

GENTOFTE KOMMUNE

KYSTTEKNISK UNDERSØGELSE

RESUMÉ

Dato: 2026-06-08





Projektnavn: Kystteknisk undersøgelse
WSP projektnr.: 22006598, 22006728
Kundens projektnr.: -
Projektleder: CHHE
Udarbejdet af: SEWE, RAVE, SCLA, MAFR, CHHE
Kvalitetssikret af: CHHE, ANOL, DANJ, ANJE, MBJ
Godkendt af: LESC

INDHOLD

1	INDLEDNING	4
2	SAMMENFATNING	5
3	EKSISTERENDE FORHOLD	7
3.1	KYSTBESKYTTELSE	7
3.2	REKREATIVE OMRÅDER	7
3.3	HAVNEANLÆG	8
3.4	HAVBUNDSKORTLÆGNING	9
4	MILJØ- OG PLANFORHOLD	10
5	HISTORISK KYSTUDVIKLING OG KARAKTERISTISKE KYSTPROFILER	12
5.1	OMRÅDET VED MARIEVEJ (OG TUBORG HAVN), KYSTPROFIL GEN 32	14
5.2	OMRÅDET VED ONSGÅRDSVEJ (OG HELLERUP HAVN), KYSTPROFIL GEN 28	15
5.3	OMRÅDET VED RICHELIEUS ALLÉ, KYSTPROFIL GEN 29	15
5.4	OMRÅDET VED CHARLOTTENLUND STRANDPARK, KYSTPROFIL GEN 30	15
5.5	KYSTVEJEN, KYSTPROFILER GEN 31 OG GEN 33	15
5.6	BELLEVUE STRAND, KYSTPROFIL GEN 34	16
6	VANDSTANDE	17
6.1	EKSTREME VANDSTANDE	17
6.2	HAVSPEJLSSTIGNING	18
7	DESIGNBASIS OG SIKRINGSNIVEAU	20
7.1	SIKRINGSNIVEAU	20
7.2	ANBEFALET DESIGNVANDSTAND	21
7.3	SAMMENLIGNING MED DESIGNVANDSTANDE FOR HOVEDSTADSOMRÅDET	22
8	MODELLERING AF BØLGEKLIMA OG EKSTREMVÆRDIANALYSE	23
9	UDBREDELSE AF OVERSVØMMELSER	24
10	VURDERING AF EKSISTERENDE KYSTBESKYTTELSE	26
11	MODELLERING AF KYSTPARALLEL SEDIMENTTRANSPORT	30
12	REFERENCER	32

1 INDLEDNING

Gentofte Kommune har indgået aftale med WSP vedrørende udarbejdelse af en kystteknisk undersøgelse som baggrund for løsningskatalog og senere kystplan for Gentofte Kommune. Nærværende rapport er en opsummering af hovedpunkterne i den kysttekniske undersøgelse. For uddybende informationer henvises til denne (WSP, Kystteknisk Undersøgelse, 2026).

Den kysttekniske undersøgelse bygger på en række marine feltundersøgelser. Feltdata omfatter bl.a. opmåling af bathymetri (havbund) med multi beam ekkolod, side scan sonar og sedimentprøver langs kysten i Gentofte Kommune, samt indhentning af bathymetridata baseret på satellitbilleder fra DHI, nyeste offentligt tilgængelige ortofoto og droneopmåling af kysten.

Den kysttekniske undersøgelse danner baggrund for løsningskatalog med skitsering og vurdering af, hvordan kystbeskyttelsen i Gentofte Kommune kan udbygges på kort og lang sigt (WSP, Kystteknisk Undersøgelse, Løsningskatalog, 2026).

2 SAMMENFATNING

Nærværende rapport udgør et resumé af den kysttekniske undersøgelse for Gentofte Kommune (WSP, Kystteknisk Undersøgelse, 2026).

Den kysttekniske undersøgelse omfatter følgende:

- En beskrivelse af kystens udformning i form af menneskeskabte konstruktioner (mure, høfder m.m.), havne og strande
- En kortlægning af havbundens beskaffenhed og dybde tæt på kysten
- Analyse af den historiske kystudvikling hvad angår fx fremrykning eller tilbagetrækning af kysten – konkretiseret ved analyse af udvalgte kystprofiler for 7 delstrækninger af kysten
- Modellering af sedimenttransporten langs kysten og vurdering af nuværende kystorientering ift. fremtidig optimal kystorientering for mere stabile strande
- Vurdering af oversvømmelsesudbredelse ved forskellige stormflodshændelser og havspejlsstigninger
- Vurdering af den eksisterende kystsikring – og hvor på kyststrækningen kystbeskyttelsen er særlig sårbar
- Gældende plan- og miljøforhold, der skal overholdes eller tilpasses kommende kystbeskyttelsesprojekter
- Analyse af historiske ekstremvandstande og fremtidige prognoser for vandstandsstigninger
- Designkriterier og anbefalede designvandstande og sikringsniveauer for en fremtidig kystbeskyttelse
- Modellering af bølgeforhold for 7 lokaliteter langs kysten og dertil hørende størrelsesorden af designbølger for fremtidig kystbeskyttelse

I nærværende rapport er ovenstående undersøgelser, resultater og anbefalinger opsummeret. Der henvises til den fulde rapport for en mere detaljeret gennemgang.

Undersøgelserne peger på følgende overordnede konklusioner, hvad angår nuværende forhold og eksisterende kystsikring:

- Kystsikringen ved Gentoftes kyst har forskellig udformning (betonmure, høfder, skråningsbeskyttelser og moler) og forskelligt sikringsniveau.
- Tuborg Havn og Skovshoved Havn er robuste med betonbølgeskærme og broanlæg, men Hellerup Havn har lav højvandsmur etableret i 2013 med mobile stormflodsporte, der udgør en risiko for oversvømmelse, hvis de ikke fungerer korrekt under en stormflod.
- Ekstreme vandstande kommer med storme fra syd/øst og nord. Drogden-tærsklen reducerer dog stormfloder fra syd/øst, mens nordlige storme støver vand ned i Øresund.
- Bølgerne ved Gentoftes kyst er domineret af bølger fra nordøstlige og østlige retninger. Bølger fra sydøst er begrænsede pga. Nordhavnen. Bølger fra nord er typisk mindre, men typisk kombineret med højere vandstand, mens østlige bølger er højere med lavere vandstand.
- Stormfloden Bodil i 2013 kom fra nord og medførte målte vandstande på op til +1,72 m DVR90 (1,68 m trendfri) i Københavns Havn og tilsvarende i Gentofte. Stormfloden Bodil var en såkaldt 275 års hændelse, som statistisk set kommer 1 gang for hver ca. 275. år. Stormfloden gav anledning til oversvømmelser særligt i området omkring Strandlund og Hellerup Havn. At stormen kom fra nord og kun havde relativt små bølger langs kysten i Gentofte var angiveligt årsagen til, at oversvømmelserne ikke blev større. Eksisterende kystbeskyttelse kan beskytte mod stormflod svarende til en ca. 200 års hændelse hvad angår ekstrem vandstand alene, men kan ikke beskytte mod samtidig bølgeoverskyl.

- Analyser af stormflodshændelser viser, at særligt kysten ved Hellerup er sårbar overfor oversvømmelser. I givet fald at eksisterende kystsikring bryder sammen blot et enkelt sted eller, at vandstanden er højere end kystbeskyttelsens laveste punkt (ca. +1,7 m DVR90 anno 2026), vil der ske omfattende oversvømmelser af baglandet i Hellerup.

Undersøgelserne peger på følgende overordnede konklusioner og anbefalinger, hvad angår fremtidig kystbeskyttelse:

- Fremtidig kystsikring skal baseres på prognoser for havspejlsstigninger og klimascenarier. Klimascenariet SSP3-7.0 (højt emissionsscenario) forventes at give en relativ havspejlsstigning på 0,43 m i 2075 og 0,84 m i 2125. Havspejlet forventes at sige yderligere herefter.
- WSP anbefaler, at kommunens kyststrækning skal beskyttes svarende til minimum en 500-års stormflod om 50 år. Dette svarer til en designvandstand på +2,2 m DVR90. Hertil skal lægges et bølgetillæg. Designvandstanden på +2,2 m DVR90 svarer nogenlunde til den højeste målte vandstand i Københavns Havn (ved Bodil-stormen) plus den forventede havspejlsstigning frem mod 2075. Der er en sandsynlighed på ca. 10 % for, at 500 års designhændelsen overskrides inden for kystbeskyttelsens levetid på 50 år.
- Til sammenligning anbefaler undersøgelsen for hele hovedstadsområdet (KDI/DMI) en maksimal designvandstand nord for København på +3,4 m DVR90 i 2075, hvilket er noget højere end WSP's anbefaling for Gentofte på +2,2 m DVR90. Forskellen er begrundet i behovet for beskyttelse af særlig kritisk infrastruktur som fx metro, lufthavn m.m. Man har derfor valgt den øvre grænse for de sandsynlige klimaforandringer for hovedstaden (83%-fraktilen frem for medianværdien).
- WSP anbefaler, at kystbeskyttelsen i Gentofte bør være adaptiv og kunne forhøjes i takt med havspejlsstigningen.
- Analyser viser, at man for en 500-års stormflod kan forvente betragtelige bølger. Ud for Charlottenlund Strandpark kan forventes designbølger på ca. Hs=1,9 m og ud for Onsgårdsvej lige nord for Hellerup Havn ca. Hs=1,7 m. Der skal således i design af kystbeskyttelsen tages højde for både designvandstand plus bølgetillæg.
- Analyse af 7 karakteristiske kystprofiler på Gentoftes kyst viser, at den eksisterende kystbeskyttelse generelt ikke kan modstå kombinationen af ekstrem vandstand og bølger. Kyststrækningen fra Charlottenlund Strandpark til den sydlige del af Hellerup er særligt sårbar. Flere dele af strækningen er fx sikret til en stormflod med returperiode på ca. 1000 år i 2025, når der udelukkende ses på vandstanden, men er kun beskyttet mod en stormflod med en returperiode på mindre end 1 år i 2025, når der ses på både høj vandstand og bølger. Hellerup Havn udgør et særligt svagt led i kæden med relativt lave højvandsmure. De mange lodrette mure på strækningen giver højt bølgeoverskyl i Hellerup, hvilket øger risikoen for oversvømmelse. Mobile stormflodsporte på strækningen, herunder åbninger i kystbeskyttelsen på private marktrikler, udgør desuden en risiko, hvis de ikke lukkes korrekt. Endelig er der en svag klit ved Onsgårdsvej, ligesom terrænet er lavt ved Charlottenlund Strandpark.
- I design af kystbeskyttelsesløsninger skal der tages højde for de i denne rapport undersøgte forhold, herunder betydningen af sedimenttransport og kystorientering.
- WSP anbefaler, at der udarbejdes en samlet kystplan for kystbeskyttelsen på både den korte og den lange bane. Det anbefales, at den langsigtede plan tager afsæt i et ensartet sikringsniveau for Gentofte Kommune, og at der foretages en tilstandsvurdering af de konstruktioner, der skal forhøjes.

3 EKSISTERENDE FORHOLD

3.1 Kystbeskyttelse

Gentofte Kommune har i alt ca. 8 km østvendt kyst ud mod Øresund, som strækker sig fra Bellevue Strandpark i nord til Tuborg Syd i syd. Kysten er i høj grad bebygget og præget af en lang række konstruktioner, herunder badebroer, forskellige typer kystbeskyttelse og havneanlæg, se Figur 3-1. Der er tre havne i Gentofte Kommune; Tuborg Havn, Hellerup Havn og Skovshoved Havn.

Kysten ved Gentofte er oprindeligt, hvad man vil klassificere som en sandkyst, men er i dag i høj grad påvirket af menneskeskabte konstruktioner. Kysten er desuden kendetegnet af en lille risiko for erosion. Kystens udformning i Gentofte Kommune og lokalisering i Øresund medfører, at der ofte ansamles store mængder tang og fedtemøg på strandene og ved kystbeskyttelseskonstruktioner (WSP, Havmiljøets tilstand langs Gentofte Kommunes kyst, 2024).

Stort set hele kystlinjen på ca. 8 km er dækket af forskellige former for konstruktioner, såsom høfder, skråningsbeskyttelser, højvandsmure og moler, se Figur 3-1. Der er således kun meget begrænset naturlig kyst tilbage. Derudover er der de sidste århundreder blevet bygget ud og fyldt op mange steder langs stranden, hvilket har rykket kystlinjen længere søværts. Dette ses bl.a. ved Tuborg Havn, Hellerup Havn og Skovshoved Havn og langs Kystvejen. Denne udbygning har resulteret i, at der kun er få steder, hvor der er en egentlig strand.

Kystbeskyttelsen består generelt af betonmure med eller uden stenskråning foran. Strandens højde foran konstruktionerne varierer fra under middelvandspejlet til ca. +1,5 m DVR90 (Dansk Vertikal Reference 1990, det nationale referencepunkt for højdemålinger). Generelt er strandene langs konstruktionerne lavtliggende, og mange steder er det derfor vanskeligt at færdes tørskoet foran den hårde kystbeskyttelse.

3.2 Rekreative områder

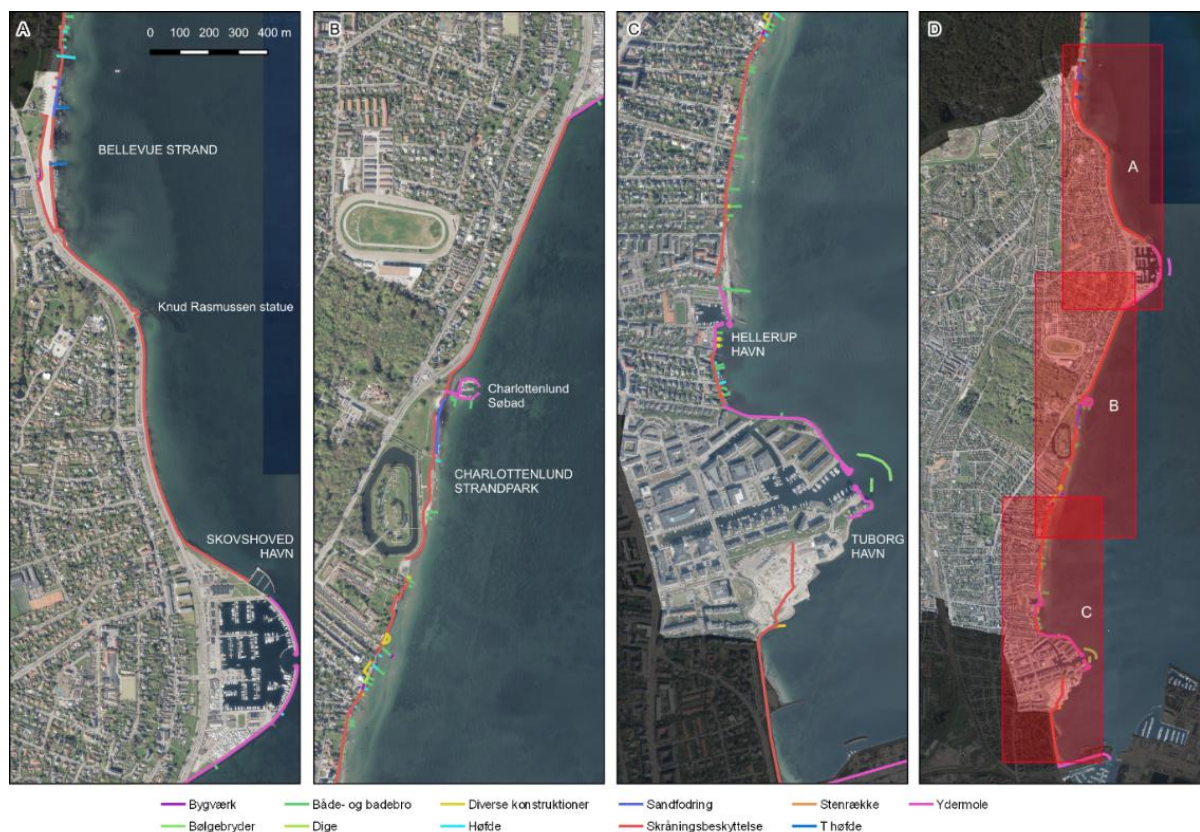
Der er populære strandarealer ved Hellerup Havn, Charlottenlund Strandpark og ved Bellevue Strand, som benyttes af mange mennesker hele året og specielt i sommer-badesæsonen.

Der ligger en bred attraktiv strand nord for indsejlingen til Hellerup Havn, som er en populær badestrand om sommeren. Der er en del tang på stranden, som renses op i forbindelse med badesæsonen. Stranden er tilstrækkelig bred til, at vegetation i form af marehalm og hyben mv. har kunnet finde fodfæste bag stranden. Bagstranden er dog ikke høj nok og robust nok til at beskytte baglandet mod oversvømmelse i samme grad som den øvrige kystbeskyttelse i Hellerup. Den udgør derfor et svagt og lavt punkt og herved en potentiel risiko for oversvømmelse af hele området.

Langs Charlottenlund Strandpark er anlagt en række mindre høfder og stenflak i vandkanten. Disse skaber korte strækninger med smalle sand- og stenstrande. Den stenede bund på lavt vand reducerer kvaliteten af strandene i forhold til badning. På den anden side giver de store græsarealer gode muligheder for ophold og leg hele året rundt, og der er plads til mange mennesker i parken. Charlottenlund Søbad er anlagt lidt ud for stranden på pæle, men der er også pontonbroer og stensætninger. Stensætningerne hjælper med til at beskytte mod bølger fra nordøst og øst. Stensætningerne er dog også

med til at begrænse vandcirkulationen og giver læ for bølgerne bagved, hvilket medfører, at der samles tang i den lille bugt mellem kysten og søbadet. Herved skabes potentielt reduceret vandkvalitet og lugtgener for søbadets gæster.

Strandparken ved Bellevue Strand blev renoveret i 2013 og fremstår med en attraktiv sandstrand med promenade, græsarealer, strandarealer og brede hofder med forskellige faciliteter og de ikoniske livredertårne designet af Arne Jacobsen. Bellevue Strandpark er i dag flagskibet i Gentofte Kommune i forhold til attraktiv rekreativ strand med gode bademuligheder og faciliteter.



Figur 3-1 Kystbeskyttelsesplan langs kysten i Gentofte Kommune (Kystdirektoratet, Kystatlas, 2025)

3.3 Havneanlæg

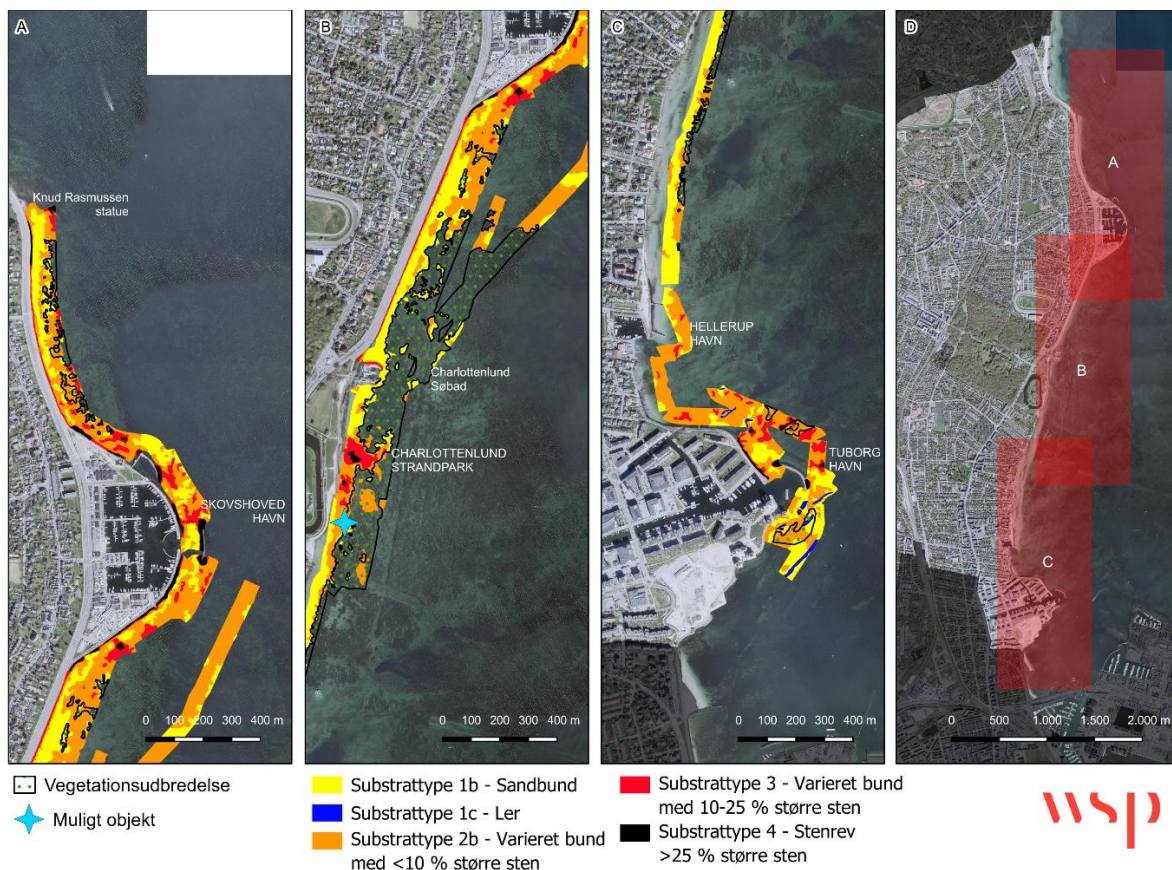
Tuborg Havn og Skovshoved Havn er nyere havneanlæg med østvendte indsejlinger. Anlæggene fremstår robuste bl.a. beskyttet af bølgeskærme i beton og fremstår med faste og flydende broanlæg.

Hellerup Havn er fornyet med en højvandsmur etableret i 2013. Her er flere broanlæg direkte til Øresund, hvilket betyder, at højvandsikringen er disponeret med en række mobile porte ved Hellerup Havn, som giver adgang til broanlæggene fra baglandet. De mange mobile stormflodspor rundt omkring Hellerup Havn udgør en risiko for oversvømmelse af hele området i tilfælde af, at blot en af disse porte ikke virker, når en kritisk stormflod indtræffer.

3.4 Havbundskortlægning

Bathymetri (dvs. dybdeforhold), havbundens substrat (udbredelse af sten og sand) samt vegetation (ålegræs og makroalger) er kortlagt med multi beam ekkolod og side scan sonar. Dybdata er suppleret med satellitbilleder for at kunne skabe en samlet bathymetrisk model af havbunden for kommunens kyststrækning. Desuden er der indsamlet 12 sedimentprøver som en del af feltundersøgelserne til opsætning af en sedimenttransportmodel og vurdering af strandprofilerne langs kysten.

Havbunden viser overordnet en mosaik af sandbund og stenbund med varierende vegetationsdække. Strandene består hovedsageligt af groft sand med god rekreativ kvalitet, mens bunden ved Charlottenlund Strandpark er præget af erosion af den underliggende moræne og består af ler, sand, grus og sten. Den rekreative værdi af denne type bund er typisk mindre end den sandede bund. På Figur 3-2 er vist den kortlagte havbund og vegetation.



Figur 3-2 Substrattypekort for undersøgelsesområdet og de enkelte delområder, der viser fordelingen af tolkede substrattyper og afgrænsning af vegetationsudbredelse på havbunden.

4 MILJØ- OG PLANFORHOLD

Der er foretaget en overordnet kortlægning af miljø- og planforholdene langs kysten ud fra tilgængelige korttemaer i udvalgte offentligt tilgængelige databaser, herunder miljøportalen og Plandata.dk. De gennemgåede plan- og miljømæssige forhold er vurderet i forhold til, hvorvidt der kan forekomme en potentiel konflikt med fremtidig kystbeskyttelse, der kræver opmærksomhed ved projektets udformning.

Der er gældende lokalplaner langs hele kysten i Gentofte Kommune. Retningslinjerne i lokalplanerne skal overholdes eller tilpasses kystbeskyttelsesprojekterne.

Der er gældende kommuneplanrammer langs hele kysten i Gentofte Kommune. Rammerne i kommuneplanen skal overholdes eller tilpasses kystbeskyttelsesprojekterne.

Gentofte Kommune har 5 officielle badesteder (Bellevue Strand, Skovshoved Havbad, Skovshoved Syd, Charlottenlund Strandpark og Hellerup Havn), som alle potentielt kan have en konflikt med kystprojekter i kommunen. Kystbeskyttelsesprojekter skal sikre bevarelse af bademulighederne på alle udpegede badesteder.

Der er registrerede fund af Bilag IV arter (padder og flagermus) ved hhv. Christiansholm Slot og Charlottenlund Fort. Da arterne er mobile, kan det ikke udelukkes, at de kan findes ved kysten i Gentofte Kommune. Dette bør undersøges nærmere ved et konkret kystbeskyttelsesprojekt, så evt. hensyn kan integreres i projektet.

Der er fund af mange fredede arter i kystområdet i Gentofte Kommune. Kystbeskyttelsesprojekter i kommunen vil formentlig ikke medføre en påvirkning af disse arter, men der bør være opmærksomhed omkring dette ved konkrete projekter.

Voldgraven omkring Charlottenlund Fort er kortlagt som en §3-beskyttet sø, som den eneste §3-beskyttede naturtype i kystområdet i Gentofte Kommune. Kystbeskyttelse ved Charlottenlund Fort skal tilpasses beskyttelsen, men det kræver ikke en dispensation fra bestemmelserne, idet hensynet varetages igennem tilladelsen efter kystbeskyttelsesloven.

Ved kystbeskyttelsesprojekter skal indsigt til skovbrynet tænkes ind i projekterne som f.eks. ved Charlottenlund Skov.

Kystbeskyttelsesprojekter skal tilpasses fredningerne og deres beskyttelseszoner. Kystbeskyttelsesprojekter kræver ikke dispensation for fredningsbestemmelser, men hensynet varetages gennem tilladelsen efter kystbeskyttelsesloven.

Hele Gentofte Kommune er områdeklassificeret med lettere forurenede jord. Jordforurening skal generelt håndteres i henhold til jordforureningsloven, så spredning af forurening undgås.

Kystvandene og grundvandet langs kysten i Gentofte Kommune er genstand for målsætninger for vandets tilstand i relation til vandområdeplanerne. Kystbeskyttelsesprojekter må ikke være til hinder for målopfyldelsen af disse planer. Opmærksomhedspunkter er f.eks. ålegræsforekomster, sedimentspild, håndtering af forurenede jord. Ved kystbeskyttelsesprojekter i kommunen skal der generelt være fokus på hensynet til marin biodiversitet.

Alle danske havområder er omfattet af Danmarks Havstrategi II, der er implementeret i dansk lov gennem lov om havstrategi. Kystbeskyttelsesprojekter må ikke påvirke mulighederne for opretholdelse af

miljøtilstanden. Særligt fokus i projektet skal være på deskriptorerne, herunder håndtering af forurenede materiale, hydrografiske ændringer og undervandsstøj.

Kystbeskyttelsesprojekter skal som udgangspunkt ansøges i forhold til kystbeskyttelsesloven jf. lovbe-
kendtgørelse nr. 57 af 21. januar 2019, med de ændringer, der følger af § 1 i lov nr. 646 af 19. maj
2020, se Bilag 1 (WSP, Kystteknisk Undersøgelse, 2026). Kystbeskyttelsesprojekter skal gennemfø-
res ud fra afvejning af en række hensyn og herunder:

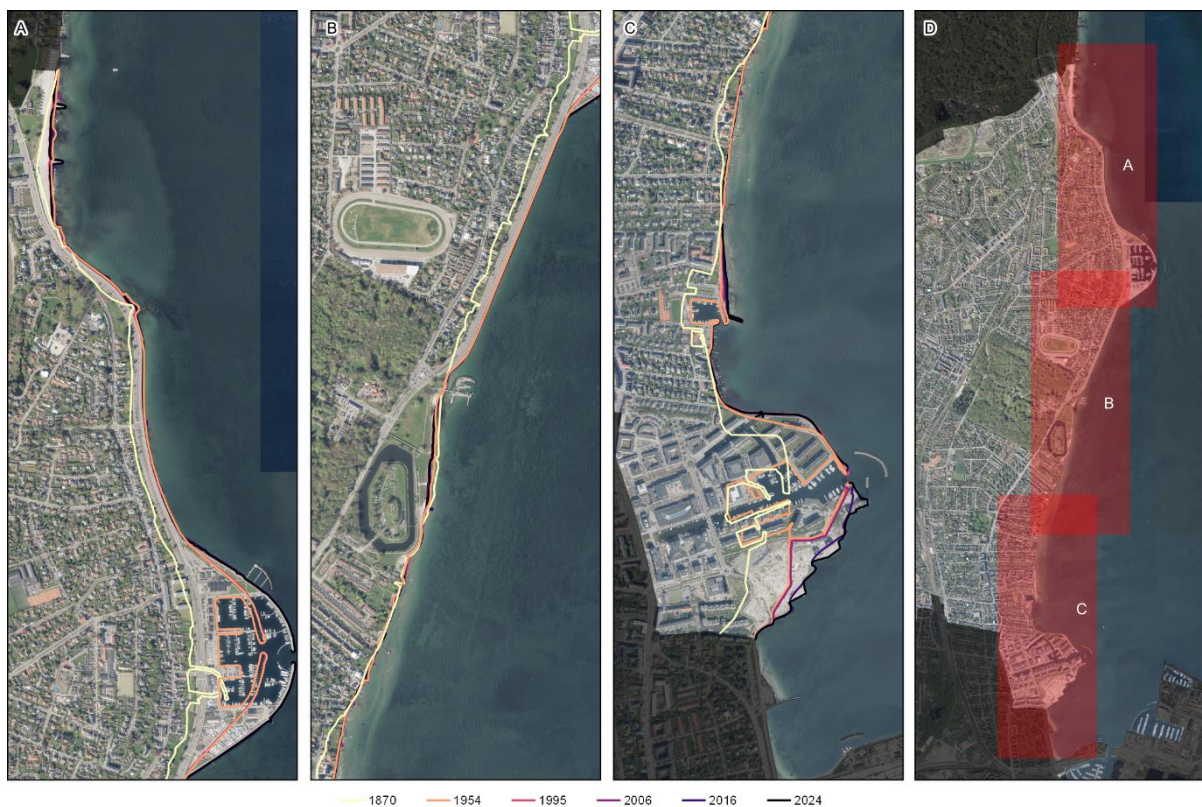
- 1) Behovet for kystbeskyttelse.
- 2) Økonomiske hensyn ved projekter omfattet af Kapitel 1 a (fælles kystbeskyttelsesprojekter).
- 3) Kystbeskyttelsesforanstaltningens tekniske og natur- og miljømæssige kvalitet.
- 4) Rekreativ udnyttelse af kysten.
- 5) Sikring af den eksisterende adgang til og langs kysten.
- 6) Andre forhold.

Kommunen kan beslutte, at der skal gennemføres et fælles kystbeskyttelsesprojekt for flere ejen-
domme, som beskrevet under lovens kapitel 1 a.

Adgangsforholdene langs kommunens kyst varierer fra gode adgangsforhold ved f.eks. offentlige
strande til kraftigt reducerede adgangsforhold ved lodrette mure i vandkanten. Offentlighedens adgang
langs kysten reguleres af naturbeskyttelsesloven. I projektet bør der generelt være opmærksomhed
på, at adgangsforholdene så vidt muligt ikke forringes, men i stedet evt. forbedres. Hvis stierne påvir-
kes, skal passagemulighederne sikres.

5 HISTORISK KYSTUDVIKLING OG KARAKTERISTISKE KYSTPROFILER

Der er foretaget en analyse af udvalgte historiske luftfoto af kysten i kommunen og herunder digitalisering af vandlinjen. Analyserne er anvendt til at bestemme den historiske udvikling af stranden/skråningsfoden langs kysten generelt og ved udvalgte karakteristiske lokaliteter, herunder både naturlige og menneskeskabte ændringer. Der benyttes historiske topografiske kort fra 1870 og ældre flyfoto fra 1954 og 1995, samt udvalgte nyere flyfoto fra 2006, 2016 og 2024, se Figur 5-1.



Figur 5-1 Historisk udvikling af vandlinjen i Gentofte Kommune baseret på målebordsblade og ortofoto

WSP har udpeget en række karakteristiske kystprofiler langs kysten i Gentofte Kommune, som karakteriserer ensartede delstrækninger i forhold til nuværende kystbeskyttelse og strand mv, se Figur 5-2 og Figur 5-3.



Figur 5-2 Inddeling af kysten i Gentofte Kommune i karakteristiske delstrækninger



Figur 5-3 Placering af karakteristiske kystprofiler og bølgeudtræks punkter fra bølgemodellen

Der er udarbejdet en detaljeret kystlinjeanalyse af kystens tidligere og fortsatte udvikling ved de udvalgte kystprofiler og herunder ved Marievej, Onsgårdsvej, Richelieus Allé, Charlottenlund Strandpark, Kystvejen nord og syd for Skovshoved Havn og Bellevue Strand. Disse er gennemgået i det følgende.

5.1 Området ved Marievej (og Tuborg Havn), Kystprofil GEN 32

Der er udført mindre opfyldning langs kysten nord for Tuborg Havn mellem 1870 og 1954, som har betydet, at vandlinjen er rykket lidt frem. Senere er der sket en stor fremrykning af kysten ved Tuborg Havn omkring år 2000. Tuborg Havn blokerer herefter den kystparallelle sedimenttransport, hvilket har medført, at stranden er vokset lidt ud på en del af strækningen mellem Hellerup Havn og Tuborg Havn. Denne proces ventes at fortsætte i fremtiden. Dog vil sejltreenden til Hellerup Havn fange det meste af det sand, der vandrer langs kysten fra nord, og udviklingen af stranden omkring Marievej er derfor forholdsvis langsom. Det forventes, at der fortsat vil ske aflejring af tang i hjørnet nord for Tuborg Havn.

5.2 Området ved Onsgårdsvej (og Hellerup Havn), Kystprofil GEN 28

Der er sket en betydelig opfyldning af strandmatriklerne mellem 1870 og 1954 omkring Hellerup Havn. Stranden er desuden blevet meget bredere nord for Hellerup Havn over årene frem til i dag. Dette skyldes primært den nordlige mole ved Hellerup Havn og udvidelsen af molen med en hofde i 2012 langs den nordlige side af sejlrenden. Høfden har reduceret sedimentationen af sejlrenden over en år-række samtidigt med, at stranden er rykket frem. Høfdens virkning reduceres i takt med, at stranden vokser frem og med tiden vil sedimentationen af sejlrenden stige igen i takt med, at sandet begynder at vandre uden om. Anlæggelsen af Nordhavnen har medført, at bølger fra sydøstlige retninger er blevet blokeret og derved reduceret ved Hellerup Havn. Bølgeklimaet er således drejet mod en mere østlig retning. Det medfører, at den sydgående sedimenttransport formodentligt er øget lidt ved Hellerup Havn.

5.3 Området ved Richelieus Allé, Kystprofil GEN 29

Der er sket en betydelig opfyldning af strandmatriklerne mellem 1870 og 1954 omkring Richelieus Allé. Der er ikke en regulær strand langs denne del af kysten og kystbeskyttelse i form af betonmure og stenskråninger går ofte direkte ned i vandet. Det betyder, at den reelle udvikling af kystprofilen ikke kan identificeres ud fra luftfotoene. Analysen indikerer, at kystprofilen højst sandsynligt eroderer tilbage som følge af, at den kystparallelle sedimenttransport stiger fra nord mod syd på denne strækning. Det er ikke muligt at færdes tørskoet langs denne del af kysten ved normal vandstand.

5.4 Området ved Charlottenlund Strandpark, Kystprofil GEN 30

Stranden ved Charlottenlund Fort eroderer tilbage over tid. Der er i dag træspuns eller stenskråning langs kysten ved Charlottenlund Fort, som beskytter græsarealerne mod erosionen. Det betyder, at stranden forsvinder over tid og den rekreative værdi af parken derved reduceres. Der er store arealer med stenbund langs parken, der vidner om den vigende kyst. Erosionen skyldes gradienter i den kystparallelle sedimenttransport, som medfører, at der tabes sand fra stranden langs parken til kystprofilen syd for ned mod Tuborg Havn og sejlrenden ved Hellerup Havn. Der er en række mindre høfder og kystfremspring i parken, som hjælper med til at stabilisere mindre sandstrande. Strandene har generelt en god kvalitet på land, men er smalle. Der er forholdsvis mange sten på bunden under vandet, som reducerer den rekreative kvalitet af strandene.

5.5 Kystvejen, Kystprofiler GEN 31 og GEN 33

Kystvejen er bygget ud på strandplanet ved opfyldning og er beskyttet med en høj mur af sten. Der er mellem 1 og 2 m dybt foran muren. Det betyder, at den reelle udvikling af kystprofilen ikke kan identificeres ud fra luftfotoene.

5.6 Bellevue Strand, Kystprofil GEN 34

Bellevue Strand er bygget ud siden 1870. Der har tidligere ligget en lille mur langs vandkanten, som har afgrænset en mindre sandstrand for badegæster. Strandparken blev renoveret i 2013, hvor der blev anlagt nye hølfer med betonpromenade, og stranden blev udbygget med strandfodring samtidig med, at de gamle kysttekniske anlæg blev fjernet. Vandlinjen ligger i dag nogenlunde samme sted som i 1995. Stranden vurderes i dag at være nogenlunde stabil eller erodere langsomt tilbage. De nye hølfer hjælper med at stabilisere strandene ved Bellevue Strandpark.

6 VANDSTANDE

6.1 Ekstreme vandstande

Forskellen mellem middelhøjvande og middellavvande er 0,2 m ved Tuborg Havn, (Geodatastyrelsen, 2025), og disse forhold vurderes at være dækkende for kysten i hele Gentofte Kommune.

Ekstreme vandstande langs kysten i hovedstadsområdet er styret af to forskellige meteorologiske fænomener: storme fra syd/øst og storme fra nord.

Storme fra syd/øst giver generelt de højeste vandstande i Køge Bugt syd for København, men disse begrænses ofte til syd for Drogden-tærsklen mellem Amager og Malmø. Under disse forhold observeres ofte kraftig vandstandsgradient fra Avedøre syd for København til Svanemøllen nord for København. Drogden-tærsklen er et relativt lavvandet område mellem Amager og Malmø, der fungerer som en barriere for vandudvekslingen mellem Kattegat og Østersøen, og som derved beskytter Gentofte mod kraftige stormfloder i Køge Bugt.

Ekstreme vandstande i Øresund nord for København, herunder ved Gentofte, er i højere grad styret af storme fra nordlige vindretninger, hvor vand stuves ned i Øresund fra Kattegat ved længerevarende og kraftig blæst fra nordlige retninger (Kystdirektoratet/DMI, 2024).

Kystdirektoratet har udarbejdet en ny højvandsstatistik for Københavns Havn i 2024. COWI har i 2017 i samarbejde med Realdania udarbejdet en statistik for København, som indeholder historiske stormfloder. I det følgende anvendes den seneste vandstandsstatistik udarbejdet af Kystdirektoratet og DMI for Københavns Havn i 2024 baseret på (Kystdirektoratet/DMI, 2024), se Tabel 6-1. Returperiode eller gentagelsesperiode beskriver, hvor lang tid der i gennemsnit går mellem en ekstremhændelse med en given højde.

Tabel 6-1 Sammenligning af ekstremstatistikker for vandstanden nord for København (Kystdirektoratet, Højvandsstatistikker, 2024), (Realdania, 2017), (Kystdirektoratet/DMI, 2024)

Returperiode	år	1	5	10	20	50	100	200	500	1000	2000
Stormflod KDI 2024	m				1,43	1,55	1,62	1,68			
Stormflod Real Dania 2017	m			1,39	1,48	1,58	1,65		1,79	1,85	1,91
Stormflod KDI/DMI 2024	m	0,95	1,16	1,24	1,34	1,46	1,55	1,64	1,76	1,84	1,94

Under stormfloden Bodil 6. december 2013 blev vandstanden i Københavns Havn målt til +1,72 m DVR90, hvilket svarer til forholdene i Gentofte. Det svarer til +1,68 m over middelvandspejlet, når der korrigeres for havspejlsstigningen mellem 1990 og 2013 (trendfri) (Kystdirektoratet, Højvandsstatistikker, 2024)). Stormen Bodil havde en returperiode på ca. 275 år (Kystdirektoratet/DMI, 2024). Ved stormfloden Bodil blev kun mindre områder langs kysten i Gentofte Kommune oversvømmet, herunder området ved Strandlund syd for Charlottenlund Fort og Hellerup Havn. Bodilstormen kom fra nord. Angiveligt var de relativt små bølger langs kysten i Gentofte ved Bodil-stormen årsagen til, at kun begrænsede områder blev oversvømmet.

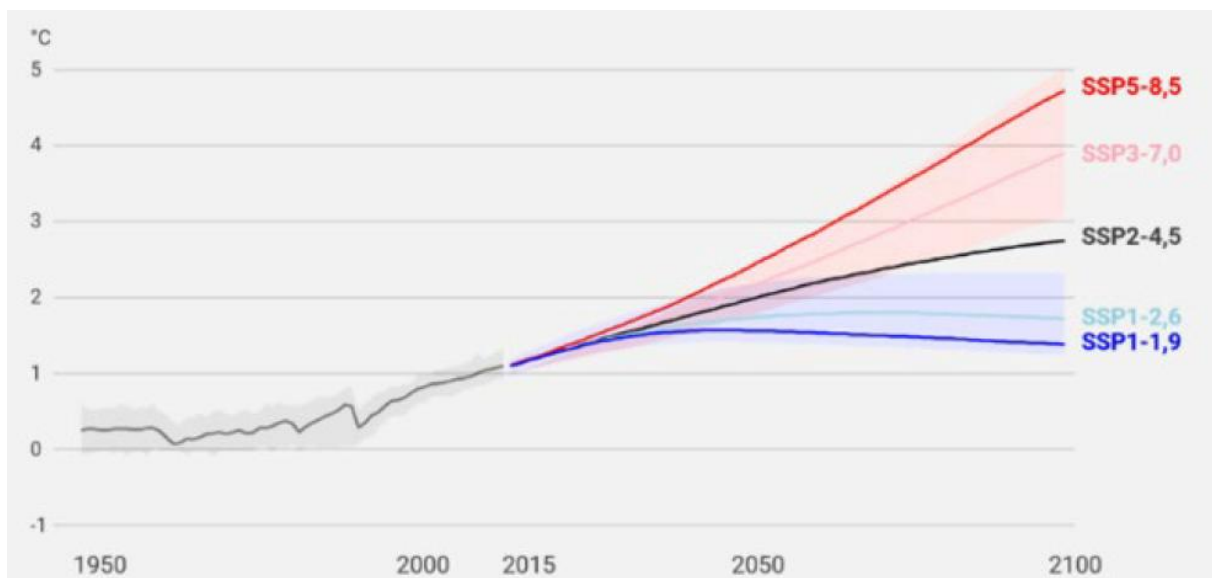
6.2 Havspejlsstigning

I det tyvende århundrede er havniveauet steget med 19 cm og siden 1993 med 10 cm, hvilket tilskrives den globale opvarmning (NASA, 2022). I 2025 stiger den globale middelvandstand med ca. 4,3 mm per år.

Lokale landhævninger/sætninger har også betydning for fremtidens vandstand ved Gentofte. Landhævnungen skyldes, at området hæver sig efter isen smeltede bort ved afslutningen af sidste istid. Den relative landhævning ved Gentofte vurderes at være i størrelsesordenen 1,3 mm/år.

Den fremtidige havspejlsstigning pga. global opvarmning afhænger i høj grad af, hvilket fremtidigt klimascenarie der benyttes.

I 2025 har Nationalt Center for Klimaforskning (NCKF) ved Danmarks Meteorologiske Institut i samarbejde med Center for Klimatilpasning i Miljøstyrelsen inkl. Kystdirektoratet opdateret deres vejledning i anvendelse af udledningsscenarier i forbindelse med klimatilpasning. Her anbefales det at anvende klimascenariet SSP3-7.0 i forbindelse med planlægning af klimatilpasning (Klimatilpasning, 2025), (Kystdirektoratet/DMI, 2024). Dette scenarie forudsætter højere emissioner, hvilket fører til en temperaturstigning på omkring 4°C frem mod år 2100, se Figur 6-1.



Figur 6-1 Den globale opvarmning, sammenlignet med 1850-1900. Med grå den observerede temperaturudvikling frem til i dag, og med farver fremskrivninger af den globale middelterperatur frem mod år 2100 baseret på de fem SSP-udledningsscenarier: Et meget lavt (SSP1-1,9), lavt (SSP1-2,6), middelhøjt (SSP2-4,5), højt (SSP3-7,0) og meget højt (SSP5-8,5) udledningsscenarie.

Den relative havspejlsstigning nord for København i år 2075 og 2125 for udledningsscenarie SSP3-7.0 vurderes at være 0,43 og 0,84 m (50% fraktil - medianværdien), hvor der både tages højde for havspejlsstigning og landhævning (Kystdirektoratet/DMI, 2024).

Havspejlsstigningen efter år 2100 er mere usikker og afhænger af den fremtidige udledning af drivhusgasser, og hvor hurtigt klimaet og havspejlet ændres. I år 2300 vurderer IPCC, at den globale vandstand kan være steget med 2-7 m relativt til år 1900 for det meget høje udledningsscenarie SSP5-8.5 (IPCC, 2021).

7 DESIGNBASIS OG SIKRINGSNIVEAU

7.1 Sikringsniveau

Designkriterierne og sikringsniveauet for kystbeskyttelse skal bestemmes ud fra tekniske, økonomiske og politiske betragtninger for de områder, som samlet skal beskyttes mod erosion og oversvømmelse.

Kystbeskyttelse projekteres typisk med udgangspunkt i en forudsat levetid (L), i forhold til en forudsat ekstrem stormflodshændelse med en returperiode (Td). Returperioden angiver, hvor lang tid der i gennemsnit går mellem to ekstreme hændelser med samme størrelse. Ud fra disse to parametre kan sandsynligheden (R) for, at designhændelsen (Td) indtræffer inden for kystbeskyttelsens levetid (L), bestemmes, se Tabel 7-1.

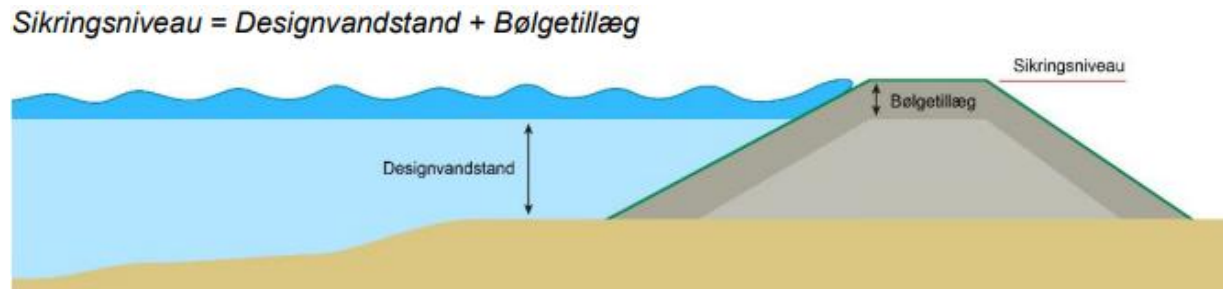
Tabel 7-1 Sandsynlighed, R (%) for en designhændelse med en given returperiode, Td indtræffer indenfor en given levetid, L (år), (Karsten Mangor, 2017)

Life Time (L) in years	Recurrence Period (Td) in years							
	5	10	30	50	100	500	1,000	10,000
1	20	10	3	2	1	0	0	0
5	67	41	16	10	5	1	0	0
10	89	65	29	18	10	2	1	0
30	100	96	64	45	26	6	3	0
50	100	99	82	64	39	10	5	0
100	100	100	97	87	63	18	10	1
200	100	100	100	98	87	33	18	2
500	100	100	100	100	99	63	39	5

Tabellen viser fx, at der ved anlæggelse af kystbeskyttelse med en levetid på 50 år, vil være en 10 % sandsynlighed for, at en 500 årshændelse overskrides i løbet af anlæggets levetid.

Kystbeskyttelse projekteres ud fra en række parametre, herunder vandstands- og bølgeforhold mv. Det er vandstanden, som typisk er den afgørende designparameter, da bølgeforholdene vil afhænge af de meget lokale forhold som fx vanddybden foran kystbeskyttelsen. Kystbeskyttelsen skal derfor planlægges med udgangspunkt i den ekstreme vandstand, som Gentofte Kommune vælger. Herefter

fastlægges bølgetillæg ud fra lokale forhold og den konkrete konstruktion for at bestemme topkoten af kystbeskyttelsen og dermed sikringsniveauet, se Figur 7-1.



Figur 7-1 Sikringsniveau = Designvandstand + Bølgetillæg

7.2 Anbefalet designvandstand

Tabel 7-2 viser en oversigt over de ekstreme vandstande med forskellige returperioder og levetider i Gentofte Kommune baseret på den seneste højvandsstatistik for Københavns Havn og med 50% fraktilen (medianværdien) for havspejlsstigningen om 50 og 100 år baseret på Klimascenarie SSP3-7.0 (Kystdirektoratet/DMI, 2024).

Tabel 7-2 Ekstreme vandstande i år 2025, 2025 og 2125 (Klimascenarie SSP3-7.0) for København med stormflod fra nord (Kystdirektoratet/DMI, 2024)

Stormflod, Returperiode	Enhed	År	50% fraktil	1	5	10	20	50	100	200	500	1000	2000
Havspejlsstigning	m	2025	0	0.95	1.16	1.24	1.34	1.46	1.55	1.64	1.76	1.84	1.94
SSP3-7.0	m	2075	0.43	1.38	1.59	1.67	1.77	1.89	1.98	2.07	2.19	2.27	2.37
	m	2125	0.84	1.79	2.00	2.08	2.18	2.30	2.39	2.48	2.60	2.68	2.78

Tabellen viser, at hvis en stormflodshændelse som fx svarer til en returperiode på 100 år (en 100 års-hændelse) rammer Gentoftes kyst, vil den betyde vandstande på +1,55 m DVR90 i dag, +1,98 m DVR90 om 50 år og +2,39 m DVR90 om 100 år.

Konsekvenserne ved overskridelse af sikringsniveauet er ofte omfattende, når der er tale om oversvømmelsesbeskyttelse, hvor mange ejendomme i baglandet kan blive påvirket i tilfælde af, at kystbeskyttelsen bliver beskadiget eller bryder sammen. Hele baglandet i Hellerup ligger lavt, og risikoen for oversvømmelse fra havet er betydelig. WSP anbefaler derfor, at den fremtidige stormflodsbeskyttelse som minimum dimensioneres ud fra en ekstremhændelse med en returperiode på 500 år.

Kystbeskyttelsen bør anlægges således, at den kan forstærkes over tid i takt med, at havspejlet stiger. Man kan derfor argumentere for at antage en levetid på 50 år som udgangspunkt for at reducere anlægskostningerne og reducere påvirkningen af fx udsigten fra ejendommene bagved kystsikringsanlægget.

Der er betydelig usikkerhed forbundet med fremskrivning af havspejlsstigningen og herunder, hvor meget havspejlet vil stige, og hvor hurtigt det vil ske. Det anbefales derfor at vælge en adaptiv kystbeskyttelsesstrategi, som let kan forstærkes og forhøjes i fremtiden i takt med, at kystbeskyttelsen i Gentofte skal udbygges samlet set.

WSP anbefaler, at den fremtidige samlede kystbeskyttelse af Gentofte projekteres til at kunne modstå minimum en 500 års stormflodshændelse om 50 år svarende til en designvandstand på minimum +2,2m DVR90, se Tabel 7-2. Jf. Tabel 7-1 er der en sandsynlighed på ca. 10 % for, at 500 års designhændelsen overskrides inden for kystbeskyttelsens levetid på 50 år. Til sammenligning er sandsynligheden for, at en 1000 års-hændelse indtræffer indenfor en levetid på 50 år ca. 5%, se Tabel 7-1.

Anbefalingen om at kystbeskytte mod en designvandstand på minimum +2,2 m DVR90 svarer nogenlunde til at kunne beskytte mod den højeste vandstand på +1,72 m DVR90, der blev målt i Københavns Havn under stormfloden Bodil 6. december 2013 tillagt den forventede havspejlsstigning frem til ca. år 2075 (Kystdirektoratet, Højvandsstatistikker, 2024), som for klimascenariet SSP3-7.0 (højt emissionsscenario) forventes at udgøre 0,43 m, jf. afsnit 6.2. Stormen Bodil havde en returperiode på ca. 275 år.

7.3 Sammenligning med designvandstande for hovedstadsområdet

Undersøgelsen for hele hovedstadsområdet konkluderer, at designvandstanden nord for København kan være op til +3,4 m DVR90 i 2075 plus bølgetillæg i forbindelse med stormflod fra øst (Kystdirektoratet/DMI, 2024). Det er betydeligt højere end WSPs anbefaling til kystplanen for Gentofte Kommune, som tager udgangspunkt i at beskytte mod stormflod fra nord. Forskellen skyldes, at der i undersøgelsen for hele hovedstadsområdet regnes på det værst tænkelige scenarie i 2075 både i forhold til stormflod og havspejlsstigning, begrundet i behovet for beskyttelse af særlig kritisk infrastruktur som fx metro, lufthavn mm.

Arbejdsgruppen for hovedstadsområdet (KDI/DMI) foreslår at anvende det høje udledningsscenario (SSP3-7.0) som udgangspunkt. De adskillige bidrag til den markante samlede usikkerhed gør, at arbejdsgruppen (KDI/DMI) for hovedstadsområdet anbefaler at benytte den øvre grænse for de sandsynlige klimaforandringer for hovedstaden (83%-fraktilen).

Der er stor forskel på designvandstanden baseret på en stormflod fra nord med en returperiode på 500 år i 2075 (+2,2 m DVR90) og den øvre grænse for designvandstanden vurderet af arbejdsgruppen for hovedstadsområdet (KDI/DMI, +3,4m DVR90 i 2075).

Designvandstanden på +2,2m DVR90 svarer nogenlunde til den højeste målte vandstand i Københavns Havn (ved Bodil-stormen) plus havspejlsstigning frem mod 2075, hvilket giver et robust pejlemærke for, hvad der som minimum er nødvendigt for at beskytte Gentofte frem mod 2075.

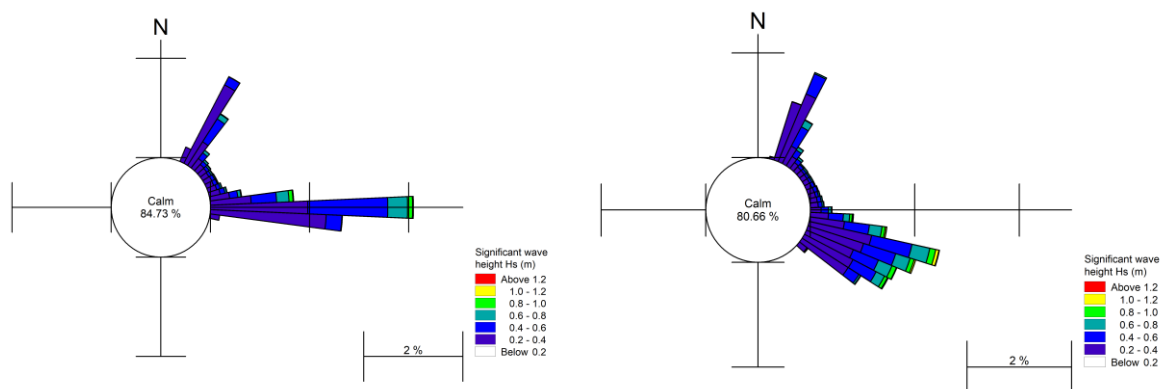
Det er et politisk spørgsmål, hvilket sikringsniveau Gentofte Kommune ønsker i kommunen. I en kommende kystplan kan det undersøges nærmere, hvad designvandstanden betyder for dimensionerne og anlægsomkostningerne til det samlede anlæg for en række forskellige løsningsscenarier for at understøtte den fremadrettede beslutningsproces.

8 MODELLERING AF BØLGEKLIMA OG EKSTREMVÆRDIANALYSE

WSP har modelleret bølgeklimaet i Øresund ud for kysten i Gentofte Kommune på 7 forskellige lokaliteter. Bølgeklimaet er en samlet beskrivelse af bølgeforholdene i et havområde over lang tid. Det handler om, hvor høje bølgerne er, hvor ofte de forekommer, og hvor de kommer fra. Bølgeklimaet omfatter både dagligdags bølgeforhold og de mere sjældne, kraftige stormbølger. Viden om bølgeklimaet bruges til at vurdere, hvordan kysten påvirkes af havet, herunder risiko for erosion, bølgeoverskyl og belastning af kystbeskyttelses anlæg.

Der er fra bølgemodellen udtrukket bølgetidsserier ved udvalgte karakteristiske kystprofiler langs kysten til modellering af kystprofil, kystnære bølgeforhold, bølgeoverskyl og kystparallel sedimenttransport, se Figur 5-3.

Bølgeklimaet er domineret af bølger fra nordøstlige retninger samt østlige og sydøstlige retninger som vist på bølgeroserne på Figur 8-1. Bølgerne fra sydøstlige retninger bliver mindre jo længere sydpå man kommer, hvilket skyldes bølge-læ fra Nordhavnen.



Figur 8-1 Bølgerose ud for Hellerup Havn (Kystprofil GEN 28) tv. Bølgerose ud for Charlottenlund Fort (Kystprofil GEN 30) th. Retningsinddeling på 5 grader

Bølger fra nordlige retninger er mindre, men hænger typisk sammen med en højere vandstand, hvorimod bølger fra østlige retninger er højere, men typisk hænger sammen med lavere vandstande.

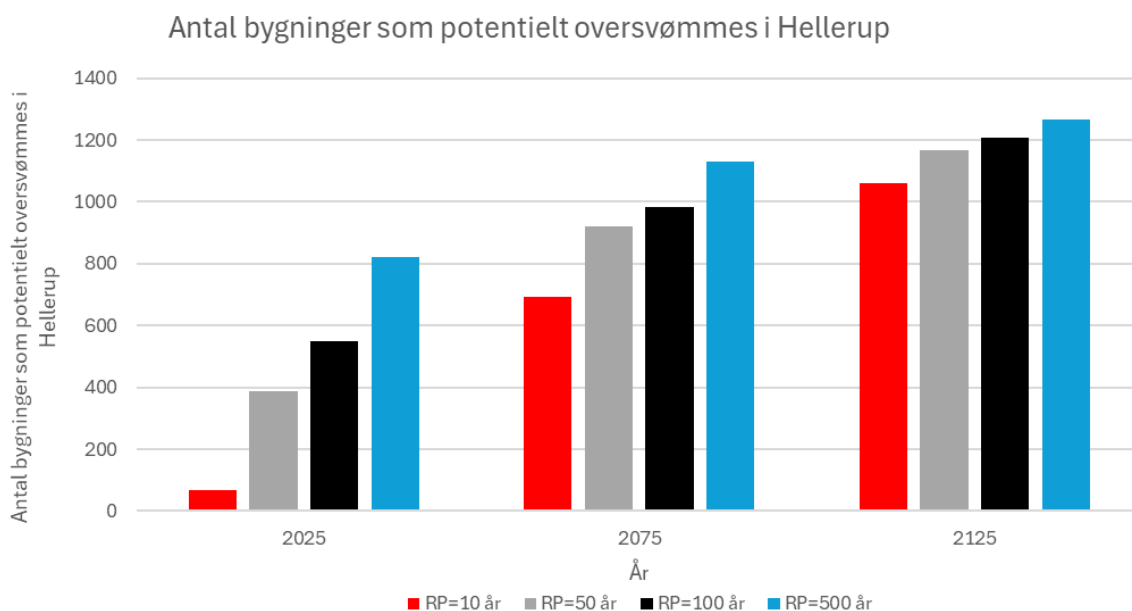
En ekstremværdianalyse viser, at en 500-års stormflod ved Charlottenlund Strandpark har en designbølgehøjde på $H_s=1,9$ m og en bølgeperiode på $T_p=4,8$ s (dvs. tiden mellem to bølger), og ved Onsgårdsvej en designbølgehøjde på $H_s=1,7$ m og en bølgeperiode på $T_p=5,4$ s.

Analyserne anvendes som udgangspunkt for bestemmelse af sikringsniveauet og dermed topkoten af kystbeskyttelsen.

9 UDBREDELSE AF OVERSVØMMELSER

Der er foretaget en overordnet analyse af omfanget af potentiel oversvømmelse og påvirkning af bygninger i Hellerup som følge af stormflod med online-værktøjet KAMP (kamp.klimatilpasning.dk). Analysen tager udgangspunkt i stormflodsvandstandene præsenteret i Tabel 7-2 og den nyeste offentligt tilgængelige terrænmodel. **Eksisterende kystbeskyttelse og bølgeoverskyl indgår ikke i analysen, og analysen er således ikke retvisende for vurdering af virkningen af eksisterende kystbeskyttelse.** På den anden side indikerer analysen, hvad der potentielt oversvømmes i tilfælde af, at eksisterende kystbeskyttelse bryder sammen under en given stormflod, når der samtidigt er tid nok til, at hele området oversvømmes. For modelleringer af 500-årshændelser vil vandstanden ligeledes være højere, end hvad den nuværende kystbeskyttelse kan modstå, og dermed indikere den reelle oversvømmelse i området (med den nuværende kystbeskyttelse).

Analysen viser, at der er risiko for oversvømmelse af et stort antal bygninger i Hellerup som følge af stormflod uden nuværende kystbeskyttelse, se Figur 9-1.

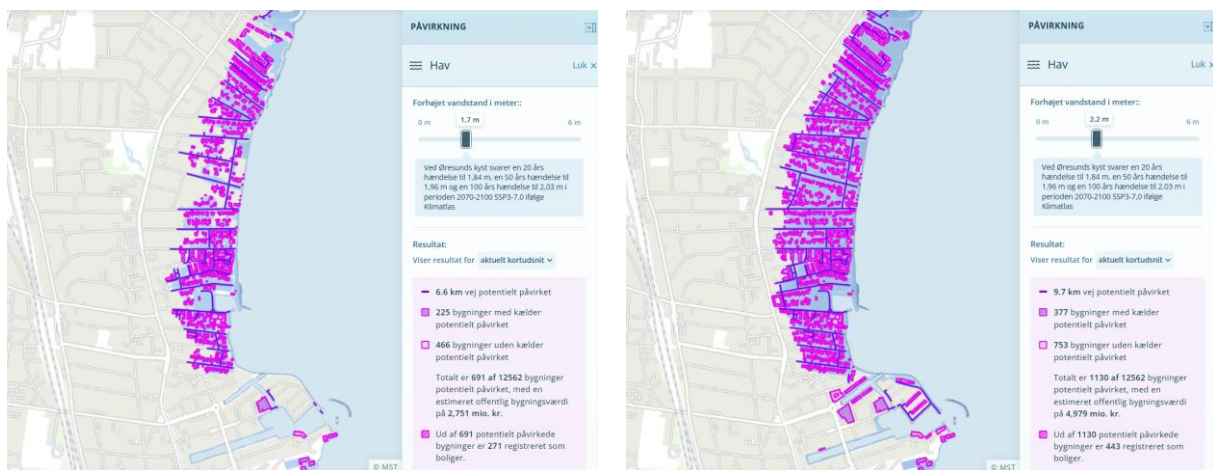


Figur 9-1 Antal bygninger som potentielt påvirkes af oversvømmelse i Hellerup som følge af stormflod med returperiode på 10, 50, 100 og 500 år i år 2025, 2075 og 2125 uden nuværende kystbeskyttelse

Antallet af potentielt påvirkede bygninger stiger både med stormflodsvandstanden og som følge af den globale havspejlsstigning. I 2025 afhænger omfanget af den potentielle oversvømmelse primært af stormflodens maksimale højde og dermed, hvilken returperiode der betragtes. I 2075 og specielt i 2125 vil selv mindre stormfloder resultere i betydelige oversvømmelser, da det generelle vandspejl stiger.

Figur 9-2 viser udbredelsen af oversvømmelse i Hellerup ved kote +1,7m DVR90 svarende til stormfloden Bodil 6. december 2013 **uden eksisterende kystbeskyttelse**. I tilfælde af, at der var gået hul på kystbeskyttelsen blot et eller få steder i Hellerup, var der risiko for, at store dele af Hellerup var blevet oversvømmet. Der er meget store værdier på spil i det meget eksklusive boligområde i Hellerup, og det havde været meget dyrt at udbedre skaderne efter et digebrud.

Analysen viser, at baglandet i Hellerup ligger lavt i forhold til de stormfloder, som forekommer i området i dag, og risikoen for oversvømmelse stiger betydeligt i fremtiden som følge af havspejlsstigning. Det er derfor vigtigt, at området er beskyttet med velfungerende robust og adaptiv kystbeskyttelse. Figur 9-2 viser også udbredelsen af oversvømmelse som følge af en stormflod med en returperiode på 500 år om 50 år svarende til den foreslåede minimumsdesignvandstand for den kommende kystbeskyttelse af Hellerup.



Figur 9-2 Potentiel oversvømmelse som følge af stormflod med returperiode på 10 år i 2075, +1,7 m DVR90 uden nuværende kystbeskyttelse, svarende til stormen Bodil i 2013, tv. Potentiel oversvømmelse som følge af stormflod med returperiode på 500 år i 2075, +2,2 m DVR90, th. uden nuværende kystbeskyttelse

10 VURDERING AF EKSISTERENDE KYSTBESKYTTELSE

Der er udarbejdet modellering af kystnære bølgeforhold foran nuværende kystbeskyttelse i forbindelse med en række ekstreme stormflodshændelser for 7 karakteristiske kystprofiler langs kysten i Gentofte Kommune, se Figur 5-3. Resultaterne af bølgeanalyserne anvendes til at vurdere højden af eksisterende kystbeskyttelse på de 7 karakteristiske lokaliteter i forhold til potentielt bølgeoverskyl. **Resultaterne fra analysen viser, hvilke stormflodshændelser den eksisterende kystbeskyttelse kan beskytte mod i forhold til vandstand og bølgeoverskyl.**

Der er generelt set ikke fuld korrelation mellem bølgehøjde og vandstand langs kysten i Gentofte Kommune. Der vurderes derfor på to overordnede retningsinddelinger for henholdsvis nordlige og østlige bølger og tilhørende vandstande. Bølgerne fra nordlige retninger er mindre langs kysten i Gentofte som følge af, at bølgerne skal dreje ind mod kysten. Vandstanden er dog typisk høj ved nordlige vinde, og vandstandsstatistikken fra Københavns Havn anvendes derfor sammen med ekstreme bølger fra nord (Kystdirektoratet/DMI, 2024). Vandstanden er typisk mindre i forbindelse med østlige vinde, men bølgehøjden kan være større. Der opstilles derfor separate scenarier for ekstreme bølger og ekstreme vandstande fra østlige retninger.

Der er anvendt ekstremværdier for følgende returperioder for vandstand, bølgehøjde og bølgeperiode: 1, 5, 10, 20, 50, 100, 200, 500 år for år 2025, 2075 og 2125. For henholdsvis nordlige bølger og tilhørende vandstand og østlige bølger og tilhørende vandstand antages fuld korrelation, dvs. der anvendes bølgehøjder og vandstande med samme returperiode i de enkelte stormflodsscenarier.

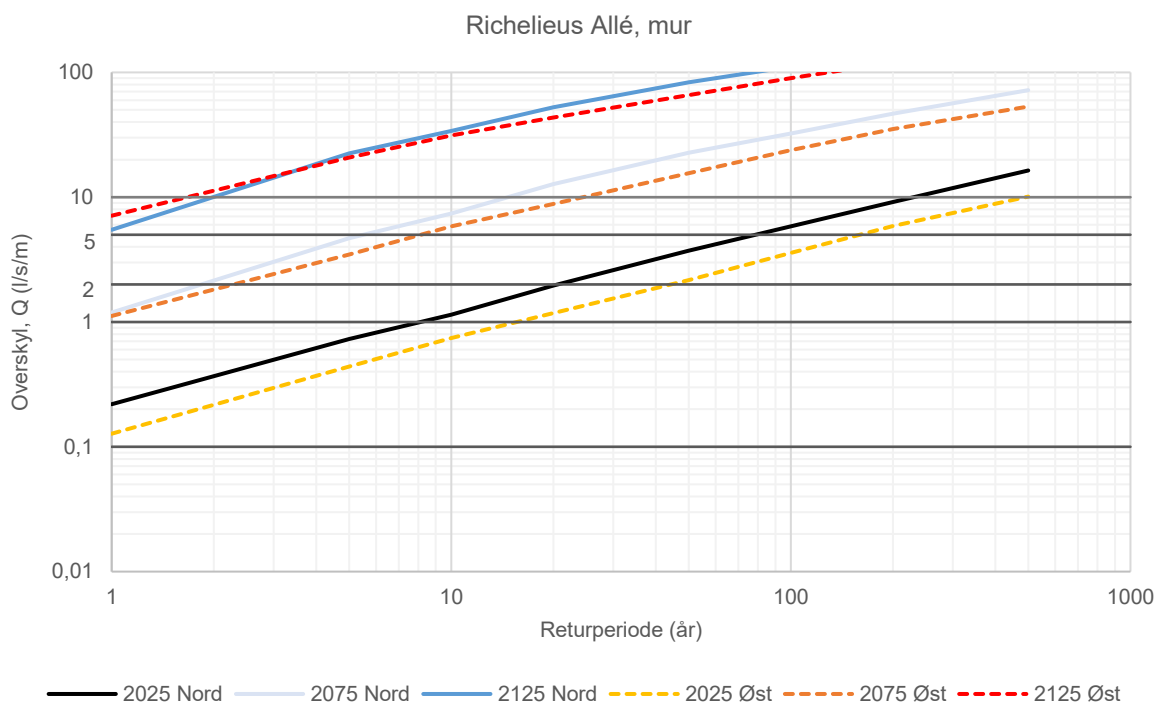
Bølgeoverskylltet er beregnet for hver enkelt kystprofil og nuværende kystbeskyttelsestype for alle bølgescenarier. Bølgeoverskylltet er beregnet for lodrette mure, ru stenskråninger og glatte impermeable diger. Følgende overskyllskriterier anvendes i analysen af eksisterende kystbeskyttelse i Gentofte Kommune:

- Klitdiger som ikke plejes: 0,1 l/s/m (fx: svag klit ved Onsgårdsvej)
- Dige med velplejet græs: 5 l/s/m (fx: højtliggende græsareal ved Bellevue Strand)
- Skråningsbeskyttelse og højvandsmur: 2 l/s/m (generelt anvendt langs kommunens kyst)

Overskyllskriterierne definerer, hvornår der opstår skader på kystbeskyttelsen og området umiddelbart bagved. Der tages desuden højde for, hvor meget bølgeoverskyl, der kan håndteres bag konstruktionen. For at kunne sammenligne forskellige typer konstruktioner er der anvendt et generelt overskyllskriterie på 2 l/s/m i de fleste tilfælde, hvor der samtidigt er udfordring med håndtering af bølgeoverskyl i baglandet.

Der er ikke plads til opmagasinering af bølgeoverskyl i baglandet i Hellerup. Det forudsættes derfor, at bølgeoverskyl pumpes væk med mobile pumper kombineret med eksisterende afløbssystem i forbindelse med ekstreme stormfloder.

Figur 10-1 viser et eksempel på grafer for det beregnede bølgeoverskyl for alle bølgescenarier ved højvandsmuren ved Richelieus Allé. Bølgemodellen er sat op uden at modellere den kystmorfologiske udvikling af stranden foran konstruktionen.



Figur 10-1 Bølgeoverskyl som funktion af returperiode ved mur ved Richelieus Allé

Tabel 10-1 viser den samlede vurdering af sikringsniveauerne for nuværende kystbeskyttelse i Gentofte Kommune i forhold til stormflodsvandstand uden bølger og stormflodsvandstand med bølger. Tabellen indeholder desuden forudsætningerne for beregningerne i form af kystbeskyttelsestype, højde og anvendt overskylskriterie. Beregningerne viser, hvornår kystbeskyttelsen oversvømmes, og hvornår der opstår skader på kystbeskyttelsen og området umiddelbart bagved som følge af bølgeoverskyl. I tabellen angives, hvilken returperiode den lokale kystbeskyttelse kan beskytte imod i år 2025, 2075 og 2125 i forhold til vandsstand alene og kombination af ekstrem vandstand og bølger.

Som et eksempel viser analysen, at højvandsmurene ved Høyrups Alle, Annasvej, Bengtasevej og Sigridsvej med en topkote på +1,85 m DVR90 kan beskytte mod en stormflod med en maksimal vandstand på +1,85 m DVR90, som svarer til en stormflod med returperiode på ca. 1000 år i 2025, når der udelukkende ses på vandstanden. Murene kan dog kun beskytte mod en stormflod med en returperiode på mindre end 1 år i 2025, når der ses på både høj vandstand og bølger.

Tabel 10-1 Vurdering af sikringsniveau for eksisterende kystbeskyttelse i Gentofte Kommune i forhold til stormflodsvandstand uden bølger og stormflodsvandstand med bølger

					Retur- periode for vandstand (ingen bølger)	Retur- periode for vandstand (ingen bølger)	Retur- periode for vandstand (ingen bølger)	Retur- periode for vandstand og bølger	Retur- periode for vandstand og bølger	Retur- periode for vandstand og bølger
			Topkote, kystsikring	Overskyls- kriterie	2025	2075	2125	2025	2075	2125
Kyst- profil	Lokalitet	Nuværende kystbeskyttelse	m DVR90	l/s/m	År	År	År	År	År	År
GEN32	Marievej	Højvandsmur og strand	+2,2	2	>1000	600	25	45	2	<1
	Hellerup Havn	Højvandsmur	+1,8	-	500	25	1	-	-	-
GEN28	Onsgaardsvej	Klit og strand	+1,7	0,1	300	10	<1	11	<1	<1
GEN29	Richelieus Allé	Højvandsmur og stenskråning	+2,25	2	>1000	>1000	35	9	<1	<1
	Høyrups Alle, Annasvej, Beng- tasvej, Sigridsvej	Højvandsmur	+1,85	2	1000	40	2	<1	<1	<1
GEN30	Charlottenlund Strandpark	Højvandsmur og strand	+1,6	2	150	6	<1	10	<1	<1
GEN 31	Kystvejen syd for Skovshoved Havn	Højvandsmur	+2,8	2	>1000	>1000	>1000	120	11	<1
GEN 33	Kystvejen nord for Skovshoved Havn	Højvandsmur	+2,7	2	>1000	>1000	1000	40	1	<1
GEN 34	Bellevue Strand	Skråning og strand	+1,9	5	>1000	60	2	95	5	<1

Som det fremgår, er der forskel på sikringsniveauet (topkoten af kystsikringen) langs kysten i Gentofte Kommune. Overordnet set er det dog den laveste og svageste kystbeskyttelse, der sætter sikringsniveauet for hele området i Hellerup, da hele baglandet ligger lavt, og vandet således kan strømme ud i hele området op mod Strandvejen ved gennembrud af kystbeskyttelsen et sted.

Overordnet set viser analysen, at højvandsmuren i Hellerup Havn udgør et af de svageste og laveste led i kystbeskyttelsen. Højvandsmuren kan beskytte området mod en stormflod svarende til Bodil 6. december 2013 med en vandstand på ca. +1,72 m DVR90 i 2025 forudsat, at der ikke samtidigt er bølger foran muren. I fremtiden stiger middelvandstanden, og selv mindre stormfloder vil oversvømme Hellerup gennem havnen.

Charlottenlund Strandpark ligger også lavt og udgør et andet svagt og lavt led i kystbeskyttelsen. Her vil stormfloder svarende til Bodil oversvømme området i dag, selv uden bølger. Risikoen for oversvømmelse af Hellerup-området gennem Charlottenlund Strandpark øges dramatisk i fremtiden selv uden bølger. Terrænet mellem Charlottenlund Strandpark og Strandlund er dog omkring +1,8 m DVR90.

Vurderingen af den nuværende kystbeskyttelse ud fra scenarier med stormflodsvandstand og bølger viser, at en stor del af kystbeskyttelsen er for svag og for lav til at beskytte mod ekstreme hændelser både i dag og i fremtiden i forhold til det anbefalede sikringsniveau svarende til en stormflod med returperiode på 500 år i 2075. Når bølgerne regnes med, vil kystbeskyttelsen ved Onsgaardsvej og området omkring Richelieus Allé også være for svage og for lave til at beskytte mod bølgeoverskyl. Problemerne med bølgeoverskyl forstærkes hurtigt i fremtiden, og analysen viser, at kystbeskyttelsen i hele kommunen er for svag og for lav om mindre end 50 år.

Kystbeskyttelsen kan generelt ikke beskytte tilstrækkeligt mod bølgeoverskyl i forbindelse med ekstreme stormflodshændelser. Problemet vil vokse betydeligt i nær fremtid, efterhånden som havspejlet stiger.

Der er mange lodrette mure langs kysten i Gentofte, som resulterer i et højt bølgeoverskyl, hvilket ikke er optimalt i forhold til at beskytte mod oversvømmelse som følge af bølgeoverskyl. Desuden er der risiko for, at tilstanden af en række mure er for dårlig til at beskytte mod de opstillede vandstandsforhold og bølgeforhold.

Der er desuden en række mobile stormflodsporte, som skal lukkes i tilfælde af stormflod, og som således udgør en risiko for oversvømmelse af baglandet i tilfælde af, at portene ikke lukkes korrekt.

Der er meget store værdier på spil i Hellerup. Mange bygninger er i risiko for at blive påvirket eller oversvømmet i forbindelse med selv mindre stormfloder, og kystbeskyttelsen har flere svage og lave strækninger.

Når der er tale om oversvømmelsesbeskyttelse, er det det svageste og laveste led i kæden, der bestemmer sikringsniveauet.

Sammenfattende kan den nuværende kystbeskyttelse ikke beskytte kysten og baglandet mod stormflod svarende til en 500 årshændelse om 50 år, der anbefales som minimumsdesignvandstand. Kystbeskyttelsen kan heller ikke beskytte mod en stormflod med en returperiode på 500 år i 2025. Det anbefales, at der udarbejdes en samlet kystplan for Gentofte Kommune med forskellige scenarier for vedligeholdelse, delvis udbygning og samlet udbygning af kystbeskyttelsen med afsæt i et ensartet sikringsniveau. Dertil anbefales det at foretage en tilstandsvurdering af de konstruktioner, der skal forhøjes. WSP har udarbejdet et løsningskatalog med skitsering af en række muligheder for udbygning af kystbeskyttelsen i Gentofte Kommune, som er første skridt mod en samlet kystplan (WSP, Kystteknisk Undersøgelse, Løsningskatalog, 2026).

11 MODELLERING AF KYSTPARALLEL SEDIMENTTRANSPORT

Bølger flytter løbende sand langs kysten. Denne bevægelse kaldes kystparallel sedimenttransport og har stor betydning for, hvor stranden vokser eller forsvinder, og hvor der kan opstå tilsanding af fx sejlrender og havneområder.

Tabel 11-1 viser modelleret brutto- og nettosedimenttransport langs kysten som funktion af den nuværende orientering af stranden for bølgeklimaerne ved Onsgårdsvej, Richelieus Allé og Charlottenlund Strandpark. Bruttotransporten angiver den samlede mængde sediment, der flyttes (uanset retning), mens nettotransporten angiver den del, der samlet set transporteres i hovedretningen.

Tabel 11-1 Modelleret kystparallel brutto- og nettosedimenttransport, positiv nettotransport mod syd, negativ nettotransport mod nord.

Profil	Sted	Gns. årlig bruttotransport	Gns. årlig nettotransport
		m ³ / år	m ³ / år
GEN28	Onsgårdsvej	3100	2500
GEN29	Richelieus Allé	4400	4000
GEN30	Charlottenlund Strandpark	7500	-1800

Modelleringer viser, at den kystparallelle sedimenttransport er nordgående ved Charlottenlund Strandpark og sydgående ved Richelieus Allé og Onsgårdsvej. Forskellen skyldes Nordhavnens påvirkning af bølgeklimaet, hvor bølgerne fra sydøstlige retninger reduceres langs kysten mod syd ned mod Tusborg Havn. Brutto- og nettotransporten er næsten ens ved Richelieus Allé og Onsgårdsvej, hvilket viser, at sedimenttransporten næsten udelukkende er i sydgående retning ned mod indsejlingen til Hellerup Havn, hvor sandet ender i sejlrenden.

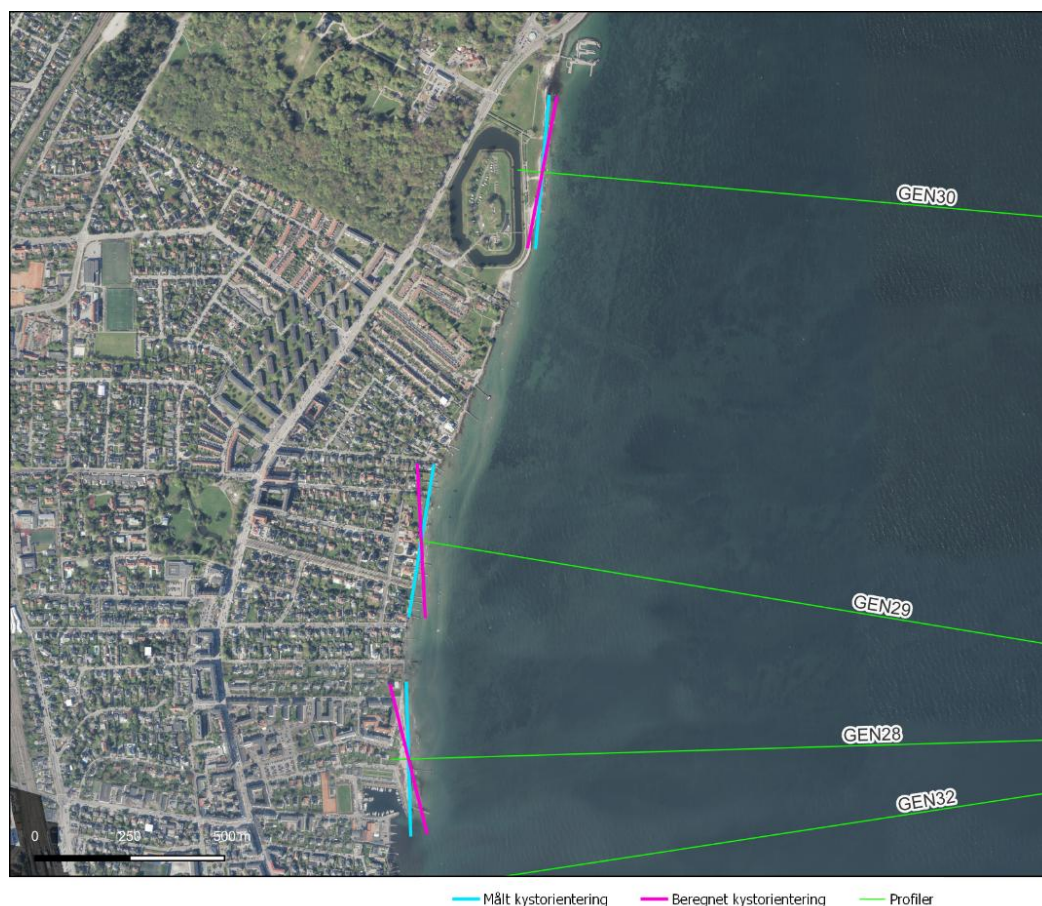
Den såkaldte aktive dybde for sedimenttransporten – altså hvor langt ud på havbunden bølgerne typisk flytter sandet – kan bestemmes til ca. 2 meter.

Der er ligeledes foretaget beregninger af stabiliteten af udvalgte kyststrækninger. Analyserne viser, at der er forskel på de nuværende, målte kystorienteringer og de modellerede, stabile kystorienteringer (ligevægtsorienteringen). Med andre ord betyder det, at strandene i dag ikke helt ligger i den retning, som er mest stabil i forhold til bølgepåvirkningen, og at kysten nogle steder har en naturlig tendens til at ændre form over tid, hvis den ikke fastholdes. Som det fremgår af Tabel 11-2 er der en forskel mellem nuværende og stabile kystorienteringer på op til 12 grader, hvilket skal tages i betragtning for at stabilisere sandstrande, som indgår i den samlede kystbeskyttelse.

Tabel 11-2 Målt kystorientering og modelleret stabil kystnormal (ligevægtsorientering)

Profil	Sted	Målt kystnormal (°N)	Beregnet stabil kystnormal (°N)
GEN28	Onsgårdsvej	91	79
GEN29	Richelieus Allé	102	90
GEN30	Charlottenlund Strandpark	98	104

Ligevægtsorienteringen af stranden vurderes at være ca. 79 grader ved Onsgårdsvej, ca. 90 grader ved Richelieus Allé og ca. 104 grader ved Charlottenlund Strandpark, dvs. en forskel på hhv. 12, 12 og 6 grader. Ligevægtsorienteringen af stranden er bestemt som vinklen mellem nord og en linje, som er vinkelret på stranden (kystnormalen). Figur 11-1 viser nuværende målte kystorienteringer og modellerede stabile kystorienteringer.



Figur 11-1 Målte og modellerede stabile kystorienteringer. Ligevægtsorienteringen af stranden er bestemt som vinklen mellem nord og en linje, som er vinkelret på stranden (kystnormalen).

Samlet giver resultaterne et grundlag for at planlægge strande langs kysten i Hellerup som en del af fremtidig kystbeskyttelse.

12 REFERENCER

- COWI. (2017). *Byernes udfordringer med havvandsstigning og stormflod*. COWI for Realdania.
- Dataforsyningen. (14. 05 2025). *Forårsbilleder Ortofoto - GeoDanmark*. Hentet fra <https://dataforsyningen.dk/data/981#terms>
- DMI. (1999). *Observeret vindhastighed og -retning i Danmark - med klimanormaler 1961-90*.
- DMI. (2018). *Vedledning i anvendelse af udledningsscenarie*. DMI i samarbejde med MST.
- DMI. (2025). Hentet fra Hellerup Havn tidevandstabel: https://www.dmi.dk/fileadmin/user_upload/Bruger_upload/Tidevand/2025/HellerupHavn.pdf
- EurOtop. (2018). *Manual on wave overtopping of sea defences and related structures*. Second edition.
- Geodatastyrelsen. (2025). *Den danske havnelods*.
- GEUS. (2025). *GEUS' Jupiter-database*. Hentet fra Jordartskort: https://data.geus.dk/geusmap/?mapname=jupiter#baselay=baseMapDa&optlay=&extent=712899.7274981485,6177856.418619497,733614.1827346344,6188061.971356301&layers=jordartskort_25000
- IPCC. (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press.
- Karsten Mangor, N. D. (2017). *Shoreline management guidelines*. DHI.
- Klimatilpasning. (21. February 2025). *Klimatilpasning.dk*. Hentet fra Ny vejledning i anvendelse af udledningsscenarier til klimatilpasning: <https://klimatilpasning.dk/nyheder/2025/januar/ny-vejledning-i-anvendelse-af-udledningsscenarier-til-af-klimatilpasning>
- Klimaatlas. (2025). *Klimaatlas*. Hentet fra <https://www.dmi.dk/klima-atlas/data-i-klimaatlas>
- Knudsen, P., Abbas Khan, S., Engsager, K. S., & Sorensen, C. (2016). *An uplift model for Denmark - and work ahead*.
- Kystdirektoratet. (2018). *Vejledning om kystbeksyttelsesmetoder*.
- Kystdirektoratet. (2024). *Delundersøgelse af sikringsniveau for stormflodssikring af København*. Kystdirektoratet med bidrag fra DMI.
- Kystdirektoratet. (2024). *Højvandsstatistikker*. Kystdirektoratet, Miljøministeriet.
- Kystdirektoratet. (2025). *Kystatlas*.
- NASA. (2022). *Tracking 30 Years of Sea Level Rise*. NASA.
- Realdania, C. (2017). *Byernes udfordringer med havvandsstigning og stormflod*.
- U.S._Army_Corps_of_Engineers. (2012). *Coastal Engineering Manual*.
- WSP. (2022). *The Danish substrate classification method*.
- WSP. (2024). *HAVMILJØETS TILSTAND LANGS GENTOFTE KOMMUNES KYST*.
- WSP. (2025). *Kystteknisk skitseforslag for strandpark ved Charlottenlund Fort*. Gentofte Kommune.



WSP. (2025). *Kystteknisk Undersøgelse*. Gentofte Kommune.

WSP. (2025). *Skitseprojekt for kystbeskyttelse ved Onsgårdsvej*. Gentofte Kommune.

WSP. (2025). *Vurdering af opbygning og placering af kystnære stenrev*. Gentofte Kommune.