Kystsikring af Køge Kommune mod oversvømmelser fra kombinerede hændelser

2. semester - efterår 2019

Eksamensnummer: S2024791254
Projekt(arbejds)titel: Kystsikring af Køge Kommune mod oversvømmelser fra kombinerede hændelser
Gruppens medlemmer: Christoffer Hammer Sørensen, hammers@ruc.dk, 68893 Caroline Theresia Loftager, cathlo@ruc.dk, 69231 Kathrine Kongsgaard Witt, kkwitt@ruc.dk, 62860 Niklas Ørsted Knaap, noknaap@ruc.dk, 68945
Vejleder: Majken Toftager Larsen
Afleveringsdato: D. 3/6 2020
Samlede anslag inkl. mellemrum: 122.093 anslag eks. figurer

hum*tek
Design Mennesker Teknologi

RUC

Abstract

This paper examines the consequences of combined coastal- and pluvial floods and how to plan against flooding, in a case study of the current coastal protection plan in Køge municipal called; Lokalplan 1050-Køge Dige. The project is examined through a hypothetical-deductive approach, drawing on theory about technology analysis, urban flooding and combined floods. Through the use of both qualitative and quantitative research methods in a mixed-methods approach, the study has collected data that is used throughout the paper. These research methods consist of document analysis, interviews, fotokartering and a visual risk analysis of combined coastal- and pluvial floods, in the municipal of Køge. The paper presents an analysis of the planning process, in Køge Dige along with an analysis of the currently planned technological coastal protection solutions. Lastly an assessment of Køge Municipals current technological system in regard to its ability to handle combined flooding will be presented. This paper concludes that combined flood events in Køge municipal potentially can have damaging effects on the local infrastructure. They plan to implement a range of technologies such as dikes to protect against coastal floods. Solutions to handle pluvial flooding will be incorporated to manage combined flooding.

Indholdsfortegnelse

1. Indledning 1

1.1 Indledning og problemfelt 1

1.2 Problemformulering: 2

1.2.1 Arbejdsspørgsmål 2

1.3 Semesterbindingen 2

1.4 Afgrænsning 3

1.5 Begrebsafklaring 4

2. Redegørelse 5

2.1 Klimaforandringer 5

2.1.1 Klimaforandringer i Danmark 5

2.1.2 Ekstreme hændelser 5

2.2 Kystbeskyttelsesloven 6

2.3 Risikostyringsplan for Køge Kommune 7

2.4 Kystsikringsprojektet Køge Dige 8

2.4.1 Projektets tidslinje 8

2.4.2 Geografisk beskrivelse af område 11

2.4.3 Lokalplan 1050 - Køge Dige 13

3. Teori 15

3.1 Teknologiske artefakter og systemer 15

3.2 TRIN-modellen 17

3.3 Teori om Urbane oversvømmelser 18

3.4 Teori om kombinerede hændelser 19

4. Metode 21

4.1. Kvalitative metoder 21

4.1.1 Case studies 21

4.1.2 Dokumentanalyse 22

4.1.3 Interview som forskningsmetode 24

4.1.4 Fotokartering 25

4. Kvantitativ forskningsmetode - Risikoanalyse 27

5. Analyse 28

5.1 Analyse af Køge Kommunes risikostyringsplan 29

5.2 Risikoanalyse af delområde 2 31

5.2.1 Katastrofeanalyse 32

5.2.2 Sårbarhedsanalyse 39

5.3 Analyse af teknologier Køge Dige - delområde 2 41

6. Diskussion 49

6.1 Vurdering af utilsigtede effekter 49

7. Konklusion 52

8. Litteraturliste 54

1. Indledning

1.1 Indledning og problemfelt

Klimaforandringernes aftryk vil i fremtiden resultere i mere ekstreme vejrforhold, forhøjet vandstand og ændringer i sæsonbaserede vejrfænomener (Klimatilpasning, 2015). Det betyder, at flere områder i Danmark kan stå overfor en nødvendig implementering af teknologier, der kan imødekomme fremtidens øgede risiko for oversvømmelser fra stormfloder og ekstrem nedbør ved kystområderne. Realdania og Naturstyrelsen italesætter et behov om holistiske kystsikrings strategier, som i dette tilfælde betyder, at klimatilpasning til ekstrem nedbør, stormfloder og grundvand skal ses sammenhængende og ikke isolerede løsninger (Naturstyrelsen, 2014) (Realdania, 2017).

Et af disse områder er Køge Bugt. Kystområderne ved Køge Bugt er af staten udpeget som særligt risikoområde for oversvømmelse. På baggrund af dette udgav Køge Kommune i januar 2020 et forslag til en lokalplan, der har til formål at beskytte de lavtliggende kystområder i Køge mod oversvømmelse fra en stormflod på 2.8 m. En oversvømmelse af denne type vil berøre ca. 16.000 borgere og medføre et økonomisk værditab for ca. 2. mia. kr. (Køge Kommune, 2015). Stormfloder af denne type vil altså alene medfører store konsekvenser for Køge Kommune, hvis ikke kysten beskyttes. Så hvor store konsekvenser vil kombinerede hændelser af stormfloder og ekstrem nedbør have for området?

Dette projekt har til formål at undersøge, hvordan Køge Kommune arbejder med beskyttelse af kommunes kystområder. Projektet tager derfor udgangspunkt i Lokalplan 1050 - Køge Diges udvikling, fremgangsmåde og de teknologier som indgår i planen. Dertil har projektet et særligt fokus på Køge Kommunes overvejelser vedrørende beskyttelse af kystområderne mod oversvømmelse fra kombinerede hændelser af stormfloder og ekstrem nedbør. Da Køge Dige er et af de største og mest ambitiøse kystsikringsprojekter i Danmark, og da der indgår flere forskellige løsninger, alt efter det bagland der skal beskyttes, opdeles Køge Dige i tre delområder. Dette projekt har sat sit fokus på delområde 2, som er Køge by og havn, grundet en interesse i de konsekvenser oversvømmelser i det urbane miljø vil skabe. Dette har ledt os til nedenstående problemformulering.

1.2 Problemformulering:

- Hvilke konsekvenser har kombineret hændelser af stormfloder og ekstrem nedbør for Køge Kommune og hvordan planlægger kommunen at beskytte delområde 2 i Køge Dige mod oversvømmelser?

Til besvarelsen af problemformuleringen undersøges Køge Dige ud fra en hypotetisk-deduktiv tilgang. Metodisk trækker projektet på mixed methods og inddrager både kvalitative og kvantitative forskningsmetoder. Dette gør det muligt både at undersøge Køge Diges planlægningsmæssige samt geografiske og klimamæssige forhold for området. Til besvarelsen inddrages teori omkring teknologi, urbane oversvømmelser og kombinerede hændelser. For at overskueliggøre arbejdsprocessen til besvarelsen af problemformuleringen, arbejdes der i projektet ud fra følgende arbejdsspørgsmål:

1.2.1 Arbejdsspørgsmål

- Hvilke klimamæssige forandringer vil Køge Bugt stå overfor i fremtiden grundet klimaforandringer?
- Hvilke konsekvenser vil kombinerede hændelser have for Køge Dige - delområde 2?
- Hvordan planlægger Køge Kommune at beskytte kommunen mod oversvømmelse?
- Hvilke teknologier og teknologiske systemer indgår i planen for klimasikring af Køge bugt og hvordan fungerer de?
- Hvilke konsekvenser kan de teknologiske systemer, der indgår i planen for klimasikring af Køge bugt have for delområdet?

Til besvarelsen af problemformulering trækker dette projekt på forskellige fagområder. Hvordan dette projekt er forankret i fagdimensionerne på den Humanistisk Teknologiske Bachelor på RUC, vil det næste afsnit præsentere.

1.3 Semesterbindingen

Projektet trækker på viden fra dimensionen Teknologiske Systemer og Artefakter, TSA. Projektet har sit teoretiske afsæt i Marc de Vries og Jens Müllers forståelser for teknologi og teknologiske systemer. Teorien opbygger strukturen i projektets analytiske tilgange, da vi i projektet forstår teknologi ud fra elementerne teknik, viden, organisation og produkt, som teorien introducerer. Derudover anvender projektet TRIN-modellen, der er udviklet af Thomas Budde Christensen, Erling Jelsøe og Niels Jørgensen, undervisere på den Humanistisk-Teknologiske

Bachelor. TRIN-modellen bruges som værktøj til at fremhæve vigtige analytiske aspekter i teknologianalysen. Projektets teoretiske felt vedrørende by og vand stammer også fra kurset TSA II - By og Vand. Her blev gruppen introduceret til det videnskabelige felt og den fremgangsmåde til risikokortlægning af oversvømmelse fra kombinerede hændelser, som dette projekt anvender. Denne dimension er derfor nødvendig i besvarelsen af dette projekts problemformulering.

Projektet trækker yderligere på viden fra dimensionen Subjektivitet, Teknologi og Samfund, STS. Der inddrages ikke teori og metoder direkte fra dimensionen, men dimensions faglige karakter indgår i projektets teknologiske analyse, da teknologiernes praktiske og organisatoriske forhold undersøges. Vi undersøger derudover også Køge Kommunes samarbejde mellem forvaltninger, øvrige kommuner og offentlige instanser. Under kurset STS I blev vi introduceret til kvalitative forskningsmetoder, herunder interviewundersøgelser. Vi inddrager i dette projekt interview som metode til at indsamle empirisk data til projektet.

1.4 Afgrænsning

Vores afgrænsninger i dette projekt ses især ud fra størrelsen og ambitionsniveauet på Køge Dige. Med dette projekts tidsmæssige og omfangsmæssige omstændigheder, har det ikke været muligt at undersøge hele kystsikringsprojektet. Vi afgrænser i opgaven til at undersøge delområde 2 af Køge Dige. I planlægningen af Køge Dige indgår der flere undersøgelser inden for forskellige fagområder. Dette projekt har valgt at afgrænse sin undersøgelse af disse til fagområderne klima og ingeniørviden, derfor indgår dokumenter som f.eks. miljøkonsekvensrapporter ikke som fokus i undersøgelsen. Derudover betragter analysen kun fysiske, materielle og økonomiske sårbarheder i delområde 2 og afgrænser sig fra sociale og kulturelle sårbarheder.

Dette projekt har sin indgangsvinklen fokus på holistiske kystsikringstrategier og kombinerede hændelser. Kystsikring skal derfor undersøges ud fra alle former for oversvømmelseskilder. Dette projekt afgrænser sig til kun at undersøge Køge Dige ud fra kombinerede hændelser af stormfloder og ekstrem nedbør. Projektet afgrænser sig derfor fra en dybere undersøgelse af grundvandsforholdene i delområde 2.

1.5 Begrebsafklaring

Stormfloder: Stormfloder er oversvømmelser, som forårsages af ekstreme vandstande i havet. En stormflod vil ofte finde sted, når store mængder af havvand bliver skubbet op på land af kraftige vinde, der indtræffer ved storme (DinGeo[1]).

Ekstrem nedbør: Ekstrem nedbør også kaldet skybrud er voldsomme regnbyger, som kan lede til oversvømmelser. Et skybrud defineres af DMI som en nedbørshændelse hvor der falder mere end 15 mm nedbør på 30 minutter (DinGeo[2]).

Beredskabet: Beredskabet er en instans som under oversvømmelse hændelser har til rolle at begrænse vandets udbredelse og hindre dets indtrængen i ejendomme, således de materielle såvel som de natur- og miljømæssige følgevirkninger holdes på et minimum (Beredskabsstyrelsen, 2017).

Natura 2000: Er en betegnelse for et netværk af beskyttede naturområder i EU (mst.dk[3])

Kote: Tal (på et geografisk kort) der angiver et punkts højde i terrænet, som regel målt i forhold til havet (ordnet.dk[4])

[1] https://www.dingeo.dk/data/stormflod/, lokaliseret d. 24.maj 2020

[2] https://www.dingeo.dk/data/stormflod/, lokaliseret d. 24.maj 2020

[3] https://mst.dk/natur-vand/natur/natura-2000/ , lokaliseret d.1. juni 2020

[4] https://ordnet.dk/ddo/ordbog?query=kote, lokaliseret d. 1. juni 2020

2. Redegørelse

2.1 Klimaforandringer

Siden 1800-tallet er der blevet målt en markant ændring i mængden af drivhusgasser i atmosfæren. Forøgelsen af drivhusgaskoncentrationen har forsaget en opvarmning af jordens atmosfære. Denne gradvise opvarmning af jordens atmosfære kaldes for global opvarmning. Forøgelsen af drivhusgaskoncentrationen i atmosfæren, skyldes primært menneskelig påvirkning i form af brugen af fossile brændsler som kul og olie. Opvarmningen af atmosfæren har siden 1800-tallet ledt til en generel temperaturstigning på omkring 1 ºC, og den forventes fortsat at stige i takt med den stigende drivhusgaskoncentration. Temperaturstigningen kan have en række konsekvenser for jordens klima i form af ændringer af vejret, havvandstanden, smeltning af indlandsisen m.m. (Økolariet, 2019).

2.1.1 Klimaforandringer i Danmark

Konsekvenserne af klimaforandringerne er ikke ens verden over. I Danmark betyder klimaforandringerne en række ændringer, når det kommer til temperatur, middelhavvandsstand og nedbør. Det er siden 1873 blevet observeret, at den årlige gennemsnitstemperatur i Danmark er stigende. Det forventes, at gennemsnitstemperaturen i Danmark vil stige mellem 1-4 ºC ved udgangen af det 2100 århundrede (Klimatilpasning, 2015), og middelhavvandsstanden vil stige markant over de kommende år. I en fremskrivning fra 2014 antager DMI, at havvandsstigningen i Danmark vil være mellem 35 og 120 cm ved udgangen af det 2100 århundrede (Fryd & Jørgensen, 2019: 5). Denne gradvise havvandsstigning kan især være problematisk for et land som Danmark, som er omsluttet af vand og hvor de ti største byer er lokaliseret nær kysten.

2.1.2 Ekstreme hændelser

Ud over de forøgede vandstande og temperaturændringer, vil klimaforandringerne også lede til flere og mere ekstreme vejrforhold. I dette projekts genstandsfelt fokuseres der primært på en stigning i hyppigheden og intensiteten af stormfloder og ekstrem nedbør. Risikoen for oversvømmelse fra stormfloder er størst i kystområder og lavtliggende marskområder. For et kystnært land som Danmark, er der i stigende grad et behov for at sikre mod disse

hændelser, da de kun vil blive hyppigere i takt med den stigende middelhavvandsstand kombineret med mere intense storme (DinGeo[5]).

Klimaforandringerne betyder også kraftigere og hyppigere hændelser af ekstrem nedbør. Der vil i takt med klimaforandringerne være et øget behov for at sikre byerne mod disse hændelser, da hyppigheden og intensiteten af skybruddene forøges.

For Danmark har klimaforandringer altså negative konsekvenser i forhold til middelvandstande og mere ekstreme vejrforhold, derfor er det nødvendigt at beskytte kystområderne mod fremtidens klima. I beskyttelsen af kystområder i Danmark, er der et behov for et fælles regelsæt til sikring af kysterne. Det næste afsnit vil beskrive rammerne for kystsikringsloven, som er love til opførsel af nye kystforanstaltninger.

2.2 Kystbeskyttelsesloven

Ved kystforanstaltningsprojekter er mange love involveret i et komplekst samspil, hvoraf bl.a. kystbeskyttelsesloven er en af de mest centrale lovgivninger (Fryd & Jørgensen, 2019:10). Grundejere har ved kystbeskyttelsesloven selv ansvaret for, at deres ejendom ikke oversvømmes med havvand (Kystdirektoratet, 2009: 9). Kystbeskyttelse af denne ejendom skal udarbejdes og etableres i overensstemmelse med kystbeskyttelsesloven.

Det fremgår af kap. 1, § 1 af kystbeskyttelsesloven, at formålet er at beskytte mennesker og ejendom ved at reducere risikoen for oversvømmelser eller kystnedbrydning fra havet, fjorde eller andre dele af søterritoriet (Miljø- og Fødevareministeriet, 2019).

Dette formål varetages ved, myndigheden i forbindelse med et projekt afvejer følgende hensyn (Kystdirektoratet, 2018: 8)

- Behovet for kystbeskyttelse
- Økonomiske hensyn ved projekter omfattet af kap. 1a
- Kystbeskyttelsesforanstaltningens tekniske og natur- og miljømæssige kvalitet
- Rekreativ udnyttelse af kysten
- Sikring af den eksisterende adgang til og langs kysten
- Andre forhold

[5] https://www.dingeo.dk/data/stormflod/, lokaliseret d. 24.maj 2020

De seks faktorer tager økonomiske, anlægstekniske og natur- og miljømæssige hensyn samt indregner risiko for ødelæggelse af materiel og natur- og miljøværdi. Myndigheden vil i henhold til dette projekts tilfælde være Køge Kommune, som skal give en samlet vurdering af, om kystforanstaltningen skal igangsættes på baggrund af de seks hensyn.

Ved opførelse af ny kystbeskyttelse, genoprettelse, renovering eller udvidelse af eksisterende kystbeskyttelse skal der ansøges om tilladelse hos kystdirektoratet, før byggeriet kan påbegyndes. Det kræver imidlertid ikke tilladelse at vedligeholde lovlig opført kystbeskyttelse (Kystdirektoratet, 2009: 10-11). Kystdirektoratet er en selvstændig enhed, der varetager de statslige myndigheders opgaver i forbindelse med kystbeskyttelsesprojekter (Kystdirektoratet, 2019: 1-2). Landets kommuner henter ekspertviden om kystteknik, anlægningsmetoder, kyst- og klimaforandringer fra Kystdirektoratet og de bruges som konsulent i kystudviklingsprojekter.

Kystbeskyttelsesloven giver altså overordnede krav til kystsikringsprojekterne, den præcise udførelse af projekterne ligger hos kommunerne selv. For Køge Dige er risikostyringsplaner, miljøvurderinger og dispositionsforslag udarbejdet på baggrund af Kystdirektoratet og kystbeskyttelseslovens forudsætninger. Det er kommunen selv, der står for projektets endelige udformning og finansiering (Kystdirektoratet, 2018: 2). Det næste afsnit vil præsentere Køge Dige ud fra risikostyringsplanen og lokalplanen for Køge Dige.

2.3 Risikostyringsplan for Køge Kommune

Som følge af Køge Kommunes overordnede klimatilpasningsplan og det øgede fokus på beskyttelse af kystområderne i Køge Kommune, blev der i 2015 udgivet en risikostyringsplan. Planen kortlægger og udpeger den økonomiske risiko forbundet med forskellige oversvømmelsesscenarier (Køge Kommune, 2015). Dette afsnit vil redegøre for risikostyringsplanen for at danne et forståelsesgrundlag for omfanget af Køge Dige.

Risikostyringsplanen løber fra 2016-2021, hvorefter en revision af den nuværende risikostyringsplan vil være nødvendig, da staten revurderer risikoområderne i perioden 2022-2027 (Køge Kommune, 2019: 119).
Planen har fokus på seks forskellige oversvømmelsesscenarie, som er blevet kortlagt af staten. De seks scenarier er henholdsvis 20, 100 og 1000 års hændelser i 2012, 2050 og 2100. At en stormflod klassificeres som en 100-års hændelse betyder, at den statistisk vil forekomme en gang pr. 100 år. I scenarierne i 2050 og 2100 tager hændelserne hensyn til den forventede havvandsstigning og landstandshævning i deres respektive år (Køge Kommune, 2015: 11). I

risikostyringsplanen vurderes både sandsynligheden for oversvømmelse, men også de potentielle negative konsekvenser. Oversvømmelsesrisikoen er kombinationen af disse. Under de potentielle negative konsekvenser undersøges blandt andet antallet af berørte indbyggere og tab af værdier.

Det er vigtigt at understrege, at der er usikkerheder i beregningerne, da der er mangel på konkrete tal på fremtidens havvandsspejl. Yderligere er scenarierne udviklet ud fra højvandsstatistikker fra 1955-2012, hvor Køge Bugt sjældent blev ramt af større stormflodsepisoder. Der er derfor en risiko for at sandsynligheden for stormfloderne bliver undervurderet (Køge Kommune, 2015: 11).

I følge risikostyringsplanen bliver en kote 2.21 vurderet til en 100 års hændelse i år 2100 med økonomiske skader i omegnen af 1.7 mia. kr. og kote 2.8 til en 1000 års hændelse i 2012 med økonomiske skader for knap 2. mia. kr. Selvom der er højst økonomiske skader ved en kote 2.8, er den forventede risiko pr. år dog størst ved 100 års-hændelsen, da den har en kortere returperiode end en 1000-års hændelse vil have (Køge Kommune, 2015: 22-23).

Lokalplanen 1050 - Køge Dige er udarbejdet på baggrund af risikostyringsplanen. Dog vurderede man ud fra udvidede data fra COWI's havvandsstatistik 2015, som beskrevet under afsnittet Projektets Tidslinje, at kote 2.8 var mere sandsynligt, hvis man betragter data tidligere end år 1955. Omkostningerne af en udvidelse til beskyttelse af kysten fra kote 2.21 til kote 2.8 er minimale i forhold til, at kysten yderligere sikres mod et økonomisk tab på ca. 300 mio. kr., derfor har Køge Dige til formål at beskytte kysten mod kote 2.8 (Køge Kommune, 2020a).

2.4 Kystsikringsprojektet Køge Dige

Køge Kommune har et igangværende kystsikringsprojekt til at beskytte de kystnære områder i kommunen, som de kalder Køge Dige. De efterfølgende redegørende afsnit vil præsentere kystsikringsprojektet Køge Dige. For at give læseren den bedst mulige forståelse af hele projektet vil de efterfølgende afsnit præsentere en tidslinje for projektets proces, en geografisk beskrivelse af området samt en redegørelse af Lokalplanen 1050 - Køge Dige.

2.4.1 Projektets tidslinje

Køge Dige er et af de største og mest ambitiøse kystsikringsprojekter i Danmark. Dette afsnit vil derfor uddybe de vigtigste nedslag i processen og give en visuel fremstilling af en tidslinje over projektet.

Fra EU's oversvømmelsesdirektivs udpegning af Køge Bugt som et særligt risikoområde i 2011 til lokalplanen i 2020, har der været en omfattende proces. EU's oversvømmelsesdirektiv forpligter medlemslande til at vurdere og styre risikoen for ekstreme oversvømmelser ud fra tre plantrin. Under første plantrin har Naturstyrelsen og Kystdirektoratet i 2011 lavet en screening af risikoen for ekstreme oversvømmelser fra vandløb, søer, havet og fjorde for alle kyststrækninger og større vandløb i Danmark. I vurderingen af risiko ved ekstreme oversvømmelser vurderes væsentlige negative følger for sundhed, miljø, kulturarv og/eller økonomi (Miljøministeriet, 2011: 6). Blandt ti andre danske kystområder er Køge Bugt i denne screening blevet udpeget som et risikoområde. Hovedvandoplandet for bugten strækker sig over hele bugten fra Strøby Egede i syd til Amagers vest- og sydkyst, samt den sydlige del af Amagers østkyst indtil nord for Dragør, hvoraf delområderne i de lavtliggende kystområder i Køge Kommune vurderes særligt sårbare (Miljøministeriet, 2011: 77-78).

Kystddirektoratet og transportministeriet begyndte efter screeningen af risikoområder på andet plantrin, som er en analyse, vurdering og kortlægning af fare og risiko for oversvømmelse i de udpegede områder. Her blev der i 2013 udgivet en metoderapport til risikokortlægning af kystområderne (Kystdirektoratet, 2013: 4).

Køge Kommune vedtager d. 17. juni 2014 en klimatilpasningsplan. Klimatilpasningsplanen redegør for områder i kommunen, hvor der er stor risiko for oversvømmelse ved stormflod og ekstrem nedbør, hvilke konsekvenser der sker deraf samt en foreløbig handleplan (Køge Kommune, 2014). Her indsætter Køge Kommune sit fokus på kysten, da der er størst økonomisk tab ved en oversvømmelse her.

Som en del af tredje plantrin offentliggør Køge Kommune i 2015 en risikostyringsplan for kystzonen i forhold til stormflod. Risikostyringsplanen omhandler seks oversvømmelsesscenarier og deres konsekvenser kortlagt af kystdirektoratet.

Risikostyringsplanen ligger til grundlag for den oversvømmelseskote som benyttes i Køge Dige (Køge Kommune, 2015).

Køge Kommune offentliggør i samarbejde med NIRAS december 2015 et skitseprojekt til kystsikring af kystområderne i Køge Kommune. Skitseprojektet indeholder ti løsningsforslag som varierer fra en permanent højvandsbeskyttelse på 2,0 m, 2,21 m og 2,8m. Projektet opdeler kysten i tre områder, som vil blive uddybet i det efterfølgende afsnit, som er en geografisk beskrivelse af området (NIRAS, 2015).

Køge Kommune offentliggør i samarbejde med COWI en havvandstatistik for Køge Bugt i marts 2016 (COWI, 2016). Statistikken beregner stormflodskoter for stormflodshændelser fra 10 til 10000 år. Koterne bruges til at forudsige risikoniveauer på områder i Køge Kommune. Statistikken inddrager historisk data, som blandt andet ændrede sandsynligheden for kote 2.8 til at være tættere på en 100 års hændelse end en 1000 års hændelse.

I 2017 bliver Køge Bugt ramt af en 100 års hændelse, da kysten bliver ramt af en stormflod på 159 cm. (Petersen, 2017)

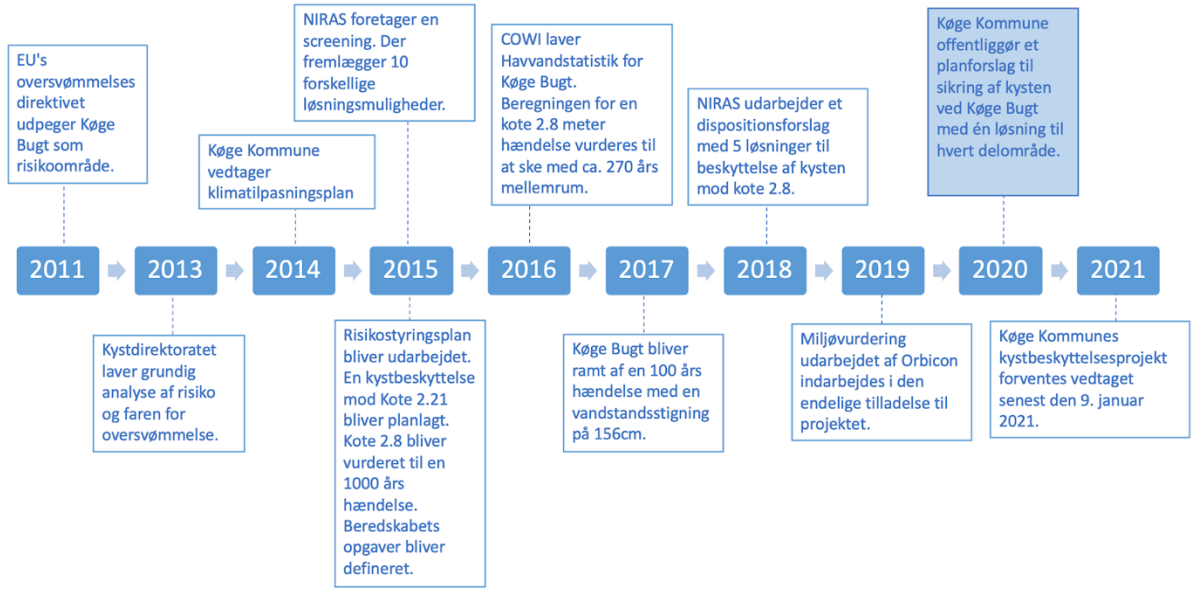
Køge Kommune offentliggør i samarbejde med NIRAS i 2018 et dispositionsforslag på baggrund af skitseprojektet for 2015. Dispositionsforslaget tager højde for Køge Kommunes udsatte områder ved tilfælde af stormfloder. Dispositionsforslaget fravælger fem af løsningsforslagene fra skitseprojektet og indbefatter nu fem løsningsforslag til hele området (NIRAS, 2018).

Køge Kommune offentliggør i samarbejde med Orbicon i 2019 en miljørapport og miljøkonsekvensrapport for dispositionsforslaget og beskyttelsen af kystområderne i Køge Kommune (Orbicon, 2019).

Køge Kommune offentliggør i januar 2020 lokalplan 1050 - Køge Dige (Køge Kommune, 2020a), som tillæg nr. 2 til kommunens allerede eksisterende kommuneplan 2017-29 (Køge Kommune, 2019). Lokalplanen redegør for Køge Dige projektets baggrund, geografiske forhold og nuværende løsninger til beskyttelse af kysten. Planen beskriver på baggrund af dispositionsforslaget fra 2018 de udvalgte kystbeskyttelsesanlæg, der skal implementeres i projektet. Projektets førnævnte løsningsforslag ved Køge Kommune og NIRAS' løsningsforslag fra 2015 og 2018, bliver reduceret til tre endelige løsningsforslag, ét løsningsforslag /kystbeskyttelsesanlæg for hvert område (Køge Kommune, 2020a).

Køge Kommunes Lokalplan 1050 er i høring og forventes vedtages senest d. 9. januar 2021. Planen vil derefter blive udarbejdet og forventes realiseret som en del af Køge i 2021/2022 (Køge Kommune, 2020b).

For at overskueliggøre processen for kystsikringsprojekt og den nuværende Køge Dige, er der tegnet en tidslinje. Dette giver læseren et overblik over rækkefølgen af begivenheder og beslutninger vedtaget i forbindelse med projektet. Projektets nuværende status er markeret med blå.



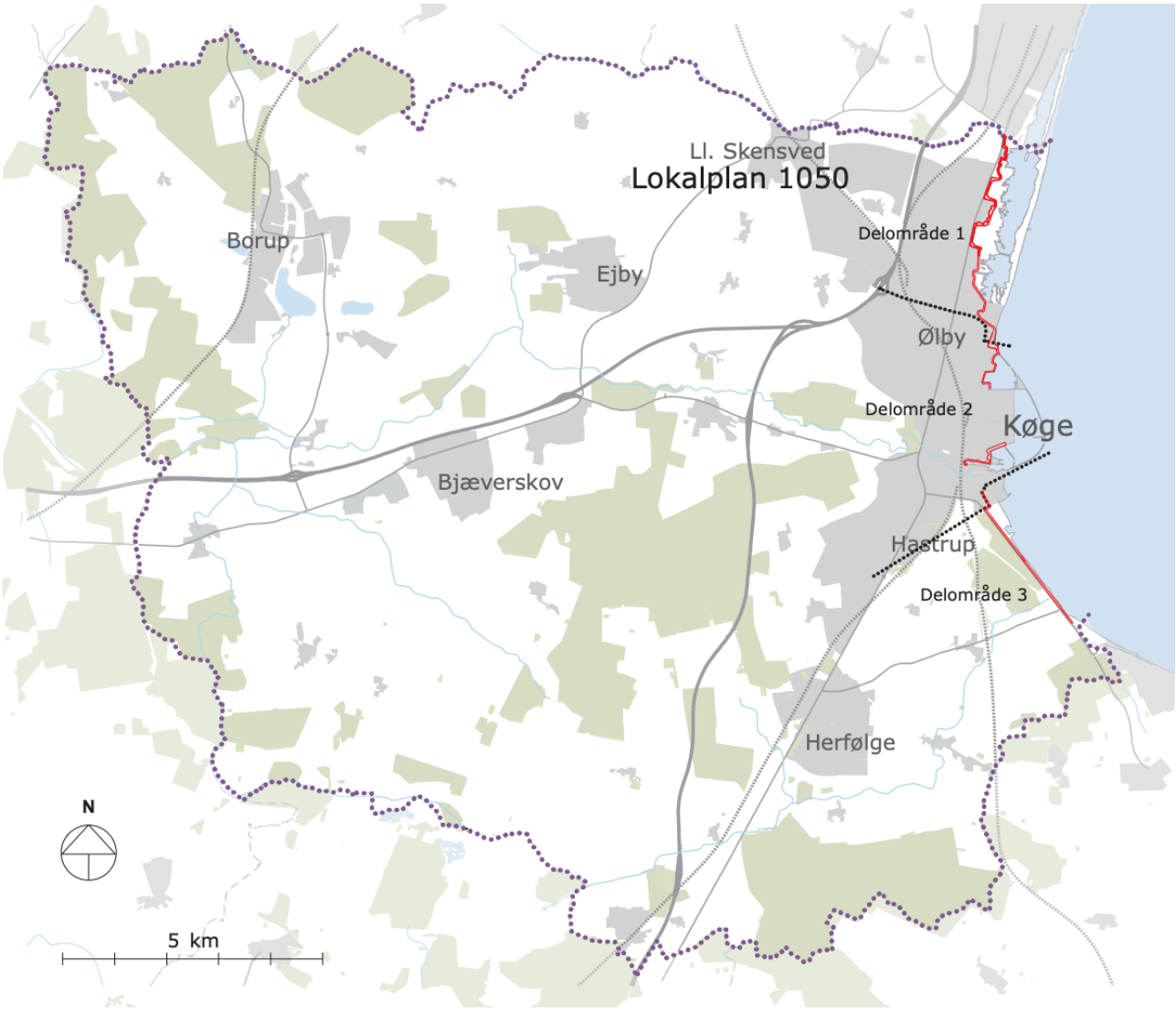
Figur 1. Tidslinje over begivenheder relateret til Køge Dige.

2.4.2 Geografisk beskrivelse af område

Køge Bugt er en større kyststrækning på den østlige side af Midtsjælland. Den del af kystlinjen, som hører under Køge Kommune, strækker sig over 11 km. Den nordlige del af kysten grænser op til Solrød Kommune, hvor man finder Ølsemagle Revle, et 3 km langt strand revle med en lagune mellem revlet og kysten (Miljø-og Fødevareministeriet, 2009). Revlet er en del af Natura2000 og strækker sig til Ellebæk Nord's åudløb. Til vest for Ølsemagle Revle ligger Ølsemagle Strand, som er et bebygget forstadsområde. Dette område bliver i projektet blive omtalt som Delområde 1; Nordlige Køge (Køge Kommune, 2020).

Syd fra Ølsemagle Revle ligger Køge Marina som er en lystbådehavn med rekreative muligheder i form af cafeer og bademuligheder. Hvis man fortsætter syd langs kysten, kommer man til Køge Havn, som er opdelt i en nordlig erhvervshavn og en sydlig rekreativ havn. Den sydlige del af havnen kaldes Køge Søndre Havn. På landsiden af Køge havn ligger selve Køge By. Løbende gennem Køge By er Køge Å, som har sin udmunding ved den rekreative del af havnen. Køge Å er også markeret som et Natura 2000 område, på baggrund af en sjælden fiskeart, som eksisterer på bunden. Området nord fra Køge Marina til den sydlige del af Køge By er ca 3.5 km langt og bliver i Køge Dige omtalt som Delområde 2; Køge By og havn (Køge Kommune, 2020).

Fra den sydlige del af Køge Søndre Havn starter Strandvejen. Strandvejen løber langs den sydlige del af Køge Kyst og bugter op af Stevns Kommunegrænse. Denne strækning er ca. 4,2 km lang og omtales i Køge Dige som Delområde 3; Sydlige Køge (Køge Kommune, 2020). På figuren nedenfor vises det omtalte områdes beliggenhed.



Figur 2. Lokalplanens beliggenhed (Køge Kommune, 2020: 4)

2.4.3 Lokalplan 1050 - Køge Dige

Lokalplanen er ikke vedtaget, men er under offentlig høring og forventes vedtaget i byrådet i januar 2021, såfremt der ikke er nogen større rettelser eller modsigelser til planen. Projektet forventes at koste ca. 100 millioner kroner og skal betales af de grundejere, der bliver beskyttet af kystsikringen ved Køge Dige. Køge Kommune betaler selv for ejendomme ejet af kommunen selv. Der er lavet en foreløbig model for finansieringen, som opdeler risikoområdet to zoner, en risikozone og en højrisikozone. Ved risikozonen forventes ejendomshaveren at betale en årlig promille på 0,227 af ejendomsvurderingen. Ved højrisikozonen forventes ejendomshaveren at betale en årlig promille på 0,453 af ejendomsvurderingen (Køge Kommune, 2020b).

Lokalplanen beskriver tre løsninger kystbeskyttelsesanlæg for kystsikringen ved Køge Dige. Der er et løsningsforslag til hver af de tre delområder.

Figur 3: Visuel model af kystbeskyttelsesanlæg for Delområde 1 (Køge Kommune, 2020a: 11)

Til delområde 1 foreslås anlægning af et landdige og en højvandsmur, som skal flugte Københavnsvej langs havværts siden, samt to højvandssluser. Alt afhængig af det specifikke område langs strækningen, vælges det om landdige eller højvandsmur er den mest optimale løsning mod oversvømmelser fra stormflod. Højvandsmur bliver af hensynsmæssige årsager etableret ved naturområder samt bebyggelse som boliger og virksomheder. Ved etablering af landdige i den sydlige del af strækningen, etableres en 2,5 m bred cykelsti på kronen af diget. De to højvandssluser etableres ved Skensved Å, som ligger i den nordlige del af Ølsemagle revle, og Snogebæk, som ligger i den sydlige del af Ølsemagle Revle (Køge Kommune, 2020a).

Til delområde 2 er løsningsforslaget til et kystbeskyttelsesanlæg anlægning af et dige, højvandsmure og en sluse. Diget etableres i den nordlige og sydlige del af Køge Marina. Dertil vil der ved Køge Marina, den sydlige del af erhvervshavnen samt ved Køge Søndre Havn blive etableret højvandsmure med højvandsskotte eller mobile svinerygsplanker, så der er mulighed for gennemgang. En højvandssluse etableres ved udgangen fra Køge Å til Køge Havn (Køge Kommune, 2020a: 11).

Figur 4: Visuel model af kystbeskyttelsesanlæg for Delområde 2 (Køge Kommune, 2020a: 11).

Løsningsforslaget til et kystbeskyttelsesanlæg til delområde 3 er en anlægning af et dige og en højvandssluse. Diget etableres i slutningen af den sydlige del af Køge Søndre havn og løber til Hotel Comwell ved Køge Strand. Højvandsslusen etableres ved Vedskølle Å. (Køge Kommune, 2020a:11).

Figur 5: Visuel model af kystbeskyttelsesanlæg for Delområde 3 (Køge Kommune, 2020a: 11).

Hvert delområde holder på forskellige teknologier som løsningsforslag, da kysten strækker sig over et bredt spektrum af natur og bebyggelse. Dette semesterprojekt er afgrænset i undersøgelsen af lokalplanen og undersøger teknologierne i delområde 2, derfor vil det efterfølgende empiriske data og analyse primært have fokus på dette område.

3. Teori

Dette afsnit vil præsentere projektets teoretiske forståelsesgrundlag for teknologi og teknologiske analyser. Til at forstå teknologiernes effekter og konsekvenser, søger dette projekt at undersøge problemstillingerne ud fra et teoretisk grundlag for urbane oversvømmelser og kombinerede hændelser af stormfloder og ekstrem nedbør. Dette afsnit vil præsentere projektets teoretiske tilgange.

3.1 Teknologiske artefakter og systemer

Der findes mange forskellige forståelser og definitioner på hvad teknologi er, dertil mange forskellige tænkere. En af disse forståelser af teknologier kommer fra Marc de Vries, professor i reformatorisk filosofi, som i sin definition forener artefakter og teknologi. De Vries forståelse af teknologi benyttes i projektet til at beskrive teknologierne.

De Vries udlægger forskellen mellem naturlige objekter og artefakter. Forudsætningen for at et givent objekt kan betegnes som et artefakt er, at et objekt har et formål. Artefakt definitionen indbefatter dermed både modificerede genstande fra naturen og naturlige objekter med et bestemt formål (de Vries, 2016: 11-12). Et Artefakt bliver til et teknologisk artefakt, når det har en teknisk funktion. Et artefakts tekniske funktion er noget, der skaber en forandring i en given situation. De Vries betegner denne forandring som en transformation (de Vries, 2016:13).

De Vries beskriver et teknologisk system som bestående af flere komponenter, der arbejder sammen. Man kan ikke forstå teknologien, uden at forstå dens input, proces og output. (de Vries, 2016: 20-21). Ved designet af et givent teknologisk system, defineres et ønsket mål for systemets funktion, dette kaldes output. Den ønskede måde, systemet skal modtage materiale eller informationer på, kaldes for input. Processen er transformationen fra input til output.

De Vries betegnelse af et teknologisk systems input, proces og output, kan i brede træk sammenlignes med Jens Müller, lektor på Aalborg Universitets, opfattelse af, hvad en teknologi og et teknologisk system indbefatter. Müller giver i bogen *Samfundets teknologi* hans definition

på termen teknologi og et teknologisk system. Her inddeles teknologier og teknologiske systemer i fire forskellige elementer: teknik, viden, organisation og produkt. Disse fire elementer definerer tilsammen en given teknologi og dertil teknologien i samfundet (Müller, 1986: 25).

Sammenhængen mellem de fire elementer er således, at egenskaber i viden samt teknik skaber en arbejdsproces. Denne arbejdsproces skal organiseres, således at der dannes et produkt.

Teknik

Teknikelementet drejer sig ifølge Müller om *"*... en proces, hvorigennem naturstof omdannes til livsfornødenheder, eller hvor der realiseres bestemte mål for at opnå større indsigt i eller kontrol med omverdenen*"* (Müller, 1986:16-17). Teknik er en sammenføjning af termerne arbejdsgenstande, arbejdsmidler og arbejdskraft. Arbejdsgenstande er materialer, eksempelvis naturstoffer, der bearbejdes til et materiale og bruges til et formål. Arbejdsmidler er, her hjælpemidler som maskiner eller værktøj. Arbejdskraft er en arbejder eller menneske der forener arbejdsmidler og arbejdsgenstande til en fysisk tilstand. Disse termer danner tilsammen basis for begrebet teknik, som er en del af en arbejdsproces (Müller, 1986: 16).
Teknik vil i projektet blive brugt til at belyse projektering, planlægning, analyse, interessentinddragelse, politisk proces, byggeproces m.m. i Køge Dige delområde 2.

Viden

Det kræver en bestemt og specificeret viden for at kunne arbejde og udvinde teknik. Denne viden kan oversættes til erfaringer. Erfaringer med en teknik, skaber en læringsproces med videnskabelig indsigt samt en håndværksmæssig kunnen, som udvikles i en arbejdsproces. Ud over en videnskabelig indsigt samt en håndværksmæssig kunnen, sammensmeltes kreativitet og intuition og bliver til viden. Den viden man erfarer er vigtig i en arbejdsproces (Müller, 1986: 18). Viden vil i projektet blive brugt til at belyse ingeniørviden, viden om fysisk planlægning, design m.m. i Køge Dige delområde 2.

Organisation

Elementet organisation handler om at organisere og mobilisere viden og teknik. Dette kan omformuleres til arbejdsdeling og arbejdsorganisation (Müller, 1986: 19-21).
Organisation vil i projektet blive brugt til at belyse kommunale forvaltninger og partnerskaber omkring kystsikring m.m. i Køge Dige delområde 2.

Produkt

Produktionsprocessen består af teknik, viden og organisation. Teknik, viden og organisation kombineret frembringer oftest et resultat i form af et produkt, altså den frembragte teknologi.

Oftest vælges produktet før man vælger teknologien (Müller, 1986: 22-24). Elementet produkt for Müllers teori vil i projektet blive brugt ved at belyse kystsikringsløsningerne m.m. i Køge Kommunes kystsikringsprojekt delområde 2.
Dette projekt anvender de Vries forståelse af teknologi til en overordnet forståelse af kystsikringsteknoligerne. Müllers udvidede forståelse af teknologi ud fra de fire elementer, bruges i dette projekt til en uddybende forståelse af teknologierne og det teknologiske system i delområde 2. De fire elementer vil dertil kunne bruges til at analysere en teknologi og et teknologisk system. Müller og de Vries definitioner og teknologiforståelser vil blive brugt i sammenhæng med nedenstående TRIN-model til at analysere og definere teknologierne og systemerne i delområde 2.

3.2 TRIN-modellen

TRIN-modellen er en oversigt over aspekter af teknologier, der kan lægges vægt på under en analyse. TRIN-modellen i sig selv er ikke en teori, men oversigt over aspekter af teknologianalyse. Modellen lægger ikke op til en kontinuerlig gennemgang af alle seks trin, men nærmere et tilvalg af de trin som findes relevante i analysen af den specifikke teknologi. Projektet vil her lægge vægt på trin 1, trin 3 og trin 4, i dets analyse og vurdering af det teknologiske system i delområde 2.

- Trin 1: Teknologiers indre mekanismer og modeller kan inddrages til at forklare teknologiers givne formål, samt hvilke principper der indbefattes til dette formål (Jørgensen, 2019a: 6).
- Trin 2: Teknologiers artefakter bruges til at definere teknologibegrebet, samt hvilke forbindelser et artefakt og en teknologi har (Jørgensen, 2019a: 7).
- Trin 3: Teknologiers utilsigtede effekter, kan bruges til at analysere den givne teknologis tilsigtede og utilsigtede effekter. Tilsigtede effekter defineres som teknologiens formål samt funktioner. Utilsigtede effekter defineres som værende negative/ uønskede effekter, som ikke nødvendigvis er forudset før teknologiens implantation (Jørgensen, 2019a: 8).
- Trin 4: Ved Teknologiske systemer, beskrives hvilke "sammenhængende systemer af teknologiske artefakter, som samlet besidder en bestemt funktionalitet" Altså hvilke artefakter der udgør teknologien, samt hvilke forhold de har til hinanden som deraf danner et samlet system og teknologien (Jørgensen, 2019a: 9).

- Trin 5: Modeller af teknologier, kan give indblik i hvilke givne modeller der findes, kan designes og anvendes indenfor den givne teknologi, til at illustrere teknologien samt opsamle data deraf. Disse modeller kan bl.a. være visuelle, fysiske og tekniske (Jørgensen, 2019a: 9).
- Trin 6: Teknologier som innovation, kan bruges til at uddybe teknologiens formål fx om teknologien er blevet udbredt og dermed blevet en inkorporeret del af samfundet, samt hvilke barrierer og drivkræfter der har bevirket dette (Jørgensen,2019a: 10).

3.3 Teori om Urbane oversvømmelser

Urbane oversvømmelser er i nutidens samfund blevet et problem som kan lede til forskellige grader af forstyrrelser af det urbane samfund. Urbane oversvømmelser er primært et resultat af ændringer i det naturlige landskab forårsaget af udvidelsen af byens landskab. Ændringen af det naturlige landskab kan betyde konstruktionen af bygningerne eller erstatningen af grønne overflade områder, med hårdere overflade materialer som asfalt eller cement. I takt med at planteliv bliver erstattet med hårde og kunstige overfladematerialer, vil mængden af vand som kan nedsive til grundvandet mindskes. Denne mindskning af grønne områder vil have en indflydelse på den lokale nedstrømnings- og regnfaldsproces, da det vil forøge den mængde af vand som ender på overfladen. Denne øgede mængde af overfladevand vil øge intensiteten, hyppigheden og omfanget af oversvømmelserne (Dewan, 2013:17-18.).

Urbane oversvømmelser kategoriseres ifølge flere studier indenfor fire hovedområder (Dewan,2013;18).

Fluviale eller river-floods, forekommer når floder løber over deres banker. Ændringer til flodens løb, samt udvikling af de nærliggende områder kan stille de områder som ligger nær floden i risiko for oversvømmelse, når naturlige vand leverings veje mister deres mulighed for at absorbere store mængder af vand (Dewan, 2013;18). Pluvial eller overland flood, kaldes primært også lokaliserede oversvømmelser og forekommer når nedløbet fra intens nedbør ikke kan håndteres af de lokale dræningsanlæg. Denne type af oversvømmelser forekommer ved fænomener som ekstrem nedbør (Dewan, 2013;19).

> "Currently, pluvial floods in many cities have become a common feature, especially in the areas where storm water management systems have not kept pace with urban development. Pluvial or overland floods can severely affect people by paralyzing the regular functioning of the urban system" (Dewan, 2013;19).

Som det her pointeres, kan ekstrem nedbør, og de lokaliserede oversvømmelser som de skaber, have store konsekvenser for de mennesker som færdes i det urbane miljø.
Coastal floods er en type af oversvømmelser, der ofte sker i kystbyer. Typisk kan en orkan sammen med en stormflod lede til seriøse oversvømmelser af urbane områder. Eksperter frygter også, at denne type af oversvømmelser vil blive mere markante som et resultat af de stigende vandstande (Dewan, 2013;19). Det er især denne type af oversvømmelser som Køge Dige projektet vil sikre imod.
Flash flood er den type af oversvømmelser, som oftest er mest skadelige for urbane områder. Flash floods er karakteriseret ved, at store mængder af vand samles inden for kort tid. Dette forekommer ofte i forbindelse med større lokale storme, smeltning af islag eller brud på menneskeskabte barriere som dæmninger. Grundet forøgelse af ikke gennemtrængeligt overflade materiale og manglende evner til at håndtere vandet, kan denne type af oversvømmelse have markante skader på den urbane infrastruktur (Dewan 2013;19).
Som det ses fra disse kategoriseringer, er der flere forskellige måder og veje hvorfra, at urbane områder kan blive udsat for oversvømmelser. Det kan derfor være vigtigt at undersøge i hvor stort omfang ens by er i risiko for at blive oversvømmet af en eller flere af disse kilder.

3.4 Teori om kombinerede hændelser

Realdania påpeger i rapporten *Klimatilpasning i kystnære byer: Good practice-guide 3* fra 2017, at det grundet fremtidens klimaforandringer kan være ønskværdigt for de danske kommuner at udarbejde kystsikrings strategier som har fokus på kombinationen af flere ekstreme vejrfænomener (Realdania, 2017: 6).
Det primære fokus i kystsikring ligger på at sikre de kystnære byer mod stormflodshændelser og de stigende havvandsstande. Det er dog ofte i høj grad kombinationen af flere samtidige forandringer som leder til problemer, derfor er det vigtigt at se på fænomenerne som sammenhængende. Der vil ofte være flere kilder til oversvømmelser, og eventuelle løsninger skal derfor ikke udelukkende ses som isolerede (Realdania, 2017: 6).
I tidligere teori er stormfloder primært blevet set som et vinterproblem mens ekstrem nedbør er et sommerproblem. Af den grund har der ikke været tradition for at betragte kombinationen af stormfloder og ekstrem nedbør, når man udformer klimatilpasning. Der vil dog i takt med en stigning i vinternedbør, forårsaget af klimaforandringerne, være en øget risiko for fremkomsten af kombinerede hændelser. Kombinationen af ekstrem nedbør og havvandsstigninger vil

lede til en forøget oversvømmelsesrisiko i de kystnære byer. Fremtidig højvandssikring skal derfor ikke kun sikre mod oversvømmelser fra havet, men også håndteringen af de store nedbørsmængder som kommer med ekstrem nedbør (Realdania, 2017; 7).

Denne fremtidige prognose vedrørende sammenfaldet af stormfloder og ekstrem nedbør påpeges også af naturstyrelsen i rapporten *Analyse af IPCC-delrapport 2 – Effekter, klimatilpasning og sårbarhed: - med særligt fokus på Danmark* fra 2014 (Naturstyrelsen,2014; 48). Her påpeges det, at fremtidens klima kan medbringe ændringer til den sæsonbaserede timing som ekstremhændelserne før i tiden har fulgt. Her vil kombinationer af ekstrem nedbør og stormfloder især øge risikoen i de danske kystbyer.

For at kunne forudsige denne type af oversvømmelser, samt forklare kombinerede oversvømmelses hændelser, bruges bestemte metoder og modeller.

I journalen *Flood risk assessment and increased resilience for coastal urban watersheds under the combined impact of storm tide and heavy rainfall* fra 2019 ses et studie, som undersøger vigtigheden i at risikokortlægge kombinerede hændelser. For Danmark er de kombinerede hændelser af stormfloder og ekstrem nedbør noget, som klimaforandringerne i fremtiden vil medføre. Journalen tager i undersøgelsen udgangspunkt i lavtliggende amerikanske kystbyer langs Atlanterhavet, hvor de nuværende klimaforhold byder på kombinerede hændelser. I journalen bruges kombinerede D1/D2 modeller til risikokortlægning af oversvømmelser. En D1-model er en hydrologisk endimensionel afløbsmodel, der viser vandstrømmen i f.eks. et å-udløb eller dræningssystem i det givne område. Modellen er god til at forudsige oversvømmelser, dog kun så længe vandet forbliver i de kortlagte strømningskanaler.

En D2-model er en hydrodynamisk todimensionel model, der viser overfladeoversvømmelsesafstrømningen for vandmasser i det givne område. Modellen er god til at forudsige hvilke strømninger vandet evt. har ved en oversvømmelse med ekstreme vandmasser (Shen,2019).

Ved at kombinere de to modeller, D1 og D2, i en samlet model, kan overland samt undergrunds afledning kortlægges, hvilket gør forudsigelser ved kombinerede hændelser som stormflod og ekstrem nedbør lettere at kortlægge og forebygge. En forsimplet version af denne type af oversvømmelseskortlægning vil blive brugt i projektets risikoanalyse. Her vil der ved hjælp af 2D projekterings kort fra MiljøGis blive kortlagt udbredelsen samt eventuelle konsekvenser associeret med kombinationen af stormfloder og ekstrem nedbør.

Det er derudover vigtigt at samle andet empiri end geografisk, for at kunne udarbejde den mest præcise model. Denne empiri kan indbefatte fotografier ved oversvømmelseshændelser, person interview, nyhedsartikler m.m. (Shen, 2019,7). Dette vil yderligere blive uddybet i det efterfølgende metodeafsnit.

4. Metode

Dette semesterprojekt undersøger projektets problemstillinger ud fra en hypotetisk-deduktiv tilgang. Projekts problemstillinger er opstået på baggrund af projektets teoretiske genstandsfelt. Denne tilgang er dog ikke gennemgående, da der på baggrund resultater også har været et behov for en mere induktiv analysemetode. Det skyldes, at afvigelser fra hypotesen også undersøges teoretisk. Projektets metodiske tilgange inddrager både kvalitative og kvantitative metoder. Dette afsnit vil præsentere projektets metodiske overvejelser samt metodernes sammenspil.

4.1. Kvalitative metoder

For undersøge dette projekts problemstillinger, kan det være særligt brugbart at undersøge forhold, der ikke er målbare. De kvalitative metoder kan bl.a. give et indblik i projektets udvikling og process. Dette afsnit vil give læseren et indblik i projektet kvalitative metodiske tilgange.

4.1.1 Case studies

Et casestudie er en kvalitativ forskningsmetode, hvor en begivenhed studeres i en stedsbestemt kontekst. Ved et casestudie indhentes relevant data og andre informationer fra genstandsfeltet, som bruges til analyse af begivenheden (Flyvbjerg, 1988: 1). I projekts tilfælde er denne begivenhed anlæggelsen af kystbeskyttelse ved Køge Dige. Casestudiet som forskningsmetode er valgt på baggrund af de regionale forskelle i klimaforandringernes konsekvenser. På baggrund af projektet problemstillinger ville det ikke være essentielt og nærmest umuligt at undersøge kystsikring på nationalt plan. Derudover ligger ansvaret for beskyttelsen af kysterne på baggrund af kystbeskyttelsesloven hos de enkelte kommuner.

Projektets casestudie indsamler data fra dokumentanalyse, interviews og fotokartering. De øvrige metodiske tilgange til dataindsamling skal ses i sammenspil med hinanden. Dokumentanalyse er vores primære kilde til forståelsen af casen. Ekspertinterviewet bidrager med mulighed for indsamling af data, der ikke er tilgængelig i dokumenterne. Interviewet bruges også til at bekræfte dokumenter og projektets proces. Fotokarteringen bruges til at give et visuelt indblik i casens bymæssige og lokale geografiske dimensioner. Dette skal bidrage til en bedre forståelse af dokumenternes indhold, herunder især Lokalplan 1050 - Køge Dige. De efterfølgende afsnit vil præsentere de metodiske tilgange til indsamling og analyse af empirisk data.

4.1.2 Dokumentanalyse

Dokumentanalyse bruges til gennemgang og evaluering af dokumenter. Formålet med dokumentanalyse at undersøge og fortolke data i dokumenter for at danne mening, forståelse og empirisk data på baggrund af dokumenterne (Bowen, 2009: 27). Dokumentanalysen bruges i dette projekt som middel til triangulering med projektets øvrige metoder. I projektet bruges dokumentanalysen gennemgående i hele projektet, da vi bruger dokumenter som kilde til data. Ved at bruge dokumentanalyse, kan vi nemmere afvige fra forskernes eller feltets bias. Dette opnås ved at finde, vælge og vurdere dataene i dokumenter ved en indholdsanalyse (Bowen, 2009: 28). Ved at undersøge Køge Dige ud fra en bredt spænd af dokumenter og på baggrund af forskellige metoder, reducerer vi en eventuel virkning af forskellige partier, der potentielt eksisterer i en enkelt undersøgelse (Bowen, 2009: 33).

Dokumenter defineres som "... sprog, der er fikseret i tekst og tid" (Lynggaard, 2010: 167). Eksempler på dokumenter kan være manualer, bøger, tidsskrifter, breve og notater, kort, manuskripter, avisartikler, rapporter m.m. (Bowen, 2009: 27). Vi skelner i analysen mellem primære, sekundære og tertiære dokumenter. Dette gøres for et indblik i hvilke aktører samt på hvilket tidspunkt et givet dokument har været anvendt i en kontekst (Lynggaard: 2010, 154). De fleste af de anvendte dokumenter i analysen er sekundære dokumenter, som er dokumenter tilgængelige for alle med interesse og som tidsmæssigt ligger tæt op ad den begivenhed eller situation, dokumenterne refererer til. I denne analyse er der primært inddraget dokumenttyper som rapporter, planer, kort, dagsordner m.m.

For at overskueliggøre projektets dataindsamling i dokumenter, ses der nedenfor en oversigt over de dokumenter, som projektet inddrager.

Tabel 1: Præsentation af analysens dokumentmateriale

Afsendere	**Antal dokumenter per afsender**	**Antal dokumenter per type**
Køge Kommune	N=13	Borgermøder N=2 Plandokumenter N=9 Dagsordner N=2

Konsulent- og rådgivnings-firmaer	N=9	Statistikker N=1
Statslige myndigheder	N=11	Plandokumenter N=1 Rapport N=3 Vejledninger N=3 Lovgivning N=3
Forskningsinstitutioner	N=4	Interview N=1 Rapport N=3
Øvrige lande og kommuner	N=5	NL N=1 Øvrige danske kommuner N= 4

Dokumentanalysen involverer først en overfladisk undersøgelse ved skimming af relevante dokumenter. Dette er efterfulgt af en grundigere eksamination ved en grundigere læsning af udvalgte dokumenter med særlig interesse. Ved en grundigere læsning fortolkes dataene indeholdt i dokumenterne ved en dybere indholdsanalyse (Bowen, 2009: 32).

Projektets hypotetisk-deduktive tilgang til dokumentanalysen, ses da vi på baggrund af relevant teori har en forudindtagethed omkring, at kombinationshændelser af stormfloder og ekstrem nedbør er et fokus i beskyttelsen af kystområderne i Køge Kommune. Vi undersøger særligt dokumenterne på baggrund af informationer vedrørende dette, der skal bekræfte/afkræfte vores hypotese.

Dokumentanalysen i projektet bruger "sneboldmetoden" til generering af dokumenter. Sneboldmetoden går ud på at følge dokumenters indbyrdes referencer. Det muliggør at forfølge dokumenter, der fører tilbage til Køge Diges start (Lynggaard, 2010: 157).

I indholdsanalysen har vi lavet tematisk analyse for at spore indholdet af data i dokumenterne til projektets problemstillinger. Vi har analyseret dokumenterne ud fra følgende temaer i indholdet:

- Udvikling af projektet
- Projektets beslutningsproces
- Teknologiske beskrivelser

- Kystbeskyttelse/risikokortlægning ved stormfloder
- Kystbeskyttelse/risikokortlægning ved ekstrem nedbør
- Kystbeskyttelse /risikokortlægning ved kombinerede hændelser af stormfloder og ekstrem nedbør

Ved at sammenligne dokumenterne ud fra den tematiske opdeling af dataene, er det muligt at identificere ændringer i dokumenterne og dermed de materielle udviklinger i Køge Dige (Bowen, 2009: 30). Dette giver et indblik i, hvad der er sket i projektet ud fra de ovenstående temaer.

Dokumenternes kvalitet vurderes i dokumentanalysen ved en distinktion mellem dokumenternes autenticitet, troværdighed, repræsentativitet og mening. Autenticiteten vurderes ved at overveje tydeligheden af oprindelse og afsender af dokumenterne. Troværdigheden vurderes ved at overveje usikkerheder og skævheder forbundet med dokumenterne. Repræsentativiteten vurderes ved at overveje, hvorvidt dokumentet repræsenterer det typiske eller det uregelmæssige. Meningen vurderes ved at overveje klarheden i meningen i dokumentet (Lynggaard, 2010: 163-164).

I forhold til vores dokumentanalyse er det vigtigt at understrege, at Køge Dige er et igangværende projekt, som i udviklingen byder på nye dokumenter og data. Vi har derfor ikke opnået et eventuelt mætningspunkt i dataindsamlingen, men er begrænset af den tilgængelighed af dokumenter, der hører til Køge Dige på nuværende tidspunkt. Af samme årsag bruger projektet interviewet som forskningsmetode, da det muliggør en mere nutidig og aktuel dataindsamling.

4.1.3 Interview som forskningsmetode

Projektet har gjort brug af et interview i form af et ekspertinterview med Ina Holleufer Jaller, som er projektleder på Køge Dige.

Interviewet er udarbejdet med inspiration fra Steiner Kvales, professor i pædagogisk psykologi, syv faser til interview som forskningsmetode fra bogen Interview*: en introduktion til det kvalitative forskningsinterview* (2008).

Interviewet er et semistruktureret interview, da interviewet er udført på baggrund af en forudindtaget struktur. Der er derfor inden interviewet opstillet en række spørgsmål, som ønskes besvaret under interviewet. Til interviewet er der udarbejdet en interviewguide, som kan findes

i Bilag 1 s. 1-4, for strukturering af interviewet. Strukturen kan ændres under interviewet og skal primært ses som hjælp til intervieweren. Der kan med fordel under interview tilføjes spørgsmål, til f.eks. at uddybe interviewpersonens svar (metodeguiden.au.dk[6]). Et vigtigt element ved denne interviewform er at informanten får mulighed for at afvige fra spørgsmålene, da formålet med interviewet er at forstå deres fortællinger og erfaringer (metodeguiden.au.dk[7]). Formålet bag projektets brug af det semistrukturerede interviewet er at få et indblik i Køge Diges baggrund, proces, økonomi, politiske forhold samt et indblik i overvejelser omkring teknologiernes evne til at modstå kombinerede hændelser af stormfloder og ekstrem nedbør. Interviewet blev optaget som en lydfil, der kan findes under bilag 1 s. 4.

Vi er kritiske over for brugen af interview som forskningsmetode, da vi til dette projekt ikke opnår særlig stor grad af validitet, reliabilitet og generaliserbarhed. Dette vurderes på baggrund af, at informanten er projektleder på Køge Dige og dermed skal svarene analyseres på baggrund af informantens bias. For at opnå større generaliserbarhed vurderes det nødvendigt at afholde flere interviews med forskellige fagpersoner.

For at visualisere data fra dokumenter og interview, inddrager projektet også fotokartering som metode. Det vil næste afsnit præsentere.

4.1.4 Fotokartering

Fotokartering bruges i projektet til at fremvise forskellige elementer i byrummet med relevans for projektets problemstilling omkring kombinerede hændelser. Billederne opnået gennem fotokartering bruges i risikoanalysen til at visualisere de aspekter af byen, som kortet viser. Dette gøres ved at tage billeder af de områder, som ud fra risikoanalysens kortlægning blev vurderet som relevante. Disse billeder dækker over udvalgte lavninger, strømningsveje og områder med høje bygningsværdier. Derudover vil de nuværende byrum, hvor Køge Dige skal konstrueres, også blive fotograferet. Billederne fra fotokarteringen inddrages med henblik på at konkretisere og visualisere de aktuelle områder og dele af byen som er udsatte, når det kommer til oversvømmelser.

[6] https://metodeguiden.au.dk/interviewguide/, lokaliseret d. 26. maj 2020

[7] https://metodeguiden.au.dk/interviews/, lokaliseret d. 26. maj 2020

Fotokartering er en form for dataindsamling og kartering opnået gennem systematisk fotografering. Fotokartering kræver derfor en systematisk tilgang til det valgte byområde, og den er bygget på valg omkring, hvad der skal fotograferes. Udover et fotoapparat kræves der også en notesbog, hvor der for hvert billede kan nedskrives optagested, tidspunkt, fotograf og indtryk (byplanlab.dk[8]). Til fotokartering benytter man sig af den fotografiske teknik til at fastholde fotografens indtryk af et givent sted. Fotografiet kan ses som en avanceret udgave af den normale notesblok som benyttes under feltarbejde.

Et fotografi vil altid være et udtryk for en ide, holdning eller en følelse. Fotografen træffer et personligt valg om at tage det givne billede og om senere at vise det frem. Derfor vil et fotografi, grundet fotografens forskellige subjektive valg, altid være et subjektivt udtryk. Selve aflæsningen af et billede kan også variere alt efter modtagerens kulturelle og sociale baggrund (byplanlab.dk).

Rent videnskabeligt er fotokartering en metode som benyttes til at beskrive og forstå konkrete rumlige kontekster. Det drejer sig om observationer af omgivelserne i deres helhed. Selvom der kan arbejdes systematisk og fagligt med disse repræsentationer af verdenen, eksisterer de ikke i et tomrum som neutralt fakta. Repræsentationerne har nemlig alle en afsender, som har et bestemt formål og en bestemt målgruppe. Derfor kan alle repræsentationerne også udfordres i forhold til deres hensigter og metoder (byplanlab.dk).

Et redskab til at arbejde struktureret og systematisk med fotokartering er hexagonmodellen. Modellen er lavet som en bevidst systematisering af tilgangen til helheden i byrummet (byplanlab.dk).

Hexagonmodellen kan bruges, når der en reduceret udgave af fotokartering i felten. I hexagonmodellen indgår grænser, flader, rum, elementer, sigtelinjer og udsigter. Det kan være metodisk vigtigt, når man arbejder med den reducerede fotokartering at gøre sig klar over, hvad der udelades og hvad der får høj opprioritering. Denne prioritering kan have betydning for, hvad der efterfølgende kan beskrives og forklares (byplanlab.dk).

[8] https://www.byplanlab.dk/sites/default/files1/Fotokarteringsheet281210.pdf, lokaliseret d.26. maj 2020

Projektets brug af fotokartering vil fokusere på flader. Punktet flader under hexagonmodellen går ud på at fotografere højdeforskelle, særlige morfologiske træk, højdeprofiler og terrænkarakter.

Fokokarteringens data bruges analytisk i kombination med projektionskortet fra miljøGIS i projektets risikoanalyse. Dette gøres for at skabe en mere real rumlig forståelse af de aspekter, som kortet fremviser. De andre punkter i hexagonmodellen blev fravalgt, da de ikke blev vurderet som fyldestgivende ved projektets problemstillinger.

Fotokarteringen i projektet blev udført den 21/05-2020 fra kl. 10.25-12.20. Alle billederne taget under fotokarteringen kan ses under bilag 2.

Det har ikke været fyldestgørende at besvare projektets problemstillinger ud fra kvalitative metoder. Det skyldes, at dataindsamlingen ved de kvalitative metoder ikke alene kan bekræfte eller afkræfte projektets hypotese. Derfor anvender projektet også kvantitative metoder til indsamling af data på baggrund af statistikker og målt data i form af tal på og kortlægning af bl.a. nedbør, stormfloder, befæstningsgrader og økonomiske vurderinger af tab i lokalområder ved projektets risikoanalyse. Dette vil det næste afsnit præsentere.

4. Kvantitativ forskningsmetode - Risikoanalyse

En risikoanalyse er en måde, hvorpå en given naturkatastrofes effekt på samfundet kan kortlægges og analyseres. Der eksisterer mange forskellige måder at definere og udføre en risikoanalyse på. Retningslinjerne for risikoanalyserne er generelt centrerede omkring tre begreber; Risk, Hazard og Vulnerability. I denne opgave oversættes disse begreber til risiko, katastrofe og sårbarhed.

Risiko kan ses som sandsynligheden for katastrofens fremkomst og det specificerede tab associeret med truslen (Dewan, 2013: 39). Inden for katastrofevidenskab defineres risiko som en sum af to eller tre faktorer. Projektet vil i sin risikoanalyse af delområde 2 gøre brug af den vinkel, som vurderer risiko som et produkt af to faktorer (Dewan, 2013: 39).

$$Risiko = Katastrofe \cdot Sårbarhed$$

Der mange forskellige definitioner og forståelser af begrebet sårbarhed. Projektet vil i sin risikoanalyse gøre brug af den retning af begrebet, der stammer fra katastrofe- og risikoparadig-

met. Her er sårbarhed baseret på interaktioner mellem mennesket og naturen. Sårbarhed vurderes som resultatet af en given katastrofe, hvilket defineres af eksponering, følsomhed og de potentielle konsekvenser. Sårbarhed kan også yderligere kategoriseres som økonomisk, politisk eller social sårbarhed, alt efter det område som begrebet bruges i (Dewan, 2013: 39).

Katastrofer defineres som en form for katastrofe, der potentielt kan lede til skade af mennesker, ejendomme og andre elementer. Der skelnes mellem forskellige typer af katastrofer som teknologiske, menneskeskabte og naturlige (Dewan, 2013: 38). Den naturlige type af katastrofe vil i projektets kontekst være stormfloder og ekstrem nedbør. Katastrofer kan yderligere forbindes med en række faktorer som sted, frekvens, intensitet, tid m.m. (Dewan, 2013: 39)

Brug af risikoanalyse

Risikoanalysen som projektet gør brug af, er kun en generel undersøgelse, som har til formål at undersøge Køge Diges teknologier i delområde 2 ud fra en risikokortlægning, der både inddrager ekstrem nedbør og stormfloder.

Køge Kommunes risikostyringsplan fra 2015 og lokalplanen Køge Dige fra 2020, vil blive inddraget til sammenligning med projektets risikoanalyse. Analysen vil hovedsageligt fokusere på de fysiske aspekter ved oversvømmelser samt potentielle skader på befolkning og bygninger. Selve kortlægningen foretaget i risikoanalysen bliver udarbejdet og præsenteret i form af kortprojektioner lavet på miljøGIS, som er et geografisk informationssystem, der giver data om natur og miljø på webkort. De faktorer, som der bliver fokuseret på i analysen, er strømningsveje, lavninger, befæstelsesgrad, lokal risiko for sætning, grundvandsspejl, befolkningstæthed og bygningsværdi. Definitionen og begrundelsen af vigtigheden ved disse faktorer vil blive forklaret i risikoanalysen.

5. Analyse

Dette projekts analyse undersøger risikokortlægning af oversvømmelse i delområde 2 samt de nuværende løsningsforslag til beskyttelse af kystområderne. Analysen har særligt fokus på kombinerede hændelser af stormfloder og ekstrem nedbør.

Analysens struktur præsenterer de vigtigste analytiske punkter i undersøgelsen ud fra temaer fundet relevante under projektets dokumentanalyse. Den første delanalyse undersøger risiko-

styringsplanen 2016-2021 udgivet i 2015 af Køge Kommune. Analysen har sit fokus i fremgangsmåden og resultaterne i risikostyringsplanen. Dette bliver efterfulgt af en delanalyse, hvor projektet selv undersøger risici i delområde 2 ved kombinerede hændelser fra stormfloder og ekstrem nedbør. Dette bliver efterfulgt af en delanalyse som undersøger Køge Diges teknologier og teknologiske systemer. Slutteligt samles de foregående analyser i en vurdering af Køge Dige projektets utilsigtede effekter.

5.1 Analyse af Køge Kommunes risikostyringsplan

Denne del af analysen tager udgangspunkt i risikostyringsplanen fra 2015, der analyserer risikoen for bestemte stormflodsscenarier ved Køge. Denne analyse undersøger fremgangsmåden og resultaterne i risikostyringsplanen med fokus på inddragelse af kombinerede hændelser af stormflod og ekstrem nedbør.

Fremgangsmåden for risikostyringsplanen er kortlægning og beregninger af negative konsekvenser ud fra forskellige hændelser af stormfloder. Risikostyringsplanens resultater er, som beskrevet i det redegørende afsnit, at kystområderne skal beskyttes mod en stormflodshøjde på 2.21 meter. Denne hændelse er i risikostyringsplanen vurderet til en 100 års hændelse i år 2100 og vil have økonomiske skader for ca. 1.7. mia. kr. Skaderne er vurderet ud fra antallet af berørte indbyggere, bygninger og indbo, afgrøder, risikovirksomheder, kultur, infrastruktur m.m. Risikostyringsplanen viste, at der var størst mulig skade ved kote 2.21, da dette scenarie vil optræde oftere end en 1000 års hændelse.

Køge er en urban kystby og kan derfor være udsat for forskellige oversvømmelser. Disse oversvømmelser kan være coastal floods, i tilfælde af oversvømmelse fra stormfloder og pluviale floods, i tilfælde af oversvømmelse fra ekstrem nedbør og fluviale floods, i tilfælde af oversvømmelse ved åer. Køge Kommune har sat sit fokus på coastal floods på baggrund af de økonomiske konsekvenser en sådan type oversvømmelse vil medføre.

Risikostyringsplanen tager ikke synligt hensyn til kombinerede hændelser. Det ses, da der i både kortlægningen af risici og beregninger på hændelser kun tages udgangspunkt i scenarier med oversvømmelser fra stormflod. I Kommuneplanen 2017-2029 fra 2019 ses det også yderligere, at beskyttelsen mod oversvømmelser fra ekstrem nedbør skal håndteres lokalt (Køge Kommune, 2019: 116) og i risikostyringsplanen at “Skybrud og stormflod skal indarbejdes i

kommunens helhedsorienterede beredskabsplan i 2015. Derudover skal der udarbejdes en varslings- og evakueringsplan specifikt i forhold til oversvømmelser" (Køge Kommune, 2015: 32). Problemstillingen til dette projekt har dog ikke til formål at undersøge, hvorvidt der arbejdes med beskyttelse af enten den ene eller den anden type af oversvømmelser, men undersøger derimod behovet for at sikre mod kombinerede hændelser, når man beskytter områder mod oversvømmelser. I teoriafsnittet blev journalen, *Flood risk assessment and increased resilience for coastal urban watersheds under the combined impact of storm tide and heavy rainfall* (2009) af Yawen Shen mf., præsenteret. Her ses flere eksempler på lavtliggende amerikanske kystbyer langs Atlanterhavet, hvor planlægning mod oversvømmelser har haft behov for et større fokus på kombinerede hændelser i risikokortlægning af oversvømmelser. Her beskriver de, hvordan "Current methods for understanding flood risk and mapping do not clearly communicate either the individual or combined impact of different flood mechanism. In coastal cities, flood mitigation strategies typically target either rainfall-driven flooding or tidally-driven flooding" (Shen, 2019: 2). Manglen på fokus på kombinerede hændelser i risikostyringsplanen kan dog forsvares, da de lavtliggende amerikanske kystbyers geografiske og klimamæssige forhold gør, at de kombinerede hændelser optræder oftere. Dette understøtter Ina Holleufer Jaller, projektleder på Køge Dige. I et interview med Ina beskriver hun, at der ikke har været behov for at betragte kombinerede hændelser, da der er størst risiko for ekstrem nedbør i sommerhalvåret og modsat størst risiko for stormfloder i vinterhalvåret (Bilag 1, s. 8). Der er derfor, ifølge Ina, lille sandsynlighed for, at de to hændelser optræder samtidig. Dog ses det bl.a. i Naturstyrelsens rapport *Analyse af IPCC-delrapport 2 – Effekter, klimatilpasning og sårbarhed: - med særligt fokus på Danmark* fra 2014, at fremtidens klima vil medføre ændringer i den sæsonbaserede timing af f.eks. stormfloder og ekstrem nedbør. Det har ikke været muligt at klarlægge en sandsynlighed for fremtidens kombinerede hændelser, men det synes dog ikke usandsynligt (Naturstyrelsen, 2014: 48). Ina nævner, at Køge Kommune tidligere har været ude for ekstrem nedbør, men at "... kystbeskyttelsen var nok den vigtigste opgave fordi de værdier som ville gå tabt ved en oversvømmelse, nærmede sig jo 2 milliarder. Og det var klart den største risiko var i forhold til værditab og sådan nogle ting det var oversvømmelser fra havet" (Bilag 1, s 4). Dette skete særligt efter EU's oversvømmelsesdirektiv udpegede Køge Bugt som særligt sårbare over for oversvømmelse af denne type (Miljøministeriet, 2011: 77).

Det kan være problematisk at få præcise tal eller et repræsentativt estimat på sandsynligheden for kombinerede hændelser, især når det italesættes som noget der ses potentielt i et fremtidigt klimascenarie. Køge Kommunes risikostyringsplan tager udgangspunkt i det nuværende klima,

hvor stormfloder og ekstrem nedbør er sæsonbaseret og hvor sandsynligheden for kombinerede hændelser er lav. Hvis der kigges mod andre kommuner, har Realdania i samarbejde med København Universitets institut for Geovidenskab og Naturforvaltning udarbejdet en interviewundersøgelse, som søger at danne et overblik over danske kommuners arbejde med byer, havvandsstigninger og stormfloder. I undersøgelsen blev følgende kommuner inddraget: Frederiksværk, Horsens, Middelfart, Slagelse, Solrød og Vordingborg. Af de deltagende kommuner er tre af dem udpeget som et risikoområde for oversvømmelse. Et af resultaterne af undersøgelsen var, at "Alle kommuner peger på at arbejdet med stormflod absolut må integreres med sikring mod oversvømmelse fra 'bagvand', altså (regn)vand fra indlandet. Dermed ses de to former for klimatilpasning i noget omfang som en del af den samme opgave. " (Jørgensen: 2019b: 7). Desuden er der blandet tilfredshed mellem kommunerne vedrørende kvaliteten af konsulentarbejdet til risikokortlægning og til skitsering af eventuelle løsninger. De mindre tilfredse peger på en manglende viden vedrørende regnvand og havvand (Jørgensen: 2019b: 7).

På baggrund af foregående analyse ses det, at Køge Kommune tidligere har haft deres primære fokus på de oversvømmelser forårsaget af ekstrem nedbør, hvorefter kommunen i 2014 ændrede deres primære fokus til oversvømmelser forårsaget af stormfloder. Det er de lokale områder, der skal håndtere oversvømmelser forårsaget af ekstrem nedbør, og dermed indgår oversvømmelse fra ekstrem nedbør ikke i risikostyringsplanen fra 2015. Der ses et behov for at lave denne type risikokortlægning af kombinerede hændelser, da flere kommuner har italesat et behov for dette og at fremtidens klima potentielt påvirker de nuværende sæsonbaserede vejrfænomener. For at visualisere mulige konsekvenser ved kombinationshændelser af stormflod og ekstrem nedbør, indeholder den næste delanalyse en risikoanalyse af Køge Diges delområde 2.

5.2 Risikoanalyse af delområde 2

Det følgende afsnit af analysen vil præsentere projektets egen risikoanalyse, som er udformet på baggrund af den metodiske fremgangsmåde, der blev præsenteret i det tidligere metodeafsnit. Denne analyse skal give et indblik i omfanget af og mulige konsekvenser i tilfælde af oversvømmelse ved kombinerede hændelser. Der er flere usikkerheder knyttet til analysen og den kan derfor mest af alt bruges som en geografisk visualisering af mulige konsekvenser. Analysen tager udgangspunkt i risikostyringsplanen og Lokalplan 1050 - Køge Dige.

Køge Kommune valgte at beskytte Køge mod kote 2.8, som beskrevet i det foregående redegørende afsnit, og derfor tager denne analyse udgangspunkt i en lignende stormflodshændelse

på 2.8 meter. Risikostyringsplanen fra 2015 viste, at der var størst skade ved en 100 års hændelse grundet sandsynligheden. Derfor tager denne analyse også udgangspunkt i en 100 års hændelse for ekstrem nedbør. Et datasæt fra DMI viser statistik for ekstrem nedbør. Statistikken er udarbejdet på baggrund af observerede døgnnedbør for perioden 1961-2011(Klimatilpasning: 2019,). Datasættet viser en 100 års hændelse for ekstrem nedbør ved Køge By på 66,5 mm/t (Klimatilpasning.dk[9]). Da MiljøGIS kun kan fremvise nedbør i 15 mm. interval, tages der i analysen brug af 60 mm/t nedbør.

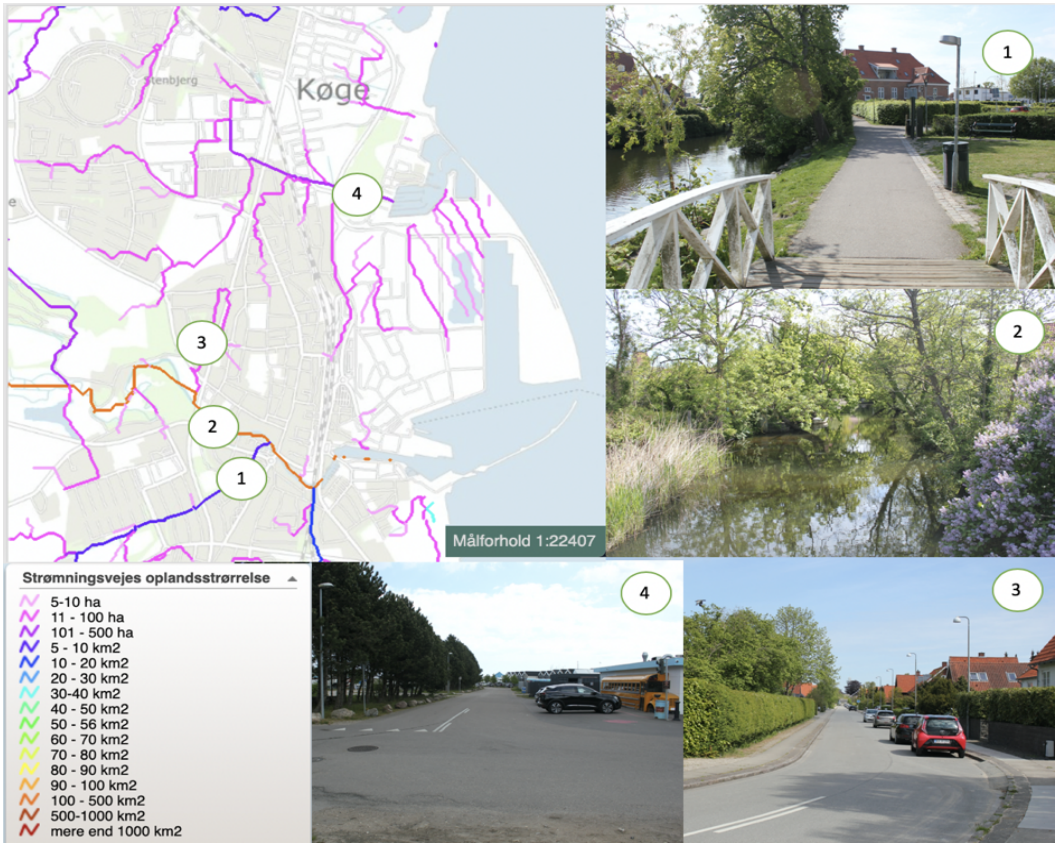
Risikoanalysen undersøger delområde 2 af Køge Diges risiko for kombinerede hændelser ud fra katastrofe og sårbarhed. Herunder inddrages områdets strømningsveje, lavninger, befæstningsgrader, lokalgrad for sætning, afstand til grundvandsstand, befolkningstæthed og bygningsværdier i risikokortlægningen af kombinerede hændelser.

5.2.1 Katastrofeanalyse

Dette afsnit undersøger omfanget af katastrofen ved kombinerede hændelser. I denne del tages der udgangspunkt i områdets geografiske og urbane forhold.

Strømningsveje er et vigtigt begreb, når vi skal forstå, hvordan vandet bevæger sig. Vandets strømningsvej er den vej, som vandet vil bevæge sig mod sin ende destination. Vigtigheden af strømningsvejene varierer alt efter, om man ser på ekstrem nedbør eller stormflod. Når man vurderer strømningsveje i forhold til stormfloder, skal man se på områder som vandløb eller åer med forbindelse til havet. Ved en stormflod vil disse vandløb blive udsat for øgede mængder af vand i form af det havvand, som bliver skubbet gennem passagen. I forhold til ekstrem nedbør er det en anden historie. Da vandet ved ekstrem nedbør ikke kommer fra en allerede eksisterede vandkilde, bliver strømningsvejene ofte bestemt af de lokale højdeforskelle. Her vil vandet efter at det har ramt overfladen strømme mod lavtliggende områder. Dette overfladevand vil blive betegnet som overfladeafstrømning. I forhold til Køge By som et geografisk område, er der en indgangsvinkel for stormfloder i form af havnefronten og Køge Å.

[9] https://www.klimatilpasning.dk/vaerktoejer/ekstremnedboer/se-kort-over-ekstremnedboer/?fbclid=IwAR1txdngMNhgFFJeGK7McGRI1qa2Wu02DJ2DrDfPicJFWrOwl1HuS585lo0 Lokaliseret d. 29.maj 2020.



Figur 6: Primære strømningsveje i Køge, med inddragelse af billeder fra fotokartering (Bilag 3, Figur 1).

Denne indgangsvinkel for havvandet til Køge Å ses på den orange linje. På figur 6 er denne strømningsvej markeret med et 2-tal. Køge Å er i delområde 2 en betydelig strømningsvej, der løber fra baglandet og ud til havnen i Køge By. Køge Å vil ved stormfloder, hvor vand bliver skubbet ind gennem åens udmunding i havnen øge åens vandstand og havvandet vil spredes til baglandet. Denne øgede vandstand kan lede til, at åen løber over sine banker og derved lader vandet løbe ud i nærliggende områder. Som det ses på figur 6, er der andre strømningsveje i delområde 2. Disse strømningsveje er vigtige at vurdere, når det kommer til ekstrem nedbør og stormfloder, da det vand som falder, vil strømme langs disse ruter. Det vigtigt at bemærke at flere af strømningsvejene ligger op til åen og dermed vil bidrage til oversvømmelsen af de nærliggende områder. De markerede områder nr.1 og nr. 3 som har udgang ved Køge Å er eksempler på dette. Den markerede strømningsvej 4 på figur 6 ses ved Køge Marina og den kan bidrage til, at nedbør strømmer ned i marinaen fra baglandet.

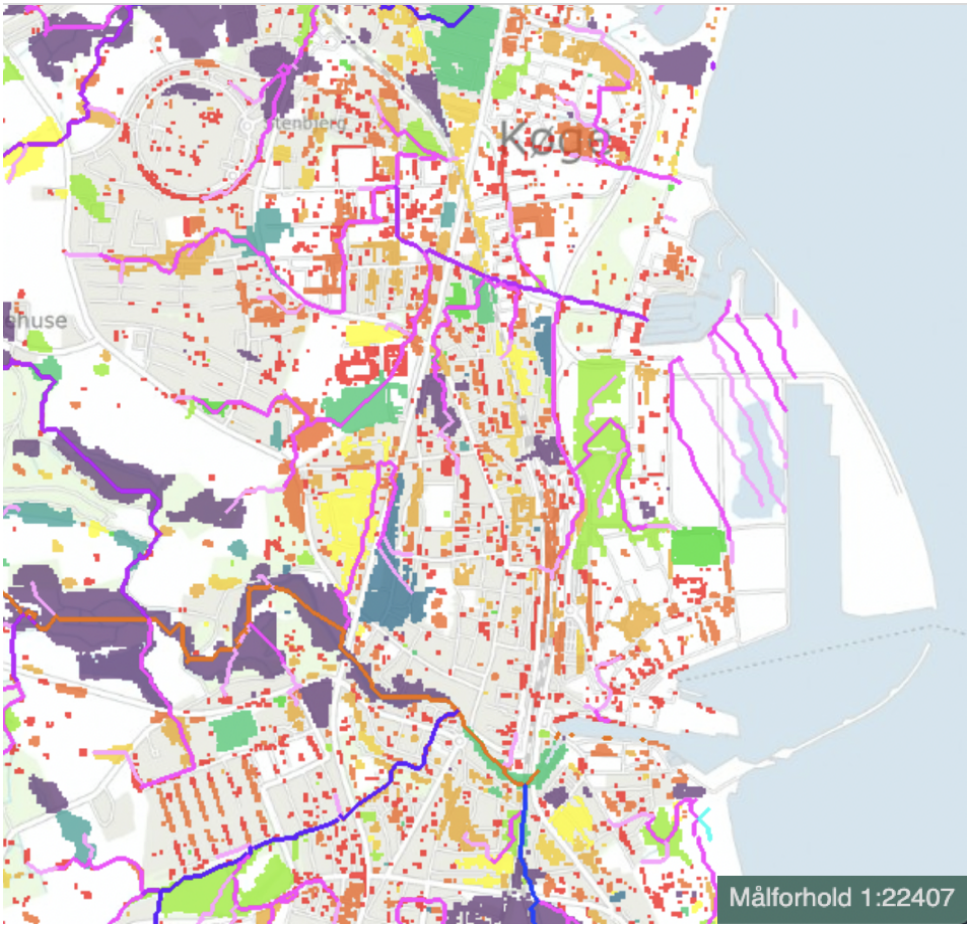
Disse strømningsveje kan være forskyldt af lokale lavninger, hvor vandet vil følge tyngdekraften og strømme ned til de lavtliggende områder i byen. Lavninger er områder i terrænet, som

ligger lavere end deres lokale omgivelser (ordnet.dk[10]). Dette kan f.eks. være områder, som ligger placeret mellem to bakker. Disse områder vil normalt være særdeles udsatte, når det kommer til oversvømmelser, da vandet naturligt vil strømme ned i disse fordybninger.

Figur 7: Lokale lavninger i Køge Kommune+ billeder fra fotokartering (Bilag 3, figur 2)

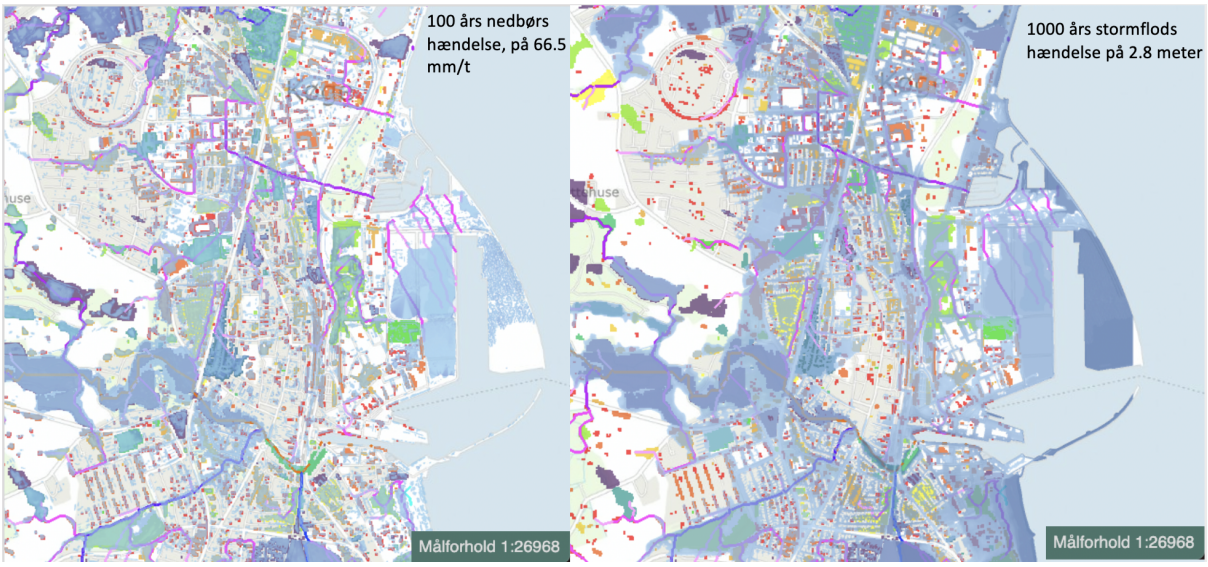
Som det ses på figur 7, er der adskillige lavninger i Køge By som kan være i risiko for oversvømmelser. Mange af de lavninger, som er på mere end 150 mm, er centrerede omkring allerede eksisterende vandkilder som Køge Å. Dette ses på de fire markerede områder på figur 7. Herunder er markering nr. 2 parkeringspladsen ved Kvickly, som er lokaliseret nær Køge Å. Dette område er derfor udsat i tilfælde af oversvømmelse af åen. Markering nr. 4 er en lavning med lokalt græsland, det er også i dette område at strømningsvej nr. 3 fra figur 6 vil løbe ud. I forhold til stormfloder er det primært de lavninger, som ligger nær åen og havnen, der er i risikozonen, da det vand, som bliver skubbet op på land fra havnen, vil strømme ned mod de lokale lavninger.

[10] https://ordnet.dk/ddo/ordbog?query=lavning Lokaliseret d.26 maj 2020

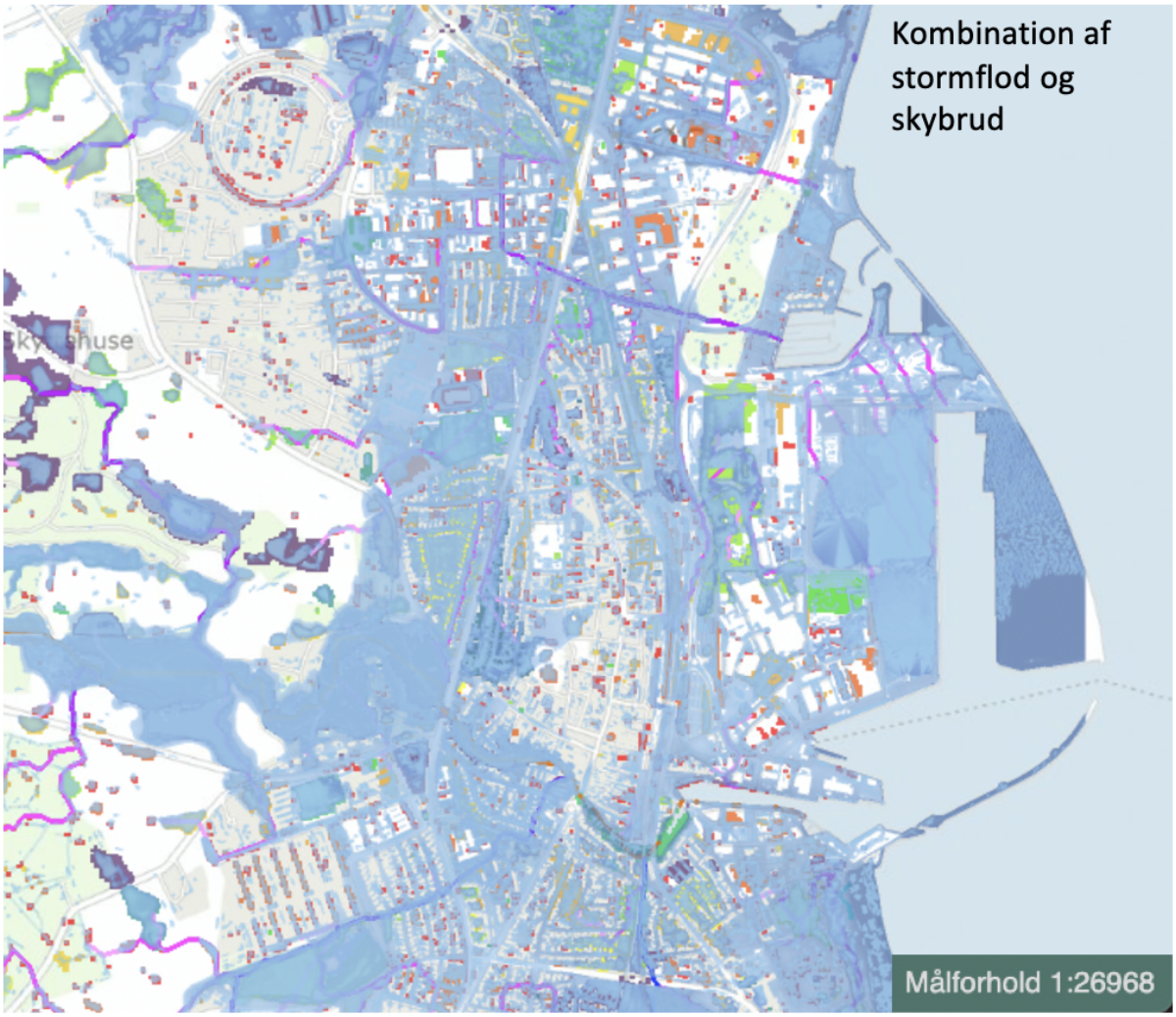


Figur 8: Strømningsveje og lavninger i Køge By (bilag 3, Figur 3)

Figur 8 viser forbindelsen mellem strømningsvejene og lavninger. De steder, hvor de dybe lavninger findes, vil ofte også være forbundet med en strømningsvej. Figuren viser, at store dele af delområde 2 er i risikozonen, når det kommer til resultatet af oversvømmelser ved lokale højdeforskelle og strømningsveje. Der er derfor en vigtig sammenhæng mellem stormfloder og ekstrem nedbør ved de områder, hvor de to vande mødes, i risikokortlægning af kombinerede hændelser af stormfloder og ekstrem nedbør. Figur 9 og 10 nedenfor viser effekten af kombinerede hændelser i forhold til strømningsveje og lavninger.



Figur 9: Effekt af stormflod og nedbør ved lavninger og strømningsveje (bilag 3, figur 4)



Figur 10: Kombinerede hændelse af stormflod og ekstrem nedbør ved lavninger og strømningsveje (bilag 3, figur 5)

Som det ses på figur 9 og 10, vil oversvømmelserne ved kombinerede hændelser være centrerede omkring de større strømningsveje og deres associerede lavninger. Dette gør sig især gældende for Køge Å, hvor at der vil forekomme større oversvømmelser omkring åen og dens lavninger.

Efter at have betragtet vandets bevægelse, er det essentielt at se på befæstelsesgraden. Befæstelsesgraden af et område fortæller, hvor stor en del af området, som er belagt med materialer som beton eller asfalt. Det er altså den del, hvor overfladevandet har en minimal mulighed for nedsivning i jorden (Dingeo.dk[11]). Overflade materialernes vigtighed bliver også understreget i teorien om urbane oversvømmelser: "As vegetation is cleared and the imperviousness increases with hard materials and artificial surfaces, the amount of infiltration decreases. This affects the runoff and rainfall process in an urban watershed (Goudie 1990) and thus gives rise to flood frequency." (Dewan, 2013, s.18).

Da Køge By er et bebygget og beboet område, er det vigtigt at se, i hvor høj grad overfladematerialerne har en rolle, når det kommer til vandets evne til nedsivning.

På figur 6 i bilag 3 ses der, at store dele af delområde 2 har en befæstelsesgrad mellem 50-80 %. Store mængder af vandet, som strømmer ind i byen ved en stormflod eller ekstrem nedbør, vil ikke have mulighed for at nedsive i overfladearealet. Resultatet er, at mængder af vand vil blive liggende ved enden af deres strømningsvej, hvilket vil lede til oversvømmelser og skader af den lokale infrastruktur.

Yderligere faktorer som er vigtige at inddrage, når det kommer til vandets evne for nedsivning, er lokal sætning og grundvandsspejl. Lokal sætning går ud på, at nogle områder oplever en lokal sænkning af landskabet (Marfelt, 2013). Ved klimatilpasning af områder med en forhøjet risiko for sætning, er det vigtig at tænke over, hvilken indflydelse den lokale sætning kan have på et potentielt løsningsforslag.

Når der snakkes om sætningsgraden, er det vigtigt at nævne det lokale grundvandsspejl. Grundvandsspejlet er et niveau i jorden, der indikerer grænsen mellem mættede og umættede jordlag. Alle mellemrum i jorden under grundvandsspejlet vil være mættede med vand, mens de overliggende jordlag vil være umættede. Det vil være muligt for overfladevand at nedsive i de

[11] https://www.dingeo.dk/data/grundvand/ Lokaliseret d. 19. maj 2020

umættede jordlag, da deres mellemrum endnu ikke er fyldte med vand. Områder med et højt grundvandsspejl vil have en lavere nedsivningsevne og oplever derfor større oversvømmelse ved for eksempel ekstrem nedbør eller vandløbsstigninger (Dingeo.dk[12]).

Disse to faktorer skal ses som sammenhængende, da en landsænkning i et område med et højt grundvandsspejl kan blive udsat for mere ekstreme tilfælde af oversvømmelser. En sænkning i landskabet vil dermed også lede til et højere grundvandsspejl, da der vil være et mindre jordlag mellem grundvandsspejlet og overfladen.

Der er forhøjet risiko for sætning i store dele af delområde 2, se bilag 3 figur 7. Dette gør sig også gældende for områderne omkring Køge Å. En sætning af jorden omkring åen vil lede til, at der skal mindre vandstandshævning til for at oversvømmelser forekommer. En sætning af det lokale landskab vil dermed kunne lede til mere markante og hyppigere oversvømmelser af det nærliggende område.

Den lokale grad for sætning er tæt forbundet med grundvandsskoten for delområde 2 som vises i bilag 3 figur 8. Ved at aflæse figuren kan det fastslås, at der generelt er mellem 0-1 meter ned til grundvandsspejlet. Dette resultat kan også understøttes med målinger fra COWI, hvor grundvandskoten måles til omkring 0.6 m. (COWI[13]).

En kombination af et højt grundvandsspejl og en forhøjet risiko for lokal sætning i Køge kan have store konsekvenser, når det kommer til fremtidige oversvømmelser. Som det blev set ved den tidligere præsentation af kombinationen af stormflod og ekstrem nedbør, vil områderne omkring åen allerede blive hårdt ramt af en potentiel kombineret hændelse. En sænkning af området og dermed også en hævning af grundvandspejlet vil potentiel kunne forstærke den effekt, som de øgede vandstande har på de nærliggende områder.

Ud fra disse faktorer ses det, at delområde 2 har en høj grad af eksponering over for den type af katastrofe som er kombinerede hændelser. Denne eksponering stammer fra et resultat af de lokale geografiske omstændigheder kombineret med en høj befæstelsesgrad. Derudover kan en

[12] https://www.dingeo.dk/data/grundvand/ Lokaliseret d. 19. maj 2020

[13] http://www.gwm.cowi.dk/gwmplot/cowigwm.php?username=GWM_Koege&fbclid=IwAR26cmFXfF_KSWJgV-FGUUzqOAXBczIIJ-SeIsZdjQsfdY3Jat2AfoATB89I Lokaliseret d. 30 maj 2020)

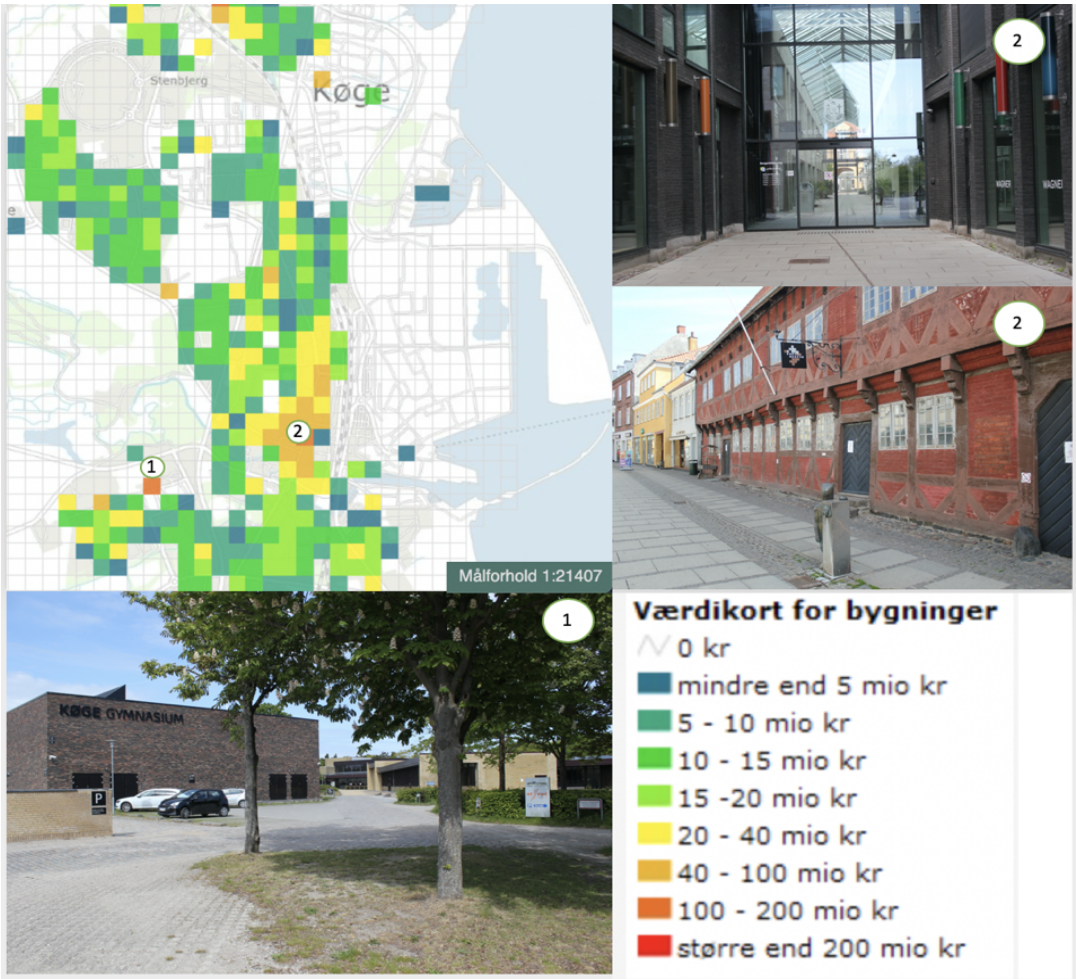
lokal sætning af landskabet kombineret med et højt grundvandsspejl også give problematikker i fremtiden.

5.2.2 Sårbarhedsanalyse

Da store dele af delområde 2 er et beboet område, er det også essentielt at vurdere, hvilken effekt oversvømmelserne vil have på lokalbefolkningen. Dette gøres ved at betragte områdets værdikort. Her laves der en distinktion mellem befolkningstæthed og bygningsværdi.

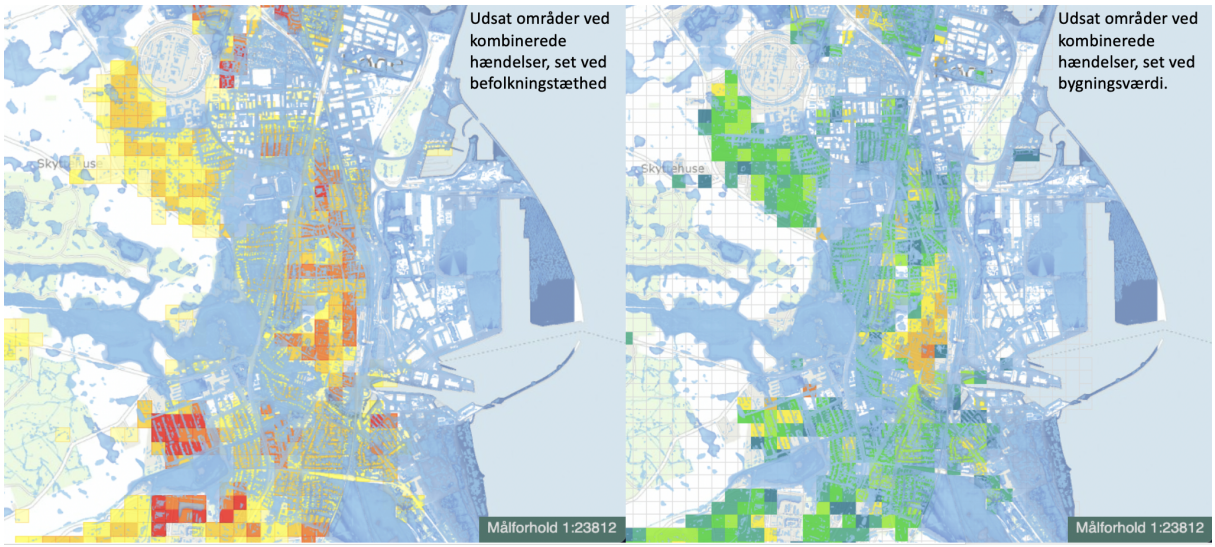
Befolkningstætheden i delområdet er hovedsageligt centreret omkring Køge By som ses i figur 9 i bilag 3. Denne befolkningstæthed resulterer i, at et stort antal af mennesker vil blive påvirket af en eventuel oversvømmelse. Det er vigtigt at bemærke, at der ikke er nogen beboelse placeret ved havnen. Dog kan der findes beboelse langs den strækning af Køge Å, der løber gennem byen.

Det andet værdikort, som er værd at betragte, er bygningsværdier. Kortet opsummerer værdien af de lokale bygninger i antal mio. kr.



Figur 11: Bygningsværdier + billeder fra fotokartering (Bilag 3, Figur 10)

Som det kan ses ud fra figur 11, er værdien af bygningerne i området varierende fra mindre end 5 mio. kr. til 200 mio. kr. De to steder som slår ud på kortet med en værdi af 100-200 mio. kr., er henholdsvis Køge Gymnasium, som ses markeret med tallet 1, samt Køge Museum og Køge Kommune som er markeret med tallet 2. Det er vigtigt at bemærke, at disse bygninger er placeret væk fra åen og havnefronten. Hvis man ser generelt på kortet, er den største bygningsværdi centreret omkring Køge By centrum. De resterende bygningsskader er skader på private boliger.



Figur 12: Kombinerede hændelsers udslag set ved befolkningstæthed og bygningsværdier (Bilag 3, Figur 11)

Som det kan ses på figur 12, vil store dele af områderne langs åen og andre strømningsveje opleve substantielle skader ved en eventuel kombineret hændelse. De lokale områder langs Køge Å vil især blive ramt, som et resultat af åens øgede vandstand.

Ud fra disse værdikort kan det konkluderes, at skaden på Køge By ville være relativ substantiel, da der både er en vis befolkningstæthed kombineret med en vis bygningsværdi i de udsatte områder.

Sårbarheden i delområde 2 er et resultat af, at området har adskillige lavninger samt flere større strømningsveje. Derudover er befæstelsesgraden også høj, hvilket vil sige at vandet har begrænset mulighed for nedsivning. Mængden af vand som kan nedsive i jorden, er også begrænset, grundet den lokale sætningsgrad kombineret med et højt grundvandsspejl. Skaderne i området vil blive vurderet som høje, da der er en vis befolkningstæthed, hvilket vil sige at flere mennesker bliver berørte. Derudover er der også flere bygninger med høje værdier hvis skade

kan koste kommunen store beløber at reparere. Derfor vurderes der yderligere risiko for negative konsekvenser ved en oversvømmelse fra kombinerede hændelser. Den foregående analyse kan ikke sige noget om sandsynligheden for kombinerede hændelser, men den viser at der i et sådanne tilfælde er potentielle skader, som kan minimeres ved en risikokortlægning af kombinerede hændelser af stormflod og ekstrem nedbør for delområde 2.

5.3 Analyse af teknologier Køge Dige - delområde 2

Denne delanalyse tager afsæt i Køge Dige delområde 2's løsningsteknologier. Der vil være punkter i analysen som vil kræve en inddragelse af Køge Diges øvrige delområder for en mere dybere forståelse af de teknologiske systemer. Analysen tager udgangspunkt i projektets teoretiske overvejelser vedrørende teknologi og undersøger derfor projektet ud for Müller og de Vries' forståelser af teknologi. Analysen undersøger derfor Køge Dige ud fra de fire elementer i teknologi: Produkt, Viden, Teknik og Organisation. Derudover følger analysen trin 1 og trin 4 i TRIN-modellen. Analysen tager udgangspunkt i samtlige dokumenter fra Køge Kommune.

Produkt

Der er i projektets redegørelse introduceret Køge Dige og de teknologier, der anvendes til beskyttelse af de kystnære områder mod oversvømmelse fra stormfloder. Analysen vil på baggrund af dokumentanalysen analysere nogle af de centrale mål projektet arbejder under, samt give en produktmæssig teknisk beskrivelse af kystsikringsteknologierne til delområde 2.

Som tidligere nævnt skal kystsikringsprojektet beskytte de lavtliggende kystområder i kommunen mod en stormflodskote på 2.8. Det er det centrale krav, at Køge Dige skal imødekomme de økonomiske tab en eventuel stormflod af denne type vil medføre. Udover dette overordnede krav for Køge Dige er der flere mål, som har gjort sig synlige i dokumentanalysen. Det ses på udviklingen af Køge Dige, fra skitseprojekt til dispositionsforslag til den nuværende lokalplan, at Køge Kommune har taget flere beslutninger vedrørende løsningerne, som kan fortælle os noget omkring øvrige mål for udførelsen.

Et af de synlige mål i udviklingen er, at Køge Dige skal undgå at påvirke den rekreative del af havnen, som havne- og cafémiljø (NIRAS, 2018: 29) Dette ses også i udviklingen af Køge Dige, hvor man i store dele af de rekreative områder i havnen har indtænkt mobilitet i ellers hårde kystsikrings løsninger, så løsningerne ikke har en permanent påvirkning på havnens øvrige havne- og cafémiljø. Et andet mål til løsningerne er dog, at løsningerne helst skal være

permanente og uden større vedligeholdelse eller inddragelse af beredskabet. I dette område må løsninger forventes at kræve en større inddragelse af beredskabet for at fungere. Køge Kommune har derfor indpasset løsningerne, så beskyttelse af kysten kan ske uden et større kompromis med havnens rekreative funktioner.

Et andet mål for løsningerne er, at de skal undgå påvirkning af Natura 2000 områder. Et af disse områder ses i delområde 1 ved Ølsemagle Revle. Ina nævner i interviewet, at der har været store udfordringer med løsninger i dette område, da dette næsten er uundgåeligt (Bilag 1, s. 7). Vi har i dette projekt dog valgt at afgrænse os til delområde 2. Her er Køge Å også et Natura 2000 område, dog nævner Ina, at dette område ligger så højt placeret i åen, at kystsikringen af delområde 2 ingen indflydelse har (Bilag 1, s. 7).

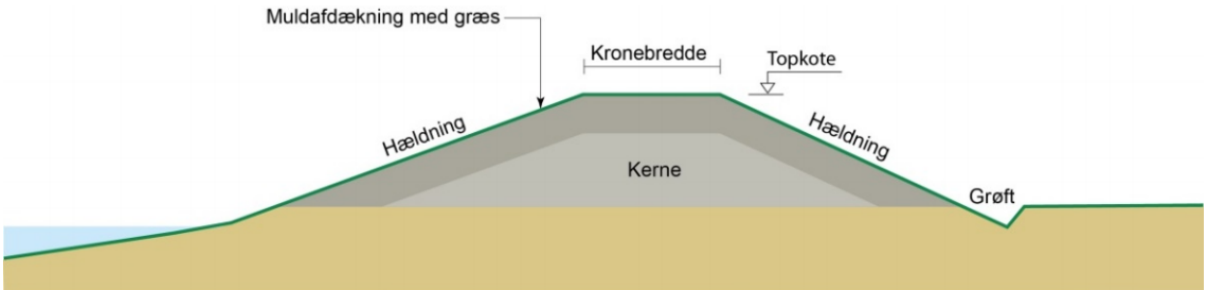
Et tredje mål for løsningerne, som ikke viser sig særlig tydeligt i dokumenternes skriv men i teknologierne, er, at løsningerne skal kunne modstå ekstrem nedbør og yderligere ikke påvirke kommunens øvrige klimatilpasning til ekstrem nedbør. Disse overordnede mål kan ses i de løsninger, som Lokalplan 1050 - Køge Dige præsenterer for delområde 2.

I delområde 2 ses tre løsninger på teknologier, som skal sikre Køge mod oversvømmelse fra stormflod. For yderligere beskrivelse af disse løsningernes geografiske placering henvises til redegørelsen af Lokalplan 1050 - Køge Dige. Dette afsnit undersøger løsningernes produktmæssige karakterer.

Havdige

Et dige er en teknisk konstruktion på land som normalt placeres langs kyster eller vandløb. Der distinkteres her mellem havdiger og å-diger. Projektet vil tage fokus på havdiger, da det er denne type af diger, som indgår i Køge Dige. Et dige er en konstrueret forhøjning af landskab, som bryder havvandets bølger (Kyst.dk[14]). Grøfter, kanaler, pumper og modtryksventil m.m. kan etableres på digets inderside for at undgå opstuvning af vand. I løsningsforslagets havdige er der derfor medtænkt en vis modstandsdygtighed mod kombinerede hændelser af stormflod og ekstrem nedbør (NIRAS, 2018: 18). Udformningen af diget, som ses på figur 13, vil blive uddybet under teknik og viden. Placeringen af havdiget kan ses i figur 4 og en visualisering af området kan ses i Bilag 2, billede 15, 17 og 18.

[14] https://kyst.dk/media/80420/dige.pdf Lokaliseret d. 29 maj 2020

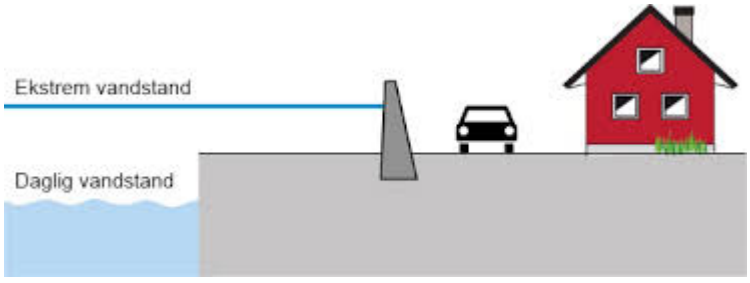


Figur 13: Havdige, (Kyst.dk[15]: 5)

Højvandsmur

Ved højvandsbeskyttelse af tætpakkede urbaniserede områder, hvor pladsen bliver for trang til at bygge dige konstruktioner, kan der med fordel opføres højvandsmure. Se placeringen i figur 4 og en visualisering af teknologiens placering i bilag 2 billede 11, 12 og 16.

En højvandsmur beskytter kystområder mod forhøjede vandstande. For at imødekomme nogle af de overordnede mål fra ovenstående analyse, er løsningen til flere rekreative områder i delområde 2 åbninger i muren. Åbningerne aflukkes med højvandsskot eller mobile svinerygsplanker ved et stormflodsvarsel, så kystbeskyttelse kan ske uden indskrænkning i arealanvendelsen (NIRAS, 2018: 30). Højvandsskots indbygges på siden af højvandsmuren og kan lukkes af ved en simpel forskydningsmekanisme. Ved de områder af højvandsmuren, der er mobile, skal der huses H-stolper i åbningen, hvorpå svinerygsplanker nedsænkes (Køge Kommune, 2020a: 10). Når disse to elementer hægtes fast på muren, aktiviseres murens fulde funktionalitet.



Figur 14: Højvandsmur (Kyst.dk:2[16])

[15] https://kyst.dk/media/80420/dige.pdf Lokaliseret d. 29 maj 2020

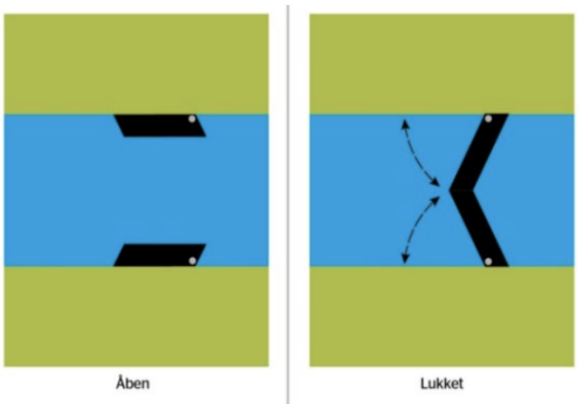
[16] https://kyst.dk/media/80414/hoejvandsmur.pdf Lokaliseret d 30 maj 2020

Å-højvandssluse

En anden af de teknologier, der indgår i delområde 2, er en å-højvandssluse med to porte. En sluse er en konstruktion, der regulerer vandstanden i et givent område (Kyst.dk[17]: 4). I Køge Dige skal højvandsslusen placeres, hvor Køge Å udløber i havnen fra åbassinet (Køge Kommune, 2020a: 11). Se placeringen i figur 4 og en visualisering af teknologiens placering i bilag 13 og 14.

Denne type sluse er en afvandingssluse. Formålet med slusen er at regulere vandstanden i Køge Å i tilfælde af en stormflod. Dette gøres ved at indsætte to roterende sluseporte. Når slusen er åben, er portene placeret i vandet nær vandkanten på havnebassinets side. Når slusen lukkes af samles begge porte i en spids og lukker af for vandstrømmen. Slusens porte vil derfor manuelt skulle lukkes ved en varsling af stormflod. Se figur 15 nedenfor visualisering af højvandsslusen.

Figur 15: Billede af å-højvandssluse (Køge Kommune, 2020a: 10)



Figur 16: Sluse med roterende porte (Kyst.dk:3[1])

Teknologiens produktmæssige dimension er, at å-højvandsslusen består af to artefakter i de to porte, der skal lukke af til Køge Å i tilfælde af stormflod. Når den indre vandstand er højere end den ydre vandstand, vil slusens åbnes igen automatisk, så eventuel nedbørsvand kan løbe fra åen til havet. Køge Kommune rådes til, at Køge Dige implementerer en pumpeløsning til slusen for at imødekomme kombinerede hændelser ved at løfte vandet fra åen over slusen og ud i havet (NIRAS, 2018: 12). Dette bekræfter Ina yderligere også i interviewet, hvor hun fortæller, at der skal implementeres permanente pumper for at imødekomme kombinerede hændelser (Bilag 1, s. 9).

[17] https://kyst.dk/media/80418/stormflodsbarrierer-og-sluser.pdf Lokaliseret d. 24. maj 2020

Teknik

Denne del af analysen tager udgangspunkt i den udviklings- og beslutningsproces projektet har gennemgået indtil nu, samt de arbejdsgenstande og arbejdsmidler, som indgår i teknologierne i delområde 2.

Overordnet set i forhold til Køge Dige vil denne del af analysen betragte tekniske overvejelser vedrørende projektets proces, planlægning, finansiering og interessenter. Til analysen bliver arbejdsgenstande set som de metoder, hvorpå kommunen planlægger, finansierer og inddrager interessenter.

Køge Dige har, som beskrevet under det redegørende afsnit om projektets tidslinje, været en længere proces, der undervejs har haft flere risikovurderinger, skitsering af løsninger og dispositionsforslag. Køge Dige er på nuværende tidspunkt et løsningsforslag, men står uden en egentlig detailprojektering (Bilag 1, s. 5), derfor er løsningerne til projektet stadig på et konceptuelt plan.

Køge Kommune har med en cost-benefit strategi til projektet udvalgt løsninger, som fremgår af den nuværende Lokalplan 1050 - Køge Dige. Det vil sige, at Køge Kommune har valgt de nuværende løsninger på baggrund af forholdet mellem finansiering og de fordele løsningen medfører. F.eks. fravalgte Køge Kommune en Venedig-sluse i Køge Søndre havn frem for det nuværende løsningsforslag med højvandsmure og å-højvandssluse. Venedig-slusen blev overvejet på baggrund af dens evne til at beskytte kysten samt minimal påvirkning af havnemiljø og cafémiljø, som var et at af målene i det foregående analyseafsnit. Ina begrunder i interviewet fravalget af denne løsning, hun siger "... den kostede jo det samme som hele det projekt, vi har gang i nu i sig selv ikke, i Venedig virker den stadig ikke, det er jo den ene del af det. Så det er meget meget dyr installation, i forhold til hvad den beskyttede… " (Bilag 1, s. 8). Fravalget er altså blevet lavet på baggrund af en usikkerhed i dens funktionalitet sammenlignet med Venedig samt høje omkostninger.

De finansielle overvejelser har også en sammenhæng til borgerne, da Køge Dige delvist skal finansieres af de borgere, der får glæde af projektet. Derfor er en af de tekniske mål også inddragelse af borgerne. Dette bliver gjort ved borgermøder og offentlige høringer. Der har på baggrund af vores dokumentanalyse ikke været negativitet vedrørende borgernes bidrag til finansieringen af Køge Dige. Der har dog været nogen kritik vedrørende løsningsforslagenes

indflydelse på boligejernes private grundarealer, men disse henvender sig primært til delområde 1 (Bilag 1, s. 7).

Selvom Køge Dige på nuværende tidspunkt er på et mere konceptuelt plan, viser dokumentanalysen nogle retningslinjer for den tekniske udførelse af teknologierne. På den baggrund er den tekniske beskrivelse begrænset af det data dokumenterne holder på.

De tekniske elementer i løsningerne dækker over de materialer, værktøjer og arbejdere, der skal til for at teknologierne kan konstrueres til det ønskede formål. I forhold til diget er forslaget, at den materielle konstruktion er en kerne af moræneler og plantning et lag af græs til det ydre lag. Græs laget skal primært bestå af græsarten rød svingel (NIRAS,2018: 24-25). Disse materialer skal med værktøjer, betjent af kompetente arbejdere, omformes til et funktionelt dige. For højvandsmuren bliver arbejdsgenstande repræsenteret af de fysiske materialer, muren skal bygges af. Højvandsmurene i delområde 2 skal bestå af beton (NIRAS, 2018; 12). De mobile svinerygsplanker laves af flise-tracé, som nedsænkes i imprægneret træ H-stolper. Arbejdsmidlerne er de støbemaskiner og tilhørende værktøjer det kræver at konstruere og etablere selve højvandsmuren på de udvalgte områder. For å-højvandsslusen ligger den tekniske dimension i sammenføringen af arbejdsmidler brugt i teknologien, herunder materiale brugt til portene. Denne dimension hænger tæt sammen med den videns baserede dimension, dette leder videre til næste afsnit i teknologianalysen: viden.

Viden

Som de foregående analyser viser, kræver det viden for en fyldestgørende forståelse samt udvikling af teknologi. Dokumentanalysen viser flere forskellige videns baserede dokumenter inden for forskellige fagområder. Viden kan også overføres til erfaring. Her ses det i dokumenterne, at Køge Kommune trækker på erfaringer fra andre kystsikringsprojekter. Et eksempel er højvandsmuren som er inspireret af Le Mur i Lemvig (NIRAS,2018: 30). Ingeniørviden omkring fysisk planlægning, udformning og design af kystbeskyttelses foranstaltningerne er også nødvendigt for løsningernes fremtidige funktionalitet. Denne type af viden ses benyttet i eksempelvis NIRAS´ dispositionsforslag og den fremtidige detailprojektering.

Det ses, at teknologierne i Køge Dige trækker på viden til teknologiernes funktionalitet. Fælles for alle løsningerne er, at det bl.a. trækker på viden omkring ingeniørteknik og materiale, som belæg til teknologiernes modstandsdygtighed ved oversvømmelser fra stormfloder og ekstrem

nedbør. For slusen kræves der ingeniørviden omkring materialers modstandskraft og beregninger på bredden af åen, længden af portene samt højden på slusen til den planlagte beskyttelse mod kote 2.8. Dette er nødvendig viden for udførelsen af en funktionel sluse. Slusens videns baserede dimension ligger både i den videnskabelige ingeniørviden til teknologien, men også i naturvidenskabelig viden vedrørende vejrudsigter, varsling samt en generel viden omkring stormfloder og ekstrem nedbør. Disse er uundgåelige både for forståelsen og udførelsen af teknologien, da teknologiens manuelle funktionalitet skal aktiveres af beredskabet ved et stormflodsvarsel. For diget kræves der også en ingeniørmæssig viden omkring digets hældning og dets effekt til brud af bølger. Her sættes havdigets hældning til 1:3 (NIRAS,2018:24). Viden omkring digets bredde og højde med hensyn til anlæggelse af cykelsti på digekronen inddrages også under videns elementet (NIRAS, 2018: 24). For højvandsmure ses videns elementet f.eks. i kendskab til forskellige materialers modstandsdygtighed overfor stormflodens vandmængder. På baggrund af dette er beton valgt som materiale til denne løsning. Derudover er ingeniørteknisk viden om højde og bredde på murene, samt designvidenskab om bedst muligt at indtænke en rekreativ og multifunktionel værdi påkrævet.

Organisation

Organisation binder viden og teknik sammen. Dette afsnit undersøger derfor Køge Diges arbejdsfordeling og arbejdsorganisation. Køge Kommune har flere partnerskab og samarbejder med øvrige kommuner samt andre organisationer og statslige instanser. Den primære udformelse af projektet ligger hos Køge Kommunes Teknik- og miljøforvaltning, hvor beslutninger vedrørende projektet bliver håndteret i kommunens byråd. Til udarbejdelse af lokalplanen har Køge Kommune samarbejdet med flere rådgivende ingeniørvirksomhederne og konsulentfirmaer som bl.a. NIRAS, COWI og Orbicon til risikokortlægning, skitsering af løsninger og miljøkonsekvensrapporter m.m.

I forhold til informationer og statistikker på vejr og klima samarbejder kommunen med DMI og kystdirektoratet. Køge Dige er desuden et projekt, hvor løsningerne går på tværs af kommunegrænser for maksimal kystbeskyttelse, derfor er det også nødvendigt med et funktionelt samarbejde med Stevns Kommune i syd og Solrød Kommune i nord. Da mange af løsningerne ligger i områder med erhverv og private boliger, og da projektet delvist skal finansieres af disse, er det også nødvendigt med et godt samarbejde med de erhvervsdrivende og borgere i risikoområdet. Hvis lokalplanen står overfor modstand fra disse aktørgrupper, kan projektet potentielt stå over for en udskydelse i processen eller nye løsninger, der tilgodeser eventuelle problematikker i samarbejdet. Ina nævner, at der ikke er særlig opmærksomhed fra den bredere del

af borgerne og de erhvervsdrivende på nuværende tidspunkt, men det forventes i forbindelse med detailprojekteringen og den senere planlægning af projekt (Bilag 1, s. 6).

Som tidligere nævnt i de foregående afsnit har Køge Kommune tænkt mobilitet og fleksibilitet ind i løsningsforslagene. Denne fleksibilitet i løsningerne kræver et samarbejde mellem DMI og det lokale beredskab i form af stormflods- og nedbørsvarsel for at teknologierne i lokalplanen fungerer optimalt.

Et kystsikringsprojekt som Køge Dige, som er så omfattende og ambitiøst, kræver altså et stort samarbejde mellem øvrige aktørgrupper og interessenter for at kunne beskytte kysten mod oversvømmelse fra stormfloder. Dette ses også for teknologierne i delområde 2.

Fælles for alle løsninger er, at der er behov for et samarbejde mellem Køge Kommune og firmaer til konstruktionen samt vedligeholdelse af teknologierne. Derudover er det også en nødvendighed med et samarbejde mellem DMI og beredskabet. Da diget er en permanent løsning, hvis funktionalitet ikke er afhængig af en manuel aktivering af teknologien, er vedligeholdelse den eneste faktor i forhold til beskyttelse mod oversvømmelse. Dog ses det under produktet, at der til denne løsning skal implementeres en grøft på bagsiden af diget for at håndtere regnvand og overskydende vand fra stormflod. Vandet i grøften skal pumpes tilbage til modsatte side ved tilfælde af ekstrem nedbør, for at undgå at vandet samler sig i grøften. Disse pumper kan være permanente eller mobile, men vil i begge tilfælde kræve beredskabets involvering.

For de to andre løsninger er der behov for samarbejde mellem DMI og beredskabet i forhold til varsling af stormflod og/eller ekstrem nedbør. For højvandsmuren skal åbningerne i muren lukkes af ved et tilfælde af stormflod, som beredskabet igen skal stå for. Lignende ses dette for å-højvandsslusen, dog skal denne kun lukkes af beredskabet, men vil automatisk åbne når den ydre vandstand er mindre end den indre vandstand. Det ses altså for teknologierne i lokalplanen, at der i deres funktionalitet er visse organisatoriske forhold, der må gøre sig gældende.

På baggrund af den foregående analyse har elementerne produkt, teknik, viden og organisation bidraget til en større forståelse for teknologierne i delområde 2. I analysen er teknologiernes forventede effekter beskrevet, som primært er at beskytte baglandet mod oversvømmelse. Man kunne forestille sig at disse teknologier også vil medføre utilsigtede effekter, som ikke umiddelbart indgår i den foregående analyse. Det næste afsnit vil præsentere en vurdering af teknologiernes utilsigtede effekter.

6. Diskussion

6.1 Vurdering af utilsigtede effekter

Dette afsnit vil samle de foregående analyser i en vurdering af Køge Diges utilsigtede effekter. Herunder inddrages det 3. trin af TRIN-modellen, som omhandler identificeringen af netop dette. Køge Dige er på nuværende tidspunkt et løsningsforslag til en lokalplan og løsningerne er derfor ikke implementeret. De utilsigtede effekter kan ikke betragtes ud fra en fysisk implementering og kan kun vurderes på baggrund af teknologiernes nuværende beskrivelser og de foregående analyser.

Ved sammenligning med risikostyringsplanen fra 2015 og dette projekts risikoanalyse ses det, at oversvømmelse fra en 100 års hændelse af ekstrem nedbør rammer store dele af de samme områder som oversvømmelse fra en 1000 års hændelse af stormflod, se figur 10. Dette kan sammenlignes med risikostyringsplanen, som kortlægger oversvømmelsesudbredelsen fra en stormflod af denne type. Denne kortlægning viser, hvor stor en vandstand oversvømmelsesudbredelsen vil medføre i Køge (Køge Kommune, 2015: 18). Ved en kombineret hændelse af en 100 års hændelse af ekstrem nedbør og 1000 års hændelse af stormflod, må det forventes at kortlægning af vandstanden vil være højere end ved en kortlægning af oversvømmelsesudbredelsen fra en stormflod alene. For fremtidens klima, hvor det forventes at kombinerede hændelser kan optræde med større sandsynlighed, vurderes det derfor som en fordel at risikokortlægge kombinerede hændelser, for et mere realistisk billede af potentielle skader ved en hændelse af denne type. Dog er det i denne sammenhæng vigtigt at nævne, at Køge Kommune har risikovurderet oversvømmelser fra forskellige scenarier af ekstrem nedbør. Da dette håndteres lokalt, har det været svært at danne overblik over det fulde omfang af kommunens tiltag for beskyttelse mod oversvømmelse fra ekstrem nedbør. Denne vurdering tager dog ikke afsæt i, hvorvidt Køge Kommune yder en indsats til beskyttelse mod oversvømmelse af den ene eller anden type, men de konsekvenser det potentielt vil medføre, hvis disse ikke interagerer og samarbejder med hinanden. Som vores analyse af risikostyringsplanen viser, har flere kommuner også italesat dette behov.

Det vurderes, at Køge Kommune kan stå overfor problematikker vedrørende opdeling af risikokortlægning af oversvømmelse fra stormflod og ekstrem nedbør. Dog vurderes dette kun ud fra potentielle klimascenarier og ikke ud fra evidensbaserede statistikker. Vurderingen er yderligere baseret på en generel visualisering og ikke en dybere detaljering af vandets udbredelse.

Som vores teknologianalyse viser, trækker Køge Kommune på erfaringer fra andre lande og byers kystsikringsprojekter. Det ses bl.a. til kommunes overvejelser omkring Venedig-slusen og Le Mur i Lemvig. I dette projekts teoretiske felt, beskriver Realdania i en guide til klimatilpasning til kystnære byer vigtigheden i, at kommunerne tænker i alternative baner og ser kystsikring med mere holistiske briller. Realdania råder de danske kommuner til at inddrage kombination stormfloder og ekstrem nedbør i kystsikring. Der kan opstå en dominoeffekt i de danske kommunernes måde at kystsikre på. Køge Kommune trækker på erfaring fra andre kommuner og ligeledes vil andre kommuner trække på erfaring fra Køge Kommune. Der kan opstå en utilsigtet effekt, hvis kommuner ikke bryder med den nuværende fremgangsmåde til kystsikring. Som det blev vurderet, er der nogle konsekvenser associeret med en opdelt risikokortlægning og kystsikring. Det understøtter Realdania yderligere med citatet: "Når kystnære byer klimatilpasses, skal der tages højde for en kombination af fænomener. Udfordringerne kommer ikke kun fra havet eller fra oven, men ofte fra flere sider på samme tid. Det er vigtigt for kommunerne at danne sig et helhedsbillede af de udfordringer, de står over for" (Realdania, 2017: 18). Det bliver derudover også nævnt i interviewundersøgelsen fra 2019 foretaget af IGN i samarbejde med Realdania, at kommunerne læner sig op ad andre kommuner samt kystdirektoratet for viden og at ingen nævner forskning som videns base (Jørgensen, 2019b:7-8). Som dette projekts teoretiske felt viser, er der forskning og teori på, at det i fremtiden kan være mest optimalt med en holistisk kystbeskyttelsesstrategi. Andre steder i verdenen har man haft dette for øje og indtænkt løsninger der samlet beskytter oversvømmelser fra stormflod og ekstrem nedbør. Dette ses bl.a. i Rotterdam, Holland, som er i stor risiko for oversvømmelse fra stormfloder grundet byens lavtliggende placering samt øget vandstand. I Rotterdam har de haft en stabil løsning i byens diger og andre former for barrierer, som hidtil har beskyttet mod oversvømmelse fra stormfloder. For Rotterdam har forholdene for ekstrem nedbør ændret sig i sådan en grad, at digerne forhindrer, at vandet kan ledes ud af byen. I Rotterdam har løsningen til dette været at implementere områder på digerne med en 'svampefunktion', som opbevarer og forsinker vandet fra nedbøren, så der i tilfælde af kombinerede hændelser ikke opstår oversvømmelse. (Realdania, 2017: 17-18). Da de klimamæssige forhold, hvori kombinerede hæn-

delser potentielt kunne optræde, ikke er de nuværende klimamæssige forhold for Køge Kommune, kan det være nødvendigt at søge erfaring fra områder, som på nuværende tidspunkt står i, hvad der potentielt er fremtidens scenarie for Køge. Dette kan bryde den dominoeffekt, kommunerne muligvis står overfor i forhold til kystbeskyttelse.

Risikostyringsplanen viser, at der ikke er særlig stor opmærksomhed på kombinerede hændelser fra stormflod og ekstrem nedbør i risikokortlægningen af Køge. Det blev tidligere vurderet, at det potentielt kunne medføre problemer i fremtiden, hvis man ikke er på forkant med klimaforandringernes ændringer i det nuværende klima. Dog viste teknologianalysen, at Køge Kommune i deres løsningsforslag har indtænkt løsninger, der tager højde for kombinerede hændelser. Disse løsninger består hovedsageligt af mobile eller permanente pumper. Teknologianalysen viste også, at de mobile pumper kræver indgriben fra beredskabet, som er afhængig af varsling fra DMI. Der er derfor flere afhængige aktørgrupper inddraget for teknologiernes funktionalitet. Man kunne forestille sig, at dette kunne medføre problemer i fremtiden, og at mere uafhængige og permanente løsninger ville være at foretrække. Dette viste sig i teknologianalysen også at være et mål for Køge Dige. Der vurderes derfor en utilsigtet effekt vedrørende mængden af aktørgrupper, der er nødvendige for den nuværende løsnings funktionalitet. I forhold til Køge Å skal åen i tilfælde af kombinerede hændelser pumpes ned til en modstandsdygtig vandstand til ekstrem nedbør. Der kan til dette projekt ikke siges noget om, hvor en omfattende process dette måtte være, da der ikke kendes til åens egentlige kapacitet til nedbør. Med udgangspunkt i løsningerne i Rotterdam kan Køge Kommune dog søge til erfaring i løsninger til kombinerede hændelser andre steder i verdenen. Det har ikke været muligt for dette projekt at undersøge den lokale håndtering af nedbør, så dette er ikke en vurdering lavet på baggrund af kommunes mangel på håndtering af nedbør, men derimod samspillet mellem løsningerne. Blågrønne løsninger, som f.eks. løsningerne set i Rotterdam, kan afhjælpe potentielle utilsigtede effekter i Køge Diges delområde 2's nuværende løsninger. Blågrønne løsninger har til formål at forsinke store mængder af vand fra berørte områder under oversvømmelse og dertil opretholde en naturlig vandcyklus i de urbane byer. De blågrønne løsninger ligger også ind under den holistiske klimatilpasning, som projektets teoretiske felt understøtter et behov for i den nuværende klimatilpasning (bluegreencities.ac.uk[18]). Der er sandsynlighed for, at andre kommuner i kystnære områder vil søge til Køge Kommune for erfaring og inspiration. Dette skyldes, at det er Danmarks største og mest ambitiøse kystsikringsprojekt. I Køge Dige vil man

[18] http://www.bluegreencities.ac.uk/about/blue-greencitiesdefinition.aspx Lokaliseret d. 30.maj 2020

i beskyttelsen af kysten mod oversvømmelse fra stormfloder påvirke den naturlige vandcyklus i byen, f.eks. set ved blokering af åens naturlige strømningsvej. Med de blågrønne permanente løsninger kan Køge Kommune aflaste oversvømmelsesområder og dermed de beredskabsmæssige arbejdsopgaver. For implementeringen af blågrønne løsninger vurderes også et behov for at lave en risikokortlægning af kombinerede hændelser. Betragter vi dette projekts risikoanalyse ses flere områder, hvor sådanne løsninger vil være essentielle. Disse områder vil f.eks. være omkring nedstrømningsvejene til Køge Å og i områder omkring åens lavninger. Ved blågrønne løsninger i baglandet vil regnvand holdes tilbage fra åen, som i tilfælde af kombinerede hændelser, er særligt udsat. Ved oversvømmelse af åen vil vandet løbe ud til nærliggende lavninger, og her kunne der med fordel også implementeres denne type løsninger for at imødekomme potentielle utilsigtede effekter ved kombinerede hændelser.

7. Konklusion

Dette projekt kan ikke sige noget om, hvor stor sandsynligheden er for kombinerede hændelser af stormfloder og ekstrem nedbør. Dog ses det på baggrund af denne undersøgelse, at klimaforandringer potentielt kan medføre ændringer i sæsonbaseret vejrfænomener og dermed øge sandsynligheden for kombinerede hændelser. For Køge Kommune kan oversvømmelser fra kombinerede hændelser have store konsekvenser for Køge Diges delområde 2. På baggrund af projektets risikoanalyse ses det, at der i Køge er særlige sårbare områder for oversvømmelser af kombinerede hændelser. Områderne er udsatte grundet de geografiske forhold, der gør sig gældende. Køge Kommune inddrager ikke kombinerede hændelser i risikokortlægningen af de kystnære områder, da disse klimahændelser endnu ikke har optrådt med nogen bemærkelsesværdig sandsynlighed. Kommunen har dog i højere grad indtænkt kombinerede hændelser i deres løsningsforslag i Lokalplan 1050 - Køge Dige. I lokalplanen ses det, at kommunen planlægger at beskytte delområde 2 mod oversvømmelse med teknologier som diger, sluser og højvandsmure. Disse løsninger er kystbeskyttelses teknologier med det formål at beskytte kystområderne mod oversvømmelser fra stormfloder. I analysen af teknologierne blev det tydeligt, at kommunen har indtægt samlingspunkter for regnvand fra bagland og pumper til afledning af samme. Det kan derfor konkluderes, at Køge Kommune har inddraget overvejelser vedrørende beskyttelse mod oversvømmelse fra kombinerede hændelser i deres kystsikringsstrategi. Denne undersøgelse viste dog flere udfordringer og potentielle utilsigtede effekter i disse løsninger.

På baggrund af resultaterne af denne undersøgelse kan Køge Kommune med fordel inddrage alle former for oversvømmelseskilder i deres risikokortlægning og kystsikringsstrategi for at imødekomme fremtidens klimaforandringer.

8. Litteraturliste

Aarhus Universitet. (s.d.). *Interviewguide*. Metodeguiden. Lokaliseret d.26 maj 2020 https://metodeguiden.au.dk/interviewguide/

Aarhus Universitet. (s.d.). *Interviews*. Metodeguiden. Lokaliseret d.26 maj 2020 https://metodeguiden.au.dk/interviews/

Beredskabsstyrelsen. (2016, 17. oktober). *Beredskabsplaner*. Beredskabsstyrelsen. https://brs.dk/planlaegning/helhed/beredskabsplaner/Pages/beredskabsplaner.aspx

Beredskabsstyrelsen. (2017, 1. januar). *Beredskabsstyrelsens indsatser ved stormflod*. Beredskabsstyrelsen. https://brs.dk/omstyrelsen/presse/nyheder/Pages/2017_01_04_Beredskabsstyrelsens-indsatser-ved-stormflod.aspx

Bowen, G. A. (2009). Document Analysis as a Qualitative Research Method. I *Qualitative Research Journal* (9. udgave, 2. oplag. s. 27-40). Western Carolina University.

COWI. (s.d.). *KØGE KOMMUNES GRUNDVANDSOVERVÅGNING: Køge Kommune* [GIS]. COWI - Online overvågning af vandstand og andre miljøparametre. Lokaliseret d.22 maj2020 http://www.gwm.cowi.dk/gwmplot/cowigwm.php?username=GWM_Koege&fbclid=IwAR26cmFXfF_KSWJgV-FGUUzqOAXBczIIJ-SeIsZdjQsfdY3Jat2AfoATB89I

COWI. (2016, marts). *HAVVANDSSTATISTIK FOR KØGE BUGT*. Køge Kommune. www.koege.dk › Kystbeskyttelse › Havvandsstatistik_Notat_001_v2_1

Dansk byplan laboratorium & Buciek, Keld. (s.d.). *Foto-kartering: By og Fotografi* [Informations folder]. byplanlab.dk. lokaliseret d.26 maj 2020 https://www.byplanlab.dk/sites/default/files1/Fotokarteringsheet281210.pdf

De Vries, M. (2016). Teaching about technology: An introduction to the philosophy of technology for non-philosophers.Springer, kapitel 2: Technological artifacts, s. 11-21. https://link-springer-com.ep.fjernadgang.kb.dk/chapter/10.1007/978-3-319-32945-1_2

Den Danske Ordbog. (s.d.). *Lavning*. Ordnet.dk . Lokaliseret den 26.maj 2020 på https://ordnet.dk/ddo/ordbog?query=lavning

Den Danske Ordbog. (s.d.). kote. ordnet.dk. Lokaliseret den 1.Juni 2020 på https://ordnet.dk/ddo/ordbog?query=kote&fbclid=IwAR21AxlF4CYU-cuAkn09TK7MjVCDs5samqZOk_H7EtYNoRth4Zt9jtV7YLJM

DinGeo, Boliga . (s.d.). *Risiko for oversvømmelse ved ekstremregn*. dingeo.dk. Lokaliseret den 24.maj 2020 på https://www.dingeo.dk/data/stormflod/

DinGeo, Boliga . (s.d.). Risiko for oversvømmelse ved stormflod. dingeo.dk. Lokaliseret den 24.maj 2020 på https://www.dingeo.dk/data/stormflod/

DinGeo.dk Aps. (s.d.). *Stigende Grundvand*. DinGeo - Boliga. https://www.dingeo.dk/data/grundvand/ Lokaliseret d. 19 maj 2020

Dewan, Ashraf. (2013). *Floods in a Megacity Geospatial Techniques in Assessing Hazards, Risk and Vulnerability*. Springer, Dordrecht. https://link-springer-com.ep.fjernadgang.kb.dk/book/10.1007%2F978-94-007-5875-9

Flyvbjerg, B. (1988). *Case studiet som forskningsmetode*. Institut for Samfundsudvikling og Planlægning, Aalborg Universitet.

Fryd, O., & Jørgensen, G. (2019). *Byerne og det stigende havvand: Innovative planlægningstilgange*. (1 udg.) Frederiksberg: Institut for Geovidenskab og Naturforvaltning, Københavns Universitet. IGN Rapport

a.Jørgensen, N. (2019). *Digital signatur: En eksemplarisk analyse af en teknologis indre mekanismer og processer*. Roskilde Universitet. http://webhotel4.ruc.dk/~nielsj/research/publications/indre-mekanismer.pdf

b.Jørgensen, G.(2019) (red):Seks kommuners praksis og kapacitet i arbejde med havvandsstigning og stormflod - en interviewundersøgelse. Arbejdsnotat udarbejdet for Realdania-kampagnen Byerne og det stigende havvand. https://issuu.com/realdania.dk/docs/kbenhavns-universitet--seks-kommuners-praksis-og-k?fbclid=IwAR0GKNy4gPwLTGbDA5M-76qEpcU4xKJilG8dHFVckNJ0_I5-wZgaI-wbKN3o

Klimatilpasning. (2019, 23. august). *Ekstremnedbør*. Klimatilpasning.dk. https://www.klimatilpasning.dk/vaerktoejer/ekstremnedboer/?fbclid=IwAR1wkYX8PQW3ky8Gzk-pLVrmdmf5qjss21dQavnvaL6GTphFPPHFsgNl1MJI

Klimatilpasning. (s.d.). *Ekstremnedbør* [Ekstremsnedbørskort]. Klimatilpasning.dk. Lokaliseret den 29.maj 2020 https://www.klimatilpasning.dk/vaerktoejer/ekstremnedboer/se-kort-over-ekstremnedboer/?fbclid=IwAR1txdngMNhgFFJeGK7McGRI1qa2Wu02DJ2DrDf-PicJFWrOwl1HuS585lo0

Klimatilpasning. (2015, 04. februar). *Fremtidens Klima: FNs klimascenarier*. Klimatilpasning.dk.https://www.klimatilpasning.dk/viden-om/fremtidens-klima/klimascenarier/

Klimatilpasning. (2015, 05. januar). *Klimaændringer i Danmark*. Klimatilpasning.dk. https://www.klimatilpasning.dk/viden-om/fremtidens-klima/klimaaendringeridanmark/

Kvale, Steiner. (2008). *Interview : en introduktion til det kvalitative forskningsinterview* (15. udg.). Kbh. : Hans Reitzel.

Kystdirektoratet, Miljø- og Fødevareministeriet. (s.d.). *Dige*. Kystdirektoratet, Miljø- og Fødevareministeriet. https://kyst.dk/media/80420/dige.pdf Lokaliseret d. 29 maj 2020

a.Kystdirektoratet, Miljø- og Fødevareministeriet. *Højvandsmur*. kyst.dk. Lokaliseret den 30.maj 2020 på https://kyst.dk/media/80414/hoejvandsmur.pdf

b.Kystdirektoratet, Miljø- og Fødevareministeriet. (s.d.). *Stormflodsbarrierer og sluser*. kyst.dk. Lokaliseret den 29.maj 2020 på https://kyst.dk/media/80418/stormflodsbarrierer-og-sluser.pdf

Kystdirektoratet. (2019). *Velkommen til Kystdirektoratet*. https://www.kyst.dk/media/79995/velkommen-til-kystdirektoratet.pdf

Kystdirektoratet. (2018, december). *Vejledning om kystbeskyttelsesmetoder* [Rapport]. https://kyst.dk/media/80442/vejledning_om_kystbeskyttelsesmetoder.pdf

Kystdirektoratet & Transportministeriet. (2009, 15. september). *Vejledning til lov om kystbeskyttelse*. https://nst.dk/media/nst/67905/vejledn_til_lov_om_kystbeskyt_2009_15sep(1).pdf

Kystdirektoratet & Transportministeriet . (2013, oktober). *Kortlægning af fare og risiko for oversvømmelse* [Rapport]. https://kyst.dk/media/80828/kdi-2013-_metoderapport.pdf?fbclid=IwAR3CKttIgJgNl-m95p4U_VS0OLMR-Ksr9hQFE6vGSB4re4_TSZR6dGZLumc

a.Køge Kommune. (2020, 5. marts). *Lokalplan 1050 Køge Dige: Tillæg nr. 2 til Køge Kommuneplan 2017* [Lokalplan]. https://koege.dk/~/media/Files/Pdf/Borger/Bolig%20byggeri%20og%20flytning/Byplanl%C3%A6gning/Forslag%20til%20lokalplaner/forslag%20lokalplan%201050%20K%C3%B8ge%20Dige.ashx

Køge Kommune. (2014, 30. Juni). *Klimatilpasningsplan 2014: Klimatilpasningsplan tillæg nr. 1 til Køge Kommuneplan 2013* [Klimatilpasningsplan]. https://www.klimatilpasning.dk/media/889849/koege_klimatilpasningsplan_2014.pdf

b.Køge Kommune. (2020, 15. maj). *Køge Dige*. https://www.koege.dk/borger/Natur-miljoe-og-energi/Klimatilpasning/Koege-Dige.aspx

Køge Kommune, Teknik- og Miljøforvaltningen. (2019, marts). *Kommuneplan 2017-29: Kvalitet i udviklingen* [Kommuneplan]. https://dokument.plan-data.dk/11_9420179_1559894343762.pdf

Køge Kommune. (2015). *Risikostyringsplan for kystzonen i forhold til stormflod fra Køge Bugt 2016-2021* [Risikostyringsplan]. https://cdn.fbsbx.com/v/t59.2708-21/100464975_737512773656095_1938212066582069248_n.pdf/Risikostyringsplan-2016-2021-Kge-Kommune.pdf?_nc_cat=104&_nc_sid=0cab14&_nc_oc=AQl-fNG4CmdlQgzUy6Z8otaAO66UFfnfAiou0ET6IFseeGAqGX-sgDU0eKriCxge-ryao&_nc_ht=cdn.fbsbx.com&oh=aea93a690f653ec1ee9708c9b7711b39&oe=5ECD352A&dl=1&fbclid=IwAR34xJsIqz6q-Ssyq7lgxAXnTPgpJcrrhEnq1xmzXFet-y4rrv2HQYA17K8

Lynggaard, K. (2010). Dokumentanalyse. I S. Brinkmann, & L. Tanggaard (red.), *Kvalitative Metoder: En Grundbog* (2. udgave, 1. oplag. s. 153-167). Hans Reitzels Forlag.

Marfelt, B. (2013, 10. december). *Se, hvor Danmark synker på nyt interaktivt kort*. ING. https://ing.dk/artikel/se-hvor-danmark-synker-paa-nyt-interaktivt-kort-164889

Miljø- og Fødevareministeriet. (2019, 21. januar). *Bekendtgørelse af lov om kystbeskyttelse m.v.*. Kapitel 1, LBK nr. 75. Retsinformation. https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2019/57

Miljø-og Fødevareministeriet, Miljøstyrelsen. (2009, 16. marts). *Ølsemagle Revle* [Reservatfolder nr.65]. Miljø-og Fødevareministeriet, Miljøstyrelsen. https://mst.dk/service/publikationer/publikationsarkiv/2009/mar/oelsemagle-revle/

Miljøministeriet - Naturstyrelsen, Transportministeriet & Kystdirektoratet. (2011, december). *Endelig udpegning af risikoområder for oversvømmelse fra vandløb, søer, havet og fjorde*

[Rapport]. https://naturstyrelsen.dk/media/nst/Attachments/Udpegningafrisikoomr-der_NSTKDI.pdf?fbclid=IwAR3n6RR31qwWocxnGjTIlOMINriAxa-bFSLgWDQPDNcMLy5YvpXu5GJtu8Rc

Miljøstyrelsen. (s.d.). *Natura 2000*. Miljø-og Fødevareministeriet, Miljøstyrelsen. Lokaliseret den 1.juni 2020 på https://mst.dk/natur-vand/natur/natura-2000/

Müller, Jens., Remmen, Arne. & Christensen, Per. (1986). 2. Hvad er teknologi? (Red.), *Samfundets Teknologi: Teknologiens samfund* (2. udg., s. 15-28). Systime.

Naturstyrelsen. (2014, 13. november). *Analyse af IPCC delrapport 2 – Effekter, klimatilpasning og sårbarhed: - med særligt fokus på Danmark*. https://naturstyrelsen.dk/media/129289/analyse-af-ipcc-delrapport-2-effekter-klimatilpasning-og-saarbarhed-final.pdf

NIRAS & Køge Kommune. (2015, december). *KØGE STORMFLODS- OG KLIMASIKRING: Skitseprojekt, Klimasikring af Køge Kommune mod stormflod og stigende havvandsspejl* [Skitseprojekt]. https://www.koege.dk/~/media/Files/Pdf/Borger/Natur%20milj%C3%B8%20og%20energi/Klimatilpasning/Kystbeskyttelse/Skitseprojekt.ashx

NIRAS & Køge Kommune, Teknik- og Miljøforvaltningen. (2018, 14. februar). *Stormflodssikring: Dispositionsforslag for Køge* [Dispositionsforslag]. https://www.koege.dk/~/media/Files/Pdf/Borger/Natur%20milj%C3%B8%20og%20energi/Klimatilpasning/Dispositionsforslag%2014-02-2018.ashx

Orbicon & Køge Kommune. (2019, 10. december). *Miljøvurdering af kystbeskyttelse: Miljørapport og miljøkonsekvensrapport for kystbeskyttelse af Køge Kommune* [Miljørapport og miljøkonsekvensrapport]. https://planinfo.erhvervsstyrelsen.dk/sites/default/files/media/miljoerapport_samlet_11122019.pdf

Petersen, Flemming S.. (2017, 04. januar). Stormfloden går i land på Sjælland - 100-års-hændelse i Køge. *Berlingske, Samfund*. https://www.berlingske.dk/samfund/stormfloden-gaar-i-land-paa-sjaelland-100-aars-haendelse-i-koege

Realdania. (2017, august). *Klimatilpasning i kystnære byer: Good practice-guide 3*. https://www.klimatilpasning.dk/media/1235980/klimatilpasning-i-kystnre-byer.pdf?fbclid=IwAR0wGEaiRVot1As-smrm50U7Rv916tJ7Kk8Zn8payyFTrrmWY8I5CkRT-tok

Shen, Y., Morsy, M.M. & Huxley, C. (2019, september). Flood risk assessment and increased resilience for coastal urban watersheds under the combined impact of storm tide and heavy rainfall. *Journal of Hydrology*, (579). https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022169419308947?fbclid=IwAR0HwaXSiDdrb6Ey0_W7lniM4Q9SLUa7bZTs1Zy2iGtuwhxXsYrSvtAIJYU

Økolariet. (2019, 01. juli). *Menneskeskabte klimaændringer*. Okolariet.dk. Lokaliseret den 25.maj 2020 på https://www.okolariet.dk/viden-om/klima/menneskeskabte-klimaaendringer