

FOLKETINGET



Til Klima-, energi- og bygningsudvalget
og Miljøudvalget

Folketingets Økonomiske Konsulent

Til: Udvalgenes medlemmer
Dato: 30. oktober 2014

DMI's rapport om klimaudviklingen i Danmark

Sammenfatning

Notatet omhandler den meget omtalte DMI-rapport om klimaudviklingen i Danmark. Klimaudviklingen er, ifølge DMI, afhængig af, hvor høj koncentrationen af CO₂ i atmosfæren bliver i årene frem til 2100. **Temperaturen** beregnes at stige med mellem 1,2 °C og 3,7 °C ved henholdsvis lav og høj koncentration.

Nedbørsmængden vil tilsvarende stige med mellem 1,6 pct. og 6,5 pct. om året. Der vil kun være små ændringer i **vindforholdene**, men dog hyppigere storme og orkaner.

Nok så vigtigt er imidlertid **havniveauet**. Her regner man med, at niveauet vil stige med 0,34 meter ved lav koncentration og helt op til 1,2 meter ved høj koncentration. Det sidste er DMI's såkaldte højeste bud på hævnningen i havniveauet.

Det betyder også, at de kritiske værdier (bl.a. i København) for stigninger i vandstanden nås langt hyppigere ved ufordelagtige vindforhold.

1. Indledning

I rapporten, "Fremtidige klimaforandringer i Danmark", vurderer **DMI** scenarier for fremtidige klimaforandringer i Danmark frem til år 2100¹.

Rapporten bygger på de scenarier, som FN's klimapanel har udarbejdet, og der inddrages desuden DMI's egne beregninger, som baserer sig på tal fra bl.a. FN's klimapanel.

DMI opstiller fire forskellige forløb for udviklingen i **temperaturer, nedbør, vind, havniveau** og **ekstremt vejr**. Scenarierne bygger på forskellige beregninger vedrørende udledning af drivhusgasser og dermed koncentrationen af drivhusgasser i atmosfæren. De fire repræsentative koncentrationsstier – på engelsk Representative Concentration Pathways – forkortes **RCP**.

Det **mildeste** scenaries CO₂-koncentration toppe ved **490 ppm²** inden år 2100, og det giver en strålingsvarme på 2,6 Watt/m². Scenariet kaldes derfor RCP2,6.

Det **næst mildeste** scenaries CO₂-koncentration stabiliseres efter år 2100 på **650 ppm**, hvilket giver en strålingsvarme på 4,5 Watt/m². Scenariet kaldes RCP4,5.

I et **mere offensivt** skøn bliver CO₂-koncentration **850 ppm** efter år 2100, og det giver en strålingsvarme på 6,5 Watt/m². Dette scenarie kaldes RCP6,5.

Det **mest offensive** skøn når en CO₂-koncentration efter år 2100 på **1370 ppm**, hvilket giver en strålingsvarme på 8,5 Watt/m². Scenariet kaldes RCP8,5.

Alle de fire scenarier har således en CO₂-koncentration, som ligger over de 450 ppm, der er grænsen for, at vi kan holde os indenfor en temperaturstigning på 2 grader i forhold til det førindustrielle niveau (ca. 1750) frem til år 2100. Denne grænse satte FN's Klimapanel i deres fjerde rapport (2007).

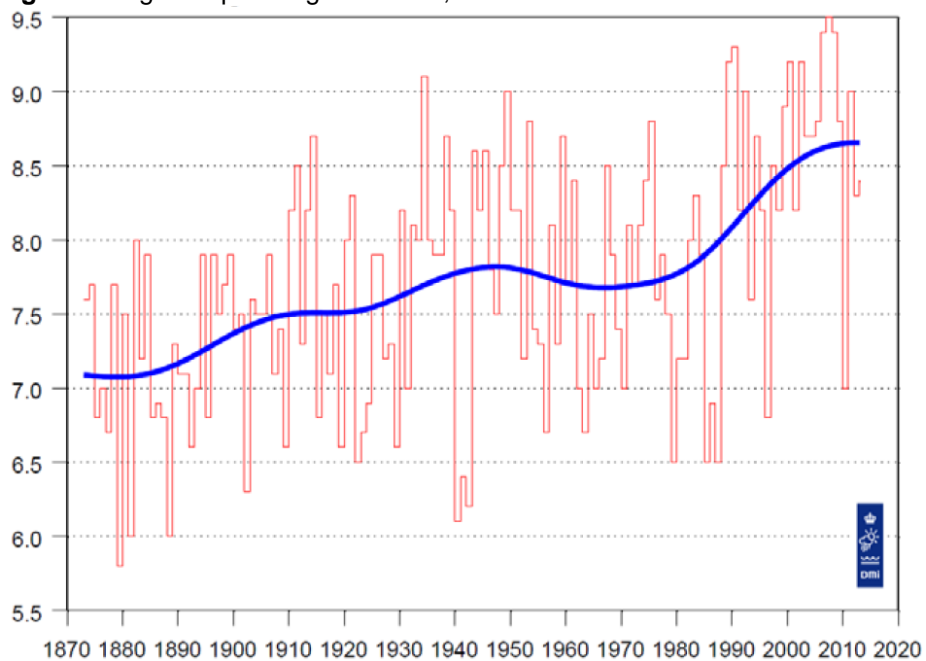
¹ http://www.dmi.dk/fileadmin/user_upload/Rapporter/DKC/2014/Klimaforandringer_dmi.pdf

² Ppm betyder parts per million og er et mål for antallet af CO₂-molekyler per en mio. luftmolekyler.

2. Temperaturerne stiger mellem 1,2 og 3,7 grader inden år 2100

Siden 1870 er den årlige gennemsnitstemperatur i Danmark steget med 1,5 grad celsius. Størstedelen af denne stigning er sket siden midten af det 21. århundrede, **figur 1**.

Figur 1. Årlige temperaturgennemsnit, 1870-2012



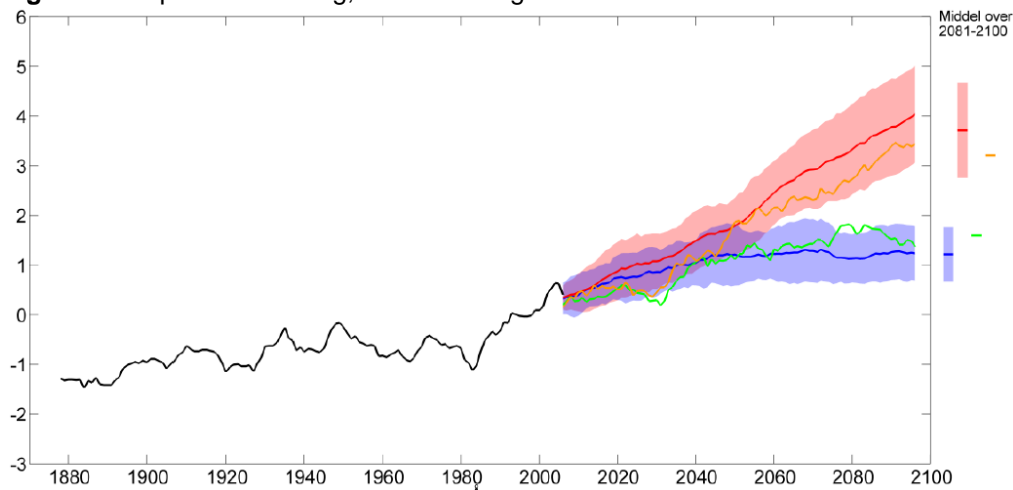
Anm.: Den blå kurve er et beregnet gennemsnit over ni år.

Kilde: *Kilde: DMI, 01.10.2014*

Det ses, at der er sket en større stigning indenfor de seneste 40 år end på de foregående 100 år.

DMI's simulationer³ viser, at den årlige gennemsnitstemperatur i det mildeste scenarie (RCP2.6) vil stige med 1,2 grad celsius i forhold til i dag, mens temperaturen i det mest offensive scenarie (RCP8.5) vil stige med hele 3,7 grader celsius. Temperaturstigningerne i de andre to scenarier placerer sig her imellem, jf. **figur 2**.

Figur 2. Temperaturudvikling, observeret og simuleret



Anm.: Den blå kurve angiver RCP2.6-scenariet og den røde angiver RCP8.5-scenariet. Områderne omkring kurverne angiver scenariernes usikkerhed⁴.

Kilde: DMI, 01.10.2014

Temperaturstigningerne vil være lidt højere sommer og efterår end vinter og forår, jf. **bilag 1**, hvor fordelingen på årstider fremgår.

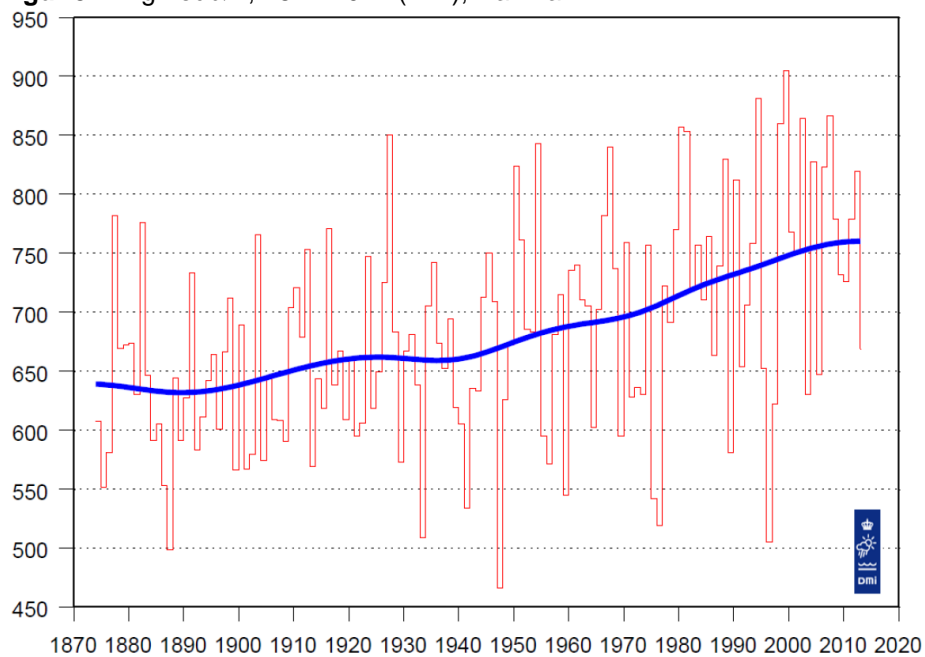
3. Nedbørsmængden er steget og vil stige yderligere

Ligesom temperaturen er den årlige nedbør steget siden midten af det 20. århundrede. På landsplan betyder det, at der nu falder ca. 100 mm mere nedbør end for 150 år siden, se **figur 3**. DMI forklarer, at disse ændringer formentlig både skyldes menneskeskabte klimaforandringer og almindelige klimavariationer.

³ Simulationerne til fremskrivning af temperaturudviklingen er beregnet som en middelværdi af 23 forskellige globale klimamodeller.

⁴ Den orange og den grønne kurve i **figur XX** viser de samme to scenarier, men fremskrevet med nogle andre klimamodeller (CRES⁴).

Figur 3. Årlig nedbør, 1874-2012 (mm), Danmark



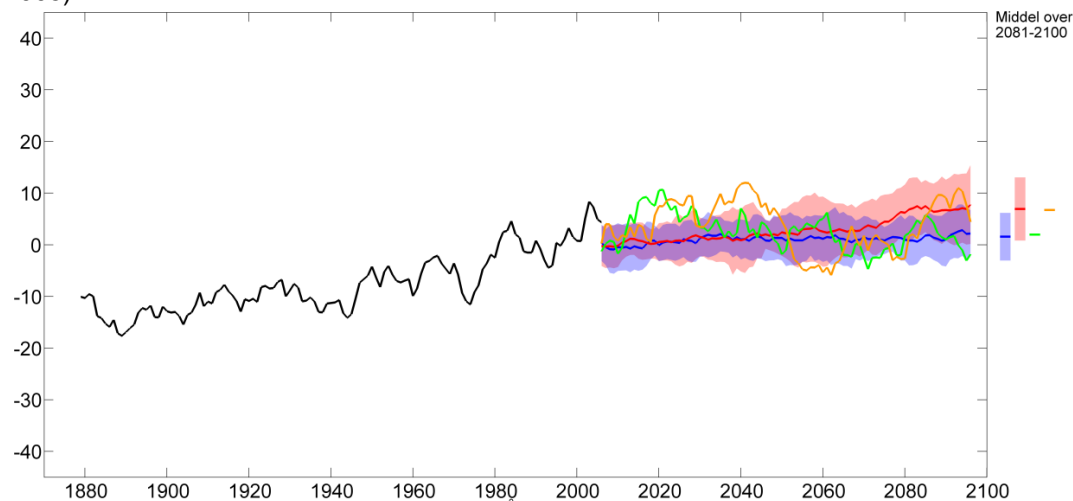
Anm.: Den blå kurve er et beregnet gennemsnit over ni år.

Kilde: *Kilde: DMI, 01.10.2014*

Det ses, at stigningen i nedbørsmængden er kommet nogenlunde jævnt, men dog således at den største stigning har fundet sted siden 1950'erne.

I Danmark kan vi i fremtiden forvente at få mere nedbør, og de forskellige scenarierne viser således alle voksende nedbørsmængder i stort set alle år, jf. **figur 4**.

Figur 4. Årlige nedbørsændringer i % i forhold til referenceperioden (1986-2005)



Kilde: DMI, 01.10.2014

Det ses, at alle scenarierne forudsiger øgede nedbørsmængder i forhold til referenceperioden 1986-2005.

Derudover vil nedbøren fordele sig uens på årstiderne. Fremskrivningerne viser kraftigt øgede nedbørsmængder i vinter-, forårsmånederne og lidt øget nedbør om efteråret, mens **sommeren vil byde på mindre nedbør**, jf. **tabel 1** nedenfor og **bilag 2**.

Tabel 1. Øget årlig nedbør i 2100 ift. 1986-2005

Nedbør (%)	Mildeste scenarie (RCP2,6)	Offensivt skøn (RCP8,5)
Årlig	1,6 (± 4,6)	6,9 (± 6,1)
Vinter	3,1 (± 7,9)	18,0 (± 12,0)
Forår	3,7 (± 11,1)	10,7 (± 12,6)
Sommer	-0,5 (± 9,6)	-16,6 (± 21,0)
Efterår	0,8 (± 7,2)	10,2 (± 10,9)

Kilde: DMI, 01.10.2014

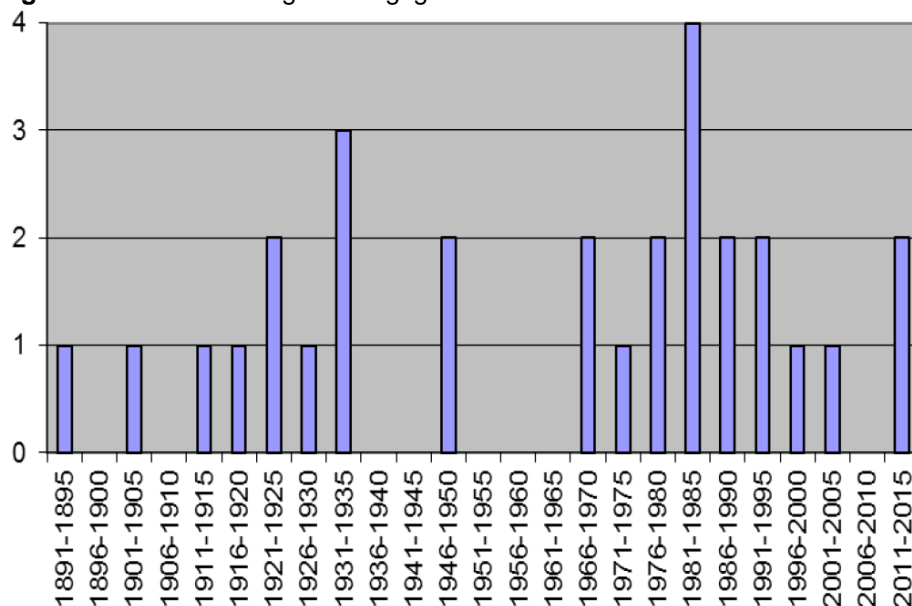
De forskellige nedbørsmængder skyldes, at Danmark ligger lige på grænsen mellem det nordlige Skandinavien, hvor nedbøren forventes at stige og det centrale, østlige og sydlige Europa, hvor nedbørsmængden forventes at falde.

Som det fremgår af tallene i parentes, er der stor usikkerhed forbundet med nedbørsfremskrivningen, se **tabel 1**. Tallene skal altså læses med et vist forbehold.

4. Små ændringer i vindforhold, men hyppigere storme og orkaner

DMI ser ingen klare tendenser til ændringer i Danmarks vindmønstre i perioden fra 1890 til i dag. Dog forekommer storme og orkaner oftere i de senere år, end de gjorde før 1965, jf. **figur 5**.

Figur 5. Antal orkaner og orkanagtige storme.



Kilde: DMI, 01.10.2014

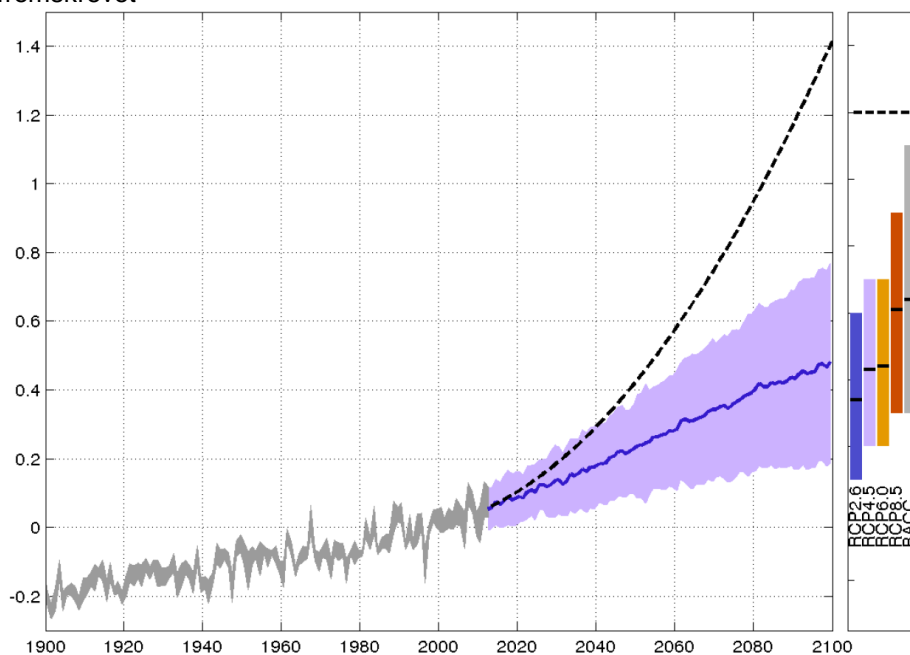
DMI skriver, at fremtidens vindforhold er svære at kortlægge, og at usikkerheden er stor. I stedet refererer DMI analysen, ENSEMBLES⁵ (2009), som viser en svagt tiltagende middelvind om sommeren og vinteren samt øget vindstyrke i storme og orkaner. Vinden vil i højere grad komme direkte fra vest.

⁵ Analyse af klimaforandringer udarbejdet af European Environment Agency: <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/global-and-european-temperature/ensembles-climate-change-and-its>

5. Havniveauet stiger

I løbet af det 20. århundrede har der været stigende vandstande ved de danske kyster, og denne stigning forventes at fortsætte frem mod år 2100, jf. figur 6.

Figur 6. Ændring i middelvandstande ved de danske kyster, historisk og fremskrevet



Anm.: Tallene er angivet i meter. Boksen til højre viser de forskellige scenariers middelværdier for perioden 2081-2100.

Kilde: DMI, 01.10.2014

Figurens blå kurve angiver FN's Klimapanel's fremskrivning i et af middelscenarierne, RCP4.5. Ifølge dette vil vandstanden stige med ca. 0,43 meter fra i dag og frem til år 2100.

Tabel 2. Stigning i vandstand i Danmark (meter)

	Ændringer i vandstand
RCP2,6 (Det mildeste skøn)	0,34 (0,1 - 0,6)
RCP4,5 (Det næst mildeste skøn)	0,43 (0,2 - 0,7)
RCP6,0 (Det mere offensive skøn)	0,44 (0,2 - 0,7)
RCP8,5 (Det mest offensive skøn)	0,61 (0,3 - 0,9)
Alternative beregninger (BACC)	0,64 (0,3 - 1,1)
DMI's øvre bud	1,2

Kilde: DMI, 01.10.2014

Vandstanden i Danmark forventes at stige med mindst 0,34 meter og højst 1,2 meter, se **tabel 2** nedenfor. I tabellen er vist syv forskellige scenarier: de fire RCP-scenarier samt tre øvrige.

Ændringerne i middelvandstanden vil sammen med ændrede vindmønstre føre til øgede stormflodshøjder, særligt i Vadehavet.

6. Ekstremt vejr

Den globale opvarmning medfører både ændringer i hyppighed, intensitet og varighed af ekstreme vejrbegebenheder, jf. **tabel 3**.

Tabel 3. Klimaparametre for Danmark i 1990, 2050 og 2100

Indices	1990	2050	2100
Frostdøgn [døgn/år]	85 (± 8)	61 (± 7)	29 (± 5,3)
Vækstsæson [døgn/år]	230 (± 11)	270 (± 12)	300 (± 11)
Varme sommernætter [døgn/år]	8 (± 4)	13 (± 4)	44 (± 13)
Nedbørshændelser > 10 mm [døgn/år]	19 (± 2)	22 (± 2)	26 (± 3)
Nedbørshændelser > 20 mm [døgn/år]	2 (± 0,3)	3 (± 0,5)	5 (± 0,7)
Årets største døgnsum [mm]	70 (± 8)	75 (± 8)	81 (± 10)
Årets største 5-døgnssum [mm]	94 (± 6)	100 (± 5)	108 (± 7)
Middelintensitet af nedbør [mm/døgn]	5,0 (± 0,2)	5,2 (± 0,2)	5,6 (± 0,2)
Hedebølgedage [døgn/år]	1,5 (± 0,6)	2,8 (± 1,0)	5,0 (± 2,6)
Længste hedebølge [døgn]	3,2 (± 0,7)	4,2 (± 0,9)	5,6 (± 1,9)
Varmebølgedage [døgn/år]	5,8 (± 1,4)	8,7 (± 2,2)	13,9 (± 4,7)
Længste varmebølge [døgn]	6,9 (± 1,1)	8,2 (± 1,4)	10,1 (± 3,3)

Kilde: DMI, 01.10.2014

Som det fremgår af **tabel 3**, vil antallet af frostdøgn falde markant, mens vækstsæsonen bliver længere.

Danmark får flere og længerevarende hedebølger, især på regionalt plan.

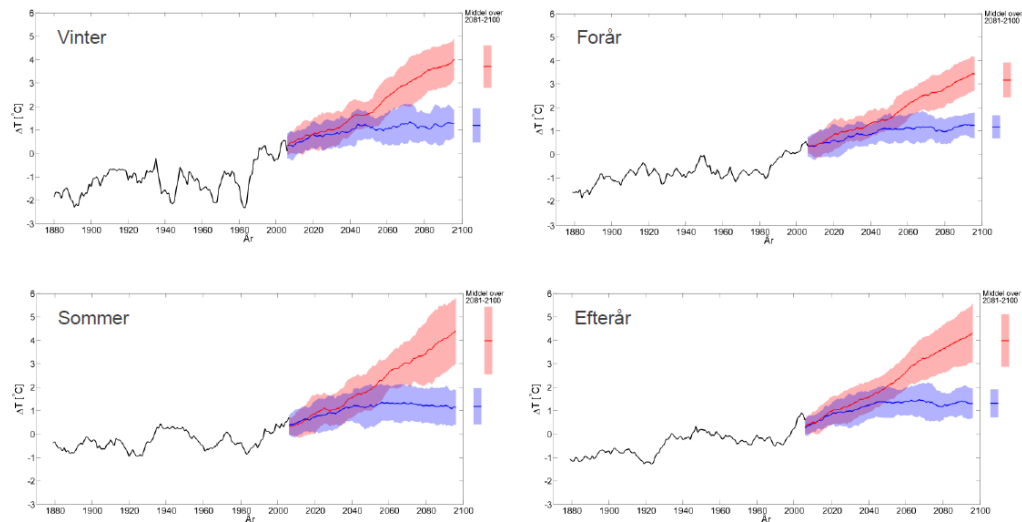
Vi får ændrede nedbørsmønstre, hvor de tørre perioder om sommeren bliver længere, og kraftige nedbørshændelser bliver hyppigere. Vintrene vil generelt være præget af øget nedbør.

Som nævnt i foregående afsnit vil ændringerne i havniveauet sammen med ændrede vindmønstre føre til øgede stormflodshøjder, særligt i Vadehavet.

Med venlig hilsen
Ask Lund Jakobsen og Niels Hoffmeyer (3602)

Bilag 1

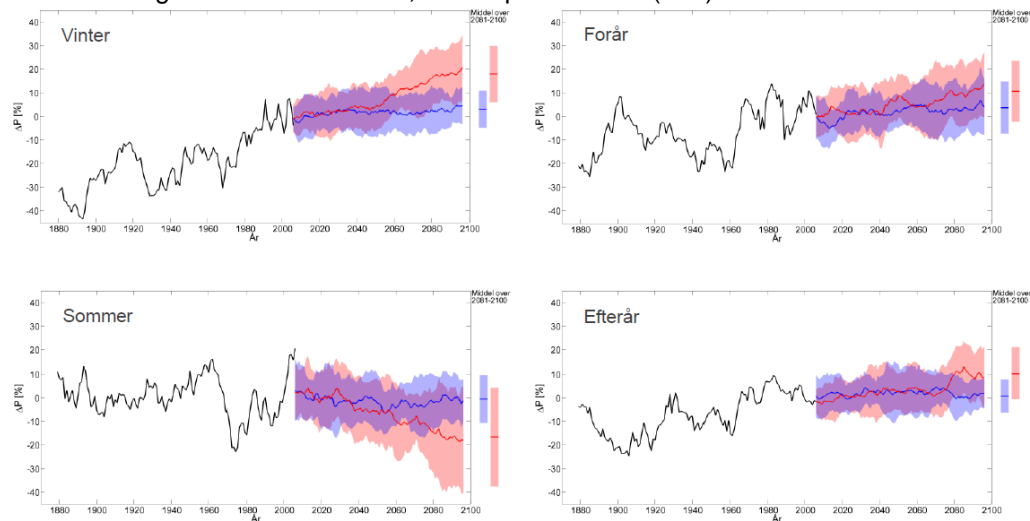
Temperaturudvikling fordelt på årstider



Kilde: DMI, 01.10.2014

Bilag 2.

Observeret og fremskrevet nedbør, fordelt på kvartaler (mm)



Kilde: DMI, 01.10.2014