



Ansøgning om tilladelse til kystbeskyttelse

Dette ansøgningsskema benyttes ved ansøgning om tilladelse til etablering eller ændring af kystbeskyttelse.

A. Oplysninger om ansøger

Ansøger er den, som ønsker at etablere kystbeskyttelsen, og ansøger er ikke nødvendigvis ejer af ejendommen, hvor kystbeskyttelsen placeres. Er der tale om flere ansøgere, kan oplysninger om disse fremgå af samtykkeerklæringer (udfyld pkt. A) vedlagt ansøgningen.

Samtykkeerklæring er vedhæftet fremsendelsen af dette ansøgningsskema.

Navn

Novo Nordisk Fonden, v. Project Director Christian Østerby

Adresse

Tuborg Havnevej 19

Postnr.

2900

By

Hellerup

Telefon nr.

3527 6600

Mobil nr.

+45 5161 6465

E-mail

cos@novo.dk

Er ansøger ejer af ejendommen, hvor kystbeskyttelsen placeres?

Ja

Nej. Oplysninger om ejer fremgår af samtykkeerklæring vedlagt ansøgningen

B. Oplysninger om eventuel repræsentant for ansøger

Punktet udfyldes, hvis ansøger ønsker at lade sig repræsentere eksempelvis af nabo, rådgiver, entreprenør e.l. Denne vil være kontaktperson til Gentofte Kommune under sagens forløb.

Husk samtykkeerklæring fra ansøger.

Navn

A1 Consult A/S, Direktør Ulrik Max Jørgensen

Adresse

Stieg Larssons Alle 11

Postnr.

8920

By

Randers NV

Telefon nr.

8641 8410

Mobil nr.

+45 2216 6653

E-mail

uj@a1consult.dk



C. Projektets placering

Hvis projektet strækker sig over flere matrikler, skal disse nævnes under punkt O "Andre oplysninger"

Hvis ejendommen, hvorpå projektet ønskes etableret, ikke udelukkende ejes af ejeren som oplyst under punkt A, skal der vedlægges samtykkeerklæringer fra samtlige andre ejere.

Adresse

Kyststrækning ved Tuborg Havnepark, NHQ (Novo Nordisk Fondens Hovedkontor)

Postnr.

2900

By

Hellerup

Kommune

Gentofte

Matrikel nr.

11a og 45d

Ejerlav

Hellerup

Hvad er projektets karakteristika?

Baggrund for ansøgning

Projektområdet er placeret langs den nuværende kystbeskyttelse af matriklen samt interims konstruktionerne som skulle have været brugt til at byggemodne det tidligere planlagte Kysthus 4 og 5. Kysthus 4 og 5 var en del af Danica Pensions byudviklingsprojekt "KYSTHUSENE - Tuborg Strandeng". Matriklen til Kysthus 4 og 5 er sidenhen solgt til Novo Nordisk Fonden.

For eksisterende forhold se tegn. 1.1.0.

Der ønskes at beskytte kyststrækningen foran landskabet som opføres i forbindelse med realiseringen af Novo Nordisk Fondens nye hovedkontor. Det bagvedliggende område opføres som et større kyst- og landskabsprojekt for Novo Nordisk Fonden. Kystlandskabet bliver offentligt tilgængeligt via den sti som går igennem området langs kysten og binder området sammen med det eksisterende stisystem hhv. mod syd og nord.

Det ansøgte projekt

Ansøgningen omfatter følgende:

- Forhøjning og forlængelse af eksisterende kystbeskyttelse.
- Nedbrydning af eksisterende interims konstruktioner hvor strækningen i stedet skal kystbeskyttes.
- Etablering af nye stenskrånninger og en stenstrand med nødvendige afdækkende stensætning for fastholdelse af strande.
- Etablering af 5 stk. mindre formidlingsrev som placeres foran det stenede strandanlæg. Revene skal ses som marine områder til plante- og dyreliv, men samtidig virker de også bølgedæmpende på den etablerede stenstrand (rev ansøges separat ved Kystdirektoratet).

Se tegningsliste samt vedlagte tegning nr. 1.1.0, 1.1.1, 1.4.0, 1.8.0, 2.0.0, 2.0.1, 2.0.2, 2.0.3 og 2.0.4.

Den eksisterende kystbeskyttelse fra ST. -108.0 til ST. 60.0 forhøjes til ca. topkote +3,0 m. Den oprindelige kystbeskyttelse retableres og forstærkes fra ST. 60.0 til ST. 90.0 og ST. 145.0 til ST. 160.0, hvor stensætningen tilsluttes den eksisterende brygge. Kystbeskyttelsen fra ST. 229.0 til ST. 244.0, er udført som en del af Kysthus 3, denne strækning ændres derfor ikke. De nye stenskrånninger etableres med den oprindelige tætningspuns bagved som oprindeligt. Ny tætningspuns tilsluttes den eksisterende tætningspuns ved ST. 5,0 og ST. 160.0. For omfang se tegninger anført ovenfor. Stenskrånningen udføres med en traditionel opbygning med fiberdug, filtersten og dæksten.

Større søsten fra stendepot på grunden placeres sporadisk i og ved stenskrånningerne nye som eksisterende og på stranden for at skabe et "naturligt" kystlandskab jf. landskabsarkitekten og bygherrens ønske.

Stenstranden etableres fra ST. 80.0 til ST. 160.0 og strækker sig ud i vandet med en varierende hældning som er med til at dæmpe bølger, inden de når kysten/ stien, hvor stenstranden forstærkes med naturlige sten i strandniveau. Stenstranden afsluttes mod Øresund med en skråningsfod i sten, som sikrer et mere stabilt strandprofil. Stenstranden fastholdes ved at etablere tilsluttende stenskrånninger på hver side af stenstranden, stenstranden kan i et vist omfang fange tang mm. hvilket



evt. skal håndteres i den fremtidige drift. Stenstranden består af overvejende småsten med sporadisk placering af større søsten og stedsbestemt vegetation. Bygherre ønsker et naturligt kystlandskab der sikrer området mod havets kræfter, samtidig med naturen får optimale vilkår dvs. der etableres ikke en badestrand, men en stenstrand som en del af kystbeskyttelsen. Se tegn. 2.0.1.

Til det ansøgte projekt er der valgt en hård kystbeskyttelse, som den eksisterende samtidig med der overvejende anvendes søsten, svarende til den stentype som er anvendt på hele denne kyststrækning. En kystbeskyttelse udført af sten har en lang levetid, samt forholdsmæssige lave vedligeholdelsesomkostninger.

Ud over en forstærkning af kystforløbet, vil den supplerende kystbeskyttelse, stenstrand mm. give hele kyststrækningen et betydeligt landskabeligt løft.

Anvendelse af naturressourcer

Nye stenskråninger opbygges af tætningspuns i stål, betonstøttemure, rene stenmaterialer som danske natursten der anvendes fra den oprindelige kystsikring i projektområdet. De fleste søsten brugt i projektet hentes fra det eksisterende stendepot på grunden, og der suppleres med minimale sprængsten, men disse bliver ikke synlige. Stenstranden opbygges af sten fra områder og der suppleres generelt i kyst- og det bagvedliggende landskab med store danske natursten, der er samlet ifm. byggeriet i området.

Affaldsproduktion, forurening og gener (i byggefasen)

Det vurderes, at der ikke vil være en affaldsproduktion. Der anvendes rene sten og friktionsmaterialer samt et lag fiberdug.

Det vurderes, at projektet ikke vil øge forureningen af området, men bidrage til en øget flora og fauna diversitet i området.

I byggefasen kan der forekomme gener i form af minimal støj ifm. udlægning af stenmaterialerne. Støjgener ift. omgivelserne begrænses i byggefasen ved, at der arbejdes inden for normal arbejdstid.

I byggefasen kan der forekomme minimal lokal ophvirvling af bundsediment, da stenskråningen nedgraves under vandlinjen. Det vurderes erfaringsmæssigt, at dette kun vil ske i et meget minimalt og lokalt omfang svarende til de allerede udførte arbejder der er udført ved Kysthus 2 og 3.

Risiko for ulykker, navnlig under hensyn til de anvendte materialer og teknologier

Projektet adskiller sig ikke fra andre lignende anlægsprojekter, og det vurderes ikke, at der er nævneværdig risiko for ulykker. Arbejdet udføres efter gældende lovgivning ift. arbejdsmiljø.

D. Projektets indvirkning på miljøet

Beskriv indvirkningens størrelsesorden og rumlige udstrækning

Anlægget kommer til at ligge i kystmiljøet i stort set samme tracé som den oprindelige kystbeskyttelse af området. Kystbeskyttelsen vurderes til ikke at have nogen miljømæssig påvirkning af området. Anlægget ligger uden for områder af særlig historisk eller kulturel betydning.

Det vurderes, at anlægget ikke vil have nogen negativ påvirkning på miljøet eller befolkningen i området. Projektet vurderes ikke at have en negativ indvirkning, da de fremtidige forhold i høj grad minder om de eksisterende forhold.

De planlagte kystlinjemodifikationer forventes ikke at påvirke strømningsforholdene i Svanemøllebugt i betydende omfang. Ligeledes forventes der ikke en betydende påvirkning af badevandskvaliteten. Der er gennemført en miljøscreening af påvirkningen af de marine forhold, som dækker hele kyststrækningen fra kysthus 1-5.

Se i øvrigt vedlagte Bilag 1 - Miljøscreening ændring af kystbeskyttelse til Gentofte Kommune.

Beskriv indvirkningens art

De nærmeste Natura 2000-områder er nr. 142 Saltholm og omliggende hav samt nr. 143 Vestamager og havet syd for, som ligger henholdsvis ca. 9 km og ca. 10 km fra projektområdet. Ændringerne i den eksisterende stensætning/kystsikring vil have en meget lokal påvirkning i nærområdet både i anlægsfasen og driftsfasen. Det er vurderet, at projektet, hverken i sig selv eller i forbindelse med andre planer eller projekter, kan skade de to Natura 2000-områder, eller de arter som er på udpegningsgrundlaget. Det er derfor vores vurdering, at der ikke skal gennemføres en nærmere konsekvensvurdering efter Habitatbekendtgørelsen. Bilag IV-arter: Der er kendskab til sæler og marsvin i Øresund, som dog sjældent ses i Københavns



Havn eller Svanemøllebugten. Eventuelle enkeltindivider i projektområdet kan blive påvirket af støj i anlægsfasen, men disse forventes at søge væk fra området og forventes ikke at opholde sig så tæt på havnen, at der vil ske en direkte skade af individernes hørelse.

Se vedlagte Bilag 1 - Miljøscreening ændring af kystbeskyttelse til Gentofte

Beskriv indvirkningens grænseoverskridende karakter

Projektet er udelukkende placeret i Gentofte Kommune, men ligger umiddelbart nord for kommunegrænsen til Københavns Kommune. Der kan derfor potentielt være en påvirkning i forhold til ændrede strømningsforhold og badevandskvalitet, men det er vurderet, at denne påvirkning er minimal og meget lokal, da denne kyststrækning stort set er en retablering af den oprindelige kystsikring.

Se i øvrigt vedlagte Bilag 1 - Miljøscreening ændring af kystbeskyttelse til Gentofte

Beskriv indvirkningens intensitet og kompleksitet

I anlægsperioden kan der være gener i form af støj og støv. Gener fra støv i anlægsperioden vil blive forsøgt mindsket med vanding i perioder hvor støv vil genere de omkringliggende boliger. Når den nye stenskråning er etableret, vil der ikke være en yderligere miljøpåvirkning fra anlægget.

Beskriv indvirkningens sandsynlighed

Projektets består af en fysisk minimal ændring af den eksisterende stenskråning, og der vil være en lokal påvirkning, når anlægsarbejdet igangsættes.

Beskriv indvirkningens forventede indtræden, varighed, hyppighed og reversibilitet

Ændring af kystlinjen forventes igangsat i slutningen af 2025. Det forventes, at selve anlægsarbejdet tager 4-5 måneder og vil være afsluttet inden for ca. 6 måneder dvs. i 2026. Kyststrækningen ændres fra land, og der vil derfor være transport af materialer og anlægsarbejde på grunden langs kysten. Alger, der gror på stenskråninger og småsten, som flyttes/fjernes samt bundfauna umiddelbart ud for de eksisterende stenskråninger, vil blive forstyrret under anlægsarbejdet. Det forventes, at den nye stensætning relativt hurtigt vil blive bevokset med tang og alger, når anlægsarbejdet er afsluttet. På baggrund af tidligere erfaringer vurderes det, at et stabilt bundfaunasamfund vil være genetableret i løbet af 1-2 år efter at arbejdet er tilendebragt. Når projektet er gennemført, vil der på kyststrækningen være mere stensætning end tidligere og dermed en forøgelse af levesteder for tang, alger og bundfauna.

Se i øvrigt vedlagte Bilag 1 - Miljøscreening ændring af kystbeskyttelse til Gentofte

Beskriv kumulationen af projektets indvirkninger med indvirkningerne af andre eksisterende og/eller godkendte projekter

Det realiseres samtidigt med de øvrige projekter ved Tuborg Syd. Det vurderes, at det ikke vil have indvirken på disse projekter eller naturen.

Beskriv muligheden for reelt at begrænse indvirkningerne

Projektet er udformet, så kystlinjen kommer til at fremstå med et mere naturligt forløb og udtryk, for at minimere påvirkningen på strømningsforhold og ophobning af tang og drivgods.

E. Hvad søges der om beskyttelse mod?



Erosion (kysten nedbrydes af havet)
Udfyld punkterne F-L

Oversvømmelse
Udfyld punkterne F-J og M-N

F. Beskrivelse af eksisterende og/eller godkendte forhold

Findes der allerede kystbeskyttelse eller tilladelse til kystbeskyttelse på ejendommen?

Nej

Ja, hvilken

Skråningsbeskyttelse

Sandfodring

Høfde

Bølgebryder

Dige

Andet: _____

Hvis ja, angiv dok. nr. for evt. tilladelse:

Sagsnr. GEO-2019-00396 og Sagsnr. GEO-2024-00281

Eller

Omtrentligt år for etablering: _____

Hvis ja, er der kumulation med det ansøgte projekt og eksisterende og/eller godkendte forhold?

Nej

Ja

G. Værdier

Hvilke værdier ønskes beskyttet?

Hus eller anden bebyggelse med faste installationer

Infrastruktur (vej, sti, kloak m.v.)

Andet (landbrugsjord, ubebygget areal, produktionsskov, have), hvilket: Kyst og landskabsprojekt foran hovedkontor

Hvorfor er kystbeskyttelse nødvendig?



Kyststrækningen vil være udsat for akut erosion og skader ifm. øget vandstand og bølger, såfremt den hårde kystsikring ikke bibeholdes. På nuværende tidspunkt er strækningen kun udsat for mindre kronisk og akut erosion. Dette skyldes den eksisterende hårde kystbeskyttelse og spunskonstruktioner. Såfremt den hårde kystbeskyttelse ikke bibeholdes og udbygges ifm. realiseringen af anlæg og bebyggelse, vil disse kunne udsættes for akuterrosion, bølgeoverskyl og oversvømmelser, som kan give fatale skader, hvis kystbeskyttelsen udelades.

Ved sager om kommunale fællesprojekter: Ansøgers overvejelser omkring værdien og levetiden af det, der ønskes beskyttet i forhold til udgifterne til etablering og vedligeholdelse af kystbeskyttelsen over en længere periode på 25-50 år:

N/A.

H. Skovloven

Særlige oplysninger vedrørende tilladelser, godkendelser m.v., efter anden lovgivning, som ville være nødvendige for at udføre de kystbeskyttelsesforanstaltninger, der søges om tilladelse til efter § 3 i lov om kystbeskyttelse m.v.

Hvis de ansøgte kystbeskyttelsesforanstaltninger ønskes udført på et areal, der er fredskovspligtigt efter skovloven, oplyses, om det er muligt at placere anlægget uden for det fredskovspligtige areal?

De ansøgte kystbeskyttelsesforanstaltninger udføres ikke på et areal, der er fredskovspligtigt efter skovloven, hvorfor dette punkt ikke er relevant for ansøgningen.

Beskriv de samfundsmæssige interesser, der begrundes, at kystbeskyttelsesforanstaltningen udføres på det fredskovspligtige areal.

N/A.

Hvis de ansøgte kystbeskyttelsesforanstaltninger ønskes udført på et areal med "*skovbryn af løvtræer og buske*" der er omfattet af § 27 i skovloven, beskrives, hvorvidt områdets økologiske funktionalitet forsat kan opretholdes, når projektet er udført.

N/A.

Hvis de ansøgte kystbeskyttelsesforanstaltninger ønskes udført på et areal med "*søer, moser, heder, strandenge eller strandsumpe, ferske enge og biologiske overdrev, som ikke er omfattet af naturbeskyttelseslovens § 3 pga. for lille størrelse*" der er omfattet af § 28 i skovloven, beskrives, hvorvidt områdets økologiske funktionalitet forsat kan opretholdes, når projektet er udført.

N/A.

I. Jagt- og vildtforvaltningsloven

Særlige oplysninger vedrørende tilladelser, godkendelser m.v., efter anden lovgivning, som ville være nødvendige for at udføre de kystbeskyttelsesforanstaltninger, der søges om tilladelse til efter § 3 i lov om kystbeskyttelse m.v.

Hvis de ansøgte kystbeskyttelsesforanstaltninger skal udføres i et vildtreservat, beskrives den nærmere begrundelse for dette indgreb.

De ansøgte kystbeskyttelsesforanstaltninger udføres ikke i et vildtreservat, hvorfor dette punkt ikke er relevant for ansøgningen.

Beskriv projektets omfang og anlægsfasen, herunder hvilke maskiner, der skal anvendes og hvilket tidspunkt på året projektet ønskes gennemført.

N/A.

Hvis de ansøgte kystbeskyttelsesforanstaltninger ønskes udført på særligt for det pågældende vildtreservat sårbare tidspunkter, fx yngletid, rastetid el.lign., beskrives hvorfor det er nødvendigt.



N/A.

J. Lov om vandløb og lov om vandplanlægning

Særlige oplysninger vedrørende tilladelser, godkendelser m.v., efter anden lovgivning, som ville være nødvendige for at udføre de kystbeskyttelsesforanstaltninger, der søges om tilladelse til efter § 3 i lov om kystbeskyttelse m.v.

Oplysninger om de ansøgte kystbeskyttelsesforanstaltningers indvirkning på vandløb, grøfter, kanaler, rørledninger og dræn, søer eller andre lignende indvande.

Se vedlagte Bilag 1 - Miljøscreening ændring af kystbeskyttelse til Gentofte

Oplysninger om de ansøgte kystbeskyttelsesforanstaltningers indvirkning på diger, sluser, broer og andre anlæg i og ved vandløb.

De ansøgte kystbeskyttelsesforanstaltninger vil ikke få indvirkning på diger, sluser, broer og andre anlæg i og ved vandløb.

Oplysning om de ansøgte kystbeskyttelsesforanstaltninger har indvirkning på vandløb eller søer, der er omfattet af et miljømål efter bekendtgørelse om miljømål for overfladevandområder eller grundvandsforekomster.

De ansøgte kystbeskyttelsesforanstaltninger vil ikke få indvirkning på vandløb eller søer, der er omfattet af et miljømål efter bekendtgørelse om miljømål for overfladevandområder eller grundvandsforekomster.

K. Kystbeskyttelsesmetode mod erosion

Hvilken type kystbeskyttelse søges der om tilladelse til:

- Fodring (sand/ral)
- Skråningsbeskyttelse
- Høfde
- Bølgebryder
- Andet: _____

Er der tale om:

- Etablering af ny kystbeskyttelse
- Genopbygning af anlæg til oprindelig stand
- Ændring af kystbeskyttelsens dimensioner og/eller materialer
- Fjernelse af eksisterende anlæg*

**) er der alene tale om fjernelse af et eksisterende anlæg, er en forudgående tilladelse ikke nødvendig*

L. Nødvendige bilag til ansøgning om beskyttelse mod erosion

Materiale på nedenstående liste vedlægges ansøgningen

- Kort, der viser matrikelgrænser, bebyggelse/infrastruktur og skræntkant. På kortet skal afstanden fra bebyggelse til skræntkanten angives, og kystbeskyttelsens placering skal fremgå tydeligt.

Se tegn. 1.1.0, 1.1.1, 1.4.0 og 1.8.0.

- Målsatte snittegninger, der viser kystbeskyttelsens opbygning og materialevalg. For sandfodring skal mængde udlagt materiale pr. løbende meter kyst samt lagets tykkelse og profil oplyses. For kystbeskyttelses anlæg skal materialestørrelse, tykkelse af lag, hældning og top- og bundkote i DVR90 fremgå.

Se tegn. 2.0.0, 2.0.1 2.0.2, 2.0.3 og 2.0.4.

- Redegørelse for anlæggets dimensionering. Den kompetente myndighed forbeholder sig ret til at stille krav om udarbejdelse af dimensionsgivende beregninger for kystbeskyttelsen i løbet af sagsbehandlingen, hvis dette skønnes nødvendigt.

Kan eftersendes efter afsluttet detailprojekt er udarbejdet, hvis det ønskes.



- En beskrivelse af, om nabostrækninger bliver påvirket/skadet af kystbeskyttelsesforanstaltningen

Da området og nabostrækninger generelt er med lille kronisk erosion og udført som kystbeskyttelsesanlæg eller lign., vurderes der ikke at være risiko for at påvirke nabostrækninger. Anlægget vurderes at have tilnærmelsesvist samme effekt som de eksisterende forhold.

- En redegørelse af, om kystbeskyttelsen reducerer risikoen for erosion over tid, herunder at den eksisterende adgang til og langs stranden bevares.

Den eksisterende kystbeskyttelse forhøjes og udvides for fortsat at kunne reducere risikoen for oversvømmelse samt bevare den fremtidige adgang langs kyststrækningen.

- Kystbeskyttelse, som etableres på søterritoriet, skal indtegnes på søkort.

Se tegn. 1.1.0 hvoraf pejlinger fremgår.

- Fotos af stedet hvor kystbeskyttelsen ønskes etableret og som viser afstanden mellem skrænten og det, der ønskes beskyttet. Vedlæg også gerne fotos der viser strækningen på hver side af lokaliteten.

Se tegn. 1.1.0 for de eksisterende forhold.

- Samtykkeerklæringer

- 1) Ved flere ansøgere
- 2) Når der er en repræsentant for ansøger
- 3) Når kystbeskyttelse etableres på anden ejendom end ansøgers
- 4) Fra ejere af nabomatrikler, der accepterer hård kystbeskyttelse og dennes evt. negative påvirkning af deres ejendom

M. Kystbeskyttelsesmetode mod oversvømmelse

Hvilken type kystbeskyttelse

- Dige
- Højvandsmur
- Fodring (hævning af terræn med sand/ral)
- Andet _____

Er der tale om:

- Etablering af ny kystbeskyttelse
- Genopbygning af anlæg til oprindelig stand
- Ændring af kystbeskyttelsens dimensioner og/eller materialer
- Fjernelse af eksisterende kystbeskyttelse*

**) er der alene tale om fjernelse af et eksisterende anlæg, er en forudgående tilladelse ikke nødvendig*

N. Nødvendige bilag til ansøgning om beskyttelse mod oversvømmelse

Nedenstående liste skal vedlægges ansøgningen

- Kort, der viser matrikelgrænser og højdekurver. På kortet skal bebyggelse/infrastruktur samt højvandsbeskyttelsens placering fremgå tydeligt.
- Målsatte snittegninger, der viser kystbeskyttelsens opbygning og materialevalg. Topkote, hældninger, bredde m.v. af konstruktionen skal fremgå af snittegningerne.
- Redegørelse for anlæggets dimensionering. Gentofte Kommune forbeholder sig ret til at stille krav om udarbejdelse af dimensionsgivende beregninger for kystbeskyttelsen i løbet af sagsbehandlingen, hvis dette skønnes nødvendigt.
- En beskrivelse af, om nabostrækninger bliver påvirket/skadet af kystbeskyttelsesforanstaltningen.



- En redegørelse for, om kystbeskyttelsen reducerer risikoen mod oversvømmelse over tid, herunder at den eksisterende adgang til og langs stranden bevares.
- Fotos af stedet, hvor kystbeskyttelsen ønskes etableret og som viser ejendom og det omkringliggende område.
- Samtykkeerklæringer
 - 1) Ved flere ansøgere
 - 2) Når der er en repræsentant for ansøger
 - 3) Når kystbeskyttelse etableres, på anden ejendom end ansøgers
 - 4) Fra ejere af nabomatrikler, der accepterer hård kystbeskyttelse og dennes evt. negative påvirkning af deres ejendom

O. Andre oplysninger af relevans for ansøgningen

Kan evt. uddybes i bilag

- Bilag 1 - Miljøscreening ændring af kystbeskyttelse til Gentofte
- Tilladelse - Sagsnr. GEO2019-00396
- Tilladelse - Sagsnr. GEO2024-00281
- INHQ_K24_H1_1.1.0 Situationsplan, Eksist.forhold
- INHQ_K24_H1_1.1.1 Situationsplan, Fremt.forhold
- INHQ_K24_H1_1.4.0. Plan, Rammearbejder
- INHQ_K24_H1_1.8.0 Situationsplan, Stenarbejder
- INHQ_K24_H3_2.0.0 Tværsnit A-A, Stenskråning
- INHQ_K24_H3_2.0.1 Tværsnit B-B, Flad kystsikring
- INHQ_K24_H3_2.0.2 Tværsnit C-C, Eksisterende spuncelle
- INHQ_K24_H3_2.0.3 Tværsnit D-D, Badebro ved stenskråning
- INHQ_K24_H3_2.0.4 Tværsnit E-E, Principsnit, Nyt udløbsbygværk

P. Offentliggørelse af ansøgningen

Det er Gentofte Kommunes praksis, at ansøgningen offentliggøres på Gentofte Kommunes hjemmeside.

Det sker som led i den høring og orientering, som Gentofte Kommune er forpligtiget til at gennemføre.

Herved opnås en effektiv og hurtigere behandling af sagen. I henhold til persondataloven vil personfølsomme oplysninger og oplysninger om rent private forhold, uanset denne accept ikke blive offentliggjort. Det samme gælder oplysninger, som efter offentlighedsloven er undtaget fra aktindsigt

Jeg er indforstået med at oplysninger, fra ansøgningen offentliggøres på Gentofte Kommunes hjemmeside

Q. Erklæring og underskrift

Undertegnede (ansøger eller partsrepræsentant) erklærer, at oplysninger, der står i ansøgningen, er i overensstemmelse med de faktiske forhold.

Dato	Fulde navn (<i>benyt blokbogstaver</i>)	Underskrift
2025-09-30	Ulrik Max Jørgensen, Direktør, A1 Consult A/S	



A1 Consult A/S
Stieg Larssons Alle 11
8920 Randers NV

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

L&T Arkitekter, Tuborg Syd, NHQ Kystsikring, Vandbygningsentreprise

Projektforudsætninger

Sagsnr.	23.032
Dato	2024.10.03
Rev.	C
Rev. Dato	2025.07.11
Udarbejdet	DS/PM
Kontrol	JJ
Godkendt	DS



Indhold

1.	Projektorientering	3
1.1.	Forstudie	4
1.2.	Detailprojekt	4
1.3.	Projektbeskrivelse	4
2.	Funktionskrav	5
2.1.	Levetid	5
2.2.	Naturlaster	5
2.3.	Belægningskote	6
2.4.	Designvandybder	6
2.5.	Design af stenskråninger	6
2.6.	Stranddesign	6
2.7.	Design af stenrev	7
2.8.	Geometri og udformning	7
3.	Stedlige forhold	8
3.1.	Geotekniske forhold	8
3.1.1.	Geotekniske parametre til dimensionering	8
3.2.	Vandstand	9
3.3.	Pejlinger	10
3.4.	Bølgeforhold	10
3.5.	Eksisterende konstruktioner	13
3.5.1.	Stengraderinger i eksisterende stenskråninger	14
4.	Projekteringsgrundlag	15
4.1.	Konsekvensklasse	15
4.2.	Referencesystemer	16
4.3.	Grænsetilstande	16
4.3.1.	Lastkombinationer	16
4.3.2.	Partialkoefficienter - Geoteknik	16
5.	Referencer	16
5.1.	Formelt projekteringsgrundlag	16
5.2.	Supplerende projekteringsgrundlag	17
5.3.	Øvrige projektforudsætninger	17

1. Projektorientering

I forbindelse med Novo Nordisk Fondens nye hovedkontor på Tuborg Syd skal opføres, etableres et større kystlandskab/grønt område i tilknytning til dette. Kystlandskabet bliver offentligt tilgængeligt, og danner overgangen mellem land og vand dvs. kyststrækningen skal kystsikres. Den eksisterende kystsikring der er udført som en stenskråning blev etableret for ca. 20 år siden baseret på daværende viden om højvande og bølgeforskel. Der er et ønske fra bygherrens side om, at den fremtidige kystsikring skal fremstå som et naturlandskab, så der er et større fokus på et kystlandskab fremfor en traditionel kystsikringsløsning. Kystbeskyttelsen udføres derfor som en kombination af stenskråninger og stenstrand jf. det udarbejdede landskabsprojekt fra SLA.

Stenskråningerne etableres med dæksten og filtersten i størrelser, der kan modstå de vurderende fremtidige bølger og vandstand. Der genbruges så meget af de eksisterende materialer som muligt for at minimere materiale-spild i projektet. Jord der udgraves ifm. nedbrydning af den eksisterende cofferdam og spuncelle køres ikke væk, men i stedet forsøges disse materialer nyttiggjort ved genindbygning bagved stenskråningerne. Søsten der ligger i store bunker på projektområdet vil bruges som supplerende til dæksten, hvis dimensioner passer. Den fremtidige kystlinje vil få et mere naturligt udtryk i forhold til den eksisterende kystlinje, og nye stenskråninger vil tilsluttes de eksisterende nord og syd for projektområdet.

Stenstranden etableres cirka i midten af kystlinjen på Novo Nordisk Fondens matrikel, og beskytter det bagvedliggende område ved at dæmpe bølger inden de rammer kysten. Kyststranden løses ved en flad hældning på strandprofilen og stranden fastholdes ved at etablere tilsluttende stenskråninger på hver side af stranden, stranden kan i et vist omfang fange tang mm. hvilket evt. skal håndteres i den fremtidige drift. Som ønsket af landskabsarkitekten vil stranden fremstå som et mere naturligt kystforland end en traditionel badestrand, med sporadisk vegetation og store sten.



Figur 1: Landskabsprojekt ved det nye domicil

Teksten ovenfor er brugt som teknisk projektbeskrivelse til miljørapporten.

1.1. Forstudie

I forstudiefasen skal alle relevante forudsætninger afdækkes og omfanget af projektet konkretiseres i samarbejde med arkitekterne og bygherren, så et endeligt koncept for kystsikringen kan fastlægges.

Indeværende projektforudsætningsdokument er en opdatering af selvsamme dokument fra forstudiet.

1.2. Detailprojekt

Indeværende projektforudsætningsdokument (Rev B) er udarbejdet ifm. detailprojekteringen af kystsikringen, og danner derved grundlag for den endelige udformning af denne. De overordnede projektforudsætninger er uændret ift. forstudiet, men er, hvor det er relevant, detaljeret yderligere til brug i detailprojektet. Derudover er projektforudsætningerne opdateret med bygherrevalg, hvor disse er ændret ift. forstudiet.

1.3. Projektbeskrivelse

Følgende tekst er brugt som projektbeskrivelse ifm. prækvalifikation af entreprenørerne. Der henvises til tegningsmaterialet for afklaring af stationering langs kyststrækningen.

Den eksisterende kystsikring består af gamle stenskrånninger og en enkelt spuncelle afsluttet med trædæk. Den nye kyststrækning genanvender de eksisterende stenskrånninger og spuncellen, og der etableres nye stenskrånninger ifm. der etableres en ny flad stenstrand.

Fra ST. -108.0 til 60.0 skal de eksisterende stenskrånninger suppleres med nye dæksten og filtersten til de fremtidige sikrings-/kronekoter. Stenskrånningerne skal tilpasses de eksisterende udløbsbygværker der findes på denne strækning (ved ST. -100.0 og ST. -40.0). Der etableres et nyt udløbsbygværk i denne kyststrækning ca. ved ST. 5.0, som også skal tilpasses

den eksisterende kystsikring. Grundet gammelt opfyldt jord i baglandet, skal der reetableres en ny spuns med topkote i +1,0 (fra ST. 10.0 til 150.0) som tilsluttes de eksisterende tætningspuns.

Ved ST. 60.0 – 90.0 etableres der ny stenskråning med søsten fra stendepotet på grunden. En betonstøttemur etableres ovenpå tætningspuns i overgang fra stenskråning til baglandet. Ifm. badehusene der etableres her, skal der laves en ny badebro (ST. 60.0) med adgang fra baglandet over stenskråningen.

Fra ST. 90.0 -140.0 etableres der en ny stenstrand som består af sand og småsten, med et profil der strækker sig ud i vandet og afslutter med skråningsfod. Foran stenstranden i min. 3 m vanddybde skal der udlægges sten til ca. 5 mindre stenrev.

Ved ST. 140.0 – 170.0 bliver det en kombination af ny stenskråning, nyt udløbsbygværk og eksisterende stenskråning som skal suppleres med ny dæk- og filtersten. Den eksisterende spunscelle fra ST. 170.0-230.0 bevares, og der laves tilpasning i bagsiden ved overgangen mellem trædæk og det bagvedliggende terræn.

Langs hele kyststrækningen fra ST. -108.0 til 244.0 etableres der en grussti bagved kysten med en varierende bredde på ca. 3,0-5,0 m- Grusstien er grænsefladen mellem kystsikringsentreprisen og entreprisen for det bagvedliggende landskabsprojekt og Novo Nordisk Fondens nye hovedkontor. På bagsiden af grusstien etableres der en afvandingsrand i hele længden med brønd pr. ca. 25 m og ledninger der føres gennem kystsikringen, pt. er dette ikke en del af Kystsikringsentreprisen. Store søsten fra stendepotet (d>1000mm) placeres sporadisk ovenpå stenskråningerne, stenstranden og i baglandet, så hele området ligner et mere naturligt kystlandskab.

Hovedarbejder:

- Nedbrydning af overgang ved spunscelle inkl. tilpasning af ny grussti
- Ramning af ny tætningspuns og tilslutning til eksisterende
- Etablering af nye udløbsbygværker og støttemur i beton
- Etablering af nye stenskråninger og supplering med sten til eksisterende stenskråninger
- Etablering af badebro med adgang fra land
- Etablering af stenstrand med skråningsfod og stenrev ud i vandet
- Udlægning af store søsten på stenskråning, stenstrand og i bagland
- Etablering af grussti med afvanding langs stien og gennem kystsikring

2. Funktionskrav

2.1. Levetid

Der anvendes følgende levetider:

Tabel 1 - Levetid

Konstruktioner	Levetid [år]
Kystsikring	50 (2075)
Eksisterende konstruktioner, min. restlevetid	Ikke vurderet

2.2. Naturlaster

Kystsikringen skal dimensioneres for bølger som angivet i DHI rapport *Tuborg Syd – Bølgeforhold og bølgeoverskyl for Kysthus 3-5, rapport, 7. februar 2022*.

2.3. Belægningskote

Stiforbindelsen der føres langs hele kysten er i Dispositionsforslag foreløbigt fastsat til +2,50m. Dispositionsforslaget er udarbejdet af SLA. Der benyttes i detailprojektet et terrænniveau bag kystsikringen på +2,50m.

Området bagved stenstrand og kystforland er tænkt som en lavtliggende eng, og terrænet falder derfor ned til +1,50m á +1,00m.

2.4. Designvanddybder

Design af kystsikringen inddeles i en række delstrækninger, hvor designvanddybden varierer. Vanddybderne er udtrukket ca. 1 bølgelængde fra vandlinjen og fremgår af Tabel 2 for de forskellige stationeringer langs kystsikringen.

Tabel 2 – Designvanddybder langs kystsikringen

Stationering	Bundkote [m DVR90]
-108 á - 40	-2,0
-40 á 50	-2,25
50 á 90	-2,5
90 á 140	-3,0
140 á 170	-2,0

2.5. Design af stenskråninger

Stenskråningernes dæklag designes ved brug af Van der Meers formelsæt for stabilitet af stenskråninger, jf. CIRIA C683 (2007) afsnit 5.2.2.2.

Overskyl estimeres ved brug af EurOtop (2018), som benyttes til både beregning af overskylsmængde samt definition af tilladeligt overskyl.

Filterkriterie mellem dæksten og filtersten tjekkes ift. CIRIA C683 (2007) afsnit 5.4.3.6, Terzhagi samt Thomsen & Shuttler (1996).

Stenskråningernes tåstabilitet designes ved brug af CIRIA C683 (2007) afsnit 5.2.2.9.

Der er følgende krav til stenskråninger:

Tabel 3 - Stenskråninger

Emne	Projektvalg
Form af dæksten	Semi-round*
Acceptabelt skadeniveau dæksten, S_d	2,0**
Krav til overskyl (EurOtop 2018)	5 l/m/s***
Acceptabelt skadestål N_{od}	2,0****

* svarende til de eksisterende grusgravssten

** svarende til begyndende skade under designstormen ved enden af konstruktionens levetid

*** svarende til folk på kronen med det aktuelle bølgeklima, jf. Table 3.3 i EurOtop 2018 ($H_m0 = 1$ á 2 m, jf. afsnit 3.4)

**** svarende til nogen omlejring af tåen

2.6. Stranddesign

Stranden ønskes af landskabsarkitektoniske hensyn etableret som en stenstrand med en bred stengradering. Det empiriske designgrundlag af en sådan stenstrand er begrænset og metoderne er generelt behæftet med stor usikkerhed. Derfor estimeres et Dean-strandprofil som beskrevet i Kamphuis (2000). Metoden benyttes til fastlæggelse af den nødvendige kornstørrelse

på stranden for at have en stabil strand med den tilstræbte hældning. Metoden er gældende for kornstørrelser op til 1 mm, hvilket er langt mindre end det ønskede udtryk på stenstranden. Metoden benyttes derved til at vurdere hvorvidt de ønskede strandhældninger hovedsageligt mellem 1:6 og 1:10, kan etableres stabilt. Dette vurderes ud fra følsomheden på strandprofilets hældning ved varierende korndiameter indenfor metodens validitetsområde.

Ved estimat af det stabile strandprofil tages de større sten der placeres sporadisk på denne ikke i regning. Disse forventes at have en generel stabiliserende effekt på stranden, dog med mulig lokal erosion omkring disse, der ikke påvirker strandens overordnede stabilitet. Tilsvarende tages den stabiliserende effekt af eventuel vegetation på stranden ikke i regning.

Tykkelsen af strandmaterialet i profilet estimeres kvalitativt ud fra tidligere erfaringer. Tykkelsen skal være tilstrækkelig stor til at kunne tåle lokal omlejring i strandvolde uden at blotlægge det underliggende materiale. Vold-dannelsen sker omkring vandspejlet, hvorfor tykkelsen bør være størst her og evt. mindre nær profilets top og bund. Der vælges en konservativ materialetykkelse, da en optimering af denne kræver numerisk modellering eller fysiske modelforsøg, hvilket den relativt beskedne udstrækning af stranden ikke retfærdiggør.

Det nødvendige vedligehold af stranden vil forventeligt afhænge af den årlige variation i bølgeforskel. Der må forventes lokal ophobning af tang på stranden, som kan efterlades eller fjernes efter ønske.

Strandens orientering, der ikke er vinkelret den dominerende bølgeretning, betyder at der må forventes en langsgående materialevandring langs stranden fra nordøst mod sydvest. Størrelsen af denne materialevandring vil i stor grad afhænge af den leverede ral/grusfraktion, antallet og placering af de større sten på stranden samt eventuel vegetation. Generelt forventes den langsgående materialevandring dog lav ved en stenstrand af den ønskede type.

2.7. *Design af stenrev*

Der placeres en række stenrev i området foran stranden. Disses betragtes som en "near-bed structure" og designes iht. CIRIA C683 (2007) afsnit 5.2.2.5. Stenrevene projekteres til at være stabile under designhændelsen, hvorfor et skadestål på $S_d = 2$ benyttes, jf. definition i Tabel 3.

2.8. *Geometri og udformning*

Kystsikringens overordnede geometri og udformning er fastsat ud fra landskabsprojektet. Tabel 4 beskriver stenskråningens rammer og Tabel 5 beskriver stenstrandens.

Tabel 4 - Stenskråning

Emne	Projektvalg
Terrænkote	+2,50 (m DVR90)
Bagareal	Muldjord/græs Grussti, bredde 3,0-5,0 m

Tabel 5 - Stenstrand

Emne	Projektvalg
Terrænkote	+2,50 á -2,25 (m DVR90)
Strandmateriale	Variierende

Hældning var. 1:6 á 1:10*

* Baseret på ønsket udtryk i SLA landskabsprojekt

3. Stedlige forhold

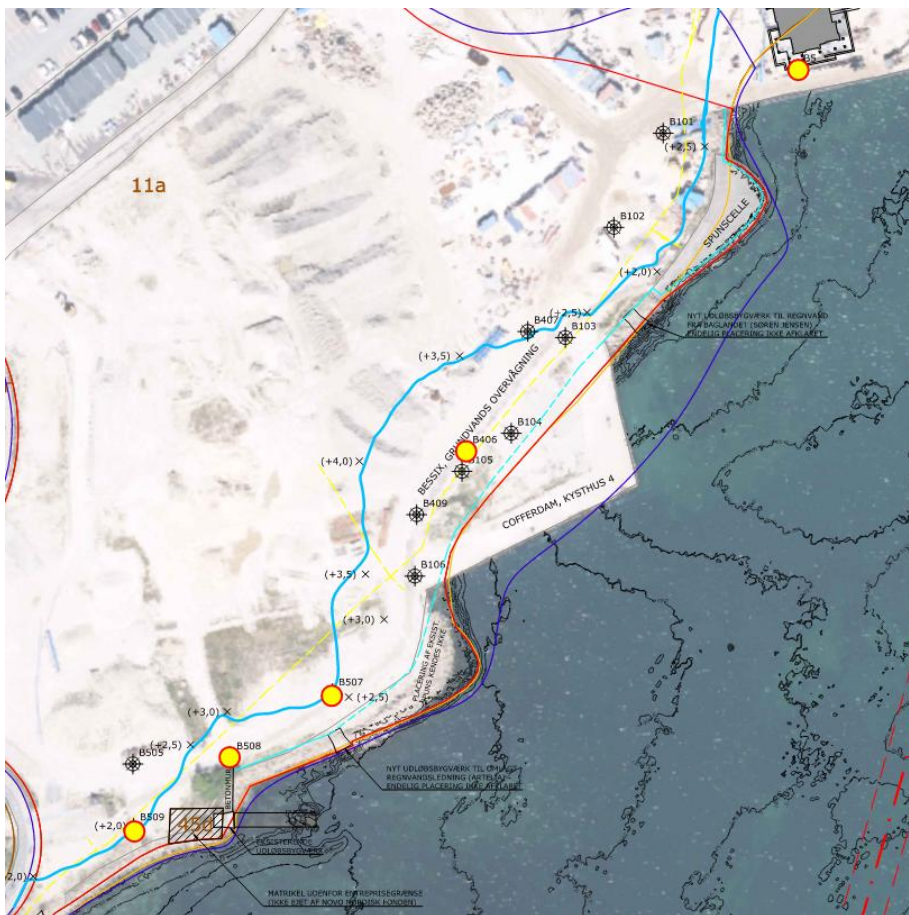
3.1. Geotekniske forhold

3.1.1. Geotekniske parametre til dimensionering

Der er ikke udført specifikke geotekniske borerer for kystsikringen, hvorfor der ses på den eksisterende geoteknik i området.

Der er hentet repræsentative geotekniske borerer fra 3 undersøgelsesrapporter, der kan danne det geotekniske grundlag for eftervisning af kystsikringens stabilitet:

- Tuborg Syd, Permanent spunsvæg ved Kysthus II og III, udført af MOE, dateret 2019-02-13, boring B5
- Tuborg Syd, Kysthus IV, byggefelt IV, udført af MOE, dateret 2018-02-28, boring B406
- Tuborg Syd, Kysthus V, byggefelt V, udført af MOE, dateret 2018-04-25, boring B507/B508/B509



Figur 2: Borerer langs kyststrækning

Tabel 6 - Karakteristiske styrkeparametre, rumvægt og stivhedsparametre

Jordart	γ/γ' kN/m ³	cu, k kPa	c'k kPa	ϕ' k °
---------	---------------------------------------	--------------	------------	----------------

Sandfyld, Re	18/10	-	-	32
Lerfyld, Re	18/10	-	-	30
Sand, Ma Pg	19/10	-	-	32
Sand, Sm Sg	19/10	-	-	37
Grus, Sm Gc	21/11	-	-	38
Morænesand, Gl Gc	21/11	-	-	38
Moræneler, Gl Gc	21/11	200	20	32

Følgende jordprofiler anvendes til dimensionering af kystsikringen:

Boring: B5

Kote [m DVR90]	Jordart
+0,90 til -2,70	Lerfyld, Re
-2,70 til -3,30	Sand, Ma Pg
-3,30 til -6,20	Sand, Sm Sg
-6,20 til -7,50	Morænesand, Gl Gc
-7,50 til -8,10	Moræneler, Gl Gc

Boring: B406

Kote [m DVR90]	Jordart
+2,80 til +0,00	Sandfyld, Re
+0,00 til -2,00	Lerfyld, Re
-2,00 til -2,80	Sand, Ma Pg
-2,80 til -5,30	Sand, Sm Gc
-5,30 til -9,50	Moræneler, Gl Gc

Boring: B508

Kote [m DVR90]	Jordart
+2,60 til -1,80	Sandfyld, Re
-1,80 til -2,70	Sand, Ma Pg
-2,70 til -3,40	Grus, Sm Gc
-3,40 til -5,10	Sand, Sm Gc
-5,10 til -5,40	Morænesand, Gl Gc
-5,40 til -9,60	Moræneler, Gl Gc

3.2. Vandstand

I nærværende afsnit foretages der en vurdering af hvilke vandstande der kan forventes med en given returperiode. Der er valgt en returperiode svarende til i dag samt ved slutningen af dette århundrede iht. DMI's Klimaatlas. For begge returperioder er der indregnet en vandstandsstigning baseret på de igangværende klimaændringer.

Der er hentet værdier for Københavns Havn fra Kystdirektoratets højvandsstatistikker fra 2024. Den Danske Havnelods giver værdier for forskel mellem middelhøjvande og middellavvande på både Københavns Havn og Tuborg Havn.

Tabel 7 – Samlet oversigt over vandstand

Returperioder	År 2024	År 2071-2100 (SSP _{3-7,0})*
	[m DVR90]	[m DVR90]

Lav vandstand (SE/SSW-lig storm iht. Den Danske Havnelods)	-1,00	-
Middel vandstand (Nedre 10%-fraktil til øvre 90%-fraktil)	+/-0,20	+0,47 (+0,25 til +0,78)
Høj vandstand (NW-lig storm iht. Den Danske Havnelods)	+1,60	-
Høj vandstand, 1 års returperiode (Nedre 10%-fraktil til øvre 90%-fraktil)	-	+1,40 (+1,17 til +1,71)
Høj vandstand, 20 års returperiode (Nedre 10%-fraktil til øvre 90%-fraktil)	+1,43	+1,85 (+1,61 til +2,17)
Høj vandstand, 50 års returperiode (Nedre 10%-fraktil til øvre 90%-fraktil)	+1,55	+1,97 (+1,72 til +2,29)
Høj vandstand, 100 års returperiode (Nedre 10%-fraktil til øvre 90%-fraktil)	+1,62	+2,04 (+1,78 til +2,37)

* SSP3-7,0 angiver et højt udledningsscenarie

3.3. Pejlinger

Entreprenørfirmaet Aarsleff har udført fuld pejling af hele kysten ved Tuborg Syd i 2019, som giver et groft overblik over vanddybder i området, men de vurderes at være for gamle til at kunne bruges til at trække præcise tal ud fra.

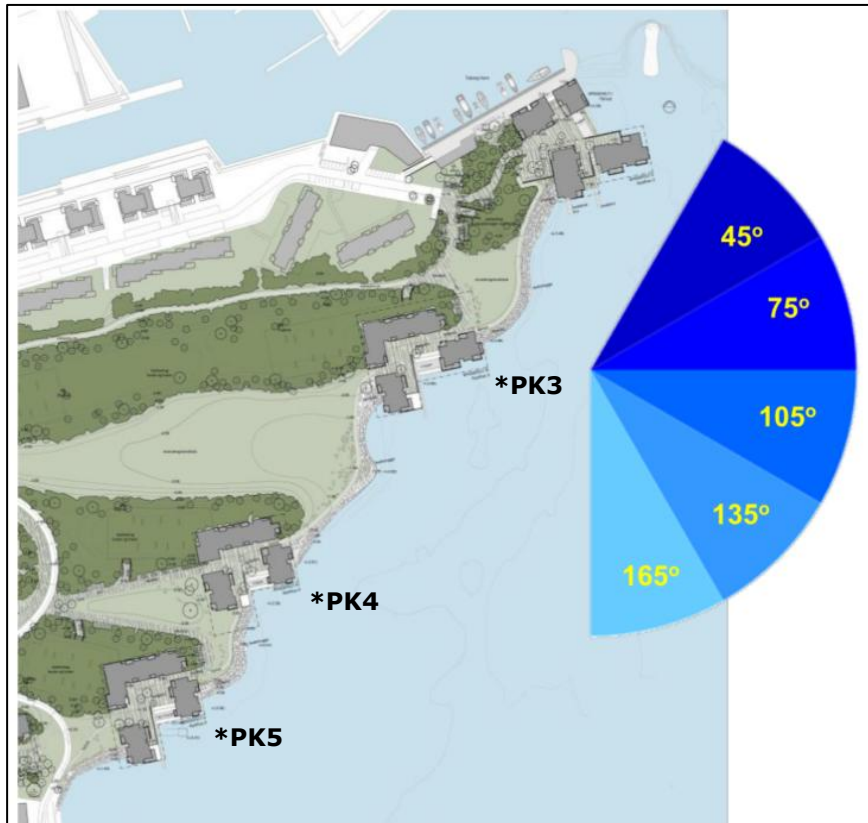
Zøllner har udført nyere punktpejlinger i august 2024 ifm. et projekt ved Kysthus III, som dækker ca. 75% af kysten for nærværende projekt og giver et mere aktuelt billede af vanddybderne langs kysten. I detailprojektet benyttet 2024 pejlingerne i området hvor disse dækker, mens pejlingen fra 2019 benyttes for den resterende del af projektområdet.

3.4. Bølgeforhold

Der er flere forskellige metoder til estimering af bølgeforhold i de indre danske farvande, men i foråret 2022 foretog DHI en modellering af bølgeforholdene ud for Kysthus 3, 4 og 5. Resultaterne af denne modellering, vurderes at være repræsentative for nærværende projekt.

I forbindelse med modelleringen sandsynliggjorde DHI de forventede bølgeforhold fra forskellige bølgeretningssektorer opdelt efter forskellige returperioder. Bølgeretningssektorerne fremgår af Figur 3 og af Figur 4 og Figur 5 de dertilhørende ekstreme bølgehændelser.

Resultaterne ved referencepunkt PK3 giver største bølger, og disse forhold benyttet for st. -40 á 170. For st. -108 á -40 benyttes bølgeforholdene ved referencepunkt PK4/PK5 (som giver identiske ekstrembølger).



Figur 3: Bølgeretningssektorer ud fra Kysthus 3 vurderes repræsentativ for nærværende projekt (modelvanddybde jf. DVR90 - PK3: 2,8 m / PK4: 2,7 m / PK5: 2,2 m).

Bølgeretnings sektor (°N)	Returperiode (år)					
	1	5	10	20	50	100
45	0,6	0,8	0,8	0,9	1,0	1,0
75	0,8	1,0	1,0	1,1	1,4	1,5
105	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7
135	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,6
165	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6

Figur 4: Ekstreme bølgeforhold H_{m0} fordelt på bølgeretningssektorer og returperioder ved referencepunkt PK3

Bølge- retnings- sektor (°N)	Returperiode (år)					
	1	5	10	20	50	100
45	0,5	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8
75	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,3
105	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7
135	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6
165	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5

Figur 5: Ekstreme bølgeforhold H_{m0} fordelt på bølgeretningssektorer og returperioder ved referencepunkt PK5

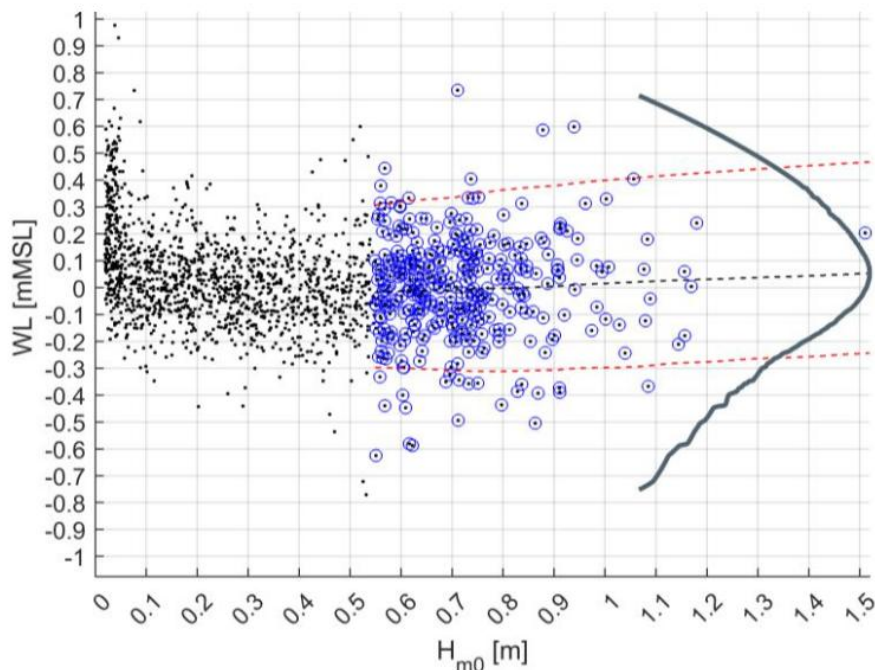
Ekstreme bølger og ekstremt højvande er for området ikke korrelerede hvilket er illustreret ved Figur 6 og Figur 7. Af figuren fremgår det, at en 100 års bølgehændelse fra retning 75° er associeret med en vandstand i kote 0,1 m i referencepunkt PK3, hvilket er noget lavere end en 100 års højvands-hændelse estimeret til kote +1,62 m. DHI's rapport indeholder ikke de forventede havvandsstigninger der vil opstå som følge af klimaforandringer, hvilket DMI angiver som 42 cm for Øresunds Kyst (højt udledningsscenario, slutårhundrede 2071-2100).

Bølge- retnings- sektor (°N)	H_{m0} (m)	T_p (s)	Associeret vandstand (mDVR90)	
			50% fraktil	95% fraktil
45	0,9	5,2	0,7	1,2
75	1,5	5,6	0,1	0,5
105	0,7	2,5	-0,5	0,0
135	0,6	2,3	0,0	0,3
165	0,6	2,3	0,7	1,2

Figur 6: Sammenhæng mellem bølger for en 100 års returperiode og dertilhørende vandstand (ekskl. forventede havvandsstigninger) samt bølgeperiode T_p ved referencepunkt PK3.

Bølgeretningssektor (°N)	H_{m0} (m)	T_p (s)	Associeret vandstand (mDVR90)	
			50% fraktil	95% fraktil
45	0,8	5,1	0,8	1,4
75	1,3	5,6	0,3	0,9
105	0,7	2,5	-0,2	0,1
135	0,6	2,2	0,0	0,4
165	0,5	2,1	0,1	0,3

Figur 7: Sammenhæng mellem bølger for en 100 års returperiode og dertilhørende vandstand (ekskl. forventede havvandsstigninger) samt bølgeperiode T_p ved referencepunkt PK5.



Figur 8: Resultat af analyse af samtidig/sammenhørende sandsynlighed af bølgehøjde og vandstand. Referencepunkt PK3, bølgeretningssektor 75°N. Sort streg angiver en 100-årshændelse.

Figur 6, Figur 7 og Figur 8 benyttes ved vurdering af det potentielle overskyl, og det vurderes således meget gunstigt at ekstremt højvande og bølgeforhold ikke er korrelerede, da den tilbagetrukne kystsikring med stor sandsynlighed alene vil være påvirket ift. ekstremt højvande.

Tilsvarende benyttes bølgehøjde-vandstandskorrelationen i Figur 8 ved vurdering af stenskråningernes tå-stabilitet.

3.5. Eksisterende konstruktioner

I forbindelse med landindvindingsprojekt ved Tuborg Havn er der allerede stenskråninger langs sydkysten af Tuborg Syd. I udførelsesfasen skal de fjernes, eller evt. bearbejdes i det nye kystlandskab. Ifølge L&T's Dispositionsforlag skal cofferdammen fjernes.

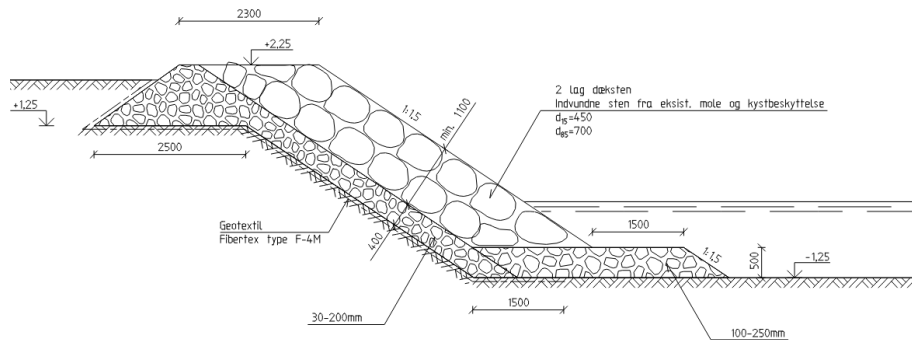
Der findes et stort udløbsbygværk i den sydlige del af kysten, hvor det foreslåede Kythus V skulle have stået, se Figur 9. Der findes også en mindre udløb længere ned af kysten. I nærværende projekt skal stenskråningen tilpasses de eksisterende konstruktioner, så deres nuværende funktioner bevares.



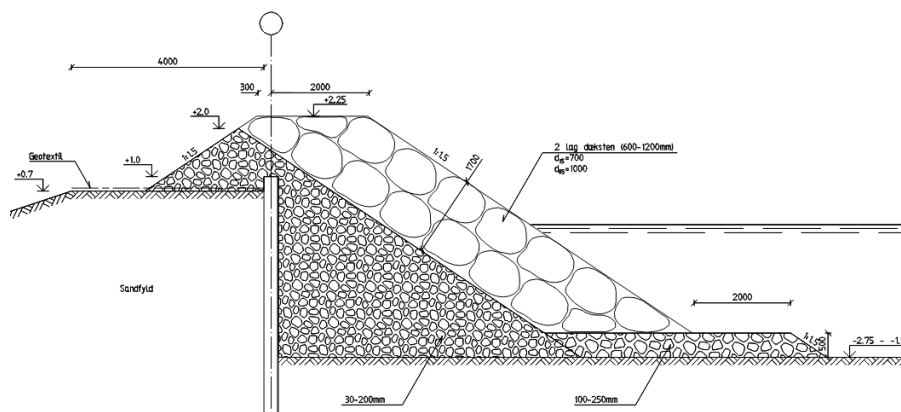
Figur 9: Placering af udløb langs kysten

3.5.1. Stengraderinger i eksisterende stenskråninger

Langs st. -108 á 60 beskyttes kysten af eksisterende stenskråninger etableret for ca. 20 år siden (tegningerne er dateret 2006). Disse er vist i Figur 10 og Figur 11.



Figur 10: Eksisterende stenskråning, st. -108 á -40.



Figur 11: Eksisterende stenskråning, st. -40 á 60.

Dækstensgraderingerne er defineret ved d_{15} og d_{85} , og er altså forskellig fra nutidens standardangivelse i form af NLL (d_{10}) og NUL (d_{70}). Til eftervisning af de eksisterende stenskråningers stabilitet samt brug af de eksisterende stenmaterialer i de nye stenskråninger, estimeres middelstenstørrelsen og andre nødvendige ved antagelse af at de benyttede graderinger kan beskrives ved brug af Rosin-Rammler kurver som beskrevet i CIRIA C683 (2007) afsnit 3.4.3.3.

Ud fra de angivne lagtykkelser på tværsnittene i Figur 10 og Figur 11, antages det at de angivne d_{15} og d_{85} reelt angiver de tilsvarende ækvivalente nominelle stendiameter, $d_{n,15}$ og $d_{n,85}$. Som eks. ses på Figur 11, hvor dækstenslaget er angivet at have en tykkelse på 1700 mm, hvilket svarer til en nominal middelstenstørrelse, D_{n50} , på 850 mm (antaget lagtykkelseskoeficient, $k_t = 1,0$). Dette svarer netop til midten af de angivne d_{15} og d_{85} på hhv. 700 mm og 1000 mm.

Med udgangspunkt i dette estimeres de to dækstensgraderinger som angivet i Tabel 8.

Tabel 8: Fastlæggelse af eksisterende stengraderinger ved brug af Rosin-Rammler kurver

Betegnelse	værdi (-108 til -40 m)	værdi (-40 til 60 m)
Stationering	-108 á -40	-40 á 60
D_{n15}	450 mm	700 mm
D_{n85}	700 mm	1000 mm
Stendensitet, ρ	2650 kg/m ³	
M_{15}	241 kg	909 kg
M_{85}	909 kg	2650 kg
n_{RRM}	1,854	2,300
ELL ($d_{n,5}$)	130 kg	550 kg
NLL ($d_{n,10}$)	191 kg	753 kg
NUL ($d_{n,70}$)	711 kg	2174 kg
EUL ($d_{n,97}$)	1266 kg	3462 kg
M_{50}	528 kg	1709 kg
M_{emll}	391 kg	1392 kg
M_{emul}	526 kg	1682 kg

4. Projekteringsgrundlag

Der projekteres efter det fælleseuropæiske normkompleks "Eurocodes", med tilhørende nationale annekser.

4.1. Konsekvensklasse

Der anvendes de følgende formelle konsekvensklasse:

Tabel 9 - Konsekvensklasse

Emne	Projektvalg	Norm
Konsekvensklasse	CC2, $K_{FI} = 1.00$ (Normal)	DS/EN 1990 DK NA (2021, Tabel B1)
Geoteknisk kategori	II (Normal)	DS/EN 1997-1 DK NA (2021, K.3)
Kontrolklasse	Normal, $\gamma_3 = 1.00$	DS/EN 1990 DK NA (2021, Tabel F4)

4.2. Referencesystemer

Der anvendes de følgende referencesystemer hvor intet andet er angivet:

Tabel 10 - Referencesystem

Emne	Projektvalg	-
Koordinatsystem	System UTM32N	Projektvalg
Kotesystem	Dansk Vertikal Reference 1990 (DVR90)	Projektvalg

4.3. Grænsetilstande

Følgende grænsetilstande vurderes i henhold til DS/EN 1990:

- Brudgrænsetilstand (ULS) (Detail-/udbudsprojekt)

4.3.1. Lastkombinationer

Tabel 11 - Lastkombinationer fastsat iht. Håndbog Vejledning til belastnings- og beregningsgrundlag for broer, Vejdirektoratet (2017)

Benævn.	Bemærkning	Tyngde	Nytte	Natur	Ulykke
ULS.01	Bølgelast dom.	1,00	-	0,90	-

4.3.2. Partialkoefficienter - Geoteknik

For jordens styrkeparametre anvendes følgende partialkoefficienter:

Tabel 12 - Partialkoefficienter iht DS/EN 1997-1 DK NA (2021, Tabel A.3-1)

Faktor		ULS	SLS	ALS
Friktionsvinkel	γ_ϕ	1,20	1,00	1,00
Effektiv kohæsion	$\gamma_{c'}$	1,20	1,00	1,00
Udrænet forskydningsstyrke	γ_{cu}	1,80	1,00	1,00
Rumvægt	γ_γ	1,00	1,00	1,00

5. Referencer

5.1. Formelt projekteringsgrundlag

I Tabel 13-Tabel 15 ses det overordnede normgrundlag. Der anvendes gældende Eurocodes herunder gældende nationale annekser, diverse tillæg og rettelsesblade.

Der anvendes erfaringsnormer i form af DS-normer idet omfang det findes nødvendigt.

Tabel 13 - Eurocode 0, Projekteringsgrundlag

Standard	Titel / Beskrivelse
DS/EN 1990 FU	Forkortet udgave af Projekteringsgrundlag for bærende konstruktioner (1990)
DS/EN 1990	Projekteringsgrundlag for bærende konstruktioner
DS/INF 1990	Konsekvensklasser for bygningskonstruktioner
DS/INF 146	Robusthed - Baggrund og principper - Information
DS 1140	Udførelse af bærende konstruktioner - Almen kontrol
DS/INF 1140	Vejledning til DS 1140 - Udførelse af bærende konstruktioner - Almen kontrol
DS/ISO 22111	Projekteringsgrundlag for konstruktioner - Generelle krav
DS/ISO 13824	Projektering af konstruktioner - Generelle principper for risikovurdering af systemer, der involverer strukturer

Tabel 14 - Eurocode 1, Last

Standard	Titel / Beskrivelse
DS/EN 1991 FU	Forkortet udgave af Last på bærende konstruktioner (1991-1)
DS/EN 1991-1-1	Del 1-1: Generelle laster - Densiteter, egenlast og nytte-last for bygninger
DS/EN 1991-1-4	Del 1-4: Generelle laster - Vindlast
DS/EN 1991	Tillæg DK:2009 Islast

Tabel 15 - Eurocode 7, Geoteknik

Standard	Titel / Beskrivelse
DS/EN 1997-1 FU	Forkortet udgave af Geoteknik (1997-1)
DS/EN 1997-1	Del 1: Generelle regler
DS/EN 1997-2	Del 2: Jordbundsundersøgelser og prøvning

5.2. *Supplerende projekteringsgrundlag*

Anvendes hvor formelt projekteringsgrundlag ikke er dækkende

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

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

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

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

Kamphuis (2000). *Introduction to coastal engineering and management.* Advanced Series on Ocean Engineering – Volume 16: J. William Kamphuis.

5.3. *Øvrige projektforsætninger*

- Højvandsstatistikker (2024). *Højvandsstatistikker 2024:* Kystdirektoratet
- Den Danske Havnelods (www.danskehavnelods.dk)
- DMI Klimaatlas (www.dmi.dk)



A1 Consult A/S
Stieg Larssons Alle 11
8920 Randers NV

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

L&T Arkitekter, Tuborg Syd, NHQ Kystsikring, Vandbygningsentreprise

Designnotat

Dato 2025.07.02
Udarb. PM
KS JJ
Rev A
Rev. Dato 2025.07.11
Projektnr. 23.032

1. Indledning

Indeværende designrapport indeholder dokumentation for detailprojekteringen af kystsikringen ved Novo Nordisk Fondens nye hovedkvarter. Projektbeskrivelse og projektforsætninger fremgår af selvstændigt dokument, se. "L&T Arkitekter, Tuborg Syd, NHQ Kystsikring, Vandbygningsentreprise – Projektforsætninger".

Designrapporten er ikke en del af udbudsmaterialet for kystsikringen, men har til formål at dokumentere de udførte beregninger til bestemmelse af geometri og materialevalg for kystsikringen.

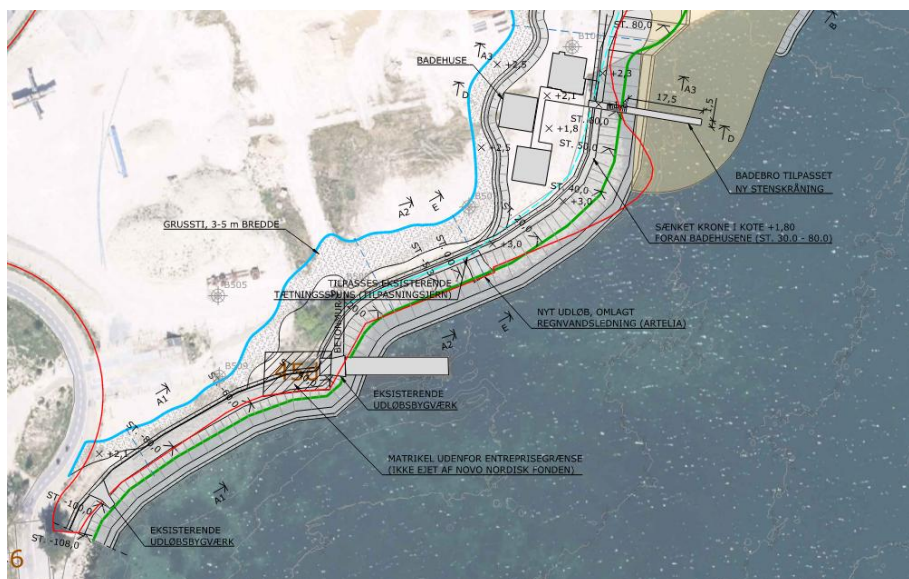
2. Stenskråninger

Stenskråningernes komponenter projekteres for tre repræsentative tværsnit værende:

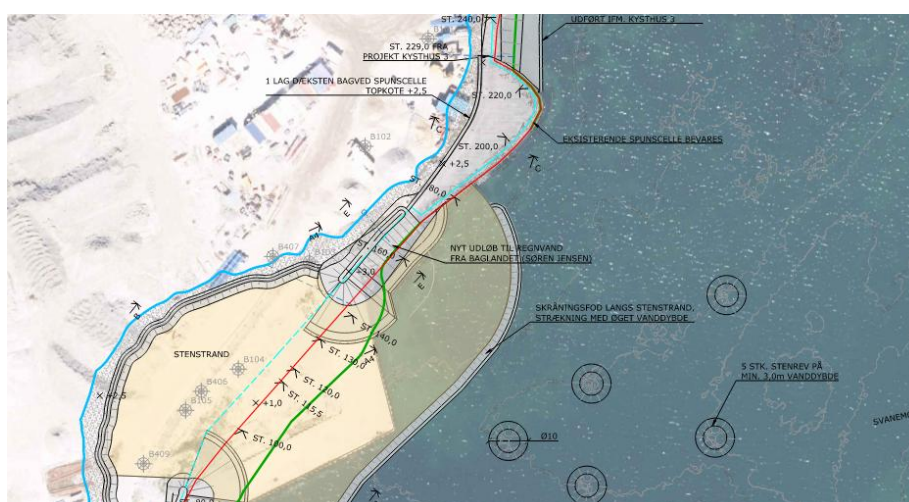
- Snit A1: St. -108 á -40
- Snit A2: St. -40 á 30 samt 150 á 170
- Snit A3: St. 30 á 80

Snit A1 og A2 er eftervisning af de eksisterende skrånings stabilitet, mens snit A3 er den nye stenskråning. For at give et ensartet udtryk på kystsikringen, tilstræbes den nye kyststrækning etableret tilsvarende den eksisterende.

Foruden disse snit projekteres afslutningen/rundingen mellem stenskråning og strand som et molehoved, benævnt Snit A4 i tegningsmaterialet. Tværsnittenes placering og udstrækning er vist på Figur 1 og Figur 2.



Figur 1: Plan over fremtidige forhold med angivelse af stationer, tværsnit mm. For st. -108 á 80.



Figur 2: Plan over fremtidige forhold med angivelse af stationer, tværsnit mm. For st. 80 á 180.

2.1. Dæk- og filtersten

Projekteringen af dæksten for de tre delstrækninger fremgår af Tabel 1.

For snit A1 og A2 eftervises stabiliteten af de eksisterende stenskråninger.

Tabel 1: Fastlæggelse af nødvendig stenstørrelse for dæksten.

Tværsnit	A1	A2	A3
Stationering	-108 á -40	-40 á 30 samt 150 á 170	30 á 80
Bølgehøjde, H_s	1,3 m	1,5 m	1,5
Bølgeperiode, T_p	5,6 s	5,6 s	5,6 s
Forsidehældning, α	1,5	1,5	1,5
Vanddybde, h	2,0 m	2,25 m	2,5 m
Vandstand, WL	0,72 m	0,52 m	0,52 m
Stenform	Semi-round	Semi-round	Semi-round
Permeabilitet, P	0,1	0,1	0,1
Skadestål, S_d	2	2	2
Nødvendig stenstørrelse, $M_{50,req}$	1427 kg	1968 kg	1968 kg
Benyttet stenstørrelse, $M_{50,min}$	435 kg	1481 kg	1481 kg
Udnyttelse	328% IKKE OK	133% IKKE OK	133% IKKE OK

Som det fremgår af Tabel 1 er de eksisterende stenskråninger for A1 og A2 samt den nye i A3 udnyttet mere end 100%, betydende at der kan forventes mere skade end projektforsættningerne accepterer. Derfor undersøges:

- Forstærkning af A1 med 1 lag af de eksisterende 600-1200 mm sten (som benyttet på A2 og A3)
- Bestemmelse af faktisk skadestål for A2/A3 ved brug af de benyttede sten

Disse analyser fremgår af Tabel 2. Som det fremgår, er dæksten i snit A1 stabile ved placering af de større 600-1200 kg sten uden på de eksisterende. Tilsvarende ses det, at den forventede skade for snit A2/A3 ved designhændelsen svarer til et skadestål, S_d , på 3,25. Dette svarer til den nedre del af "intermediate damage", som kategoriseres ved et skadestål, S_d , på 3-5. Derved må der i designhændelsen forventes, at enkelte sten vil skulle genplaceres. Med de tilgængelige sten til rådighed, vurderes dette som den bedste løsning for den aktuelle strækning, da indkøb af større sten ikke er at foretrække. Det bemærkes desuden at langs en del af strækningen, st. 50 á 80 samt 150 á 170, er stenskråningen delvist beskyttet af den foranliggende strand, som reducerer vanddybden foran

denne, og derved leder til brydning af de største bølger inden de rammer stenskråningen.

Som alternativ kan ét ekstra lag af de eksisterende sten placeres udenpå stenskråningen, for på den måde at forøge konstruktionens permeabilitet og dermed stabilitet.

Tabel 2: Eftervisning af eksisterende stenskråningers stabilitet

Tværsnit	A1	A2/A3
Stationering	-108 á -40	-40 á 80 samt 150 á 170
Bølgehøjde, H_s	1,3 m	1,5 m
Bølgeperiode, T_p	5,6 s	5,6 s
Forsidehældning, α	1,5	1,5
Vanddybde, h	2,0 m	2,25 m
Vandstand, WL	0,72 m	0,52 m
Stenform	Semi-round	Semi-round
Permeabilitet, P	0,15*	0,1
Skadestal, S_d	2	3,25
Nødvendig stenstørrelse, $M_{50,req}$	1146 kg	1471 kg
Benyttet stenstørrelse, $M_{50,min}$	1481 kg	1481 kg
Udnyttelse	77% OK	99% OK

*/ Permeabiliteten er øget som følge af det ekstra dækstenslag. Forøgelsen til 0,15 vurderes konservativt.

Afslutningen af stenskråningen mod stranden i st. 90 og st. 140 betragtes som et molehoved. Konservativt antages det, at stranden ikke er tilstede ved fastlæggelse af den nødvendige stenstørrelse i afslutningerne.

Van der Meers formel for bestemmelse af nødvendig stenstørrelse indeholder ikke molehoveder og den lavere stabilitet stenene har på disse. Hudson derimod angiver en stabilitetskoefficient, K_d , der er forskellig for de to konstruktioner, hvor stabilitetskoefficienten er ca. det halve for molehoveder. Hudson tager derimod ikke bølgeperiode og skrånings permeabilitet i regning, hvorfor denne ikke anvendes i dette tilfælde. Derfor benyttes sammenhængen mellem K_d og den nødvendige stenvægt fra Hudson ækvivalent i Van der Meer. Idet den nødvendige stenvægt i Hudson afhænger af stabilitetskoefficienten ud fra: $M \propto K_d^3$. Derfor tilpasses koefficienterne i Van der Meer ved:

$$c_{pl} = \frac{1}{\sqrt[3]{2}} \cdot 8,4 \cdot \gamma_{La,pl}$$

$$c_s = \frac{1}{\sqrt[3]{2}} \cdot 1,3 \cdot \gamma_{La,s}$$

Baseret på dette eftervises stabiliteten af afslutningerne i Tabel 3.

Tabel 3: Fastlæggelse af nødvendig stenstørrelse for dæksten i afslutningerne af stenskråningerne mod stranden.

Tværsnit	Afslutning
Stationering	90 og 140
Bølgehøjde, H_s	1,5 m
Bølgeperiode, T_p	5,6 s
Forsidehældning, α	3,0
Vanddybde, h	3,0 m
Vandstand, WL	0,52 m
Stenform	Semi-round
Permeabilitet, P	0,1
Skadestål, S_d	2
Nødvendig stenstørrelse, $M_{50,req}$	1392 kg
Benyttet stenstørrelse, $M_{50,min}$	1481 kg
Udnyttelse	94% OK

Ved etablering af de nye stenskråninger på st. 50 á 90 og 140 á 170 tjekkes krav til filtersten til brug under dækstenene. Krav og valgt filterstensgradering fremgår af Tabel 4.

Tabel 4: Tjek af filterkriterie mellem 600-1200mm dæksten og valgt LMB 5/40 kg filtersten.

Filterkriterier		
$\frac{D_{15,a}}{D_{15,f}} < 20$	$\frac{D_{50,a}}{D_{50,f}} < 7$	$\frac{D_{15,a}}{D_{85,f}} < 4$
Tjek mod valgt LMB 5/40 kg gradering		
$\frac{833mm}{177mm} = 4,71 < 20$ → OK	$\frac{1029mm}{234mm} = 4,40 < 7$ → OK	$\frac{833mm}{283mm} = 2,94 < 4$ → OK

2.2. Overskyl

Terrænet bag kystsikringen etableres i kote +2,5 m DVR90, og yder derved i sig selv stor beskyttelse mod stormflod. Overskylltet over kystsikringen risikerer derimod at beskadige den planlagte grussti umiddelbart bag kronen samt evt. lede til farlige situationer for fodgængere på stien. Derfor estimeres overskylltet for at verificere, at dette ikke overskrider det i projektforudsætningerne fastlagte kriterie på 5 l/m/s, svarende til "People at seawall/dike crest. Clear view of the sea" for bølgehøjder, H_{m0} , mellem 1 og 2 m, se Tabel 5.

Tabel 5: Overskyllskriterier for færdsel på og umiddelbart bag kronen. Fra EurOtop 2018.

Hazard type and reason	Mean discharge q (l/s per m)	Max volume V_{max} (l per m)
People at structures with possible violent overtopping, mostly vertical structures	No access for any predicted overtopping	No access for any predicted overtopping
People at seawall / dike crest. Clear view of the sea.		
$H_{m0} = 3$ m	0.3	600
$H_{m0} = 2$ m	1	600
$H_{m0} = 1$ m	10-20	600
$H_{m0} < 0.5$ m	No limit	No limit
Cars on seawall / dike crest, or railway close behind crest		
$H_{m0} = 3$ m	<5	2000
$H_{m0} = 2$ m	10-20	2000
$H_{m0} = 1$ m	<75	2000
Highways and roads, fast traffic	Close before debris in spray becomes dangerous	Close before debris in spray becomes dangerous

Overskylltet eftervises for strækning A1 og A2, se Tabel 6. Overskylltet er beregnet for de to mest kritiske retninger, ved kombination af 100 års bølge og tilhørende vandstand fra de to retninger. Overskylltet er for alle tilfælde mindre end det tilladelige. Ved snit A3 er kystsikringen lavere, idet der her er placeret badehuse, hvorfor overskyllskriteriet ikke skal overholdes her. Bag badehusene stiger terrænet igen og beskytter mod stormflod, men det faktiske overskyll her er ikke bestemt. Bølgelaster på badehusene ifm. designstorme er ikke en del af kystsikringsprojektet og håndteres i det relevante projekt for disse.

Table 6: Overskylsberegning for de tre repræsentative tværsnit.

Tværsnit	Enhed	A1		A2	
Stationering	[-]	-108 á -40		-40 á 30 samt 150 á 170	
Forsidehældning, α	[-]	1,5		1,5	
Vanddybde, h	m	2,0		2,25	
Kronekote, A_c	mDVR90	+2,6		+3,0	
Terrænkote, R_c	mDVR90	+2,5		+2,5	
Effektiv kronekote	mDVR90	+2,55		+2,75	
Kronereduktionsfaktor, C_r	[-]	1,0*		1,0*	
Bølgeretning, MWD	[°N]	45	75	45	75
Vandstand, WL	mDVR90	1,22	0,72	+1,12	+0,52
Bølgehøjde, H_s	m	0,8	1,3	0,9	1,5
Bølgeperiode, T_p	s	5,1	5,6	5,2	5,6
Overskyl, q	l/m/s	0,5	3,2	0,3	2,7

*/ Kronereduktionsfaktoren sættes til 1 (ingen reduktion), da kronen er mindre end $3 \cdot D_{n50}$.

Overskyllat på stranden eftervises ikke, da terrænkoten er den samme som bag stenskråningen, og overskyllat derved ikke vurderes at give anledning til udfordringer.

2.3. Tåbeskyttelse

Tåen ved foden af stenskråningerne eftervises for de eksisterende stenskråninger og projekteres for de nye. Generelt tillades nogen omlejring af tåen, såfremt bredden af denne er større end det anbefalede minimum. Generelt tjekkes tåens stabilitet ved forskellige kombinationer af bølger og vandstand, da lavvande oftest leder til større påvirkning af tåen. Undtagelsen kan dog være i tilfælde med dybdebegrænsede bølger ved lavvande, hvorfor der her er tjekket for forskellige kombinationer, hvor Tabel 7 rapporterer de værste scenarier. Tilsvarende er der ligeledes undersøgt for tilfælde med og uden havspejlsstigning. Generelt er bølgehøjde-vandstandsrelationen i projektforsættningerne benyttet til vurdering af den mulige vandstand i kombination med designbølgeforholdene. Input og nødvendig stenstørrelse for tåen fremgår af Tabel 7.

Tabel 7: Bestemmelse af nødvendig stenstørrelse for stenskråningernes tå.

Tværsnit	Enhed	A1	A2	A3
Stationering	[-]	-108 á -40	-40 á 30 samt 150 á 170	30 á 80
Laveste vanddybde, h	m	1,25	1,50	2,0
Vandstand, WL	mDVR90	0,52	0,52	0,52
Vanddybde over tå, h _t	m	1,77	2,02	2,52
Bølgehøjde, H _{m0}	m	0,97*	1,11*	1,39*
Topkote tå	mDVR90	-0,75	-1,0	-1,5
Skadestål, N _{0d}	[-]	2,0	2,0	2,0
Nødvendig stenstørrelse, D _{n50}	mm	122	130	146
Nødvendig stenmasse, M _{50,min}	kg	4,8	5,8	8,2
Anbefalet tåbredde	m	1,1-1,8**	1,1-1,8**	1,1-1,8**

/ Bølgehøjden er reduceret ud fra $H_{m0} = 0,55(h+WL)$

**/ Ved brug af LMB 5/40 kg filtersten som tå

Den anbefalede tåbredde er baseret på anbefalingerne i CIRIA med $3-5*D_{n50}$.

3. Strand

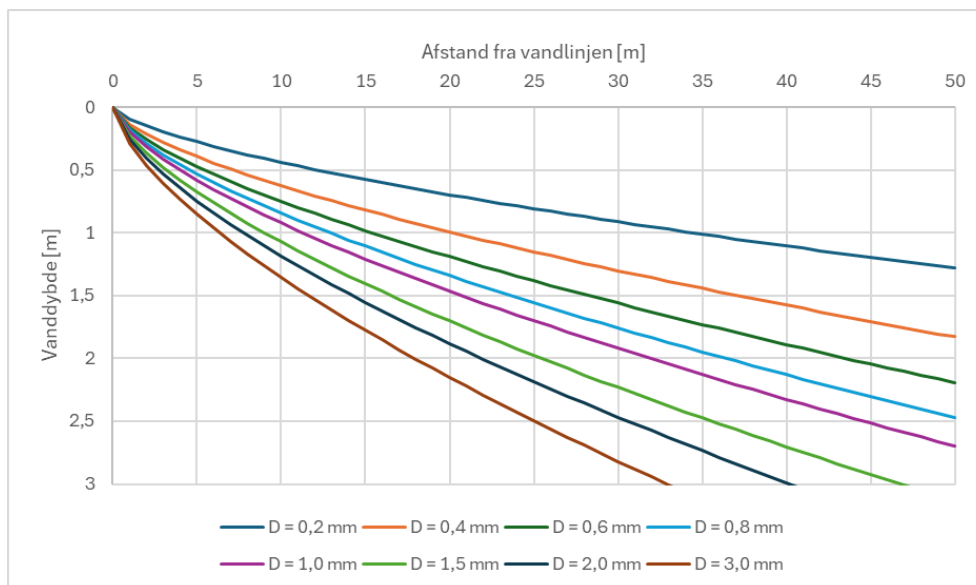
Stranden ønskes etableret som en stenstrand med sten af forskellige størrelser. Hovedparten af strandmaterialet ønskes som grus/ral i en bred gradering, hvorfor der foreslås en 16/180 mm gradering. Denne kan opnås ved at blande en 16/32 mm nøddestensgradering med en 45/180 mm ralgradering. Tilfældigt på stranden placeres enkelte eller mindre grupper af større sten til at give en varieret og tilfældigt udtryk. Strandhældning ønskes varieret mellem 1:6 og 1:10, nogle steder fladere. Design af en sådan strand udføres mest hensigtsmæssigt ved numerisk modellering eller fysiske modelforsøg, men grundet strandens beskedne udbredelse og forventningen om en stabil og "overdimensioneret" strand, udføres dette ikke her.

3.1. Stabilitet af strandmateriale

Til at give et indtryk af en stabil strands hældning som funktion af kornstørrelsen, benyttes Deans-profil, jf. projektforsættningerne. Metoden gyldighed går kun op til korn med en D_{n50} på 1 mm, hvorfor den ikke er anvendelig for det påtænkte strandmateriale. Dog benyttes den til at vurdere følsomheden af strandhældningen.

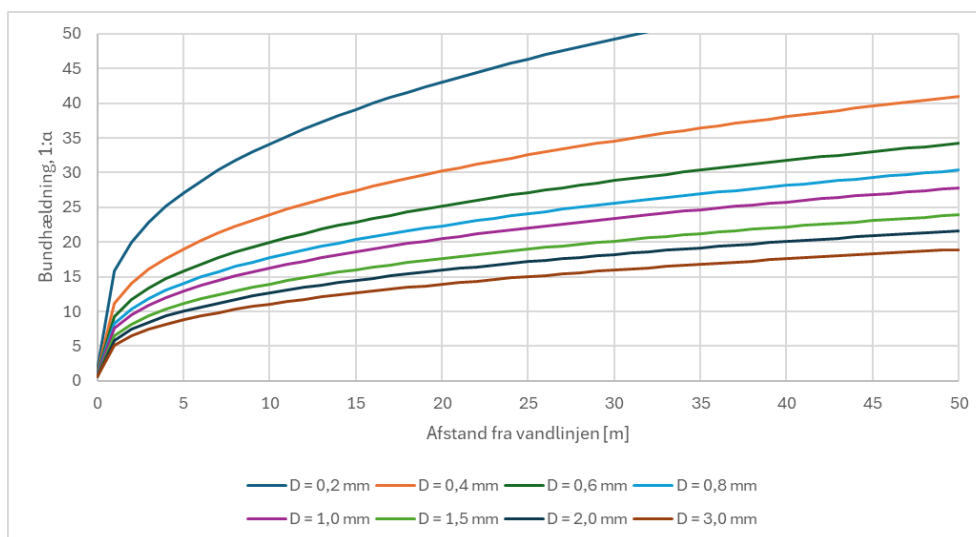
Dean-profilet benyttes alene til vurdering af en stabil strandhældning. Det teoretiske stabile Dean-profil etableres altså ikke 1:1, men i stedet i det landskabsprojektet tilsigtede profil.

Figur 3 viser estimerede strandprofiler, fra vandlinjen og ud, for kornstørrelser fra 0,20 mm (fint strandsand) til 3 mm (fint grus). Der er for følsomhedensanalysen gået ud over metodens gyldighedsområde, hvilket skal holdes for øge ved analyse af resultaterne.



Figur 3: Beregnede Dean-strandprofiler ved forskellig kornstørrelse på strandmaterialet.

For at bestemme den stabile strandhældning som funktion af kornstørrelsen og afstanden fra vandlinjen differentieres udtrykket for Deans profil, for netop af få hældningen. Den reciprokke hældning fremgår derved af Figur 4.



Figur 4: Beregnede hældninger for Dean-strandprofiler ved forskellig kornstørrelse på strandmaterialet.

Som forventet viser Figur 3 og Figur 4, at det grovere strandmateriale leder til et tilladeligt stejlere strandprofil. Det ses at for det fine strandsand ($D = 0,2$ mm) vil vanddybden 10-15 m fra kystlinjen være ca. 0,5 m, svarende til en bundhældning på 1:20 á 1:30. Tilsvarende vil den for det

grovere grus ($D = 3 \text{ mm}$) være ca. 1,5 m, svarende til en bundhældning på 1:8 á 1:10.

For alle kornstørrelser gælder, at profilet flader ud jo længere fra kysten man kommer. Dette er et udtryk for et naturligt/stabilt profil under forudsætning af tilstrækkeligt materiale. Det skal altså ikke ses som en øvre grænse for den mulige bundhældning i profilet.

Baseret på dette vurderes det, at den påtænkte grus/ralgradering på 16/180 mm, vil være stabil med de ønskede strandhældninger. Dette da materialet er langt større end det undersøgte.

Stranden afsluttes mod havbunden eller en tå, de steder hvor vanddybden er større end den kritiske dybde. Denne estimeres konservativt til $1,6 \cdot H_{m0} = 1,6 \cdot 1,5 = 2,4 \text{ m}$. I områder med større vanddybder end ca. 2,5 m, afsluttes stranden med en tå med top i kote -2,25 m DVR90. Design af denne tå fremgår af afsnit 3.3.

3.2. Tykkelse af strandmateriale

Selvom der ovenfor er redegjort for, at stranden med det påtænkte strandmateriale vurderes stabil, er dette ikke at sammenligne med en stabil stenskråning. Nogen omlejring af strandmaterialet må stadig forventes, hvorfor strandmaterialet skal udlægges i en tilstrækkelig tykkelse for at forhindre blotlægning af underliggende materiale, hvilket her er eksisterende fyldjord.

Omljeringen af strandmaterialet vil være omkring vandspejlet, hvor der umiddelbart over vil blive etableret en strandvold med materialer, der er eroderes umiddelbart foran denne vold. Herved flades profilet lokalt foran strandvolden, indtil der indstiller sig en ligevægt. Ved et andet blæsevejr, kan vandstanden være anderledes, og volddannelse sker et andet sted i profilet, hvorfor strandprofil generelt forventes dynamisk. Tykkelsen af strandmaterialet skal kunne håndtere denne lokale volddannelse med foranliggende erosion.

Igen vurderes strandtykkelsen bedst ved numerisk modellering eller fysiske modelforsøg. Da dette ikke udføres for det pågældende projekt, vurderes tykkelsen konservativt.

Ud fra relationen mellem bølgehøjde og vandstand, se projektforsætningerne, fremgår det, at de største bølger forekommer ved vandstande omkring middelvandspejlet eller en smule over. Derved vurderes erosionen størst på stranden mellem kote -1,0 og +1,0. Derfor etableres stranden i dette område tykkere end resten. Strandtykkelsen vurderes til:

- Mellem kote -1,0 og +1,0 m DVR90: 1,5 m tykkelse
- Over kote +1,0 m DVR90 og under kote -1,0 m DVR90: 1,0 m tykkelse

For at forhindre udvaskning af fyldmaterialet gennem det relativt grove strandmateriale placeres en fiberdug/geotekstil mellem fyldjorden og strandmaterialet. En dug af samme type, som den der indbygges i stenskråningerne, foreslås benyttet for at sikre nødvendig styrke af denne.

3.3. Tå ved stranden

Stranden afsluttes omkring kote -2,25 m DVR90. De steder hvor koten for havbunden er lavere end dette, afsluttes stranden med en tå. Mellem tåen og strandmaterialet placeres ligeledes en fiberdug/geotekstil for at forhindre, at det finere strandmaterialer med tiden eroderer ind i hulrummene mellem tåstenene.

For projektering af tåen, se afsnit 2.3 og 4. Tåen ved foden af stranden vurderes at være en mellemting mellem en tå for stenskråningen og et stenrev. Den lavere top end stenrevet i afsnit 4, betyder forventeligt dog, at den nødvendige stenstørrelse vil være mindre end for stenrevet. Grundet en forventning om overskud af eksisterende 600-1200 mm dæksten, forventes tåen etableret ved brug af disse.

4. Stenrev

Stenrevne foran kystsikringen designes som en "near-bed structure" iht. CIRIA afsnit 5.2.2.5. Relevante input og output fremgår af Tabel 8. Der er i beregningerne benyttet et lavt skadestål på $S_d=2$, hvilket svarer til stort set ingen omlejring. Konsekvensen ved omlejring af stenrevne er selvsagt langt mindre end ved stenskråningerne, hvorfor det kan overvejes at lempe kravet og derved acceptere mindre sten. Derfor indeholder Tabel 8 også beregning af den nødvendige stenstørrelse ved større acceptabel skade/omlejring af stenene i stenrevet. Det anbefales, at de konkrete sten til brug i stenrevet vurderes ud fra den aktuelle stentilgængelighed og -balance under udførelsen.

Tabel 8: Bestemmelse af nødvendig stenstørrelse i stenrevet.

Scenarie	Enhed	Hovedfor-slag	Alternativ 1	Alternativ 2
Topkote stenrev	mDVR90	-2,0	-2,0	-2,0
Vandstand, WL	mDVR90	0,1	0,1	0,1
Vanddybde over rev, h_t	m	2,1	2,1	2,1
Vanddybde omkring stenrev	m	3,1	3,1	3,1
Bølgehøjde, H_{m0}	m	1,5	1,5	1,5
Bølgeperiode, T_p	s	5,6	5,6	5,6
Stormvarighed	t	3	3	3
Skadestål, S_d	[-]	2,0	5,0	10,0
Nødvendig stenstørrelse, D_{n50}	mm	700	516	409
Nødvendig stenmasse, $M_{50,min}$	kg	909	364	182