

DNMI

DET NORSKE METEOROLOGISKE INSTITUTT

klima

KRISTIANSAND - GRADDAGSKART

BJØRN AUNE

RAPPORT NR. 38/94 KLIMA



DNMI-RAPPORT

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

ISBN

RAPPORT NR.

38/94 KLIMA

DATO

12.10.1994

TITTEL

Kristiansand - graddagskart

UTARBEIDET AV

Bjørn Aune

OPPDRAGSGIVER

**Kristiansand Energiverk
Østlandskonsult a.s**

OPPDRAGSNR.

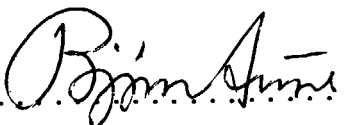
SAMMENDRAG

Rapporten inneholder kart som viser normal graddagssum i Kristiansand kommune.

Lengde av fyringssesong og graddagssum er beregnet både på grunnlag av lufttemperatur alene og på grunnlag av lufttemperatur og vinkjøling.

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. Kristiansand - graddagskart

1.1 Innledning

DNMI har mottatt bestilling datert 13.09.1994 fra ØSTLANDSKONSULT A/S på utarbeidelse av et klimakart for Kristiansand kommune etter samme opplegg som for Larvik og Drammen. Se vedlegg 1.

Det er ikke foretatt befarings i kommunen. Arbeidet er utført på grunnlag av tilsendte kart og utrederens egen kjennskap til kommunen. 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/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 sydskrånninger, osv.

1.3 Kristiansand kommune - klimaforhold

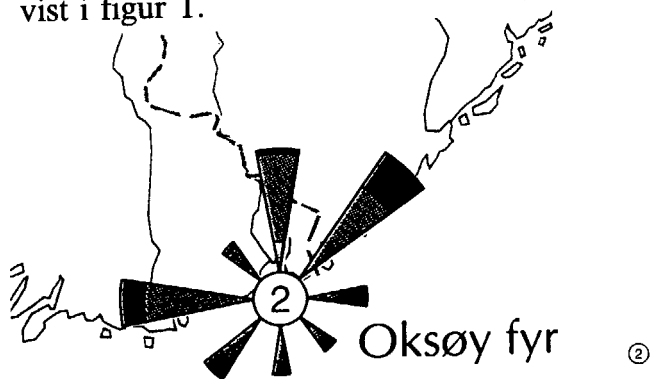
Klimaet i Kristiansand kommune om vinteren domineres av hovedklimaet i regionen. Terrenget er åpent og det er sjelden at en værtype dominerer over lengre tid.

Den normale lufttemperaturen i fyringssesongen er blandt de høyeste i landet. Det er varmest helt ute i skjærgården, spesielt midt på vinteren. Ved starten av fyringssesongen er imidlertid normal lufttemperatur mer jevn, og på slutten er det varmest i lavere indre strøk.

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.

Det forekommer temperaturinversjoner i Torridal og Topdal om vinteren, men de blir sjelden sterke. Som regel skifter været for fort. Det er derfor ingen steder i Kristiansand kommune som har meget lave normale vintertemperaturer.

En vesentlig grunn til dette er at Kristiansand ligger ute ved kysten og derfor får mye vind. Hovedvindretningene i januar er fra vest og fra nordøst. Den kraftigste vinden om vinteren kommer som regel i forbindelse med lavtrykk som passerer. Under mer rolige værforhold blåser vinden om vinteren hovedsakelig fra land mot hav. Dette skyldes at kald luft fra land strømmer ut mot havet hvor lufta er varmere og lettere. På grunn av jordrotasjonen bøyer vinden av mot høyre og vil ved kysten blåse parallelt med kystlinjen, med land på høyre side. Den normale vindfordelingen på Oksøy fyr er vist i figur 1.



Antall vindobservasjoner (i % av alle observasjoner) fordelt på 8 hovedretninger.

Antall observasjoner med vindstille (i % av alle observasjonene)

Figur 1. Normal vindfordeling på Oksøy fyr i januar. Normalperiode 1961-1990.

Vinden er sterkest ute ved kysten og i høyereliggende strøk. Den avtar innover i landet. Terrenget i kommunen gjør at det lokalt er store forskjeller i vindforholdene. Et stykke inn fra munningen av Torridal og Topdal er det meget rolige vindforhold.

1.4 Beregning av lengde av fyringssesong og graddagssum

Forsker S. Linge Lystad har laget et dataprogram som beregner lengden av fyringssesongen 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 i tillegg. Velges vindkjøling beregner programmet først en **vindkjøleteperatur*** som erstatter den vanlige normale månedstemperaturen. Vindkjøleteperaturen 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.

I Kristiansand har vi normalverdier for tre meteorologiske observasjonsstasjoner. Det er stasjonene 3904 Kjevik, 3910 Oksøy fyr og 3917 Kristiansand - Eg.

På grunnlag av disse tre stasjonene og stasjoner omkring er det beregnet normalverdier for lufttemperatur, relativ fuktighet, samlet skydekke og vindhastighet for 21 andre steder i kommunen. Det er vesentlig valgt steder som ligger i de aktuelle utbyggingsområdene. Der hvor det ikke er noen spesielle steder, er det beregnet for punkt i tilnærmet middelhøyde i området. I de fleste tilfellene er det også beregnet for faste høyder over havet. Dette er gjort for å finne fordelingen i forskjellige høydenivå. De beregnede verdiene blir nødvendigvis noe generelle idet helt lokale effekter spesielt med hensyn på lufttemperatur og vindhastighet ikke kommer med. Så i motsetning til normalene for observasjonsstasjonene som representerer konkrete punkt, representerer de beregnede et noe større areal.

Beregningsprogrammet er kjørt for de 24 stedene og for de forskjellige høydene over havet. Beregningene er gjort både på grunnlag av lufttemperatur alene og på grunnlag av lufttemperatur og vindkjøling.

Beregningene av graddager er gjort for horisontale flater. Det er mulig å beregne for skråflater, men for terrenget i Kristiansand kommune er dette av mindre betydning. Datagrunnlaget forsvaret heller ikke et så høyt detaljeringsnivå.

Resultatet er vist i de følgende tabellene 1 og 2 som starter på neste side.

Tabell 1 viser at det er små forskjeller på lengden på fyringssesongen basert på lufttemperatur alene, for de enkelte områdene. På Kjevik starter fyringssesongen normalt 11 døgn tidligere enn på Oksøy fyr, og den slutter 3 døgn tidligere. Forskjellen i lengde er altså bare 8 døgn.

Forskjellene i graddagssum skyldes lufttemperaturen gjennom sesongen. Selv om fyringssesongene for to områder er like lange, så vil området som har de laveste vintertemperaturene, ha størst graddagssum. På Kjevik er normal graddagssum 340 grader større enn på Oksøy fyr.

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

Lufttemperatur		hoh	Normal fyringssesong				
nr	sted		start	slutt	lengde døgn	grad- dag	Sol- strål
51	Oksøy Fyr	9	30 9	14 5	227	3039	347
52	Flekkerøy	20	27 9	13 5	229	3114	348
53	Ravneheia	50	23 9	13 5	233	3221	356
53	Ravneheia	100	20 9	14 5	237	3318	367
54	Voiebyen	50	24 9	12 5	231	3184	348
55	Borheia	50	20 9	9 5	232	3256	337
55	Borheia	100	18 9	11 5	236	3354	351
55	Borheia	120	17 9	11 5	237	3383	353
56	Vestheiene	80	18 9	10 5	235	3325	346
56	Vestheiene	100	18 9	11 5	236	3356	351
56	Vestheiene	150	15 9	13 5	241	3461	368
57	Kristiansand sentrum	10	24 9	8 5	227	3164	323
58	Kristiansand - Eg	22	21 9	9 5	231	3233	334
58	Kristiansand - Eg	50	20 9	9 5	232	3262	336
58	Kristiansand - Eg	100	18 9	11 5	236	3359	350
58	Kristiansand - Eg	150	15 9	13 5	241	3464	367
59	Gangdalsåsen	100	18 9	11 5	236	3385	350
59	Gangdalsåsen	150	15 9	13 5	241	3490	367
60	Strai	35	17 9	11 5	237	3409	352
60	Strai	50	16 9	11 5	238	3439	354
60	Strai	100	14 9	13 5	242	3538	369
60	Strai	150	11 9	14 5	246	3637	381
61	Mosby	50	19 9	11 5	235	3418	347
61	Mosby	100	16 9	12 5	239	3515	359
61	Mosby	150	14 9	14 5	243	3614	373
62	Gimlekollen	80	18 9	11 5	236	3371	350
62	Gimlekollen	100	17 9	11 5	237	3400	352
63	Justvik	25	19 9	11 5	235	3379	346
63	Justvik	50	17 9	13 5	239	3478	361
63	Justvik	100	14 9	14 5	243	3576	372
64	Jærnesheia	75	17 9	12 5	238	3449	356
64	Jærnesheia	100	15 9	14 5	242	3548	370
64	Jærnesheia	150	12 9	16 5	247	3655	387
65	Føreidmyra	50	17 9	12 5	238	3440	356
65	Føreidmyra	100	15 9	14 5	242	3539	370
65	Føreidmyra	150	12 9	16 5	247	3646	387
66	Farvannsåsen	80	16 9	13 5	240	3498	363
66	Farvannsåsen	100	15 9	14 5	242	3536	370
66	Farvannsåsen	150	13 9	15 5	245	3605	380
67	Lomsdalsheia	125	15 9	14 5	242	3536	370
67	Lomsdalsheia	150	12 9	16 5	247	3643	387
68	Kjevik	12	19 9	11 5	235	3379	346
68	Kjevik	50	18 9	12 5	237	3417	354
68	Kjevik	100	16 9	13 5	240	3508	363
69	Hamrefjell/Ravnåsen	75	18 9	12 5	237	3417	355
69	Hamrefjell/Ravnåsen	100	16 9	13 5	240	3508	364
69	Hånes	25	20 9	11 5	234	3331	345
69	Hånes	50	18 9	12 5	237	3422	355
69	Hånes	100	15 9	14 5	242	3527	371
71	Sørlandssenteret	80	19 9	9 5	233	3382	338
71	Sørlandssenteret	100	17 9	11 5	237	3480	352

Solenergi: mottatt solenergi på en horisontal flate i fyringsperioden i kWh/m²

Tabellen fortsetter på neste side.

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

Fortsatt fra forrige side

Lufttemperatur		hoh	Normal fyringssesong				
nr	sted		start	slutt	lengde døgn	grad- dag	Sol- strål
72	Søm	50	21 9	9 5	231	3233	334
72	Søm	100	18 9	10 5	235	3328	345
73	Drange	25	19 9	9 5	233	3339	342
73	Drange	50	16 9	11 5	238	3442	359
74	Frikstad	25	26 9	12 5	229	3107	341
74	Frikstad	50	24 9	13 5	232	3173	350
Middel			18 9	12 5	237	3408	357
Tidligste/minste			11 9	8 5	227	3039	323
Seneste/største			30 9	16 5	247	3655	387

Solenergi: mottatt solenergi på en horisontal flate i fyringsperioden i kWh/m²
 Tidligste/minste og seneste/største gjelder enkeltkolonner

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

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.

Tabell 2 viser at med vindkjøling starter normal fyringssesong på Kjevik bare 3 døgn tidligere enn på Oksøy fyr, og den slutter 8 døgn tidligere. Resultatet er at med vindkjøling er normal fyringssesongen på Kjevik 5 døgn kortere enn på Oksøy fyr, mens den var 8 døgn lengre basert på lufttemperatur alene.

Medtak av vindkjøling fører til reduksjon av lufttemperaturen som lengden av fyringssesongen og graddagssum beregnes ut fra. Det gir 199 grader større normal graddagssum på Oksøy fyr enn på Kjevik, mens den basert på lufttemperatur alene var 340 grader større på Kjevik.

Lufttemperatur og vindkjøling		hoh	Normal fyringssesong				
nr	sted		start	slutt	lengde døgn	grad- dag	Sol- strål
1	Oksøy Fyr	9	14 9	27 5	256	4368	452
2	Flekkerøy	20	11 9	24 5	256	4303	443
3	Ravneheia	50	11 9	22 5	254	4242	430
3	Ravneheia	100	6 9	27 5	264	4737	470
4	Voiebyen	50	12 9	21 5	252	4197	422
5	Borheia	50	12 9	16 5	247	3970	390
5	Borheia	100	7 9	20 5	256	4333	423
5	Borheia	120	5 9	22 5	260	4582	439
6	Vestheiene	80	9 9	20 5	254	4245	417
6	Vestheiene	100	8 9	21 5	256	4332	425
6	Vestheiene	150	4 9	25 5	264	4680	458
7	Kristiansand sentrum	10	15 9	16 5	244	3992	382
8	Kristiansand - Eg	22	12 9	17 5	248	4053	394
8	Kristiansand - Eg	50	10 9	19 5	252	4217	409
8	Kristiansand - Eg	100	6 9	23 5	260	4546	440
8	Kristiansand - Eg	150	2 9	26 5	267	4863	467
9	Gangdalsåsen	100	9 9	20 5	254	4291	416
9	Gangdalsåsen	150	4 9	24 5	263	4655	451
10	Strai	35	13 9	14 5	244	3726	376
10	Strai	50	11 9	16 5	248	3940	391
10	Strai	100	6 9	20 5	257	4363	425
10	Strai	150	2 9	24 5	265	4743	457
11	Mosby	50	18 9	12 5	237	3519	355
11	Mosby	100	11 9	17 5	249	4026	396
11	Mosby	150	6 9	21 5	258	4455	430
12	Gimlekollen	80	10 9	20 5	253	4187	414
12	Gimlekollen	100	9 9	21 5	255	4254	421
13	Justvik	25	12 9	19 5	250	4041	402
13	Justvik	50	10 9	21 5	254	4183	418
13	Justvik	100	5 9	24 5	262	4575	448
14	Jærnesheia	75	10 9	20 5	253	4225	413
14	Jærnesheia	100	6 9	23 5	260	4486	439
14	Jærnesheia	150	2 9	27 5	268	4856	471
15	Føreidmyra	50	10 9	21 5	254	4223	418
15	Føreidmyra	100	5 9	24 5	262	4601	448
15	Føreidmyra	150	1 9	28 5	270	4955	479
16	Farvannsåsen	80	7 9	23 5	259	4400	436
16	Farvannsåsen	100	6 9	23 5	260	4461	439
16	Farvannsåsen	150	2 9	26 5	267	4768	466
17	Lomsdalsheia	125	5 9	24 5	262	4497	448
17	Lomsdalsheia	150	1 9	27 5	269	4856	474
18	Kjevik	12	11 9	19 5	251	4169	405
18	Kjevik	50	9 9	20 5	254	4335	415
18	Kjevik	100	5 9	24 5	262	4692	448
19	Hamrefjell/Ravnåsen	75	9 9	20 5	254	4330	416
19	Hamrefjell/Ravnåsen	100	4 9	24 5	263	4682	451
19	Hånes	25	12 9	19 5	250	4131	403
19	Hånes	50	8 9	22 5	257	4383	429
19	Hånes	100	4 9	25 5	264	4732	456
21	Sørlandssenteret	80	14 9	14 5	243	3862	373
21	Sørlandssenteret	100	10 9	17 5	250	4137	399

Solenergi: mottatt solenergi på en horisontal flate i fyringsperioden i kWh/m²

Tabellen fortsetter på neste side.

Tabell 2: Midlere fyringssesong for de enkelte områder beregnet på grunnlag av lufttemperatur og vindkjøling.

Fortsatt fra forrige side

Lufttemperatur og vindkjøling		hoh	Normal fyringssesong				
			start	slutt	lengde døgn	grad-dag	Sol-strål
nr	sted						
22	Søm	50	10 9	19 5	252	4297	409
22	Søm	100	6 9	23 5	260	4609	440
23	Drange	25	10 9	17 5	250	4182	405
23	Drange	50	7 9	20 5	256	4426	428
24	Frikstad	25	13 9	23 5	253	4234	427
24	Frikstad	50	11 9	25 5	257	4408	443
Middel			8 9	21 5	256	4361	427
Tidligste/minste			1 9	12 5	237	3519	355
Seneste/største			18 9	28 5	270	4955	479

Solenergi: mottatt solenergi på en horisontal flate i fyringsperioden i kWh/m²
 Tidligste/minste og seneste/største gjelder enkeltkolonner

Tabell 2: Midlere fyringssesong for de enkelte områder beregnet på grunnlag av lufttemperatur og vindkjøling.

1.5 Graddagskart

Det er tegnet kart over normalt antall graddager over en del av Kristiansand kommune. Kartene er basert på henholdsvis lufttemperatur alene og på lufttemperatur og beregnet vindkjøling.

Grunnlag for tegningen er de beregnede verdiene i tabellene 1 og 2. 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.

Kartene er satt inn bakerst i rapporten.

1.6 Graddager - variasjon

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

De fem lengste og korteste fyringssesongene og de fem største og minste graddagssommene for observasjonsstasjonene Kjevik og Oksøy fyr er vist i tabell 3 på neste side. I tabellen gis først data for Oksøy for hele observasjonsperioden fra 1871 og deretter gis data for både Oksøy fyr og Kjevik for observasjonsperioden for Kjevik fra 1941. Her ser man at de to stasjonene ikke går helt i takt. Men avvikene er ikke større enn helt naturlige variasjoner. En sesong som bare er med for en stasjon, er imidlertid ikke langt unna å være blandt de tilsvarende fem for den andre stasjonen.

Oksøy fyr , periode 1871-1994									
Fem høyeste verdier					Fem laveste verdier				
	Fyringssesong		Graddager			Fyringssesong		Graddager	
	Sesong	Døgn	Sesong	Sum		Sesong	Døgn	Sesong	Sum
1	1877/78	262	1941/42	3753	1961/62	197	1989/90	2369	1
2	1902/03	256	1880/81	3750	1937/38	203	1988/89	2481	2
3	1885/86	254	1876/77	3674	1947/48	204	1991/92	2570	3
4	1986/87	253	1870/71	3650	1901/02	206	1948/49	2586	4
5	1927/28	251	1940/41	3615	1985/86	208	1949/50	2655	5
Oksøy fyr , periode 1941-1994					Kjevik , periode 1941-1994				
Fem høyeste verdier					Fem høyeste verdier				
	Fyringssesong		Graddager			Fyringssesong		Graddager	
	Sesong	Døgn	Sesong	Sum		Sesong	Døgn	Sesong	Sum
1	1986/87	253	1941/42	3753	1957/58	259	1978/79	3983	1
2	1979/80	246	1965/66	3570	1978/79	257	1965/66	3975	2
3	1957/58	242	1969/70	3532	1986/87	257	1985/86	3937	3
4	1955/56	241	1979/80	3523	1985/86	253	1962/63	3906	4
5	1976/77	240	1962/63	3468	1972/73	252	1969/70	3891	5
Fem laveste verdier					Fem laveste verdier				
	Fyringssesong		Graddager			Fyringssesong		Graddager	
	Sesong	Døgn	Sesong	Sum		Sesong	Døgn	Sesong	Sum
1	1961/62	197	1989/90	2369	1958/59	208	1989/90	2543	1
2	1947/48	204	1988/89	2481	1949/50	209	1988/89	2615	2
3	1985/86	208	1991/92	2570	1951/52	211	1991/92	2839	3
4	1953/54	210	1948/49	2586	1989/90	214	1948/49	2856	4
5	1949/50	211	1949/50	2655	1945/46	215	1942/43	2869	5

Tabell 3: De fem lengste og korteste fyringssesongene og de fem største og minste graddagssommene for observasjonsstasjonene Kjevik og Oksøy fyr beregnet på grunnlag av lufttemperatur.

Forutsatt at lufttemperaturen om vinteren er lav nok, er lengden av fyringssesongen avhengig av lufttemperaturen om høsten og om våren. Graddagssummen er avhengig av lufttemperaturen gjennom hele fyringssesongen. De lengste og korteste fyringssesongene samsvarer derfor ikke nødvendigvis med de tilsvarende graddagssommene.

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

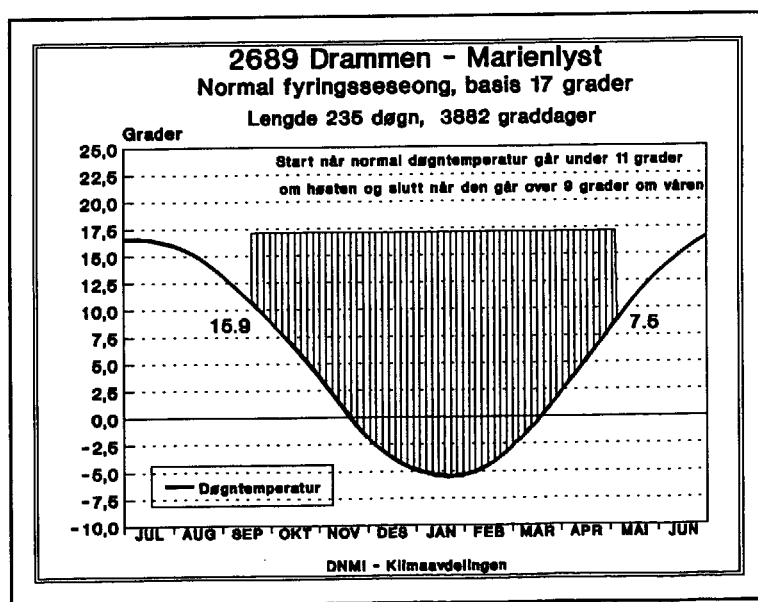
er summen av antall graddager for hvert enkelt døgn i fyringssesongen.

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

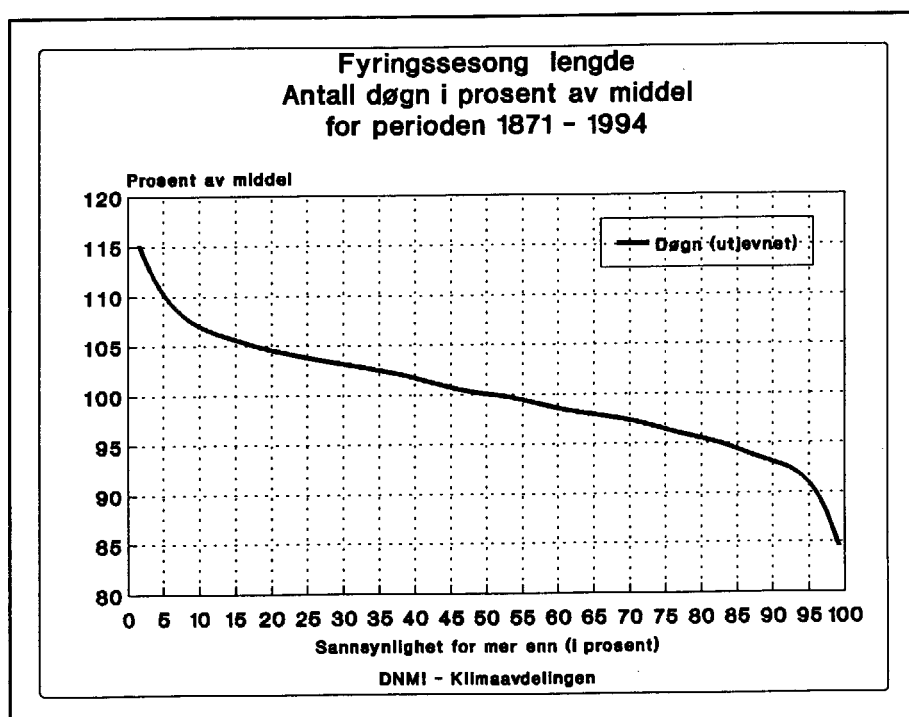


Figur 1 Drammen - Marienlyst, normal fyringssesong

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.

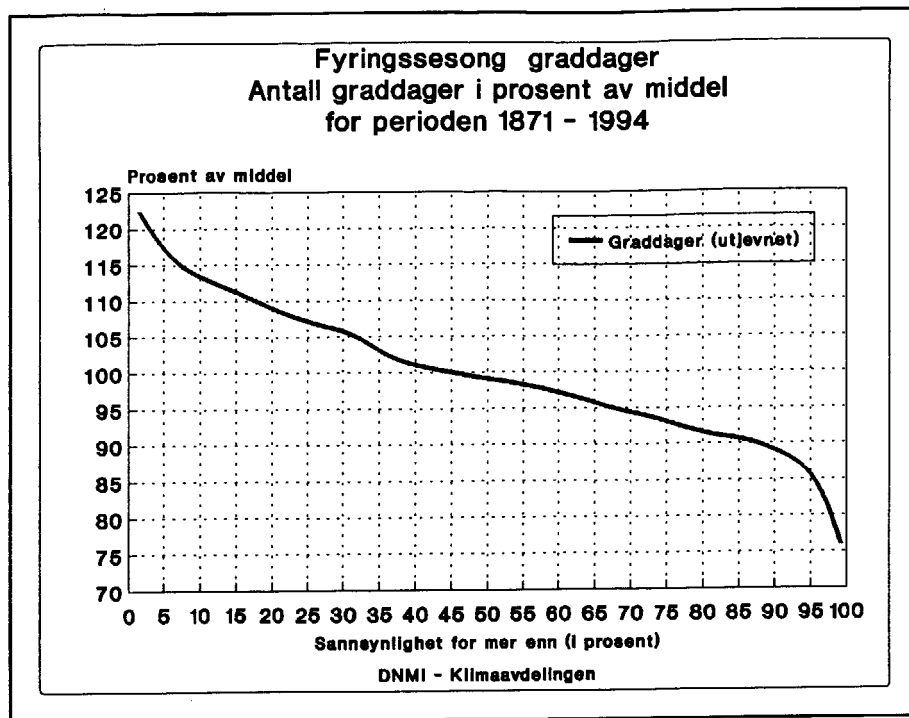
Lengden av fyringssesongen og graddagssummen beregnet for hver sesong for stasjonene Kjevik og Oksøy fyr. For Kjevik gjelder det perioden 1941 - 1994 og for Oksøy fyr perioden 1871 - 1994. Variasjonene på de enkelte stasjonene er meget like. Vi benytter derfor beregningene for Oksøy fyr som har den lengste datarekken, til å beregne to normaliserte diagram som kan benyttes til å beregne variasjonen når man kjenner middelverdien i et punkt. Diagrammet for fyringssesongens lengde er vist nedenfor og for graddagssummen på neste side.



Figur 2

For Kristiansand sentrum er normal lengde på fyringssesongen basert på lufttemperaturen alene beregnet til 227 døgn som settes lik 100%. Vi finner 100% på den vertikale akse i figur 2 og går horisontalt til vi treffer den heltrukne kurven. Derfra går vi vertikalt ned til den horisontale akse 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 227 døgn.

Ved å starte på 10 på den horisontale akse, 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 243 døgn.



Figur 3

Tar vi normal graddagssum basert på lufttemperatur alene på 3164 for Kristiansand sentrum og setter den lik 100%, ser vi - etter samme prosedyre som for lengden av fyringssesongen - at vi får 45% sannsynlighet for at graddagssummen er lik eller større enn 100%; dvs 3164 graddager. Årsaken til at vi får 45% og ikke 50% er at graddagssommene ikke er helt normalfordelt. Fordelingen er litt skjev med en tilsvarende medianverdi på 3082 graddager.

Det er 10% sannsynlighet for å få en graddagssum som er lik eller større enn 113%; dvs 3575 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 227 døgn og en graddagssum på 3164 graddager får vi følgende ved å benytte figur 2 og 3:

3.1 Sannsynlighet for verdier lik eller større

Sannsyn- lighet %	Gjentagel- sestid år	Lengde døgn	Graddags- sum
5	20	249	3702
10	10	243	3575
20	5	236	3449
50	2	227	3082

3.2 Sannsynlighet for verdier mindre enn

Sannsyn- lighet %	Gjentagel- sestid år	Lengde døgn	Graddags- sum
50	2	227	3082
20	5	218	2895
10	10	211	2816
5	20	206	2689

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 Kristiansand sentrum, kan gjøres for de andre områdene.



ØK-FREDRIKSTAD
 POSTBOKS 123
 1601 FREDRIKSTAD
 TELEFON: (69) 39 49 00
 TELEFAX: (69) 39 49 10

Det norske meteorologiske institutt
 Postboks 43 Blindern
 0313 Oslo
 Att: Bjørn Aune

METEOROLOGISK INSTITUTT	
Saksnr.: 22/3	Dok.nr.:
Saksb.: Kl	A 004.4
Innk.: 14/9-94	Eksp.:

Fredrikstad 13.9.94
 O.nr. 2381.008
 Vår ref. FE
 Foretaksnr 917478120

SAK : KLIMAKART KRISTIANSAND

Vi viser til tidligere samtaler. På vegne av Kristiansand Energiverk bestilles klimakartutarbeidelse for Kristiansand kommune etter samme opplegg som for Larvik og Drammen. Kostnad til arbeidet var stipulert til kr 10.000,-. Vi kunne tenke oss en tilbakemelding om når kartet kan være klart.

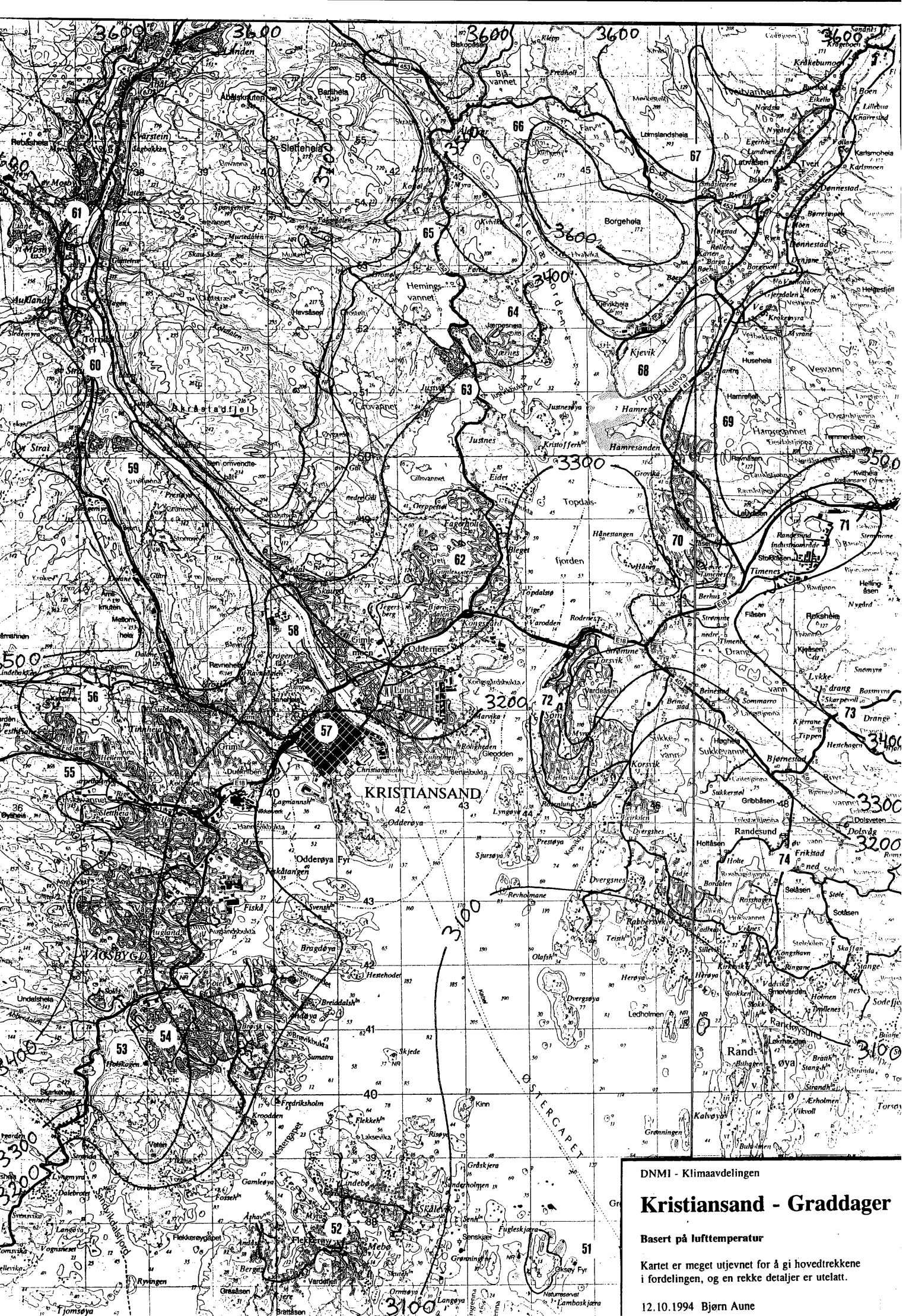
Kontaktperson i Kristiansand Energiverk er Tekn.sjef Jan Pedersen, Tlf 38 07 86 00.

Med vennlig hilsen
 ØSTLANDSKONSULT A/S


 Frank Harald Engen

Kopi: ^{FAKTURA} Kristiansand Energiverk v/J.Pedersen, Postboks 2034 Posebyen, 4602 Kristiansand S.

RÅDGIVENDE INGENIØRER 



DNMI - Klimaavdelingen

Kristiansand - Graddager

Basert på lufttemperatur

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

12.10.1994 Bjørn Aune



DNMI - Klimaavdelingen

Kristiansand - Graddager

Basert på lufttemperatur og beregnet vindkjøling

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

12.10.1994 Bjørn Aune