

# DNMI

DET NORSKE METEOROLOGISKE INSTITUTT

# *klima*

**STEINKJER - GRADDAGSKART**

**BJØRN AUNE**

**RAPPORT NR. 34/94 KLIMA**



# DNMI-RAPPORT

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

ISBN

RAPPORT NR.

34/94 KLIMA

DATO

22.09.1994

TITTEL

## Steinkjer - graddagskart

UTARBEIDET AV

**Bjørn Aune**

OPPDRAGSGIVER

**Steinkjer kommune  
Asplan Viak Informasjonsteknologi as**

OPPDRAGSNR.

SAMMENDRAG

Rapporten inneholder kart som viser normal graddagssum i Steinkjer 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

FAGSJEF

# 1. Steinkjer - graddagskart

## 1.1 Innledning

DNMI har mottatt bestilling datert 12.09.1994 fra ASPLAN VIAK AS på utarbeidelse av et klimakart for Steinkjer kommune tilsvarende arbeidet i Larvik kommune. Se vedlegg 1.

Det er ikke foretatt befarings i kommunen. Arbeidet er utført på grunnlag av tilsendte kart, utrederens egen kjennskap til kommunen og samtaler med lokalkjente. Dette regnes som tilfredsstillende grunnlag for en overordnet vurdering, men eventuelle mindre og helt lokale effekter har det ikke vært mulig å ta hensyn til.

## 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/m<sup>3</sup> 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 Steinkjer kommune - klimaforhold

Klimaet i Steinkjer kommune om vinteren domineres av hovedklimaet i regionen. Terrenget er åpent og det er sjelden at en værtype dominerer over lengre tid. Men noen spesielle klimatrekk finnes i kommunen.

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. Det dannes temperaturinversjon hvor den laveste lufttemperaturen er nederst ved bakken. Fra bakken stiger lufttemperaturen med høyden opp til toppen av inversjonslaget. Deretter avtar lufttemperaturen med høyden igjen.

Når Snåsavatnet er islagt siger kald luft ned mot det og videre nedover mot Steinkjer sentrum. Likeså kommer det en kald luftstrøm ned gjennom Ogndalen. De to luftstrømmene møtes i området der Byaelva og Ogna møtes og strømmer videre gjennom Steinkjer sentrum og ut over Beistadfjorden. Den kaldeste lufta beveger seg nærmest bakken hvor en del innsnevninger i de to dalene fører til oppstuvning av lufta noen steder. Den kalde lufta beveger seg derfor noe hurtigere litt høyere oppe hvor den glir mer uhindret. I grenseskiktet kan det danne seg virvler som fører til ujevne vindforhold lokalt. Om vinteren er den normale hovedvindretningen i Steinkjer sentrum og områdene rundt fra nordøst.

I den samme vær-situasjon med klarvær og rolige vindforhold danner det seg også en temperaturinversjon over de laveste områdene i Mære og Sparbu.

På grunn av det åpne terrenget er blir inversjonslaget grunt. Det blir derfor ikke så sterkt som enkelte steder i f.eks. Namdalen og Verdal. Men tilsigsområdet over Snåsavatnet er stort og kaldluftstrømmen ut mot Trondheimsfjorden er meget merkbar.

Det er små forskjeller mellom lokalklimaene til områdene som vurderes. Det er ikke store høydeforskjeller slik at de avvikene som er, i hovedsak skyldes plassering i forhold til kladluftstrømmen fra Snåsavatnet og Ogndalen, lokale kaldluftsdannelser og avtand fra fjorden.

I det følgende avsnittet gis det noen korte kommentarer om hva som er spesielt lokalklimatisk med hvert område om vinteren. Det må imidlertid presiseres at temperaturinversjonen over området ikke er permanent gjennom vinteren. På grunn av at fjorden om vinteren er varmere enn marka rundt, vil det hele tiden være grunnlag for en kald luftstrøm mot fjorden. Men det er bare under rolige vindforhold at denne er merkbar. Det må også være klarvær for at det skal bygges opp temperaturinversjon som gjør strømmen sterk og gir de laveste lufttemperaturene. Under mesteparten av vinteren dominerer det storstilte været, og da er forholdene nokså like i alle områdene med avtagende lufttemperatur og økende vind med høyden.

**Søndre Egge** ligger nær Beistadfjorden og vintertemperaturen påvirkes av denne. Området ligger litt utenfor den laveste kaldluftstrømmen fra Snåsavatnet og Ogndalen. **Fjellhaugen** er det området som er mest påvirket av kaldluftstrømmen fra Snåsavatnet og Ogndalen, og det antas at det er det kaldeste av områdene. **Raudåsen** slipper noe lettere unna kaldluftstrømmen enn Fjellhaugen. Området heller imidlertid mot nordvest, noe som øker fyringsbehovet. **Frøsetåsen** heller også mot nordvest. men området ligger så nær Beistadfjorden at lufttemperaturen om vinteren er påvirket av denne. Kaldluftstrømmen har mindre effekt her så lenge som det ikke er is på fjorden. **Mære** er påvirket av lokal temperaturinversjon over det lave Mære-området, mens **Sparbu** som ligger litt høyere, blir mindre påvirket. Mære og Sparbu ligger lengst fra

fjorden av områdene, og det medfører lavere lufttemperaturer om vinteren enn i områdene nærmere fjorden. **Nedre Sannan** ligger i kaldluftstrømmen over Steinkjer sentrum. Vintertemperaturen påvirkes imidlertid også av nærheten til Beistadfjorden.

#### 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 **vindkjøletemperatur\*** som erstatter den vanlige normale månedstemperaturen. Vindkjøletemperaturen beregnes av lufttemperatur, relativ fuktighet og vindhastighet. 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 Steinkjer kommune. Kartene er basert på henholdsvis lufttemperatur alene og på lufttemperatur og beregnet vindkjøling.

Det er for tiden ikke noen meteorologisk observasjonsstasjon i Steinkjer kommune. Det har derfor vært nødvendig å beregne normal lufttemperatur, utbredelse av skydekke, relativ fuktighet og vindhastighet på grunnlag av andre observasjonsstasjoner i området. Dette generaliserer de beregnede graddagssommene noe, dvs at lokale effekter ikke kommer med.

Beregningene er gjort for alle områdene. Beregningene er gjort for middelhøyde anslått fra kartgrunnet og for en del faste høydenivåer. 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.

Beregningene av graddager er gjort for horisontale flater. Det er mulig å beregne for skråflater, men for terrenget i Steinkjer kommune er dette av mindre betydning. Data-grunnet forsvarer heller ikke et så høyt detaljeringsnivå.

Kartene er satt inn bakerst i rapporten.

-----

\* I rapportene for Drammen, Larvik og Kongsberg er det benyttet ordet **vindkjølingstemperatur**.

## 1.6 Fyringssesong - lengde

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

Lufttemperatur Område	Fyringssesong				
	Start- dato	Slutt- dato	Lengde døgn	Grad- dager	Sol- energi
B17 Søndre Egge	5.9	19.5	257	4034	337
B30-34 Fjellhaugen	3.9	19.5	259	4226	342
B13 Raudåsen	3.9	19.5	259	4181	342
B1 Frøsetåsen	4.9	20.5	259	4034	345
Mære	3.9	17.5	257	4178	332
Sparbu	4.9	17.5	256	4141	332
Nedre Sannan	4.9	18.5	257	4158	335
Middel	4.9	19.5	258	4136	338
Tidligste/minste	3.9	17.5	256	4034	332
Seneste/største	7.9	20.5	259	4226	345

Solenergi: mottatt solenergi på en horisontal flate i fyringsperioden i kWh/m<sup>2</sup>  
Tidligste/minste og seneste/største gjelder enkeltkolonner

Tabell 1: Midlere fyringssesong for de enkelte områder beregnet på grunnlag av lufttemperatur alene.

Tabellen viser at det er så små forskjeller på lengden på fyringssesongen for de enkelte områdene at forskjellene mest sannsynlig skyldes usikkerheten i utgangsdata. Men det er naturlig at fyringssesongen begynner en dag eller to senere i områdene som ligger nærmest Beistadfjorden. Det er også naturlig at fyringssesongen slutter en til to dager tidligere i de sydligste områdene Mære/Sparbu.

Forskjellene i graddagssum skyldes lufttemperaturen. Selv om fyringssesongene for to områder er like lange, vil området som har de laveste vintertemperaturene, ha størst graddagssum.

Vinden gir i tillegg til lufttemperaturen en "utilsiktet" kjøling om vinteren, og dette fører til et varmebehov som er større enn hva lufttemperaturen gir alene. Dette er mest aktuelt for eldre bygninger med svakere isolasjon.

I Steinkjer kommune er det ikke stor forskjell på vindforholdene. Mest vind forekommer langs fjorden og større vannflater og vindhastigheten øker med høyden. Flere steder i indre strøk er det normalt så lite vind at den ekstra kjøleeffekten blir minimal.

Normal fyringssesong er også beregnet ut fra lufttemperatur og vindkjøling. Resultatet er gitt i tabell 2 nedenfor.

Vindkjøletemperatur Område	Fyringssesong				
	Start- dato	Slutt- dato	Lengde døgn	Grad- dager	Sol- energi
B17 Søndre Egge	4.9	22.5	261	4242	354
B30-34 Fjellhaugen	1.9	24.5	266	4710	371
B13 Raudåsen	31.8	25.5	268	4664	380
B1 Frøsetåsen	2.9	26.5	267	4515	379
Mære	4.9	19.5	258	4371	342
Sparbu	3.9	20.5	260	4406	349
Nedre Sannan	4.9	22.5	261	4374	354
Middel	2.9	22.5	263	4469	361
Tidligste/minste	31.8	19.5	258	4242	342
Seneste/største	4.9	26.5	268	4710	380

Solenergi: mottatt solenergi på en horisontal flate i fyringsperioden i kWh/m<sup>2</sup>  
Tidligste/minste og seneste/største gjelder enkeltkolonner

Tabell 2: Midlere fyringssesong for de enkelte områder beregnet på grunnlag av vindkjøletemperatur.

Lengden på fyringssesongen i områdene øker med 1 - 9 døgn og graddagssummen med 5 - 12 prosent (193 - 484) alt etter hvor vindutsatte de er. Størst økning får Fjellhaugen, Raudåsen og Frøsetåsen, men på grunn av datagrunnlaget må man være meget forsiktig med detaljvurderinger.

### 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 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 døgnet 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 døgnet.

### 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 døgner.

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 døgner.

### 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

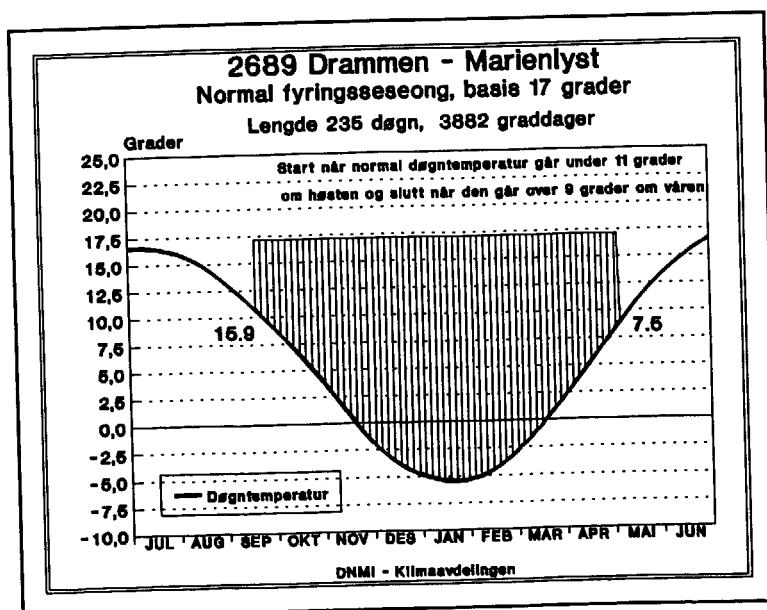
er summen av antall graddager for hvert enkelt døgn i fyringssesongen.

## 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  $2 \times 235$  til 3412 graddager og økes basistemperaturen til 20°C må graddagssummen økes tilsvarende med  $3 \times 235$  til 4587 graddager.

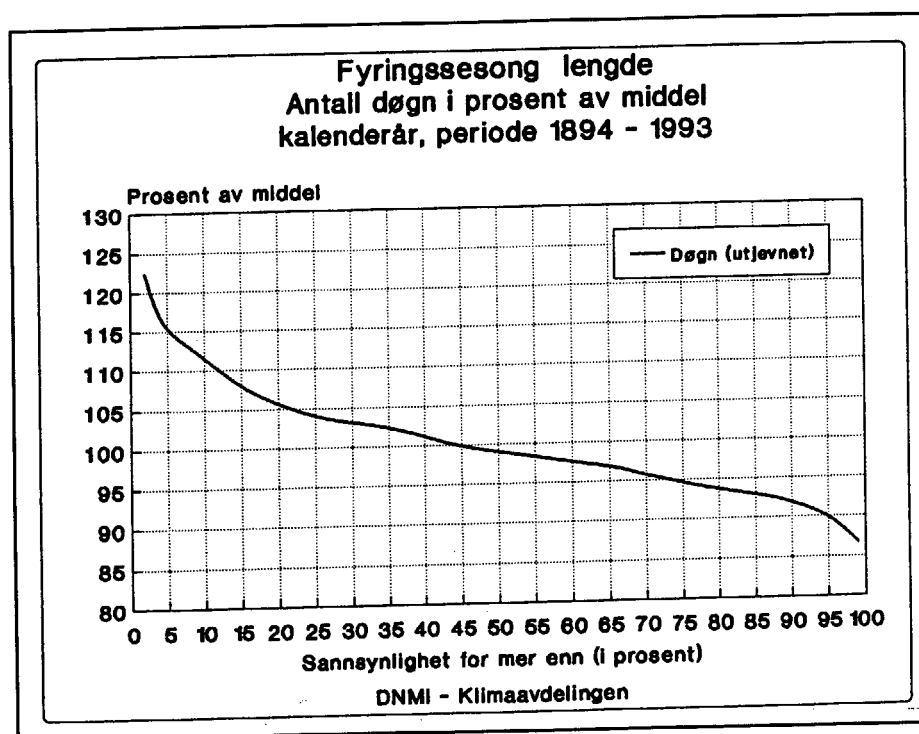


Figur 1

### 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.

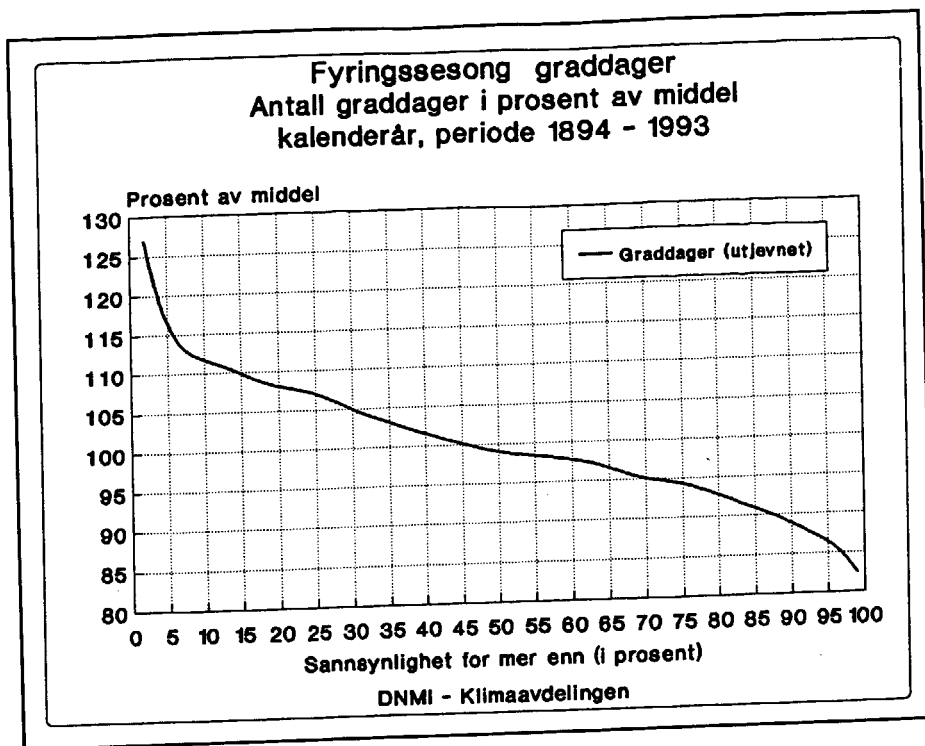
For noen stasjoner med lange observasjonsserier er lengden av fyringssesongen og graddagssummen beregnet for hvert kalenderår for perioden 1868 - 1993. Variasjonene på de enkelte stasjonene er meget like. Vi benytter her data for 100 år for Trondheim til å beregne to normaliserte diagram som kan benyttes til å beregne variasjonen når man kjenner middelverdien i et punkt. Ønsker man nøyktigere kurver, kan Tronheimskurvene bli justerte ved hjelp av kortere dataserier fra nærmere stasjoner. Diagrammet for fyringssesongens lengde er vist nedenfor og for graddagssummen på neste side.



Figur 2

På Søndre Egge er normal lengde på fyringssesongen beregnet til 257 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 45%. Dermed får vi at det er 45% sannsynlighet for at lengden av fyringssesongen er lik eller større enn 100%; dvs 257 døgn. Årsaken til at vi får 45% og ikke 50% er at lengden på fyringssesongen ikke er normalfordelt. Den er litt skjev med en medianverdi - tilsvarende middelverdien på 257 døgn - på 255 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 112%; dvs 288 døgn.



Figur 3

Tar vi normal graddagssum på 4034 graddager på Søndre Egge og setter den lik 100%, ser vi - etter samme prosedyre som for lengden av fyringssesongen - at vi også her får 45% sannsynlighet for at graddagssummen er lik eller større enn 100%; dvs 4034 graddager. Årsaken til at vi får 45% og ikke 50% er at også graddagssommene ikke er helt normalfordelt. Fordelingen er litt skjev med en tilsvarende medianverdi på 3995 graddager.

Det er 10% sannsynlighet for å få en graddagssum som er lik eller større enn 112.5%; dvs 4518 graddager.

Hvis vi har sannsynligheten  $S_{\text{over}}$  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 257 døgn og en graddagssum på 4034 graddager får vi følgende:

### 1. Sannsynlighet for verdier lik eller større

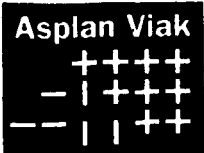
Sannsynlighet %	Gjentagelsestid år	Lengde døgn	Graddagssum
5	20	296	4679
10	10	288	4518
20	5	272	4358
50	2	255	3995

## 2. Sannsynlighet for verdier mindre enn

Sannsynlighet %	Gjentagelsestid år	Lengde døgn	Graddagssum
50	2	255	3995
20	5	241	3751
10	10	236	3590
5	20	231	3469

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 Søndre Egge kan gjøres for de andre områdene.



Det Norske Meteorologiske Institutt  
Pb. 43 Blindern  
0313 OSLO

Att: Bjørn Aune

METEOROLOGISK INSTITUTT	
Saksnr. 2217	Dok.nr.:
Saksb.: Kl	A 004.4
Innk.: 14/9-94	Eksp.:

Deres ref:

Vår ref:TK\DNMIBRI.DOC

Steinkjer: 12.09.94

## Energibruk i arealplanleggingen - klimavurderinger for Steinkjer sentrum.

Viser til telefonsamtale 09.09.94 og bestiller utarbeidelse av klimakart tilsvarende tilsendte eksempel fra Larvik. Det forutsettes at klimakartet utarbeides ut i fra foreliggende meteorologiske data og uten befarung.

De mulige boligområdene som skal vurderes er:

- Område B17, Søndre Egge
- Område B30-34, Fjellhaugen
- Område B13, Raudåsen
- Område B1, Frøsetåsen
- Nytt område/utvidelse i Sparbu/Mære
- Nedre Sannan i sentrum

Kostnadene er anslått med en øvre ramme på kr. 20.000,- eks. mva.  
Det er ønskelig at en foreløpig rapport kan foreligge 23.09.94.

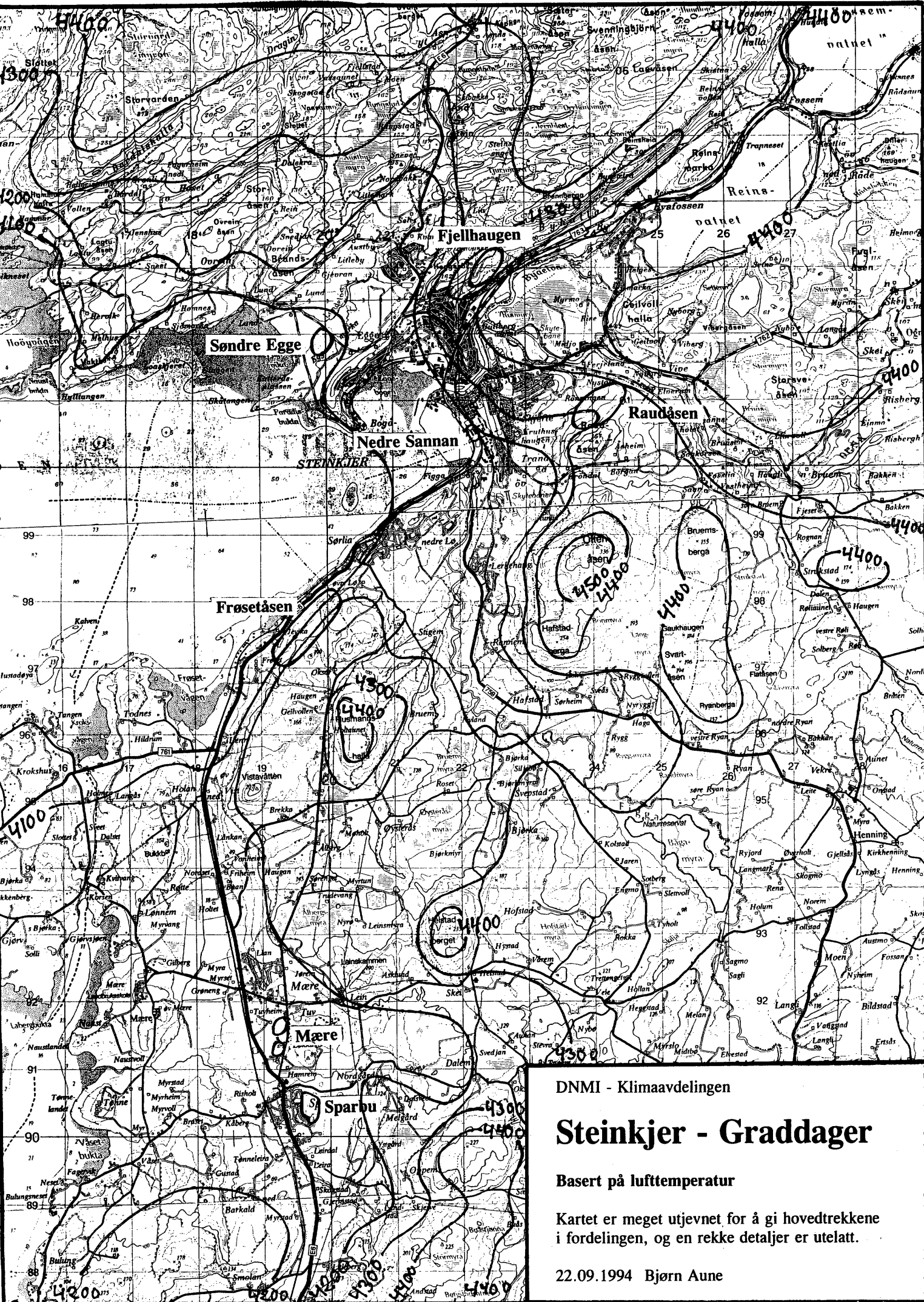
Fredag 09.09.94 ble følgende materiale med boligområdene avmerker sendt:

- Kart N50 med områdene avmerket
- Kommunedelplan senterum M=1:15 000
- Kommuneplanens arealdel M=1:100 000

Økonomisk kartverk i M=1:5 000 kan om ønskelig skaffes for hele området.

Med vennlig hilsen  
Asplan Viak Informasjonsteknologi as

  
Tore Kristiansen



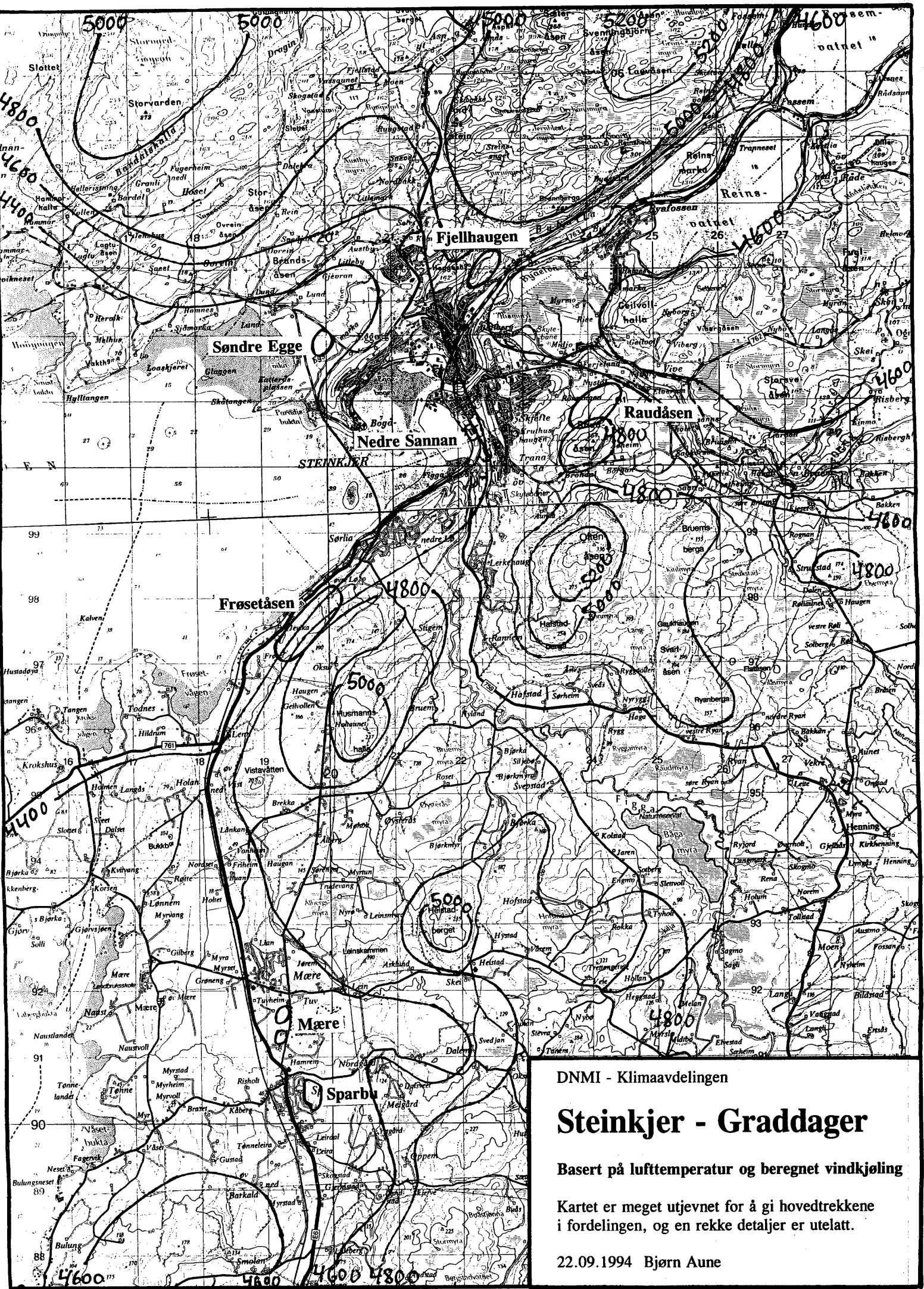
DNMI - Klimaavdelingen

## Steinkjer - Graddager

Basert på lufttemperatur

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

22.09.1994 Bjørn Aune



DNMI - Klimaavdelingen

# Steinkjer - Graddager

Basert på lufttemperatur og beregnet vindkjøling

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

22.09.1994 Bjørn Aune