

DANMARKS METEOROLOGISKE INSTITUT
TRAFIKMINISTERIET

———— **TEKNISK RAPPORT** ————
02-23

Omregning af solskinstimer
- fra målinger med Casella solautograf til Star pyranometer

Ellen Vaarby Laursen og Stig Rosenørn



KØBENHAVN 2002



ISSN 0906-897X (trykt udgave)

ISSN 1399-1388 (on-line version, kan hentes på www.dmi.dk)

© Danmarks Meteorologiske Institut 2002.

Kortene figur 4-1 -4-7, side 14-26: © Kort & Matrikelstyrelsen (A. 154-99).

Indhold

1.	Indledning	3
2.	Sol-stationerne	4
3.	Observationerne	6
3.1	Månedssummer undersøges	6
3.2	Forventning til data	6
4.	Overlap mellem Star og Casella	10
4.1	20004 Skagen Fyr og 20000 Skagen Fyr	11
4.2	20209 Tylstrup og 20210 Tylstrup	12
4.3	21061 Silstrup og 21060 Silstrup	13
4.4	21281 Foulum og 21305 Vinkel	14
4.5	22231 Ødum II og 22230 Røved	15
4.6	23141 Forskningscenter Bygholm og 22520 Ejer Baunehøj	18
4.7	28281 Årslev og 28275 Ore/Årslev	20
4.8	29074 Holbæk og 29079 Borrevang	22
4.9	29451 Flakkebjerg og 29441 Magleby	24
4.10	31351 Abed og 31350 Tjennemarke	26
4.11	26401 St. Jynde vad II og 26400 St. Jynde vad	28
5.	Omregning fra Casella til Star	29
5.1	Første udvalgte overlapsserie	29
5.2	Tilretning til normalvejret	31
5.3	Endelige overlapsserie	34
6.	Konklusion	42
7.	Referencer	44

1. Indledning

DMIs net af Casella solautografer blev lukket pr. 1. maj 2002¹. Herefter skal DMI levere solskinstimer beregnet ud fra globalstråling målt med Star pyranometer.

Det er tidligere fastslået at Star pyranometrene på DMI stationerne fungerer udmærket som automatiske målere af solskinstimer (Nielsen 2001). Samtidig blev det fastslået at Casella generelt registrerer 14-21% mere sol end Star (Nielsen 1999 og Nielsen 2001). Dette giver visse problemer både internt og overfor DMIs kunder ved overgangen fra Casella til Star. Dersom Star og Casella solskinstimer anvendes uden korrektion i samme tidsserie vil der fremstå et kunstigt skift i solskinsklimaet som skyldes skiftet af målemetode. Dersom Star solskinstimerne i stedet behandles som en helt ny måling vil kunderne ikke have noget 'normalt solskinsklima' at referere deres Star solskinsmålinger til. Der er derfor behov for en kvantitativ omregning mellem Star og Casella.

Problemet med omregningen er, at selvom Star og Casella solskinstimer selvfølgelig korrelerer, så korrelerer de ikke perfekt. F.eks. viste (Nielsen 2001) at Star pyranometeret ved 31351 Abed målte 6.3% *mere* end Casella solautografen ved 31350 Tjennemarke februar 2000 men 13.2% *mindre* i februar 2001. Et andet eksempel på variationen i sammenhængen mellem Star og Casella er at den procentvise afvigelse mellem Star og Casella, stationerne imellem, varierede mellem 10.4% og 24% for juni måned og for august måned mellem 14.8% og 33.5%.

Det er derfor nødvendigt at tage nogle beslutninger angående hvordan signalet mellem Casella og Star bedst beskrives: Hvor godt et grundlag kan sammenhængen mellem Star og Casella blive fundet ud fra? Vil dette grundlag være godt nok? Kan variationen med solhøjde og vejr inkorporeres? Hvor fint tidsinterval kan bruges?

Formålet med denne rapport er, om muligt, ud fra det eksisterende overlap mellem Star og Casella solskinstimemålinger at anbefale en omregning fra Casella til Star solskinstimer.

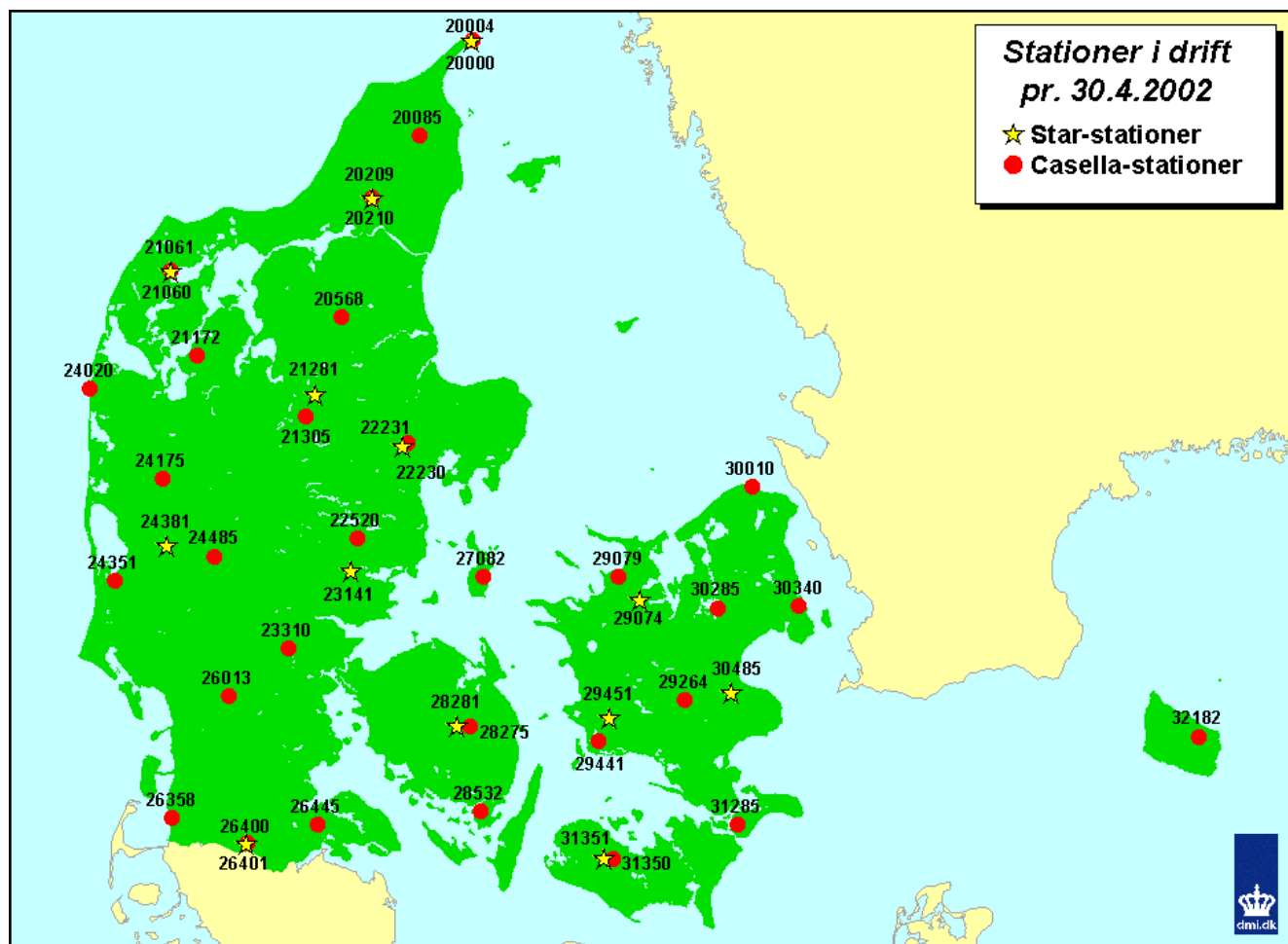
5. september 2002.

Ellen Vaarby Laursen

Sektion for Vejr- og Klimainformation.

¹ Med to undtagelser: 30340 Københavns Toldbod, hvor der findes >125 års solskinsserie og endnu ingen Starstation i nærheden. 32182 Østermarie, da der endnu ikke er Starstationer på Bornholm.

2. Sol-stationerne



Stnr. (national)	Stnr. (Synop)	Navn	Startdato for Star i 'Klimadb'	UTM zone	Northings	Eastings	Højde (m.o.h.)
20004	06041	Skagen Fyr	15.03.2001	32 V	6400740	597229	3
20209	06031	Tylstrup	25.03.2002	32 V	6338610	557680	13
21061	06019	Silstrup	25.03.2002	32 V	6309770	478230	41
21281	06069	Foulum	01.10.1999	32 V	6261335	535275	54
22231	06072	Ødum II	01.06.2001	32 V	6240560	569835	61
23141	06102	Forskn.center Bygholm	01.06.2001	32 U	6191875	549325	22
24381	06082	Borris	20.04.2002	32 U	6201565	476750	25
26401	06116	St. Jyndevad II	31.03.2002	32 U	6083725	507940	15
28281	06126	Årslev II	22.06.2001	32 U	6130290	591460	49
29074	06156	Holbæk	01.10.1999	32 U	6179950	663540	12
29451	06135	Flakkebjerg II	07.06.2001	32 U	6133380	651600	32
30485	06174	Køge/Herfølge	18.03.2002	32 U	6143521	699469	21
31351	06141	Abed II	04.01.2000	32 U	6078280	649690	7

Tabel 2-1. Stationer med Starmålinger pr. 30. april 2002. Stationerne er markeret med stjerne på kortet ovenfor.



Starstation	Start, Starmåling	Nærmeste Casellastation	Overlapsperiode	Overlap # hele måneder
20004 Skagen Fyr	15.03.2001	20000 Skagen Fyr	15.03.2001–30.04.2002	13
20209 Tylstrup	25.03.2002	20210 Tylstrup	25.03.2002–30.04.2002	1
21061 Silstrup	25.03.2002	21060 Silstrup	25.03.2002–30.04.2002	1
21281 Foulum	01.10.1999	21305 Vinkel	01.10.1999–30.04.2002	31
22231 Ødum II	01.06.2001	22230 Røved	01.06.2001–30.04.2002	11
23141 Forskningscenter Bygholm	01.06.2001	22520 Ejer Baunehøj	01.06.2001–30.04.2002	11
24099 Mejrup	20.06.2002	-	-	-
24381 Borris	20.04.2002	24485 Døvling	20.04.2002–30.04.2002	<1
26401 St. Jynde vad II	31.03.2002	26400 St. Jynde vad	31.03.2002–30.04.2002	1
28281 Årslev II	22.06.2001	28275 Ore/Årslev	22.06.2001–30.04.2002	10
29074 Holbæk	01.10.1999	29079 Borrevang	01.10.1999–30.04.2002	31
29439 Tystofte	15.04.2002	29441 Magleby	april 2002?	?
29451 Flakkebjerg II	07.06.2001	29441 Magleby	07.06.2001–30.04.2002	9
30485 Køge/Herfølge	18.03.2002	-	-	-
31351 Abed II	04.01.2000	31350 Tjennemarke	04.01.2000–30.04.2002	27

Tabel 2-2. Alle stationer med Starmålinger pr. 1. september 2002, nærmeste Casellastation og overlapsperiode.

Med 'Star' menes i denne rapport DMIs observationer af solskinstimer ('hours of bright sunshine') beregnet ud fra globalstråling målt med Star pyranometer, hvor omregningen fra globalstråling til solskinstimer er foretaget som beskrevet i (Nielsen 2001). Med 'Casella' menes tilsvarende DMIs observationer af solskinstimer ('hours of bright sunshine') målt med Campbell-Stokes solskinsautografen af mærket Casella.

Ved lukningen af Casellastationerne var der placeret et Star-pyranometer på temperaturbommen på 'V98'-bestykningen hos 13 DMI stationer.

De 13 Starstationer ses på kortet side 4 sammen med de 30 Casellastationer der indtil da var i funktion.

Siden 1. maj 2002 har kun Starstationerne og 30380 Københavns Toldbod samt 32182 Østermarie været i funktion. Starstationerne og deres startdato for Star solskinstimer i Ingres databasen 'Klimadb' er opført i tabel 2-1.

I tabel 2-2 ses Starstationerne sammen med nærmeste Casellastation og oplysning om længst mulig overlapsperiode.

Den 'længst mulige' overlapsperiode er desværre ikke nødvendigvis brugbar. Dels er Stardata nye og har endnu ikke haft brugere og der blev derfor gennem hele denne undersøgelse fundet fejlagtige data. Dels må det for hvert par af Star- og Casellastation nøje overvejes om forskellene i data skyldes målemetoderne eller forskel i solskinsvejret på de to lokaliteter.

3. Observationerne

3.1 Månedssummer undersøges

Til at undersøge sammenhængen mellem Star og Casella ønskes så lang en serie af overlappende målinger som muligt. Starmålingerne er i undersøgelsen hentet fra Ingresdatabasen 'Klimadb's view tabel 'clidec' som timeværdien 'Sunt' der giver antal sekunder med solskin den forgange time (UTC). Sammen med 'Sunt' hentes også parameteren 'gl' som er den gennemsnitlige globalstråling, W/m^2 , den forgangne time. 'Sunt' er beregnet ud fra globalstrålingsværdierne bag gennemsnitsværdien 'gl' vha metoden beskrevet i (Nielsen 2001). Casellamålingerne er hentet fra 'Klimadb's Casellatabel som parametrene 'sol4' – 'sol21', hvor 'soln' giver antal minutter med solskin i tidsrummet kl n-1 til kl n, sand sol tid.

Før sammenligningen omregnes både Star og Casella til timer. Med hensyn til tidspunktsangivelsen trækkes der 1 time fra Casellas sand soltid for at få timeværdierne så tæt som muligt på Starværdierne i UTC. Inden der summeres til dag- og månedssummer af solskin fjernes de huller der indskrænker sammenligningsgrundlaget unødvendigt. Således sættes Star til timeværdien nul, hvis Startimeværdien oprindelig manglede og den samtidige Casellatimeværdi var nul. Star sættes også til nul, hvis 'gl' ≥ 0 samtidig med at Star mangler, da nogle stationer i nogle perioder ikke angiver star=0. Endelig undersøges det i hvor mange tilfælde Casella > 0 samtidig med Star mangler. Hvis antallet af tilfælde skønnes lavt nok og spredt fordelt sættes disse Casellaværdier lig nul i undersøgelsen for at undgå at Casellaværdien skal tælle med i dagssummen og dermed bidrage til en forskel på Casella og Star der ikke skyldes målemetoden.

En første gennemgang af overlapsdata viste megen støj når Star og Casella blev sammenlignet på time- eller dagssumbasis i forhold til en sammenligning på månedssumbasis, se eksempel fra Starstation 31351 Abed II og Casellastation 31350 Tjennemarke figur 3-1. Det blev derfor besluttet at den egentlige undersøgelse skulle koncentrere sig om en kvantitativ omregning fra Casella til Star foretaget på månedssummer.

3.2 Forventning til data

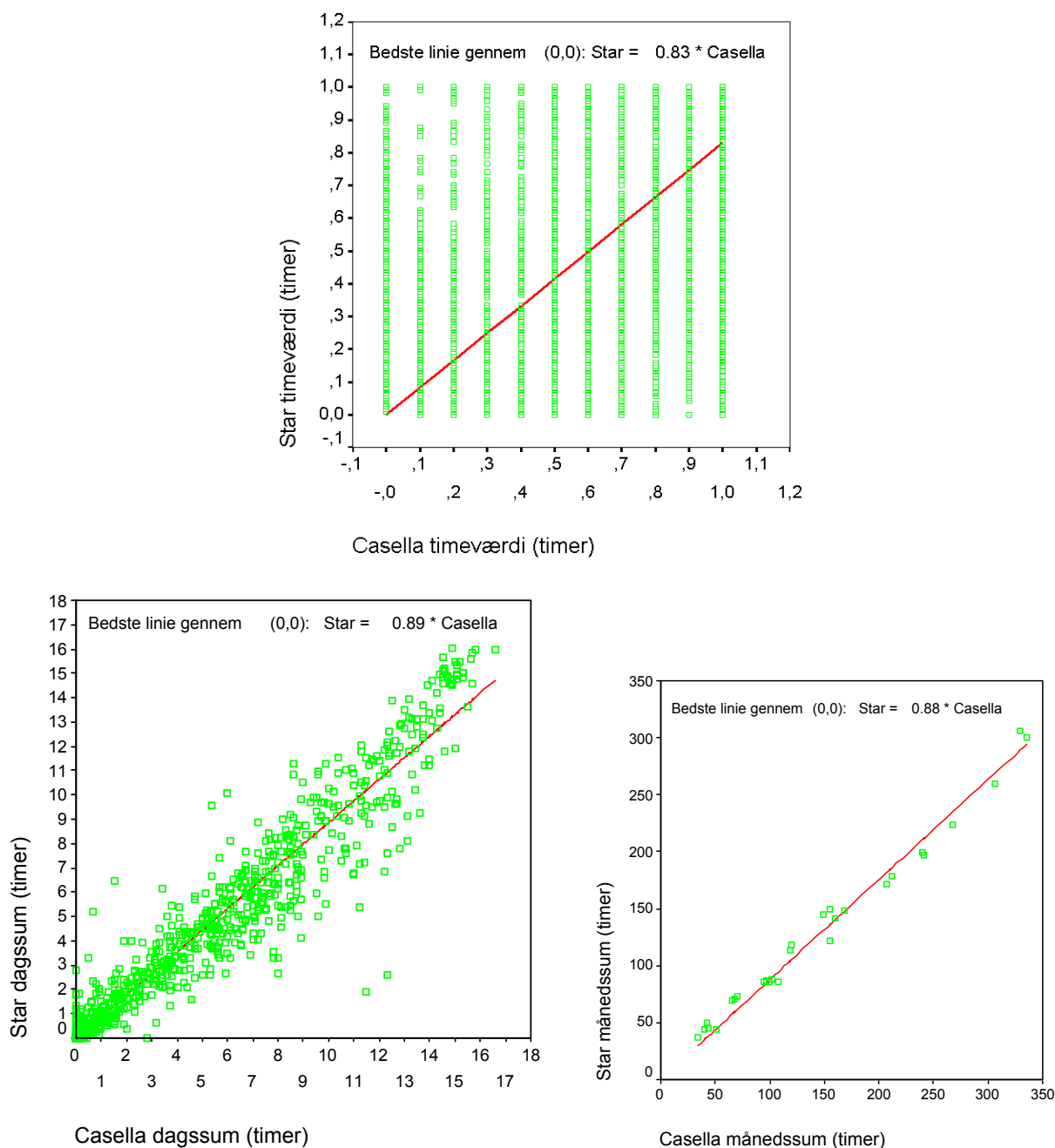
En af hovedårsagerne til forskellen mellem Star og Casella er forskellen i tidsopløsning (Nielsen, 1999): Star har opløsning 15 sekunder mens Casella har opløsning 6 minutter. Dette betyder at Casella registrerer mere sol end Star under hurtigt vekslende skydække.

Forholdet Star/Casella varierer både henover året og dagen. Se eksemplet fra Abed (Starstation 31351 Abed II og Casellastation 31350 Tjennemarke) vist i tabel 3-1 og tabel 3-2.

Typisk er der størst forskel på Star- og Casellamålingerne i ydertimerne. I ydertimerne bliver der typisk dels registreret oftere sol af Star end af Casella, dels mere sol af Star end af Casella, men med stor indbygget variation. I 'midtterimerne' registrerer Star og Casella stort set lige *ofte* sol, men pga. tidsopløsningen registrerer Casella i gennemsnit *mest*. Den store variabilitet i ydertimerne slår igennem i månedssummerne ved at der er den største variation i Star/Casella forholdet i månederne hvor der er færrest solskinstimer og dermed færrest timer som ikke er ydertimer.

Ved gennemgangen af data blev der fundet tilfælde af manglende Casella pga. rimafsætning på Casellakuglen. Dette problem burde ikke forekomme ifølge instruksen til observatorene men det er tydeligt at det ikke desto mindre har været et forekommende problem. Alt i alt har månederne med mindst sol, i gennemsnit de største Star/Casella forhold, og specielt Star/Casella > 1 .

Starstation 31351 Abed II og Casellastation 31350 Tjennemarke



Figur 3-1. Sammenligning af hhv. timeværdier, dagssummer og månedssummer fra Starstation 31351 Abed II og Casellastation 31350 Tjennemarke i overlapsperioden 4/1-2000 til 30/4-2002. De rette røde linier i figurerne er bedste rette linier tvunget gennem (0,0).

Denne rapport undersøger en omregning fra Casella til Star baseret på månedssummer. Der tages hensyn til årstidsvariationen ved at lade omregningen være afhængig af kalendermåneden. Problemet med variationen henover døgnet søges løst ved netop at regne på månedssummer frem for dagssummer, men denne løsning er ikke perfekt. Selvom dagene i en kalendermåned forventes at være bredt fordelt mht. om de har mest sol morgen, middag eller aften, så er en kalendermåned i praksis ikke lang nok. Dette er en af forklaringerne på at der i gennemgangen af overlapsperioderne



(for de få stationer der har overlapsperiode >1 år) ses forskel i kalendermånedernes Star/Casella forhold, år for år. En anden forklaring er at Star/Casella forholdet er afhængigt af vejrtypen.

Denne undersøgelse ønsker en omregning fra Casella til Star der kun afhænger af soltimal og kalendermåned. Ved omregningen bliver der således ikke taget hensyn til hvor typisk en given måned har været mht. vejr og fordelingen af soltimer hen over døgnnet. I stedet er forventningen at omregningen bygger på det klimatiske set gennemsnitlige forhold mellem Star og Casella. Udsvingene i Star/Casella fra år til år er imidlertid så store at 1-3 års overlap ikke kan forventes tilfældigvis at give det 'klimatiske set gennemsnitlige forhold mellem Star og Casella' kalendermåned for kalendermåned.

Problemet mindskes ved efter udvælgelsen at samle data fra alle overlapsperioderne. At samle serierne giver mere information om en vejr-afhængig variabilitet i Star/Casella da de enkelte vejr-situationers sol varierer henover Danmark (Laursen, 1999). Omvendt introducerer det også støj at lade omregningen være steduaafhængig: Star/Casella antages at afhænge af solskinsklimaet men solskinsklimaet varierer henover Danmark (Laursen, 1999), (Laursen og Rosenørn 2001).

Starstation 31351 Abed II og Casellastation 31350 Tjennemarke: 4/1-2000 til 30/4-2002.

	MONTH											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Star/Casella	Star/Casella	Star/Casella	Star/Casella	Star/Casella	Star/Casella	Star/Casella	Star/Casella	Star/Casella	Star/Casella	Star/Casella	Star/Casella
UTC 0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
3	.	.	.	.	.	,00	,00	.	.	.	.	.
4	.	.	.	.	,73	1,60	,73	,00	.	.	.	.
5	.	.	.	1,20	,99	,92	,84	,72	,87	.	.	.
6	.	,00	1,46	1,24	,86	,82	,98	,85	1,32	,42	.	.
7	.	,28	,99	,90	,90	,62	,75	,75	,94	1,94	,00	.
8	,29	,70	,90	,67	,87	,73	,74	,71	,88	1,33	1,28	,00
9	,95	,80	,89	,73	,85	,68	,66	,74	,79	,99	1,26	1,15
10	,94	,78	,84	,75	,86	,74	,71	,73	,74	,82	,96	1,01
11	1,06	,83	,84	,76	,86	,73	,60	,75	,84	,77	,80	,98
12	,95	,77	,82	,75	,86	,71	,68	,78	,71	,71	,88	,86
13	1,00	,90	,89	,80	,90	,74	,72	,75	,75	,74	,84	1,05
14	1,31	,85	,94	,83	,86	,76	,78	,74	,75	,79	,93	1,49
15	3,81	1,25	,95	,82	,85	,75	,85	,84	,81	,82	1,05	3,56
16	.	3,50	1,25	,93	,90	,80	,85	,86	,97	1,17	,00	.
17	.	.	3,92	1,34	,96	,87	,91	,96	1,56	.	.	.
18	.	.	.	3,28	1,01	,91	1,13	1,80	5,08	.	.	.
19	.	.	.	.	1,94	1,82	2,46	8,49	.	.	.	.
20	.	.	.	.	.	19,40	.	.	.	.	.	.
21	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
22	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
23	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Tabel 3-1. Fordelingen på klokkeslæt (UTC) og måned af forholdet mellem Star og Casella for 31351 Abed II og 31350 Tjennemarke. For hver kalendermåned er Star og Casella summeret op i hver deres sum for hvert klokkeslæt. Dersom summen af Casella var >0 er forholdet Star/Casella derefter beregnet og opført i tabellen.

Starstation 31351 Abed II og Casellastation 31350 Tjennemarke: 4/1-2000 til 30/4-2002.

	month											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Antal Star>0. Antal Casella>0	Antal Star>0. Antal Casella>0	Antal Star>0. Antal Casella>0	Antal Star>0. Antal Casella>0	Antal Star>0. Antal Casella>0	Antal Star>0. Antal Casella>0	Antal Star>0. Antal Casella>0	Antal Star>0. Antal Casella>0	Antal Star>0. Antal Casella>0	Antal Star>0. Antal Casella>0	Antal Star>0. Antal Casella>0	Antal Star>0. Antal Casella>0
UTC 0	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00
1	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00
2	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00
3	,00	,00	,00	,00	,00	,02	,01	,00	,00	,00	,00	,00
4	,00	,00	,00	,00	44,28	33,24	23,20	,04	,00	,00	,00	,00
5	,00	,00	,00	28,17	50,47	34,33	37,35	28,27	6,02	,00	,00	,00
6	,00	,01	22,16	36,33	50,53	30,32	37,38	36,36	27,20	2,01	,00	,00
7	,00	11,19	38,38	38,36	53,54	40,44	41,44	36,41	34,32	34,14	,03	,00
8	11,17	34,29	51,51	44,48	51,52	43,44	43,45	40,39	38,33	37,27	30,16	,05
9	25,23	41,39	53,47	53,52	52,53	47,43	44,47	41,42	36,34	34,29	34,26	25,16
10	30,33	43,45	54,56	53,54	52,55	49,47	45,48	45,42	35,38	35,33	31,26	22,20
11	38,38	49,45	57,60	58,60	56,53	47,47	44,47	48,47	37,35	35,34	29,26	23,21
12	36,35	53,52	55,56	59,60	54,54	49,50	45,46	47,47	37,38	37,38	28,29	25,24
13	36,33	54,49	60,62	57,56	53,52	54,53	45,44	47,46	37,34	36,36	29,26	29,25
14	42,30	53,48	57,49	56,55	54,55	51,50	45,44	49,46	31,33	35,35	28,27	30,22
15	39,14	51,43	54,46	57,55	54,56	50,52	48,44	44,42	37,33	31,29	22,18	24,06
16	2,00	51,21	55,42	57,54	57,55	49,48	49,48	43,44	32,29	22,13	,01	,00
17	,00	8,00	57,18	49,40	52,53	45,45	51,49	45,45	22,13	5,00	,00	,00
18	,00	,00	16,00	46,13	48,44	39,39	48,44	46,32	8,01	,00	,00	,00
19	,00	,00	,00	16,00	47,32	41,27	50,27	31,03	,00	,00	,00	,00
20	,00	,00	,00	,00	8,00	32,02	17,00	,00	,00	,00	,00	,00
21	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00
22	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00
23	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00

Tabel 3-2. Fordelingen på klokkeslæt (UTC) og måned af antallet af timeværdier med enten Star >0 eller Casella >0 for 31351 Abed II og 31350 Tjennemarke når begge har været i funktion. I tabellen er antallet af Starregistreringer >0 angivet på venstre side af kommaet, mens antallet af Casellaregistreringer >0 er angivet på højre side af kommaet. Værdien '31,03' der gælder timen kl 18-19 UTC for august måned viser således at der har været 31 timeværdier med Star >0 og 3 timeværdier med Casella >0 i overlapsperioden.

4. Overlap mellem Star og Casella

For hver par af Starstation med nærtbeliggende Casellastation gennemgås i det følgende de overlappende solskinstimemålinger.

Alle Casellamånedssummerne plottes mod Starmånedssummerne og den bedste linie gennem disse punkter tvunget gennem (0,0) findes. For visuelt at vurdere graden af årstidsvariation plottes for månedssummerne forholdet Star/Casella mod de 12 kalendermåneder. Endelig sammenlignes alle overlapsperiodens månedssummer i en tabel.

For hvert par af Star- og Casellastationer tages stilling til følgende:

- Er der forskel på det solskinsklima de to stationer var udsat for i overlapsperioden?
- Hvor stor en del af overlapsperioden kan anvendes til undersøgelsen?
- Er der årstidsvariation i forholdet Star/Casella?
- Eventuelle bemærkninger

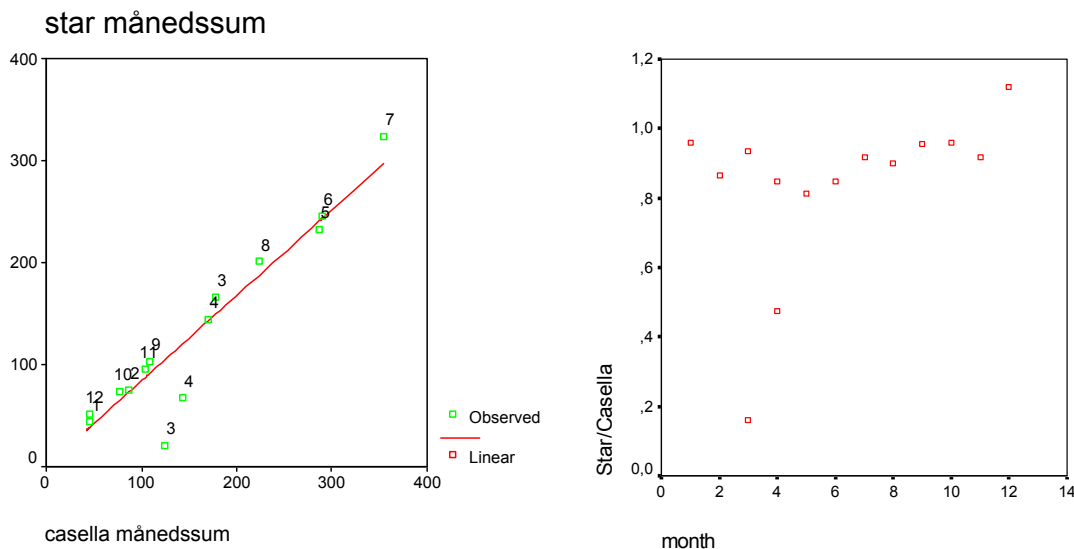
4.1 2004 Skagen Fyr og 2000 Skagen Fyr

Placering af stationer: De to stationer er begge placeret i nærheden af Skagen Fyr og er derfor udsat for det samme solskinsklima.

Anvend overlap: 2001.05-2002.04. Overlappet 15/3-30/4 2001 anvendes ikke da data her afviger fra data i resten af overlapsperioden, som det ses i figurerne og tabellen nedenfor. Afvigelsen skyldes især mange timer hvor Star=0 mens Casella har fuld sol og dette vurderes til at være fejlmålinger snarere end udtryk for forskellen på Star og Casella.

Årstidsvariation: Måske en tendens til laveste Star/Casella forhold i månederne april-juni.

Bemærkninger: Ingen situationer med rimafsætning på Casellakuglen



Månedssummer Star = 0.8395*Casella, overlapsperiode 15.03.2001-30.04.2002.

Station 2004 og 2000 Skagen Fyr

				star månedssum	casella månedssum	Antal dage i månedssum	
				Star	Casella	Antal dage	Star/Casella
year	2001	month	3	20,13	124,40	17	,16
			4	67,97	143,70	30	,47
			5	232,86	287,00	31	,81
			6	245,29	289,90	30	,85
			7	323,93	353,70	31	,92
			8	200,84	222,90	31	,90
			9	103,68	108,40	30	,96
			10	73,68	76,80	31	,96
			11	95,23	103,80	30	,92
			12	51,47	46,00	31	1,12
	2002	month	1	43,99	45,90	31	,96
			2	75,13	87,00	28	,86
			3	166,56	177,90	31	,94
			4	143,61	169,60	30	,85

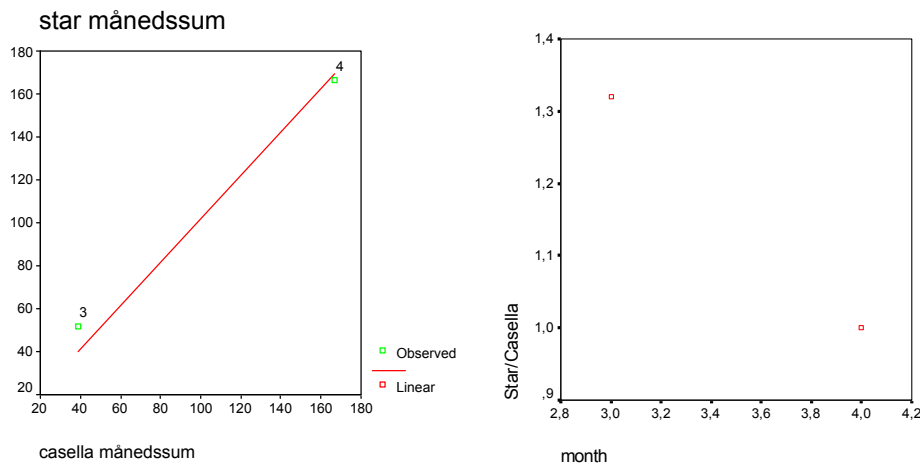


4.2 20209 Tylstrup og 20210 Tylstrup

Placering af stationer: De to stationer har samme placering og er derfor udsat for samme solskinsklima.

Anvend overlap: Udgår. Casella viser i mange tilfælde nul sol i ydertimer hvor Star har sol. Dette antages at være en fejl ved Casella og stationen indgår derfor ikke i den videre undersøgelse.

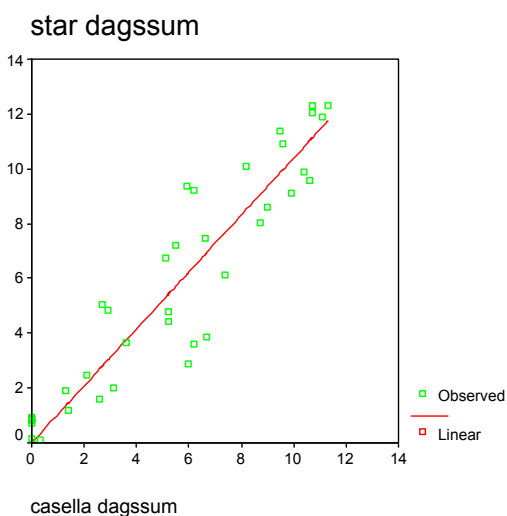
Årstidsvariation: Ikke muligt at undersøge.



Månedssummer Star = 1.0169* Casella, overlapsperiode 25.03.2002 – 30.04.2002.

Station 20209 og 20210 Tylstrup

		star månedssum	casella månedssum	Antal dage i månedssum	
		Star	Casella	Antal dage	Star/Casella
year	2002				
	month				
		51,61	39,10	7	1,32
		166,63	166,60	30	1,00



Dagssummer Star = 1.0396 * Casella.

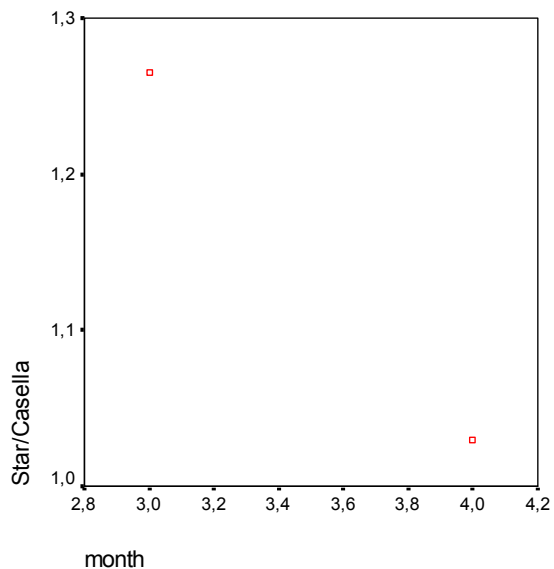
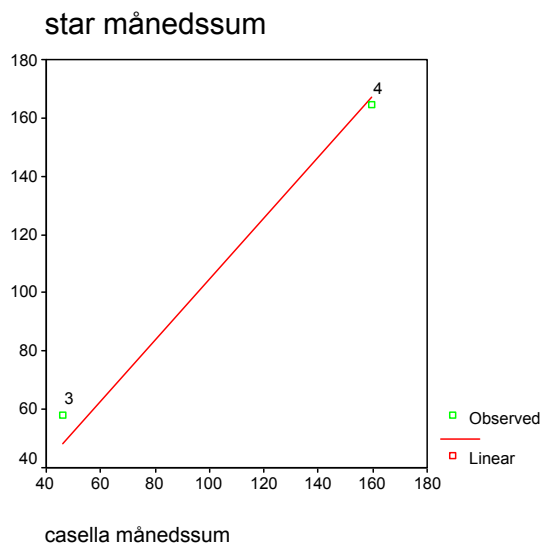


4.3 21061 Silstrup og 21060 Silstrup

Placering af stationer: De to stationer er placeret samme sted og har derfor samme solskinsklima.

Anvend overlap: 2002.04.

Årstidsvariation: Ikke muligt at undersøge.



Månedssum Star = 1.0480 * Casella, overlap: 25.03.2002 – 30.04.2002

Station 21061 og 21060 Silstrup

				star månedssum	casella månedssum	Antal dage i månedssum	
				Star	Casella	Antal dage	Star/Casella
year	2002	month	3	58,05	45,90	7	1,26
			4	164,40	159,60	30	1,03

4.4 21281 Foulum og 21305 Vinkel

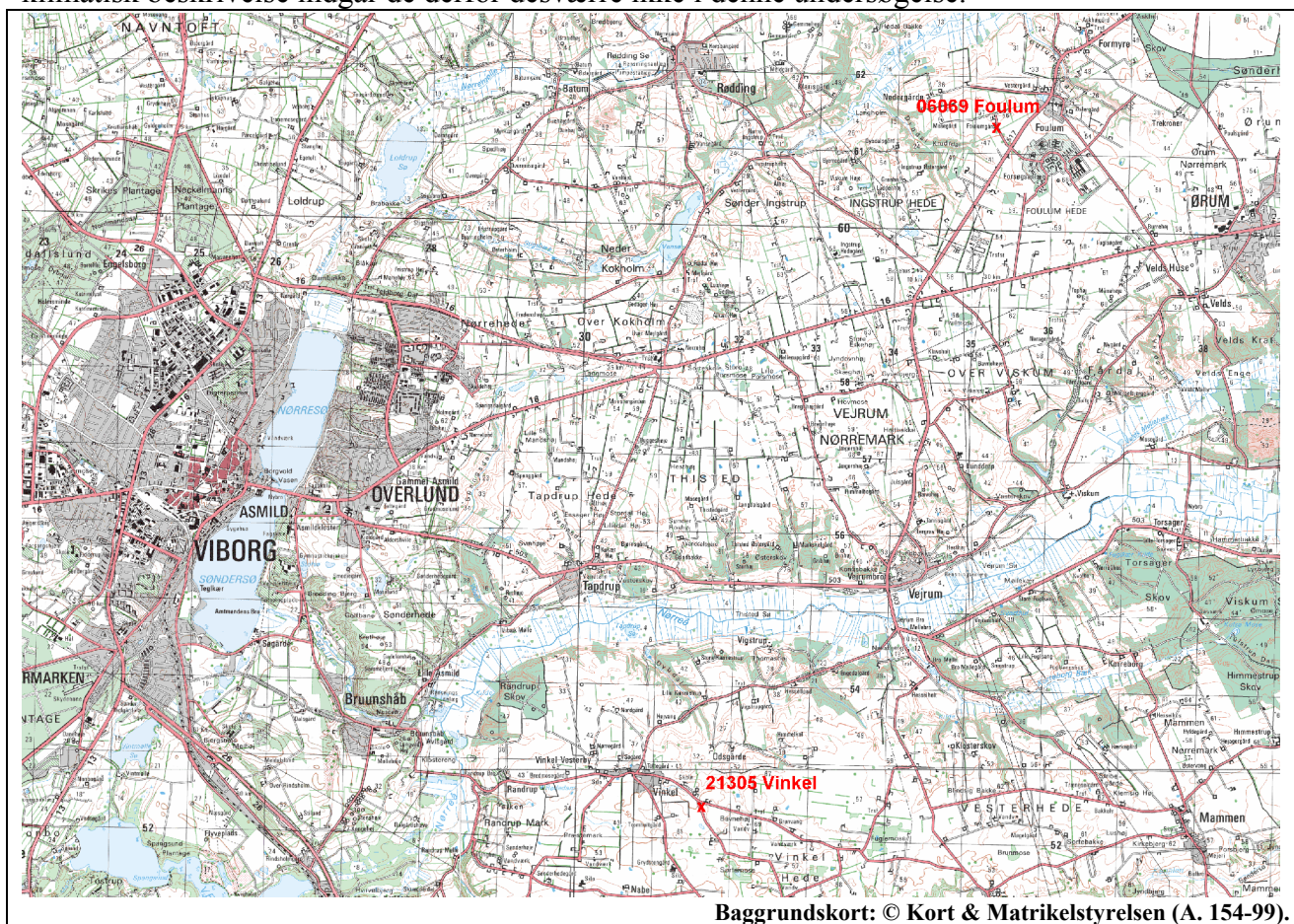
Placering af stationer: Der er ca. 10 km mellem de to stationer i ca. samme landskabstype (indland), de antages derfor at have det samme solskinsklima. Se kort.

Anvend overlap: Udgår pga. utroværdige Stardata fra Foulum. Hyppighedsanalyse af soltimetallet viste at 21281 Foulum i perioden 1/10 1999 – 1/5 2001 (begge dage inkl.) havde nul timer hvor der var meldt fuld sol (3600 sekunders sol pr. time). I samme periode havde 21305 Vinkel 1221 timer hvor der var meldt fuld sol.

I perioden 2/5-2001 – 25/3-2002 (begge dage inkl.) havde 21281 Foulum 46 timer med fuld sol, mens 21305 Vinkel i samme periode havde 874 timer med fuld sol.

I perioden 26/3-2002 – 3/5-2002 havde Foulum slet og ret fejlagtige soldata.

Der foreligger endnu ikke en forklaring på fejlene ved Foulum. Foulum stationen er speciel i forhold til de andre stationer ved at DMI ikke selv står for at samle data, men får tilsendt de målte værdier. Indtil der kan laves en oversigt over hvornår soldata fra 21281 Foulum er brugbare til klimatisk beskrivelse indgår de derfor desværre ikke i denne undersøgelse.



Figur 4-1. Placeringen af Starstation 21281 Foulum og Casellastation 21305 Vinkel er vist med rødt kryds. De rette linier danner 1kmx1km gitter.

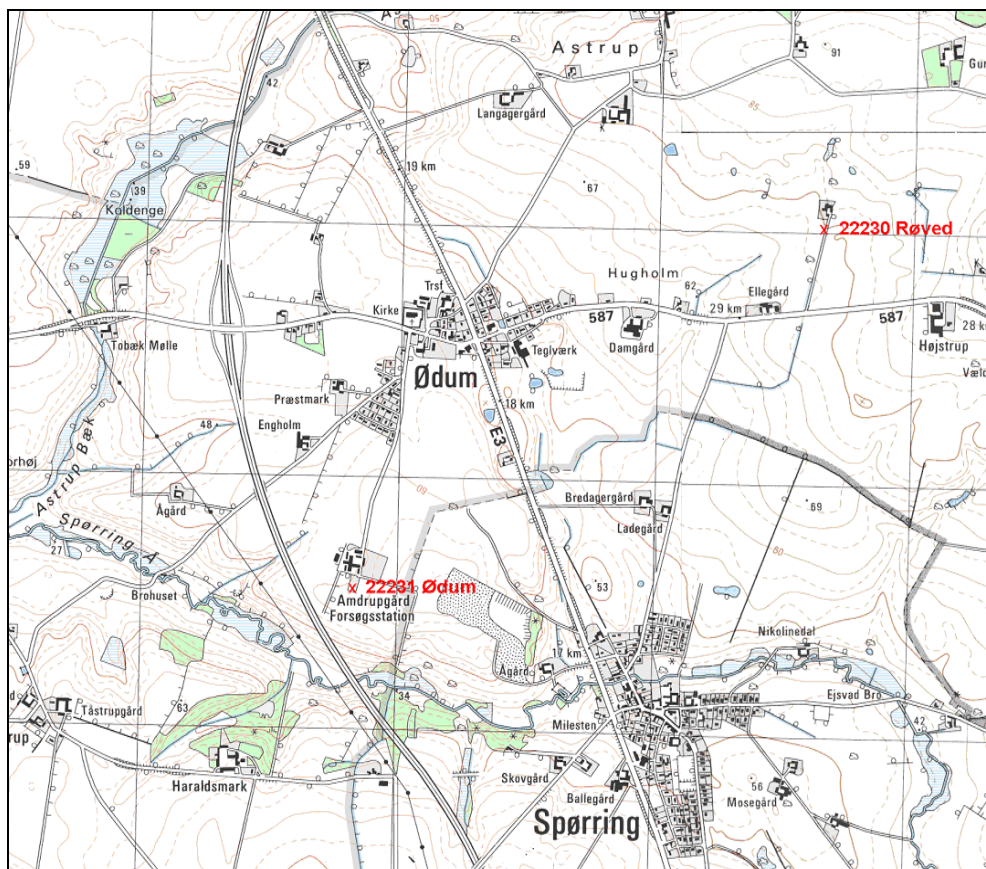
4.5 22231 Ødum II og 22230 Røved

Placering af stationer: Der er godt 2 km mellem de to stationer der vurderes at have det samme solskinsklima. Se kort

Anvend overlap: 2001.06- 24/4-2002. April 2002 ser ud til at have forkert omregning af Star 25/4-30/4 og disse dage skal derfor ikke med. December 2001 ses at have en ekstrem Star/Casella værdi på 1.32. I den pågældende måned måles der typisk mere Star end Casella om formiddagen. Dertil har der sandsynligvis været rimafsætning på Casellakuglen d. 30-31/12. Da dette er et vigtigt problem tages måneden med i undersøgelsen

Årstidsvariation: Ja. Større Star/Casella forhold i månederne oktober-marts end april-september.

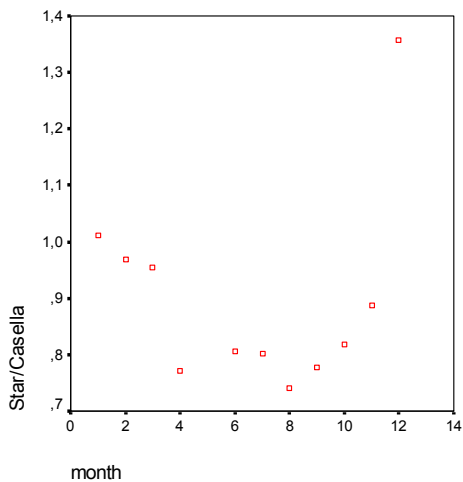
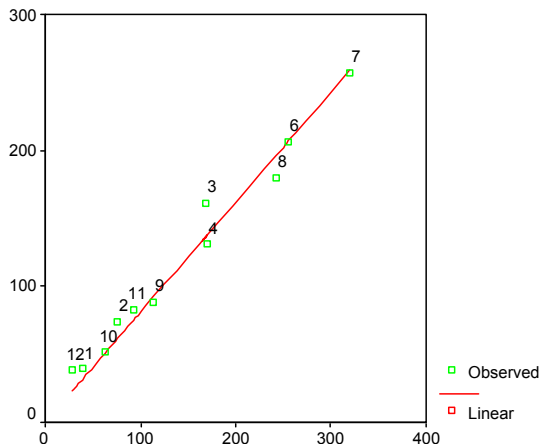
Bemærkninger: Rim på Casella 30+31/12 2001.



Baggrundskort: © Kort & Matrikelstyrelsen (A. 154-99).

Figur 4-2. Placeringen af Starstation 22231 Ødum og Casellastation 22230 Røved er vist med rødt kryds. De rette linier danner 1kmx1km gitter.

star månedssum



Månedssum Star = 0.8091 * Casella, overlap 01.06.2001 -30.04.2002.

Station 22231 og 22230 Ødum

				star månedssum	casella månedssum	Antal dage i månedssum	
				Star	Casella	Antal dage	Star/Casella
year	2001	month	6	206,24	255,80	30	,81
			7	257,05	320,40	31	,80
			8	179,77	243,00	31	,74
			9	88,60	113,90	30	,78
			10	51,33	62,80	31	,82
			11	82,43	92,90	30	,89
	2002	month	12	38,12	28,10	31	1,36
			1	39,27	38,80	31	1,01
			2	73,88	76,30	28	,97
			3	160,93	168,50	31	,96
			4	130,79	169,80	30	,77



22231 Ødum II og 22230 Røved:

17/6-2001 Eksempel på at Casella melder fuld sol og Star ej.

30+31/12 2001 Eksempel på rimafsætning på Casella.

År	Måned	Dag	Time (UTC)	Antal sekunders sol forgangne time STAR	Antal sekunders sol forgangne time CASELLA
2001	6	17	3	0	0
2001	6	17	4	630	0
2001	6	17	5	300	360
2001	6	17	6	2790	3600
2001	6	17	7	3330	3600
2001	6	17	8	3600	3600
2001	6	17	9	3030	3600
2001	6	17	10	2580	3600
2001	6	17	11	2220	3600
2001	6	17	12	2430	3600
2001	6	17	13	2880	3600
2001	6	17	14	2730	3600
2001	6	17	15	2820	3600
2001	6	17	16	3510	3600
2001	6	17	17	3570	3600
2001	6	17	18	3180	3240
2001	6	17	19	3120	3600
2001	6	17	20	1290	0
2001	6	17	21	0	0
2001	12	30	9	0	0
2001	12	30	10	3000	0
2001	12	30	11	1110	0
2001	12	30	12	1080	0
2001	12	30	13	330	0
2001	12	30	14	2850	0
2001	12	30	15	630	0
2001	12	30	16	0	0
2001	12	31	8	0	0
2001	12	31	9	1890	0
2001	12	31	10	2790	0
2001	12	31	11	2880	0
2001	12	31	12	3600	0
2001	12	31	13	3600	2880
2001	12	31	14	3600	3600
2001	12	31	15	480	2520
2001	12	31	16	0	0

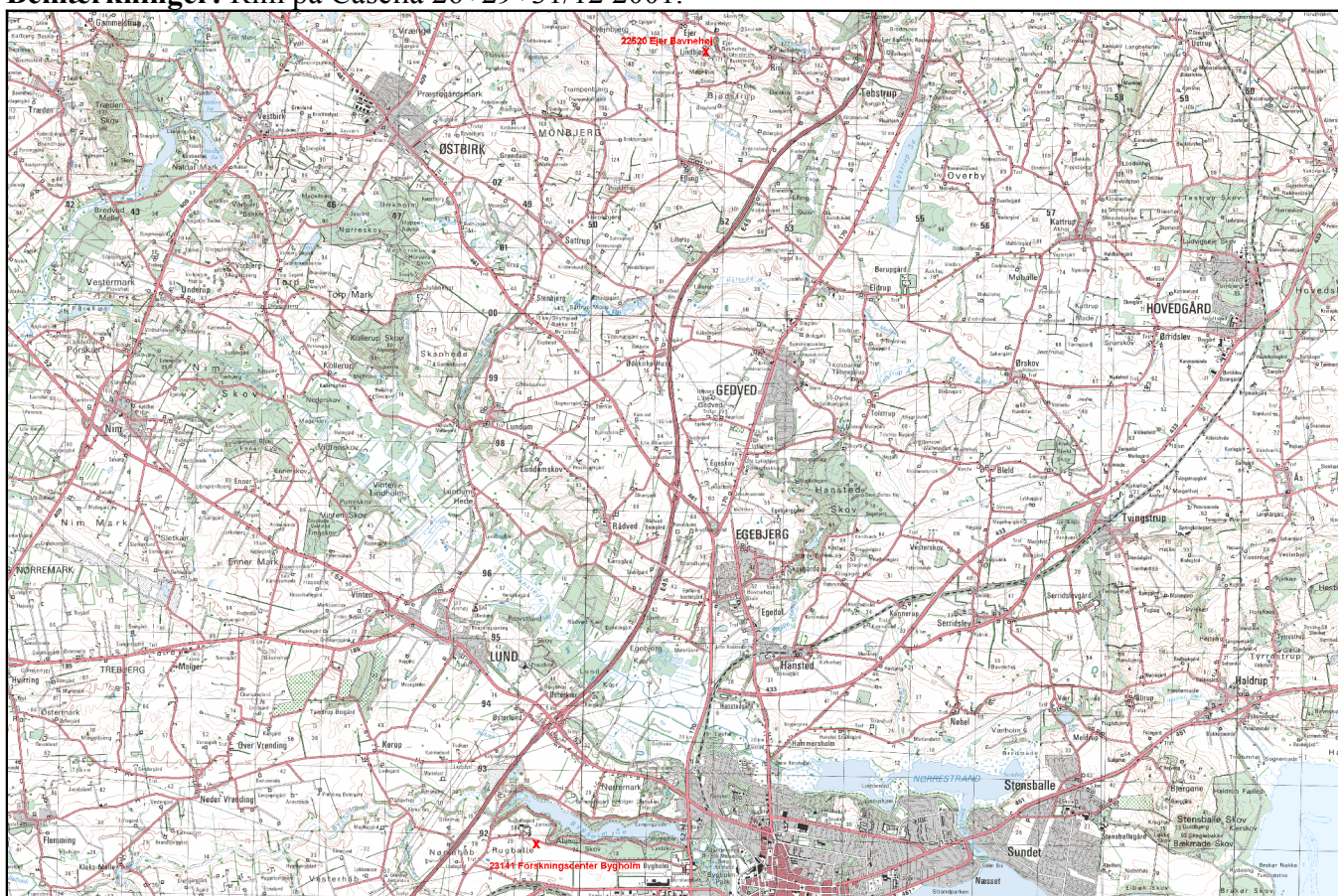
4.6 23141 Forskningscenter Bygholm og 22520 Ejer Baunehøj

Placering af stationer: 23141 Forskningscenter Bygholm ligger tæt på Horsens Fjord, godt 12 km syd for nærmeste Casellastation, 22520 Ejer Baunehøj, der i højere grad er en indlandsstation. Der forventes derfor måske en tendens til lidt mere sol ved Starstationen end ved Casellastationen og dermed lidt større Star/Casella værdier end hvad målemetoderne i sig selv giver. Se kort.

Anvend overlap: Udgår. Ved gennemgang ses f.eks.: Star fuld sol og skyer ved Casella 29/8-2001. Morgentåge ved Star og fuld sol ved Casella 21-22/8 2001. Alt i alt bedømmes vejrforskellene alligevel at være for store til at stationernes overlap tages med i den videre undersøgelse.

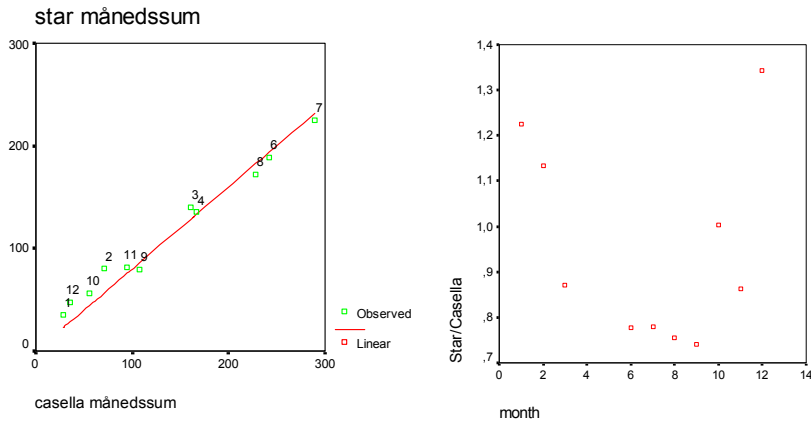
Årstidsvariation: Ja. Markant laveste Star/Casella fraktioner i månederne juni-september.

Bemærkninger: Rim på Casella 26+29+31/12 2001.



Baggrundskort: © Kort & Matrikelstyrelsen (A. 154-99).

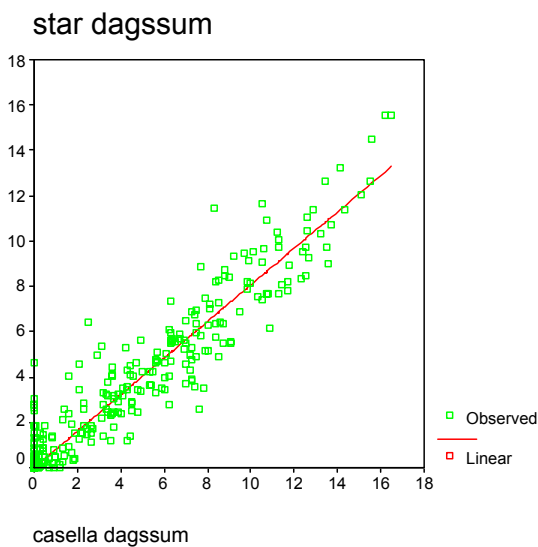
Figur 4-3. Placeringen af Starstation 23141 Forskningscenter Bygholm og Casellastation 22520 Ejer Baunehøj er vist med rødt kryds. De rette linier danner 1kmx1km gitter.



Månedssummer Star = 0.7994 * Casella, overlap 01.06.2001-30.04.2002.

Station 23141 Forskningscenter Bygholm og 22520 Ejer Baunehøj

			star månedssum	casella månedssum	Antal dage i månedssum		
			Star	Casella	Antal dage	Star/Casella	
year	2001	month	6	188,36	242,50	30	,78
			7	225,27	289,10	31	,78
			8	172,44	228,50	31	,75
			9	79,56	107,30	30	,74
			10	55,89	55,70	31	1,00
			11	81,84	94,80	30	,86
	2002	month	12	47,54	35,40	31	1,34
			1	35,39	28,90	31	1,22
			2	80,02	70,60	28	1,13
			3	139,80	160,70	31	,87
			4	135,17	166,90	30	,81



Dagssum Star = 0.8064 * Casella.

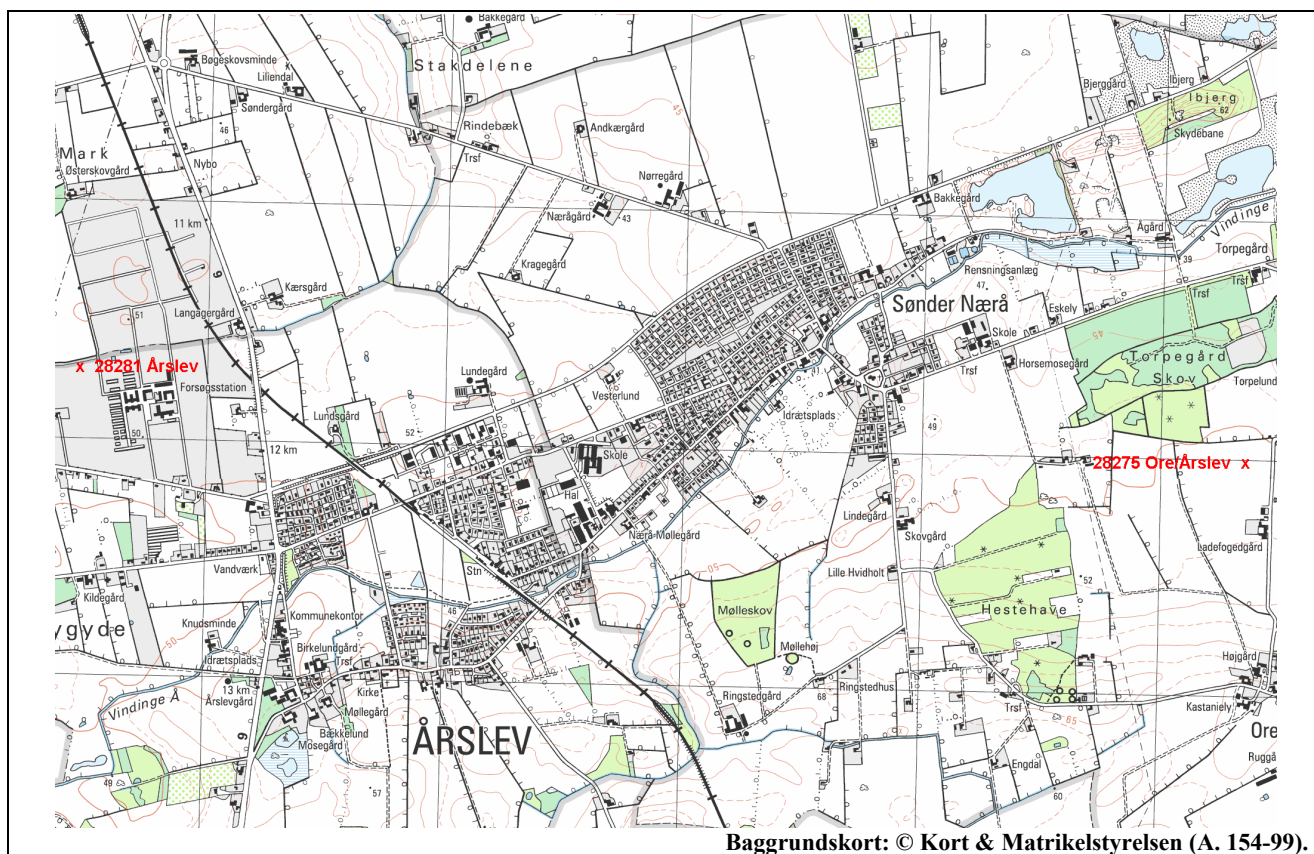
4.7 28281 Årslev og 28275 Ore/Årslev

Placering af stationer: De to stationer ligger knap 5 km fra hinanden på hver deres side af Årslev og forventes at have det samme solskinsklima. Se kort.

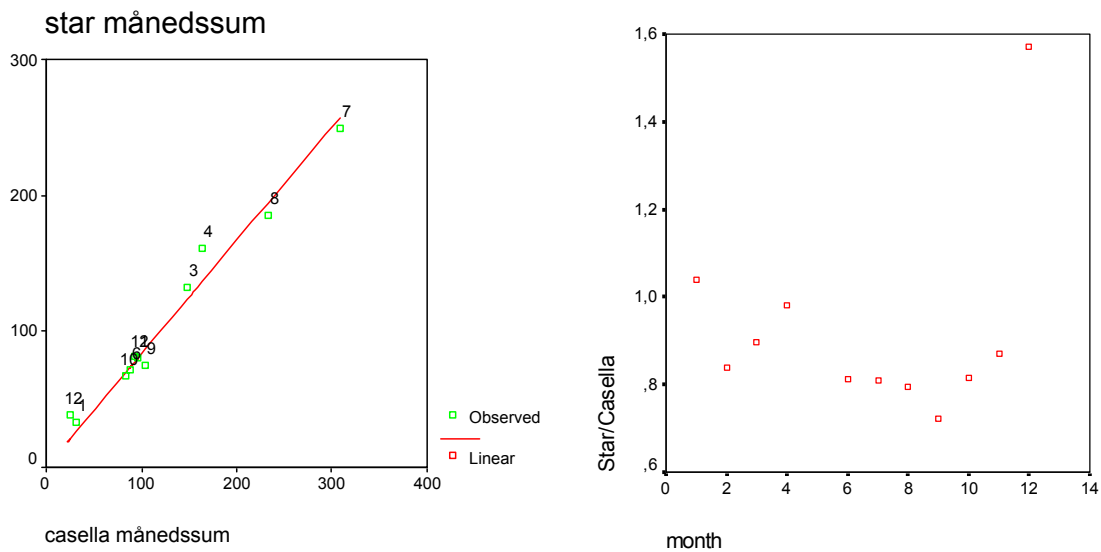
Anvend overlap: 2001.07-2002.04. Månedssummerne september og december 2001 skiller sig ud. I september 2001 måles der markant mere Casella end Star i tidsrummet 8-15 UTC. Dette kan netop skyldes forskellen i de to målemetoder og måneden indgår derfor i undersøgelsen. December 2001 har kun lidt sol. Der måles typisk mere Casella end Star i de midterste timer på dage med sol, og typisk mere Star end Casella i de første og sidste timer. At Star/Casella fraktionen er så høj skyldes at der derudover er en del dage og tidspunkter, især i den sidste del af måneden, hvor der måles Star (mellem 30 sekunder og 1 time) samtidig med der er nul Casella. Dette fortolkes som situationer med rimafsætning på Casellakuglen

Årstidsvariation: Ja. Laveste Star/Casella fraktioner i månederne juni-oktober.

Bemærkninger: Rimafsætning på Casella 22+28+30+31/12 2001 samt 3/1-2002.



Figur 4-4. Placeringen af Starstation 28281 Årslev og Casellastation 28275 Ore/Årslev er vist med rødt kryds. De rette linier danner 1kmx1km gitter.



Månedssummer Star = 0.8352 * Casella, overlap 22.06.2001-30.04.2002.

Station 28281 og 28275 Årslev

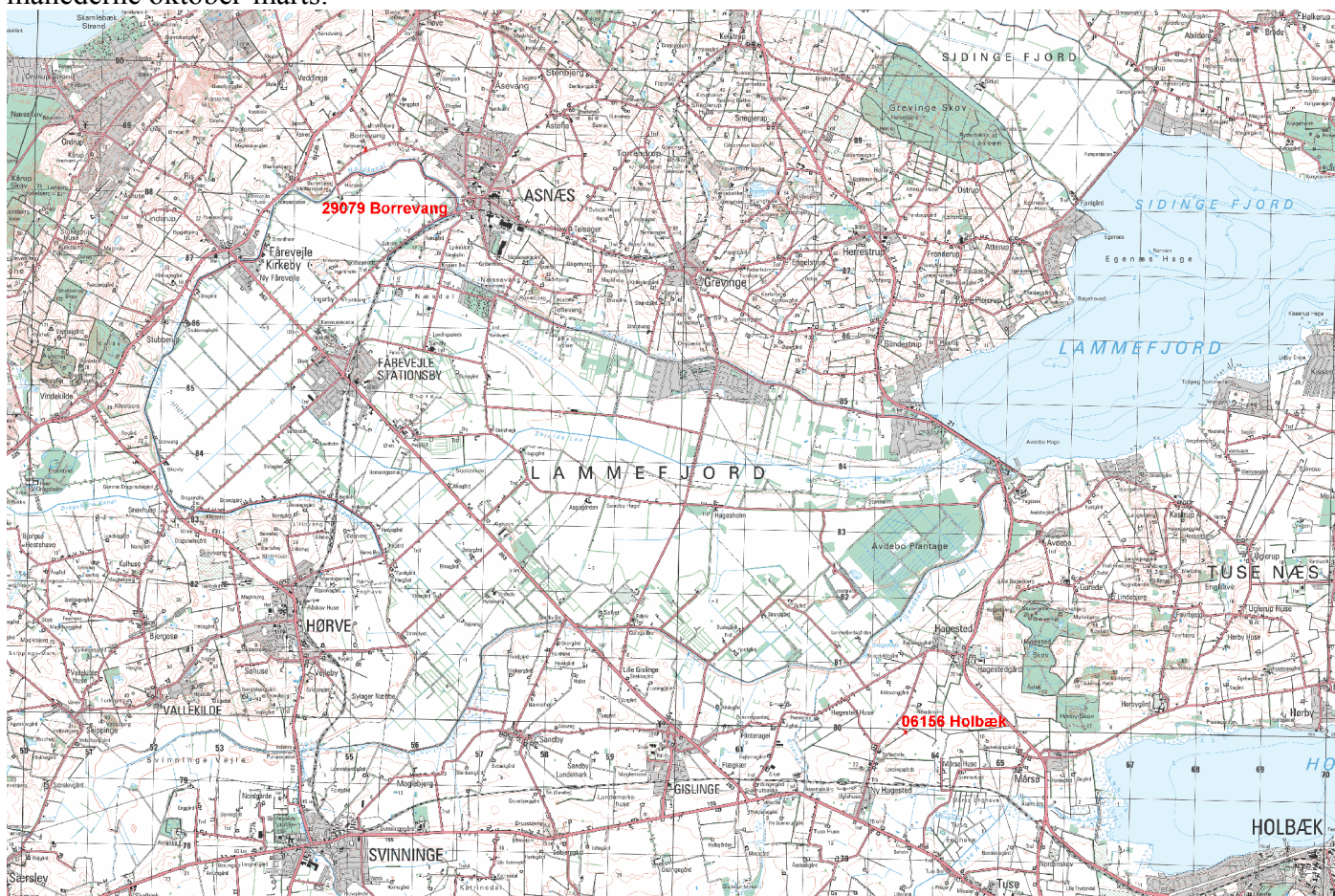
				star månedssum	casella månedssum	Antal dage i månedssum	
				Star	Casella	Antal dage	Star/Casella
year	2001	month	6	71,28	87,80	9	,81
			7	249,14	308,10	31	,81
			8	185,16	232,80	31	,80
			9	75,28	104,30	30	,72
			10	67,69	83,00	31	,82
			11	81,07	93,10	30	,87
			12	38,96	24,80	31	1,57
	2002	month	1	32,77	31,50	31	1,04
			2	80,50	96,10	28	,84
			3	132,56	148,00	31	,90
			4	160,75	163,90	30	,98

4.8 29074 Holbæk og 29079 Borrevang

Placering af stationer: Stationerne ligger ca. 12 km fra hinanden med Lammefjorden imellem sig. Umiddelbart forventes at forskellene i solskinnet de to steder vil være ligeligt fordelt med hensyn til mere/mindre sol. Se kort.

Anvend overlap: Maj-august 2000 og maj-juli 2001. Ved en nøjere gennemgang af data ses forskelle i data der må skyldes forskelligt solskinsvejr på de to lokaliteter og disse forskelle kunne ikke altid udligne hinanden henover kalendermåneden. Derfor tages kun maj-august med, da disse er de mest interessante at få overlapsdata fra. Månederne maj-august blev gennemgået med henblik på yderligere at fjerne data fra dage der kunne introducere forskelle der skyldtes forskelle i solskinsvejr og ikke forskelle i metode. Således vil data fra de følgende dage ikke indgå i den videre undersøgelse: 1/5 2000, 13+19/6 2000, 7+15+16+19/7 2000, 3+7/8 2000, 5+18/5 2001, 5+26/6 2001, 12+28+30/7 2001. Station 29074 Holbæk har mange timer med stationsudfald. Således var der i hele overlapsperioden 178 timer med stationsudfald samtidig med der var registreret Casella >0. For alligevel at kunne anvende de berørte dage antages det her at stationsudfaldet sker uafhængigt af årsagerne til forskellen på Star og Casella. Casella og Star sættes herefter begge til værdien nul i timerne med stationsudfald, hvorefter data indgår i undersøgelsen.

Årstidsvariation: Ja. Tendens til højere Star/Casella fraktioner og større spredning i disse i månederne oktober-marts.

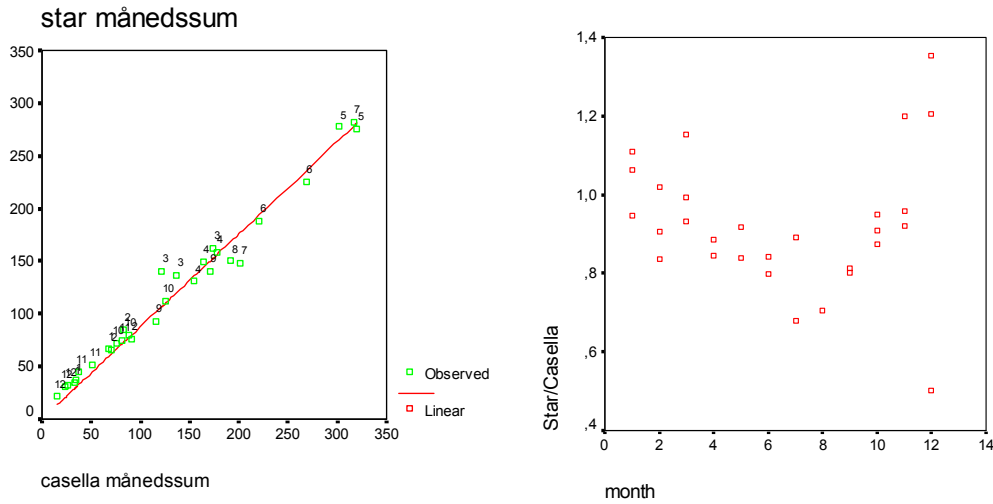


Baggrundskort: © Kort & Matrikelstyrelsen (A. 154-99).

Figur 4-5. Placeringen af Starstation 29074 Holbæk og Casellastation 29079 Borrevang er vist med rødt kryds. De rette linier danner 1kmx1km gitter.



Bemærkninger: Star, men ingen Casella 2+5/12 2000 og langsom Casella opstart 20/12 2000, skyldes dette våd solkarton? Rim på Casella 22+30/12 2001?



Månedssummer Star = 0.8785 * Casella, overlap 01.10.1999-30.04.2002.

Station 29074 Holbæk og 29079 Borrevang

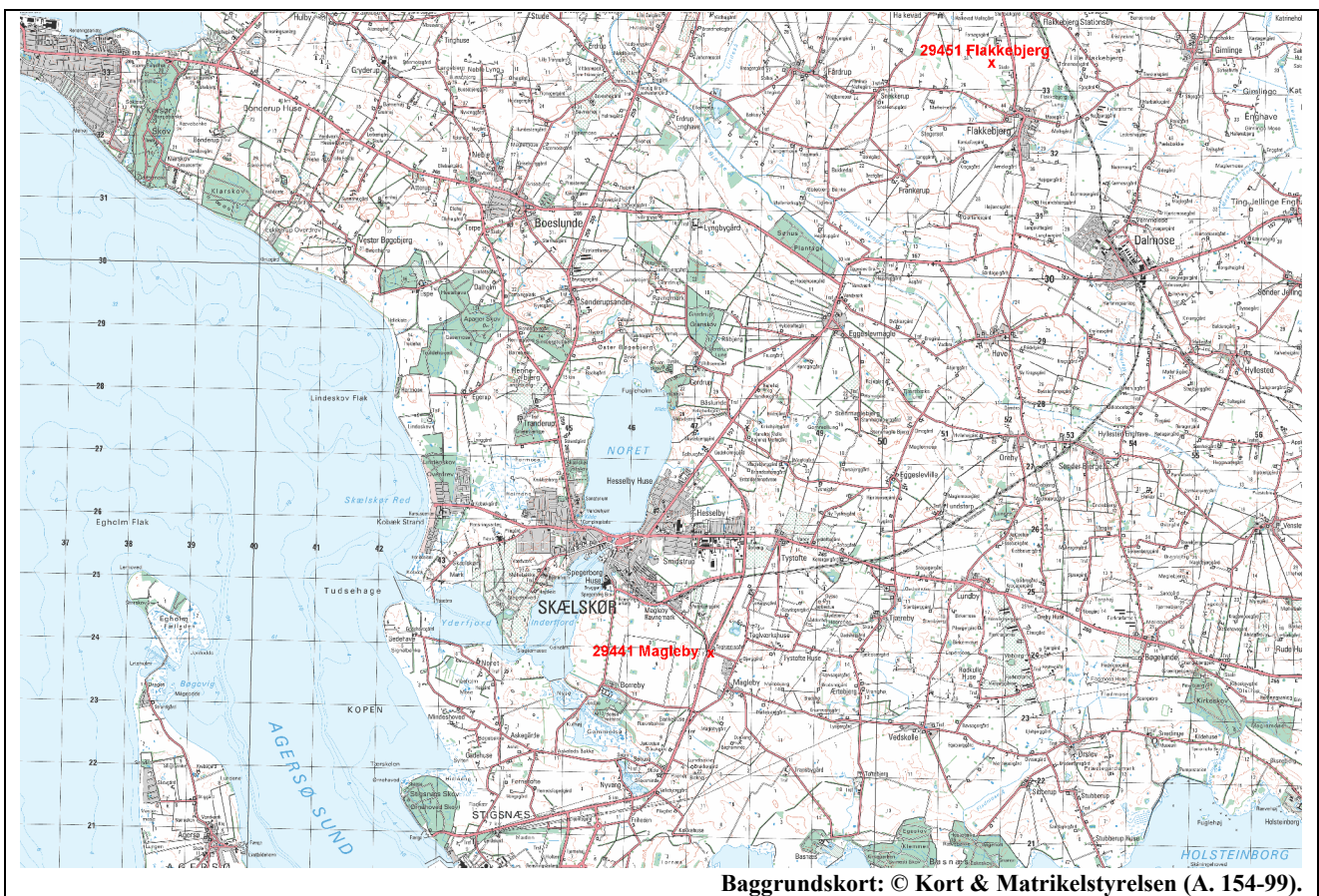
				star månedssum	casella månedssum	Antal dage i månedssum	
				Star	Casella	Antal dage	Star/Casella
year	1999	month	10	112,03	126,00	31	,89
			11	51,77	51,00	30	1,02
			12	21,38	15,80	31	1,35
2000	month	1	66,82	67,50	31	,99	
		2	65,27	69,60	29	,94	
		3	136,90	136,90	31	1,00	
		4	158,33	177,20	30	,89	
		5	275,72	320,20	31	,86	
		6	188,20	220,80	30	,85	
		7	147,97	201,80	31	,73	
		8	149,95	192,00	31	,78	
		9	140,05	170,50	30	,82	
		10	79,77	87,90	31	,91	
		11	45,35	37,80	30	1,20	
		12	31,53	23,30	31	1,35	
2001	month	1	34,72	32,70	31	1,06	
		2	84,85	83,30	28	1,02	
		3	140,33	121,70	31	1,15	
		4	130,75	154,90	30	,84	
		5	277,37	301,90	31	,92	
		6	225,59	268,10	30	,84	
		7	282,22	316,70	31	,89	
		8	179,83	,	,	,	
		9	92,31	115,30	30	,80	
		10	71,75	75,60	31	,95	
		11	75,22	81,70	30	,92	
		12	32,32	26,80	31	1,21	
2002	month	1	37,63	33,90	31	1,11	
		2	75,68	90,50	28	,84	
		3	162,48	174,30	31	,93	
		4	149,53	163,50	30	,91	

4.9 29451 Flakkebjerg og 29441 Magleby

Placering af stationer: Stationerne ligger godt 10 km fra hinanden med Casellastationen Magleby beliggende nærmest kysten. Der forventes tendens til mindre sol ved Flakkebjerg end ved Magleby og dermed lidt lavere Star/Casella fraktioner end hvad målemetoderne i sig selv ville give. Se kort. **Anvend overlap: Udgår.** Specielt juni 2001 skiller sig ud ved at have mange tilfælde i ydertimer med ingen Star samtidig med Casella har fuld sol. Det skyldes givetvis forskellen i placering af de to stationer og måneden tages derfor ikke med i den videre undersøgelse. De øvrige måneder har også forholdsvis mange timer med stor forskel (>20%) på Star og Casella. Dette kunne tyde på en større påvirkning fra stationsplaceringen end ønskeligt og data indgår derfor ikke i den videre undersøgelse.

Årstidsvariation: Nej.

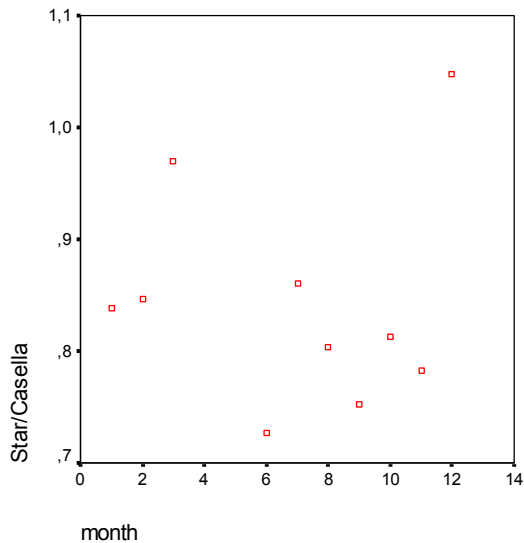
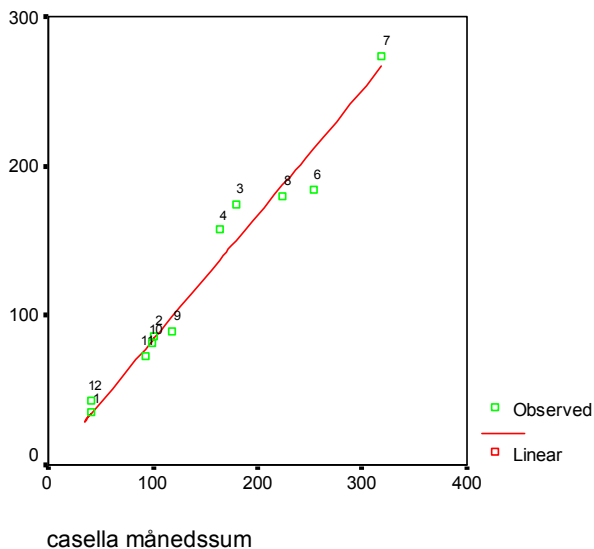
Bemærkninger: Rim på Casella 29+31/12 2001



Figur 4-6. Placeringen af Starstation 29451 Flakkebjerg og Casellastation 29441 Magleby er vist med rødt kryds. De rette linier danner 1kmx1km gitter.



star månedssum



Månedssum Star = 0.8364 * Casella, overlap 2001.06-2002.04.

Station 29451 Flakkebjerg II og 29441 Magleby

				star månedssum	casella månedssum	Antal dage i månedssum	
				Star	Casella	Antal dage	Star/Casella
year	2001	month	6	184,04	253,10	24	,73
			7	274,05	318,70	31	,86
			8	180,20	224,30	31	,80
			9	88,95	118,20	30	,75
			10	81,08	99,70	31	,81
			11	72,57	92,70	30	,78
			12	42,98	41,00	31	1,05
	2002	month	1	34,79	41,50	31	,84
			2	85,70	101,30	28	,85
			3	173,91	179,40	31	,97
			4	157,18	163,10	30	,96

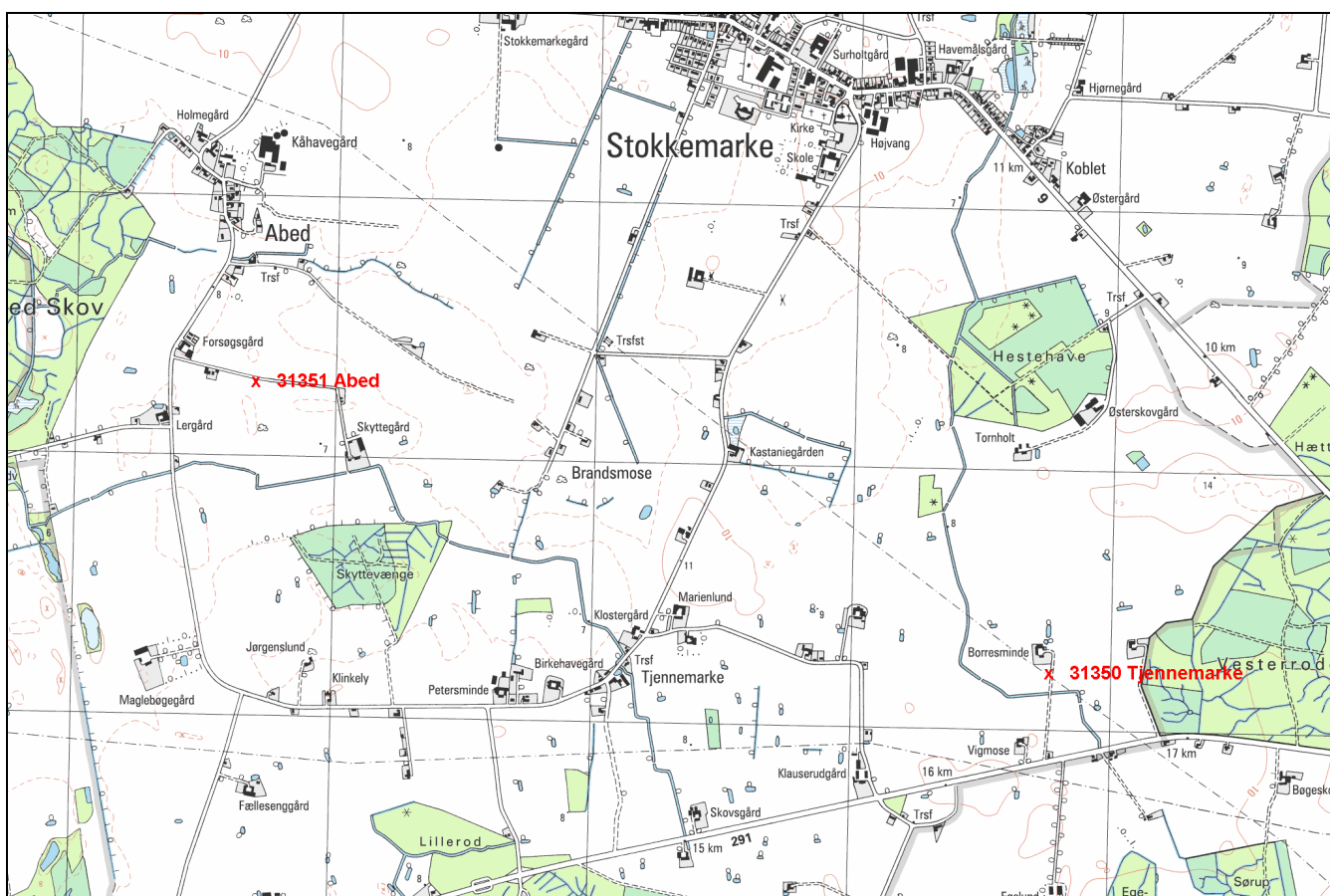
4.10 31351 Abed og 31350 Tjennemarke

Placering af stationer: De to stationer ligger godt 3 km fra hinanden i et fladt område med skov vest for Starstationen Abed og skov øst for Casellastationen Tjennemarke og det forventes at de to stationer er udsat for samme solskinsklima. Se kort.

Anvend overlap: 2000.01-2002.04.

Årstidsvariation: Ja. Tendens til højere Star/Casella fraktioner, og større spredning i disse, i månederne oktober-maj.

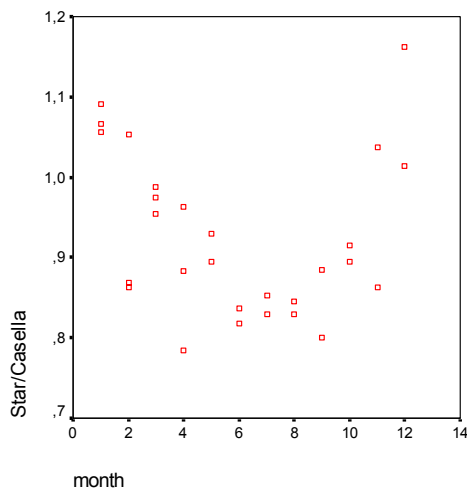
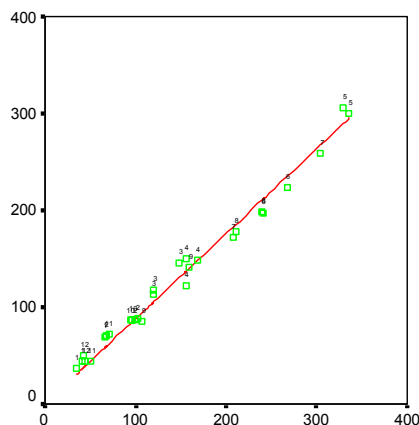
Bemærkninger: Opstartsproblemer med Casella, givetvis pga. rimafsætning d. 30+31/12 2001 samt 3/1 2002.



Baggrundskort: © Kort & Matrikelstyrelsen (A. 154-99).

Figur 4-7. Placeringen af Starstation 31351 Abed og Casellastation 31350 Tjennemarke er vist med rødt kryds. De rette linier danner 1kmx1km gitter.

star månedssum



casella månedssum

month

Månedssum Star = 0.8773 * Casella, overlap 2000.01-2002.04.

Station 31351 Abed og 31350 Tjennemarke

				star månedssum	casella månedssum	Antal dage i månedssum	
				Star	Casella	Antal dage	Star/Casella
year 2000	month	1		69,25	65,60	28	1,06
		2		70,92	67,30	29	1,05
		3		113,50	119,00	31	,95
		4		148,73	168,30	30	,88
		5		306,50	329,60	31	,93
		6		197,08	240,90	30	,82
		7		172,07	207,50	31	,83
		8		178,18	210,60	31	,85
		9		140,99	159,30	30	,89
		10		86,34	96,50	31	,89
		11		43,65	50,60	30	,86
		12		44,83	44,20	31	1,01
2001	month	1		44,18	40,50	31	1,09
		2		86,13	99,20	28	,87
		3		118,35	119,90	31	,99
		4		121,67	155,20	30	,78
		5		300,63	336,00	31	,89
		6		224,09	267,70	30	,84
		7		259,26	304,10	31	,85
		8		199,05	240,10	31	,83
		9		86,01	107,50	30	,80
		10		86,15	94,20	31	,91
		11		72,68	70,10	30	1,04
		12		49,52	42,60	31	1,16
2002	month	1		36,77	34,50	31	1,07
		2		88,11	102,20	28	,86
		3		145,14	148,80	31	,98
		4		149,51	155,20	30	,96

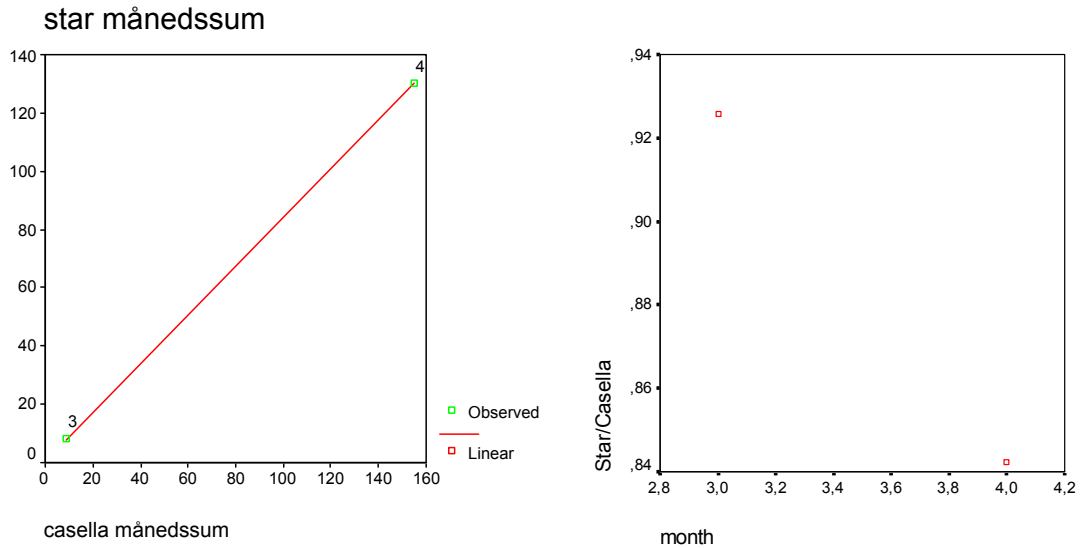


4.11 26401 St. Jynde vad II og 26400 St. Jynde vad.

Placering af stationer: De to stationer er placeret samme sted og har derfor samme solskinsklima.

Anvendt overlap: 2002.04

Årstidsvariation: Ikke muligt at undersøge.



Månedssummer Star = 0.8425* Casella, overlap 31.03.2002-30.40.2002.

Station 26401 og 26400 St. Jynde vad

				star månedssum	casella månedssum	Antal dage i månedssum	
				Star	Casella	Antal dage	Star/Casella
year	2002	month	3	8,43	9,10	1	,93
			4	130,38	154,80	30	,84

5. Omregning fra Casella til Star

5.1 Første udvalgte overlapsserie

Sammenlægningen af de udvalgte overlapsperioder mellem Star og Casella gav en serie på 70 måneder som det fremgår af tabel 5-1. Fordelingen på kalendermåned fremgår af oversigten i tabel 5-2. For hver kalendermåned er der mellem 5 og 8 forskellige Star/Casella overlapsværdier. Den udvalgte overlapsseries gennemsnitlige Star/Casella-forhold pr. kalendermåned giver de laveste Star/Casella-forhold for månederne juni-september (værdier mellem 0.82 og 0.83) og de højeste i månederne november-april (værdier mellem 0.91 og 1.24). Se detaljer i tabel 5-2.

Udvalgt overlap mellem Star- og Casellastationer			
Starstation og nærmeste Casellastation	Start (åååå,mm)	Slut (åååå,mm)	Antal måneder
20004 Skagen Fyr og 20000 Skagen Fyr	2001,05	2002,04	12
21061 Silstrup og 21060 Silstrup	2002,04	2002,04	1
22231 Ødum II og 22230 Røved	2001,06	2002,04	11
26401 St. Jynde vad II og 26400 St. Jynde vad	2002,04	2002,04	1
28281 Årslev II og 28275 Ore/Årslev	2001,07	2002,04	10
29074 Holbæk og 29079 Borrevang	2000,05	2001,07	7
31351 Abed og 31350 Tjennemarke	2000,01	2002,04	28

Tabel 5-1. Overlapsserierne der i første omgang blev udvalgt som repræsenterende forskellen i målemetode.

Måned	Star/Casella				Antal måneder
	Middel	Minimum	Maksimum	Std Afvig.	
1	1,04	,96	1,09	,05	6
2	,91	,84	1,05	,08	6
3	,95	,90	,99	,03	6
4	,91	,78	1,05	,09	8
5	,89	,81	,95	,05	5
6	,83	,81	,87	,02	6
7	,83	,74	,92	,06	7
8	,82	,74	,90	,05	6
9	,83	,72	,96	,09	5
10	,88	,82	,96	,06	5
11	,91	,86	1,04	,07	5
12	1,24	1,01	1,57	,22	5

Tabel 5-2. Oversigt pr. kalendermåned over Star/Casella-værdierne i den udvalgte serie.

De rå middelværdier af den udvalgte overlapsserie Star/Casella-forhold varierer ikke som en glat kurve henover året som de klimatiske Star/Casella-gennemsnit her antages at burde. Derfor anvendes et glattende filter på de rå middelværdier. Det anvendte filter gav en 'T4253H-smoothing'² og resultatet ses i figur 5-1 og i tabel 5-3.

Den glattede kurve har maksimum i december og næsthøjest værdi i januar. Heri følger kurven soltimetallet (landstal for antal solskinstimer i Danmark, 1961-90) med modsat fortegn idet december i Danmark har færrest og januar næstfærrest solskinstimer. Forskellen på december og januar Star/Casella er dog temmelig stor og skyldes at de foreliggende decemberdata i langt højere grad end data fra januar var påvirket af tilrimede Casellakugler.

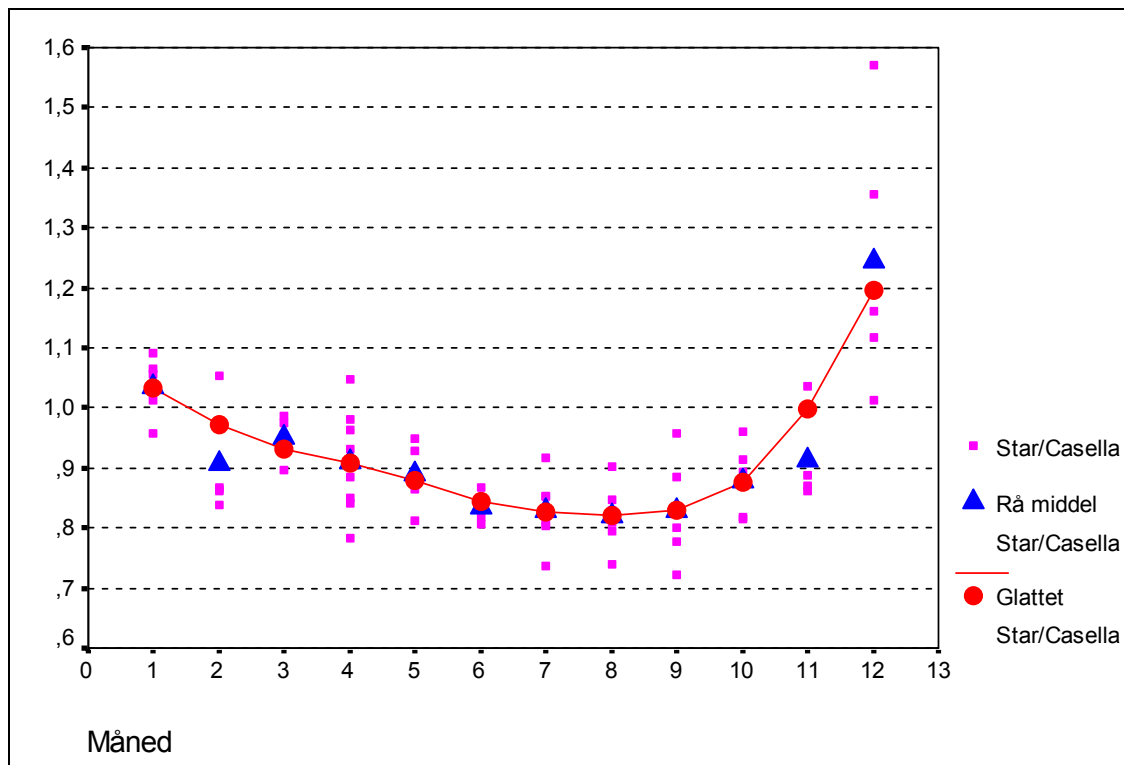
Minimum for den glattede kurve ligger i august med juli og september på en delt andenplads. Dette er overraskende da det på den måde hverken følger landsnormalen for soltimer eller f.eks. temperatur: Solskinsnormalen har flest solskinstimer i juni og næstflest i maj og det er august, juli og juni der, i den rækkefølge, er de varmeste måneder i Danmark.

Alene ud fra udseendet af den udvalgte overlapsserie er der derfor mistanke om at data i den udvalgte serie afviger fra det man skulle forvente af en serie der repræsenterer et klimatisk gennemsnit. Nedenfor undersøges det derfor om data kan tilrettes i forhold til normalvejret.

Udvalgt Star/Casella overlapsserie		
Måned	Rå middelværdier Star/Casella	Glattede: T4253H(Star/Casella)
1	1,04	1,03
2	,91	,97
3	,95	,93
4	,91	,91
5	,89	,88
6	,83	,85
7	,83	,83
8	,82	,82
9	,83	,83
10	,88	,88
11	,91	1,00
12	1,24	1,19

Tabel 5-3. Rå middelværdier af den udvalgte overlapsserie Star/Casella-forhold samt de glattede ('T4253H(Star/Casella)') værdier der er første bud på omregningsfaktorer fra Casella til Star månedssummer af solskin.

² 'T4253H-smoothing' er en standardmetode til glatning af en tidsserie i databehandlingsprogrammet SPSS: 'The smoother starts with a running median of 4, which is centered by a running median of 2. It then resmooths these values by applying a running median of 5, a running median of 3, and hanning (running weighted averages). Residuals are computed by subtracting the smoothed series from the original series. This whole process is then repeated on the computed residuals. Finally, the smoothed residuals are computed by subtracting the smoothed values obtained the first time through the process. This is sometimes referred to as T4253H smoothing'.



Figur 5-1. Variationen af Star/Casella-forholdet henover kalenderåret; De enkelte Star/Casella-overlapsværdier (lilla kasser), de rå middelværdier (blå trekant) og de glattede middelværdier (forundne røde bomber).

5.2 Tilretning til normalvejret.

Den udvalgte overlapsserie havde 5-8 værdier til hver kalendermåned. Hvor ligger disse 5-8 værdier i forhold til de 30 værdier der skulle til at lave et egentligt klimatisk gennemsnit? Dette vides ikke. Men da forholdet mellem Star/Casella blev set at afhænge af vejret bør det undersøges om de udvalgte måneder er repræsentative med hensyn til normalvejret og hvis ikke, bør det undersøges hvad der kan gøres for at gøre dem tilpas repræsentative.

I første omgang ses på hvad der kan udledes af forholdet til normalsolskinsvejret. I figur 5-2 er derfor plottet solskinstimetallet for overlapsseriens 70 udvalgte steder og måneder sammen med landsnormalen for solskin. Denne undersøgelse ønsker en generel omregning fra Casella til Star, derfor skal der sammenlignes med *landsnormalen* af solskin i stedet for med de enkelte lokale stationers normaler.

Januars solskinsværdierne i figur 5-2 ligger pænt på begge sider af landsnormalen.

Februar værdierne ligger i høj grad over landsgennemsnittet samtidig med at Star/Casella værdierne i figur 5-1 ses at være så lave at der kommer et 'hak' i forhold til de rå middelværdier. Dette tyder på at de seks februar værdier –heraf 4 fra februar 2002, tilsammen giver for lave Star/Casella i forhold til hvad der skulle forventes klimatisk. Den glattede kurve ses dog i høj grad netop at have udglattet dette februar-hak.

Marts ligger også over solskinslandsnormalen, men giver ikke samme 'hak' i Star/Casella-kurven.



April ligger under solskinsnormalen, men der ses stor spredning i de tilhørende Star/Casella-værdier og deres middelværdi ligger rimeligt på linie med marts og maj.

Maj solskinsværdierne ligger alle over landsgennemsnittet. Ud fra Star/Casella kurven i figur 5-1 forventes et lavere Star/Casella gennemsnit, så minimum for Star/Casella i højere grad kunne følge maksimum for solskinstimetallet. En måde at sænke maj Star/Casella-gennemsnittet på kan være at tage Holbæk maj 2001 værdien ud (Star/Casella = 0.95); Selvom det ikke er den højeste værdi mht. solskinstimer i maj så er det en tvivlsom værdi og tages ud med en forventning om at forbedre grundlaget for beregning af maj Star/Casella-værdien.

Juni har både værdier over og under landsgennemsnittet og der ses kun lille spredning i Star/Casella værdierne så der er ikke baggrund for at lave nogen justeringer.

Juli har fire værdier langt over landsgennemsnittet og to værdier under. Der ses stor spredning i Star/Casella-værdierne. Skagen 2001 hiver med 0.92 op i Star/Casella-gennemsnittet. På den anden side hiver Holbæk 2000 med 0.74 ned og middelværdien af Star/Casella springer ikke i forhold til juni og august.

August har både værdier over og under landsgennemsnittet. Star/Casella værdierne har fire værdier samlet omkring middelværdien og yderværdierne Skagen 2001 på 0.90 og Ødum 2001 på 0.74.

September 2001 har atypisk lav sol, hvor ustadigt vejr i højere grad end normalt har kunne give lave Star/Casella-værdier. For at løfte den gennemsnitlige september Star/Casella-værdi kan, foruden Abed 2000, nøjes med at indgå *gennemsnittet* af de fire 2001-værdier.

Oktober ligger mest under landsnormalen, men der ses rimelig spredning i Star/Casella-værdierne, så de antages at være repræsentative nok.

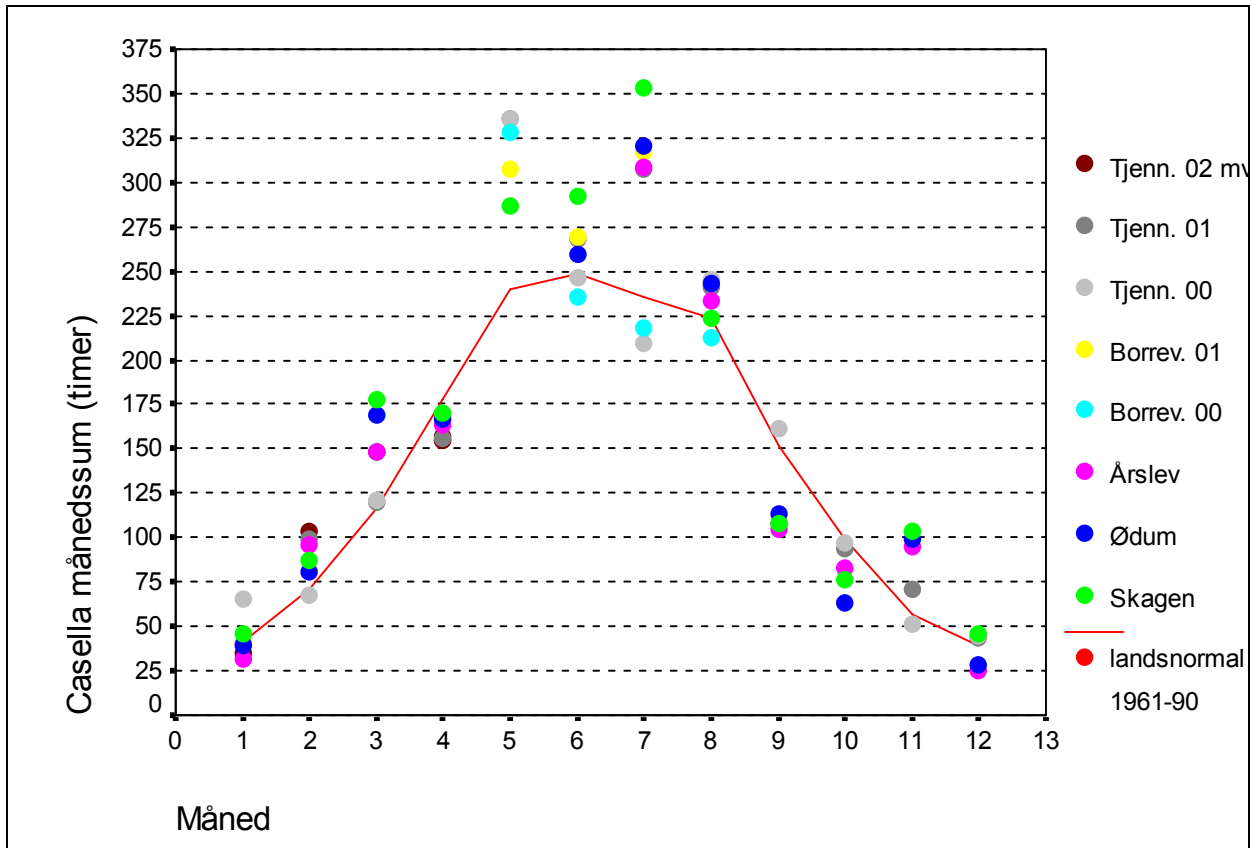
De tre **november** 2001 ligger over landsgennemsnittet og har Star/Casella værdier der bevirker at Star/Casella-gennemsnittet tager et 'hak' nedad. 'Hakket' udglattes imidlertid af filteret.

December har både værdier over og under landsgennemsnittet. Her er der imidlertid ekstremt høje Star/Casella-værdier som følge af tilfælde af tilrimet Casella og dette problem behandles særskilt nedenfor.

DMIs Casella solautografer er ikke opvarmede og data tyder på at det er et udbredt problem at observator ikke følger instruksen om at holde Casellakuglen ren. I januar, februar og december forventes Casella derfor i praksis at have problemer med sne og rim. Af vintermånederne der indgår i den udvalgte overlapsserie: December 2000 og 2001 samt januar og februar 2000, 2001 og 2002 er det kun december 2001 der på landsplan har antal døgn med sne og antal døgn med frost over normalen. De øvrige ligger under normalen. Derfor forventes flere tilfælde end normalt af tilrimet Casella i december 2001 og færre end normalt for øvrige måneder.

En subjektiv klimatologisk forventning til Casella-rimforhold er 6 dage pr. vinter hvert 5. år. Hvis dagene fordeles ligeligt giver det 0.4 dage pr. normalvintermåned. Hvis problemet antages at gælde for 2/3 af solstationerne forventes altså $4/15 \sim 0.27$ dag med problemet for hver af månederne januar, februar og december. For januar sås ud af 6 månedsværdier kun 0.5 dag i Årslev 2002 og 0.5 dag i Abed 2002. Der indsættes derfor 0.5 dag i Skagen 2002 for at justere antallet lidt op. For

de 6 februarværdier sås ingen tilfælde. Der indsættes derfor 2 dage i Ødum 2002 og 2 dage i Årslev 2002 for at justere op. Ud af de 5 decemberværdier sås 2 dage i Ødum 2001 og 4 dage i Årslev 2001 og 2 gange 0.5 dage i Abed 2001. For at justere ned fjernes derfor 2 dage fra Ødum og 3 fra Årslev.



Figur 5-2. Data fra den udvalgte serie set i forhold til normalsolskinstimere. For hver af de 70 overlapsværdier er den tilhørende officielle Casella solskinstimemånedssum plottet i figuren. Forskellige stationer/år har forskellig farve. Landsnormalen, 1961-90 af solskinstimer er indtegnet som den røde linie. I signaturen 'Tjenn. 02 mv' står 'mv' for at månedsummerne for 21060 Silstrup og 26400 St. Jydeved april 2002 af praktiske årsager har samme signatur som månedsummerne fra 31350 Tjennemarke 2002.

Alt i alt viste sammenligningen med normalsolsklimatet og vinterforholdene:

- De rå Star/Casella-middelværdier skal glattes for at være klimatisk troværdige
- Holbæk maj 2001 Star/Casella-værdien udgår
- Star/Casella middelværdien for september skal beregnes ud fra Abed 2000 og gennemsnittet af de fire 2001 værdier fra Skagen, Ødum, Årslev og Abed
- For at løfte januar Star/Casella-værdierne skal der indsættes data fra Årslev overlapsserien 3/1-2002 i Skagen overlapsserien i stedet for dennes 3/1-2002
- For at løfte Februar Star/Casella-værdierne skal der indsættes data fra d. 30+31/12 2001 fra Ødum overlapsserien i stedet for dennes 27+28/2 2002. Data fra 30+31/12 2001 fra Årslev overlapsserien skal indsættes i stedet for dennes 27+28/2 2002.
- For at sænke december Star/Casella-værdierne skal Ødum overlapsserien gentage 24+25/12 2001 i stedet for 30+31/12 2001. Årslev overlapsserien skal gentage 24+25+26/12 2001 i stedet for 28+30+31/12 2001

5.3 Endelige overlapsserie

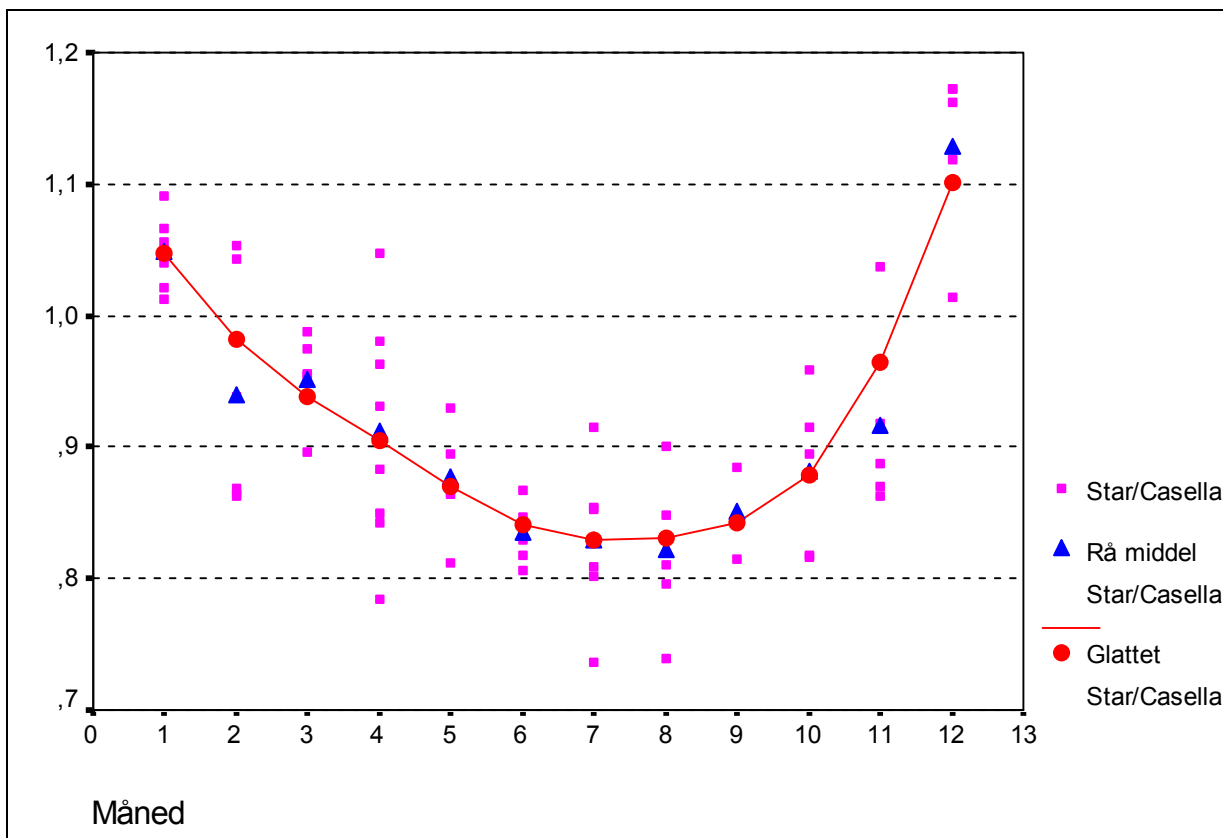
Efter tilpasningen til normalvejret beskrevet ovenfor fremkom denne undersøgelses endelige overlapsserie. Denne endelige overlapsserie har 66 par af samhørende Star og Casella månedssummer. Se tabel 5-4 og tabel 5-5.

Endelige overlap mellem Star- og Casellastationer			
Starstation og nærmeste Casellastation	Start (åååå,mm)	Slut (åååå,mm)	Antal måneder
20004 Skagen Fyr og 20000 Skagen Fyr	2001,05	2002,04	11
21061 Silstrup og 21060 Silstrup	2002,04	2002,04	1
22231 Ødum II og 22230 Røved	2001,06	2002,04	10
26401 St. Jynde vad II og 26400 St. Jynde vad	2002,04	2002,04	1
28281 Årslev II og 28275 Ore/Årslev	2001,07	2002,04	9
29074 Holbæk og 29079 Borrevang	2000,05	2001,07	6
31351 Abed og 31350 Tjennemarke	2000,01	2002,04	27
Gennemsnit af september 2001 fra 20004 Skagen Fyr og 20000 Skagen Fyr, 22231 Ødum II og 22230 Røved, 28281 Årslev II og 28275 Ore/Årslev og 31351 Abed og 31350 Tjennemarke	2001,09	2001,09	1

Tabel 5-4. Indholdet af stationer i den endelige overlapsserie efter alle justeringer.

Star/Casella						
Måned	Rå middel	Rå middel Minimum	Rå middel Maksimum	Rå middel Std Afvig.	Antal måneder	Glattet middel T4253H(Star/Casella)
1	1,0475	1,01	1,09	,03	6	1,0469
2	,9382	,86	1,05	,09	6	,9826
3	,9505	,90	,99	,03	6	,9382
4	,9105	,78	1,05	,09	8	,9051
5	,8752	,81	,93	,05	4	,8701
6	,8342	,81	,87	,02	6	,8407
7	,8284	,74	,92	,06	7	,8291
8	,8207	,74	,90	,05	6	,8305
9	,8498	,81	,89	,05	2	,8424
10	,8803	,82	,96	,06	5	,8789
11	,9150	,86	1,04	,07	5	,9645
12	1,1278	1,01	1,17	,07	5	1,1015

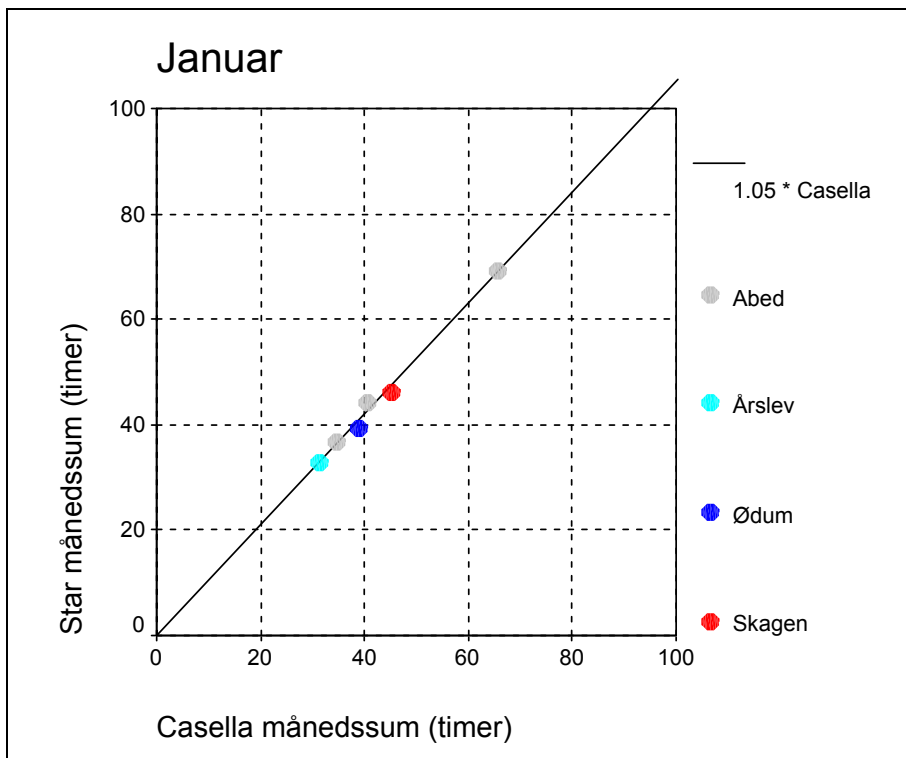
Tabel 5-5. Oversigt pr. kalendermåned over indholdet i den endelige overlapsserie efter alle justeringer.



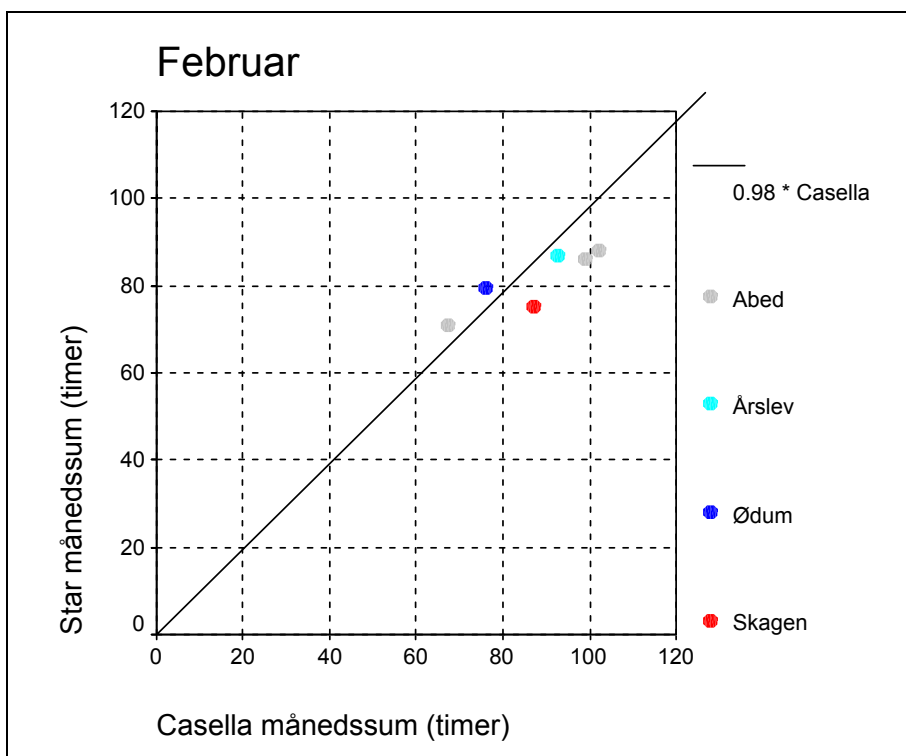
Figur 5-3. Variationen af Star/Casella-forholdet henover kalenderåret for den endelige overlapsserie efter alle justeringer. De enkelte Star/Casella-overlapsværdier (lilla kasser), de rå middelværdier (blå trekanter) og de glattede middelværdier (forundne røde bomber).

De glattede Star/Casella-værdier for den endelige overlapsserie virker nu i højere grad end før troværdige som klimatiske gennemsnit. I figur 5-3 ses de glattede værdier at følge en pæn kurve: Maksimum ligger i december på 1.10 og med januar ikke så langt efter mere med 1.05. Minimum ligger i juli og august med 0.83, hvorefter kommer juni og september med 0.84.

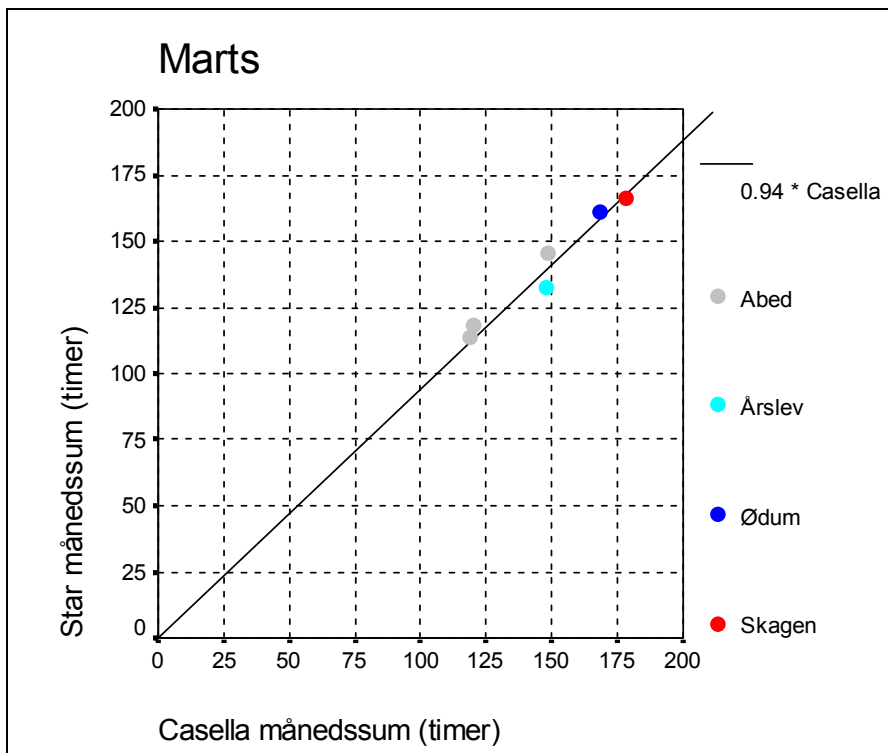
I figur 5-4 til figur 5-15 vises for hver kalendermåned værdierne fra den endelige overlapsserie plottet mod hinanden. I figurene vises også denne rapportes endelige anbefalede omregning fra Casella til Star ved indtegning af linien gennem (0,0) og med hældning givet ved månedens glattede Star/Casella-værdi.



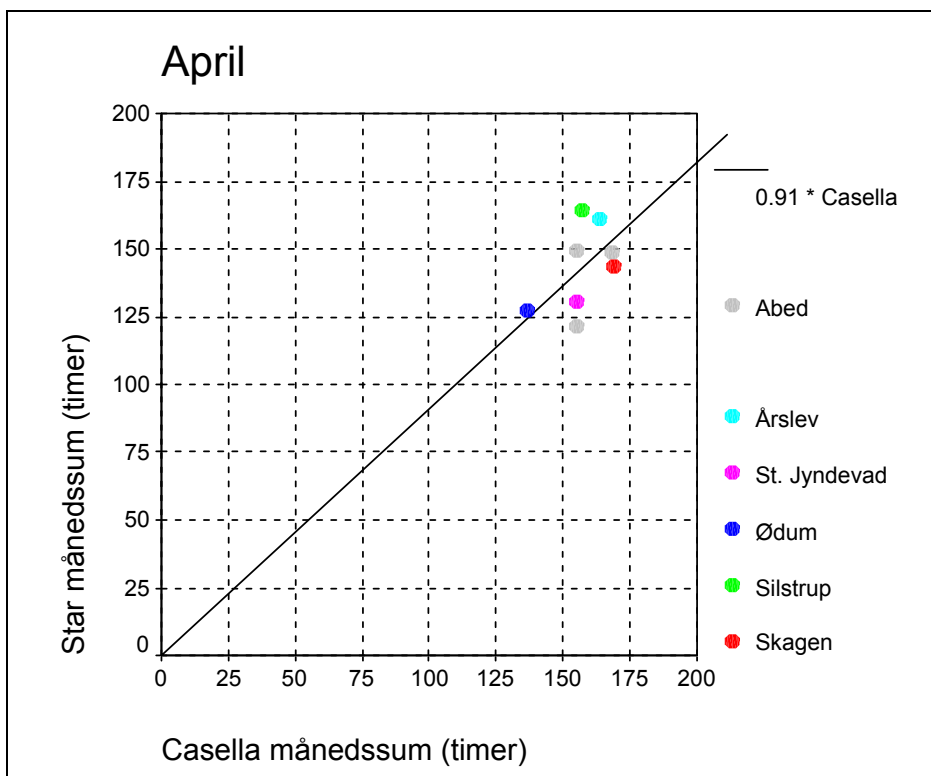
Figur 5-4. Januar Star-Casella-værdierne fra den endelige overlappsserie. Linien viser den anbefalede omregning fra Casella til Star for januar.



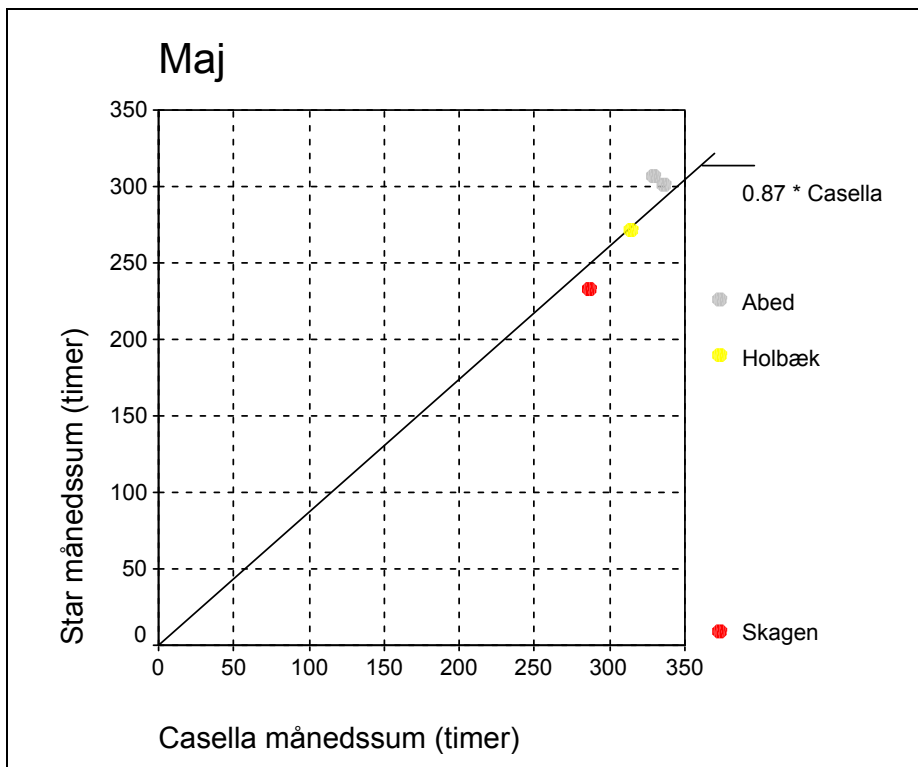
Figur 5-5. Februar Star-Casella-værdierne fra den endelige overlappsserie. Linien viser den anbefalede omregning fra Casella til Star for februar.



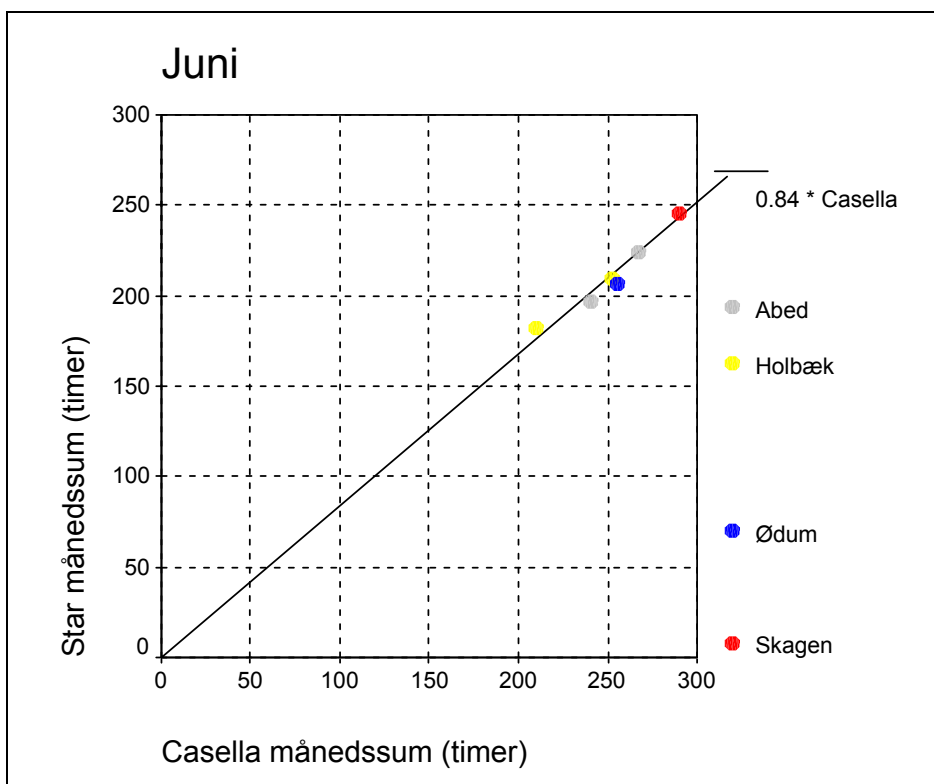
Figur 5-6. Marts Star-Casella-værdierne fra den endelige overlapsserie. Linien viser den anbefalede omregning fra Casella til Star for marts.



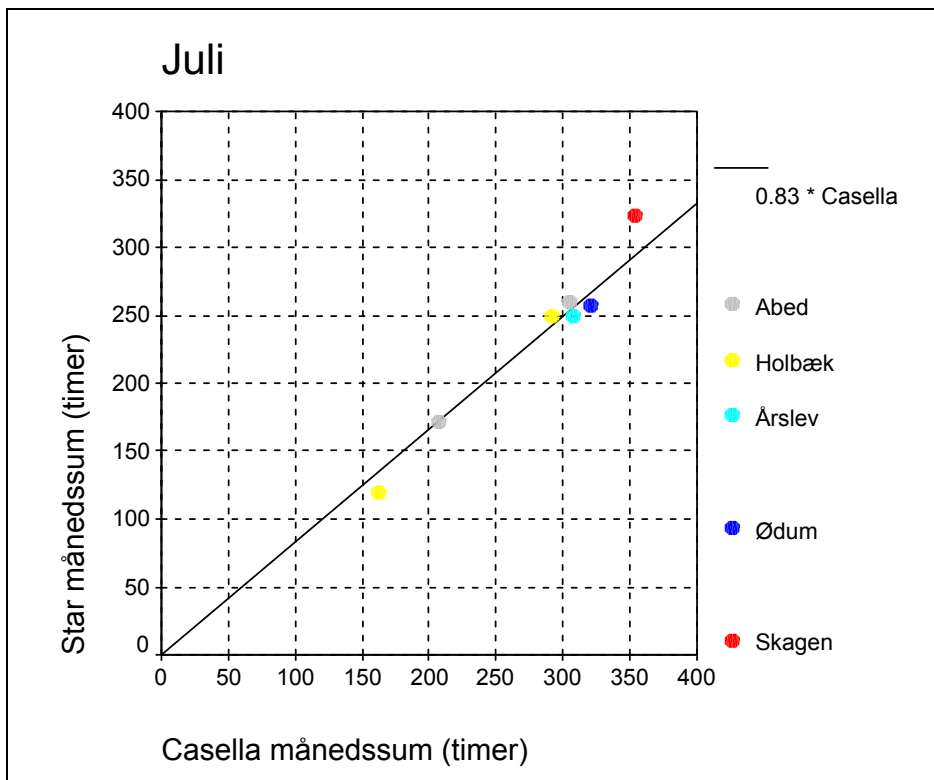
Figur 5-7. April Star-Casella-værdierne fra den endelige overlapsserie. Linien viser den anbefalede omregning fra Casella til Star for april.



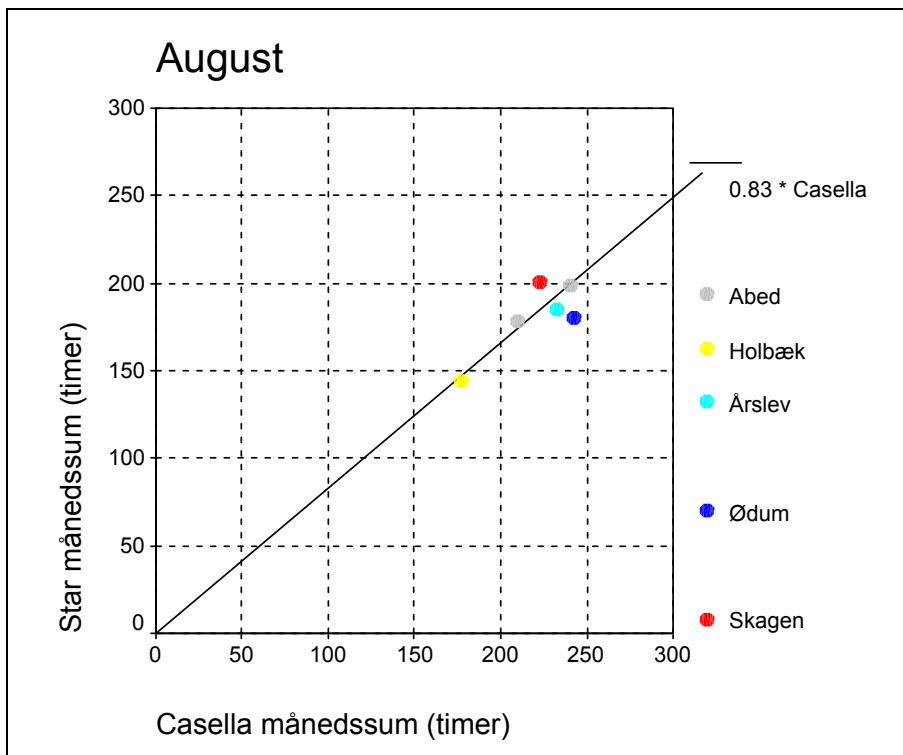
Figur 5-8. Maj Star-Casella-værdierne fra den endelige overlapsserie. Linien viser den anbefalede omregning fra Casella til Star for maj.



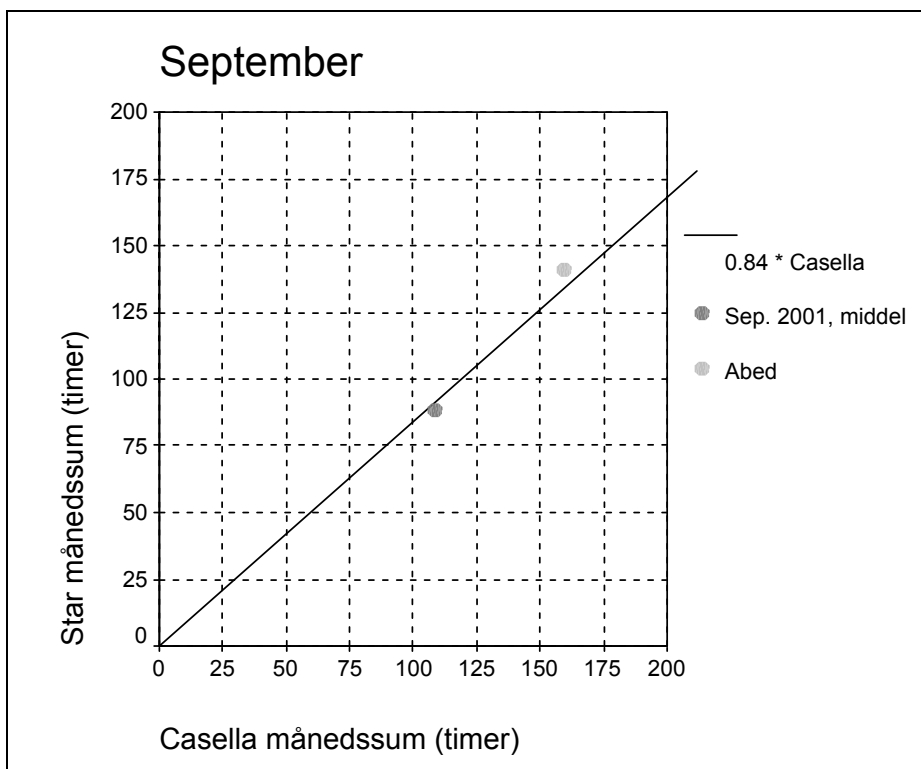
Figur 5-9. Juni Star-Casella-værdierne fra den endelige overlapsserie. Linien viser den anbefalede omregning fra Casella til Star for juni. Bemærk at Holbæk-værdierne blev sænket pga. fjernelse af bestemte solskinsdage.



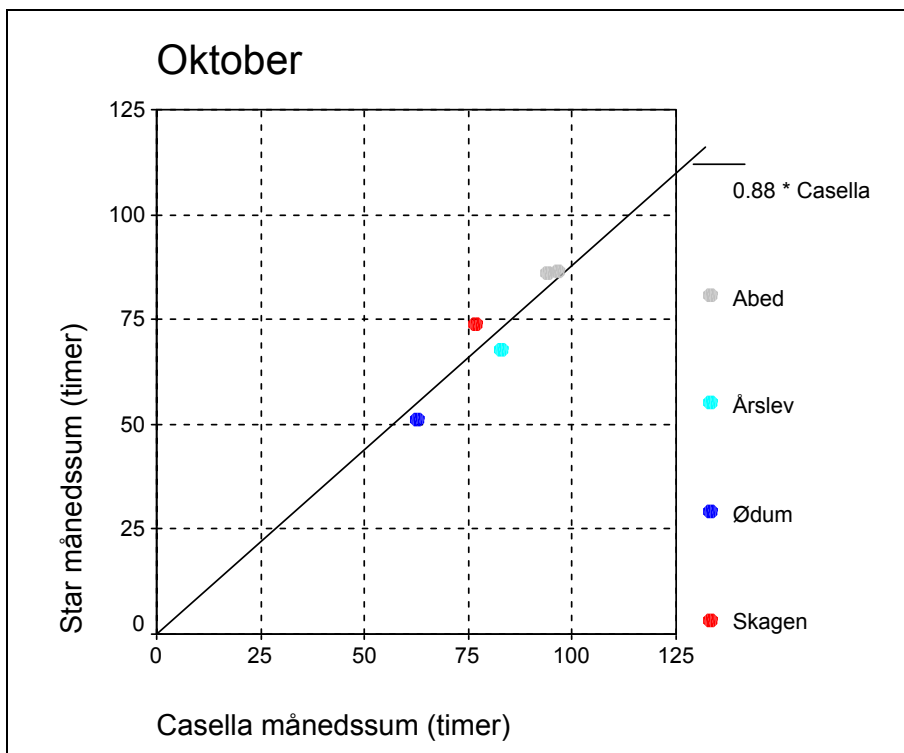
Figur 5-10. Juli Star-Casella-værdierne fra den endelige overlapsserie. Linien viser den anbefalede omregning fra Casella til Star for juli. Bemærk at Holbæk-værdierne blev sænket pga. fjernelse af bestemte solskinsdage.



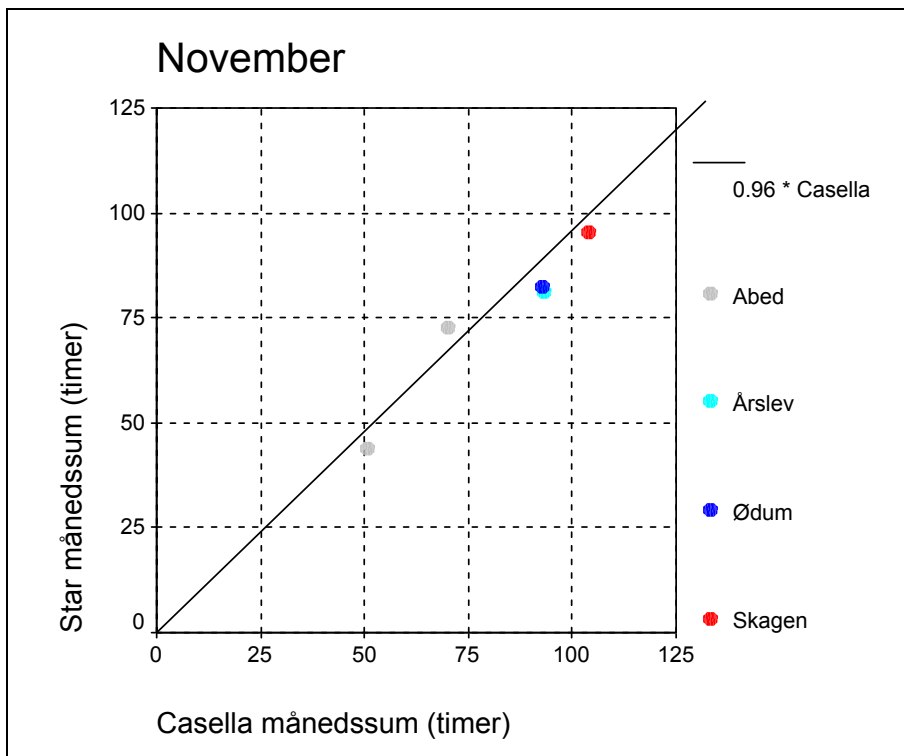
Figur 5-11. August Star-Casella-værdierne fra den endelige overlapsserie. Linien viser den anbefalede omregning fra Casella til Star for august. Bemærk at Holbæk-værdien blev sænket pga. fjernelse af bestemte solskinsdage.



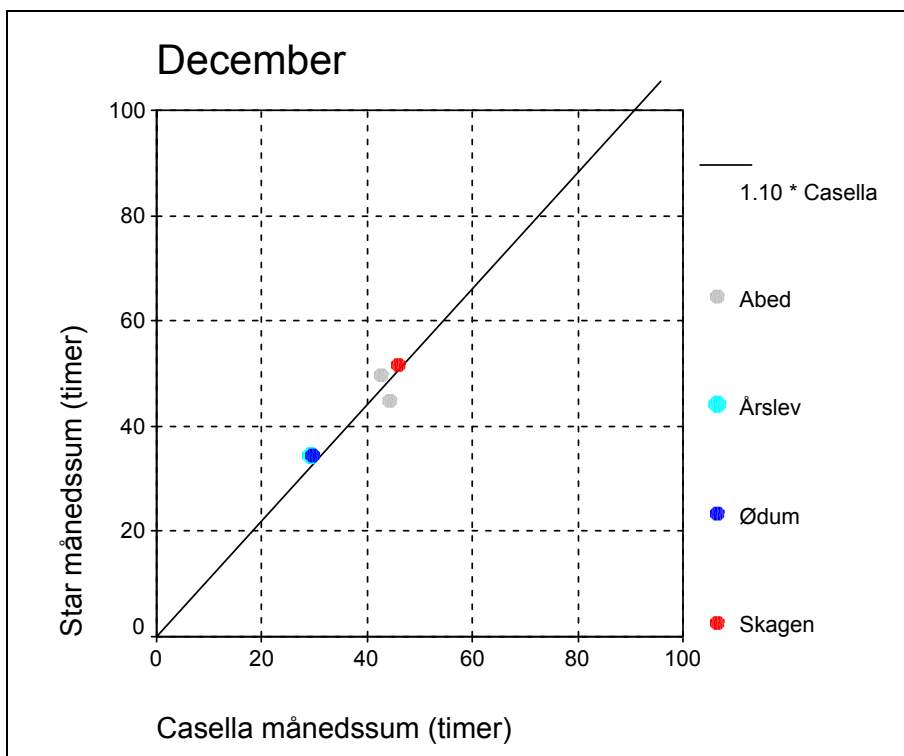
Figur 5-12. September Star-Casella-værdierne fra den endelige overlapsserie. Linien viser den anbefalede omregning fra Casella til Star for september.



Figur 5-13. Oktober Star-Casella-værdierne fra den endelige overlapsserie. Linien viser den anbefalede omregning fra Casella til Star for oktober.



Figur 5-14. November Star-Casella-værdierne fra den endelige overlapsserie. Linien viser den anbefalede omregning fra Casella til Star for november.



Figur 5-15. December Star-Casella-værdierne fra den endelige overlapsserie. Linien viser den anbefalede omregning fra Casella til Star for december.

6. Konklusion

På baggrund af det eksisterende overlap mellem Casella og Star anbefales nu 12 omregningsfaktorer fra Casella- til Starmånedssummer af solskin; én for hver kalendermåned, se tabel 6-1 og figur 6-1. Omregningen angiver en forskel fra Casella- til Starmånedssummer mellem +10% (december) og -17% (juli og august).

I undersøgelsen konkluderedes at både solhøjde og vejrmæssige forhold såsom skydække har indflydelse på forskellen mellem Star og Casella. Omregningen sigter imidlertid mod *simpelt* at give den klimatiske bedste omregning fra Casella- til Starmånedssummer og tager derfor kun hensyn til variationen med kalendermåned. Det forventes altså kun at middelværdien over *en årrække* af til Star omregnede Casellamånedssummer vil være identisk med samtidig målt Star, midlet over den samme årrække. En enkelt til Star omregnet Casellamånedssum kan derimod *ikke* forventes at være identisk med en samtidig registreret Starmånedssum. Dette skyldes at solhøjde under solskin og de vejrmæssige forhold den pågældende måned sandsynligvis har afvejet fra det gennemsnitlige for den pågældende kalendermåned.

Nærværende omregningsfaktorer egner sig derfor ikke til omregning af dagssummer af solskin. En sådan omregning vurderes at skulle tage hensyn til solhøjde under solskin samt vejrforhold den pågældende dag for at kunne være præcis ofte nok.

Omregningsfaktorerne egner sig dermed bedst til netop det de skal anvendes til: At beregne Starsolskinsnormaler ved at omregne Casella, 1961-90-normalerne til Star.

Det kan ikke vides med sikkerhed i hvor høj grad den anvendte overlapsserie virkelig repræsenterer et klimatisk (~30 års) gennemsnit da der kun var mellem 2 og 8 værdier pr. kalendermåned i den endelige overlapsserie. Men vi mener den givne argumentation for en tilpasning til normalvejret og resultatet af de foretagne justeringer taler for at det er *rimeligt* at antage at dette 'bedste bud' på 12 omregningsfaktorer fra Casella til Star også er et 'klimatisk brugbart' bud.

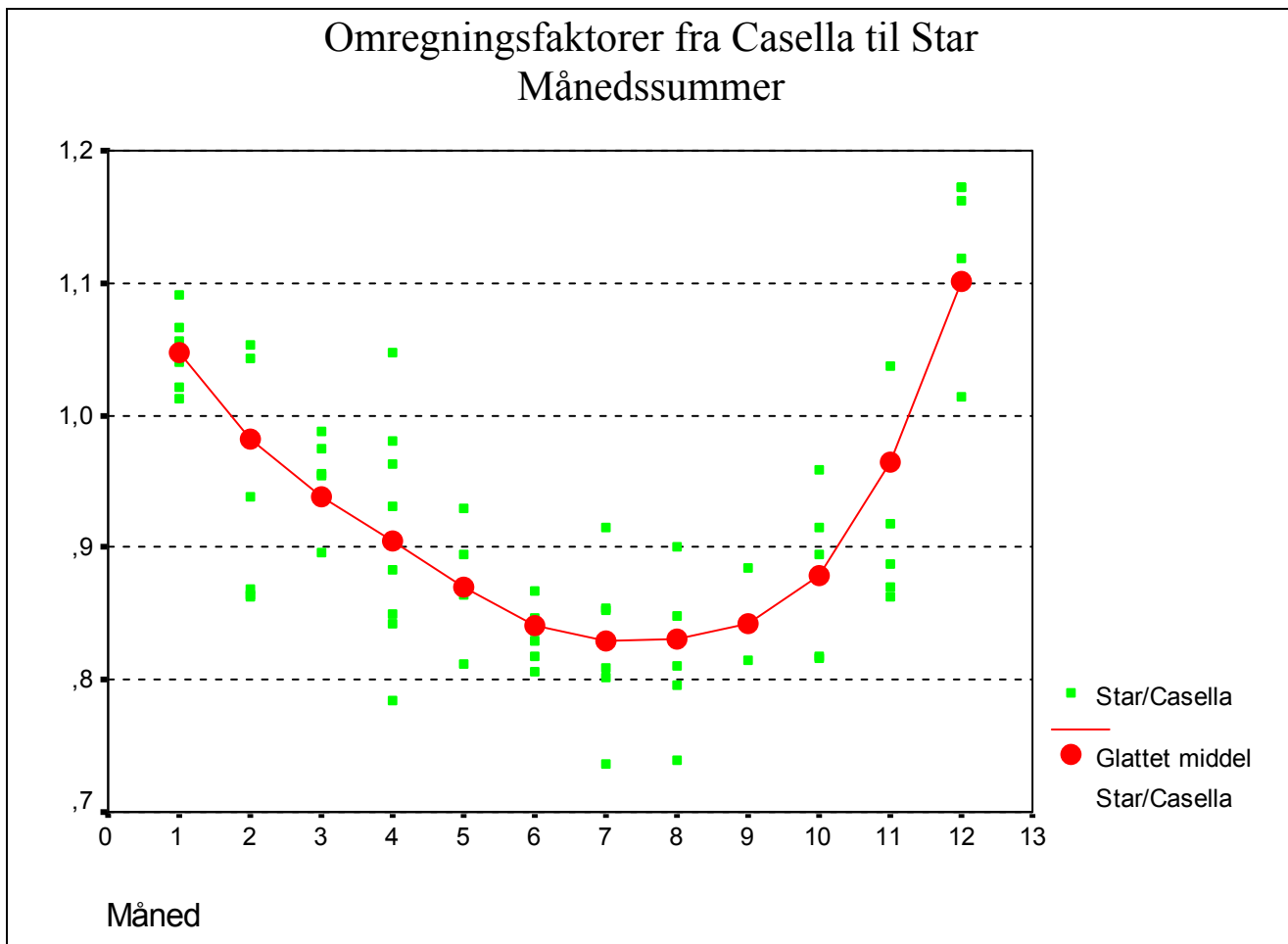
Der kan ikke forventes en forbedring af nærværende omregning som følge af længere overlapsperioder, da DMI ikke længere måler overlappende Star og Casella.

Omregningsfaktorer fra Casella til Star Månedssummer

Omregningsfaktorerne er de gennemsnitlige Star/Casella-forhold, fra den endelige overlapsserie, glattet med et T4253H-filter.

Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec
1.05	0.98	0.94	0.91	0.87	0.84	0.83	0.83	0.84	0.88	0.96	1.10

Tabel 6-1. Endelige omregningsfaktorer fra Casella- til Starmånedssummer. Landstalsnormalen for sol i juni måned på 249 solskinstimer (Casella) svarer således nu til $249 \cdot 0.84 = 209$ solskinstimer (Star).



Figur 6-1. Variationen af de endelige omregningsfaktorer fra Casella til Star henover kalenderåret (røde, forbundne bomber). Variationen i de tilgrundliggende Star/Casella-overlapsværdier fra den endelige overlappserie ses ved de små grønne kasser.

7. Referencer

Laursen, Ellen Vaarby. 13 danske solstationers korrelation med København –beregnet for juli månedssum af solskinstimer, 1961-90. DMI Intern Report No. 99-3. 1999.

Laursen, Ellen Vaarby og Stig Rosenørn. Solskinstimer i Danmark, 1961-90. Landstalsnormaler og kort. DMI Technical Report No. 01-08. 2001.

Nielsen, Maja Krørup. Måling af Soltimer. DMI Technical Report No. 99-8. Maj 1999.

Nielsen, Maja Krørup. Evaluering af Soltimer. DMI Technical Report No. 01-16. Juni 2001