



PLAN
22+

SYNERGIER MELLEM KLIMA- TILPASNING OG REDUKTION AF DRIVHUSGASSER

– Behov for en ændret tilgang
til den fysiske planlægning

Plan22+ er en femårig indsats fra Plan- og Landdistriktsstyrelsen og Realdania, som frem mod 2027 skal udvikle ny viden og redskaber til at indfri klimamålsætninger gennem den fysiske planlægning. Formålet er at understøtte kommunernes klimaarbejde ved at udvikle det faglige grundlag for at vurdere, prioritere og diskutere, hvordan klimahensyn kan indarbejdes i den helhedsorienterede fysiske planlægning for velfungerende byer og landområder.

© 2025 / Plan22+

SYNERGIER MELLEM KLIMATILPASNING OG REDUKTION AF DRIVHUSGASSER

– Behov for en ændret tilgang til den fysiske planlægning

FORFATTER

Lektor Thomas Skou Grindsted, Institut for Mennesker og Teknologi, Roskilde Universitet

Lektor Martin Lehmann, Institut for Bæredygtighed og Planlægning, Aalborg Universitet

Professor Nicola Tollin, Institut for Teknologi og Innovation, Syddansk Universitet

Ph.d.-studerende Clarissa Attombri, Institut for Teknologi og Innovation, Syddansk Universitet

BIDRAGSYDERE

Videnskabelig assistent Anna Deeg, Institut for Bæredygtighed og Planlægning, Aalborg Universitet

Lektor Rikke Lybæk, Institut for Mennesker og Teknologi, Roskilde Universitet

REDAKTION

Ellen Højgaard Jensen

FORSIDEFOTO

Mads Fjeldsø Christensen

PORTRÆTFOTO

Thomas Lekfeldt

LAYOUT

by Ida Nissen



Plan- og
Landdistriktsstyrelsen



Roskilde Universitet



Denne artikel er en del af en serie, hvis mål er at give et bredt billede af, hvad der forskes i i relation til den fysiske planlægning, den grønne omstilling og reduktion af CO₂.

Samtidig giver artiklerne også bud på, hvor vi mangler viden. Alle artikler vil komme ind på tre grundlæggende spørgsmål, nemlig: Hvad ved forskningen om emnet, hvad er der brug for mere viden om og sidst men ikke mindst, hvad er de største udfordringer?

Der vil udkomme en række artikler i løbet af 2024 og 2025. Du kan finde dem alle her på hjemmesiden: www.plan22.dk

Rigtig god læselyst!

Britt Vorgod Pedersen
Sekretariatschef Plan22+

SYNERGIER MELLEM KLIMATILPASNING OG REDUKTION AF DRIVHUSGASSER

– Behov for en ændret tilgang til den fysiske planlægning



Lektor THOMAS SKOU GRINDSTED,

Institut for Mennesker og Teknologi, Roskilde Universitet

Lektor MARTIN LEHMANN,

Institut for Bæredygtighed og Planlægning, Aalborg Universitet

Professor NICOLA TOLLIN,

Institut for Teknologi og Innovation, Syddansk Universitet

Ph.d.-studerende CLARISSA ATTOMBRI,

Institut for Teknologi og Innovation, Syddansk Universitet

Denne artikel tager afsæt i den seneste forskning om tipping points og belyser, hvordan vi udfordres i planlægningen og kan blive tvunget til at tænke nyt, hvis vi skal integrere mere radikale klimaforandringer.

Introduktion

Artiklen undersøger DK2020 planerne i Region Syddanmark. Vi undersøger potentielle synergier mellem klimatilpasning og reduktion, og peger på, at den fysiske planlægning ikke er gearret til at virke i en usikker fremtid, hvorfor der bruges meget CO₂ til hård klimasikring, der måske slet ikke møder behovet. Med udgangspunkt i den nyeste forskningslitteratur om tipping points peger vi på behovet for at inddrage værste tænkelige scenarier i planlægningen, og vi foreslår at benytte scenarier med høj skadevirkning og lav sandsynlighed. Alle danske kommuner har (fået) beregnet deres klimaaftryk, og selvom plankonteksterne er vidt forskellige fra kommune til kommune, gælder det, at kommunerne skal være med til at sikre de nødvendige emissionsreduktioner og tilpasning – også på lang sigt. Mange kommuner har lagt et ekstraordinært arbejde i at opsætte detaljerede mål, men svære prioriteringer ligger stadig forude i beslutningshorisonten.

Med afsæt i et baseline studie af de lokale klimahandleplaner (de såkaldte DK2020 planer) i Region Syddanmark undersøger vi, hvordan kommunerne tager hånd om klimatrusler; særligt havspejlsstigning og stormflod, men også tørke, hedebølge, og skybrud. Gennemgangen af planerne viser, at der er en række nye trusler, der endnu ikke er taget højde for. Det viser også, at realisering af reduktionsmål i nogle tilfælde hviler på enkelt-teknologier og/eller optimistiske formodninger om teknologiernes fremtidige tilgængelighed.

Det får os til at undersøge adaptiv planlægning og potentielle synergier mellem klimatilpasning og reduktionspotentialer i klimahandleplanerne. Vi konkluderer, at der er brug for mere viden om tipping points i planlægningen. Kommuneplanerne har ofte en tidshorisont på op til 12 år, men havvandet fortsætter med at stige, og skybrud, stormflod og tørke bliver værre og værre som årene går. Der er derfor behov for langsigtet planlægning, men også nye plantilgange, der bygger på omkostningerne ved ikke at handle (cost of inaction)¹ og adaptiv planlægning. Adaptiv planlægning, der skaber synergier mellem tilpasning og reduktion i en usikker fremtid og bl.a. drager nytte af naturbaserede løsninger (se boks 1).

Tipping points i sigte

Flere og flere forskere taler om potentielle tipping points i klimasystemet. De taler om, at systemet kan være i forandring på en måde, der kan være sammenlignelig med den pliocæne eller miocæne periode (Lenton et al; 2008; Lenton et al., 2019; Heinze et al. 2021; McKay et al, 2022). Et tipping point er en tærskelværdi, der bliver overskredet; et punkt hvor en af jordens biogeokemiske funk-

ADAPTIV PLANLÆGNING

Adaptiv planlægning kan bl.a. defineres som en tilgang, der understøtter beslutningstagere i at navigere gennem usikkerheder ved at udvikle fleksible og langsigtede strategier, der kan justeres, efterhånden som fremtiden udfolder sig. Denne metode gør det muligt at identificere og implementere tilpasningsforanstaltninger før alvorlige skader opstår, og den sikrer, at politikker og handlinger forbliver effektive selv under skiftende forhold (se eksempelvis Buurman & Babovic (2016); Haasnoot, Warren & Kwakkel (2019); Lawrence et al. (2019); Andersen, Thomsen & Henriksen (2020); og Auckland Council (2024).

En adaptiv plantilgang kan bl.a. føre til udpegning af områder, hvor vi må forvente en række klimarisici på kort, mellemlang og lang sigt. Det giver mulighed for at tilpasse områdets funktioner over tid og vurdere omkostningerne ved ikke at handle (cost of inaction) i tillæg til omkostningerne ved en tidlig indsats. Det gælder f.eks. tørke og hedeølge, hvor øget dræning/afstrømning fra arealer i nogle tilfælde kan reducere skybrudsrisici, men forværre langvarig tørke. Adaptiv planlægning kan sikre øget robusthed og fleksibilitet i forhold til forekomsten af forskellige typer af klimatrusler.

tioner i klimasystemet overgår fra et stadie til et andet (Heinze et al., 2021). Processerne er irreversible og medfører en række kaskadeeffekter. Selv ikke de fremmeste forskere ved præcis, hvor de forskellige tipping points ligger, hvad kaskadeeffekterne kan være, eller hvordan de potentielt kan udløse nye tipping points (Flores et al., 2024; Steffen et al., 2016).

Tænk, at forskere fremviser data, der viser, at den vestafrikanske og asiatiske monsun er aftagende, og at de forudser, om end med meget lav sandsynlighed, at der potentielt kan være risiko for, at systemerne kan kollapse på længere sigt (Boers et al., 2017; Wunderling et al., 2024).

DEN ANTROPOCÆNE PERIODE

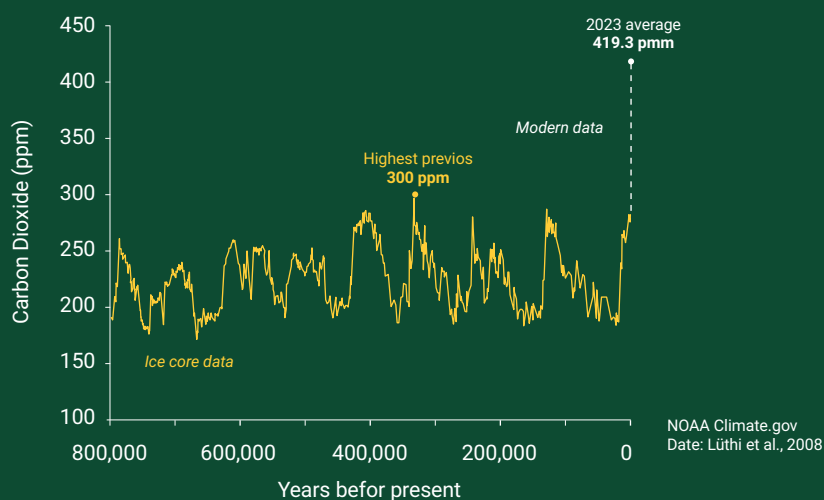
Er mennesket ved at ændre klimasystemet lige så meget som i forholdet mellem glaciale og interglaciale perioder?

Klimasystemet er komplekst. Positive og negative feedbackmekanismer er supertankere og deres interaktioner langstrakte processer over årtier, århundrede og årtusinder. Systemet har altid været i forandring (de seneste ca. 12.000 år, den Holocæne periode, nuværende mellemistid dog relativt stabilt). Fra iskerneboringer ved vi, at CO₂ koncentrationen i atmosfæren har ligget på 180-205 ppm under en glacial periode og 262-300 i mellemglaciale perioder (Sigmand og Boyle, 2000, Epica 2004). Sådan har det været gennem de sidste 400.000 år (Petit, et al., 2000, Epica 2004). I den holocæne periode har CO₂ koncentrationens cyklus ligget mellem 260-285 ppm, altså frem til industrialiseringen; det flere og flere forskere betegner som overgangen til en ny geologisk periode; den antropocæne (Steffen et al., 2007).

Sammenligner vi de antropocæne udviklingstrends med forholdet mellem glaciale og interglaciale perioder, har mennesket øget CO₂ koncentrationen i atmosfæren med mere end 50% (140 ppm, fra 277-420 ppm) siden industrialiseringens begyndelseⁱⁱ. Det er lige så meget som i forholdet mellem glaciale og interglaciale perioder, bare til den varmere side. Og stigningen siden 1950 er godt 110 ppm, eller godt og vel tre fjerdedele!ⁱⁱⁱ Vi må forvente radikale forandringer i jordens klimasystem (Steffen et al., 2011; Steffen et al., 2018). Se også IPCC AR6 (figur 3)

Note: ppm står for dele pr. million.

Carbon Dioxide over 800,000 years



Tænk, at forskere seriøst kan fremlægge resultater, der viser, at permafrosten eller Arktis/Antarktis er ved at passere et tipping point (Lenton et al., 2020; Garbe et al., 2020)^v. Alene dét, at forskere kan få den tanke at Amazonas kan kollapse, er skræmmende, men at forskere seriøst begynder at overveje, om end med lav risiko, at det kan ske inden udgangen af det 2100 århundrede er alarmerende (Flores et al., 2024). Samtidig er der bekymring for reduktion eller kollaps af det system af havstrømme, der blandt andet inkluderer Golfstrømmen (AMOC-systemet), og det gør, at vi også må tage hensyn til scenarier for et køligere klima (Ditlevsen og Ditlevsen, 2024).

Med potentielle tipping points^{vi} i sigte taler vi om risici med forhåbentlig meget lav sandsynlighed, men med store fatale konsekvenser (Hansen et al., 2023)^{vii}. Det gælder, at over tid og i takt med, at udledningerne stiger, vil sandsynligheden for betydelige klimatrusler øges og forskyde den gamle læresætning "risiko = sandsynlighed x skadevirkning". Det aspirerer til "urgency" for reduktionsplanlægning og stiller spørgsmål til, om den nuværende tilpasningsplanlægning i forhold til urbane og regionale klimatrusler er den rigtige på kort, mellemlang og lang sigt.

Evaluering af DK2020 planerne i Region Syddanmarks 22 kommuner

I international sammenhæng er de danske DK2020 planer unikke. Det er unikt, at alle 98 kommuner har lavet klimahandleplaner, og det er unikt, at de stort set alle tager udgangspunkt i den samme frivillige ramme, nemlig den lokale 'oversættelse' af C40's Climate Action Planning Framework (CAPF), der sikrer, at de lever op til Parisaftalens målsætninger. Undtagelsen (positivt ment) er København, som allerede i 2018 fik sin klimaplan godkendt efter den oprindelige C40 ramme. Som det er praksis i dansk kommunal forvaltning, er det dog med den hage, at mange af planerne er ufinansierede på kort sigt og afhængige af de årlige budgetforhandlinger, ekstern finansiering mv.

DK2020 planerne er detaljerede, og sammenholdes data i DK2020 planerne er det for eksempel muligt at nedbryde emissionsmålene til et geografisk område, mellem by og land, mellem forskellige sektorer, indsatser og emissionsmål. Det har vi gjort i forskningsprojektet "Evaluering af DK2020 planerne i Region Syddanmark (Tollin et al., 2023). I projektet har vi gennemført et baseline studie af de 22 syddanske kommuners klimahandleplaner med det formål at identi-

ficere potentielle stier og barrierer, synergier mellem tilpasning og emissionsreduktioner samt at studere indsatser, mål og implementering i forhold til langt- (2050–2150), mellemlangt- (2030-2050) og kort sigte (2024-2030).

Denne artikel tager som sagt udgangspunkt i tipping points, og dermed værst tænkelige klimascenarier. Med den tilgang ønsker vi at rejse debat om og belyse værdien af at overveje værst tænkelige scenarier i dansk planlægning. Vi tager inspiration i (Davidson og Kemp, 2023) og det, de kalder foresigth og agitation i en usikker fremtid. Vi tager udgangspunkt i IPCC's repræsentative koncentrationsscenarier (RCP 8,5, RCP 8,5+) samt de Amerikanske klimaobservatørers NASA og NOAAs High Warming – Low Confidence scenarier.^{viii} Analysen bygger således på en forståelse af, at scenarier ikke er en beskrivelse af fremtidige forandringer, men en beskrivelse af potentielle forandringer indenfor et spektrum af sandsynlighedskriterier.

“Scenarios do not predict future changes, but describe future potential conditions in a manner that supports decision-making under conditions of uncertainty. Scenarios are used to develop and test decisions under a variety of plausible futures. This approach strengthens an organization’s ability to recognize, adapt to, and take advantage of changes over time” (Parris et al., 2012).

Der er foretaget flere evalueringer af DK2020 planerne de senere år.^{ix} Ingen af disse rapporter undersøger klimarisici på længere sigt. Vi bygger videre på disse rapporter i forsøg på at forstå den nuværende danske tilgang og planlægning af scenarier med lav sandsynlighed og høj risiko (Tollin et al., 2025). Da byer og deres fysiske strukturer er udviklet historisk og typisk sætter spor langt ud i fremtiden, kan det være værd at overveje langsigtet planlægning for byer, infrastruktur og arealplanlægningen.^x

Analyse af klimahandleplanerne i Region Syddanmark

Lad os slå det fast med det samme: uanset hvilke risici verdenssamfundet accepterer, og hvilke reduktionsstier verdenssamfundet vælger (Shared Socio-Economic Pathways) i forhold til at nærme sig overskridelsesgrænsen for potentielle tipping points, taler vi ikke længere om at nå et lavemissionssamfund (Paris-målene), men et CO₂-optagssamfund. Det gælder, hvis verdenssamfundet skal befinde sig indenfor "safe operating space" (Richardsson et al., 2023; Steffen et al., 2016). Der er (naturligvis) ingen DK2020 planer, der har overvejelser om CO₂-optagssamfund, tipping points, langsigtet klimaplanlægning (2050-2150) eller arbejder med ekstreme scenarier, der kan overstige RCP 8,5, hvilket er det scenarie, der kan kaldes business as usual. (Det atmosfæriske indhold af CO₂ stiger til 936 ppm i 2100 med deraf følgende 5-6°C stigning i global gennemsnitstemperatur).^{xi}

Reduktionsstier: arealbehov og adaptive planinitiativer

Med hensyn til DK2020 planerne og de handlinger, der er beskrevet for et mellemlangt sigte (til 2050), er kommunerne i Region Syddanmark godt med. Forudsat at alle reduktionsmål opnås, er regionen dog stadig i det øvre spænd af Parisaftalens mål (tabel 1). Scope 3 emissioner indgår ikke i beregningerne - ej heller Klimarådets beregninger.^{xii} Scope 3 er såkaldt indirekte udledninger relateret til produktion og konsumtion. Ved første øjekast har plansystemet ikke meget med scope 3 at gøre og begrænset mulighed for at regulere scope 3 emissioner. Dette er tilfældet for en lang række forbrugsgoder. Ved siden af klimaloven kan planloven dog være et af de vigtigste værktøjer til at reducere scope 3 emissioner. Et eksempel kan være el- eller delebilszoner, at planlægge bilfrie bydele osv. Brug af biler reduceres i sådanne bydele. Et andet eksempel kan være bygge -og anlægssektoren, og de relaterede emissionseffekter, der vil være af at bygge højt og tæt frem for spredte parcelhuse. Også sam-tænkning af transport- og byggesektoren, og/eller kortere pendling mellem bopæl og arbejde har betydeligt scope 3 reduktionspotentiale (Grindsted et al., 2024).

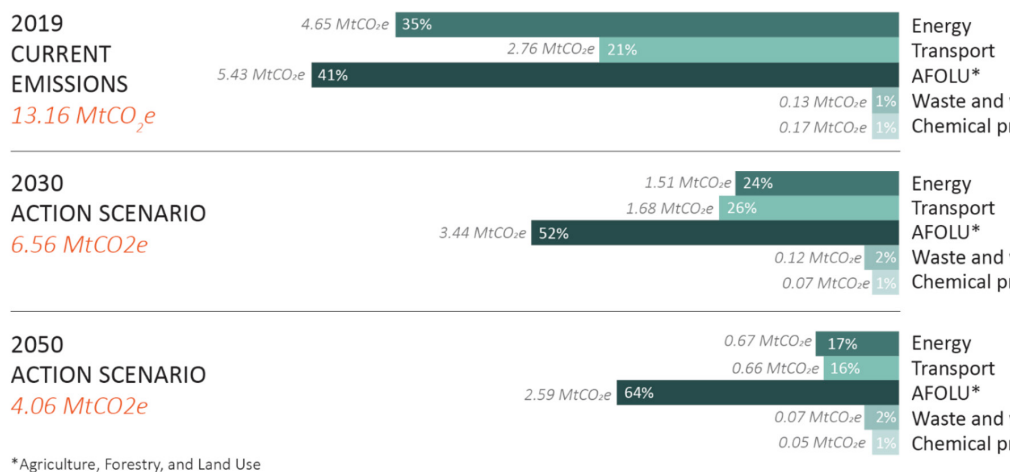
I vores gennemgang af de 22 kommuners DK2020 planer vil reduktionsmålene nå 6,56 Mt CO_{2e} i 2030 og 4,06 Mt CO_{2e} i 2050 (se figur 1 og tabel 1). Sammenlignet med 1990 vil kommunerne opnå 71% reduktion i 2030 og 85% i 2050. Allerede nu, peger 10 kommuner på, at de vil overstige det nationale mål om 70% reduktion i 2030. En betydelig andel af unavngivne kommuner udtrykker bekymring for om de kan nå reduktionsmålene i DK2020 planerne,

TABEL 1. / Reduktionstier i Region Syddanmark 1990-2050

1990 24,7 ton CO _{2e} pr. borger (uden scope 3)	Det geografiske område, der i dag er Region Syddanmark, udledte 22,26 Mt CO _{2e} (Viegand Maagøe, 2019), svarende til 24,7 ton CO _{2e} pr. borger.
2019 10,76 ton CO _{2e} pr. borger (uden scope 3)	I den seneste opgørelse over Region Syddanmarks emissioner (2019, og kun medtagende scope 1 og scope 2 emissioner) er udledningen faldet til 13,16 Mt CO _{2e} . Med 1,223 mio indbyggere (Region Syddanmark, 2020) svarer det til 10,76 t CO _{2e} pr. borger.
2030 5,33 ton CO _{2e} pr borger (uden scope 3)	Ved gennemgang af de 22 kommuners DK2020 planer vil reduktionsmålene nå 6,56 Mt CO _{2e} i 2030. svarende til at hver borger i gennemsnit udleder 5,33 t CO _{2e} (Tollin et al., 2025). Til sammenligning kræves et kulstof-budget på ca. 3,9-4,8 ton CO _{2e} /år per borger i 2030, hvis Paris målene skal nås. ^{xiii}
2050 4,06 ton CO _{2e} pr. borger (uden scope 3)	Region Syddanmarks kommuner vil, forudsat at alle reduktionsmål opnås i DK2020 planerne nå 4,06 Mt CO _{2e} i 2050. Ifølge vores gennemgang svarer det til at hver borger udleder 4,06 t CO _{2e} . Den seneste demografiske prognose er medtaget. Scope 3 emissioner indgår ikke i beregningen (Tollin et al., 2025).

og enkelte kommuner nævner, at det ikke er realistisk at indfri målene (interview, 2024).

Der er stor variation indenfor kommunernes reduktionsmål. Som det ses af figur 1, ligger de største reduktionsspor inden for energi- (35% til 15%) og transportsektoren (31%-16%). Herefter AFOLU (Agriculture, Forestry and Land Use) (41%-64%) (se figur 1).



FIGUR 1. Nuværende og udledningsscenarier i Region Syd-danmark (2019-2050). Det ses af figuren, at transport, energi og landbrug har de tungeste CO₂ budgetter. AFOLU (Agriculture, Forestry and Land Use) udgør f.eks. 41% af regionens samlede udledninger i 2019. Det stiger til 64% i 2050, hvis de 22 kommuners DK2020 planer implementeres (Tollin et al., 2025).

I energisektoren er grønne kerneteknologier, herunder PtX (Power to X), CCUS, (*Carbon Capture, Utilization and Storage*), sol- og vindmølleparker, et vigtigt fundament for at opnå reduktionsmålene. Selvom teknologierne potentialer kan være store, findes PtX masseproduktion endnu ikke, og i tilfælde af, at PtX teknologierne ikke indfrier de fornødne reduktioner, falder kommunernes CO₂ budgetter til jorden.

Vi håber, at PtX og CCU-anlæg (*Carbon Capture and Utilization*) kommer i fuld drift og opnår de fornødne reduktioner. De er dog også afhængige af anden planlægning, herunder brintinfrastruktur mv. Er der forsinkelser, eller viser det sig vanskeligt at opnå de nødvendige reduktionsmål, bør alternative tiltag overvejes. Der kan være behov for at iværksætte plan B strategier i de tilfælde, hvor implementeringsplanerne ikke lever op til de fastsatte reduktionsmål. For den fysiske planlægning kan det blandt andet betyde, at der skal afsættes arealer til, at reduktionerne hentes et andet sted, f.eks. indenfor energisektoren ved opskalering af sol og vind eller i andre sektorer, f.eks. transportsektoren, landbrug eller skovbrug.

Transportsektoren har historisk haft svært ved at knække emissionskurven, og reduktionsstien kan næppe følges alene ved at elektrificere bilparken (Freudendal et al., 2020). Satses alene på elektrificering (substitution fra benzin til el) stiger sporafhængigheden i forhold til successen af PtX og grøn energiinfra-

TEKNOLOGIAFHÆNGIGE REDUKTIONSMÅL I FREDERICIA

De 4 kommuner Vejle, Kolding, Middelfart og Fredericia ejer Trekantområdets Varmetransmissionselskab I/S (TVIS)

I DK2020 planen for Fredericia står der: "PtX (red: Power-to-X) er en central teknologi for at opnå vores CO₂-mål" (Fredericia DK2020, s.28) "Etablering af et CCU-anlæg (red: Carbon Capture and Utilization) ved Skærbækværket vil medføre en kulstofbinding, der svarer til en CO₂-reduktion på i alt cirka 300.000 tons.

Fordeles CO₂-reduktionen imellem de kommuner, der aftager fjernvarme fra Skærbækværket efter, hvor stor en andel af fjernvarmen, kommunen aftager, vil det svare til en reduktion i Fredericia Kommune på 80.000 tons, som vi har indregnet i vores reduktionssti" (Fredericia DK2020, s.30). Kommunen har desuden mål om 30% CO₂ reduktion fra energitilgange virksomheder i 2030, her udgør PtX og CCU også centrale brikker. Opnås disse reduktioner kun delvist, eller forsinkes de, så holder kommunens samlede reduktionsplaner ikke.



struktur, mens opskallering f.eks. til kollektiv transport, cykling mv. (recrafting eller sequencing, hvor der omlægges til andre transportformer) har et andet CO₂-aftryk pr. kørt km (Brand et al., 2021a+b). Det ligger dog uden for rammerne af denne artikel at gå i detalje med DK2020 planernes transportrelaterede reduktionsspor, og for den generelle diskussion om mobilitet og klima henviser vi i stedet til Plan22+ artiklen "Byer, CO₂-reduktion og Mobilitetsudfordringen" af Ole B. Jensen.

Reduktionsstier og arealanvendelse

Inden for arealanvendelse forventer kommunerne i Region Syddanmark at AFOLU og særligt landbruget kommer til at udgøre en større og større andel af regionens CO₂-aftryk. Arealplanlægning vil gradvis få større betydning for reduktionsstier, idet kommunerne forventer, at AFOLU vil udgøre 64% af regionens samlede emissionstryk i 2050 (se figur 1). Dette er ikke mindst aktuelt i lyset af den grønne trepart.

Af de nævnte AFOLU-aktiviteter, har 8 af 22 kommuner estimeret CO₂-reduktion for alle planlagte aktiviteter. 11 kommuner har estimeret for nogle aktiviteter, mens 5 kommuner ikke har beregnet, reduktionstier indenfor AFOLU. Nedbrydes reduktionerne til forskellige aktiviteter, findes den største reduktion ifølge DK2020 planerne indenfor udtagning af lavbundslande (20,5% reduktion i 2030 og 29,4% i 2050), herefter skovrejsning (17% i 2030 og 25,8% i 2050). Bilaterale aftaler med jordbesiddere, herunder omlægning til plovfri drift, genopbygning af humuslag og brug af biochar (*Biokul til langtidslagring af kulstof*) forventes at give reduktioner (14,5% i 2030 og 5% i 2050). Etablering af vådområder nævnes kun i 2 kommuner. Vådområder kan have betydeligt reduktionspotentiale. Kun 4 af de 22 kommuner har lavet arealdisponering til alle aktiviteterne (se figur 2), mens 11 delvist har gjort det eller har overvejelser om det, mens 8 kommuner ikke har (Tollin et al., 2025).

Vores gennemgang viser, at sårbarhedsanalyser for en række implementeringstiltag ikke er gennemført, ligesom kommunerne hovedsageligt beregner estimater af skadeomkostninger for stormflod og skybrud (e.g. Skadesøkonomi, EnviDan; DHI FloodRisk tool), men endnu ikke for tørke, skovbrand/markbrand, hedebølge osv. Årlige skadesomkostninger eller skadesomkostninger ved mangelfulde tilpasningstiltag (cost of no action) fremgår ikke. Varde Kommune viser dog eksempler på tilpasning og reduktionsplanlægning, hvor tørkeperioder med potentielt økonomiske konsekvenser for landbruget (cost of inaction ikke beregnet) imødegås ved at vådgøre områder og etablere vandparker. Vi anbefaler, at omkostninger ved ikke at handle (cost of no action) bliver en del af klimahandleplanerne, og forskningsmæssigt ønsker vi at udvik-



Figur 2. AFOLU-aktiviteter og arealdisponering til aktiviteterne i Region Syddanmark. (AFOLU står for Agriculture, Forestry and Other Landuse)

le en metodik hertil. Det gælder særligt for integreret risikovurdering i relation til andre typer af events (tørke, hedebløge, skov/markbrand osv.). Samtidig anbefaler vi, at identificering af forskellige klimarisici og kaskadeeffekter sker i samspil med synergipotentialer mellem tilpasning og reduktion.

SYNERGIER MELLEM TILPASNING OG REDUKTION I VARDE KOMMUNE

Den grønne trepart kan være en gylden mulighed for at realisere synergier mellem tilpasning og reduktion. F.eks. består ca. 5% af Varde Kommunes areal af lavbundsjord. Kommunen har pt. 6 udtagningsprojekter. Et af projekterne, Kvong Mose (ca. 51 ha), reetablerer samtidig et drænet landbrugsareal til vådområde. I Varde Kommunes virkemiddelkatalog estimeres, at der vil blive udtaget 1.440 ha med en forventet tilbageholdelse af drivhusgasser på 8.640 ton CO_{2e} i 2030. Ifølge planen vil yderligere 4.800 ha jord blive udtaget i 2050 og medføre en reduktion på 28.800 ton CO_{2e} (Tollin et al., 2025). Det centrale her er, udover at Kvong Mose er gået fra at være en carbon source til et sink, at projektet medfører kvælstofreduktion med ca. 10% af kommunens udledninger til Ringkøbing Fjord, og at der samtidig opnås tilpasningsplanlægning. De 6 projekter er eksempler på reduktionsplanlægning med kulstofbinding og kvælstofreduktion som afsæt, men også eksempler på tilpasningsplanlægning, hvor vand tilbageholdes opstrøms i systemet og gør landbruget mere robust ift. tørke. Dette har dog ikke været det oprindelige afsæt for projekterne, men er blevet en afledt synergieffekt. I Ølgod by, i den nordlige del af kommunen,

har man dog ønsket at opnå synergi mellem tilpasning og reduktion fra start, idet kommunen i forbindelse med udtagning af lavbundslande ønskede at etablere udligningsbassiner og vandparkering for at skybrudssikre byen. Lodsejerforhandling pågår stadig. Også i Nørre Nebel etableres et projekt, hvor rensningsanlægget ønsker at benytte Lydum Å som forsinkelsesbassin, før vandet ledes ud i recipienten. Som det seneste skud på stammen er man nu begyndt at arbejde med vandplanlægning ift. tørke (LIFE ACT). I projektet undersøges bl.a., om man kan håndtere dræning af arealerne på en anden måde, sådan at vandet kan opsamles til tørkeperioder. Også etablering af vandparkering, der gør landbruget mere robust ift. tørke, undersøges. Det kan bidrage til at realisere kommunens reduktionsmål, om end projekterne ikke er gennemført endnu. Samtidig er der i nogle af projekterne den afledte effekt, at der tilbageholdes vand i forbindelse med skybrud, og at byerne nedstrøms i systemet (f.eks. Ølgod og Nørre Nebel) bliver skybrudssikret, om end sårbarhedsanalyser ikke er gennemført (Varde Kommunes planafdeling).



Foto: Varde Kommune

Det kan f.eks. være, at klimahandleplaner revideres med plan B initiativer for alle indsatser, hvor arealdisponering indgår. Desuden anbefaler vi, at der udarbejdes en tærskelværdi for reduktionsindsatser. Det vil sikre, at der findes en procedure for at overgå til plan B initiativer, hvis det står klart, at en given reduktion ikke længere kan opnås. I takt med at AFOLU får større og større betydning for kommunernes samlede CO₂-regnskab anbefales det desuden at styrke CO₂-optagsinitiativer gennem ændret arealanvendelse (fremfor gennem teknologiudvikling alene), og at vandparkering evt. også bør vurderes ift. PtX eller anden industriel udnyttelse. De forskellige teknologispør kræver arealudlæg, og naturbaserede løsninger bør indtænkes i den grønne trepart og lignende. Væsentlige Plan B-reduktionsinitiativer synes vigtige her, ikke mindst i synergi med tilpasning.

Tilpasningsstier: hensynet til forskellige typer af klimarisici og scenarier

Klimatilpasning er allerede en stor opgave, men klimarisici og skadevirkning må forventes at blive større og større i fremtiden.^{xiv} Nutidens beslutninger vedr. arealanvendelse, fysisk planlægning og infrastruktur vil for eksempel forskyde klimarisici, tilpasning og reduktionspotentiale på kort (2030) mellemlangt (2050) og langt (2050+) sigt. Der forelægger ingen detaljerede tilpasningsstier fra 2050, men det er her, vi må forvente, at tipping points kan indtræffe, og at klimaforstærkede hændelser bliver alvorligere med større risici og skadevirkning, også for en del af den nulevende befolkning.

Af de 22 kommuners DK2020 planer ses, at klimatilpasning til skybrud og stormflod har størst prioritet. De fleste tilpasningsaktiviteter sker inden for skybrud (inkl. oversvømmelse fra åer og grundvand).

16 kommuner nævner handlinger ift. stormflod, 13 i forhold til hedebløge, 13 i forhold til tørke, 11 i forhold til kysterosion, 6 i forhold til skovbrande og 4 i forhold til ekstremvind. Kommunerne er med andre ord opmærksomme på nye klimarisici. Med undtagelse af stormflod og skybrud vurderes sårbarhed dog ikke i de fleste tilfælde (f.eks. i forbindelse med tørke på lang og mellemlang sigt). Vi har altså en række klimarisici, der pt. ikke bliver fremskrevet, og derved er der risiko for, at planerne kommer til at undervurdere dem (Tollin et al., 2025).

Vi foreslår adaptiv planlægning, hvor løsninger og effekter tænkes på tværs af klimarisici og i synergi med reduktion.^{xv} Planlægning for skybrud skal f.eks. ses i sammenhæng med andre klimarelaterede risici, hvor arealudlæg f.eks. til forsinkelses-, udlignings- og nedsivningsbassiner kan etableres som (delvist beplantede) sumpe, overdrev og vådområder, der optager CO₂. Det vil samtidig gøre landskabet mere robust i forhold til tørke, hedebølge og skovbrand. Vi må forvente lange tørkeperioder, der vil påvirke CO₂-reduktionerne ved udtagning af lavbundsjord og vådområder negativt. Det kan betyde, at effekterne af de planlagte reduktionsspor gennem udtagning af lavbundsjord ikke opnås, og det kan gøre, at arealerne periodevis ikke overgår fra at være en carbon source til et carbon sink. Adaptive plantiltag kan modvirke dette. F.eks. ved tilbageholdelse af vand højt i landskabet. Jo flere vandhuller der etableres, jo mere vand der tilbageholdes i sumpe, vådområder mv., jo mere robust bliver landskabet. Det gælder også for landbrugsarealer i tørkeperioder. Andre naturbaserede løsninger f.eks. skovrejsning, har positiv effekt på reduktion, vandtilbageholdelse, hedebølger mm., men øger potentielt risici ift. skovbrand. Vådområder, skov, tilbageholdelses- og udligningsbassiner på marker opstrøms i systemet kan samtidig sænke skybrudsrисici i byer nedstrøms i et vandopland. Den type adaptiv planlægning, hvor der sikres reduktionssynergier og samtidig tilpasning til skybrud, tørke mv., vil reducere behovet for den hårde tilpasningsplanlægning. Hårde tilpasningsløsninger (diger, spurse, højvandmure osv.) er CO₂-krævende, og selvom mange er projekteret i DK2020 planerne, er deres CO₂-budget ikke indregnet. Tilpasningsplanlægningens CO₂-budget må forventes at stige i de kommende år, hvis der ikke tænkes i synergi med reduktion.

Tilpasning til havvandsstigning og stormflod – hvad nu hvis?

Region Syddanmark har en betydelig kyststrækning, flere lavtliggende områder med beboelse og mange kystbyer. Af de 20 kystkommuner nævner 17 behov for kystsikring og har iværksat sårbarhedsanalyser for implementeringsindsatser. 3 kystkommuner vurderer, at kysterosion og stormflod er irrelevant på kort sigt.

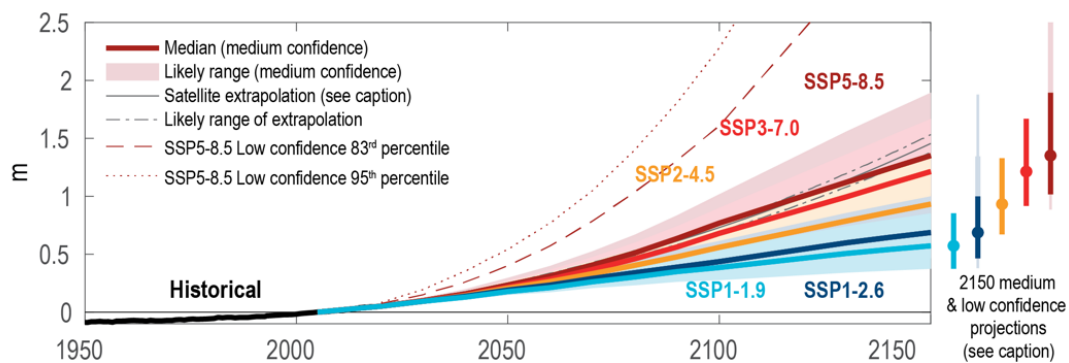
Byer som Sønderborg, Kolding og Svendborg er allerede nu eksponeret for stormflod. Stormflod og havvandsstigning er forudsigelige hændelser ved et givet klimascenarie og berører fortrinsvis beboerne i de respektive områder.

For at tage et eksempel på behovet for at sikre sammenhæng mellem kort-, mellemlang- og langsigtet planlægning fremhæver DK2020 planen for Sønderborg Kommune Sønderborg Havn (Sønder Havnegade) og Gråsten (Egernsund) som lavtliggende beboelsesområder af høj prioritet. I begge områder findes offentlige bygninger, daginstitutioner mv. Ved stormflod over kote 150-165 cm opstår stormflodsrисici. Ifølge DK2020 planen er der ikke fastsat et sikrings-

niveau eller en sårbarhedsvurdering på mellemlangt og langt sigte (DK2020 Sønderborg, 2022). Der er allerede investeret meget i stormflodssikring, projekteret højvandsmur og overvejelse om sluseport ud for Sønderborg Slot. På kort og mellemlangt sigt kan sådanne områder beskyttes mod havvandsstigninger og i første omgang med klassiske teknologier (hård kystsikring, højvandsmure, dige, sluseport, spuns osv.).

På mellemlangt sigt vil tilpasning til et givet sikringsniveau (f.eks. en 500-års hændelse, Dansk Vertikal Reference 90), dog udvandes i takt med havspejlsstigningerne. Diger, sluseporte og anden kystbeskyttelse holder til et givet sikringsniveau, men over tid risikerer vi at forstærke stormflodsrисici. I takt med at havet stiger, stiger risiko for stormflodshændelser. Det kan resultere i et planlægnings tipping point, hvor byen, grundejere og planlæggere må revurdere områdets risikoprofil og overveje, om der skal beskyttes til et endnu højere sikringsniveau (f.eks. 3000-års hændelse, Dansk Vertikal reference 90). Forudseende beboere kan sælge deres bolig, før yderligere kystsikring bliver nødvendig. Der kan med andre ord indtræffe et salgsmæssigt tipping point, hvor klimarisici videreføres til nye beboere. På et tidspunkt vil der indtræffe så hyppige hændelser, at også et socialt og finansielt tipping point kan indtræffe. Særligt sårbare områder kan blive forsikringsløse over tid, og boligpriserne kan begynde at falde. Da realkreditlånet har 30 års løbetid, vil de finansielle institutioner sandsynligvis være nogle af de første til at begrænse udstedelse af lån i sårbare områder. De forskellige sociale, finansielle og planlægnings tipping points er her alene teoretiske. Hvordan og om de forskellige sociale tipping points kan udvikle sig, er der meget lidt viden om, herunder deres indbyrdes relation, sociale differentiering, faser og konsekvenser. Pointen er, at langsigtet adaptiv planlægning kan være med til at minimere eller afværge sociale tipping points.

Project global mean sea level rise under different SSP scebarios



Figur 3. Figur over global gennemsnitlig havvandstigning i SSP-scenarier, samt ekstrem scenarier low confidence 83rd-95th percentile (Kilde IPCC, AR6, (§9.6.3)).

I de fleste tilfælde kan byområder f.eks. sikres med hård kystsikring på kort og mellemlang sigt, men der opstår mindst to plandilemmaer. For det første udløser hård klimatilpasning (diger, højvandsmure osv.) meget CO₂ og er dermed i direkte konflikt med reduktionsmålene. I takt med at behovet for kystsikring og klimatilpasning stiger, kan hårde løsninger være med til at udhule reduktionsmålene. For det andet kan hård kystsikring risikere at være en løsning, der forskyder problemerne ud i fremtiden. Hård kystsikring kan for eksempel afværge og reducere risici på kort sigt, men skaber sporafhængighed (forsat byvækst bag diget), og vi opnår ikke synergier med tilpasning og reduktion.^{xvi}

Lav sandsynlighed, men høj risiko

Det er ikke muligt at knytte et bestemt niveau af den globale gennemsnitstemperatur til et bestemt havvandsniveau. Men det er muligt at arbejde med scenarier inden for en given tidsserie. Både IPCC og NOAA har beregnet sandsynlighedsfordeling for hvert scenarie (SSP1-2,6 til SSP8,5) efter global gennemsnitlig temperaturstigning (Sweet et al., 2022). Af figur 3 ses IPCC's scenarier og sandsynlighedsfordeling for havvandstigningen i en varmere verden.^{xvii}

Figur 3 viser IPCCs projektion af den globale gennemsnitstemperatur (1.5-5.0°C) og den globale gennemsnitlige havvandstigning (SSP1-SSP5). Sandsynlighedsfordelingen i hvert scenarie er en imperfekt repræsentation af, hvad der kan ske. Sådanne scenarier er repræsenteret i IPCC (AR6), hvor overskridelsen af tipping points medfører abrupt marine ændringer og kollaps af ismasser i Arktis/Antarktis. Dette bidrag er for nuværende estimeret til low confidence under SSP5 8,5+. Low-confidence er repræsenteret ved de to øvre stiplede streger i figur 3 (83rd-95d percentile) og medfører 1,6-2,3 meter havvandstigning i det højeste scenarie (IPCC, AR6 §9.6.3).

NOAA, der er en amerikansk institution, som studerer forholdene i havet og atmosfæren, har beregnet en sandsynlig havvandsstigning efter SSP-scenarier for at understøtte kystnær planlægning. I SSP5- 8,5 er der for eksempel 23% sandsynlighed for 1 meter havvandstigning i 2100. Det værste tænkelige scenarie (SSP5 8,5+) har en global middelvandstandstigning på 2,0 meter i 2100. Heldigvis er der under 1% sandsynlighed for, at det indtræffer. I NOAA's mest ekstreme scenarie, der har en global gennemsnitstemperatur på +5 0°C, er sandsynligheden 8% (Sweet et al., 2017, p. 23; Sweet et al. 2024, p. 20), men flere og flere forskere peger i stigende grad på tipping points, hvor 3,0 meter havvandstigning også bør indgå i ekstremscenarierne (Dahl-Jensen et al., 2025).

EKSEMPLER PÅ PLANLÆGNING MED LAV SANDSYNLIGHED OG HØJE OMKOSTNINGER I FLORIDA OG RHODE ISLAND

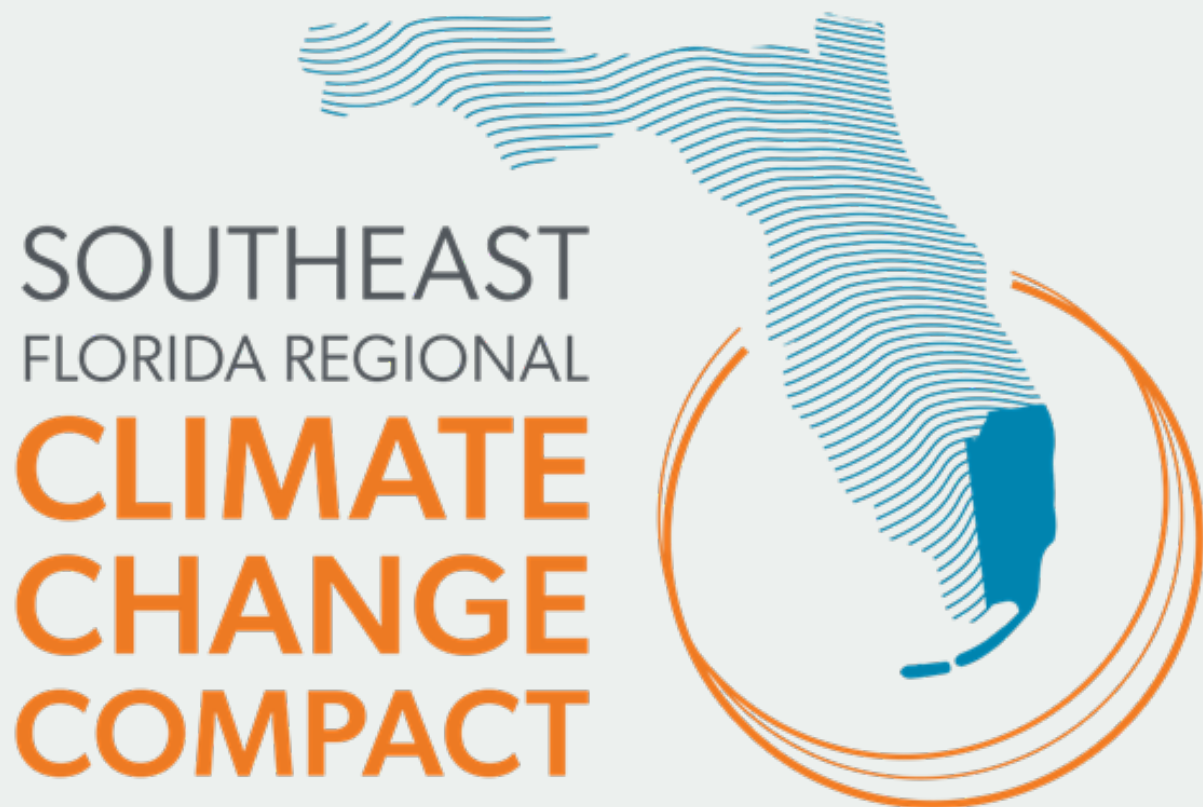


Illustration: Climate Change Compact

NOAA/NASAs bearbejdning af SSP-scenarierne (se Figur3), der kan sammenlignes med DMI's klimaatlas, har ført til, at flere regionale og statslige myndigheder i USA kræver, at planlægning og byggeprojekter i kystområder benytter low probability-high risk scenarier. I det Sydøstlige Florida anvendes f.eks. NOAA sådan, at et scenarie på 0,83 meter anvendes regionalt i "ikke kritiske områder for lavrisiko projekter". For projekter med en levetid over 2070 anvendes 0,83-19 meter i ikke kritiske områder og for lavrisikoprojekter.

For kritiske projekter kræves til gengæld, at 2,6 meter scenariet anvendes i al kystnær planlægning (South East Florida Climate Change Combat, 2024). Ligeledes er det gjort til et plankrav på Rhode Island, at alle kystnære projekter, uanset om de er kritiske eller ej, eller skal benytte NOAA's høje projektion på 2 meter i planlægningen (Rhode Island Department of State 2021). Hertil lægges stormflod.

Med tipping points i sigte foreslår vi allerede nu at inddrage scenarier med lav sandsynlighed og høj risiko i dansk planlægning. Scenarier kan for eksempel indgå i kommunalplanarbejdet, og ikke blot for havvandsstigning, men også for andre klimarelaterede events. Kommuneplanerne har ofte en tidshorisont på op til 12 år, men havvandet fortsætter med at stige, og skybrud og stormflod må forventes at blive værre og værre, som årene går. Der er derfor behov for langsigtet planlægning og nye plantilgange, der bygger på langsigtede scenarier, "cost of inaction"^{xviii} og "adaptiv planlægning".

Hvad kan vi lære fra eksempler på kystnær klimatilpasning i USA?

Flere stater i USA er begyndt at inddrage low probability high risk scenarier i den kystnære planlægning, samt hvad der svarer til den amerikanske udgave af DMI's klimaatlas; NOAA/NASA sea rise level projektion tool.^{xix} Det kan vi lade os inspirere af. Og vi kan lade os inspirere af planzoner fra Rhode Island, hvor byggeri under kote 5,7 og 10 meter for eksempel ikke er tilladt. Tilsvarende kan projekter, der har en levetid ud over en given periode (f.eks. 2070) forsynes med en tilbagetrækningsplan, placeres i en minimumskote eller kun indeholde bestemte funktioner. Funktionerne kan være adaptive, sådan at de ændres over tid. Desuden kan byggeri kun opføres på en måde, så det let kan flyttes.

Vi anbefaler, at scenarier med høj risiko og lav sandsynlighed i det mindste bør overvejes for beboelse og kritisk infrastruktur, herunder militære anlæg, hospitaler, kraftværker, metroer mv. Endelig anbefaler vi en plandiskussion af sårbare områder, sådan at forskellige funktioner og aktiviteter planlægges i forskellige koter eller zoner. Det kan f.eks. være beboelse i et havneområde, der overgår til en anden aktivitet f.eks. serviceerhverv på længere sigt eller andre aktiviteter, som er mere robust ift. stormflod/skybrud.

Det gælder dels om at indlede en diskussion om *tilbagetrækningsstrategier* og *tilpasninger*, hvor naturbaserede løsninger indgår, dels om at indføre en adaptiv *stormflodspanzone*. Tilbagetrækningsstrategier kan f.eks. foregå i områder, der samtidig udnytter synergier mellem reduktion og tilpasning. I takt med at AFOLU udgør en større andel af kommunernes udledning (64% i 2050), kan udledningerne reduceres væsentlig ved at udtage kystnære arealer, der fungerer som udligningsbassiner for byerne, lavninger der fungerer som bufferzoner, og områder der gradvist bliver oversvømmelsestruet. I Danmark har vi ikke langsigtet planlægning som i Florida. Kystdirektoratet har dog udviklet kystplanlægger 2120, der kan hjælpe kommunerne, som kan fastlægge tilpasningsstier (adaption pathways), der f.eks. sætte rammer for byudvikling og areal disponering i lavtliggende områder eller i kystzonen på lang sigt. Strandbeskyttelseslinjen er en gave i denne sammenhæng, der har forhindret meget lavtliggende

byggeri og forsat gør det. Tilsvarende kunne man ønske et redskab, der sikrede, at byudvikling ikke ufortrødent forsætter i lavninger, herunder ikke mindst i lavninger hvor sårbarhedsanalyser peger på, at området vil være uegnet til beboelse om f.eks. 30 år (2055), og dermed koble til et realkreditlåns løbetider. Lavvandsområder, saltmarsk og strandenge har betydeligt CO₂-optagspotentiale og kan samtidig sikre kystbeskyttelse, der ikke, som den hårde kystsikring, risikerer at accelerere udledningerne (Tollin et al., 2025).

Vi anbefaler derfor langsigtede planer i synergi med reduktionsspor, hvor naturbaserede løsninger gradvist indtænkes, og hvor planlægning i lavtliggende områder sikrer CO₂ optag. Arealer, der i dag er inddæmmet ved diger og tørlagt ved afvanding, kan f.eks. overvejes som kystbufferzoner og som CO₂-optagsområder. Det kan sikre synergier mellem tilpasning og reduktion.

Konklusion - Potentielle Synergier mellem tilpasning og reduktion

Denne artikel har taget afsæt i potentielle tipping points og belyst afledte konsekvenser for dansk planlægning. Først har vi vist, at kommunerne i Region Sydanmark når scope 1 og 2 klimamålene i 2030 og 2050, hvis alle planer implementeres. Vi har vist, at AFOLU (Agriculture, Forestry, and Land Use) gradvist vil stå for en større og større andel af kommunernes samlede udledning med ca. 64% i 2050. Og vi har vist, at flere kommuner allerede nu rapporterer, at det bliver svært eller umuligt at indfri DK2020 planernes 2030 mål. Vi anbefaler, at der iværksættes plan B initiativer, når det står klart, at et givet reduktionsmål ikke kan opnås. Desuden anbefales det at styrke CO₂-optags initiativer i synergi med tilpasning og gennem ændret arealanvendelse fremfor gennem teknologiuudvikling alene. Det er her, at den fysiske planlægning kommer ind i spillet – og hvor det står klart, at man også i kommuneplanlægningen har brug for at tænke meget længere end 12 år frem. Hvert ton tæller, og reduktionsstier bør planlægges i synergi med tilpasningsstier. Samtidig anbefaler vi integrerede sårbarhedsanalyser, der baseres på "cost of no action", så omkostninger ved ikke at handle vurderes i forhold til implementering af reduktion/tilpasning. Det vil sikre øget fokus på løsninger, der kan adressere flere klimarisici samtidig og dermed styrke adaptive plantiltag. Vi vil i den sammenhæng foreslå følgende:

TRE TIPS TIL KOMMUNERNE

1

Udarbejd plan B initiativer for reduktionsmål

DK2020 planernes reduktionsmål er i flere tilfælde allerede nu usikre, og i de tilfælde opfordres kommunerne til at have et arsenal af tiltag, der i stedet kan indfri reduktionsmålene.

Vi anbefaler at udarbejde plan B initiativer og at forsyne planerne med en tærskelværdi for alle reduktionsmål.

Overskrides tærskelværdien, skal der være vedtagne procedurer for at iværksætte plan B handlinger.

2

Udvid tidshorisonten

Kommunerne bør begynde at inddrage langsigtede scenarier med lav sandsynlighed og høj risiko i arealplanlægningen – også i kommuneplanerne. Overvej værste tænkelige scenarier og husk andre klimarisici end stormflod og skybrud.

Kommunerne er langt, når det kommer til sårbarhedsanalyser og analyser af skadevirkning ift. stormflod og skybrud, men endnu ikke for andre klimarisici, herunder, tørke, hedebløge, skov/markbrand mv.

3

Benyt altid adaptiv planlægning og naturbaserede løsninger

Vi anbefaler adaptiv planlægning, hvor f.eks. tilpasning sker i synergi med reduktion. Hård kystsikring, hårde regnvandsbassiner, anlæg til køling, pumpning og vanding mv. udleder meget CO₂, hvorfor vi anbefaler naturbaserede løsninger, der samtidig har reduktionspotentiale.

FORSKNINGSPROJEKTET:

Evaluerings af DK2020 i Region Syddanmark og Poseidon

Undersøgelsen af DK2020 planerne i Region Syddanmark bygger på et baseline studie. Med udgangspunkt i en global analyse af National Determined Contributions (UN-Habitat, 2022) har vi udviklet en taksonomi med 96 indikatorer til at indsamle data fra alle planer og tillæggsdokumenter i de 22 kommuner. Taksonomien for baseline-studiet er desuden inspireret af rammer for lokal klimaplanlægning med fokus på reduktion (Brown et al., 2021; Covenant of Mayors, 2023; Herbert et al., 2022; Johnson et al., 2022; Palermo et al., 2020; Pietrapertosa et al., 2023; Rivas et al., 2022; Salvia et al., 2021; Vanhuyse et al., 2023) og tilpasning (Donoghue & Katz-Rosene, 2023; Olazabal et al., 2019; Reckien et al., 2023; The EURO-LCP Initiative). Alle data håndteres i MS ACCESS, og er registreret efter indikator-gruppe. Hovedgrupperne er reduktionsplanlægning, tilpasningsplanlægning, klimamål, klimahandlinger, klimatrusler og implementering. Formålet med projektet er at lave en baseline på emissionsmål samt at studere potentielle barrierer, synergier mellem reduktion og tilpasning samt indsatser i forhold til klimarisici (tørke, skybrud, stormflod, havspejlsstigning, hedebølge, mv.). Dataindsamling hviler på Region Syddanmarks 22 kommuners klimahandleplaner, tillæggsdokumenter, interview, samt en spørgeskemaundersøgelse (Tollin et al., 2023).

Syddansk Universitet, Aalborg Universitet, Roskilde Universitet. Projektet er finansieret af Region Syddanmark v. Tollin et al. 2023, 2025.

POSEIDON projektet ved SDU og RUC har bidraget med review af tipping points og interview materiale om teknologispor. Finansieret af Interreg, v. Lybæk, Mernild et al., 2024

Litteratur

- Andersen, K., Piontkowitz, T., Henriksen, L. (2020); Undersøgelse af metoden 'Dynamisk planlægning til risikostyring og klimatilpasning' i en dansk kommunal kontekst, Kystdirektoratet.
https://kyst.dk/media/ta5p5rgf/metoderapport-dynamisk-planlaegning_april_2020.pdf
- Auckland Council (2024). Shoreline Adaptation Plans, Te Kaunihera o Tāmaki Makaurau, Auckland Council,
<https://www.aucklandcouncil.govt.nz/plans-projects-policies-reports-bylaws/our-plans-strategies/topic-based-plans-strategies/environmental-plans-strategies/shoreline-adaptation-programme/Pages/shoreline-adaptation-plans.aspx>
- Boers, N., Marwan, N., Barbosa, H. M. J. & Kurths, J. (2017) A deforestation-induced tipping point for the South American monsoon system. *Sci. Rep.* 7, 41489.
- Brand, C., Götschi, T., Dons, E., Gerike, R., Anaya-Boig, E., Avila-Palencia, I., Nazelle, A., Gascon, M., Gaupp-Berghausen, M., Iacorossi, F., Kahlmeier, S., Int Panis, L., Racioppi, F., Rojas-Rueda, D., Standaert, A., Stigell, E., Sulikova, S., Wegener, S., & Nieuwenhuijsen, M. J. (2021a). The climate change mitigation impacts of active travel: Evidence from a longitudinal panel study in seven European cities. *Global Environmental Change*, 67. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2021.102224>
- Brand, C., Dons, E., Anaya-Boig, E., Avila-Palencia, I., Clark, A., Nazelle, A., Gascon, M., Gaupp-Berghausen, M., Gerike, R., Götschi, T., Iacorossi, F., Kahlmeier, S., Laeremans, M., Nieuwenhuijsen, M., Pablo Orjuela, P., Racioppi, F., Raser, E., Rojas-Rueda, D., Standaert, A., ... Int Panis, L. (2021b). The climate change mitigation effects daily active travel in cities. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 93. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2021.102764>
- Buurman, J., Babovic, V. (2016). Adaptation Pathways and Real Options Analysis: An approach to deep uncertainty in climate change adaptation policies, *Policy and Society*, Vol 35, Issue 2, 137–150,
<https://doi.org/10.1016/j.polsoc.2016.05.002>
- Colin N. Waters, Jan Zalasiewicz, Colin Summerhayes, Anthony D. Barnosky, Clément Poirier, Agnieszka Gałuszka, Alejandro Cearreta, Matt Edgeworth, Erle C. Ellis (2016). The Anthropocene is functionally and stratigraphically distinct from the Holocene, *Science*, Vol 351, Issue 6269,
<https://www.science.org/doi/10.1126/science.aad2622>
- Davidsson, J. og Kemp, L. (2023). Climate catastrophe: The value of envisioning the worst-case scenarios of climate change, *Wires Climate Change*, 1-14. <https://doi/10.1002/wcc.871>
- Ditlevsen, P., Ditlevsen, S (2023). Warning of a forthcoming collapse of the Atlantic meridional overturning circulation, *Nature Communications* 14, 4254.
<https://www.nature.com/articles/s41467-023-39810-w>
- EPICA community members. Eight glacial cycles from an Antarctic ice core. *Nature* **429**, 623–628 (2004).
<https://doi.org/10.1038/nature02599>
- Flores, B.M., Montoya, E., Sakschewski, B. et al. Critical transitions in the Amazon forest system. *Nature* **626**, 555–564 (2024). <https://doi.org/10.1038/s41586-023-06970-0>
- Freudendal-Pedersen, M., Hartmann-Petersen, K., Friis, F., Lindberg, M. R., & Grindsted, T. S. (2020). Sustainable mobility in the mobile risk society: Designing innovative mobility solutions in Copenhagen. *Sustainability*, 12(17), Artikel 7218. <https://doi.org/10.3390/su12177218>

- Garbe, Julius., Albrecht, Torsten., Levermann, Anders., Donges, Jonathan., Winkelmann, Richarda. (2020). The hysteresis of the Antarctic Ice Sheet, *Nature*, Vol 585, pp. 538–544.
<https://doi.org/10.1038/s41586-020-2727-5>
- Grindsted, T. S., Holm, J., & Andersen, J. (2024). 7 grønne planprincipper i klimastrategisk byledelse. Plan22+,
https://plan22.dk/sites/default/files/Plan22_Artikler_A4_Thomas_MM_13Dec2024%20-%20endelig.pdf.
- Hansen, J.E., M. Sato, L. Simons, L.S. Nazarenko, I. Sangha, P. Kharecha, J.C. Zachos, K. von Schuckmann, N.G. Loeb, M.B. Osman, Q. Jin, G. Tselioudis, E. Jeong, A. Lacis, R. Ruedy, G. Russell, J. Cao, and J. Li, 2023: Global warming in the pipeline. *Oxford Open Clim. Change*, 3, no. 1,
<https://doi.org/10.1093/oxfclm/kgad008>
- Haasnoot, Warren & Kwakkel (2019). Dynamic Adaptive Policy Pathways (DAPP). In: Marchau, V., Walker, W., Bloemen, P., Popper, S. (eds) Decision Making under Deep Uncertainty. Springer, Cham.
https://doi.org/10.1007/978-3-030-05252-2_4
- Heinze, C., Blenckner, T., Martins, H., Rusiecka, D., Döscher, R. et al. (2021). The quiet crossing of ocean tipping points, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Vol. 118 | No. 9,
<https://www.pnas.org/doi/full/10.1073/pnas.2008478118>
- IMBIE team (2018). Mass balance of the Antarctic Ice Sheet from 1992 to 2017. *Nature*, 558, 219–222.
<https://doi.org/10.1038/s41586-018-0179-y>
- IPCC (2023). Sixth Assessment Report (AR6), Synthesis. Report on the Intergovernmental Panel on Climate Change. Switzerland. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/>
- Jevrejeva, Svetlana, Williams, Joanne., Voudoukas, Michalis., Jackson, Luke P. (2023). Future sea level rise dominates changes in worst case extreme sea levels along the global coastline by 2100, *Environmental Research Letters*, Volume 18, Number 2, 024037, <http://doi:10.1088/1748-9326/acb504>
- Lybæk, R., & Grindsted, T. S. (2025). Assessment and Identification of Requests for Technology and Innovation Needs within the Danish DK2020 Climate Action Plans. *International Journal of Advanced Multidisciplinary Research and Studies*, 5(1), 452-458.
<https://doi.org/10.62225/2583049X.2025.5.1.3674>
- Lawrence, J., Bell, R., Blackett, P., Stephens, S., Allan, S., (2018). National guidance for adapting to coastal hazards and sea-level rise: Anticipating change, when and how to change pathway, *Environmental Science & Policy*, Volume 82, 100-107, <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2018.01.012>
- Le Quéré, C., Peters, G.P., Friedlingstein, P. et al. (2021). Fossil CO₂ emissions in the post-COVID-19 era. *Nat. Clim. Chang.* 11, 197–199. <https://doi.org/10.1038/s41558-021-01001-0>
- Lenton TM, Held H, Kriegler E, Hall JW, Lucht W, Rahmstorf S, Schellnhuber HJ (2008). Tipping elements in the Earth's climate system. *Proc Natl Acad Sci*, 105(6):1786-93.
<https://doi.org/10.1073/pnas.0705414105>
- Lenton, Timothy., Rockström, Johan., Gaffney, Owen., Rahmstorf, Stefan., Richardson, Katherine., Steffen, Will., Schellnhuber, Hans Joachim. (2019). Climate tipping points – too risky to be against, *Nature*, 575, 592-595. doi: <https://doi.org/10.1038/d41586-019-03595-0>
- McKay, A., Arie, S., Abrehams, S., Winkelmann, R., Loriani, S., Cornell, S., Rockström, J., Lenton, T. (2022). Exceeding 1.5°C global warming could trigger multiple climate tipping points, *Science*, Vol 377, Issue 6611, <https://doi.org/10.1126/science.abn7950>

- Petit, J., Jouzel, J., Raynaud, D. et al. Climate and atmospheric history of the past 420,000 years from the Vostok ice core, Antarctica. *Nature*, 399, 429–436 (1999). <https://doi.org/10.1038/20859>
- Rahmstorf, S. (2024). Is the Atlantic Overturning Circulation Approaching a Tipping Point? *Oceanography*, Volume 37, No. 3, 16 – 29. <https://doi.org/10.5670/oceanog.2024.501>
- Richardson, K., Steffen, W., Lucht, W. (2023). Earth Beyond Six of Nine Planetary Boundaries. *Science Advances*, 9. <http://doi:10.1126/sciadv.adh2458>
- Sigman, D., Boyle, E. Glacial/interglacial variations in atmospheric carbon dioxide. *Nature* **407**, 859–869 (2000). <https://doi.org/10.1038/35038000>
- Steffen, W., Grinevald, J., Crutzen, P., McNeil, J. (2011). The Anthropocene: conceptual and historical perspectives, *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, Vol. 369, pp. 842-867. <https://doi.org/10.1098/rsta.2010.0327>
- Steffen, W., Crutzen, P. J., & McNeill, J. R. (2007). The Anthropocene: Are Humans Now Overwhelming the Great Forces of Nature? *Ambio*, 36(8), 614–621. <http://www.jstor.org/stable/25547826>
- Steffen, W., Rockström, J., Richardson, K. (2018). Trajectories of the Earth System in the Anthropocene, *Earth, Atmospheric and Planetary Sciences*, 115 (33), pp 8252-8259. <https://www.pnas.org/doi/full/10.1073/pnas.1810141115>
- Steffen, W., Richardson, K., Rockström, J. (2015). Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. *Science*. 347, 1259855. <http://doi:10.1126/science.12598>
- Stern, N. (2006). "The Economics of Climate Change" Cambridge University Press, <https://doi.org/10.1017/CBO9780511817434>
- Sweet, William et al., (2017). GLOBAL AND REGIONAL SEA LEVEL RISE SCENARIOS FOR THE UNITED STATES, NOAA Technical Report NOS CO-OPS 083 https://tidesandcurrents.noaa.gov/publications/techrpt83_Global_and_Regional_SLR_Scenarios_for_the_US_final.pdf
- Sweet, William et al., (2022). Global and Regional Sea Level Rise Scenarios for the United States, National Oceanic and Atmospheric Administration <https://aambpublicoceanservice.blob.core.windows.net/oceanserviceprod/hazards/sealevelrise/noaa-nos-techrpt01-global-regional-SLR-scenarios-US.pdf>
- Van Westen, R., Kliphuis, M., Dijkstra, H. (2024). Physics-based early warning signal shows that AMOC is on tipping course, *Science Advances*, Vol 10, Issue 6, <https://doi.org/10.1126/sciadv.adk1189>
- Wunderling et al, (2024). Climate tipping point interactions and cascades: a review, *Earth Syst. Dynam.*, 15, 41–74, <https://doi.org/10.5194/esd-15-41-2024>

Rapporter

- Iris Group og Pluess (2024). Evaluering af DK2020 - klimaplaner for hele Danmark, København. <https://regionsyddanmark.dk/media/fcoeperu/evaluering-af-dk2020-klimaplaner-for-hele-danmark-final.pdf>
- Tollin, N., Lehmann, M., Attombri, C., Wyke, S., Grindsted, T. S. (2023). Empowering Local Climate Action: Preliminary Analysis of Municipal Action Plans in the Region of Southern Denmark. Region of Southern Denmark: Vejle. https://findresearcher.sdu.dk/ws/portalfiles/portal/251994867/Empowering_Local_Climate_Action_2.pdf
- Tollin, N., Lehmann, M., Attombri, C., Deeg, A. B., & Grindsted, T. S. (2025). Empowering Local Climate Action: Agriculture, Forestry, and Land Use Challenges in the Region of Southern Denmark. Syddansk Universitetsforlag. <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.28533230>.
- Ea Energianalyse (2022) Analysis of the emission reduction contributions of Danish municipalities towards meeting the 70 % target by 2030, Copenhagen, Denmark.
- Ea Energianalyse (2023) Analysis of the emission reduction contributions of Danish municipalities towards meeting the 70 % target by 2030 - Rul 1 Municipalities, Copenhagen, Denmark.
- CONCITO (2021a) Learning from DK2020 – *Pilot municipalities towards climate neutrality and climate resilience*. CONSITO, Denmark.
- CONCITO (2021b) *DK2020 Municipalities leading the way*. CONSITO, Denmark.
- C40 Cities (2020) *Climate Action Planning Framework*, CAPF, C40 Cities Climate Leadership Group Inc, New York, USA.
- CONCITO (2023) 'Adaptation approaches in the Danish municipalities' climate action plans', CONSITO, Denmark.
- Dahl Larsen, M., Karamitilios, G., Dømggaard, L., Halsnæs, K. (2024). DMI Report 21-35 Data driven climate change adaptation Part B: National and local scale flood modelling as a basis for damage cost assessments, ISBN: 978-87-7478-709-9.
- Dahl-Jensen, D., Mernild, S., Hesselbjerg Christensen, J., Richardson, K. (2025). Den skjulte klimakatastrofe, Københavns Universitet, Syddansk Universitet, Navigating 360.
- Grindsted, Thomas Skou (2018). Vi burde stemme om, hvor varm en jordklode vi vil have, Information, 11 oktober. <https://www.information.dk/debat/2018/10/burde-stemme-varm-jordklode>
- Lybæk, Rikke., Grindsted, Thomas Skou (2024). Assessment of achievements and future needs of Danish municipalities' climate adaptation work reported in DK2020 evaluation reports – A literature review, Roskilde Universitet.
- UN (2023). Emission Gap Report, UNEP. <https://www.unep.org/interactives/emissions-gap-report/2023/>
- Region Syddanmark (2020). Kontur – Nøgletal for udviklingen i Region Syddanmark. https://regionsyddanmark.dk/media/2ghei5vb/syddanmark_ok.pdf
- Sønderborg Kommune (2022). Handleplan for Klimatilpasning - DK2020, https://sonderborgkommune.dk/sites/default/files/202210/Handleplan%20for%20klimatilpasning_endelig.pdf
- South East Florida Climate Change Combat (2024). <https://southeastfloridacclimatecompact.org/initiative/regionally-unified-sea-level-rise-projection/>

Noter

ⁱ Stern, 2006: "The Economics of Climate Change: The Stern Review"; heri konkluderedes bl.a. "... the benefits of strong and early action far outweigh the economic costs of not acting." Både IPCCs (AR6) og UNEPs (EGR2023 og AGR2023) nylige rapporter estimerer omkostninger og fordele ved tidlig handling, herunder bl.a. behovet for øgede investeringer i tilpasning såfremt der ikke sker øget og tidlig handling ift. emissions-reduktioner.

ⁱⁱ Carbon Cycle Gases, Mauna Loa. NOAA, Earth System Research Laboratories Global Monitoring Laboratory. <https://gml.noaa.gov/dv/iadv/graph.php?code=MLO&program=ccgg&type=ts>

ⁱⁱⁱ Carbon Cycle Gases, Mauna Loa. NOAA, Earth System Research Laboratories Global Monitoring Laboratory. <https://gml.noaa.gov/dv/iadv/graph.php?code=MLO&program=ccgg&type=ts>

^{iv} James Hansen sætter klimasystemsforandring i perspektiv ved at understrege, at den globale gennemsnitstemperatur under den seneste istid var ca. 4 grader koldere end i dag (Hansen et al., 2023; Colin et al., 2016). Vi er godt på vej til at rykke termometret 3-4 grader den modsatte vej.

^v Afgasning fra permafrosten vil medføre udledninger svarende til ca. 20% af karbonbudgettet for Paris målene (Lenton et al., 2020). At forskere kan få den tanke, at der er risiko for, at AMOC (Atlantic Meridional Overturning Circulation) systemet kolliderer inden udgangen af dette århundrede (Ditlevsen & Ditlevsen, 2023; van Westen, Kliphuis & Dijkstra, 2024; Rahmstorf, 2024) er ikke bare skræmmende, men vil gøre landbrug i Nordeuropa og Skandinavien en svær opgave (Garbe et al., 2020). Også Arktis og Antarktis er fundamentale for klimasystemet og måske er et tipping point tættere på end antaget for blot få år siden (Lenton et al. 2020). Nogle af de fremmeste klimaforskere fremfører, om end med stor usikkerhed, at indlandsisens tipping point kan ligge i området omkring 500ppm CO₂ (atmosfærisk koncentration). Det vil være et punkt, hvor afsmeltningen er irreversibel og centrale dele af Antarktis og Arktis vil afsmelte (Garbe et al., 2020). I disse scenarier taler vi om betydelige havvandsstigninger.

^{vi} Et studie publiceret i Nature viser, at afsmeltningen på Antarktis er tredoblet gennem det seneste årti. I 1990'erne var afsmeltningen fra Antarktis svarende til 0,15 millimeter havvandsstigning om året. Det er siden tredoblet til ca. 0,6 millimeter om året. Forskerne peger på, at afsmeltningen på Vestantarktis allerede er ustoppelig (IMBIE, 2018).

^{vii} Ved 2 grader global gennemsnitstemperatur over det pre-industrielle niveau (Paris, øvre grænse) er der bekymring for, at Vest Antarktis vil nå et delvist kollaps (Garbi et al. 2020). Isens temperatursensitivitet er ca. 1,3 meters havvandsstigning per grad jordens gennemsnitstemperatur stiger. Ved global opvarmning på 2-6 grader stiger havniveauet ca. 2,4 meter pr grad, og ved 6-9 grader stiger havspejlet 10 meter pr. grad (Garbe et al., 2020). Sidste gang det skete, var under den Pleiocene periode (3 mio. år siden) ved 300-400 ppm (anden solindstråling fra universet og derfor kun delvist sammenligneligt). Den globale gennemsnitstemperatur var ca. 3-4 grader varmere end før industrialiseringen, og ca. 10 grader varmere ved polerne (Hansen et al., 2023).

^{viii} IPCC's RCP 8.5 har en middel havvandsstigning på 0,88 meter og standard deviation på 0,65-1,60 meter. NASAs (NASA 2024) og NOAA har et high projection scenarie for 2100 med en median stigning på 2 meter (Sweet et al. 2022). NASAs 2024 8,5+ med havvandsstigning på mellem 1,9 – 2,6 meter (NASA, 2024, (Jevrejeva 2023, IPCC RA 6). Se også NASA Sea Rise Level Projection Tool: <https://sealevel.nasa.gov/ipcc-ar6-sea-level-projection-tool>

https://asbpa.org/wp-content/uploads/2024/08/SB-HoustonIPCC_92_3.pdf

^{ix} "Evaluerende af DK2020 – Klimaplaner for hele Danmark" (Iris og Pluess, 2024), "Analysis of the emission reduction contributions of Danish municipalities towards meeting the 70% target by 2030" (EA Energianalyse, 2022, 2023), "Learning from DK2020 – Pilot municipalities towards climate neutrality and climate resilience" (Concito, 2021a), "DK2020 Municipalities leading the way" (Concito, 2021b), "Adaptation approaches in the Danish municipalities' climate action plan" (Concito, 2023), "Assessment of achievements and future needs of Danish municipalities' climate adaptation work reported in DK2020 evaluation reports – A literature review" (Lybæk og Grindsted, 2024).

^x I takt med at verden bliver varmere stiger risikoprofilen for en række fluviale fænomener, og nye plantrusler må forventes. Det gælder særlig reduktion og tilpasning potentialer/risici med sporafhængighed på en horisont ud over 2050

^{xi} National Climate Model: Temperature Change (RCP 8.5). I følge NOAA's model vil atmosfærisk CO₂ stige til 936 ppm i 2100 med 5-6°C stigning i global gennemsnitstemperatur. <https://sos.noaa.gov/catalog/datasets/climate-model-temperature-change-rcp-85-2006-2100/>

^{xii} Scope 1 emissioner er direkte emissioner, eks. fra industrielle processer eller husholdningen. Scope 2, er indirekte udledninger udenfor husholdningen eller virksomhedens drift, f.eks. produktion af varme i fjernvarmenettet. Scope 3, omfatter indirekte udledninger i hele værdi-, produktions- og konsumptionskæden, som ikke kan tilskrives scope 1 eller 2. Det kan for eksempel være medarbejderes pendling til og fra arbejdspladsen. Scope 2 og 3 udledninger fra import og eksport er ikke omfattet af de territoriale mål. Scope 3 udledninger er betydelige, og danske virksomheders eksport eller produktion af varer og tjenesteydelser i udlandet er ifølge Energistyrelsen beregnet til 120-130 mio. ton CO₂e i 2023 (Klimarådet, 2023)

^{xiii} På globalt plan blev der udledt 34 milliarder ton CO₂ ud i atmosfæren hvert år i perioden 2016-2019. Verdenssamfundet skal reducere godt 1-2 milliarder ton CO₂ hvert år for at være på linje med Paris-aftalen (Le Quere et al., 2021). Det svarer til, at hver indbygger i verden maksimalt må udlede 3,9 ton CO₂e pr. person i 2030, hvis temperaturstigningen skal begrænses til det nedre spænd på 1,5 grader i Parisaftalen, mens hver borger i verden maksimalt må udlede 4,8 ton CO₂e pr. person i 2030, hvis 2 grader målet skal indfris. Det anses i dag for urealistisk blandt mange forskere (Le Quere et al., 2021; UNEP 2023).

^{xiv} Risici = sandsynlighed x skadevirkning.

^{xv} Vores gennemgang viser, at sårbarhedsanalyse for en række implementeringstiltag ikke er gennemført, ligesom kommunerne hovedsageligt beregner estimer af skadeomkostninger for stormflod og skybrud (f.eks. SkadesØkonomi, EnviDan; DHI FloodRisk tool), men endnu ikke for tørke, skovbrand/markbrand, hedebløge osv. Årlige skadesomkostninger, eller skadesomkostninger ved mangelfulde tilpasningstiltag (cost of no action) fremgår ikke. Vi anbefaler, at omkostninger ved ikke at handle (cost of no action) bliver en del af klimahandleplanerne, og forskningsmæssigt ønsker vi at udvikle metodik her til. Dette gælder særligt for integreret risikovurdering i relation til andre typer af events (tørke, hedebløge, skov/markbrand osv.). Samtidig anbefaler vi identifikation af forskellige klimarisici og kaskadeeffekter sker i samspil til synergipotentialer mellem tilpasning og reduktion

^{xvi} Havvandsstigninger er skruen uden ende, og vi skal måske vænne os til, at Danmarks landareal kan skrumpes som konsekvens heraf. Alle vores største byer er kystnære, og i alt bor mere end 1,2 millioner danskere kystnært (mindre end 2 km og i en højde under 10 meter) ligesom store dele af verdens

befolkning lever i kystnære millionbyer (Grindsted, 2018). I Jakarta har de taget konsekvensen og er ved at flytte en hovedstad.

^{xvii} Ligesom de såkaldte SSP er baggrunden (EU-Cordex) for DMI's klimaatlas, har NOAA/NASA udviklet et Sea Rise Level Projection Tool med reference til SSP. DMIs klimaatlas benytter (IPCC SSP1-2.6; SSP2-4.5, SSP5-8.5), mens NOAA/NASA ud over SSP tilføjer high warming-low confidence modelprojektioner. Hvert scenarie har en standard deviation (IPCC AR 6; 17th–83rd percent percentil). IPCC har en standard deviation på 0.28-1,6 meter, mens high-warming- low confidence scenarier i NOAA/NASA har en standard deviation på 0,4-2,7 meter. NOAA har også udviklet et ekstremt scenarie. Et såkaldt "hvad nu hvis scenarie", for eksempel hvis tipping points accelererer afsmeltningen af Aktis/Antaktis. I det ekstreme scenarie vil den globale gennemsnitlige havvandstigning i 2100 være på 2,5 meter, men med stor regional variation (Sweet et al., 2017). Scenariet er dog sidenhen blevet fjernet i NOAA nyeste offentlige tilgængelige modelprojektion, idet det anses for urealistisk og er erstattet med NOAA high scenario på 2,0 meter global middelvandstandstigning (Sweet et al., 2017; Sweet et al., 2023).

^{xviii} Stern, 2006: "The Economics of Climate Change: The Stern Review"; heri konkluderedes bl.a. "... the benefits of strong and early action far outweigh the economic costs of not acting." Både IPCC's (AR6) og UNEP's (EGR2023 og AGR2023) nylige rapporter estimerer omkostninger og fordele ved tidlig handling, herunder bl.a. behovet for øgede investeringer i tilpasning, såfremt der ikke sker øget og tidlig handling ift. emissions-reduktioner.

^{xix} NOAA/NASA sea level protection tool NASA: <https://sealevel.nasa.gov/task-force-scenario-tool/>
NOAA <https://toolkit.climate.gov/tool/ipcc-ar6-sea-level-projection-tool>

".... i kommuneplanlægningen er der brug for at tænke meget længere end 12 år frem. Hvert ton tæller, og reduktionsstier bør planlægges i synergi med tilpasningsstier."

PLAN 22+



Plan- og
Landdistriktsstyrelsen



Roskilde Universitet

