

Appendix 3

Projekt navn	Nordfyns Kom - Bogense Kystbeskyttelse og klimatilpasning
Kunde	Nordfyns Kommune
Projektleder	CMER
Projekt nummer	1311900146
Dokument ID	Skitseprojekt – Delstrækning 3
Udarbejdet af	MASV
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.	Dimensionering af stenskråning	3

1. Indledning

På delstrækning 3 udføres der erosionssikring. Der etableres en stenskråning med hældning 1:4,5.

Der er ikke udført geotekniskeboringer på denne strækning, hvorfor der ikke regnes stabilitet, understrømning og sætninger.

Med udgangspunkt i Danmarks Digitale Højdemodel fra 2015 er geometrien af det eksisterende dige indtegnet i programmet Optum G2.

I dette dokument dimensioneres stenskråningen herunder størrelse på dæksten, filtersten samt fodsikring.

Tværsnit af de eksisterende- samt fremtidige diger fremgår af PDF'en " 1311900146_S3".

2. Designgrundlag

2.1 Konsekvensklasse

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

2.2 Geometri

Diget udføres med flg. geometri:

- | | |
|-------------------------------------|--|
| - Eksist. topkote: | Vest: +3,30 m (middel)
Midt: +4,10 m (middel)
Øst: + 4,25 m (middel) |
| - Fremtidig topkote (stenskråning): | Vest: +3,50 m
Midt: +3,10 m
Øst: +3,25 m |
| - Hældning forside: | 1:4.5 |
| - Vandspejl ved stormflod: | 2,18 m |

Topkoten er fastlagt på baggrund af opskylsskemaet udarbejdet af TT. Der er ikke indregnet tillæg til den angivne opskylskote.

Der er lavet 3 tværsnit med udgangspunkt i Danmarks Digitale Højdemodel fra 2015. De tre tværsnit er repræsentativ for henholdsvis den vestlige-, midterste- og østlige del af delstrækning 3.

2.3 Geoteknik

Der foreligger ingen geoteknisk rapport for denne delstrækning.

3. Dimensionering af stenskråning

KYSTSIKRING AF STRÆKNING 3 - VEST

KYSTSIKRING IFT. BØLGEOPSKYL

Litteratur: [RM] Rock Manual (2. udg., 2007)

På strækning 3 vest udføres der erosionssikring af den eksisterende skråning/skrænt. Dimensionering af stenskråningen tager udgangspunkt i det eksisterende terræn (Der er anvendt Danmarks Højdemodel fra 2015) samt de analyserede bølgeforhold (år 2070). Det er forsøgt at tilpasse den nye stenskråning med den eksisterende skråning/skrænt for at begrænse mængden af materialer til tilpasning og regulering af den eksisterende skrænt.

Indgangsparametre

Kystsikringens hældning	$\alpha := \text{atan}\left(\frac{1}{4.5}\right) = 12.53 \text{ deg}$	
Signifikant bølgehøjde (år 2070)	$H_s := 1.2 \text{ m}$	jf. opskylsskema fra TT
Bølgeperiode (år 2070)	$T_p := 6.0 \text{ s}$	jf. opskylsskema fra TT
Opskylskote (år 2070)	$K_t := 3.5 \text{ m}$	jf. opskylsskema fra TT

Stenstørrelser i dæklag

Hudsons formel anvendes til bestemmelse af stenstørrelser i dæklaget.

Rumvægt af dæksten	$\rho_r := 2.65 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3}$
Rumvægt af vand	$\rho_w := 1.03 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3}$
Stabilitetsfaktor iht. [RM]	$K_D := 3.5$
Middelvægt af dæksten	$W_{50} := \frac{\rho_r \cdot H_s^3}{K_D \cdot \left(\frac{\rho_r}{\rho_w} - 1\right)^3 \cdot \cot(\alpha)} = 74.73 \cdot \text{kg}$

Fraktion vælges som standardfraktioner iht. DS/EN 13383

Middelfraktion, vægt	$W_{\text{dæk.50.min}} := 80 \text{ kg}$	$W_{\text{dæk.50.maks}} := 120 \text{ kg}$
	$W_{\text{dæk.50}} := \text{mean}(W_{\text{dæk.50.min}}, W_{\text{dæk.50.maks}}) = 100.00 \text{ kg}$	
Middelfraktion, dimension	$d_{\text{dæk.50}} := 0.35 \text{ m}$	
Totalfraktion, vægt	$W_{\text{dæk.15}} := 40 \text{ kg}$	$W_{\text{dæk.85}} := 200 \text{ kg}$
Totalfraktion, dimension	$d_{\text{dæk.15}} := 0.25 \text{ m}$	$d_{\text{dæk.85}} := 0.43 \text{ m}$

Stenstørrelser i filterlag

Filterlagets stenstørrelser bestemmes vha. filterkriterierne iht. Thompson & Shuttler (1976).

$$\text{Mindste dimensioner iht. filterkriterier} \quad d_{85} := \frac{d_{\text{dæk.15}}}{4} = 0.06 \text{ m} \quad d_{50} := \frac{d_{\text{dæk.50}}}{7} = 0.05 \text{ m} \quad d_{15} := \frac{d_{\text{dæk.15}}}{7} = 0.04 \text{ m}$$

Der vælges håndsten med fraktion 70-200 mm.

Middelfraktion, dimension $d_{f.50} := 0.135 \text{ m}$

Totalfraktion, dimension $d_{f.15} := 0.07 \text{ m}$ $d_{f.85} := 0.2 \text{ m}$

Kontrol af filterkriterier for valgt fraktion

$$f_{85} := \text{if} \left(\frac{d_{\text{dæk.15}}}{d_{f.85}} \leq 4, \text{"ok"}, \text{"for små"} \right) = \text{"ok"}$$

$$f_{50} := \text{if} \left(\frac{d_{\text{dæk.50}}}{d_{f.50}} \leq 7, \text{"ok"}, \text{"for små"} \right) = \text{"ok"}$$

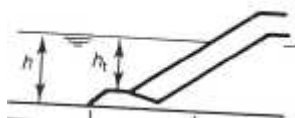
$$f_{15} := \text{if} \left(\frac{d_{\text{dæk.15}}}{d_{f.15}} \leq 7, \text{"ok"}, \text{"for små"} \right) = \text{"ok"}$$

Den valgte fraktion overholder filterkriterierne jf. ovenstående. Filterstenene udlægges med en lagtykkelse på 300 mm

Fodsikring

Fodsikringen dimensioneres i henhold til afsnit 5.2.2.9 i [RM]

Fodsikringen etableres med en længde på 3 meter. Vandspejlet er placeret i kote +2,18 m (år 2070)



Højde af fod $h_f := 0.30 \text{ m}$

Vanddybde ved siden af fod ved designdybden $h := 2.55 \text{ m}$ Opmålt i Auto cad-fil

Vanddybde over fod ved designdybden $h_t := h - h_f = 2.25 \text{ m}$

Forhold mellem h_t og h $\frac{h_t}{h} = 0.88$

$$\Delta := \frac{\rho_r}{\rho_w} - 1 = 1.57$$

Stabilitetsforhold iht. RM
Figur 5.73

$S_f := 6.7$ (H.s/ Δ .u50 jf. [RM])

$$D_{u50} := \frac{H_s}{\Delta \cdot S_f} = 0.11 \text{ m}$$

$$M_{50} := D_{u50}^3 \cdot \rho_r = 3.91 \text{ kg}$$

Der vælges samme fraktion som filterstenene 70mm-200mm (2-15 kg) med en lagtykkelse på 300 mm

KYSTSIKRING AF STRÆKNING 3 - MIDT

KYSTSIKRING IFT. BØLGEOPSKYL

Litteratur: [RM] Rock Manual (2. udg., 2007)

På strækning 3 midt udføres der erosionssikring af den eksisterende skråning/skrænt. Dimensionering af stenskråningen tager udgangspunkt i det eksisterende terræn (Der er anvendt Danmarks Højdemodel fra 2015) samt de analyserede bølgeforhold (år 2070). Det er forsøgt at tilpasse den nye stenskråning med den eksisterende skråning/skrænt for at begrænse mængden af materialer til tilpasning og regulering af den eksisterende skrænt.

Indgangsparametre

Kystsikringens hældning	$\alpha := \text{atan}\left(\frac{1}{4.5}\right) = 12.53 \text{ deg}$	
Signifikant bølgehøjde (år 2070)	$H_S := 0.6 \text{ m}$	jf. opskylsskema fra TT
Bølgeperiode (år 2070)	$T_P := 5.8 \text{ s}$	jf. opskylsskema fra TT
Opskylskote (år 2070)	$K_t := 3.06 \text{ m}$	jf. opskylsskema fra TT

Stenstørrelser i dæklag

Hudsons formel anvendes til bestemmelse af stenstørrelser i dæklaget.

Rumvægt af dæksten	$\rho_r := 2.65 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3}$
Rumvægt af vand	$\rho_w := 1.03 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3}$
Stabilitetsfaktor iht. [RM]	$K_D := 3.5$
Middelvægt af dæksten	$W_{50} := \frac{\rho_r \cdot H_S^3}{K_D \cdot \left(\frac{\rho_r}{\rho_w} - 1\right)^3 \cdot \cot(\alpha)} = 9.34 \text{ kg}$

Fraktion vælges som standardfraktioner iht. DS/EN 13383

Middelfraktion, vægt	$W_{\text{dæk.50.min}} := 20 \text{ kg}$	$W_{\text{dæk.50.maks}} := 35 \text{ kg}$
	$W_{\text{dæk.50}} := \text{mean}(W_{\text{dæk.50.min}}, W_{\text{dæk.50.maks}}) = 27.50 \text{ kg}$	
Middelfraktion, dimension	$d_{\text{dæk.50}} := 0.22 \text{ m}$	
Totalfraktion, vægt	$W_{\text{dæk.15}} := 10 \text{ kg}$	$W_{\text{dæk.85}} := 60 \text{ kg}$
Totalfraktion, dimension	$d_{\text{dæk.15}} := 0.16 \text{ m}$	$d_{\text{dæk.85}} := 0.28 \text{ m}$

Stenstørrelser i filterlag

Filterlagets stenstørrelser bestemmes vha. filterkriterierne iht. Thompson & Shuttler (1976).

$$\text{Mindste dimensioner iht. filterkriterier} \quad d_{85} := \frac{d_{dæk.15}}{4} = 0.04 \text{ m} \quad d_{50} := \frac{d_{dæk.50}}{7} = 0.03 \text{ m} \quad d_{15} := \frac{d_{dæk.15}}{7} = 0.02 \text{ m}$$

Der vælges håndsten med fraktion 70-200 mm.

Middelfraktion, dimension $d_{f.50} := 0.135 \text{ m}$

Totalfraktion, dimension $d_{f.15} := 0.07 \text{ m}$ $d_{f.85} := 0.2 \text{ m}$

Kontrol af filterkriterier for valgt fraktion $f_{85} := \text{if} \left(\frac{d_{dæk.15}}{d_{f.85}} \leq 4, \text{"ok"}, \text{"for små"} \right) = \text{"ok"}$

$$f_{50} := \text{if} \left(\frac{d_{dæk.50}}{d_{f.50}} \leq 7, \text{"ok"}, \text{"for små"} \right) = \text{"ok"}$$

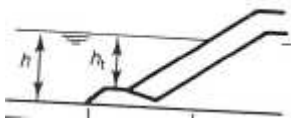
$$f_{15} := \text{if} \left(\frac{d_{dæk.15}}{d_{f.15}} \leq 7, \text{"ok"}, \text{"for små"} \right) = \text{"ok"}$$

Den valgte fraktion overholder filterkriterierne jf. ovenstående. Filterstenene udlægges med en lagtykkelse på 300 mm

Fodsikring

Fodsikringen dimensioneres i henhold til afsnit 5.2.2.9 i [RM]

Fodsikringen etableres med en længde på 3 meter. Vandspejlet er placeret i +2,18 m (år 2070)



Højde af fod $h_f := 0.30 \text{ m}$

Vanddybde ved siden af fod ved designdybden $h := 1.88 \text{ m}$ Opmålt i Auto cad

Vanddybde over fod ved designdybden $h_t := h - h_f = 1.58 \text{ m}$

Forhold mellem h_t og h $\frac{h_t}{h} = 0.84$

$$\Delta := \frac{\rho_r}{\rho_w} - 1 = 1.57$$

Stabilitetsforhold iht. RM Figur 5.73 $S_f := 6.7$ (H.s/ Δ D.u50 jf. [RM])

$$D_{u50} := \frac{H_s}{\Delta \cdot S_f} = 0.06 \text{ m}$$

$$M_{50} := D_{u50}^3 \cdot \rho_r = 0.49 \text{ kg}$$

Der vælges samme fraktion som filterstenene 70mm-200mm (2-15 kg) med en lagtykkelse på 300 mm

KYSTSIKRING AF STRÆKNING 3 - ØST

KYSTSIKRING IFT. BØLGEOPSKYL

Litteratur: [RM] Rock Manual (2. udg., 2007)

På strækning 3 øst udføres der erosionssikring af den eksisterende skråning/skrænt. Dimensionering af stenskråningen tager udgangspunkt i det eksisterende terræn (Der er anvendt Danmarks Højdemodel fra 2015) samt de analyserede bølgeforhold (år 2070). Det er forsøgt at tilpasse den nye stenskråning med den eksisterende skråning/skrænt for at begrænse mængden af materialer til tilpasning og regulering af den eksisterende skrænt.

Indgangsparametre

Kystsikringens hældning	$\alpha := \text{atan}\left(\frac{1}{4.5}\right) = 12.53\text{-deg}$	
Signifikant bølgehøjde (år 2070)	$H_S := 0.9\text{m}$	jf. opskylsskema fra TT
Bølgeperiode (år 2070)	$T_p := 5.6\text{s}$	jf. opskylsskema fra TT
Opskylskote (år 2070)	$K_t := 3.23\text{m}$	jf. opskylsskema fra TT

Stenstørrelser i dæklag

Hudsons formel anvendes til bestemmelse af stenstørrelser i dæklaget.

Rumvægt af dæksten	$\rho_r := 2.65 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3}$
Rumvægt af vand	$\rho_w := 1.03 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3}$
Stabilitetsfaktor iht. [RM]	$K_D := 3.5$
Middelvægt af dæksten	$W_{50} := \frac{\rho_r \cdot H_S^3}{K_D \cdot \left(\frac{\rho_r}{\rho_w} - 1\right)^3 \cdot \cot(\alpha)} = 31.53 \cdot \text{kg}$

Fraktion vælges som standardfraktioner
iht. DS/EN 13383

Middelfraktion, vægt	$W_{\text{dæk.50.min}} := 20\text{kg}$	$W_{\text{dæk.50.maks}} := 35\text{kg}$
	$W_{\text{dæk.50}} := \text{mean}(W_{\text{dæk.50.min}}, W_{\text{dæk.50.maks}}) = 27.50\text{kg}$	
Middelfraktion, dimension	$d_{\text{dæk.50}} := 0.22\text{m}$	
Totalfraktion, vægt	$W_{\text{dæk.15}} := 10\text{kg}$	$W_{\text{dæk.85}} := 60\text{kg}$
Totalfraktion, dimension	$d_{\text{dæk.15}} := 0.16\text{m}$	$d_{\text{dæk.85}} := 0.28\text{m}$

Stenstørrelser i filterlag

Filterlagets stenstørrelser bestemmes vha. filterkriterierne iht. Thompson & Shuttler (1976).

$$\text{Mindste dimensioner iht. filterkriterier} \quad d_{85} := \frac{d_{\text{dæk.15}}}{4} = 0.04 \text{ m} \quad d_{50} := \frac{d_{\text{dæk.50}}}{7} = 0.03 \text{ m} \quad d_{15} := \frac{d_{\text{dæk.15}}}{7} = 0.02 \text{ m}$$

Der vælges håndsten med fraktion 70-200 mm.

Middelfraktion, dimension $d_{f.50} := 0.135 \text{ m}$

Totalfraktion, dimension $d_{f.15} := 0.07 \text{ m}$ $d_{f.85} := 0.2 \text{ m}$

Kontrol af filterkriterier for valgt fraktion $f_{85} := \text{if} \left(\frac{d_{\text{dæk.15}}}{d_{f.85}} \leq 4, \text{"ok"}, \text{"for små"} \right) = \text{"ok"}$

$$f_{50} := \text{if} \left(\frac{d_{\text{dæk.50}}}{d_{f.50}} \leq 7, \text{"ok"}, \text{"for små"} \right) = \text{"ok"}$$

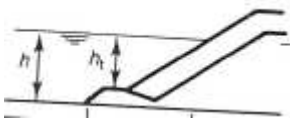
$$f_{15} := \text{if} \left(\frac{d_{\text{dæk.15}}}{d_{f.15}} \leq 7, \text{"ok"}, \text{"for små"} \right) = \text{"ok"}$$

Den valgte fraktion overholder filterkriterierne jf. ovenstående. Filterstenene udlægges med en lagtykkelse på 300 mm

Fodsikring

Fodsikringen dimensioneres i henhold til afsnit 5.2.2.9 i [RM]

Fodsirkingen etableres med en længde på 3 meter. Vandspejlet er placeret i kote +2,18 m (år 2070)



Højde af fod $h_f := 0.30 \text{ m}$

Vanddybde ved siden af fod ved designdybden $h := 1.76 \text{ m}$ Opmålt i Auto cad

Vanddybde over fod ved designdybden $h_t := h - h_f = 1.46 \text{ m}$

Forhold mellem h_t og h $\frac{h_t}{h} = 0.83$

$$\Delta := \frac{\rho_r}{\rho_w} - 1 = 1.57$$

Stabilitetsforhold iht. RM
Figur 5.73

$S_f := 6.6$ (H.s/ $\Delta \cdot u_{50}$ jf. [RM])

$$D_{u50} := \frac{H_s}{\Delta \cdot S_f} = 0.09 \text{ m}$$

$$M_{50} := D_{u50}^3 \cdot \rho_r = 1.73 \text{ kg}$$

Der vælges samme fraktion som filterstenene 70mm-200mm (2-15 kg) med en lagtykkelse på 300 mm