

Variasjoner i vekst- og fyringsforhold i nordisk Arktis

Temperaturvariasjonene i Arktis har stor betydning for naturen og menneskene. Blant annet kan lengden på vekstsesongen og behovet for oppvarming av boliger endres.

Eirik J. Førland,
RegClim

Fra midten av 1960-årene har lufttemperaturen i Arktis steget markert, og klimascenariene for de neste 100 år tyder på en større oppvarming i Arktis enn for resten av jordkloden (ACIA, 2004, se også artikkel av Hanssen-Bauer). Moritz m. fl. (2002) slår fast at oppvarmingen i de siste tiår er korrelert med endringer i mange andre klima- og miljøelement i Arktis, slik som nedbør, sjøis, permafrost og vegetasjon. I denne artikkelen presenteres det hvordan endringer i lufttemperatur kan brukes til å forutsi endringer i vegetasjonsforhold og oppvarmingsbehov i boliger (Førland m. fl., 2004; Skaugen & Tveito, *Cicerone*, 6/2001).

Utgangspunkt for beregningene

Beregninger av indekser for vekst- og fyringssesong er vanligvis basert på døgnlige temperaturserier. Dessverre foreligger det fortsatt meget få digitaliserte langtidsserier av døgntemperatur for de nordiske land. På den annen side er det for de fleste land beregnet 30-års gjennomsnittlig måneds- og årstemperaturer for et stort antall stasjoner for de offisielle "standard-normal-periodene" (1901-30, 1931-60 og 1961-90). Ved å tilpasse en utjevnet kurve til de 12 gjennomsnittlige månedstemperaturene, kan man få et anslag for hvordan gjennomsnittlig døgntemperatur varierer gjennom året. Denne teknikken gir en rask, enkel og robust metode som kan benyttes overalt hvor gjennomsnittlige månedstemperaturer er tilgjengelige. For å illustrere nåværende og fremtidige forhold ble det også foretatt beregninger basert på gjennomsnittlig månedstemperatur for to nylige tidsperioder (1976-2000 og 1990-2002) samt for en scenarieperiode (2021-2050).

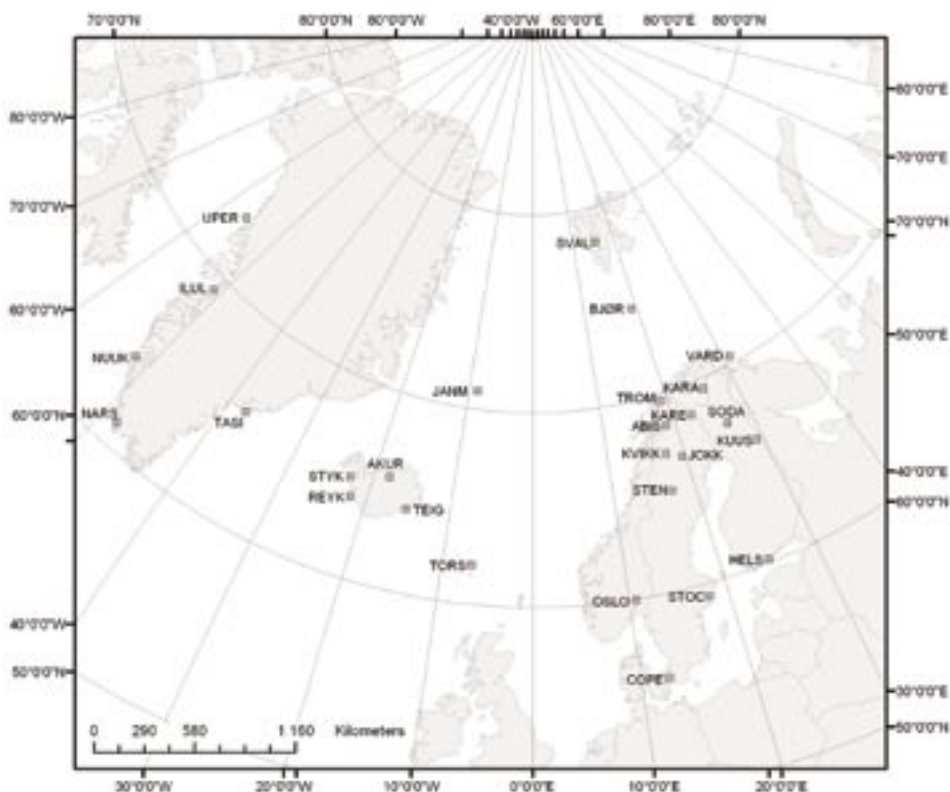
Temperaturscenariene er beregnet med empirisk nedskalering av en klimasimulering fra Max-Planck instituttet (Førland m. fl., 2004).

Analysene er primært utført for målesteder i nordisk Arktis (Figur 1), men for å sette disse verdiene i sammenheng ble det også tatt med data for hovedstedene i de nordiske land. Tabell 1 gjengir verdier for normalperioden (1961-90) for en del målesteder, samt projiserte endringer frem til 2021-2050.

Temperaturvariasjoner

Tabell 1 viser store forskjeller i normal årsmiddeltemperatur mellom målestedene for perioden 1961-90 (TN); fra -7 °C ved Upernavik og Svalbard Lufthavn (Longyearbyen), til over +6 °C i Torshavn, Stockholm og København. I perioden

1901-30 var årsmiddeltemperaturen lavere enn TN på alle stasjoner bortsett fra Karasjok. For perioden 1931-60 var årsværdien høyere enn TN på alle stasjoner i nordisk Arktis; - ved Tasilaq, Svalbard Lufthavn og Jan Mayen endog mer enn 1 °C høyere. De seneste tidsperiodene har vært varmere enn TN i det meste av regionen. For Karasjok, Bjørnøya, Svalbard Lufthavn og Jan Mayen var perioden 1991-2002 således mer enn 1 °C varmere enn 1961-90. Ett viktig unntak er Vest-Grønland, hvor temperaturen ved alle stasjonene var lavere enn TN. Scenariene for 2021-2050 (Tabell 1) indikerer temperaturøkning over hele regionen; med størst økning (over 4



Figur 1. Kart over målesteder. I tillegg til stasjonene som inngår i Tabell 1, er det foretatt beregninger for følgende stasjoner: Illullissat, Stykkisholmur, Teigarhorn, Vardø, Stensele, Jokkmokk, Kvikkjokk, Kuusamo og Karesuando.

Tabell 1. Middelvrdier (1961-90) av årsmiddeltemperatur (TN, °C), lengde (døgn) av vekst- (LG) og fyringssesonger (LH), sum av vekst- (GDD) og fyringsgraddager (HDD), og differanser (Δ) mellom projiserte verdier for 2021-2050 og observerte verdier 1961-90.

Stasjonsnavn	TEMPERATUR		VEKSTSESONG				FYRINGSESONG			
	TN	ΔT	LG	ΔLG	GDD	ΔGDD	LH	ΔLH	HDD	$\Delta HDD\%$
UPERnavik	-7,3	1,6	36	38	12	167	365	0	8850	-7
NUUK	-1,4	1,2	68	32	83	138	365	0	6705	-6
NARSarsuaq	1,0	1,3	129	19	445	172	335	-36	5640	-12
TASIlmaq	-1,7	0,4	67	-2	76	23	365	0	6799	-2
AKUReyri	3,3	2,0	140	24	522	348	314	-57	4654	-20
REYKjavik	4,3	1,7	161	17	570	293	319	-34	4325	-16
TORShavn	6,5	1,3	207	25	729	295	312	-29	3492	-15
KARAsjok	-2,4	3,6	119	28	620	229	300	-18	6751	-20
TROMsø	2,5	2,3	134	32	577	218	305	-26	4933	-20
BJØRNøya	-2,4	4,4	0	68	0	87	365	0	7050	-23
SVAlbard Lufth.	-6,7	4,8	43	23	34	53	365	0	8618	-21
JAN Mayen	-1,4	2,0	19	27	3	22	365	0	6711	-11
ABISko	-0,8	2,9	115	27	457	139	320	-11	6212	-17
SODAnkylä	-1,0	3,6	128	18	733	187	289	-14	6245	-21
København	8,7	1,6	229	14	1780	354	204	-26	2708	-19
Oslo-Blindern	5,7	2,5	188	29	1388	285	237	-18	3794	-21
Helsinki	5,2	2,9	183	22	1380	310	239	-15	3972	-23
Stockholm	6,6	2,2	196	29	1513	331	228	-18	3484	-20

°C) på Bjørnøya og Svalbard Lufthavn og minst økning på Tasilaq på Øst-Grønland.

Variasjoner i vekstforhold

Lufttemperaturen er en begrensende faktor for plantevekst, og vekstsesongen er således temmelig kort på høye breddegrader. Ulike plantearter reagerer forskjellig på lufttemperatur. Noen er meget følsomme for lave temperaturer, mens andre er mer resistente mot kaldt klima. Det må imidlertid understrekes at plantevekst også avhenger av en rekke andre faktorer, både klimatiske (nedbør, snødekke, solstråling, vindforhold) så vel som jordsmonn, jordfuktighet, landskapstype og så videre. Det finnes en rekke ulike definisjoner på *vekstsesong*. Den termale vekstsesongen er her definert som perioden av året der døgnmiddeltemperaturen er over 5 °C. Graddagssummen (GDD), som et mål for energitilgang i vekstperioden, er beregnet som summen av differansene mellom aktuell døgnmiddeltemperatur og terskeltemperaturen på 5 °C.

Lengden av vekstsesongen varierte i perioden 1961-90 (LG) fra null dager på Bjørnøya til over 200 dager i Torshavn og København (Tabell 1). Graddagssummen i vekstsesongen var meget beskjeden både i Svalbardområdet, på Jan Mayen og de fleste stasjonene på Grønland. Ved Narsarsuaq på Vest-

Grønland var imidlertid både lengde av vekstsesong og grad-dagssum på samme nivå som på Island og nordlige deler av Fennoskandia. Til tross for at Torshavn har en lang vekstsesong, er graddagssummen lavere enn for stasjoner i nordlige deler av Sverige og Finland, og bare 40 prosent av nivået i København. I perioden 1901-30 var vekstsesongen kortere enn LG ved alle stasjoner bortsett fra Nuuk og Tasilaq. For 1931-60 var vekstsesongen på samme nivå som LG i Fennoskandia, men 2-4 uker lenger på Færøyene og Island samt ved Nuuk og Tasilaq på Grønland. I perioden 1990-2002 var den termale vekstsesongen 1-2 uker lenger enn LG for de fleste målestedene på Grønland, Island og Færøyene.

Scenariene for 2021-2050 indikerer at vekstsesongen vil vare 3-4 uker lenger enn LG ved de fleste målestedene. Et interessant trekk er at det projiseres en betydelig økning i lengde av vekstsesong i Svalbard-regionen og på Jan Mayen. På Bjørnøya viser tabell 1 at vekstsesongen vil øke til 68 døgn i perioden 2021-2050, men det må påpekes at de lave graddagssummer tilsier meget magre plantevekstvilkår i Svalbard-regionen også femti år frem i tid.

Variasjoner i fyringsforhold

Fyringssesongen er den perioden av året da boliger trenger oppvarm-

ing. Summen av graddager i fyringssesongen har nær sammenheng med energibehovet for boligoppvarming. Energibehovet for oppvarming av boliger avhenger også av andre klimafaktorer (vindstyrke, solstråling), så vel som av faktorer knyttet til levestandard og boligstandard (volum av boliger, foretrukket innendørs temperatur, termisk isolasjon av bygninger og liknende). Fyringssesongen i Norge er definert som perioden av året hvor den utjevnedne døgnmiddeltemperaturen er under 10 °C, mens fyringsgraddager (HDD) er summen av differansen mellom en basis-temperatur (17 °C) og døgnmiddeltemperatur (Skaugen og Tveito, 2001).

I perioden 1961-90 varte fyringssesongen (LH) hele året på flere stasjoner på Grønland, samt i Svalbardregionen og på Jan Mayen (Tabell 1). I Tromsø og Karasjok varte fyringssesongen cirka 10 måneder, og i Oslo cirka 8 måneder. Graddagssummen i fyringsperioden (HDD) var mer enn dobbelt så høy på de nordligste stasjonene som lenger sør i Fennoskandia. For perioden 1901-30 var graddagssummen vesentlig høyere enn HDD på de fleste stasjonene i området, mens det i perioden 1931-60 var kortere fyringssesong og lavere grad-dagssum på samtlige stasjoner enn for normalperioden 1961-90. I de seneste tiårene har lengde og graddagssum i fyring-

sperioden vært betydelig lavere enn i perioden 1961-90 på de fleste stasjoner, med unntak av Vest-Grønland som hadde høyere fyringsverdier.

Scenariene antyder at energibehovet for oppvarming av boliger vil bli betydelig redusert frem til 2021-2050. Graddagssummen vil bli redusert med cirka 20 prosent på de fleste stasjoner i Svalbard-regionen og i Fennoskandia, mens reduksjonen på Grønland blir noe mindre. De fåtallige innbyggere på Bjørnøya må fortsatt regne med at fyringssesongen varer hele året, men kan se frem til å klare seg med færre vedkubber til peiskosen. Den reduserte graddagssummen vil føre til at innbyggerne i Tromsø i perioden 2021-2050 vil ha om lag samme fyringsbehov som man hadde i Helsinki i perioden 1961-90, mens innbyggerne i den finske hovedstaden da vil nyte godt av samme graddagssum som man i 1961-90 hadde i Stockholm.

Det må til slutt presiseres at fremtidsutsiktene i denne artikkelen kun bygger på ett scenario, og at det nettopp i nordområdene er store forskjeller i simuleringene fra ulike klimamodeller (se artikkel av Hanssen-Bauer).

Referanser

- ACIA, 2004: *Arctic Climate Impact Assessment*. Cambridge University Press.
- Moritz, E.R., Bitz, C. M., and Steig, E. J., 2002: Dynamics of recent climate change in the Arctic, *Science*, **297**:1497-1502.
- Skaugen, T.E., and Tveito, O. E., 2001: Endringer i fyringsperiode og vekst-sesong som følge av klimaendringer (*Cicerone*, 6, 2001, 28-31).
- Førland, E.J., Engen-Skaugen, T., Benestad, R.E., Hanssen-Bauer, I. og Tveito, O.E., 2005: Variations in thermal growing, heating and freezing indices in the Nordic Arctic, 1900-2050. *Arctic, Antarctic and Alpine Research* (under trykking).

Eirik J. Førland

(eirik.forland@met.no)
er fungerende leder for klimaavdelingen ved Meteorologisk institutt, og leder arbeidet med nedskalering av klimascenarier i RegClim.