

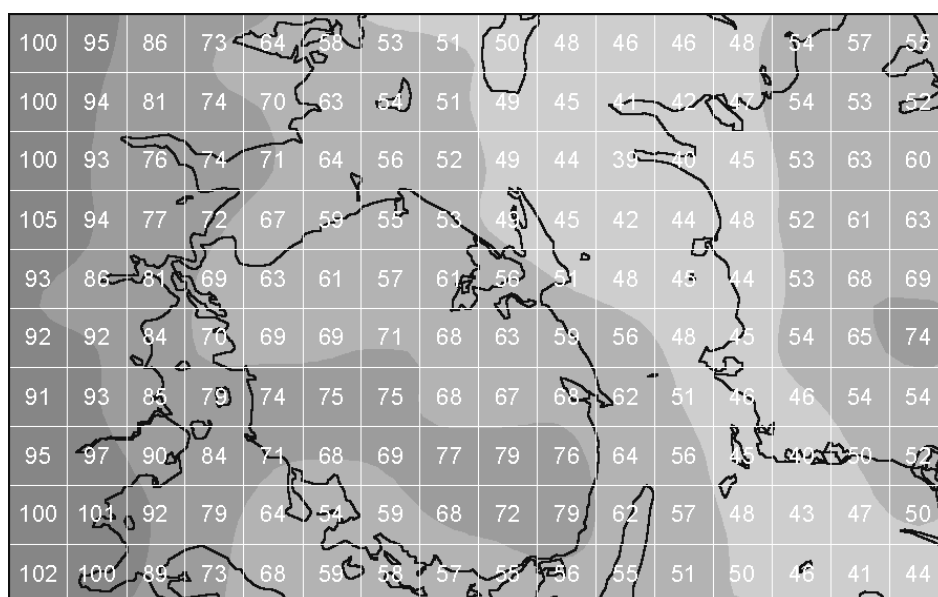
TECHNICAL REPORT

98-17

**KLIMAGRID DANMARK
NEDBØR 10*10 KM**

METODEBESKRIVELSE

Mikael Scharling



Indholdsfortegnelse

1. INDLEDNING	3
2. METODEBESKRIVELSE	4
2.1 INTERPOLATIONSALGORITME	4
2.1.1 Stationsvægtning	4
2.1.2 Udvælgelse af stationer	4
2.2 OMRÆGNING FRA GRIDPUNKT TIL GRIDCELLE	4
2.3 BEREGNING AF KLIMA-GRID PÅ MÅNEDS- OG ÅRSBASIS	6
2.4 FILFORMAT	6
2.4.1 Interpoleret døgnsum	6
2.4.2 Interpoleret månedssum	6
2.4.3 Interpoleret årssum	7
3. SAMMENLIGNING MELLEMLEREGNINGSMETODER	8
3.1 ÅRSNEDBØR BEREGNET SOM STATIONSGENNEMSNIT OG UD FRA KLIMAGRID	8
3.2 MANUELLE OG AUTOMATISKE UDTEGNEDE ISOLINIEKORT	9
BILAG 1: FILEKSEMPEL - DØGNVÆRDIER	
BILAG 2: FILEKSEMPEL - MÅNEDSVÆRDIER	
BILAG 3: FILEKSEMPEL - ÅRSVÆRDIER	

Forord

I takt med den øgede brug af areal baseret information i bl.a. Geografiske Informations Systemer og hydrologiske modeller, er behovet for tilgængelighed af et landsdækkende estimat af nedbøren over dansk landområde aktualiseret indenfor de senere år.

Nærværende rapport er et af resultaterne af et i 1997 igangsat projekt med sigte at udvikle et værktøj, til brug for omregning af punktværdier (i dette tilfælde observeret punktnedbør) til gridværdier i et landsdækkende grid i 10 x 10 km.

Projektet er benævnt *Klimagrid Danmark Nedbør 10x10 km*.

Til projektet er udviklet et interpolations/gridningsprogram, der - anno 1998 - er det værktøj der alt andet lige er det bedst egnede til landsdækkende interpolation af klimadata.

Programmet kan interpolere gridværdier i et hvilket som helst grid (regulært såvel som irregulært), og vil således tillige kunne benyttes til beregning af "ikke-standard" gridværdier i særlige projekter.

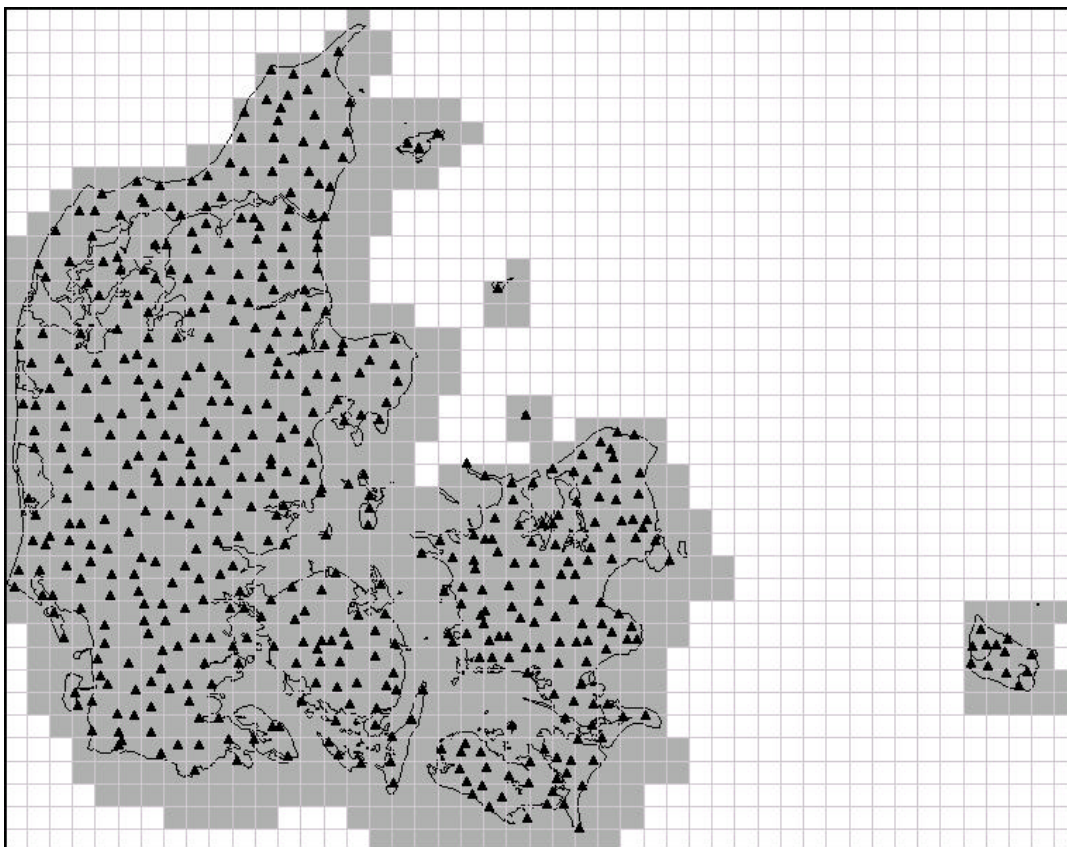
I forbindelse med beregning af *Klimagrid Danmark Nedbør 10x10 km*, er programmet kalibreret til beregning af nedbør i 10 x 10 km gridceller over dansk landområde på baggrund af døgnværdier fra DMI's net af manuelle nedbørmålere.

Foruden forfatteren, har følgende medarbejdere bidraget til projektet: Claus Kern-Hansen, Stig Rosenørn, Hanne M. Jensen, Ove Kjær og Carsten Simonsen.

1. Indledning

Antallet af manuelle nedbørstationer i Danmark har siden 1980 været over 300 og er anno 1998 mere end 500. Stationerne er geografisk set jævnt fordelt ud over landet, se figur 1, og aflæses en gang dagligt (kl. 0800 lokal tid). Det er observationerne fra dette stationsnet, der benyttes som beregningsgrundlag for Klimagrid Danmark, nedbør 10x10 km.

Algoritmen der benyttes til at omregne fra de irregulært placerede punktobservationer til regulært placerede griddata benævnes "inverse-distance",- en algoritme som DMI også benytter i andre forbindelser¹. Interpolationsprogrammet beregner ikke til et fast defineret grid, men til punkter, der kan være arbitrært placeret. Dette gør, at det er muligt at nedsætte beregningstiden ved kun at interpolere nedbøren over landområder, se figur 1.



Figur 1: Stationsnet 1997 (sorte trekanter), interpolationsområde (mørkegråt) og gridceller (lysegrå).

For at udnytte data bedst muligt og undgå uoverensstemmelser mellem døgn-, måneds- og årssummer, anvendes den interpolerede døgnnedbør til at summere måneds- og årssummer.

Output filformatet er ASCII, og ud over den interpolerede værdi angives også en række andre informationer omkring beregningerne af gridværdierne.

Kalibreringen af interpolationsrutinen baserer sig dels på en subjektiv vurdering af testresultater og dels på en sammenligning mellem årsnedbøren for Danmark og resultatet af summerede interpolerede døgnsummer.

¹ Bl.a. Agrometeorologisk Informationssystem (AMIS)

2. Metodebeskrivelse

Det er forsøgt at lave et program til beregning af et interpoleret nedbørgrid, der tager størst mulig hensyn til flest mulige forhold, herunder ændringer i stationsnettet såvel tilbage i tiden som fremtidige ændringer. Metoden er robust, og er i stand til at håndtere beregningen af gridceller i kystnære områder og andre områder hvor stationsgrundlaget er beskedent eller manglende i en eller flere geografiske retninger. Metoden er reproducerbar, og kan kalibreres så den - rumligt såvel som mængdemæssigt - landsdækkende og år for år er i overensstemmelse med den klimatologiske vurdering af hvad observeret nedbørsum og -fordeling har været over dansk landområde.

2.1 Interpolationsalgoritme

Algoritmen der benyttes til at interpolere gridværdier med, benævnes "inverse-distance", hvor de enkelte vægte er givet ved :

$$\frac{1}{r^a}$$

hvor r = afstand mellem interpolationspunkt og station og a = potens.

Det der bestemmer værdien i et interpoleret punkt, er således et gennemsnit af de omkringliggende stationer, hvor betydningen af de enkelte stationer vægtes med en given potens beregnet på basis af afstanden mellem station og interpolationspunkt.

2.1.1 Stationsvægtning

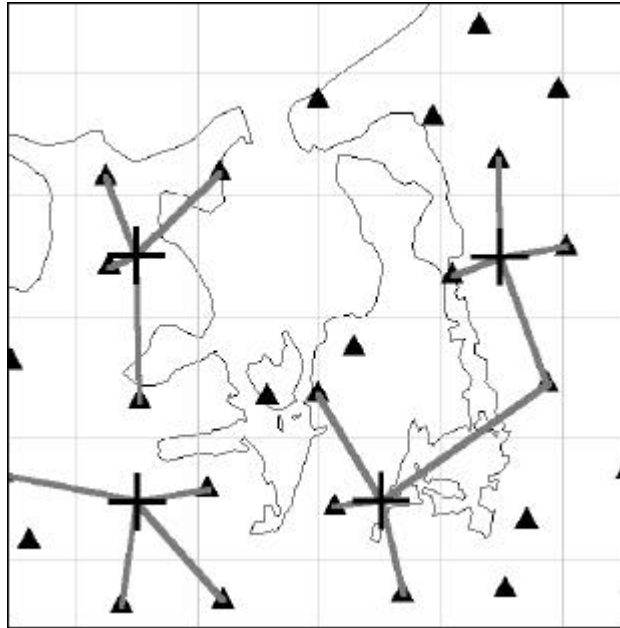
Ud fra viden om hvorledes døgnedbøren generelt fordeler sig i Danmark, samt på basis af testkørsler, blev det besluttet at benytte potensen $a = 2$ til at vægte betydningen af de enkelte stationer. Dette sikrer under interpolationen, at stationer der ligger tæt på den gridcelle der skal beregnes, vægtes forholdsmæssigt højere end fjernere-liggende stationer.

2.1.2 Udvalgelse af stationer

I stedet for at benytte en fast søgeradius hvor alle stationer indenfor den definerede afstand indgår i beregningen, søger programmet i fire sektorer og gør kun brug af den nærmeste station i hver sektor. Dette gør, at de stationer der indgår i beregningen altid er de nærmest tilgængelige, samtidigt med at de er geografisk adskilt, se figur 2.

2.2 Omregning fra gridpunkt til gridcelle

Inverse-distance algoritmen er en eksakt interpolator, hvilket betyder, at hvis der placeret en nedbørstation i samme (eller meget tæt på det) punkt der interpoleres til, vil det interpolerede punkt antage stationsværdien, også selvom der ligger andre stationer i omegnen, der i værdi adskiller sig væsentligt fra denne. Dette kan føre til fejl i interpolationen, da det ligger implicit i beregningen, at det punkt der interpoleres til, er repræsentativt for hele den 10x10 km gridcelle det ligger i. For at undgå denne effekt, interpoleres til fire punkter indenfor hver 10x10 km gridcelle, svarende til et 5-km grid og derefter midles tallene.



Figur 2: Eksempel på hvilke stationer der indgår i beregning af fire interpolationspunkter (sorte krydser), når programmet søger i fire sektorer.

2.3 Beregning af klima-grid på måneds- og årsbasis

Den grundlæggende tidsopløsning i beregningerne er døgnværdier. Afledede værdier for en gridcelle, f.eks. måneds og årsværdier beregnes ved summering af de beregnede døgnværdier for cellen. Denne fremgangsmåde gør, at data udnyttes bedst muligt og samtidigt undgås uoverensstemmelser mellem døgn-, måneds- og årssummer. Der vil ellers kunne opstå forskelle mellem f.eks. en månedssum genereret på grundlag af døgnsummer og en månedssum genereret på basis af stationsmånedssummer, hvis der forekommer stationsudfald i perioden.

2.4 Filformat

Output filformatet er ASCII, hvor følgende er angivet:

2.4.1 Interpoleret døgnsum

Linie 1 angiver følgende (bilag 1):

datatype, gridstørrelse, tidsopløsning, startdato , slutdato, dummy-værdi, intern DMI identifikationskode, release-dato.

Fra linie 2 angives som følger:

Kolonne 1:	Årstal
Kolonne 2:	Måned
Kolonne 3:	Dag
Kolonne 4:	UTM-zone
Kolonne 5:	X-koordinat - Centrum af gridcellen (meter)
Kolonne 6:	Y-koordinat - Centrum af gridcellen (meter)
Kolonne 7:	Interpoleret nedbørsværdi for gridcellen (millimeter)
Kolonne 8	Antal stationer, der indgår i beregningen af gridcellen
Kolonne 9-	
Kolonne x:	Stationer der indgår i beregningen angivet med stationsnummer.

2.4.2 Interpoleret månedssum

Linie 1 angiver følgende (bilag 2):

datatype, gridstørrelse, tidsopløsning, startdato , slutdato, dummy-værdi, intern DMI identifikationskode, release-dato.

Fra linie 2 angives som følger:

Kolonne 1:	Årstal
Kolonne 2:	Måned
Kolonne 3:	UTM-zone
Kolonne 4:	X-koordinat - Centrum af gridcellen (meter)
Kolonne 5:	Y-koordinat - Centrum af gridcellen (meter)
Kolonne 6:	Interpoleret nedbørsværdi for gridcellen (millimeter)

2.4.3 Interpoleret årssum

Linie 1 angiver følgende (bilag 3):

datatype, gridstørrelse, tidsopløsning, startdato , slutdato, dummy-værdi, intern DMI identifikationskode, release-dato.

Fra linie 2 angives som følger:

Kolonne 1:	Årstal
Kolonne 2:	UTM-zone
Kolonne 3:	X-koordinat - Centrum af gridcellen (meter)
Kolonne 4:	Y-koordinat - Centrum af gridcellen (meter)
Kolonne 5:	Interpoleret nedbørsværdi for gridcellen (millimeter)

3. Sammenligning mellem beregningsmetoder

3.1 Årsnedbør beregnet som stationsgennemsnit og ud fra Klimagrid

Nedenstående skema angiver årsnedbøren beregnet på basis af stationsgennemsnit og Klimagrid Danmark, nedbør 10x10 km.

År	Stationsgennemsnit (mm)	Klimagrid (mm)	Afvigelse (%)
1997	622	617	0.8
1996	505	502	0.6
1995	652 (649)	641	1.7 (1.2)
1994	880 (876)	871	1.0 (0.6)
1993	758 (756)	746	1.6 (1.3)
1992	706	697	1.3
1991	654	643	1.7
1990	812	807	0.6

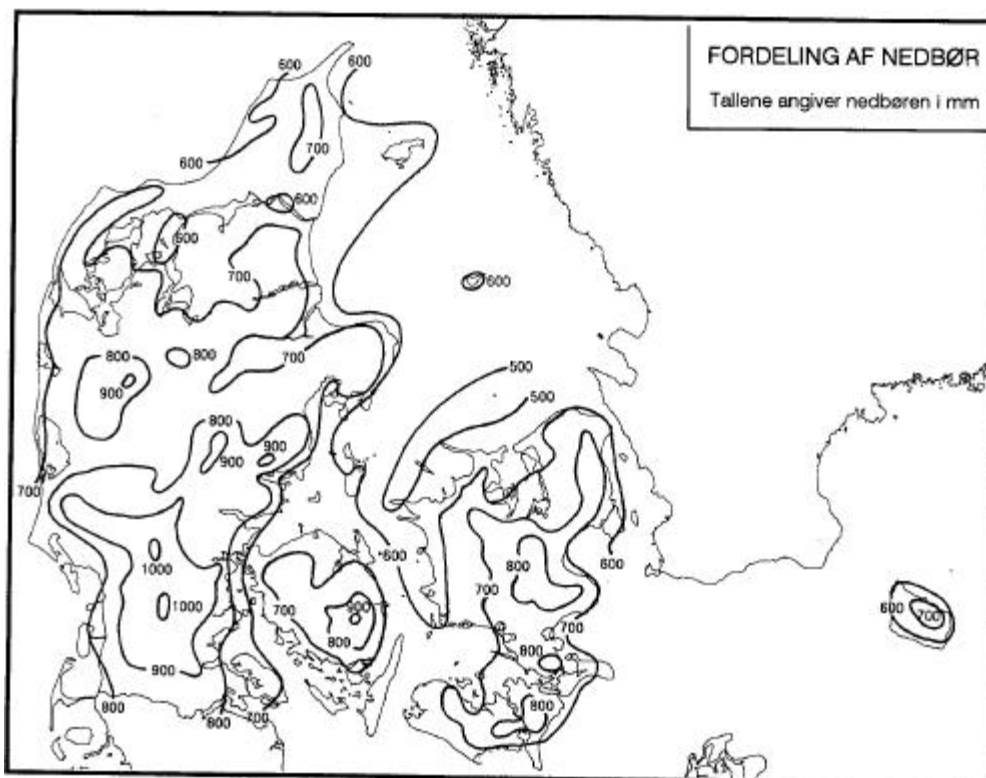
Det fremgår at der er god overensstemmelse mellem de to beregningsmetoder med en maksimal absolut afvigelse på 12 mm, samt en procentuel afvigelse på maksimalt 1.7. Det ses endvidere at gridmetoden konsekvent giver lavere årsværdier, hvilket kan skyldes flere ting:

- Beregningsmetoden der benytter stationsgennemsnittet, vægter arealmæssigt Jylland 7/10 og Sjælland/Fyn 3/10. Denne vægtning er ikke helt præcis, idet vægtningen bør være 0.678 til Jylland og 0.322 til Sjælland/Fyn. Tallene i parentes er beregnet med den korrigerede vægtning. Grunden til at årsnedbøren mindskes med den nye vægtning skyldes, at der generelt falder mere nedbør i Jylland. Gridmetoden vægter ikke arealmæssigt,- hver gridcelle betyder lige meget, hvorfor ovenstående problem ikke er tilstede i gridningen
- Beregningsmetoden der benytter stationsgennemsnittet vægter stationerne ens. Dette betyder, at områder hvor stationstæthed er høj også vægtes højere i den samlede beregning. Nedbørsstationerne i Danmark er dog generelt jævnt fordelt (se figur 1), men der er forskelle i stationstæthed fra område til område. Gridmetoden normaliserer under interpolationen eventuelle forskelle i stationstæthed.
- I beregningen af stationsgennemsnittet indgår kun de nedbørstationer, der indeholder data fra alle dagene i året. Hvis en station mangler information fra blot en dag, indgår den ikke i beregningen. Gridmetoden gør brug af alle data. Sporadiske udfald i punktmålingerne har ingen betydning for interpolationen af døgnsummen.
- Gridmetodens årsværdi fremkommer ved at beregne gennemsnittet af 493 celler (alle de grå celler der ligger over land i figur 1). Da arealet af hver enkelt celle imidlertid er 100 km² vil det afstedkomme at dele af kystområder "tildeles" et for stort areal, mens andre kystområder slet ikke bliver repræsenteret. Ovenstående problem forekommer ikke ved beregningsmetoden, der benytter et simpelt stationsgennemsnit.

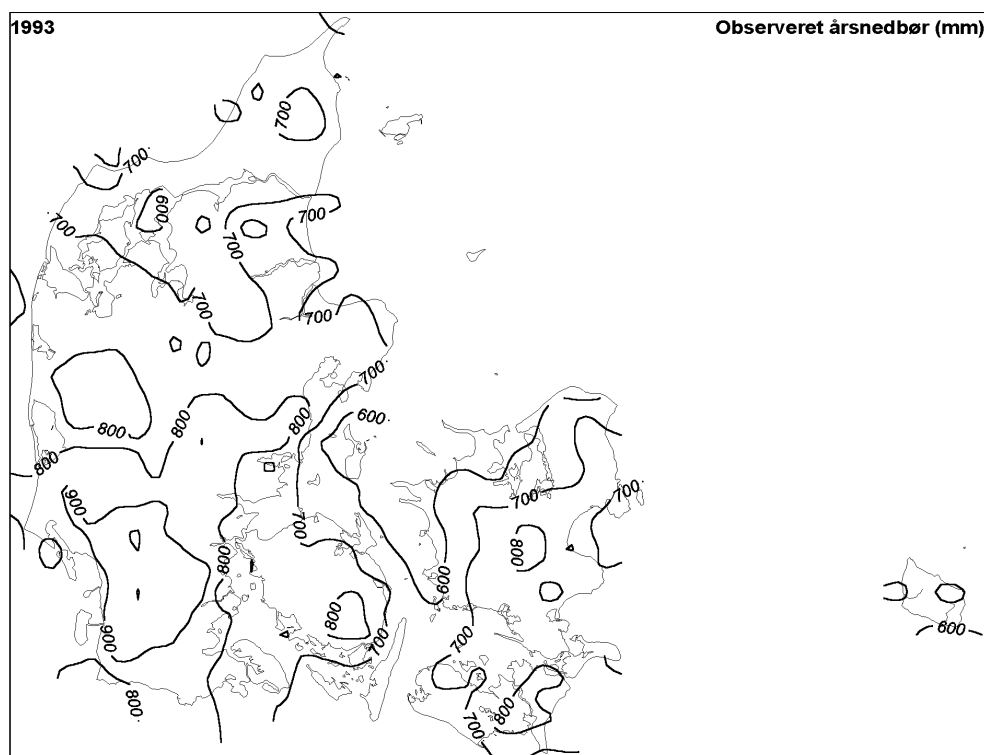
3.2 Manuelle og automatiske udtegnede isoliniekort

En sammenligning mellem manuelt tegnede nedbørsisoliniekort på basis af rapporteret års- og månedsnedbør for de enkelte stationer, og automatisk tegnede isolinier ud fra klimagrid viser en god sammenhæng jævnfør følgende figurer 3 - 10. Forskellene mellem de subjektive skøn af nedbørsfordelingen og de beregnede isoliniekort skyldes primært følgende forhold:

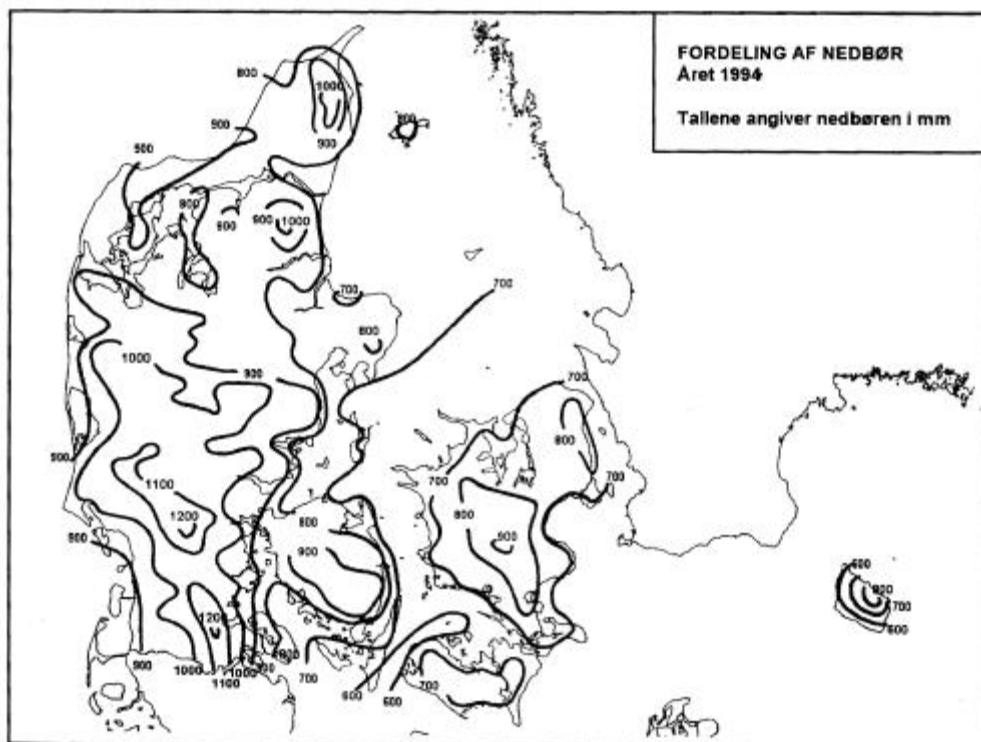
- De største forskelle mellem de manuelt og automatisk genererede isoliniekort ses over havområder og i kystnære områder. Subjektivt er det muligt at indtegne den forventelige reduktion i nedbøren over havet, hvilket ikke lader sig gøre automatisk ud fra klimagrid Danmark 10x10 km.
- Ved gridningen vil der ske det, at registrerede ekstremværdier vil dæmpes noget. Dette vil gøre at isolinierne på de automatisk genererede kort generelt udjævnes mere end isolinierne på de manuelt udtegnede.
- Der indgår færre stationer i den manuelle udtegning, end i den automatiske beregning, hvor samtlige data fra alle stationer benyttes.



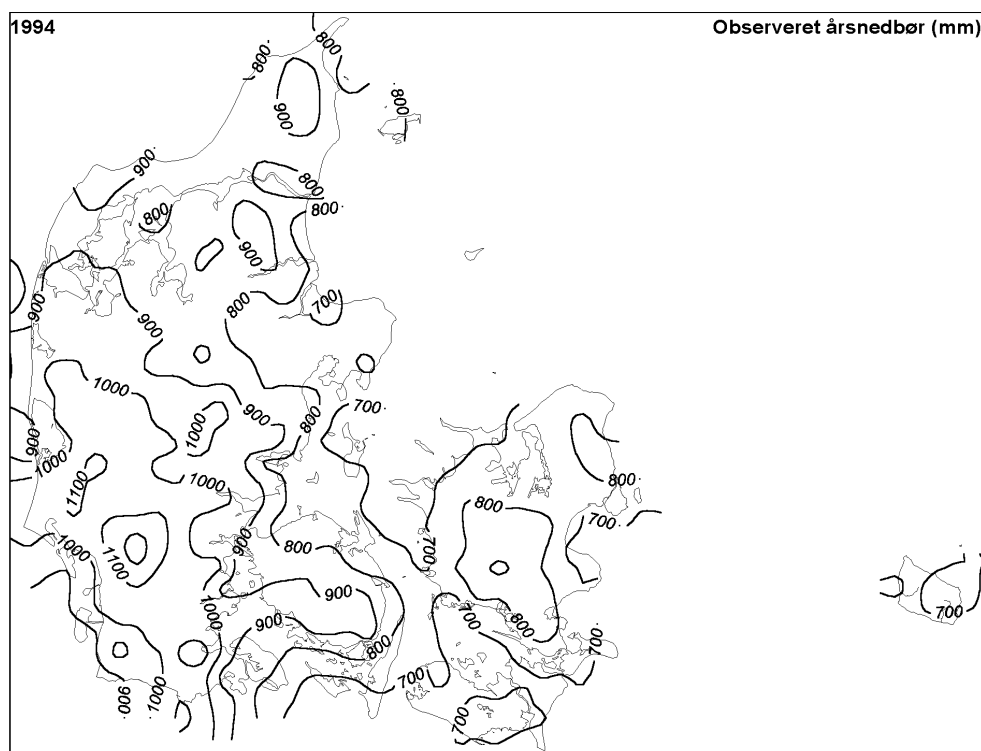
Figur 3: Manuelt optegnet (1993)



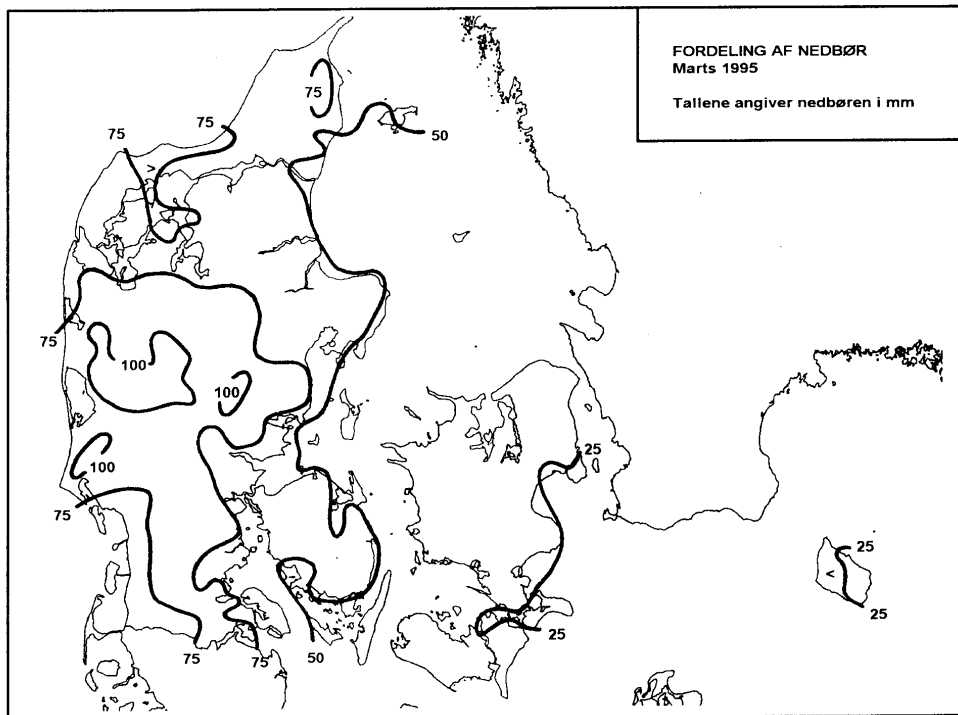
Figur 4: Automatisk genereret ud fra klimagrid (1993)



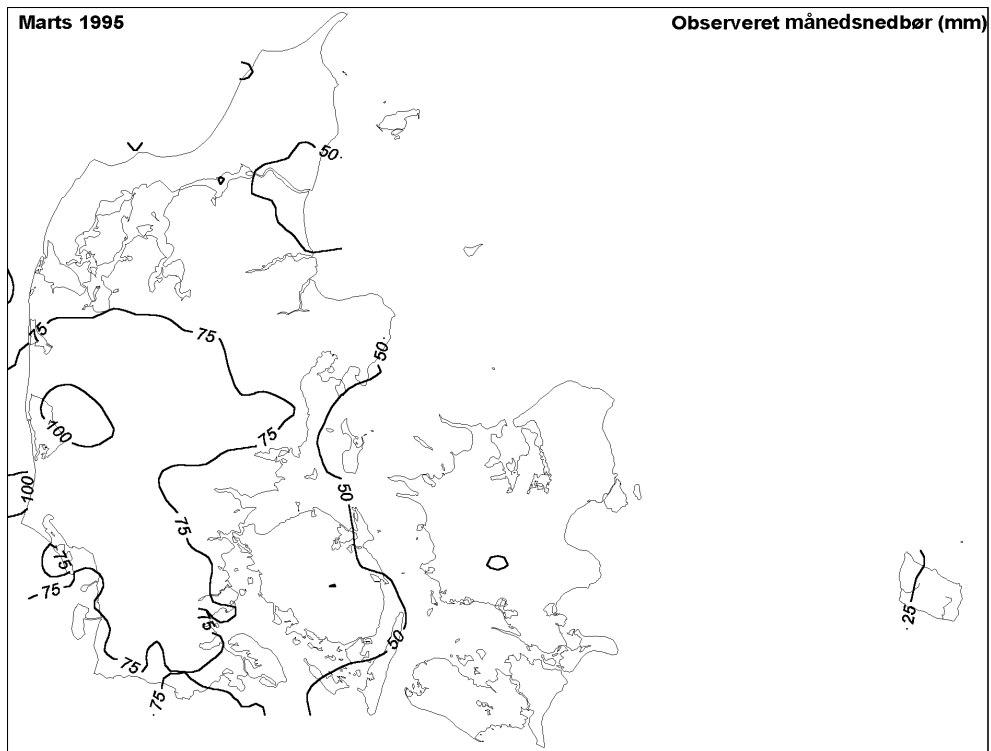
Figur 5: Manuelt optegnet (1994)



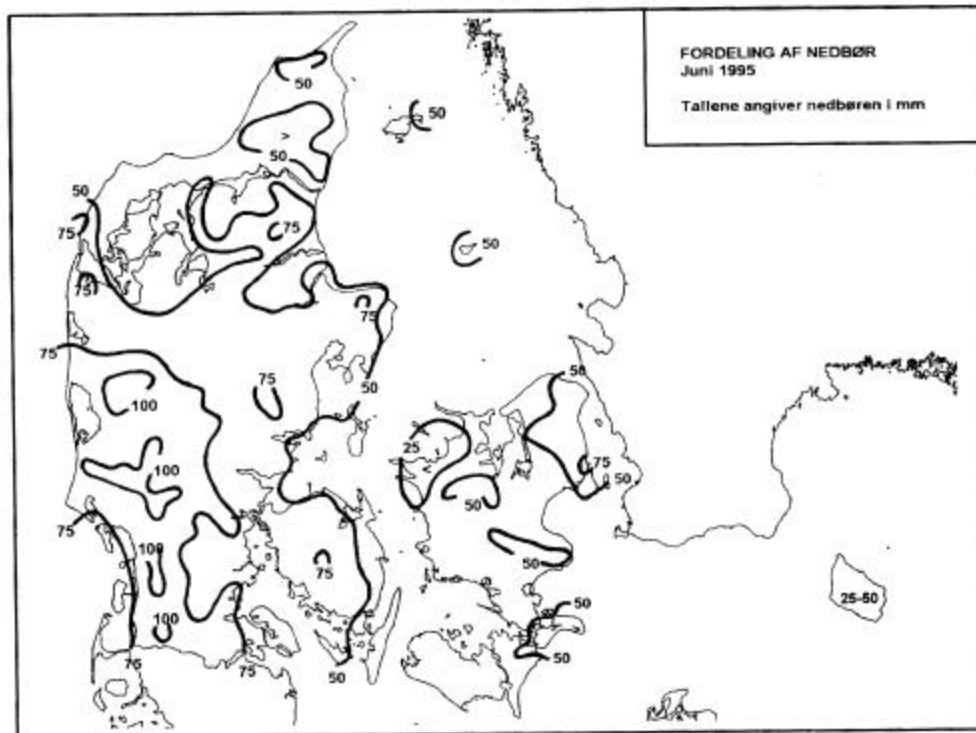
Figur 6: Automatisk genereret ud fra klimagrid (1994)



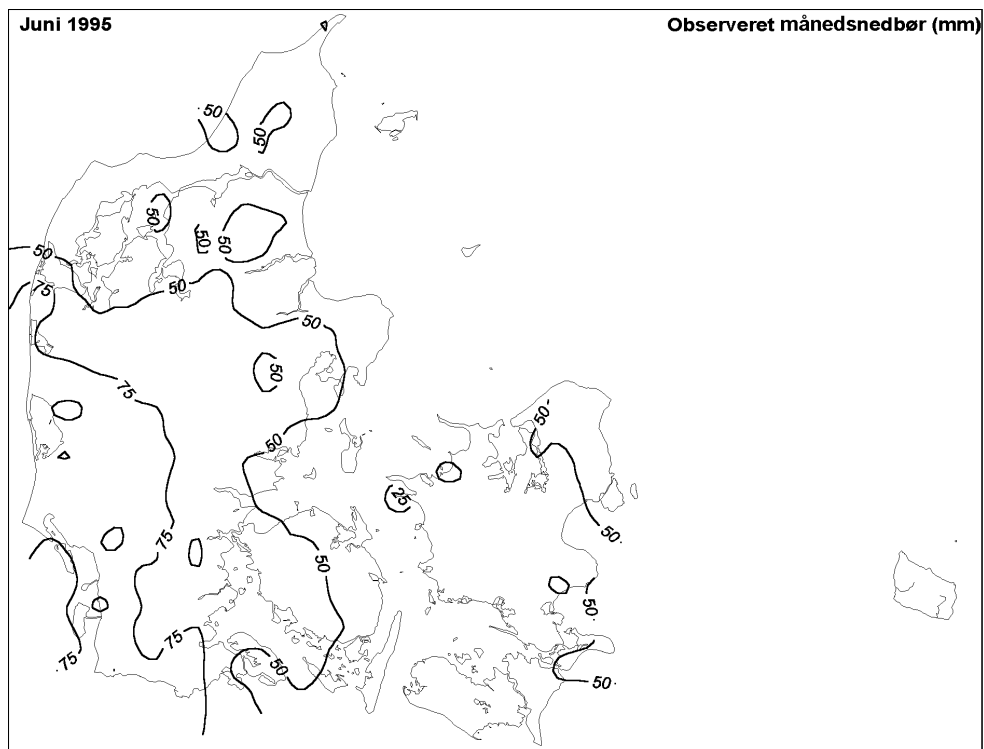
Figur 7: Manuelt optegnet (marts 1995)



Figur 8: Automatisk genereret ud fra klimagrid (marts 1995)



Figur 9: Manuelt optegnet (juni 1995)



Figur 10: Automatisk genereret ud fra klimagrid (juni 1995)

Bilag 1

```

Observed_precipitation_(mm) 10km daily 19970102 19980101 -1.0 1 Rel19980930
1997 1 2 32V 445000 6305000 0.0 3 21080 21090 24020
1997 1 2 32V 445000 6295000 0.0 4 21080 21090 21100 24020
1997 1 2 32V 445000 6285000 0.0 4 21090 24030 21100 24020
1997 1 2 32V 445000 6275000 0.0 3 21100 24020 24030
1997 1 2 32V 445000 6265000 0.0 3 24030 24020 24121
1997 1 2 32V 445000 6255000 0.0 6 24020 24121 24142 24030 25110 24130
1997 1 2 32V 445000 6245000 0.0 5 24121 24142 25090 24020 24130
1997 1 2 32V 445000 6235000 0.0 5 24130 24142 24148 25090 24020
1997 1 2 32V 445000 6225000 0.0 5 24142 24148 24330 25090 24020
1997 1 2 32V 445000 6215000 0.4 5 24330 24350 24355 25090 24020
1997 1 2 32V 445000 6205000 1.2 4 24330 24350 25090 24020
1997 1 2 32V 445000 6195000 1.6 5 24330 24350 24352 25090 24020
1997 1 2 32V 445000 6185000 0.9 5 24350 25060 24352 25090 24020
1997 1 2 32V 445000 6175000 1.2 5 24352 25060 25090 24020 25089
1997 1 2 32V 445000 6165000 1.5 6 25060 25090 25110 25089 24020 25135
1997 1 2 32V 445000 6155000 1.5 5 25090 25110 25140 25089 25135
1997 1 2 32V 455000 6315000 0.0 4 21056 21080 24020 21090
1997 1 2 32V 455000 6305000 0.0 5 21080 21090 24020 21110 21100
1997 1 2 32V 455000 6295000 0.0 5 21110 21090 24020 21100 24030
1997 1 2 32V 455000 6285000 0.0 6 21100 24030 24020 21130 21090 24050
1997 1 2 32V 455000 6275000 0.0 5 21100 24030 24020 24050 21090
1997 1 2 32V 455000 6265000 0.0 6 24030 24110 24020 21100 24050 24121
1997 1 2 32V 455000 6255000 0.0 8 24030 24110 24121 24020 24130 24142 24050 24140
1997 1 2 32V 455000 6245000 0.1 6 24110 24130 24142 24121 24140 24160
1997 1 2 32V 455000 6235000 0.4 8 24130 24140 24142 24121 24148 24350 24160 24170
1997 1 2 32V 455000 6225000 0.2 8 24140 24148 24350 24142 24330 24160 24170 24355
1997 1 2 32V 455000 6215000 0.4 6 24148 24330 24350 24142 24355 24170
1997 1 2 32V 455000 6205000 1.6 6 24330 24358 24350 24142 24352 24355
1997 1 2 32V 455000 6195000 1.8 8 24355 24352 24350 24142 24358 25090 24330 24510
1997 1 2 32V 455000 6185000 0.7 7 24352 25060 25090 24350 24358 25043 24510
1997 1 2 32V 455000 6175000 1.3 8 25043 25060 25090 24350 25089 25045 24352 25180
1997 1 2 32V 455000 6165000 1.2 9 25060 25089 25090 24350 25135 25110 25045 25180 25172
1997 1 2 32V 455000 6155000 0.8 7 25089 25135 25110 25090 25140 25180 25172
1997 1 2 32V 465000 6325000 0.0 4 21012 21056 21090 21080

```

.....

Bilag 2

Observed_precipitation_(mm)	10km	monthly	19970102	19980101	-1.0	1	Rel19980930
1997	1	32V	445000	6305000	17.4		
1997	1	32V	445000	6295000	15.3		
1997	1	32V	445000	6285000	11.0		
1997	1	32V	445000	6275000	8.7		
1997	1	32V	445000	6265000	8.7		
1997	1	32V	445000	6255000	11.1		
1997	1	32V	445000	6245000	9.9		
1997	1	32V	445000	6235000	8.5		
1997	1	32V	445000	6225000	8.9		
1997	1	32V	445000	6215000	8.9		
1997	1	32V	445000	6205000	7.4		
1997	1	32V	445000	6195000	6.2		
1997	1	32V	445000	6185000	5.6		
1997	1	32V	445000	6175000	6.5		
1997	1	32V	445000	6165000	7.3		
1997	1	32V	445000	6155000	7.3		
1997	1	32V	455000	6315000	17.8		
1997	1	32V	455000	6305000	16.8		
1997	1	32V	455000	6295000	13.8		
1997	1	32V	455000	6285000	10.5		
1997	1	32V	455000	6275000	9.7		
1997	1	32V	455000	6265000	9.6		
1997	1	32V	455000	6255000	11.5		
1997	1	32V	455000	6245000	10.0		
1997	1	32V	455000	6235000	10.0		
1997	1	32V	455000	6225000	9.4		
1997	1	32V	455000	6215000	9.2		
1997	1	32V	455000	6205000	8.4		
1997	1	32V	455000	6195000	6.6		
1997	1	32V	455000	6185000	5.6		
1997	1	32V	455000	6175000	6.7		
1997	1	32V	455000	6165000	7.0		
1997	1	32V	455000	6155000	5.5		
1997	1	32V	465000	6325000	12.1		

.....

Bilag 3

```
Observed_precipitation_(mm) 10km yearly 19970102 19980101 -1.0 1 Rel19980930
1997 32V 445000 6305000 660.0
1997 32V 445000 6295000 652.2
1997 32V 445000 6285000 652.8
1997 32V 445000 6275000 656.3
1997 32V 445000 6265000 662.7
1997 32V 445000 6255000 690.3
1997 32V 445000 6245000 678.3
1997 32V 445000 6235000 658.1
1997 32V 445000 6225000 663.5
1997 32V 445000 6215000 622.1
1997 32V 445000 6205000 600.0
1997 32V 445000 6195000 593.0
1997 32V 445000 6185000 660.1
1997 32V 445000 6175000 678.7
1997 32V 445000 6165000 622.0
1997 32V 445000 6155000 608.9
1997 32V 455000 6315000 644.3
1997 32V 455000 6305000 651.8
1997 32V 455000 6295000 649.7
1997 32V 455000 6285000 642.5
1997 32V 455000 6275000 666.7
1997 32V 455000 6265000 683.3
1997 32V 455000 6255000 723.8
1997 32V 455000 6245000 730.6
1997 32V 455000 6235000 724.8
1997 32V 455000 6225000 685.6
1997 32V 455000 6215000 646.1
1997 32V 455000 6205000 637.8
1997 32V 455000 6195000 615.7
1997 32V 455000 6185000 673.4
1997 32V 455000 6175000 724.4
1997 32V 455000 6165000 679.7
1997 32V 455000 6155000 601.7
1997 32V 465000 6325000 677.1
```

.....