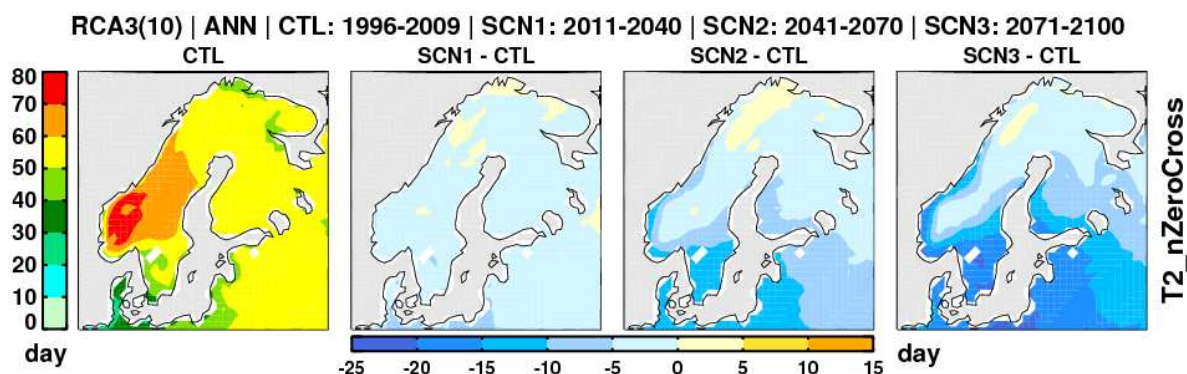


Sven Kindell och Anna Lilja

RAPPORT NR 2010- 88

Nollgenomgångar i Norrbottens län nu och i framtiden – en klimatstudie



Pärbild.

*Förändring i antal nollgenomgångar för tre framtidsperioder (2011-2040, 2041-2070, 2071-2100) jämfört med referensperioden 1996-2009, i det valda utsläppsscenariet (A1B). Bilderna visar ensemblemedelvärdet av 10 olika regionala klimatscenarier. Längst till vänster visas det simulerade klimatet för referensperioden 1996-2009 för jämförelse: **Helår**.*

Författare:

Sven Kindell, Anna Lilja

Uppdragsgivare:

Länsstyrelsen i Norrbottens län

Granskningsdatum:

2011-03-01

Granskare:

H Backström, M Magnusson

Dnr:

2010/1823/203

Version:

1.1

Nollgenomgångar i Norrbottens län nu och i framtiden – en klimatstudie

Uppdragstagare

SMHI
601 76 Norrköping

Projektansvarig

Sven Kindell
Telefon 011-495 8201
E-postadress sven.kindell@smhi.se

Uppdragsgivare

Länsstyrelsen i Norrbottens län
Avdelning Samhälle
971 86 LULEÅ

Kontaktperson

Micael Bredefeldt
Telefon 0920-96305
E-postadress
micael.bredefeldt@lansstyrelsen.se

Distribution

Länsstyrelsen i Norrbottens län

Klassificering

 Allmän Affärssekretess

Nyckelord

Klimat, klimatförändring, nollgenomgångar, temperatur, Norrbottens län

Övrigt

I denna version (1.1) har felaktiga tabellvärden som avser Katterjåkk rättats.

Denna sida är avsiktligt blank

Innehållsförteckning

1	SAMMANFATTNING	1
2	INLEDNING	3
3	METODIK	3
3.1	Geografisk och tidsmässig indelning.....	3
3.2	Observationsdata.....	3
3.3	Utnyttjandet av klimatmodeller	3
3.3.1	Data.....	3
3.3.2	Beräkningar för sex observationsplatser.....	4
4	RESULTAT	4
4.1	Temperatur: Klimatförändringssignal	4
4.2	Nollgenomgångar.....	6
4.2.1	Referensperioden.....	6
4.2.2	Framtidsscenarierna	6
4.3	Kommentarer till resultattabellerna.....	7
4.4	Figurer	8
5	REFERENSER.....	13

Denna sida är avsiktligt blank

1 Sammanfattning

Nollgenomgångar definieras i rapporten som antalet dagar då temperaturen 2 meter över marken har varit både över och under 0 °C under samma dygn. Nollgenomgångar har betydelse för bland annat vägnät, broar och vinterväghållning.

I rapporten redovisas antalet nollgenomgångar på sex platser i olika delar av Norrbottens län, dels observerade värden för en *referensperiod omfattande de senaste ca 15 åren*, dels beräknade värden för *tre framtida 30-årsperioder* (2011-2040, 2041-2070, 2071-2100). De framtida värdena har tagits fram genom beräkningar med ett flertal olika klimatmodeller som resulterat i en s.k. ensemble av klimatscenarier

Tabell A-C visar antalet nollgenomgångar (dygn) för de sex observationsplatserna för de tre framtidsperioderna. Resultatet har justerats för skillnaden under referensperioden mellan de observerade och de från klimatmodellerna beräknade värdena, för att transformera modellresultatens grövre upplösning till förhållandena på respektive observationsplats. Värdet inom parentes visar ökning/minskning av antalet nollgenomgångar jämfört med den beräknade referensperioden. Resultat har tagits fram för helår och per säsong – tremånadersperioder – enligt följande angivelser i tabellerna:

ÅR = helår, DJF = vinterperiod december-februari, MAM = vårperiod mars-maj, JJA = sommarperiod juni-augusti, SON = höstperiod september-november.

Luleå uppvisar ett markant lägre antal nollgenomgångar i framtiden, ca 3 dygn färre på årsbasis 2011-2040, 7 dygn färre 2041-2070 och 9 dygn färre 2071-2100, jämfört med referensperioden. Detta hänger samman med att framtidens mildare vintrar leder till kortare issäsong vid Bottenvikskusten, vilket i sin tur ger ett ökat maritimt inflytande i området. De övriga fem observationsplatserna visar endast mindre förändringar på årsbasis.

Tabell A Beräknat genomsnittligt antal nollgenomgångar (dygn per år respektive 3-månaderssäsong) för perioden **2011-2040** (justerat till att gälla respektive observationsplats genom jämförelse mellan uppmätta och beräknade värden för referensperioden). Värdena inom parentes anger ökning/minskning i förhållande till referensperioden.

Plats	DJF	MAM	JJA	SON	ÅR
Luleå flygplats	25,5 (1,8)	34,5 (-4,2)	0,0*	23,6 (-0,9)	83,5 (-3,4)
Överkalix	19,3 (2,0)	42,6 (-1,7)	≤0,9*	27,9 (-0,6)	90,7 (-0,4)
Arvidsjaur	19,4 (2,1)	40,2 (-1,4)	≤0,7*	26,2 (-0,6)	86,6 (0,2)
Gällivare	14,1 (1,2)	43,2 (-1,0)	2,3 (-0,1)	31,9 (-0,6)	91,6 (-0,3)
Katterjåkk	16,1 (1,2)	35,5 (0,2)	0,2 (-0,8)	23,7 (-1,0)	75,7 (-0,2)
Nikkaluokta	17,8 (0,9)	44,2 (0,7)	6,0 (-0,9)	36,8 (-0,5)	105,1 (0,4)

* Värdet är uppskattat beroende på att klimatmodellberäkningarna gav värdet 0,0 redan för referensperioden; därmed erhöles inte något värde på förändring som kunde bedömas relevant för de justerade framtidsvärdena.

Tabell B Beräknat genomsnittligt antal nollgenomgångar (dygn per år respektive 3-månaderssäsong) för perioden **2041-2070** (justerat till att gälla respektive observationsplats genom jämförelse mellan uppmätta och beräknade värden för referensperioden). Värdena inom parentes anger ökning/minskning i förhållande till referensperioden.

Plats	DJF	MAM	JJA	SON	ÅR
Luleå flygplats	28,4 (4,7)	30,2 (-8,5)	0,0*	21,7 (-2,8)	80,2 (-6,7)
Överkalix	23,0 (5,7)	40,6 (-3,7)	≤0,9*	25,7 (-2,8)	90,3 (-0,8)
Arvidsjaur	22,9 (5,6)	38,2 (-3,4)	≤0,7*	24,3 (-2,5)	86,2 (-0,2)
Gällivare	17,6 (4,7)	42,0 (-2,2)	2,2 (-0,2)	30,1 (-2,4)	92,0 (0,1)
Katterjåkk	19,4 (4,5)	35,5 (0,2)	0,0 (-1,0)	21,7 (-3,0)	76,0 (0,1)
Nikkaluokta	20,8 (3,9)	44,8 (1,3)	4,8 (-2,1)	35,4 (-1,9)	106,1 (1,4)

* Värdet är uppskattat beroende på att klimatmodellberäkningarna gav värdet 0,0 redan för referensperioden; därmed erhöles inte något värde på förändring som kunde bedömas relevant för de justerade framtidsvärdena.

Tabell C Beräknat genomsnittligt antal nollgenomgångar (dygn per år respektive 3-månaderssäsong) för perioden **2071-2100** (justerat till att gälla respektive observationsplats genom jämförelse mellan uppmätta och beräknade värden för referensperioden). Värdena inom parentes anger ökning/minskning i förhållande till referensperioden.

Plats	DJF	MAM	JJA	SON	ÅR
Luleå flygplats	30,2 (6,5)	27,2 (-11,5)	0,0*	20,3 (-4,2)	77,7 (-9,2)
Överkalix	25,5 (8,2)	38,1 (-6,2)	≤0,9*	24,4 (-4,1)	89,0 (-2,1)
Arvidsjaur	25,8 (8,5)	35,9 (-5,7)	≤0,7*	22,7 (-4,1)	85,3 (-1,1)
Gällivare	20,1 (7,2)	40,1 (-4,1)	2,2 (-0,2)	28,4 (-4,1)	90,9 (-1,0)
Katterjåkk	22,0 (7,1)	33,8 (-1,5)	0,0 (-1,0)	20,6 (-4,1)	75,3 (-0,6)
Nikkaluokta	23,4 (6,5)	43,5 (0,0)	4,3 (-2,6)	34,4 (-2,9)	105,8 (1,1)

* Värdet är uppskattat beroende på att klimatmodellberäkningarna gav värdet 0,0 redan för referensperioden; därmed erhöles inte något värde på förändring som kunde bedömas relevant för de justerade framtidsvärdena.

2 Inledning

Nollgenomgångar definieras i denna rapport som antalet dagar då temperaturen 2 meter över marken har varit både över och under 0°C under samma dygn. Nollgenomgångar har betydelse för bl.a. vägnät, broar och vinterväghållning. Kommande förändringar av klimatet kan innebära förändrade frekvenser av nollgenomgångar.

3 Metodik

3.1 Geografisk och tidsmässig indelning

Som grund för en beskrivning av klimatet i Norrbottens län med avseende på nollgenomgångar har vi använt en indelning i tre regioner i likhet med SMHIs indelning i väderprognosdistrikt; kustland, inland och fjälltrakter. Vidare representeras de tre regionerna av två observationsplatser vardera, en sydlig och en nordlig för kustlandet och inlandet, respektive en västlig och en östlig för fjälltrakterna. Genom denna sekundära indelning får man fram vissa olikheter i temperaturklimatet inom de tre regionerna.

Värden för temperatur och nollgenomgångar har tagits fram för sex observationsplatser som bedömts kunna representera de olika delarna av länet. Platserna har valts enligt följande.

- **Norrbottens läns kustland:** En i söder vid kusten – *Luleå*; en i norr mera inåt land – *Överkalix*.
- **Norrbottens läns inland:** En i söder – *Arvidsjaur*; en längre norrut – *Gällivare*.
- **Norrbottens läns fjälltrakter:** En i den västra relativt maritimt påverkade delen – *Katterjåkk*; en i den östra mer kontinentala delen – *Nikkaluokta*.

Vår *referensperiod* (nuläget) definieras som klimatet under de senaste cirka 15 åren (1995/96-2009/10) mot vilken sedan *tre framtidsperioder* (2011-2040, 2041-2070, 2071-2100) jämförs. Som ytterligare jämförelse presenteras även statistik från den nuvarande meteorologiska normalperioden 1961-1990

3.2 Observationsdata

Observationsdata från de sex platserna har bearbetats statistiskt med avseende på antalet nollgenomgångar under referensperioden.

För att även möjliggöra jämförelser med normalperioden (1961-1990) har stationerna Luleå och Katterjåkk bearbetats med avseende på denna period. Katterjåkk representeras före 1972 av stationen Riksgränsen, som bedömts med rimliga anspråk vara representativ även för Katterjåkk. De fyra övriga stationerna täcker däremot inte hela 30-årsperioden.

Observationsdata sträcker sig fram till och med den 31 oktober 2010; periodstart är 1 november 1995, dock 1 november 1996 för Arvidsjaur och Gällivare på grund av något senare start för dessa mätserier.

3.3 Utnyttjandet av klimatmodeller

3.3.1 Data

Beräkningar av de framtida klimatförhållandena (klimatscenarier) har genomförts med hjälp av flera olika klimatmodeller och samordnats i en så kallad ensemble. För att minska osäkerheter kring användandet av klimatscenarier bör man använda en så stor ensemble som möjligt. Genom att utnyttja flera olika klimatsimuleringar hanteras skillnader i hur de olika modellerna beskriver framtidsklimatet

på ett bättre sätt än vid studier av endast ett eller ett fåtal scenarier. Man får också en uppfattning om spridningen i resultaten mellan de olika modellerna.

I de resultat som presenteras här har data från 10 regionala klimatscenarier under SRES (Special Report on Emissions Scenarios) utsläppsscenario A1B använts (Nakićenović et al., 2000). A1B är det referensutsläppsscenario som används i den senaste rapporten från FN:s klimatpanel IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (AR4, 2007).

Klimatscenierna är resultat av beräkningar med sex olika globala klimatmodeller nedskalade med Rossby Centres regionala klimatmodell RCA3 (Kjellström et al., 2005, Samuelsson et al., 2011). Scenarierna kommer från Rossby Centres ensemble av regionala klimatscenarier (Kjellström et al., 2011). För två av de globala klimatmodellerna har tre olika klimatscenarier från vardera modell använts, svarande mot olika meteorologiska startvärden respektive en liten skillnad i hur modellen beskriver klimatsystemets fysikaliska processer.

Databearbetningen från klimatmodellberäkningarna grundas på jämförelse med referensperioden (1 januari) 1996 - (31 december) 2009 eftersom inga data från år 2010 ännu finns framtagna. Att referensperiodens start och slut skiljer sig marginellt mellan observerade data och data från klimatmodellerna saknar praktisk betydelse för de redovisade resultaten.

3.3.2 Beräkningar för sex observationsplatser

För varje ort har 2-4 omkringliggande gridrutor (beräkningsfält) i modellen valts ut för att få ett så representativt område som möjligt för de sex platserna med avseende på bland annat topografi och kontinentalitet/marimitet. Varje gridruta i modellen motsvarar en yta av 50×50 km. Det bör noteras att en direkt jämförelse av observerat värde från en observationsstation och värdet från en eller flera gridrutor i klimatmodellen inte är möjlig då stationsdata representerar förhållandet för den speciella punkten medan modellresultatet är ett medelvärde över en större yta.

Modellberäkningar har gjorts för de fyra tidsperioderna 1996-2009 (referens), 2011-2040, 2041-2070 och 2071-2100. Följande typer av ensemblemedelvärden har tagits fram.

- Klimatförändringssignal (°C): den långsiktiga medeltemperaturförändringen som motsvarar skillnaden i medeltemperatur mellan framtidsperioden och referensperioden.
- Nollgenomgångar (dygn): antalet dygn då temperaturen på 2 meters höjd har varit både över och under 0°C.

4 Resultat

Resultat har tagits fram för både helår och säsong enligt följande:

ÅR = året, DJF = vinterperiod december-februari, MAM = vårperiod mars-maj, JJA = sommarperiod juni-augusti, SON = höstperiod september-november.

4.1 Temperatur: Klimatförändringssignal

I tabell 1 a-c visas klimatförändringssignalen (medeltemperaturförändringen) beräknad för de sex platserna.

Tabell 1 Medeltemperaturförändring (klimatförändringssignal) i °C för helår och 3-månaders-säsonger för de tre framtidsperioderna 2011-2040, 2041-2070, 2071-2100 jämfört med referensperioden 1996-2009.

a) 2011-2040 (jämfört med 1996-2009).

Plats	DJF	MAM	JJA	SON	ÅR
Luleå	1,3	0,9	0,8	1,0	1,0
Överkalix	1,4	0,8	0,6	1,0	0,9
Arvidsjaur	1,4	0,6	0,5	1,0	0,9
Gällivare	1,5	0,8	0,6	1,0	1,0
Katterjåkk	1,5	0,9	0,6	1,1	1,0
Nikkaluokta	1,6	0,8	0,6	1,1	1,0

b) 2041-2070 (jämfört med 1996-2009).

Plats	DJF	MAM	JJA	SON	ÅR
Luleå	3,6	2,4	1,9	2,3	2,6
Överkalix	3,6	2,2	1,4	2,4	2,4
Arvidsjaur	3,6	1,9	1,3	2,4	2,3
Gällivare	3,9	2,1	1,4	2,5	2,5
Katterjåkk	3,9	2,4	1,5	2,6	2,6
Nikkaluokta	4,1	2,3	1,5	2,6	2,7

c) 2071-2100 (jämfört med 1996-2009).

Plats	DJF	MAM	JJA	SON	ÅR
Luleå	5,1	3,5	2,7	3,3	3,7
Överkalix	5,2	3,3	2,1	3,4	3,5
Arvidsjaur	5,1	2,9	2,0	3,4	3,4
Gällivare	5,5	3,1	2,1	3,6	3,6
Katterjåkk	5,5	3,4	2,2	3,8	3,7
Nikkaluokta	5,8	3,3	2,2	3,8	3,8

4.2 Nollgenomgångar

4.2.1 Referensperioden

Tabell 2 redovisar antalet *observerade* nollgenomgångar (dygn) i medeltal under referensperioden 1995/96-2009/10 vid de sex utvalda observationsstationerna. Som jämförelse visas inom parentes motsvarande värden för normalperioden (1961-1990), för de två observationsstationer som täcker denna period.

Tabell 2 Antal *observerade nollgenomgångar (dygn per år respektive 3-månaderssäsong)* vid sex observationsplatser i Norrbottens län, medelantal under referensperioden 1995/96-2009/10. Inom parentes ges motsvarande värden för normalperioden (1961-1990).

Observations-plats	DJF	MAM	JJA	SON	ÅR
Luleå flygplats	23,7 (18,5)	38,7 (42,7)	0,0 (0,2)	24,5 (26,7)	86,9 (88,0)
Överkalix	17,3	44,3	0,9	28,5	91,1
Arvidsjaur	17,3	41,6	0,7	26,8	86,4
Gällivare	12,9	44,2	2,4	32,5	91,9
Katterjåkk	14,9 (13,7)	35,3 (32,7)	1,0 (3,7)	24,7 (26,8)	75,9 (76,9)
Nikkaluokta	16,9	43,5	6,9	37,3	104,7

4.2.2 Framtidsscenarierna

Tabell 3 a-c visar antalet nollgenomgångar i framtidsscenarierna för de sex platserna, efter justering för förhållandet mellan de observerade och de beräknade värdena. Justeringen har gjorts baserat på differenser (Observerat – Beräknat) under referensperioden. Justeringen är föranledd av att beräknade och uppmätta värden skiljer sig åt med systematiskt lägre beräknade än uppmätta värden. Detta beror bland annat på att modellvärdena avser ytmedelvärdet relativt stora *ytor* – 5 000 km² eller mer – se vidare avsnitt 4.4.

Tabellens värden är jämförbara med de observerade värdena för referensperioden i tabell 2. Värdena inom parentes i tabell 3 anger skillnaden i antalet nollgenomgångar mellan respektive framtidsperiod och referensperioden; dessa värden är hämtade från klimatmodellberäkningarna.

Tabell 3 Beräknat genomsnittligt antal nollgenomgångar (dygn per år respektive 3-månaders-säsong) i framtidsscenarierna för sex observationsplatser, justerat efter jämförelse mellan uppmätta och beräknade värden för referensperioden. **Värdena inom parentes anger ökning/minskning i förhållande till referensperioden.**

a) 2011-2040

Plats	DJF	MAM	JJA	SON	ÅR
Luleå flygplats	25,5 (1,8)	34,5 (-4,2)	0,0*	23,6 (-0,9)	83,5 (-3,4)
Överkalix	19,3 (2,0)	42,6 (-1,7)	≤0,9*	27,9 (-0,6)	90,7 (-0,4)
Arvidsjaur	19,4 (2,1)	40,2 (-1,4)	≤0,7*	26,2 (-0,6)	86,6 (0,2)
Gällivare	14,1 (1,2)	43,2 (-1,0)	2,3 (-0,1)	31,9 (-0,6)	91,6 (-0,3)
Katterjåkk	16,1 (1,2)	35,5 (0,2)	0,2 (-0,8)	23,7 (-1,0)	75,7 (-0,2)
Nikkaluokta	17,8 (0,9)	44,2 (0,7)	6,0 (-0,9)	36,8 (-0,5)	105,1 (0,4)

b) 2041-2070

Plats	DJF	MAM	JJA	SON	ÅR
Luleå flygplats	28,4 (4,7)	30,2 (-8,5)	0,0*	21,7 (-2,8)	80,2 (-6,7)
Överkalix	23,0 (5,7)	40,6 (-3,7)	≤0,9*	25,7 (-2,8)	90,3 (-0,8)
Arvidsjaur	22,9 (5,6)	38,2 (-3,4)	≤0,7*	24,3 (-2,5)	86,2 (-0,2)
Gällivare	17,6 (4,7)	42,0 (-2,2)	2,2 (-0,2)	30,1 (-2,4)	92,0 (0,1)
Katterjåkk	19,4 (4,5)	35,5 (0,2)	0,0 (-1,0)	21,7 (-3,0)	76,0 (0,1)
Nikkaluokta	20,8 (3,9)	44,8 (1,3)	4,8 (-2,1)	35,4 (-1,9)	106,1 (1,4)

c) 2071-2100

Plats	DJF	MAM	JJA	SON	ÅR
Luleå flygplats	30,2 (6,5)	27,2 (-11,5)	0,0*	20,3 (-4,2)	77,7 (-9,2)
Överkalix	25,5 (8,2)	38,1 (-6,2)	≤0,9*	24,4 (-4,1)	89,0 (-2,1)
Arvidsjaur	25,8 (8,5)	35,9 (-5,7)	≤0,7*	22,7 (-4,1)	85,3 (-1,1)
Gällivare	20,1 (7,2)	40,1 (-4,1)	2,2 (-0,2)	28,4 (-4,1)	90,9 (-1,0)
Katterjåkk	22,0 (7,1)	33,8 (-1,5)	0,0 (-1,0)	20,6 (-4,1)	75,3 (-0,6)
Nikkaluokta	23,4 (6,5)	43,5 (0,0)	4,3 (-2,6)	34,4 (-2,9)	105,8 (1,1)

* Värdet är uppskattat beroende på att klimatmodellberäkningarna gav värdet 0,0 redan för referensperioden; därmed erhöles inte något värde på förändring som kunde bedömas relevant för de justerade framtidsvärdena.

4.3 Kommentarer till resultattabellerna

Av tabell 1 kan konstateras att årsmedeltemperaturen i Norrbottens län beräknas öka med ca 1 grad till perioden 2011-2040 och med mellan 3 och 4 grader till år 2071-2100, jämfört med referensperioden (1996-2009). Vinterperiodens medeltemperatur (dec-feb) ökar med 5 grader i Luleå i beräkningarna för 2071-2100, i Nikkaluokta med 6 grader, medan sommarmånaderna har en ökning på mellan 2 och 3 grader.

Tabell 2 visar att antalet observerade nollgenomgångar under referensperioden varit störst i Nikkaluokta med 105 dagar under ett genomsnittligt år, lägst i Katterjåkk med 76 dagar. Detta kan tolkas som att den kontinentala prägeln, med stora temperaturamplituder mellan dag och natt, är störst i Nikkaluokta. Katterjåkk synes vara mer maritimt påverkat än till och med Luleå, vilket torde sammanhålla med det ofta även vintertid öppna havet i väster, i kombination med frekventa västvindar. Man kan även notera en marginell minskning med ca 1 dygn av antalet nollgenomgångar mellan normalperioden 1961-90 och referensperioden 1995/96-2009/10, vilket har skett genom minskningar under sommar- och höstmånaderna medan antalet har ökat under de tre vintermånaderna; vårmånaderna har utvecklats åt var sitt håll på de båda orterna.

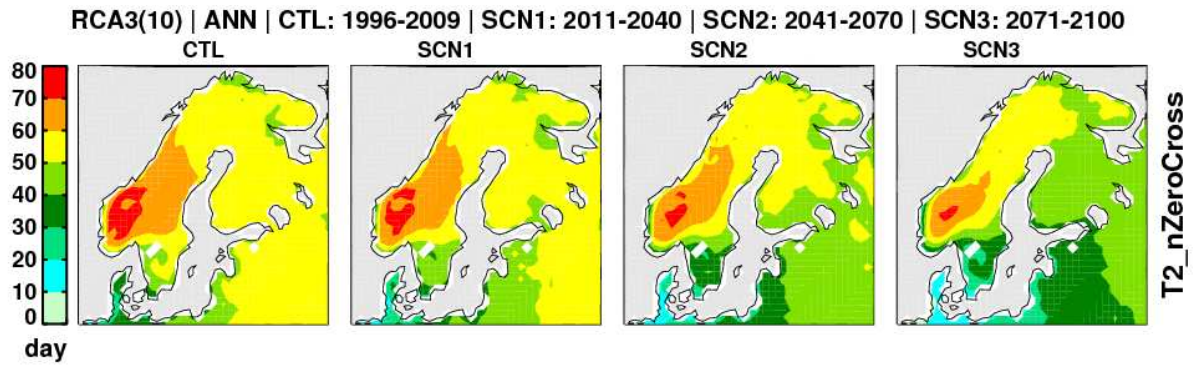
I tabell 3 uppvisar Luleå markant lägre antal nollgenomgångar i framtiden; ca 3 dygn färre på årsbasis 2011-2040, 7 dygn färre 2041-2070 och 9 dygn färre 2071-2100, jämfört med 1996-2009. Detta hänger samman med ett ökat maritimt inflytande vid Bottenvikskusten på grund av kortare issäsong i framtiden. De övriga fem observationsplatserna har endast mindre förändringar. I beräkningarna för 2071-2100 är Nikkaluokta ensamt om att uppvisa något *ökat* antal nollgenomgångar med ca ett dygn per år. Intressant att notera är den ganska kraftiga ökningen av antalet nollgenomgångar under vintermånaderna december-februari på alla sex platserna, med 7 å 8 dygns ökning till 2071-2100. Detta förklaras naturligtvis av de mildare vintrarna. För övriga delar av året noteras däremot till största delen minskningar av antalet nollgenomgångar – för Luleå uppvisar månaderna mars-maj en minskning med 11 å 12 dygn i slutet av seklet (2071-2100).

4.4 Figurer

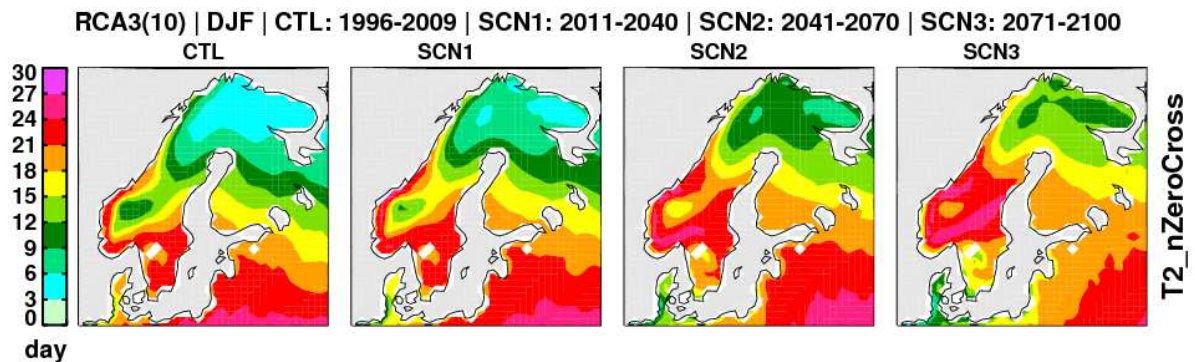
För att ge en överblick över den geografiska variationen visar figurerna 1 – 5 i kartform över Skandinavien beräknat antal nollgenomgångar under referensperioden och för de tre framtidsperioderna. Figurerna 6 – 10 åskådliggör den framtida *förändringen* i förhållande till referensperioden.

Absolutvärdena för antalet nollgenomgångar (figur 1 – 5) skiljer sig från tabellredovisningen i avsnitt 4.2. Detta sammanhänger främst med följande faktorer.

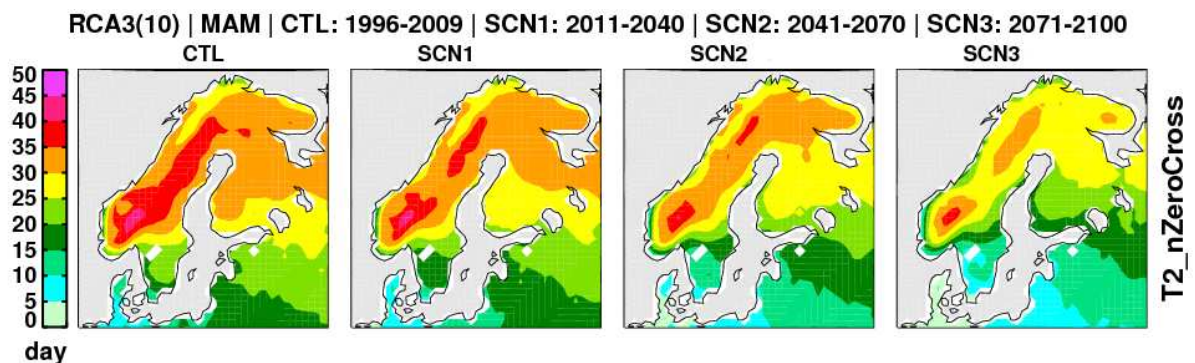
- Modellvärdet avser medelvärdet över en *yta* om 5 000 – 10 000 km² (varje gridruta i modellen är 50×50 km) medan observationen avser en punkt i terrängen. Lokala förhållanden påverkar punkten, medan modellvärdet svarar mot genomsnittsförhållanden över en relativt stor yta.
- Observationsstationer är som regel belägna i ett mer eller mindre öppet område i terrängen, medan en modellgridruta innehåller både skog, öppen mark och vatten. Gridrutorna över Norrbottens län omfattar mycket skog, som har mindre dygnsamplitud i temperaturen än områden med mer öppen terräng.



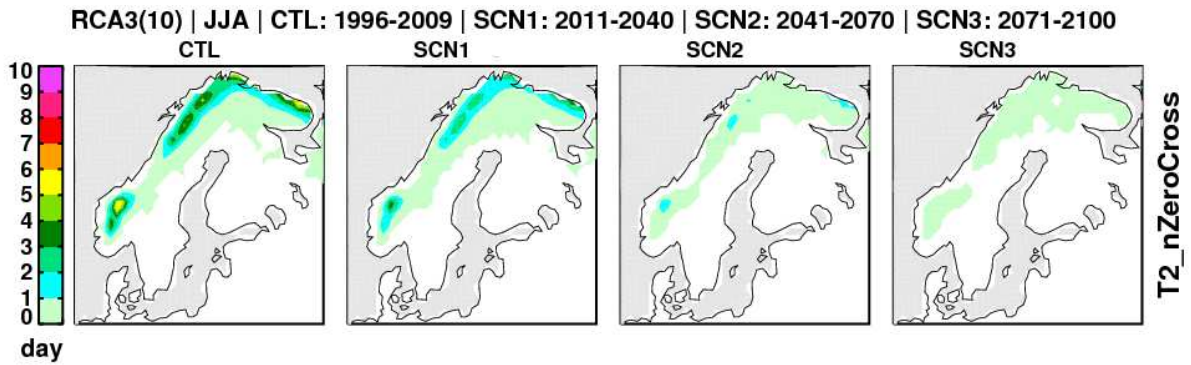
Figur 1 Beräknat årligt antal nollgenomgångar under referensperioden (1996-2009) samt de tre framtidsscenerierna 2011-2040, 2041-2070 och 2071-2100 i det valda utsläppssceneriet (A1B). Bilderna visar ensemblemedelvärdet av 10 olika regionala klimatscenerier: **Helår**.



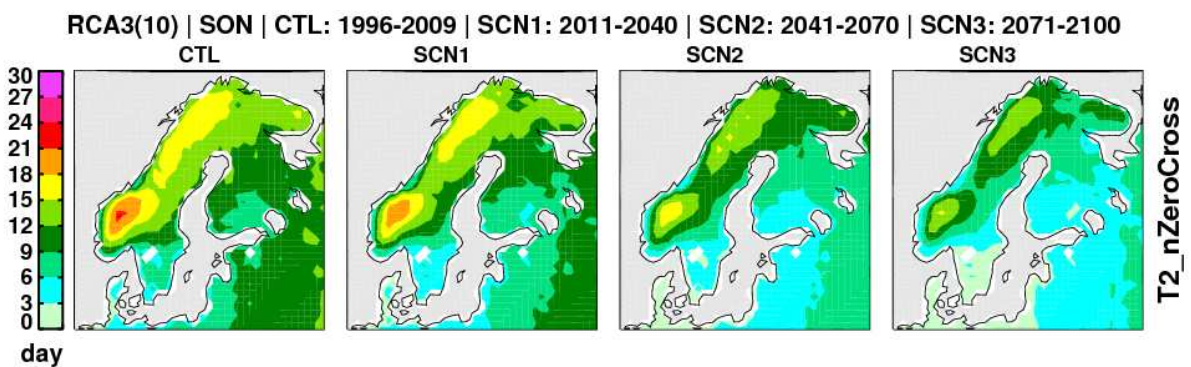
Figur 2 Beräknat årligt antal nollgenomgångar under referensperioden (1996-2009) samt de tre framtidsscenerierna 2011-2040, 2041-2070 och 2071-2100 i det valda utsläppssceneriet (A1B). Bilderna visar ensemblemedelvärdet av 10 olika regionala klimatscenerier: **December-februari**.



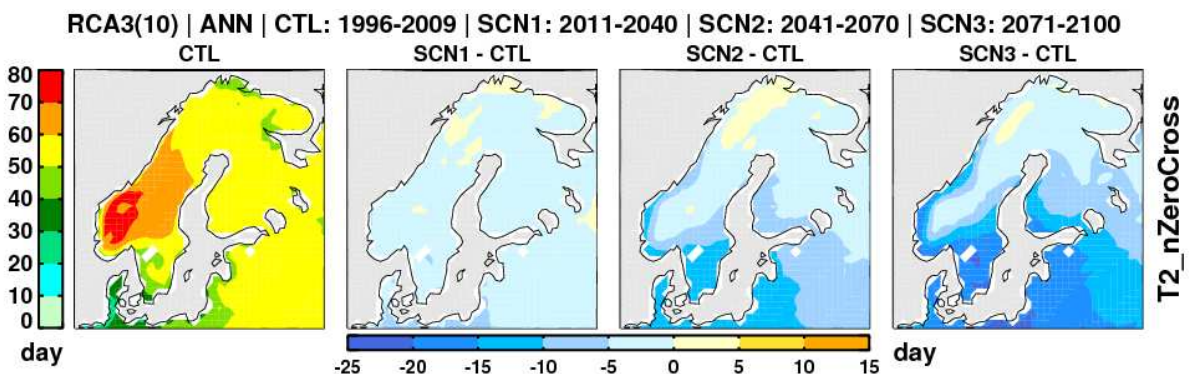
Figur 3 Beräknat årligt antal nollgenomgångar under referensperioden (1996-2009) samt de tre framtidsscenerierna 2011-2040, 2041-2070 och 2071-2100 i det valda utsläppssceneriet (A1B). Bilderna visar ensemblemedelvärdet av 10 olika regionala klimatscenerier: **Mars-maj**.



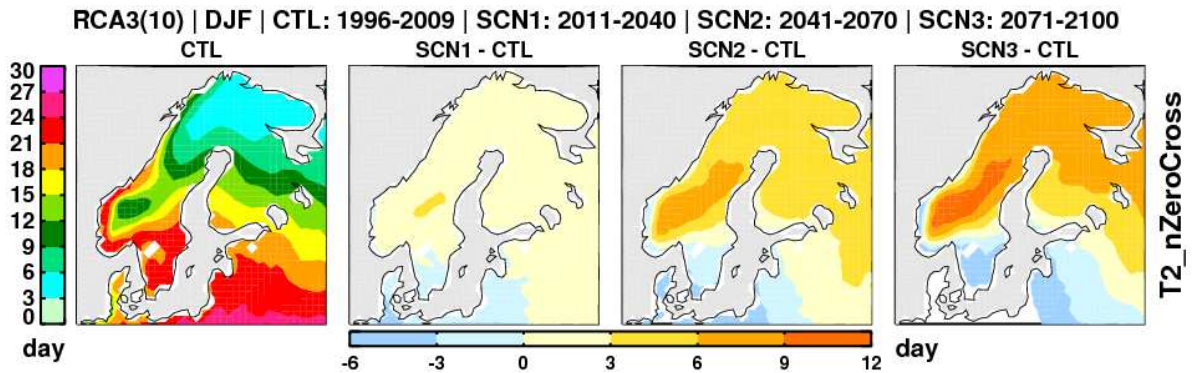
Figur 4 Beräknat årligt antal nollgenomgångar under referensperioden (1996-2009) samt de tre framtidsscenarierna 2011-2040, 2041-2070 och 2071-2100 i det valda utsläppsscenariet (A1B). Bilderna visar ensemblemedelvärdet av 10 olika regionala klimatscenarier: **Juni-augusti.**



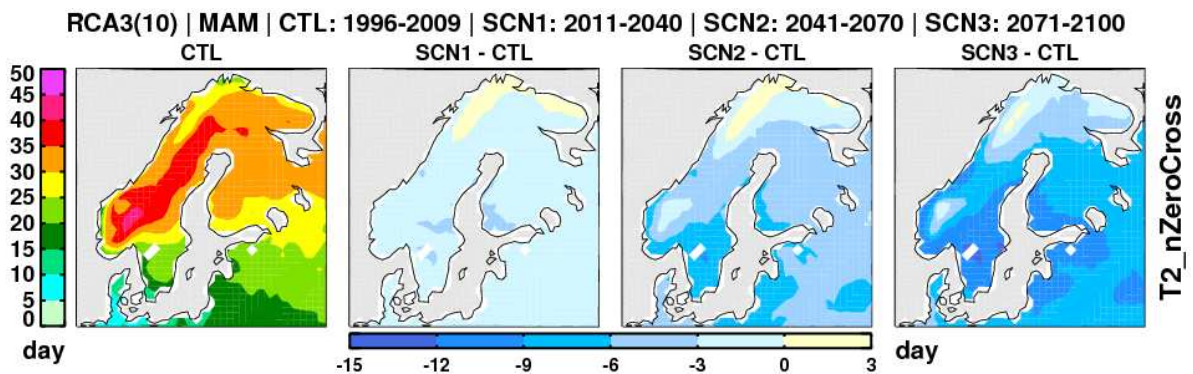
Figur 5 Beräknat årligt antal nollgenomgångar under referensperioden (1996-2009) samt de tre framtidsscenarierna 2011-2040, 2041-2070 och 2071-2100 i det valda utsläppsscenariet (A1B). Bilderna visar ensemblemedelvärdet av 10 olika regionala klimatscenarier: **September-november.**



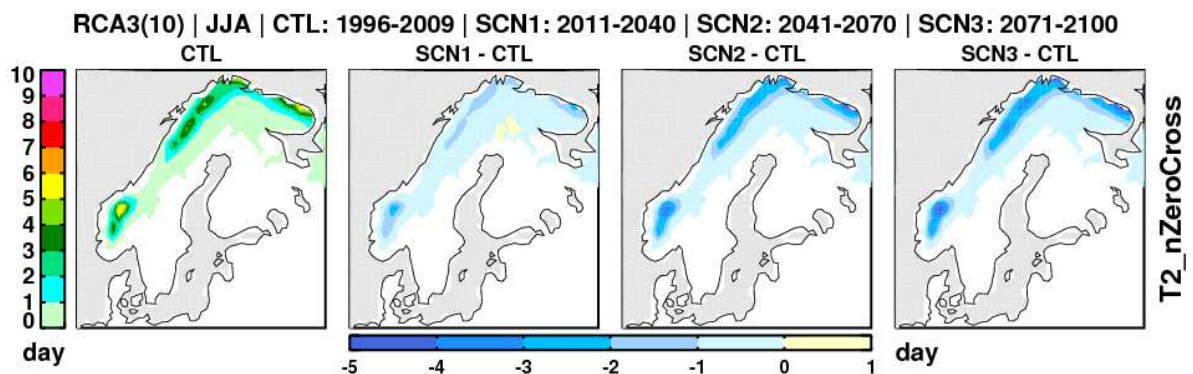
Figur 6 Förändring i årligt antal nollgenomgångar för tre framtidsperioder (2011-2040, 2041-2070, 2071-2100) jämfört med referensperioden 1996-2009, i det valda utsläppsscenariet (A1B). Bilderna visar ensemblemedelvärdet av 10 olika regionala klimatscenarier. Längst till vänster visas det simulerade klimatet för referensperioden 1996-2009 för jämförelse. **Helår.**



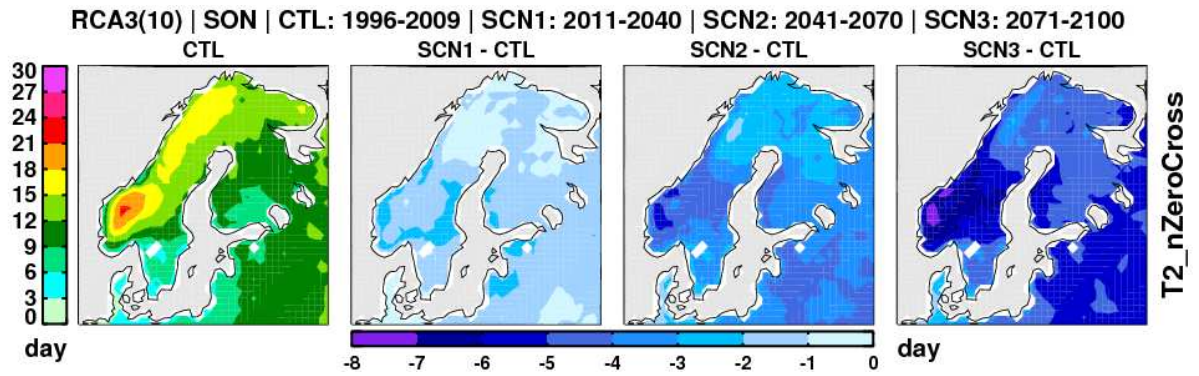
Figur 7 Förändring i årligt antal nollgenomgångar för tre framtidsperioder (2011-2040, 2041-2070, 2071-2100) jämfört med referensperioden 1996-2009, i det valda utsläppsscenariet (A1B). Bilderna visar ensemblemedelvärdet av 10 olika regionala klimatscenarier. Längst till vänster visas det simulerade klimatet för referensperioden 1996-2009 för jämförelse. **December-februari.**



Figur 8 Förändring i årligt antal nollgenomgångar för tre framtidsperioder (2011-2040, 2041-2070, 2071-2100) jämfört med referensperioden 1996-2009, i det valda utsläppsscenariet (A1B). Bilderna visar ensemblemedelvärdet av 10 olika regionala klimatscenarier. Längst till vänster visas det simulerade klimatet för referensperioden 1996-2009 för jämförelse. **Mars-maj.**



Figur 9 Förändring i årligt antal nollgenomgångar för tre framtidsperioder (2011-2040, 2041-2070, 2071-2100) jämfört med referensperioden 1996-2009, i det valda utsläppsscenariet (A1B). Bilderna visar ensemblemedelvärdet av 10 olika regionala klimatscenarier. Längst till vänster visas det simulerade klimatet för referensperioden 1996-2009 för jämförelse. **Juni-augusti.**



Figur 10 Förändring i årligt antal nollgenomgångar för tre framtidsperioder (2011-2040, 2041-2070, 2071-2100) jämfört med referensperioden 1996-2009, i det valda utsläppsscenariet (A1B). Bilderna visar ensemblemedelvärdet av 10 olika regionala klimatscenarier. Längst till vänster visas det simulerade klimatet för referensperioden 1996-2009 för jämförelse. **September-november.**

5 Referenser

Kjellström, E., Bärring, L., Gollvik, S., Hansson, U., Jones, C., Samuelsson, P., Rummukainen, M., Ullerstig, A., Willén, U. and Wyser, K., 2005. A 140-year simulation of European climate with the new version of the Rossby Centre regional atmospheric climate model (RCA3). Reports Meteorology and Climatology, No 108, Dec 2005. Swedish Meteorological and Hydrological Institute, SE-60176 Norrköping, Sweden. 54 pp.

Kjellström, E., Nikulin, G., Hansson, U., Strandberg, G., Ullerstig, A. 2011. 21st century changes in the European climate: uncertainties derived from an ensemble of regional climate model simulations.. Tellus, 63A, in press.

Nakićenović, N., & R. Swart (eds.), 2000. Special Report on Emissions Scenarios. A Special Report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 599 pp.

Samuelsson, P., Jones, C.G., Willén, U., Ullerstig, A., Gollvik, S., Hansson, U., Jansson, C., Kjellström, E., Nikulin, G., and Wyser, K. 2011. The Rossby Centre Regional Climate Model RCA3: Model description and performance. Tellus 63A, in press.

Denna sida är avsiktligt blank

SMHI

Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut
601 76 NORRKÖPING
Tel 011-495 80 00 Fax 011-495 80 01