

DNMI DET NORSKE METEOROLOGISKE INSTITUTT

klima

KONGSBERG - GRADDAGSKART

BJØRN AUNE

RAPPORT NR. 32/94 KLIMA



DNMI-RAPPORT

DET NORSKE METEOROLOGISKE INSTITUTT
POSTBOKS 43 BLINDERN 0313 OSLO
TELEFON: 22 96 30 00

ISBN

RAPPORT NR.

32/94 KLIMA

DATO

09.09.1994

TITTEL

Kongsberg - graddagskart

UTARBEIDET AV

Bjørn Aune

OPPDRAGSGIVER

Kongsberg kommune

OPPDRAGSNR.

SAMMENDRAG

Rapporten inneholder kart som viser normal graddagssum i Kongsberg kommune.

Kart og beregnede verdier viser at det er liten forskjell mellom de foreslåtte utbyggingsrådene når det gjelder normal lengde av fyringssesong og graddagssum.

Rapporten inneholder en del aktuelle definisjoner og viser hvordan man kan beregne spredning i lengde av fyringssesong og av graddagssum.

UNDERSKRIFT

...*Bjørn Aune*...

Bjørn Aune

FAGSJEF

1. Kongsberg - graddagskart

1.1 Innledning

DNMI har mottatt bestilling datert 30.08.1994 fra ASPLAN VIAK AS på utarbeidelse av et klimakart for Kongsberg kommune tilsvarende arbeidet i Drammen kommune. Se vedlegg 1.

Det ble foretatt en befaring i Kongsberg kommune 04.09. Formålet var å studere hvordan de foreslåtte områdene var plassert i forhold til dalbunn og dalsider og å vurdere lokale temperaturforhold om vinteren.

1.2 Klimakart - graddagskart

Klimakartet er et kart som viser fordelingen av normal graddagssum i fyringssesongen i kommunen. Fyringssesong og graddager er forklart i kapittel 2. Fyringssesong - graddag.

Graddager er en vanlig parameter i energiberegninger og gir uttrykk for hvor mye energi som må til for å holde en kubikkmeter luft på 17°C gjennom fyringssesongen. Omregning til Wh/m³ gjøres ved å multiplisere graddagssummen med 0.35.

Formålet med kartet er å gi en overordnet oversikt, og dette gjør det nødvendig å foreta en stor utjevning.

Energibehovet i fyringssesongen er i hovedsak betinget av de storstilte klimaforholdene. Men i tillegg til disse kan lokale forhold spille en vesentlig rolle og gi variasjoner som har stor praktisk betydning. Dette gjelder bl.a. kaldluftstrømmer nedover en dal, fordypninger i terrenget som danner "kuldehull", lokale vindforhold, nord- og sydskråninger, osv.

1.3 Kongsberg kommune - klimaforhold

Kongsberg kommune har typisk Østlandsklima. De lokale klimaforholdene varierer mye innenfor denne rammen fordi kommunen er meget stor og har varierende terrengforhold.

Numedal er klimamessig en viktig og dominerende del av kommunen, og det er denne og nærliggende områder som har mest interesse i dette arbeidet.

I klarvær med rolige vindforhold om vinteren fører energistråling ut mot verdensrommet til dannelse av kald og tung luft nær marka. Denne kalde lufta siger fra høyere områder og ned mot de laveste delene av terrenget. Mot dalbunnen i Numedal siger kald luft ned langs dalsidene og ned gjennom sidedaler. Lufta siger videre nedover dalen, men siden den er meget flat går dette langsomt. På grunn av terrengsperrer blir den laveste lufta flere steder helt eller delvis stillestående over Numedalslågen og dalbunnen. Energiutstrålingen fortsetter hele tiden og temperaturen synker ytterligere.

I denne vær-situasjonen dannes det temperaturinversjon i dalen. I en temperaturinversjon er laveste lufttemperatur helt nede i dalbunnen, og temperaturen øker oppover langs dalsiden. I Numedal går ofte inversjonslaget opp til 100 - 150 meter over dalbunnen. Over inversjonslaget avtar lufttemperaturen med høyden.

Hvis inversjonslufta er lagdelt med lag som beveger seg med forskjellig hastighet, danner det seg virvler i lagskillene. Da kan den kalde luftstrømmen nedover dalen være ujevn med forholdsvis sterke vindkast.

Under temperaturinversjoner hindres luftforurensinger i å stige til vær. Mye av luftforurensingene blir da liggende i det lave og kalde luftlaget og følger det nedover Numedal.

Vær-situasjoner med temperaturinversjon opptrer så ofte om vinteren i Numedal at de har stor betydning for den normale lokale temperaturfordelingen.

Det er ikke store forskjeller mellom lokalklimaene til områdene som vurderes. Forskjellene skyldes i hovedsak høyden over dalbunnen.

Hostveit er det laveste området. Det ligger i dalbunnen og får derfor forholdsvis lav vintertemperatur. Til gjengjeld øker lufttemperaturen raskere om våren og avtar saktere om høsten enn i de andre områdene. **Rud** ligger på et platå et stykke over dalbunnen og får derfor ikke så lave vintertemperaturer som Hostveit. Dalbunnen nedenfor er imidlertid her trang med foss og kraftverk slik at høydeeffekten er noe redusert. **Saggrenda** ligger i en sidedal, i dalbunnen og noe oppover dalsiden. Tidligere temperaturmålinger like nedenfor viser at det er lave vintertemperaturer i området. **Gamlegrendåsen** og **Matsebakken** ligger så og si oppe på åssiden på østsiden av dalen og unngår dermed de laveste vintertemperaturene. Værstasjonen Kongsberg er plassert i området **Kongsberg sentrum**. Normal lufttemperatur er her høyere enn utenfor tettbebyggelsen. Dette skyldes at værstasjonen gir lufttemperaturen i tettbebyggelsen skjermet fra det meste av kaldluftsstrømmen. Denne strømmen er imidlertid meget følbar langs elva, hvor det også kan dannes frostrøyk over og like nedenfor fossen. **Raumyr-Bevergrenda** ligger nede i dalbunnen og får lave vintertemperaturer. Den østre dalsiden gjør at området ligger lengre i skyggen om morgenen enn noen av de andre områdene. **Jondalen** er det høyeste området og ligger vesentlig i et flatt område av Jondalen. Det har lave vintertemperaturer, men på grunn av åssiden nordenfor øker lufttemperaturen noe på klare dager.

1.4 Beregning av graddager

Forsker S. Linge Lystad har laget et dataprogram som beregner lengden av fyrings- sesongen og graddagssummen på grunnlag av månedstemperatur, relativ fuktighet og vindhastighet. Man kan velge om graddagene skal beregnes av temperaturen alene eller om vindkjøling skal tas med. Velges vindkjøling beregner programmet først en **vindkjølingstemperatur** som erstatter den vanlige normale månedstemperaturen. Deretter beregnes døgnnormaler og graddager som for normaltemperaturen.

Programmet kan beregne graddager for forskjellige høyder over havet. Høydene kan velges fritt. Temperaturgradienten med høyden kan også velges fritt.

Programmet kan beregne graddager for horisontale flater og for nord-, vest, sør- og østvendte skråninger.

1.5 Graddagskart

Det er tegnet kart over normalt antall graddager over en del av Kongsberg kommune. Beregningene er basert på lufttemperatur alene. Det er beregnet månedsnormaler for lufttemperatur flere steder i kommunen. I tillegg til de beregnede verdiene er det foretatt interpolasjoner og benyttet generell klimatologisk kunnskap for å få nok informasjon til å tegne et graddagskart.

Den normale middelvinden i vinterhalvåret er meget svak, og enkelttilfelle med sterk vind forekommer meget sjelden. Normal middelvind i vinterhalvåret på værstasjonen i Kongsberg er rundt 1 m/s, og selv ikke i de høyest liggende aktuelle områder er den over ca 2 m/s. Normal fyringssesong og graddagssum for Kongsberg kommune bestemmes derfor så og si utelukkende av lufttemperaturen, og vindkjøling gir ikke noe eller bare et uvesentlig bidrag. Det er av den grunn ikke tegnet kart basert både på lufttemperatur og vind.

Kartet viser liten forskjell mellom de enkelte aktuelle områdene. Dette skyldes som nevnt tidligere den normale lokale temperaturfordelingen i Kongsberg kommune om vinteren hvor lufttemperaturen ofte er lavest langs dalbunner og andre forsenkninger i terrenget. Dette gjelder spesielt fra midten av desember og ut februar. I lavere områder har vi en kortere normal fyringssesong enn i høyere områder, men til gjengjeld er lufttemperaturene lavere i deler av den.

Kartet er satt inn bakerst i rapporten.

1.6 Fyringssesong - lengde

Normal fyringssesong er beregnet for alle områdene som er merket av på kartet som vi fikk fra ASPLAN VIAK AS. Resultatet er gitt i tabell 1 nedenfor.

Område	Fyringssesong				
	Start- dato	Slutt- dato	Lengde døgn	Grad- dager	Sol- energi
Hostveit	7.9	10.5	246	4300	363
Rud	6.9	12.5	249	4276	375
Saggrenda	5.9	14.5	252	4425	387
Gamlegrendåsen	6.9	13.5	250	4303	379
Kongsberg sentrum	7.9	12.5	248	4206	371
Matsebakken	4.9	14.5	253	4329	389
Raumyr-Bevergrenda	5.9	13.5	251	4426	381
Jondalen	3.9	16.5	256	4484	401
Middel	5.9	13.5	251	4344	381
Minste	3.9	10.5	246	4206	363
Største	7.9	16.5	256	4484	389

Solenergi: mottatt solenergi i fyringsperioden i kWh/m²

Tabell 1: Midlere fyringssesong for de enkelte områder

Tabellen viser at det er små forskjeller på lengden på fyringssesong og graddagssum mellom de enkelte områdene.

1.7 Graddager - variasjon

I kapittel 3 er det vist hvordan man kan beregne variasjonen rundt normal graddagssum og normal lengde på fyringssesongen.

2. Fyringssesong - graddag

Normal

er middelverdi over årene 1961 - 1990.

Etter en internasjonal avtale er en meteorologisk normal middelverdien over en bestemt 30-års periode. Nå gjelder perioden 1961 - 1990. Normalene benyttes som nasjonale og internasjonale referanseverdier.

Døgntemperatur

er middeltemperaturen over hele døgnet for vanlig ute lufttemperatur.

Normal døgntemperatur

er middelverdi for årene 1961 - 1990.

Normal døgntemperatur for en bestemt dato kan beregnes direkte som middelverdi av de 30 døgnerverdiene i årene 1961 - 1990. Gjør man dette for hvert enkelt døgn vil man imidlertid ikke få en helt jevn gang gjennom året. Dette skyldes tilfeldig variasjon som må jevnes ut.

Normale døgnerverdier er derfor beregnet på grunnlag av normale månedstemperaturer. Det er laget et dataprogram som ved hjelp av månedstemperaturene beregner alle døgntemperaturene, og gir disse en årlig fordeling som svarer til den som vi ville få hvis vi jevnet ut de direkte beregnede middelverdiene for hvert døgn.

Fyringssesong

er tiden fra datoen da døgntemperaturen går under 11°C om høsten og til og med den siste datoen da døgntemperaturen er under 9°C om våren.

Var 1. oktober første dato om høsten med døgntemperatur lavere enn 11°C og 15. mai den siste under 9°C den følgende våren, så var fyringssesongen 227 døgn.

Det naturlige er å regne fyringssesongen gjennom en vintersesong som ovenfor. Men av praktiske årsaker benyttes ofte en "administrativ" fyringssesong som gjelder kalenderåret. Eksemplet ovenfor endret til "administrativ fyringssesong i et kalenderår blir:

Var 15. mai første dato om våren med døgntemperatur over 9°C og 1. oktober den første datoen om høsten samme år med døgntemperatur lavere enn 11°C, så var fyringssesongen i dette kalenderåret 226 døgn.

Normal fyringssesong

er middelverdien av fyringssesongene i 1961 - 1990. Den eventuelle forskjellen mellom vintersesong og kalenderår er så liten at den samme normalen benyttes for begge to.

Graddag

er antall grader mellom en bestemt døgntemperatur og en basis-temperatur på f.eks. 17°C som er benyttet i denne rapporten.

Normal graddag

er antall grader mellom en bestemt normal døgntemperatur og en basistemperatur på f.eks. 17°C som er benyttet i denne rapporten.

En døgntemperatur på 5°C gir 12 graddager når basistemperaturen er 17°C (17 - 5), og en døgntemperatur på -5°C gir 22 graddager (17 - (-5)).

Graddagssum i fyringssesongen

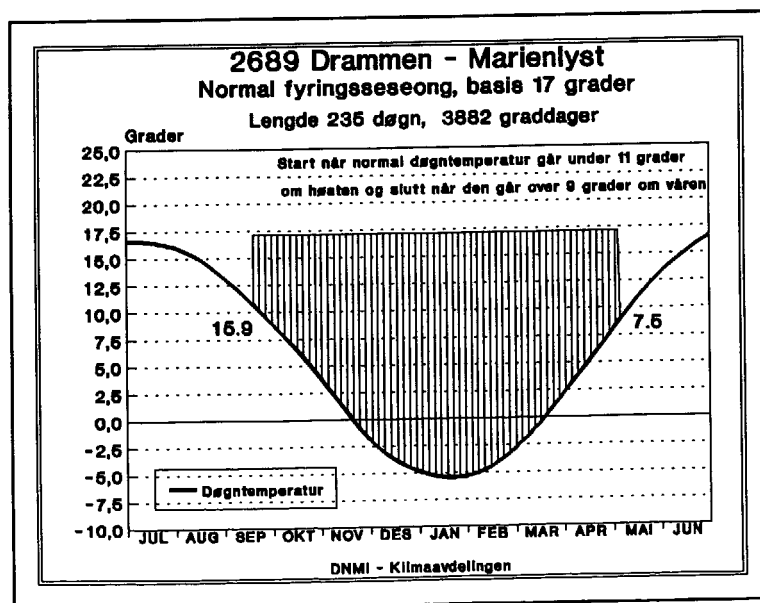
er summen av antall graddager for hvert enkelt døgn i fyringssesongen.

Normal graddagssum i fyringssesongen

er summen av antall graddager for hvert enkelt døgn i den normale fyringssesongen.

I figuren nedenfor er vist normal døgntemperatur for den meteorologiske observasjonsstasjonen Drammen - Marienlyst. Tidsskalaen går fra juli til juni for å gi en samlet vintersesong. De normale døgntemperaturene går under 11°C den 15. september og siste døgn under 9°C er 7. mai. Lengden på fyringssesongen er dermed 235 dager. Området for antall graddager med basis 17°C er merket med vertikale streker, og graddagssummen er 3882 graddager.

Endring av basistemperaturen medfører en tilsvarende endring av graddagssummen med et multiplum av lengden av fyringssesongen. Reduseres basistemperaturen til 15°C må graddagssummen reduseres med 2x235 til 3412 graddager og økes basistemperaturen til 20°C må graddagssummen økes tilsvarende med 3x235 til 4587 graddager.

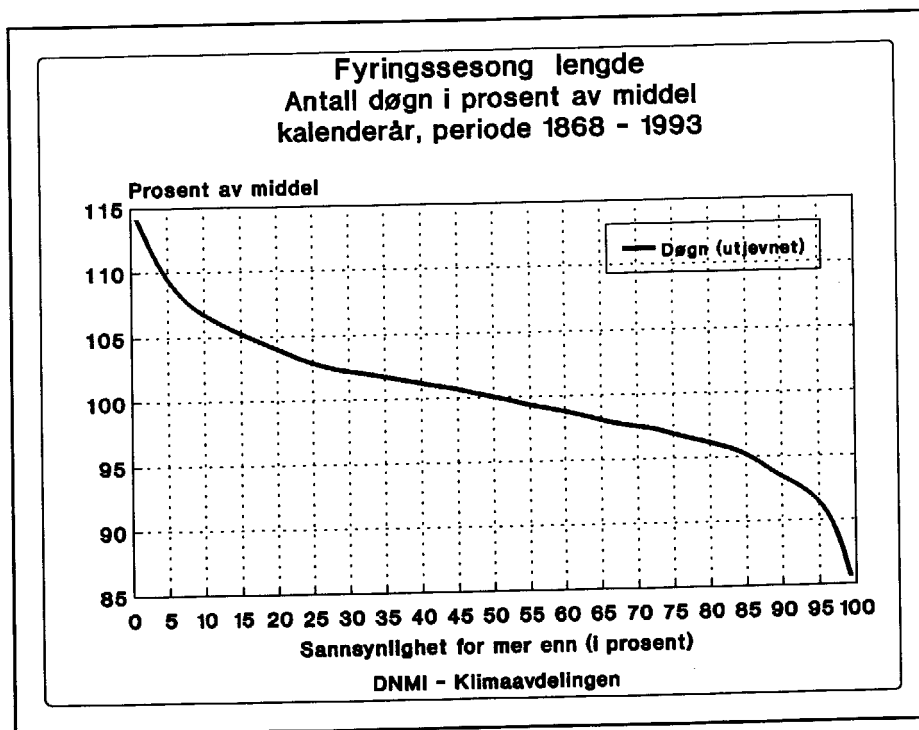


Figur 1

3. Fyringssesong - variasjon

Normal fyringssesong er som nevnt middel for årene 1961 - 1990. Normal lengde og normal graddagssum gir derfor midlere forhold. I virkeligheten er det imidlertid variasjon fra år til år, og i gjennomsnitt er både lengde og graddagssum over eller under normalen hvert andre år. For planlegging er det viktig å vite hvordan denne variasjonen er.

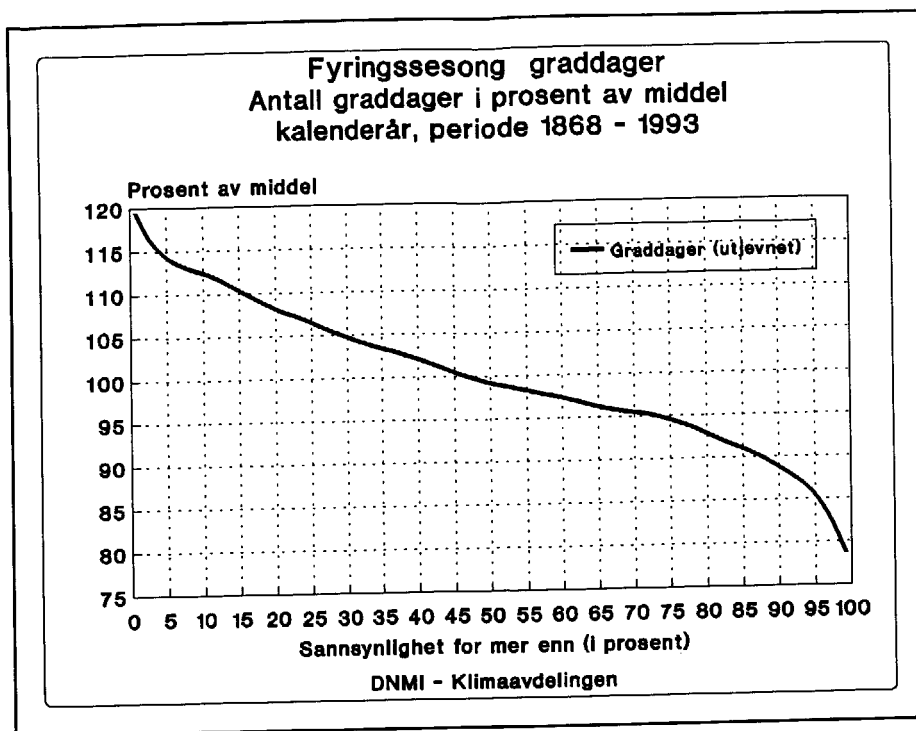
For noen stasjoner med lange observasjonsserier er lengden av fyringssesongen og graddagssummen beregnet for hvert kalenderår for perioden 1868 - 1993. Variasjonene på de enkelte stasjonene er så like at de for Oslofjordområdet er slått sammen til å gjelde for **kystnære områder**. Dermed har det vært mulig å lage to normaliserte diagram som kan benyttes til å beregne variasjonen når man kjenner middelveidien i et punkt. Diagrammet for fyringssesongens lengde er vist nedenfor og for graddagssummen på neste side.



Figur 2

På Hostveit er normal lengde på fyringssesongen beregnet til 246 døgn som settes lik 100%. Vi finner 100% på den vertikale aksene i figur 2 og går horisontalt til vi treffer den heltrukne kurven. Derfra går vi vertikalt ned til den horisontale aksene som vi treffer på 50%. Dermed får vi at det er 50% sannsynlighet for at lengden av fyringssesongen er lik eller større enn 100%; dvs 246 døgn.

Ved å starte på 10 på den horisontale aksene, gå vertikalt opp til kurven og så horisontalt inn til den vertikale som treffes på 107, får vi at det er 10% sannsynlighet for å få en fyringssesong som er lik eller lengre enn 107%; dvs 263 døgn.



Figur 3

Tar vi normal graddagssum på 4300 graddager på Hostveit og setter den lik 100%, ser vi - etter samme prosedyre som for lengden av fyringssesongen - at vi får 47% sannsynlighet for at graddagssummen er lik eller større enn 100%; dvs 4300 graddager. Årsaken til at vi får 47% og ikke 50% er at graddagssommene ikke er helt normalfordelt. Den er litt skjev med en medianverdi på 4261 graddager.

Det er 10% sannsynlighet for å få en graddagssum som er lik eller større enn 112.5%; dvs 4838 graddager.

Hvis vi har sannsynligheten S_{over} for lik eller større enn en bestemt verdi, så har vi samtidig sannsynligheten $S_{\text{under}} = 100 - S_{\text{over}}$ for at det skal forekomme en mindre verdi.

Sannsynligheter regnes ofte om til gjennomsnittlige gjentakelsestider i år.

Når normal fyringssesong har en lengde på 246 døgn og en graddagssum på 4300 graddager får vi følgende:

1. Sannsynlighet for verdier lik eller større

Sannsynlighet %	Gjentagelsestid år	Lengde døgn	Graddagssum
5	20	269	4924
10	10	263	4838
20	5	256	4644
50	2	246	4261

2. Sannsynlighet for verdier mindre enn

Sannsyn- lighet %	Gjentagel- sestid år	Lengde døgn	Graddags- sum
50	2	246	4261
20	5	239	3999
10	10	229	3827
5	20	226	3655

Det er en sterk sammenheng mellom lengden på fyringssesongen og graddagssummen, men det er noe variasjon mellom dem. De tilsvarende gjentakelsestidsverdiene forekommer derfor sjelden samtidig.

Samme beregning som er gjort ovenfor for Hostveit, kan gjøres for de andre områdene.

DNMI
Pb. 43 Blindern
0313 OSLO

METEOROLOGISK INSTITUTT	
Dokument: 2099	Dok.nr.:
Saksb.: KL	A 321.3
Innk.: 31/8-94	Eksp.:

Att.: Bjørn Aune

Deres dato:

Deres ref:

Vår ref:
EP/94410Dato:
30. august 1994**Energivurderinger i arealplanleggingen - klimavurderinger i Kongsberg**

Vi viser til telefonsamtale og oversender som avtalt kartutsnitt over områder der det er av interesse med en klimatisk vurdering (graddager/fyringssesong) tilsvarende arbeidet i Drammen kommune.

Rapporten må være levert innen utgangen av uke 36 i 5 kopier.

3 eks. av rapporten sendes og faktura sendes:

Kongsberg kommune
Miljøvernkonsulent O.A. Helleberg
Postboks 115
3601 Kongsberg

2 eks. av rapporten sendes oss sendes oss.

Vennlig hilsen
Asplan Viak a.s


Erik Plathe



DNMI - Klimavdelingen

Kongsberg - Graddager

Basert på lufttemperatur

Kartet er meget ujevnet for å gi hovedtrekkene i fordelingen, og en rekke detaljer er utelatt.

09.09.1994 Bjørn Aune