

## VEDLEGG

# Et klimascenario for Norge om 50 år for transportsektoren

Jan Erik Haugen og Jens Debenard  
Det Norske Meteorologiske Institutt, DNMI.

### Bakgrunn

DNMI deltar og har prosjektlederansvaret i det koordinerte nasjonale klimaprojektet RegClim, finansiert av Norges forskningsråd (Iversen, 1997, 1999, 2001a, 2001b). Hensikten med dette prosjektet er bl.a. å si noe om framtidige regionale endringer i temperatur, nedbør og vind, bølger og vannstand for Norge og de omliggende havområder, gitt en global klimaendring (se <http://www.nilu.no/regclim>). De første resultatene fra en regional klimamodell i dette prosjektet, utført av forskere ved DNMI, har blitt presentert i ulike fora, bl.a. en pressekonferanse i mai 2000, som et mulig klimascenario for Norge for de neste 50 år (Haugen et al. 1999, Bjørge et al. 2000, Debenard et al. 2001). En viktig avkastning er å tilrettelegge resultater for virkningsstudier i Norge, og denne rapporten oppsummerer et studie utført på oppdrag av Norsk Transport Plan – Strategiske Analyser (NTP). I denne sammenheng blir det spesielt fokusert på bl.a. mulige endringer i ekstremer, da disse er av interesse for dimensjoneringsanalyser vedr. fremtidige utbygginger innenfor transportsektorene sjøfart, luftfart, veitransport og jernbanetransport.

DNMI har også deltatt i et internasjonalt klimaprojekt – STOWASUS-2100, ledet av Danmarks Klima Senter, der hovedformålet var å studere sterke stormer, stormflo og bølger i dagens og et fremtidig scenario klima med økt konsentrasjon av drivhusgasser. Resultatene her er også interessante for NTP, og det er verdt å merke seg at resultatene fra RegClim og STOWASUS scenarioene er noe forskjellige. Dette er diskutert senere.

Innledningsvis presenteres noen hovedresultater fra RegClim av generell art, deretter gjennomgås de dataene som er beregnet for NTP.

### Forventede klimaendringer i Norge

Globale scenarier indikerer at midlere årstemperatur i ulike deler av Norge vil øke med 0.2-0.7 °C/dekade (10-år). Økningen er størst om vinteren og minst om våren og sommeren. Gjennomsnittlig årsnedbør i Norge er forventet å øke med 35-55 mm over de neste 50 årene, med størst økning om høsten. Disse resultatene, avledet fra resultater i den nyeste IPCC rapporten (IPCC 2001), har blitt samlet sammen fra globale klimamodeller med en gitteravstand på omtrent 300 km. Disse modellene mangler topografiske detaljer for Skandinavia. Variasjonene når det gjelder økning i temperatur og nedbør skyldes hovedsakelig (a) forskjellige antagelser om utviklingen av fremtidige utslipp av klimagasser, (b) naturlige klimavariasjoner og (c) forskjellen i responsen for klimasystemet i de ulike klimamodellene.

I motsetning til globale klimamodeller, der et koblet hav-atmosfæresystem simulerer klimaet over et hundretalls år med en relativ grov oppløsning, dekker en regional klimamodell bare begrenset område av jorda, men med mye mer detaljert beskrivelse av egenskaper som terreng og overflatetyper. Dette er essensielt for å beskrive lokale variasjoner i temperatur, nedbør og vind. En regional klimasimulering dekker typisk visse tidsperioder fra det globale eksperimentet (20-års perioder i RegClims tilfelle), og kan sees på som en lokal tolkning av globale resultater. RegClim modellen har en oppløsning på 0.5 grader, slik at hver gitterpunkt representerer et gjennomsnitt over et område på 55x55 km<sup>2</sup>. Den høyere oppløsningen gjør det også mulig å simulere styrken av lavtrykkssystemene bedre, og i en viss grad sterk vind og store medbørmengder.

Endringer i klimaet fremkommer ved å sammenligne frekvensfordelingen av de ulike parametrene i de to 20-årsperiodene ('1980-1999' og '2030-2049'), og er presentert som et mulig scenario for de neste 50 årene. I denne perioden øker konsentrasjonen av klimagasser, for eksempel for karbondioksid, CO<sub>2</sub>, etter et scenario fra IPCC; IS92a (1% økning per år, tilsvarende en fordobling over ca. 70 år).

RegClim resultatene estimerer en økning av årlig middeltemperatur på 0.24 °C/dekade. Oppvarmingen er sterkere i nordområdene (0.3 °C/dekade) sammenlignet med Sør-Norge (0.2 °C/dekade) og har en tendens til å være sterkere innlands enn langs kysten. Oppvarmingsraten om vinteren er nesten fordoblet sammenlignet med sommermånedene, dvs. den sterkeste oppvarmingen finnes i de nordlige delene av landet for vintermånedene (0.4 °C/dekade).

Nedbøren vil generelt øke i alle områder med omtrent gjennomsnittlig 10%. Den største økningen finnes i de sørvestlige områdene (13 %) og langs kysten videre nordover. Disse områdene er allerede i dag sterkt eksponert for frigjøring av nedbør når værsystemene fra vest når de bratte kystområdene, og denne orografiske nedbøren forsterkes videre i et fremtidig klima. Den største prosentvise økningen vil skje i perioden fra sen sommer til tidlig vinter. På den andre siden er forandringen nesten nøytral om våren, og på lesiden av fjellene er tendensen svakt negativ. En analyse av frekvensfordelingen uttrykt i mm/døgn viser en tendens mot flere tilfeller med sterk nedbør.

Til sist viser resultatene fra RegClim at midlere økning i 10-meter vindhastighet vil være på 1-2 % i innlandet og omtrent 3 % langs kysten på Vestlandet og utenfor Finnmarkskysten over de neste 50 årene. Signifikante endringer utover den naturlige variabiliteten kan sees i noen områder og for noen årstider. Store vindhastigheter er knyttet til lavtrykkssystemene som når norskekysten, men den naturlige variabiliteten av de dominerende lavtrykksbanene varierer over tidsperioder på flere tiår. Et resultat fra RegClim viser en økning i frekvensen for vindhastigheter i intervallet 10-20 m/s utenfor kysten av Sørvest-Norge.

Resultatene fra STOWASUS-2100 er basert på et scenario lengre frem (til år 2089) enn i RegClim (til år 2049), og responsen i f. eks. global temperaturøkning er større i STOWASUS scenariet. Dessuten er den naturlige variabiliteten noe forskjellige innenfor de tidsperiodene som er valgt i de to prosjektene. Konklusjoner rundt den regionale responsen i form av økning i vind, stormflo og bølger vil derfor variere disse to imellom. Tendensene kan stemme på mange punkter, men kvantitativt er utslagene større i STOWASUS resultatene.

## Resultater for Nasjonal Transportplan

På grunnlag av 6 timers verdier av vind i 10-meters høyde, temperatur i 2-meters høyde og nedbør i form av totalnedbør (regn+snø) og snø, målt i mm vannekvivalent, fra de to 20-års periodene, er det beregnet en del størrelser som er oppsummert i det følgende avsnittet. For dette formålet er Norge delt opp i 12 ulike områder (se Figur 1), og statistikken er fremkommet ved å ta ut verdier i alle gitterpunktene (tilsvarende arealer på 55x55 km<sup>2</sup>) som den regionale klimamodellen dekker innenfor de 12 områdene. Disse er

<i>Nummer</i>	<i>Region</i>	<i>Antall gitterpunkter</i>
1	Øst-Finnmark	11
2	Troms, Vest-Finnmark	15
3	Vesterålen, Vestfjorden og Lofoten	12
4	Helgeland	11
5	Rørvik - Stad	17
6	Nordfjord - Stavanger	15
7	Sør-Rogaland - Stavanger	7
8	Aust-Agder - Østfold	8
9	Høgfjellområder Sør-Norge	10
10	Innland Midt Norge	7
11	Innland Hedemark og Oppland	9
12	<i>Innland sentrale Østlandsområdet</i>	6

Regionene 1-8 dekker bare kystsonen, dvs. gitterrutene innenfor en sone på omtrent 50-100 km fra den virkelige kysten. Nummeret på regionen i 1. kolonne er brukt for å identifisere de ulike regionene i de etterfølgende tabeller.

Følgende parametere er studert:

### 4. Antall tilfeller av sterk vind.

Ved å sette en grense på vindhastigheter  $> 15$  m/s (Tabell 1c), finner vi en økning av antall tilfeller langs hele kysten fra Stavanger og nordover, men relativt størst økning i nord. Økningen er fra omtrent 10 % flere tilfeller i sør til 40 % flere tilfeller i nord, hovedsaklig om høsten og vinteren. Økningen i nord kan se dramatisk ut, og usikkerheten i resultatene er stor i disse områdene. Det faktum at isgrensen trekker seg nordover, kan være en del av forklaringen.

### 5. Antall tilfeller av intense lavtrykk.

Dette antallet avtar (tabell 2) for de dypeste lavtrykkene ( $< 950$  hPa) men varierer for mindre intense tilfeller ( $< 960$  hPa). I Øst-Finnmark øker dette i tråd med økning av sterk vind.

### 6. Antall tilfeller av store nedbørsmengder.

Vi finner en økning i alle regioner for tilfeller med  $> 10$  mm på 6 timer (40 mm/døgn), størst økning på vestlandet (Nordfjord – Stavanger), og størst økning om høsten (tabell 3a). For snøfall (tabell 4) er endringene mer nøytrale, fordi effektene av økt nedbør oppveies av oppvarmingen slik at det blir færre tilfeller med snø.

### **7. Antall tilfeller av ekstreme temperaturer.**

Tendensen til høyere minimum og maksimumstemperaturer i tabell 5 gjenspeiler at middeltemperaturen i området øker, uten av vi har undersøkt om variabiliteten endres. Tendensen kan også påvirkes av det naturlige del av strømningsbildet for atmosfæren i de to periodene.

### **8. Antall tilfeller av tine/fryse perioder.**

Ofte settes en grense på svingninger  $\pm 3$  °C i temperaturen ut i fra observerte temperaturer. Fordi bare middeltemperaturen over 6-timers intervaller er tilgjengelige fra den regionale klimamodellen, er grensen satt til mindre svingninger. Både for fall og stigninger i tabell 6, sees en tendens til færre tilfeller bortsett fra høgfjellet og innlandet i Sør-Norge. Dette gjenspeiler antagelig bare den generelle oppvarmingen; mildere klima langs kysten gir færre tilfeller og midlere klima i fjellet gir flere tilfeller innenfor disse områdene.

### **9. Tåke.**

Tåke er ikke tilgjengelig på 6-timers basis fra den regionale klimamodellen og er generell en vanskelig parameter å 'varsle' med den horisontale og vertikale oppløsningen som er brukt. Klimaavdelingen er konsultert for å finne ut om det har vært undersøkt om det har vært noen trend i denne parameteren i løpet av de siste tiårene, men dette var ikke tilgjengelig. Det er mulig å gjøre en ny undersøkelse på grunnlag av observasjoner lagret ved DNMI, men dette vil kreve nye ressurser.

### **10. Bølger og vannstand.**

På grunnlag av atmosfæredataene fra RegClim ovenfor (trykk og vind) har det vært gjort tilsvarende regionale simuleringer av dagens og det framtidige bølge- og stormfloklimaet. Det er for noen områder og noen årstider betydelige endringer, men en statistisk analyse viser også at de to periodene ellers ikke er signifikant forskjellige (på 95% nivå) i forhold til den naturlige variabiliteten i de to tidsperiodene.

På kysten av Vest-Norge og i nordlige deler av Nordsjøen er det en økning på 5-8 % i midlere signifikant bølgehøyde (HS) om høsten. Som et mål for ekstremer er det beregnet en 99 % percentil, som tilsvarer en periode på 21 timer i løpet av høstmånedene. Denne viser en økning på 25 cm i signifikant bølgehøyde og inntil 5 cm økning i vannstand utenfor Vest-Norge om høsten. (Resultatene fra STOWASUS viser tilsvarende økning i ekstrem vannstand på årsbasis). Kun økningen i ekstrem vannstand er statistisk signifikant. Dette til tross for at økningen i vindhastighet er klart signifikant med samme analyse. Denne forskjellen gjenspeiler at også vindretningen og variasjonen av denne er viktig for bølger og stormflo. Den naturlige variasjonen i havekstremerne blir dermed større slik at det blir vanskeligere å fange opp trender i vindeksstremerne fra atmosfæren. Økningen i ekstrem vannstand er signifikant hovedsaklig på grunn av økningen i middelvannstanden.

På kysten av Troms og Finnmark, er det en tildels betydelig forverring i det maritime klimaet i RegClim scenariet på årsbasis, mens spesielt utpreget om vinteren. Resultatene viser statistisk signifikante endringer for både stormflo og bølger. Signifikant bølgehøyde beregnes å øke med 10-15% på årsbasis for både middeldata og ekstremdata. Mens ekstrem vannstand øker med 10-20 cm. Det er knyttet svært store usikkerheter til disse resultatene for det nordlige Norge og Barentshavet på grunn av svakheter i modelleringen av isdekke i den globale klimamodellen våre resultater bygger på. Resultater fra et annet klima scenario eller en annen klimamodell vil høyst sannsynlig være forskjellige fra våre. På den andre side er det forventet at de største utslagene av en klimaendring vil gjøre seg gjeldene på høye breddegrader, tildels på grunn av store endringer i utbredelse av sjøis. De store forandringene

i RegClim scenariet i Barentshavet kan sees som en mulig konsekvens av dette, men de kvantitative estimatene her må anses som høyst usikre.

Vi understreker at resultatene presentert her for stormflo, kun tar for seg endringer på grunn av forandringer i vind og atmosfæretrykk. Havnivå stigning på grunn av termisk ekspansjon og avsmeltning av innlandsis er ikke tatt med. Det er forbundet usikkerhet til hvordan en generell økning av havnivået vil påvirke tidevannssystemet i grunne havområder som Nordsjøen grunnet endringer i forplantningshastigheten til tidevannsbølgene.

## Referanser

Bjørge, D., J.E. Haugen and T.E. Nordeng, 2000: Future climate in Norway. Dynamical downscaling experiments with in the RegClim project. DNMI Res. Rep. 103. Available from DNMI, P.O. Box 43 Blindern, 0313 Oslo, Norway.

Debenard, J. and L. P. Røed, 2002: Nye beregninger av fremtidens bølge- og stormfloklimate: Kanskje ikke så ille allikevel? Cicerone nr 1 2002 (in press). (<http://www.cicero.uio.no/cicerone>).

Debenard, J., and Ø. Sætra, 2001: Future wind wave and storm surge climate in Norwegian waters. DNMI Res. Rep. No. 130. Available from DNMI, P.O. Box 43 Blindern, 0313 Oslo, Norway.

Hacket, B., 2001: Surge climate scenarios in the northern North Sea and along the Norwegian coast. DNMI Res. Rep. No 123. Available from DNMI, P.O. Box 43 Blindern, 0313 Oslo, Norway.

Hacket, B., 2001: Sterkere stormflo i vente. Cicerone nr 6 2001, s 14-15. (<http://www.cicero.uio.no/cicerone>).

Haugen, J.E., D. Bjørge and T. E. Nordeng, 1999. A 20-year climate change experiment with HIRHAM, using MPI boundary data. RegClim Techn. Rep. No. 3, 37-43. Available from NILU, P.O. Box 100, N-2007 Kjeller, Norway.

IPCC WGI third assessment report 2001 (se f.eks. <http://www.ipcc.ch/>)

Iversen, T. et al., 1997: RegClim – regional climate development under global warming, project description. Available from NILU, P.O. Box 100, N-2007 Kjeller, Norway.

Iversen, T. et al., 1999: RegClim Phase II – regional climate development under global warming, project description. Available from NILU, P.O. Box 100, N-2007 Kjeller, Norway.

Iversen, T. et al., 2001: RegClim Phase “2002” – regional climate development under global warming, project description. Available from NILU, P.O. Box 100, N-2007 Kjeller, Norway.

Iversen, T. and B. A. Høiskar (ed.), 2001: RegClim Progress Report 15. Dec. 2001. Available from NILU, P.O. Box 100, N-2007 Kjeller, Norway.

Kaas, E. et al. 2001: Synthesis of the STOWASUS-2100 project: Regional storm, wave and surge scenarios for the 2100 century. Report 01-3, Danish Climate Centre, DMI, Lyngbyvej 100, DK-2100 Copenhagen, Denmark.

Reistad, M., 2001: Global oppvarming kan gi høyere bølger. Cicerone nr. 5 2001, s. 8-10. (<http://www.cicero.uio.no/cicerone>).

### Forklaring og kommentar til tabellene:

Første kolonne henviser til de 12 nummererte regionene listet ovenfor. De resterende fem kolonnene dekker sesongene (winter=DJF, spring=MAM, summer=JJA, autumn=SON) og året (summen av de 4 foregående kolonnene). P = Present-day ('1980-1999'),

S = Scenario climate ('2030-2049'), C = Change = S – P. Tallene fremkommer ved å telle opp antall forekomster i gitterpunktene innenfor de respektive regionene, ut ifra verdier hver 6. time i de to 20-års periodene. Bortsett fra trykket (mslp) er tallene deretter dividert på 20 (antall år) og antall gitterpunkter i regionen.

Statistikk for andre grenseverdier av de ulike parameterne er også beregnet, men ikke tatt med fordi utslagene enten var tilnærmet null eller fordi de ikke var interessante for fremstillingen.



Tabell 2:

## a) mslp pressure &lt; 950 hPa:

Area	Winter			Spring			Summer			Autumn			Year		
	P	S	C	P	S	C	P	S	C	P	S	C	P	S	C
1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
2	32	0	-32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	0	-32
3	37	5	-32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	5	-32
4	53	5	-48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	53	5	-48
5	29	0	-29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	0	-29
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	-2	2	0	-2
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	-2	2	0	-2
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

## b) mslp pressure &lt; 955 hPa:

Area	Winter			Spring			Summer			Autumn			Year		
	P	S	C	P	S	C	P	S	C	P	S	C	P	S	C
1	23	55	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	55	32
2	85	40	-45	4	0	-4	0	0	0	0	0	0	89	40	-49
3	113	54	-59	0	0	0	0	0	0	0	8	8	113	62	-51
4	90	25	-65	0	0	0	0	0	0	0	7	7	90	32	-58
5	135	2	-133	0	0	0	0	0	0	0	0	0	135	2	-133
6	34	21	-13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	21	-13
7	11	2	-9	0	0	0	0	0	0	6	0	-6	17	2	-15
8	15	0	-15	0	0	0	0	0	0	10	0	-10	25	0	-25
9	32	0	-32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	0	-32
10	24	0	-24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	0	-24
11	15	0	-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	-15
12	6	0	-6	0	0	0	0	0	0	7	0	-7	13	0	-13

## c) mslp pressure &lt; 960 hPa:

Area	Winter			Spring			Summer			Autumn			Year		
	P	S	C	P	S	C	P	S	C	P	S	C	P	S	C
1	75	194	119	11	7	-4	0	0	0	3	4	1	89	205	116
2	209	264	55	57	5	-52	0	0	0	0	3	3	266	272	6
3	173	279	106	5	16	11	0	0	0	5	57	52	183	352	169
4	161	136	-25	0	3	3	0	0	0	2	32	30	163	171	8
5	312	100	-212	0	22	22	0	0	0	1	14	13	313	136	-177
6	184	60	-124	0	12	12	0	0	0	10	0	-10	194	72	-122
7	24	34	10	0	0	0	0	0	0	13	0	-13	37	34	-3
8	37	40	3	0	0	0	0	0	0	23	0	-23	60	40	-20
9	94	6	-88	0	14	14	0	0	0	2	0	-2	96	20	-76
10	98	5	-93	0	9	9	0	0	0	0	0	0	98	14	-84
11	60	0	-60	0	12	12	0	0	0	17	0	-17	77	12	-65
12	42	10	-32	0	5	5	0	0	0	19	0	-19	61	15	-46

Tabell 3:

## a) 6-hourly precipitation &gt; 10 mm:

Area	Winter			Spring			Summer			Autumn			Year		
	P	S	C	P	S	C	P	S	C	P	S	C	P	S	C
1	0	0	0	0	0	0	1	2	1	0	1	1	2	3	1
2	1	2	1	0	0	0	2	2	0	1	2	1	4	5	1
3	4	4	0	1	2	1	2	2	0	3	4	1	10	12	2
4	7	7	0	3	3	0	3	3	0	6	8	2	19	21	2
5	5	7	2	3	2	-1	4	5	1	5	7	2	17	21	4
6	14	18	4	7	8	1	6	10	4	12	19	7	39	55	16
7	7	9	2	3	3	0	4	5	1	8	11	3	22	28	6
8	4	5	1	3	3	0	5	5	0	7	8	1	19	22	3
9	1	1	0	1	1	0	3	3	0	2	3	1	6	8	2
10	1	1	0	1	0	-1	3	3	0	1	2	1	5	7	2
11	0	0	0	1	1	0	4	4	0	2	4	2	7	9	2
12	1	2	1	2	2	0	4	4	0	4	6	2	11	14	3

## b) 6-hourly precipitation &gt; 15 mm:





Tabell 4:

## a) 6-hourly snowfall &gt; 5 mm water:

Area	Winter			Spring			Summer			Autumn			Year		
	P	S	C	P	S	C	P	S	C	P	S	C	P	S	C
1	2	2	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	3	4	1
2	5	4	-1	2	2	0	0	0	0	2	1	-1	9	8	-1
3	6	4	-2	2	2	0	0	0	0	1	1	0	9	6	-3
4	9	7	-2	4	3	-1	0	0	0	2	2	0	15	12	-3
5	7	6	-1	4	2	-2	0	0	0	1	1	0	12	9	-3
6	11	8	-3	5	4	-1	0	0	0	2	2	0	18	13	-5
7	2	1	-1	1	0	-1	0	0	0	0	0	0	2	2	0
8	5	5	0	2	2	0	0	0	0	1	1	0	9	7	-2
9	8	10	2	6	6	0	2	1	-1	9	11	2	26	28	2
10	7	8	1	4	4	0	0	0	0	5	5	0	17	18	1
11	6	7	1	3	3	0	0	0	0	6	6	0	15	17	2
12	8	9	1	4	3	-1	0	0	0	4	3	-1	15	16	1

## b) 6-hourly snowfall &gt; 10 mm water:

Area	Winter			Spring			Summer			Autumn			Year		
	P	S	C	P	S	C	P	S	C	P	S	C	P	S	C
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
3	1	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
4	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0
5	1	1	0	1	0	-1	0	0	0	0	0	0	2	1	-1
6	3	2	-1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	4	3	-1
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
9	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2	2	0
10	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0
12	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1

Tabell 5:

## a) 2-meter temperature &lt; -25 C:

Area	Winter			Spring			Summer			Autumn			Year		
	P	S	C	P	S	C	P	S	C	P	S	C	P	S	C
1	2	0	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	-2
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	8	5	-3	1	1	0	0	0	0	1	1	0	10	7	-3
10	4	3	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	3	-2
11	3	1	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	-2
12	1	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	-1

## b) 2-meter temperature &lt; -20 C:

Area	Winter			Spring			Summer			Autumn			Year		
	P	S	C	P	S	C	P	S	C	P	S	C	P	S	C
1	6	2	-4	1	0	-1	0	0	0	0	0	0	7	2	-5
2	2	0	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	-2
3	1	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	-1
4	1	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	-2
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	21	14	-7	2	3	1	0	0	0	4	3	-1	27	20	-7
10	12	9	-3	1	1	0	0	0	0	1	1	0	15	11	-4
11	11	7	-4	0	0	0	0	0	0	1	0	-1	12	7	-5
12	4	2	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	2	-2

## c) 2-meter temperature &lt; -15 C:

Area	Winter			Spring			Summer			Autumn			Year		
	P	S	C	P	S	C	P	S	C	P	S	C	P	S	C
1	18	9	-9	4	1	-3	0	0	0	1	0	-1	23	11	-12
2	11	4	-7	2	1	-1	0	0	0	1	0	-1	14	4	-10
3	5	2	-3	1	0	-1	0	0	0	0	0	0	6	2	-4
4	8	4	-4	1	1	0	0	0	0	1	0	-1	10	5	-5
5	3	1	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	-1
6	2	1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	-1
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
9	50	34	-16	10	10	0	0	0	0	10	7	-3	70	50	-20
10	37	25	-12	6	5	-1	0	0	0	5	3	-2	48	33	-15
11	33	20	-13	3	2	-1	0	0	0	5	1	-4	41	23	-18
12	15	7	-8	0	0	0	0	0	0	1	0	-1	17	8	-9

## d) 2-meter temperature &gt; 15 C:

Area	Winter			Spring			Summer			Autumn			Year		
	P	S	C	P	S	C	P	S	C	P	S	C	P	S	C
1	0	0	0	0	1	1	10	27	17	0	0	0	11	28	17
2	0	0	0	0	1	1	14	18	4	0	0	0	14	18	4
3	0	0	0	0	1	1	6	9	3	0	0	0	6	9	3
4	0	0	0	0	1	1	9	16	7	0	1	1	9	18	9
5	0	0	0	1	1	0	16	28	12	0	3	3	17	31	14
6	0	0	0	1	1	0	19	26	7	1	4	3	21	32	11
7	0	0	0	2	2	0	17	18	1	1	3	2	19	23	4
8	0	0	0	2	3	1	33	41	8	2	4	2	38	48	10
9	0	0	0	0	0	0	7	6	-1	0	1	1	8	8	0
10	0	0	0	0	0	0	19	15	-4	0	1	1	20	16	-4
11	0	0	0	2	3	1	41	40	-1	1	4	3	44	46	2
12	0	0	0	6	8	2	88	100	12	5	10	5	100	119	19

## e) 2-meter temperature &gt; 20 C:

Area	Winter			Spring			Summer			Autumn			Year		
	P	S	C	P	S	C	P	S	C	P	S	C	P	S	C
1	0	0	0	0	0	0	1	2	1	0	0	0	1	2	1
2	0	0	0	0	0	0	1	2	1	0	0	0	1	2	1
3	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0
4	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0
5	0	0	0	0	0	0	2	1	-1	0	0	0	2	1	-1
6	0	0	0	0	0	0	2	1	-1	0	0	0	2	1	-1
7	0	0	0	0	0	0	3	2	-1	0	0	0	3	3	0
8	0	0	0	0	0	0	6	5	-1	0	0	0	6	5	-1
9	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0
10	0	0	0	0	0	0	3	1	-2	0	0	0	3	1	-2
11	0	0	0	0	0	0	6	5	-1	0	0	0	6	6	0
12	0	0	0	1	1	0	17	15	-2	0	1	1	18	17	-1

Tabell 6:

## a) Rise in temperature &lt;-0 to &gt;+0:

Area	Winter			Spring			Summer			Autumn			Year		
	P	S	C	P	S	C	P	S	C	P	S	C	P	S	C
1	11	12	1	11	10	-1	0	0	0	7	4	-3	29	26	-3
2	12	11	-1	10	9	-1	0	0	0	6	4	-2	28	23	-5
3	10	7	-3	7	6	-1	0	0	0	3	2	-1	20	15	-5
4	9	8	-1	7	6	-1	0	0	0	4	3	-1	21	17	-4
5	10	9	-1	8	7	-1	0	0	0	4	3	-1	22	18	-4
6	9	8	-1	8	7	-1	0	0	0	4	3	-1	21	18	-3
7	7	6	-1	6	5	-1	0	0	0	2	1	-1	16	12	-4
8	10	9	-1	8	7	-1	0	0	0	4	2	-2	22	18	-4
9	5	7	2	18	19	1	5	2	-3	14	13	-1	41	42	1
10	10	12	2	19	18	-1	1	0	-1	12	11	-1	41	41	0
11	11	14	3	20	19	-1	0	0	0	12	11	-1	43	44	1
12	15	16	1	19	16	-3	0	0	0	11	9	-2	45	42	-3

**b) Rise in temperature <-1 to >+1:**

Area	Winter			Spring			Summer			Autumn			Year		
	P	S	C	P	S	C	P	S	C	P	S	C	P	S	C
1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1
2	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0
3	1	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
4	1	0	-1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2	1	-1
5	1	0	-1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2	1	-1
6	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0
7	1	1	0	2	1	-1	0	0	0	0	0	0	3	2	-1
8	1	1	0	2	2	0	0	0	0	1	0	-1	4	3	-1
9	0	0	0	2	3	1	1	1	0	2	1	-1	5	4	-1
10	0	0	0	2	2	0	0	0	0	1	0	-1	3	2	-1
11	0	0	0	4	4	0	0	0	0	1	1	0	5	5	0
12	1	1	0	4	4	0	0	0	0	1	1	0	6	6	0

**c) Fall in temperature >+0 to <-0:**

Area	Winter			Spring			Summer			Autumn			Year		
	P	S	C	P	S	C	P	S	C	P	S	C	P	S	C
1	11	12	1	11	10	-1	0	0	0	7	4	-3	29	26	-3
2	12	11	-1	9	8	-1	0	0	0	6	4	-2	28	23	-5
3	10	8	-2	7	5	-2	0	0	0	3	2	-1	20	15	-5
4	10	8	-2	7	6	-1	0	0	0	4	3	-1	21	17	-4
5	10	9	-1	8	6	-2	0	0	0	4	3	-1	22	18	-4
6	9	8	-1	8	7	-1	0	0	0	4	3	-1	21	18	-3
7	8	6	-2	6	5	-1	0	0	0	2	2	0	15	12	-3
8	10	9	-1	8	6	-2	0	0	0	4	3	-1	22	18	-4
9	5	8	3	17	18	1	4	2	-2	15	13	-2	41	41	0
10	10	12	2	18	17	-1	1	0	-1	12	12	0	41	41	0
11	11	14	3	19	18	-1	0	0	0	13	11	-2	43	44	1
12	15	16	1	19	16	-3	0	0	0	11	9	-2	45	42	-3

**d) Fall in temperature >+1 to <-1:**

Area	Winter			Spring			Summer			Autumn			Year		
	P	S	C	P	S	C	P	S	C	P	S	C	P	S	C
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	-1
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
5	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
6	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	-1	2	2	0
7	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0
8	1	1	0	2	1	-1	0	0	0	0	0	0	3	2	-1
9	0	0	0	1	2	1	1	0	-1	2	1	-1	4	3	-1
10	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	2	2	0
11	0	1	1	3	3	0	0	0	0	2	1	-1	5	5	0
12	1	2	1	4	4	0	0	0	0	2	1	-1	8	7	-1



