

Kari Eilola 2023-05-24

## Appendix 3: Eilola 2020, Framtida klimatförändringar

Ett klimatscenario är en beskrivning av en tänkbar utveckling av klimatet i framtiden. Ett klimatscenario brukar betecknas med den globala klimatmodell som använts för beräkningarna och det utsläppsscenario som antagits ex. Echam5-A1B eller EC-Earth-RCP4.5. I detta exempel är Echam5 och EC-Earth globala klimatmodeller. Klimatscenarier beskriver flera tänkbara utvecklingar av klimatet. Eftersom hur utsläppen av växthusgaser blir framåt i tiden är osäkra finns flera möjliga utvecklingsvägar. Det finns inte heller en global klimatmodell som kan sägas vara den bästa för att beskriva hela det globala klimatsystemet. Dessa osäkerhetsfaktorer hanteras genom att använda flera olika globala klimatmodeller och göra beräkningar med flera olika utsläpps- eller strålningsdrivningsscenarioer. När resultat från en grövre beräkning omräknas för att ge mer detaljerade resultat över ett mindre område, brukar det kallas för nedskalning. Nedskalning kan t.ex. vara processen när resultat från en global klimatmodell används i en regionalmodell. Man får då en högre upplösning av data. Det betyder att data exempelvis avser rutor med storleken 50 km×50 km istället för 250 km×250 km. Detta kallas även dynamisk nedskalning.

Dieterich et al. (2019) analyserade regionala klimatscenarier för Nordsjön nedskalade från en ensemble baserad på fem olika globala cirkulationsmodeller.

I deras analys användes tre scenarier (se <https://www.smhi.se/klimat/framtidens-klimat/framtidens-klimat-sa-paverkas-vi/om-klimatscenarier-for-hav-1.123229>):

- RCP2,6: Kraftfull klimatpolitik gör att växthusgasutsläppen kulminerar år 2020, strålningsdrivningen når 2,6 W/m<sup>2</sup> år 2100. Detta scenario är det som ligger närmast ambitionerna i Klimatavtalet från Paris (UNFCCC, 2015).
- RCP4,5: Strategier för reducerade växthusgasutsläpp medför att strålningsdrivningen stabiliseras vid 4,5 W/m<sup>2</sup> före år 2100.
- RCP8,5: Ökande växthusgasutsläpp medför att strålningsdrivningen når 8,5 W/m<sup>2</sup> år 2100. Detta scenario är det som i dagsläget ligger närmast de uppmätta trenderna i koncentration av växthusgaser.

Beräkningarna gjordes med stöd av en kopplad atmosfär-is-havsmodell (RCA4-NEMO) där förändringar i havet (NEMO) och atmosfären (RCA4) kontinuerligt påverkar varandra under modellkörningen (se även [Om Klimatscenarier för hav | SMHI](#)). Deras utvärdering av modellernas historiska resultat visade att modellerade yttemperaturer låg nära observerade värden och att medelvärdet av modellensembeln gav bättre resultat än någon enskild modell i ensemblen. Framtidsprojektionerna för de olika scenarierna visade att yttemperaturen i Nordsjön ökar mot slutet

av 2000-talet med 1.5 °C för RCP 2,6, 2 °C för RCP 4,5 och 4 °C för RCP 8,5. Gröger et al. (2019) studerade från samma modellensemble effekten av ökad nederbörd över norra Europa i RCP 8,5 och fann att salthalten minskar speciellt i södra Skagerrak. Salthaltsminskningen kan förklaras både på grund av minskad salthalt i Östersjön och framförallt med förändrat cirkulationsmönster i Skagerrak. Ökade sydvästliga vindar medför att sötvattnet hålls kvar i Skagerrak i större utsträckning vilket leder till minskade salthalter.

Den horisontella upplösningen i NEMO-modellen är hög (ca 3,7 km x 3,7 km) och vertikalt finns det 56 lager i djupled. Trots det är upplösningen för grov för att en tillräckligt bra bild av Kosterfjorden och dess djupvatten skall kunna erhållas. Därför avstår vi från att i detalj studera denna punkt i modellen utan fokuserar på hur förhållanden kan komma att förändras i de områden som förväntas påverka situationen i Kosterfjorden i framtiden. Här nedan följer resultat från modellens medelvärden extraherat för gridpunkter i NEMO som bäst motsvarar station Å17 (N58.28 E10.51) och Oslofjordens mynning (N59.1 E10.75) vilka vi studerade i hydrografidelen (Eilola 2020, Appendix 2). Målet är inte att utföra en utvärdering av modelldata mot lokala historiska observationer och förklara eventuella avvikelser som kan orsakas av drivningen av de meteorologiska och oceanografiska modellerna och modelluppsättningar etc. Avsikten här är att undersöka de förändringar som modellresultaten pekar på i de framtida projektionerna. De ger en indikation på storleksordningen av de ändringar i temperatur som kan förväntas på olika djup (yta, 100 meter, botten) under olika framtida förhållanden samt en indikation på om vi kan förvänta oss skillnader mellan norra delen av Skagerrak vid Oslofjordens mynning jämfört med Å17 i Skagerraks södra delar.

Vi har valt att studera temperaturdata baserat på månadsmedelvärden beräknat från modellensemble tillsammans med 95-percentilen från varje månad. Den senare ger oss en bild av hur den övre gränsen av temperaturer förändras varje månad i projektionerna. Dvs. ca 5% av temperaturerna varje månad överstiger nivån som visas av 95-percentilen. Tidsutvecklingen av temperatur presenteras i figurer och medelvärden och standardavvikelse för månadsdata under trettioårsperioder P0 (1970–1999), P1 (2020–2049) och P2 (2070–2099) presenteras i tabeller tillsammans med förändringen i medelvärde mellan perioderna. Som komplement presenterar vi samma analys för 5-percentilen av temperatur vid Å17 och medelsalthalten vid Å17 och Oslofjordens mynning för RCP 8,5.

## Resultat

Klimatologiska trettioårsresultat för RCP 2,6 (Tabellerna 1 och 2) indikerar en ökning i temperatur mellan P2 och P0 på ca 1–1,4 °C med en tendens till lite större ökning i bottenvattnet speciellt för 95-percentilen. Ökningen i medeltemperatur och 95-percentilen skiljer sig inte mycket i ytan och på 100 meters djup vilket indikerar att ökningen i de högsta temperaturerna i P2 förhåller sig till medelvärdet på liknande sätt som under P0. Vi ser ingen större skillnad i temperaturökningsresultaten på Å17 och vid Oslofjordens mynning.

Klimatologiska trettioårsresultat för RCP 4,5 (Tabellerna 3 och 4) indikerar en ökning i temperatur mellan P2 och P0 med ca 1,6–2 °C. Här har vi den lägsta ökningen på 100 meters djup och den högsta ökningen i bottenvattnet. Ökningen i medeltemperatur och 95-percentilen skiljer sig inte mycket vilket indikerar att ökningen i de högsta temperaturerna i P2 förhåller sig till medelvärdet på liknande sätt som under P0. Vi ser ingen större skillnad i resultaten på Å17 och vid Oslofjordens mynning.

Klimatologiska trettioårsresultat för RCP 8,5 (Tabellerna 5 och 6) indikerar en ökning i temperatur mellan P2 och P0 på ca 2,6–3,1 °C för medeltemperaturen och ca 3–4,6 °C för 95-percentilen. För medelvärdet hittar vi den minsta ökningen vid 100 meters djup och den största ökningen vid botten. I denna projektion är ökningen av höga temperaturer snabbare än utvecklingen av medeltemperatur vilket lättast noteras i Fig.5 och Fig.6 där vi kan notera att botten temperaturen för 95-percentilen ökar över temperaturen på 100 meters djup under de sista årtionena. Vi ser ingen större skillnad i resultaten på Å17 och vid Oslofjordens mynning. I tabell 7 kan vi notera att temperaturen för 5-percentilen vid Å17 visar en långsammare ökning mellan P2 och P0 i bottenvattnet (ca 2,4 °C) än medeltemperaturen som ökar med 3,1 °C. Detta ger en indikation om att det sker en förändring i variabiliteten i bottenvattnet som kan bero på större fluktuationer i fronterna mellan vattenmassor under den senare perioden. Det finns idag ingen utförligare förklaring till den snabba ökningen för 95-percentilen utan det behövs mer forskning för att utreda orsaken.

Klimatologiska trettioårsresultat för RCP 8,5 (Tabell 8) indikerar en minskning i salthalt mellan P2 och P0 på drygt 1 g kg<sup>-1</sup> i ytan med något större minskning vid Oslofjordens mynning jämfört med Å17. Vid 100 meters djup minskar salthalten med ca 0,7 g kg<sup>-1</sup> medan minskningen i bottenvattnet ligger på ca 0,3 g kg<sup>-1</sup>. I det här fallet ser vi inga stora skillnader mellan Å17 och Oslofjordens mynning, men det är stora horisontella skillnader i salthalt i Skagerrak vilket gör regionen känslig mot förändringar i vinden. Resultaten från Gröger et al. (2019) visar att genom känsligheten mot den vindpåverkade cirkulationen är Skagerrak speciellt utsatt för framtida klimatförändringar. Det finns därför behov av mer forskning för att förstå hur salthaltsfronternas och vattenmassornas dynamik kan påverkas av klimatförändringar.

## Tack

Tack till Christian Dieterich på oceanografiska forskningsavdelningen SMHI för diskussion och stöd med data från klimatkörningar med kopplad atmosfärs och havsmodell, Lars Arneborg och Matthias Gröger för diskussioner och litteraturförslag.

## Referenser

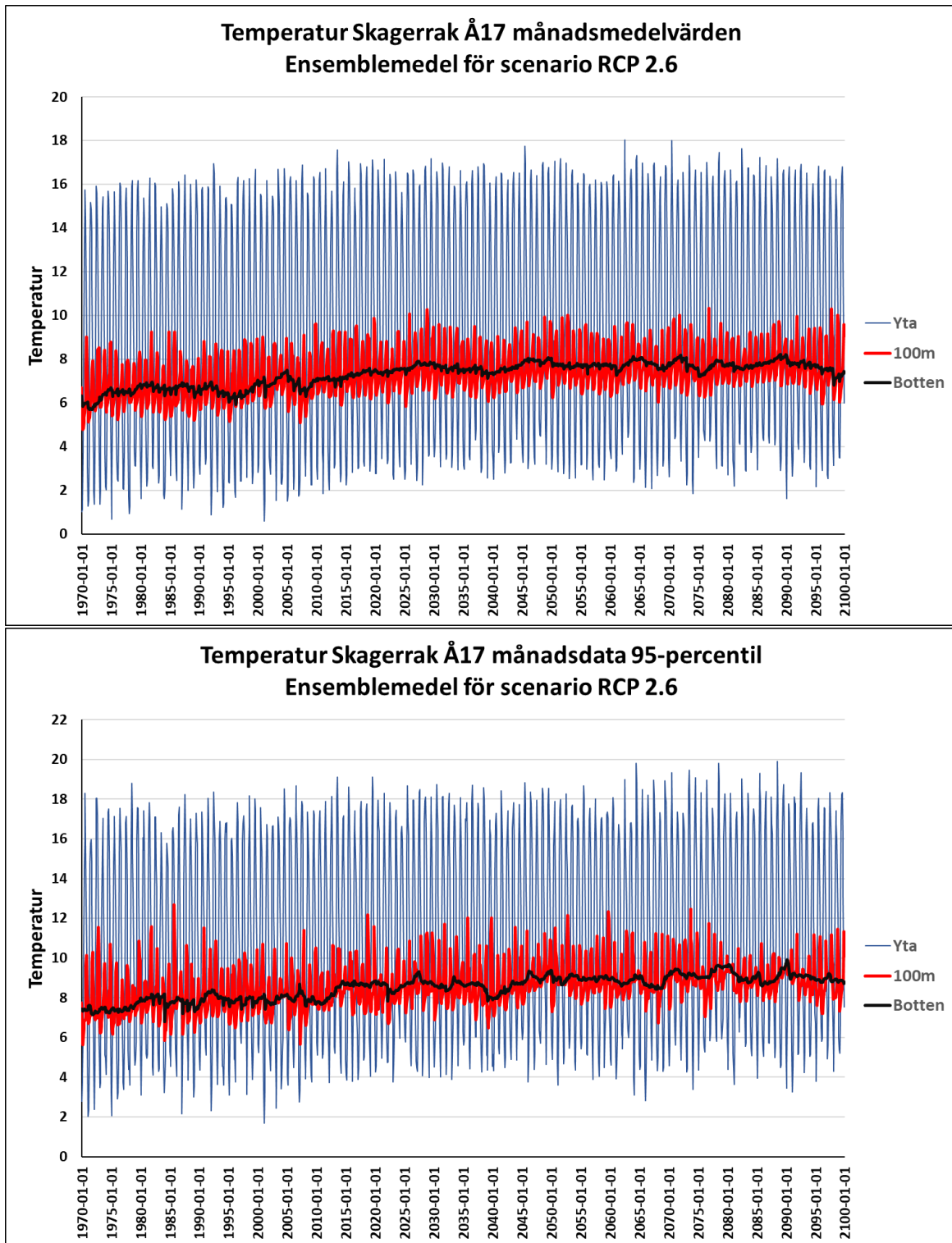
Dieterich, C.; Wang, S.; Schimanke, S.; Gröger, M.; Klein, B.; Hordoir, R.; Samuelsson, P.; Liu, Y.; Axell, L.; Höglund, A.; Meier, H.E.M., 2019. Surface Heat Budget over the North Sea in Climate Change Simulations. *Atmosphere*, 10, 272. <https://doi.org/10.3390/atmos10050272>.

Gröger, M., Arneborg, L., Dieterich, C. et al., 2019. Summer hydrographic changes in the Baltic Sea, Kattegat and Skagerrak projected in an ensemble of climate scenarios downscaled with a coupled regional ocean–sea ice–atmosphere model. *Clim Dyn* 53, 5945–5966. <https://doi.org/10.1007/s00382-019-04908-9>.

## Ensembleprojektioner temperatur för scenario RCP 2,6

Tabell 1. Ensembleprojektioner för scenario RCP 2,6. Trettio års medelvärde (m),  $\pm$ standardavvikelse (std) och förändring av medeltemperatur i perioder P1 och P2 jämfört med period P0. Värden i yta, 100 meters djup och botten för temperatur °C vid station Å17 beräknat från månadsmedelvärden och 95-percentil (Fig.1).

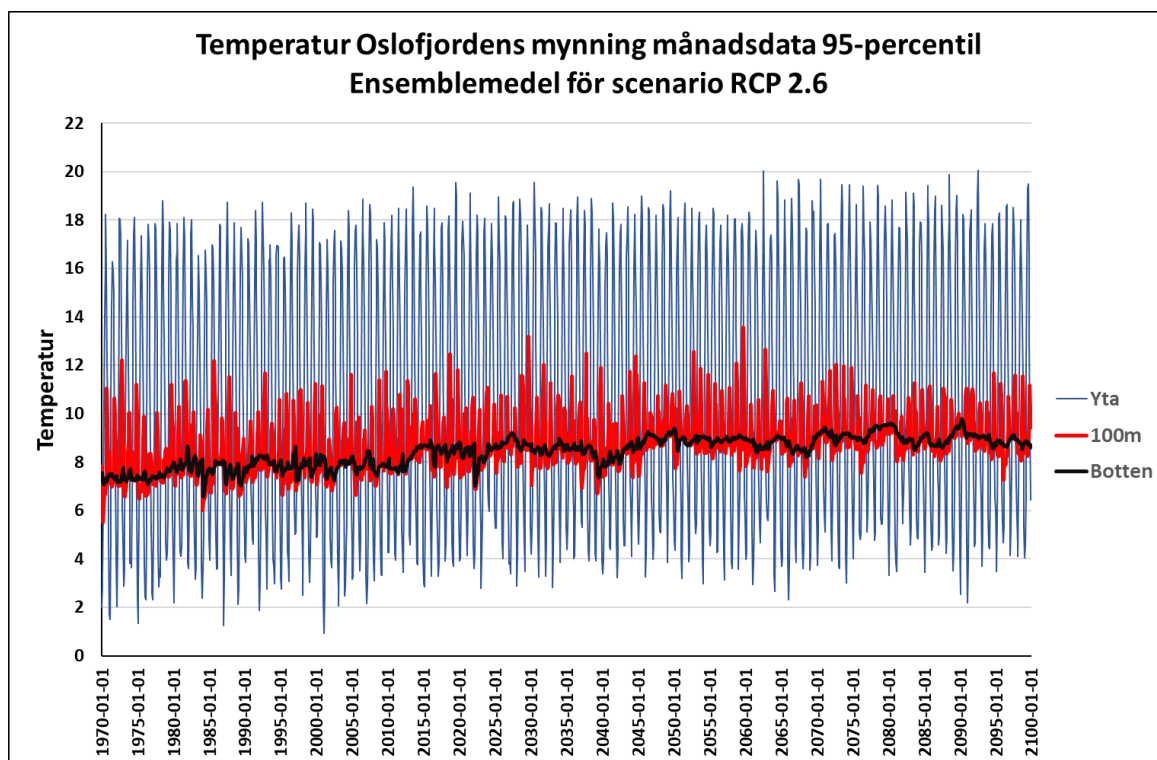
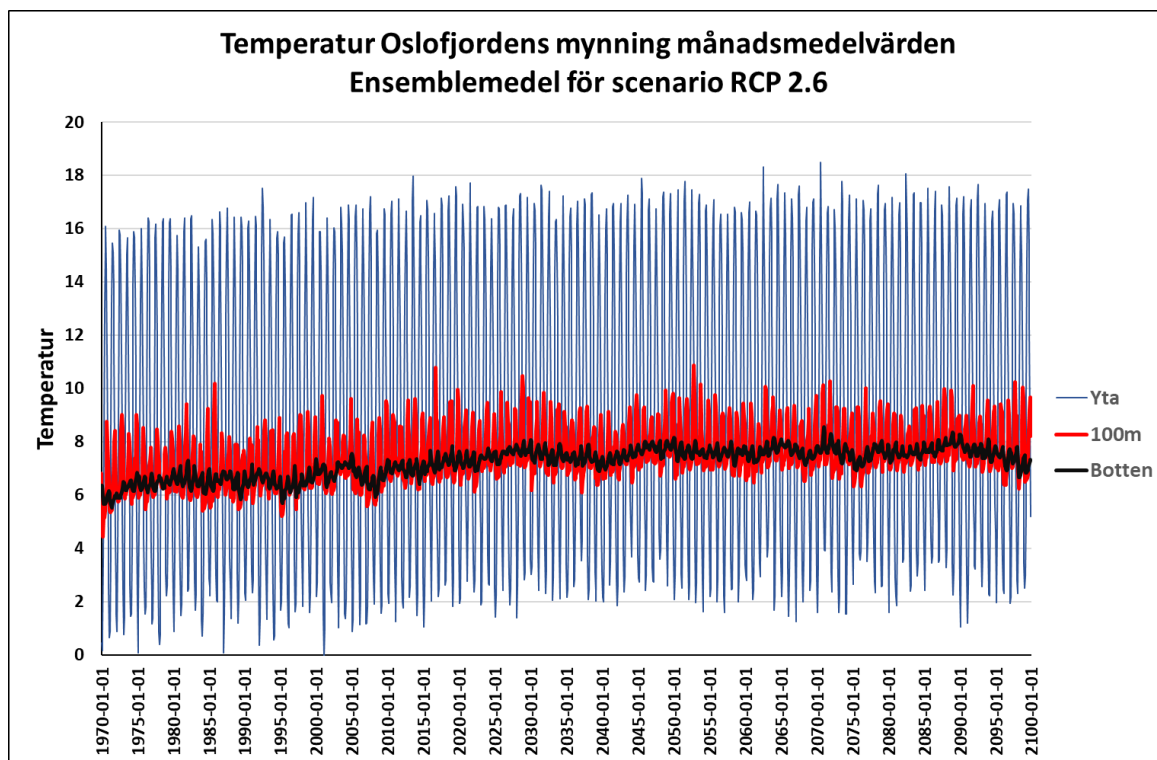
<b>Å17 yta medel RCP 2,6</b>	m	std	m-std	m+std	Ändring
P0 1970–1999	8,80	5,01	3,79	13,81	
P1 2020–2049	9,81	4,81	4,99	14,62	1,00
P2 2070–2099	9,86	4,84	5,02	14,70	1,06
<b>Å17 100m medel RCP 2,6</b>	m	std	m-std	m+std	Ändring
P0 1970–1999	6,67	0,97	5,70	7,64	
P1 2020–2049	7,55	0,89	6,66	8,44	0,88
P2 2070–2099	7,71	0,89	6,82	8,60	1,04
<b>Å17 botten medel RCP 2,6</b>	m	std	m-std	m+std	Ändring
P0 1970–1999	6,51	0,28	6,23	6,79	
P1 2020–2049	7,62	0,20	7,42	7,81	1,11
P2 2070–2099	7,71	0,24	7,47	7,95	1,20
<b>Å17 yta 95% rcp2.6</b>	m	std	m-std	m+std	Ändring
P0 1970–1999	10,40	4,87	5,53	15,27	
P1 2020–2049	11,23	4,73	6,50	15,95	0,83
P2 2070–2099	11,38	4,77	6,61	16,14	0,98
<b>Å17 100m 95% rcp2.6</b>	m	std	m-std	m+std	Ändring
P0 1970–1999	7,92	1,13	6,78	9,05	
P1 2020–2049	8,65	1,04	7,62	9,69	0,74
P2 2070–2099	9,01	0,83	8,18	9,83	1,09
<b>Å17 botten 95% rcp2.6</b>	m	std	m-std	m+std	Ändring
P0 1970–1999	7,73	0,30	7,43	8,03	
P1 2020–2049	8,66	0,31	8,35	8,97	0,93
P2 2070–2099	9,11	0,26	8,85	9,37	1,38



Figur 1. Temperatur °C i Skagerrak vid station Å17 för perioden 1970–2099 baserat på medelvärde från modellensemble i scenario RCP 2,6. Överst visas månadsmedelvärden och under visas 95-percentilen för varje månad (dvs 5% av temperaturdata under varje månad överstiger värden som visas i figuren). Den blå linjen visar data från ytan, den röda visar data från 100 meters djup och den svarta linjen visar botten data från modellens djupaste gridpunkt (300 meter). Notera olika skala på vertikalaxel.

Tabell 2. Ensembleprojektioner för scenario RCP 2,6. Trettio års medelvärde (m),  $\pm$ standardavvikelse (std) och förändring av medeltemperatur i perioder P1 och P2 jämfört med period P0. Värden i yta, 100 meters djup och botten för temperatur °C vid Oslofjordens mynning (OF) beräknat från månadsmedelvärden och 95-percentil (Fig.2).

<b>OF yta medel RCP 2,6</b>	m	std	m-std	m+std	Ändring
P0 1970–1999	8,54	5,40	3,15	13,94	
P1 2020–2049	9,57	5,24	4,33	14,81	1,03
P2 2070–2099	9,64	5,26	4,38	14,90	1,09
<b>OF 100m medel RCP 2,6</b>	m	std	m-std	m+std	Ändring
P0 1970–1999	6,79	0,98	5,81	7,78	
P1 2020–2049	7,71	0,90	6,81	8,61	0,91
P2 2070–2099	7,86	0,91	6,96	8,77	1,07
<b>OF botten medel RCP 2,6</b>	m	std	m-std	m+std	Ändring
P0 1970–1999	6,44	0,32	6,12	6,76	
P1 2020–2049	7,50	0,26	7,24	7,76	1,06
P2 2070–2099	7,60	0,31	7,29	7,91	1,16
<b>OF yta 95% RCP 2,6</b>	m	std	m-std	m+std	Ändring
P0 1970–1999	10,11	5,26	4,84	15,37	
P1 2020–2049	10,99	5,14	5,86	16,13	0,89
P2 2070–2099	11,16	5,15	6,01	16,32	1,06
<b>OF 100m 95% RCP 2,6</b>	m	std	m-std	m+std	Ändring
P0 1970–1999	8,10	1,19	6,90	9,29	
P1 2020–2049	8,87	1,10	7,77	9,97	0,77
P2 2070–2099	9,22	0,86	8,35	10,08	1,12
<b>OF 100m 95% RCP 2,6</b>	m	std	m-std	m+std	Ändring
P0 1970–1999	7,67	0,33	7,34	8,00	
P1 2020–2049	8,56	0,37	8,19	8,93	0,89
P2 2070–2099	9,04	0,27	8,77	9,31	1,37



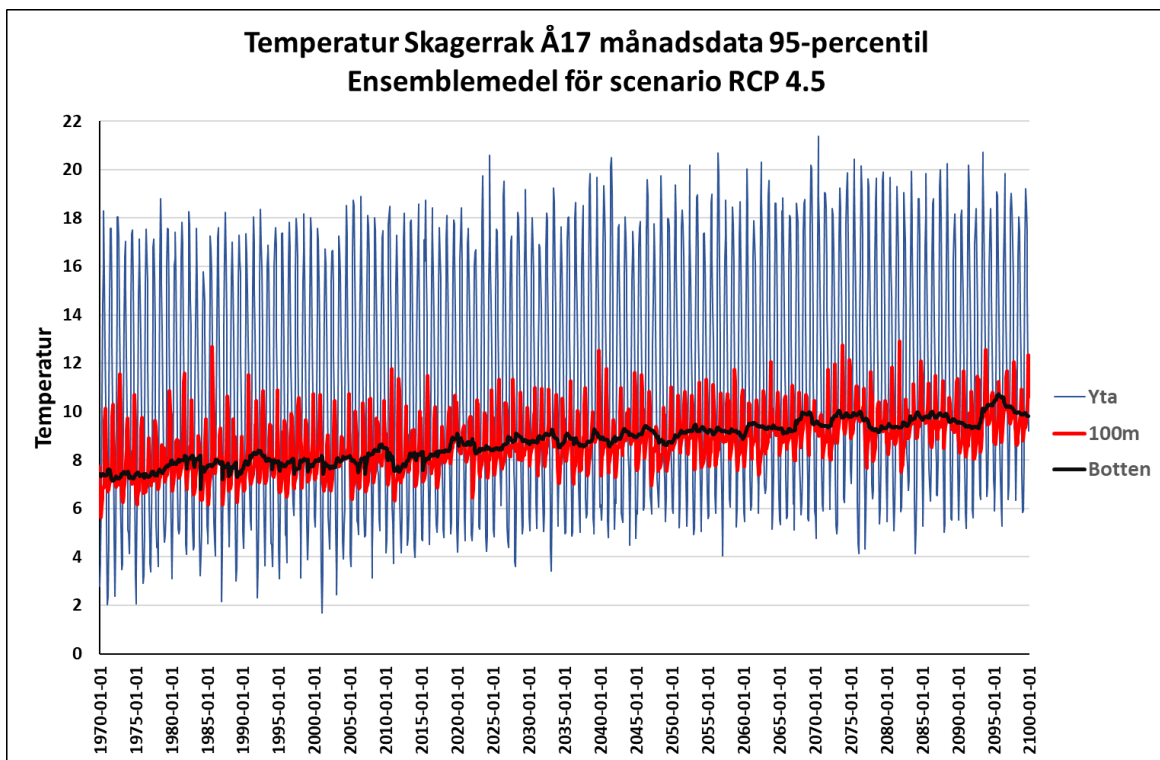
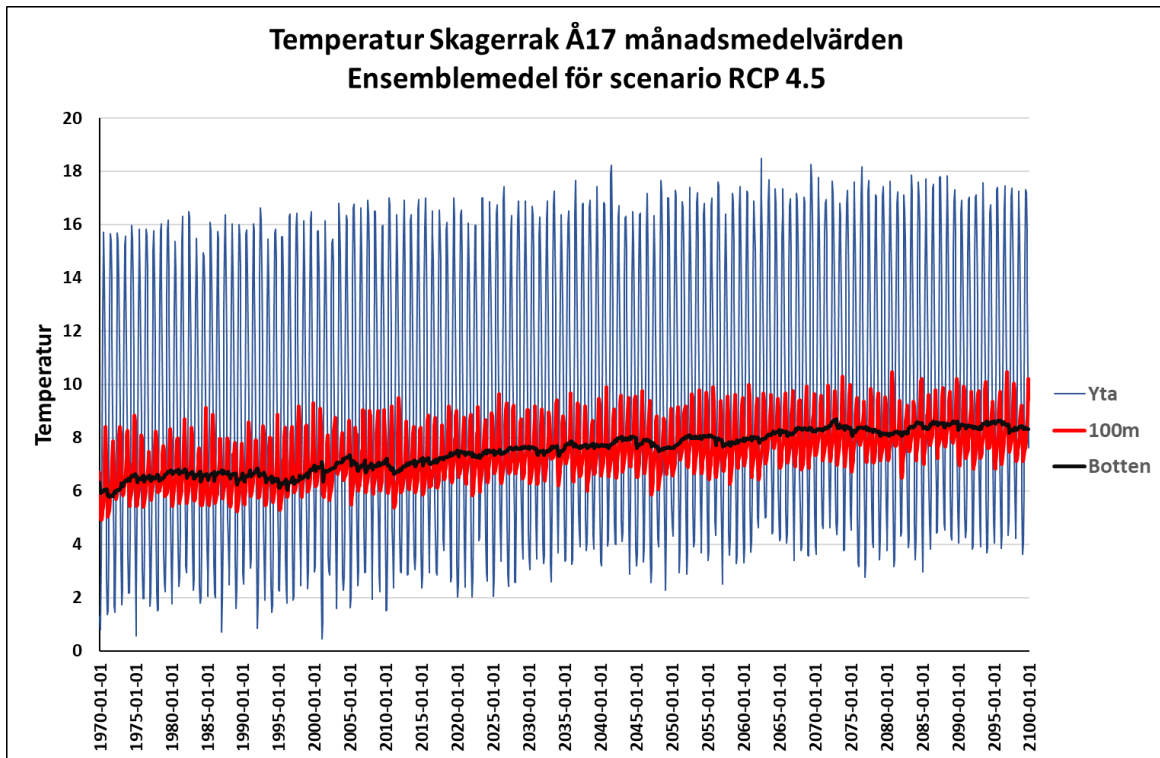
Figur 2. Temperatur °C vid Oslofjordens mynning för perioden 1970–2099 baserat på medelvärde från modellensemble i scenario RCP 2,6. Överst visas månadsmedelvärden och under visas 95-percentilen för varje månad (dvs 5% av temperaturdata under varje månad överstiger värden som visas i figuren). Den blå linjen visar data från ytan, den röda visar data från 100 meters djup och den svarta linjen visar bottendata från modellens djupaste gridpunkt (224 meter). Notera olika skala på vertikalaxel.



### Ensembleprojektioner temperatur för scenario RCP 4,5

Tabell 3. Ensembleprojektioner för scenario RCP 4,5. Trettio års medelvärde (m),  $\pm$ standardavvikelse (std) och förändring av medeltemperatur i perioder P1 och P2 jämfört med period P0. Värden i yta, 100 meters djup och botten för temperatur °C vid station Å17 beräknat från månadsmedelvärden och 95-percentil (Fig.3).

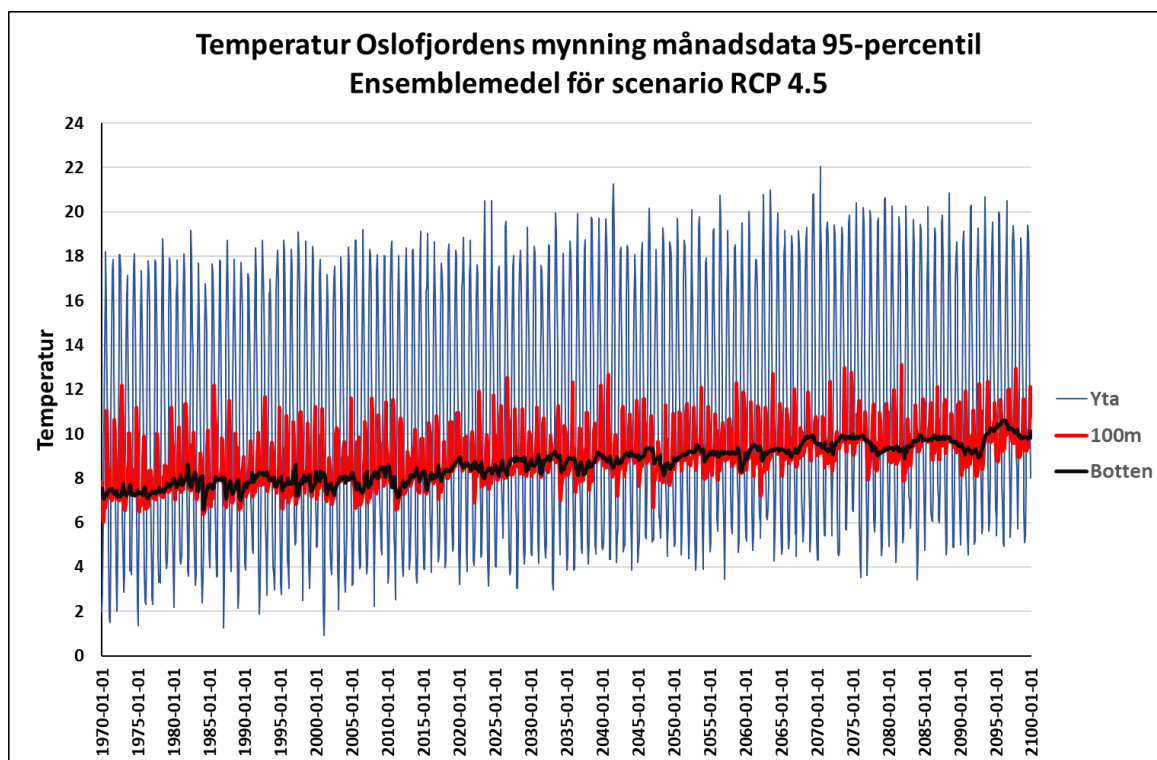
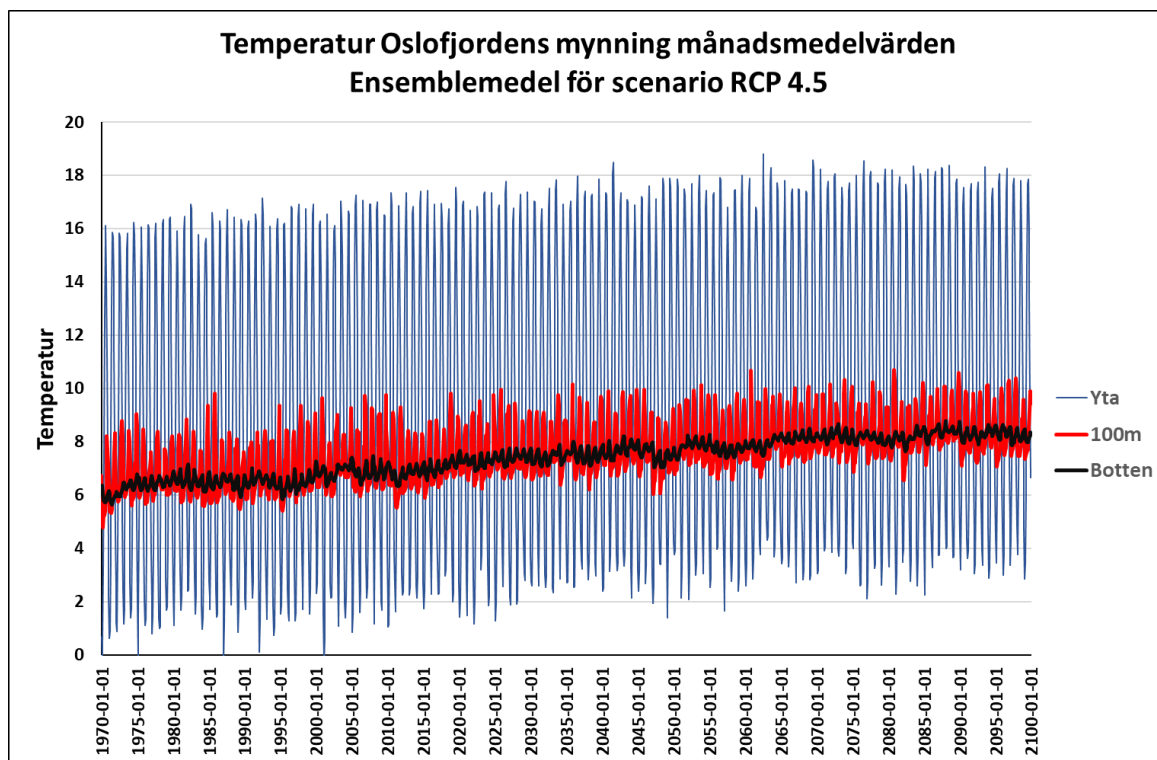
<b>Å17 yta medel RCP 4,5</b>	m	std	m-std	m+std	Ändring
P0 1970–1999	8,75	5,03	3,73	13,78	
P1 2020–2049	9,85	4,87	4,98	14,73	1,10
P2 2070–2099	10,51	4,82	5,70	15,33	1,76
<b>Å17 100m medel RCP 4,5</b>	m	std	m-std	m+std	Ändring
P0 1970–1999	6,60	0,93	5,67	7,52	
P1 2020–2049	7,50	0,89	6,61	8,40	0,91
P2 2070–2099	8,20	0,84	7,36	9,03	1,60
<b>Å17 botten medel RCP 4,5</b>	m	std	m-std	m+std	Ändring
P0 1970–1999	6,49	0,23	6,26	6,71	
P1 2020–2049	7,63	0,18	7,45	7,81	1,14
P2 2070–2099	8,39	0,14	8,25	8,53	1,90
<b>Å17 yta 95% RCP 4,5</b>	m	std	m-std	m+std	Ändring
P0 1970–1999	10,45	4,93	5,53	15,38	
P1 2020–2049	11,46	4,80	6,66	16,27	1,01
P2 2070–2099	12,23	4,79	7,44	17,02	1,78
<b>Å17 100m 95% RCP 4,5</b>	m	std	m-std	m+std	Ändring
P0 1970–1999	7,93	1,14	6,78	9,07	
P1 2020–2049	8,76	0,95	7,80	9,71	0,83
P2 2070–2099	9,60	0,91	8,69	10,51	1,67
<b>Å17 botten 95% RCP 4,5</b>	m	std	m-std	m+std	Ändring
P0 1970–1999	7,73	0,30	7,43	8,03	
P1 2020–2049	8,83	0,24	8,59	9,07	1,10
P2 2070–2099	9,73	0,34	9,40	10,07	2,01



Figur 3. Temperatur °C i Skagerrak vid station Å17 för perioden 1970–2099 baserat på medelvärde från modellensemble i scenario RCP 4,5. Överst visas månadsmedelvärden och under visas 95-percentilen för varje månad (dvs 5% av temperaturdata under varje månad överstiger värden som visas i figuren). Den blå linjen visar data från ytan, den röda visar data från 100 meters djup och den svarta linjen visar bottendata från modellens djupaste gridpunkt (300 meter). Notera olika skala på vertikalaxel.

Tabell 4. Ensembleprojektioner för scenario RCP 4,5. Trettio års medelvärde (m),  $\pm$ standardavvikelse (std) och förändring av medeltemperatur i perioder P1 och P2 jämfört med period P0. Värden i yta, 100 meters djup och botten för temperatur °C vid Oslofjordens mynning (OF) beräknat från månadsmedelvärden och 95-percentil (Fig.4).

<b>OF yta medel RCP 4,5</b>	m	std	m-std	m+std	Ändring
P0 1970–1999	8,51	5,42	3,08	13,93	
P1 2020–2049	9,64	5,30	4,34	14,94	1,13
P2 2070–2099	10,34	5,27	5,06	15,61	1,83
<b>OF 100m medel RCP 4,5</b>	m	std	m-std	m+std	Ändring
P0 1970–1999	6,72	0,94	5,78	7,66	
P1 2020–2049	7,65	0,93	6,73	8,58	0,93
P2 2070–2099	8,33	0,85	7,48	9,18	1,61
<b>OF botten medel RCP 4,5</b>	m	std	m-std	m+std	Ändring
P0 1970–1999	6,42	0,27	6,15	6,69	
P1 2020–2049	7,47	0,26	7,22	7,73	1,05
P2 2070–2099	8,24	0,21	8,03	8,44	1,82
<b>OF yta 95% RCP 4,5</b>	m	std	m-std	m+std	Ändring
P0 1970–1999	10,18	5,33	4,85	15,51	
P1 2020–2049	11,22	5,22	6,00	16,44	1,04
P2 2070–2099	12,05	5,20	6,84	17,25	1,87
<b>OF 100m 95% RCP 4,5</b>	m	std	m-std	m+std	Ändring
P0 1970–1999	8,11	1,19	6,92	9,30	
P1 2020–2049	8,97	1,01	7,96	9,98	0,86
P2 2070–2099	9,74	0,94	8,80	10,68	1,63
<b>OF botten 95% RCP 4,5</b>	m	std	m-std	m+std	Ändring
P0 1970–1999	7,67	0,33	7,34	8,00	
P1 2020–2049	8,72	0,29	8,43	9,01	1,05
P2 2070–2099	9,67	0,36	9,30	10,03	2,00

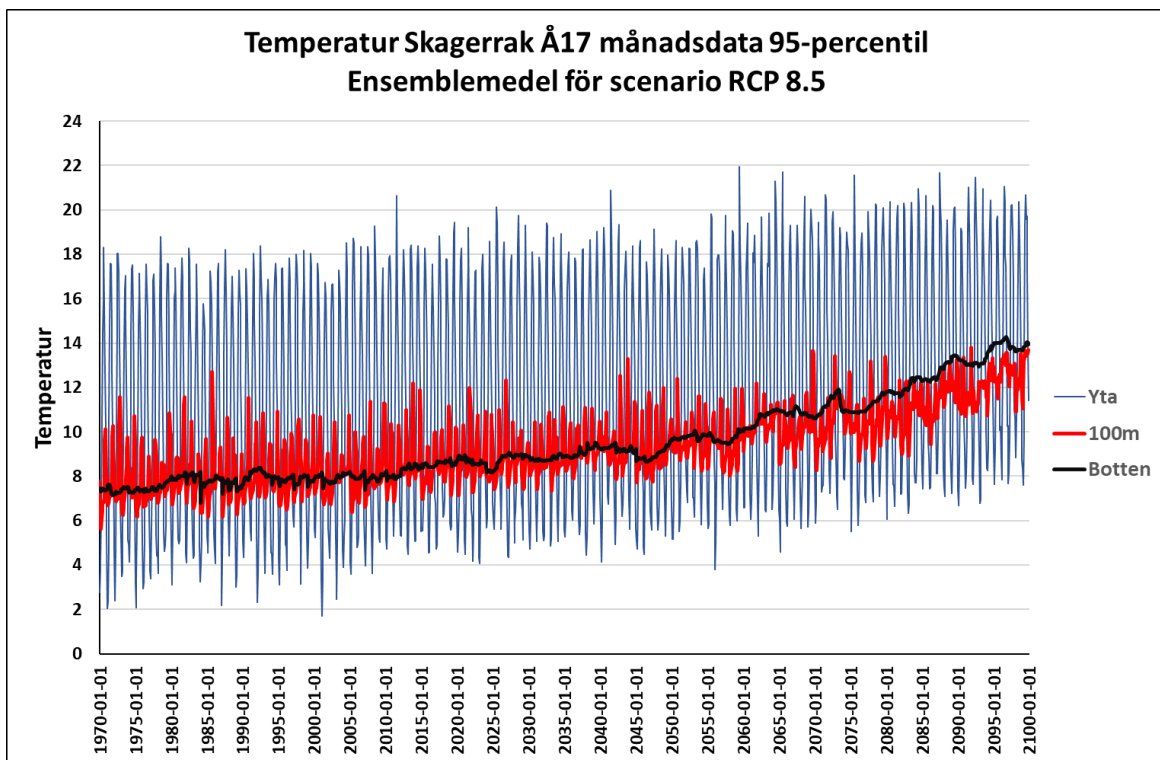
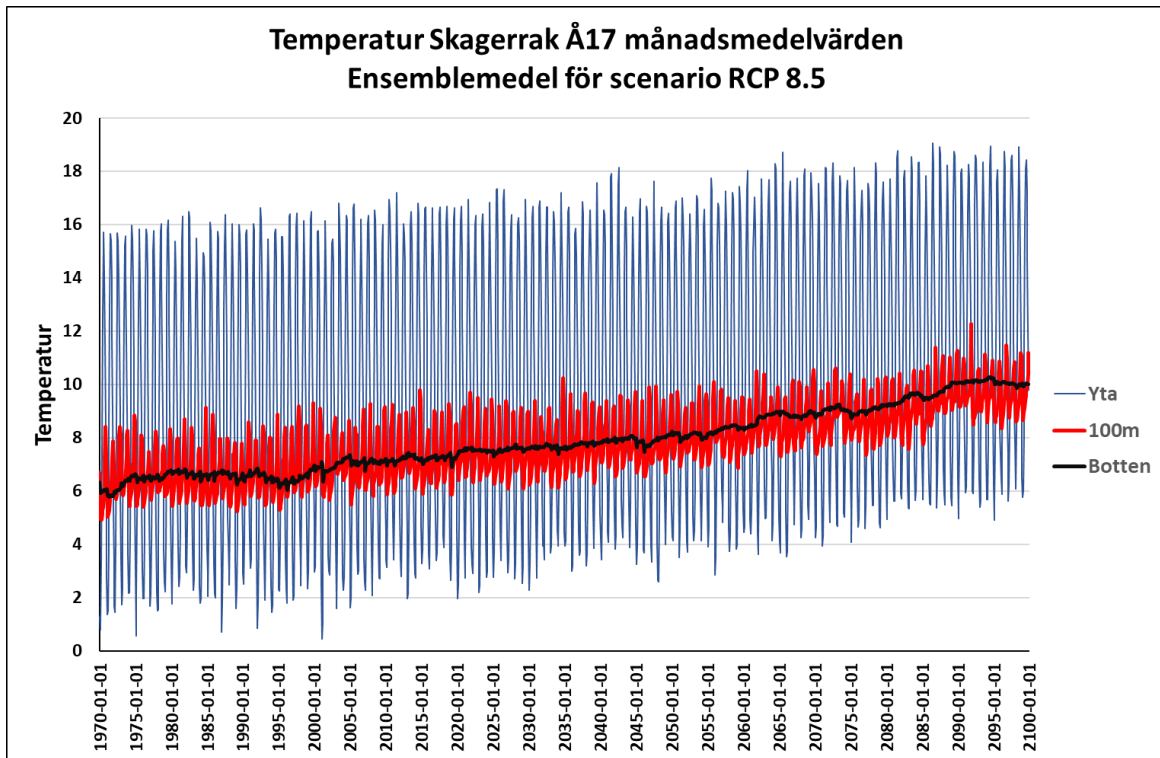


Figur 4. Temperatur °C vid Oslofjordens mynning för perioden 1970–2099 baserat på medelvärde från modellensemble i scenario RCP 4,5. Överst visas månadsmedelvärden och under visas 95-percentilen för varje månad (dvs 5% av temperaturdata under varje månad överstiger värden som visas i figuren). Den blå linjen visar data från ytan, den röda visar data från 100 meters djup och den svarta linjen visar bottendata från modellens djupaste gridpunkt (224 meter). Notera olika skala på vertikalaxel.

## Ensembleprojektioner temperatur för scenario RCP 8,5

Tabell 5. Ensembleprojektioner för scenario RCP 8,5. Trettio års medelvärde (m),  $\pm$ standardavvikelse (std) och förändring av medeltemperatur i perioder P1 och P2 jämfört med period P0. Värden i yta, 100 meters djup och botten för temperatur °C vid station Å17 beräknat från månadsmedelvärden och 95-percentil (Fig.5).

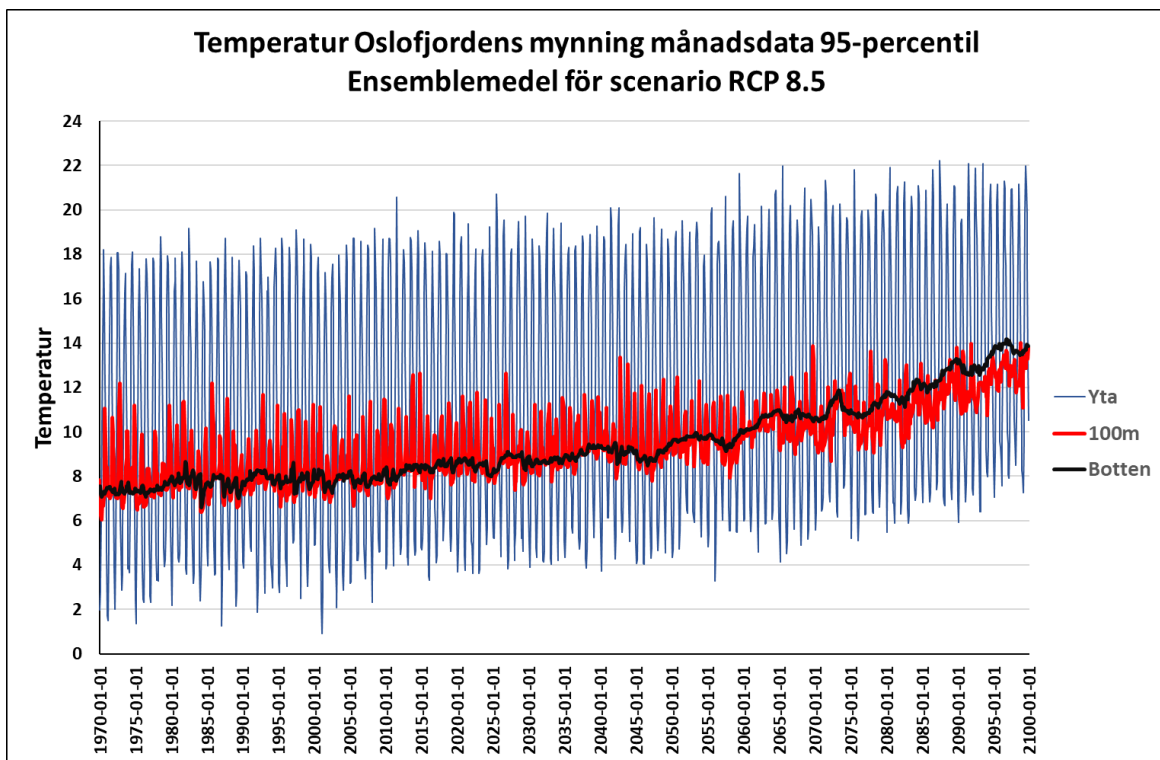
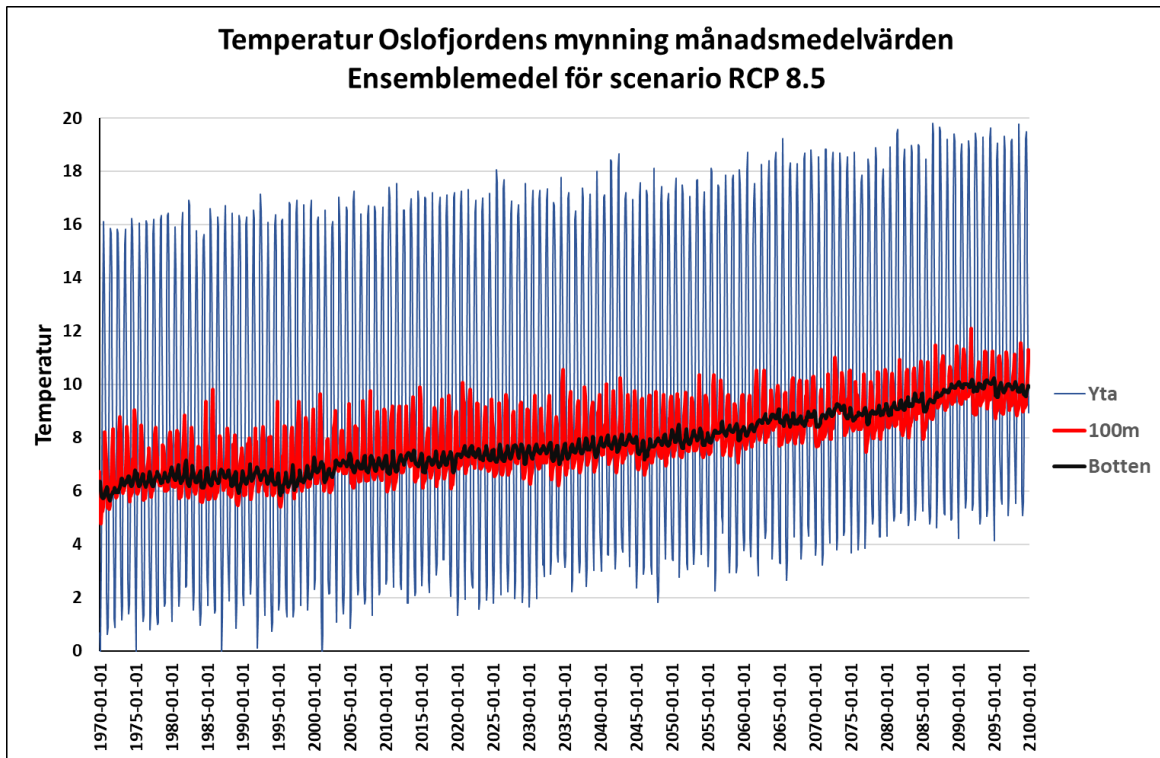
<b>Å17 yta medel RCP 8,5</b>	m	std	m-std	m+std	Ändring
P0 1970–1999	8,75	5,03	3,73	13,78	
P1 2020–2049	9,93	4,85	5,08	14,78	1,18
P2 2070–2099	11,63	4,64	6,99	16,27	2,88
<b>Å17 100m medel RCP 8,5</b>	m	std	m-std	m+std	Ändring
P0 1970–1999	6,60	0,93	5,67	7,52	
P1 2020–2049	7,63	0,92	6,71	8,55	1,03
P2 2070–2099	9,20	0,89	8,31	10,09	2,60
<b>Å17 botten medel RCP 8,5</b>	m	std	m-std	m+std	Ändring
P0 1970–1999	6,49	0,23	6,26	6,71	
P1 2020–2049	7,71	0,18	7,53	7,89	1,23
P2 2070–2099	9,56	0,46	9,10	10,02	3,08
<b>Å17 yta 95% RCP 8,5</b>	m	std	m-std	m+std	Ändring
P0 1970–1999	10,45	4,93	5,53	15,38	
P1 2020–2049	11,57	4,74	6,83	16,31	1,12
P2 2070–2099	13,46	4,65	8,81	18,10	3,00
<b>Å17 100m 95% RCP 8,5</b>	m	std	m-std	m+std	Ändring
P0 1970–1999	7,93	1,14	6,78	9,07	
P1 2020–2049	9,04	1,00	8,04	10,05	1,12
P2 2070–2099	11,31	1,17	10,14	12,48	3,38
<b>Å17 botten 95% RCP 8,5</b>	m	std	m-std	m+std	Ändring
P0 1970–1999	7,73	0,30	7,43	8,03	
P1 2020–2049	8,92	0,29	8,63	9,21	1,19
P2 2070–2099	12,37	1,07	11,30	13,44	4,64



Figur 5. Temperatur °C i Skagerrak vid station Å17 för perioden 1970–2099 baserat på medelvärde från modellensemble i scenario RCP 8,5. Överst visas månadsmedelvärden och under visas 95-percentilen för varje månad (dvs 5% av temperaturdata under varje månad överstiger värden som visas i figuren). Den blå linjen visar data från ytan, den röda visar data från 100 meters djup och den svarta linjen visar bottendata från modellens djupaste gridpunkt (300 meter). Notera olika skala på vertikalaxel.

Tabell 6. Ensembleprojektioner för scenario RCP 8,5. Trettio års medelvärde (m),  $\pm$ standardavvikelse (std) och förändring av medeltemperatur i perioder P1 och P2 jämfört med period P0. Värden i yta, 100 meters djup och botten för temperatur °C vid Oslofjordens mynning (OF) beräknat från månadsmedelvärden och 95-percentil (Fig.6).

<b>OF yta medel RCP 8,5</b>	m	std	m-std	m+std	Ändring
P0 1970–1999	8,51	5,42	3,08	13,93	
P1 2020–2049	9,73	5,29	4,44	15,01	1,22
P2 2070–2099	11,53	5,14	6,39	16,67	3,03
<b>OF 100m medel RCP 8,5</b>	m	std	m-std	m+std	Ändring
P0 1970–1999	6,72	0,94	5,78	7,66	
P1 2020–2049	7,76	0,95	6,81	8,72	1,04
P2 2070–2099	9,34	0,91	8,43	10,25	2,62
<b>OF botten medel RCP 8,5</b>	m	std	m-std	m+std	Ändring
P0 1970–1999	6,42	0,27	6,15	6,69	
P1 2020–2049	7,57	0,25	7,31	7,82	1,15
P2 2070–2099	9,41	0,47	8,93	9,88	2,99
<b>OF yta 95% RCP 8,5</b>	m	std	m-std	m+std	Ändring
P0 1970–1999	10,18	5,33	4,85	15,51	
P1 2020–2049	11,35	5,13	6,22	16,48	1,17
P2 2070–2099	13,39	5,11	8,28	18,50	3,21
<b>OF 100m 95% RCP 8,5</b>	m	std	m-std	m+std	Ändring
P0 1970–1999	8,11	1,19	6,92	9,30	
P1 2020–2049	9,23	1,04	8,18	10,27	1,12
P2 2070–2099	11,44	1,14	10,29	12,58	3,33
<b>OF botten 95% RCP 8,5</b>	m	std	m-std	m+std	Ändring
P0 1970–1999	7,67	0,33	7,34	8,00	
P1 2020–2049	8,85	0,32	8,53	9,16	1,18
P2 2070–2099	12,17	1,06	11,10	13,23	4,50

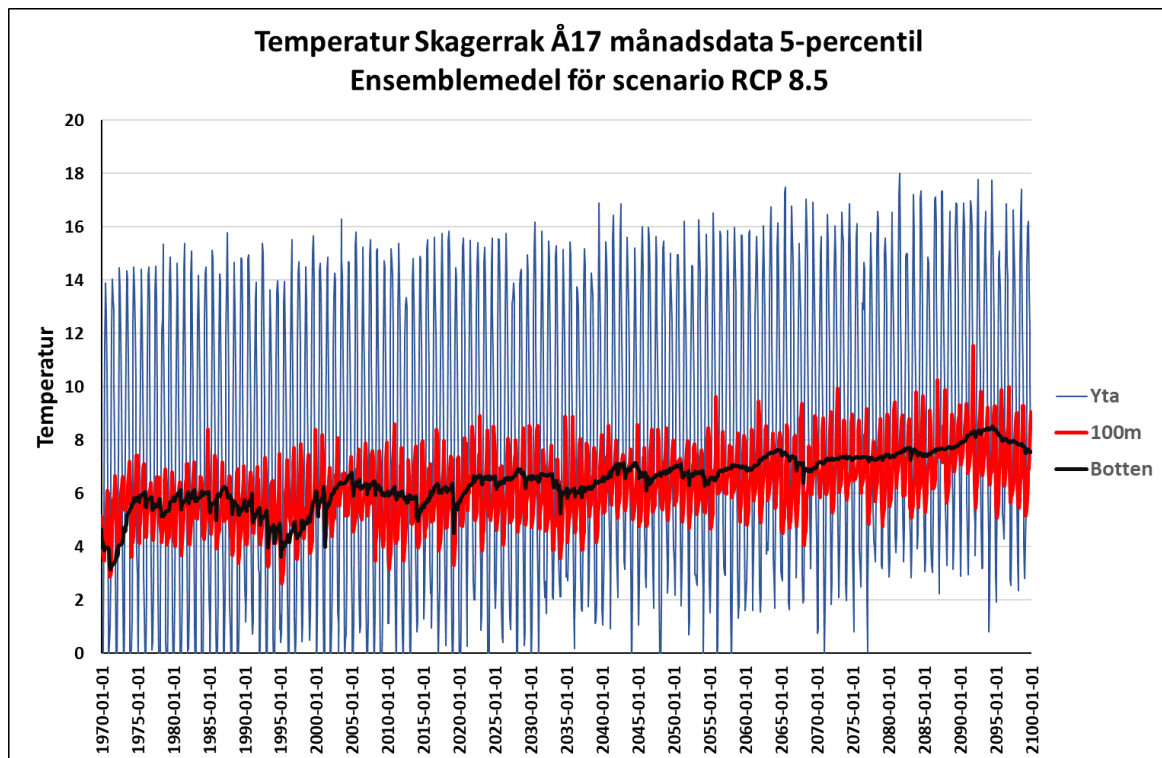


Figur 6. Temperatur °C vid Oslofjordens mynning för perioden 1970–2099 baserat på medelvärde från modellensemble i scenario RCP 8,5. Överst visas månadsmedelvärden och under visas 95-percentilen för varje månad (dvs 5% av temperaturdata under varje månad överstiger värden som visas i figuren). Den blå linjen visar data från ytan, den röda visar data från 100 meters djup och den svarta linjen visar bottendata från modellens djupaste gridpunkt (224 meter). Notera olika skala på vertikalaxel.



Tabell 7. Ensembleprojektioner för scenario RCP 8,5. Trettio års medelvärde (m),  $\pm$ standardavvikelse (std) och förändring av medeltemperatur i perioder P1 och P2 jämfört med period P0. Värden i yta, 100 meters djup och botten för temperatur °C vid station Å17 beräknat från 5-percentil (Fig.7).

<b>Å17 yta 5% RCP 8,5</b>	m	std	m-std	m+std	Ändring
P0 1970–1999	6,98	5,41	1,58	12,39	
P1 2020–2049	8,18	5,14	3,04	13,33	1,20
P2 2070–2099	9,67	4,89	4,79	14,56	2,69
<b>Å17 100m 5% RCP 8,5</b>	m	std	m-std	m+std	Ändring
P0 1970–1999	5,34	1,09	4,25	6,43	
P1 2020–2049	6,15	1,15	5,00	7,30	0,81
P2 2070–2099	7,22	1,21	6,01	8,43	1,88
<b>Å17 botten 5% RCP 8,5</b>	m	std	m-std	m+std	Ändring
P0 1970–1999	5,22	0,73	4,50	5,95	
P1 2020–2049	6,52	0,31	6,21	6,84	1,30
P2 2070–2099	7,65	0,36	7,29	8,02	2,43

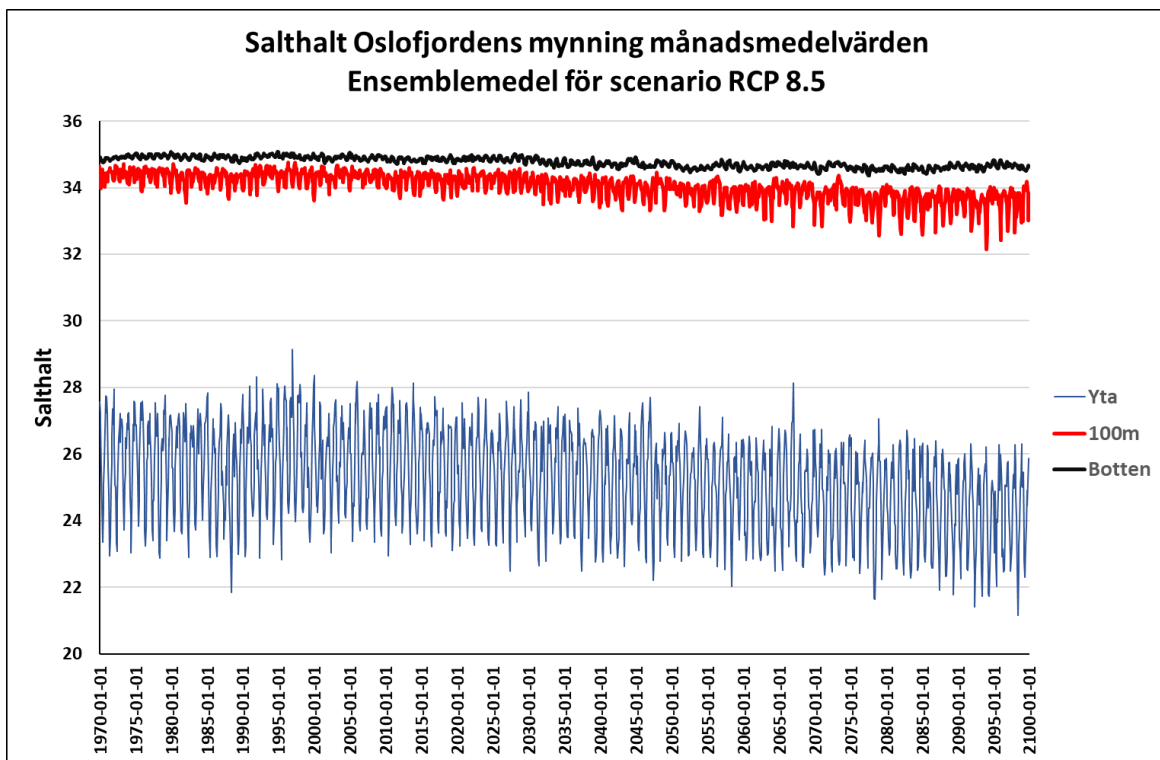
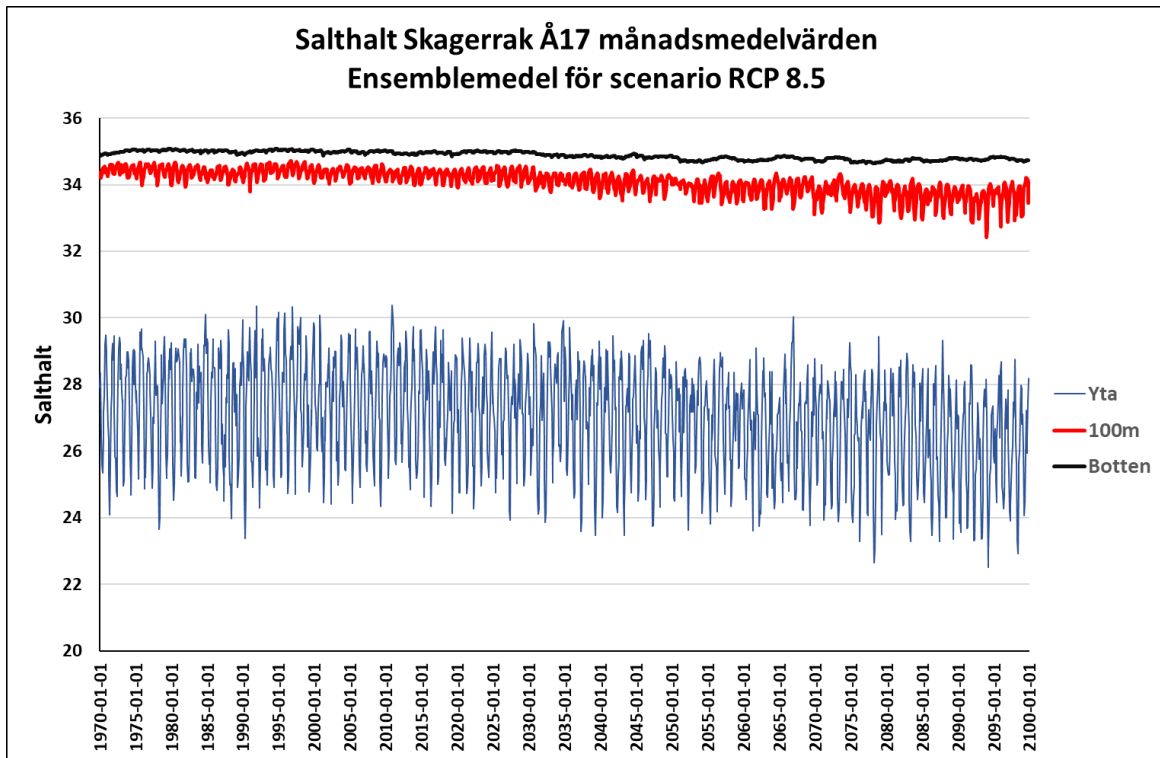


Figur 7. Temperatur °C i Skagerrak vid station Å17 för perioden 1970–2099 baserat på medelvärde från modellensemble i scenario RCP 8,5. Här visas 5-percentilen för varje månad (dvs 5% av temperaturdata under varje månad understiger värden som visas i figuren). Den blå linjen visar data från ytan, den röda visar data från 100 meters djup och den svarta linjen visar botten data från modellens djupaste gridpunkt (300 meter).

## Ensembleprojektioner salthalt för scenario RCP 8,5

Tabell 8. Ensembleprojektioner för scenario RCP 8,5. Trettio års medelvärde (m),  $\pm$ standardavvikelse (std) och förändring av medeltemperatur i perioder P1 och P2 jämfört med period P0. Värden i yta, 100 meters djup och botten för salthalt  $\text{g kg}^{-1}$  vid station Å17 och Oslofjordens mynning (OF) beräknat från månadsmedelvärden (Fig.8).

<b>Å17 yta medel RCP 8,5</b>	m	std	m-std	m+std	Ändring
P0 1970–1999	27,49	1,57	25,92	29,06	
P1 2020–2049	27,20	1,51	25,69	28,71	-0,29
P2 2070–2099	26,33	1,54	24,80	27,87	-1,16
<b>Å17 100m medel RCP 8,5</b>	m	std	m-std	m+std	Ändring
P0 1970–1999	34,42	0,17	34,25	34,59	
P1 2020–2049	34,17	0,22	33,95	34,39	-0,25
P2 2070–2099	33,68	0,33	33,35	34,01	-0,73
<b>Å17 botten medel RCP 8,5</b>	m	std	m-std	m+std	Ändring
P0 1970–1999	35,01	0,04	34,97	35,05	
P1 2020–2049	34,90	0,07	34,84	34,97	-0,11
P2 2070–2099	34,75	0,05	34,70	34,79	-0,27
----					
<b>OF yta medel RCP 8,5</b>	m	std	m-std	m+std	Ändring
P0 1970–1999	25,79	1,40	24,39	27,19	
P1 2020–2049	25,35	1,32	24,04	26,67	-0,44
P2 2070–2099	24,45	1,31	23,14	25,75	-1,35
<b>OF 100m medel RCP 8,5</b>	m	std	m-std	m+std	Ändring
P0 1970–1999	34,35	0,21	34,14	34,57	
P1 2020–2049	34,11	0,26	33,85	34,37	-0,24
P2 2070–2099	33,64	0,35	33,28	33,99	-0,72
<b>OF botten medel RCP 8,5</b>	m	std	m-std	m+std	Ändring
P0 1970–1999	34,92	0,07	34,86	34,99	
P1 2020–2049	34,78	0,10	34,68	34,88	-0,15
P2 2070–2099	34,61	0,09	34,52	34,70	-0,32



Figur 8. Salthalt g kg<sup>-1</sup> månadsmedelvärden i Skagerrak vid station Å17 (över) och vid Oslofjordens mynning (under) för perioden 1970–2099 baserat på medelvärde från modellensemble i scenario RCP 8,5. Den blå linjen visar data från ytan, den röda visar data från 100 meters djup och den svarta linjen visar botten data från modellens djupaste gridpunkt (Å17 300 meter och OF 224 meter).