



Klimaatlas-rapport

Frederikshavn Kommune

v2024a

National Center for Klimaforskning (NCKF) ved DMI

25. juni 2024



Danmarks Meteorologiske Institut



Kolofon

| | |
|----------------------------|---|
| Serietitel | DMI-rapport |
| Titel | Klimaatlas-rapport |
| Undertitel | Frederikshavn Kommune |
| Forfatter(e) | National Center for Klimaforskning (NCKF) ved DMI |
| Redaktør | Mark R. Payne |
| Sprog | Dansk |
| Emneord | Klima, Klimaatlas, Temperatur, Nedbør, Ekstremnedbør, Skybrud, Stormflod, Vandstand |
| URL | https://www.dmi.dk/klimaatlas/ |
| ISSN | 2445-9127 |
| Version | v2024a |
| Versionsdato | 25. juni 2024 |
| Link til hjemmeside | www.dmi.dk/klimaatlas |
| Copyright | Danmarks Meteorologiske Institut |
| Kildeangivelse | Dette rapport skal citeres som: DMI (2024).Klimaatlas-rapport. Frederikshavn Kommune. v2024a https://doi.org/10.5281/zenodo.11402836 Klimaatlas data skal citeres som: DMI. (2024). DMI Klimaatlas v2024a - Fremskrivninger af det danske klima (Projections of climate indicators in Denmark) [Data set]. Zenodo. https://doi.org/10.5281/zenodo.11402836 |



Indhold

| | |
|---|-----------|
| Baggrund | 4 |
| Om Klimaatlas | 4 |
| Udledningsscenarier | 4 |
| Tidsperioder og usikkerheder | 5 |
| Vejledning til grafer..... | 5 |
| Temperatur | 7 |
| Nedbør | 9 |
| Vandstand | 12 |
| Kattegatkyst nordlige | 13 |
| Skagerrakkyst nordlig..... | 14 |
| Vejr i Frederikshavn Kommune | 15 |
| Oversigtstabel | 16 |



Baggrund

Følgerne af klimaændringerne opleves forskelligt fra egn til egn. Her opsummeres de væsentligste resultater for, hvordan klimaet ventes at forandre sig frem mod år 2100 i Frederikshavn Kommune. Fokus er på nogle få udvalgte og hyppigt anvendte indikatorer, og især med hensyn til temperatur, nedbør og vandstand. Data stammer fra DMI's Klimaatlas (version v2024a), som udeover indholdet i denne rapport indeholder en lang række andre data for det fremtidige danske klima på kommuneniveau. Til sidst i rapporten gives en beskrivelse af Frederikshavn Kommunes generelle vejr og klima.

Om Klimaatlas

Klimaatlas leverer ét samlet datagrundlag for det fremtidige danske klima. Klimaatlas er udarbejdet på baggrund af DMI's egne data, internationale samarbejder og viden fra rapporter fra FN's Klimapanel (IPCC). Finansieringen kommer fra Finansloven 2018 og 2022. Klimaindikatorer er udregnet og samlet for hele Danmark, kommuner, alle vandoplande (afvandingsområder) og kyststrækninger, i et 1x1km gitter som den højeste opløsning.

Klimaatlas fortæller ikke i sig selv noget om effekterne af klimaændringerne, da data om for eksempel grundvandsspejl, kloakering, afværgeforanstaltninger og andre lokale forhold ikke er del af Klimaatlas. Klimaatlas vil dog kunne være med til at kvantificere f.eks. temperatur- og nedbørsændringer og pege på, hvor problemerne bliver størst. Effektanalyse bør udarbejdes efterfølgende på baggrund af bl.a. data fra Klimaatlas og lokalspecifikke forhold. Læs mere om Klimaatlas her: <https://www.dmi.dk/klima-atlas/om-klimaatlas/>

Udledningsscenerier

Klimaforandringerne afhænger primært af ændringer i koncentrationen af drivhusgasser (som f.eks. kuldioxid) i atmosfæren. Derfor indgår koncentrationen af drivhusgasser i klimamodellerne anvendt i Klimaatlas. Det sker via såkaldte udledningsscenerier, der er realistiske bud på udviklingen af fremtidens globale koncentration af drivhusgasser i atmosfæren.

FN's Klimapanel IPCC baserer sit arbejde på et sæt af udledningsscenerier til udvikling af globale klimamodeller. IPCC's femte hovedrapport og særrapporter fra 2018 og 2019 benyttede de såkaldte RCP-scenerier ("Representative Concentration Pathways"). Den nyeste og sjette hovedrapport fra IPCC (2021-22) bruger et nyt sæt af scenerier kaldet SSP ("Shared Socioeconomic Pathways"). I Klimaatlas er en kombination af disse to sæt af scenerier benyttet, hvor de atmosfæriske indikatorer (f.eks. temperatur, nedbør, vind) er baseret på RCP-scenerierne og vandstand indikatorer er baseret på SSP scenerierne. Læs mere om hvorfor begge sæt udledningsscenerier indgår i Klimaatlas her: <https://www.dmi.dk/klima-atlas/oftestilledespoergsmaal>

Klimaatlas giver dig mulighed for at se, hvordan klimaet i Danmark ventes at ændre sig under tre udvalgte scenerier fra IPCC's arbejde - et lavt (RCP2,6/SSP1-2,6), et mellemhøjt (RCP4,5/SSP3-4,5) og et højt (RCP8,5/SSP5-8,5) udledningsscenerie. Vejledning i hvilket scenarie, der er relevant ved



forskellige projekter, findes i "Vejledning i anvendelse af udledningsscenarioer" - udarbejdet af DMI i samarbejde med Miljøstyrelsen, september 2018. Se mere på:

[https://www.dmi.dk/fileadmin/user_upload/Bruger_upload/Raadgivning/Vejledning i anvendelse af udledningsscenarioer.pdf](https://www.dmi.dk/fileadmin/user_upload/Bruger_upload/Raadgivning/Vejledning_i_anvendelse_af_udledningsscenarioer.pdf)

Tidsperioder og usikkerheder

Data i Klimaatlas er som regel præsenteret som gennemsnit i perioder af 30 år. I Klimaatlas er Danmarks nuværende klima defineret ved gennemsnittet for 'referenceperioden' 1981-2010. Perioden er udgangspunktet for fremskrivninger og for data, der viser relative ændringer. Klimaatlas præsenterer data for fire tidsperioder: 1981-2010, 2011-2040, 2041-2070 og 2071-2100.

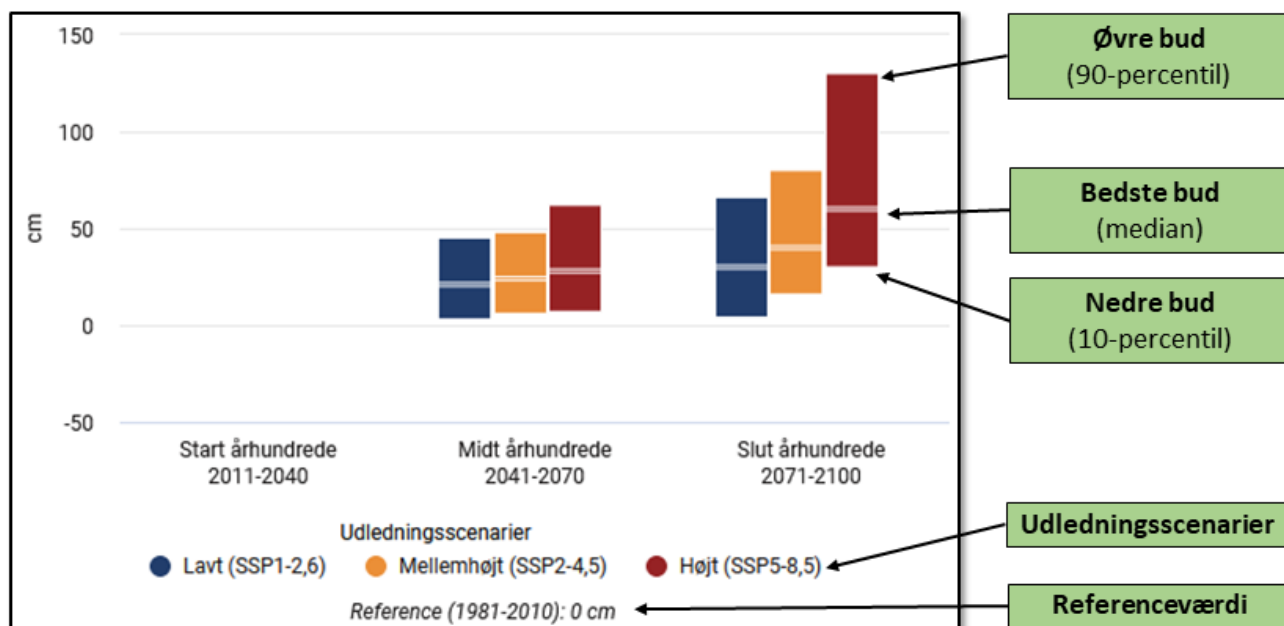
Data for fremtidens klima i Danmark i Klimaatlas er baseret på op til 72 forskellige klimamodeller. Modellerne der beregner klimaet kan sammenlignes, da de dækker samme geografiske område og indeholder samme mængde drivhusgas i atmosfæren.

Beregningerne af fremtidens klima er forbundet med usikkerheder. Disse usikkerheder kan ses i spredningen af resultater mellem modellerne. I Klimaatlas er intervallerne for usikkerhed angivet for de enkelte indikatorer som en søjle i figurerne og i datatabellerne.

Usikkerheden er givet som 10- og 90-percentiler omkring medianværdien (50%). For indikator gennemsnitstemperatur betyder det f.eks., at den øvre usikkerhedsgrænse er det niveau, hvor kun 10% af modellerne er varmere. Tilsvarende er den nedre usikkerhedsgrænse det niveau, hvor kun 10% af modellerne er køligere.

Vejledning til grafer

Her beskrives, hvordan figurerne i Klimaatlas skal læses. Graferne samler information for hver indikator og angiver usikkerhedsintervaller for alle udledningsscenarioer og alle tidsperioder. Det er mest sandsynligt, at ændringen ligger omkring medianen, mens de øvre og nedre bud giver et billede af, hvor stor usikkerheden er. Værdierne for alle perioder og scenarier kan findes i Klimaatlas (<http://www.dmi.dk/klimaatlas>).



Figur 1. Skitse af graferne i Klimaatlas. Eksempel på procentvis ændring i vinternedbør på tværs af Danmark.

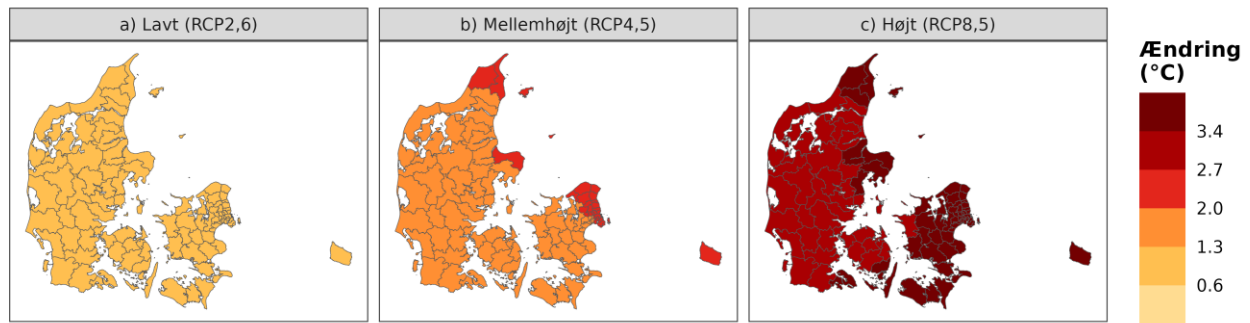
I dette hypotetiske eksempel (figur 1), der viser ændring i middelvandstand på tværs af Danmark, er det bedste bud (den fuldt optrukne streg) ved slutningen af århundrede under et højt udledningsscenario (SSP5-8,5) en middelvandstandsstigning på 61cm. Det nedre bud på 25cm (10.-percentilen) og det øvre bud på 128cm (90.-percentilen) danner søljens nederste og øverste grænser og kan også læses af figuren. Den forventede ændring i middelvandstand er dermed 61cm med et usikkerhedsinterval fra 25cm til 128cm.

På figuren findes også referenceværdien. Denne tal er værdien under referenceperioden (1981-2010) og kan benyttes til at give kontekst til ændringerne. I denne tilfælde er referenceværdien 0 cm, da figuren viser ændring ift. referenceperioden.

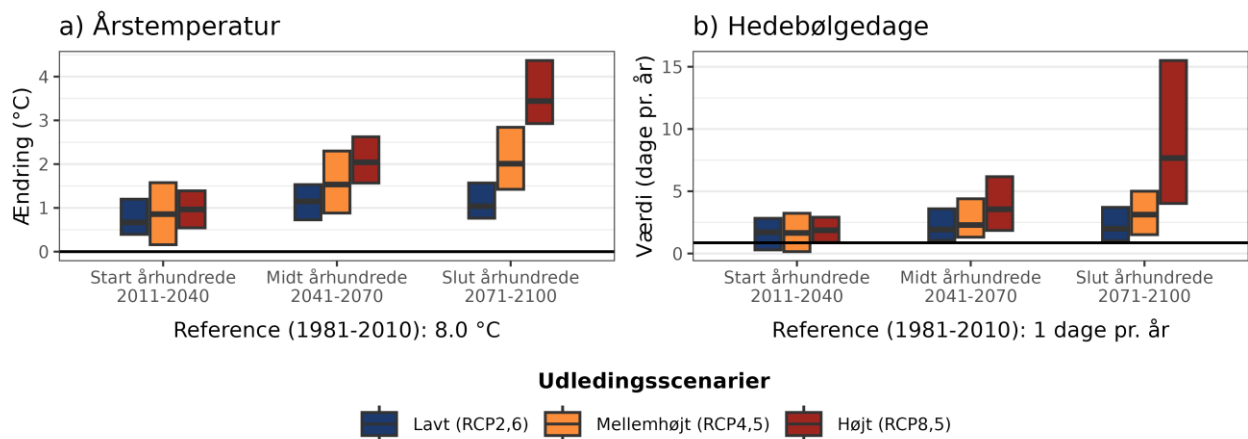
Alle tal, som ligger bag ved graferne, kan også hentes i Klimaatlas. Et udvalg af tallene findes også til sidst i denne rapport (se oversigtstabel).

Temperatur

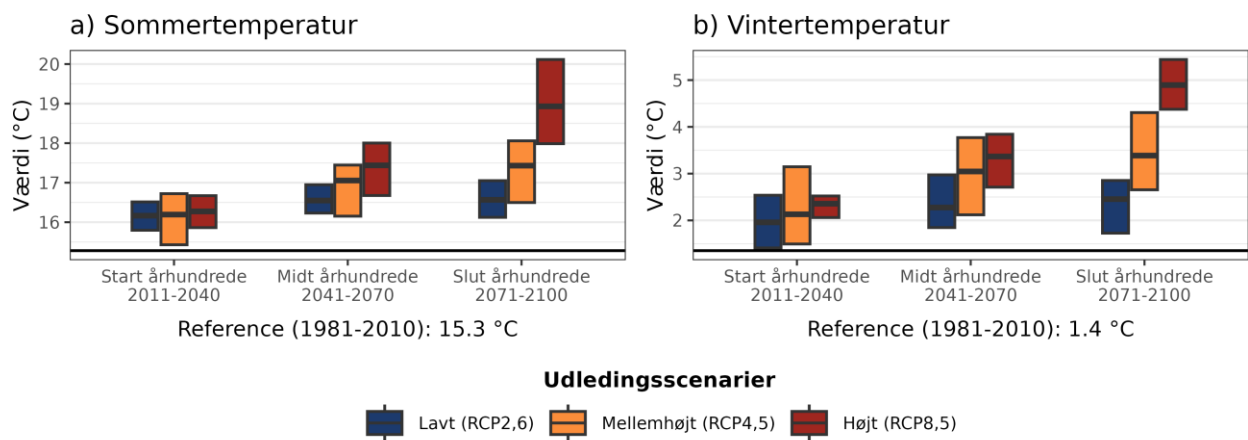
Siden 1870'erne er den gennemsnitlige temperatur i Danmark steget med ca. 1,5 °C. I 30-årsperioden fra 1981 til 2010 var årstemperaturen for Danmark som helhed 8,3 °C. Det er generelt koldest centralt i Jylland og varmest ved kysterne.



Figur 2. Ændring i gennemsnitstemperatur (°C) hen over året mellem 1981-2010 og 2071-2100 i et a) lavt, b) mellemhøjt og c) højt udledningsscenarie.



Figur 3. Fremtidens a) ændring i gennemsnitstemperatur ift. 1981-2010 og b) antallet af hedebløgedage hen over året under forskellige udledningsscenarier i Frederikshavn Kommune. Den sorte linje viser værdien for referenceperioden (1981-2010).



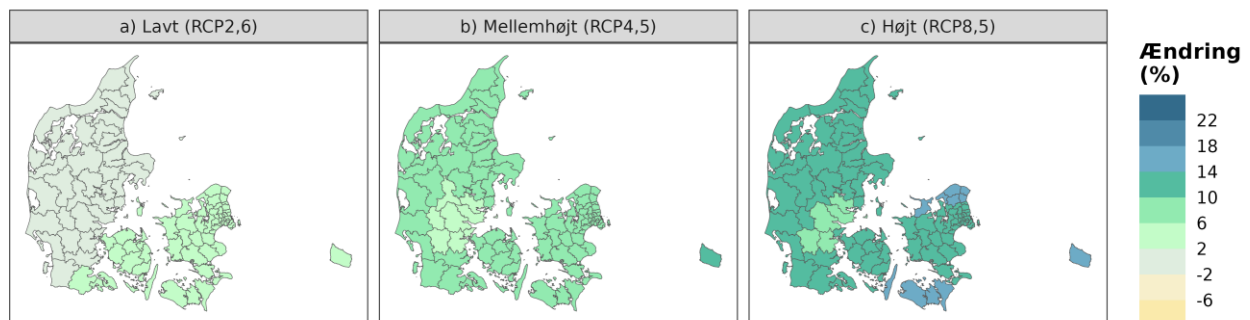
Figur 4. Fremtidens gennemsnitstemperatur for a) sommer (jun-aug) og b) vinter (dec-feb) under forskellige udledningsscenarier i Frederikshavn Kommune. Den sorte linje viser værdien for referenceperioden (1981-2010).

Nedbør

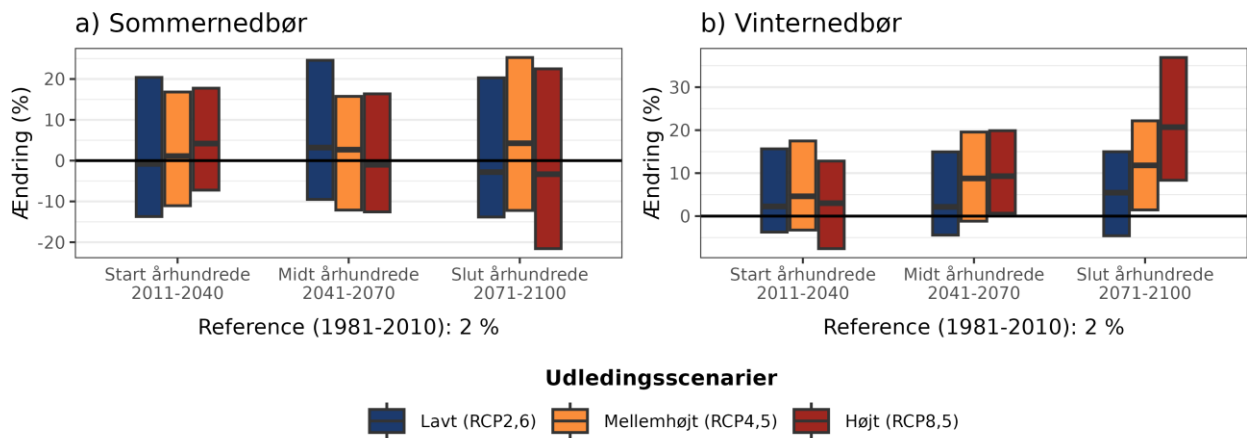
Den gennemsnitlige årlige nedbør i Danmark har ændret sig siden 1870'erne og er steget med ca. 100 mm. I 30-års-perioden fra 1981 til 2010 var årsnedbøren for landet som helhed 746 mm. Gennemsnitligt regner det mest i Midtjylland og mindst i Kattegatregionen.

Vi kan forvente flere kraftige nedbørshændelser om sommeren på trods af, at somrene sandsynligvis bliver mere tørre over store dele af det europæiske kontinent. De kraftigste nedbørshændelser forventes også at blive endnu kraftigere. Ved en såkaldt 10-årshændelse regner det så meget, at det statistisk set kun sker hvert 10. år. Klimaet viser, hvor meget regn en 2-, 5-, 10-, 20-, 50- og 100-årshændelse svarer til for både time- og døgnet nedbør, nu og i fremtiden.

Skybrud defineres som mere end 15 mm nedbør på 30 minutter i Danmark. I Klimaet bruges en 3-årshændelse i timenedbør som en tilnærmelse, da de bagvedliggende klimamodeller ikke offentliggøre data med en højere tids opløsning end en time. Skybrud beregnes på samme måde som andre ekstreme hændelser.

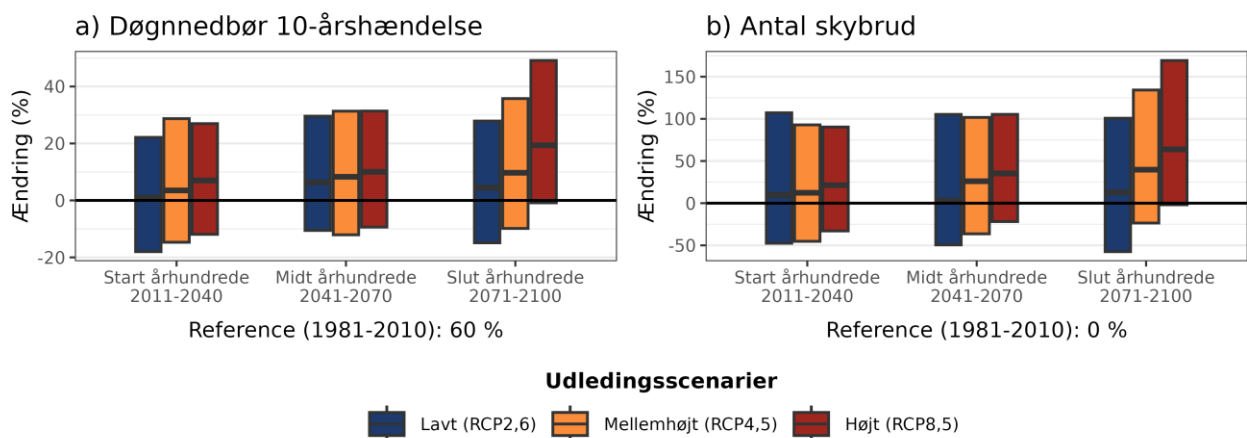


Figur 5. Den procentvise ændring mellem 1981-2010 og 2071-2100 i den gennemsnitlige mængde nedbør hen over året for hele Danmark i et a) lavt, b) mellemhøjt og c) højt udledningsscenario.

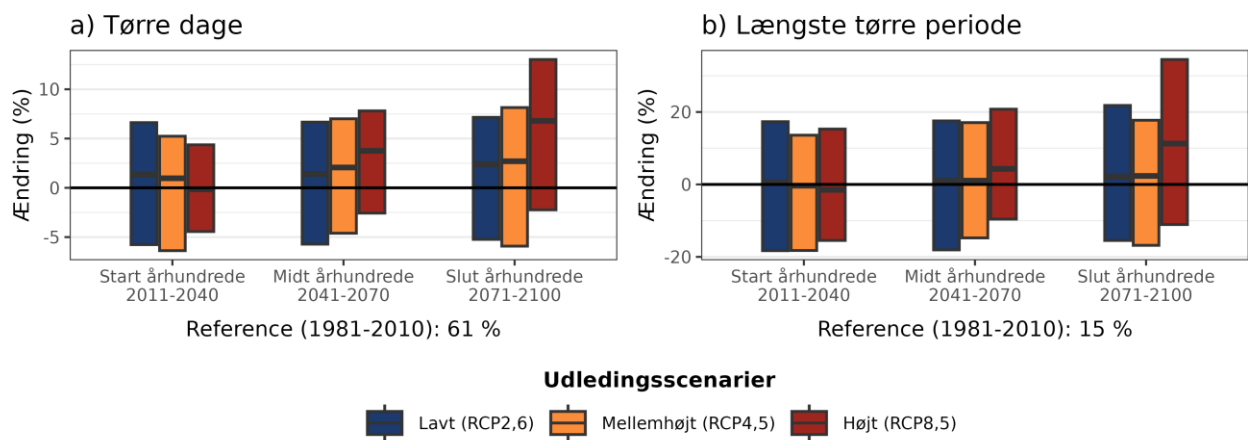


Figur 6. Procentvis ændring af middelnedbør a) om sommeren (jun-aug) og b) om vinteren (dec-feb) ift. referenceperioden 1981-2010 under forskellige udledningsscenarioer i Frederikshavn Kommune.

Bemærk, at de forventede ændringer i sommernedbør skiller sig ud fra de øvrige indikator, fordi den mest sandsynlige ændring er meget lille sammenlignet med usikkerhedsintervallet fra 10.- til 90.-percentilen. Dermed er det meget usikkert om sommernedbør øges, mindskes eller forbliver uforandret.



Figur 7. Procentvis ændring af a) 10-årshændelsen for døggnedbør og b) frekvensen af skybrud hen over året ift. 1981-2010 under forskellige udledningsscenarioer i Frederikshavn Kommune.

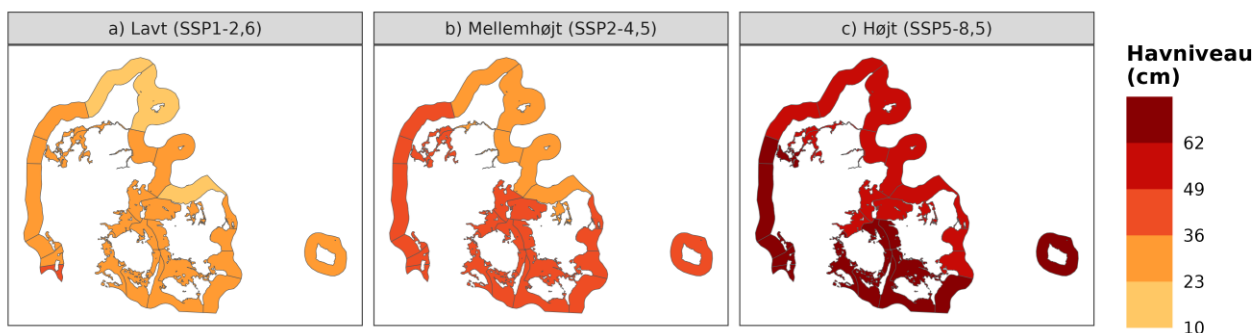


Figur 8. Procentvis ændring af a) tørre dage (mindre end 1 mm nedbør) og b) længden af den længste sammenhængende tørre periode om sommeren (jun-aug) ift. 1981-2010 under forskellige udledningsscenarioer i Frederikshavn Kommune.

Vandstand

Det gennemsnitlige havniveau omkring Danmark er steget cirka 2 mm om året over det 20. århundrede. Både på kloden som helhed og omkring Danmark forventes stigningen at fortsætte i fremtiden.

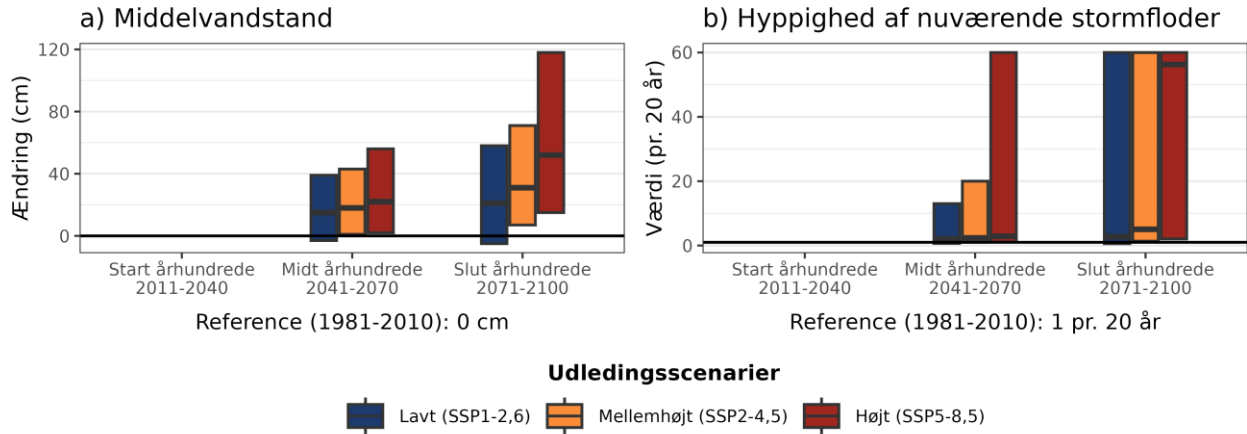
I KlimaAtlas er beregninger af fremtidens havniveau omkring Danmark baseret på tal for det globale havniveau kombineret med viden om landhævning i Danmark. Statistisk analyse af vandstandsobservationer fra Kystdirektoratet og tal fra klimamodeller kombineret med viden om generelle vandstandsstigninger i Danmark giver tilsammen et mål for vandstanden for forskellige stormflodshøjder og præsenteres som 20-, 50-, 100- og 10.000-årshændelser for forhøjet vandstand. En 20-års stormflodshøjde svarer til en forhøjet vandstand, der statistisk set kun forekommer én gang hvert 20. år. Bemærk, at for vandstand og stormflod indeholder KlimaAtlas kun de to sene fremtidsperioder, 2041-2070 og 2071-2100.



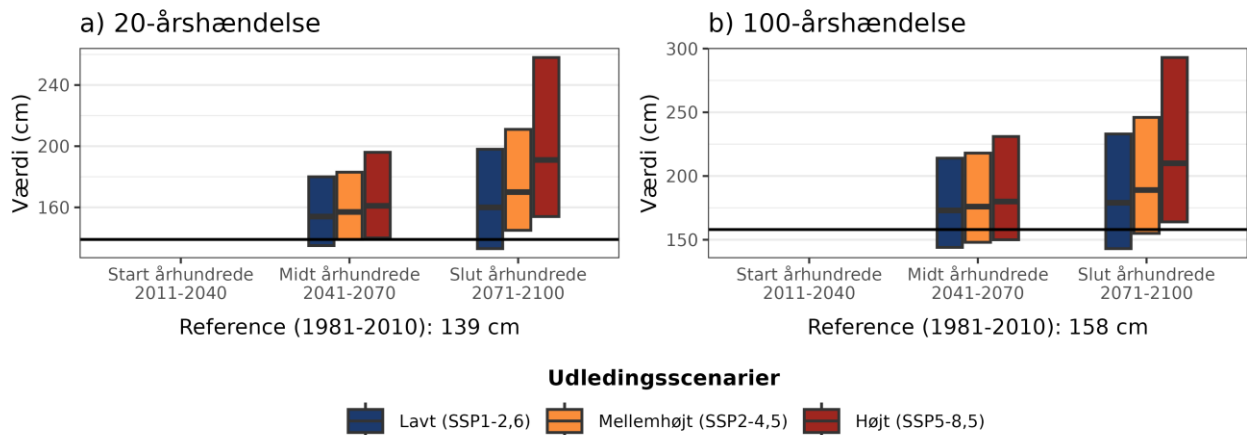
Figur 9. Ændring mellem 1981-2010 og fremtidsperioden 2071-2100 i middelvandstand (cm) for hele Danmark i et a) lavt, b) mellemhøjt og c) højt udledningsscenario.

Frederikshavn Kommune har grænseflade til Kattegatkyst nordlige og Skagerrakkyst nordlig kyststrækninger.

Kattegatkyst nordlige

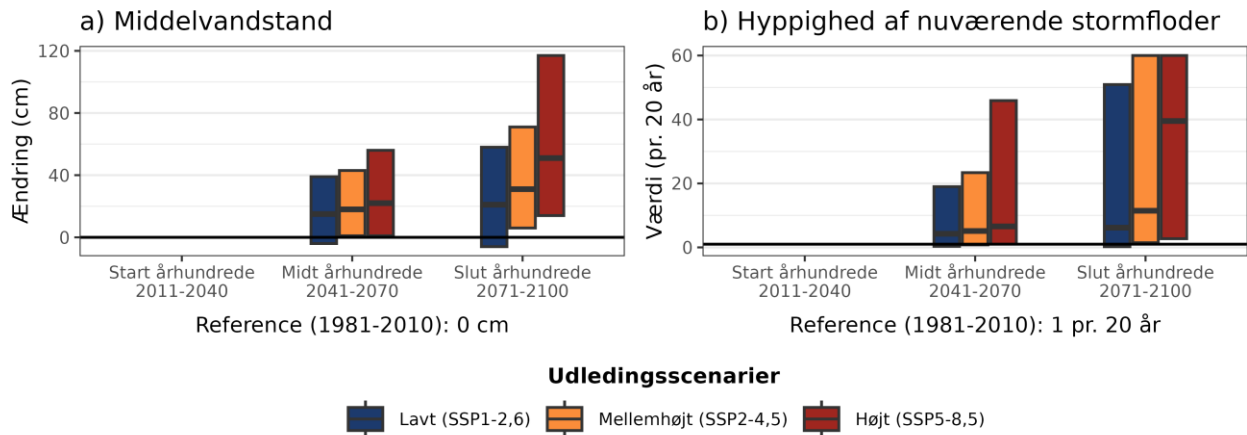


Figur 10. Fremtidens a) ændring i middelvandstand ift. referenceperioden 1981-2010 og b) hyppigheden af en nuværende 20-års stormflod for Kattegatkyst nordlige under forskellige udledningsscenarioer. Den sorte linje viser værdien for referenceperioden (1981-2010). Bemærk også at denne indikator maksimalt viser 60 stormfloder per 20 år, selv hvis de beregnede værdier bliver endnu højere.

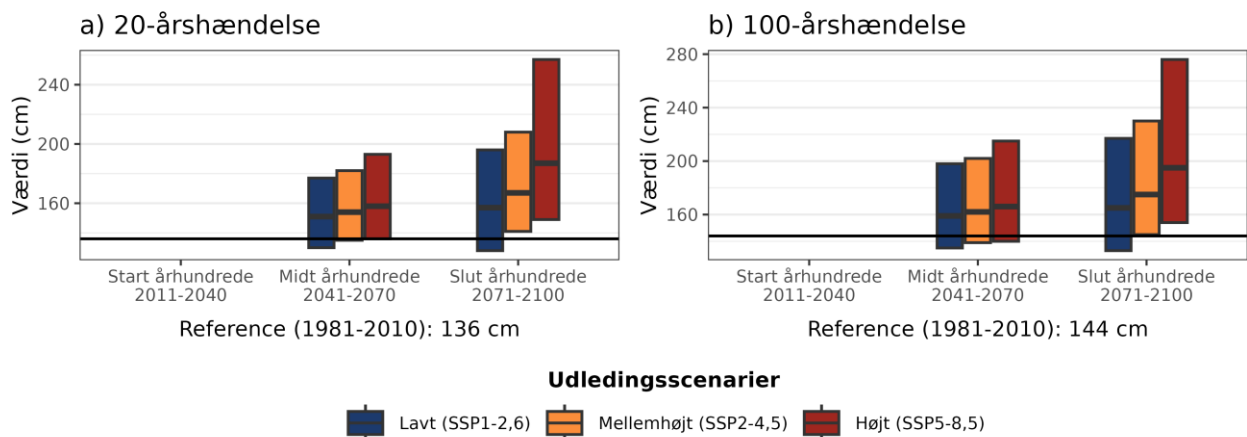


Figur 11. Fremtidens højde af a) 20- og b) 100-års (højre) stormflodhændelser for Kattegatkyst nordlige under forskellige udledningsscenarioer. Den sorte linje viser værdien for referenceperioden (1981-2010).

Skagerrakkyst nordlig



Figur 12. Fremtidens a) ændring i middelvandstand ift. referenceperioden 1981-2010 og b) hyppigheden af en nuværende 20-års stormflod for Skagerrakkyst nordlig under forskellige udledningsscenarioer. Den sorte linje viser værdien for referenceperioden (1981-2010). Bemærk også at denne indikator maksimalt viser 60 stormfloder per 20 år, selv hvis de beregnede værdier bliver endnu højere.



Figur 13. Fremtidens højde af a) 20- og b) 100-års (højre) stormflodhændelser for Skagerrakkyst nordlig under forskellige udledningsscenarioer. Den sorte linje viser værdien for referenceperioden (1981-2010).



Vejr i Frederikshavn Kommune

Følgende tekst er taget fra DMI rapport 17-21 "Klimadata Danmark – Kommunale og landets referenceværdier 2006-2015."

Frederikshavn kommune er en del af klimaregion Nordjylland, som er området nord for Limfjorden. Beliggenheden nær og sydøst for de norske fjelde påvirker dette områdes vejr. Det er især i vejsituationer med nordvestlige vinde, hvor føhneeffekt fra fjeldene resulterer i et skyfrit, solrigt og tørt område over Skagerrak, Vendsyssel og Kattegat. Ud mod Kattegat er de kystnære områder vejrmæssigt påvirket af havet. Det dæmper variationerne i temperaturen året rundt og giver for det meste flere solskinstimer og mindre bygenedbør. Længere inde i kommunen væk fra det kystnære aftager denne påvirkning, og det er bl.a. med til at give større variation i temperatur, mere bygenedbør og færre solskinstimer. Jordtypen i regionen er udpræget sandet og det bevirker, at dagtemperaturen ved jordoverfladen om sommeren bliver en smule højere end forventeligt i denne nordlige del af Danmark.

Frederikshavns kommune, der ligger langs østkysten af Vendsyssel, hører til Nordjyllands mere tørre område. Det skyldes både lævirkningen fra de norske fjelde, men også det faktum, at der falder mere nedbør længere mod vest. Det skyldes bl.a. nogle højdedrag i det centrale Vendsyssel, der løfter luften op, når den fra Nordsøen føres ind over området. Der vil dermed her kunne dannes skyer og nedbør. Samtidig er disse skyer ofte under opløsning, inden de af vestenvinden bliver bragt ud til østkysten. Opvarmning af landområderne om sommeren tiltager tillige, jo længere man kommer mod vest ind i landet med mere skydannelse og flere regnbyger til følge. Da jordoverfladen som nævnt også er meget sandet, vil den mere effektive opvarmning nedefra igennem sommeren bidrage til skydannelse og byger.

Den smalle tange op mod Skagen giver ikke væsentlig opvarmning, og derfor heller ingen udpræget skydannelse. Sammen med den generelle lævirkning fra fjeldene er det grunden til, at især spidsen af tungen, hvor Skagen ligger, har så mange solskinstimer.



Oversigtstabel

Tabel 1. Fremtidens klima i Frederikshavn Kommune. Data vises for et lavt (RCP2,6/SSP1-2,6), mellemhøjt (RCP4,5/SSP2-4,5) og højt udledningsscenario (RCP8,5/SSP5-8,5) i slutningen af århundredet (2071-2100) og referenceperioden (1981-2010). Usikkerheden (10. - 90. percentil) vises i kantede parenteser. Tallene vises som gennemsnit over "hele året", "vinter" (dec., jan., feb.) eller "sommer" (jun., jul., aug.). Flere data findes i Klimaatlas.

| | Indikator | Årstid | Reference (1981-2010) | Udledningsscenario (2071-2100) | | | Enhed |
|--------------------------|--|-----------|--------------------------|--------------------------------|---------------------|---------------------|----------------|
| | | | | Lavt | Mellemhøjt | Højt | |
| Frederikshavn Kommune | Årstemperatur (ændring) | Hele året | 0 | 1.0 [0.8-1.6] | 2.0 [1.4-2.8] | 3.4 [2.9-4.4] | °C |
| | Hedebølgedage | Hele året | 1 [0-1] | 2 [1-4] | 3 [2-5] | 8 [4-15] | dage pr. år |
| | Sommertemperatur | Sommer | 15.3 [14.9-15.4] | 16.6 [16.1-17.1] | 17.4 [16.5-18.1] | 18.9 [18.0-20.1] | °C |
| | Vintertemperatur | Vinter | 1.4 [1.1-1.7] | 2.5 [1.7-2.9] | 3.4 [2.7-4.3] | 4.9 [4.4-5.4] | °C |
| | Sommernedbør (ændring) | Sommer | 0 | -3 [-14-20] | 4 [-12-25] | -3 [-22-22] | % |
| | Vinternedbør (ændring) | Vinter | 0 | 5 [-5-15] | 12 [1-22] | 21 [8-37] | % |
| | Døgnedbør 10- årshændelse (ændring) | Hele året | 0 | 4 [-15-28] | 10 [-10-36] | 19 [-1-49] | % |
| | Antal skybrud (ændring) | Hele året | 0 | 13 [-57-101] | 40 [-24-134] | 64 [-2-169] | % |
| | Tørre dage (ændring) | Sommer | 0 | 2 [-5-7] | 3 [-6-8] | 7 [-2-13] | % |
| | Længste tørre periode (ændring) | Sommer | 0 | 2 [-15-22] | 2 [-17-18] | 11 [-11-34] | % |
| Kattegatkyst nordlige | Middelvandstand (ændring) | Hele året | 0 | 21 [-5-58] | 31 [7-71] | 52 [15-118] | cm |
| | Hyppighed af nuværende stormfloder | Hele året | 1 [0-1] | 3 [1-60] | 5 [1-60] | 56 [2-60] | pr. 20 år |
| | 20-årshændelse | Hele året | 139 [133-148] | 160 [133-198] | 170 [145-211] | 191 [154-258] | cm |
| | 100-årshændelse | Hele året | 158 [145-175] | 179 [143-233] | 189 [155-246] | 210 [164-293] | cm |
| Skagerrakkyst nordlig | Middelvandstand (ændring) | Hele året | 0 | 21 [-6-58] | 31 [6-71] | 51 [14-117] | cm |
| | Hyppighed af nuværende stormfloder | Hele året | 1 [0-2] | 6 [0-51] | 11 [1-60] | 40 [3-60] | pr. 20 år |
| | 20-årshændelse | Hele året | 136 [128-146] | 157 [128-196] | 167 [141-208] | 187 [149-257] | cm |
| | 100-årshændelse | Hele året | 144 [135-159] | 165 [133-217] | 175 [145-230] | 195 [154-276] | cm |

