

Tisvilde Kystsikringslag vest for Holløse
KYSTBESKYTTELSE VEST FOR HOLLØSE
Tilstandsvurdering, marts 2016
Revision 1, maj 2016

Maj 2016

Projekt nr. 223547
Version 9
Dokument nr. 1218894328
Version 9
Udarbejdet af MRI
Kontrolleret af PFKL
Godkendt af LUT



INDHOLD

1	Indledning	3
2	Konstruktioner	3
3	Besigtigelse 29-02-2016	4
3.1	Hældning.....	5
3.1.1	Bølgebrydere	5
3.1.2	Skræntfodsbeskyttelse	5
3.2	Forløb af stenkastninger	6
3.2.1	Bølgebrydere	6
3.2.2	Skræntfodssikring	7
3.3	Stenstørrelser	13
4	Typer af skader / fejl	13
4.1	Synlig geotekstil	13
4.2	Blottede filtersten	17
4.3	Fejlplacerede dæksten	19
4.4	Betonskader.....	22
4.5	Underminering	23
4.6	Jordskred	25
5	Konklusion og anbefalinger	30
5.1	Bølgebrydere	31
5.2	Skråningsbeskyttelse	31
6	Prisestimat	32
6.1	Vedligehold	32
6.2	Større renovering	32

1 INDLEDNING

Tisvilde kystsikringslag vest for Holløses konstruktioner omfatter omkring 940 meter kystbeskyttelse bestående af en skråningsbeskyttelse, 3 høfder og 10 bølgebrydere. NIRAS er på møde d. 7 december 2015 blevet bedt om at udføre en tilstandsvurdering af strækningen.

Det er blevet oplyst, at stenkastningerne (skræntfodssikring og bølgebrydere) på strækningen jævnligt bliver vedligeholdt og dette er særligt nødvendigt efter større stormhændelser, hvor påvirkning fra bølger kan flade bølgebryderne ud. På store dele af strækningen er skrånningen bag kystbeskyttelsen ustabil, hvilket resulterer i flere jordskred. Formålet med undersøgelsen er at skabe et overblik over tilstanden af høfder, bølgebrydere samt skråningsbeskyttelsen på strækningen. Der gives anbefaling til nødvendig reovering af konstruktionerne og vurdering af omkostninger hertil. Det er ikke en del af undersøgelsen at vurdere den overordnede stabilitet af skrånningen over skråningsbeskyttelsen.

2 KONSTRUKTIONER

Den samlede strækning, hvor der er foretaget tilstandsvurdering kan ses af Figur 2-1. Her ses desuden nummerering af bølgebrydere, som benyttes til angivelse af positionering på strækningen.

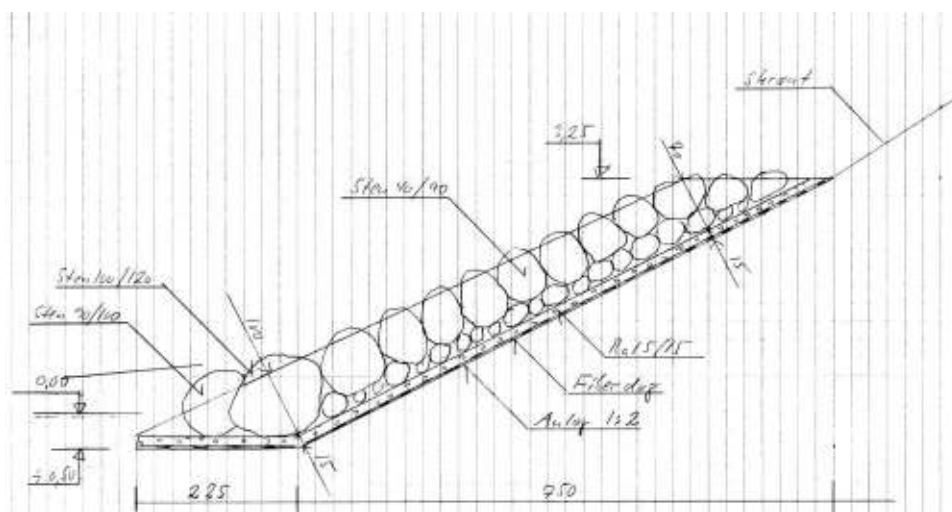
Der forelægger ikke tværsnitsdata på de eksisterende bølgebrydere.

På Figur 2-2 er der vist et tværsnit af den eksisterende skråningsbeskyttelse.

I rapporten er observationer positioneret i forhold til en af de 13 bølgebrydere på Figur 2-1.



Figur 2-1 Plan over strækningen med nummerering af konstruktioner.



Figur 2-2 Tværsnit af eksist. skråningsbeskyttelse

3 BESIGTIGELSE 29-02-2016

Denne tilstandsvurdering beskæftiger sig med de eksisterende konstruktioner. Der er foretaget besigtigelse af strækningen d. 29-02-2016. Der er udført en kontrol af de ydre lag af stenkastninger (bølgebrydere og skræntfodssikring), hældning og stenstørrelser. Der er desuden foretaget en registrering af skred i skråningen over skråningsbeskyttelsen.

Tilstandsvurderingen blev udført ved ca. 0,2m lavvande målt ved Hundested, se Figur 3-1.



Figur 3-1 Vandstand på besigtigelsestidspunktet. Kilde DMI.dk.

3.1 Hældning

Der er målt hældning på bagsiden af bølgebrydere og på fronten af skråningsbeskyttelsen, ved visuelt at udvælge et repræsentativt sted at placere vinkelmåleren. Denne målemetode er ikke præcis, men giver en god indikation på hældning.

3.1.1 Bølgebrydere

Det vurderes, at bagsiden af bølgebryderne står med et fald på 1:1,5. Taget i betragtning at der tidligere har været problemer med, bølgebryderne flader ud i hårdt vejr, vurderes dette at være for stejlt. Det var ikke muligt at måle hældningen på forsiden, men den vurderes til at være fladere end bagsiden.

3.1.2 Skråntfodsbeskyttelse

Hældningen på skråntfodsbeskyttelsen vurderes, at være ca. 1:1,8 eller ca. 30 grader. Se evt. Figur 3-2 og Figur 3-3 for eksempler. Da skråntfodsbeskyttelsen er stabil, vurderes det, at denne hældning er tilstrækkelig.



Figur 3-2 Vinkel på skråningsbeskyttelse bag bølgebryder 10. 1:1,8



Figur 3-3 Vinkel på skråningsbeskyttelse bag bølgebryder 8-9.

3.2 Forløb af konstruktioner

3.2.1 Bølgebrydere

Bølgebrydernes forløb, vurderes ved visuel inspektion at være tilfredsstillende, se evt. Figur 3-4.

3.2.2 Skråntfodssikring

Skråningsbeskyttelsen har flere forskellige tværsnit, med bl.a. typisk stenkastning, stenkastning rundt om parallelværk og sten lagt i betonglaciis. Dette skaber nogle overgange mellem de forskellige tværsnit, men set hver for sig, har de enkelte strækninger et tilfredsstillende forløb. Se evt. Figur 3-5.

Kronekoten er vurderet på baggrund af laserscannede højdedata målt i 2014 fra fly og efterbehandlet, så de fremstår i grid af 0,4 m for hele Danmark, herefter DHM – Danmarks Højde Model. Generelt er kronen i et ensartet niveau omkring kote 3,2 m DVR 90. Der er dog to steder med lavere sikringsniveau. Skråningsbeskyttelsen mellem bølgebryder 10 og 11 vurderes at være ca. 0,2 meter lavere end resten af strækningen.

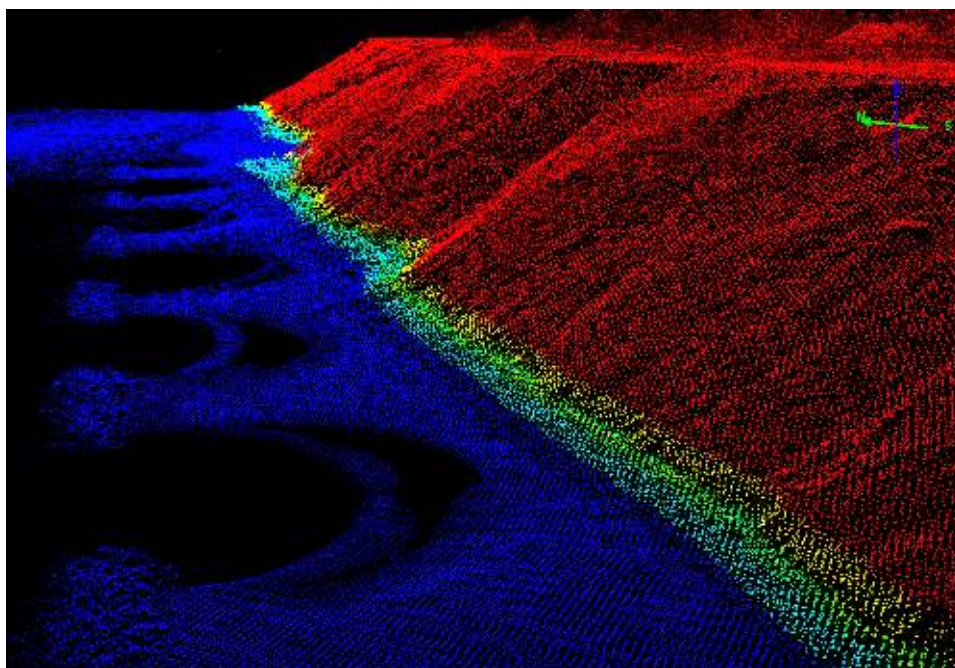
Derudover er sikringsniveauet på skråningsbeskyttelsen fra midten af bølgebryder 12 til slutningen af bølgebryder 13, ca. 0,5 meter lavere end resten af strækningen. På Figur 3-6 er vist et udtæk fra højdemodellen hvor skråningsbeskyttelsens krone ligger i 3,2 m DVR 90 (i det grønne niveau). På Figur 3-7 er der vist et område hvor skråningsbeskyttelsen er for lav og derved ikke når op til det grønne niveau.



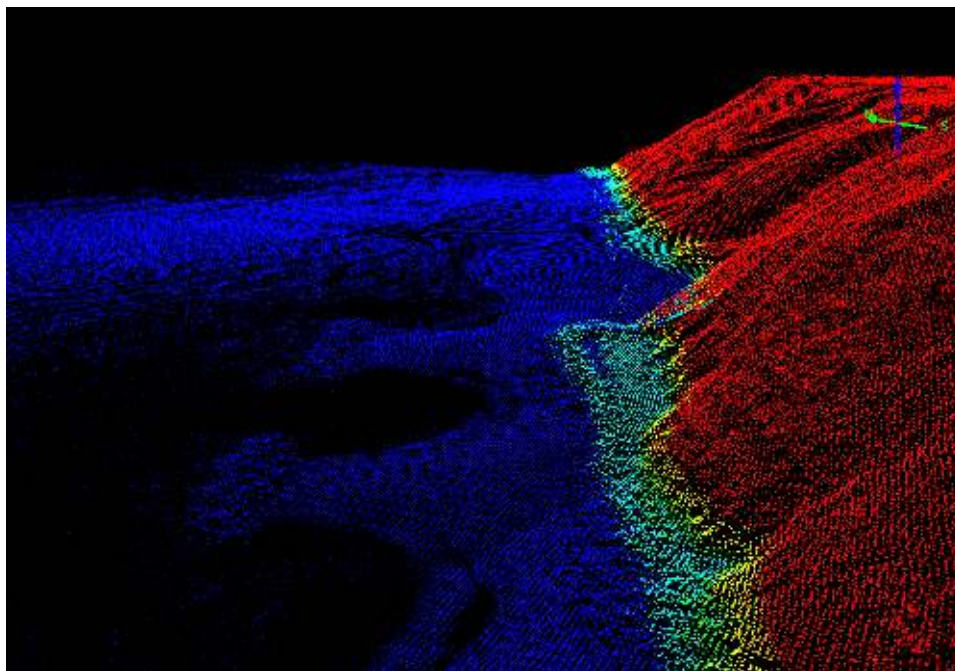
Figur 3-4 Bølgebryderforløb set fra bølgebryder 13 mod sydvest.



Figur 3-5 Skråningssikringsforløb set fra punkt bag bølgebryder og mod syd-vest.



Figur 3-6 Udtræk fra Danmarks højdemodel, set fra bølgebryder 8 og mod nordøst.



Figur 3-7 Udtræk fra Danmarks højdemodel, Bølgebryder 12 og 13 samt bagvedliggende skråningsbeskyttelse.

På Figur 3-9 til Figur 3-11 er der indikeret hvor toppen af skråningsbeskyttelsen er i kote +3,25 m og hvor den er lavere. Den lavere kote er markeret med en rød linje. På Figur 3-12 og Figur 3-13 er højdemodellen vist, lokalt hvor toppen af skråningsbeskyttelsen er lavere.



Figur 3-8 Høfte 1 – 3, Den grønne linje indikerer at skræntfodssikringen har topkote i ca. +3,25.



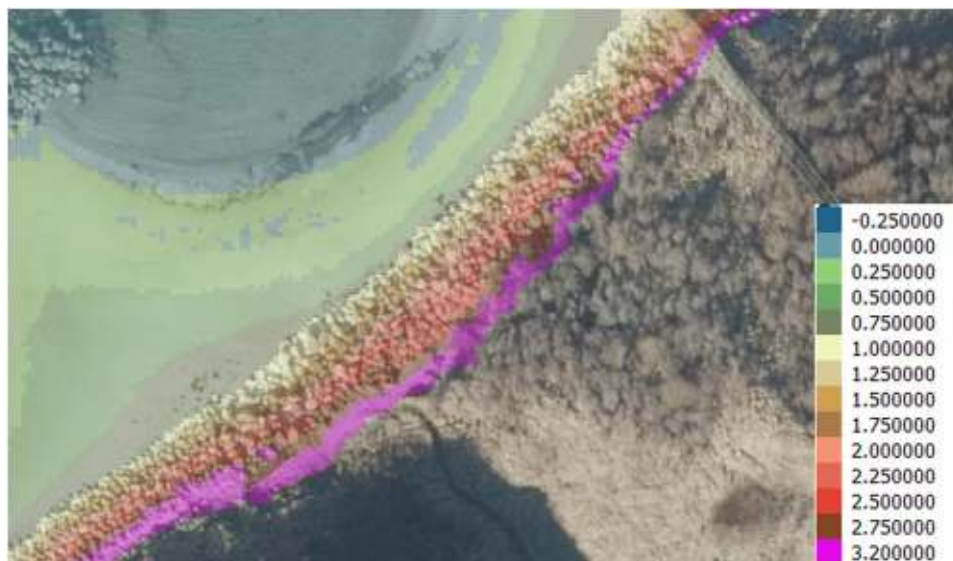
Figur 3-9 Bølgebryder 4 – 7, Den grønne linje indikerer at skræntfodssikringen har topkote i ca. +3,25.



Figur 3-10 Bølgebryder 8 – 11, Den grønne linje indikerer at skræntfodssikringen har topkote i ca. +3,25, den røde linje indikere hvor niveauet er for lavt.



Figur 3-11 Bølgebryder 12 – 13, Den grønne linje indikerer at skræntfodssikringen har topkote i ca. +3,25, den røde linje indikere hvor niveauet er for lavt.



Figur 3-12 Højdedata af skræntfodssikring bag bølgebryder 10 og 11.



Figur 3-13 Højdedata af skræntfodssikring bag bølgebryder 13.

3.3 Stenstørrelser

Der er ved visuel inspektion udvalgt og målt sten på strækningen både for bølgebrydere og for skråningsbeskyttelsen .

På baggrund af de målte sten, vurderes det at bølgebrydernes dæksten er $d_{15}=35\text{cm}$, $d_{50}=70\text{cm}$, $d_{85}=105\text{cm}$ og skråningsbeskyttelses dæksten er $d_{15}=30\text{cm}$, $d_{50}=60\text{cm}$, $d_{85}=90\text{cm}$, hvilket stemmer godt overens med det oplyste tværsnit i afsnit 2, se Figur 2-2.

Vurdering af stenstørrelse kan ses i afsnit 5.



Figur 3-14 Udvalgt dæksten fra skråningsbeskyttelsen mellem bølgebryder 9 og 10.

4 TYPER AF SKADER / FEJL

I det nedenstående er gennemgået de typer af skader på konstruktionen der typisk er registreret i forbindelse med besigtigelsen.

4.1 Synlig geotekstil

Langs strækningen er der steder, hvor geotekstil stikker op af stranden og frem mellem dækstenene. Dette er en indikation på at tætheden af konstruktionerne er reduceret, hvilket bevirker, at der kan vaskes materiale ud mellem stenene, dvs. strandsand gennem bølgebryderne og skråningsmateriale gennem skråningsbeskyttelsen. De registrerede steder med blottet geotekstil er vist på Figur 4-1 til Figur 4-4. Placeringer fremgår også af vedlagte koordinatliste. Derudover er der vist eksempler på blottet geotekstil på Figur 4-5 til Figur 4-7. Skadens omfang er vurderet i afsnit 5.



Figur 4-1 Høfde 1 til 3, Rødt X markere observation af blottet fibertekstil.



Figur 4-2 Bølgebryder 4 til 7, Rødt X markere observation af blottet fibertekstil.



Figur 4-3 Bølgebryder 8 til 11, Rødt X markere observation af blottet fibertekstil.



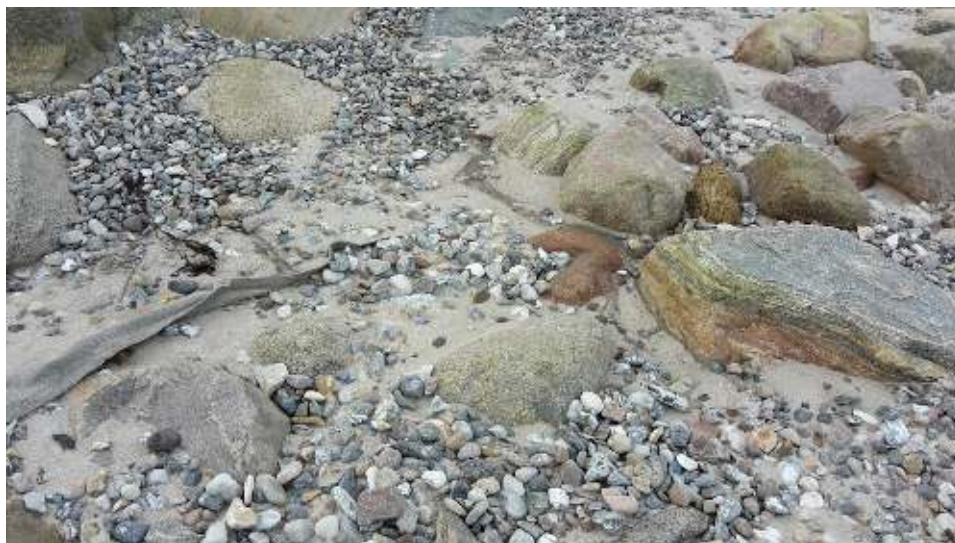
Figur 4-4 Bølgebryder 12 og 13, Rødt X markere observation af blottet fibertekstil.



Figur 4-5 Eksempel på blottet filterdug i bølgebryder 13.



Figur 4-6 Eksempel på blottet filterdug i skråningsbeskyttelse på strækning bag bølgebryder 8.



Figur 4-7 Eksempel på blottet filterdug ved skråningsfod af stenglacis bag bølgebryder 2.

4.2 Blottede filtersten

Ved inspektion af bølgebrydere og skræntfodssikring var der flere steder, hvor der var blottede filtersten. Ubeskyttede filtersten vil blive vasket væk ved en stormhændelse. Da filterstenene skal holde på konstruktionens kernemateriale, vil dette også erodere i hårdt vejr. Derfor må der forventes sætninger i konstruktionen, så længe der ikke er den rette lagstruktur. På Figur 4-8 og Figur 4-9 ses, hvor der er observeret blottede filtersten. Placeringer fremgår også af vedlagte koordinatliste. På Figur 4-10 og Figur 4-11 ses eksempler på blottede filtersten.

Skadens omfang er vurderet i afsnit 5.



Figur 4-8 Bølgebryder 8 til 11, Rødt X markere observation af blottet filterlag.



Figur 4-9 Bølgebryder 12 og 13, Rødt X markere observation af blottet filterlag.



Figur 4-10 Blottet filterlag i bølgebryder 11.



Figur 4-11 Blottet filterlag i bølgebryder 13.

4.3 Fejlplacerede dæksten

På strækningen var der flere steder hvor dæksten var placeret uhensigtsmæssigt i forhold til at opfylde deres formål, som bølgebryder og skråningsbeskyttelse. Dækstene lå eksempelvis enkeltvis ved siden af bølgebryderene, eller direkte på sandet, hvilket gør, at de langsomt synker/sandgår. Da bølgebryderne løbene er blevet vedligeholdt og der er tilført nye dæksten, er det ikke kritisk for konstruktionerne, at der sten som ikke er placeret hensigtsmæssigt. De fejlplacerede dæksten er derfor kun interessante, da de repræsenterer en udnyttet materiale-

værdi. På Figur 4-12 til Figur 4-14 er observationerne af fejlplacerede dæksten vist. Placeringer fremgår også af vedlagte koordinatliste. På Figur 4-15 til Figur 4-17 er der vist eksempler på fejlplacerede dæksten.



Figur 4-12 Bølgebryder 4 til 7, Rødt X markere observation af fejlplacerede dæksten.



Figur 4-13 Bølgebryder 8 til 11, Rødt X markere observation af fejlplacerede dæksten.



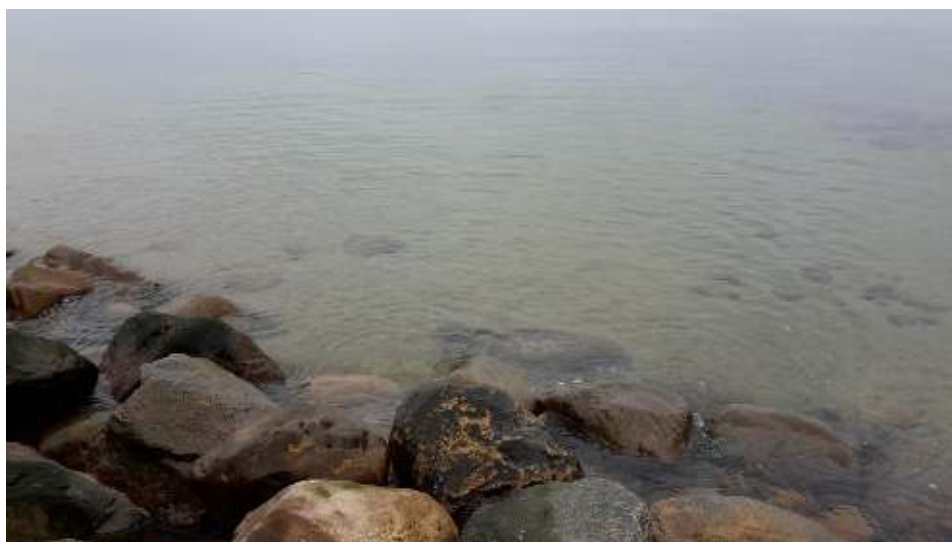
Figur 4-14 Bølgebryder 11 og 12, Rødt X markere observation af fejlplacerede dæksten.



Figur 4-15 Eksempel på sandgået dæksten ved bølgebryder 5.



Figur 4-16 Eksempel på fejlplacerede dæksten ved bølgebryder 10.



Figur 4-17 Eksempel på fejlplacerede dæksten havværts bølgebryder 13.

4.4 Betonskader

Skråningsbeskyttelsen på den første del af strækningen, bag hofde 1-3, er udført som betonglaci. Generelt er betonen i acceptabel stand, men på få steder ses der revnedannelse, hvilket svækker styrken af konstruktionen. Placeringen af de observerede revnedannelser er vist på Figur 4-18, mens der på Figur 4-19 er vist et eksempel på revnedannelse. Placeringer fremgår også af vedlagte koordinatliste. Skadens omfang og behov for udbedring er vurderet i afsnit 5.



Figur 4-18 Højde 1 til 3, Rødt X markere observation af skader i betonstøbning.



Figur 4-19 Eksempel på revnedannelse i beton.

4.5 Underminering

På strækningen hvor skråningsbeskyttelsen er udført som betonglaci, er der lagt en fiberduk med ral og løse dæksten, for at holde på sandet foran konstruktionen. Se Figur 4-22. Det er dog ikke alle steder, det virker efter hensigten. På Figur 4-23 ses begyndende underminering af konstruktionen. Underminering kan være kritisk for konstruktionen da den ved udvaskning af bagvedlæggende materialer, kan kollapse ved en stormhændelse. På Figur 4-20 og Figur 4-21 er vist hvor der er observeret underminering af konstruktioner. Placeringer fremgår

også af vedlagte koordinatliste. Skadens omfang og behov for udbedring er vurderet i afsnit 5.



Figur 4-20 Høfde 1 til 3, Rødt X markere observation af underminering.



Figur 4-21 Bølgebryder 4-7, Rødt X markere observation af underminering.



Figur 4-22 Erosionsbeskyttelse ved stenglacis.



Figur 4-23 Begyndende underminering på strækning bag hofde 2 og 3.

4.6 Jordskred

På hele strækningen ses der større og mindre jordskred. På Figur 4-24 til Figur 4-27 er det vist, hvor der er observeret jordskred.

De fleste er mindre skred på et par meters udstrækning. Der er dog også større og mere alvorlige skred. Det første i denne kategori kan ses på Figur 4-28, her har der været et betydeligt jordskred, som har dækket skræntfodssikringen. Med tiden vil jorden blive vasket væk og der vil blive sandsynligvis komme et nyt skred.

Det næste alvorlige jordskred kan ses på Figur 4-29. Her er jordlaget er løst på et stort område og vil blive bragt i bevægelse, når der er eroderet tilstrækkeligt af skråningsfoden (over skråningsbeskyttelsen).

På Figur 4-30 er vist en delstrækning hvor et jordskred har efterladt en lodret ler-flade. Ler kan godt stå lodret i korttidstilstanden, men i langtidstilstanden vil det flade ud. Derfor må det forventes, at der sker yderligere skred på denne strækning. Dette kan være kritisk for konstruktionen på toppen af skrånningen.

Det største jordskred ses for enden af området efter bølgebryder 13, se Figur 4-31. Her er skrånningen ubeskyttet og havet kan uhindret erodere skrånningen. Denne strækning er kritisk, da der er konstruktioner på toppen af skrånningen og jorden ikke vil nå i ligevægt, så længe skrånningen er ubeskyttet.



Figur 4-24 Høfde 1-3, Rødt X markere observation af jordskred.



Figur 4-25 Bølgebryder 4-7, Rødt X markere observation af jordskred.



Figur 4-26 Bølgebryder 8-11, Rødt X markere observation af jordskred.



Figur 4-27 Bølgebryder 12-13, Rødt X markere observation af jordskred.



Figur 4-28 jordskred på strækning bag bølgebryder 7.



Figur 4-29 Jordskred på strækning bag bølgebryder 9.



Figur 4-30 Skred med lodret væg, Mellem bølgebryder 11 og 12.



Figur 4-31 Jordskred for enden af beskyttet strækning efter bølgebryder 13.

5 KONKLUSION OG ANBEFALINGER

Inden vedligeholdsarbejder skal det gennemgås hvilke tilladelser der foreligger på eksisterende konstruktioner, i form af topkoter, udstrækning mv.

For strækningen er der udført en opfølgingsplan, se Tabel 5-1 som viser hvor det anbefales der sættes ind og i hvilken forbindelse.

	Ingen opfølgning	Ved næste vedligehold	Ved større anlægsarbejde
Hældning af bølgebrydere		X	
Forløb af bølgebrydere		X	
Stenstørrelse skråningsbeskyttelse	X		
Stenstørrelse bølgebryder		X	

Tabel 5-1 Opfølgingsplan

Opfølgning af konstruktionerne kan planlægges ud fra Tabel 5-2 der viser en anbefalet opfølgingshorisont for de skader og fejl som er vist i afsnit 4.

	0-5 år	5-10 år	10-20 år
Blottet Geotekstil		X	
Blottet Filtersten		X	
Fejlplacerede dæksten			X
Beton skader	X		
Underminering	X		

Tabel 5-2 Forslået opfølgningshorisont

5.1 Bølgebrydere

Da bølgebryderne historisk er blevet rettet op med jævne mellemrum, må det antages at de ikke er stabile. En større stabilitet kan opnås ved at ændre hældningen på konstruktionen eller forøge stenstørrelsen. I dette tilfælde vil det være en mulighed at justere bagsiden af bølgebryderne, så de er mindre stejle - eksempelvis hældning 1:2. Derudover kan der ved fremtidig vedligehold, suppleres op med sten i den øvre del af spektret. En del af de ekstra sten kan evt. også indsamles omkring bølgebryderne, hvor der ligger en del fejlplacerede dæksten, se evt. afsnit 4.3.

5.2 Skråningsbeskyttelse

Skråningsbeskyttelsen på strækningen kan opdeles i en stenkastnings- og en stenglacisdæl.

Stenkastningen er i god stand og der er få skader. Skaderne er hovedsagligt på filterdugen, se afsnit 4.1, det skønnes at det kun påvirker effekten af beskyttelsen i mindre grad og derfor er det ikke økonomisk tilrådeligt renovere, stenkastningerne på dette grundlag alene. Der er enkelte steder, hvor kronekoten er lavere end på den resterende strækning. Her kan der med fordel tilføres materialer for at opnå et ensartet sikringsniveau ved næste vedligehold af strækningen, se evt. afsnit 3.2.

Skråningsbeskyttelsen, der er udført som stenglacis, er på en del af strækningen i god stand uden revner og med beskyttet fod. Der er dog en del af strækningen hvor der er revner i betonen og foden ikke er tilstrækkeligt beskyttet jf. afsnit 4.4 og 4.5. Der er derfor risiko for, at konstruktionen bliver undermineret og derved et kollaps ved en stormhændelse. At glaciset er undermineret blev bekræftet, da stormen Bodil slog huller i konstruktionen. Da underminering er svær at placere præcist, anbefales det, at denne del af strækningen renoveres inden for 5 år.

6 PRISESTIMAT**6.1 Vedligehold**

Forhøjelse af skråningsbeskyttelse mellem B7 og 8, 10m ³	kr.	6.000
Forhøjelse af skråningsbeskyttelse østlig ende 40m ³	kr.	23.000
Tilførsel af sten til bølgebrydere, 80 m ³	kr.	47.000
Opretning af bølgebrydere, 13 stk.	kr.	15.000
Usikkerhed og rådgiverydelse, 25%	kr.	23.000
Total	kr.	114.000
Total inkl. Moms	kr.	142.500

6.2 Større reovering

Udskiftning af glacis med stenkastning, 220 lbm	kr.	2.305.000
Usikkerhed 25%	kr.	576.000
Rådgiver ydelse 12%	kr.	345.000
Total	kr.	2.880.000
Total inkl. Moms	kr.	3.600.000

Koordinatliste

UTM Zone 32N

Betonskade

692197,4	6217950,0
692278,8	6218010,5
692269,2	6218003,8

Fejlplacerede dæksten

692409,6	6218156,5
692424,1	6218167,6
692434,4	6218177,4
692510,6	6218238,1
692519,1	6218246,0
692551,9	6218277,9
692555,4	6218279,1
692592,2	6218315,6
692615,6	6218333,3
692650,6	6218360,9
692659,2	6218369,7
692655,1	6218374,9
692696,2	6218398,3
692776,4	6218480,6

Underminering

692315,9895	6218039,384
692370,9273	6218089,717

Blottet filterlag

692693,3	6218399,9
692703,0	6218409,6
692712,4	6218383,5
692787,2	6218449,6
692781,3	6218467,7
692791,4	6218475,4

Blottet filterdug

692262,0	6218002,8
692438,1	6218149,6
692472,6	6218211,8
692536,2	6218233,3
692580,0	6218264,6
692584,4	6218267,4
692609,1	6218290,2
692623,0	6218300,5

692647,2	6218362,1
692690,4	6218364,2
692683,7	6218390,9
692696,0	6218401,4
692739,5	6218434,4
692765,1	6218431,7
692779,1	6218441,6
692788,0	6218447,5
692798,4	6218455,8
692771,3	6218460,4
692777,7	6218465,5
692791,0	6218475,6
692782,7	6218470,2