

Notat vedr. kystbeskyttelse Helligsø Drag

Juli
2020



Projektstrækning

Indholdsfortegnelse

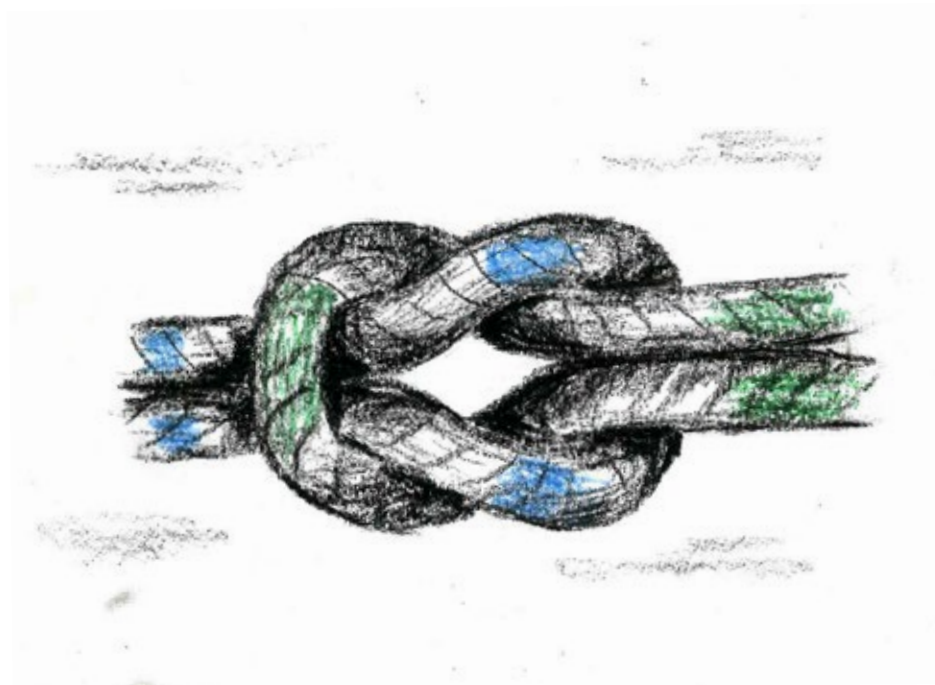
1. Indledning	3
2. Erosionsanalyse	4-7
3. Vurdering af eksisterende stenkastning	8
4. Risiko for oversvømmelse ved Hættemåge vej-området	9
5. Anbefaling af etapeinddeling	10-11
6. Foreslåede konstruktioner	13-15
7. Kystbeskyttelseseffekt	16-17

Bilag

Bilag 1 fotos fra projektstrækning

Bilag 2 Dimensioneringsforudsætninger for stenkastning

Bilag 3 Dimensioneringsforudsætninger for betontrappe



1. Indledning

Nærværende notat en belyser behovet for yderligere kystbeskyttelse ved Helligsø drag samt anviser løsningsforslag. Notat giver desuden en afklaring af, i hvilken rækkefølge evt. yderligere kystbeskyttelse af Helligsø Draget sommerhusområde skal foretages.

Udarbejdelse af notat er sket efter aftale med grund-ejerforeningens bestyrelse.

Projektstrækningen fremgår af figuren på notatets forside.

I forebindelse med udarbejdelse af notat er der desuden blevet udarbejdet et skitseforslag til en stenkastningskonstruktion og betontrappe (A1 Consult, rådgivende ingeniørfirma).

Ud fra analyse af erosion og besigtigelse af strækningen samt vurdering af oversvømmelsesrisikoen er der lavet en etape-inddeling med prioritering af etableringstrækninger inden for hver etape.

Til sidst i notatet er kystbeskyttelseseffekten af etableringen af stenkastningen belyst.



Henrik Steinecke Nielsen

Kyst-havneviden

2. Erosionsanalyse

Analysen af erosion viser, at der ud for projektstrækningen er behov for kystbeskyttelse. Analysen viser, at der både er en akut og kronisk erosion ud for projektstrækningen. Af Kystdirektoratets kystatlas fremgår, at der er en stor kronisk erosion samt en lille akut erosion.

2.1 Kronisk erosion

Analysen af erosion på strækningen er foretaget ud fra Kystdirektoratets kystplanlægningsværktøj, der viser kystlinjetilbagerykningen imellem 1882 og 2005 samt ortofoto analyse imellem 1999 og 2019, jf. figur nr. 3 og 7.

Den årlige erosionsrate imellem 1882 og 2005 er ud fra analysen 0,58 m i gennemsnit pr år ud for projektstrækningen.

Den årlige erosionsrate ud fra ortofoto analyse imellem 1999 og 2019 varierer imellem 0,21 m og 1,33 m pr. år og med en gennemsnitlig erosionsrate på 0,89 m for den samlede kyststrækning.

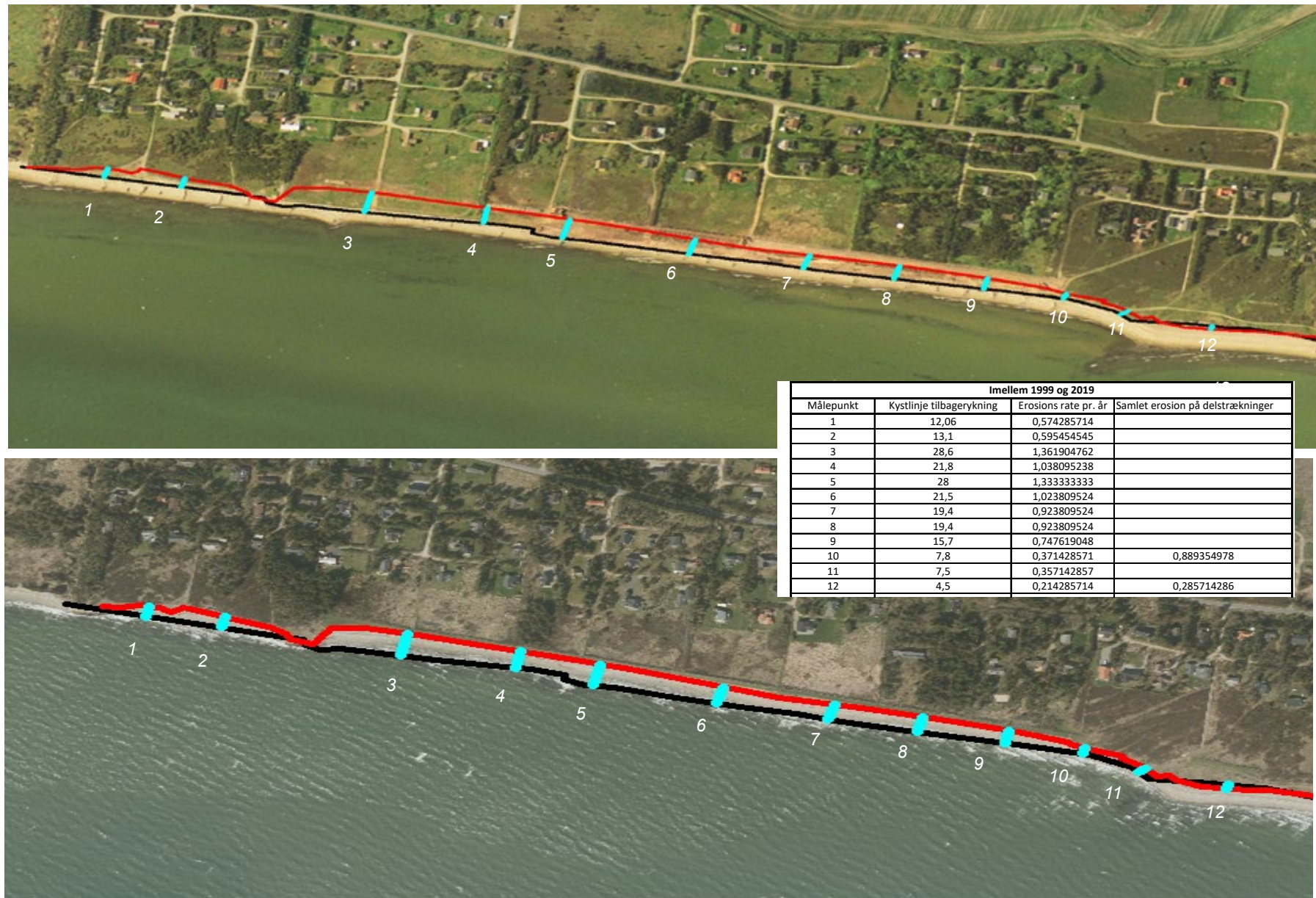
Se også afsnit 7.



Figur nr. 1 viser kystlinjetilbagerykningen imellem 1882 og 2005 ud for projektstrækning (blå streg) og naboarealer i sommerhusområdet ved Helligsø Drag

Imellem 1882 og 2005			
Målepunkt	Kystlinje tilbagerykning	Erosions rate pr. år	Samlet erosion på delstrækninger
1	69,13	0,55304	
2	71,32	0,57056	
3	62,08	0,49664	
4	66,69	0,53352	
5	67	0,536	
6	73	0,584	
7	82,26	0,65808	
8	94,6	0,7568	0,58608
9	72,69	0,58152	
10	79,53	0,63624	
11	79,32	0,63456	
12	77,01	0,61608	
13	71,2	0,5696	
14	67,79	0,54232	
15	75,5	0,604	
16	59,74	0,47792	
17	76,8	0,6144	
18	73	0,584	0,586064

Figur nr. 2 viser den målte erosionsrate imellem 1882 og 2005 ud fra målingslinjerne på figur nr. 1



Figur nr. 3 viser erosion på strækningen, sort er kystkræntlinjen i 1999 og rød kystkræntlinjen i 2019.

2.2 Akut erosion

Figur nr. 4 viser strækning med akut erosion. Bestemmelse af strækninger, der pt. er udsat for akut erosion er bestemt ud fra besigtigelse af strækning og fotos fra strækningen. I figur nr. 5 er der en henvisning til fotos i bilag, hvor der er akut erosion.

2.3 Sammenligning med erosionsrate på nabostrækning (Ydby Drag)

Af erosionsanalysen ses der en effekt af høfderne på nabostrækningen. I forhold til erosionsraterne imellem 1882 og 2005 er der imellem 1999 og 2019 på kyststrækningen ud for Ydby Drag sket en reduktion (ca 60 % ud fra gennemsnitsberegning). Derimod er der på stækningen (uden høfder) ved Helligsø Drag sket en stigning i erosionsraterne imellem 1999 og 2019 sammenlignet med erosionsraterne imellem 1882 og 2005 (ca. 50 % ud fra gennemsnitsberegning) jf figur nr. 2,6 og 7.



Figur nr. 4 viser strækninger med akut erosion

Strækning	Foto nr. i bilag
1	3-4
2	5-6
3	7-8
4	10-13

Figur nr. 5 med henvisning til fotobilag for strækningerne, hvor der er akut erosion



Figur nr. 6 viser kystudvikling imellem 1999 (sort) og 2019 (rød) på ortofoto fra 2019. Blå steg viser projektstrækning

Imellem 1999 og 2019			
Målepunkt	Kystlinje tilbagerykning	Erosions rate pr. år	Samlet erosion på delstrækninger
1	12,06	0,574285714	
2	13,1	0,595454545	
3	28,6	1,361904762	
4	21,8	1,038095238	
5	28	1,333333333	
6	21,5	1,023809524	
7	19,4	0,923809524	
8	19,4	0,923809524	
9	15,7	0,747619048	
10	7,8	0,371428571	0,889354978
11	7,5	0,357142857	
12	4,5	0,214285714	0,285714286
13	4,5	0,214285714	
14	2	0,095238095	
15	2,4	0,114285714	
16	4,5	0,214285714	0,141269841
17	5,1	0,242857143	
18	5,4	0,257142857	
19	6,9	0,328571429	0,276190476
20	3,8	0,180952381	
21	2,4	0,114285714	
22	5,8	0,276190476	
23	4,6	0,219047619	
24	4,8	0,228571429	
25	3,7	0,176190476	0,199206349
26	1,7	0,080952381	
27	6,8	0,323809524	
28	12,1	0,576190476	0,326984127

Figur nr. 7 viser den målte erosionrate imellem 1999 og 2019 ud fra målingslinjerne på figur nr. 6

3. Vurdering af eksisterende stenkastninger

Eksisterende stenkastning fremgår af figur nr. 8. Vurdering af stenkastning med henvisning til fotos af stenkastningen fremgår af figur. nr. 9. Konklusionen af vurderinger er, at stenkastningerne på strækningerne 2,3 og 5 bør ligges om.



Figur nr. 8 viser eksisterende stenkastninger på strækningen

Strækning	Foto i bilag	Stenstørrelse	Beregnet anbefalet stenstørrelse	Vurdering
1	15,16	40-70 cm	30 - 100 cm	Stenkastning ok
2	17,18	Øverst 10-25 Nederst 50-70	30 - 100 cm	Ikke to dækstenslag, fiberdug synlig, for små sten øverst. Bør lægges om
3	19,20	10-25 cm	30 - 100 cm	Ikke to dækstenslag, for små sten. Bør lægges om
4	21,22	40-70 cm	30 - 100 cm	Stenkastning ok
5	23,24	Øverst 20-40 Nederst 50-70	30 - 100 cm	Ikke to dækstenslag, fiberdug synlig, for små sten øverst. Bør lægges om

Figur nr. 9 viser vurdering af eksisterende stenkastninger på strækningen

4. Risiko for oversvømmelse ved Hættemågevej-området

4.1 Sikkerhedsniveau

Sikkerhedsniveau til vurdering af oversvømmelsesrisiko

- 50 års hændelse i højvandsstatistik for Lemvig plus usikkerhed $(1,92 + 0,0692) = 1,99$ m
- Tillæg for vandstandsstigninger (middelscenarie) år (2070) = 0,25 m
- Reduktion for landhævninger over 50 år (1mm per år) = 5 cm

Sikkerhedsniveau samlet 2,2 m over dvr90

4.2 Risiko for oversvømmelse

4.2.1 Risiko i dag

Ved en vandstand på 2,0 m over dvr90 ses der ikke oversvømmet areal som følge af vandstanden, jf. figur nr. 10. Oversvømmelse som følge af bølgeoverskyl fra den sydvendte strand vurderes at kunne være en sandsynlig hændelse ved en lang kraftig storm. Således er der lavet en modelberegning af Rambøll i 2004 der viser, at en 10 års storm vil give en bølgehøjde på 0,9 m ud for Helligsø Drag, hvilket vil give en bølgeoverskyl på ca. 20 cm.

Fra område i vest ses ingen risiko for oversvømmelse ved denne vandstand. Bølgepåvirkning fra vest vurderes mindre pga. forlandet, og det vil derved ikke udgøre en større risiko for oversvømmelse pt.

4.2.2 Risiko fremadrettet

Ved en vandstand på 2,2 over dvr90 ses risiko for oversvømmelse både fra syd og vest, jf. figur nr. 11.



Figur nr. 10 viser oversvømmet areal ved en vandstand på 2,0 m over dvr90



Figur nr. 11 viser oversvømmet areal ved en vandstand på 2,2 m over dvr90

5. Anbefaling af etapeinddeling

Ud fra erosionsanalysen og risiko for oversvømmelse jf også figur nr. 12 og 13, er der lavet følgende etape inddeling jf. figur nr. 14. Inden for hver etape, er der også fortaget en prioritering, jf. nummerering.

5.1 Etape 1

1. 185 m stenkastrning ifh til dimensioneret stenkastrning jf. afsnit nr. 6.
2. ca. 162 m stenkastrning ifh til dimensioneret stenkastrning jf. afsnit nr. 6.
3. ca 89 m stenkastrning ifh til dimensioneret stenkastrning jf. afsnit 6.
4. Omlægning af 115 m stenkastrning ifh. til dimensioneret stenkastrning jf. afsnit nr. 6.
5. ca. 110 m stenkastrning ifh til dimensioneret stenkastrning jf. afsnit nr. 6.

5.2 Etape 2

Alternativ 1

6a. ca. 287 meter dige etableret til kote 2,6 m over dvr90 jf afsnit 5. ca. 240 m stenkastrning ifh til dimensioneret stenkastrning men tilpasset terræn. Høfdekonstruktioner fjernes.

Alternativ 2

6b. 268 meter dige etableret til kote 2,6 m over dvr90 jf afsnit 5. 166 m stenkastrning ifh til dimensioneret stenkastrning.

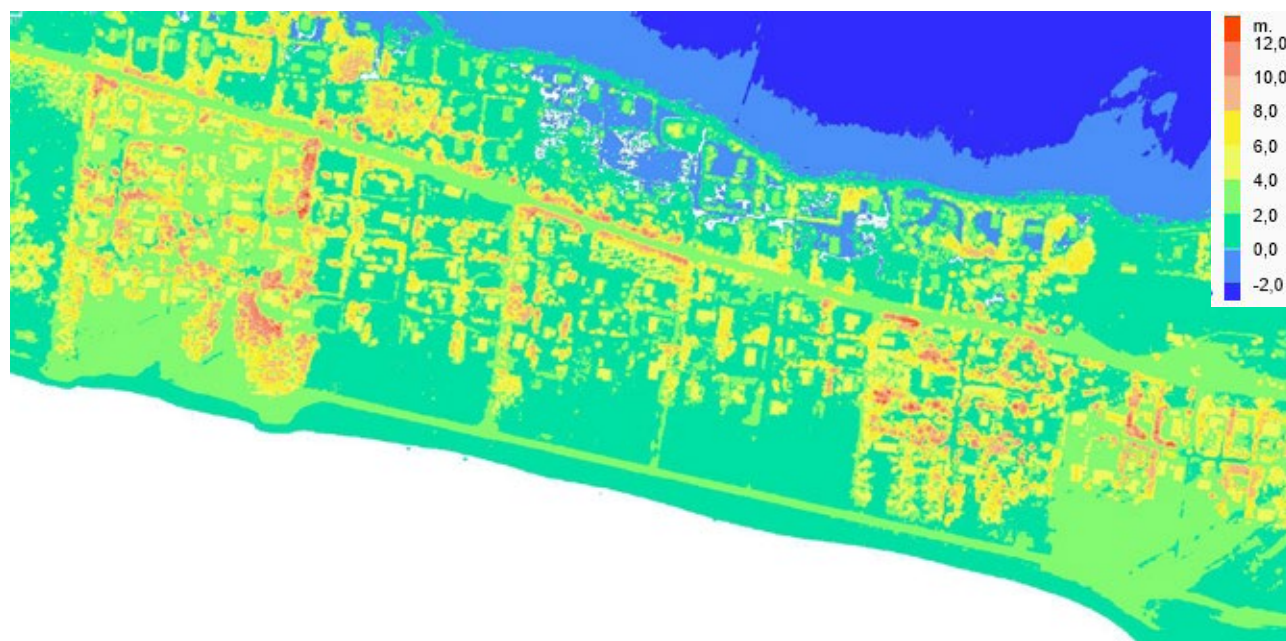
Høfdekonstruktioner bibeholdes.

5.3 Etape 3

7. 200 m tværdige. Kote bestemmes ud fra nærmere vurderinger af bølgepåvirkning.



Figur nr. 12 viser 25 års scenariet for kystlinjetilbagerykningen sammen med strækninger med akut erosion.



Figur nr. 13 viser terrænkort for området, som også viser, hvor der er størst oversvømmelsesrisiko



Figur nr. 14 viser etapeinddelingen, Etape 1: nr 1,2,3,4 og 5. Etape 2: 6 Etape 3: 7, blå viser nedgange



Figur nr. 14 viser etapeinddelingen , Etape 1: nr 1,2,3,4 og 5. Alternativ Etape 2: 6 og 7. Etape 3: 7, blå viser nedgange

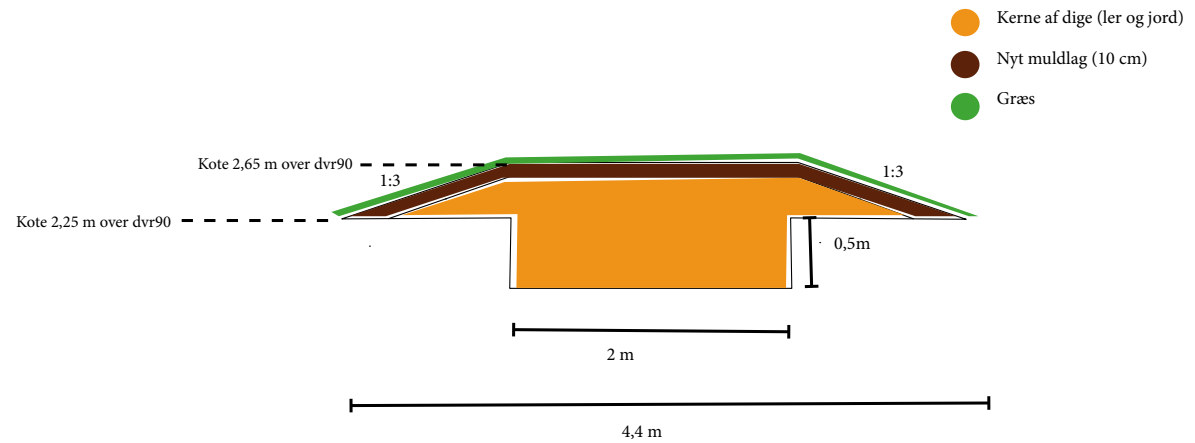
6. Foreslåede konstruktioner

A1 Consult (rådgivende Ingeniørfirma) har som underleverandør dimensioneret stenkastning. Skitsetegning for stenkastning kan ses i figur nr. 16.

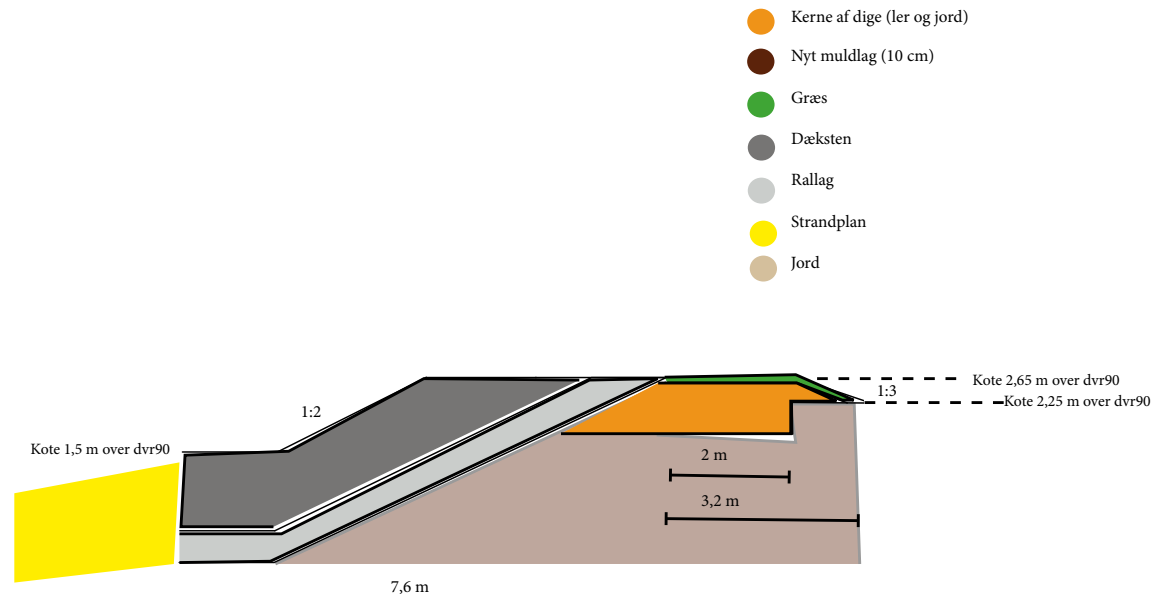
Ved hver redningsvej vil være en betontrappe til vandet jf. figur nr. 14 og figur nr. 18.

Dimensioneringsforudsætningerne for stenkastning og trappe kan ses i bilag 2 og 3.

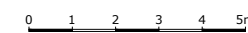
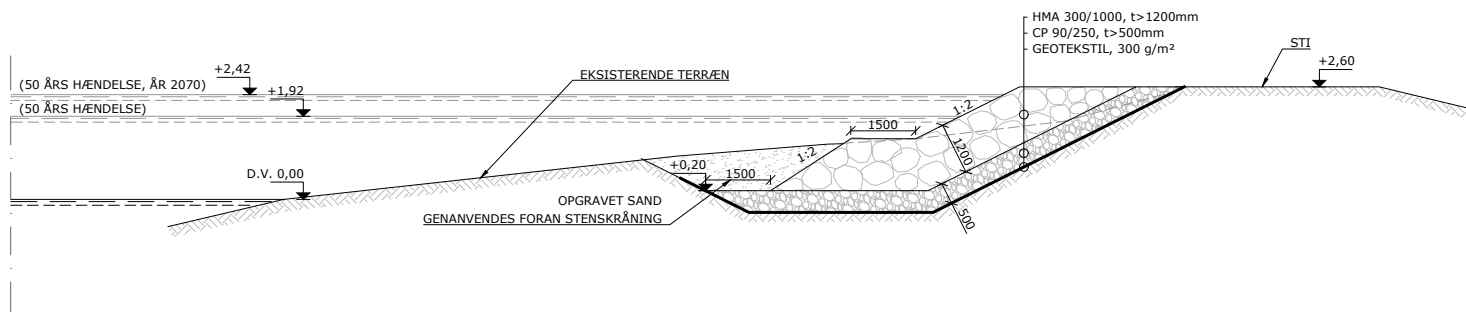
Kyst-havneviden har lavet anbefaling vedr. udformning af dige i område 6 jf. etapeinddeling ud fra teknisk viden om diger. Skitsetegning kan ses i figur nr. 15.



Figur nr. 15 viser forslag til digekonstruktion uden for stenkastning ved Hættemågevej-området.



Figur nr. 16 viser synlig del af forslag til dige med stenkastning mod fjord ved Hættemågevej-området. Ud over synlig del vil der være en del gravet ned i erosionssikker dybde jf. figur 17.



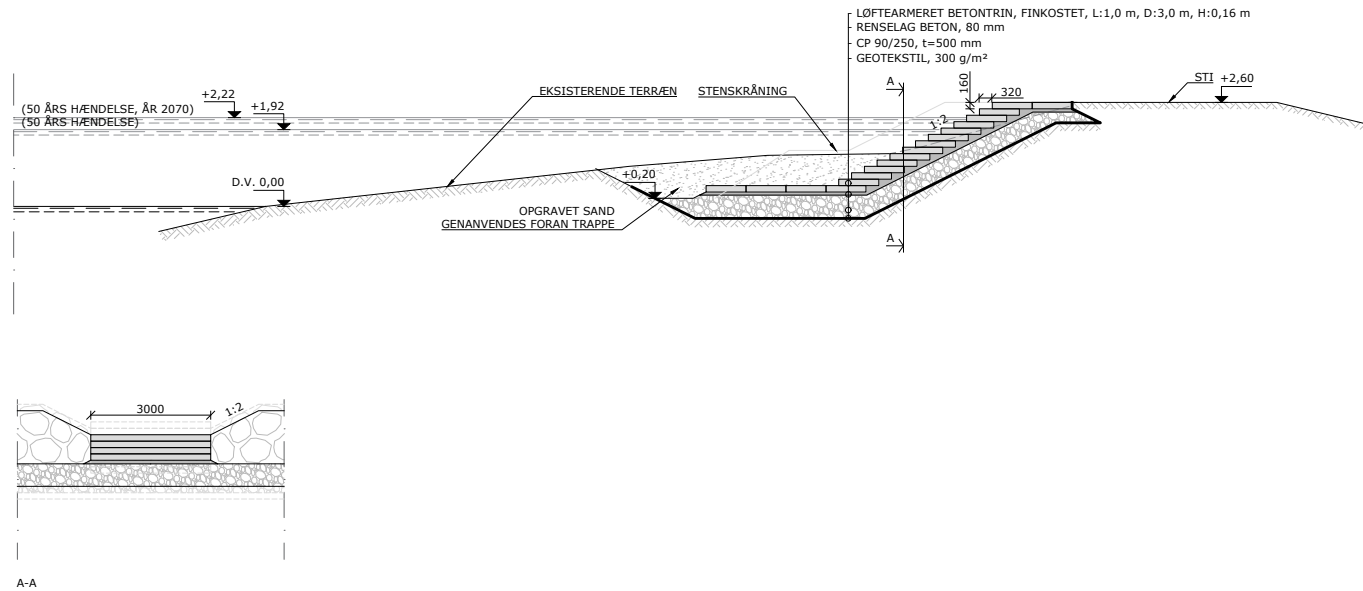
Rev.	Dato	Init.	Vedr.
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-

Sag	Kyst-Havneviden, Helligsø Drag, Kystsikring			Tegn. nr.
Emne	Principsnit, Fremtidige forhold			200
Mål	1:100	Sag nr. 19.068	Init. DS/MKG	Dato 2020.04.29

A1 Consult A/S
 Gl. Viborgvej 39 8920 Randers NV Tlf. 8641 8410
 info@a1consult.dk www.a1consult.dk

Note
 Ubenaævnte mål er i mm
 Koter er angivet i forhold til DVR90

Figur nr. 17 viser forslag til stenskråningkonstruktion på strækningen ved Helligsø Drag



Note
 Ubenævnte mål er i mm
 Koter er angivet i forhold til DVR90

Materialer

Beton: C40 (fck = 40MPa)Ekstra aggressiv, Normal kontrolklasse, Maks. stenstørrelse 16 mm, Dæklag 40+5 mm
 Armering: Type: Y, Minimum flydespænding fyk = 550 MPa, minimum forankringslængde 35 x ϕ ,
 mindste dorrdiameter 4 x ϕ for $\phi \leq 16$ mm og 7 x ϕ for $\phi > 16$ mm
 Alle synlige hjørner affases 20x20 mm

Rev.	Dato	Init.	Vedr.
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-

Sag	Kyst-Havneviden, Helligsø Drag, Kystsikring			Tegn. nr.
Emne	Principsnit, Fremtidige forhold, Trappe			210
Mål	1:100	Sag nr. 19.068	Init. AK/ES	Dato 2020.07.07

A1 Consult A/S		
Gl. Viborgvej 39 8920 Randers NV Tlf. 8641 8410		
info@a1consult.dk www.a1consult.dk		

Figur 18 Viser betontrappe

7. Kystbeskyttelseseffekt

7.1 Nulscenarie

I figur nr. 20 er vist et scenarie med forventet kysttilbagerykning 25 år ud i fremtiden, såfremt der ikke kystsikres, baseret på erosionsraterne imellem 1999 og 2019. Der ses et klart behov for kystbeskyttelse.

7.2 Stenkastning

Allerede foretaget stenkastning og ønsket yderligere etablering af stenkastning foregår ikke i den kystdynamiske zone. Påvirkningen af den kystdynamiske zone vil være i form af manglende materiale fra akut erosion af skrænten samt uddybning af kystprofil pga naturlig kysttilbagerykning.

Det vurderes, at allerede etableret stenkastning og ny stenkastning vil have en nedstrøms påvirkning. Dette fordi der er en pågående kronisk erosion jf. Kystdirektoratets kystatlas. Der fjernes sediment fra området, der normalt ville forårsage, at der sker en kysttilbagerykning og dermed også tilbagerykning af kystskrænten. I og med at kystskrænten er låst fast af stenkastningen, vil der ske en uddybning af profilet, da sediment mangler fra skrænten.

Figur nr. 20 viser, at på visse strækninger vil stranden være forsvundet inden for 25 år. Ud fra gennemsnits erosionsraten vil tidshorizonten være ca. 20 år, før stranden er forsvundet foran stenkastningen. Det vil være muligt at foretage sandfodring samt evt. etablere høfder for at bibeholde stranden og samtidig sikre stenkastningen.

Stenkastningen er ud fra erosionsberegninger beregnet til at forøge den årlige uddybningsrate i kystprofillet foran stenkastning med 17 %.

Beregningen af nabopåvirkningen er foretaget på strækning i området øst for matr.nr 7q Helligsø By, Helligsø da dette er uden for grundejerforeningens område, altså nabo til projektet. Den årlige nabopåvirkning fremgår af figur 19. Til beregning af nabopåvirkningen er indgået følgende faktorer:

- Beregning af den årlige påvirkning af manglende erosion pr. løbende m ud fra erosionsanalyse for konkret delstrækning, kote af top af skrænt, kote af skræntfod.
- Regner med 75 % påvirkning nedstrøms på en kyststrækning på 5 gange etableret stenkastning længde
- Reduktion for kyststrækning nedstrøms i grundejerforeningen.

Beregningen inddrager den kumulative effekt af en



Figur nr. 20 viser et scenarie for kystudviklingen 25 år ud i fremtiden på projektstrækningen, såfremt der ikke foretages noget (nul scenarier). Rød viser strækninger med akut erosion.

Nabopåvirkning	
Delstrækninger	Påvirkning m3 pr. år
1	66
2	64
3	0
4	50
Hele etape 1	334
Hele etape 1 og 2	396

Figur nr. 19 viser påvirkning på nabogrundejerforeningen i øst (Ydby Drag).

længere sammenhængende kystbeskyttelse.

7.3 Erosionspåvirkning af stenkastninger med høfdeeffekt

Ved erosionsanalysen ses en læsideeffekt øst for den østlige stenkonstruktion benævnt høfde 2 på figur nr. 20. Læsideeffekten vurderes at være ca. 200 m øst for høfde 2. Samtidig ses der en mindre erosionsrate på strækningen imellem de to høfdelignende sten-kastninger, jf. figur nr. 20.

7.3.1 Kystbeskyttelseeffekt scenarier af tilpasning af stenkastning (høfde 2)

Der er følgende to scenarier vedr. tilpasninger af stenkastninger:

1. Stensætning (høfde 2) fjernes
2. Stensætning (høfde 2) bibeholdes

7.3.2 Påvirkning scenarie 1

Fjernes stenkastningen (høfde 1), vil der sandsynligvis ske en øget erosion på strækningen imellem stenkonstruktioner med høfdevirkning (strækning imellem høfde 1 og 2). Ved fjernelse af stenkastning (høfde 2) vurderes læsideerosionen øst for også at blive fjernet, så erosionsraten vil ligge på samme niveau som på det meste af strækningen. Det vil sige, at den fremadrettede påvirkning af dige og evt. stenkastning på en ca. 200 meter strækning øst for eksisterende stenkastning (høfde 2) vil blive mindre, hvis stenkastningen (høfde) fjernes.

7.3.3 Påvirkning scenarie 2

Det vurderes, at den mindre erosionsrate imellem stenkastninger med høfdelignede virkning vil blive bibeholdt ved, at der ikke ændres i eksisterende forhold. Samtidig vurderes der fortsat en læsideeffekt øst for stenkastning (høfde) på ca. 200 m. Dvs. ved bibeholdelse af stenkastning (høfde 2) vil der

fremadrettet være en øget påvirkning af dige med evt. stenkastning i forhold til den naturlige erosionsrate på kyststrækningen.



Foto nr. 1 Foto taget af Kyst-havneviden den 29. marts 2020 imellem 11:00 og 11:30



Foto nr. 2 Foto taget af Kyst-havneviden den 29. marts 2020 imellem 11:00 og 11:30



Foto nr. 3 Foto taget af Kyst-havneviden den 29. marts 2020 imellem 11:00 og 11:30



Foto nr. 4 Foto taget af Kyst-havneviden den 29. marts 2020 imellem 11:00 og 11:30

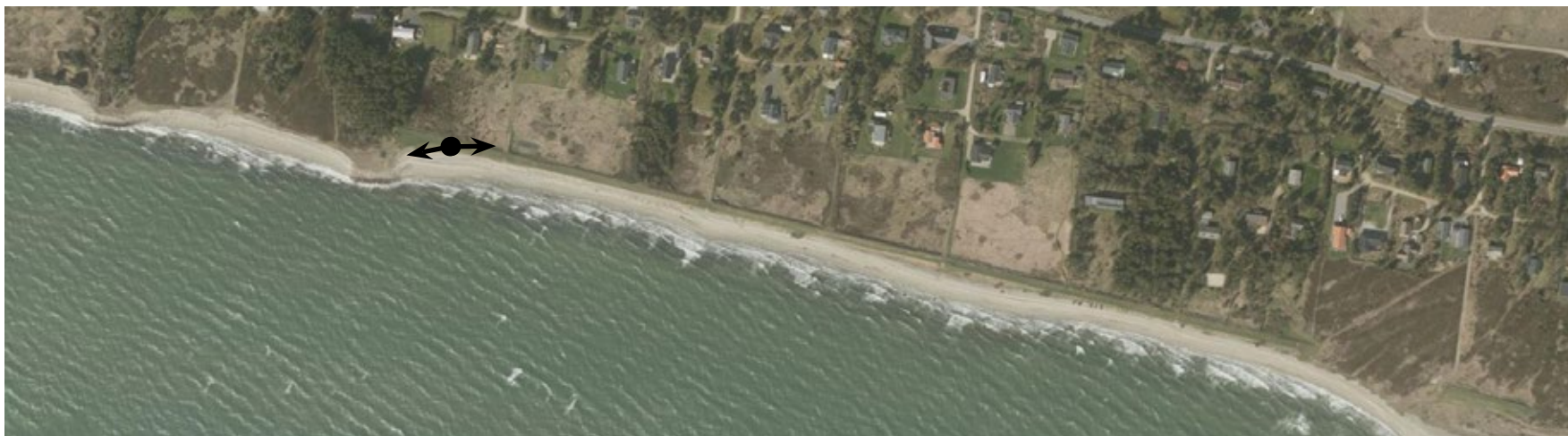


Foto nr. 5 Foto taget af Kyst-havneviden den 29. marts 2020 imellem 11:00 og 11:30



Foto nr. 6 Foto taget af Kyst-havneviden den 29. marts 2020 imellem 11:00 og 11:30



Foto nr. 7 Foto taget af Kyst-havneviden den 29. marts 2020 imellem 11:00 og 11:30



Foto nr. 8 Foto taget af Kyst-havneviden den 29. marts 2020 imellem 11:00 og 11:30



Foto nr. 9 Foto taget af Kyst-havneviden den 29. marts 2020 imellem 11:00 og 11:30



Foto nr. 10 Foto taget af Kyst-havneviden den 29. marts 2020 imellem 11:00 og 11:30



Foto nr. 11 Foto taget af Kyst-havneviden den 29. marts 2020 imellem 11:00 og 11:30



Foto nr. 12 Foto taget af Kyst-havneviden den 29. marts 2020 imellem 11:00 og 11:30



Foto nr. 13 Foto taget af Kyst-havneviden den 29. marts 2020 imellem 11:00 og 11:30



Foto nr. 14 Foto taget af Kyst-havneviden den 29. marts 2020 imellem 11:00 og 11:30



Foto nr. 15 Foto taget af Kyst-havneviden den 27. maj 2020 imellem 9:00 og 10:00



Foto nr. 16 Foto taget af Kyst-havneviden den 27. maj 2020 imellem 9:00 og 10:00



Foto nr. 17 Foto taget af Kyst-havneviden den 27. maj 2020 imellem 9:00 og 10:00



Foto nr. 18 Foto taget af Kyst-havneviden den 27. maj 2020 imellem 9:00 og 10:00



Foto nr. 19 Foto taget af Kyst-havneviden den 29. marts 2020 imellem 11:00 og 11:30



Foto nr. 20 Foto taget af Kyst-havneviden den 29. marts 2020 imellem 11:00 og 11:30



Foto nr. 21 Foto taget af Kyst-havneviden den 27. maj 2020 imellem 9:00 og 10:00



Foto nr. 22 Foto taget af Kyst-havneviden den 29. marts 2020 imellem 11:00 og 11:30



Foto nr. 23 Foto taget af Kyst-havneviden den 29. marts 2020 imellem 11:00 og 11:30



Foto nr. 24 Foto taget af Kyst-havneviden den 29. marts 2020 imellem 11:00 og 11:30



A1 Consult A/S
Gl. Viborgvej 39 • 8920 Randers NV

Tlf 8641 8410
E-mail info@a1consult.dk
Web www.a1consult.dk
CVR 30495918

Bilag 2

Kyst-havneviden, Helligsø Drag, Kystsikring

Projektforudsætninger

Sagsnr.	19.068
Dok. navn	Projektforudsætninger
Dato	2020.05.07
Rev.	A
Udarbejdet	MKG
Kontrol	BD
Godkendt	MKG

Indhold

1.	Projektorientering	3
2.	Overordnede funktionskrav	3
2.1.	Levetid	3
2.2.	Naturlaster	3
2.3.	Stenkastning	4
3.	Projekteringsgrundlag	4
3.1.	Projekteringsklasser	4
3.2.	Referencesystemer	4
4.	Stedlige forhold	4
4.1.	Fristræk	4
4.2.	Vandstand	4
4.2.1.	Vindforhold	5
4.3.	Bølgeforhold	5
4.4.	Sedimenttransport	6
5.	Materialer	6
6.	Referencer	6
6.1.	Supplerende projekteringsgrundlag	6
6.2.	Øvrige projektforsætninger	6

1. Projektorientering

Nærværende projekt omhandler kystsikring ved Helligsø drag. Der skal etableres stenkastning for at reducere erosion af kystskrænten. Oversigt over område er vist på Figur 1, markeret med gult.



Figur 1 Ortofoto af projektlokation (Google Earth)

Den nye stenkastning skal placeres ved den blå linje vist på Figur 2.



Figur 2 Matrikeloversigt (blå markering illustrerer ny stenkastning)

2. Overordnede funktionskrav

2.1. Levetid

Stenkastning Minimum 50 år

2.2. Naturlaster

Der anvendes følgende naturlaster:

Tabel 1 Naturlaster

Naturlast fra bølger	Relevant for stenkastningen
----------------------	-----------------------------

2.3. *Stenkastning*

Der er følgende krav til stenkastningen:

Acceptabelt skadesniveau dæksten, S_d	2,0
Permeabilitetskoefficient (Van der Meer), P	0,1

3. Projekteringsgrundlag

Der projekteres efter de fælleseuropæiske normer "Eurocodes", med tilhørende nationale annekser. Endvidere anvendes "The Rock Manual" samt "Coastal Engineering Manual".

3.1. *Projekteringsklasser*

Der anvendes de følgende formelle projekteringsklasser:

Tabel 2 Projekteringsklasser

Konsekvensklasse	CC2, $K_{FI} = 1.00$ (Normal)	DS/EN 1990 DK NA (2013, Tabel B1)
Geoteknisk kategori	II (Normal)	DS/EN 1997-1 DK NA (2013, K.3)
Kontrolklasse	Normal, $\gamma_3 = 1.00$	DS/EN 1990 DK NA (2013, Tabel F4)

3.2. *Referencesystemer*

Der anvendes de følgende referencesystemer, hvor intet andet er angivet:

Tabel 3 Referencesystem

Koordinatsystem	DKTM3	Projektvalg
Kotesystem	Dansk Vertikal Reference 1990 (DVR90)	Projektvalg

4. Stedlige forhold4.1. *Fristræk*

Fristræk beregnes for at kunne fastsætte, hvilken bølgehøjde der vil forekomme ved stenkastningen. Det frie stræk er som vist i tabellen nedenfor.

θ	km
deg	-
150	17
180	11
210	13
240	12
270	11

4.2. *Vandstand*

Der benyttes en returperiode for ekstrem højvandstand på 50 år. Der er hentet værdier for Lemvig Havn fra Kystdirektoratets højvandsstatistikker fra 2017. Den danske havnelods giver værdier for forskel mellem middel- og middellavvande i Lemvig Marina, der ligger syd for området.

Tabel 4 Vandstand

Højvande returperiode 50 år	$V_{+50} = 1,92$ m
Havvandstigning, +50 år	$VS_{+50} = \text{Ca. } +0,5$ m
Total vandstand, +50 år	$TV_{+50} = 2,42$ m
Højvandstand, 20 års	$HV = 1,85$ m
Ekstrem lavvandstand	$LV = -0,8$ m

4.2.1. Vindforhold

Vindforholdene er relevante at vurdere i forhold til vurdering af bølgeforholdene. I henhold til det fælleseuropæiske normsystem Eurocode, kan følgende basis vindhastighed antages.

Tabel 5 Vind

Basisvindhastighed	$v_{b,0} = 24$ m/s	DS/EN 1991-1-4 DK NA (2010, 4.2 (1)P)
--------------------	--------------------	---------------------------------------

Ud fra ovenstående basisvindhastighed kan den designgivende vindhastighed fastsættes. De kritiske vindretninger for området ligger fra 180 grader til 360 grader, svarende til vindretninger fra S til N (vestlige retninger). Af tabellen nedenfor fremgår en samlet opstilling af de designgivende vindhastigheder for området opdelt efter vindretning.

Tabel 6 Ekstreme vindhastigheder for området i henhold til DS/EN 1991-1-4 (2007)

θ	c_{dir}^2	Ter. cat.	z_0	c_r	v_m
deg	-	-	m	-	m/s
150	0.80	I	0.01	1.17	22.5
180	0.80	I	0.01	1.17	22.5
210	0.80	I	0.01	1.17	22.5
240	0.90	I	0.01	1.17	25.3
270	1.00	I	0.01	1.17	28.1

4.3. Bølgeforhold

Bølgeforhold fastsættes ud fra fristrækberegninger, hvor bølger fastsættes ud fra en kombination af længden, hvorover vinden virker, vanddybden samt den ekstreme vindhastighed for en given retning. Af Tabel 7 fremgår ekstreme bølgetilstande fordelt på vindretninger.

Tabel 7 Ekstreme bølgetilstande for området

θ	v_m	h	F_{eff}	H_s	T_p
deg	m/s	m	km	m	s
150	22.5	2	17	1,3	4,6
180	22.5	2	11	1,3	4,1
210	22.5	2	13	1,3	4,3
240	25.3	2	12	1,3	4,4
270	28.1	2	11	1,3	4,6

Af Tabel 7 fremgår det, at bølgerne bliver dybdebegrænset til ca. $0,55 \cdot \text{dybden}$ og giver derfor den samme bølgehøjde for alle vindretninger. Dybden

fastsættes til total vandstand +2,42 m (+50 år), som giver bølgehøjde H_s på ca. 1,3 m.

4.4. *Sedimenttransport*

Ifølge Kystdirektoratets Kystatlas er sedimenttransporten i området sydøstgående. Dette kan tydeligt ses på ortofotos af området, hvor der ligger større sandmængde på vestlige side af de eksisterende høfder, end på østlige side.

5. **Materialer**

Der anvendes vandbygningssten (rene materialer) iht. DS/EN 13383-1:2003.

6. **Referencer**

6.1. *Supplerende projekteringsgrundlag*

Anvendes hvor formelt projekteringsgrundlag ikke er dækkende

BS 6349-1 (2000). *Maritime structures – Part 1: Code of practice for general criteria.*

CEM (2002). *Coastal Engineering Manual. Engineer Manual 1110-2-1100.* Washington, D.C: U.S. Army Corps of Engineers.

CIRIA C683 (2007). *The Rock Manual: The use of rock in hydraulic engineering.* 2. udgave.

DS/EN 13383-1 (2003). *Tilslagsmaterialer – Vandbydningsten Del 1: Specifikation.* 2. udgave.

6.2. *Øvrige projektforsætninger*

- Højvandsstatistikker (2017). *Højvandsstatistikker 2017:* Kystdirektoratet

Bilag 3



A1 Consult A/S
Gl. Viborgvej 39 • 8920 Randers NV

Tlf 8641 8410
E-mail info@a1consult.dk
Web www.a1consult.dk
CVR 30495918

Kyst-havneviden, Helligsø Drag, Trappe

Projektforudsætninger

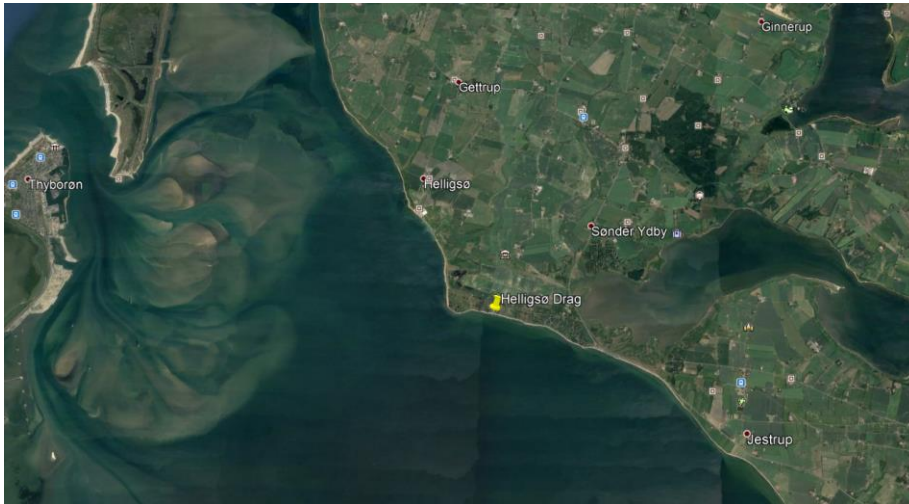
Sagsnr.	19.068
Dok. navn	Projektforudsætninger
Dato	2020.06.30
Rev.	-
Udarbejdet	AK
Kontrol	ES
Godkendt	AK

Indhold

1.	Projektorientering	3
2.	Overordnede funktionskrav	3
2.1.	Levetider	3
2.2.	Laster	4
2.3.	Geometri og udformning	4
2.4.	Betonfliser i trappe	4
3.	Projekteringsgrundlag	4
3.1.	Projekteringsklasser	4
3.2.	Referencesystemer	4
3.3.	Grænsetilstande	5
4.	Stedlige forhold	5
4.1.	Frit stræk	5
4.2.	Vandstand	5
4.3.	Geoteknik	5
4.4.	Vindforhold	5
4.5.	Bølgeforhold	6
4.6.	Sedimenttransport	6
5.	Materialer	6
5.1.	Beton	6
6.	Referencer	7
6.1.	Projekteringsgrundlag	7
6.2.	Øvrige projektforsætninger	7

1. Projektorientering

Nærværende projekt omhandler etableringen af en betontrappe i kystsikring ved Helligsø drag. Der skal etableres stenkastning for at reducere erosion af kystskrænten og heri ønskes en betontrappe. Oversigt over område er vist på Figur 1, markeret med gult.



Figur 1 Ortofoto af projektlokation (Google Earth)

Endelige placering af trappen anvises af Kyst-havneviden, den nye stenkastning er placeret ved den blå linje vist på Figur 2.



Figur 2 Matrikeloversigt (blå markering illustrerer ny stenkastning)

2. Overordnede funktionskrav

2.1. Levetider

Tabel 2.1 Levetid

Beton trappe	50 år
--------------	-------

2.2. Laster

Der anvendes følgende laster:

Tabel 2.2 Naturlaster

Naturlast fra bølger	Relevant for betonflade
----------------------	-------------------------

Tabel 2.3 Nyttelaster

Nyttelast	2,5 kN/m ²
-----------	-----------------------

2.3. Geometri og udformning

Tabel 2.4 Geometri og udformning

Trappe materiale	Løftearmeret beton fliser
Bredde af trappe	3 m
Kote for top af trappe	+2,6 m (DVR90)
Kote for bund af trappe	+0,2 m (DVR90)

2.4. Betonfliser i trappe

Fliserne i betontrappen dimensioneres så vægt og størrelse svare til den øvrige stenkastnings dæksten.

Tabel 2.5

Acceptabelt skadesniveau dæksten, S_d	2,0
Permeabilitetskoefficient (Van der Meer), P	0,1

3. Projekteringsgrundlag

Der projekteres efter de fælleseuropæiske normer "Eurocodes", med tilhørende nationale annekser. Endvidere anvendes "The Rock Manual" samt "Coastal Engineering Manual".

3.1. Projekteringsklasser

Der anvendes de følgende formelle projekteringsklasser:

Tabel 3.1 Projekteringsklasser

Konsekvensklasse	CC2, $K_{FI} = 1.00$ (Normal)	DS/EN 1990 DK NA (2013, Tabel B1)
Geoteknisk kategori	II (Normal)	DS/EN 1997-1 DK NA (2013, K.3)
Kontrolklasse	Normal, $\gamma_3 = 1.00$	DS/EN 1990 DK NA (2013, Tabel F4)

3.2. Referencesystemer

Der anvendes de følgende referencesystemer, hvor intet andet er angivet:

Tabel 3.2 Referencesystem

Koordinatsystem	DKTM3	Projektvalg
Kotesystem	Dansk Vertikal Reference 1990 (DVR90)	Projektvalg

3.3. Grænsetilstande

Følgende grænsetilstande vurderes i henhold til DS/EN 1990:

- Brudgrænsetilstand (ULS)

4. Stedlige forhold

4.1. Frit stræk

Frit stræk beregnes for at kunne fastsætte, hvilken bølgehøjde der vil forekomme ved stenkastningen. Det frie stræk er som vist i tabellen nedenfor.

Tabel 4.1

θ	km
deg	-
150	17
180	11
210	13
240	12
270	11

4.2. Vandstand

Der benyttes en returperiode for ekstrem højvandstand på 50 år. Der er hentet værdier for Lemvig Havn fra Kystdirektoratets højvandsstatistikker fra 2017. Den danske havnelods giver værdier for forskel mellem middelhøjvande og middellavvande i Lemvig Marina, der ligger syd for området.

Tabel 4.2 Vandstand

Højvande returperiode 50 år	$V_{+50} = 1,92$ m
Havvandstigning, +50 år	$VS_{+50} = \text{Ca. } +0,3$ m
Total vandstand, +50 år	$TV_{+50} = 2,22$ m
Højvandstand, 20 års	$HV = 1,85$ m
Ekstrem lavvandstand	$LV = -0,8$ m

4.3. Geoteknik

Der er ikke oplysninger noget geoteknik op strækningen.

Det forudsættes underliggende materialer er tilstrækkelige til at bære trap-pens last og at der ikke vil opstå sætninger.

4.4. Vindforhold

Vindforholdene er relevante at vurdere i forhold til vurdering af bølgeforholdene. I henhold til det fælleseuropæiske normsystem Eurocode, kan følgende basis vindhastighed antages.

Tabel 1.3 Vind

Basisvindhastighed	$v_{b,0} = 24$ m/s	DS/EN 1991-1-4 DK NA (2010, 4.2 (1)P)
--------------------	--------------------	---------------------------------------

Ud fra ovenstående basisvindhastighed kan den designgivende vindhastighed fastsættes. De kritiske vindretninger for området ligger fra 180 grader til 360 grader, svarende til vindretninger fra S til N (vestlige retninger).

Af tabellen nedenfor fremgår en samlet opstilling af de designgivende vindhastigheder for området opdelt efter vindretning.

Tabel 4.4 Ekstreme vindhastigheder for området i henhold til DS/EN 1991-1-4 (2007)

θ	c_{dir}^2	Ter. cat.	z_0	c_r	v_m
deg	-	-	m	-	m/s
150	0.80	I	0.01	1.17	22.5
180	0.80	I	0.01	1.17	22.5
210	0.80	I	0.01	1.17	22.5
240	0.90	I	0.01	1.17	25.3
270	1.00	I	0.01	1.17	28.1

4.5. Bølgeforshold

Bølgeforshold fastsættes ud fra fristrækberregninger, hvor bølger fastsættes ud fra en kombination af længden, hvorover vinden virker, vanddybden samt den ekstreme vindhastighed for en given retning. Af Tabel fremgår ekstreme bølgetilstande fordelt på vindretninger.

Tabel 4.5 Ekstreme bølgetilstande for området

θ	v_m	h	F_{eff}	H_s	T_p
deg	m/s	m	km	m	s
150	22.5	2	17	1,3	4,6
180	22.5	2	11	1,3	4,1
210	22.5	2	13	1,3	4,3
240	25.3	2	12	1,3	4,4
270	28.1	2	11	1,3	4,6

Af Tabel fremgår det, at bølgerne bliver dybdebegrænset til ca. $0,55 \cdot$ dybden og giver derfor den samme bølgehøjde for alle vindretninger. Dybden fastsættes til total vandstand +2,42 m (+50 år), som giver bølgehøjde H_s på ca. 1,3 m.

4.6. Sedimenttransport

Ifølge Kystdirektoratets Kystatlas er sedimenttransporten i området sydøstgående. Dette kan tydeligt ses på ortofotos af området, hvor der ligger større sandmængde på vestlige side af de eksisterende høfder, end på østlige side.

5. Materialer

5.1. Beton

Udgangspunktet for ny beton er som angivet herunder.

Tabel 5.1 Betonspecifikationer

Specifik tyngde	$\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$	DS/EN 1991-1-1 FU (2010, Tabel A.1)
Trykstyrke	$f_{ck} = 40 \text{ MPa}$	Teknisk Ståbi (2011, Tabel 5.1)
Elasticitetsmodul	$E_{cm} = 35 \text{ GPa}$	DS/EN 1991-1-1 FU (2010, Tabel 3.1)
Cementstyrke	min. 42,5	Teknisk Ståbi (2011, Tabel 5.1)

Eksponeringsklasse	XS3	DS/EN 1992- FU (2013, Tabel 4.1)
Miljøklasse	Ekstra aggressiv	DS/EN 1992- FU (2013, Tabel 4.1 NA)
Dæklag	$c_{nom} = (40 + 5) \text{ mm}$	DS/EN 1992- FU (2013, Tabel 4.4N NA, 4.4.1.3 (1)P)
Armering	Ny tentor (Y)	Designtradition
Armeringsstyrke	$f_{yk} = 550 \text{ MPa}$	Designtradition

6. Referencer

6.1. Projekteringsgrundlag

Anvendes hvor formelt projekteringsgrundlag ikke er dækkende

Gældende eurocode.

BS 6349-1 (2000). *Maritime structures – Part 1: Code of practice for general criteria.*

CEM (2002). *Coastal Engineering Manual. Engineer Manual 1110-2-1100.* Washington, D.C: U.S. Army Corps of Engineers.

CIRIA C683 (2007). *The Rock Manual: The use of rock in hydraulic engineering.* 2. udgave.

DS/EN 13383-1 (2003). *Tilslagsmaterialer – Vandbydningsten Del 1: Specifikation.* 2. udgave.

6.2. Øvrige projektforsætninger

- Højvandsstatistikker (2017). *Højvandsstatistikker 2017: Kystdirektoratet*