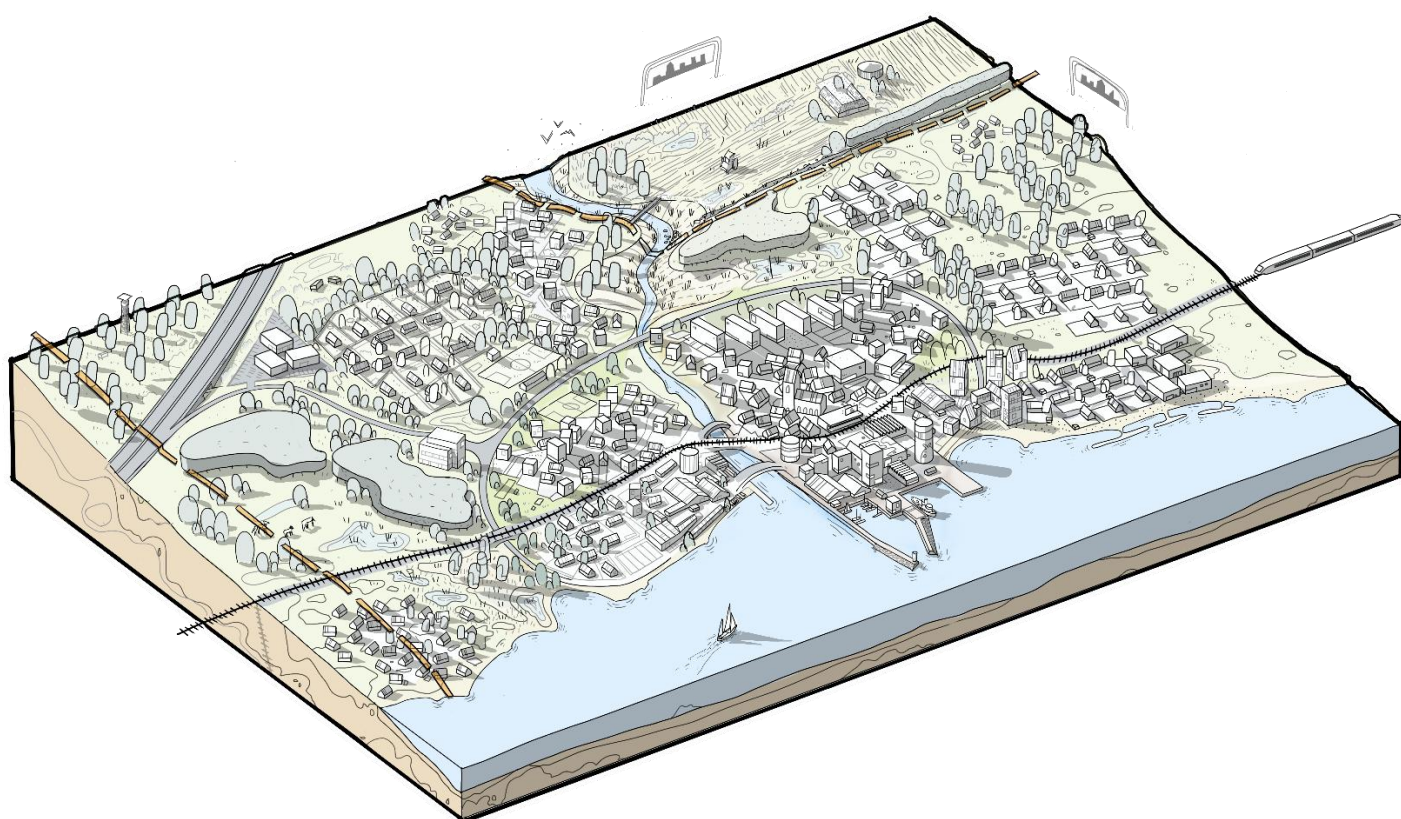


AUGUST 2026
REALDANIA - CIP FOUNDATION

VANDKØBING

EN UNDERSØGELSE AF, HVAD DER SKER, NÅR MAN SÆTTER KLIMATILPASNINGEN FRI



AUGUST 2026
REALDANIA - CIP FOUNDATION

VANDKØBING

EN UNDERSØGELSE AF, HVAD DER SKER, NÅR MAN SÆTTER KLIMATILPASNINGEN FRI

PROJEKTNR.

A304101

DOKUMENTNR.

1

VERSION

3

UDGIVELSESdato

26-08-2026

BESKRIVELSE

Vandkøbing

UDARBEJDET

JETO, AMST, TOJB,
KARH, Adrian

KONTROLLERET

LAFN, SALDA,
CAFK

GODKENDT

JETO

INDHOLD

1	Resumé og perspektivering	7
2	Indledning	9
3	Formål	12
4	Baggrund for casen	13
4.1	Problematikker som belyses i casen	16
5	Løsningsprincipper	20
6	Velkommen til Vandkøbing!	22
6.1	Bykernen	27
6.2	Boligområdet "Ådalen"	33
6.3	Boligområdet "Kysten"	37
6.4	Havne- og Erhvervsområde	43
6.5	Sommerhusområde	48
6.6	Samlet løsningsprincip for Vandkøbing	53
6.7	Beskyttelsesforanstaltninger og deres omkostninger	54
7	Skadesberegninger og beskyttelsesniveauer	59
7.1	Organisering i dag og forslag til fremtidig organisering	59
7.2	Finansiering i dag og forslag til fremtidig finansieringsmodel	60
7.3	Skadesberegninger uden beskyttelse	62
7.4	Skadesberegninger med beskyttelse	64
7.5	Anlægsøkonomi og bidragsfordeling	65
8	Metode	71
8.1	Hvordan er Vandkøbing etableret?	71

9	Konklusion	75
10	Referencer	76
11	Bilag	77

BILAG

Bilag A	Metodebeskrivelse
Bilag B	Anlægsoverslag for det samlede Vandkøbing
Bilag C	Sammenligning af anlægsoverslag for vandløbsløsning ved helhedsorienteret og traditionel tilgang
Bilag D	Anlægsoverslag for traditionel samlet løsning

1 Resumé og perspektivering

Vandkøbing er en fiktiv kystby, sammensat af virkelige danske bydele og klimadata. Vandkøbing er en mellemstor by, som indeholder bykerne, boligområder, havne- og industriområde samt et sommerhusområde uden for byen. I Vandkøbing har man en række udfordringer forbundet med den kystnære placering, og vandløbet, som løber gennem byen. Derudover er byen også påvirket af skybrud, lokal regnvandshåndtering og terrænnært grundvand, men casen har primært fokus på oversvømmelser fra stormflod og vandløb samt samspillet mellem disse. Byen er således udsat for oversvømmelser fra flere sider, og samtidig indeholder byen en række dilemmaer og problematikker, som spænder ben for klimatilpasning. Derfor har man i Vandkøbing besluttet at sætte klimatilpasningen fri. Det betyder at man har gjort op med de nuværende rammer og begrænsninger for gennemførelse af klimatilpasning, med det formål at kunne etablere sammenhængende løsninger på tværs af det samlede vandkredsløb og på tværs af aktører.

Casen er udviklet som et dialog- og analyseværktøj, der skal gøre komplekse problemstillinger i klimatilpasning konkrete og genkendelige på tværs af danske kystbyer. Den illustrerer, hvordan udfordringer relateret til oversvømmelse fra hav, vandløb og skybrud kan optræde i samspil, og hvordan disse udfordringer håndteres inden for de nuværende rammer – sammenholdt med, hvordan de kunne håndteres med en mere helhedsorienteret tilgang.

Analysen viser, at de forventede oversvømmelsesskader i Vandkøbing uden klimatilpasning udgør ca. 1,9 mia. kr. frem mod 2100 (nettonutidsværdi). Ved etablering af en helhedsorienteret klimatilpasningsløsning, kan der undgås skader for ca. 1,6 mia. kr. Den samlede investering i den helhedsorienterede løsning er omkring 700 mio. kr. Samtidig viser casen, at investeringer i klimatilpasning er samfundsøkonomisk rentable, idet der forventes reduceret ca. 2 kr. i fremtidige skadesomkostninger for hver krone der betales til klimatilpasning.

En tilsvarende traditionel løsning, hvor klimatilpasningen gennemføres uden en helhedsorienteret tilgang, vurderes at medføre lidt højere samlede omkostninger, samtidig med at den indebærer væsentligt større tekniske indgreb og lavere fleksibilitet i løsningerne. Den helhedsorienterede løsning fremstår dermed som mindst lige så attraktiv økonomisk, samtidig med at den leverer flere rekreative, naturmæssige og langsigtede gevinster.

Casen viser desuden, hvordan en helhedsorienteret tilgang til klimatilpasning, hvor vand håndteres på tværs af bydele, vandtyper og kommunegrænser, kan reducere behovet for omfattende og teknisk tunge løsninger i de mest sårbare byområder. For vandløbssystemet illustrerer casen tydeligt forskellen: En traditionel løsning, hvor vandet ledes gennem byen, medfører anlægsomkostninger på ca. 600 mio. kr., mens en helhedsorienteret løsning med vandparkering i oplandet i nabokommunen kan reducere omkostningerne til ca. 130 mio. kr. Dette svarer til en besparelse på knap 500 mio. kr., samtidig med at indgrebene i bykernen reduceres væsentligt og der kommer flere rekreative forbedringer.

En central pointe er, at de største barrierer for effektiv klimatilpasning ikke er tekniske, men organisatoriske og finansielle. Den nuværende regulering er i høj grad opdelt på tværs af aktører, vandtyper og geografiske grænser, hvilket vanskeliggør implementeringen af de mest effektive og helhedsorienterede løsninger. Analyserne i Vandkøbing baseret på principper udviklet af KPMG peger på, at nye modeller for organisering, finansiering og bidragsfordeling, herunder øget statslig inddragelse og betaling baseret på risiko og nytte, kan understøtte realiseringen af større, sammenhængende klimatilpasningsprojekter.

Vandkøbing illustrerer dermed et centralt perspektiv for fremtidens klimatilpasning i Danmark. De tekniske løsninger er i vid udstrækning kendte, men realiseringen afhænger af rammerne omkring dem. Hvis der skabes bedre muligheder for at tænke på tværs af vandkredsløb, aktører og geografiske grænser, kan klimatilpasning gennemføres mere effektivt og med større samlet værdi for samfundet. Samtidig kan tydeligere organisering, ansvarsfordeling og finansieringsmodeller bidrage til kortere og mere smidige projektforsøg.

Casen peger således på, at klimatilpasning ikke alene bør betragtes som en nødvendig beskyttelsesindsats, men som en strategisk investering i fremtidens byer, hvor robusthed, økonomi og livskvalitet går hånd i hånd.

Med Vandkøbings visuelle univers kan komplekse problemstillinger, udfordringer og dilemmaer synliggøres på en forståelig og pædagogisk måde, og fordelene ved at kunne tænke mere på tværs og lave løsninger på tværs af et samlet vandkredsløb anskueliggøres. På den måde kan Vandkøbing bidrage til at tage de svære og principielle diskussioner omkring klimatilpasning ved at belyse og illustrere en række nuancer i debatten så det bliver forståeligt for både fagfolk, politikere, administrative borgere og øvrige interessenter.

Vandkøbing herunder grafik og illustrationer er udarbejdet af COWI og Arkitema. KPMG har udarbejdet forslag til organisering og finansiering og beregnet bidragsfordelinger og regneeksempel på fordelene ved disse.

2 Indledning

Med en kyststrækning på 8.750 km, ca. 64.000 km åbne vandløb og 120.000 søer, er Danmark i høj grad præget af sin nærhed til vandet. Over 1 million danskere bor under 1 km fra kysten, og for langt de fleste danskere er kyst og strand mindre end én times kørsel væk. Vandet har været definerende for det samfund, vi kender i dag – vores kyster, strande og søer udgør en stor herlighedsværdi for os som mennesker, men har også stor økonomisk betydning for vores samfund og byer.

Samtidig er risikoen ved at bo tæt på vandet langt fra en ny erkendelse. Gennem historien har oversvømmelser fra hav og vandløb været en kendt risiko. Vi har historisk placeret vores byer tæt på kyster og vandløb, men det er især efter industrialiseringen og særligt efter 2. verdenskrig, at følsomme anvendelser som boliger, erhverv og infrastruktur i stigende grad er rykket tættere på vandet. Dermed er den samlede eksponering og sårbarhed over for oversvømmelser vokset markant – også uafhængigt af klimaforandringer. Klimaforandringerne øger risikoen for oversvømmelser i områder, hvor byudviklingen allerede har fundet sted tæt på vandet.

Med et ændret klima ser vi derfor ind i en nutid og en fremtid, hvor nærheden til vandet i stigende grad vil være forbundet med nye og voksende udfordringer og risici. Vandet presser sig på fra alle sider, og risikoen for oversvømmelser rammer danske hjem, virksomheder og infrastruktur med stigende styrke. Det medfører materielle, kulturelle, miljømæssige, finansielle og personlige tab. Der er derfor et stigende behov for klimatilpasning af vores byer og samfund, hvis vi også i fremtiden skal leve i nærheden af vandet.

Vi kender løsningerne og har den nødvendige tekniske viden. Men når der ikke gennemføres flere klimatilpasningsprojekter i praksis, skyldes det i høj grad, at rammer og regulering bremser og forsinker gennemførelsen. Siloopdelte strukturer, uklare finansieringsmodeller og kompleks lovgivning er medvirkende årsager til langvarige og komplekse processer, som vanskeliggør fremdriften. Når projekterne trækker ud, samtidig med at oversvømmelsesrisikoen stiger, risikerer vi skader og økonomiske tab, som ellers kunne være undgået.

CIP Foundation og Realdania er derfor gået sammen om at udvikle case universet "Vandkøbing". Vandkøbing demonstrerer, hvordan klimatilpasning af en by kan se ud i praksis, hvis der var friere rammer og tydeligere modeller for organisering og finansiering. Med casen er ambitionen at synliggøre potentialet i at tænke på tværs af vandets kredsløb og belyse den værdi og de gevinster, som kan opnås.

Vandkøbing er en fiktiv, dansk by, som repræsenterer udfordringer og dilemmaer, der kan genkendes i mange danske kystbyer. Byen er sammensat af virkelige bydele fra danske byer og bygger på konkrete problemstillinger. Den fungerer dermed som en fælles referenceramme for at drøfte, hvordan effektive og værdiskabende klimatilpasningsløsninger kan realiseres, og hvilke muligheder der er for nye organiserings- og finansieringsmodeller i Danmark.

Vandkøbing skal samtidig forstås som ét muligt bud på, hvordan en helhedsorienteret klimatilpasning kan tilrettelægges. I praksis vil løsninger variere betydeligt afhængigt af lokale forhold, aktører og prioriteringer, og arbejdet vil typisk være

forbundet med stor kompleksitet, løbende tilpasninger og behov for justering af løsningerne i takt med den faktiske klimaudvikling.

I Vandkøbing analyseres de økonomiske konsekvenser af oversvømmelser gennem skadesberegninger samt omkostningerne ved klimatilpasningsløsninger under henholdsvis nuværende rammer og mere fleksible rammer. Alle beregninger er baseret på data fra faktiske bydele hentet i forskellige danske byer og dermed forankret i virkelige data.

Grundvand og regnvand indgår som væsentlige supplerende problemstillinger i Vandkøbing, men skadesberegningerne i casen fokuserer på oversvømmelser fra stormflod og vandløb samt koblede hændelser mellem disse. Terrænnært grundvand og lokal regnvandshåndtering behandles derfor kvalitativt som en del af det samlede risikobillede og indgår i de foreslåede løsninger, men er ikke særskilt kvantificeret i skadesberegningerne. I praksis vil stigende grundvand og kraftigere regnhændelser kunne forstærke behovet for helhedsorienterede løsninger og bør indgå i den videre planlægning.

Gennem det grafiske og visuelle materiale illustreres udfordringer, løsninger og muligheder på en letforståelig måde, der kan danne grundlag for en bred dialog om klimatilpasning i Danmark.

Materialet er udarbejdet af COWI og Arkitema på baggrund af erfaringer fra klimatilpasningsprojekter og indsigter fra offentlige aktører. KPMG har bidraget med analyser af organisering, finansiering og bidragsfordeling. De centrale elementer i casen er opsummeret i Tekstboks 2-1.

Tekstboks 2-1: Overblik over Vandkøbing-casen, herunder geografi, vandudfordringer, løsningsprincipper, økonomi og formål.

Vandkøbing - overblik

Vandkøbing er en fiktiv, dansk kystby, der illustrerer en helhedsorienteret tilgang til klimatilpasning.

Geografi og opbygning

5 bydele: Bykerne, 2 boligområder, havne- og erhvervsområde samt sommerhusområde

Opland med vandløb og lavbundsarealer

Kystnær by med risiko for stormflod

Vandudfordringer

Stormflod fra havet

Oversvømmelser fra vandløb

Skybrud og lokal regnvandshåndtering

Samtidige hændelser på tværs af vandtyper

Løsningsprincip

Helhedsorienteret håndtering af vand på tværs af oplandet

Kombination af:

Kystbeskyttelse (diger/forland/højvandsmur)

Vandparkering opstrøms

Lokale løsninger i byområder

Økonomi (hovedtal)

Samlet anlægsinvestering: ca. 700 mio. kr.

Forventede skadesomkostninger uden beskyttelse: ca. 1,9 mia. kr.

Helhedsløsningen reducerer hovedparten af de fremtidige skader

Formål med casen

Illustrere hvordan klimatilpasning kan tænkes på tværs

Vise sammenhæng mellem løsninger, organisering og finansiering

Danne grundlag for dialog om fremtidige modeller.

3 Formål

Diskussionen om klimatilpasning er kompleks og kan være vanskelig at gøre forståeligt for ikke-fagfolk, da problemstillinger og dilemmaer ofte er præget af tekniske, regulatoriske, organisatoriske og samfundsmæssige forhold. Det kan derfor være svært at formidle nuancer, fordele, ulemper og begrænsninger på en måde, der er let at forstå – og samtidig sætte emnerne ind i en større, sammenhængende kontekst.

Samtidig må det erkendes, at drøftelser af alternative modeller for ansvarsfordeling, organisering og finansiering kan være vanskelige at belyse med udgangspunkt i en virkelig dansk by, da der kan være tale om relativt følsomme spørgsmål – og debatten let kan afledes af konkrete eller specifikke forhold og interesser, som kan være unikke for den pågældende by. Ikke desto mindre er behovet for at tage disse drøftelser både tydeligt og nødvendigt.

Derfor er dialogværktøjet Vandkøbing udarbejdet med det formål at kunne løfte samtalen om klimatilpasning op på et mere generelt niveau, med afsæt i en fiktiv by, som er repræsentativ og illustrerer udfordringer som er genkendelige fra en lang række danske kystbyer. Vandkøbings illustrative univers formidler og italesætter de komplekse dilemmaer og problematikker på en visuel måde, som gør det lettere at forstå problemstillingerne og se mulighederne i at kunne tænke mere sammenhængende og på tværs af vandkredsløbet. Det visuelle univers understøttes yderligere af en kort film, som gennem animationer og videoklip formidler Vandkøbings problemstillinger og løsningstilgange.

Derudover synliggør casen potentialet i en helhedsorienteret tilgang, hvor løsninger planlægges med udgangspunkt i det samlede vandkredsløb frem for sektoropdelte løsninger. Casen sammenligner derfor løsninger under de nuværende rammer med en alternativ helhedsløsning, hvor der er større fleksibilitet i organisering og finansiering – blandt andet med udgangspunkt i KPMGs forslag til nye finansierings- og organiseringsmodeller. Dette synliggør samtidig de samfundsøkonomiske gevinster ved at samtænke løsninger med udgangspunkt i samlede vandkredsløb.

Ligeledes skal casen kunne danne inspiration til forskellige løsningstilgange, som omfatter strategiske, planmæssige tiltag, fysiske tiltag samt beredskabsmæssige tiltag. Løsninger som både har kort, mellemlangt og langt sigte.

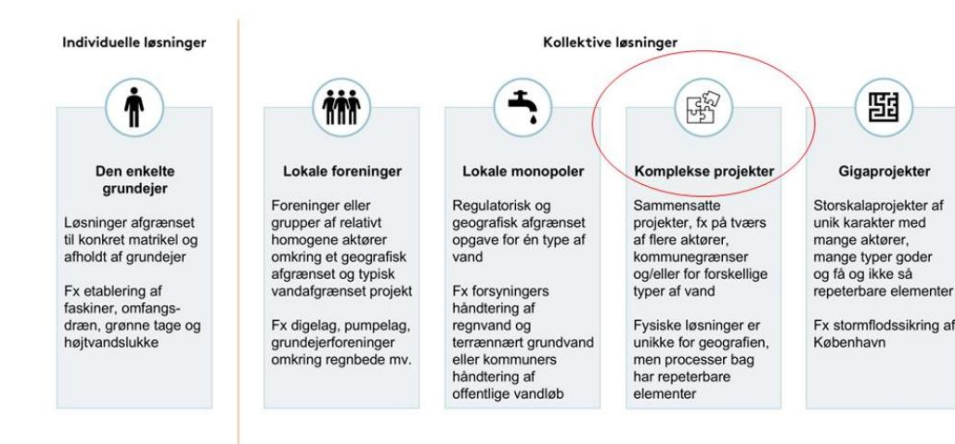
Vandkøbing er opbygget som en fiktiv, men datamæssigt forankret by, der samler typiske udfordringer fra danske kystbyer. Casen kan dermed anvendes på tværs af geografi og aktører og danne grundlag for dialog mellem kommuner, forsyningselskaber, borgere, erhverv og myndigheder.

Endelig samler og konkretiserer casen hovedpointer fra de øvrige delprojekter og rapporter udarbejdet for CIP Foundation og Realdania og omsætter disse til et fælles, visuelt og analytisk grundlag for videre drøftelser.

4 Baggrund for casen

Denne case tager udgangspunkt i de "komplekse projekter", som CIP Foundation i analyseoplægget til denne case definerer som: "Sammensatte projekter, fx. på tværs af flere aktører, kommunegrænser, og/eller for forskellige typer af vand". Som illustreret i Figur 4-1 er fokus i Vandkøbing på de komplekse projekter, hvor løsninger går på tværs af aktører, geografi og vandtyper.

Realdania har bidraget til dette arbejde for at understøtte en drøftelse af hvordan helhedsløsninger bedre kan understøttes via alternative rammebetingelser, da de nuværende rammer og komplicerede procedurer for klimatilpasning risikerer at begrænse mulighedsrummet for helhedsløsninger.



Kilde: CIP Foundations egen illustration

Figur 4-1: S sammensat case med udgangspunkt i komplekse projekter.

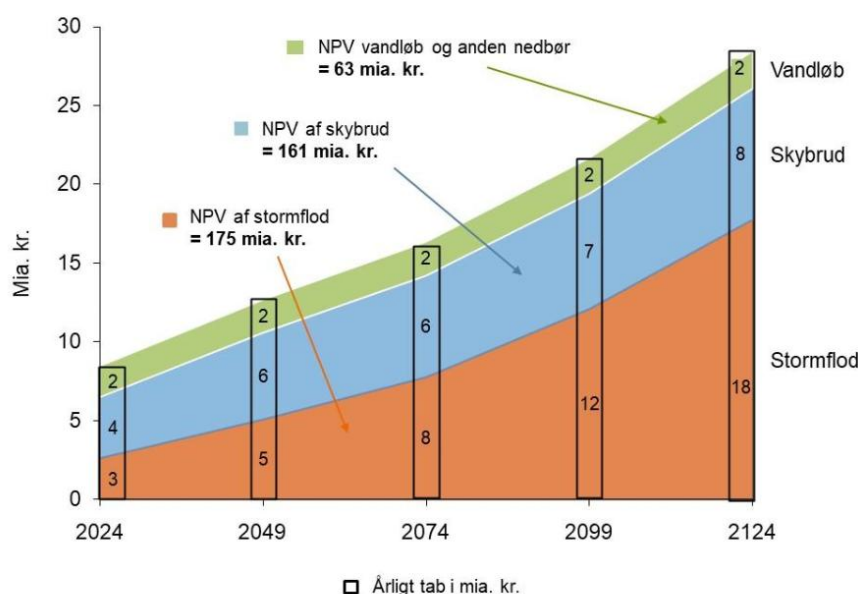
Den nuværende uklarhed om ansvar og finansiering begrænser mulighederne for at gennemføre klimatilpasningsprojekter og lave løsninger på tværs af vandkilder. Det medfører, at mange projekter forsinkes eller ikke realiseres. Samtidig stiger behovet for klimatilpasning, og jo længere indsatsen udsættes, desto større bliver de potentielle økonomiske tab. Eksempelvis kan løsninger, der kræver indsats på tværs af kommunegrænser eller involverer flere vandtyper, være vanskelige at gennemføre, fordi der ikke findes en aktør med både ansvar, mandat og finansieringsmulighed til at realisere den samlede løsning. De konkrete udfordringer, problematikker og konsekvenser samt anbefalinger er beskrevet i en række rapporter og analyser udarbejdet på vegne af Realdania og CIP Foundation. Rapporterne danner baggrund for denne case og opsummeres nedenfor.

DMI's rapport "Oversvømmelser i Danmark" (DMI, 2025) peger på, at vi fremover vil opleve flere ekstreme hændelser samt en stigende kompleksitet i oversvømmelser, hvor flere forhold kan påvirke samme område over tid. Det kan f.eks. være kombinationer af høj vandstand i havet, øget vandføring i vandløb og kraftige regnhændelser, som samlet øger risikoen og potentielt forstærker skadesomfanget.

Fælles for udviklingen er, at oversvømmelser i stigende grad skal forstås som et resultat af samspil mellem flere faktorer snarere end enkeltstående hændelser. Det

betyder, at vurdering af risiko og valg af løsninger i højere grad kræver en helhedsorienteret tilgang.

DTU har i rapporten "**Oversvømmelser i Danmark – økonomiske og menneskelige konsekvenser**" estimeret de samlede økonomiske skadesomkostninger fra oversvømmelser i Danmark til ca. 400 mia. kr. over de næste 100 år (DTU, 2026). Analyserne viser, at udsættelse af klimatilpasning medfører betydelige meromkostninger, og at der er et klart økonomisk rationale for at gennemføre klimatilpasning tidligere. Som illustreret i Figur 4-2 forventes de årlige skadesomkostninger at stige markant frem mod 2100, særligt drevet af stormflod og skybrud.



Figur 4-2: Årlige skadesomkostninger fra oversvømmelser fra stormflod, skybrud, vandløb og længerevarende regn (DTU, 2026).

I rapporten "**Vand, skader og forebyggelse**" udarbejdet af Schjødt Advokater (Schjødt, 2025) kortlægges nogle af de væsentligste udfordringer ift. klimatilpasning, som blandt andet medvirker til at forsinke eller bremse projekterne. Rapporten peger på, at bl.a. projekternes kompleksitet, kommunernes budgetregler og spildevandsselskabernes begrænsede handlemuligheder ift. medfinansiering er nogle af de medvirkende årsager til, at der ikke udføres flere klimatilpasningsprojekter. Ligeledes peger rapporten på, at parallelle regler for hav og vandløb samt naturbeskyttelseslovgivning giver nogle begrænsninger ift. mulighederne for at gennemføre klimatilpasning.

I rapporten "**Klimatilpasning ved planlagt tilbagetrækning**" ligeledes udarbejdet af Schjødt Advokater (Schjødt, 2026), beskrives hvordan der er behov for klare procedurer og retningslinjer for planlagt tilbagetrækning vha. opkøb af risikoejendomme – en løsning, som myndighederne i dag kun har meget begrænset mulighed for at gøre brug af. Rapporten peger på, at der i dag mangler klare redskaber til at håndtere allerede bebyggede områder, hvor beskyttelse ikke er teknisk eller økonomisk mulig.

Rapporten fremhæver særligt behovet for:

- › En national ramme for planlagt og gradvis tilbagetrækning fra særligt udsatte områder
- › Klare kriterier for, hvornår beskyttelse, tilpasning eller fraflytning bør vælges
- › Bedre muligheder for opkøb, omdannelse og ændret anvendelse af risikoejendomme
- › Modeller for finansiering og fordeling af tab, så ansvaret ikke alene placeres hos den enkelte grundejer
- › En langsigtet og flerstrengt klimatilpasningsstrategi, hvor planlagt tilbagetrækning indgår som ét blandt flere virkemidler

Dette er relevant for Vandkøbing, fordi casen netop indeholder områder, hvor fuld beskyttelse på lang sigt ikke nødvendigvis er den mest hensigtsmæssige løsning. I Vandkøbing indgår planlagt tilbagetrækning derfor som et eksempel på, hvordan arealanvendelse, beskyttelsesniveau og finansiering kan tænkes mere langsigtet og helhedsorienteret.

Realdanias projekt "Byerne og det stigende havvand (Realdania, 2025) identificerer en række juridiske og planlægningsmæssige udfordringer, og opstiller desuden en række anbefalinger for, hvordan man kan arbejde mere langsigtet og helhedsorienteret med klimatilpasning, baseret på fem overordnede anbefalinger:

- › **Kom godt i gang** – kortlæg risikoen og sæt en klar vision for byens møde med vandet.
- › **Planlæg med vandet** – ikke imod det – undgå kortsigtede tekniske løsninger, der kan skabe falsk tryghed.
- › **Tænk mindst 100 år frem** – planlæg klimatilpasning som en del af byens udvikling, så vi undgår dyre fejlinvesteringer.
- › **Vælg fleksible strategier** – klimatilpasning er uforudsigelig og skal kunne justeres over tid.
- › **Opbyg kapacitet gennem inddragelse** – borgere, erhvervsliv og myndigheder skal arbejde sammen for at finde holdbare løsninger.

Rapporten konkluderer, at klimatilpasning udfordrer de nuværende samfundsrammer, fordi lovgivning, finansiering og ansvarsfordeling ikke er tilpasset fremtidens behov.

Desuden skal klimatilpasning integreres i langsigtet byudvikling med en bred vifte af løsninger, og planlægningsarbejdet bør gå i gang allerede nu. Tekniske løsninger kan hjælpe på kort og mellemlangt sigt, men der skal også tænkes fleksibelt og

langsigtet og både borgere, virksomheder og politikere skal inddrages i hvordan klimatilpasningen skal foregå.

I rapporten "Byernes udfordringer med havvandsstigning og stormflod"

(COWI, 2017) vurderes den samlede økonomiske risiko fra stormflod og havvandsstigninger i danske kystbyer. Analysen omfatter 48 byer og ser på skadesomkostninger over 100 år (2017–2117), og beskriver desuden en række forskellige oversvømmelsestypologier.

Rapporten har dannet grundlag for sammensætningen af Vandkøbing ved at:

- › identificere typiske stormflods- og havvandsudfordringer i danske kystbyer
- › beskrive forskellige kyst- og stormflodstypologier
- › give et sammenligneligt datagrundlag for udvælgelse af bydele
- › understøtte, at Vandkøbing repræsenterer et gennemsnitligt og genkendeligt risikobillede for mellemstore danske kystbyer

Endeligt har en lang række konkrete, danske klimatilpasningsprojekter støttet af Realdania dannet inspiration til en række af de foreslåede løsningstiltag i casen.

4.1 Problematikker som belyses i casen

Klimatilpasningen i Vandkøbing er præget af en række gennemgående dilemmaer, som sætter rammen for, hvordan løsninger kan planlægges og gennemføres.

De organisatoriske og finansielle udfordringer, der analyseres senere i rapporten, hænger i høj grad sammen med de eksisterende juridiske og reguleringsmæssige rammer, som sætter betingelserne for, hvordan aktørerne kan samarbejde og finansiere løsninger.

I de følgende afsnit beskrives disse problemstillinger nærmere. Samtidig giver Tekstboks 4-1 et samlet overblik over hvor i rapporten de enkelte temaer uddybes og behandles i den videre analyse.

Organisering og lovgivning

Løsningerne til problemstillinger med oversvømmelsesrisikoer er i mange tilfælde kendte, men vanskelige at realisere som følge af en organisering og lovgivning, der ikke understøtter det samlede udfordringsbillede. I dag er ansvaret for de forskellige vandkilder opdelt på en række aktører, såsom kommuner, spildevandsselskaber og statslige myndigheder. Samtidig er det reguleret, hvilke typer tiltag de enkelte aktører må gennemføre og finansiere. Denne opdeling begrænser mulighederne for at tænke løsninger på tværs af vandkredsløbet og medfører ofte, at projekter enten forenkles eller ikke gennemføres.

Oversvømmelsesrisici håndteres ofte enkeltvis, selvom hændelser i praksis kan påvirke samme område samtidig – f.eks. stormflod kombineret med høj vandføring i vandløb eller kraftig regn. Selv ved etablering af beskyttelsestiltag vil der desuden være en restrisiko, hvor ekstreme hændelser og/eller koblede hændelser fortsat kan medføre oversvømmelser. Hertil kommer såkaldte tekniske oversvømmelser, hvor svigt i anlæg som diger, dæmninger eller pumpesystemer kan føre til pludselige og alvorlige hændelser, f.eks. ved digebrud under stormflod.

I takt med at klimaet ændrer sig, og både ekstreme og komplekse hændelser forventes at forekomme hyppigere, er der et stigende behov for at kunne planlægge og gennemføre løsninger på tværs af lovgivning, aktører og geografi. Dette er en forudsætning for at etablere robuste, helhedsorienterede løsninger, der reducerer både direkte skader og den samlede restrisiko.

Plads og arealanvendelse

Klimatilpasning kræver betydelige arealer. Pladsen i byerne er trang, og der er brug for at kunne tænke arealfordeling og -anvendelse i en bredere forstand, hvis der skal etableres helhedsorienterede løsninger – f.eks. til vandparkering i oplandet eller midlertidig oversvømmelse af byrum som parker og pladser.

Mulighederne for at anvende private arealer til håndtering af vand er i dag stærkt begrænsede, da forsyningerne i udgangspunktet ikke kan etablere løsninger på privat grund. Ligeledes er klimatilpasning ikke indtænkt i den større arealomlægning, som skal ske under den grønne trepart. Dette er u hensigtsmæssigt, da der er store gevinster ved at tænke arealplanlægningen sammen med klimatilpasning, hvor arealer både kan håndtere vand og skabe værdi for natur og rekreation.

Ansvarsfordeling

I dag er det grundejerens ansvar at sikre privat ejendom mod oversvømmelser, mens kommunerne har ansvar for at sikre offentlige værdier og natur, og forsyningsselskaberne har ansvaret for at håndtere regnvand op til serviceniveau. Denne opdeling medfører risiko for fragmenterede og uhensigtsmæssige, usammenhængende løsninger, da der ikke er en overordnet koordinering af indsatser.

Det kan f.eks. føre til situationer, hvor tiltag ét sted i vandoplandet – f.eks. tilbageholdelse af vand opstrøms – reducerer behovet for investeringer nedstrøms, men hvor der ikke er en aktør med ansvar eller incitament til at gennemføre den samlede løsning. Resultatet er risiko for fragmenterede og ineffektive løsninger, hvor indsatser ikke koordineres på tværs af systemet.

Langsigtet planlægning

De løsninger, der etableres i dag, har stor betydning for fremtidens kystsamfund. Klimatilpasning kræver en planlægning, der er langsigtet, strategisk og kan tilpasses over tid – ud over skiftende valgperioder. Uden mulighed for at tænke langsigtet risikeres øget restrisiko og behov for gentagne tilpasninger og udbygninger af anlæg – f.eks. ved byudvikling i lavtliggende områder, som senere kræver omfattende beskyttelse.

Værdisætning og prioritering

Klimatilpasning omfatter også værdier, som er vanskelige at værdisætte økonomisk, herunder natur, kulturarv og rekreative kvaliteter, men som har stor samfundsmæssig betydning. Når prioritering af projekter i høj grad baseres på samfundsøkonomiske beregninger, er der risiko for, at disse positive værdier ikke vægtes tilstrækkeligt.

Det kan f.eks. føre til, at områder med lave ejendomsværdier har vanskeligere ved at opnå tilskud til klimatilpasning, selvom de kan være særligt udsatte. Samtidig rejser det spørgsmål om, hvem der skal prioritere beskyttelsen af fælles værdier, og hvordan omkostningerne skal fordeles mellem offentlige og private aktører.

Uden en mere sammenhængende og tværgående prioritering risikeres dermed en skæv fordeling af indsatsen og beskyttelsen af fælles værdier.

Social resiliens og mindset

Klimatilpasning kræver en ændret forståelse af livet ved vandet, hvor periodiske oversvømmelser i visse områder i højere grad må accepteres. Det kan f.eks. indebære, at parker, veje eller pladser midlertidigt oversvømmes ved kraftige hændelser.

Samtidig stiller det krav til, at beslutningstagere og faglige aktører kan håndtere usikkerhed om fremtidige klimaforhold og arbejde mere tværgående og langsigtet i planlægningen.

Borgerinddragelse og lokalt ejerskab

Klimatilpasning påvirker i høj grad lokale borgere og brugere af byen, men deres rolle som aktører er ofte ikke tydeligt defineret i planlægning og gennemførelse af projekter. Manglende inddragelse kan føre til modstand mod løsninger, længere procesforløb og mindre hensigtsmæssige løsninger.

Tidlig og aktiv inddragelse af borgere og lokalkendskab kan derimod bidrage til bedre beslutningsgrundlag og forankring af konkrete klimatilpasningstiltag.

Tilbagetrækning og fravalg af beskyttelse

I nogle områder vil det på længere sigt ikke være samfundsøkonomisk eller teknisk hensigtsmæssigt at etablere beskyttelse mod oversvømmelser. Klimatilpasning kan derfor i stigende grad indebære planlagt tilbagetrækning eller fravalg af beskyttelse i særligt udsatte områder.

Det kan f.eks. være lavtliggende kyst- eller sommerhusområder, hvor gentagne oversvømmelser eller høje beskyttelsesomkostninger gør planlagt tilbagetrækning, ændret arealanvendelse eller fravalg af beskyttelse mere relevant end etablering af omfattende sikringsanlæg.

Tekstboks 4-1: Oversigt over centrale problemstillinger i Vandkøbing og deres kobling til rapportens analyser og løsningsforslag.

Organisering og lovgivning

Udfordringer relateret til fragmenterede ansvar og manglende sammenhæng på tværs af aktører og vandtyper danner grundlag for løsningsprincipperne i kapitel 5 samt organisering i afsnit 7.1.

Plads og arealanvendelse

Behovet for arealer til klimatilpasning og udfordringer med at bringe eksisterende arealer i spil uddybes i de konkrete løsninger i kapitel 6, herunder vandparkering og byrumsløsninger.

Ansvarsfordeling

Uklare incitamenter og manglende sammenhæng mellem opstrøms og nedstrøms tiltag behandles gennem den samlede løsning i afsnit 6.6 samt bidragsmodellen i afsnit 7.5.

Langsigtet planlægning

Behovet for at tænke klimatilpasning langsigtet og adaptivt afspejles i dimensionering, etapeopbygning og investeringer i kapitel 6 og 7.

Værdisætning og prioritering

Udfordringer ved at værdisætte kollektive goder som natur, kulturarv og rekreative kvaliteter indgår i skadesberegningerne i afsnit 7.3 og 7.4 samt i finansieringsmodellen i afsnit 7.2 og 7.5.

Social resiliens og mindset

Behovet for at acceptere vand som en del af byen og arbejde med midlertidige oversvømmelser afspejles i de konkrete løsninger i kapitel 6.

Borgerinddragelse og lokalt ejerskab

Betydningen af lokal forankring og inddragelse indgår som en forudsætning for gennemførelse af løsningerne i kapitel 6.

Tilbagetrækning og fravalg af beskyttelse

Muligheden for ikke at beskytte alle områder relaterer sig til prioritering og valg af løsninger i kapitel 6 samt de økonomiske vurderinger i kapitel 7.

5 Løsningsprincipper

Løsningerne på oversvømmelsesrisici i Vandkøbing bygger på en række principper med det formål, at løsningerne som udgangspunkt skal skabe værdi for vores samfund, vores byer og for naturen. De væsentlige principper for de løsninger, som er anvendt i Vandkøbing er:

- › **Kollektive, værdiskabende løsninger frem for fragmenterede, individuelle tiltag:** Ved at arbejde med kollektive løsninger opnår vi ofte en lang række ekstra gevinster, til gavn for omgivelserne og samfundet. Ved at tænke merværdier ind i løsningerne fra starten, kan løsningerne være et aktiv for byen og for de mennesker der bruger den.
- › **Sammenhængende løsninger, der udnytter synergier:** Ved at lave sammenhængende løsninger på tværs af vandets kredsløb, opnår vi synergier, som f.eks. kan mindske størrelsesbehovet og kompleksiteten af de enkelte løsninger, fordi vi kan etablere tiltag på den mest optimale måde, på de mest optimale placeringer. Samtidig kan løsningerne bidrage positivt til f.eks. natur og biodiversitet, fordi vi kan samtænke strategier og planer på en større skala.
- › **Langsigtede løsninger for fremtidige generationer:** Klimatilpasning indebærer store investeringer og valg, som former byer og landskaber mange årtier frem. Derfor er det afgørende, at løsningerne ikke baseres på kortsigtede hensyn eller midlertidige kompromiser, men på robuste strategier, der kan understøtte en hensigtsmæssig udvikling over tid.
- › **Naturbaserede løsninger, hvor det er muligt:** Ved at arbejde med naturbaserede løsninger opnår vi mere robusthed i løsningerne, fordi de baseres på naturens egne principper og lettere kan tilpasses over tid. Samtidig kan løsningerne bidrage med ny natur og rekreative kvaliteter på en anden måde end traditionelle, hårde løsninger.
- › **Fleksible og adaptive løsninger:** Løsningerne kan udvikles og tilpasses over tid. Det øger robustheden i en situation, hvor både klima og byudvikling er forbundet med usikkerhed. I stedet for at fastlåse sig i én permanent løsning fra starten, giver denne tilgang mulighed for at arbejde i trin og justere løsningerne i takt med ny viden, ændrede behov og ændrede klimaforhold.

Samlet set betyder disse principper, at klimatilpasning i Vandkøbing ikke alene handler om at holde vandet ude, men om at placere og udforme løsningerne, så de giver størst samlet værdi. Det reducerer behovet for store CO₂-forbrugende underjordiske og teknisk tunge anlæg, styrker mulighederne for samspil med natur og byudvikling og giver en bedre udnyttelse af både arealer og offentlige midler. Løsningerne i Vandkøbing skal således ikke blot beskytte mod oversvømmelser, men samtidig understøtte en mere robust, attraktiv, bæredygtig og langsigtet udvikling af byen.

Ovenstående løsningsprincipper bør desuden understøttes af en proces, hvor relevante aktører inddrages undervejs i projektet, og hvor der skabes gennemsigthed

i alle beslutninger, så borgere og interessenter løbende kan følge med, forstå baggrunden for beslutningerne og have tillid til processen.

For at tydeliggøre forskellene mellem en traditionel og en helhedsorienteret tilgang til klimatilpasning er der i Tabel 5-1 opstillet en sammenligning af centrale elementer i de to tilgange. Tabellen illustrerer, hvordan en helhedsorienteret tilgang adskiller sig fra en traditionel praksis ved i højere grad at tænke på tværs af vandtyper, geografi og aktører. Samtidig fremgår det, at forskellene ikke alene vedrører de tekniske løsninger, men også organisering, proces og finansiering – og dermed de samlede forudsætninger for at gennemføre klimatilpasning effektivt.

Tabellen viser også hvordan en helhedsorienteret tilgang kan understøtte en mere effektiv gennemførelse af klimatilpasning. Eventuelle tidsgevinster vurderes primært at være knyttet til mere sammenhængende organisering, tydeligere ansvarsfordeling og færre konflikter i projektgennemførelsen.

Tabel 5-1: Sammenligning af traditionel og helhedsorienteret klimatilpasning.

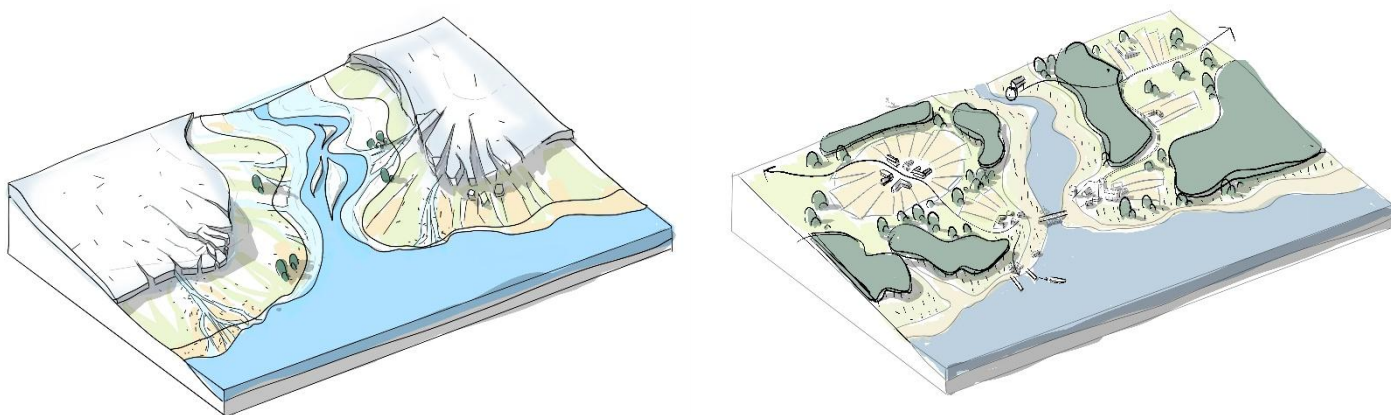
Element	Traditionel	Helhedsorienteret
Planlægning	Projektvis, lokalt fokus	Helhedsorienteret på tværs af opland
Tidsforløb	Sekventielt, ofte langstrakt	Koordineret med mulighed for mere effektiv gennemførelse
Organisering	Fragmenteret mellem aktører	Samlet/koordineret organisering
Implementering	Opdelte løsninger	Sammenhængende og gensidigt afhængige løsninger
Betalingskreds	Smal (typisk direkte berørte)	Udvidet (direkte + indirekte nyttehavere)
Betalingsprincip	Opdelt efter vandtype (fx digelag/vandtakst)	Mere samlet fordeling baseret på risiko og nytte
Samlet effekt	Lokalt optimeret	Systemisk optimeret

6 Velkommen til Vandkøbing!

Vandkøbing er baseret på en sammensætning af virkelige danske bydele og bygger på faktiske data for bygningsmasse, oversvømmelsesrisici og skadesomkostninger. Anvendelsen af realistiske data er afgørende for, at casen kan fungere som et troværdigt analyse- og dialogværktøj, hvor sammenhænge mellem risiko, værdier og løsninger fremstår konkrete og genkendelige.

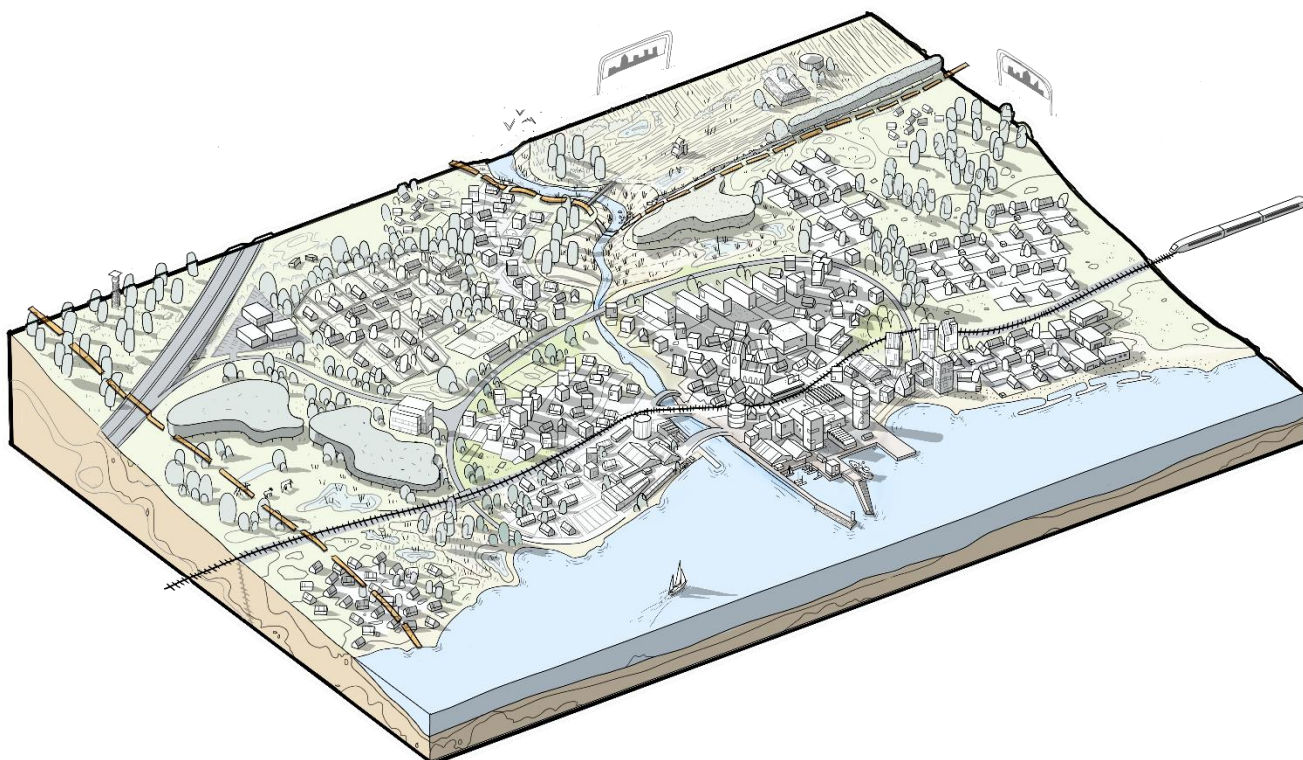
For at kunne vurdere oversvømmelsesrisici og det potentielle skadesomfang er det nødvendigt at forstå, hvordan værdier er fordelt i byen – både geografisk og funktionelt. Oplysninger om bygningsmassen og dens sammensætning anvendes derfor i de følgende afsnit til at belyse, hvor værdier er placeret, og hvordan de påvirkes i de enkelte bydele. Dette danner samtidig grundlag for at vurdere effekten af forskellige klimatilpasningsløsninger og for at sammenligne alternative tilgange.

Vandkøbing er en fiktiv kystby beliggende i et ådalslandskab, hvor et vandløb løber gennem byen. Byens udvikling har historisk været tæt knyttet til både vandløbet og kysten, hvilket har formet dens bystruktur, funktioner og værdier. Med tiden bliver Vandkøbing en handelsby, den historiske bykerne udbygges med kirke, huse og forretninger, og havnen udbygges og bliver en central del af byens virke.



Figur 6-1: Vandkøbings historiske udvikling.

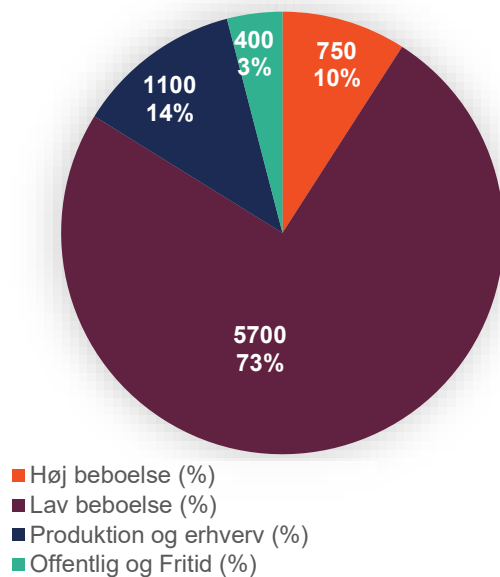
Gennem 1800-tallet og industrialiseringen udvikles byen gradvist til den struktur, vi kender i dag – med fortætning, etablering af villaområder, udbygning af havnen samt anlæg af jernbane og erhverv. I nyere tid har urbaniseringen yderligere accelereret byens udvikling, hvor nye boligområder er opstået, tidligere industriområder er omdannet, og havnen er blevet videreudviklet Figur 6-2.



Figur 6-2: Vandkøbing i dag

Vandkøbing er i dag en mellemstor dansk by med ca. 30.000 - 40.000 indbyggere. Byen rummer en bykerne med butikker, mindre erhvervsdrivende, kulturelle og offentlige institutioner og beboelse. Indbyggertallet er estimeret ud fra en gennemsnitsbetragtning om at der bor 2,1 personer per hus i kategorien lav bebyggelse, og 1,8 personer per lejlighed. Antallet af unikke lejligheder er estimeret ud fra en antagelse om, at der gennemsnitligt er 15 lejligheder per bygningspolygon til høj bebyggelse, med afsæt i at hvert bygningspolygon kan indeholde flere opgange. Se fordelingen af bygningskategorier i Figur 6-3.

I oplandet er der boligområder beliggende både langs kysten og langs vandløbet med blandet beboelse, dagligvarebutikker, mindre erhvervsdrivende, skoler og daginstitutioner. Langs havnefronten ligger et erhvervsområde med både tungere industri og let erhverv. Den bynære del af havnen er i nyere tid blevet omdannet til beboelsesområder og lettere erhverv som kontorer, butikker og restauration, en udvikling som er planlagt til at skulle fortsætte de kommende 10-15 år. Derudover rummer Vandkøbing en banegård, som fungerer som et regionalt knudepunkt for transport i regionen. Uden for byen ligger et kystnært sommerhusområde, hvor en del af sommerhusene ligger i nabokommunen. Sommerhusområdet ligger ud til et Natura 2000 areal og er et yndet udflugtsmål for borgere i hele regionen, ligesom sommerhusområdet også spiller en rolle ift. Vandkøbings turismeerhverv.



Figur 6-3: Fordeling af bygningsmassen i Vandkøbing ekskl. BBR 900 numre. Figuren viser samlet antal bygninger (afrundet) samt fordelingen af bygningstyper angivet i %.

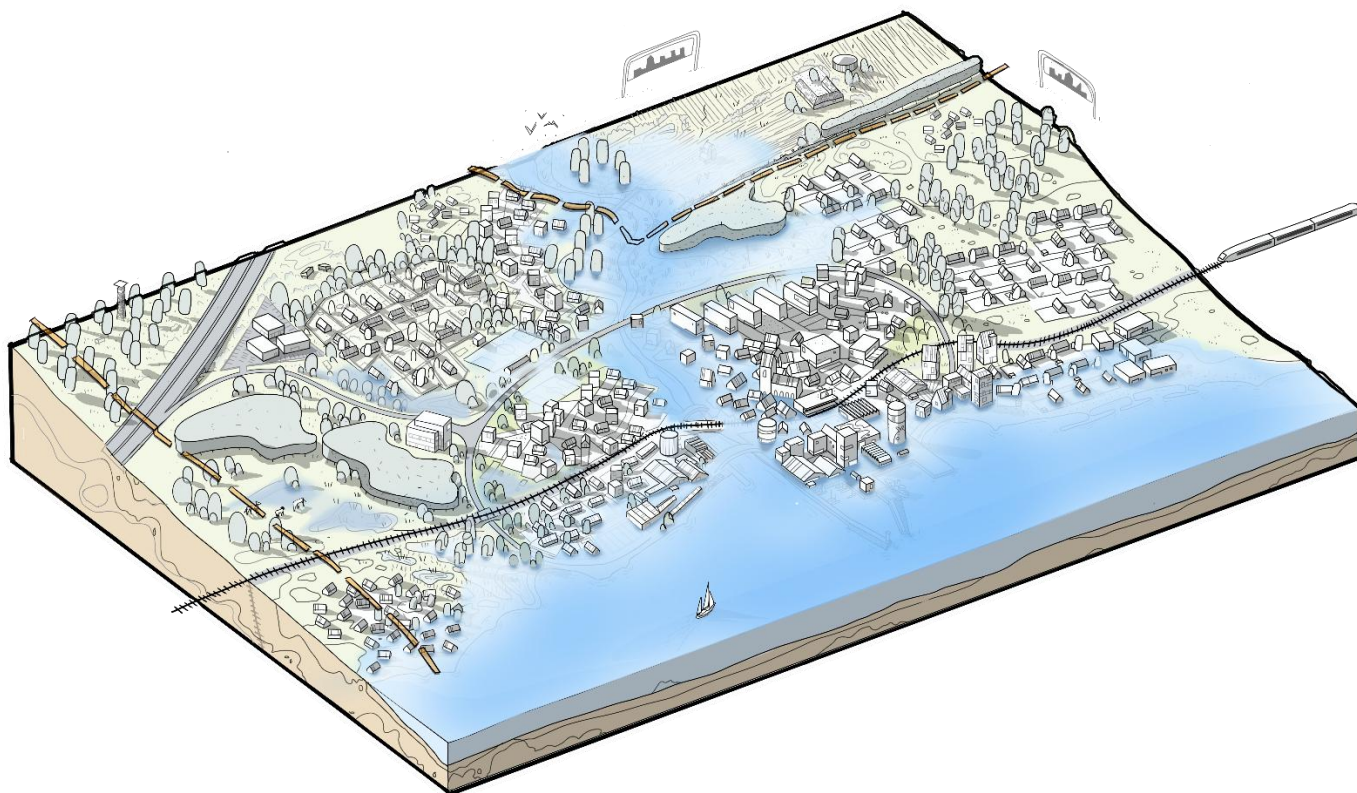
Vandløbet, som løber gennem boligområder og bykernen, har et hydrologisk vandopland, som strækker sig ind i nabokommunen. Uden for byen består oplandet til vandløbet primært af landbrugsarealer og naturarealer som eng og mose, omfattet af §3-beskyttelse.

Vandkøbing indeholder et bredt aktør- og interesselandskab og repræsenterer problematikker i den nuværende organisering inden for klimatilpasning, herunder stat, kommuner, forsyninger, grundejere, erhverv samt organisationer og interessegrupper med tilknytning til natur, arealanvendelse og rekreative interesser.

Vandkøbing indeholder ligeledes en blandet sammensætning af værdier, herunder bygningsmasse, infrastruktur, erhvervsaktiviteter samt fælles goder som natur, kultur og rekreative områder.

Men Vandkøbings kystnære placering og vandløbet gennem bykernen og boligområdet giver udfordringer for byen, som med et ændret klima er udsat for en stor og tiltagende oversvømmelsesrisiko, se Figur 6-4.

Allerede i dag er flere områder i Vandkøbing i risiko for oversvømmelse. Med et ændret klima forventes både hyppigheden og intensiteten af hændelserne at stige, samtidig med at flere hændelser i stigende grad vil optræde samtidigt som koblede hændelser. Oversvømmelser fra havet, vandløbet og skybrud vil dermed udgøre en tiltagende samlet risiko for byen, hvis ikke der gennemføres klimatilpasning. Derfor er man i Vandkøbing gået sammen på tværs af offentlige og private aktører samt borgere, for at kortlægge de specifikke oversvømmelsesudfordringer, og på baggrund af dette, udarbejde en helhedsorienteret plan for, hvordan byen skal klimatilpasses og udvikles over de kommende år.



Figur 6-4: Illustration af Vandkøbing oversvømmet uden beskyttelsestiltag. Her er byen oversvømmet fra vandløbet og af stormflod fra hav.

Risikoen for oversvømmelse betyder, at der er behov for klimatilpasning af Vandkøbing, hvis ikke der skal ske store økonomiske tab over de næste 100 år. Der er derfor udviklet et forslag til en helhedsorienteret klimatilpasning af byen, hvor man har lagt vægt på, at løsningerne skal arbejde med vandet og ikke imod det. Løsningerne i Vandkøbing skal:

- › Bidrage med værdi i byen og for bylivet
- › Baseres på naturbaserede principper i videst muligt omfang
- › Sikre, at borgerne fortsat har adgang til kysten
- › Skabe sammenhæng på tværs af vandets kredsløb
- › Håndtere den samlede oversvømmelsesrisiko og restrisiko

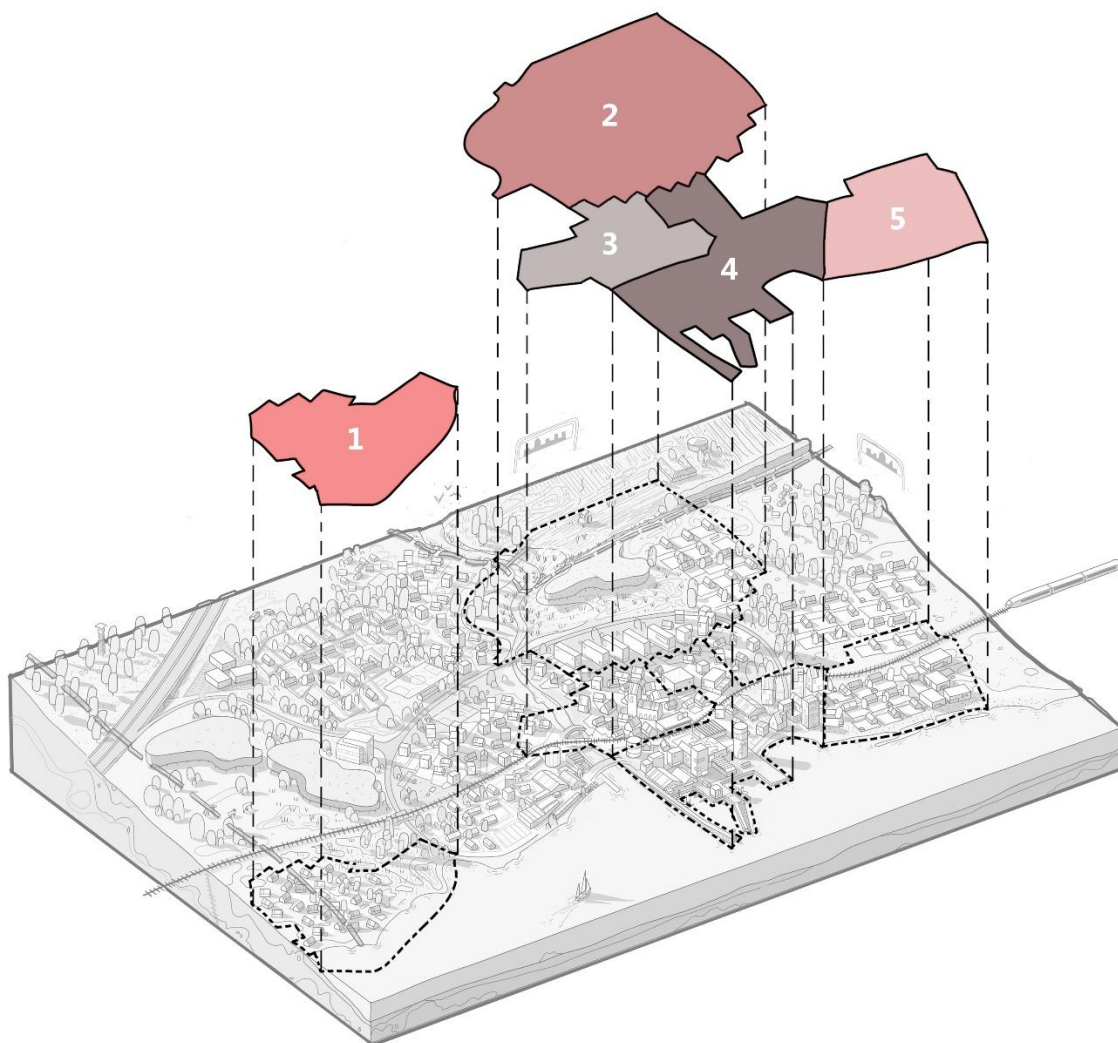
For at realisere denne tilgang er der i Vandkøbing arbejdet med at adressere de barrierer, der følger af den nuværende organisering og regulering. Dette er illustreret gennem et scenarie, hvor en række kendte barrierer for helhedsorienteret klimatilpasning er reduceret eller håndteret. Her er der blandt andet:

- › Reduceret økonomiske og administrative barrierer for gennemførelse af større klimatilpasningsprojekter

- › Givet forsyningen udvidede muligheder for medfinansiering
- › Udarbejdet en finansieringsmodel til fordeling af bidrag til klimatilpasning (KPMG)
- › Etableret et tværgående koordineringsorgan med afsæt i det hydrologiske opland
- › Indarbejdet klimatilpasning i den lokale grønne trepart
- › Skabt mulighed for løsninger på private arealer gennem aftaler
- › Udarbejdet en klar proces for, hvordan der kan opnås tilladelse til at etablere løsninger i naturbeskyttede arealer (fravigelsesvejledning)
- › Udvidet mulighederne for statslig medfinansiering
- › Etableret modeller for planlagt tilbagetrækning og begrænsning af nybyggeri i risikozoner

Samlet tegner Vandkøbing dermed et nuanceret billede af en dansk kystby, hvor historisk udvikling, funktionel opbygning og værdifordeling er tæt forbundet med vandets tilstedeværelse. Byens fysiske struktur og aktørlandskab danner et komplekst afsæt for at forstå samspillet mellem risiko, værdier og mulige løsninger, som udfoldes yderligere i de følgende afsnit.

I Vandkøbing er der særligt fem bydele, som er udsat for oversvømmelser fra enten kyst eller vandløb. Det drejer sig om boligområderne "Ådalen" og "Kysten", bykernen, havne- og erhvervsområdet, samt sommerhusområdet uden for byen (se Figur 6-5). De enkelte bydele og deres udfordringer gennemgås i de følgende afsnit.



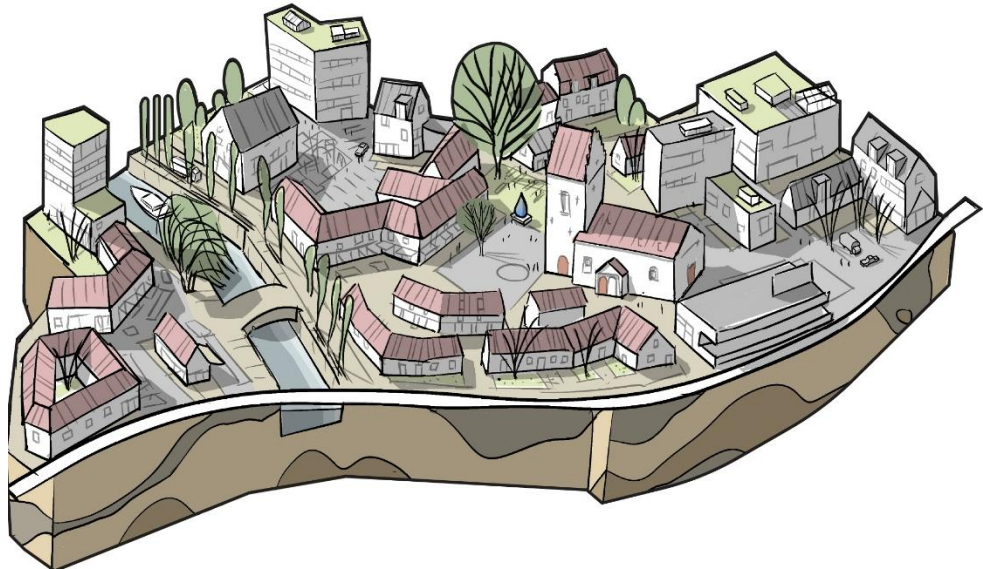
Figur 6-5: Oversigt over bydele i Vandkøbing. 1. Sommerhusområdet, 2. Boligområdet "Ådalen", 3. Bykernen, 4. Havne- og Erhvervsområde, 5. Boligområdet Kysten.

6.1 Bykernen

Figur 6-6 viser en illustration af Bykernen, der ligger i den gamle ådal ved udmundingen af åen. Åen og havet har historisk set været byens livsnerve. Bykernen indeholder ud over beboelse en lang række funktioner som cafeer, restauranter og butikker beliggende langs åen, som også i dag er en central del af livet i bykernen.

Bykernen indeholder desuden offentlige funktioner som rådhus, bibliotek og museer samt dagligvarebutikker, hoteller og en række små selvstændige erhvervsdrivende. I den ældre del af bykernen er der en del fredede og bevaringsværdige bygninger samt en kirke. Den østlige del af kyststrækningen ved bykernen ligger

på relativt højt terræn og er derfor ikke væsentligt eksponeret for oversvømmelse ved de analyserede hændelser.



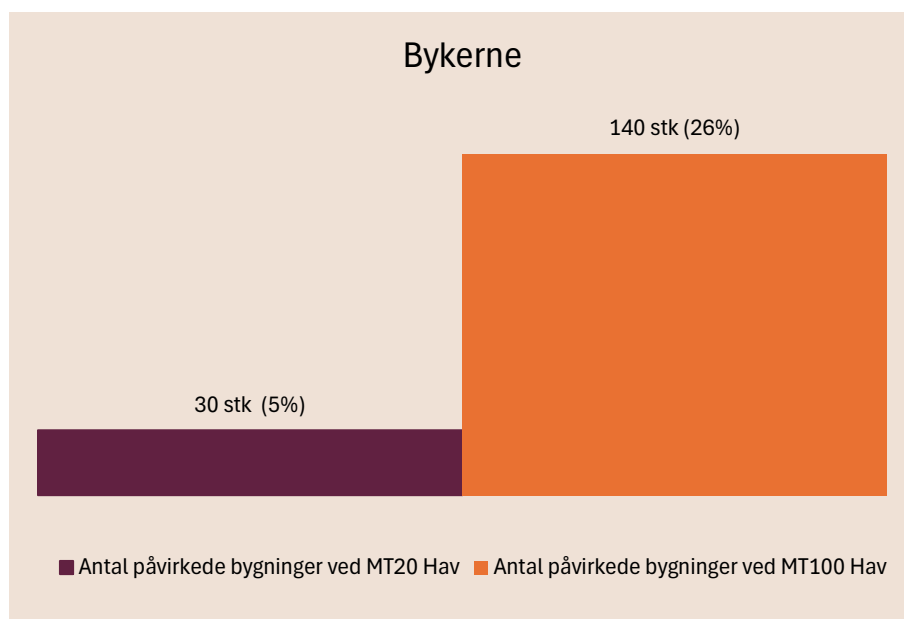
Figur 6-6: Illustration af Vandkøbing Bykerne.

Bykernen indeholder i alt 550 bygninger og bygningsmassen i bykernen udgør 7% af den samlede bygningsmasse i Vandkøbing. Fordelingen af bygningsmassen har betydning for både det forventede skadesomfang og for prioriteringen af klimatilpasningstiltag i området.

6.1.1 Bykernens udfordringer

Dele af bykernen er lavtliggende, hvilket gør den særligt sårbar over for oversvømmelser ved stormflod.

En mindre del af bykernen oversvømmes ved en 20-års stormflod, mens betydelige dele oversvømmes ved en 100-års stormflod. Ud af de i alt 550 bygninger i bykerne, oversvømmes 30 ved 20-års stormflod mens der ved en 100-års stormflod vil være 140 af bygningerne som oversvømmes. Antal bygninger, der oversvømmes ved hver oversvømmelsestype, fremgår af Figur 6-7.

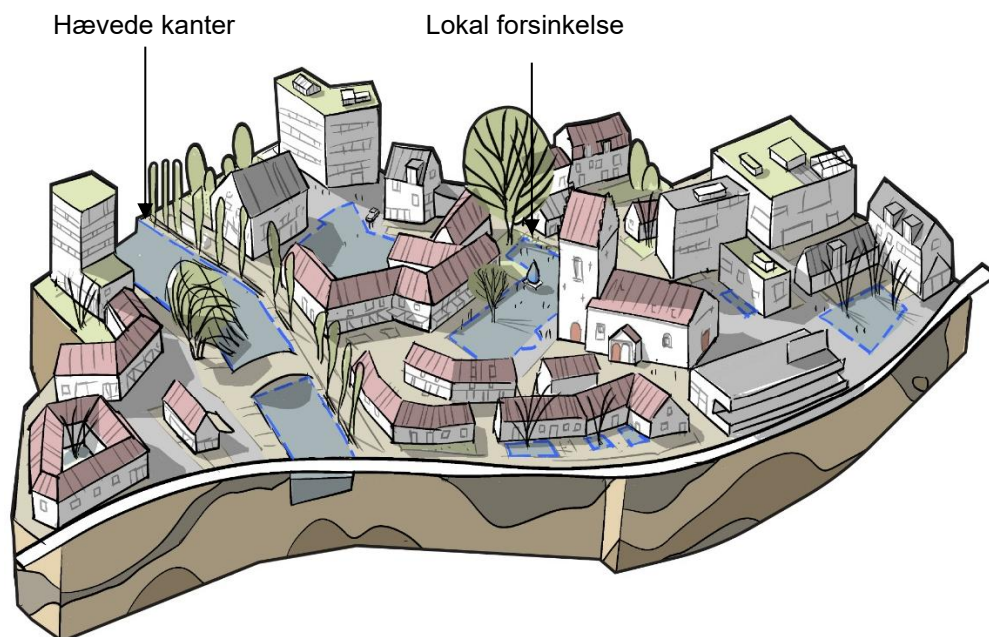


Figur 6-7: Antal bygninger i bykernen (ud af i alt 550 bygninger), der påvirkes ved hver oversvømmelsestype.

Problematikker, som belyses i bykernen er:

- › **Adgang til vandet:** Hvordan sikres en fortsat adgang til vandet, som har så stor betydning for livet i byen? Hvordan skaber vi plads til integrerede løsninger, som understøtter bylivet, er et aktiv i byrummet og samtidig beskytter byen mod oversvømmelse uden at udgøre en stor fysisk barriere? Handlingsrummet for dette er begrænset eller kompliceret pga. administration, lovgivning og fysiske forhold.
- › **Prioritering og vægtning:** Hvordan værdisættes bevaringsværdige bygninger og kulturelle værdier i samfundsøkonomiske analyser og finansieringsmodeller? Og er det rimeligt, at beskyttelsen af fælles goder som kulturarv i udgangspunktet overlades til den enkelte ejer?
- › **Begrænset mulighed for at udnytte egnede, men private arealer:** I dag har forsyning og kommune begrænsede eller ingen muligheder for at etablere kollektive anlæg til håndtering af regnvand på privat grund. Det betyder, at ellers egnede arealer med plads ikke kan anvendes, og at pladsen til etablering af forsinkelsesanlæg i byen derfor er yderst begrænset. Ofte må der i stedet udføres under jorden, hvilket er dyrt, materiale- og ressourcekrævende (CO₂) og ofte kræver mere drift, eller etableres større ledninger. Samtidig går man glip af muligheden for at etablere rekreative arealer til gavn for byens borgere.
- › **Kulturændring og strategisk byudvikling:** Hvordan beskytter vi byen til et passende niveau, samtidig med at vi planlægger en hensigtsmæssig langsigtet udvikling af byerne? Klimatilpasning forudsætter samtidig en kulturændring, hvor det i højere grad accepteres, at vand i perioder er en del af byen, og at ikke alle områder nødvendigvis kan eller bør beskyttes fuldt ud. Det indebærer blandt andet en ændret tilgang til, hvor og hvordan vi bygger, hvordan vi anvender byrum, og hvordan vi håndterer risiko over tid.

6.1.2 Løsninger i bykernen



Figur 6-8: Illustration af løsninger i Bykernen. Hævede kanter langs vandløbet og lokale forsinkelsestiltag på private arealer og offentlige pladser.

Vandløbet har med sit nuværende profil gennem bykernen kapacitet til en vandføring svarende til knap en 5-års hændelse (nutid). Da bykernen er tæt bebygget og placeret meget tæt ved vandløbet, er der kun begrænset plads til at etablere beskyttelsesløsninger langs vandløbet, og samtidig vil man gerne bevare adgangen til vandløbet i så høj grad som muligt pga. den rekreative værdi. Desuden sætter de mange fredede og bevaringsværdige bygninger begrænsninger for de tiltag, som kan udføres lokalt omkring de enkelte bygninger. Derfor handler tiltag for beskyttelse af bykernen i høj grad om at begrænse vandføringen i vandløbet gennem forsinkelsestiltag i oplandet, kombineret med en ydre sluseløsning ved åens udmunding, som kan lukke af ved høje havvandstande, så der ikke sker tilbagestuvning gennem vandløbet.

Den opstrøms forsinkelse udføres som et område, som omdannes til vandparkering på landbrugs- og naturarealer beliggende delvist i nabokommunen. Vandparkeringen har til formål at tilbageholde vandet, der hvor der er plads til rådighed, og samtidig frigøre kapacitet i vandløbet, så det kan føre de vandmængder, som ledes til det fra bykernen og fra boligområdet opstrøms bykernen. Dette gør det muligt at arbejde med en differentieret og lokal tilgang til klimatilpasning inde i bykernen.

Samtidig vil der fortsat være behov for lokale beskyttelsestiltag på de enkelte ejendomme, herunder sikring af kældernedgange, lyskasser, kældervinduer, døre og andre sårbare adgangsveje for vand. Disse tiltag bidrager til at reducere risikoen ved både mindre hændelser og den resterende risiko ved ekstreme hændelser.

Gennem bykernen etableres en lokal beskyttelse, hvorved vandløbet vil kunne føre en vandmængde svarende til en 5-års hændelse i år 2100. På grund af de

begrænsede pladsforhold sker dette primært gennem kantløsninger langs vandløbet og hævede brinker. Gentagelsesperioden er valgt ud fra en samlet betragtning af, hvad der er mulighed for at etablere af tilbageholdelse i oplandet opstrøms, samt i bykernen ved lokale forsinkelsesløsninger. Samtidig har det været en prioritering, at løsninger fortsat skulle muliggøre en nærhed til vandløbet for at bevare den rekreative værdi, som vandløbet udgør i byen.

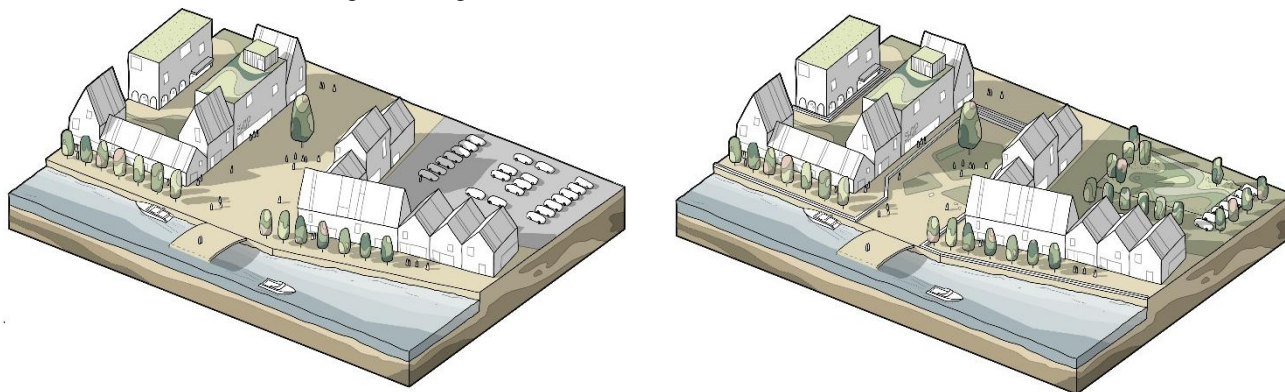
Løsningen kombineres med forsinkelsesløsninger i byen, som har til formål at tilbageholde regnmængder fra selve bykernen op til T100, således, at der kun ledes mængder til vandløbet svarende til den naturlige afstrømning ved en 5-årshændelse. Her anvendes parker, pladser, gårdrum og grønne arealer til at tilbageholde regnvand ved større hændelser end 5-års hændelsen. Løsningerne etableres der, hvor der er plads, på lavtliggende arealer. Flere steder etableres forsinkelsesløsninger på privat grund. På grund af tætte belægninger og begrænset plads i gaderummene er det ikke muligt at etablere egentlige nedsivningsløsninger her, hvilket gør de grønne gårdrum til et vigtigt element i den lokale vandhåndtering.

Ved større hændelser end en 100-års hændelse i 2100, vil der fortsat være risiko for oversvømmelser i bykernen – både fra vandløb, stormflod og skybrud. Derfor vil der være behov for at sikre kritiske funktioner og bevaringsværdige bygninger mod disse hændelser. Dette gøres ved at indarbejde lokale tiltag og tilpasninger af de enkelte ejendomme, eksempelvis gennem terræntilpasning, kantforhøjninger eller adgangssikringer. Dette gør det muligt at beskytte bygningerne uden at ændre væsentligt på byens historiske strukturer og byrumsoplevelser.

For særligt kritiske funktioner og bygninger, såsom kirke og station, suppleres de permanente løsninger med beredskabstiltag. Disse kan blandt andet bestå af midlertidige barrierer eller mobile løsninger, der kan aktiveres ved varsling om ekstreme hændelser. Denne tilgang gør det muligt at opretholde et højt beskyttelsesniveau uden at skulle etablere permanente, indgribende konstruktioner i hele bykernen.

Samlet set er løsningen i bykernen karakteriseret ved en finmasket kombination af lokale tiltag, der er tilpasset de enkelte steders funktion og pladsforhold. Sammen med den opstrøms vandparkering sikrer dette, at bykernen kan håndtere fremtidens vandpåvirkninger, samtidig med at byens historiske og arkitektoniske værdier bevares.

For at tydeliggøre de konkrete ændringer i bydelen er løsningen illustreret på Figur 6-9 som en sammenstilling af den eksisterende situation og den foreslåede fremtidige løsning.



Figur 6-9: Illustration af bykernen i eksisterende situation (TV) og med fremtidig klimatilpasningsløsning (TH). Figuren viser, hvordan kendte tekniske løsninger såsom terrænregulering, kantforstærkning og lokale regnvandsløsninger kan kombineres i en helhedsorienteret løsning.

Figureerne viser, hvordan klimatilpasningen i bykernen bygger videre på de eksisterende strukturer, men suppleres med en række kendte tekniske løsninger.

I den eksisterende situation er området præget af begrænset beskyttelse mod høj vandstand og manglende håndtering af overfladevand. I den fremtidige løsning indarbejdes blandt andet terrænregulering, kantforstærkning langs vandet samt grønne og lokale løsninger til forsinkelse og afledning af regnvand. Løsningerne er baseret på velkendte teknologier og principper fra klimatilpasning, men sammensættes her i en helhedsorienteret løsning, hvor effekterne opnås gennem samspil mellem flere tiltag.

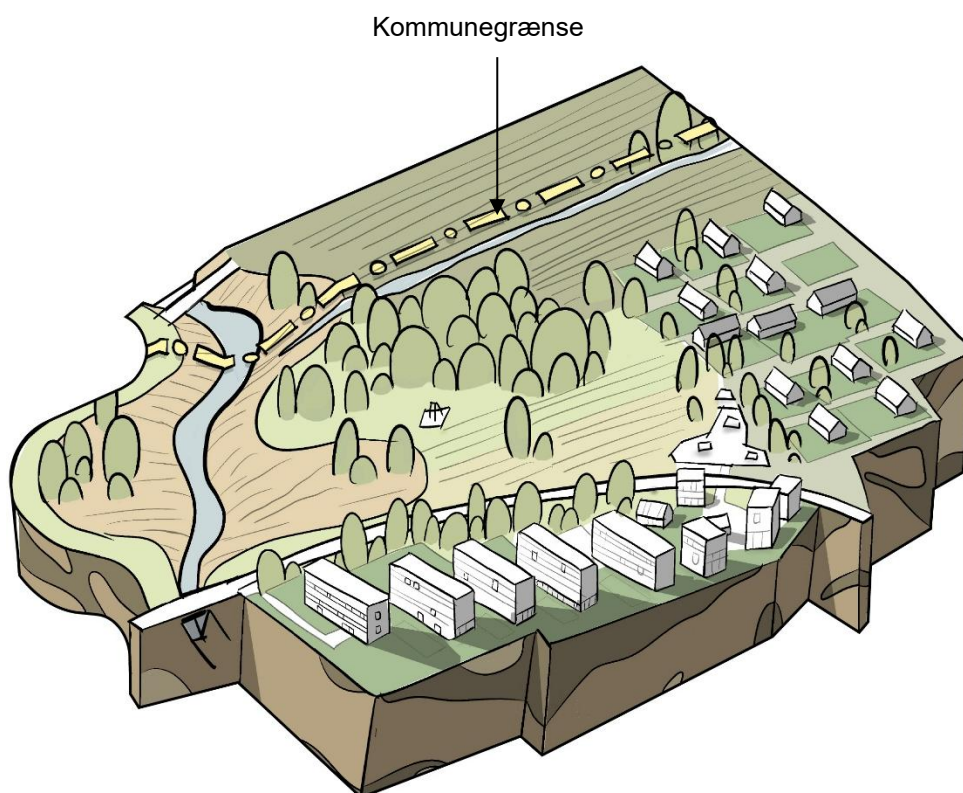
Tiltagene i bykernen kan lade sig gøre fordi:

(♦ kræver ændrede rammer, ✓ kan gennemføres inden for eksisterende rammer)

- › ♦ Vandkøbing Forsyning har haft mulighed for at medfinansiere tiltag i vandløbet. Tiltagene i vandløbet har en økonomisk gevinst for forsyningen, da forsyningen med disse tiltag kan reducere størrelsen på forsinkelses anlæg til regnvand i bykernen.
- › ♦ Der kan udføres tiltag i nabokommunen, selvom denne ikke direkte har nytte af tiltaget.
- › ♦ Særligt betydningsfulde og bevaringsværdige bygninger kan få tilskud til etablering af lokale beskyttelsestiltag
- › ✓ Både private og offentlige arealer, som grønne områder og parkeringspladser kan inddrages til forsinkelse af regnvand og forsyningen har kunnet bidrage til flere af løsningerne på privat grund, hvilket i flere tilfælde er den billigste og bedste løsning

6.2 Boligområdet "Ådalen"

Figur 6-10 viser en illustration af Boligområdet "Ådalen", der er beliggende langs vandløbet, opstrøms for bykernen. Området er et blandet boligområde bestående af både villaer og større områder med etageboliger. Området indeholder desuden en række funktioner som små erhvervsdrivende, dagligvarebutikker, skole og institutioner.



Figur 6-10: Illustration af boligområdet Ådalen.

En væsentlig del af området er karakteriseret ved lavtliggende arealer i tæt tilknytning til vandløbet, som løber gennem området. Opstrøms for boligområdet, uden for kommunegrænsen ligger dyrkede marker samt naturarealer, hvoraf et større areal er lavbundsarealer. Disse arealer spiller en central rolle i den samlede klimatilpasningsstrategi for byen.

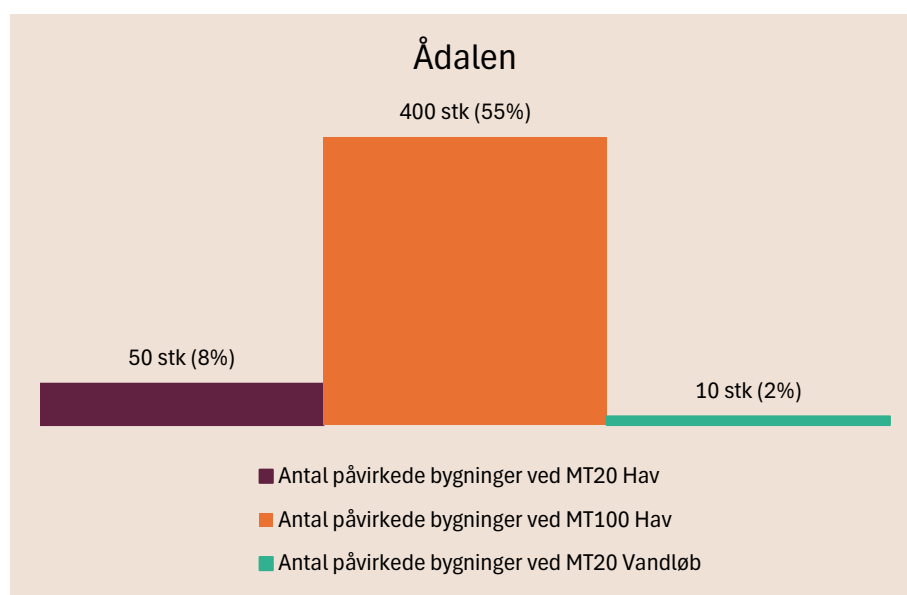
Området indeholder ca. 700 bygninger og udgør 9% af den samlede bygningsmasse i Vandkøbing.

6.2.1 Udfordringer i "Ådalen"

Nedenstående beskriver oversvømmelsesudfordringer under de nuværende forhold, dvs. før etablering af de foreslåede klimatilpasningstiltag.

Området er udsat for risiko for både havvandsoversvømmelser gennem tilbagestuvning i vandløbet samt vandløbsoversvømmelser ved høje vandføringer i vandløbet. Området er dermed også udsat for koblede hændelser.

Ved 20-års stormflod oversvømmes 50 af bygningerne, mens der ved en 100-års stormflod vil være ca. 400 af bygningerne som oversvømmes. En mindre del af området oversvømmes også ved T=5 og ved en vandløbs 20-års hændelse vil 10 bygninger oversvømmes. Antal bygninger, der oversvømmes ved hver oversvømmelsestype fremgår af Figur 6-11. MT (F.eks. MT20) anvendes i figurene som en samlet betegnelse for hændelser med en given gentagelsesperiode (en 20-års hændelse). For havvand refererer MT til middeltidsvandstande, mens tilsvarende hændelser for vandløb i praksis relaterer sig til vandføring. Betegnelsen er her anvendt konsistent for at sikre sammenlignelighed på tværs af vandtyper.



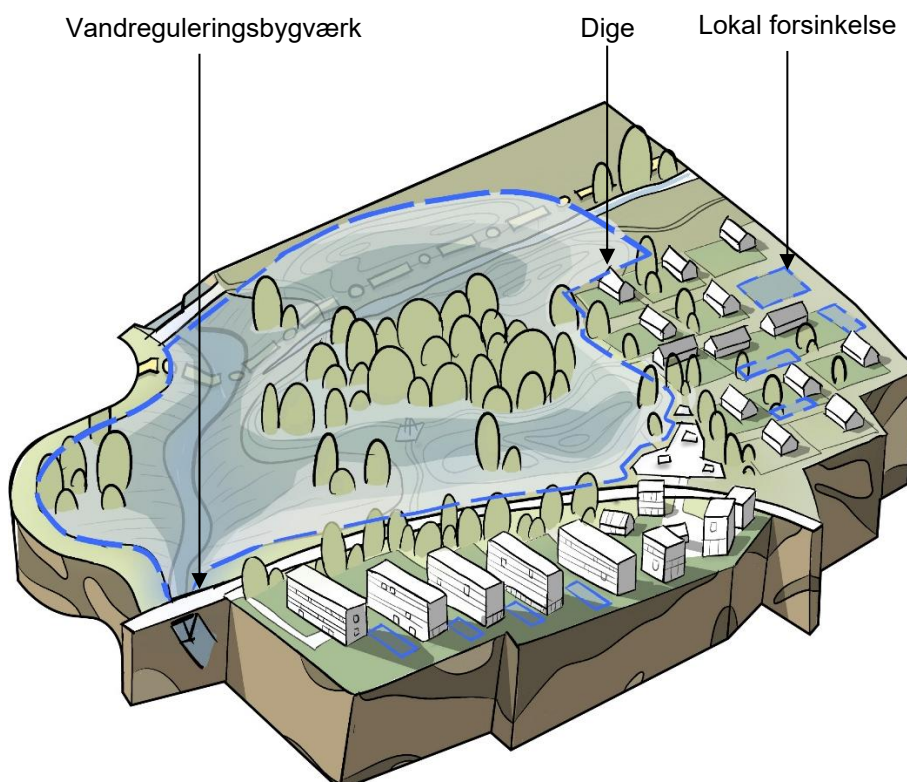
Figur 6-11: Antal bygninger i Ådalen, der påvirkes ved hver oversvømmelsestype

Problematikker, som belyses i boligområdet "Ådalen" er:

- › **Sektoropdelt lovgivning:** Den nuværende lovgivning og regulering er uhen-sigtsmæssig ift. at kunne etablere tværgående løsninger, som skal håndtere flere forskellige typer vand og koblede hændelser.
- › **Grøn trepart:** Den grønne trepart lægger op til storskala arealoplægning, men klimatilpasning er ikke direkte indtænkt i arealoplægningen. Det er op til kommunerne, hvordan treparten implementeres lokalt, og der er derfor stor ri-siko for, at muligheden for at opnå synergier med oversvømmelsessikring ikke udnyttes.
- › **Tiltag på tværs af kommuneskel:** Løsningen af udfordringer med vandløbs-oversvømmelser og koblede hændelser, vil ofte kræve, at der etableres vand-parkering i oplandet til vandløbet. Dette vil kræve, at der udlægges areal til dette i nabokommunen, selvom denne ikke får direkte gavn af løsningen.

- › **Naturbeskyttelse:** Den beskyttede natur i vandløbets opland, begrænser i dag mulighederne for at etablere tiltag i området, selvom nye vådområder kan gavne naturen og biodiversiteten.

6.2.2 Løsninger i "Ådalen"



Figur 6-12: Illustration af løsninger i Ådalen. Vandreguleringsbygværk på vandløbet, oversvømmet lavbundsområde og simple diger ved bygninger. Derudover er der lokal forsinkelse/tilbageholdelse af regnvand i boligområderne.

Løsningen i området er baseret på regulering af vandløbet kombineret med udnyttelse af lavtliggende landbrugs- og naturarealer opstrøms til midlertidig vandparke-ring.

Der etableres et vandreguleringsbygværk, i form af et stemmeværk, hvor vandløbet delvist afspærres af en regulérbar barriere, således at kun en fastsat vandmængde kan passere, mens overskydende vand tilbageholdes opstrøms. Vandreguleringsbygværket dimensioneres til at videreføre en 5-års hændelse i år 2100 – svarende til den vandføring, som det nedstrøms vandløb kan håndtere. Ved højere vandføringer tilbageholdes vandet opstrøms og oversvømmer kontrolleret de lavtliggende arealer, som omlægges til vådområder.

For at begrænse oversvømmelse af bebyggelse etableres landskabsdiger langs naturområderne. Digerne opbygges primært af overskudsjord fra øvrige projekter i

Vandkøbing, hvilket bidrager til en ressourceeffektiv løsning og beskytter boliger og infrastruktur ved højere vandføringer.

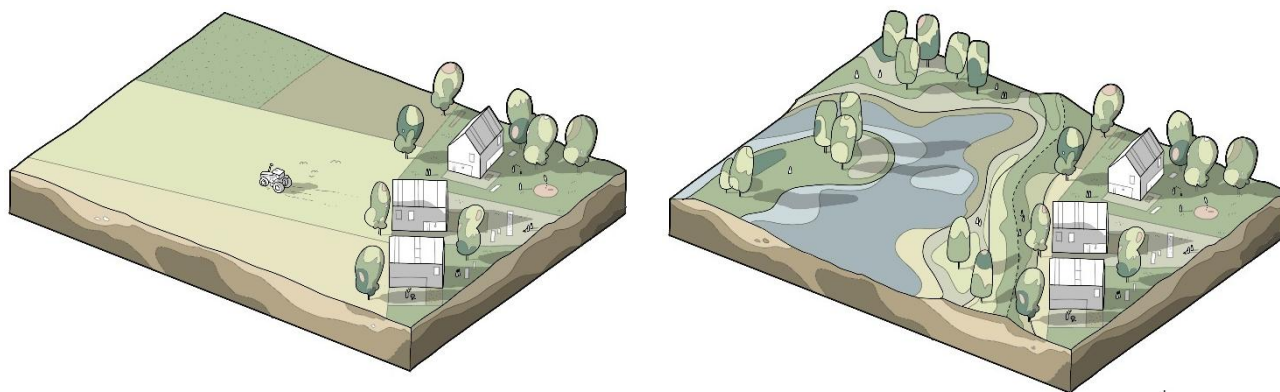
Vandparkeringsområdet indgår samtidig som en del af et større sammenhængende naturområde, der både håndterer vand og skaber rekreativ værdi. Området kan eksempelvis rumme stier og opholdsfaciliteter og bidrager samtidig til reduktion af næringsstofudledning ved omlægning af landbrugsområder til natur.

Internt i boligområdet etableres lokale løsninger til håndtering af regnvand og skybrud, der aflaster vandløbet og reducerer behovet for større anlæg nedstrøms. Løsningerne integreres i eksisterende arealer, såsom grønne fællesarealer og idrætsarealer, og bidrager samtidig til lokale rekreative kvaliteter.

Samlet fungerer tiltagene som et centralt element i den samlede vandhåndtering i Vandkøbing, hvor vand tilbageholdes dér, hvor der er plads. Dette reducerer behovet for teknisk tunge og omkostningstunge løsninger i de tættere byområder nedstrøms og skaber robuste og tilpasningsdygtige løsninger.

Boliger i Ådalen bliver beskyttet mod tilbagestuvende stormflod af en sluse der etableres ved Erhvervs- og Havneområdet.

For at tydeliggøre de konkrete ændringer i Ådalen er løsningen illustreret på Figur 6-13 som en sammenstilling af den eksisterende situation og den fremtidige klimatilpasningsløsning.



Figur 6-13: Illustration af Ådalen i eksisterende situation (TV) og med fremtidig klimatilpasningsløsning (TH). Figuren viser, hvordan landbrugsarealer kan omdannes til midlertidig vandparkering og naturbaserede løsninger, der tilbageholder og forsinkes vandet i oplandet, kombineret med landskabsdiger, der beskytter eksisterende bygninger.

Figurene viser, hvordan vandhåndteringen flyttes fra byen til oplandet ved at tilbageholde vandet tidligere i systemet. I den eksisterende situation ledes vandet hurtigt gennem landskabet mod de nedstrøms byområder. I den fremtidige løsning tilbageholdes vandet i større sammenhængende lavbundsområder, hvor det midlertidigt kan opmagasineres og forsinkes, samtidig med at eksisterende bygninger beskyttes af simple landskabsdiger opbygget af overskudsjord. Løsningerne er

baseret på kendte naturbaserede principper som vådområder og vandparkering og anvendes allerede i praksis i forbindelse med klimatilpasning og arealomlægning.

Tiltagene i Ådalen kan lade sig gøre fordi:

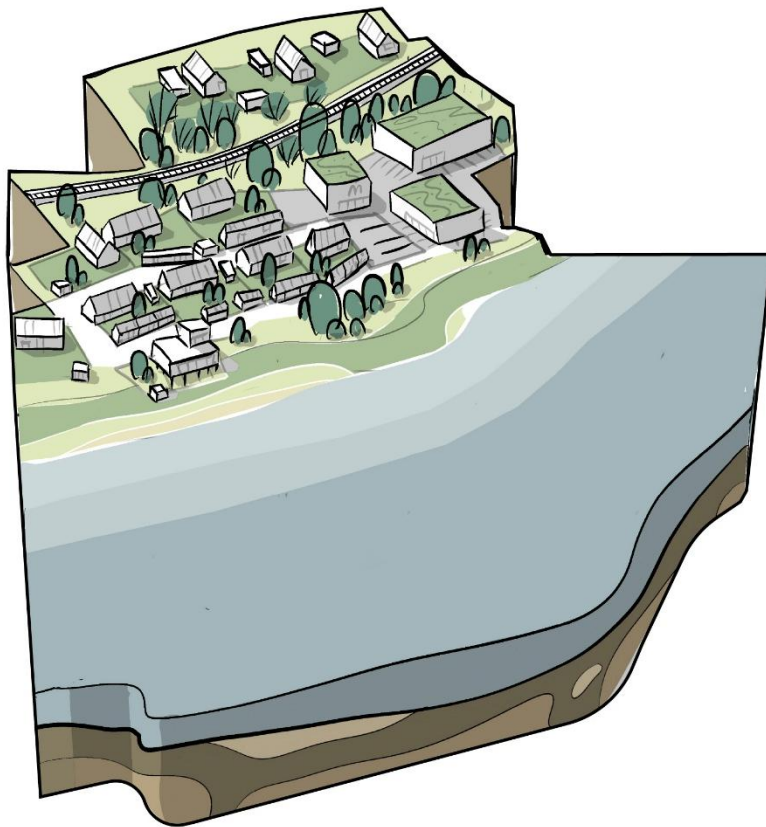
(♦ kræver ændrede rammer, ✓ kan gennemføres inden for eksisterende rammer)

- › ♦ Klimatilpasning indgår i den lokale trepart og dermed i en samlet arealomlægning, hvor der sikres større, sammenhængende arealer til vandparkering på tidligere landbrugsarealer
- › ♦ Der er klare retningslinjer for, hvordan der kan opnås tilladelse til etablering af vandparkering i beskyttet natur
- › ♦ Lovgivningen muliggør, at forsyningen kan medfinansiere løsninger på tværs af vandkredsløbet, hvor tiltag i vandløb og opland også reducerer belastningen på regnvandssystemet
- › ♦ Kommuneskel udgør ikke en barriere, og der er klare rammer for at etablere og finansiere tiltag i nabokommuner
- › ♦ Private og offentlige arealer kan inddrages til lokale, kollektive løsninger
- › ♦ Der findes klare modeller for fordeling af finansiering mellem kommune, forsyning og private aktører herunder grundejere og erhverv, samt en model for en organisering, der tillader håndtering af flere typer vand.

6.3 Boligområdet "Kysten"

Boligområdet "Kysten" er et typisk parcelhusområde primært bestående af fritliggende villaer samt enkelte etageejendomme, se Figur 6-14. Området er forholdsvis tæt bebygget, med enkelte fællesarealer og offentlige arealer som f.eks. parkeringspladser. Ud over boliger indeholder området dagligvarebutikker, skole, institutioner og små selvstændige erhvervsdrivende. Tilstødende til boligområdet ligger der et industriområde, med virksomheder inden for produktion, logistik og automekanik. Området ligger i et bredningslandskab, hvor dele af området ligger forholdsvis lavt.

Langs kysten ligger Kystvejen, som adskiller boligområdet fra kyst- og strandområdet. Dog ligger der 10 huse på kystsiden af vejen, som er særligt udsatte for oversvømmelser. Området indeholder ca. 2.100 bygninger og udgør ca. 26% af det samlede antal bygninger i Vandkøbing.

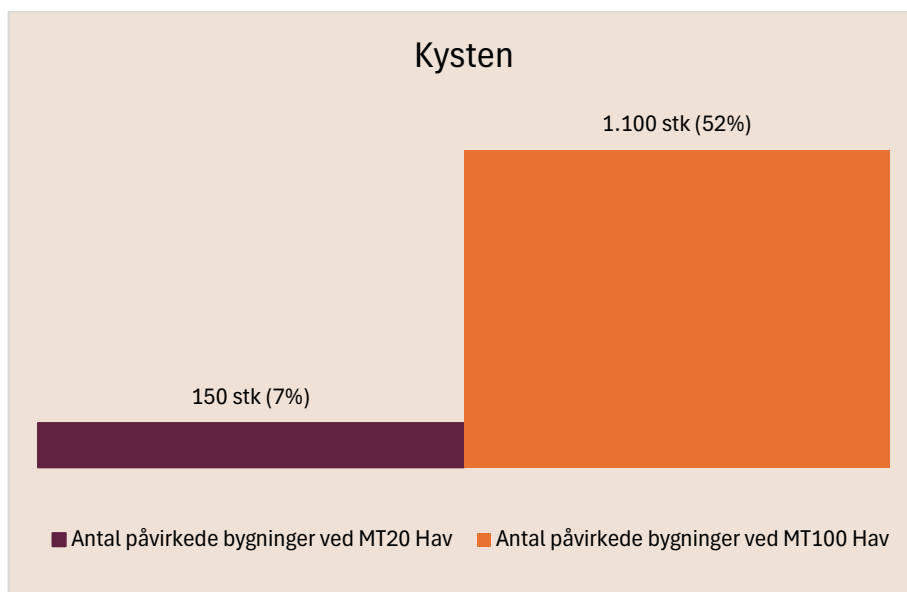


Figur 6-14: Illustration af boligområdet Kysten.

6.3.1 Udfordringer i boligområdet "Kysten"

Boligområdet nord for havneområdet er placeret direkte ud til kysten og er dermed særligt eksponeret for stormflod og stigende havvandstand. Terrænet og placeringen af bygninger har direkte betydning for hvordan klimatilpasningstiltagene prioriteres.

Ved 20-års stormflod oversvømmes ca. 150 af bygningerne i området, mens der ved en 100-års stormflod vil være ca. 1.100 af bygningerne som oversvømmes. Antal bygninger, der oversvømmes ved hver oversvømmelsestype, fremgår af Figur 6-15.

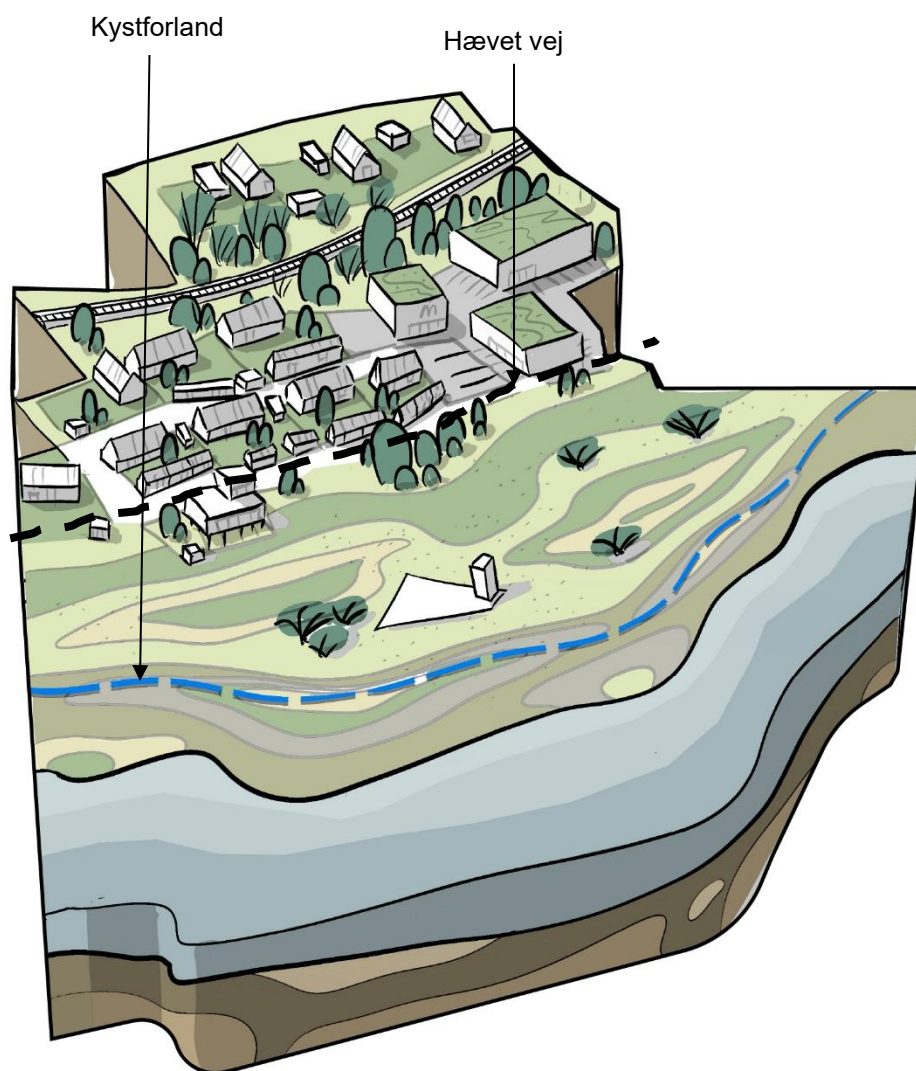


Figur 6-15: Antal bygninger ved boligområdet Kysten, der påvirkes ved hver oversvømmelsestype. Bemærk at der ikke er nogen oversvømmelse fra vandløb i området.

Problematikker, som belyses i boligområdet "Kysten" er:

- › **Tilbagetrækning:** En mindre del af bebyggelsen ligger på den udsatte side af kystvejen, som vil være den naturlige beskyttelseslinje. Beskyttelse af disse ejendomme vil gøre løsningen væsentligt dyrere og mindre hensigtsmæssig. En langsigtet og mere værdiskabende løsning med et forland kræver desuden mulighed for at inddrage disse arealer, hvilket stiller krav om klare modeller for planlagt tilbagetrækning, som i dag er vanskelige at gennemføre.
- › **Ufleksibel lovgivning begrænser handlerummet:** Forlandsløsninger kan skabe betydelig værdi og være mere robuste og adaptive end traditionelle di-ger, men kan være dyrere at etablere. Nuværende lovgivning og praksis for samfundsøkonomiske vurderinger kan gøre det vanskeligt at vælge disse løsninger, selv når de samlet set giver større værdi på lang sigt.
- › **Adgangen til kysten begrænses:** Løsninger her vil påvirke borgernes adgang til havet og kysten, samt udsigten fra de lavest liggende huse.
- › **Bagvandsproblematik:** Håndtering af bagvand fra oplandet kræver plads, hvilket er begrænset, da området er tæt udbygget.

6.3.2 Løsninger i boligområde kyst



Figur 6-16: Løsninger i boligområdet kysten. Hævning af eksisterende vej og udbygning af kystforland.

Klimatilpasningen i området er tilrettelagt som en trinvis udviklet løsning, der kan tilpasses over tid i takt med stigende havvandstand.

I første fase etableres en enkel og omkostningseffektiv kystsikring ved at hæve den eksisterende kystvej med 20-30 cm. Samtidig indsættes kontraskiver i de udløb, der leder vand under vejen, så havvand ikke kan strømme ind i området under stormflod. Denne løsning giver en umiddelbar beskyttelse mod mindre og moderate hændelser og vurderes at være tilstrækkelig i de første ca. 20 år.

Samtidig indføres en "tilbagetrækningsordning" for de ejendomme, som ligger på den kystnære side af kystvejen. Ordningen skal sikre en planlagt og langsigtet fraflytning af ejendommene, da området hvor de ligger er nødvendigt at inddrage for at etablere en langsigtet forlandsløsning. Indtil ejendommene fraflyttes, sikres de mod oversvømmelse ved lokale tiltag og beredskabsløsninger.

Sideløbende planlægges den permanente løsning i form af en forlandsløsning med et fremskudt dige. Forlandet udformes som et sammenhængende kystlandskab med en fremskudt kystlinje, som placeres foran den eksisterende kyst.

Forlandsløsningen er landfast langs hele strækningen og integreres i den samlede sikringsstruktur omkring området. Mod øst kobles den til et tværdige langs boligområdet, og mod vest forbindes den med et tværdige, som videreføres til den rekreative højvandsmur i havne- og udviklingsområdet. Herved skabes en sammenhængende beskyttelse på tværs af bydelene.

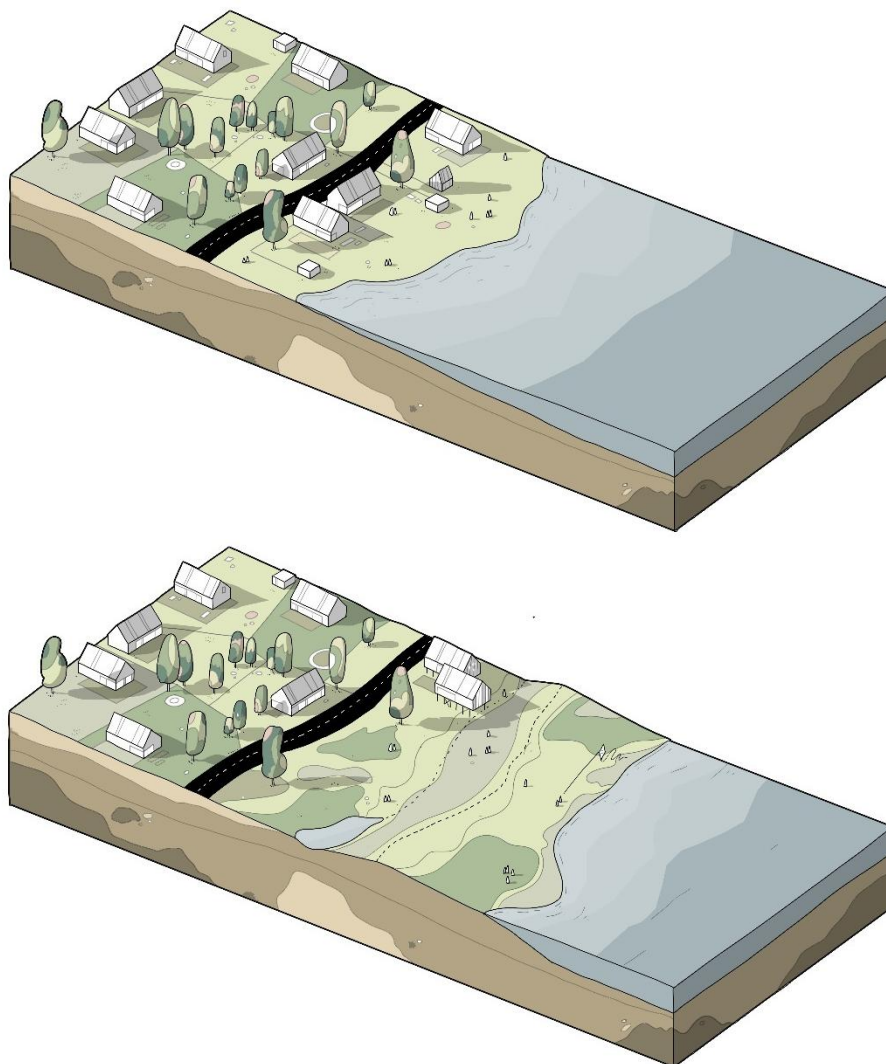
Det fremskudte dige opbygges på en pude af indpumpet sand med en tæt lerkernel og skråningsbeskyttelse på havsiden, der sikrer stabilitet og tæthed. Enkelte steder langs strækningen etableres klynger af sten (stenflak) som hjælper til at fastholde kysten. På toppen, for- og bagsiden af diget anvendes ren overskudsjord, som udlægges med svage hældninger ned til kote +1 m. På forsiden anvendes desuden sand så det fremstår som en naturlig strand. Anvendelsen af overskudsjord giver løsningen et robust og naturligt udtryk og understøtter udvikling af en bred biodiversitet. Samtidig bidrager det til at reducere anlægsomkostningerne og fremmer en ressourceeffektiv gennemførelse.

Valget af en naturbaseret løsning er ikke nødvendigvis den billigste løsning på kort sigt, men er valgt for at illustrere, hvordan klimatilpasning også kan skabe merværdi i form af landskabelig integration, natur og rekreative kvaliteter. Dette bidrager til en landskabelig integration og giver samtidig mulighed for udvikling af kystnær natur.

Bag forlandsløsningen håndteres regn- og bagvand gennem lokale løsninger i boligområdet og mellem forlandet og det eksisterende boligområde. Lavninger og åbne arealer kan anvendes til midlertidig opmagasinering af vand, og i nogle tilfælde ledes vand til parkeringsarealer, grønne områder og andre robuste flader, hvor opstuvning kan ske uden væsentlige skader.

Den samlede løsning kombinerer en fleksibel, midlertidig indsats med en robust, langsigtet beskyttelse. Derved sikres området mod fremtidige havvandsstigninger, samtidig med at investeringerne kan tilpasses over tid og kobles til den samlede udvikling af Vandkøbing.

For at tydeliggøre de konkrete ændringer i boligområdet ved kysten er løsningen illustreret Figur 6-17 som en sammenstilling af den eksisterende situation og den foreslåede fremtidige løsning.



Figur 6-17: Illustration af boligområdet ved kysten i eksisterende situation (øverst) og med fremtidig klimatilpasningsløsning (nederst). Figuren viser, hvordan løsninger som hævede veje, lokale tilpasninger og forlandsdiger kan reducere risikoen for oversvømmelse fra havet.

I den eksisterende situation er området direkte eksponeret for stormflod og stigende havvand. I den fremtidige løsning anvendes en hævet vej og selektiv tilpasning af bygninger, som tilsammen reducerer risikoen. Vejen hæves 20-30 cm, hvilket ikke kan ses på figuren ovenfor pga. skala. Over tid bygges et sammenhængende naturbaseret kystforland. Løsningerne er baseret på kendte tekniske principper, men anvendes her i en differentieret tilgang, hvor ikke alle områder nødvendigvis beskyttes ens, og hvor der i nogle tilfælde arbejdes med tilpasning frem for fuld beskyttelse.

Tiltagene i "Kysten" kan lade sig gøre fordi:

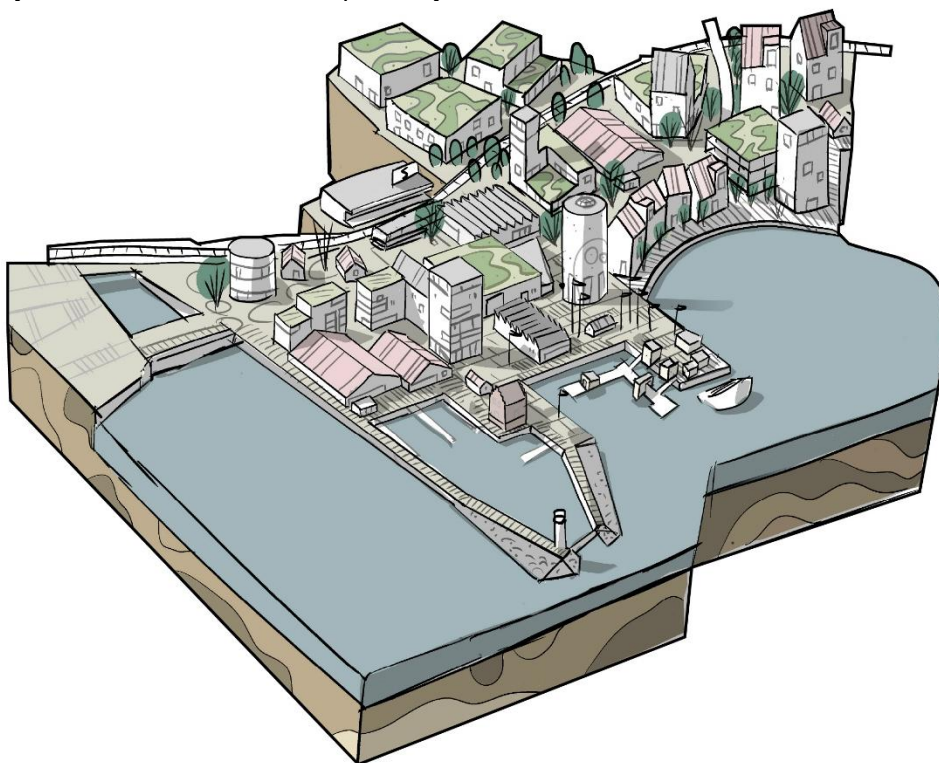
(♦ kræver ændrede rammer, ✓ kan gennemføres inden for eksisterende rammer)

› ♦ Der er udarbejdet en model for planlagt fraflytning af risikoejendomme

- › ◆ Der er udviklet finansieringsmodeller, som også kan rumme investeringer i langsigtede og værdiskabende løsninger som forland
- › ◆ Lovgivningen giver mulighed for at vælge løsninger, der ikke alene optimerer på anlægsomkostninger, men også på robusthed, fleksibilitet og merværdi over tid
- › ◆ Der er klare rammer for samspillet mellem kystbeskyttelse, byudvikling og rekreative hensyn, herunder adgang til kysten
- › ✓ Der er etableret løsninger til håndtering af bagvand, som kan integreres i et tæt bebygget område kombineret med udnyttelse af arealerne inden for forlandsløsningen

6.4 Havne- og Erhvervsområde

Vandkøbings industri- og erhvervsområde ligger ved havnen, se illustrationen på Figur 6-18. Havne- og erhvervsområdet indeholder tungere erhverv og industri primært knyttet til logistik, shipping osv. men også let erhverv som kontorbygninger, restauranter, cafeer og mindre erhvervsdrivende. Der er desuden en del etageejendomme, hvoraf flere er opført i nyere tid.



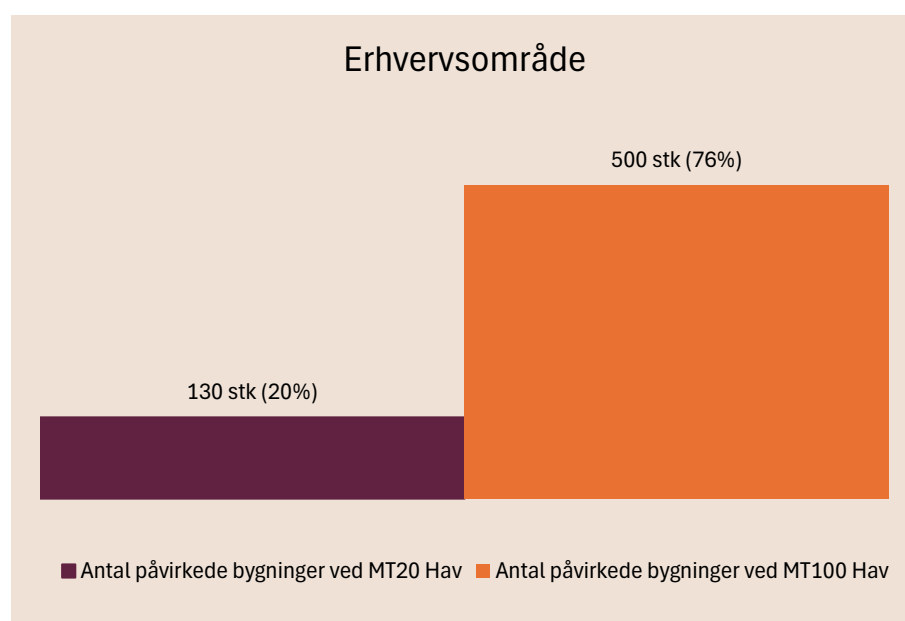
Figur 6-18: Illustration af Havne- og Erhvervsområdet.

Området indeholder ca. 650 bygninger og udgør 8% af den samlede bygningsmasse i byen. Fordelingen af bygningsmassen har betydning for både det forventede skadesomfang og for prioriteringen af klimatilpasningstiltag i området.

Området repræsenterer et varieret aktørbillede, som kan danne udgangspunkt for drøftelser og vurderinger af bidragsfordeling. Mulige løsningstiltag i havne- og erhvervsområde vil være en højvandsmur langs havnekanten. Havneområdet kan ikke sikres via den ydre sluseløsning, som etableres ved åens udmunding, og dele af havnen ligger uden for denne beskyttelseslinje.

6.4.1 Udfordringer i havne- og erhvervsområdet

Området er primært udsat for havvandsoversvømmelser, men en lille del er også udsat for vandløbsoversvømmelser. Ved 20-års stormflod oversvømmes 130 af bygningerne indenfor områdefrænsningen, mens der ved en 100-års stormflod vil være 500 af bygningerne, som oversvømmes. Antallet af bygninger, der oversvømmes ved hver oversvømmelsestype, fremgår af Figur 6-19.



Figur 6-19: Antal bygninger ved havne- og erhvervsområdet, der påvirkes ved hver oversvømmelsestype.

Havne- og udviklingsområdet i Vandkøbing er et komplekst område, hvor eksisterende erhverv, kulturarv og byudvikling mødes i et lavtliggende kystnært miljø. Området er direkte eksponeret for stormflod fra havet og påvirkes samtidig af udløbet fra vandløbet, hvilket stiller særlige krav til klimatilpasningen.

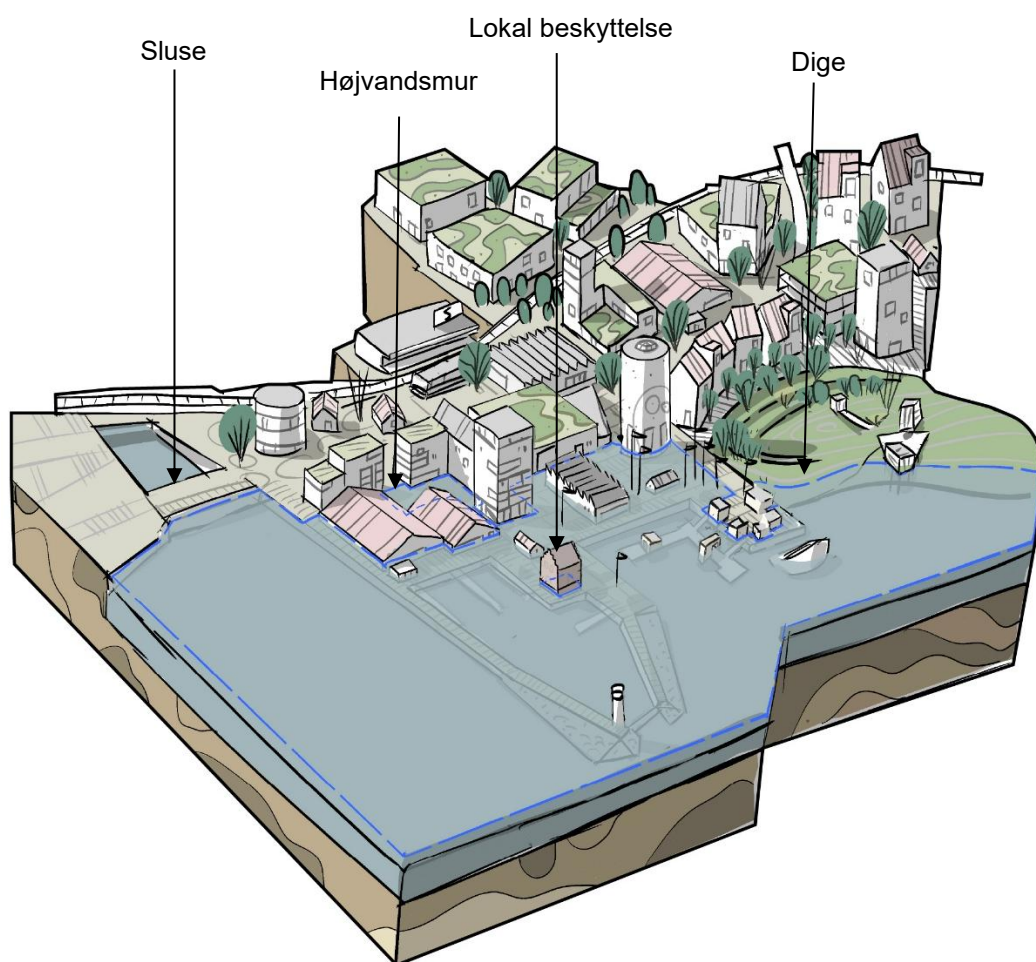
Problematikkerne, som belyses i havne- og erhvervsområdet er:

- › **Begrænsede pladsforhold og store værdier og potentialer:** Havneområdet er tæt udbygget og rummer betydelige økonomiske, kulturelle og historiske værdier. Samtidig er pladsen til beskyttelsestiltag begrænset, og løsninger kan påvirke både adgang til vandet og havnens funktioner. Det kan være vanskeligt og omkostningstungt at beskytte alle værdier, eksempelvis bygninger og anlæg placeret langt ude på moler eller i lystbådehavnen.
- › **Præmissen for at ligge tæt på vandet:** Byggeri og aktiviteter tæt på havet indebærer en øget risiko, som ikke nødvendigvis kan eller bør elimineres

fuldstændigt. Det rejser spørgsmålet om, hvilket beskyttelsesniveau der er rimeligt, og i hvilket omfang oversvømmelser skal accepteres i særligt udsatte områder.

- › **Udvikling i oversvømmelsestruede områder:** Nye rammer i planloven strammer mulighederne for byudvikling i risikoområder, men placerer samtidig et større ansvar hos developere. Det kan føre til usammenhængende løsninger, hvor projekter optimeres lokalt frem for i en samlet sammenhæng. Samtidig rummer områderne store byudviklingspotentialer, men fortsat udvikling kan øge restrisikoen og skabe langsigtet binding til udbygning og vedligehold af beskyttelsesanlæg.

6.4.2 Løsninger i havne- og erhvervsområdet



Figur 6-20: Illustration af løsninger i havne- og erhvervsområdet. Sluse ved indgangen til vandløbet, tilbagetrukket højvandsmur på havneområdet kombineret med diger. Lokal beskyttelse af enkelte bygninger på ydermoleerne.

Løsningen i området bygger på en differentieret tilgang, hvor kun dele af området beskyttes permanent, mens andre områder tillades at blive oversvømmet. Dette kan enten gøres ved en ændret brug af eksisterende bygninger, en tilbagetrækning eller en ombygning. En gennemgående højvandsmur etableres tilbagetrukket fra kajkanten og integreres i byens struktur og byrum. Den placeres hensigtsmæssigt

og udnytter det eksisterende terræn på bedst mulig vis. Denne placering reducerer murens længde og højde væsentligt sammenlignet med en placering langs kajen og de ydre moler. Samtidig er det muligt at indarbejde løsningen som en naturlig del af byens rumlige struktur, eksempelvis som siddemøbler eller terrænspring med rekreativ funktion. Løsningerne beskytter også bykernen, der ligger i forlængelse af havnen.

Den tilbagetrukne placering betyder samtidig, at dele af havneområdet ligger på den "våde side" af sikringen. Dette princip er valgt, dels fordi de funktioner, som de ydre bygninger har, ofte kræver en nærhed og mere fri adgang til vandet, samtidig med, at en ydre sikringslinje ville være mere indgribende i området samt dyrere. Ligeledes bevares et havnemiljø hvor borgere og turister fortsat har adgang til havet fra disse arealer. I de ydre områder arbejdes der derfor med en tilpasningsstrategi, hvor bygninger enten ombygges til at kunne tåle periodisk oversvømmelse eller i nogle tilfælde opgives gennem kontrolleret tilbagetrækning. En del af de eksisterende bygninger har allerede robuste konstruktioner, der kan håndtere kortvarig oversvømmelse, hvilket understøtter denne tilgang.

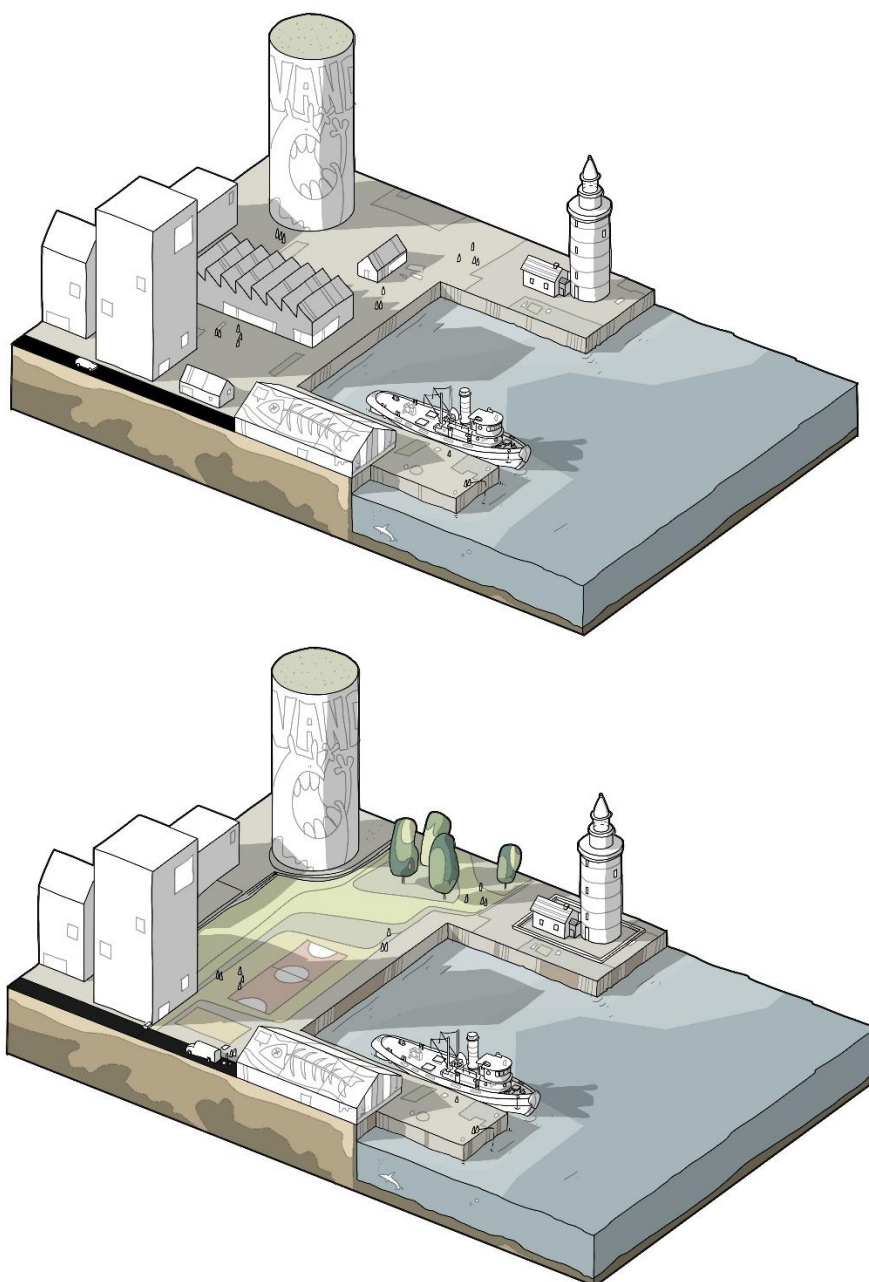
Visse bygninger med særlig kulturarvsmæssig værdi sikres lokalt. Her etableres individuelle beskyttelsestiltag, som gør det muligt at opretholde deres funktion og værdi, uden at hele området skal beskyttes permanent.

Bagvand fra skybrud og høj vandstand håndteres ved, at store, åbne arealer i havneområdet – såsom parkeringspladser og ubebyggede flader – anvendes til midlertidig tilbageholdelse af vand. Disse arealer fungerer som en form for vandparkering og bidrager til at aflaste de øvrige dele af byen.

Ved vandløbets udmunding i havnen etableres en sluseløsning kombineret med en snekepumpe. Slusen forhindrer, at stormflodsvand trænger op i vandløbet og skaber oversvømmelser i byens indre områder. Samtidig sikrer pumpen, at vand fra oplandet fortsat kan ledes ud i havet under højvandsforhold. Denne kombination er afgørende for at sikre en stabil afvanding af hele vandolandet.

Samlet set kombinerer løsningen permanent beskyttelse, lokal tilpasning og kontrolleret oversvømmelse. Herved understøttes både byudvikling og klimatilpasning, samtidigt med at det anerkendes, at visse arealer fortsat vil være påvirket af vandets dynamik.

For at tydeliggøre de konkrete ændringer i havne- og erhvervsområdet er løsningen illustreret på Figur 6-21 som en sammenstilling af den eksisterende situation og den foreslåede fremtidige løsning.



Figur 6-21: Illustration af havne- og erhvervsområdet i eksisterende situation (øverst) og med fremtidig klimatilpasningsløsning (nederst). Figuren viser, hvordan tekniske løsninger som kajforstærkning, tilbagetrukne højvandsløsninger og terrænregulering integreres med byrum og funktioner i området.

Figureerne viser, hvordan klimatilpasningen i havneområdet integreres i den eksisterende bystruktur frem for at fremstå som en selvstændig teknisk løsning. I den eksisterende situation er området direkte eksponeret for høj vandstand og stormflod. I den fremtidige løsning indarbejdes beskyttelsen i kajkanter, terræn og byrum, samtidig med at der skabes fleksible arealer, der kan håndtere oversvømmelser. Løsningerne er baseret på kendte tekniske principper, men anvendes her i en samlet plan, hvor beskyttelse, funktion og byudvikling tænkes sammen.

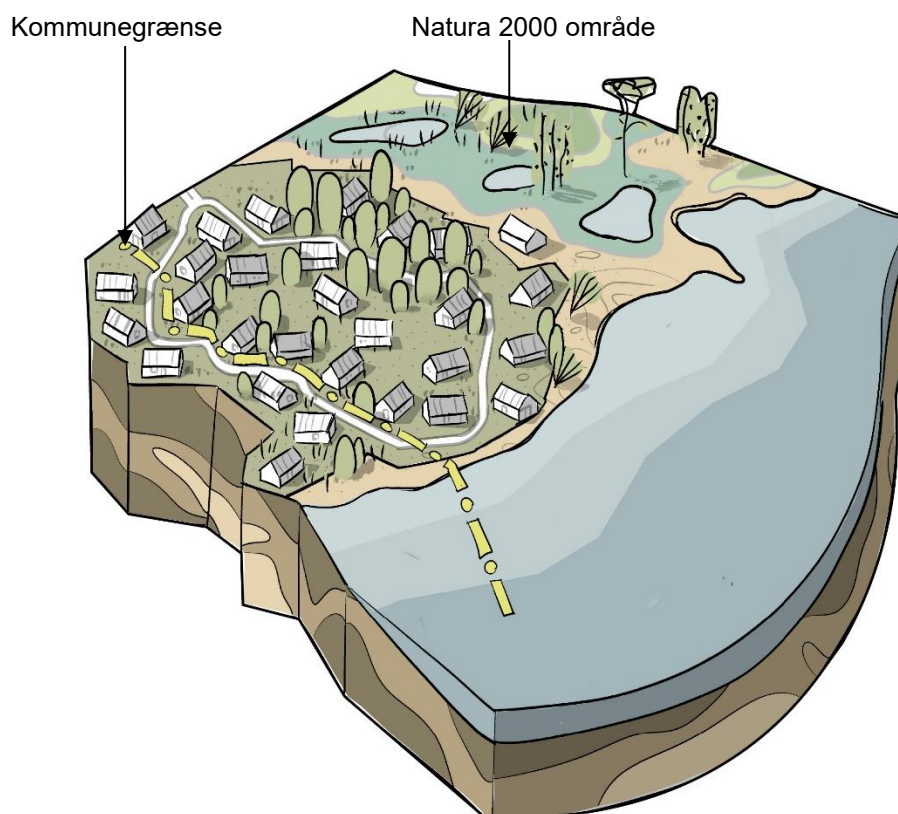
Tiltagene i havne- og erhvervsområdet kan lade sig gøre fordi:

( kræver ændrede rammer,  kan gennemføres inden for eksisterende rammer)

- ›  Der er etableret en samlet plan for området, hvor beskyttelse, byudvikling og håndtering af vand tænkes sammen i én helhedsorienteret løsning
- ›  Der er mulighed for at arbejde med differentierede løsninger, hvor ikke alle arealer nødvendigvis beskyttes permanent, men hvor nogle tilpasses til kontrolleret oversvømmelse
- ›  De fysiske løsninger suppleres med en langsigtet strategi for, hvordan havneområdet skal udvikle sig på længere sigt, hvor der lægges særlige bindinger og begrænsninger på arealer, som ikke vil kunne beskyttes på ubestemt tid.
- ›  Der er udviklet finansieringsmodeller, der understøtter samfinansiering på tværs af aktører, og hvor også individuelle beskyttelsestiltag for udsatte bygninger indgår som en del af den samlede løsning. Herved undgås, at enkeltaktører skal løfte hele omkostningen alene, samtidig med at de samlede investeringer optimeres
- ›  Der er klare rammer for at balancere hensynet til kulturarv, erhverv og rekreative funktioner i valg af løsninger

6.5 Sommerhusområde

Sommerhusområdet er placeret langs kysten uden for den sammenhængende by og er kendetegnet ved en åben og naturpræget struktur i et bredningslandskab med direkte kontakt til havet. Sommerhusområdet ligger på tværs af kommunegrænsen mellem Vandkøbing og nabokommunen, Soldal og er et typisk dansk sommerhusområde. Området ligger afgrænset af strandeng ud mod kysten og består primært af mindre, ældre sommerhuse, hvoraf enkelte gennem tiden er moderniseret, ombygget eller udskiftet med nye, større huse.



Figur 6-22: Illustration af sommerhusområdet.

6.5.1 Udfordringer i sommerhusområdet

Området består af 200 sommerhuse, hvor 15 oversvømmes ved en 20-års stormflod mens 130 af husene oversvømmes ved en 100-års stormflod.

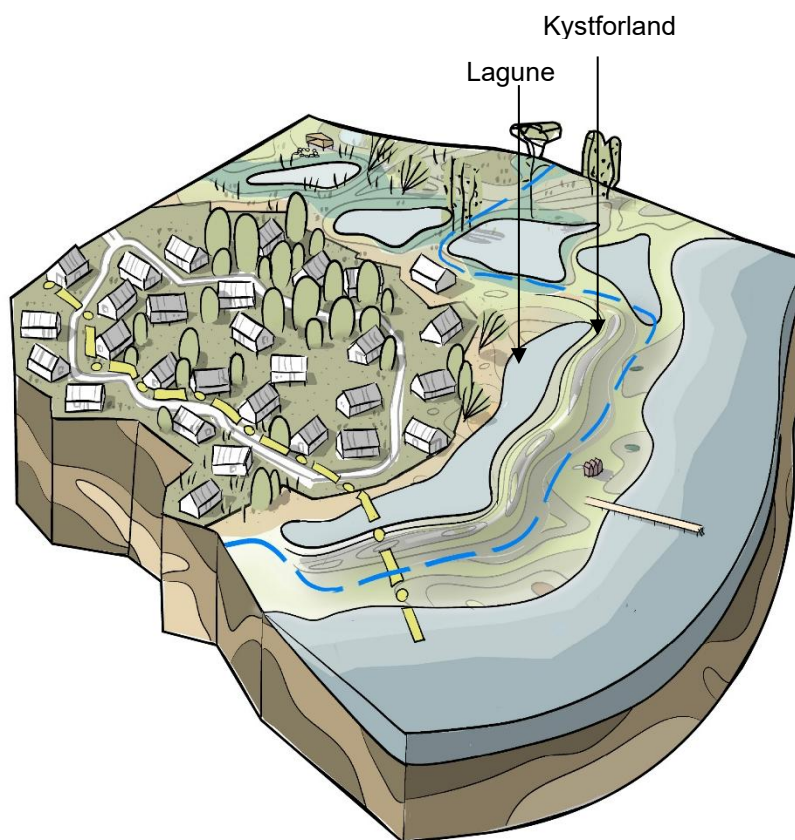
Området er særligt udsat for stigende havvand og bølgepåvirkning, men rummer samtidig mulighed for at arbejde med mere naturbaserede og arealkrævende løsninger end i de tætte byområder.

Problematikker, som belyses i sommerhusområdet er:

- › **Naturhensyn:** Løsningen skal etableres i et Natura 2000-område, hvilket stiller store krav til dokumentation og myndighedstilladelser. Samtidig er der en national forpligtelse til at beskytte naturtyper som strandeng. Dette ansvar er i dag i høj grad placeret hos kommunerne, hvilket kan medføre betydelige omkostninger for kommuner med store naturarealer.
- › **Dyrt at beskytte, få til at betale:** Beskyttelsen af området vil være dyrt ift. antallet af bidragsydere. Der kan være udfordringer med at få tilskud gennem offentlige puljer, fordi værdien af bygningsmassen vil være så lav, at der ikke er en samfundsøkonomisk gevinst ved at beskytte husene. Men området har betydning for turismen i området, og bidrager derfor indirekte til indtjeningen og erhvervslivet i området.

- › **Adgangen til havet:** Løsninger her vil påvirke borgernes adgang til havet og kysten, samt udsigten fra de lavest liggende huse.
- › **Terrænnært grundvand:** Sommerhusområder ligger ofte i lavtliggende eller hydrologisk udfordrede områder, hvor terrænnært grundvand kan skabe problemer. Områderne er typisk ikke kloakeret til regnvand, og der er sjældent grundlag for etablering af større drænsystemer. Det gør bygninger – ofte trækonstruktioner – særligt sårbare over for fugt og skader.

6.5.2 Løsninger i sommerhusområdet



Figur 6-23: Løsninger i sommerhusområdet. Fremskudt kystforland med lagune til håndtering af bagvand.

Den primære beskyttelse af området etableres som en forlandsløsning, hvor en fremskudt barriereø placeres foran den eksisterende kystlinje. Forlandsløsningen opbygges ved udlægning af en ca. 1,5 m tyk sandpude på en eksisterende sandbarre, hvor den gennemsnitlige vanddybde er under 0,5 m. Langs forlandsløsningen etableres et dige med lærkerne, som sikrer tæthed og stabilitet, og som beskyttes mod bølgepåvirkning med skråningsbeskyttelse på havsiden. På toppen, for- og bagsiden af diget udlægges sand, så løsningen fremstår som et naturligt klitlandskab.

Langs sommerhusområdets østlige side etableres et tværdige, der beskytter sommerhusene mod havoversvømmelse via det lavtliggende Natura 2000 område.

Bag forlandsløsningen etableres en lagune, som uddybes til ca. 1 m vanddybde for at sikre god vandkvalitet. Sandet herfra genanvendes i opbygningen af forlandet. Lagunen fungerer samtidig som buffer for bølgeoverskyl og bidrager til en gradvis overgang mellem hav og land.

Forlandsløsningen beskytter sommerhusområdet mod direkte oversvømmelse fra havet, samtidig med at der bag forlandet udvikles lavvandede, delvist saltpåvirkede områder, som kan fungere som bufferzoner ved høj vandstand. Bagvand fra kraftig nedbør og opstuvning håndteres i dette laguneområde.

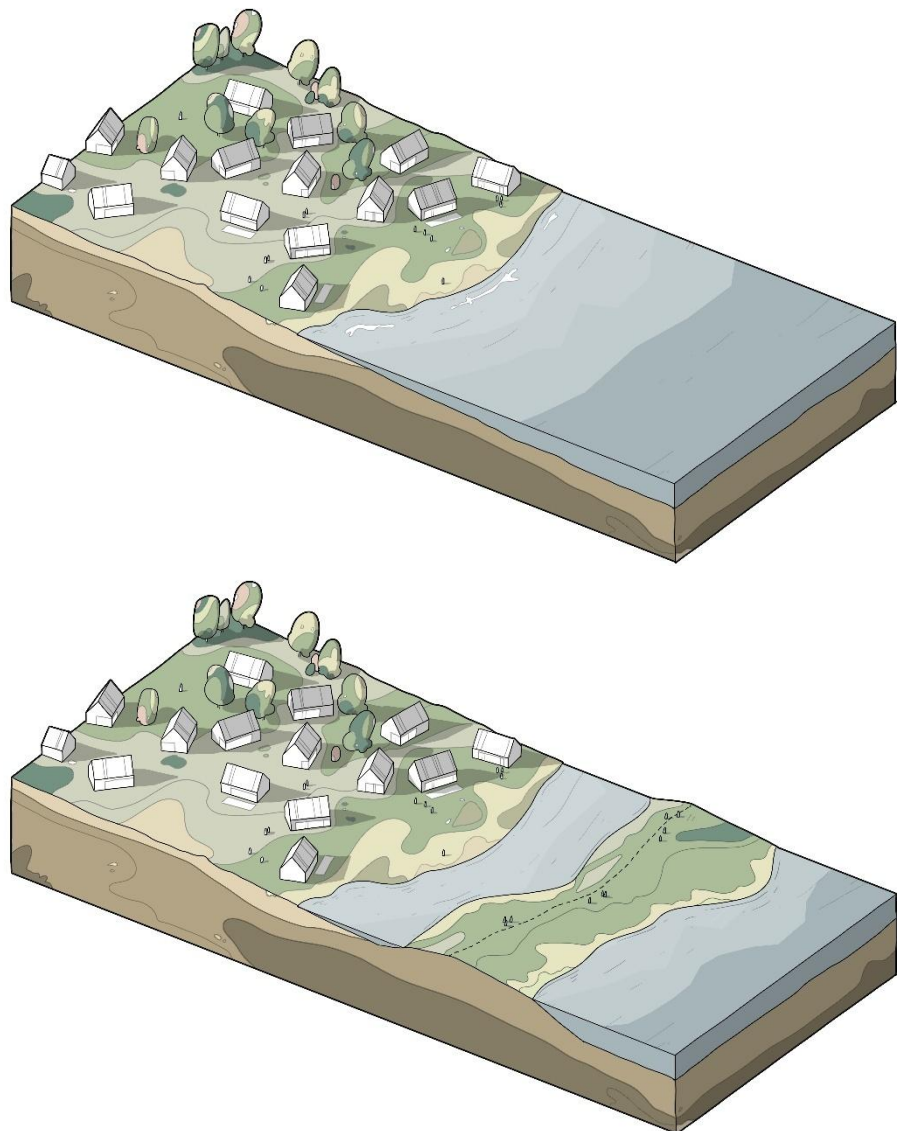
Lagunen kan fungere som en større, sammenhængende lavning, hvor vand midlertidigt kan opmagasineres uden væsentlige skader. Løsningen forudsætter, at der tages hensyn til naturbeskyttelsen, men kan samtidig understøtte de eksisterende naturværdier gennem en mere dynamisk vandpåvirkning.

Terrænnært grundvand vil fortsat udgøre en udfordring i området, og løsningen håndterer primært oversvømmelse fra hav og nedbør. Der må derfor forventes behov for lokale tiltag ved de enkelte ejendomme for at reducere påvirkningen fra højtstående grundvand.

Samlet set bygger løsningen i sommerhusområdet på en kombination af robust, fremskudt kystbeskyttelse og udnyttelse af de omkringliggende naturarealer til vandhåndtering. Dette muliggør en klimatilpasning, der både beskytter bebyggelsen og arbejder med, snarere end imod, de naturlige processer i området.

Det kan samtidig diskuteres, om beskyttelse af sommerhusområdet på meget langt sigt er den mest hensigtsmæssige strategi. Området indeholder relativt begrænsede bygningsværdier sammenlignet med de øvrige bydele i Vandkøbing, og i nogle scenarier kunne planlagt tilbagetrækning derfor være et relevant alternativ til fortsat beskyttelse. I Vandkøbing er der valgt en beskyttelsesløsning, fordi forlandsløsningen samtidig bidrager til naturudvikling, rekreative værdier og håndtering af vand i området. Casen illustrerer dermed et eksempel på, hvor både beskyttelse og tilbagetrækning kan være relevante strategier afhængigt af de lokale prioriteringer og den langsigtede udvikling.

For at tydeliggøre de konkrete ændringer i sommerhusområdet er løsningen illustreret på Figur 6-24 som en sammenstilling af den eksisterende situation og den foreslåede fremtidige løsning.



Figur 6-24: Illustration af sommerhusområdet i eksisterende situation (øverst) og med fremtidig klimatilpasningsløsning (nederst). Figuren viser, hvordan kystlinjen kan tilpasses med naturbaserede løsninger og ændret arealanvendelse, så risikoen for oversvømmelse reduceres.

I den eksisterende situation er området direkte eksponeret for erosion og oversvømmelse. I den fremtidige løsning tilpasses kystlinjen gennem naturbaserede løsninger og ændret arealanvendelse, samtidig med at enkelte områder gives mere plads til vandet. Løsningerne bygger på kendte principper fra kystforvaltning og klimatilpasning.

Tiltagene i sommerhusområdet kan lade sig gøre fordi:

(♦ kræver ændrede rammer, ✓ kan gennemføres inden for eksisterende rammer)

- › ♦ Der er udarbejdet offentlige finansieringsmodeller, som ikke kun er baseret på værdien af de fysiske ejendomme, men som medtager flere faktorer som f.eks. områdets betydning for turismen i Vandkøbing, de rekreative værdier i området og naturhensyn

- › ◆ Der er klare retningslinjer for, hvordan der kan arbejdes inden for Natura 2000 arealer, hvor der kan opnås muligheder for fravigelse fra naturbeskyttelsen
- › ◆ Der kan laves en fælles løsning på tværs af kommunegrænsen, da der er et fælles koordineringsorgan på tværs af kyststrækningen.

6.6 Samlet løsningsprincip for Vandkøbing

På tværs af bydelene i Vandkøbing er klimatilpasningen baseret på en systemisk tilgang, hvor løsningerne er indbyrdes afhængige og dimensioneret i sammenhæng. I indlandet tilbageholdes vand i oplandet gennem vandparkering, hvilket reducerer vandføringen mod bykernen og dermed behovet for omfattende sikring i de tætte byområder.

I bykernen håndteres de reducerede vandmængder gennem lokale og differentierede løsninger, der er tilpasset de begrænsede pladsforhold og hensyn til bevaringsværdier. Ved havnen kombineres sikring med kontrolleret oversvømmelse og tekniske løsninger som sluse og pumpe, der sikrer afvanding af hele systemet. Langs kysten reducerer naturbaserede forlandsløsninger bølgepåvirkning og havvandets indtrængen og aflaster dermed de bagvedliggende områder.

Samlet betyder det, at vand håndteres der, hvor det er mest hensigtsmæssigt og med de løsninger, der giver størst effekt. Tiltag ét sted i systemet reducerer behovet for tiltag andre steder, hvilket muliggør et lavere samlet sikringsniveau i de enkelte bydele og en mere omkostningseffektiv løsning.

Denne tilgang adskiller sig fra en traditionel, sektoropdelt tilgang, hvor hver bydel eller vandtype håndteres isoleret, og hvor løsninger derfor ofte bliver større, mere teknisk tunge og mindre sammenhængende. Samtidig viser sammenligningen, at en løsning uden systemisk optimering ikke nødvendigvis medfører lavere samlede omkostninger.

Fordi man ikke præcist ved hvordan klimaforandringerne vil udvikle sig og hvor hurtigt havvandet vil stige, er det også et grundvilkår for den samlede løsning for Vandkøbing, at nogle af elementerne vil have en begrænset tidshorisont. Det gælder f.eks. højvandsmuren i havneområdet, pumpe/slusen i åmundingen og de hævede kanter langs vandløbet. I en periode kan løsningerne hæves eller kapaciteten udvides, men der vil for flere af de tekniske løsninger, være et punkt, hvor det ikke længere er fordelagtigt at fortsætte med at hæve koter eller udvide kapacitet. F.eks. kan havvandsstigninger på sigt resultere i, at slusen vil skulle lukkes så ofte, at åen skal pumpes størstedelen af tiden, eller at højvandsmurene vil skulle hæves til et niveau, som giver så mange fysiske forhindringer, at der ikke længere er en idé i at fortsætte med at forhøje beskyttelseskoten. De naturbaserede løsninger kan i højere grad tilpasses løbende, da de er integrerede i landskabet, men også her, kan der være et fysisk maksimum for hvor meget de kan hæves, uden at gå for meget på kompromis med landskab og natur.

Derfor arbejder man i Vandkøbing også på en langsigtet og dynamisk klimatilpasningsstrategi, hvor der arbejdes med alternative løsningsstrategier som udviklingsstop i visse områder, planmæssige begrænsninger og tilbagetrækning i større skala.

6.7 Beskyttelsesforanstaltninger og deres omkostninger

Kommunen i Vandkøbing har i dialog med borgere, erhvervsdrivende og interessenter besluttet at Vandkøbing skal beskyttes mod stormflod og vandløbsoversvømmelser. Samtidig skal byen kunne håndtere fremtidens mere intense regnhændelser og skybrud gennem lokale og sammenhængende løsninger på tværs af vandkredsløbet.

Kommunen og det lokale forsyningsselskab har i samarbejde med rådgivere og repræsentative borgergrupper fremsat en vision for den samlede beskyttelse af Vandkøbing med fokus på naturbaserede og helhedsorienterede løsninger, som kan håndtere flere typer vand. Kommunens vision er at løsningerne i videst muligt omfang skal arbejde sammen med og fremme naturen og invitere til rekreativ brug af kommunens kystzoner og naturarealer inde i landet. Visionen rummer også, at den samlede beskyttelse skal give mere, end den tager, og skabe en samlet merværdi for Vandkøbing.

Kommunen har igennem et år afholdt borgermøder, kyst- og havnevandringer med interesserede borgere samt opstillet informationstavler og mock-ups der præsenterer skitserede løsningsforslag og beskyttelseskoter for den samlede beskyttelse af Vandkøbing.

Det er besluttet at sikre Vandkøbing til en 100-års hændelse i år 2100.

Løsningen er efterfølgende tilpasset i samråd med de erhvervsdrivende, f.eks. for at sikre erhvervshavnens fortsatte drift samt adgangsforhold til butikkerne. Herudover er beredskab og politi inddraget, for at sikre redningsvejs- og evakueringsveje samt udarbejdelse af beredskabsplaner for tidlig lukning af stormflodsporte, aktivering af mobile pumper mv.

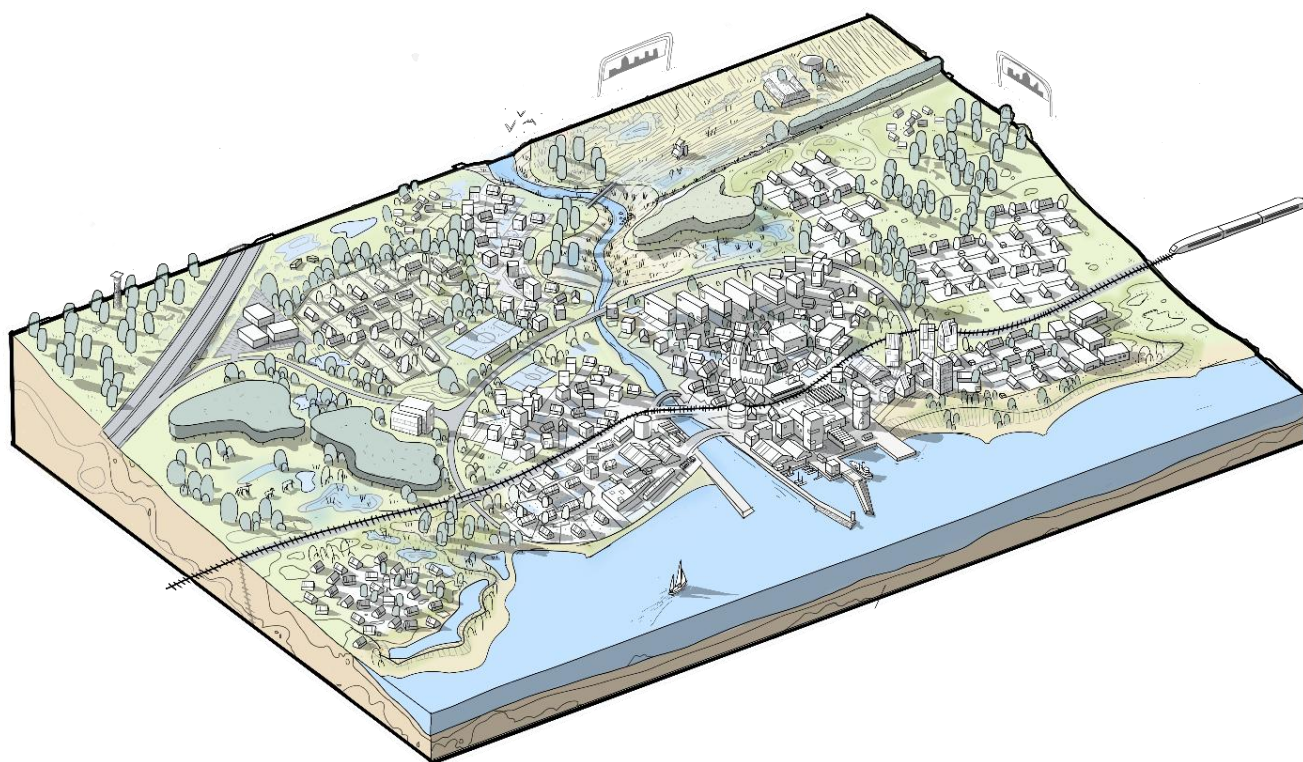
Klimatilpasningen i Vandkøbing er baseret på en helhedsorienteret tilgang, hvor løsningerne i de enkelte bydele er tæt koblet og dimensioneret i sammenhæng med hinanden. Løsningen tager udgangspunkt i hele det hydrologiske vandområde og kombinerer tilbageholdelse af vand opstrøms (vandparkering), lokal sikring i de tætte byområder, kystbeskyttelse mod havet og løsninger til håndtering af bagvand, skybrudsvand og hverdagsregn.

I indlandet tilbageholdes vand ved hjælp af regulering af vandløbet og udnyttelse af lavtliggende natur- og markområder til midlertidig vandparkering. Dette reducerer den hydrauliske belastning i vandløbet på strækningen gennem bykernen, hvor pladsen er begrænset. Regnvand fra byområderne og bykernen håndteres gennem lokale og differentierede løsninger, der ofte vil udføres med dobbeltudnyttelse, så løsningerne både kan håndtere vand, samtidig med at der er rekreative aspekter. Ved havnen kombineres en tilbagetrukket højvandsmur med lokal tilpasning og

kontrolleret oversvømmelse af yderligt liggende bygninger, mens boligområderne langs kysten og sommerhusområdet beskyttes gennem fremskudte forlandsløsninger, der reducerer bølgepåvirkning og havvandets indtrængen, samtidig med at de skaber ny natur.

De enkelte tiltag understøtter hinanden på tværs af bydelene og tiltagene løser udfordringer på tværs af det samlede vandkredsløb. Vand tilbageholdes og forsinkes opstrøms, så behovet for store løsninger nedstrøms reduceres. Kystbeskyttelsen designes i samspil med eksisterende landskab og stedets egenart, og dimensioneres i samspil med de øvrige løsninger. Samlet set giver dette mulighed for færre, men mere effektive og robuste indsatser, der både håndterer nutidens og fremtidens vandpåvirkninger, samtidig med at de skaber værdi for Vandkøbing by og den omkringliggende natur.

De samlede beskyttelsesforanstaltninger for Vandkøbing ses på Figur 6-25.



Figur 6-25: Helhedsorienteret klimatilpasning af hele Vandkøbing. Se de enkelte del løsninger i de foregående afsnit.

6.7.1 Anlægsoverslag af beskyttelsesforanstaltninger (helhedsorienteret løsning)

Anlægsoverslaget for Vandkøbing er udarbejdet på baggrund af et groft skitseniveau og skal forstås som et overordnet niveauestimat. Overslaget bygger på erfaringspriser for tilsvarende anlæg og omfatter etablering af anlæggene. Drift og reinvestering over anlæggenes levetid er opgjort separat. Der er ikke indregnet udgifter til arealerhvervelse, myndighedsprocesser, erstatninger, ledningsomlægninger

eller øvrige afledte omkostninger. Der er heller ikke medregnet omkostninger til opkøb af arealer til vandparkering i oplandet, da det antages at disse jorde omlægges til natur ifm. den grønne trepart. Dette er nærmere beskrevet i bilaget. Disse forhold er samlet håndteret gennem et korrektions- og usikkerhedstillæg på 50%, hvilket afspejler, at der på dette stadie er betydelig usikkerhed om både omfang, løsninger og lokale forhold. De samlede netto anlægsomkostninger (2025-priser) udgør ca. 450 mio. kr., og inkl. rådgivning, projektering og korrektions-/usikkerhedstillæg giver det en samlet investeringsramme på ca. **700 mio. kr.** De samlede vedligeholdelsesomkostninger udgør ca. **22 mio. kr.** over anlæggenes levetid.

Løsningerne er dimensioneret til en 100-års hændelse i år 2100 og er projekteret som en samlet, systemisk løsning på tværs af hele vandoplandet. Det betyder, at de enkelte tiltag er gensidigt afhængige og optimeret i sammenhæng, hvor eksempelvis vandparkering i indlandet reducerer behovet for sikring i bykernen, og forlandsløsninger langs kysten reducerer bølgepåvirkning og dermed behovet for høje diger og mure bagved. Overslaget omfatter både større anlæg som diger, forland, højvandsmure og sluse-/pumpeløsninger samt en post på ca. 50 mio. kr. til andre lokale løsninger, der dækker over decentrale tiltag i oplandet. Dette inkluderer bl.a. håndtering af skybrudsvand på pladser og veje i byen samt etablering af lokale lavninger og pumpeanlæg bag diger. Skybrud håndteres i vid udstrækning gennem overfladeløsninger, hvor vand ledes til grønne områder frem for gennem traditionelle, underjordiske systemer.

Løsningerne indeholder desuden en række naturbaserede og robuste designprincipper, herunder forlandsløsninger opbygget med lerkerner, stensikring og sand-/jordopbygninger, som samtidig muliggør rekreativ anvendelse. Rekreative kvaliteter er således delvist integreret i løsningerne, mens specifikke byrums- og landskabsprojekter, såsom stier, arkitektonisk bearbejdning af højvandsmure og lignende, ikke er fuldt indregnet. En del af løsningerne baserer sig på anvendelse af lokale materialer, herunder udlægning af sten fra lokale marker som forstærkning langs diger (hard points). Endelig er løsningerne tænkt etableret i etaper, hvor den overordnede struktur etableres tidligt, mens enkelte tiltag implementeres senere. Eksempelvis etableres en midlertidig vejhævning i boligområdet ved kysten først, hvorefter den permanente forlandsløsning realiseres efter ca. 20 år. Samlet set skal anlægsoverslaget forstås som en strategisk vurdering af investeringsniveauet for en helhedsorienteret klimatilpasning, hvor løsningerne udvikler sig over tid, og hvor der fortsat er væsentlige usikkerheder, som vil blive reduceret i de efterfølgende projekteringsfaser.

6.7.2 Perspektivering af anlægsoverslag for vandløbsoversvømmelse ift. en traditionel løsning

Dette afsnit forholder sig kun til løsninger for vandløbsoversvømmelse der kun udgør en del af den samlede løsning for Vandkøbing. Dette er valgt som eksempel, da der ved løsninger for vandløbsoversvømmelse er meget stor forskel mellem en helhedsorienteret, og en traditionel løsning.

Hvis klimatilpasningen i Vandkøbing skulle gennemføres inden for de nuværende rammer (traditionel løsning), ville løsningen i væsentlig grad afvige fra den

beskrevne helhedsløsning. Uden mulighed for at etablere vandparkering på tværs af kommunegrænser ville vandmængderne fra oplandet i stedet skulle håndteres gennem byen. Det ville kræve, at vandløbet dimensioneres til at kunne føre en 100-års hændelse i 2100 gennem bykernen, hvilket i praksis ville medføre etablering af markant højere og mere gennemgående sikringskonstruktioner langs vandløbet. Dette ville have væsentlige konsekvenser for byrum, tilgængelighed og bykvalitet i de centrale områder.

Den helhedsorienterede løsning (som beskrevet i 6.7.1), hvor vand tilbageholdes i oplandet og vandløbet gennem byen alene dimensioneres til en 5-års hændelse i 2100 (sikringshøjder op til ca. 0,5-1 m), medfører anlægsomkostninger på ca. 130 mio. kr. Til sammenligning vil en traditionel løsning uden mulighed for vandparkering kræve håndtering af op til tre gange større vandmængder gennem byen. Dette indebærer en væsentligt højere dimensionering af vandløbet med kanthævninger op til ca. 1,5-2 m, udvidelse af underføringer ved broer samt øget pumpekapacitet ved slusen nedstrøms, med samlede anlægsomkostninger på ca. 600 mio. kr.

Udvidelse af eksisterende broåbninger til at kunne håndtere en tredobling af vandføringen vurderes at koste ca. 200 mio. kr. Omkostningen er opgjort uden usikkerhedstillæg og vil derfor være højere i et fuldt projektoverslag. Omkostningen dækker ombygning af en række underføringer, herunder en større vejbro og en jernbanebro, hvor sidstnævnte er særligt omkostningstung på grund af krav til drift under anlæg. Underføringerne udgør dermed en væsentlig del af meromkostningen ved en traditionel løsning, hvor vandet skal føres gennem byen.

Ud over de høje omkostninger for den traditionelle løsning vil der også være udfordringer med afvanding ned til vandløbet under en koblet vandløbs- og skybrudshændelse. Her vil vandstanden i vandløbet være høj som følge af de forhøjede kanter, hvilket gør det umuligt at udlede skybrudsvand fra byen over terræn og gennem overløb til vandløbet, hvilket vil resultere i oversvømmede bygninger og kældre.

Ved den traditionelle løsning vil kystbeskyttelsen skulle etableres som mere traditionelle digeløsninger finansieret via lokale digelag. Dette ville vanskeliggøre etablering af sammenhængende forlandsløsninger og i stedet føre til mere fragmenterede og lokalt optimerede løsninger. I havneområdet ville det ikke være muligt at etablere en tilbagetrukket højvandsmur som en integreret del af byudviklingen. I stedet ville beskyttelsen typisk skulle placeres tættere på kajkanten, hvilket ville resultere i længere, mere tekniske og visuelt dominerende konstruktioner og reducere fleksibiliteten i anvendelsen af havnearealerne.

Endvidere ville mulighederne for at håndtere bagvand være væsentligt begrænsede. Uden mulighed for at lede vand til nærliggende naturområder, herunder Natura 2000-områder, ville håndteringen i højere grad skulle ske lokalt gennem tekniske løsninger, herunder større pumpekapacitet og yderligere sikringsforanstaltninger bag diger.

Samlet set ville en traditionel tilgang føre til flere og større enkeltstående anlæg, højere samlede anlægsomkostninger og en mindre fleksibel løsning, hvor samspillet mellem bydelene og vandets naturlige bevægelse ikke udnyttes.

Der er desuden udarbejdet et sammenligneligt anlægsoverslag for en traditionel samlet løsning, som fremgår af Bilag D, med henblik på at belyse forskelle i både omkostningsniveau og løsningskarakter.

Den efterfølgende analyse fokuserer på finansiering og fordeling af den helhedsorienterede løsning, som samtidig viser sig økonomisk mere fordelagtig end en traditionel tilgang.

7 Skadesberegninger og beskyttelsesniveauer

Analysen og modeller vedrørende organisering, finansiering, skadesberegninger og bidragsfordeling er primært udarbejdet af KPMG. Beregningerne er baseret på de tekniske løsninger, anlægsoverslag og forudsætninger udviklet for Vandkøbing-casen af COWI og Arkitema.

På baggrund af den beskrevne helhedsløsning for Vandkøbing og det opstillede anlægsoverslag herfor belyses i dette kapitel de økonomiske og organisatoriske implikationer af klimatilpasningen. Anlægsoverslaget udgør det tekniske og økonomiske grundlag for de følgende analyser.

I dette kapitel anvendes de underliggende beregningsforudsætninger og uafrundede beløb. Derfor kan enkelte anlægstal afvige mindre fra de afrundede investeringsniveauer, som anvendes i rapportens øvrige kapitler.

Kapitlet tager udgangspunkt i sammenhængen mellem investeringer i klimatilpasning, de forventede skadesreduktioner og fordelingen af omkostninger mellem aktører. Der arbejdes med både et scenarie uden beskyttelse og et scenarie med den foreslåede helhedsløsning, hvilket gør det muligt at sammenholde de økonomiske konsekvenser ved forskellige tilgange til klimatilpasning.

I analysen anvendes samtidig principper udviklet af KPMG (2026) som grundlag for illustrative eksempler på, hvordan organisering, finansiering og bidragsfordeling kan håndteres i komplekse klimatilpasningsprojekter, hvor der i dag ikke findes en entydig praksis. Principperne er tilpasset Vandkøbing-casen og anvendes til at gennemføre konkrete beregninger samt illustrere mulige principper for fordeling af omkostninger baseret på risiko og nytte.

De følgende delafsnit gennemgår først de nuværende rammer for organisering og finansiering samt eksempler på alternative modeller. Herefter præsenteres skadesberegninger for henholdsvis situationen uden beskyttelse og med den foreslåede løsning i Vandkøbing. Afslutningsvis benyttes KPMGs forslag til en bidragsfordeling på Vandkøbing, herunder hvordan betalingerne fordeles mellem bygningstyper og geografiske zoner.

7.1 Organisering i dag og forslag til fremtidig organisering

Der findes i dag ikke en entydig eller standardiseret organiseringsform for komplekse klimatilpasningsprojekter i Danmark. Eksisterende modeller er typisk udviklet til mindre, afgrænsede projekter og omfatter blandt andet digelag, pumpelag, spildevandsselskaber og kommunale fællesprojekter. På tværs af disse ses en række gennemgående udfordringer, herunder at projekter ofte følger administrative grænser frem for hydrologiske forhold, at organiseringen kan være præget af begrænset kapacitet, samt at centrale aktører har et snævert mandat i forhold til den samlede klimatilpasningsopgave. Dette indebærer også, at aktørernes muligheder for at bidrage til finansiering er begrænsede, da mandat og finansieringsmuligheder ikke er tilpasset helhedsorienterede løsninger.

Derudover er organiseringen i dag kendetegnet ved fragmenterede regler, uklare roller og begrænset koordinering på tværs af aktører. Samlet set medfører dette, at klimatilpasningsprojekter ofte planlægges og gennemføres inden for eksisterende administrative og sektormæssige rammer frem for ud fra det samlede vandkredsløb. Dette vanskeliggør især samarbejde i tværgående projekter, hvor opstrøms- og nedstrøms forhold skaber forskellige incitamenter og behov for fælles løsninger.

Den samlede projektorganisation kan etableres på forskellige måder afhængigt af projektets karakter og geografi. Det kan eksempelvis være et partnerskab mellem de involverede kommuner, et partnerskab mellem kommuner og private aktører eller et samarbejde mellem kommuner og statslige aktører. Fælles for modellerne er, at de bygger på en samlet organisering med et tydeligt mandat til at planlægge, finansiere og realisere klimatilpasningsløsninger på tværs af geografi, aktører og vandtyper. En mulig model er statslig koordinering og udpegning af komplekse projekter, mens den konkrete gennemførelse sker gennem lokale eller regionale partnerskaber.

De centrale forskelle mellem en traditionel og en mere helhedsorienteret tilgang til organisering, planlægning og finansiering er opsummeret i den tidligere viste Tabel 5-1. Som eksempel på, hvordan disse udfordringer kan håndteres, er der i Vandkøbing anvendt en organiseringsmodel inspireret af KPMG (2026), jf. Tekstboks 7-1. Modellen illustrerer blandt andet behovet for en klarere ansvarsplacering, en mere samlet projektorganisation og en bedre koordinering på tværs af aktører og geografi.

Tekstboks 7-1: Centrale principper for en fremtidig organiseringsmodel for helhedsorienteret klimatilpasning, inspireret af (KPMG, 2026).

Eksempel på organiseringsmodel

- › Styrket statslig rolle i prioritering og igangsætning af projekter
 - › Organisering på tværs af vandoplande frem for kommunegrænser
 - › Samlet bygherrefunktion og tydelig ansvarsplacering
 - › Standardiserede processer og bedre koordinering mellem aktører
 - › Sekventiel igangsættelse af projekter for at sikre læring og bedre ressourceudnyttelse mellem projekter
-

7.2 Finansiering i dag og forslag til fremtidig finansieringsmodel

Finansieringen af klimatilpasning i Danmark er i dag præget af fragmenterede modeller og manglende sammenhæng på tværs af projekttyper. Finansiering og

betaling er ofte opdelt, hvor kapital i dag primært tilvejebringes gennem kommunale budgetter og garantier, mens betaling sker via nytteprincippet eller vandtakster.

Kommunerne spiller en central rolle, men deres muligheder er begrænsede af anlægsrammer, begrænsede budgetter og konkurrerende investeringsbehov. Samtidig er statslig finansiering begrænset og målrettet specifikke formål. På betalingssiden er modellerne opdelt efter vandtype, hvilket vanskeliggør gennemførelse af helhedsorienterede løsninger på tværs af vandtyper og geografi. De væsentligste udfordringer ved de nuværende finansieringsmodeller er opsummeret i Tekstboks 7-2.

Tekstboks 7-2: Udfordringer ved finansiering af helhedsorienteret klimatilpasning.

Udfordringer ved nuværende finansiering

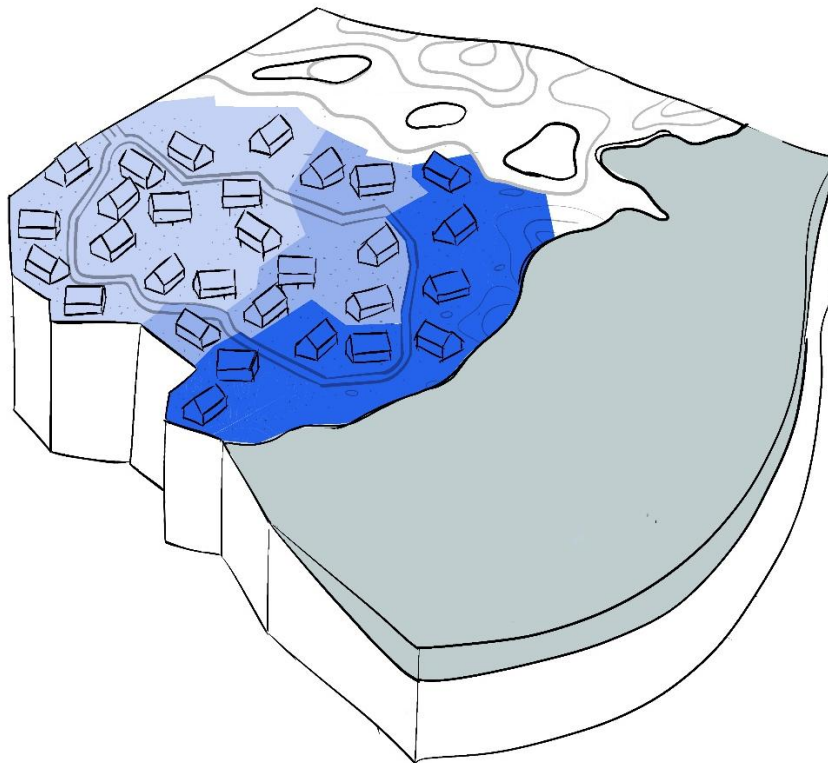
- › Opdeling mellem vandtyper (kyst, regnvand, vandløb, grundvand)
 - › Snæver betalingskreds (primært direkte berørte)
 - › Begrænset statslig finansiering
 - › Vanskeligt at håndtere helhedsorienterede projekter
-

På den baggrund anvendes i Vandkøbing en betalingsmodel baseret på principper udviklet af (KPMG, 2026) som eksempel på, hvordan finansiering og bidragsfordeling kan håndteres i komplekse klimatilpasningsprojekter, hvor der i dag ikke findes en etableret model. Modellen præsenteres nedenfor, og tager udgangspunkt i en udvidet betalingskreds og fordeling af omkostninger baseret på både direkte og indirekte nytte/gavn.

Som en del af denne tilgang indgår statslig medfinansiering som et eksempel på finansiering af kollektive goder, herunder natur, kulturarv og kritisk infrastruktur, som ikke fuldt ud kan håndteres i de nuværende modeller.

I forlængelse heraf forudsættes det, at finansieringen optages af den samlede projektorganisation for klimatilpasningen i Vandkøbing. Staten forudsættes i denne sammenhæng at stille lån eller garantier til rådighed for projektorganisationen. Modellen illustrerer dermed et eksempel på en mere samlet organisering af finansiering og gennemførelse end det, der er muligt inden for de nuværende rammer.

Den konkrete fordeling af betalingerne illustreres gennem en klimazonemodel, som i Vandkøbing anvendes som eksempel på, hvordan betaling kan fordeles mellem aktører med forskellig grad af nytte og risiko, se Figur 7-1.



Figur 7-1: Illustration af zonemodellen, Den mørkeste farve viser zone 1, den mellemste viser zone 2 og den lyseste viser zone 3.

- › **Zone 1: Direkte berørte.** Oversvømmet med mere end 10 cm ved en 5-års hændelse i år 2100.
- › **Zone 2: Indirekte berørte.** Oversvømmet med mere end 10 cm i minimum en af de beregnede hændelser.
- › **Zone 3: Alle andre grundejere i Vandkøbing By der ikke får skader.** Kollektive goder og øvrige borgere, herunder beskyttelse af samfundsværdier som natur, kulturarv og kritisk infrastruktur samt de indirekte gevinster ved en velfungerende by.

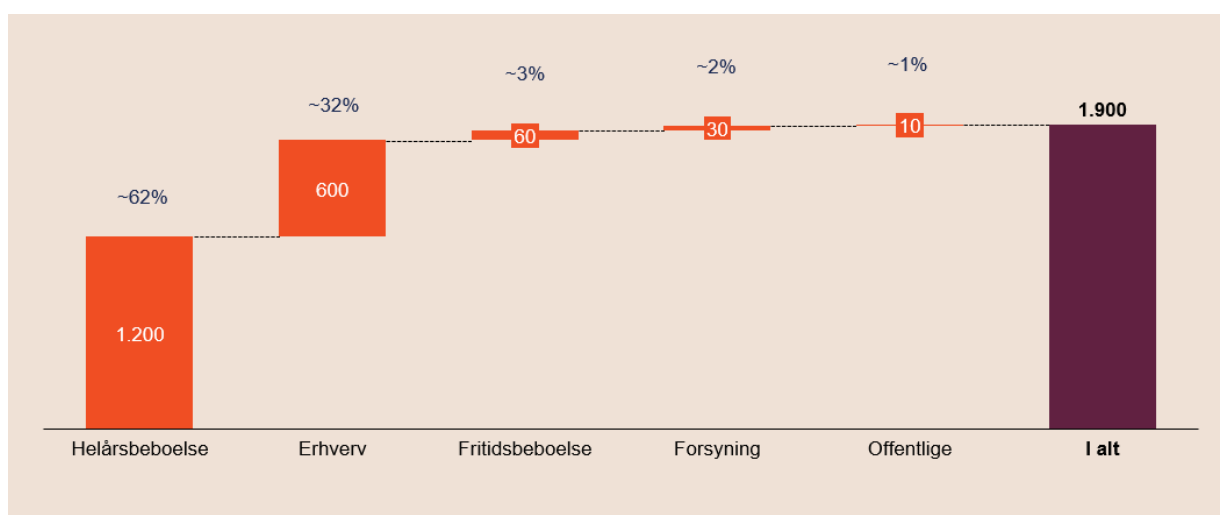
7.3 Skadesberegninger uden beskyttelse

De samlede skadesomkostninger er opgjort som diskonterede skader i analyseperioden 2026-2100 målt i nettonutidsværdi (2026-priser). Beregningerne er gennemført for 5-, 20-, 50- og 100-årshændelser for henholdsvis stormflod, vandløbsoversvømmelser samt kombinerede hændelser. Skadesomkostningerne afspejler dermed det samlede forventede risikobillede på tværs af både hændelsestyper, returperioder og tid og danner grundlaget for vurderingen af de samfundsøkonomiske konsekvenser ved fremtidige oversvømmelser uden beskyttelse. Samlet er der beregnet diskonterede forventede skadesomkostninger svarende til ca. 1,9 mia. kr. i

Vandkøbing i perioden 2026-2100 for de analyserede hændelser. Beløbet er opgjort som nettonutidsværdi i 2026-priser.

Skadesomkostningerne dækker både direkte skader på bygninger og indirekte samfundsmæssige konsekvenser, hvilket er centralt for vurderingen af en bredere finansieringsmodel.

Figur 7-2 nedenfor viser, at helårsboliger udgør den største andel af de samlede skadesomkostninger med ca. 62 pct. af den samlede skade. Det hænger både sammen med, at helårsboliger udgør en stor del af de eksponerede bygninger, og at mange bygninger påvirkes gentagne gange gennem analyseperioden. Erhvervsbygninger udgør den næststørste kategori med ca. 32 pct. af de samlede skadesomkostninger.

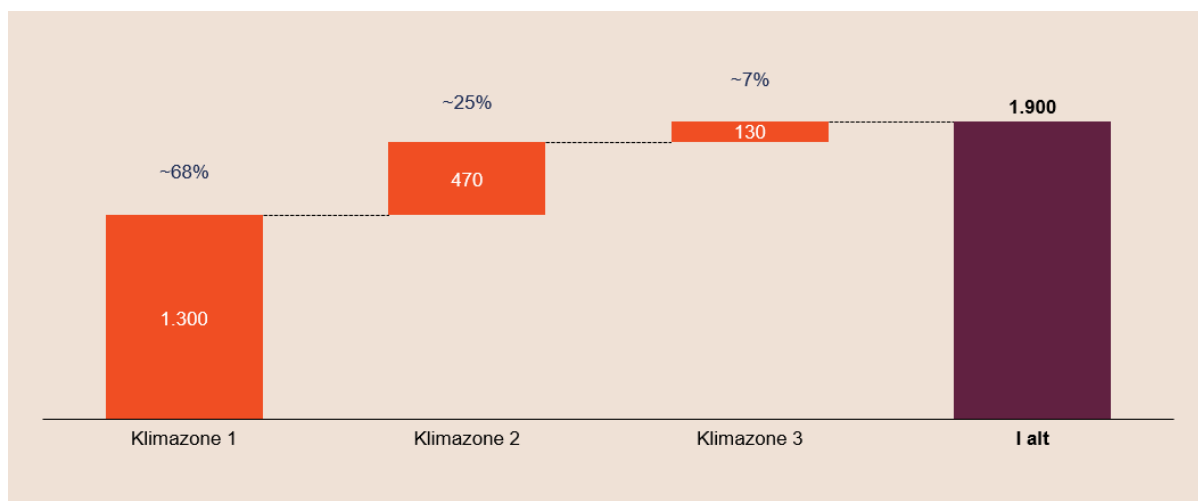


Figur 7-2: Forventede skadesomkostninger fordelt på bygningskategori i perioden 2026-2100, mio. kr., nettonutidsværdi, 2026-priser.

Figur 7-3 nedenfor viser den tilsvarende fordeling af skadesomkostninger på klimazoner. Hovedparten af de samlede skader er koncentreret i Klimazone 1, som udgør ca. 68 pct. af den samlede skadesomkostning. Det afspejler, at bygningerne i denne zone både rammes hyppigere og generelt af større gennemsnitlige oversvømmelser end bygningerne i de øvrige zoner.

Klimazone 2 udgør ca. 25 pct. af de samlede skadesomkostninger og repræsenterer bygninger, som først påvirkes ved hændelser der er større end en 5-års hændelse i år 2100. Disse hændelser rammer samtidig et større geografisk område og flere bygninger, men de gennemsnitlige oversvømmelsesdybder er generelt lavere end i Klimazone 1.

Klimazone 3 udgør ca. 7 pct. af de samlede skadesomkostninger. Denne andel repræsenterer indirekte og afledte tab forbundet med oversvømmelser, herunder påvirkninger relateret til mennesker samt trafikforstyrrelser. Andelen er baseret på fordelingen af samlede oversvømmelsestab i (DTU, 2026), hvor sådanne effekter indgår som en særskilt del af de samlede samfundsøkonomiske konsekvenser ved oversvømmelser.



Figur 7-3: Forventede skadesomkostninger fordelt på zoner i perioden 2026-2100, mio. kr., nettonutidsværdi, 2026-priser.

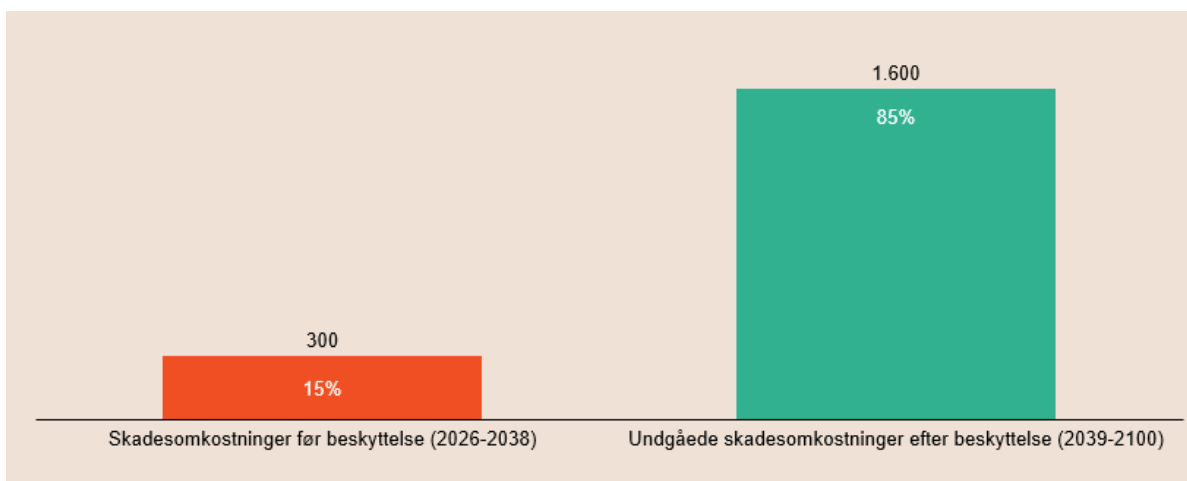
7.4 Skadesberegninger med beskyttelse

Figur 7-4 illustrerer sammenhængen mellem forventede skadesomkostninger uden beskyttelse og de skader, som forventes undgået efter idriftsættelsen af klimatilpasningsanlægget. Anlægget forudsættes idriftsat i 2039 og yder herefter beskyttelse svarende til en 100-årshændelse frem mod 2100. Det betyder, at bygnin- gerne fortsat forventes at være udsatte for oversvømmelser i perioden 2026-2038, indtil anlægget er etableret og sat i drift.

For den analyserede periode og de udvalgte hændelser er de forventede skades- omkostninger før beskyttelse beregnet til ca. 300 mio. kr. i nettonutidsværdi (2026- priser). Det svarer til ca. 15 pct. af de samlede forventede skadesomkostninger i analyseperioden. Efter idriftsættelsen af anlægget i 2039 forventes hovedparten af de fremtidige skader derimod at kunne undgås. De undgåede skadesomkostninger er beregnet til ca. 1,6 mia. kr., svarende til ca. 85 pct. af de samlede forventede skader i perioden 2026-2100.

De undgåede skadesomkostninger udgør dermed den primære samfundsøkonomi- ske gevinst ved investeringen i klimatilpasning.

Resultatet understreger, at langt størstedelen af de forventede oversvømmelses- skader er koncentreret i perioden efter 2039, hvor klimaforandringerne gradvist medfører både hyppigere og mere omfattende oversvømmelser. Det betyder samti- dig, at værdien af klimatilpasningsanlægget i høj grad er knyttet til de langsigtede undgåede skader frem mod slutningen af århundredet.



Figur 7-4: Forventede skadesomkostninger før beskyttelse og undgåede skadesomkostninger efter beskyttelse, mio. kr., nettonutidsværdi, 2026-priser

7.5 Anlægsøkonomi og bidragsfordeling

Bidragsfordelingen i klimatilpasning er i dag præget af opdelte principper, som typisk følger den enkelte oversvømmelsestype frem for en samlet vurdering af risiko og nytte. I praksis anvendes primært nytteprincippet for kyst- og vandløbsprojekter og vandtakstfinansiering for regn- og spildevandshåndtering.

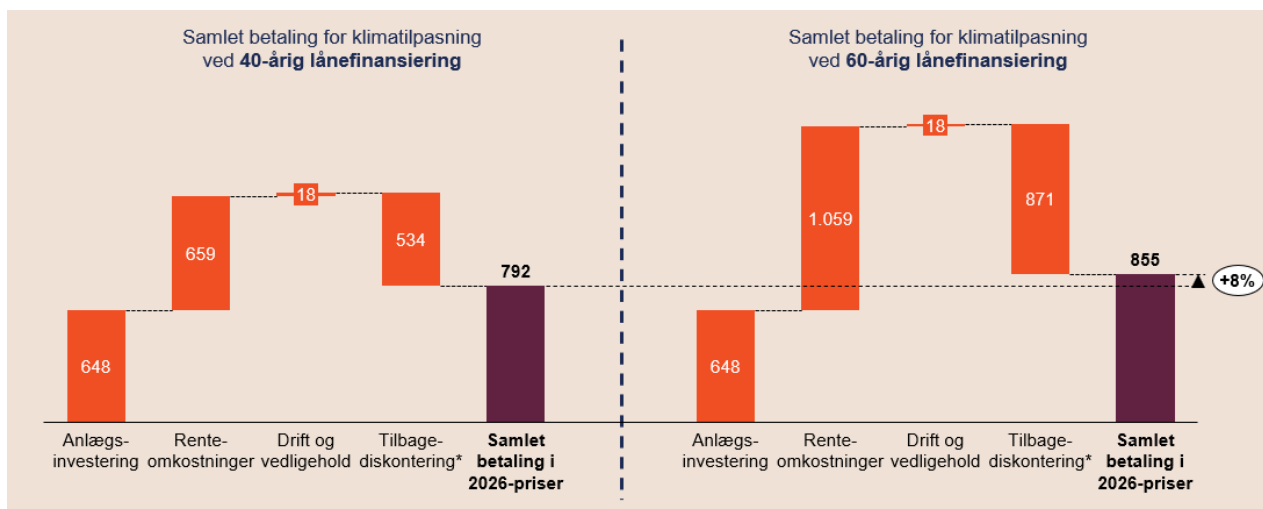
Denne opdeling vanskeliggør gennemførelse af helhedsorienterede projekter, da modellerne har forskellig modenhed og ikke er udviklet til løsninger på tværs af vandtyper og geografi. Samtidig kan der opstå udfordringer i tværgående projekter, hvor sammenhængen mellem, hvem der betaler, og hvem der opnår gevinster, er uklar.

I Vandkøbing anvendes derfor en bidragsmodel baseret på principper udviklet af KPMG, hvor betaling fordeles på tværs af både direkte og indirekte modtagere af beskyttelsen. Modellen tager udgangspunkt i de tre definerede klimazoner og har til formål at skabe en mere sammenhængende og transparent fordeling af omkostninger baseret på risiko og nytte.

Til beregning af bidragsfordelingen tages der udgangspunkt i det samlede anlægs-overslag på 721 mio. kr. (i 2025-priser), jf. 11Bilag B. Herfra fratrækkes 60 mio. kr., som antages finansieret gennem Statens Kystpulje, 21 mio. kr., som finansieres af forsyningsselskabet, samt 5 mio. kr., som finansieres af Banedanmark, da løsningen også beskytter deres anlæg. De resterende 635 mio. kr. udgør dermed det beløb, der skal finansieres gennem bidragsmodellen. Beløbet omregnes til 2026-priser svarende til ca. 648 mio. kr., som efterfølgende finansieres over tid. Forskellen mellem anlægsinvesteringen og de samlede betalinger afspejler primært finansieringsomkostninger samt drift og vedligehold.

Figur 7-5 viser den samlede betaling under to finansieringsscenarier med henholdsvis 40 og 60 års løbetid. Den kortere løbetid medfører højere årlige betalinger, men lavere samlede renteomkostninger, mens den længere løbetid reducerer

den årlige betaling men øger de samlede omkostninger. Figuren illustrerer dermed afvejningen mellem betalingsprofil og samlede finansieringsomkostninger.



Figur 7-5: Samlet betaling for klimatilpasning i Vandkøbing, mio. kr., 2026-priser. *Note: Tilbagediskontering er en matematisk metode, der omregner fremtidige pengestrømme til deres **nutidsværdi**. Formålet er at tage højde for inflation og afkastkrav, så du kan sammenligne værdien af penge, du modtager på forskellige tidspunkter. Diskonteringen af anlægsøkonomien er foretaget ved brug af en realrente på 2%. Anlægsinvesteringen er fremskrevet til 2026-priser for at sikre et sammenligneligt grundlag.

Figur 7-6 sammenholder de samlede betalinger for klimatilpasningsanlægget med de forventede undgåede skadesomkostninger i perioden 2039–2100. Figuren illustrerer den overordnede cost-benefit ved investering i klimatilpasning under de forudsætninger, der er lagt til grund for analysen.

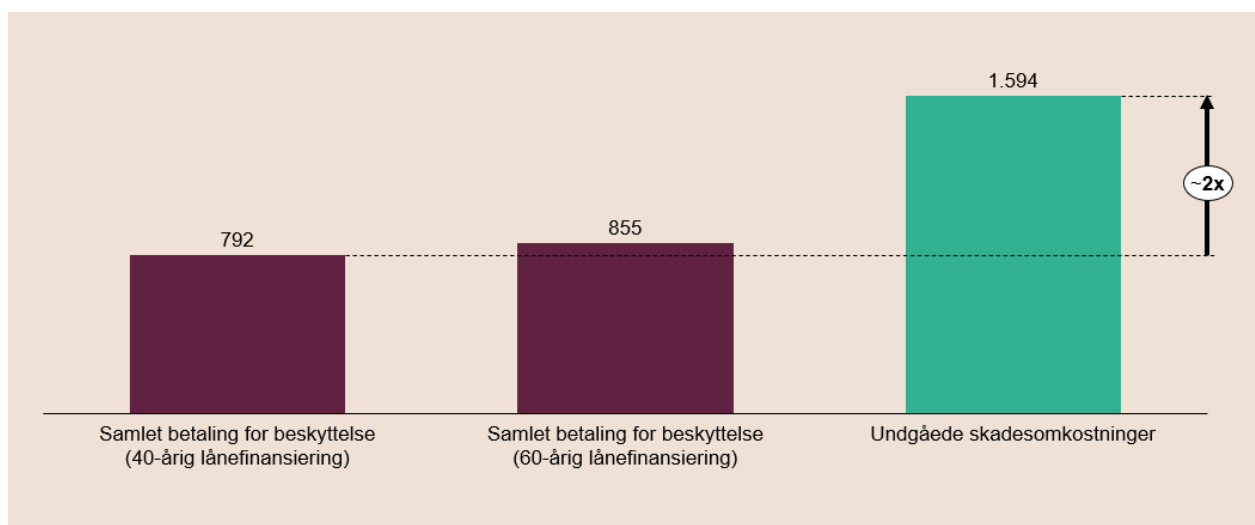
De undgåede skadesomkostninger er beregnet til ca. 1,6 mia. kr. i nettonutidsværdi (2026-priser), mens den samlede betaling for klimatilpasningsanlægget udgør ca. 792 mio. kr. ved 40-årig finansiering og ca. 855 mio. kr. ved 60-årig finansiering. I begge scenarier overstiger de forventede undgåede skader dermed de samlede betalinger.

Det indebærer, at der ved 40-årig finansiering for hver 1 kr. investeret i klimatilpasning forventes undgået ca. 2 kr. i fremtidige skadesomkostninger. Klimatilpasningsanlægget genererer dermed en betydelig samfundsøkonomisk gevinst. Selv ved 60-årig finansiering, hvor de samlede omkostninger er højere, overstiger de undgåede skader fortsat de samlede betalinger.

Beregningsen er baseret på de beskrevne finansieringsforudsætninger. Eventuelle offentlige tilskud og puljemidler kan påvirke den konkrete fordeling af omkostninger mellem aktørerne, men ændrer ikke de overordnede konklusioner om investeringens samfundsøkonomiske værdi.

Resultatet viser, at investeringen i klimatilpasning potentielt er samfundsøkonomisk rationel under de anvendte forudsætninger. Samtidig understreger analysen, at gevinsterne ved klimatilpasning ikke alene tilfalder de direkte berørte bygninger, men

også samfundet bredere gennem reducerede skader og opretholdelse af byens funktioner.



Figur 7-6: Cost-benefit ved klimatilpasning i perioden 2039-2100, mio. kr., nettonutidsværdi, 2026-priser

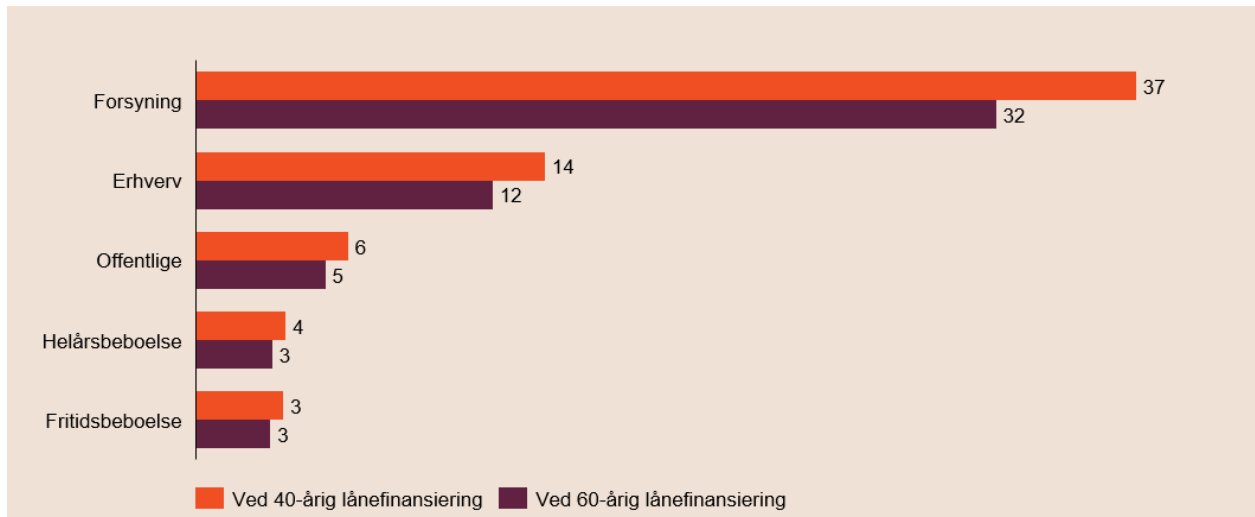
Figur 7-7 viser det gennemsnitlige førsteårs-bidrag pr. bygning fordelt på bygningskategorier under henholdsvis 40-årig og 60-årig lånefinansiering. Førsteårs-bidraget repræsenterer den gennemsnitlige betaling i det første driftsår efter idriftsættelsen af klimatilpasningsanlægget i 2039. Beregningen forudsætter, at den samlede løsning idriftsættes i 2039, og at finansieringen af de samlede anlægsomkostninger påbegyndes herefter. Bidraget beregnes ved, at den samlede betaling for klimatilpasningsanlægget fordeles mellem de bidragspligtige bygninger ud fra deres relative andel af de samlede beregnede skadesomkostninger. Bygninger med større forventede skader bidrager dermed også med en større andel af finansieringen.

Ved 40-årig lånefinansiering fordeles den samlede betaling på ca. 792 mio. kr. over en kortere periode end ved 60-årig finansiering, hvilket medfører højere årlige betalinger i de første driftsår. Omvendt reducerer den længere finansieringsperiode ved 60-årig lånefinansiering de gennemsnitlige årlige betalinger, men medfører samtidig højere samlede renteomkostninger over anlæggets levetid.

Figuren viser, at forsynings- og erhvervsbygninger har væsentligt højere gennemsnitlige førsteårs-bidrag end f.eks. helårsboliger og fritidsboliger. Det skyldes primært, at disse bygningstyper typisk omfatter væsentligt større bygningsarealer og dermed også større beregnede fysiske bygningsskader ved oversvømmelser. Da bidragsfordelingen er baseret på de beregnede skadesomkostninger, medfører større forventede skader tilsvarende højere bidrag til finansieringen af klimatilpasningsanlægget.

Bidragsfordelingen er i denne analyse baseret på direkte fysiske bygningsskader. Inddragelse af indirekte og afledte konsekvenser, såsom driftsforstyrrelser og påvirkning af kritisk infrastruktur, vil forventeligt øge skadesomkostningerne – særligt for forsynings- og erhvervsbygninger – og dermed også deres andel af finansieringen.

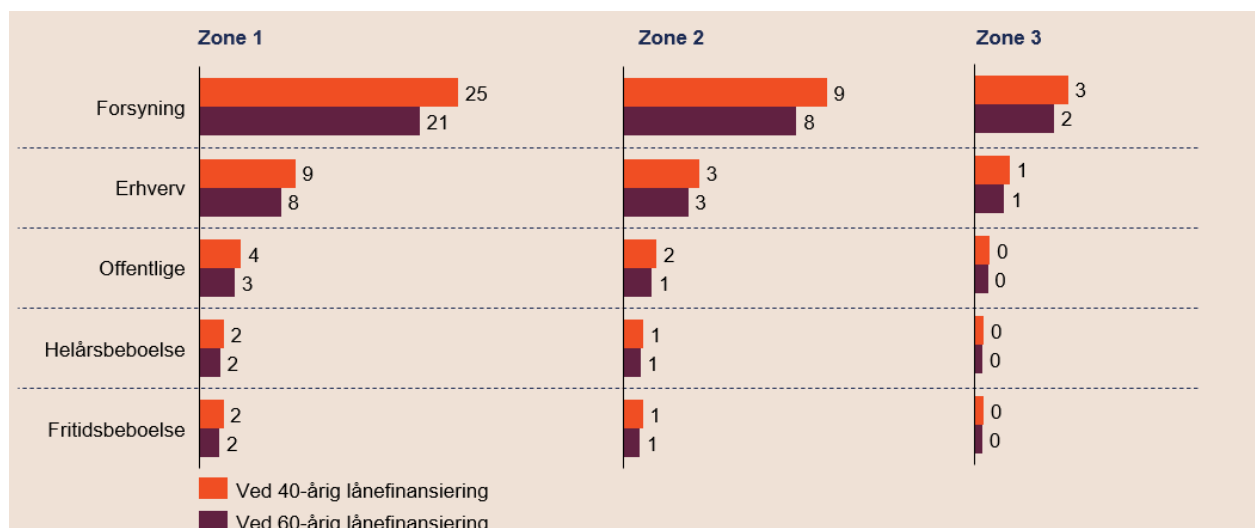
Omvendt omfatter analysen heller ikke en værdisætning af en række afledte gevinster ved klimatilpasning, herunder rekreative værdier, forbedrede by- og naturområder, reducerede forsikringsomkostninger samt potentielle værdistigninger på ejendomme. De beregnede resultater bør derfor ses som et illustrativt eksempel på principperne for bidragsfordeling snarere end en fuldstændig opgørelse af alle omkostninger og gevinster.



Figur 7-7: Gennemsnitlig førsteårs-bidrag pr. bygning, tkr., nettonutidsværdi, 2026-priser.

Figur 7-8 viser, at førsteårs-bidraget varierer betydeligt mellem klimazonerne. Bidragene er klart højest i Klimazone 1, hvilket afspejler, at bygningerne i denne zone både rammes hyppigst og har de største beregnede skadesomkostninger. Det gælder særligt forsynings- og erhvervsbygninger, hvor bidragene er høje, fordi flere af de største og mest skadesudsatte bygninger ligger i Klimazone 1. Da bidragsmodellen fordeler betalingen efter skadesandel, vil bygninger med store forventede skader også få et højere bidrag.

For helårsboliger og fritidsboliger i Klimazone 1 er bidraget også væsentligt højere end i Klimazone 2 og 3. Det er forventeligt, da disse bygninger typisk ligger tættere på de mest udsatte områder, påvirkes af hyppigere hændelser og derfor også opnår en større direkte nytte af beskyttelsen. Bidraget afspejler dermed den grundlæggende cost-benefit-logik i modellen: de bygninger, der forventes at undgå de største skader, bærer også en større del af betalingen.



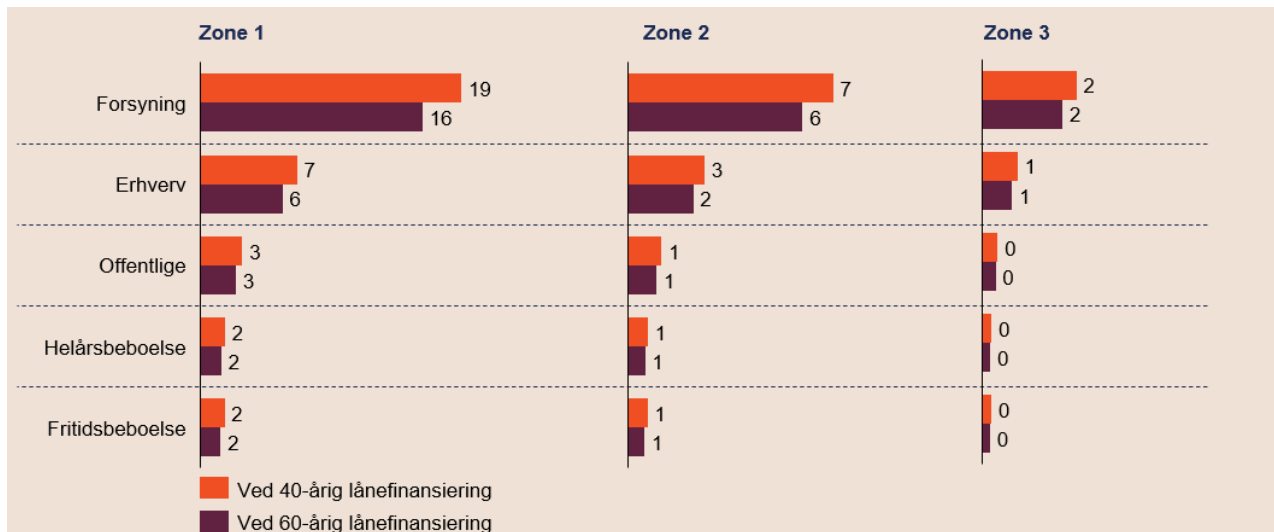
Figur 7-8: Gennemsnitlig førsteårs-bidrag pr. beskyttet bygning i de tre klimazoner, tkr., nettonutidsværdi, 2026-priser.

Figur 7-9 viser en alternativ beregning, hvor der indregnes 25 pct. statslig medfinansiering. Medfinansieringen reducerer bidraget for de bidragspligtige bygninger tilsvarende og sænker dermed førsteårs-bidraget på tværs af både zoner og bygningstyper. Figuren illustrerer, hvordan statslig medfinansiering kan anvendes til at reducere betalingsbyrden, særligt for de mest udsatte bygninger i Klimazone 1. Alle værdier er afrundet til nærmeste 1.000 kr. Som følge heraf kan mindre forskelle mellem scenarierne ikke nødvendigvis aflæses direkte af figuren.

Den statslige medfinansiering indgår som et illustrativt eksempel på, hvordan staten kan bidrage til finansieringen af klimatilpasningsprojekter, hvor gevinsterne rækker ud over de direkte beskyttede ejendomme og også omfatter bredere samfundsmæssige værdier og kollektive goder. Den illustrerede statslige medfinansiering på 25 pct. er ikke et forslag til en konkret finansieringsmodel, men anvendes som et regneeksempel til at illustrere et princip om, at staten kan bidrage til finansiering af klimatilpasning, når investeringerne også skaber bredere samfundsmæssige gevinster. I Vandkøbing omfatter dette blandt andet Natura 2000-områder, bevaringsværdige bygninger, kritisk infrastruktur som jernbanen samt øvrige natur-, kultur- og samfundsværdier, hvis gevinster rækker ud over de direkte berørte ejendomme.

Medfinansieringen kan potentielt målrettes forskellige grupper eller områder. Eksempelvis kan den anvendes til at reducere bidraget for private boligejere i særligt udsatte områder, hvor betalingsbyrden kan være relativt høj. Alternativt kan medfinansieringen målrettes geografisk, fx til bygninger i Klimazone 1, hvor oversvømmelsesrisikoen og de forventede skader er størst.

Fælles for disse tilgange er, at de kan reducere betalingsbelastningen for de mest udsatte aktører, samtidig med at den overordnede cost-benefit-logik i bidragsmodellen opretholdes.



Figur 7-9: Gennemsnitlig førsteårs-bidrag pr. beskyttet bygning i de tre klimazoner, hvis staten påtager sig 25% af bidraget, tkr., nettonutidsværdi, 2026-priser.

Samlet set viser analysen, at en helhedsorienteret klimatilpasning i Vandkøbing kan reducere de forventede skadesomkostninger væsentligt og samtidig være samfundsøkonomisk rentabel. De beregnede undgåede skader overstiger de samlede investeringer, hvilket understreger værdien af at gennemføre klimatilpasning i tide.

Analysen viser samtidig, at skader og gevinster ved klimatilpasning strækker sig ud over de direkte berørte bygninger og i høj grad påvirker samfundet bredere. Dette understøtter behovet for finansierings- og bidragsmodeller, der også omfatter indirekte nytte og kollektive goder.

Den anvendte zonemodell illustrerer, hvordan omkostninger kan fordeles mere sammenhængende på tværs af aktører baseret på risiko og nytte. Samtidig viser analysen, at statslig medfinansiering kan spille en vigtig rolle i at sikre en mere balanceret byrdefordeling og understøtte gennemførelsen af komplekse klimatilpasningsprojekter.

Vandkøbing illustrerer dermed, hvordan helhedsorienteret klimatilpasning kan reducere skadesomkostninger og skabe samfundsøkonomisk værdi. Samtidig viser analysen, hvordan finansiering og bidragsfordeling kan tilrettelægges i komplekse klimatilpasningsprojekter. Realisering af sådanne løsninger afhænger imidlertid af rammer, incitamenter og samarbejde på tværs af aktører.

8 Metode

8.1 Hvordan er Vandkøbing etableret?

Vandkøbing skal repræsentere og skabe genkendelighed for en bred målgruppe af mellemstore, kystnære byer. Vandkøbing er sammensat af rigtige bydele fra rigtige danske byer. Men byerne og bydelene er anonymiserede. Det er de generiske klimaudfordringer Vandkøbing står overfor, der er interessante og ikke hvilken konkret by, der er tale om.

Til gengæld giver det realisme, at der er tale om virkelige bydele, virkelige klimaudfordringer ved forskellige hændelsesniveauer og ved koblede hændelser, virkelige omkostninger til beskyttelsesforanstaltninger og virkelige skadesomkostninger.

Hvordan er vi nået frem til den konkrete sammensætning af Vandkøbing? Detaljerne er beskrevet i Bilag A. I dette kapitel præsenterer vi de overordnede kriterier for etableringen af Vandkøbing.

Der er taget udgangspunkt i de 48 byer, som er medtaget i COWIs rapport for Realdania, "Byernes udfordringer med havvandsstigning og stormflod" (2017), se Figur 8-1, med et indbyggertal over 10.000. COWI har tilføjet en ekstra by, herefter er udgangspunktet 49 danske kystbyer.

Det er et kriterie, at byerne også skal have et nærtliggende vandløb. Dette med henblik på at kunne vise koblede hændelser mellem stormflod og oversvømmelser fra vandløb. Samtidig har vi fra listen frasortet 'store' byer med indbyggertal på over 75.000. Det giver herefter en nettoliste på i alt 23 byer.

De 23 byer er herefter screenet i følgende proces:

- › Oversvømmelsestruslen fra stormflod og vandløb skal være tilstede ved en 20-årshændelse i dag. Dette reducerer listen fra 23 til i alt 14 byer.
- › Byerne skal repræsentere en variation af kysttypologier – bredning, fjord, fladt eller svagt bølgede landskab, og dermed forskellige former for oversvømmelsesudfordringer.

8.1.1 Vandkøbings typologiske karakteristika

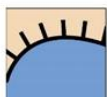
STORMFLODSTYPOLOGIER

Stormflodstypologierne består af forskellige karakteristiske landskabselementer, der indgår som væsentlige elementer ved stormflod og havvandsstigninger. Enkeltelementerne er karakteriseret ved nedenstående.



Fladt eller blødt bakket bagland

21 byer er kendetegnet ved at have et fladt bagland, hvor vandet kan brede sig ind over større arealer. 52% af de forventede skader har fladt eller blødt bakket bagland. Skaderne svare til knap 49 mia. dkk.



Bredning

21 byer ligger ud til en bredning, dette gælder også de 10 byer medtaget under Hovedstaden. I disse byer bor der i alt knap 900.000 indbyggere, svarende til 37% af truede indbyggere og der er beregnet skader for 44 mia. dkk.



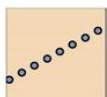
Skrænt

7 byer ligger ud til en skrænt og har en relativ lille andel af skader svarende til 8% af de samlede skader. Dette skyldes byernes udformning, hvor skrænten hurtigt beskytter de øvrige indbyggere.



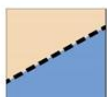
Fjordmunding

24 byområder kan karakteriseres ved en fjordmunding. Byer, der ligger ud til en fjordmunding, omfatter 71% af de truede indbyggere og står for 2/3 dele af de forventede skader svarende til skadesomkostninger på godt 63 mia. dkk.



Å-udløb

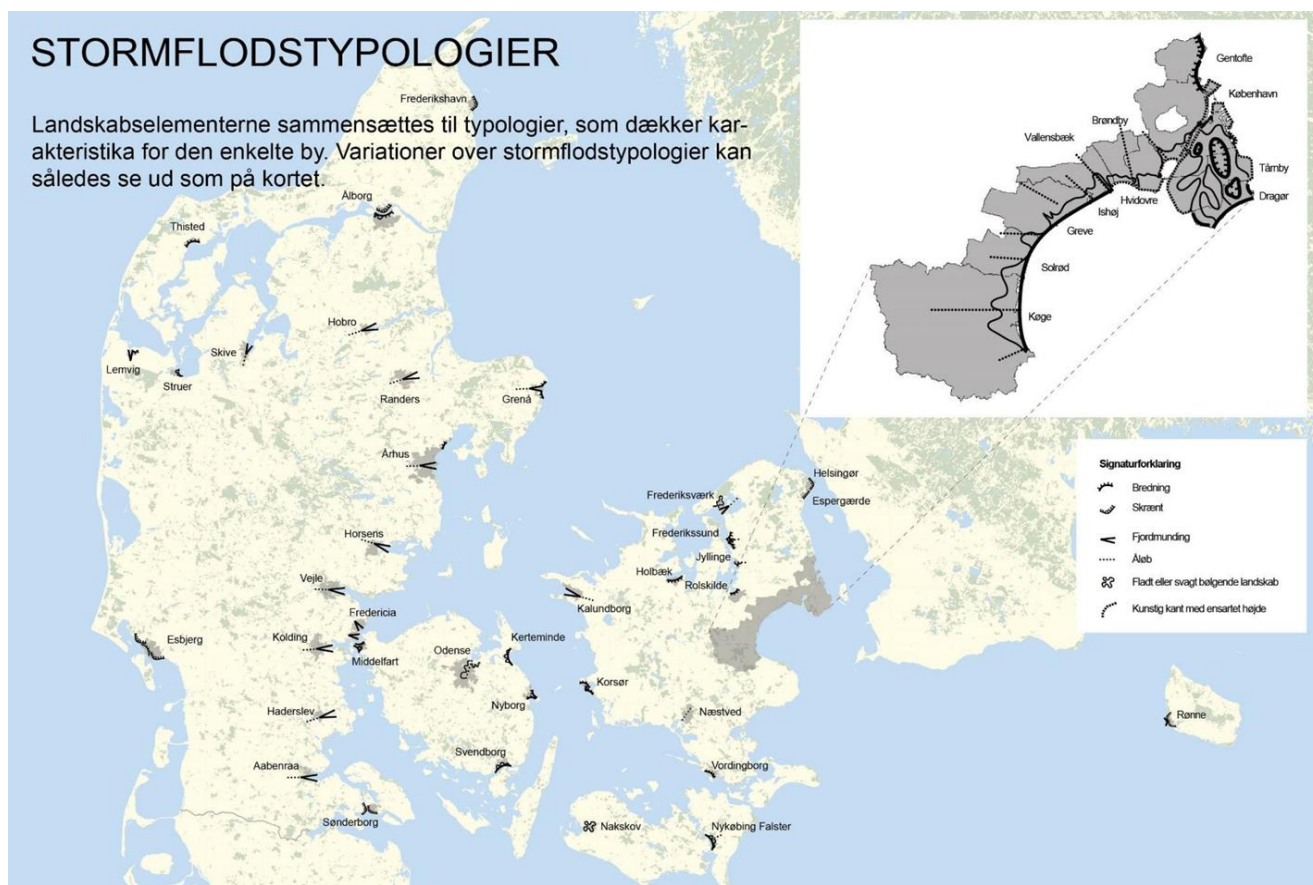
Af de 24 byområder med fjordmunding har 15 et karakteristisk å-udløb. De øvrige 2 byer med å-udløb er Frederikssund og Jyllinge, som ikke ligger i en fjordmunding, men som bredninger ud mod Roskilde Fjord. Skadesomkostninger ved oversvømmelser ved byer med å-udløb vurderes til 43,5 mia. dkk.



Kunstig kant

Der er registreret 5 byområder med kunstig kant hvor skadesomkostningerne udgør 17%. Kunstige kanter er kun medtaget for hovedstadsområdet. Det vil sige at skadesbilledet ikke udgør et retvisende billede for hele landet. Det forventes netop at havneområder, der alle har kunstig kant vil opleve skader netop der, og skadesbilledet forventes reelt højere på netop denne typologi. Mere detaljerede analyser af denne typologi vil med fordel kunne afdække et mere reelt skadesbillede.

- > Byerne skal repræsentere forskellige geografiske forhold og stormflodssituationer. Der udvælges derfor både byer på øst-, vest, nord og sydvendte kyster. Dermed reduceres listen fra 14 til 7 byer.



Figur 8-1: Oversigt over stormflodstypologier for 48 kystbyer der er udsat for en oversvømmelsesrisiko.

Kilde: Byernes udfordringer med havvandsstigning og stormflod. COWI, 2017

- For **de 7 byer** er oversvømmelseskonsekvenserne analyseret ved en 20 års hændelse og ved en 100-års stormflodshændelse i år 2100 samt vandløbs-oversvømmelse og for de forskellige typer bebyggelse (erhverv, høj bebyggelse, lav bebyggelse og bymidte)
- Vandkøbing** er konstrueret ved at analysere data for oversvømmelser fra hhv. stormflod (ved hhv. 20- og 100-års hændelse) samt vandløb (20-års hændelse) for de fire bygningstyper. Dette er gjort ved at vælge et 'oversvømmelsesbillede', som udelukker 'outliers', dvs. 'for højt og for lavt niveau' – både sammenlagt og for hvert byområde. Der er herefter gennemført en foreløbig opgørelse af skadesomkostningerne (baseret på DTU data) per byområde som grundlag for udvælgelsen af byområder til Vandkøbing.
- Til Vandkøbing er dernæst tilføjet et kystnært sommerhusområde, som ikke nødvendigvis ligger i tilknytning til en af de 7 byer.
- Vandkøbing er også eksponeret for regnhændelser og terrænnært grundvand¹. Disse hændelser udgør dog ikke en del af udvælgelseskriterierne for sammensætningen af Vandkøbing:

¹ Regnhændelser og stigende grundvand indgår ligeledes ikke i skadesberegninger og øvrige beregninger.

- › Regnhændelser kan forekomme overalt og er derfor ikke geografisk afgrænsede på samme måde som stormflod og vandløbsoversvømmelser. Risikoen for oversvømmelse ved kraftig regn er derimod i høj grad betinget af lokale forhold som topografi, terrænhældning og afstrømningsveje. Regnhændelser udgør derfor en relevant udfordring i Vandkøbing, uden at have indgået som et selvstændigt kriterium i sammensætningen af casebyen.
- › Grundvandsproblematikken er en udfordring for Vandkøbing uden at det har været en del af begrundelsen for byens sammensætning. Med stigende grundvand kommer en række problemer ift. stormflodssikring. Grundvandsproblematikken er også relevant ift. de administrative skel: at noget vand er "nogens" mens andet vand er "nogle andres". Vandkøbing kan dermed fortsat anvendes som grundlag for at debattere disse udfordringer lokalt.
- › Kvalitative delelementer til Vandkøbing udgør ikke en del af udvælgelseskriterierne for sammensætningen af Vandkøbing – og der er ligeledes ikke foretaget omkostningsberegninger relateret til disse elementer. Den grafiske fremstilling af Vandkøbing kan dog stadig anvendes som grundlag for dialog omkring udfordringer med
- › Byudvikling i et oversvømmelsestruet areal.
- › Tilbageatrækning.
- › Kritisk infrastruktur (havn, en jernbane og -station).
- › Natura 2000-område.
- › Følgevirkninger og immaterielle skader.

9 Konklusion

Analysen af Vandkøbing viser, at klimatilpasning i danske kystbyer i høj grad er et spørgsmål om, hvordan løsninger organiseres og finansieres – snarere end hvilke tekniske løsninger der vælges. Der findes i dag veldokumenterede metoder til at håndtere oversvømmelser, men realiseringen af de mest effektive løsninger begrænses af eksisterende rammer, som er opdelt på tværs af aktører, ansvarsområder, finansieringsmodeller, vandtyper og geografiske grænser.

Casen dokumenterer, at en helhedsorienteret tilgang, hvor vand håndteres på tværs af hele vandkredsløbet, kan reducere både risiko og omkostninger betydeligt. Ved at tilbageholde vand i oplandet, integrere løsninger i byområderne og kombinere tekniske og naturbaserede tiltag, kan behovet for omfattende og dyre enkeltstående indgreb i de mest sårbare områder reduceres.

De gennemførte analyser viser samtidig, at investering i klimatilpasning er samfundsøkonomisk rentabel. De forventede undgåede skadesomkostninger er beregnet til ca. 1,6 mia. kr., mens den samlede betaling for klimatilpasningsanlægget udgør ca. 800 mio. kr. Der undgås dermed omkring 2 kr. i fremtidige skadesomkostninger for hver krone, der betales til klimatilpasning. Dette understreger værdien af at handle tidligt og sammenhængende.

En central konklusion er, at de nuværende organiserings- og finansieringsmodeller udgør en væsentlig barriere for realisering af de mest effektive løsninger. Særligt opdelingen mellem aktører og finansieringskilder samt manglende incitament i tværgående projekter fører til suboptimering og højere samlede omkostninger. Vandkøbing illustrerer dermed, at det er muligt at skabe mere robuste, fleksible og værdiskabende klimatilpasningsløsninger – men at det kræver ændrede rammer, hvor planlægning, finansiering og gennemførelse i højere grad kan ske på tværs af systemer og aktører.

- › Klimatilpasning er samfundsøkonomisk rentabel, med ca. 2 kr. i undgåede skader per investeret krone
- › Helhedsorienterede løsninger på tværs af vandkredsløbet reducerer risikoen og kan samtidig skabe mere robuste, fleksible og omkostningseffektive løsninger
- › De største barrierer er organisatoriske og finansielle – ikke tekniske
- › Nuværende modeller fører til fragmenterede og mindre effektive løsninger
- › Øget statslig rolle og nye finansieringsmodeller kan understøtte gennemførelsen af komplekse projekter
- › Tidlig og sammenhængende indsats er afgørende for at reducere fremtidige skader og samlede omkostninger

10 Referencer

COWI, 2017. Byernes udfordringer med havvandsstigning og stormflod. Rapport udarbejdet for Realdania. August 2017.

DMI, 2025. Oversvømmelser i Danmark. Årsager, koblinger og strategier for klimatilpasning. April 2025.

DTU, 2026. Oversvømmelser i Danmark – Økonomiske og menneskelige konsekvenser. Maj 2026.

KPMG, 2026. Klimatilpasning - Aktøranalyse med relevante organiserings- og finansieringsmodeller for klimatilpasning til oversvømmelse. Maj 2026.

Realdania, 2025, Byerne og det stigende havvand. anbefalinger til langsigtet og helhedsorienteret klimatilpasning. Udgivet af Realdania

Schjødt, 2025. Vand, Skader og Forebyggelse. Overblik over juridiske rammer for koordination, handlemuligheder og finansieringsansvar ved oversvømmelser. April 2025.

Schjødt, 2026. Klimatilpasning ved planlagt tilbagetrækning. Juridiske rammer for at planlægge, facilitere og finansiere gradvis omdannelse og fraflytning i områder truet af erosion og oversvømmelse. Marts 2026.

Klima & data

- › DMI Klimaatlas, (tilgået 2026)
- › Kystdirektoratet, højvandsstatistik (tilgået 2026)
- › HIP, klimafremskrivning af vandløb, Klimadatastyrelsen (tilgået 2026)

Tekniske værktøjer

- › SCALGO Live
- › KAMP-model, Klimadatastyrelsen

11 Bilag

Bilag A	Metodebeskrivelse
Bilag B	Anlægsoverslag for det samlede Vandkøbing
Bilag C	Sammenligning af anlægsoverslag for vandløbsløsning ved helhedsorienteret og traditionel tilgang
Bilag D	Anlægsoverslag for traditionel samlet løsning

Bilag A Metodebeskrivelse

Krav til case universet og dets formål

Konkret består Vandkøbing af fire bydele fra tre forskellige danske byer, samt et sommerhusområde fra et fjerde område.

Formålet med at udvikle og skabe et case univers, som vi har døbt Vandkøbing, er at danne grundlag for forståelse af kompleksitet og løsningsmodeller som bidrag til dialoger med og mellem relevante aktører generelt indenfor by- og samfundsudvikling og klimatilpasning samt lokalt i konkrete byer i Danmark.

Vandkøbing er opbygget på baggrund af data og erfaringer fra konkrete danske kystbyer. Casen illustrerer 1) en nuværende situation med oversvømmelsesrisiko fra stormflod og vandløb samt 2) en fremtidig situation, hvor en helhedsorienteret klimatilpasningsløsning er realiseret under ændrede organisatoriske og finansielle rammer. Formålet er at synliggøre konsekvenser, muligheder og barrierer ved forskellige tilgange til klimatilpasning.

Til udvikling af casen – Vandkøbing - følges CIP Foundations og Realdanias rammesætning af den kompleksitet som Vandkøbing skal omfatte. Altså byer udsat for flere typer oversvømmelser, og som går på tværs af flere aktører og kommunegrænser.² Case-universet skal indeholde følgende centrale dele:

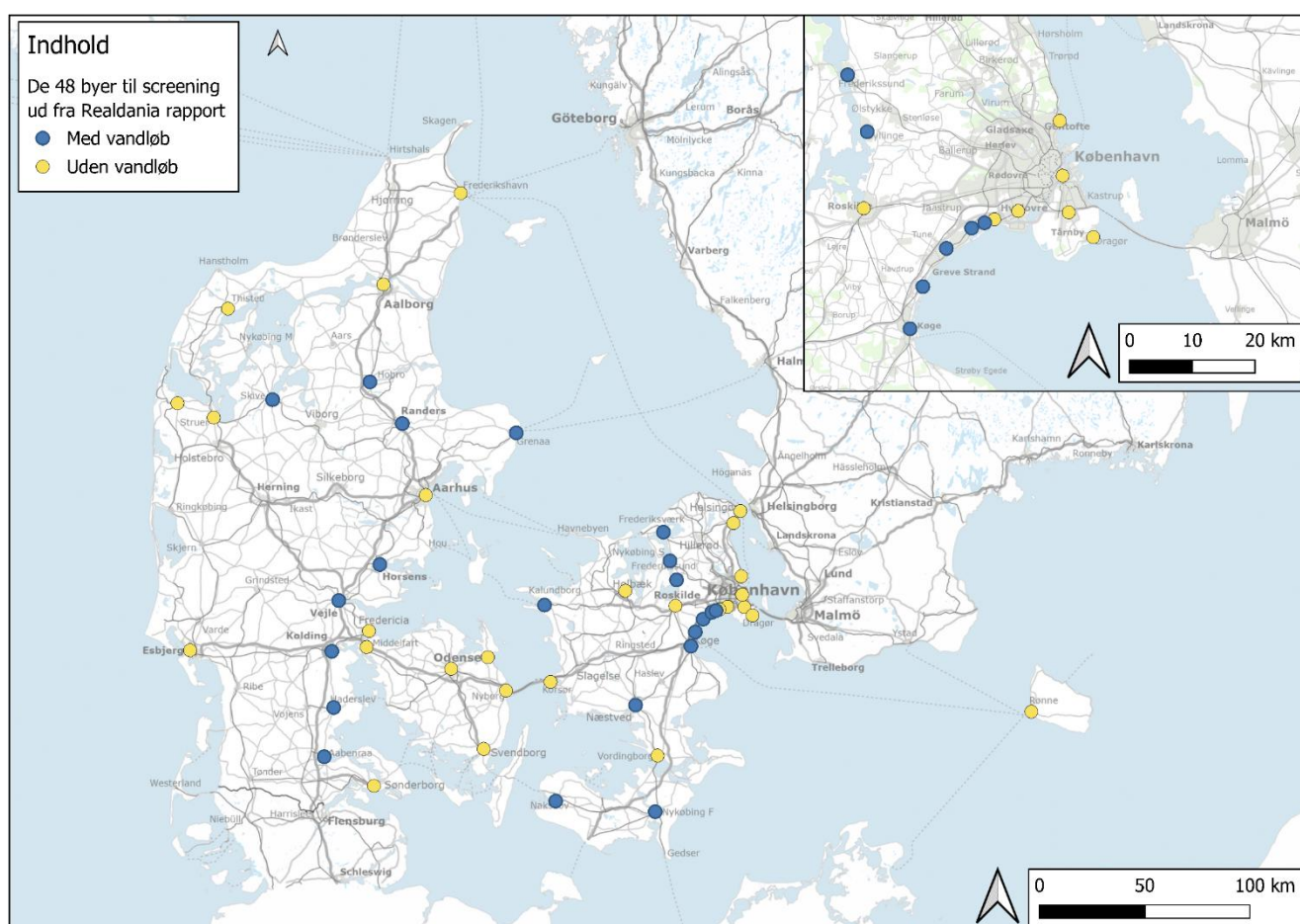
- › Genkendelige oversvømmelsesudfordringer, herunder koblede hændelser mellem hav- og vandløbsoversvømmelser.
- › Et samlet vandopland på tværs af administrative skel (kommunegrænser, forsyningsområder).
- › Betydelig samfundsværdi i en større by og flere typer værdier/interessenter vedrørende boliger, sommerhuse, infrastruktur, industri/erhverv, offentlige bygninger, kultur/naturværdier mv., der skal beskyttes.
- › Et dilemma omkring tilbagetrækning, hvor en gruppe huse er placeret uhenigtsmæssigt ift. etablering af en kollektiv løsning
- › Et dilemma omkring natur- og miljøhensyn, hvor naturbeskyttelseslovgivning kan begrænse mulighederne for klimatilpasning, og hvor afvejningen mellem naturhensyn og oversvømmelsesbeskyttelse kan belyses.

Med udgangspunkt i rammesætning for den kompleksitet Vandkøbing skal favne, startes en screeningsproces med et mål om at ende op med konkrete danske kystbyer, der imødekommer rammesætningen samt de udvælgelseskriterier der

² I udviklingen af case-universet anvender vi de tidligere rapporter under CIP Foundations klimatilpasningsprojekt. Oversvømmelsestyperne beskriver vi med udgangspunkt i definitionerne udarbejdet af DMI (2025). Dertil inddrager vi elementer og anbefalinger fra Realdanias 'Byerne og det stigende havvand' (2025), som grundlag for udformning af løsningsstrategier.

opsættes i screeningsprocessen, som præsenteres og uddybes nedenfor. Der er taget udgangspunkt i en bruttoliste med 49 danske kystbyer som ender op med en nettoliste med 7 danske kystbyer. Disse 7 byer er analyseret og vurderet for oversvømmelsesrisiko fra vand og stormfloder, samt forskellige byområdetypologier. Udfra det samlede vidensgrundlag fra de 7 byer udvælges konkrete områder i de 7 byer som repræsentative byområder, som herefter samles til at danne Vandkøbing.

Screeningen og udvælgelsen af byerne, som skal indgå i casen Vandkøbing tager udgangspunkt i de 48 byer, som er undersøgt i (COWI, 2017)³. Byerne fremgår af Figur 11-1.



Figur 11-1 Byer udvalgt til screening

Det har dernæst været et kriterie, at byerne også skal have et nærtliggende vandløb. Dette med henblik på at kunne vise koblete hændelser mellem stormflod og vandløbsstigninger. Samtidig har vi fra listen frasortet 'store' byer med indbyggertal på over 75.000. Det giver en reduceret bruttoliste på i alt 23 byer.

³ Udover de 48 byer i rapporten er en enkelt by tilføjet der repræsenterer en problematik med et meget lavtliggende bagland i kote 0-2,0.

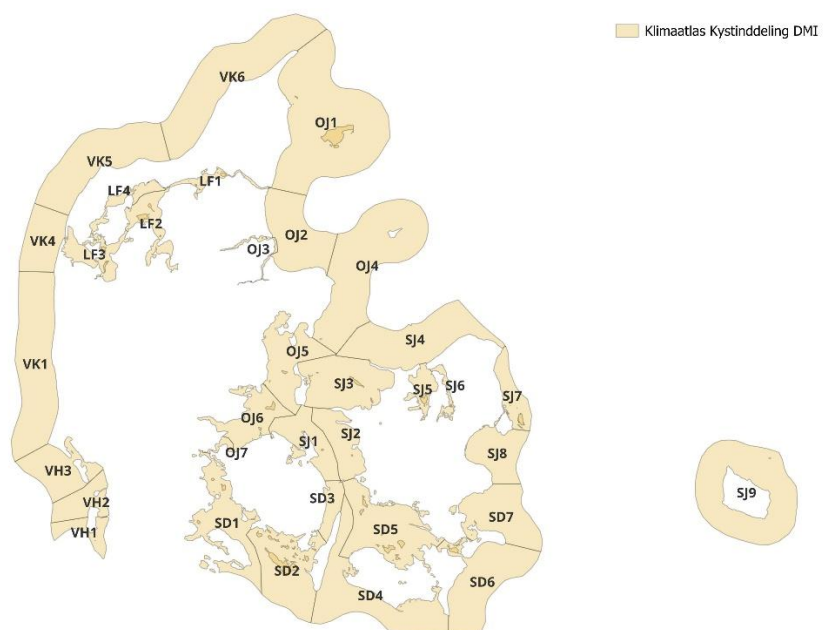
Oversvømmelsestruslen fra havvand

De 23 byer er screenet for oversvømmelsesrisiko fra havet ved en 20-års stormflodshændelse.

Til screeningen er anvendt data fra DMI KlimaAtlas⁴ kyststrækningsinddeling. Der er anvendt klimascenarie SSP3-7.0 (50%-percentilen). Screeningen er gennemført i værktøjet KAMP for hver af de 23 byer baseret på en 20-års middeltidsvandstand i referenceperioden 2011–2040.

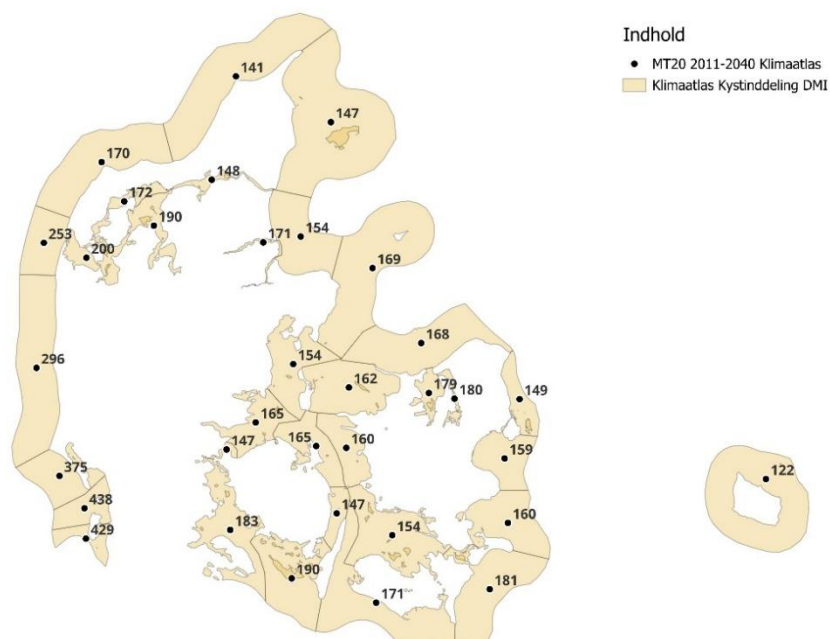
Formålet er at identificere byer, der allerede i dag er udsatte for oversvømmelse ved både hyppige og mere ekstreme hændelser. Byer, der påvirkes ved en 20-års-hændelse, vil også være udsat ved hændelser med lavere gentagelsesperiode og er derfor relevante for videre analyse.

En 20-års middeltidsvandstand svarer til en vandstand, som statistisk set indtræffer én gang hvert 20. år.



Figur 11-2 Kyststrækningsinddeling fra KlimaAtlas. VH = Vadehavet, VK = Vestkysten, LF = Limfjorden, OJ = Østjylland, SD = Syddanmark, SJ = Sjælland.

⁴ DMI KlimaAtlas – udarbejdet af Nationalt Center for Klimaforskning (NCKF) – indeholder data om forventede fremtidige klimaforandringer. [Data i KlimaAtlas | DMI](#)



Figur 11-3 Vandstande for MT20 i perioden 2011-2040, klimascenarie SSP3-7.0 50 percentil. Fra DMI's Klimaatlas opdelt på kyststrækninger.

Forudsætninger

Screening for stormflod

- › Der screenes for stormfloder for en 20-års middeltidshændelse, da dette hændelsesniveau kan udløse erstatning fra Naturskaderådet. Desuden vælges 20-årshændelsen frem for større hændelser, da alle byer, der påvirkes ved en 20-årshændelse, også vil påvirkes ved hændelser med højere gentagelsesperiode. Samtidig giver det mulighed for at belyse skadesomkostninger ved hyppigere hændelser.
- › De anvendte vandstande er baseret på Klimaatlas, som dækker samlede kyststrækninger. De konkrete vandstande for specifikke byer kan derfor afvige fra de angivne værdier. Kystdirektoratets højvandsstatistikker, som ligger til grund for Klimaatlas, er baseret på målte data og kan i visse områder undervurdere ekstreme hændelser, hvor der er kendskab til historiske ekstreme vandstande (f.eks. stormfloden 1872). Der er ikke korrigeret for dette i analysen.
- › Oversvømmelsesudbredelsen beregnes i SCALGO på baggrund af de nyeste tilgængelige højdedata (DTM inkl. bygninger). Der er ikke foretaget tilpasninger af terrænmodellen, og beregningerne tager ikke højde for beredskabsindsatser, mobile løsninger eller eksisterende sluse- og klapløsninger.

- › SCALGO beregner oversvømmelsesudbredelsen statisk på baggrund af vandstands niveauer og tager ikke højde for tidslighed. Udbredelsen udtrykker dermed den maksimale potentielle oversvømmelse ved den givne vandstand baseret på højdemodellen.
- › For de udvalgte byer/kyststrækninger udarbejdes i screeningen SCALGO oversvømmelseskort for to forskellige stormflodsscenarier; MT20 for perioden 2011-2040 og MT100 for perioden 2071-2100, da de indikerer hhv. den mindste og største oversvømmelsesudbredelse for de i Klimaatlas præsenterede scenarier. Oversvømmelseskortene anvendes til at identificere antallet af oversvømmede bygninger.

I alt er der 20 byer ud af de 23 byer, hvor der sker skade på bygninger ved en 20-års stormflod. Herefter undersøges for oversvømmelse ved vandløbsoversvømmelser med en 20-års gentagelsesperiode.

Screening for vandløb

Til screening af byer, der har en risiko for vandløbsoversvømmelser anvendes samme metodik som for screening af stormflodshændelser ved kystbyer beskrevet i afsnit 2.3.1. I KAMP⁵ screenes de 23 udvalgte byer, som har et vandløb gennem byen, og som vurderes at kunne give anledning til oversvømmelser.

- › De udvalgte byer, screenes for tilstedeværelse af vandløb, der leder gennem byen. Screening udføres i KAMP på baggrund af de udvalgte vandløbsbyer fra COWIs rapport til Realdania. Herved screenes de 23 byer på samme måde som for kyst og et mindre antal byer udpeges til videre screening.
- › De udvalgte byer screenes ift. oversvømmelsesareal og antal berørte bygninger ved en 20-års vandføring i vandløbene. Til dette formål anvendes data, som er udarbejdet af Kystdirektoratet under Oversvømmelsesdirektivet i samarbejde med SCALGO og COWI.
- › Data for vandløbene downloades, og der udføres en 'Select by location' for alle bygninger i området i QGIS. Herved registreres hvor mange bygninger påvirkes ved en Q20 vandføring. Alle bygninger, får tilføjet en 40 cm buffer, hvilket svarer til størrelsen på én pixel sidelængde. Dette gøres for at være sikker på, at alle bygninger, der påvirkes af vand inkluderes. Der kan nemlig godt være usikkerheder, når det kommer til vandudbredelsen, og der kan være uoverensstemmelser med bygnings-polygonets og rasterlagets placering af bygningen. Herved sikres det, at alle bygninger, der påvirkes ved en oversvømmelse fra vandløbet inkluderes. Ikke alle bygningstyper medtages, men denne udvælgelse beskrives nærmere i det følgende afsnit.
- › Der er ikke udført screenings-analyse af 100-års hændelse for vandløb.

⁵ KAMP – Et screeningsværktøj udviklet af miljøstyrelsen [KAMP - et Klimatilpasning- og Arealanvendelsesværktøj til Miljø- og Planmedarbejdere](#)

Endelig udvælgelse af byer og bydele

Til den endelige udvælgelse sammenholdes nu byer påvirket af en 20-års stormflod med byer påvirket af en 20-års vandløbsoversvømmelse. Byer som ikke rammes af begge hændelser frasorteres, herefter er bruttolisten reduceret til 14 byer tilbage. De 14 byer reduceres nu yderligere til i alt 7 byer, som udgør den endelige nettoliste, ud fra en vurdering af kysttypologi, tilstedeværelsen af de fire byzonetyper (bykerne, erhverv, høj bebyggelse og lav bebyggelse) samt geografisk placering i landet, så der sikres en bred repræsentation af relevante problematikker i den endelige reducerede nettoliste. Byerne på nettolisten indeholder alle en 'ældre bykerne' samt høj og lav bebyggelse og erhvervsområder.

Vandkøbing, som case og forståelsesramme, er herefter opbygget ud fra konkrete forhold og data fra disse 7 byer. For byerne på nettolisten undersøges det nu i hvilket omfang de 4 typer byzonetyper påvirkes, hhv.:

- bykerne,
- erhverv,
- høj bebyggelse
- lav bebyggelse

Denne analyse udføres for at kunne sammensætte en repræsentativ case. Udvalgelsen baseres på SCALGO analyse samt oplysninger fra BBR-registeret. Efterfølgende kortlægges oversvømmelsestruslen som en procentdel af bygningerne indenfor de pågældende kategorier, som oversvømmes ved hhv. en 20-årshændelse og en 100-årshændelse.

For hver by på nettolisten med 7 kystbyer er det valgt manuelt at optegne byafgrænsningen for hele byen løst baseret på udbredelsen af kloakoplande samt byzonen, for derved at indskrænke områderne til kun at omfatte by og bynær bebyggelse. Områdefgrænsningerne er baseret på en konkret vurdering for hvert område, og anvendes til at finde et repræsentativt tal for antal bygninger i byen (ekskl. skure, carporte, garager, udhus, drivhus mv. (BBR 900 numre)) inden for hvert område.

Oversvømmelsesgrad for stormflod og vandløb

For byerne på nettolisten beregnedes oversvømmelsesgrader for at undersøge hvor stor en procentdel af bygningerne, der er i risiko for at blive oversvømmet af hhv. en 20-års MT i dag og en 100-års MT i fremtiden for stormflod samt en 20-års MT for vandløb.

Derudover er undersøgt, hvor stor en procentdel af de oversvømmede bygninger, der ifølge BBR er kendetegnet ved: Høj beboelsesejendom, Lav beboelsesejendom, Produktion og Erhverv, Offentlig og Fritid.

› Til optælling af høj beboelsesbygning anvendes BBR-kode: 140

- › Til optælling af lav beboelsesbygning anvendes BBR-koder i intervallet: 100 – 200 ekskl. 140
- › Til optælling af Produktion og erhverv anvendes BBR-koder i intervallet 200 – 400
- › Til optælling af Offentlige bygninger, Kultur og fritidsbygninger anvendes BBR-koder 400 – 600
- › Bygninger med BBR-kode >900 er ikke optalt i screeningen, men inkluderes i den endelige skadesanalyse.

I optællingerne er antaget at, der skal stå +10 cm vand i median-vandstand omkring bygningen for at de kategoriseres som skadesramte og dermed oversvømmede.

Skadesberegninger udført under screeningen til udvælgelsen af byområder

For hvert byområde er oversvømmelsesdybden for hvert oversvømmede bygningspolygon beregnet. Det er udført ved at tillægge en buffer rundt om hvert bygningspolygon på 40 cm. Herefter findes medianvanddybden rundt om hver berørt bygning, som anvendes til de videre skadesberegninger. Det er foretrukket at anvende mediandybden, eftersom kælderskakter mv. omkring bygninger kan give et skævvredet billede af de faktiske oversvømmelsesdybder omkring bygningerne. Skadesberegningerne differentierer ikke på baggrund af, hvor stor en andel af en bygning, der er oversvømmet og det antages derfor at hele bygningens grundareal er oversvømmet med median-oversvømmelsesdybden.

Byer

Skadesberegningerne er gennemført for byerne på den reducerede nettoliste inden for de definerede by-polygoner. Skadesberegningerne er udført med baggrund i skadesfunktionerne fra DTU-rapporten *Økonomiske konsekvenser af oversvømmelser* fra 2024 (DTU, 2024). Analyserne er gennemført med henblik på at sammensætte Vandkøbing ud fra repræsentative byområder, som udvælges på baggrund af skadesopgørelserne beregnet i screeningen.

Det antages i beregningerne af skade for helårsbeboelse samt Erhverv, Forsyning, Offentlig, Kultur at der skal være en median vanddybde på +10 cm før der antages at forekomme skade på bygningerne.

Anvendelse	Skadesfunktion	Enhed (er)
Helårsbeboelse	$\text{Areal (m}^2 \text{ stueetage)} * (1167.86 * \text{np.log}(X) - 571.21)$	X = vanddybde
Erhverv, Forsyning Offentlig, Kultur	$\text{Areal (m}^2 \text{ stueetage)} * (1387.94 * \text{np.log}(X) - 881.8)$	X = vanddybde
Sommerhus	$\text{Areal (m}^2 \text{ stueetage)} * (1681.71 * \text{np.log}(X) - 2128.87)$	X = vanddybde
Anneks	30.000 kr.	Skade pr bygning ved 20 cm vand.
Garage	30.000 kr.	Skade pr bygning ved 20 cm vand.
Andet	1.000 kr.	Skade pr m ² stueetage ved 20cm vand.
Ingen data	1.000 kr.	Skade pr m ² stueetage ved 20cm vand.
Kælder	578 kr.	Skade pr m ² kælder ved 20cm vand

Figur 11-4 Skadesfunktioner for forskellige bygningsanvendelser. Fra (DTU, 2024).

Skaden beregnet for vandløbsoversvømmelser er opgjort på samme måde som ved stormfloder.

Skadesberegningerne er efterfølgende fordelt ud på 4 bygningskategorier fra BBR; Høj beboelsesejendom, Lav beboelsesejendom, Produktion og Erhverv, Offentlig og Fritid.

Udvælgelse af byområder til Vandkøbing

Med afsæt i de gennemførte analyser opbygges Vandkøbing ved at udvælge 4 konkrete delområder fra byerne på nettolisten med 7 kystbyer.

Delområderne repræsenterer hver især en typisk byzonetype – bykerne, boligområder og erhvervsområde med forskellige, genkendelige oversvømmelsesproblematikker. I udvælgelsen af de konkrete byområder, som indgår i Vandkøbing, er der lagt vægt på at Vandkøbing skal:

- › Repræsentere forskellige oversvømmelsesproblematikker, som optræder i forskellige by- og landskabstypologier.
- › Indeholde en situation, hvor en koblet hændelse vil være en udfordring
- › Have en gennemsnitlig fordeling mellem bygningstyper baseret på de 7 byer
- › Have et gennemsnitligt omfang af oversvømmede bygninger baseret på de 7 byer
- › Indeholde muligheder for at opstille og vise forskellige beskyttelsesforanstaltninger/løsningstiltag

Ud fra de 7 kystbyer og deres forskellige bydele udvælges repræsentativt en bymidte, to boligområder med forskellige oversvømmelsesbilleder og problematikker, samt et erhvervsområde, som herefter udgør Vandkøbing.

Derved får Vandkøbing en repræsentativ fordeling mellem bygningstyper baseret på de 7 byer på nettolisten. Vandkøbing får dermed en størrelse på ca. 8.000 bygninger bestående af og med en fordeling med ca. 10% høj beboelse, 73% lav beboelse, 14% produktion og erhverv og 3% offentligt og fritid⁶.

Omfanget af skader i Vandkøbing skal ligeledes afspejle oversvømmelsesgraden i byerne for de 3 undersøgte hændelser og fordelingen af skader mellem bygningstyperne. Den gennemsnitlige oversvømmelsesgrad i de byerne er fordelt således:

- › 5% af den samlede bygningsmasse oversvømmes ved MT20,
- › 26% af den samlede bygningsmasse oversvømmes ved MT100
- › 1% af den samlede bygningsmasse oversvømmes ved vandløbsoversvømmelse MT20

Tallene svarer nogenlunde til et repræsentativt gennemsnit for fordelingen i forhold til de oprindelige 7 udvalgte byer.

Der er også lavet en opgørelse af oversvømmede bygninger indenfor de bygningskategorier med sammenligning af de repræsentative gennemsnit for de 7 byer. Denne opgørelse viser også en god overensstemmelse mellem de udvalgte områder til Vandkøbing, og hvad der ses i de udvalgte byer.

Med de valgte oversvømmelsesområder og de ekstra tilføjede bygninger fås en case-by hvis størrelse og fordeling svarer til de undersøgte byer og med oversvømmelsesproblemer, der svarer til, hvad der ses i de undersøgte byer.

Sommerhusområdet

Skadesberegningen for sommerhuse er udregnet med samme udgangspunkt som for byerne. Det er gjort for tre områder, som er i relativt stor risiko for oversvømmelser fra stormflod.

Udvælgelsen af sommerhusområdet er baseret på kriterierne om, at der ønskes et mellemstort sommerhusområde, hvor en stor del af sommerhusene er oversvømmelsestruede ved en 20-års stormflodshændelse i dag og størstedelen er oversvømmelsestruede ved en 100-års stormflodshændelse i 2100.

Udvælgelsen er foretaget mellem tre sommerhusområder, hvor vi for hvert område har sammenlignet antal sommerhus i alt, andel af påvirkede huse ved forskellige

⁶ De fire bydele, vi benytter, har 3.925 bygninger til sammen. I Vandkøbing har vi "fiktivt" indarbejdet ca. 3.900 bygninger, som ikke er ramt af oversvømmelse, så der opnås en repræsentativ fordeling mellem bygningstyper, samt således at oversvømmelsesgraden og størrelsen af den samlede by afspejler et gennemsnit af de byer, som danner grundlag for Vandkøbing.

hændelsesniveauer, samlet skade for området og per hus i området og per påvirket hus i området

De tre sommerhusområder omfatter ikke samme antal bygninger og er derfor ikke direkte sammenlignelige, når det kommer til områdets samlede skade. Derfor beregnes også procentdelen af oversvømmede sommerhuse, skaden fordelt på alle sommerhuse og skaden udelukkende fordelt på de sommerhuse, der rammes af mere end 10 cm vand i tilfælde af stormflod.

Det af de tre sommerhusområder som har det 'gennemsnitlige' oversvømmelsesgrad og skadesniveau er udvalgt til at indgå i Vandkøbing.

Konkret består Vandkøbing således af fire bydele fra tre forskellige byer, samt et sommerhusområde fra en fjerde by.

Skadesberegninger

De fire udvalgte bydele er efterfølgende modelleret i SCALGO, og skadesramte bygninger er identificeret i GIS efter samme metode som anvendt i screeningen. For stormflod er anvendt 5-, 20-, 50- og 100-års middeltidshændelser, fremskrevet med SSP3-7.0 (50-percentil). Tilsvarende som i screeningen er der ikke foretaget tilpasninger af SCALGO's højdemodel, og det er forudsat, at der ikke gennemføres beredskabsindsatser eller anvendes midlertidige løsninger.

Vandløbsoversvømmelser og koblede hændelser er beregnet på baggrund af statistiske vandføringer for det udvalgte vandløb. Vandføringerne er klimafremskrevet med HIP's⁷ fremskrivninger for perioden 2071–2100 baseret på klimascenarie RCP4.5.

Der er beregnet vandføringer for Q5, Q20, Q50 og Q100 for både nutid og fremtid med forhøjet ydre middelvandstand.

Der er desuden modelleret koblede hændelser, hvor høj vandføring i vandløbet forekommer samtidigt med stormflod. Disse omfatter:

- › 5-års vandføring kombineret med 20-års stormflod
- › 20-års vandføring kombineret med 5-års stormflod (begge både i nutid og i fremtidsscenariet)

Vandløbsoversvømmelserne er modelleret i SCALGO ved anvendelse af hændelseskonfiguration for det udvalgte vandløb. Resultaterne er efterfølgende behandlet i GIS for at identificere skadesramte bygninger og beregne medianvandstand omkring bygninger.

Data for hver hændelse er bearbejdet på bygningsniveau og KPMG har beregnet skadesomkostninger.

Løsninger

⁷ HIP – Hydrologisk Informations- og Prognosesystem: [Hydrologisk Informations- og Prognosesystem](#)

Klimatilpasningsløsningerne er optegnet i SCALGO separat for hver anvendt bydel og "samlet" til en løsning. Løsningerne er beskrevet i Bilag B.

Metode for udarbejdelse af skadesberegninger og bidragsfordeling

De følgende beregninger og fordelingsprincipper er udarbejdet som et illustrativt regneeksempel til brug for Vandkøbing-casen. Formålet er at synliggøre størrelsesordener og sammenhænge mellem skadesomkostninger, investeringer og bidragsfordeling i en helhedsorienteret klimatilpasningsløsning. Metoden og de anvendte fordelingsprincipper skal ikke opfattes som en anbefalet eller færdig model for fremtidig organisering, finansiering eller bidragsfordeling. Der findes i dag ikke en nationalt fastlagt metode til håndtering af komplekse klimatilpasningsprojekter, og andre metoder vil kunne føre til andre resultater.

Formålet med metoden er at opgøre de forventede skadesomkostninger ved oversvømmelser og dermed etablere et grundlag for at vurdere gevinsten ved klimatilpasning. Gevinsten forstås som de skader, der kan undgås ved etablering af beskyttelse under både nuværende og fremtidige klimaforhold.

Oversvømmelser er kendetegnet ved stor lokal variation. Selv inden for mindre geografiske områder kan der forekomme betydelige forskelle i vanddybde og skadesomfang som følge af variationer i terræn, jordbund og vandets bevægelse. I princippet kan skadesomkostninger derfor opgøres meget detaljeret på matrikelniveau.

En sådan tilgang er imidlertid forbundet med væsentlige udfordringer. Den stiller store krav til datagrundlaget og indebærer betydelig usikkerhed, særligt i fremskrivninger af fremtidige oversvømmelser. Samtidig kan små lokale variationer føre til markante forskelle i beregnede skader mellem nærliggende ejendomme, hvilket kan være vanskeligt at forklare og acceptere i praksis.

På den baggrund anvendes en forenklet og konsistent metode, hvor bygninger grupperes i klimazoner med et overordnet ensartet risikobillede. Denne tilgang reducerer kompleksiteten og øger robustheden i beregningerne, samtidig med at de væsentligste forskelle i oversvømmelsesrisiko fastholdes.

Datagrundlag og afgrænsning

Analysen tager udgangspunkt i GIS-baserede data for alle bygninger i Vandkøbing. For hver bygning foreligger information om oversvømmelsesdybder for udvalgte hændelser og tidspunkter.

Oversvømmelserne i Vandkøbing dækker stormflod, vandløb samt en kombinationshændelse, hvor stormflod og vandløb optræder samtidig. Nogle bygninger er udelukkende påvirket af stormflod, andre udelukkende af vandløb, mens en del bygninger kan være påvirket af begge vandkilder (kombinationshændelsen). Hændelserne angives ved deres returperiode, hvilket gør dem sammenlignelige på tværs af vandtyper og geografiske områder.

Der arbejdes med fire hændelser i to udvalgte år: en 5-, 20-, 50- og 100-årshændelse i henholdsvis 2026 og 2100 for stormflod og vandløb hver for sig. For kombinationshændelsen indgår kun kombinationer op til en maksimal 20-årshændelse for enten stormflod eller vandløb (dvs. enten 5-års stormflodshændelse sammen med 20-års vandløbshændelse eller omvendt). Udvalget af hændelser er foretaget

for at forsimple opgaven og dækker således ikke hele spektret af mulige hændelser, hvilket betyder, at den samlede oversvømmelsesrisiko kan være undervurderet.

Oversvømmelsesdybderne for de berørte bygninger kan omsættes til en forventet økonomisk skade. Skadesopgørelsen baseres på skadesfunktioner udviklet af DTU SkadesØkonomi, jf. *Brugervejledning til OS2-SkadesØkonomi*, Version 1 (04.01.2024). I analysen er det antaget, at skadesfunktionerne er angivet i 2024-priser, og de er derfor fremskrevet til 2026-priser. Funktionerne er opbygget på baggrund af faktiske forsikringsudbetalinger fra tidligere oversvømmelser og giver dermed et solidt empirisk grundlag for at omsætte vanddybde til økonomisk skade for forskellige bygningstyper.

Metoden er velegnet til opgørelse af direkte, fysiske skader på bygninger, og det er også denne type bygningsskader, skadesfunktionerne anvendes til i Vandkøbing. Der findes derimod ikke tilsvarende skadesfunktioner for immaterielle og indirekte konsekvenser, fx tab af fremkommelighed på veje og velfungerende trafik eller effekter for mennesker og helbred. Disse effekter er vanskeligere at kvantificere, og der foreligger i dag ikke et tilsvarende robust datagrundlag. Det indebærer, at de beregnede skadesomkostninger i Vandkøbing forventeligt undervurderer den samlede samfundsøkonomiske konsekvens af oversvømmelser og dermed også gevinsten ved beskyttelse.

Alle omkostninger og øvrige økonomiske størrelser opgøres som nettonutidsværdi i 2026-priser. Det indebærer, at størrelser, der ikke allerede foreligger i 2026-priser, fremskrives til 2026-priser, mens størrelser, der ligger frem i tid (fx skadesomkostninger frem til 2100), diskonteres tilbage til 2026. Diskontering er foretaget med Finansministeriets samfundsøkonomiske reale diskonteringsrente: 3,5 pct. i år 0-35, 2,5 pct. i år 36-70 og 1,5 pct. efter 70 år. Pris- og lønforudsætningerne tager afsæt i forudsætninger fra *Økonomisk Redegørelse* (maj 2025), som anvendes til fremskrivning til 2026-priser.

Fastlæggelse af repræsentative oversvømmelser

For hver kombination af hændelse (returperiode), år og vandtype gennemføres følgende trin:

- **Identifikation af oversvømmelsestyper og berørte bygninger**

Der tages udgangspunkt i de relevante vandtyper, som hver især kan give anledning til oversvømmelser. En bygning klassificeres som påvirket af oversvømmelse, hvis den beregnede vanddybde er mindst 10 cm. Ved vanddybder under 10 cm antages der ikke oversvømmelse og dermed ingen skade. Tærsklen kan fortolkes som en forenklet antagelse om en sokkel/indtrængningshøjde på 10 cm, som vandet skal overstige, før bygningen påvirkes. For hver vandtype og hændelse identificeres herefter de bygninger, der er påvirket i det pågældende år. Hændelserne sammenlignes og struktureres på tværs af vandtyper ved hjælp af deres fælles returperiode.

- **Klassifikation af bygningstyper**

De berørte bygninger klassificeres i bygningstyper med udgangspunkt i de samme BBR-anvendelseskoder som anvendes i *Brugervejledning til OS2-SkadesØkonomi*. Det sikrer konsistens mellem klassifikationen af bygninger og de skadesfunktioner, der efterfølgende anvendes.

- **Opgørelse af bygningsstørrelser**

Eksponeringen opgøres for den enkelte bygning med udgangspunkt i bygningens grundareal (stueetagens areal). Grundarealet anvendes, fordi det beskriver bygningens aftryk på jorden og dermed den del af bygningen, der potentielt kan påvirkes ved oversvømmelse.

- **Beregning af gennemsnitlig vanddybde for påvirkede bygninger**

For hver kombination af hændelse, år og vandtype grupperes de bygninger, der er klassificeret som påvirket af oversvømmelse. På tværs af disse bygninger beregnes en gennemsnitlig vanddybde, som anvendes som et repræsentativt mål for hændelsen inden for den pågældende gruppe.

Anvendelsen af en gennemsnitlig vanddybde skal ses i lyset af, at oversvømmelser er karakteriseret ved betydelig lokal variation. Selv mellem nærtliggende bygninger kan vanddybden variere væsentligt som følge af små forskelle i terræn, lokale lavninger, jordbundsforhold, afstrømningsveje og vandets bevægelse. En fuldt detaljeret opgørelse på bygningsniveau vil derfor være meget følsom over for lokale variationer og usikkerheder i datagrundlaget, særligt ved fremskrivning af fremtidige oversvømmelser.

Ved at anvende en gennemsnitlig vanddybde etableres et mere robust og konsistent mål for oversvømmelsens omfang inden for den enkelte hændelse og vandtype. Gennemsnittet anvendes frem for medianen for i højere grad at afspejle hele fordelingen af vanddybder, herunder også de dybere oversvømmelser, som ofte er forbundet med de største skader. Dermed reduceres risikoen for, at betydningen af de højere vanddybder undervurderes i den efterfølgende skadesberegning.

- **Interpolation af gennemsnitlig oversvømmelse mellem 2026 og 2100**

Den gennemsnitlige oversvømmelsesdybde beregnes for henholdsvis 2026 og 2100 og anvendes herefter til at foretage en lineær interpolation mellem de to år for hver af de fire hændelser. Interpolationen anvendes for at beskrive en sammenhængende udvikling i oversvømmelsesniveauer over tid og for at indfange, at der også i årene mellem 2026 og 2100 vil være risiko for oversvømmelse. Dette er særligt relevant, fordi klimatilpassningsanlæg har en lang levetid og derfor reducerer skader både under nuværende og fremtidige klimaforhold.

For bygninger, der er oversvømmet i 2026, viser data også oversvømmelse i 2100, dog med en højere vanddybde som følge af den forventede stigning i vandstand. For disse bygninger interpoleres vanddybden lineært mellem den beregnede vanddybde i 2026 og den beregnede vanddybde i 2100.

Der er samtidig bygninger, som først fremgår som oversvømmede i 2100 og derfor ikke indgår som oversvømmede i de tidligere år i datagrundlaget. Det betyder imidlertid ikke, at bygningerne ikke kan blive påvirket før 2100. Det afspejler, at analysen alene bygger på beregnede oversvømmelser for udvalgte år og hændelser, og at tidspunktet for den første oversvømmelse mellem 2026 og 2100 derfor ikke observeres direkte.

Da bygningerne er oversvømmede i 2100, må det forventes, at risikoen for oversvømmelse gradvist øges frem mod dette tidspunkt som følge af stigende vandstande og ændrede klimaforhold. For at repræsentere denne

udvikling anvendes en betinget sandsynlighed for oversvømmelse, som stiger lineært fra 0 pct. i 2026 til 100 pct. i 2100. Sandsynligheden kan dermed fortolkes som et udtryk for, at det bliver gradvist mere sandsynligt, at bygningen påvirkes af oversvømmelse, jo tættere man kommer på 2100. Metoden gør det muligt at indregne en gradvis overgang i oversvømmelsesrisikoen i stedet for alene at behandle bygningen som enten ikke oversvømmet før 2100 eller fuldt oversvømmet i 2100.

For disse bygninger fastsættes vanddybden ved første interpolerede påvirkning til 10 cm, svarende til analysens tærskelværdi for, hvornår en bygning anses for oversvømmet. Herefter interpoleres vanddybden lineært frem mod den beregnede vanddybde i 2100 for den givne hændelse. Metoden sikrer dermed, at skadesberegningen ikke alene afspejler de to observerede tidspunkter, men også den forventede gradvise stigning i oversvømmelsesrisiko og skadesomfang i perioden mellem 2026 og 2100.

Samlet set betyder metoden, at der for hver kombination af hændelse, år og vandtype kan opgøres:

- › antallet af berørte bygninger fordelt på bygningstyper,
- › bygningernes eksponering målt ved grundareal,
- › en repræsentativ gennemsnitlig vanddybde, og
- › et sammenhængende forløb for udviklingen i oversvømmelsesniveau mellem 2026 og 2100.

Dette danner grundlaget for den efterfølgende beregning af forventede skadesomkostninger og værdien af klimatilpasning over tid.

Opdeling i klimazoner

Oversvømmelse er i udgangspunktet et lokalt og individuelt fænomen. Selv mellem naboejendomme kan der forekomme betydelige forskelle i både oversvømmelsesdybde, varighed og skadeomfang. Risikoen afhænger ikke alene af afstand til hav eller vandløb, men også af en række lokale forhold, herunder terrænkoter, mindre højdeforskelle, lokale lavninger, jordbundsforhold, afstrømningsveje samt vandets bevægelse gennem området. Hertil kommer, at analysen omfatter flere samtidige vandkilder i form af stormflod, vandløb og kombinationshændelser, hvor forskellige typer vandpåvirkning virker sammen.

I princippet vil det derfor være muligt at beskrive en unik oversvømmelsesprofil for hver enkelt bygning. En sådan tilgang vil imidlertid være både metodisk og operationelt meget krævende. Det ville kræve detaljerede og løbende opdaterede modeller for samtlige bygninger, hvor selv små ændringer i terræn eller modelantagelser potentielt kan føre til betydelige forskelle i beregnet oversvømmelsesrisiko og dermed i de beregnede skadesomkostninger. Samtidig vil resultaterne være vanskelige at forklare og gennemskue for borgere, særligt hvis nærtliggende ejendomme beregnes meget forskelligt på baggrund af små lokale variationer, som ikke nødvendigvis er synlige i praksis.

På den baggrund anvendes en klimazonemodel, hvor bygninger grupperes i et begrænset antal klimazoner med et overordnet ensartet risikobillede. Formålet med klimazonerne er ikke at beskrive den præcise individuelle risiko for hver enkelt bygning, men derimod at etablere en robust og operationel klassifikation af oversvømmelsesrisiko, som kan anvendes i den videre analyse af skadesomkostninger og gevinster ved klimatilpasning.

Klimazonerne afspejler relative forskelle i oversvømmelsesudsathed. Grundtanken er, at bygninger i samme klimazone i hovedtræk påvirkes af de samme typer hændelser og har et sammenligneligt niveau af oversvømmelsesrisiko over tid. Bygninger i de højeste risikoklimazoner er karakteriseret ved både at blive ramt hyppigere og af større oversvømmelsesdybder, mens bygninger i lavere klimazoner rammes sjældnere og typisk med mindre vanddybder.

I analysen opdeles bygningerne i tre overordnede klimazoner:

- **Klimazone 1 - høj oversvømmelsesrisiko**

Klimazone 1 omfatter bygninger, som er registreret oversvømmet ved en 5-årshændelse i 2100. Disse bygninger repræsenterer de mest udsatte områder, idet de allerede påvirkes ved relativt hyppige hændelser og samtidig indgår i de mere ekstreme hændelser. En bygning i Klimazone 1 vil derfor typisk være påvirket gennem en stor del af analyseperioden fra 2026 til 2100 og samtidig opleve relativt høje gennemsnitlige oversvømmelsesdybder.

Bygningerne i zonen indgår typisk i både 5-, 20-, 50- og 100-årshændelserne og påvirkes dermed på tværs af hele hændelsesspektret. Oversvømmelsesprofilen for Klimazone 1 er derfor karakteriseret ved både hyppige og relativt dybe oversvømmelser. Det gælder særligt i de tidlige år, hvor de hyppige hændelser fortsat er koncentreret omkring de mest udsatte områder, eksempelvis kystnære områder, lavtliggende terræn eller områder tæt på vandløb.

Den risiko, der knytter sig til Klimazone 1, afspejler således at bygningerne gentagne gange indgår i scenarier med relativt høje gennemsnitlige vanddybder over analyseperioden.

- **Klimazone 2 - middel oversvømmelsesrisiko**

Klimazone 2 omfatter bygninger, som ikke indgår i Klimazone 1, men som er registreret oversvømmet ved mindst én af de øvrige hændelser i 2100, dvs. 20-, 50- eller 100-årshændelserne. Bygningerne i denne zone påvirkes dermed typisk senere i analyseperioden og først ved større og mere ekstreme hændelser.

Oversvømmelsesprofilen for Klimazone 2 adskiller sig fra Klimazone 1 ved, at bygningerne ikke påvirkes af de hyppige 5-årshændelser, men primært af de større hændelser længere ude i fremtiden. Når disse hændelser indtræffer, breder vandet sig over et større geografisk område og længere ind i landet. Dermed påvirkes væsentligt flere bygninger, men den gennemsnitlige oversvømmelsesdybde bliver typisk lavere end i Klimazone 1, fordi påvirkningen fordeles over et større areal og omfatter bygninger længere væk fra de mest udsatte områder.

Klimazone 2 repræsenterer dermed områder, hvor bygningerne samlet set påvirkes sjældnere, senere i analyseperioden og med mindre gennemsnitlige oversvømmelser end bygningerne i Klimazone 1.

- **Klimazone 3 - lav eller indirekte oversvømmelsesrisiko**

Klimazone 3 omfatter bygninger, som ikke er registreret oversvømmet i nogen af de analyserede hændelser eller år, dvs. hvor den beregnede vanddybde ikke overstiger tærskelværdien på 10 cm. Disse bygninger er således ikke direkte påvirket af oversvømmelse i analysen. Det udelukker imidlertid ikke, at de fortsat kan have nytte af klimatilpasningstiltag gennem mere indirekte eller immaterielle gevinster, f.eks. ved at være en del af en velfungerende og tilgængelig by med reduceret risiko for afledte konsekvenser af oversvømmelser. For at repræsentere denne indirekte nytte tildeles Klimazone 3 en andel af de samlede skadesomkostninger, selv om bygningerne ikke direkte oversvømmes i modellen. Andelen fastsættes med udgangspunkt i (DTU, 2026), hvor kategorierne *Mennesker* samt *Vej og trafik* samlet udgør 7 pct. af de samlede tab fra oversvømmelser. Disse kategorier repræsenterer bredere samfundsmæssige konsekvenser og fælles goder, som ikke nødvendigvis kan henføres direkte til enkelte, oversvømmede bygninger.

I den anvendte metode beregnes først de samlede skadesomkostninger for Klimazone 1 og Klimazone 2, dvs. de direkte påvirkede bygninger. Herefter beregnes et tillæg svarende til 7 pct. af den samlede skade, således at Klimazone 3 samlet kommer til at udgøre 7 pct. af de totale skadesomkostninger i modellen. Klimazone 3 repræsenterer dermed en afledt skadeskomponent, som afspejler bredere samfundsmæssige effekter af oversvømmelser og værdien af at opretholde en funktionel Vandkøbing og infrastruktur.

DTU inkluderer derudover også offentlige bygninger som en del af de bredere fælles goder. Disse indgår imidlertid ikke i Klimazone 3 i denne analyse, da offentlige bygninger allerede kan identificeres direkte i datagrundlaget og derfor indgår eksplicit i de ordinære skadesberegninger på linje med øvrige bygningstyper.

Opdelingen i klimazoner er ikke objektivt fastlagt, og der findes ikke et entydigt litteraturgrundlag for, hvordan sådanne klimazoner præcist bør afgrænses eller vægtes i forhold til hinanden. Inddelingen i klimazoner er derfor et metodisk valg, der har til formål at skabe en forholdsmæssig og operationel opdeling af oversvømmelsesrisikoen mellem bygninger, som er henholdsvis hyppigt og alvorligt ramt, mere moderat ramt eller alene påvirkes indirekte gennem de bredere samfundsmæssige konsekvenser af oversvømmelser.

Formålet med zonerne er samtidig at etablere en mere robust og forståelig struktur for analysen. Ved at samle bygninger med overordnet sammenlignelige risikoforhold i fælles zoner bliver det lettere at beskrive og kommunikere forskelle i oversvømmelsesrisiko på tværs af området. Zonemodellen kan dermed bidrage til at tydeliggøre, hvilke områder, der er mest udsatte, hvor oversvømmelser forventes at forekomme hyppigst og mest alvorligt, samt hvor der potentielt kan være behov for en mere prioriteret klimatilpasningsindsats.

Tilsvarende gælder for den relative vægtning mellem klimazonerne. Et muligt forslag til en overordnet fordeling kan f.eks. være, at Klimazone 1 tildeles 60 pct. af den samlede risiko- eller betalingsvægt, Klimazone 2 tildeles 30 pct., mens Klimazone 3 tildeles 10 pct. En sådan fordeling vil afspejle, at bygninger i Klimazone 1

både rammes hyppigere og med større oversvømmelser, mens bygninger i Klimazone 3 primært nyder godt af de bredere samfundsmæssige og immaterielle gevinster ved klimatilpasning. Den konkrete vægtning mellem klimazonerne vil imidlertid bero på politiske og metodiske vurderinger.

Klimazonerne er ikke nødvendigvis geografisk sammenhængende. Da analysen omfatter både stormflod, vandløb og kombinationshændelser, kan bygninger med samme risikoprofil være placeret forskellige steder i området. Klimazonerne afspejler således primært et fælles risikoniveau frem for fysisk nærhed. I kystnære områder vil klimazonerne typisk fremstå mere sammenhængende langs kystlinjen, mens de ved vandløb og kombinationshændelser i højere grad vil være koncentreret omkring lokale lavninger eller særligt udsatte strækninger.

Klimazonerne anvendes efterfølgende som et overordnet klassifikationsværktøj for oversvømmelsesrisiko. Klassifikationen kobles med de interpolerede oversvømmelsesdybder og de beregnede skadesfunktioner, således at bygninger i de højere risikoklimazoner også forbindes med højere forventede skadesomkostninger over tid. Dermed etableres en sammenhæng mellem hyppigheden af oversvømmelse, dybden af oversvømmelse og de forventede økonomiske konsekvenser.

Beregning af skadesomkostninger

Skadesomkostningerne beregnes med udgangspunkt i DTU's skadesfunktioner for oversvømmelse (DTU, 2026). Skadesfunktionerne omsætter vanddybde til en økonomisk skade afhængigt af bygningstype og bygningens størrelse.

For hver kombination af hændelse, år og oversvømmelsestype anvendes den beregnede gennemsnitlige vanddybde for de påvirkede bygninger. Denne vanddybde tildeles de bygninger, der indgår i det pågældende scenarie, hvorefter skaden beregnes individuelt for hver bygning. Selvom bygninger inden for samme scenarie tildeles samme repræsentative vanddybde, varierer skadesomkostningen fortsat mellem bygningerne, fordi skaden afhænger af bygningens anvendelse og størrelse målt i kvadratmeter.

Skadesfunktionerne varierer mellem bygningstyper, da forskellige typer bygninger påvirkes forskelligt af oversvømmelser. F.eks. vil en helårsbolig, en erhvervsbygning og en forsyningsbygning ikke nødvendigvis have samme økonomiske skade ved identisk vanddybde.

Den beregnede skade vægtes herefter med sandsynligheden for, at hændelsen indtræffer. Sandsynligheden fastlægges ud fra hændelsens returperiode, således at en 20-årshændelse vægtes med en årlig sandsynlighed på 1/20, mens f.eks. en 100-årshændelse vægtes med 1/100. Dermed indgår både hyppige mindre hændelser og sjældnere ekstreme hændelser i det samlede risikobillede.

Et forsimpelt eksempel kan illustrere metoden. Hvis de påvirkede bygninger i en 20-årshændelse i 2026 har en gennemsnitlig vanddybde på 40 cm, anvendes denne vanddybde i skadesberegningen for alle bygninger, der indgår i scenariet. For en helårsbolig på 100 m² omsættes de 40 cm herefter via DTU's skadesfunktion til en økonomisk skade som følgende:

$$Skade = 100 \text{ m}^2 * (1167,86 \text{ kr.} * \ln(40 \text{ cm}) - 571,21) = 373.688 \text{ kr.}$$

Da der er tale om en 20-årshændelse, sandsynlighedsvægtet skaden efterfølgende med hændelsens årlige sandsynlighed på 1/20:

$$\text{Sandsynlighedsvægtet skade} = 373.688 \text{ kr.} \cdot \frac{1}{20} = 18.684 \text{ kr.}$$

Tidsdimension og værdi af beskyttelse

Da oversvømmelser forventes at blive både hyppigere og mere alvorlige over tid, gennemføres beregningerne for hele perioden 2026-2100. Dette gør det muligt at opgøre, hvordan de forventede skadesomkostninger udvikler sig over tid i takt med ændrede klimaforhold og stigende vanddybder.

I modellen beregnes de forventede skader uden klimatilpasning frem til 2100. Herefter sammenholdes disse skader med et scenarie, hvor et klimatilpasningsanlæg etableres og sættes i drift i 2039. Anlægget antages herefter at yde beskyttelse frem til 2100 svarende til en 100-årshændelse.

Værdien af klimatilpasningen kan dermed opgøres som de skader, der undgås efter anlæggets idriftsættelse. De undgåede skader beregnes som forskellen mellem:

- › de forventede skadesomkostninger uden anlæg, og
- › de forventede skadesomkostninger med anlæg.

Da både skader og investeringer opstår over en lang tidshorisont, omregnes de til nutidsværdier ved brug af diskontering. Dermed kan de fremtidige undgåede skader sammenlignes direkte med anlægsinvesteringen og de løbende driftsomkostninger.

Den samfundsøkonomiske logik i modellen er således, at et klimatilpasningsprojekt vurderes som økonomisk hensigtsmæssigt, hvis nettonutidsværdien af de undgåede skader overstiger nettonutidsværdien af investering, drift og vedligeholdelse af anlægget.

Metoden synliggør dermed ikke alene størrelsen af de forventede fremtidige skader, men også den økonomiske værdi af at reducere disse skader gennem klimatilpasning over anlæggets levetid.

Samlet vurdering

Metoden balancerer behovet for faglig præcision med hensynet til anvendelighed og gennemsigtighed. Ved at kombinere detaljerede data for oversvømmelser med repræsentative gennemsnitlige oversvømmelsesdybder og en overordnet zoneinddeling opnås en model, der:

- › omsætter komplekse og lokalt varierende oversvømmelser til et sammenligneligt beregningsgrundlag ved at anvende gennemsnitlige oversvømmelsesværdier for de bygninger, der påvirkes af en given hændelse
- › håndterer usikkerhed i datagrundlaget, særligt for fremtidige klimaforhold
- › muliggør beregning af forventede skadesomkostninger over tid

- › skaber en operationel og kommunikerbar klassifikation af bygninger efter overordnet oversvømmelsesrisiko

Metoden giver dermed et konsistent og praktisk anvendeligt grundlag for at belyse de forventede skader ved oversvømmelser og den afledte gevinst ved klimatilpasning i et repræsentativt dansk område.

Bilag B Anlægsoverslag for det samlede Vandkøbing

Vandkøbing - Estimerede netto-anlægssomkostninger i 2025 priser ekskl. moms

Lokalitet:	Anlægstype	Delttype	Anlægslængde [m]	Netto anlægssomkostninger
Sommerhusområde	Tværdige Kystforland - barriereø		700	1.200.000 kr.
			1300	
		Lerdige		25.800.000 kr.
		Skråningsbeskyttelse		7.800.000 kr.
		Sandpude		28.000.000 kr.
		Sand-klitter		12.500.000 kr.
		Klitvegetation		2.300.000 kr.
		Mobilisering af fartøj		2.500.000 kr.
		Rørgennemføring m. kontraktap og brønd		150.000 kr.
		Hard Points		800.000 kr.
		Delsum		80.000.000 kr.
Vandkøbing By				
Vandkøbing erhvervshavn*	Dige nord for havnen		500	1.100.000 kr.
	Dige syd for havnen		200	900.000 kr.
	Indbygget højvandsmur* inkl. portåbninger og rørgennemføringer		1800	17.300.000 kr.
	Spunsvæg med hammer		700	8.300.000 kr.
	Højvandsbeskyttelse af fredet bygning inkl. portåbninger		190	1.600.000 kr.
	Sluse med snekepumpe			50.000.000 kr.
		Delsum		80.000.000 kr.
Vandkøbing boligområde	Tværdige Vejhævning - 2-sporet vej Kystforland		90	100.000 kr.
			1600	5.600.000 kr.
			2600	
		Lerdige		54.600.000 kr.
		Skråningsbeskyttelse		16.500.000 kr.
		Ren overskudsjord		2.400.000 kr.
		Sand		96.600.000 kr.
		Vegetation		4.100.000 kr.
		Mobilisering af fartøj		2.500.000 kr.
		Forlængelse af regnvandsledninger m. brønd og kontraktap		800.000 kr.
		Hard Points		1.300.000 kr.
		Delsum		180.000.000 kr.
Vandparkering og Bykerne	Diger/brinker af rent overskudsjord og kantforstærkninger Vandreguleringsbygværk		2600	6.230.000 kr.
				15.000.000 kr.
		Delsum		21.000.000,00 kr.
	Andre lokale løsninger			50.000.000,00 kr.
	Generelle omkostninger (10%)			41.600.000 kr.
	Samlede byggeomkostninger			457.900.000 kr.
	Rådgivning og projektering (5%)			22.900.000 kr.
	Korrektionstillæg 50%			240.400.000 kr.
	Total			721.000.000 kr.
	Estimerede samlede vedligeholdelsesomkostninger			21.600.000 kr.

* Forudsætning at de eksisterende bærende elementer kan holde til anlæg af højvandsmur mv.

Figur 11-5: Anlægsoverslag over beskyttelsestiltag i Vandkøbing.

Anlægsoverslaget for Vandkøbing (Figur 11-5) er opgjort som et samlet estimat fordelt på bydele og anlægstyper og afspejler en systemisk løsning, hvor de enkelte elementer er dimensioneret i sammenhæng.

I sommerhusområdet omfatter omkostningerne etablering af tværdige samt en forlandsløsning bestående af lerdige, skråningsbeskyttelse, sandopbygning og klitvegetation. Det er i anlægsoverslaget antaget at der kan opnås tilladelse til sandindvinding af et nærliggende fællesområde. Forlandsløsningen etableres på vanddybder på gennemsnitligt -0,5 m hvilket reducerer ressourcebehovet betydeligt sammenlignet med anlæg på større vanddybder. Mobilisering af fartøj, rørgennemføringer med kontraktapper samt lokale stenflak (hard points) indgår som nødvendige tekniske komponenter. Samlet beløber dette sig til en delsum på netto ca. 80 mio. kr.

I havne- og erhvervsområdet omfatter overslaget etablering af diger nord og syd for havnen, en tilbagetrukket højvandsmur med åbninger og gennemføringer samt spunsvægge. Derudover indgår lokal beskyttelse af en fredet bygning samt en sluse med snekepumpe, som er et centralt element for at forhindre bagvand og samtidig sikre afledning fra oplandet. Samlet udgør dette en delsum på ca. 80 mio. kr.

I boligområdet ved kysten indgår en kombination af mindre tværdiger, en indledende vejhævning som midlertidig løsning samt en senere forlandsløsning, hvor kysten fremrykkes. Forlandsløsningen er opbygget på samme princip som i sommerhusområdet, men i større skala, hvilket afspejles i de højere omkostninger til sand, lerdige og skråningsbeskyttelse. Løsningen opbygges desuden ved anvendelse af rent overskudsjord hvilket er med til at holde omkostningerne nede, ved antagelse om at projektet kan modtage det til en meget lav m³-pris. Løsningen antages opbygget på vanddybder på gennemsnitligt -0,5 m hvilket reducerer ressourcebehovet betydeligt sammenlignet med anlæg på større vanddybder. Klitter og forstrand opbygges i sand, hvorfor der benyttes naturlig klitvegetation. Bag den fremrykkede kystlinje vil strandengsnaturen med tiden udbrede sig. Det er i anlægsoverslaget antaget at der kan opnås tilladelse til sandindvinding fra et nærliggende fællesområde. Posterne for rørgennemføringer og hard points dækker tilsvarende tekniske detaljer og lokale forstærkninger. Samlet giver dette en delsum på ca. 180 mio. kr.

I indlandsområdet (vandparkering) består løsningen primært af diger og brinker etableret med rent overskudsjord samt et vandreguleringsbygværk, der styrer vandføringen og muliggør vandparkering opstrøms. I enkelte områder langs vandløbet, gennem bykernen, udføres simple kantforstærkninger i form af lave kanter. Omkostningsniveauet er relativt lavt, da løsningen i høj grad baserer sig på terrænregulering og simple konstruktioner. Samlet udgør dette en delsum på ca. 21 mio. kr. Der er ikke medregnet omkostninger til opkøb af arealer til vandparkering i oplandet. Løsningen forudsætter anvendelse af eksisterende arealer, eksempelvis i regi af den grønne trepart. Eventuel kompensation eller betaling til lodsejere er ikke indregnet.

Derudover indeholder overslaget en særskilt post for andre lokale løsninger på 50 mio. kr., som omfatter decentrale tiltag til håndtering af skybrud og bagvand, herunder vand på terræn, lokale lavninger og pumpeanlæg bag diger.

De generelle omkostninger på ca. 42 mio. kr. dækker tværgående udgifter såsom etablering af byggeplads, mobilisering og opstart for entreprenør samt koordinering mellem arbejderne.

De samlede bygge- og anlægsomkostninger før tillæg er opgjort til ca. 450 mio. kr., hvortil kommer rådgivning og projektering på ca. 5%, svarende til ca. 23 mio. kr. Andelen er relativt lav, idet en stor del af løsningerne er baseret på simple, gentagelige principper, hvor projekteringsindsatsen kun i begrænset omfang stiger med anlæggenes størrelse – eksempelvis ved etablering af større diger. Der er anvendt et korrektions- og usikkerhedstillæg på 50%, hvilket afspejler, at der på dette stadie fortsat er væsentlige usikkerheder knyttet til detailprojektering, lokale forhold og afgrænsninger. Den samlede investeringsramme udgør således ca. 700 mio. kr.

De estimerede samlede vedligeholdelsesomkostninger på ca. 22 mio. kr. dækker drift af anlæg som diger, pumper og sluse (ekskl. lønninger) samt løbende vedligehold af forlandsløsningerne ved f.eks. løbende tilførsel af sand og jord. Samlet set viser overslaget en løsning, hvor omkostningerne er fordelt mellem større, permanente anlæg og simple, naturbaserede tiltag, og hvor de enkelte elementer indgår i en helhed, der reducerer behovet for dyrere og mere indgribende løsninger i de tætte byområder.

Bilag C Sammenligning af anlægsoverslag for vandløbsløsning ved helhedsorienteret og traditionel tilgang

Vandløbsløsning (helhedsorienteret)	
Anlægstype	Sum
Diger i råjord og kantforstærkninger	6.230.000 kr.
Vandreg. Bygværk	15.000.000 kr.
Sluse med snekepumpe til ca. 7 m³/s	50.000.000 kr.
Netto	71.200.000 kr.
Generelle omkostninger 10 %	7.100.000 kr.
Samlede byggeomkostninger	78.400.000 kr.
Rådgivning og projektering 10 %	7.800.000 kr.
Korrektionstillæg 50%	43.100.000 kr.
Total	130.000.000 kr.

Vandløbsløsning (traditionel)	
Anlægstype	
Diger i råjord og brinker	20.000 kr.
Sluse med snekepumper til ca. 20 m³/s	110.000.000 kr.
Spuns	29.100.000 kr.
Træhammer	6.200.000 kr.
Udvidelse og forstærkning af bro-underføringer	200.000.000 kr.
Netto	345.400.000 kr.
Generelle omkostninger 10 %	34.500.000 kr.
Samlede byggeomkostninger	379.900.000 kr.
Rådgivning og projektering 10 %	38.000.000 kr.
Korrektionstillæg 50%	209.000.000 kr.
Total	630.000.000 kr.

Figur 11-6: Anlægsoverslag for vandløbsløsningen. Sammenligning mellem helhedsorienteret og traditionel tilgang.

Anlægsoverslaget for vandløbsløsningen viser en markant forskel mellem en helhedsorienteret og en traditionel løsning, når der skal dimensioneres til en 100-års hændelse i år 2100. I den helhedsorienterede løsning er vandmængderne reduceret gennem opstrøms vandparkering, hvilket betyder, at der alene er behov for mindre anlæg i selve vandløbet. Løsningen omfatter primært etablering af simple diger og brinker i lerjord samt et vandreguleringsbygværk og en sluse med snekepumpe dimensioneret til mindre vandmængder. Den samlede netto anlægsomkostning udgør ca. 70 mio. kr., hvilket inkl. generelle omkostninger, projektering og korrektionstillæg giver en samlet investeringsramme på ca. **130 mio. kr.**

I den traditionelle løsning håndteres hele vandmængden derimod gennem vandløbet i byen, hvilket medfører væsentligt større dimensioneringskrav. Dette afspejles i anlægsoverslaget. Der skal stadig etableres diger i baglandet, for alt vandløbet har ikke kapacitet til at føre alt vandet. Derudover skal der etableres en betydeligt større sluse med større pumpekapacitet, omfattende spunsvægge samt træhammerkonstruktioner til sikring af vandløbets sider. Herudover indgår en separat post til udvidelse og forstærkning af bro-underføringer, som er nødvendig for at kunne føre de øgede vandmængder gennem byen. Den samlede netto anlægsomkostning er opgjort til ca. 350 mio. kr., hvilket inkl. generelle omkostninger, projektering og korrektionstillæg giver en samlet investeringsramme på ca. **600 mio. kr.**

Rådgivning og projektering er i dette tilfælde fastsat til 10%, hvilket er højere end for det samlede projekt, da delløsningen indeholder flere teknisk komplekse elementer og projekteringsmæssige snitflader.

Forskellen mellem de to løsninger afspejler primært, at vandmængderne i det traditionelle scenarie er væsentligt større gennem byen, hvilket driver behovet for større og mere komplekse konstruktioner. Hvor den helhedsorienterede løsning i høj grad baserer sig på enkle, terrænnære og systemisk optimerede tiltag, kræver den traditionelle løsning teknisk tunge og pladskrævende anlæg i bymæssig kontekst. Særligt poster som øget pumpekapacitet, spunsvægge og ombygning af bro-underføringer bidrager væsentligt til den højere pris, mens den helhedsorienterede løsning i højere grad kan håndtere vandet med simple anlæg på de rigtige steder i systemet.

Samlet viser sammenligningen, at en helhedsorienteret håndtering af vandet opstrøms ikke alene reducerer kompleksiteten af løsningen i byen, men også medfører en væsentlig reduktion i anlægssomkostningerne. Der er ikke indeholdt eventuelle grundopkøb i anlægsoverslagene, da det antages at vandparkeringen etableres i eksisterende naturområder, der ikke er ejet af private.

Bilag D Anlægsoverslag for traditionel samlet løsning

Anlægsoverslaget for en traditionel klimatilpasningsløsning i Vandkøbing viser de forventede omkostninger ved at gennemføre klimatilpasning inden for de nuværende rammer, hvor løsninger i høj grad etableres lokalt og opdelt efter vandtyper uden systemisk optimering på tværs af oplandet.

Vandkøbing - Estimerede netto-anlægssomkostninger i 2025 priser ekskl. moms

Lokalitet:	Anlægstype	Delttype	Anlægslængde [m]	Netto anlægssomkostninger
Sommerhusområde	Tværdige		700	1.200.000 kr.
	Dige kystnært	Sand	1200	4.900.000 kr.
		Ler		2.200.000 kr.
		Muld		700.000 kr.
		afgrav		1.700.000 kr.
		Grøft		100.000 kr.
		Græs		200.000 kr.
		Stiovergange		100.000 kr.
		Pumper		5.600.000 kr.
		Rørgennemføring m. kontraklap og brønd		1.100.000 kr.
			Delsum	20.000.000 kr.
Vandkøbing By				
Vandkøbing erhvervshavn*	Dige nord for havnen		500	1.100.000 kr.
	Dige syd for havnen		200	900.000 kr.
	Indbygget højvandsmur* inkl portåbninger og rørgennemføringer		3600	47.500.000 kr.
	Spunsvæg med hammer		700	8.300.000 kr.
	Sluse med snekepumper**			110.000.000 kr.
			Delsum	170.000.000 kr.
Vandkøbing boligområde	Tværdige		90	100.000 kr.
			1600	5.600.000 kr.
	Dige kystnært	Sand	3300	11.400.000 kr.
		Ler		5.600.000 kr.
		Muld		1.800.000 kr.
		Afgrav		4.500.000 kr.
		Grøft		300.000 kr.
		Græs		400.000 kr.
		Stiovergange		200.000 kr.
		Pumper		2.400.000 kr.
		Rørgennemføring m. kontraklap og brønd		2.700.000 kr.
			Delsum	35.000.000 kr.
Vandkøbing A	Diger/brinker af rent overskudsjord		1800	20.000 kr.
	Spuns med træhammer langs vandløbsbrinker		2000	35.390.000 kr.
	Udvidelse og forstærkning af brounderføringer			200.000.000 kr.
			Delsum	235.000.000 kr.
	Andre lokale løsninger			100.000.000 kr.
	Generelle omkostninger			55.600.000 kr.
	Samlede netto-anlægssomkostninger før korrektionstillæg			611.600.000 kr.
	Rådgivning og projektering			30.600.000 kr.
	Korrektionstillæg			321.100.000 kr.
	Anlægssum inkl. 50 % korrektionstillæg			963.000.000 kr.
	Estimerede samlede vedligeholdelsesomkostninger			28.900.000 kr.

* Forudsætning at de eksisterende bærende elementer kan holde til anlæg af højvandsmur mv.

** Forudsætning at det pladmæssigt er muligt at etablere slusekonstruktionen

Figur 11-7: Anlægsoverslag for den traditionelle samlede løsning.

Overslaget er opgjort på baggrund af de samme forudsætninger som for den helhedsorienterede løsning og omfatter etablering af kystbeskyttelse, sikring af vandløb gennem byen samt lokale løsninger til håndtering af bagvand og skybrud. Løsningen er dimensioneret til at kunne håndtere en 100-års hændelse i år 2100 uden anvendelse af opstrøms vandparkering.

Den traditionelle løsning er karakteriseret ved, at vand i højere grad håndteres der, hvor problemerne opstår, frem for at blive tilbageholdt og fordelt på tværs

af systemet. Dette medfører generelt større dimensioneringskrav til de enkelte anlæg, særligt i de tæt bebyggede byområder.

Langs kysten etableres sammenhængende digeløsninger, som beskytter de bagvedliggende arealer direkte. I havne- og erhvervsområdet anvendes tekniske løsninger såsom højvandsmure, spunsvægge og sluseløsninger med øget pumpekapacitet. I boligområderne langs kysten indgår tilsvarende digeløsninger kombineret med lokale tilpasninger.

For vandløbet gennem byen dimensioneres løsningen til at håndtere hele oplandets vandmængder, hvilket medfører behov for betydeligt større konstruktioner, herunder forhøjede kanter, spunsvægge, forstærkede brinkløsninger samt omfattende ombygning af bro-underføringer. Disse elementer udgør en væsentlig del af de samlede omkostninger.

Den samlede netto anlægsomkostning er opgjort til ca. 600 mio. kr., hvilket inkl. generelle omkostninger, rådgivning og projektering samt korrektions- og usikkerhedstillæg giver en samlet investeringsramme i størrelsesordenen **ca. 1,0 mia. kr.** Til sammenligning er den samlede investeringsramme for den helhedsorienterede løsning opgjort til ca. 700 mio. kr.

Det skal bemærkes, at løsningen ikke omfatter systemisk optimering på tværs af vandkredsløbet. Samtidig er der ikke indregnet omkostninger til arealerhvervelse, afledte bymæssige konsekvenser eller potentielle tab af rekreative og landskabelige værdier.

De traditionelle digeløsninger, der benyttes i den traditionelle tilgang, er isoleret set billigere at etablere, men er samtidig mindre fleksible og i mindre grad adaptive over for fremtidige havvandsstigninger sammenlignet med forlandsløsningerne i den helhedsorienterede løsning. Dette kan medføre behov for senere forhøjelser og tilpasninger over tid.

Højvandsmuren i havne- og erhvervsområdet er tilsvarende dyrere og teknisk mere kompleks, da løsningen i den traditionelle tilgang i højere grad baserer sig på permanent beskyttelse af hele området. I den helhedsorienterede løsning arbejdes der i stedet med delvis tilpasning af arealanvendelsen, herunder fraflytning og ombygning af yderligt beliggende områder, hvilket reducerer behovet for omfattende tekniske konstruktioner.

Sammenlignet med den helhedsorienterede løsning medfører den traditionelle tilgang således ikke alene højere eller tilsvarende anlægsomkostninger, men også større fysiske indgreb i byens rum, mindre fleksible løsninger og en lavere samlet merværdi.