

Fonden
TEKNOLOGIRÅDET
DANISH BOARD OF TECHNOLOGY
FÆLLES OM
SAMFUNDETS
UDVIKLING

Langsigtet og fleksibel klimatilpasningsplanlægning i Randers

Rapport om DAPP-processen med Randers Fjord som afgrænsning

DATO: 09.06.2020

Forfatter: Mie Thomsen



Indhold

Introduktion	2
Metodebeskrivelse	2
Dynamic Adaptive Policy Pathways (DAPP)	3
Afgrænsning af pilot område	3
Gennemgang af trin	5
Trin 1	5
Trin 2 og 3	6
Trin 4	8
Præsentation af strategier	14
Strategi 1	14
Strategi 2	16
Strategi 3	18
Strategi 4	20
Strategi 5	22
Multi Kriterie Analyse	24
Trin 5	24
Handleplan	27
Trin 6	27
Opsamling/Konklusion	29

Introduktion

Randers Fjord er i Oversvømmelsesdirektivet udpeget som én ud af 14 områder, der har særlig høj risiko for skadevoldende oversvømmelser i tilfælde af en stormflod. Der er således udpeget en række risikoområder i kommunen langs fjorden, hvilke i høj grad er mindre landsbyer bortset fra Randers by. Kommunen ønsker at arbejde fleksibelt og langsigtet med højvandsbeskyttelsen, hvilket skal sikre kvaliteter som modulær og etapevis udbygning, kombination af løsninger, afvejning af risiko samt fleksibilitet. Herunder skal det belyses, hvordan beredskabsløsninger og midlertidig højvandsbeskyttelse kan indarbejdes i planlægningen, og hvordan en bevidst afvejning af risiko kan inkorporeres i planlægningen.

Dette ønskes arbejdet med gennem udarbejdelsen af en adaptiv plan for håndtering af oversvømmelse fra stormflod langs Randers Fjord. Den adaptive plan skal endeligt kunne kvalificere de kortsigtede beslutninger i Randers midtby og Byen til Vandet i lyset af de langsigtede muligheder i hele Randers Fjord. Den skal kunne indeholde fleksibilitet i løsninger, risikotilpasset planlægning, og kombinationen af løsninger. I denne proces arbejdes der udelukkende med oversvømmelse fra havet. Der eksisterer en række andre kilder til oversvømmelse for Randers Fjord, men de er ikke medtaget i denne proces. Projektet vil ende med at præsentere en sammenhængende handlingsplan for en kort, mellem og lang planlægningshorisont, der indeholder en række mulige tiltag, som kan igangsættes for Randers Fjord området.

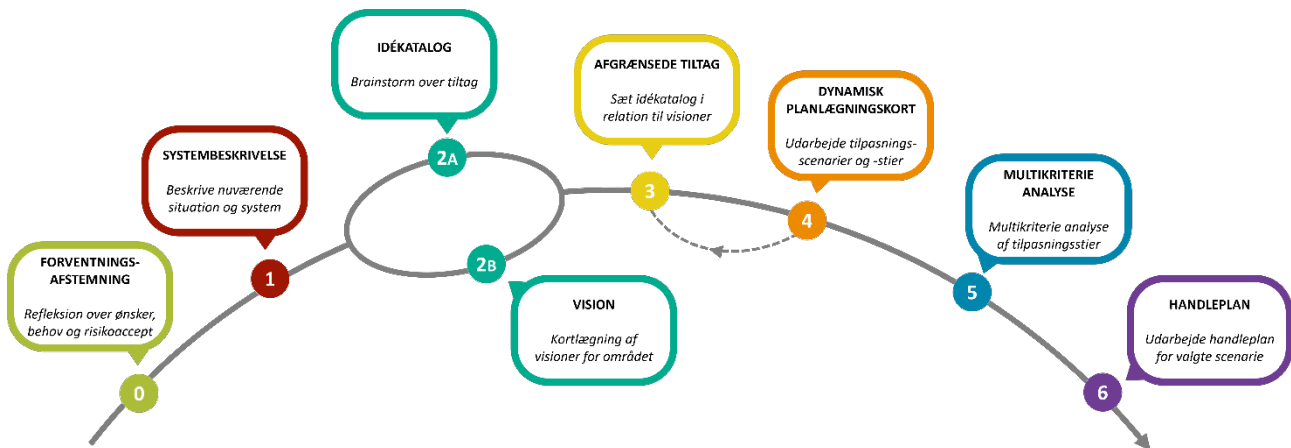
I processen deltog en række fagfolk fra Randers kommune, Norddjurs kommune og Kystdirektoratet. Disse fagfolk havde baggrunde indenfor; vandløbsbiolog, arkitektur, geografi, kysttekniker og planlægning. En senior kysttekniker fra Kystdirektoratet deltog på en enkelt workshop for at bidrage med fagteknisk viden om tekniske tiltag så som diger og stormflodsbarriere.

Metodebeskrivelse

Dynamic Adaptive Policy Pathway (DAPP) er en hollandsk metode udviklet til klimatilpasning under en usikker fremtid. Metoden inkluderer de ændringer i samfundet og miljøet, som kan påvirke systemet og de beslutningerne der skal træffes for at bevare et bæredygtigt system. Ved ønske om yderligere information om den oprindelige DAPP-metode henvises til litteraturen; Hassnoot, et al. (2012 & 2013) og Kwakkel, et al. (2014).

Teknologirådet anvender en dansk-tilpasset version af det Hollandske DAPP koncept, hvilket er blevet tilpasset den danske kontekst i EU projektet FRAMES (Flood Resilient Areas by Multi Layered Safety). DAPP er en analytisk metode til at identificere og opdele et sæt af mulige tiltag inden for en ukendt/usikker udviklingsramme over tid, som f.eks. forvaltning og styring af vand- og oversvømmelsesrisici under skiftende klimaforhold.

DAPP indeholder vendepunkter, hvorefter en handling/tiltag ikke længere opfylder det klart angivet mål. Efter et vendepunkt er der behov for yderligere tiltag. Sættes tiltagene i relation til hinanden, kan de illustreres i form af et DAPP-kort (Se side 9). Det er en flertrins proces, der fører til en overordnet adaptiv plan for håndtering af højvandshændelser i Randers Fjord området se figur 1.



Figur 1: DAPP processen for arbejdet med Randers kommune.

Processen

Processen påbegyndes med en forventningsafstemning i trin 0, hvor formålet med gennemførslen af DAPP-processen diskuteres samt accept af risikoniveau. I trin 1 udføres en systembeskrivelse af pilotområdet med fokus på kilder til oversvømmelse, eksisterende beskyttelse og værdier i pilotområdet i fare for oversvømmelse. I trin 2 fokuseres der hhv. på visioner for pilotområdet, Randers Fjord, og på at foretage en brainstorm over alle risikoreducerende tiltag, der vil kunne være af interesse for pilotområdet. I trin 3 holdes visionerne op mod de listede tiltag for at vurdere om de er modstridende. Hvis enkelte tiltag er i modstrid med de visioner kommunen har for området, så enten ændres de eller sorteres fra. Trin 4 omhandler udarbejdelsen af DAPP kortene, hvor tiltag sekvenseres og kombineres over tid for at opnå maksimal beskyttende effekt af pilotområdet. Det er udelukkende tiltag med en fysisk målbar effekt, der kan indtegnes på et DAPP-kort. På baggrund af DAPP-kortene udarbejdes en række strategier indeholdende tiltag. Derefter følger i trin 5 en Multikriterie Analyse, hvilken inkluderer udvælgelse, og vægtning af en række kriterier, som de forskellige strategier bedømmes på baggrund af. Dette skulle udmønte i en strategi, der scorer højest på baggrund af kriterierne. Endelig i trin 6 udarbejdes en handleplan for den udvalgte strategi i trin 5.

En uddybning af de forskellige trin med resultaterne fra dette projekt præsenteres nedenfor i Gennemgang af trin.

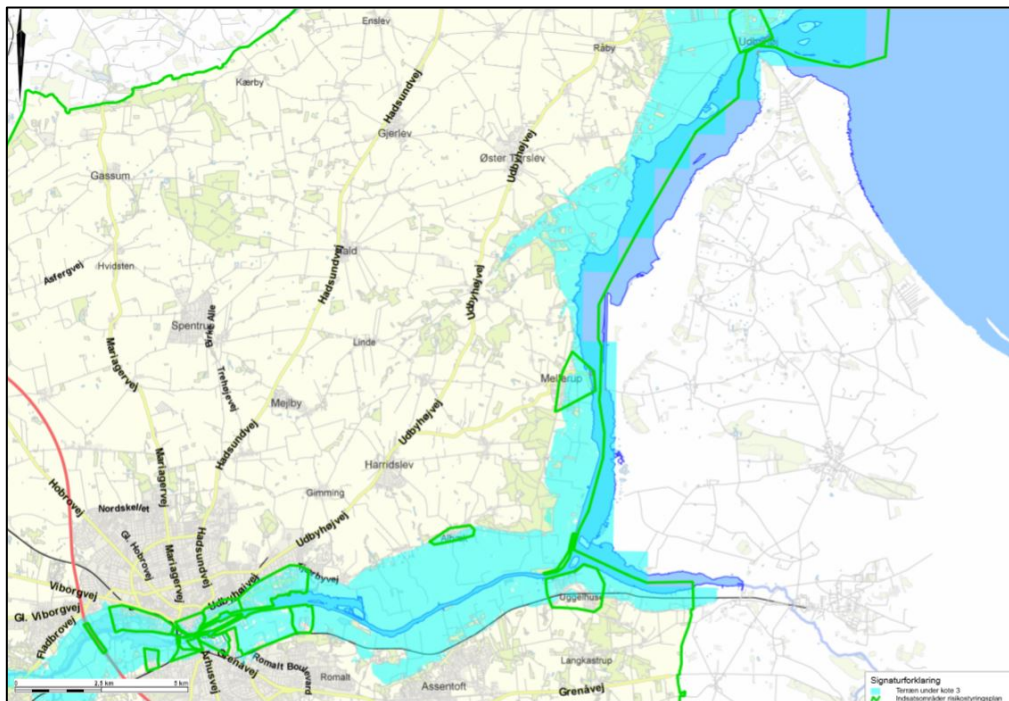
Dynamic Adaptive Policy Pathways (DAPP)

Afgrænsning af pilot område

Området, der arbejdes med i denne proces, strækker sig fra Gudenås udmundning ved havet ind i landet til E45 lokaliseret vest for Randers by. Pilotområdet er fastsat som afgrænset ved en kote 3, hvilket ses på kort 1. Denne afgrænsning er valgt på baggrund af lokaliseringen af de oprindelige kystskrænter, hvilke danner en naturlig barriere for vandets udbredelse ved en oversvømmelse fra havet. Området mellem kystskrænterne og fjorden er ofte lavtliggende bestående af diverse private landbrugsarealer, landsbyer af varierende størrelse og spredt sæsonbetonet bebyggelse. Langs flere af landbrugsarealerne forefindes

drændiger af tvivlsom karakter, varierende højde og kvalitet.

Kort 1: Afgrænsning af pilotområdet for DAPP-processen.



På kort 1 ses afgrænsningen til kote 3 i form af det lyseblå område. Den røde streg i venstre, nedre hjørne af kortet er E45. De grønne streger indikerer både risikoområderne i Randers kommune, som der er særligt fokus på i denne proces, samt kommunegrænsen mellem Randers og Norddjurs. Områderne langs fjorden, som der arbejdes med i denne proces er; Udbyhøj N og S, Albæk, Allingåbro, Uggelhuse, Randers By og hele Randers Fjord samlet. Der var tidligere i processen inkluderet yderligere områder såsom Sødring, Møllerup, bebyggelsen ved "Svinget" og flere kvarterer i Randers By. Disse blev løbende sorteret fra, da de enten havde et begrænset antal mulige løsninger eller, at de var identiske med et andet område løsningsmæssigt.

De statiske hændelser i Randers fjord anvendt i denne proces er udarbejdet af Kystdirektoratet og ses i tabel 1. Statistikkerne er anvendt som udgangspunkt for diskussionen af acceptabelt risikoniveau i den nære fremtid og på længere sigt.

Tabel 1: Højvandsstatistikker for Randers Fjord. Kilde: Kystdirektoratet

Hændelser i dag		Hændelser i 2115	
20	159 cm		
100	170 cm	100	240 cm
1000	207 cm	1000	276 cm

Tallene angiver hvad hhv. en 20, 100 og 1000 års hændelse i dag svarer til i niveau samt hvad en 100 og 1000 års hændelse i 2115 svarer til i niveau. Det ses i tabellen, at en 100 års hændelse i dag er på 170 cm, og at en 100 års hændelse i 2115 er steget til 240 cm.

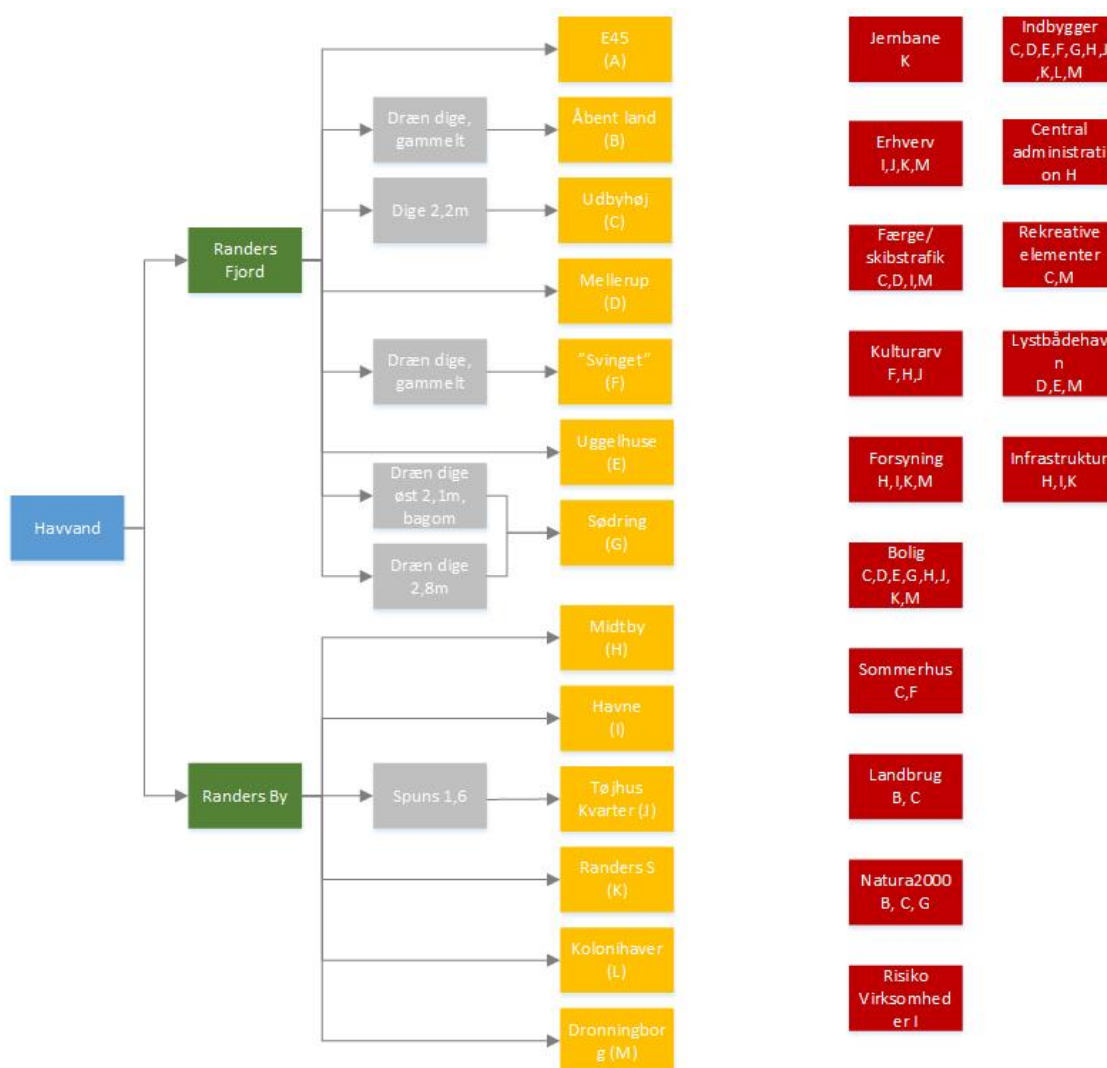
Projektet fokuserer på Randers kommunes side af Randers Fjord. Norddjurs kommune har været inddraget i processen for at sikre koordinering og et helhedsorienteret syn på udfordringerne i Randers Fjord i forbindelse med stormfloder.

Processen har fulgt trinene fra figur 1, og det følgende vil give en gennemgang af arbejdet i de forskellige trin.

Gennemgang af trin

Trin 1

En overordnet beskrivelse af det valgte område i trin 1 er foretaget gennem en Source-Pathway-Receptor tilgang, hvilken ses på figur 2.



Figur 2: Source-Pathway-Receptor figur (SPR)

Source-Pathway-Receptor figuren (SPR) giver et overblik over, hvordan vandet bevæger sig gennem pilotområdet ved en oversvømmelse fra havet. Den primære kilde til oversvømmelse, der arbejdes med i dette projekt, er oversvømmelse fra hav. Der er et todelte fokus; Randers Fjord og Randers By. Hvordan vil valgte løsninger langs Randers Fjord spille sammen med og påvirke de allerede valgte løsninger for Randers

By?

Det ses på SPR-kortet ovenfor, at der i Randers Fjord er flere oversvømmelses beskyttende foranstaltninger i form af diger. Størstedelen af de eksisterende diger er ældre og anlagt med drænformål. Disse diger er af ukendt tilstand, men de formodes at være i nedslidte. Det er derfor uvist, i hvilken grad disse drændiger vil have en risikonedsettende effekt ved en stormflod. Et enkelt dige ved Udbyhøj er anlagt som et decideret oversvømmelsesdige. Flere af fokusområderne i Randers Fjord har ikke eksisterende beskyttelsesanstalter mod oversvømmelse. Randers By har en spunsvæg, men har derudover ikke eksisterende højvandsbeskyttelse. Dog er der taget højde for beskyttelsen af Randers By gennem Klimabåndet og dens etapeplan for implementeringen af beskyttelsen. Der er således ikke fokuseret på forskellige løsningsforslag for Randers By, da disse er fastsat gennem tidligere arbejde. Fokuset er derimod på, hvordan mulige tiltag og løsninger langs fjorden vil udmønte sig i forskellige sammenhængende strategier for hele Randers Fjord inkl. Randers By. Hvordan vil de valgte tiltag i en strategi spille sammen med de valgte tiltag for Randers By? Vil der kunne nedskaleres på digehøjder eller implementeres tiltag før eller senere i forhold til den planlagte tidshorisont?

Det ses ligeledes på SPR figuren, at der forefindes en varierende række sårbarheder eller elementer af høj værdi. Bogstaverne i de røde bokse henviser til kvarteret eller byen, hvor disse elementer forekommer. Landsbyerne langs fjorden indeholder overvejende landbrug, bebyggelse, Natura2000, sommerhuse og færgefaciliteter.

Trin 2 og 3

Trin 2 er todelt med et fokus på hhv. visioner for Randers Fjord området og på at udarbejde en liste over mulige tiltag, der kan reducere risikoen for oversvømmelse ved en stormflod.

En række visioner er udvalgt til at være særlig relevante for udarbejdelsen af strategier for håndtering af risikoen for oversvømmelse ved stormflod. Særligt er der et fokus på at øge de rekreative værdier langs fjorden og sikre adgang og anvendelse af arealer langs vandet. Der er et ikke frigivet potentiale for øget naturværdi og turisme langs fjorden, som ønskes understøttet og sammentænkt gennem processen med klimatilpasning. Derudover er der vægt på byudvikling og øget bosætning i både Randers by og landdistrikterne. Klimatilpasningstiltagene må derfor ikke stå i vejen for f.eks. anlæggelse af nye erhverv eller boligområder i landsbyerne. Flere landsbyer har områder udlagt til beboelse som endnu ikke er taget i brug. En sidste vision medtaget i processen er udvikling og fastholdelse af erhverv både i Randers by og i landdistrikterne. Der er et fortsat ønske om at have en attraktiv og driftig havn i Randers samt understøtte erhverv nu og i fremtiden i landsbyerne.

Der er hentet input til listen over visioner fra bl.a. lokalplaner, kommuneplaner og udviklingsplaner – **Tjek med Signe**. I tabel 2 ses alle de visioner, der blev anset som mest relevante for arbejdet i denne proces.

Tabel 2: Visioner for Randers Fjord

Udvalgte visioner

- Øge naturværdi langs fjorden
- Friluftsliv og rekreative muligheder udfoldes
- Byen til vandet (byudvikling i Randers)
- Øget turisme langs fjorden
- Udvikle og fastholde erhverv (Havn)
- Øget bosætning i landdistrikter

Dernæst er der gennemført en brainstorm over mulige klimatilpasningstiltag og løsninger for de forskellige interesseområder. I tabellen 3 ses oplistede tiltag, som under arbejdet var opdelt i tre kategorier; forebyggelse, beskyttelse og beredskab. Tiltagene kan lettere sættes i relation til hinanden, til at afdække de mange muligheder, der er for at nedsætte risikoen i et område og bruge dette som et hjælpende redskab til at planlægge klimatilpasningen og risikohåndteringen.

Tabel 3: Liste over brainstorm af klimatilpasningstiltag med områdemarkering.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
TILBAGETRÆKNING SAMLET STRATEGI (KYSTSKRÆENTER)	x										
TILBAGETRÆKNING/ TILBAGESKUDT DIGE	x										
PASSIV TILBAGETRÆKNING	x										
OPKØB AF AREALER/OPSIG LEJEKONTRAKT	x						x			x	
LEVE MED RISIKOEN			x	x		x	x	x			x
DELVIS TILBAGETRÆKNING				x			x				x
PLANLÆGNING FOR RESILIENT BENYTTELSE					x	x	x			x	
REVURDERE MULIGHED FOR FREMtidig UDBYGNING	x	x									
STORMFLODSBARRIERE	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
FORHØJE VEJ/STI		x		x			x		x	x	x
FORHØJE/ STYRKE DIGER	x	x	x					x		x	x
ETABLERE DIGER	x	x	x	x			x			x	
SANDFODRING FORAN DIGER (OVERGAARD)		x									
OBJEKTBEKYTTELSE/SKOTTER			x				x	x		x	x
SIKRE E45									x		
STORMFLODSBARRIERE MED PUMPE	x		x	x	x	x	x	x	x	x	
FLØJDIGER		x								x	
SIKRING MLM HØJE I UDBYHØJ											
KLIMABROEN (DÆMNING)					x						
KLIMABÅNDET ETAPE 1					x						
KLIMABÅNDET ETAPE 2					x						
KLIMABÅNDET SYDØST DIGET						x					
KLIMABÅNDET SYDVEST DIGET						x					
KONTRAKLAP VANDLØB	x									x	
EVAKUERINGSPLAN		x		x			x		x	x	x
LOKALT BEREDSKAB		x	x	x		x	x			x	x
MOBILE DIGER		x			x					x	
MIDLERTIDIGE LØSNINGER					x					x	x

Tabel 4: Talnøgle for områder i tabel XX.

Område	Hele Randers Fjord	Udbyhøj	Albæk	Uggelhuse	Rds. by nord	Rds. By syd	Hvidemølle	Dronningborg	E45	Allingåbro	Udbyhøj S
Tal	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

I tabel 3 ses en lang række ideer, der dækker over risikoreducerende tiltag. Disse er i tabellen geografisk refereret via talnøglen i tabel 4. Det er i brainstormen arbejdet med, hvilke tiltag der vil kunne fungere i de forskellige udvalgte områder. Eftersom dette er en brainstorm, så er implementeringsmulighederne for listen af tiltagene ikke kvalitetstjekket. Det er muligt, at flere tiltag ikke vil være hensigtsmæssige at implementere i nogle af de udvalgte områder.

Trin 4

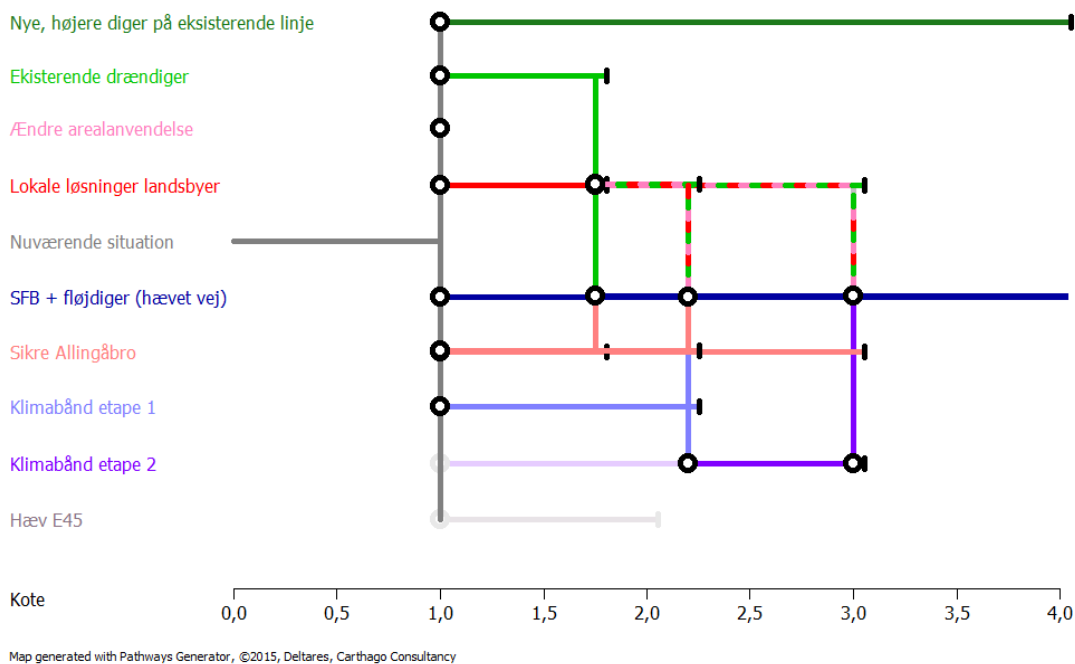
Der er udarbejdet en række DAPP-kort, der hhv. dækker over mulighederne for adaptiv planlægning i udvalgte landsbyer langs fjorden, Randers by samt området samlet set fra fjordens udmunding ved havet til E45 motorvejen bag Randers by.

Brainstormen over tiltag i tabel 3 er anvendt til at udvikle potentielle klimatilpasningsstrategier for Randers Fjord. Der er inden udarbejdelsen af DAPP-kortene arbejdet med levetiden og implementeringstiden for de forskellige tiltag, så det er muligt at vurdere, hvornår de tidligst kan introduceres tidsmæssigt i kortene. DAPP-kortene indeholder en serie af enten kombinerede eller sekvenserede tiltag, der adresserer Randers Fjords sårbarheder overfor oversvømmelse. De illustrerer beslutninger, der skal tages for at håndtere risikoen for oversvømmelse samt til hvilken kote, at de enkelte tiltag er effektive.

Tiltagene er kombineret i en logisk og konsekvent sæt af kombinationer, der samler lignende tiltag, hvorimod ulogiske kombinationer er udeladt. Kombinationerne er udvalgt på baggrund af, at de tilbyder både robuste og fleksible måder, at nå det ønskede mål på. Ønsket i denne proces er at identificere både robuste og fleksible stier. Med robust menes, at stien vil tilstrækkeligt adressere de usikkerheder, der er i både systemet og til nogen grad de usikkerheder klimaændringerne medfører. Med fleksible stier menes, at det er muligt at holde mulighederne åbne så længe som muligt eftersom mere information bliver tilgængelig, og at der kan ændres sti uden for store omkostninger.

For at hjælpe med visualiseringen, så er tiltagene farvekodet ens på alle DAPP-kort og kortene er organiseret så de mest effektive muligheder er i midten. Dette resulterer ofte i, at stier vil begynde i siderne og arbejde sig ind mod midten. Enkelte linjer er gennemsigtige i begyndelsen, hvilket skal illustrere, at det ikke er muligt at implementere dette tiltag, før enten andre tiltag er implementeret eller, før en vis kote er nået.

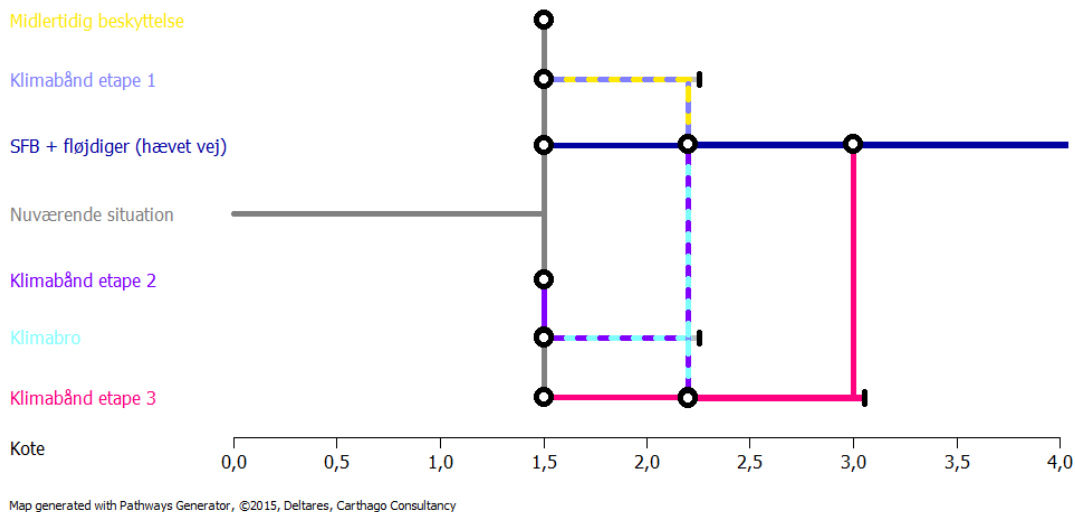
Dette er på ingen måde en utømmelig liste. Nogle kombinationer er fravalgt for at gøre kortene mere overskuelige.



Figur 3: DAPP kort Randers Fjord.

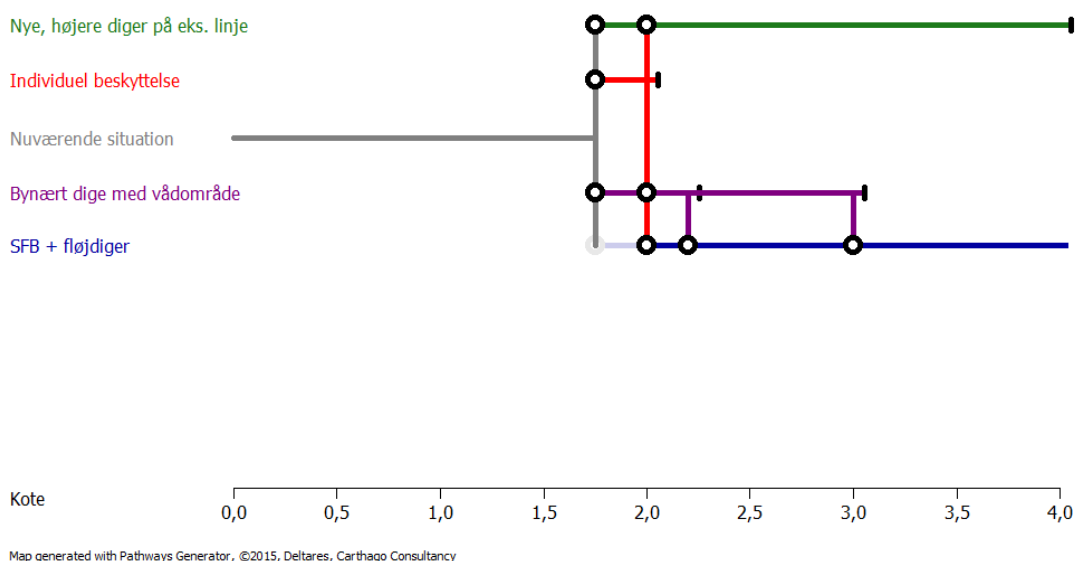
Det samlede DAPP-kort for Randers Fjord viser, at der er flere mulige stier at vælge for at nå til et beskyttelsesniveau på kote 4. Det samlede DAPP-kort er i høj grad udarbejdet på baggrund af alle de særskilte DAPP-kort for de forskellige byer.

En mulig sti er at anlægge nye, højere diger langs hele fjorden på den eksisterende drændigelinje. En anden sti er at bibeholde de eksisterende drændiger og kombinere dette tiltag med ændret arealanvendelse af matrikler i det åbne land langs fjorden og have lokale skræddersyede løsninger. Dette vil forventeligt fungere under de kendte forhold til en kote 3. Dernæst kan en stormflodsbarriere med tilhørende fløjdiger anlægges. I dette scenarie vil Allingåbro og Randers muligvis have behov for yderligere sikring inden, at stormflodsbarrieren anlægges. Det kræver yderligere undersøgelser at fastlægge, hvad de ændrede arealanvendelser i områder til planlagt oversvømmelse vil give af større kapacitet i fjorden ved en stormflod.



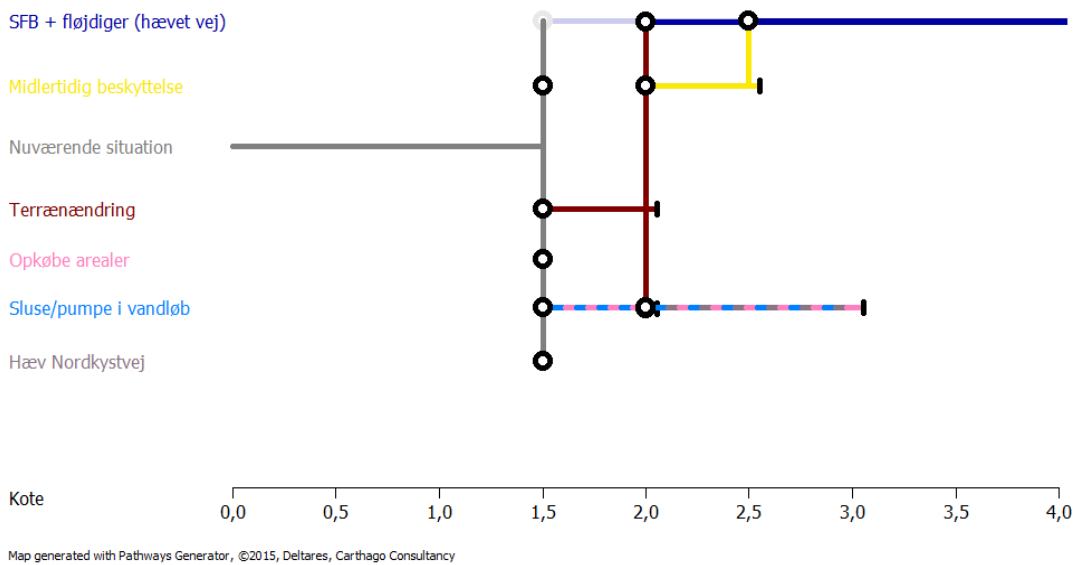
Figur 4: DAPP kort Randers By.

Mulighederne for oversvømmelseshåndtering i Randers by er undersøgt gennem tidligere projekter derfor er tiltagene samlet under klimabånd etape 1, 2 og 3. Dette DAPP-kort afspejler derfor i høj grad de valg, som allerede er truffet for Randers By. Det er muligt at skifte til stormflodsbarrieren ved både kote 2 og 3. Dette valg vil afspejle udviklingen i stormfloder, og det er muligt at være fleksibel her som mere viden opnås.



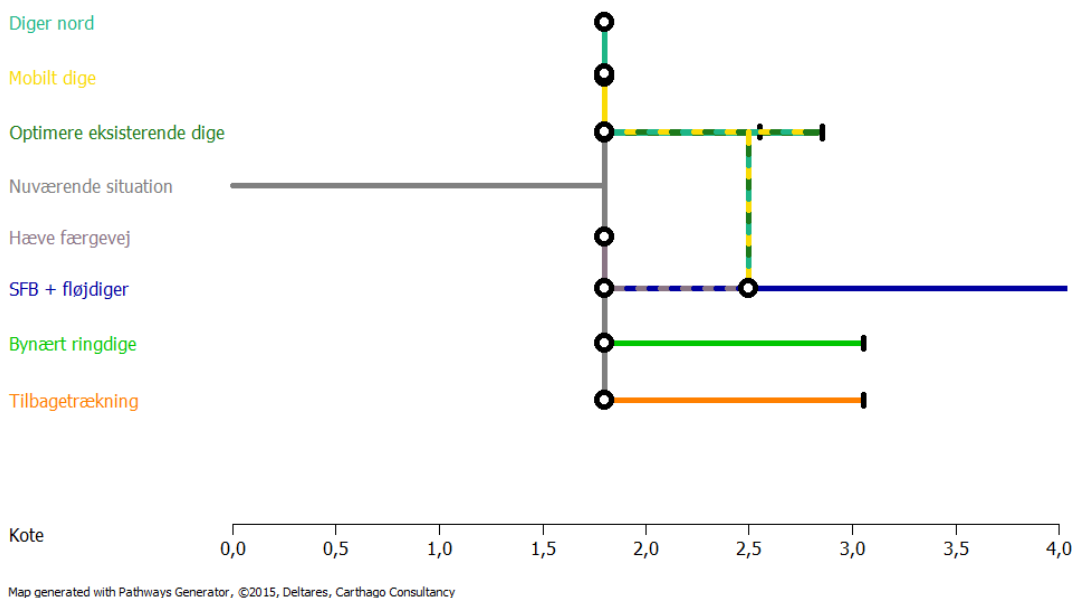
Figur 5: DAPP kort Albæk

DAPP-kortet for Albæk viser to klare stier. Begge stier påbegyndes med individuel beskyttelse af særlig udsat bebyggelse for at købe tid til implementering af næste tiltag. Derefter splitter stierne op, hvor den ene indeholder et bynært dige med et tilhørende rekreativt vådområde. Denne sti kan fortsætte til kote 3 eller skifte til en stormflodsbarriere både ved kote 2 og 3. Det er også muligt at gå direkte fra den individuelle beskyttelse til stormflodsbarrieren for at mindske tiltag i nærområderne. Den anden sti er at anlægge nye, højere diger på den eksisterende drændigelinje.



Figur 6: DAPP kort Allingåbro, Norddjurs.

Kortet for Allingåbro har to klare stier. Enten påbegyndes med terrænændring med efterfølgende midlertidig beskyttelse inden anlæggelsen af stormflodsbarriere med tilhørende fløjdiger. Det er også muligt at udelade den midlertidige beskyttelse for at gå direkte til anlæggelsen af stormflodsbarrieren. En anden klar sti er opkøbe arealer i forbindelse med en sluse/pumpe i vandløb. Derudover skal der taget højde for Nordkystvejen.



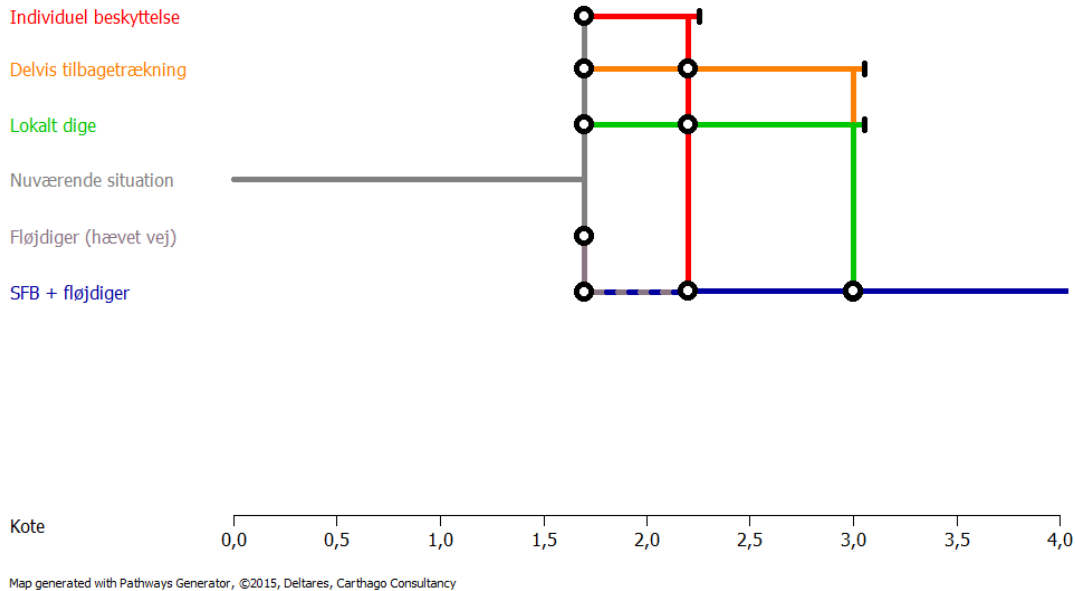
Figur 7: DAPP kort Udbyhøj N.

Udbyhøj er opdelt i S og N, da den er delt af kommunegrænsen. Kortet her dækker over mulige sekvenserede tiltag i Udbyhøj N i Randers kommune.

Tilbagetrækning står som et særskilt tiltag, og det refererer til en delvis tilbagetrækning af Udbyhøj. Dele af

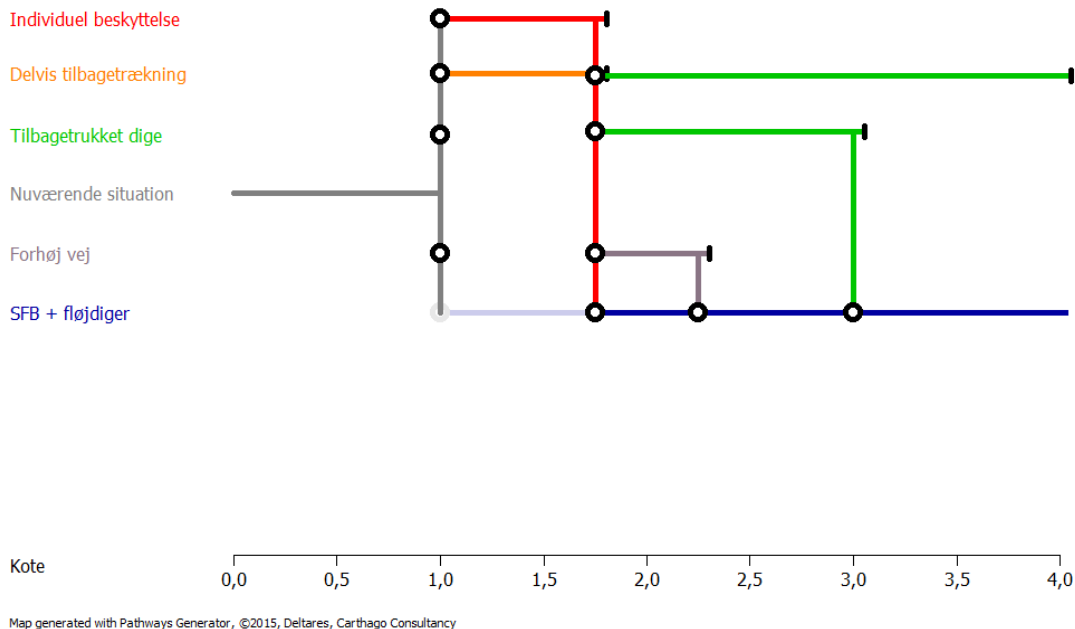
byen er placeret højt i terrænet, så det drejer sig udelukkende om de lavtliggende boliger.

Diger i nord kombineret med et mobilt dige og en optimering af det eksisterende dige vil kunne beskytte til kote 2,75. Stien herefter kan fortsætte med en stormflodsbarriere.



Figur 8: DAPP kort Udbyhøj S, Norddjurs kommune.

I Udbyhøj S er det muligt at enten begynde med individuel beskyttelse, og derefter vælge enten delvis tilbagetrækning af særligt sårbare boliger eller anlæggelsen af et lokalt dige. Herefter kan der skiftes sti ved forskellige koter, hvis det er ønsket at have en endelig beskyttelseskote over 3.



Figur 9: DAPP kort Ugghuse

Uggelhuse stien for DAPP-kort kan enten begynde med en individuel beskyttelse af de huse, som er placeret foran vejen parallel med kysten eller med en tilbagetrækning af disse huse. Herefter er det enten muligt at anlægge et tilbageskudt dige, at forhøje vejen eller at anlægge en stormflodsbarriere ved Udbyhøj med tilhørende fløjdiger.

De præsenterede DAPP-kort viser, at der er flere mulige strategier for håndteringen af oversvømmelsesrisikoen i Randers Fjord.

Ud af arbejdet med DAPP-kortet er fem strategier for håndtering af oversvømmelsesrisikoen for Randers fjord fremkommet. Andre strategier kan identificeres af arbejdet, men det er valgt at gå videre med disse fem, da de repræsenterer en række mere forskellige alternativer. Disse fem strategier vil blive præsenteret i det følgende.

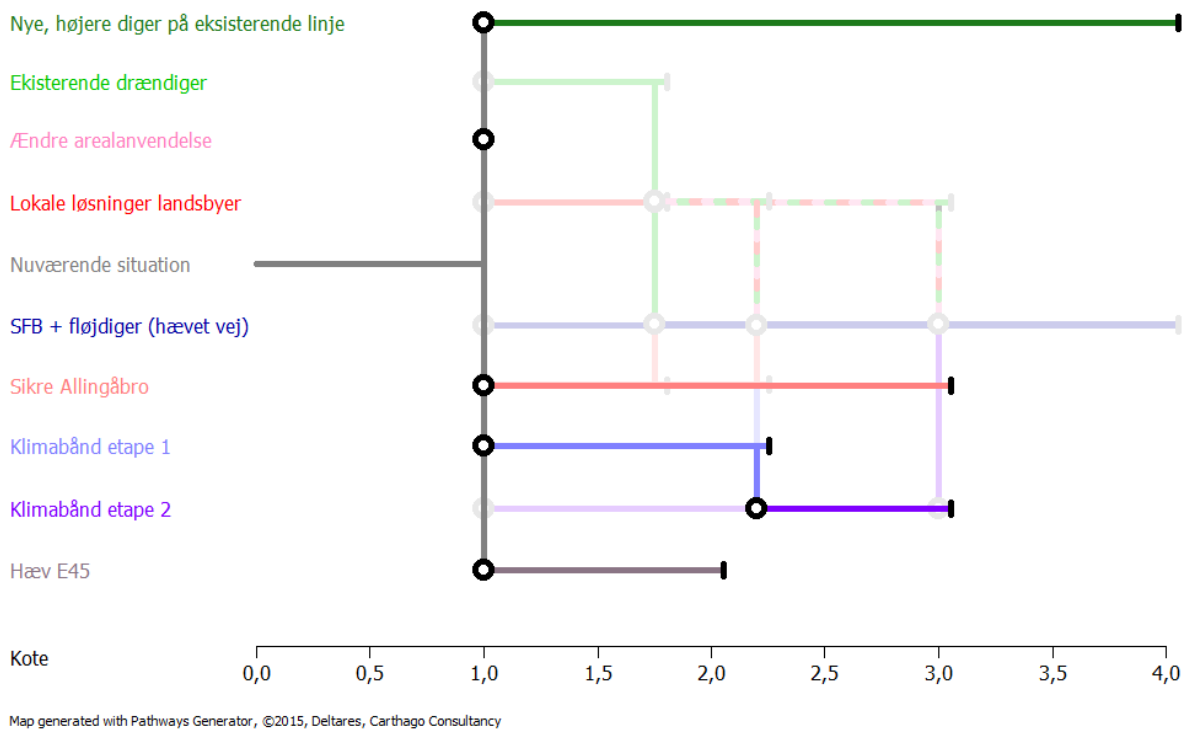
Præsentation af strategier

Strategi 1



Fokusset i strategi 1 er at holde vandet ude ved at barrikade arealerne langs fjorden med diger. Den eksisterende digelinje langs fjorden bestående af drændiger vil blive fjernet og erstattet af nye diger, så beskyttelse vil være op til kote 3. De eksisterende diger er af tvivlsom kvalitet, men det kan være muligt at anvende materialerne fra disse diger til anlæggelsen af de nye. De eksisterende diger er i nogle tilfælde anlagt nær vandkanten, hvorfor det vil være nødvendigt at indrykke digelinjen på nogle arealer. Dette vil sikre, at de ikke undermineres og forfalder ved en accelererede rate.

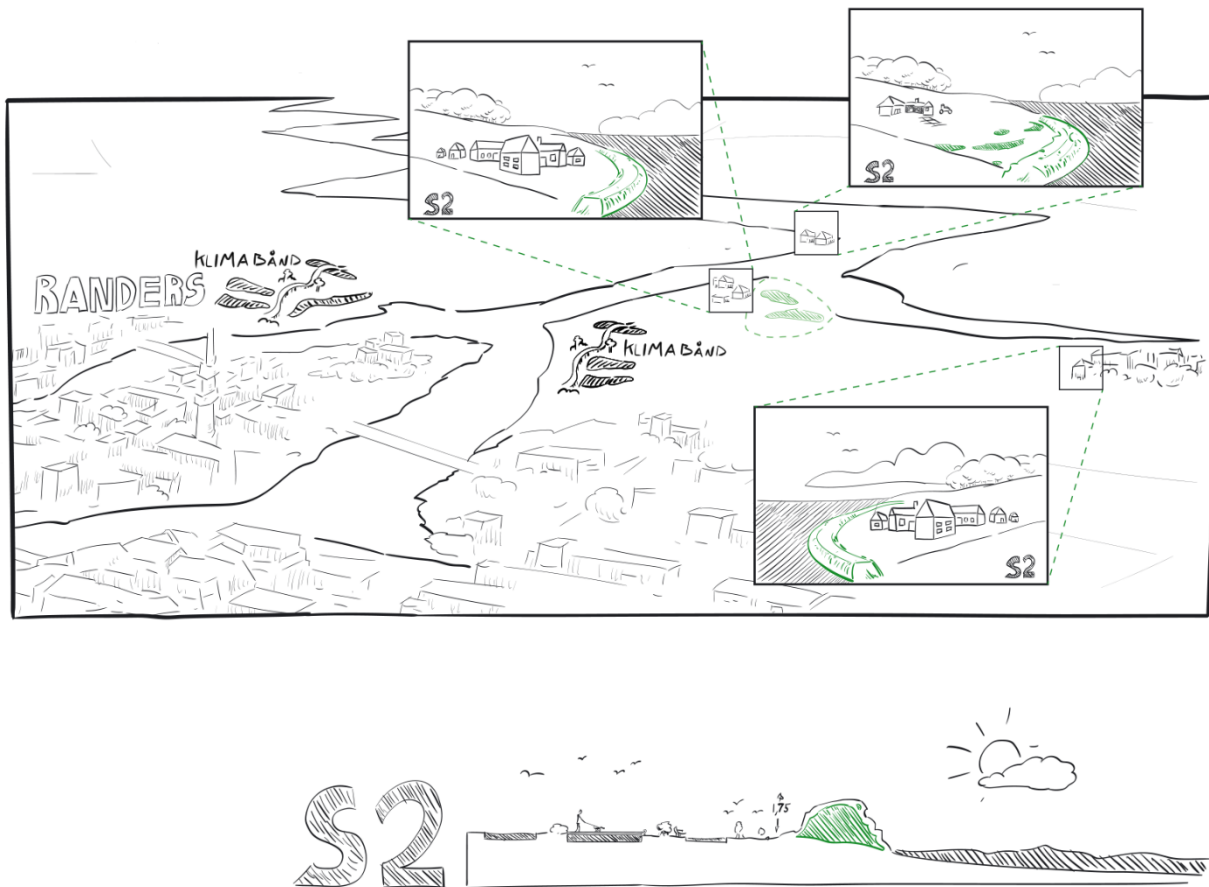
Tiltag
Hæve E45
Sikre Allingåbro (kote 3)
Klimabånd etape 1+2+3 (kote 3)
Nye diger på eksisterende digelinje (kote 3)



Figur 10: S1

På figur 10 ses DAPP-kortet med de tiltag tilhørende til strategi 1 fremhævet. De resterende tiltag er nedtonet.

Strategi 2



Strategi 2 arbejder med lokale løsninger, og der vil modsat strategi 1 ikke være en beskyttelse af åbne arealer. Denne strategi vil påbegynde med arbejdet omkring de eksisterende drændiger. De har i dag en forventet beskyttelse fra oversvømmelse op til kote 1,75. Det er dog med det store forbehold, at tilstanden på digerne er af varierende kvalitet, så der er et behov for at digerne vil blive monitoreret. De eksisterende drændiger optimeres ikke, men der arbejdes i stedet for at ændre arealanvendelsen på nogle landbrugsarealer for at opnå arealer, der kan tåle oversvømmelse og således udvide kapaciteten i fjorden ved en oversvømmelse. Disse arealer med en ændret anvendelse vil arbejde mod en øget naturværdi og rekreativ værdi langs fjorden med mere adgang til vandet. Landsbyerne langs fjorden vil skulle klimatilpasse sig lokalt og de lokale løsninger vil kunne differentiere fra sted til sted afhængigt af mulighederne for løsninger. Der skal arbejdes med skræddersyede lokale løsninger i de mindre landsbyer for at reducere risikoen for oversvømmelse.

Tiltag

Hæve E45

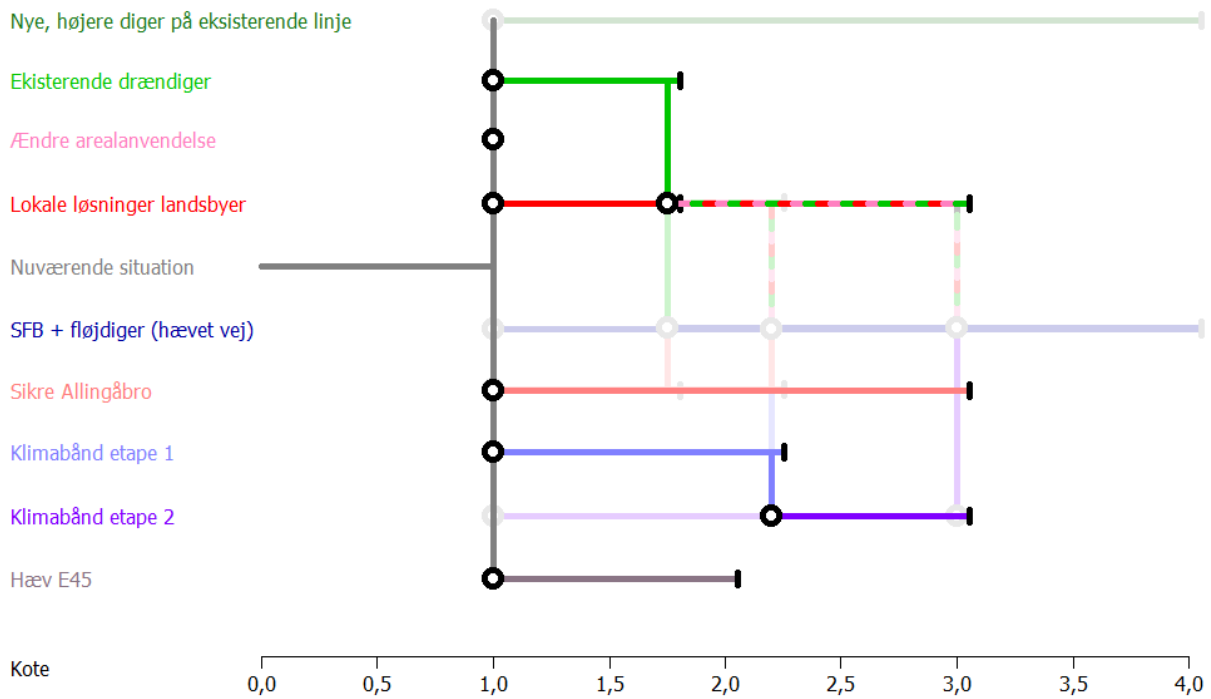
Sikre Allingåbro (kote 3)

Klimabånd etape 1+2+3 (kote 3)

Eksisterende drændiger (kote 1,75)

Lokale løsninger landsbyer (kote 3)

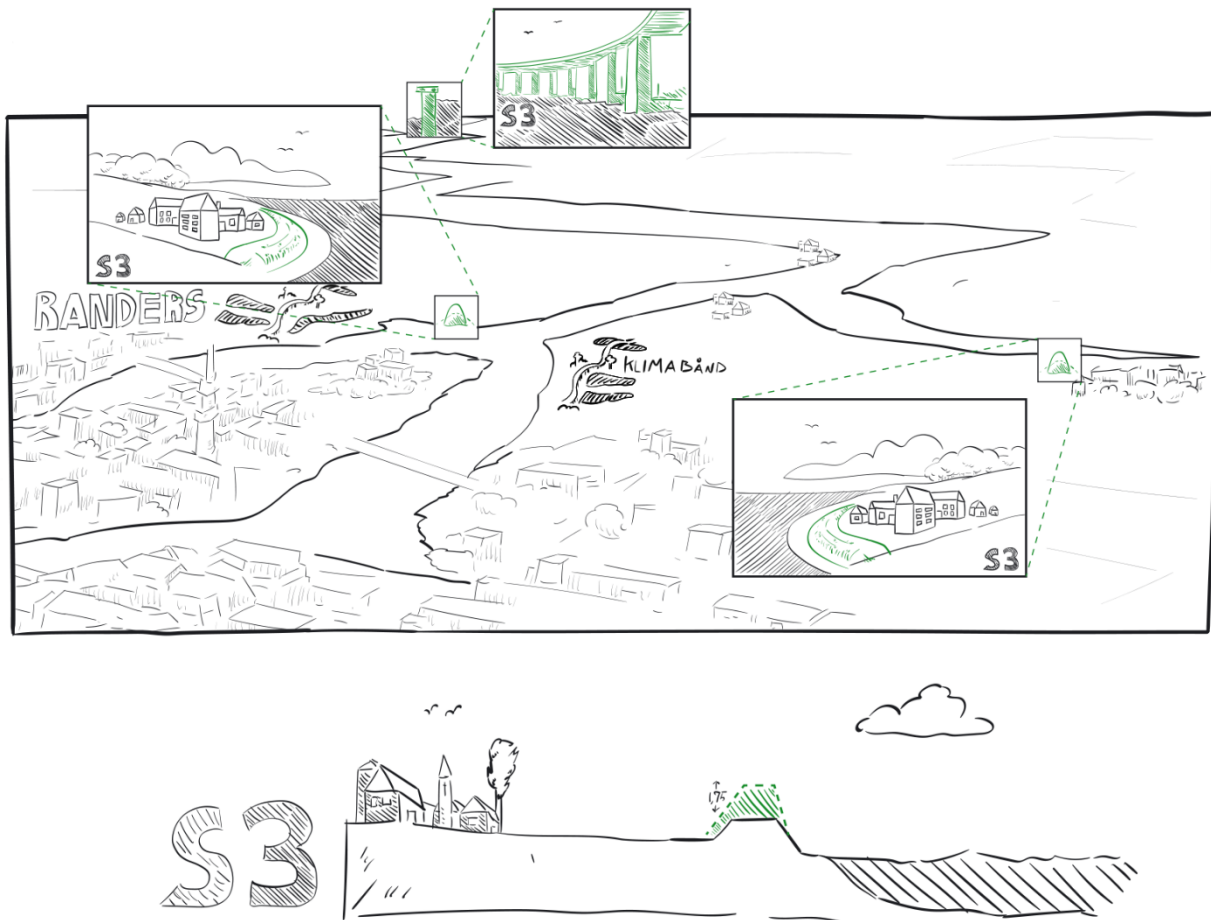
Ændre arealanvendelse (kote 3)



Figur 11: S2

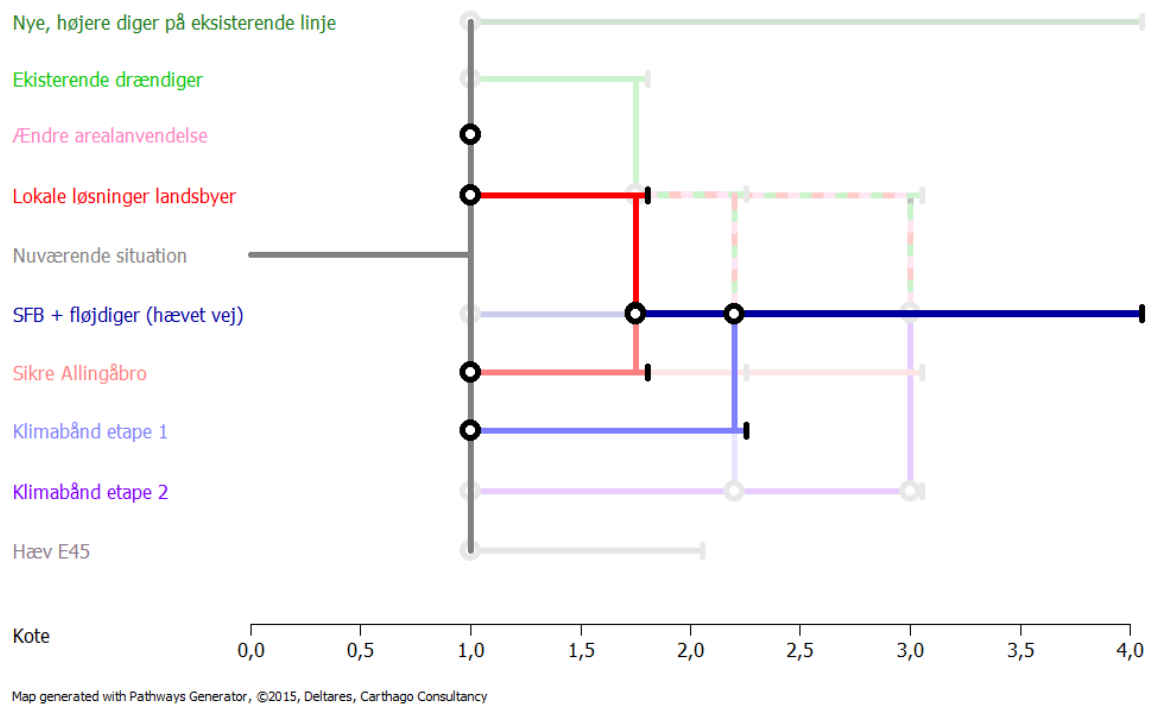
På figur 11 ses DAPP-kortet med de tiltag tilhørende til strategi 2 fremhævet. De resterende tiltag er nedtonet.

Strategi 3



Fokuset for strategi 3 er at få anlagt en stormflodsbarriere indenfor den korteste mulige tidshorisont. Det er i strategien ikke fastsat, hvor beliggenheden af stormflodsbarrieren vil være. Dette skal undersøges yderligere, men der er i processen overvejende arbejdet med en placering ved Udbyhøj. Eftersom der er foretaget en beslutning om en forholdsvis hurtig anlæggelse af en stormflodsbarriere, vil de tiltag, som der er nødvendige, i perioden inden stormflodsbarrieren er funktionsdygtig, være mindst mulige omfattende samt forstyrrende i landskabet. De lokale løsninger og diger bygges til kote 1,75, hvilket svarer til en 100-årshændelse i dag, som er på 175 cm. Der investeres mindst muligt i tiltag i den korte tidshorisont for ikke at overimplementere eller overinvestere.

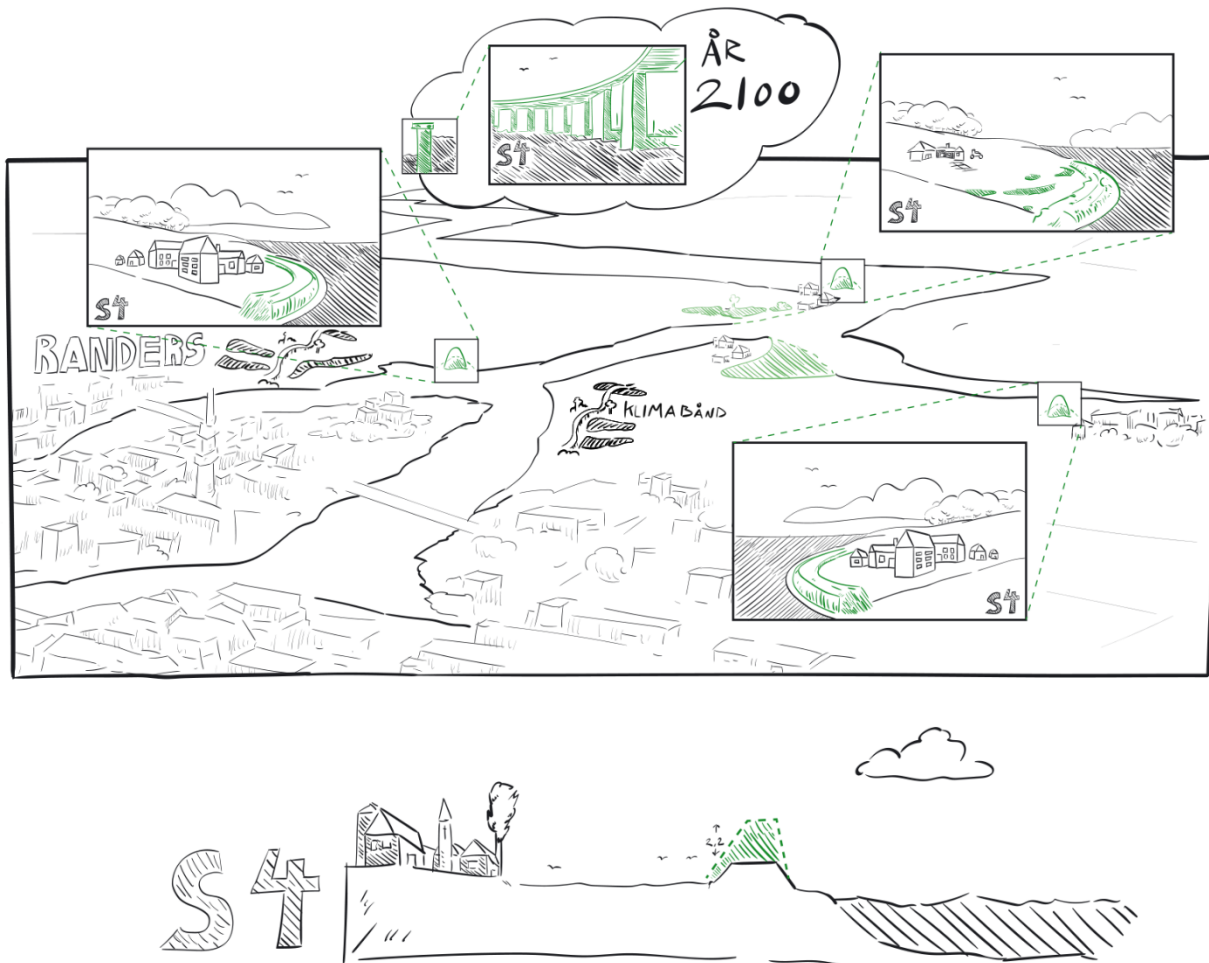
Tiltag
Klimabånd etape 1
Sikre Allingåbro (kote 1,75)
Lokale løsninger landsbyer (kote 1,75)
Stormflodsbarriere med fløjdiger (kote 4)



Figur 12: S3

På figur 12 ses DAPP-kortet med de tiltag tilhørende til strategi 3 fremhævet. De resterende tiltag er nedtonet.

Strategi 4



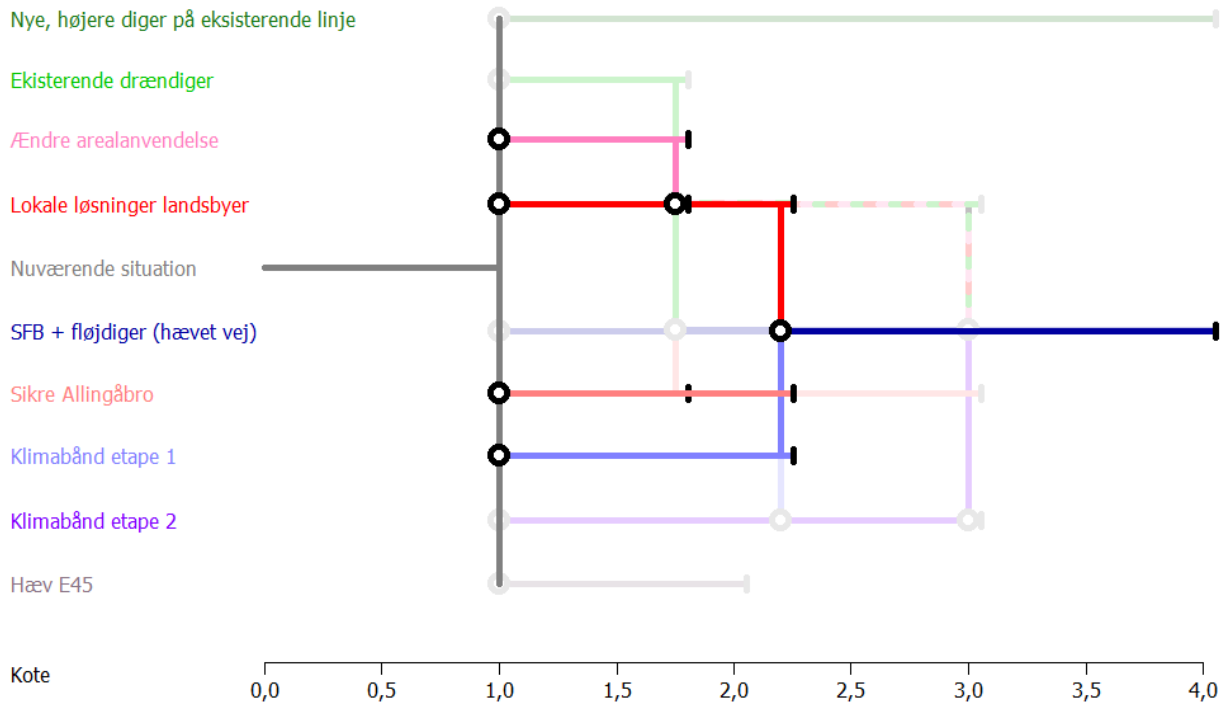
Overordnet beror strategi 4 på, at vi skubber investeringen i stormflodsbarrieren fremad, så længe som forsvarligt muligt. Det er vedtaget, at stormflodsbarrieren skal etableres - det er dog usikkert hvornår. Derfor indeholder denne strategi ligeledes en række tiltag, som nedsætter risikoen for oversvømmelse væsentligt inden, at stormflodsbarrieren er bygget.

Tiltag

Klimabånd etape 1
Sikre Allingåbro (kote 2,2)
Ændre arealanvendelse
Lokale løsninger landsbyer (kote 2,2)
Stormflodsbarriere med fløjddiger (kote 4)

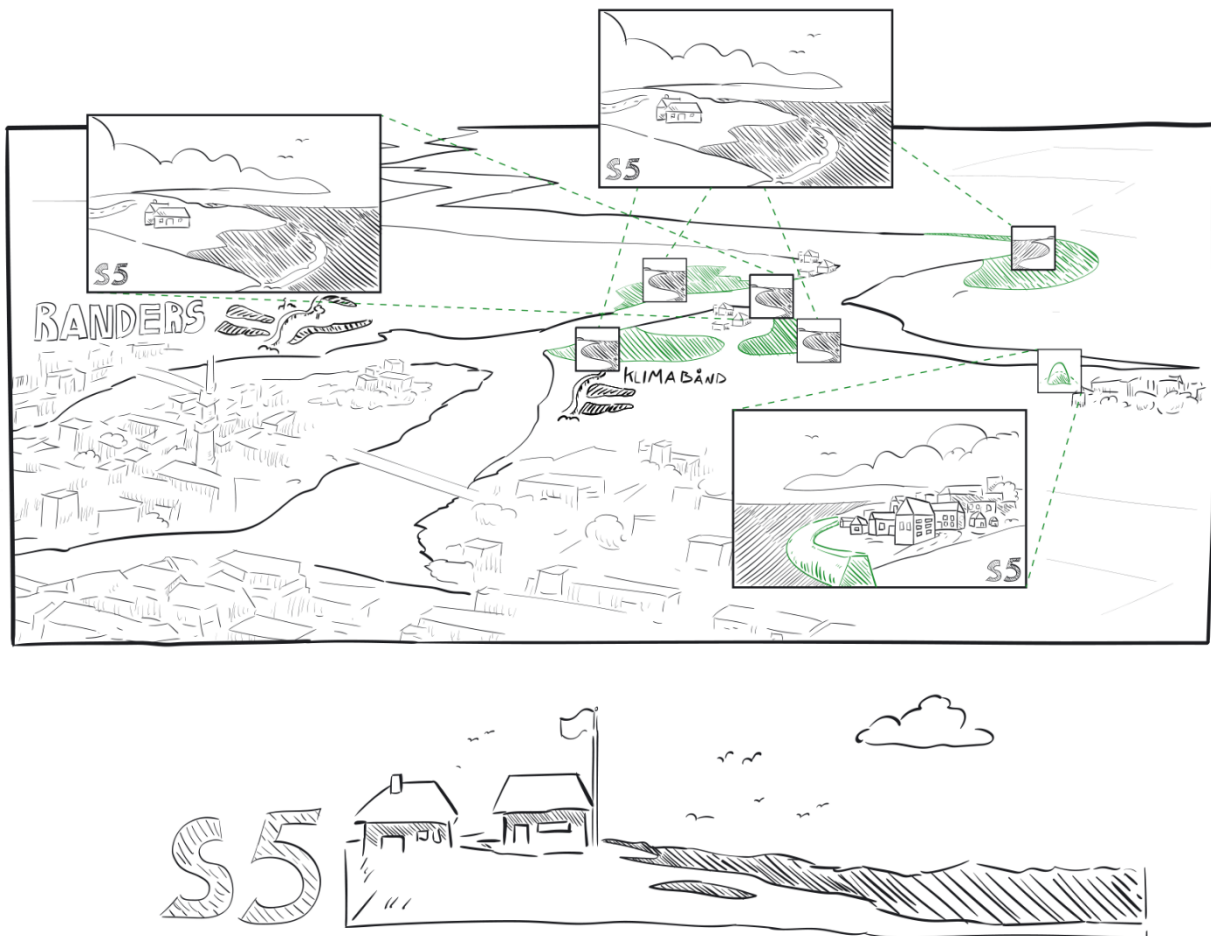
Tiltagene er i høj grad lig tiltagene i strategi 3, men beskyttelsesniveauet er hævet væsentligt for at nærme vandstands niveauerne for en 100-årshændelse i 2115 på 240 cm. Der kan forekomme overinvestering med denne strategi, da tiltag bygget inden stormflodsbarrieren anlægges vil være af større karakter. Digerne vil kunne ses i landskabet, og der er i strategien ikke medregnet, at disse diger fjernes, når stormfloden er i fuld drift. Der vil således på meget lang sigt være nogle overflødige tiltag, der kan have en indflydelse på herlighedsværdien langs fjorden. Denne strategi vil givetvis også være en af de dyrere grundet en højere sikring inden stormflodsbarrieren er i drift.

Figur 13: S4



På figur 13 ses DAPP-kortet med de tiltag tilhørende til strategi 4 fremhævet. De resterende tiltag er nedtonet.

Strategi 5



Strategi fem skiller sig ud ved at være den strategi, hvor færrest tiltag implementeres. Strategien fokuserer udelukkende på beskyttelse af de større byer langs fjorden; Randers og Allingåbro. De eksisterende drændiger langs fjorden optimeres ikke, hvilket medfører en med tiden faldende beskyttelse langs fjorden i områder med drændiger. Landsbyerne langs fjorden vil ikke blive yderligere beskyttet mod oversvømmelse, udover hvad der i dag er af eksisterende, implementerede tiltag.

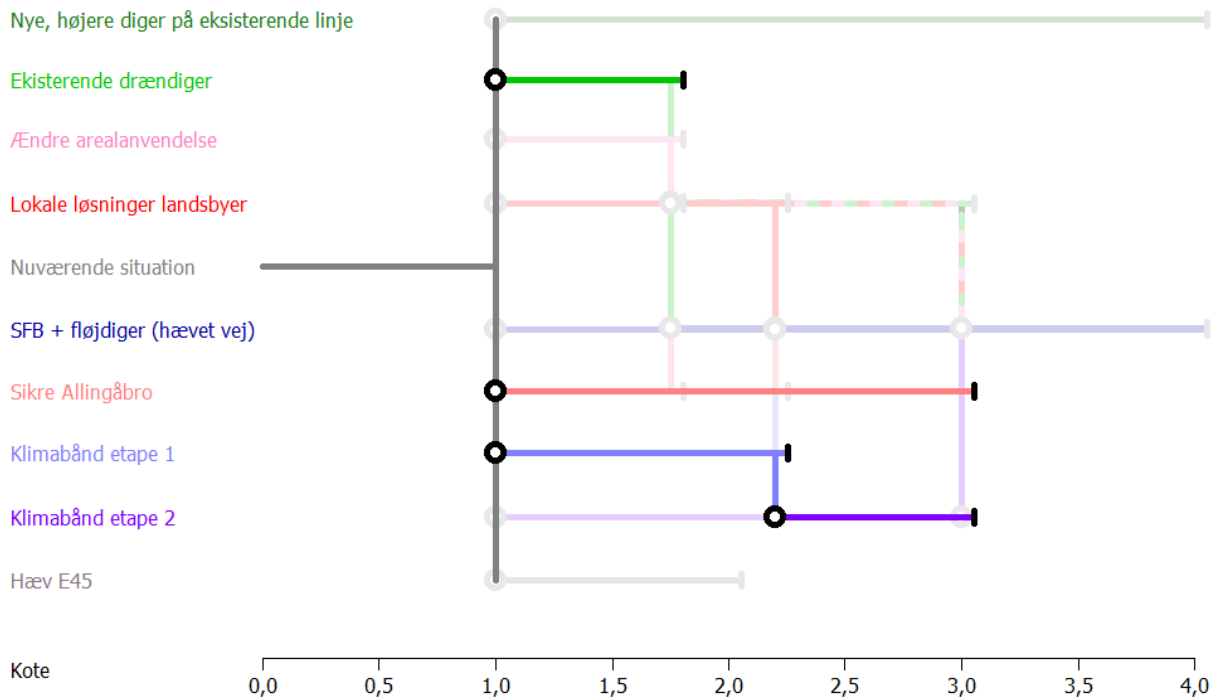
Denne strategi fokuserer på byområder med de største samlinger af værdier. Strategien er den mindst ressourcekrævende for kommunen, da den ligger op til en større egen indsats fra landdistrikterne. Ulempen ved denne strategi er den manglende ensretning og styring af tiltagene langs fjorden, hvilket kan medføre en mere laissez-faire tilgang til oversvømmelsesbeskyttelse med større risiko for over eller under implementering af tiltag.

Tiltag

Eksisterende drændiger (kote 1,75)

Sikre Allingåbro (kote 3)

Klimabånd etape 1+2+3 (kote 3)



Figur 14: S5

På figur 14 ses DAPP-kortet med de tiltag tilhørende til strategi 5 fremhævet. De resterende tiltag er nedtonet.

Fem lovende strategier er udvalgt, som skal analyseres og evalueres yderligere, før det er muligt at vurdere, hvilken der bedst vil kunne opfylde behovene for langsigtet oversvømmelsesbeskyttelse for Randers Fjord. Dette vil foregå gennem en Multikriterie analyse.

Multi Kriterie Analyse

Trin 5

I denne mere kvalitative proces er det nødvendigt at vurdere strategierne på baggrund af en bredere vifte af fordele og ulemper. En sådan evaluering kan foretages ved hjælp af en Multi Kriterie Analyse (MCA). MCA værktøjer understøtter sammenligning af forskellige strategier på baggrund af multidimensionelle kriterier. Der findes en lang række MCA tilgange, de har alle tilfælles, at de arbejder med strategier, og at de alle kræver en type bedømmelse ofte ved at anvende forskellige vægtninger på forskellige kriterier.

Man ville ideelt set have etableret et bredt sæt af kriterier og vægtninger på baggrund af en interessant inddragelsesproces, men det har ikke været muligt i denne proces grundet tidslinjen og tilgængelige ressourcer. De valgte kriterier er her oplistet i vilkårlig rækkefølge med deres tilhørende vægtning i parentes;

- Mere plads til naturen (12%)
- Rekreativ adgang til natur/vand (14%)
- Bedre vandmiljø (10%)
- Anlæg - og driftsøkonomi (12%)
- Hurtig risikoreducerende effekt (8%)
- Mulighed for justering af strategi (16%)
- Lokaludvikling og turisme i landdistrikter (6%)
- Differentierede lokale tilpasninger - lokalt ejerskab (8%)
- Flere anvendelser af klimatilpasning (14%)

Enkelte af kriterierne kræver en uddybende beskrivelse. "Hurtig risikoreducerende effekt" omfatter, at nedsættelsen af risikoen for oversvømmelse skal forekomme indenfor en kort tidsramme. Behovet for omgående oversvømmeshåndtering i Randers Fjord medfører, at den risikoreducerende effekt af en strategi skal kunne ses med det samme.

"Mulighed for justering af strategi" dækker over, at strategierne skal være fleksible, og at en strategi ikke fører til "point of no return", hvor det ikke er muligt at skifte til en anderledes strategi.

"Differentierede lokale tilpasninger – lokalt ejerskab" betyder, at de enkelte landsbyer skal kunne implementere skræddersyede løsninger, der bl.a. understøtter udviklingen og geografien i området.

I denne MCA tilgang er scorerne tildelt fra -5 til 5 inklusiv anvendelsen af værdien 0 ved en ikke målbar effekt. En negativ score er tildelt, hvis en strategi vil forhindre eller forringe indfrielsen af et kriterie. Kriterierne er tildelt en vægtning, hvor det i denne proces ikke er muligt at give et kriterie en vægtning på 0, da det kriterie således vurderes til ikke at være relevant for denne analyse. Både scoringer og vægte er blevet bestemt via ekspertvurdering, men disse ville ideelt set være fastlagt sammen med interessenter.

Tabel 5: Kriterier for Multikriterie analyse

Kriterie	S1	S2	S3	S4	S5
Mere plads til naturen	-2	5	-2	5	-1
Rekreativ adgang til natur/vand	3	4	0	3	0
Bedre vandmiljø	0	4	0	2	0
Anlæg - og driftsøkonomi	-4	-3	-5	-4	-2
Hurtig risikoreducerende effekt	3	3	4	2	1
Mulighed for justering af strategi	-3	3	-4	4	0
Lokaludvikling og turisme i landdistrikter	1	3	2	3	-2
Differentierede lokale tilpasninger - lokalt ejerskab	0	3	0	1	0
Flere anvendelser af klimatilpasning	2	4	-4	-2	2
SUM	0	26	-9	14	-2

Resultatet af Multikriterie analysen, inden vægtningen er tillagt, ses i tabel 5. Her er strategi 2 og strategi 4 de strategier, der bedst opfylder visionerne for Randers Fjord samtidigt med, at de håndterer risikoen for oversvømmelse. Dog er det ikke de to strategier, der scorer højest på kriteriet "Hurtig risikoreducerende effekt".

Resultatet af Multikriteria analysen, med vægtning af kriterier, ses i de nedenstående tabeller.

Strategi 1

Kriterie	Score
Mere plads til naturen	-2
Rekreativ adgang til natur/vand	3
Bedre vandmiljø	0
Anlæg - og driftsøkonomi	-4
Hurtig risikoreducerende effekt	3
Mulighed for justering af strategi	-3
Lokaludvikling og turisme i landdistrikter	1
Differentierede lokale tilpasninger - lokalt ejerskab	0
Flere anvendelser af klimatilpasning	2
Gennemsnit med vægtning	★★
Andre parametre	Kommunalt initiativ

Strategi 2

Kriterie	Score
Mere plads til naturen	5
Rekreativ adgang til natur/vand	4
Bedre vandmiljø	4
Anlæg - og driftsøkonomi	-3
Hurtig risikoreducerende effekt	3
Mulighed for justering af strategi	3
Lokaludvikling og turisme i landdistrikter	3
Differentierede lokale tilpasninger - lokalt ejerskab	3
Flere anvendelser af klimatilpasning	4
Gennemsnit med vægtning	★★★★★
Andre parametre	Kommunalt initiativ, muligheder for medfinansiering

Strategi 3

Kriterie	Score
Mere plads til naturen	-2
Rekreativ adgang til natur/vand	0
Bedre vandmiljø	0
Anlæg - og driftsøkonomi	-5
Hurtig risikoreducerende effekt	4
Mulighed for justering af strategi	-4
Lokaludvikling og turisme i landdistrikter	2
Differentierede lokale tilpasninger - lokalt ejerskab	0
Flere anvendelser af klimatilpasning	-4
Gennemsnit med vægtning	
Andre parametre	Kommunalt initiativ

Strategi 4

Kriterie	Score
Mere plads til naturen	5
Rekreativ adgang til natur/vand	3
Bedre vandmiljø	2
Anlæg - og driftsøkonomi	-4
Hurtig risikoreducerende effekt	2
Mulighed for justering af strategi	4
Lokaludvikling og turisme i landdistrikter	3
Differentierede lokale tilpasninger - lokalt ejerskab	1
Flere anvendelser af klimatilpasning	-2
Gennemsnit med vægtning	★★★★
Andre parametre	Kommunalt initiativ

Strategi 5

Kriterie	Score
Mere plads til naturen	-1
Rekreativ adgang til natur/vand	0
Bedre vandmiljø	0
Anlæg - og driftsøkonomi	-2
Hurtig risikoreducerende effekt	1
Mulighed for justering af strategi	0
Lokaludvikling og turisme i landdistrikter	-2
Differentierede lokale tilpasninger - lokalt ejerskab	0
Flere anvendelser af klimatilpasning	2
Gennemsnit med vægtning	★★
Andre parametre	Privat initiativ

Det ses i tabellerne, at strategi 2 fortsat scorer højest også efter at vægtningerne af kriterierne er indregnet. Der er andre hensyn at tage højde for, som ikke er medtaget i analysen. Det er kriterier, som ikke er valgt, men som er interessante for valg af strategi. I det ovenstående er oplyst scorerne for hvert kriterie, den samlede score med vægtning samt andre forhold, der har en indflydelse på valg af strategi.

Baseret på Multi Kriterie Analysen er det muligt at se, at Strategi 2 er den mest kosteffektive på baggrund af de udvalgte kriterier og den valgte vægtning.

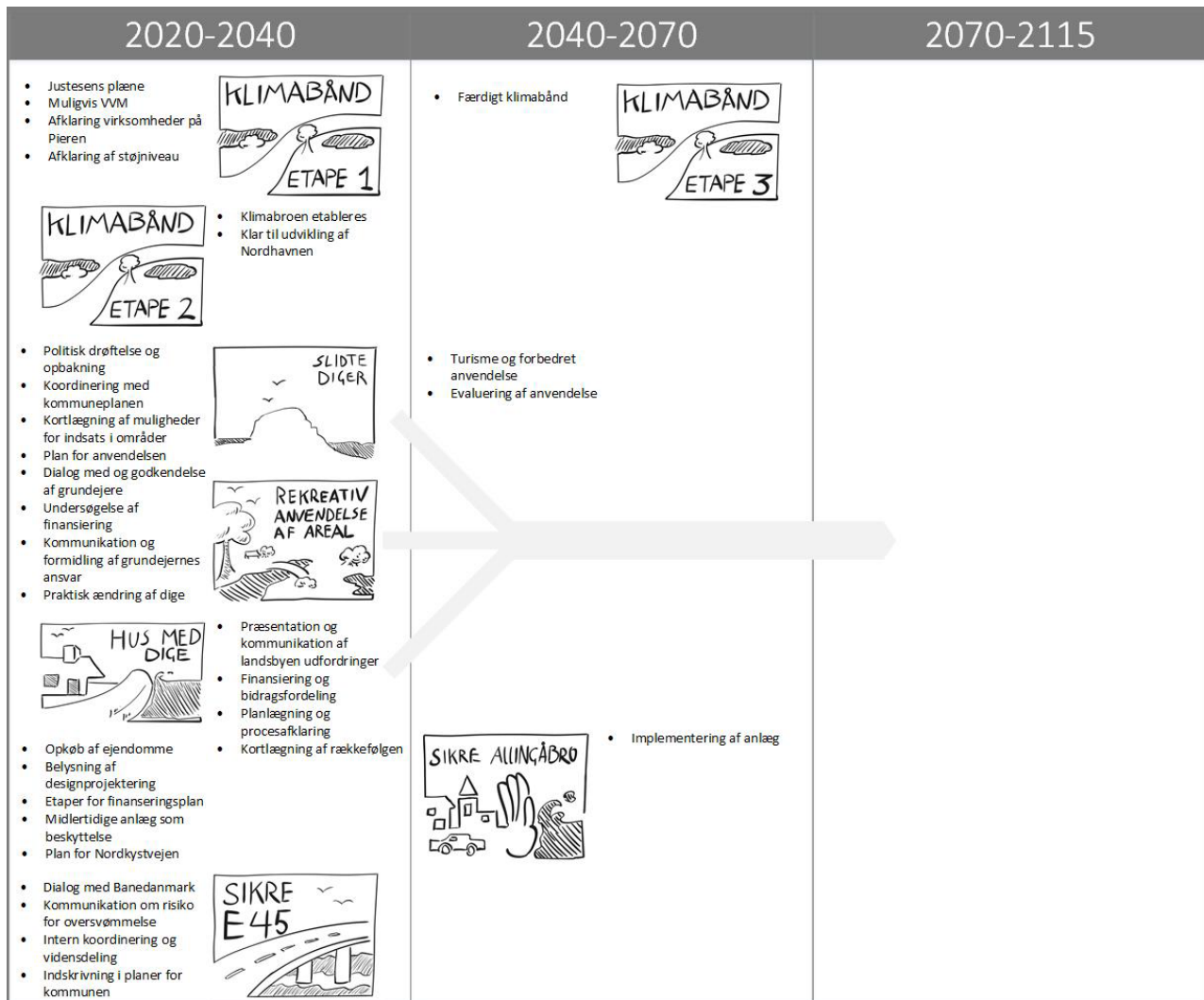
Handleplan

Trin 6

Efter at have fastlagt den mest kosteffektive og foretrukne Strategi (2) er det sidste trin at udvikle en handleplan for at sikre udførelsen af strategien. Handleplanen er opbygget af tre tidshorisonter 2020-2040, 2040-2070 og 2070-2115. Disse er valgt, da de er i overensstemmelse med Kystdirektoratets anbefalinger, så det vil være nemmere at overføre dette arbejde til andre projekter.

Handleplanen hjælper med at klarlægge hvilke tiltag, der er robuste og kan implementeres i den korte tidshorizont uden at forhindre den fremtidige fleksibilitet samt, hvilke langtidsinvesteringer der kan udskydes, indtil flere informationer er indhentet. Dog strækker nogle tiltag sig over flere tidshorisonter f.eks. rekreativ anvendelse af areal, da en fremtidig udvikling i disse områder kan arbejde imod anvendelsen af arealerne til oversvømmelsesbeskyttelse på lang sigt.

Handleplanen er opbygget af piktogrammer, der illustrerer de enkelte tiltag fra Strategi 2. Til enten venstre eller højre for piktogrammerne er oplyst en række handlinger, der skal foretages for, at tiltaget kan blive implementeret succesfuldt. Disse er ikke oplyst i tidsmæssig eller prioriteret rækkefølge, og det er ikke en utømmelig liste. Det skal blot highligte, at det kræver omfangsrigt arbejde før, tiltagene kan implementeres.



Figur 15: Handleplan for strategi 2.

Som det ses på figur 16, så er der behov for at tiltagene "Ændring af arealanvendelse" her illustreret som "Rekreativ anvendelse af areal", "Nedslidte diger" og "Lokale løsninger" her illustreret som "Hus med dige" løber parallelt i tid. Dette skyldes, at de tre tiltag vil blive implementeret på områdebasis. En prioriteret liste over indsatsen i de forskellige udsatte områder er nødvendig for at sikre, at der sættes ind i de mest oversvømmelsestruede områder først eller i områder, hvor der vil være en stor gevinst i at begynde processen. Nogle landsbyer langs fjorden vil have et nuværende større potentiale for en succesfuld proces, hvilken fremover kan anvendes som eksempel og metode til gennemførelsen af tiltagene i de resterende landsbyer.

Sikringen af Allingåbro løber ligeledes over to tidshorisonter, men er udelukkende Norddjurs ansvar.

Tiltaget er inddraget i handleplanen for at belyse behovet for koordinering mellem Randers kommune og Norddjurs kommune omkring håndteringen af oversvømmelsesudfordringerne i Randers Fjord.

Opsamling

Teknologirådet har sammen med Randers Kommune gennemført processen for dynamisk planlægning for Randers Fjord for at udarbejde en adaptiv plan for håndtering af oversvømmelse fra stormflod langs fjorden. Randers kommune har gennem arbejdet fået struktureret deres muligheder for klimatilpasningstiltag, og har bl.a. på baggrund af processen fået fastlagt den mest favorable strategi for klimatilpasning af Randers Fjord.

Kommunen har en række visioner for, hvilken retning de ønsker at gå med deres by- og landområder. Den valgte strategi for klimatilpasning langs Randers Fjord skal gerne være kompatibel med visionerne herunder øge naturværdien og de rekreative muligheder langs fjorden, øge bosætninger i landdistrikterne samt udvikle og fastholde erhverv.

Det er således muligt at konkludere, baseret på Multi Kriterie Analysen, at Strategi 2 er den mest kosteffektive på baggrund af de udvalgte kriterier og den valgte vægtning. Strategien arbejder med lokale skræddersyede løsninger, som kan implementeres etapevis på baggrund af en afvejning af risikoen i de forskellige landsbyer. Dette giver en øget fleksibilitet, og det er muligt at anvende erfaringerne fra en landsby til de resterende. Strategien vil give en mere begrænset beskyttelse af åbne landarealer langs fjorden. Disse arealer vil have et stort potentiale for at give kommunen en øget naturværdi og rekreativ værdi langs fjorden med mere adgang til vandet.

Strategi 2 indeholder en bred palette af tiltag, hvor det ikke er nødvendigt at implementere en samlet, forkromet løsning på én gang for at nedsætte risikoen for oversvømmelse langs fjorden. Der arbejdes i stedet med de skræddersyede løsninger og med områder som kan tåle oversvømmelser i kortere perioder. Mange af tiltagene skal implementeres i tidsperioden 2020-2040, og derved vil kommunen opnå deres ønskede niveau af sikring tidligere end forventet i flere af de andre strategier.

På baggrund af arbejdet med DAPP processen anbefales det, at der arbejdes videre med implementeringen af strategi 2 for at sikre en adaptiv og langsigtet risikostyring og klimatilpasning.