

DNMI

DET NORSKE METEOROLOGISKE INSTITUTT

klima

DRAMMEN - GRADDAGSKART

BJØRN AUNE

RAPPORT NR. 24/94 KLIMA



DNMI-RAPPORT

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

ISBN

RAPPORT NR.

24/94 KLIMA

DATO

24.06.1994

TITTEL

Drammen - graddagskart

UTARBEIDET AV

Bjørn Aune

OPPDRAGSGIVER

Drammen kommune

OPPDRAGSNR.

SAMMENDRAG

Rapporten inneholder kart som viser normal graddagssum i Drammen kommune.

En metode for beregning av variasjon av lengden av fyrings-sesongen og av antall graddager rundt normalverdiene er beskrevet.

UNDERSKRIFT

.....*Bjørn Aune*.....

Bjørn Aune

FAGSJEF

1. Drammen - graddagskart

1.1 Innledning

DNMI har via Civitas mottatt bestilling datert 11.02.1994 på utarbeidelse av et klimakart for Drammen kommune. Se vedlegg 1. Kart og kommentarer er levert tidligere. Denne rapporten inneholder kart og en del andre opplysninger i forbindelse med kartet.

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 Drammen kommune - klimaforhold

Drammen kommune har et typisk Østlandsklima. I de høyereliggende områdene som Skalstadskogen dominerer hovedklimaet hele året. Nede i Drammensdalen gir imidlertid det lokale klimaet vesentlige bidrag; spesielt i vinterhalvåret.

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 ned mot de laveste delene av terrenget. I Drammensdalen og i Lierdalen blir resultatet en kald luftstrøm ned dalen. Når det er is på Drammensfjorden stopper luftstrømmen mot Svelvikryggen og det danner seg et nokså stillestående kaldt luftlag nederst mot isen og i laveste del av Drammensdalen. Etter at dette laget er dannet vil lufta som siger ned dalen gli ut fjorden ovenpå bunnlaget. I skillelaget mellom luftstrømmen og laget under danner det seg virvler. Dette gjør at den kalde luftstrømmen ned gjennom Drammen sentrum kan være ujevn med forholdsvis sterke lokale vindkast.

I værdsituasjonene som er nevnt ovenfor, er det temperaturinversjon i Drammensdalen og over Drammensfjorden. I en temperaturinversjon er det kaldest nede ved bakken, og lufttemperaturen øker opp til et bestemt høydenivå før den begynner å avta med høyden som er det vanlige. De kraftigste inversjonene forekommer i januar og februar, og de kan i Drammen nå opp til 100 - 150 m over dalbunnen.

Under temperaturinversjoner hindres luftforurensinger i å stige til vær. Mye av luftforurensingene blir da liggende i det lave og kalde luftlaget og følge det ut mot Drammensfjorden.

Områder oppe på åsene som Skalstadskogen ligger over temperaturinversjonen i dalen og er mer influert av hovedklimaet. Her er hovedvindretningen om vinteren fra sørvest.

Det er mer vind på Skalstadskogen enn i de andre områdene. Men det er bare i unntakstilfelle at det er betydelig forskjell.

Dimensjonerende laveste utetemperatur (middel tre laveste midlere minimumstemperaturer) er 2 - 3°C lavere på Gulskogen/Grønland enn opp på Skalstadskogen, og de aktuelle minimumstemperaturene kan være 3 - 4°C lavere. Om sommeren er imidlertid høyeste dimensjonerende utetemperatur (middel fem høyeste midlere maksimumstemperaturer) 1,5 - 2°C høyere på Gulskogen/Grønland og de aktuelle maksimumstemperaturene kan være 2 - 3°C høyere.

Om vinteren har Skalstadskogen solen lengre enn nede i byen. Dette gjelder spesielt Konnerudsiden, selve sentrum og de laveste delene av Bragernessiden.

I hvert fall på deler av Knive/Vardåsen vil husfasadene som vender ut mot fjorden, være på skyggesiden det meste av dagen. Husfasader mot elva på Gulskogen/Grønland vil også ligge i skyggen. Det er mulig å beregne solforholdene på de forskjellige områder, fasader og terrasser.

1.4 Beregning av graddager

Forsker S. Linge Lystad har laget et dataprogram som beregner lengden av fyrings-sesongen og graddagsummen 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 døgn-normaler 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.

Det er beregnet månedsnormaler for lufttemperatur, relativ fuktighet og vindhastighet for flere steder i kommunen. Disse er videre benyttet som grunnlag for beregning av graddager. I tillegg er det foretatt interpolasjoner og benyttet generell klimatologisk kunnskap for å få nok informasjon til å tegne et graddagskart.

1.5 Graddagskart basert på lufttemperatur og vindkjøling

Den normale middelvinden i vinterhalvåret på Skalstadskogen og i områdene rundt er vurdert til ca 2 m/s i januar og februar. Nede i Drammensdalen er de normale middelvindhastighetene lavere. Så lav vindhastighet gir liten kjøleeffekt.

Fyringssesong og graddagssum for Drammen bestemmes så og si utelukkende av lufttemperaturen, og vindkjøling gir vanligvis ikke noe eller meget lite bidrag. Da beregningene for Drammen ble utført, fant man det derfor unødvendig å lage graddagskart basert både på lufttemperatur og vindkjøling.

Under det senere arbeidet med kartet for Larvik ble vindkjøledelen av programmet forbedret. Man vil nå kunne få med bidraget av vindkjøling oppe på åsen bedre enn under beregningene for Drammenskartet. Et slikt kart kan beregnes hvis det er ønskelig. Resultatet vil bli en liten økning av graddagstallet for de høyeste og mest vindutsatte områdene, men det vil ikke bli vesentlige endringer. Hvis det senere blir aktuelt å tegne et mer detaljert graddagskart for Skalstadskogen, vil imidlertid vindkjøling bli tatt med i beregningene.

1.6 Graddagskart basert på temperatur alene

Det er beregnet graddagstall for begge åssidene i Drammen som henholdsvis nord- og sørvendte skråninger. Det er også tatt hensyn til hovedorienteringen av Skalstadskogen.

På grunn av temperaturinversjonen om vinteren er det beregnet høydegradienter for lufttemperaturen for hver enkelt måned. Det er antatt sterkest inversjon i januar og februar og ingen om sommeren.

Kartet viser at graddagssummen er størst i de høyere områdene og langs siden av Konnerudåsen. Det er et minimum som er noe forskjøvet mot Bragernessiden i Drammen sentrum, videre opp Lierdalen og ut Drammensfjorden. Likeså er det minimum sydfra opp mot Skalstadskogen.

Det er kaldere nede i Drammen sentrum enn oppe på Skalstadskogen om vinteren. Men fyringssesongen er lengre på Skalstadskogen enn i Drammen sentrum, og det gjør at graddagssommene blir noenlunde like.

Kartet er satt inn bakerst i rapporten.

1.7 Fyringssesong - lengde

Normal fyringssesong er beregnet til 237 døgn i Drammen sentrum på Bragernessiden, 250 døgn ved Knive 50 m o.h. og 252 døgn på Skalstadskogen 200 m o.h.

1.8 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 middelvei over årene 1961 - 1990.

Etter en internasjonal avtale er en meteorologisk normal middelveien 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 middelvei for årene 1961 - 1990.

Normal døgntemperatur for en bestemt dato kan beregnes direkte som middelvei 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 middelveiene 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 middelveien 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

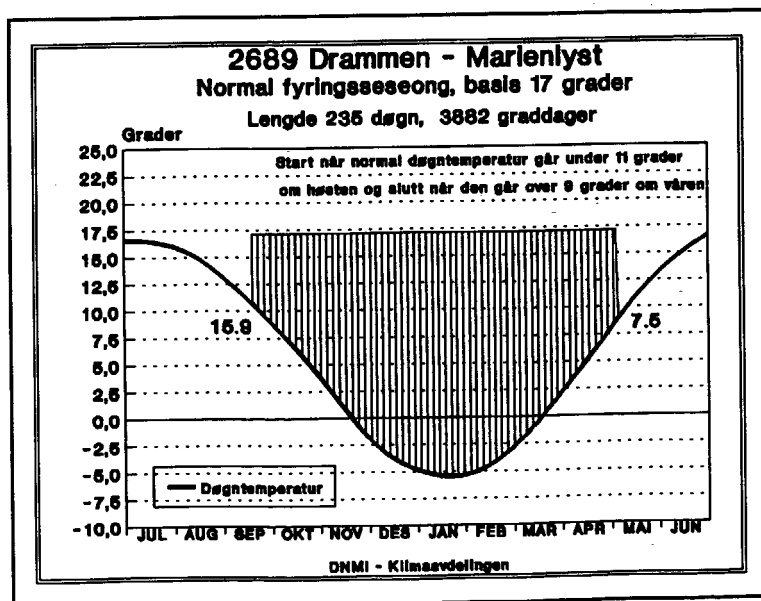
er summen av antall graddager for hvert enkelt døgn i fyringssesongen.

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 2×235 til 3412 graddager og økes basistemperaturen til 20°C må graddagssummen økes tilsvarende med 3×235 til 4587 graddager.

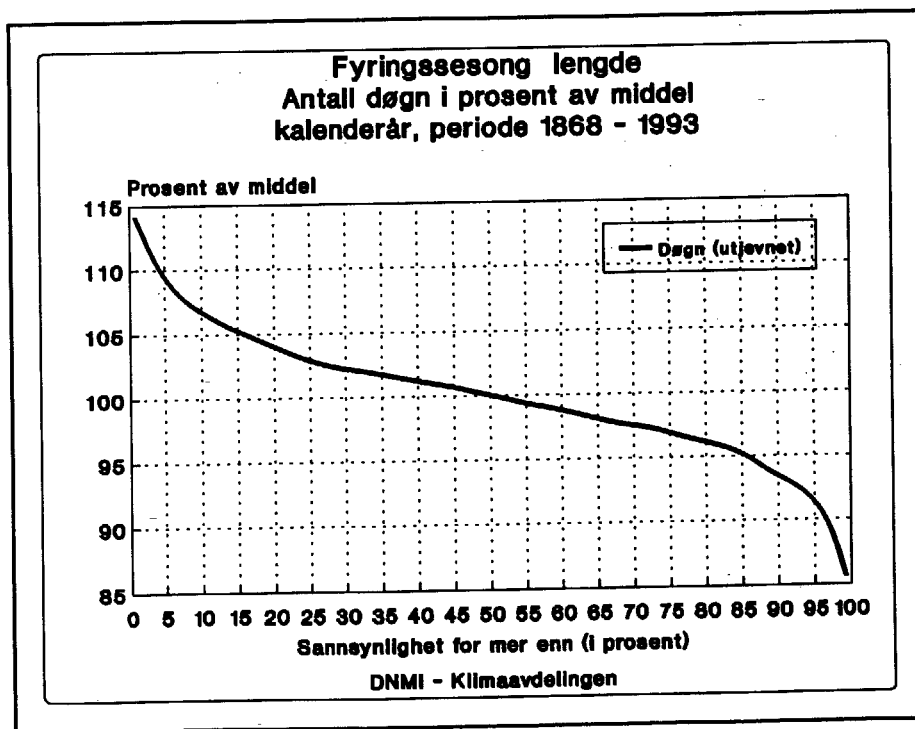


Figur 1

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.

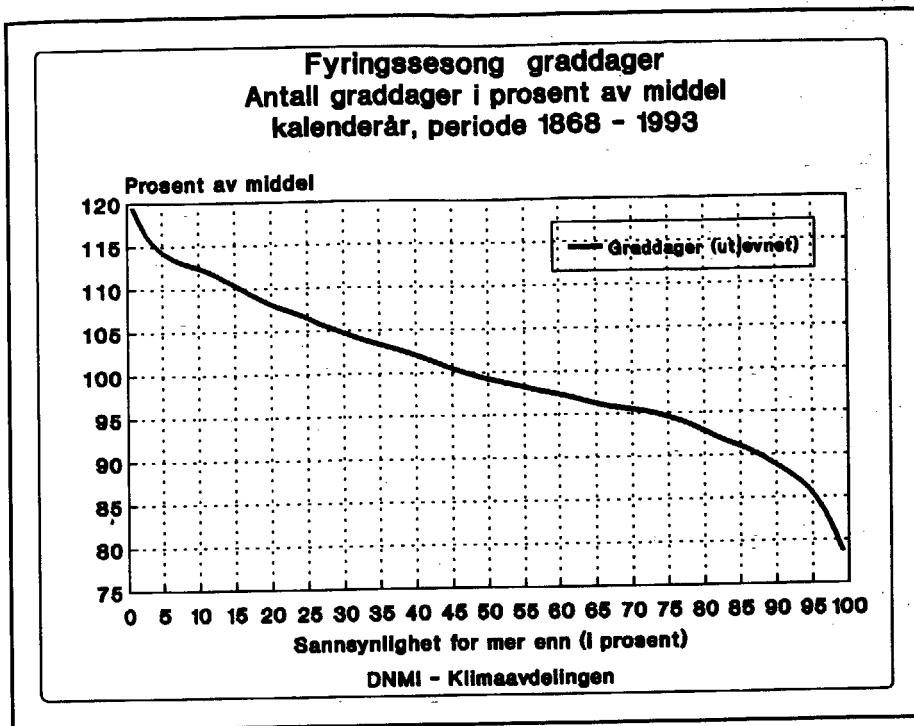
For noen stasjoner med lange observasjonsserier er lengden av fyringssesongen og graddagssummen beregnet for hvert kalenderår for perioden 1868 - 1993. Variasjonene på de enkelte stasjonene er så like at de for Oslofjordområdet er slått sammen til å gjelde for **kystnære områder**. Dermed har det vært 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

Normal lengde på fyringssesongen et sted er beregnet til 240 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 240 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 257 døgn.



Figur 3

Tar vi en normal graddagssum på 4000 graddager 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 4000 graddager. Årsaken til at vi får 47% og ikke 50% er at graddagssommene ikke er helt normalfordelt. Den er litt skjev med en medianverdi - tilsvarende middelverdien på 4000 - på 3964 graddager.

Det er 10% sannsynlighet for å få en graddagssum som er lik eller større enn 112.5%; dvs 4500 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.

Hvis fyringssesongen har en normal lengde på 240 døgn og en graddagssum på 4000 graddager får vi følgende:

1. Sannsynlighet for verdier lik eller større

Sannsyn- lighet %	Gjentagel- sestid år	Lengde døgn	Graddags- sum
5	20	262	4580
10	10	257	4500
20	5	250	4320
50	2	240	3964

2. Sannsynlighet for verdier mindre enn

Sannsynlighet %	Gjentagelsestid år	Lengde døgn	Graddagssum
50	2	240	3964
20	5	233	3720
10	10	223	3560
5	20	220	3400

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.

CIVITAS

Metereologisk institutt
v/ Bjørn Aune

Fax 22963050

Oslo, 11.02.94

Klimakart Drammen.

Vi viser til kontakt om behov for lokalklimakart i de 10 kommunene som har fått støtte fra MD for å se på muligheter for å vurdere stasjonær energibruk i arealplanleggingen.

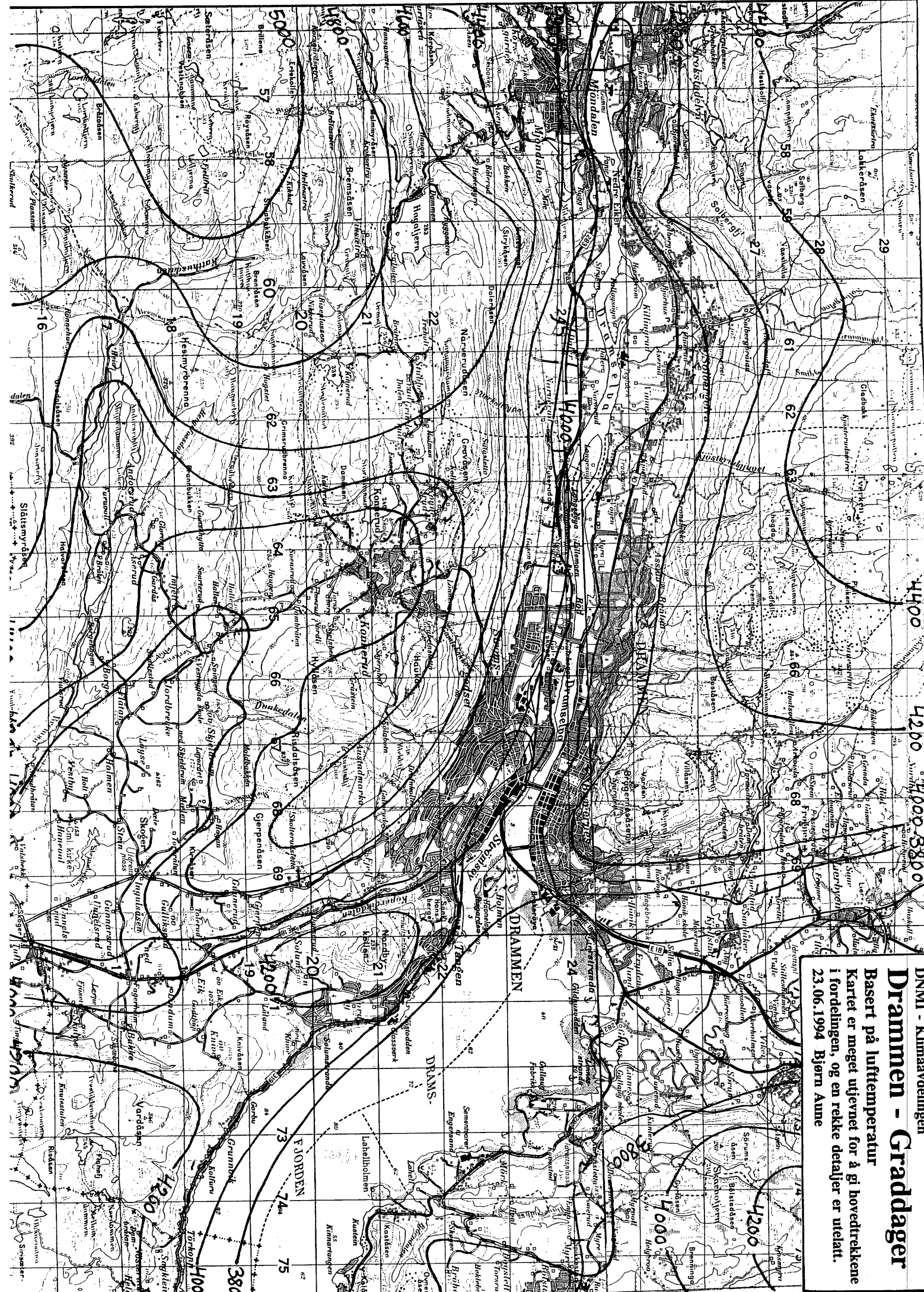
Det er interessant å følge opp ditt forslag om et enkelt kart på overordnet nivå som med utgangspunkt i graddager og vind kan vise vindavkjølingstemperatur, sum for året og evt for oppvarmingsperioden. Ut fra et referansepunkt som viser 100 % vises variasjon på aktuelle områder i kommunen. Drammen kommune er interessert i en umiddelbar utførelse av et slikt kart innenfor en ramme på kr 10.000.-. Umiddelbar vil si at kartet må foreligge i utkast innen 7 mars.

Jeg håper dette lar seg gjøre. Kontakt meg for nærmere avtale om møte hos dere. Kartet fra Drammen er sendt deg.

Med hilsen

Ole Falk Frederiksen





DNMI - Klimaavdelingen
Drammen - Graddager
Basert på lufttemperatur
Kartet er meget utjevnet for å gi hovedtrekkene
i fordelingen, og en rekke detaljer er utelatt.
23.06.1994 Bjørn Aune