på basis af erfaringsmæssige værdier.

2.3.2 Boring G14

Jordart	Kote	c_{uk} [kN/m ²]	c'_k [kN/m ²]	ϕ_k [°]	γ/γ_m [kN/m ³]	k [m/dag]
Fyld: Sand	+1,35	-	-	32*1	18/20*1	40
Fyld: Ler	+0,65	0	0	25/0*1+2	19/19*1	0,00864
Sand	-0,05	-	-	34	18/20	40
Moræneler	-0,25	110	11	28	21/21	0,00864
Moræneler	-1,65	200	20	28	21/21	0,00864
Moræneler	-2,75	70	7	28	21/21	0,00864

*1) Parameter fremgår ikke af den geotekniske rapport. Skønnet på basis af erfaringsmæssige værdier.

*2) Høj værdi ved aktivt jordtryk – ellers 0°

2.3.3 Boring G15

Jordart	Kote	c_{uk} [kN/m ²]	c'_k [kN/m ²]	ϕ_k [°]	γ/γ_m [kN/m ³]
Fyld: Sand	+1,95	-	-	32*1	18/20*1
Fyld: Moræneler	+1,20	0	0	25*1	21/21*1
Sand	+0,85	-	-	34	18/20
Moræneler	-0,30	90	9	28	21/21
Moræneler	-1,95	200	20	28	21/21
Moræneler	-2,45	100	10	28	21/21

*1) Parameter fremgår ikke af den geotekniske rapport. Skønnet på basis af erfaringsmæssige værdier.

2.3.4 Boring G16

Jordart	Kote	c_{uk} [kN/m ²]	c'_k [kN/m ²]	ϕ_k [°]	γ/γ_m [kN/m ³]
Fyld: Muld	+1,65	-	-	30*1	18/20*1
Fyld: Ler	+0,55	0	0	25/0*1+2	19/19*1
Moræneler	-0,20	110	11	28	21/21
Moræneler	-1,95	200	20	28	21/21
Sand	-2,65	-	-	34	18/20

*1) Parameter fremgår ikke af den geotekniske rapport. Skønnet på basis af erfaringsmæssige værdier.

*2) Høj værdi ved aktivt jordtryk – ellers 0°

2.3.5 Grundvandsspejl

Grundvandsspejlet varierer fra kote +0,40 m til +1,50 m i borerne. Der regnes konservativt med flg. grundvandsspejl:

- Stabilitetsberegning: +1,50 m (stage LB/UB-stab)
- Tværsnitsundersøgelse: +0,40 m (stage LB/UB-snit)

2.4 Belastning

2.4.1 Overfladelast

I en højvandssituation vil der alene være overfladelast på bagsiden af muren. Overfladelasten virker til gunst, hvorfor der ses bort fra denne.

2.4.2 Vandtryk

I 2070 regnes der med vandstand i kote +2,18 m. Der vil ikke være nævneværdige bølger inde ved muren, hvorfor disse ikke direkte tages i regning. Vandspejlet sættes dog til kote +2,30 m som sikkerhedstillæg for evt. bølgepåvirkning.

2.5 Levetid

Højvandsmuren dimensioneres for en levetid på 50 år.

3. Stabilitetsundersøgelse

Stabilitetsundersøgelsen gennemføres i OptumG2.

3.1 Beregningsfiler

Beskrivelse	Filnavn
Delstrækning 7 - Højvandsmur med geoteknik som boring G13	D7 (G13)

3.2 Stages

Alle tilfælde analyseres vha. "lower bound" metoden (herefter LB), hvilket er konservativt, og "upper bound" metoden (herefter UB), hvilket er til den usikre side. Herefter anvendes middelværdien.

Stage navn	Analysis	Reduce strength in	Element type	Safety
LB-stab	Strength Reduction	Solids	LB	User 1
UB-stab	Strength Reduction	Solids	UB	User 1

3.3 Hovedresultater

Hovedresultater fra Optum vedr. stabilitet:

Geoteknik boring	Strength reduction factor LB	Strength reduction factor UB	Strength reduction factor MEAN
G13	1,509	1,693	1,601

Konstruktionen er stabil ved en faktor på 1,00 – dog tilsigtes ingen faktorer på under 1,05.

4. Tværsnitsundersøgelse

Snitkræfterne bestemmes vha. OptumG2.

4.1 Stages

Alle tilfælde analyseres vha. "lower bound" metoden (herefter LB), hvilket er konservativt, og "upper bound" metoden (herefter UB), hvilket er til den usikre side. Herefter anvendes middelværdien.

Stage navn	Analysis	Reduce strength in	Element type	Safety
LB-snit	Strength Reduction	Solids	LB	User 1
UB-snit	Strength Reduction	Solids	UB	User 1

4.2 Hovedresultater

Hovedresultater fra Optum vedr. regningsmæssigt maxmoment:

Geoteknik boring	Maxmoment [kNm/m] LB	Maxmoment [kNm/m] UB	Maxmoment [kNm/m] MEAN
G13	5,4	5,7	5,55

Maxmoment for tværsnitsundersøgelse: **5,7 kNm/m**

Der vælges konservativt maks. af LB og UB – ikke MEAN.

BOGENSE DIGER - DELSTRÆKNING 7

Tværnsnitsundersøgelse

Stabiliteten og snitkræfterne i støttevæggen er undersøgt i Optum. I nærværende dokument undersøges tværsnittet.

Laster

Maxmoment, væg

$$M_{Ed} := 5.7 \frac{\text{kNm}}{\text{m}}$$

Materialeparametre

Stålstyrke, armering

$$f_{yk} := 550 \text{ MPa}$$

$$\gamma_s := 1.20$$

$$f_{yd} := \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 458 \text{ MPa}$$

Betontrykstyrke

$$f_{ck} := 40 \text{ MPa}$$

$$\gamma_c := 1.45$$

$$f_{cd} := \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 28 \text{ MPa}$$

Betonens middeltækstyrke

$$f_{ctm} := 3.5 \text{ MPa}$$

Geometri

Tværnsnitstykkelse, væg

$$t := 300 \text{ mm}$$

Dæklagstykkelse

$$c_1 := 40 \text{ mm}$$

Tværnsnitsundersøgelse

Valgt armering

$$Y := 12 \text{ mm} \quad \text{pr.} \quad cc := 150 \text{ mm}$$

Armeringsareal

$$A_s := 754 \frac{\text{mm}^2}{\text{m}}$$

Nytteøjde

$$d := t - c_1 - \frac{Y}{2} = 254 \text{ mm}$$

Armeringsgrad

$$\omega := \frac{A_s \cdot f_{yd}}{d \cdot f_{cd}} = 0.0493$$

$$\mu := \omega \cdot (1 - 0.5 \cdot \omega) = 0.0481$$

Minimumsarmering

$$\omega_{\min} := 0.20 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot \frac{f_{yd}}{f_{cd}} \cdot \frac{t}{d} = 0.0250$$

$$\text{if}(\omega \geq \omega_{\min}, \text{"OK"}, \text{"Minimumsarmering ikke overholdt"}) = \text{"OK"}$$

Momentbæreevne

$$M_{Rd} := \mu \cdot d^2 \cdot f_{cd} = 86 \cdot \frac{\text{kNm}}{\text{m}}$$

Udnyttelsesgrad

$$UF := \frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} = 7. \%$$

Trods den lave udnyttelsesgrad anvendes der erfaringsmæssigt ikke mindre end den valgte armering i vandbygningskonstruktioner.