

Nordfyns Kommune

Bogense Diger

Skitseprojekt

15-05-2015

Nordfyns Kommune

Bogense Diger

Skitseprojekt

Kunde	Nordfyns Kommune
Rådgiver	Orbicon A/S Linnés Allé 2 2630 Taastrup
Projektnummer	1311900146
Projektleder	Camilla Merkel
Kvalitetssikret af	Kristian Kjær Poder og Camilla Merkel
Godkendt af	Karina Bech
Udgivet	15-05-2015
Version	02

Indholdsfortegnelse

1	Indledning	5
2	Sikringsniveau	7
3	Konklusion	8
3.1	Delstrækning 1	8
3.2	Delstrækning 2	8
3.3	Delstrækning 3	9
3.4	Delstrækning 4	9
3.5	Delstrækning 5	10
3.6	Delstrækning 6	10
3.7	Delstrækning 7	11
3.8	Delstrækning 8	11
3.9	Delstrækning 9	12
3.10	Delstrækning 10	13
3.11	Delstrækning 11	14
4	Anlægsbeskrivelse og anlægsoverslag for delstrækninger	15
4.1	Delstrækning 1	15
4.2	Delstrækning 2	17
4.3	Delstrækning 3	20
4.4	Delstrækning 4	22
4.5	Delstrækning 5	26
4.6	Delstrækning 6	29
4.7	Delstrækning 7	32
4.8	Delstrækning 8	36
4.9	Delstrækning 9	38
4.10	Delstrækning 10	42
4.11	Delstrækning 11	46
5	Beregning af anlægsoverslag	49

Appendiks- og bilagsfortegnelse

Appendiks 1

Dimensioneringsnotat - Delstrækning 1

Appendiks 2

Dimensioneringsnotat - Delstrækning 2

Appendiks 3

Dimensioneringsnotat - Delstrækning 3

Appendiks 4

Dimensioneringsnotat - Delstrækning 4

Appendiks 5

Dimensioneringsnotat - Delstrækning 5

Appendiks 6

Dimensioneringsnotat - Delstrækning 6

Appendiks 7

Dimensioneringsnotat - Delstrækning 7

Appendiks 8

Dimensioneringsnotat - Delstrækning 8

Appendiks 9

Dimensioneringsnotat - Delstrækning 9

Appendiks 10

Dimensioneringsnotat - Delstrækning 10

Appendiks 11

Dimensioneringsnotat - Delstrækning 11

Bilag 1

Geotekniske rapporter

Bilag 2

Bølgemodellering for diger ved Bogense

Bilag 3

Sedimentbalancebudget, strømningsforhold og erosionsanalyse

Bilag 4

Kapacitet nødvendig for håndtering af vand fra baglandet

1 Indledning

Projektet er udført på basis af udbudsbetingelserne, lov- og normkrav, dialogen med projektteamet samt løbende ønsker fra bygherren. Projektet omhandler klimasikring af Bogense By og Omegn S, Ø og V.

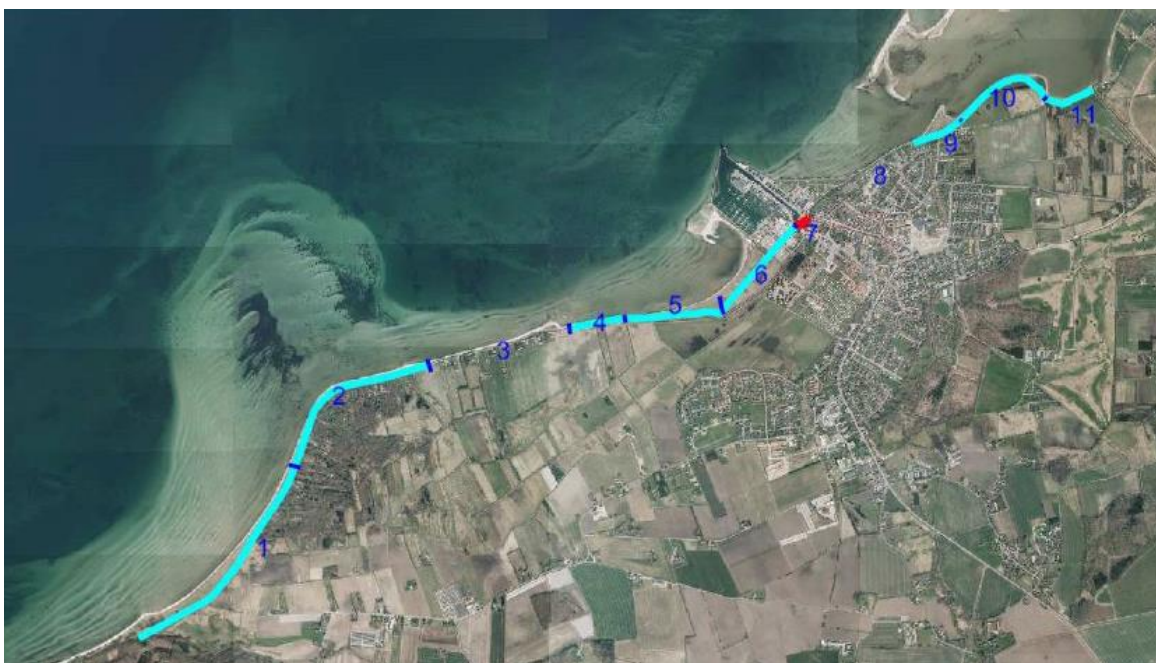
Den 8 kilometer dige strækning ved Bogense beskytter ca. 1.600 husstande/matrikler. Værdien af beskyttede er opgjort til ca. Kr. 2,8 mia. i forhold til direkte materielle værdier, såsom bygninger og veje.

Projektets overordnede mål er:

- Klimasikring af Bogense By 50 år ud i fremtiden ud fra nuværende viden om klimatilpasning
- Et projekt/løsningsforslag som har en fornuftig afvejning af økonomi, teknisk optimering og sikkerhed
- At politikerne og borgerne tydeligt forstår løsningsforslag samt begrundelse for løsningsforslagene
- At der bliver lavet løsninger, der minimerer vedligeholdelsen fremadrettet

Nærværende notat er et resumé af de foreslåede løsninger opdelt på de 11 delstrækninger. Desuden er der lavet sammenligninger mellem basisscenerierne, hvor de eksisterende forhold er undersøgt i forhold til den dimensionsgivende vandstand, bølgetillæg mv.

Skitseprojektet er udarbejdet med udgangspunkt i designgrundlaget af 24-04-2020. De omtalte delstrækninger fremgår af figur 1 herunder:



Figur 1. Oversigt over delstrækninger i projektområdet.

Beregninger/design af højvandssikringerne på de enkelte delstrækninger er vedlagt som appendiks. I tabellen herunder er der angivet en oversigt over de analyser, der er udført pr. delstrækning. For hver delstrækning er der udpeget 2-3 repræsentative tværsnit som er undersøgt.

Tabel 1. Oversigt over udførte designanalyser pr. delstrækning.

Appendiks/Stræk.	Stabilitet	Sætninger	Understrømning	Stenskråning
1	X		X	
2	X	X	X	
3				X
4	X	X	X	X
5*				X
6	X		X	
7**	X			
8				X
9	X	X	X	X
10	X	X	X	X
11	X	X	X	

*Der er ikke gennemført geotekniske borer for skitseprojektet i det eksisterende digetracé

**Der er regnet stabilitet af en højvandsmur. Muren forventes ført ned til ler for at negligere understrømning.

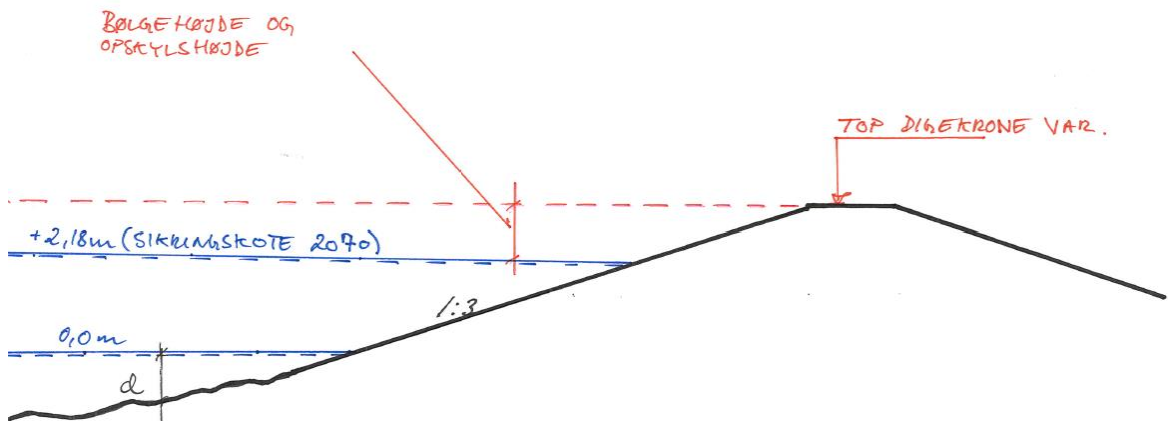
På delstrækning 3 og 8 har der ikke udført geotekniske borer, da der er tale om højt liggende terræn uden egentligt dige. For strækningerne 3-5, samt 8-10 er der vurderet behov for erosionsbeskyttelse i form af stenskråning på forside af højvandssikringerne. Stenstørrelse, filterkriterier mv. er udregnet i de respektive appendikser.

2 Sikringsniveau

Sikringsniveauet er defineret som den maksimale vandstandskote, der optræder ifm. stormflod – uden tillæg fra bølge mv. Sikringsniveauet er fastsat ud fra en 500-års hændelse fremskrevet med forventede vandstandsstigning de næste 50 år indtil år 2070. Fremskrivningen er baseret på kendte prognoser for vandstandsstigning på tidspunktet for udarbejdelse af nærværende skitseprojekt.

Jf. dokumentet vedlagt som bilag 2 "Bølgemodellering for diger ved Bogense" version 4 af 29-04-2020, er 500-årshændelsen fastlagt til kote +1,88 m DVR90, baseret på tilgængelige observationsdata, statistiske betragtninger, samt historisk kendte maksimale hændelser. Fremskrivning med 50 år svarende til 30 cm vandstandsstigning vil medføre, at sikringskoten i 2070 er fastlagt til kote +2,18 m DVR90.

Til dette sikringsniveau skal der i designet af højvandssikringerne tages højde for bølger og bølgeopskyl jf. principskitzen herunder. 1½



Figur 2. Princip for design vandstand (sikringskote) med tillæg for bølgehøjde og – opskyl.

Bølgepåvirkningen er bestemt ud fra bølgemodellen, jf. bilag 2. Kronekoten på digerene er fastlagt som opskylskoten beregnet ud fra bølgehøjden $H_{2\%}$ samt en landhævning på 5 cm. Der er ikke pålagt yderligere tillæg. Der gøres opmærksom på at bølgehøjden afhænger af vanddybden lokalt foran de enkelte delstrækninger, samt vindretning (hermed også digets orientering). Derudover gøres der opmærksom på, at opskylstillægget afhænger af digets forsidehældning og -materiale (samt bølgehøjden). Dette medfører, at den endelige nødvendige topkote for diget kan variere på de enkelte delstrækninger. Generelt er det bestræbt at holde overskylsmængden på under 5 l/s/m dige (overskylskriteriet).

De enkelte strækninger er opdelt i delstrækninger med repræsentative tværsnit. Der er typisk udvalgt 2-3 repræsentative snit pr. delstrækning som er undersøgt for forholdene beskrevet ovenfor (vanddybde, orientering, forsidehældning og -materiale). Strækningerne fremgår af plantegningerne med tilhørende tværsnittegninger. Af tværsnittene fremgår det eksisterende dige- og terrænprofil samt foreslåede tiltag.

Tværsnittene er vurderet at være repræsentative for de eksisterende diger for så vidt angår kronekote, skråningsanlæg på forsiden og udformning og udbredelse af forland. Tværsnittene er i øvrigt vurderet repræsentative for bølgeeksponeringen.

3 Konklusion

Ud fra de analyserede tværsnit i skitseprojektet er følgende behov for tiltag konkluderet ud fra de valgte løsningsforslag på de enkelte delstrækninger. Der henvises til afsnit 2 for de valgte kriterier. Der henvises til afsnit 5 for forhold vedr. anlægsoverslag. Øvrige beskrivelser til de enkelte delstrækninger findes i afsnit 4.

3.1 Delstrækning 1

Den eksisterende højvandssikring i form af græsbeklædt jorddige er fundet tilstrækkeligt i forhold til det bestemte sikringsniveau med tillæg for bølgehøjde og bølgeopskyl (inkl. overskylskriterie).

Beregnete nødvendige minimum dige topkote:	+2,85 m (nord)		+2,91 m (syd)
Målt dige topkote (eksisterende):	+2,90 m (nord)		+2,95 m (syd)

Der er derfor ikke konkret behov for yderligere tiltag, idet skråningerne er fundet stabile i de undersøgte snit, med de undersøgte geotekniske data på strækningen. Der er afsat beløb til rydning af uønsket begroning mv. på bagside af diget.

Anlægsoverslag: Kr. 0,17 – 0,26 mio. ekskl. moms.

Der kan være behov for lokale udbedringer/reparationer af lokale huller/lunker eller brud i græstæppet. Dette anses dog som alm. drifts-/vedligeholdelsesarbejde og er ikke indregnet i anlægsoverslaget for tilpasning/fremtidssikring af diget.

3.2 Delstrækning 2

Den eksisterende højvandssikring i form af græsbeklædt jorddige er fundet tilstrækkeligt i forhold til det bestemte sikringsniveau med tillæg for bølgehøjde og bølgeopskyl (inkl. overskylskriterie).

Beregnete nødvendige minimum dige topkote:	+2,84 m (nord)		+2,90 m (syd)
Målt dige topkote (eksisterende):	+3,05 m (nord)		+2,90 m (syd)

Der er derfor ikke konkret behov for yderligere tiltag ift. vandstand og bølgepåvirkning.

I de undersøgte snit på strækningen er der dog konstateret stabilitetsmæssige udfordringer med digeopbygningen. Eksisterende forsidehældning er stejlere end 1:3 og bagsidehældningen er 1:2. Bagsidehældningen kan ikke reguleres idet at der er en grusvej umiddelbart bag diget. For at opnå stabil tværsnitsberegning i højvandssituationen er det nødvendigt at regulere forsidehældningen til min. 1:3 og samtidigt er det nødvendigt at hæve vejen med ca. 50 cm for at give supplerende stabilitet på bagsiden af diget. Dette er regnet med i anlægsoverslaget.

Anlægsoverslag: Kr. 1,8 – 2,7 mio. ekskl. moms.

Der kan være behov for lokale udbedringer/reparationer af lokale huller/lunker eller brud i græstæppet. Dette anses dog som alm. drifts-/vedligeholdelsesarbejde og er ikke indregnet i anlægsoverslaget for tilpasning/fremtidssikring af diget.

3.3 Delstrækning 3

Der er på strækningen ikke et egentligt dige. "Højvandssikring" i dag består af højtliggende terræn, med en skrænt ned til kystlinjen. I basisscenariet er opskylskoten beregnet ud fra de eksisterende skråningsanlæg samt overflader til en opskylskote på 4,17-5,27 m, hvilket er højere end terrænet i dag.

For et nedbringe kravet til højde af skåringen er beregninger udført med nødvendige fladere skråningsanlæg. Det nye sikringsniveau med tillæg for bølgehøjde og bølgeopskyl (inkl. overskylskriterie) på den midterste, samt østlige del af delstrækningen medfører at terrænkoten er tilstrækkelig. På den vestligste del er den eksisterende skrænt fundet utilstrækkelig i højden, hvor den skal hæves med ca. 20 cm. fra kote +3,30m til +3,50m.

Beregnete nødvendige minimum dige topkote:	+3,50 m (vest)	+3,06 m (midt)	+3,23 m (øst)
Målt dige topkote (eksisterende):	+3,30 m (vest)	+3,10 m (midt)	+4,25 m (øst)

Skrænten er på den vestlige del græsbeklædt, hvor det mod øst ændrer karakter og fremtræder som skrænt med spredte sten og bevoksning, samt en uregelmæssig forløb af skrænttoppen, hvilket indikerer, at der på strækningen er erosionsproblemer. Der er som en del af løsningen foreslået en erosionsbeskyttelse i form af stenskråning opbygget med dæksten, filtersten, samt en filterduk. Skråningen etableres med hældningen 1:4,5 hvilket bidrager positivt i forhold til bølgeopskyl i forhold til eksisterende stejle skråninger. Der er i anlægsoverslaget fastlagt erosionsbeskyttelse på hele strækningen. Der skal yderligere kompensationsfodres med sand, svarende til 5 m³ pr. løbende meter dige.

Anlægsoverslag: Kr. 10,4 – 15,9 mio. ekskl. moms.

3.4 Delstrækning 4

Den eksisterende højvandssikring i form af jorddige er fundet utilstrækkelig i forhold til det bestemte sikringsniveau med tillæg for bølgehøjde og bølgeopskyl (inkl. overskylskriterie). I basisscenariet er opskylskoten beregnet ud fra de eksisterende skråningsanlæg samt overflader. Dette giver en opskylskote på 4,86-5,23 m. Ved tildannelse af skråningerne er den nødvendige topkote fundet tilstrækkelig såfremt diget mod vest hæves med 104 cm i forhold til eksisterende terræn, hvor det mod øst skal hæves med 63 cm i forhold til det eksisterende.

Beregnete nødvendige minimum dige topkote:	+3,84 m (vest)		+3,63 m (øst)
Målt dige topkote (eksisterende):	+2,80 m (vest)		+3,00 m (øst)

Diget fremstår i dag med spredt bevoksning (buske/træer). Derudover er der tegn på erosionsproblemer på forsiden. Der er som en del af løsningen foreslået en erosionsbeskyttelse i form af stenskråning opbygget med dæksten, filtersten, samt en filterduk. Skråningen etableres med hældningen 1:3,5 hvilket bidrager positivt i forhold til bølgeopskyl i forhold til eksisterende stejle skråninger. Der er i anlægsoverslaget fastlagt erosionsbeskyttelse på hele strækningen. Det

forudsættes eksisterende sten kan anvendes i de fremtidige skråninger. Der skal yderligere kompensationsfodres med sand, svarende til 5 m³ pr. løbende meter dige.

Anlægsoverslag: Kr. 6,0 – 9,1 mio. ekskl. moms.

3.5 Delstrækning 5

Den eksisterende højvandssikring i form af jorddige er fundet tilstrækkeligt i forhold til det bestemte sikringsniveau med tillæg for bølgehøjde og bølgeopskyl (inkl. overskylskriterie) på den midterste, samt østlige del af delstrækningen. I basisscenariet for den vestlige del er opskylskoten beregnet ud fra de eksisterende skråningsanlæg samt overflader. Dette giver en opskylskote på vestlig del på 5,32 m. Den eksisterende strækning er derfor fundet utilstrækkelig. I den fremtidige løsning etableres stenskråning kombineret med hævnning af terræn med ca. 43 cm. fra kote ca. +3,60 til +4,03m.

Beregnete nødvendige minimum dige topkote:	+4,03 m (vest)	+4,24 m (midt)	+2,72 m (øst)
Målt dige topkote (eksisterende):	+3,60 m (vest)	+4,50 m (midt)	+2,80 m (øst)

Diget fremstår i dag som jorddige med græsbeklædning på top og bagside. På vandsiden er diget beskyttet med stenglacis på den vestlige del, hvilket indikerer, at der har været erosionsproblemer. Der er som en del af løsningen foreslået en erosionsbeskyttelse i form af stenskråning opbygget med dæksten, filtersten, samt en filterdug på denne del af delstrækningen. Det påregnes at dæksten fra stenglacis kan genanvendes i den nye stenskråning. Skrånningen etableres med hældningen 1:3 hvilket bidrager positivt i forhold til bølgeopskyl i forhold til eksisterende lidt stejle skråninger. Eksisterende sten på strækningen forudsættes genanvendt. Der er i anlægsoverslaget fastlagt erosionsbeskyttelse på den vestlige del af strækningen. Der skal yderligere kompensationsfodres med sand, svarende til 5 m³ pr. løbende meter dige – også kun på den vestlige del.

Anlægsoverslag: Kr. 3,6 – 5,5 mio. ekskl. moms.

På området mellem kysten og kanalen er en V2-kortlægning af en tidligere kommunal losseplads. Lossepladsen er ikke behandlet i dette skitseprojekt, da denne håndteres særskilt af Nordfyns Kommune efter anden lovgivning. Alle omkostninger til håndteringen af forureningen er holdt ud af digeprojektets økonomi.

3.6 Delstrækning 6

Den eksisterende højvandssikring i form af græsbeklædt jorddige er fundet tilstrækkeligt i forhold til det bestemte sikringsniveau med tillæg for bølgehøjde og bølgeopskyl (inkl. overskylskriterie).

Beregnete nødvendige minimum dige topkote:	+2,95 m (vest)		+3,04 m (øst)
Målt dige topkote (eksisterende):	+2,95 m (vest)		+2,95 m (øst)

Teoretisk bør østenden hæves med ca. 9 cm. Men det beregnede overskylsmængde på ca. 1,2 l/s/m vurderes håndterbar, hvilket medfører at forhøjningen ikke bliver nødvendig. Der er derfor ikke

konkret behov for yderligere tiltag, idet skråningerne er fundet stabile i de undersøgte snit, med de undersøgte geotekniske data på strækningen.

3.7 Delstrækning 7

På denne delstrækning udføres højvandssikringen igennem byen. I dag er der ikke udført højvandssikring på strækningen. Den foreslåede løsning er en højvandsmur, idet denne konstruktion optager mindst plads (fodaftryk).

Højvandsmuren udføres som 30 cm bred betonmur som antages ført ned til moræneleret (forventet i ca. -0,70 m i værste tilfælde), hvilket medfører, at der ikke bliver en væsentlig understrømning at tage højde for.

Sikringskoten er +2,18 m, men for at begrænse overskyl ved mindre bølger/dønninger er det valgt at føre højvandsmuren op i kote +2,40 m. Eksisterende terræn varierer fra kote +1,49m til kote +2,56m, hvilket medfører, at væggen på det højeste sted er ca. 90 cm over eksisterende terræn.

Hvor højvandsikringen krydser eksisterende veje/stier er der forudsat mobile lukkeanordninger.

Der er to forslag til linjeføring som er undersøgt. Disse fremgår af afsnit 4.7. I begge linjeføringer er der konflikter med eksisterende ledninger, hvorfor der er afsat midler til enten omlægning af mindre ledninger eller gennemføring af større ledninger. Begge strækninger er ca. lige lange (86-87 m). Den væsentlige forskel ligger i overgangen til delstrækning 6, hvor denne er henholdsvis 34m for forslag 1 og 14 m for forslag 2.

Anlægsoverslag forslag 1: Kr. 2,2 – 3,4 mio. ekskl. moms.

Anlægsoverslag forslag 2: Kr. 1,6 – 2,5 mio. ekskl. moms.

Inden igangsættelsen af Fase 2, Konkret projekt beslutes det, hvilket løsningsforslag, der skal arbejdes videre med og det er muligt at vælge en kombination af de to løsningsforslag.

3.8 Delstrækning 8

Der er på strækningen ikke et egentligt dige. "Højvandssikring" i dag består af højtliggende terræn, med en skrænt ned til kystlinjen. I basisscenariet er opskylskoten beregnet ud fra de eksisterende skråningsanlæg samt overflader til en opskylskote på 6,23-6,26 m, hvilket er højere end terrænet i dag.

For et nedbringe kravet til højde af skråningen er beregninger udført med nødvendige fladere skråningsanlæg. Det nye sikringsniveau med tillæg for bølgehøjde og bølgeopskyl medfører at skrænttoppen på den vestligste del skal hæves med ca. 8 cm. fra kote +4,00m til +4,08m. På den østlige del skal skrænttoppen jf. beregningerne hæves med ca. 64 cm fra +3,00m til +3,64m.

Beregnete nødvendige minimum dige topkote:	+4,08 m (vest)		+3,64 m (øst)
Målt skrænt topkote (eksisterende):	+4,00 m (vest)		+3,00 m (øst)

Skrænten fremstår i dag som en stejl jordskråning med delvis græsbeklædning. På forsiden er der ved skræntfoden en del begroning foran græstæppet, samt udlagt sten og beton (i dårlig forfatning) som erosionsbeskyttelse. Generelt er det i projektet vurderet, at der på strækningen ikke er et langsigtet erosionsproblem (kysten er netto fremadgående). Dog ses stedvise "huller" og varierende kant (bølgende linjeføring) på skrænttoppen, der indikerer, at der kan være tale om lokale erosionsproblemer.

På strækningen er der derfor medtaget erosionsbeskyttelse, hvor den eksisterende skråningshældning på 1:2,5 mod vest bibeholdes, hvor den mod øst gøres fladere. Erosionsbeskyttelse udføres som stenskråning opbygget med dæksten, filtersten, samt en filterduk. Stenoverfladen bevirker, at bølgeopskyllet reduceres grundet en mere ru overflade. Der er i anlægsoverslaget fastlagt erosionsbeskyttelse på hele strækningen, idet at eksisterende sten forudsættes at kunne indgå i den nye konstruktion. Der skal yderligere kompensationsfodres med sand, svarende til 5 m³ pr. løbende meter dige.

Anlægsoverslag: Kr. 5,5 – 8,4 mio. ekskl. moms

3.9 Delstrækning 9

Den eksisterende højvandssikring er i dag et jorddige. I basisscenariet er opskylskoten beregnet ud fra de eksisterende skråningsanlæg samt overflader til en opskylskote på op til +6,63 m mod vest, hvilket er højere end terrænet i dag, og faldende mod øst til ca. samme niveau som eksisterende terræn.

På den vestlige del skal diget hæves med ca. 74 cm. fra kote +2,90 til +3,64m. På midterste del er det ca. 6cm og på den østlige del skal diget hæves med ca. 30cm fra +2,80m til +3,10m.

Beregnete nødvendige minimum dige topkote:	+3,64 m (vest)	+2,86 m (midt)	+3,10 m (øst)
Målt dige topkote (eksisterende):	+2,90 m (vest)	+2,80 m (midt)	+2,80 m (øst)

Diget fremstår i dag som jorddige med græsbeklædning. På forsiden er der ved skræntfoden en del begroning foran græstæppet. Generelt er det i projektet vurderet, at der på strækningen ikke er et langsigtet erosionsproblem (kysten er netto tilvækst). Dog ses stedvise "huller" og uregelmæssige forløb, der indikerer, at der kan være tale om lokale erosionsproblemer. Dette drejer sig hovedsageligt om den vestlige del, hvor vanddybden foran diget er større end på den øvrige strækning. På den vestlige strækning er der derfor medtaget erosionsbeskyttelse, hvor skråningshældningen er øget til 1:4. Erosionsbeskyttelse udføres som stenskråning opbygget med dæksten, filtersten, samt en filterduk. Den fladere skråning, samt den ru stenoverflade bevirker til at nedsætte det beregnede bølgeopskyl. Der er i anlægsoverslaget fastlagt erosionsbeskyttelse på den vestlige strækning. Der skal yderligere kompensationsfodres med sand, svarende til 5 m³ pr. løbende meter dige (hvor der etableres erosionsbeskyttelse).

Anlægsoverslag: Kr. 4,9 – 7,5 mio. ekskl. moms.

Udvidelsen mod vest er i konflikt med naturområde med udpegede naturtyper. I fase 2 skal det undersøges om der kan søges kompensation for udvidelsen/ ændring af udpegningsområdet. Det

vurderes dog også at der kan være meget at hente ved opdeling af vestdelen i flere mindre afsnit som undersøges for nødvendighed af skråningsregulering.

3.10 Delstrækning 10

Den eksisterende højvandssikring er et jorddige. I basisscenariet er opskylskoten beregnet ud fra de eksisterende skråningsanlæg samt overflader. Dette giver en opskylskote på +4,40m til +4,86 m i vestenden. Den eksisterende højvandssikring er derfor fundet utilstrækkeligt i forhold til det bestemte sikringsniveau med tillæg for bølgehøjde og bølgeopskyl (inkl. overskylskriterie) på hele strækningen.

På den vestlige del skal diget hæves med ca. 68 cm. fra kote +2,95 til +3,63m. På midterste del er det ca. 50cm fra kote +3,20 til kote +3,70m og på den østlige del skal diget hæves med ca. 38 cm fra +3,00m til +3,38m.

Eksisterende linjeføring (E)

Beregnete nødvendige minimum dige topkote:	+3,63 m (vest)	+3,70 m (midt)	+3,38 m (øst)
Målt dige topkote (eksisterende):	+2,95 m (vest)	+3,20 m (midt)	+3,00 m (øst)

Diget fremstår i dag som jorddige med græsbeklædning på top og bagside. På vandsiden er diget beskyttet med betonoverflade på den vestlige del og dæksten på den midterste del. Det indikerer, at man har haft erosionsproblemer på disse områder af delstrækningen. På den østligste del fremstår diget i dag med græsbeklædning på forsiden. Der er som en del af løsningen foreslået en erosionsbeskyttelse i form af stenskråning opbygget med dæksten, filtersten, samt en filterduk på hele delstrækningen. Skråningen etableres med hældningen mellem 1:3,5 til 1:4, hvilket bidrager positivt i forhold til bølgeopskyl i forhold til eksisterende lidt stejlere skråninger. Der er i anlægsoverslaget fastlagt erosionsbeskyttelse på hele delstrækningen. Det forudsættes at stenene fra delstrækning midt kan genanvendes i den fremtidige konstruktion. Der skal yderligere kompensationsfødres med sand, svarende til 5 m³ pr. løbende meter dige.

Anlægsoverslag (E): Kr. 14,8 – 22,6 mio. ekskl. moms.

Udvidelsen er i konflikt med naturområde med udpegede naturtyper hvilket vanskeliggør tilladelse til udvidelsen.

Som alternativ til den eksisterende linjeføring er et supplerende tracé undersøgt. Alternativet er et digeforløb langs Stegøvej. Terrænet er i dag i ca. 0 m. Dvs. helt nyt dige etableres. Nødvendige topkote i forhold til det bestemte sikringsniveau med tillæg for bølgehøjde og bølgeopskyl (inkl. overskylskriterie) er undersøgt på den vestlige del, men vurderes repræsentativ for hele delstrækningen. Minimum topkote skal udføres i +3,52 m. Ved bølgeopskylsberegningen er det antaget, at det eksisterende dige langs kysten er fjernet.

Alternativ linjeføring (A)

Beregnete nødvendige minimum dige topkote:	+3,52 m (vest)		
Målt terræn kote (eksisterende):	+0,00 m (vest)		

Diget udføres med skråningshældninger på 1:3 på for- og bagside afsluttes med græsbeklædning. Vejforløbet skal reguleres ved overgangen mellem delstrækning 10 og 11.

Anlægsoverslag (A): Kr. 7,5 – 14,4 mio. ekskl. moms.

Inden igangsættelsen af Fase 2, Konkret projekt beslutes det, hvilken digestrækning A eller E, der skal arbejdes videre med.

3.11 Delstrækning 11

Den eksisterende højvandssikring er et jorddige. I basisscenariet er opskylskoten beregnet ud fra de eksisterende skråningsanlæg samt overflader. Dette giver en opskylskote på 2,94-3,23 m. Eksisterende topkote er derfor for lav. På toppen af diget forløber en eksisterende vej, Stegøvej. I stedet for at følge det eksisterende forløb og hæve kronetoppen (og dermed vejen) er det valgt at lave et parallelt digeforløb hvor den nye forhøjede krone (og ny bagside af diget) udføres på landsiden af eksisterende vej. Dette betragtes som et alternativ digeforløb, hvor det oprindelige tracé ikke er behandlet, og bibeholdes som det er i dag.

Diget fremstår i dag som jorddige med græsbeklædning på bagside. På hovedparten af vandsiden er diget beskyttet med dæksten hvilket indikerer, at man har haft erosionsproblemer på delstrækningen. På toppen af diget forløber en eksisterende vej, Stegøvej. På den vestlige del skal diget hæves med ca. 0 cm. På den østlige del skal diget hæves med ca. 26 cm fra +2,70m til +3,00m.

Alternativ linjeføring (A)

Beregnete nødvendige minimum dige topkote:	+3,00 m (vest)		+3,00 m (øst)
Målt terræn kote (eksisterende):	+2,70 m (vest)		+2,70 m (øst)

Højvandssikringen fremstår i dag som jorddige med erosionsbeskyttelse mod vandsiden i form af stenskråning på hovedparten af stækningen. På toppen findes sejforløbet for Stegøvej og på bagsiden er det græsbeklædt skråning. Det nye digeforløb opbygges med græsbeklædning og bagsidehældning 1:3.

Anlægsoverslag (A): Kr. 1,9 – 2,9 mio. ekskl. moms.

Der skal inde opstart af fase 2 i det konkrete projekt undersøges og træffet beslutning om, hvordan digeprojektet afsluttes op mod Ålebækken, højvandsslukket og "nabo" diget øst for Ålebækken.

4 Anlægsbeskrivelse og anlægsoverslag for delstrækninger

4.1 Delstrækning 1

4.1.1 Appendiks og bilag

<u>Tegninger</u>	<u>Geoteknisk rapport</u>	<u>Dimensionering</u>
Plan: Plantegning_S1 Tværsnit: S1	Bilag 1: Delstrækning 1	Appendiks 1: Stabilitet, Understrømning

4.1.2 Beskrivelse af højvandssikring

Højvandssikringen på strækning 1 er et jorddige. Det eksisterende tracé bibeholdes.

4.1.3 Bølgeopskyl og -overskyl

I basisscenariet er opskylskoten beregnet ud fra de eksisterende skråningsanlæg samt overflader. Dette giver en opskylskote på +2,91 m (syd) og +2,85 m (nord) hvor opskylskriteriet er overholdt jf. bilag 2.

Delstrækning	Beregnet minimum topkote	Overskylsmængde
S1 – syd	+2,91 m	0,3 l/s/m
S1 – nord	+2,85 m	0,2 l/s/m

Idet at de eksisterende tværsnit er fundet tilstrækkelige, er der ikke anbefalet ændringer i digekonstruktionen.

Strækning	Skitseret/foreslået digekote	Minimum skråningsanlæg på forsiden
S1 – syd	+2,95 m (eksisterende middel ca. +2,95 m)	1:2 - 1:3 (eksisterende fremstår 1:2,3 – 2,5)
S2 – nord	+2,90 m (eksisterende middel ca. +2,90 m)	1:2 - 1:3 (eksisterende fremstår 1:2,3 – 2,5)

Der er i anlægsoverslaget afsat midler til rydning af uønskede buske/træer på bagside af diget.

Der kan være behov for lokale udbedringer/reparationer af lokale huller/lunker eller brud i græstæppet. Dette anses dog som alm. drifts-/vedligeholdelsesarbejde og er ikke indregnet i anlægsoverslaget for tilpasning/fremtidssikring af diget.

4.1.4 Øvrige beregninger

Stabilitetsberegninger, samt understrømningsvurderinger er gennemført jf. appendiks 1. De anbefalede (eksisterende) tværsnit er fundet stabile. Der er ikke udregnet sætninger idet der ikke bygges supplerende materialer på anlægget.

Den beregnede understrømning og overskylsmængde vurderes, at udgøre en lille del af den samlede mængde vand, der skal håndteres i baglandet, og håndtering skal tænkes sammen med håndteringen af vandet fra baglandet, når der er truffet beslutning om løsningen.

4.1.5 Håndtering af bagvand

Nordfyns Kommune har valgt, at håndteringen af vand fra baglandet dimensioneres til at kunne håndtere en 100-års hændelse i dag og om 50 år.

Delstrækning 1 ligger delvist i vandoplandet, der har udløb ved Brydemade og delvist i oplandet, der har udløb ved Storkehøjvej Nord.

Der planlægges ikke tiltag i forhold til afvanding af baglandet, der har udløbspunkt ved Brydemade.

Oplandet der har udløb ved Storkehøjvej Nord afvandes så godt som 100% af pumpestationen ved Fogense Enge bortset fra det vandløbsstykke, der findes mellem pumpestationen og diget.

For at kunne afvande det samlede opland sikkert ved højvandssituationer anbefales det derfor, at etablere pumpestation ved udløbspunktet, således af hele baglandet kan afvandes sikkert i højvandssituationer.

Nødvendige pumpeydelse ved udløbet Storkehøjvej Nord, for at afvande baglandet ved en 100 års-hændelse, i dag og om 50 år.

Gentagelsesperiode (år)	pumpeydelse i dag (l/sek)	Pumpeydelse om 50 år (l/sek)
100	137	142

Der skal foretages yderligere undersøgelser af oversvømmelsesrisikoen og beskyttelse af værdier i vandoplandene før den endelige beslutning kan træffes i forhold til håndteringen af vand fra baglandet.

For yderligere oplysninger vedrørende beregning af kapacitet nødvendig til håndtering af vand fra baglandet henvises til bilag 4.

4.1.6 Anlægsomkostninger

Arbejderne omhandler hovedsageligt: rydning af eksisterende bevoksning på bagside.

Beregningen af anlægsomkostningerne er nærmere beskrevet i afsnit 5.

Delstrækning 1

Hovedpost	Kr. ekskl. moms
S1-F Supplerende forundersøgelser Ingen supplerende forundersøgelser.	-
S1-A Anlægsarbejder	165.000
S1-A1 Anstilling, drift og afrigning	15.000
S1-A2 Rydning af uønsket bevoksning (afsat beløb).	150.000
Total - ekskl. uforudseelige udgifter	165.000
S1-U Uforudseelige udgifter - ca. 20% af øvrige poster	35.000
Total - inkl. uforudseelige udgifter	200.000
Anlægsramme inkl. korrektionstillæg (forprojekt) -15% / +30%	0,17 mio. – 0,26 mio.

4.2 Delstrækning 2

4.2.1 Appendiks og bilag

<u>Tegninger</u>	<u>Geoteknisk rapport</u>	<u>Dimensionering</u>
Plan: Plantegning_S2 Tværsnit: S2	Bilag 1: Delstrækning 2	Appendiks 2: Stabilitet, sætninger Understrømning

4.2.2 Beskrivelse af højvandssikring

Højvandssikringen på strækning 2 er et jorddige. Det eksisterende tracé bibeholdes. Skråningsanlæggene som er for stejle på de eksisterende diger reguleres, så det sikres, at de minimum er 1:3 på forside. På bagsiden er hældning låst til 1:2 grundet grusvej for foden af skråningen.

Hvor det eksisterende dige reguleres og/eller forhøjes afrømmes eksisterende græs og muld. Da omfanget af reguleringen er relativt beskedent, indbygges der et nyt lag muld, hvor der mangler materiale. Afslutningsvis sås græs (digeblanding) på hele den færdigregulerede overflade.

Niveauet for grusvejen på bagside skal reguleres – se afsnit 4.2.4 herunder.

4.2.3 Bølgeopskyl og -overskyl

I basisscenariet er opskylskoten beregnet ud fra de eksisterende skråningsanlæg samt overflader. Dette giver en opskylskote på 2,90-2,84 m hvor opskylskriteriet er overholdt jf. bilag 2.

Delstrækning	Beregnet minimum topkote	Overskylsmængde
S2 – syd	+2,90 m	0,0 l/s/m
S2 – nord	+2,84 m	0,5 l/s/m

Idet at de eksisterende tværsnit er fundet tilstrækkelige, er der indledningsvist ikke anbefalet ændringer i digekonstruktionen. Dog kræves modificationer jf. afsnit 4.2.4.

Strækning	Skitseret/foreslået digekote	Minimum skråningsanlæg på forsid
S2 – syd	+2,90 m (eksisterende middel ca. +2,90 m)	1:3 (eksisterende fremstår 1:3)
S2 – nord	+2,84 m (eksisterende middel ca. +3,05 m)	1:3 (eksisterende fremstår generelt stejlere)

4.2.4 Øvrige beregninger

Stabilitetsberegninger, samt sætnings- og understrømningsvurderinger er gennemført jf. appendiks 2. De anbefalede tværsnit er fundet ustabile i forhold til den beregnede fremskrevne vandstand.

Eksisterende forsidehældning er stejlere end 1:3 og bagsidehældningen er 1:2. Bagsidehældningen kan ikke reguleres idet at der er en grusvej umiddelbart bag diget. For at opnå stabil tværsnitsberegning i højvandssituationen er det nødvendigt at regulere forsidehældningen til min. 1:3 og samtidigt er det nødvendigt at hæve vejen med ca. 50 cm for at give supplerende stabilitet på bagsiden af diget. Dette er regnet med i anlægsoverslaget.

Det anbefales, at der forud for detailprojektet udføres supplerende geotekniske beregninger med fokus på mere detaljeres materialebeskrivelse for tørvelaget idet vejhævningen muligvis kan nedsættes/eliminere ved detailprojektering.

Der kan jf. det trufne tørvelag forventes sætninger ifm. indbygning af jord til hævnings af vejen (i størrelses ordenen 17-24 cm). En kompenserende tillægsmængde jord er indregnet i anlægsoverslaget. Samtidigt kan der være mindre sætninger i forbindelse med afretning af skråningerne.

Den beregnede understrømning og overskylsmængde vurderes, at udgøre en lille del af den samlede mængde vand, der skal håndteres i baglandet, og håndtering skal tænkes sammen med håndteringen af vandet fra baglandet, når der er truffet beslutning om løsningen.

4.2.5 Håndtering af bagvand

Nordfyns Kommune har valgt at håndteringen af vand fra baglandet dimensioneres til at kunne håndtere en 100-års hændelse i dag og om 50 år.

Delstrækning 2 ligger i vandoplandet, der har udløb ved Storkehøjvej Nord.

Oplandet der har udløb ved Storkehøjvej Nord afvandes så godt som 100% af pumpestationen ved Fogense Enge bortset fra det vandløbsstykke, der findes mellem pumpestationen og diget.

For at kunne afvande det samlede opland sikkert ved højvandssituationer anbefales det derfor, at etablere pumpestation ved udløbspunktet, således af hele baglandet kan afvandes sikkert i højvandssituationer.

Nødvendige pumpeydelse ved udløbet Storkehøjvej Nord, for at afvande baglandet ved en 100 års-hændelse, i dag og om 50 år.

Gentagelsesperiode (år)	pumpeydelse i dag (l/sek)	Pumpeydelse om 50 år (l/sek)
100	137	142

Der skal foretages yderligere undersøgelser af oversvømmelsesrisikoen og beskyttelse af værdier i vandoplandene før den endelige beslutning kan træffes i forhold til håndteringen af vand fra baglandet.

For yderligere oplysninger vedrørende beregning af kapacitet nødvendig til håndtering af vand fra baglandet henvises til bilag 4.

4.2.6 Anlægsomkostninger

Arbejderne omhandler hovedsageligt: rydning af eksisterende græs/muld/bevoksning på forside, samt at skråningerne reguleres med nyt muldlag og der sås græs. Herudover er der afsat beløb til hævnings af vejen bag diget med ca. 50 cm. samt tillæg for sætninger som hævnings forventes at medføre.

Beregningen af anlægsomkostningerne er nærmere beskrevet i afsnit 5.

Delstrækning 2		
Hovedpost		Kr. ekskl. moms
S2-F	Supplerende forundersøgelser	30.000
S2-F1	Geotekniske boringer - 2-3 stk.	30.000
S2-A	Anlægsarbejder	1.688.500
S2-A1	Anstilling, drift og afrigning	225.000
S2-A2	Rydning og klargøring, herunder muld/græs/bevoksning	108.400
S2-A3	Digeopbygning - herunder forhøjelse, regulering af skråningsanlæg mv., lermembran og digegræs	307.600
S2-A4	Forhøjelse af grusvej bag dige	742.500
S2-A5	Overhøjdefor sætninger ved hævnings af vej	305.000
Total - ekskl. uforudseelige udgifter		1.718.500
S2-U	Uforudseelige udgifter - ca. 20% af øvrige poster	350.000
Total - inkl. uforudseelige udgifter		2.068.500
Anlægsramme inkl. korrektionstillæg (forprojekt)		
-15% / +30%		1,8 mio. – 2,7 mio.

4.3 Delstrækning 3

4.3.1 Appendiks og bilag

<u>Tegninger</u>	<u>Geoteknisk rapport</u>	<u>Dimensionering</u>
Plan: Plantegning_S3 Tværsnit: S3	Bilag 1: Delstrækning 3	Appendiks 3: Stabilitet, sætninger Understrømning, dæksten

4.3.2 Beskrivelse af højvandssikring

Højvandssikringen på strækning 3 er i dag et højtliggende terræn. Det eksisterende tracé bibeholdes. Skråningsanlæggene som er lidt stejle på de eksisterende skrænter reguleres, så det sikres, at de minimum er 1:4,5 på forside. På top af skrænt anses terrænet for vandret.

Der er som en del af løsningen foreslået en erosionsbeskyttelse i form af stenskråning opbygget med dæksten, filtersten, samt en filterdug. Skråningen etableres med hældningen 1:4,5 hvilket bidrager positivt i forhold til bølgeopskyl i forhold til eksisterende stejle skråninger. Der er i anlægsoverslaget fastlagt erosionsbeskyttelse på hele strækningen. Der skal yderligere kompensationsfodres med sand, svarende til 5 m³ pr. løbende meter strækning med erosionsbeskyttelse.

4.3.3 Bølgeopskyl og -overskyl

I basisscenariet er opskylskoten beregnet ud fra de eksisterende skråningsanlæg samt overflader. Dette giver en opskylskote på 4,17-5,27 m. De eksisterende forhold er derfor fundet utilstrækkelige. Idet der etableres erosionsbeskyttelse bidrager afretning af skråningerne (til fladere hældning) samt medregning af ru overflade fra dækstenene til nedbringning af de nødvendige koter til niveauerne i tabellen nedenfor.

På strækningen er følgende bølgeopskyl og -overskyl beregnet som minimum topkote som "diget" (skrænten) skal udføres i, jf. bilag 2.

Delstrækning	Beregnet minimum topkote	Overskylsmængde
S3 – vest	+3,50 m	31,4 l/s/m
S3 – midt	+3,06 m	0,2 l/s/m
S3 - øst	+3,23 m	0,5 l/s/m

Af scenariet for den fremtidige top af skrænt fremgår det, at såfremt følgende geometri sikres overholdt, er skrænterne tilstrækkelige i forhold til bølgeopskyllet:

Strækning	Skitseret/foreslået digekote	Minimum skråningsanlæg på forsiden
S3 – vest	+3,50 m (eksisterende middel ca. +3,30 m)	1:4,5 (eksisterende fremstår generelt stejlere)
S3– midt	+3,06 m (eksisterende middel ca. +4,10 m)	1:4,5 (eksisterende fremstår generelt stejlere)
S3 – Øst	+3,23 m (eksisterende middel ca. +4,25 m)	1:4,5 (eksisterende fremstår generelt stejlere)

4.3.4 Øvrige beregninger

Stabilitetsberegninger, samt sætnings- og understrømningsvurderinger, samt bestemmelse af stenstørrelser for erosionsbeskyttelsen er gennemført jf. appendiks 3. De anbefalede tværsnit er fundet stabile. Da der ikke er geotekniske boringer på strækningen er der ikke udført sætningsberegninger.

Stenstørrelser er valgt til 40-200 kg (vest) og 10-60 kg (øst) for dæksten og 2-15 kg for filtersten.

Den beregnede understrømning og overskylsmængde vurderes, at udgøre en lille del af den samlede mængde vand, der skal håndteres i baglandet, og håndtering skal tænkes sammen med håndteringen af vandet fra baglandet, når der er truffet beslutning om løsningen.

4.3.5 Håndtering af bagvand

Nordfyns Kommune har valgt, at håndteringen af vand fra baglandet dimensioneres til at kunne håndtere en 100-års hændelse i dag og om 50 år.

Delstrækning 3 ligger højt på tidligere Fogense Ø mellem vandoplandet med udløb i Storkenhøjvej Nord og Vestergade, så der løber ikke vand fra baglandet gennem denne delstrækning.

For yderligere oplysninger vedrørende beregning af kapacitet nødvendig til håndtering af vand fra baglandet henvises til bilag 4.

4.3.6 Anlægsomkostninger

Arbejderne omhandler hovedsageligt: rydning af eksisterende græs/muld/bevoksning på forside, samt at skråningerne reguleres med tilkørt sand. Derudover etableres stenskråninger på forsiden med dæksten, filtersten og fiberdug. Anlægget afsluttes med kompensationsfodring med sand, ca. 5m³ pr. lbm. skråning.

Beregningen af anlægsomkostningerne er nærmere beskrevet i afsnit 5.

Delstrækning 3

Hovedpost	Kr. ekskl. moms
S3-F Supplerende forundersøgelser Ingen supplerende forundersøgelser.	-
S3-A Anlægsarbejder	10.160.820
S3-A1 Anstilling, drift og afrigning	500.000
S3-A2 Rydning og klargøring, herunder muld/græs/bevoksning	441.480
S3-A3 Erosionssikring, stenskråning - herunder afretning af eksisterende skrænt og opbygning af stenskråning	8.857.340
S3-A4 Erosionssikring, kompensationsfodring	362.000
Total - ekskl. uforudseelige udgifter	10.160.820
S3-U Uforudseelige udgifter - ca. 20% af øvrige poster	2.050.000
Total - inkl. uforudseelige udgifter	12.210.820
Anlægsramme inkl. korrektionstillæg (forprojekt) -15% / +30%	10,4 mio. - 15,9 mio.

4.4 Delstrækning 4

4.4.1 Appendiks og bilag

<u>Tegninger</u>	<u>Geoteknisk rapport</u>	<u>Dimensionering</u>
Plan: Plantegning_S4 Tværsnit: S4	Bilag 1: Delstrækning 4	Appendiks 4: Stabilitet, sætninger Understrømning, dæksten

4.4.2 Beskrivelse af højvandssikring

Højvandssikringen på strækning 4 er i dag et jorddige. Det eksisterende tracé bibeholdes. Skråningsanlæggene som er lidt stejle på de eksisterende skrænter reguleres, så det sikres, at de minimum er 1:3,5 på forside. Toppen af diget hæves med ca. 63-104 cm. Dette gøres ved rømning af eksisterende overflade, udlægning af ny sandkerne (hvor der er plads) som afsluttes med lermembran og et muldlag med græs.

Der er som en del af løsningen foreslået en erosionsbeskyttelse i form af stenskråning opbygget med dæksten, filtersten, samt en filterdug. Skråningen etableres med hældningen 1:3,5 hvilket bidrager positivt på bølgeopskyl i forhold til eksisterende stejle skråninger. Der er i anlægsoverslaget fastlagt erosionsbeskyttelse på hele strækningen. Det estimeres at ca. 25% af de nødvendige sten i den nye løsning kan stamme fra genanvendelse af eksisterende sten. Der skal yderligere kompensationsfodres med sand, svarende til 5 m³ pr. løbende meter dige.

4.4.3 Bølgeopskyl og -overskyl

I basisscenariet er opskylskoten beregnet ud fra de eksisterende skråningsanlæg samt overflader. Dette giver en opskylskote på 4,86-5,23 m. De eksisterende forhold er derfor fundet utilstrækkelige. Idet der etableres erosionsbeskyttelse bidrager afretning af skråningerne (til

fladere hældning) samt medregning af ru overflade fra dækstenene til nedbringning af de nødvendige koter til niveauerne i tabellen nedenfor.

På strækningen er følgende bølgeopskyl og -overskyl beregnet som minimum topkote som diget skal udføres i, jf. bilag 2.

Delstrækning	Beregnet minimum topkote	Overskylsmængde
S4 – vest	+3,84 m	29,1 l/s/m
S4 – øst	+3,63 m	24,2 l/s/m

Det bemærkes at topkoten er ca. 0,5 højere end på strækning 3. Det skyldes at den valgte skråning er begrænset til 1:3,5 i stedet for den fladere 1:4,5 på strækning 3. Omfanget af dæksten er derfor begrænset imod at toppen af sikringen hæves mere.

Af scenariet for det fremtidige dige fremgår det, at såfremt følgende geometri sikres overholdt, er diget tilstrækkelige i forhold til bølgeopskyllet:

Strækning	Skitseret/foreslået digekote	Minimum skråningsanlæg på forsiden
S4 – vest	+3,85 m (eksisterende middel ca. +2,80 m)	1:3,5 (eksisterende fremstår generelt stejlere)
S4 – øst	+3,65 m (eksisterende middel ca. +3,00 m)	1:3,5 (eksisterende fremstår generelt stejlere)

4.4.4 Øvrige beregninger

Stabilitetsberegninger, samt sætnings- og understrømningsvurderinger, samt bestemmelse af stenstørrelser for erosionsbeskyttelsen er gennemført jf. appendiks 4. De anbefalede tværsnit er fundet stabile og sætninger fundet uvæsentlige (ingen sætningsgivende lag i borerne på strækningen).

Stenstørrelser er valgt til 40-200 kg for dæksten og 2-15kg for filtersten.

Den beregnede understrømning vurderes, at udgøre en lille del af den samlede mængde vand, der skal håndteres i baglandet, og håndtering skal tænkes sammen med håndteringen af vandet fra baglandet, når der er truffet beslutning om løsningen.

Overskylsmængden er højere end det ønskede. Der afsættes derfor midler i anlægsoverslaget til at håndtere denne vandmængde (enten opsamling af vand bag diget eller supplerende forhøjning i størrelsesordenen 0,5-0,7 m).

4.4.5 Håndtering af bagvand

Nordfyns Kommune har valgt, at håndteringen af vand fra baglandet dimensioneres til at kunne håndtere en 100-års hændelse i dag og om 50 år.

Delstrækning 4 ligger i vandoplandet med udløb i Vestergade (Bogense Havn).

I oplandet er der placeret en pumpestation ved Bogense Vesterenge som afvander ca. 11% af det samlede vandopland.

Nødvendige pumpeydelse ved Pumpestation Bogense Vesterenge, for at afvande baglandet i dag og om 50 år.

Gentagelsesperiode (år)	pumpeydelse i dag (l/sek)	Pumpeydelse om 50 år (l/sek)
100	131	135

For at kunne afvande det samlede opland sikkert ved højvandssituationer anbefales det derfor, at etablere pumpestation ved udløbspunktet, således af hele baglandet kan afvandes sikkert i højvandssituationer.

Nødvendige pumpeydelse ved en eventuel fremtidig pumpestation ved udløbspunktet Vestergade, for at afvande baglandet til forskellige gentagelsesperioder, i dag og om 50 år.

Gentagelsesperiode (år)	pumpeydelse i dag (l/sek)	Pumpeydelse om 50 år (l/sek)
100	1185	1221

Hvis vandet fra baglandet i stedet skal magasineres, skal der findes et magasineringsvolumen i oplandet. Nordfyns Kommune har ikke på nuværende tidspunkt udpeget arealer til magasinering.

Nødvendigt magasineringsvolumen om 50 år opstrøms for udløbspunkt ved Vestergade.

Gentagelsesperiode (år)	Nødvendigt magasineringsvolumen (gennemsnit - m ³)	Nødvendigt magasineringsvolumen (maks- m ³)
100	18459	137567

Det understreges, at magasineringsvolumenet skal findes under kote 0,80 m DVR90.

Alternativ Bogense Vesterenge

Nordfyns Kommune overvejer at etablere et udløb i delstrækning 5, således at vand fra pumpestationen ved Bogense Vesterenge ledes direkte til havet, fremfor – som i dag – til Landkanalen. Dette for at frigøre volumen til opstuvning af vand i Bybækken.

Dette alternativ vil ikke ændre på de nødvendige pumpeydelse ved den eksisterende pumpestation Bogense Vesterenge.

Nødvendige pumpeydelse ved en eventuel fremtidig pumpestation ved udløbspunktet Vestergade, for at afvande baglandet i dag og om 50 år, såfremt der etableres en ledning direkte til havet ved den eksisterende pumpestation Bogense Vesterenge.

Gentagelsesperiode (år)	pumpeydelse i dag (l/sek)	Pumpeydelse om 50 år (l/sek)
100	1054	1086

Der skal foretages yderligere undersøgelser af oversvømmelsesrisikoen og beskyttelse af værdier i vandoplandene før den endelige beslutning kan træffes i forhold til håndteringen af vand fra baglandet.

For yderligere oplysninger vedrørende beregning af kapacitet nødvendig til håndtering af vand fra baglandet henvises til bilag 4.

4.4.6 Anlægsomkostninger

Arbejderne omhandler hovedsageligt: rydning af eksisterende græs/muld/bevoksning på overfladerne, samt at forsideskråningerne reguleres med tilkøbt sand. Diget udbygges på toppen med kerne af sand samt lermembran og afsluttes med muld/græs på top og bagside. Derudover etableres stenskråninger på forsiden med dæksten, filtersten og fiberdug. Det påregnes at 25% af den nødvendige stenmængde kan findes i de eksisterende sten på strækningen. Anlægget afsluttes med kompensationsfodring med sand, ca. 5m³ pr. lbm. skråning.

Beregningen af anlægsomkostningerne er nærmere beskrevet i afsnit 5.

Delstrækning 4

Hovedpost	Kr. ekskl. moms
S4-F Supplerende forundersøgelser Ingen supplerende forundersøgelser.	-
S4-A Anlægsarbejder	5.814.575
S4-A1 Anstilling, drift og afrigning	825.000
S4-A2 Rydning og klargøring, herunder muld/græs/bevoksning	272.000
S4-A3 Digeopbygning - herunder forhøjelse, regulering af skråningsanlæg mv., lermembran og digegræs	717.500
S4-A4 Digeopbygning - overhøjde for compensation for sætninger	-
S4-A5 Erosionssikring, stenskråning - herunder afretning af eksisterende skrænt og opbygning af stenskråning	4.257.000
S4-A6 Erosionssikring, kompensationsfodring	193.000
S4-A7 Fradrag for genanvendelse af eksisterende dæksten (25%)	- 855.225
S4-A6 Afsat beløb til håndtering af overskylsvand	405.300
Total - ekskl. uforudseelige udgifter	5.814.575
S4-U Uforudseelige udgifter - ca. 20% af øvrige poster	1.200.000
Total - inkl. uforudseelige udgifter	7.014.575
Anlægsramme inkl. korrektionstillæg (forprojekt) -15% / +30%	6,0 mio. 9,1 mio.

4.5 Delstrækning 5

4.5.1 Appendiks og bilag

<u>Tegninger</u>	<u>Geoteknisk rapport</u>	<u>Dimensionering</u>
Plan: Plantegning_S5 Tværsnit: S5	Bilag 1: Delstrækning 5	Appendiks 5: Stabilitet, sætninger Understrømning, dæksten

4.5.2 Beskrivelse af højvandssikring

Højvandssikringen på strækning 5 er i dag et jorddige (midt- og øst-enden har dog mere karakter af skrænt/højtliggende terræn). Det eksisterende tracé bibeholdes. Skråningsanlægget som er lidt stejle på eksisterende vestlig reguleres, så det sikres, at det minimum er 1:3 på forside. Toppen af diget hæves med ca. 43 cm. Dette gøres ved rømning af eksisterende overflade, afretning af skråning med sand.

Der er som en del af løsningen mod vest foreslået en erosionsbeskyttelse i form af stenskråning opbygget med dæksten, filtersten, samt en filterduk. Skråningen etableres med hældningen 1:3 hvilket bidrager positivt i forhold til bølgeopskyl i forhold til eksisterende stejle skråninger. Der er i anlægsoverslaget fastlagt erosionsbeskyttelse på vestlige del af strækningen. Der skal yderligere kompensationsfodres med sand, svarende til 5 m³ pr. løbende meter dige. Strækning midt og øst er ok.

4.5.3 Bølgeopskyl og -overskyl

I basisscenariet er opskylskoten beregnet ud fra de eksisterende skråningsanlæg samt overflader. Dette giver en opskylskote på vestlig del på 5,32 m. De eksisterende forhold er derfor fundet utilstrækkelige. Idet der etableres erosionsbeskyttelse på vestlig del, bidrager afretning af skråningerne (til fladere hældning) samt medregning af ru overflade fra dækstenene til nedbringning af de nødvendige koter til niveauerne i tabellen nedenfor.

På strækningen er følgende bølgeopskyl og -overskyl beregnet som minimum topkote som diget/skrænterne skal udføres i, jf. bilag 2.

Delstrækning	Beregnet minimum topkote	Overskylsmængde
S5 – vest	+4,03 m	25,5 l/s/m
S5 – midt	+4,24 m	7,0 l/s/m
S5 – øst	+2,75 m	0,2 l/s/m

Af scenariet for det fremtidige dige fremgår det, at såfremt følgende geometri sikres overholdt, er diget tilstrækkelige i forhold til bølgeopskyllet:

Strækning	Skitseret/foreslået digekote	Minimum skråningsanlæg på forsiden
S5 – vest	+4,05 m (eksisterende middel ca. +3,60 m)	1:3,5 (eksisterende fremstår generelt stejlere)
S5 – midt	+4,25 m (eksisterende middel ca. +4,50 m)	1:3 (eksisterende fremstår fladere)
S5– øst	+2,75 m (eksisterende middel ca. +2,80 m)	1:3 (eksisterende fremstår fladere)

Jf. ovenstående modificeres strækning vest. S5 midt og øst bibeholdes.

4.5.4 Øvrige beregninger

Stabilitetsberegninger, samt sætnings- og understrømningsvurderinger, samt bestemmelse af stenstørrelser for erosionsbeskyttelsen er gennemført jf. appendiks 5. De anbefalede tværsnit er fundet stabile. Udregnede sætninger er bestemt til størrelsesordenen 16-20. En kompenserende tillægsmængde jord er indregnet i anlægsoverslaget.

Stenstørrelser på strækning vest er valgt til 40-200 kg for dæksten og 2-15 kg for filtersten.

Den beregnede understrømning vurderes, at udgøre en lille del af den samlede mængde vand, der skal håndteres i baglandet, og håndtering skal tænkes sammen med håndteringen af vandet fra baglandet, når der er truffet beslutning om løsningen.

Overskylsmængden er højere end det ønskede. Der afsættes derfor midler i anlægsoverslaget til at håndtere denne vandmængde (enten opsamling af vand bag diget eller supplerende forhøjning i størrelsesordenen 0,5-0,7 m).

4.5.5 Håndtering af bagvand

Nordfyns Kommune har valgt at håndteringen af vand fra baglandet dimensioneres til at kunne håndtere en 100-års hændelse i dag og om 50 år.

Delstrækning 5 ligger i vandoplandet med udløb i Vestergade (Bogense Havn).

I oplandet er der placeret en pumpestation ved Bogense Vesterenge som afvander ca. 11% af det samlede vandopland.

Nødvendige pumpeydelse ved Pumpestation Bogense Vesterenge, for at afvande baglandet til forskellige gentagelsesperioder, i dag og om 50 år.

Gentagelsesperiode (år)	pumpeydelse i dag (l/sek)	Pumpeydelse om 50 år (l/sek)
100	131	135

For at kunne afvande det samlede opland sikkert ved højvandssituationer anbefales det derfor, at etablere pumpestation ved udløbspunktet, således af hele baglandet kan afvandes sikkert i højvandssituationer.

Nødvendige pumpeydelse ved en eventuel fremtidig pumpestation ved udløbspunktet Vestergade, for at afvande baglandet til forskellige gentagelsesperioder, i dag og om 50 år.

Gentagelsesperiode (år)	pumpeydelse i dag (l/sek)	Pumpeydelse om 50 år (l/sek)
100	1185	1221

Hvis vandet fra baglandet i stedet skal magasineres, skal der findes et magasineringsvolumen i oplandet. Nordfyns Kommune har ikke på nuværende tidspunkt udpeget arealer til magasinering.

Nødvendigt magasineringsvolumen om 50 år opstrøms for udløbspunkt ved Vestergade.

Gentagelsesperiode (år)	Nødvendigt magasineringsvolumen (gennemsnit - m ³)	Nødvendigt magasineringsvolumen (maks- m ³)
100	18459	137567

Det understreges, at magasineringsvolumenet skal findes under kote 0,80 m DVR90.

Alternativ Bogense Vesterenge

Nordfyns Kommune overvejer at etablere et udløb i delstrækning 5, således at vand fra pumpestationen ved Bogense Vesterenge ledes direkte til havet, fremfor – som i dag – til Landkanalen. Dette for at frigøre volumen til opstuvning af vand i Bybækken.

Dette alternativ vil ikke ændre på de nødvendige pumpeydelse ved den eksisterende pumpestation Bogense Vesterenge.

Nødvendige pumpeydelse ved en eventuel fremtidig pumpestation ved udløbspunktet Vestergade, for at afvande baglandet i dag og om 50 år, såfremt der etableres en ledning direkte til havet ved den eksisterende pumpestation Bogense Vesterenge.

Gentagelsesperiode (år)	pumpeydelse i dag (l/sek)	Pumpeydelse om 50 år (l/sek)
100	1054	1086

Der skal foretages yderligere undersøgelser af oversvømmelsesrisikoen og beskyttelse af værdier i vandoplandene før den endelige beslutning kan træffes i forhold til håndteringen af vand fra baglandet.

For yderligere oplysninger vedrørende beregning af kapacitet nødvendig til håndtering af vand fra baglandet henvises til bilag 4.

4.5.6 Anlægsomkostninger

Arbejderne omhandler hovedsageligt: rydning af eksisterende stenglacis og evt. bevoksning på forside, samt at skråningerne reguleres med tilkørt sand. Derudover etableres stenskråninger på forsiden med dæksten, filtersten og fiberduk. Det påregnes at 25% af den nødvendige stenmængde kan findes i de eksisterende sten på strækningen. Anlægget afsluttes med

kompensationsfodring med sand, ca. 5m³ pr. lbm. skråning. Der er tilføjet geotekniske boringer idet at der i skitseprojektet ikke blev udført boringer i tracéet.

Beregningen af anlægsomkostningerne er nærmere beskrevet i afsnit 5.

Delstrækning 5

Hovedpost		Kr. ekskl. moms
S5-F	Supplerende forundersøgelser	50.000
S5-F1	Geotekniske boringer - 2 stk. geotekniske + 2 stk. lagfølge	50.000
S5-A	Anlægsarbejder	3.503.450
S5-A1	Anstilling, drift og afrigning	500.000
S5-A2	Rydning og klargøring, herunder stenglacis og bevoksning	144.000
S5-A3	Digeopbygning - herunder forhøjelse, regulering af skråningsanlæg, lermembran og digegræs	121.300
S5-A4	Digeopbygning - overhøjde for kompensation for sætninger	60.650
S5-A5	Erosionssikring, stenskråning - herunder afretning af eksisterende skrænt og opbygning af stenskråning	2.860.200
S5-A6	Erosionssikring, kompensationsfodring	126.000
S5-A7	Fradrag for genanvendelse af eksisterende dæksten (25%)	- 573.300
S5-A8	Afsat beløb til håndtering af overskylsvand	264.600
Total - ekskl. uforudseelige udgifter		3.553.450
S5e-U	Uforudseelige udgifter - ca. 20% af øvrige poster	700.000
Total - inkl. uforudseelige udgifter		4.253.450
Anlægsramme inkl. korrektionstillæg (forprojekt)		3,6 mio. – 5,5 mio.
-15% / +30%		

På området mellem kysten og kanalen er en V2-kortlægning af en tidligere kommunal losseplads. Lossepladsen er ikke behandlet i dette skitseprojekt, da denne håndteres særskilt af Nordfyns Kommune efter anden lovgivning. Alle omkostninger til håndteringen af forureningen er udeholdt af digeprojektets økonomi.

4.6 Delstrækning 6

4.6.1 Appendiks og bilag

<u>Tegninger</u>	<u>Geoteknisk rapport</u>	<u>Dimensionering</u>
Plan: Plantegning_S6 Tværsnit: S6	Bilag 1: Delstrækning 6	Appendiks 6: Stabilitet, sætninger Understrømning

4.6.2 Beskrivelse af højvandssikring

Højvandssikringen på strækning 6 er i dag et jorddige. Det eksisterende tracé bibeholdes.

4.6.3 Bølgeopskyl og -overskyl

I basisscenariet er opskylskoten beregnet ud fra de eksisterende skråningsanlæg samt overflader. Dette giver en opskylskote på +2,95 m (vest) og +3,04 m (øst) hvor opskylskriteriet er overholdt jf. bilag 2.

Delstrækning	Beregnet minimum topkote	Overskylsmængde
S6 – vest	+2,95 m	0,5 l/s/m
S6 – øst	+3,04 m	1,2 l/s/m

Idet at de eksisterende tværsnit er fundet tilstrækkelige, er der ikke anbefalet ændringer i digekonstruktionen.

Strækning	Skitseret/foreslået digekote	Minimum skråningsanlæg på forsiden
S6 – vest	+2,95 m (eksisterende middel ca. +2,95 m)	1:3 (eksisterende fremstår 1:3)
S6 – øst	+3,04 m (eksisterende middel ca. +2,95 m)	1:3 (eksisterende fremstår 1:3)

Der kan være behov for lokale udbedringer/reparationer af lokale huller/lunker eller brud i græstæppet. Dette anses dog som alm. drifts-/vedligeholdelsesarbejde og er ikke indregnet i anlægsoverslaget for tilpasning/fremtidssikring af diget.

4.6.4 Øvrige beregninger

Stabilitetsberegninger, samt understrømningsvurderinger er gennemført jf. appendiks 6. De anbefalede tværsnit er fundet stabile. Sætninger er ikke taget i betragtning idet at der ikke ændres ved eksisterende diger.

Den beregnede understrømning og overskylsmængde vurderes, at udgøre en lille del af den samlede mængde vand, der skal håndteres i baglandet, og håndtering skal tænkes sammen med håndteringen af vandet fra baglandet, når der er truffet beslutning om løsningen.

4.6.5 Håndtering af bagvand

Nordfyns Kommune har valgt at håndteringen af vand fra baglandet dimensioneres til at kunne håndtere en 100-års hændelse i dag og om 50 år.

Delstrækning 6 ligger i vandoplandet med udløb i Vestergade (Bogense Havn).

I oplandet er der placeret en pumpestation ved Bogense Vesterenge som afvander ca. 11% af det samlede vandopland.

Nødvendige pumpeydelse ved Pumpestation Bogense Vesterenge, for at afvande baglandet til forskellige gentagelsesperioder, i dag og om 50 år.

Gentagelsesperiode (år)	pumpeydelse i dag (l/sek)	Pumpeydelse om 50 år (l/sek)
100	131	135

For at kunne afvande det samlede opland sikkert ved højvandssituationer anbefales det derfor, at etablere pumpestation ved udløbspunktet, således af hele baglandet kan afvandes sikkert i højvandssituationer.

Nødvendige pumpeydelse ved en eventuel fremtidig pumpestation ved udløbspunktet Vestergade, for at afvande baglandet til forskellige gentagelsesperioder, i dag og om 50 år.

Gentagelsesperiode (år)	pumpeydelse i dag (l/sek)	Pumpeydelse om 50 år (l/sek)
100	1185	1221

Hvis vandet fra baglandet i stedet skal magasineres, skal der findes et magasineringsvolumen i oplandet. Nordfyns Kommune har ikke på nuværende tidspunkt udpeget arealer til magasinering.

Nødvendigt magasineringsvolumen om 50 år opstrøms for udløbspunkt ved Vestergade.

Gentagelsesperiode (år)	Nødvendigt magasineringsvolumen (gennemsnit - m ³)	Nødvendigt magasineringsvolumen (maks- m ³)
100	18459	137567

Det understreges, at magasineringsvolumenet skal findes under kote 0,80 m DVR90.

Alternativ Bogense Vesterenge

Nordfyns Kommune overvejer at etablere et udløb i delstrækning 5, således at vand fra pumpestationen ved Bogense Vesterenge ledes direkte til havet, fremfor – som i dag – til Landkanalen. Dette for at frigøre volumen til opstuvning af vand i Bybækken.

Dette alternativ vil ikke ændre på de nødvendige pumpeydelse ved den eksisterende pumpestation Bogense Vesterenge.

Nødvendige pumpeydelse ved en eventuel fremtidig pumpestation ved udløbspunktet Vestergade, for at afvande baglandet i dag og om 50 år, såfremt der etableres en ledning direkte til havet ved den eksisterende pumpestation Bogense Vesterenge.

Gentagelsesperiode (år)	pumpeydelse i dag (l/sek)	Pumpeydelse om 50 år (l/sek)
100	1054	1086

Der skal foretages yderligere undersøgelser af oversvømmelsesrisikoen og beskyttelse af værdier i vandoplandene før den endelige beslutning kan træffes i forhold til håndteringen af vand fra baglandet.

For yderligere oplysninger vedrørende beregning af kapacitet nødvendig til håndtering af vand fra baglandet henvises til bilag 4.

4.6.6 Anlægsomkostninger

Der udføres ingen tiltag på strækningen.

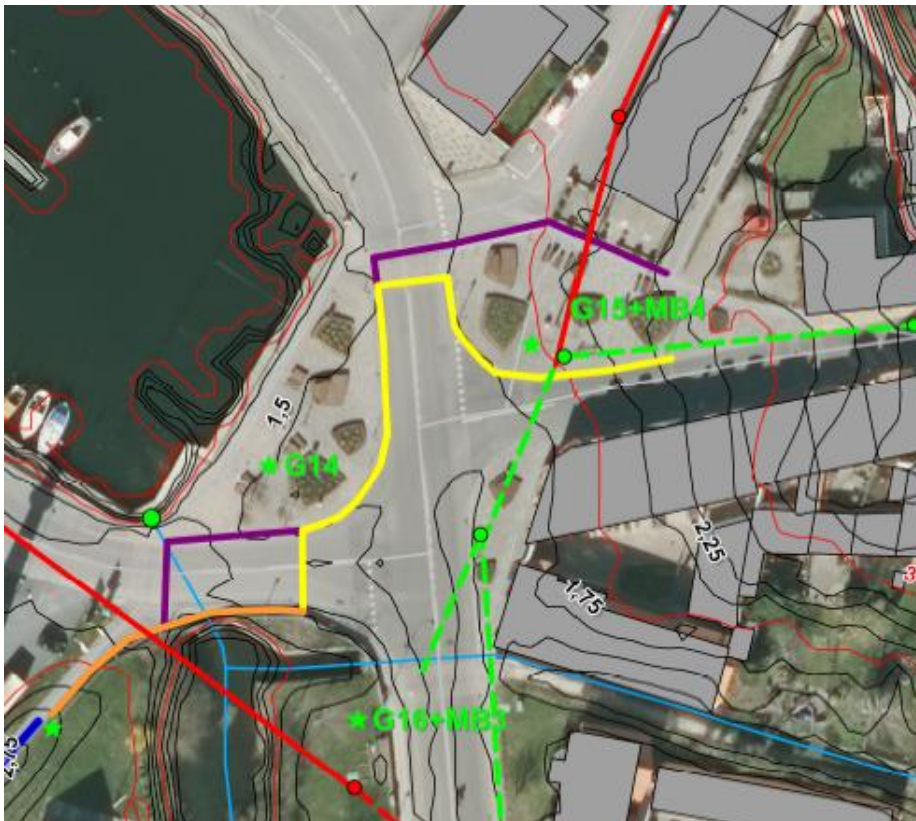
4.7 Delstrækning 7

4.7.1 Appendiks og bilag

<u>Tegninger</u>	<u>Geoteknisk rapport</u>	<u>Dimensionering</u>
Plan: Plantegning_S7 Tværsnit: S7	Bilag 1: Delstrækning 7	Appendiks 7: Stabilitet

4.7.2 Beskrivelse af højvandssikring

Højvandssikringen på strækning 7 udføres inde i byen ved krydsning af Vestre Havnegade, Vestergade og afslutning ved Adelgade. Højvandssikringen udføres ved etablering af betonvæg der nedadtil er skitseret til top af morænelerlaget, idet at understrømning forhindres. I det vedlagte tværsnit (tegning S7) er det værste svenarie illustreret med maksimal højde over terræn kombineret med maksimal dybde til ler. Ved detailprojektering kan højden optimeres. Der er skitseret 2 forslag til linjeføringen herunder.



Linjeføring har en længde på mellem 85-100 m. Adskillelsen mellem de to ligger i overgangen til delstrækning 6, hvor den gule linjeføring har en overgang på 34 m og den lilla har en overgang på 14 m. Hvor højvandssikringen krydser vej- og stiarealer udføres mobile højvandssikringer). Begge forslag er i konflikt med eksisterende ledninger (herunder fjernvarme og kloakledninger, samt mindre tele-/el-kabler). De mindre ledninger vurderes at kunne omlægges relativt let. Ved større ledninger etableres muren med en gennemføring af ledningerne.

4.7.3 Bølgeopskyl og -overskyl

Der forventes ikke rullende bølger på strækningen hvorfor initialsikringshøjden på +2,18 m er gældende. Dog er der tillagt en overhøjde op til +2,40 m for at tage det værste bølgeuro/dønninger.

4.7.4 Øvrige beregninger

Stabilitetsberegninger gennemført jf. appendiks 7. De anbefalede tværsnit er fundet stabile. Der er tillagt overdybde på væggen nedadtil for at hindre understrømning og for fundering på moræneler.

4.7.5 Håndtering af bagvand

Nordfyns Kommune har valgt at håndteringen af vand fra baglandet dimensioneres til at kunne håndtere en 100-års hændelse i dag og om 50 år.

I Delstrækning 7 ligger udløbet Vestergade (Bogense Havn) som afvander et ca. 20 kvadratkilometer stort vandopland.

I oplandet er der placeret en pumpestation ved Bogense Vesterenge som afvander ca. 11% af det samlede vandopland.

Nødvendige pumpeydelse ved Pumpestation Bogense Vesterenge, for at afvande baglandet til forskellige gentagelsesperioder, i dag og om 50 år.

Gentagelsesperiode (år)	pumpeydelse i dag (l/sek)	Pumpeydelse om 50 år (l/sek)
100	131	135

For at kunne afvande det samlede opland sikkert ved højvandssituationer anbefales det derfor, at etablere pumpestation ved udløbspunktet, således af hele baglandet kan afvandes sikkert i højvandssituationer.

Nødvendige pumpeydelse ved en eventuel fremtidig pumpestation ved udløbspunktet Vestergade, for at afvande baglandet til forskellige gentagelsesperioder, i dag og om 50 år.

Gentagelsesperiode (år)	pumpeydelse i dag (l/sek)	Pumpeydelse om 50 år (l/sek)
100	1185	1221

Hvis vandet fra baglandet i stedet skal magasineres, skal der findes et magasineringsvolumen i oplandet. Nordfyns Kommune har ikke på nuværende tidspunkt udpeget arealer til magasinering.

Nødvendigt magasineringsvolumen om 50 år opstrøms for udløbspunkt ved Vestergade.

Gentagelsesperiode (år)	Nødvendigt magasineringsvolumen (gennemsnit - m ³)	Nødvendigt magasineringsvolumen (maks- m ³)
100	18459	137567

Det understreges, at magasineringsvolumenet skal findes under kote 0,80 m DVR90.

Alternativ Bogense Vesterenge

Nordfyns Kommune overvejer at etablere et udløb i delstrækning 5, således at vand fra pumpestationen ved Bogense Vesterenge ledes direkte til havet, fremfor – som i dag – til Landkanalen. Dette for at frigøre volumen til opstuvning af vand i Bybækken.

Dette alternativ vil ikke ændre på de nødvendige pumpeydelse ved den eksisterende pumpestation Bogense Vesterenge.

Nødvendige pumpeydelse ved en eventuel fremtidig pumpestation ved udløbspunktet Vestergade, for at afvande baglandet i dag og om 50 år, såfremt der etableres en ledning direkte til havet ved den eksisterende pumpestation Bogense Vesterenge.

Gentagelsesperiode (år)	pumpeydelse i dag (l/sek)	Pumpeydelse om 50 år (l/sek)
100	1054	1086

Der skal foretages yderligere undersøgelser af oversvømmelsesrisikoen og beskyttelse af værdier i vandoplandene før den endelige beslutning kan træffes i forhold til håndteringen af vand fra baglandet.

For yderligere oplysninger vedrørende beregning af kapacitet nødvendig til håndtering af vand fra baglandet henvises til bilag 4.

4.7.6 Anlægsomkostninger

Arbejderne omhandler hovedsageligt: rydning af eksisterende græs/muld/bevoksning langs overgangsstykkerne, Skæring af asfalt, udgravning og støbning af mur, etablering af nødvendige gennemføringer/omlægning af ledninger, tilbagefyldning og retablering af belægninger, levering af mobile portelementer.

Beregningen af anlægsomkostningerne er nærmere beskrevet i afsnit 5.

Delstrækning 7 - Forslag 1

Hovedpost	Kr. ekskl. moms
S7a-F Supplerende forundersøgelser Ingen supplerende forundersøgelser.	-
S7a-A Anlægsarbejder	2.121.000

S7a-A1	Anstilling, drift og afrigning	275.000
S7a-A2	Rydning og klargøring af arealer	25.000
S7a-A3	Højvandsmur, betonmur - herunder betonmur, udgravning og tilbagefyldning, opbrydning og retablering af belægninger mv.	1.413.500
S7a-A4	Højvandsmur, mobile sektioner (åbninger), udgravning og tilbagefyldning for fundament, opbrydning og retablering af belægninger mv.	157.500
S7a-A5	Tildannelse/gennemøringer og omlægning af ledninger/kabler	250.000

Total - ekskl. uforudseelige udgifter **2.121.000**

S7a-U Uforudseelige udgifter - ca. 20% af øvrige poster 450.000

Total - inkl. uforudseelige udgifter **2.571.000**

Anlægsramme inkl. korrektionstillæg (forprojekt)
-15% / +30% **2,2 mio. - 3,4 mio.**

Delstrækning 7 - Forslag 2

Hovedpost **Kr. ekskl. moms**

S7b-F Supplerende forundersøgelser -
Ingen supplerende forundersøgelser.

S7b-A Anlægsarbejder **1.542.530**

S7b-A1	Anstilling, drift og afrigning	250.000
S7b-A2	Rydning og klargøring af arealer	25.000
S7b-A3	Højvandsmur, betonmur - herunder betonmur, udgravning og tilbagefyldning, opbrydning og retablering af belægninger mv.	1.102.530
S7b-A4	Højvandsmur, mobile sektioner (åbninger), udgravning og tilbagefyldning for fundament, opbrydning og retablering af belægninger mv.	165.000
S7b-A5	Tildannelse/gennemøringer og omlægning af ledninger/kabler	250.000

Total - ekskl. uforudseelige udgifter **1.542.530**

S7b-U Uforudseelige udgifter - ca. 20% af øvrige poster 350.000

Total - inkl. uforudseelige udgifter **1.892.530**

Anlægsramme inkl. korrektionstillæg (forprojekt)
-15% / +30% **1,6 mio. - 2,5 mio.**

4.8 Delstrækning 8

4.8.1 Appendiks og bilag

<u>Tegninger</u>	<u>Geoteknisk rapport</u>	<u>Dimensionering</u>
Plan: Plantegning_S8 Tværsnit: S8	Bilag 1: Delstrækning 8	Appendiks 8: Stabilitet, sætninger Understrømning, dæksten

4.8.2 Beskrivelse af højvandssikring

Højvandssikringen på strækning 8 er i dag et højtliggende terræn. Det eksisterende tracé bibeholdes. Skråningsanlæggene som stedvist er stejle på de eksisterende skrænter reguleres, så det sikres, at de minimum er 1:2,5 på forside på vestlig del og 1:4 på østlig del. Skrænterne reguleres i højden idet østlig strækning skal hæves med ca. 65 cm. Dette medfører at den bagvedliggende sti ligeledes hæves på delstrækningen.

Skrænten fremstår i dag som jordskråning med delvis græsbeklædning. På forsiden er der ved skræntfoden en del begroning foran græstæppet, samt sten som erosionsbeskyttelse. Generelt er det i projektet vurderet, at der på strækningen ikke er et langsigtet erosionsproblem (kysten rykker frem). Dog ses stedvise "huller" og uregelmæssig forløb af skrænttoppen, der indikerer, at der kan være tale om lokale erosionsproblemer. På strækningen er der derfor medtaget erosionsbeskyttelse, hvor den eksisterende skråningshældning sikres til henholdsvis 1:2,5 og 1:4. Der er i anlægsoverslaget fastlagt erosionsbeskyttelse på hele strækningen. Det estimeres at ca. 25% af de nødvendige sten i den nye løsning kan stamme fra genanvendelse af eksisterende sten. Der skal yderligere kompensationsfodres med sand, svarende til 5 m³ pr. løbende meter skrænt.

4.8.3 Bølgeopskyl og -overskyl

I basisscenariet er opskylskoten beregnet ud fra de eksisterende skråningsanlæg samt overflader. Dette giver en opskylskote på 6,23-6,26 m. Dvs. at de eksisterende sikringer er utilstrækkelige. Ved afretning af skråningerne til fladere hældning samt ved medregning af ru overflade fra dækstenene nedbringes de nødvendige koter til niveauerne i tabellen ovenfor.

På strækningen er følgende bølgeopskyl og -overskyl beregnet som minimum topkote som "diget" (skrænten) skal udføres i, jf. bilag 2.

Delstrækning	Beregnet minimum topkote	Overskylsmængde
S8 – vest	+4,08 m	29,1 l/s/m
S8 – øst	+3,65 m	31,3 l/s/m

Af scenariet for de fremtidige top af skrænt fremgår det, at såfremt følgende geometri sikres overholdt, er skrænterne tilstrækkelige i forhold til bølgeopskyllet:

Strækning	Skitseret/foreslået topkote	Minimum skråningsanlæg på forsiden
S8 – vest	+4,10 m (eksisterende middel ca. +4,00 m)	1:2,5 (eksisterende fremstår generelt stejlere)
S8 – Øst	+3,65 m (eksisterende middel ca. +3,00 m)	1:4 (eksisterende fremstår generelt stejlere)

4.8.4 Øvrige beregninger

Stabilitetsberegninger, samt sætnings- og understrømningsvurderinger, samt bestemmelse af stenstørrelser for erosionsbeskyttelsen er gennemført jf. appendiks 8. De anbefalede tværsnit er fundet stabile. Da der ikke er geotekniske borer på strækningen er der ikke udført sætningsberegninger.

Stenstørrelser er valgt til 60-300 kg (vest) og 40-200 kg (øst) for dæksten og 2-15kg for filtersten.

Den beregnede understrømning vurderes, at udgøre en lille del af den samlede mængde vand, der skal håndteres i baglandet, og håndtering skal tænkes sammen med håndteringen af vandet fra baglandet, når der er truffet beslutning om løsningen.

Overskyismængden er højere end det ønskede. Der afsættes derfor midler i anlægsoverslaget til at håndtere denne vandmængde (enten opsamling af vand bag skråningerne eller supplerende forhøjning i størrelsesordenen 0,5-0,7 m).

4.8.5 Håndtering af bagvand

Nordfyns Kommune har valgt at håndteringen af vand fra baglandet dimensioneres til at kunne håndtere en 100-års hændelse i dag og om 50 år.

Delstrækning 8 ligger højt på Bogense Ø mellem vandoplandet med udløb i Vestergade og Stegøvej, så der løber ikke vand fra baglandet gennem denne delstrækning.

For yderligere oplysninger vedrørende beregning af kapacitet nødvendig til håndtering af vand fra baglandet henvises til bilag 4.

4.8.6 Anlægsomkostninger

Arbejderne omhandler hovedsageligt: rydning af eksisterende græs/muld/bevoksning og sten/beton på forside, samt at skråningerne reguleres med tilkøbt sand. Derudover etableres stenskråninger på forsiden med dæksten, filtersten og fiberdug. Anlægget afsluttes med kompensationsfodring med sand, ca. 5m³ pr. lbm. skråning.

Beregningen af anlægsomkostningerne er nærmere beskrevet i afsnit 5.

Delstrækning 8

Hovedpost	Kr. ekskl. moms
S8-F Supplerende forundersøgelser Ingen supplerende forundersøgelser.	-
S8-A Anlægsarbejder	5.354.080
S8-A1 Anstilling, drift og afrigning	500.000
S8-A2 Rydning og klargøring, herunder muld/græs/bevoksning/sten	188.310
S8-A3 Erosionssikring, stenskråning - herunder afretning af eksisterende skrænt og opbygning af stenskråning	4.653.745
S8-A4 Erosionssikring, kompensationsfodring	197.500
S8-A5 Hævning af sti på S8 øst	385.200
S8-A6 Fradrag for genanvendelse af eksisterende dæksten (25%)	- 916.300
S8-A7 Afsat beløb til håndtering af overskylsvand	345.625
Total - ekskl. uforudseelige udgifter	5.354.080
S8-U Uforudseelige udgifter - ca. 20% af øvrige poster	1.100.000
Total - inkl. uforudseelige udgifter	6.454.080
Anlægsramme inkl. korrektionstillæg (forprojekt) -15% / +30%	5,5 mio. - 8,4 mio.

4.9 Delstrækning 9

4.9.1 Appendiks og bilag

<u>Tegninger</u>	<u>Geoteknisk rapport</u>	<u>Dimensionering</u>
Plan: Plantegning_S9 Tværsnit: S9	Bilag 1: Delstrækning 9	Appendiks 9: Stabilitet, sætninger Understrømning, dæksten

4.9.2 Beskrivelse af højvandssikring

Højvandssikringen på strækning 9 er i dag et jorddige. Det eksisterende tracé bibeholdes. Skråningsanlægget som på vestlig del er lidt stejlt reguleres, så det sikres, at den minimum er 1:4 på forside. Toppen af diget hæves med ca. 10-75 cm. Dette gøres ved rømning af eksisterende overflade, udlægning af ny sandkerne (hvor der er plads) som afsluttes med lermembran og et muldlag med græs.

På forsiden af eksisterende dige er der ved skræntfoden en del begroning foran græstæppet. Generelt er det i projektet vurderet, at der på strækningen ikke er et langsigtet erosionsproblem (kysten er netto fremadgående). Dog ses stedvise "huller" og uregelmæssig forløb der indikerer, at der kan være tale om lokale erosionsproblemer. Dette drejer sig hovedsageligt om den vestlige del, hvor vanddybden foran diget er større end på den øvrige strækning. Der er som en del af løsningen foreslået en erosionsbeskyttelse i form af stenskråning opbygget med dæksten, filtersten, samt en filterdug. Skråningen etableres med hældningen 1:4, hvilket bidrager positivt i forhold til bølgeopskyl i forhold til eksisterende stejle skråning. Der er i anlægsoverslaget fastlagt

erosionsbeskyttelse på vestlig del af strækningen. Der skal yderligere kompensationsfodres med sand, svarende til 5 m³ pr. løbende meter dige.

Den vestlige udvidelse strækker sig ind i natur-2000 område med udpegede naturtyper hvilket vanskeliggør at få tilladelse til udvidelsen. Alternativer overvejes i fase 2, idet der indledningsvist må kigges på udstækningen af nødvendigheden af stenskråningen på dele vestlige del. Denne kan med god sandsynlighed inskrænkes. I nærværende løsning er worse case delen medtaget.

4.9.3 Bølgeopskyl og -overskyl

I basisscenariet er opskylskoten beregnet ud fra de eksisterende skråningsanlæg samt overflader. Dette giver en opskylskote på op til +6,63 m i vestenden og +3,10 m i østenden. Dvs. at den eksisterende sikring er utilstrækkelige (på midterstrækningen dog OK). Ved afretning af skråningerne til fladere hældning samt ved indregning af ru overflade fra dækstenene i vest, nedbringes de nødvendige koter til niveauerne i tabellen nedenfor.

På strækningen er følgende bølgeopskyl og -overskyl beregnet som minimum topkote som diget skal udføres i, jf. bilag 2.

Delstrækning	Beregnet minimum topkote	Overskylsmængde
S9 – vest	+3,64 m	31,3 l/s/m
S9 – midt	+2,86 m	0,4 l/s/m
S9 – øst	+3,10 m	0,6 l/s/m

Af scenariet for det fremtidige dige fremgår det, at såfremt følgende geometri sikres overholdt, er diget tilstrækkelige i forhold til bølgeopskyllet:

Strækning	Skitseret/foreslået digekote	Minimum skråningsanlæg på forsiden
S9 – vest	+3,65 m (eksisterende middel ca. +2,90 m)	1:4 (eksisterende fremstår generelt stejlere)
S9 – midt	+2,90 m (eksisterende middel ca. +2,80 m)	1:3 (generelt det samme)
S9 – øst	+3,10 m (eksisterende middel ca. +2,80 m)	1:3 (generelt det samme)

4.9.4 Øvrige beregninger

Stabilitetsberegninger, samt sætnings- og understrømningsvurderinger, samt bestemmelse af stenstørrelser for erosionsbeskyttelsen er gennemført jf. appendiks 9. De anbefalede tværsnit er fundet stabile. Udregnede sætninger er bestemt til størrelsesordenen 18-20 cm. Boring G18 er brugt i alle 3 snit. En kompenserende tillægsmængde jord er indregnet i anlægsoverslaget.

Stenstørrelser er valgt til 40-200 kg for dæksten og 2-15kg for filtersten.

Den beregnede understrømning (og overskylsmængde på midt og øst delen) vurderes, at udgøre en lille del af den samlede mængde vand, der skal håndteres i baglandet, og håndtering skal tænkes sammen med håndteringen af vandet fra baglandet, når der er truffet beslutning om løsningen.

Overskyismængden er højere end det ønskede på vestdelen. Der afsættes derfor midler i anlægsoverslaget til at håndtere denne vandmængde (enten opsamling af vand bag skråningerne eller supplerende forhøjning i størrelsesordenen 0,5-0,7 m).

4.9.5 Håndtering af bagvand

Nordfyns Kommune har valgt at håndteringen af vand fra baglandet dimensioneres til at kunne håndtere en 100-års hændelse i dag og om 50 år.

Delstrækning 9 ligger i vandoplandet, der har udløb ved Stegøvej.

I oplandet er der placeret en pumpestation kaldet Nord som afvander ca. 5% af det samlede vandopland.

Nødvendige pumpeydelse ved Pumpestation Nord, for at afvande baglandet i dag og om 50 år.

Gentagelsesperiode (år)	Pumpeydelse i dag (l/sek)	Pumpeydelse om 50 år (l/sek)
100	80	82

Hvis området opstrøms for udløbspunktet ved Stegøvej modtager meget vand fra baglandet i højvandssituationer, hvor sluseporten er lukket, vil det afstrømmende vand fra baglandet samles bag diget. Pumpestationen skal etableres, så den pumper vandet fra baglandet over diget og ud i havet.

Nødvendige pumpeydelse ved udløbet Stegøvej, for at afvande baglandet ved en 100 års-hændelse, i dag og om 50 år.

Gentagelsesperiode (år)	pumpeydelse i dag (l/sek)	Pumpeydelse om 50 år (l/sek)
100	1587	1634

Såfremt det ikke vælges at etablere en pumpestation ved udløbet ved Stegøvej skal vandet fra baglandet magasineres under højvande, indtil vandstanden i havet falder til et niveau, hvor sluseporten åbner og vandet kan strømme til havet ved gravitation.

Nødvendigt magasineringsvolumen opstrøms for udløbspunkt ved Stegøvej.

Gentagelsesperiode (år)	Nødvendigt magasineringsvolumen (gennemsnit - m ³)	Nødvendigt magasineringsvolumen (maks- m ³)
100	24.563	421.568

Det understreges, at magasineringsvolumenet skal findes under kote 0,2 m DVR90. Med en forventet estimeret havspejlsstigning på 30 cm over de næste 50 år er en magasineringsløsning ikke mulig, da dele af baglandet i så fald vil være permanent vanddækket.

Der skal foretages yderligere undersøgelser af oversvømmelsesrisikoen og beskyttelse af værdier i vandoplandene før den endelige beslutning kan træffes i forhold til håndteringen af vand fra baglandet.

For yderligere oplysninger vedrørende beregning af kapacitet nødvendig til håndtering af vand fra baglandet henvises til bilag 4.

4.9.6 Anlægsomkostninger

Arbejderne omhandler hovedsageligt: rydning af eksisterende græs/muld/bevoksning på overfladerne, samt at forsideskråningerne reguleres med tilkørt sand på vestdelen. Diget udbygges på toppen med kerne af sand samt lermembran og afsluttes med muld/græs på top og bagside. Derudover etableres stenskråninger på forsiden med dæksten, filtersten og fiberdug. Anlægget afsluttes med kompensationsfodring med sand, ca. 5m³ pr. lbm. skråning. Beregningen af anlægsomkostningerne er nærmere beskrevet i afsnit 5.

Delstrækning 9

Hovedpost		Kr. ekskl. moms
S9-F	Supplerende forundersøgelser	10.000
S9-F1	Geotekniske boringer - 1 stk.	10.000
S9-A	Anlægsarbejder	4.768.323
S9-A1	Anstilling, drift og afrigning	500.000
S9-A2	Rydning og klargøring, herunder muld/græs/bevoksning	78.400
S9-A3	Digeopbygning - herunder forhøjelse, regulering af skråningsanlæg mv., lermembran og digegræs	594.400
S9-A4	Digeopbygning - overhøjde for kompensation for sætninger	20.448
S9-A5	Erosionssikring, stenskråning - herunder afretning af eksisterende skrænt og opbygning af stenskråning	3.224.325
S9-A6	Erosionssikring, kompensationsfodring	125.000
S9-A7	Afsat beløb til håndtering af overskylsvand	225.750
Total - ekskl. uforudseelige udgifter		4.778.323
S9-U	Uforudseelige udgifter - ca. 20% af øvrige poster	1.000.000
Total - inkl. uforudseelige udgifter		5.778.323
Anlægsramme inkl. korrektionstillæg (forprojekt)		
-15% / +30%		4,9 mio. – 7,5 mio.

4.10 Delstrækning 10

4.10.1 Appendiks og bilag

<u>Tegninger</u>	<u>Geoteknisk rapport</u>	<u>Dimensionering</u>
Plan: Plantegning_S10 Tværsnit: S10-E, S10-A	Bilag 1: Delstrækning 10	Appendiks 10: Stabilitet, sætninger Understrømning, dæksten

4.10.2 Beskrivelse af højvandssikring

Højvandssikringen på strækning 10 er i dag et jorddige. Det eksisterende tracé bibeholdes. Skråningsanlægget som er lidt stejl reguleres, så det sikres, at den minimum er 1:3,5 til 1:4,0 på forside. Toppen af diget hæves med ca. 35-70 cm. Dette gøres ved rømning af eksisterende overflade, udlægning af ny lermembran og afslutning med et muldlag med græs.

På vandsiden er diget beskyttet med betonoverflade på den vestlige del og dæksten på den midterste del. Det indikerer, at man har haft erosionsproblemer på disse områder af delstrækningen. På den østligste del fremstår diget i dag med græsbeklædning på forsiden. Der er som en del af løsningen foreslået en erosionsbeskyttelse i form af stenskråning opbygget med dæksten, filtersten, samt en filterdug på hele delstrækningen. Skråningen etableres med hældningen mellem 1:3,5 til 1:4 hvilket bidrager positivt i forhold til bølgeopskyl i forhold til eksisterende lidt stejle skrånninger. Der er i anlægsoverslaget fastlagt erosionsbeskyttelse på hele delstrækningen. Det forudsættes at eksisterende sten kan genanvendes i den nye opbygning idet at eksisterende mængde sten forudsættes at udgør 25% af fremtidige stenskråning. Der skal yderligere kompensationsfodres med sand, svarende til 5 m³ pr. løbende meter dige.

Udvidelsen er i konflikt med naturområde med udpegede naturtyper hvilket vanskeliggør at opnå tilladelse til etablering heraf.

Som alternativ til den eksisterende linjeføring er et supplerende tracé undersøgt. Alternativet er et digeforløb langs Stegøvej. Terrænet er i dag i ca. 0 m. Dvs. helt nyt dige etableres. Diget udføres med skråningshældninger på 1:3 på for- og bagside afsluttes med græsbeklædning. Vejforløbet skal reguleres ved overgangen mellem delstrækning 10 og 11.

4.10.3 Bølgeopskyl og -overskyl

I basisscenariet er opskylskoten beregnet ud fra de eksisterende skråningsanlæg samt overflader. Dette giver en opskylskote på +4,40m til +4,86 m i vestenden. Ved afretning af skrånningerne til fladere hældning samt ved medregning af ru overflade fra dækstenene nedbringes de nødvendige koter til niveauerne i tabellen for ovenfor.

På strækningen er følgende bølgeopskyl og -overskyl beregnet som minimum topkote som diget skal udføres i, jf. bilag 2.

Delstrækning	Beregnet minimum topkote	Overskylsmængde
S10E – vest	+3,63 m	24,2 l/s/m
S11E – midt	+3,70 m	25,0 l/s/m
S11E – øst	+3,38 m	0,9 l/s/m

Af scenariet for det fremtidige dige fremgår det, at såfremt følgende geometri sikres overholdt, er diget tilstrækkelige i forhold til bølgeopskyllet:

Strækning	Skitseret/foreslået digekote	Minimum skråningsanlæg på forsiden
S10E – vest	+3,65 m (eksisterende middel ca. +2,95 m)	1:3,5 (eksisterende fremstår generelt stejlere)
S10E – midt	+3,70 m (eksisterende middel ca. +3,20 m)	1:3,5 (eksisterende fremstår generelt stejlere)
S10E – øst	+3,40 m (eksisterende middel ca. +3,05 m)	1:4 (eksisterende fremstår generelt stejlere)

Nødvendige topkote af det alternative tracé i forhold til det bestemte sikringsniveau med tillæg for bølgehøjde og bølgeopskyl (inkl. overskylskriterie) er undersøgt på den vestlige del, men vurderes repræsentativ for hele delstrækningen. På strækningen er følgende bølgeopskyl og -overskyl beregnet som minimum topkote som diget skal udføres i, jf. bilag 2.

Delstrækning	Beregnet minimum topkote	Overskylsmængde
S10A – vest	+3,52 m	0,3 l/s/m

Der er som nævnt ikke et dige i dag, men terrænet er i ca. kote +0,0 m, hvilket betyder, at ovenstående er ca. højde af nyt dige (udføres i +3,55m).

4.10.4 Øvrige beregninger

Stabilitetsberegninger, samt sætnings- og understrømningsvurderinger, samt bestemmelse af stenstørrelser for erosionsbeskyttelsen er gennemført jf. appendiks 10. De anbefalede tværsnit er fundet stabile. Udregnede sætninger er bestemt i størrelsesordenen 4 cm på det eksisterende tracé, hvilket er indenfor udførelsestolerancen. Ved det alternative trace er de udregnede sætninger i størrelsesordenen 21 cm ved anvendelse af boring G23 for hele strækningen.

Ved den alternative linjeføring hvor der etableres helt nyt dige vurderes sætninger på over 18 cm. Der tillægges supplerende mængde i anlægsoverslaget til kompensering for fremtidige sætninger.

Stenstørrelser er valgt til 40-200 kg for dæksten og 2-15kg for filtersten.

Den beregnede understrømning vurderes at udgøre en lille del af den samlede mængde vand, der skal håndteres i baglandet, og håndtering skal tænkes sammen med håndteringen af vandet fra baglandet, når der er truffet beslutning om løsningen.

Overskylsmængden er højere end det ønskede vest- og midt-delen. Der afsættes derfor midler i anlægsoverslaget til at håndtere denne vandmængde (enten opsamling af vand bag skråningerne eller supplerende forhøjning i størrelsesordenen 0,5-0,7 m).

I det alternative forløb er overskylskriteriet overholdt.

4.10.5 Håndtering af bagvand

Nordfyns Kommune har valgt at håndteringen af vand fra baglandet dimensioneres til at kunne håndtere en 100-års hændelse i dag og om 50 år.

Delstrækning 10 ligger i vandoplandet, der har udløb ved Stegøvej.

I oplandet er der placeret en pumpestation kaldet Nord som afvander ca. 5% af det samlede vandopland.

Nødvendige pumpeydelse ved Pumpestation Nord, for at afvande baglandet i dag og om 50 år.

Gentagelsesperiode (år)	Pumpeydelse i dag (l/sek)	Pumpeydelse om 50 år (l/sek)
100	80	82

Hvis området opstrøms for udløbspunktet ved Stegøvej modtager meget vand fra baglandet i højvandssituationer, hvor sluseporten er lukket, vil det afstrømmende vand fra baglandet samles bag diget. Pumpestationen skal etableres, så den pumper vandet fra baglandet over diget og ud i havet.

Nødvendige pumpeydelse ved udløbet Stegøvej, for at afvande baglandet ved en 100 års-hændelse, i dag og om 50 år.

Gentagelsesperiode (år)	pumpeydelse i dag (l/sek)	Pumpeydelse om 50 år (l/sek)
100	1587	1634

Såfremt det ikke vælges at etablere en pumpestation ved udløbet ved Stegøvej skal vandet fra baglandet magasineres under højvande, indtil vandstanden i havet falder til et niveau, hvor sluseporten åbner og vandet kan strømme til havet ved gravitation.

Nødvendigt magasineringsvolumen opstrøms for udløbspunkt ved Stegøvej.

Gentagelsesperiode (år)	Nødvendigt magasineringsvolumen (gennemsnit - m ³)	Nødvendigt magasineringsvolumen (maks- m ³)
100	24.563	421.568

Det understreges, at magasineringsvolumenet skal findes under kote 0,2 m DVR90.

Med en forventet estimeret havspejlsstigning på 30 cm over de næste 50 år er en magasineringsløsning ikke mulig, da dele af baglandet i så fald vil være permanent vanddækket.

Der skal foretages yderligere undersøgelser af oversvømmelsesrisikoen og beskyttelse af værdier i vandoplandene før den endelige beslutning kan træffes i forhold til håndteringen af vand fra baglandet.

For yderligere oplysninger vedrørende beregning af kapacitet nødvendig til håndtering af vand fra baglandet henvises til bilag 4.

4.10.6 Anlægsomkostninger

Arbejderne omhandler hovedsageligt: rydning af eksisterende græs/muld/bevoksning på overfladerne, samt at forsideskråningerne reguleres med tilkøbt sand på vestdelen. Diget udbygges på toppen med kerne af sand samt lermembran og afsluttes med muld/græs på top og bagside. Derudover etableres stenskråninger på forsiden med dæksten, filtersten og fiberdug. Anlægget afsluttes med kompensationsfodring med sand, ca. 5m³ pr. lbm. skråning.

Beregningen af anlægsomkostningerne er nærmere beskrevet i afsnit 5.

Delstrækning 10 - Eksisterende tracé

Hovedpost		Kr. ekskl. moms
S10e-F	Supplerende forundersøgelser Ingen supplerende forundersøgelser.	-
S10e-A	Anlægsarbejder	14.265.700
S10e-A1	Anstilling, drift og afrigning	1.200.000
S10e-A2	Rydning og klargøring, herunder muld/græs/bevoksning	2.502.200
S10e-A3	Digeopbygning - herunder forhøjelse, regulering af skråningsanlæg mv., lermembran og digegræs	2.923.700
S10e-A4	Digeopbygning - overhøjde for kompensation for sætninger	-
S10e-A5	Erosionssikring, stenskråning - herunder afretning af eksisterende skrænt og opbygning af stenskråning	6.832.550
S10e-A6	Erosionssikring, kompensationsfodring	340.000
S10e-A7	Fradrag for genanvendelse af eksisterende dæksten (25%)	- 232.750
S10e-A8	Afsat beløb til håndtering af overskylvsvand	700.000
Total - ekskl. uforudseelige udgifter		14.265.700
S10e-U	Uforudseelige udgifter - ca. 20% af øvrige poster	2.900.000
Total - inkl. uforudseelige udgifter		17.165.700
Anlægsramme inkl. korrektionstillæg (forprojekt) -15% / +30%		

Arbejderne på det alternative forløb omhandler hovedsageligt: rydning af eksisterende græs/muld/bevoksning på overfladerne, Opbygning af dige med sandkerne, derefter lermembran og afsluttes med muld/græs på top og bagside. Derudover et tillæg for forventede sætninger, samt en pulje til udførelse af overføring af eksisterende vej ved overgang mellem delstrækning 10 og 11.

Delstrækning 10 - Alternativt tracé		
Hovedpost		Kr. ekskl. moms
S10a-F	Supplerende forundersøgelser	20.000
S10a-F1	Geotekniske borer - 2 stk.	20.000
S10a-A	Anlægsarbejder	7.240.580
S10a-A1	Anstilling, drift og afrigning	1.000.000
S10a-A2	Rydning og klargøring, herunder muld/græs/bevoksning	472.680
S10a-A3	Digeopbygning - herunder kerne mv., lermembran og digegræs	5.273.340
S10a-A4	Digeopbygning - overhøjde for kompensation for sætninger	94.560
S10a-A5	Afsat beløb til tildannelse ved vejforløb	400.000
Total - ekskl. uforudseelige udgifter		7.260.580
S10a-U	Uforudseelige udgifter - ca. 20% af øvrige poster	1.500.000
Total - inkl. uforudseelige udgifter		8.760.580
Anlægsramme inkl. korrektionstillæg (forprojekt)		7,5 mio. - 11,4 mio.
-15% / +30%		

4.11 Delstrækning 11

4.11.1 Appendiks og bilag

<u>Tegninger</u>	<u>Geoteknisk rapport</u>	<u>Dimensionering</u>
Plan: Plantegning_S11 Tværsnit: S11	Bilag 1: Delstrækning 11	Appendiks 11: Stabilitet, sætninger Understrømning

4.11.2 Beskrivelse af højvandssikring

Højvandssikringen på strækning 11 er i dag et jorddige. Idet der i dag ligger en vej (Stegøvej) på toppen af diget, samtidigt med at der ved forside af diget er naturområde med udpegede naturtyper, tilbagerykkes tracét for det nye foreslåede digeforløb (med forhøjet kote). Dette er alternativ til at følge det eksisterende forløb og hæve kronetoppen (og dermed vejen). Skråningsanlæggene med vandsiden bibeholdes generelt i deres nuværende form. Det nye dige starter umiddelbart på bagsiden af eksisterende vej. Ny digetop er hævet med ca. 30 cm i forhold til eksisterende digetop. Toppen af diget hæves med ca. 55-70 cm. Dette gøres ved opbygning af sandkerne der afsluttes med lermembran og øverst et muldlag med græs. Forsiden af nyt dige rammer bagside af eksisterende dige og danner et trug. Skråningerne etableres til begge sider med hældning 1:3.

Der skal inde opstart af fase 2 det konkret projekt undersøges og træffet beslutning om, hvordan digeprojektet afsluttes op mod Ålebækken, højvandslukket og "nabo" diget øst for Ålebækken.

4.11.3 Bølgeopskyl og -overskyl

I basissceneriet er opskylskoten beregnet ud fra de eksisterende skråningsanlæg samt overflader. Dette giver en opskylskote på 2,94-3,23 m. topkoterne på eksisterende diger er utilstrækkelige. Da skråningsanlæg og materiale på forsiden er uændret i forhold til eksisterende er der samme krav til opskylskote i basissceneriet som fremtidig løsning.

På strækningen er følgende bølgeopskyl og -overskyl beregnet som minimum topkote som diget skal udføres i, jf. bilag 2:

Delstrækning	Beregnet minimum topkote	Overskylsmængde
S11 – vest	+2,64 m	0,3 l/s/m
S11 – øst	+2,96 m	0,6 l/s/m

Af scenariet for det fremtidige dige fremgår det, at såfremt følgende geometri sikres overholdt, er diget tilstrækkelige i forhold til bølgeopskyllet:

Strækning	Skitseret/foreslået digekote	Minimum skråningsanlæg på forsiden
S11 – vest	+3,00 m (eksisterende middel ca. +2,70 m)*	1:3 (-)
S11 – øst	+3,00 m (eksisterende middel ca. +2,70 m)*	1:3 (-)

*dog ca. kote 0,0 m umiddelbart bag diget hvor det nye tracé er foreslået.

4.11.4 Øvrige beregninger

Stabilitetsberegninger, samt sætnings- og understrømningsvurderinger er gennemført jf. appendiks 11. De anbefalede tværsnit er fundet stabile og sætninger fundet uvæsentlige (der er ingen sætningsgivende lag på strækningen)

Den beregnede understrømning og overskylsmængde vurderes, at udgøre en lille del af den samlede mængde vand, der skal håndteres i baglandet, og håndtering skal tænkes sammen med håndteringen af vandet fra baglandet, når der er truffet beslutning om løsningen.

4.11.5 Håndtering af bagvand

Nordfyns Kommune har valgt at håndteringen af vand fra baglandet dimensioneres til at kunne håndtere en 100-års hændelse i dag og om 50 år.

Delstrækning 9 ligger i vandoplandet, der har udløb ved Stegøvej.

I oplandet er der placeret en pumpestation kaldet Nord som afvander ca. 5% af det samlede vandopland.

Nødvendige pumpeydelse ved Pumpestation Nord, for at afvande baglandet i dag og om 50 år.

Gentagelsesperiode (år)	Pumpeydelse i dag (l/sek)	Pumpeydelse om 50 år (l/sek)
100	80	82

Hvis området opstrøms for udløbspunktet ved Stegøvej modtager meget vand fra baglandet i højvandssituationer, hvor sluseporten er lukket, vil det afstrømmende vand fra baglandet samles bag diget. Pumpestationen skal etableres, så den pumper vandet fra baglandet over diget og ud i havet.

Nødvendige pumpeydelser ved udløbet Stegøvej, for at afvande baglandet ved en 100 års-hændelse, i dag og om 50 år.

Gentagelsesperiode (år)	pumpeydelse i dag (l/sek)	Pumpeydelse om 50 år (l/sek)
100	1587	1634

Såfremt det ikke vælges at etablere en pumpestation ved udløbet ved Stegøvej skal vandet fra baglandet magasineres under højvande, indtil vandstanden i havet falder til et niveau, hvor sluseporten åbner og vandet kan strømme til havet ved gravitation.

Nødvendigt magasineringsvolumen opstrøms for udløbspunkt ved Stegøvej.

Gentagelsesperiode (år)	Nødvendigt magasineringsvolumen (gennemsnit - m ³)	Nødvendigt magasineringsvolumen (maks- m ³)
100	24.563	421.568

Det understreges, at magasineringsvolumenet skal findes under kote 0,2 m DVR90.

Med en forventet estimeret havspejlsstigning på 30 cm over de næste 50 år er en magasineringsløsning ikke mulig, da dele af baglandet i så fald vil være permanent vanddækket.

Der skal foretages yderligere undersøgelser af oversvømmelsesrisikoen og beskyttelse af værdier i vandoplandene før den endelige beslutning kan træffes i forhold til håndteringen af vand fra baglandet.

For yderligere oplysninger vedrørende beregning af kapacitet nødvendig til håndtering af vand fra baglandet henvises til bilag 4.

4.11.6 Anlægsomkostninger

Arbejderne omhandler hovedsageligt: rydning af eksisterende græs/muld/bevoksning på overfladerne (bagside af eksisterende dige), opbygning af nyt dige med sandkerne, lermembran og afslutning med muld/græs.

Beregningen af anlægsomkostningerne er nærmere beskrevet i afsnit 5.

Delstrækning 11

Hovedpost	Kr. ekskl. moms
S11-F Supplerende forundersøgelser Ingen supplerende forundersøgelser.	-
S11-A Anlægsarbejder	1.812.000
S11-A1 Anstilling, drift og afrigning	250.000
S11-A2 Rydning og klargøring, herunder muld/græs/bevoksning	105.000
S11-A3 Digeopbygning - herunder forhøjelse, regulering af skråningsanlæg mv., lermembran og digegræs	1.457.000
S11-A4 Digeopbygning - overhøjde for kompensation for sætninger	-
Total - ekskl. uforudseelige udgifter	1.812.000
S11-U Uforudseelige udgifter - ca. 20% af øvrige poster	400.000
Total - inkl. uforudseelige udgifter	2.212.000
Anlægsramme inkl. korrektionstillæg (forprojekt) -15% / +30%	1,9 mio. - 2,9 mio.

5 Beregning af anlægsoverslag

De enkelte overslag er baseret på digital *totalmængdeudtræk* af skitseprojektets forslag på de enkelte delstrækninger i forhold til eksisterende terrænkoter. Opdelingen mellem de forskellige materiale typer er udført manuelt ved betragtning af de fastlagte principsnit pr. delstrækning. Dvs. at de enkelte principsnit kan være anvendt til flere hundrede meter dige.

De anvendte enhedspriser er gennemsnitlige erfaringstal fra anlægssentrepriser. Udover variation i dagspriser/konkurrencepriser for indhentning af tilbud på udførelse af anlæggene, er der en række parametre som ligeledes har indflydelse på de endelige priser. Herunder f.eks. udbudsform, antal indbudte, projekt-/etapeinddeling (antal udbudsprojekter, der skal gennemføres mv.), betingelser (f.eks. dagbodsstørrelse), anden risiko/ansvarsplacering, udførelsestidspunkt (både tidspunkt/årstid, samt udførelsesvindue).

For rømning af eksisterende muld/jord (evt. med/uden beplantning) er det antaget, at jorden er "ren". Evt. supplerende deponeringsafgifter ifm. forurenede jordpartier der deponeres er ekskl. de angivende priser.

Der er generelt ikke afsat midler til rådgivning, bygherrens tid mv.

I anlægsoverslaget er der taget højde for korrektionsfaktoren som er den spredning som kan forventes i anlægsoverslaget, når vi er på skitseprojekt niveau. Figuren herunder viser, hvordan korrektionsfaktoren bliver mindre efterhånden som vidensniveauet stiger gennem projektfaserne.

