

Klimaatlas-rapport

Fredensborg Kommune

December 2021 (v2021a)

Titel	Klimaatlas-rapport Fredensborg Kommune
Forfattere	Rasmus A. Pedersen, Mark R. Payne, Peter L. Langen, Fredrik Boberg, Ole B. Christensen, Alan Sørensen, Marianne S. Madsen, Martin Olesen, Jian Su, Max Darholt
Ansvarlig institution	Danmarks Meteorologiske Institut
Sprog	Dansk
Emneord	Klima, Temperatur, Nedbør, Ekstremnedbør, Skybrud, Stormflod, Vandstand
Version	v2021a
Versionsdato	December 2021
Link til hjemmeside	www.dmi.dk/klimaatlas/
Copyright	Danmarks Meteorologiske Institut

DMI's KlimaAtlas

Følgerne af klimaændringerne opleves forskelligt fra egn til egn, og nogle steder er mere sårbare end andre. Sandsynligheden for ekstremt vejr som skybrud og stormfloder øges i takt med, at temperaturen stiger. KlimaAtlas viser, hvordan det danske klima forventes at ændre sig frem mod år 2100 i takt med de globale ændringer.

Her opsummeres de væsentligste resultater om, hvordan klimaet ventes at forandre sig frem mod år 2100 i Fredensborg Kommune. Rapporten kan understøtte beslutninger og tiltag i kommunens arbejde med klimatilpasning. Data stammer fra DMI's KlimaAtlas (version v2021a), som indeholder fremskrivninger af bl.a. temperatur, nedbør, vandstand og stormflod i det fremtidige danske klima på kommuneniveau. Data er beregnet via DMI's arbejde med en stor samling af klimamodelresultater. Se mere på www.dmi.dk/klimaAtlas. Til sidst i rapporten gives en beskrivelse af Fredensborg Kommunes generelle vejr og klima fra DMI rapport 17-21.

Fredensborg Kommunes fremtidige klima

Denne rapport beskriver den estimerede, fremtidige udvikling af nedbør, temperatur og vandstand i Fredensborg Kommune. Fokus er på nogle få udvalgte klimavariabler, og i selve klimaatlasen vises en lang række andre variable.

Klimaforandringerne afhænger primært af indholdet af drivhusgasser som f.eks. CO₂ i atmosfæren. Derfor indgår koncentrationen af drivhusgasser i klimamodellerne anvendt i KlimaAtlas. Det sker via såkaldte RCP-scenarier, der er realistiske bud på udviklingen af fremtidens globale koncentration af drivhusgasser i atmosfæren.

KlimaAtlas giver dig mulighed for at se, hvordan klimaet i Danmark ventes at ændre sig ved scenarierne RCP4.5 og RCP8.5. Vejledning i hvilket af de to scenarier, der er relevant ved forskellige projekter, findes i *Vejledning i anvendelse af udledningsscenarier*¹ udarbejdet af Danmarks Meteorologiske Institut, DMI, i samarbejde med Miljøstyrelsen i september 2018.

Tidsperioder og usikkerheder

I KlimaAtlas er Danmarks nuværende klima defineret ved gennemsnittet for perioden 1981-2010. Perioden er udgangspunktet for fremskrivningerne og for data, der viser relative ændringer. KlimaAtlas anvender data for fire tidsperioder: 1981-2010, 2011-2040, 2041-2070 og 2071-2100.

Data for fremtidens klima i Danmark præsenteret i KlimaAtlas er baseret på op til 57

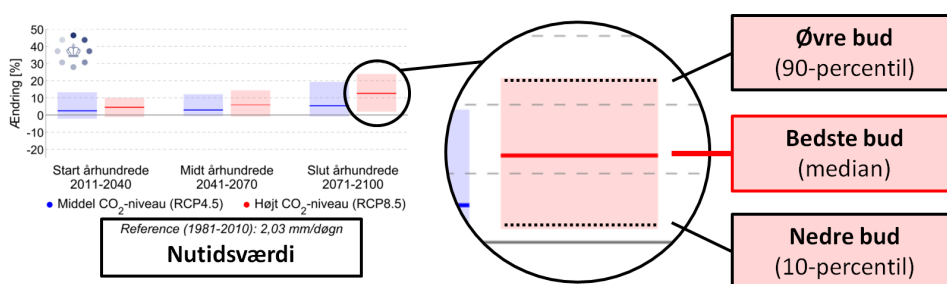
¹https://www.dmi.dk/fileadmin/user_upload/Bruger_upload/Raadgivning/Vejledning_i_anvendelse_af_udledningsscenarier.pdf

forskellige klimamodeller. Modellerne har beregnet klimaet for det samme geografiske område og med samme mængde drivhusgas i atmosfæren. Det gør det muligt at sammenligne de enkelte modeller.

Beregningerne af fremtidens klima er forbundet med usikkerheder, og spredningen af resultaterne mellem modellerne er et mål for den usikkerhed. I KlimaAtlas er intervallerne for usikkerhed angivet for de enkelte parametre som en søjle i grafikkerne.

Usikkerheden er vist som såkaldte 10- og 90-percentiler omkring medianværdien (50 %). For parameteren temperatur betyder det f.eks., at den øvre usikkerhedsgænse er det niveau, hvor kun 10 % af modellerne er varmere. Tilsvarende er den nedre usikkerhedsgænse det niveau, hvor kun 10 % af modellerne er køligere.

Vejledning til grafer



Skitse af graferne i KlimaAtlas. Eksempel på procentvis ændring i nedbør.

Her illustreres det, hvordan figurerne i KlimaAtlas skal læses. Grafikkerne samler information for hver parameter og angiver usikkerhedsintervaller for begge CO₂-scenarier og alle tidsperioder. Det er mest sandsynligt, at ændringen ligger omkring medianen, men de øvre og nedre bud giver et billede af, hvor stor usikkerheden er. Værdierne af disse tre tal for RCP8.5 i slutningen af århundredet (2071-2100; den røde bjælke længst til højre) fremgår af teksten under hver graf. Værdierne for alle perioder og scenarier kan findes i KlimaAtlas (www.dmi.dk/klimateatlas).

I dette hypotetiske eksempel, der viser ændring i nedbør, er det bedste bud en forøgelse på 12% (RCP8.5, 2071-2100). På grafen findes også nutidsværdien, den såkaldte referenceværdi. Denne kan benyttes til at omregne den procentvise ændring til den absolutte værdi i mm per døgn; her svarer forøgelsen på 12% til et nyt gennemsnit på 2,27 mm per døgn. På samme måde svarer det nedre bud (10-percentilen) på 2% til et gennemsnit på 2,07 mm per døgn, og det øvre bud (90-percentilen) 25% til 2,54 mm per døgn. Den forventede nedbør i slutningen af århundredet ifølge RCP8.5 er dermed i dette eksempel 2,27 mm per døgn med et usikkerhedsinterval fra 2,07 til 2,54 mm per døgn.

Nedbør

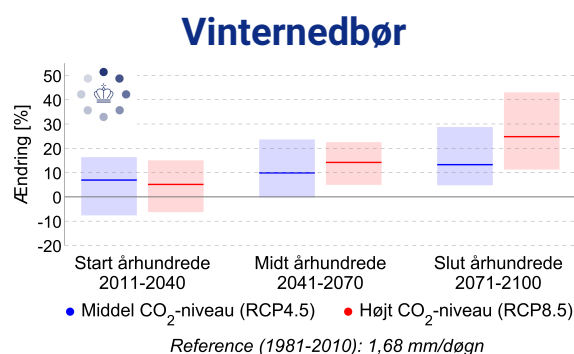
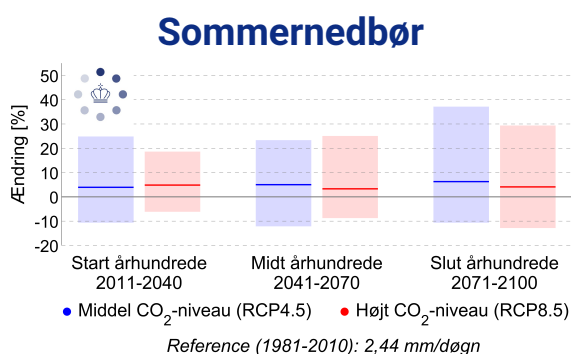
Den gennemsnitlige årlige nedbør i Danmark har ændret sig siden 1870'erne og er steget med ca. 100 mm. I 30-års-perioden fra 1981 til 2010 er årsnedbøren for landet som helhed 741 mm. Gennemsnitligt regner det mest i Midtjylland og mindst i Kattegatregionen.

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. KlimaAtlas viser, hvor meget regn en 2-, 5-, 10-, 20-, 50- og 100-årshændelse svarer til for både time- og døgnnedbør, nu og i fremtiden.

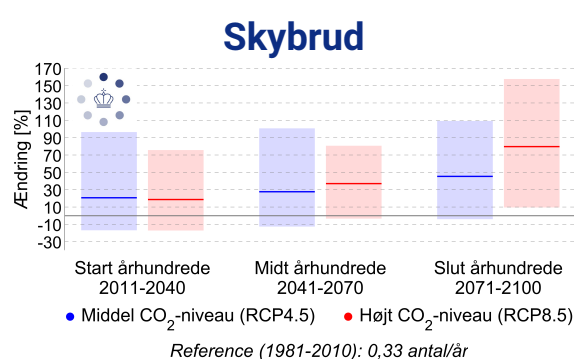
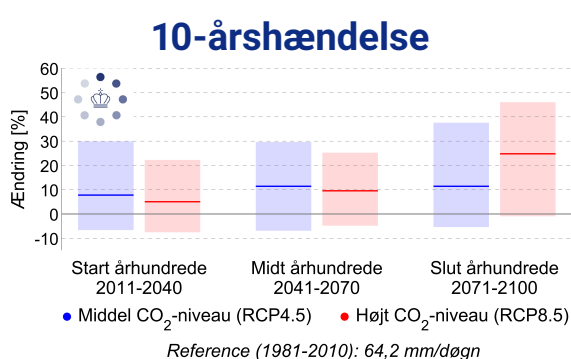
Skybrud defineres som mere end 15 mm nedbør på 30 minutter. I samlingen af klimamodeller findes kun data for timenedbør, men den procentvise ændring i hyppighed af skybrud kan tilnærmes ved at følge en 3-årshændelse i timenedbør. Den tilnærmelse bruges i KlimaAtlas, så skybrud beregnes på samme måde som andre ekstreme hændelser.



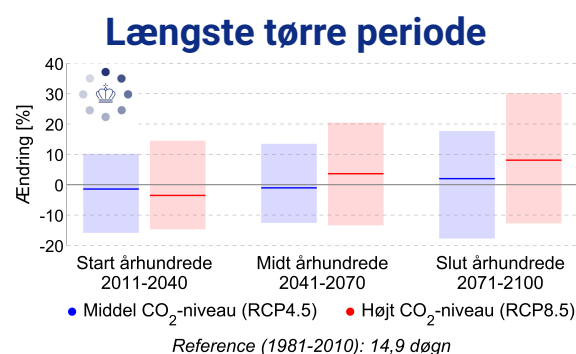
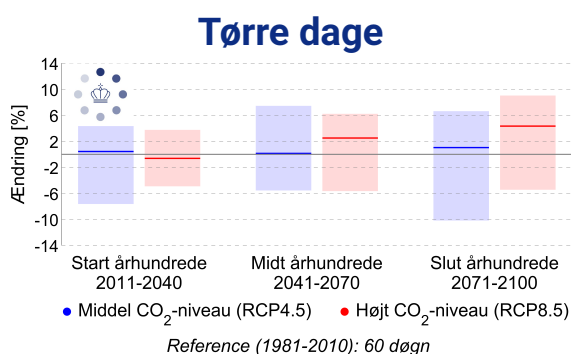
Den procentvise ændring mellem 1981-2010 og fremtidsperioden 2071-2100 i den gennemsnitlige mængde nedbør hen over året for hele Danmark i scenariet RCP8.5. Baggrundskort © Styrelsen for Dataforsyning og Effektivisering.



Procentvis ændring af Fredensborg Kommunes middelnedbør mellem 1981-2010 og fremtidsperioderne 2011-2040, 2041-2070 og 2071-2100 i scenarierne RCP4.5 og RCP8.5. Til venstre sommer (jun-aug), til højre vinter (dec-feb). Den forventede ændring i slutningen af århundredet for RCP8.5 er 4 % (-13 til 29 %) for sommernedbør, og 25 % (11 til 43 %) for vinternedbør. Bemærk at de forventede ændringer i sommernedbør skiller sig ud fra de øvrige parametre, 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.



Procentvis ændring af Fredensborg Kommunes ekstremnedbør hen over året mellem 1981-2010 og fremtidsperioderne 2011-2040, 2041-2070 og 2071-2100 i scenarierne RCP4.5 og RCP8.5. Til venstre 10-årshændelsen for døgnnedbør, til højre hyppigheden af skybrud. Den forventede ændring i slutningen af århundredet for RCP8.5 er 25 % (-1 til 46 %) for 10-årshændelsen for døgnnedbør, og 80 % (10 til 160 %) for skybrud.



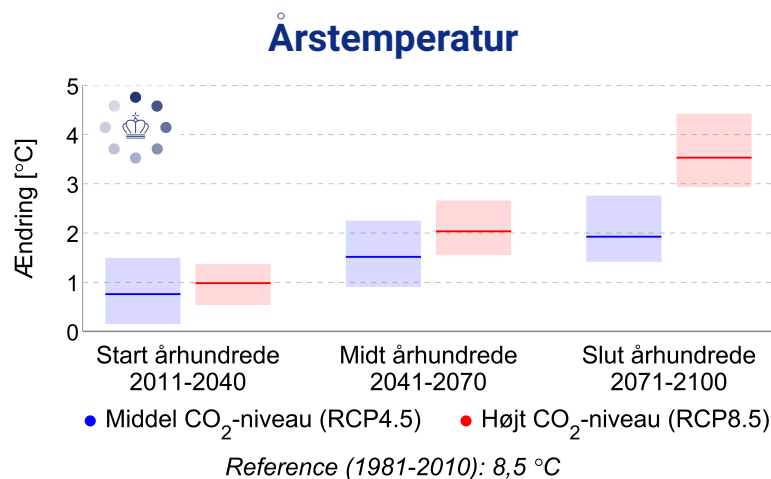
Procentvis ændring af Fredensborg Kommunes tørre dage om sommeren (jun-aug) mellem 1981-2010 og fremtidsperioderne 2011-2040, 2041-2070 og 2071-2100 i scenarierne RCP4.5 og RCP8.5. Til venstre antallet af tørre dage med mindre end 1 mm nedbør, til højre længden af den længste sammenhængende tørre periode. Den forventede ændring i slutningen af århundredet for RCP8.5 er 4 % (-5 til 9 %) for antallet af tørre dage, og 8 % (-13 til 30 %) for den længste tørre periode.

Temperatur

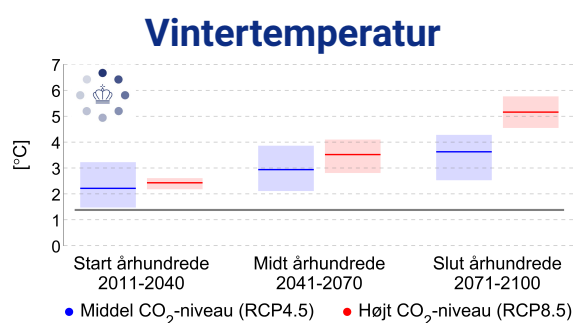
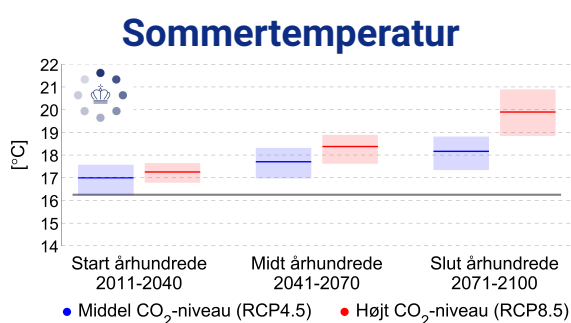
Siden 1870'erne er den gennemsnitlige temperatur i Danmark steget med ca. 1,5°C. I 30-års-perioden fra 1981 til 2010 er årstemperaturen for Danmark som helhed 8,5°C. Det er generelt koldest centralt i Jylland og varmest ved kysterne.



Ændring mellem 1981-2010 og fremtidsperioden 2071-2100 i den gennemsnitlige temperatur (°C) hen over året i scenariet RCP8.5. Baggrundskort © Styrelsen for Dataforsyning og Effektivisering.



Ændring af Fredensborg Kommunes gennemsnitstemperatur hen over året mellem 1981-2010 og fremtidsperioderne 2011-2040, 2041-2070 og 2071-2100 i scenarierne RCP4.5 og RCP8.5. Den forventede ændring i slutningen af århundredet for RCP8.5 er 3.5 °C (2.9 til 4.4 °C).



Fredensborg Kommunes gennemsnitstemperatur for sommer (jun-aug, venstre) og vinter (dec-feb, højre) i fremtidsperioderne 2011-2040, 2041-2070 og 2071-2100 i scenarierne RCP4.5 og RCP8.5. Den grå linje viser referenceværdien for nutiden (1981-2010). Den forventede temperatur i slutningen af århundredet for RCP8.5 er 19.9 °C (18.8 til 20.9 °C) om sommeren, og 5.2 °C (4.5 til 5.8 °C) om vinteren.

Vandstand og stormflod

Det gennemsnitlige havniveau omkring Danmark er steget cirka 2 mm om året siden 1900. Både på kloden som helhed og omkring Danmark fortsætter stigningen frem mod slutningen af dette århundrede og efter år 2100.

Beregninger af fremtidens havniveau omkring Danmark er baseret på tal for det globale havniveau kombineret med viden om landhævning i Danmark.

I KlimaAtlas præsenteres stormflodshøjder som 20-, 50-, 100- og 10000-årshændelser for forhøjet vandstand. En 20-års stormflodshøjde svarer til en forhøjet vandstand, der statistisk set kun forekommer én gang hvert 20. år. Statistisk analyse af vandstandsobservationer og tal fra klimamodellen kombineret med viden om generelle vandstandsstigninger i Danmark giver tilsammen et mål for vandstanden for de forskellige stormflodshøjder.

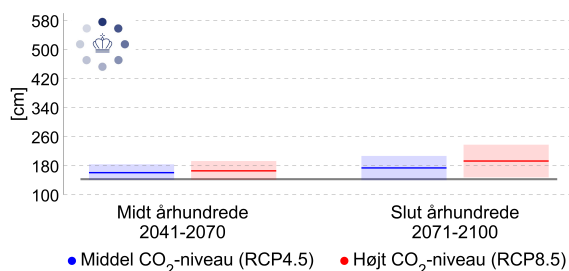
Bemærk, at for vandstand og stormflod indeholder KlimaAtlas kun de to sene fremtidsperioder, 2041-2070 og 2071-2100.



Ændring mellem 1981-2010 og fremtidsperioden 2071-2100 i middelvandstand (cm) for hele Danmark i scenariet RCP8.5. Baggrundskort © Styrelsen for Dataforsyning og Effektivisering.

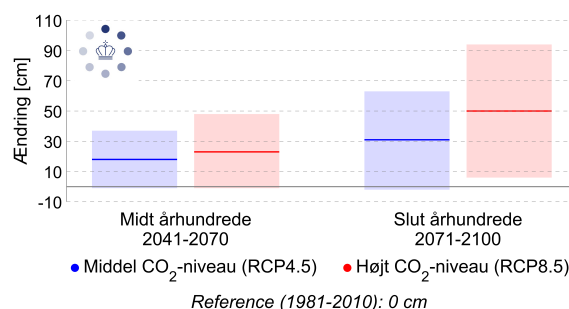
Fredensborg Kommune har grænseflade til følgende kyststrækninger: Øresunds kyst.

Øresunds kyst 20-årshændelse



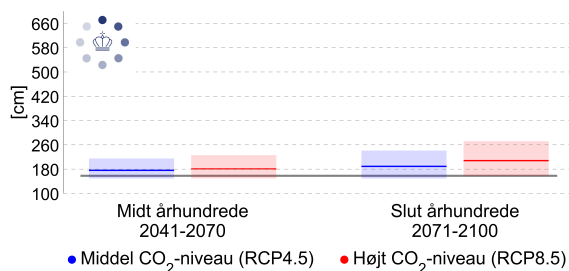
20-årshændelse for stormflod (cm) for Øresunds kyst i fremtidsperioderne 2041-2070 og 2071-2100 i scenarierne RCP4.5 og RCP8.5. Den grå linje viser referenceværdien for nutiden (1981-2010). Den forventede værdi i slutningen af århundredet for RCP8.5 er 193 cm (148 til 238 cm).

Øresunds kyst Middelvandstand



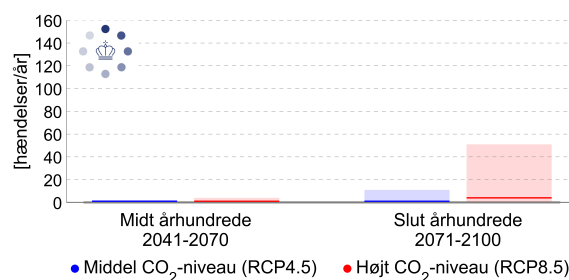
Ændring i middelvandstand (cm) for Øresunds kyst mellem 1981-2010 og fremtidsperioderne 2041-2070 og 2071-2100 i scenarierne RCP4.5 og RCP8.5. Den forventede ændring i slutningen af århundredet for RCP8.5 er 50 cm (6 til 94 cm).

Øresunds kyst 100-årshændelse



100-årshændelse for stormflod (cm) for Øresunds kyst i fremtidsperioderne 2041-2070 og 2071-2100 i scenarierne RCP4.5 og RCP8.5. Den grå linje viser referenceværdien for nutiden (1981-2010). Den forventede værdi i slutningen af århundredet for RCP8.5 er 210 cm (160 til 270 cm).

Øresunds kyst Hyppighed af vandstand over nuværende varslingsniveau



Hyppigheden af vandstand over det nuværende lokale varslingsniveau (antal hændelser per år) for Øresunds kyst i fremtidsperioderne 2041-2070 og 2071-2100 i scenarierne RCP4.5 og RCP8.5. Den forventede hyppighed i slutningen af århundredet for RCP8.5 er 4 hændelser per år (0 til 51 hændelser per år).

Fredensborg Kommunes generelle vejr og klima

Følgende tekst er taget fra DMI rapport 17-21 *Klimadata Danmark – Kommunale og landets referenceværdier 2006-2015*².

Fredensborg kommune ligger i den nordøstlige del af klimaregion Nordsjælland. Terrænet er ganske bakket. Der er både sandede og lerede jorde. De sandede jorde, hovedsaglig i syd, bevirker, at dagtemperaturen ved jordoverfladen om sommeren kan blive en smule højere end forventeligt. De lerede jorde med et pænt vandindhold bidrager til at disse steder generelt ikke får de højeste og laveste temperaturer. Kommunen støder op til Danmarks vandrigeste og tredjestørste sø Esrum sø.

De kystnære områder er 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.

Her tæt på Skåne og kanten af kontinentet mod øst er indflydelsen ret mærkbar, både når der kommer varme og kulde derfra. Øresund og Kattegat modificerer dog en del.

Trods kommunens beliggenhed i de østlige egne og luftens udtørring på sin vej fra vest kommer der lidt mere nedbør i Fredensborg kommune end længere mod vest og nord. Terrænet og relativt store skovarealer i denne del af Nordsjælland sørger for dette. Nedbøren stiger i takt med, at man bevæger sig væk fra kystnære områder ind i landet mod vest.

²https://www.dmi.dk/fileadmin/user_upload/Rapporter/TR/2017/DMIREp17-21.pdf