

**DANISH METEOROLOGICAL INSTITUTE**

MINISTRY OF TRANSPORT

———— **TECHNICAL REPORT** ————

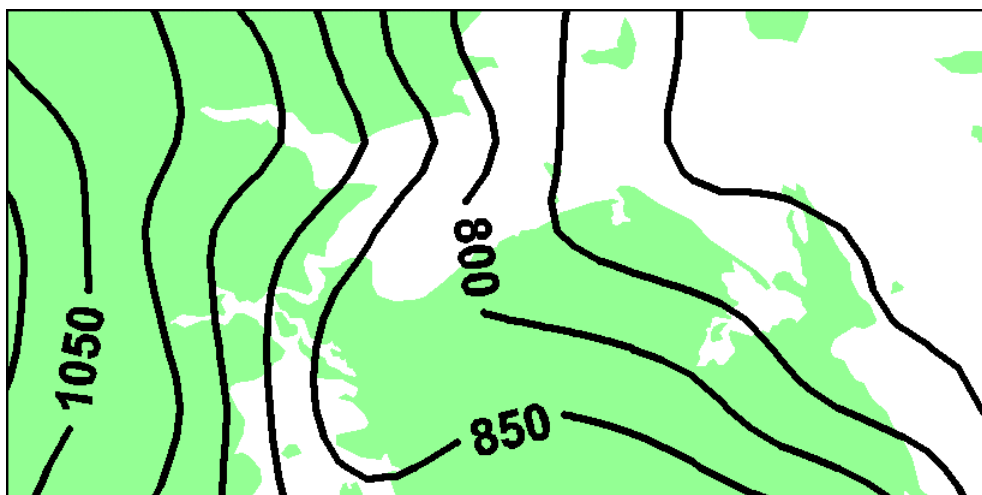
**02-03**

## **KLIMAGRID - DANMARK**

**NEDBØR OG FORDAMPNING 1990-2000**

**Beregningsresultater til belysning  
af vandbalancen i Danmark**

Mikael Scharling & Claus Kern-Hansen



COPENHAGEN 2002

# Indholdsfortegnelse

<b>1. INDLEDNING</b> .....	<b>3</b>
<b>2. KORT</b> .....	<b>3</b>
2.1 Figur 1: Observeret nedbør.....	4
2.2 Figur 2: Observeret nedbør korrigeret med standardværdier 1931-60.....	5
2.3 Figur 3: Observeret nedbør korrigeret med standardværdier 1961-90.....	6
2.4 Figur 4: Observeret nedbør korrigeret med dynamiske korrektions-faktorer .....	7
2.5 Figur 5: Nedbør korrigeret med 1961-90 korrektionen minus nedbør korrigeret med 1931-60 korrektionen.....	8
2.6 Figur 6: Nedbør korrigeret med 1961-90 korrektionen minus nedbør korrigeret med dynamiske korrektionsfaktorer.....	9
2.7 Figur 7: Potentiel fordampning beregnet ud fra Makkinks formel .....	10
2.8 Figur 8: Nettonedbør, observeret nedbør minus potentielt fordampning.....	11
2.9 Figur 9: Nettonedbør, nedbør korrigeret med standardværdier 1931 - 60 minus potentielt fordampning .....	12
2.10 Figur 10: Nettonedbør, nedbør korrigeret med standardværdier 1961 - 90 minus potentielt fordampning .....	13
2.11 Figur 11: Nettonedbør, nedbør korrigeret med dynamiske korrektionsfaktorer minus potentielt fordampning .....	14
2.12 Tabel 1: Vægtet landsgennemsnit .....	15

Bilag 1: Beregning af potentiel fordampning efter Makkinks formel

## Symbolliste

$E_m$	Potentiel fordampning beregnet efter Makkink (mm)
$T$	Lufttemperatur ( $^{\circ}\text{C}$ )
$S_i$	Globalstråling ( $\text{MJ}/\text{m}^2$ )

ISSN-nr. 0906-897X

ISSN-nr. 1399-1388 (online udgave)

## 1. Indledning

I forbindelse med vandbalanceberegninger over dansk landområde, har der gennem de senere år vist sig en øget interesse for såvel arealvægtede klimadata som for en operationalisering af begrebet "Nedbør korrektion"<sup>1</sup>, herunder for de tidslige og rumlige forskelle ved brug af de enkelte korrektionsmetoder i forbindelse med landsdækkende vandbalance opgørelser.

Et sådant overblik er det nu muligt at illustrere og kvantificere, idet der dels foreligger en standard for gridning af klimadata (i form af *Klimagrid - Danmark*<sup>2,3</sup>), og fordi der nu er gennemført beregninger af korrektionsfaktorer<sup>4,5,6,7</sup> for en årrække, der tillader sammenligning og gennemsnitsbetragtninger.

Formålet med nærværende rapport er at belyse størrelsesordenen og den tidslige og geografiske fordeling af nedbør og fordampning beregnet med Klimagrid Danmark dels uden korrektion og dels med de tre hidtil publicerede forskellige sæt korrektionsfaktorer for nedbørkorrektion ("standardværdier 1931-60", "standardværdier 1961-90" og "dynamiske korrektionsfaktorer").

## 2. Kort

De følgende kort er lavet på basis af 10x10 km gridværdier og dækker perioden fra 1990 til og med 2000.

For god ordens skyld skal opmærksomheden henledes på, at der i rapportens figur 8, 9, 10 og 11 er anvendes udtrykket "nettonedbør" som betegnelse for begrebet "nedbør - Ep" (og ikke for "nedbør minus aktuel fordampning").

---

<sup>1</sup> i betydningen: *korrektion for aerodynamisk fejl, wetting- og fordampningstab af målt nedbørsum i Hellman-målere 1.5 m.o.t.*

<sup>2</sup> Scharling, M. (1999): Klimagrid - Danmark, Nedbør 10x10 km (ver.2). DMI Technical Report 99-15, Trafikministeriet, DMI.

<sup>3</sup> Scharling, M. (1999): Klimagrid - Danmark, Nedbør, lufttemperatur og potentiel fordampning, 20x20 og 40x40 km. DMI Technical Report 99-12, Trafikministeriet, DMI.

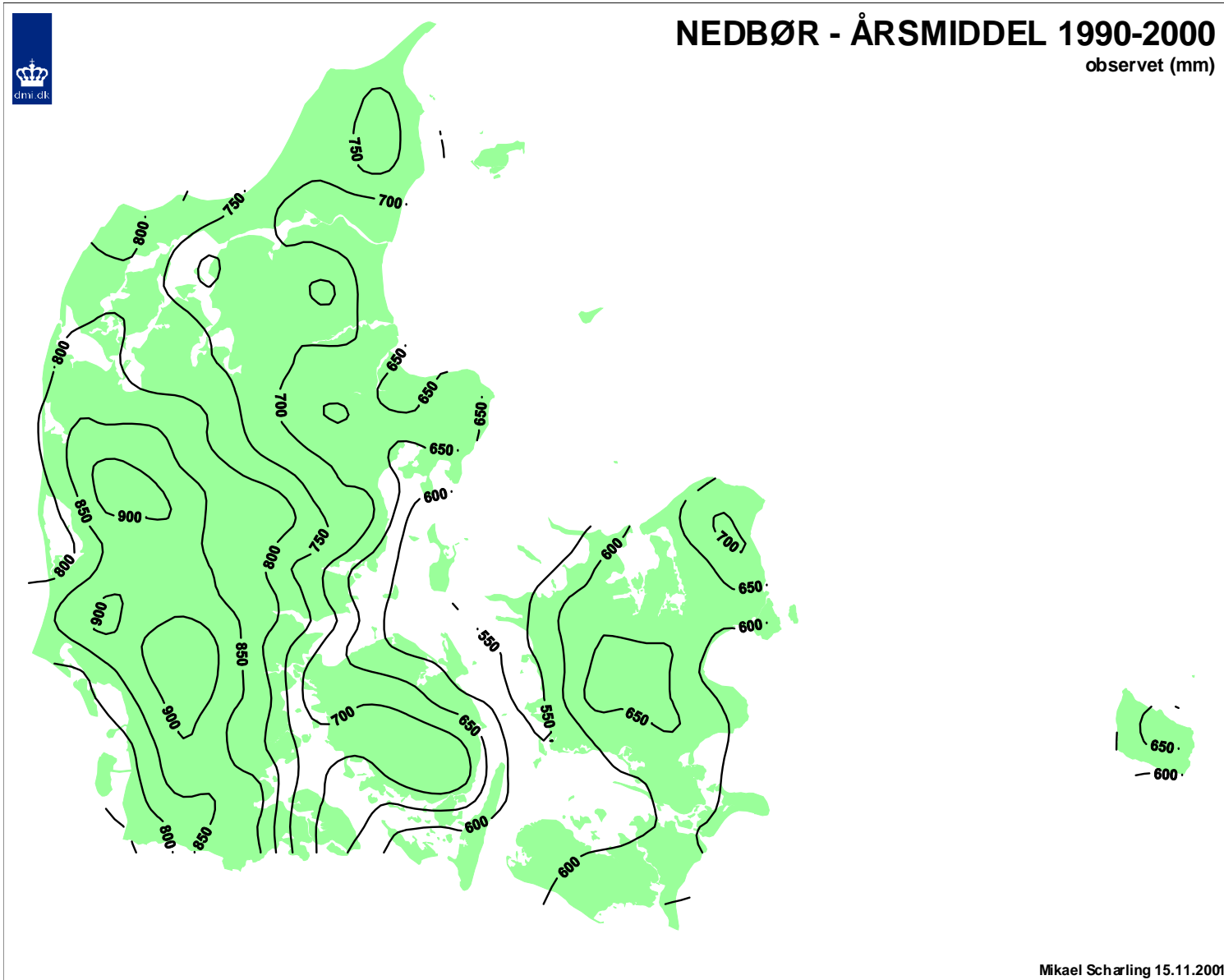
<sup>4</sup> Allerup, P. og Madsen H. (1979): Accuracy of Point Precipitation Measurements. Danish Meteorological Institute, Climatological Papers, No. 5., København 1979, 84 p.

<sup>5</sup> Allerup, P. mf. (1998): Standardværdier (1961-90) af nedbørkorrektioner. DMI Technical Report 98-10, Trafikministeriet, DMI.

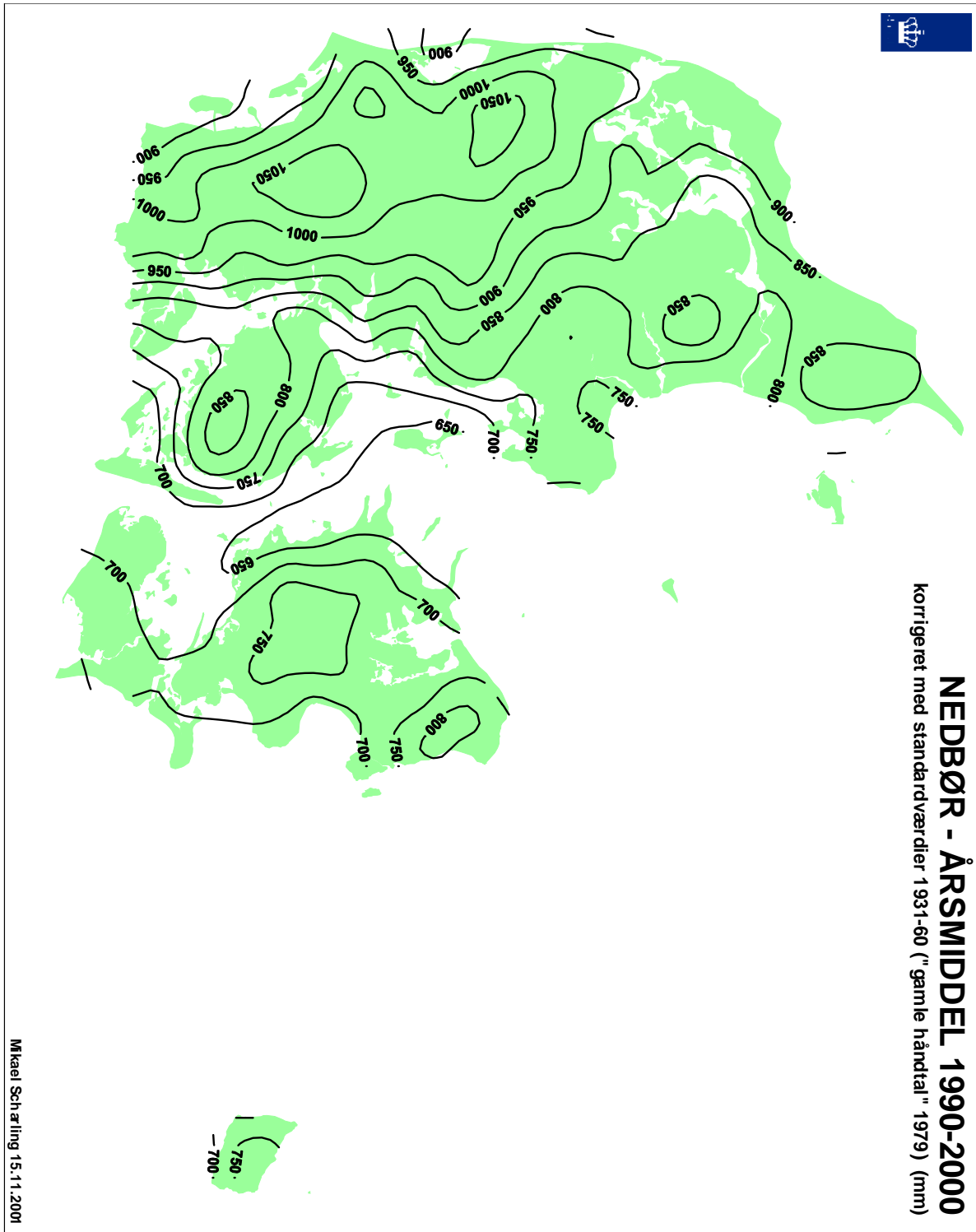
<sup>6</sup> Vejen, F. mf. (2000): Korrektion for fejlkilder på målinger af nedbør - Korrektionsprocenter ved udvalgte stationer 1989-1999. DMI Technical Report 00-20, Trafikministeriet, DMI.

<sup>7</sup> Vejen, F. mf. (2001): Korrektion for fejlkilder på måling af nedbør - Korrektionsprocenter ved udvalgte stationer i 2000. DMI Technical Report 01-09, Trafikministeriet, DMI.

2.1 Figur 1: Observeret nedbør

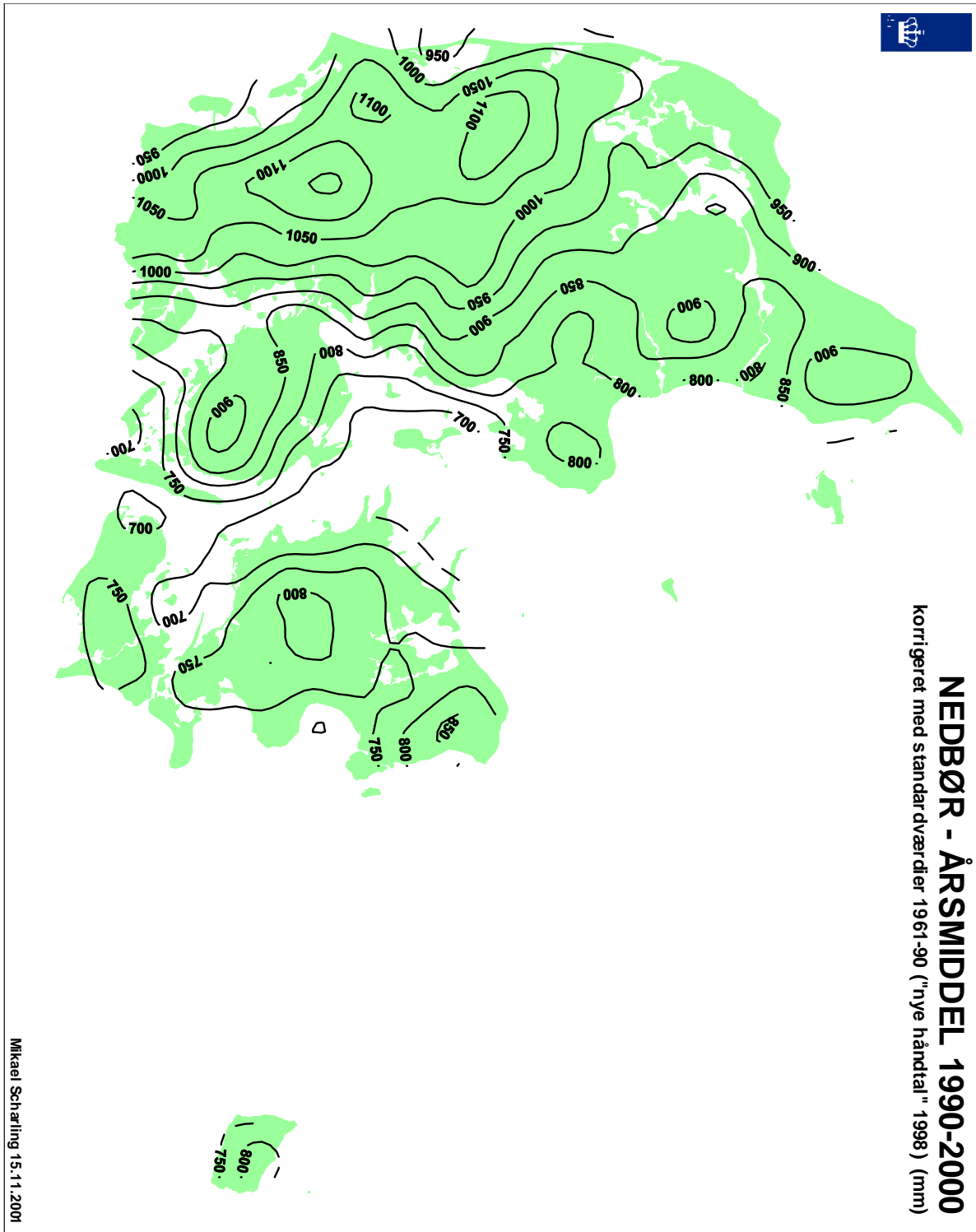


## 2.2 Figur 2: Observeret nedbør korrigeret med standardværdier 1931-60<sup>8</sup>



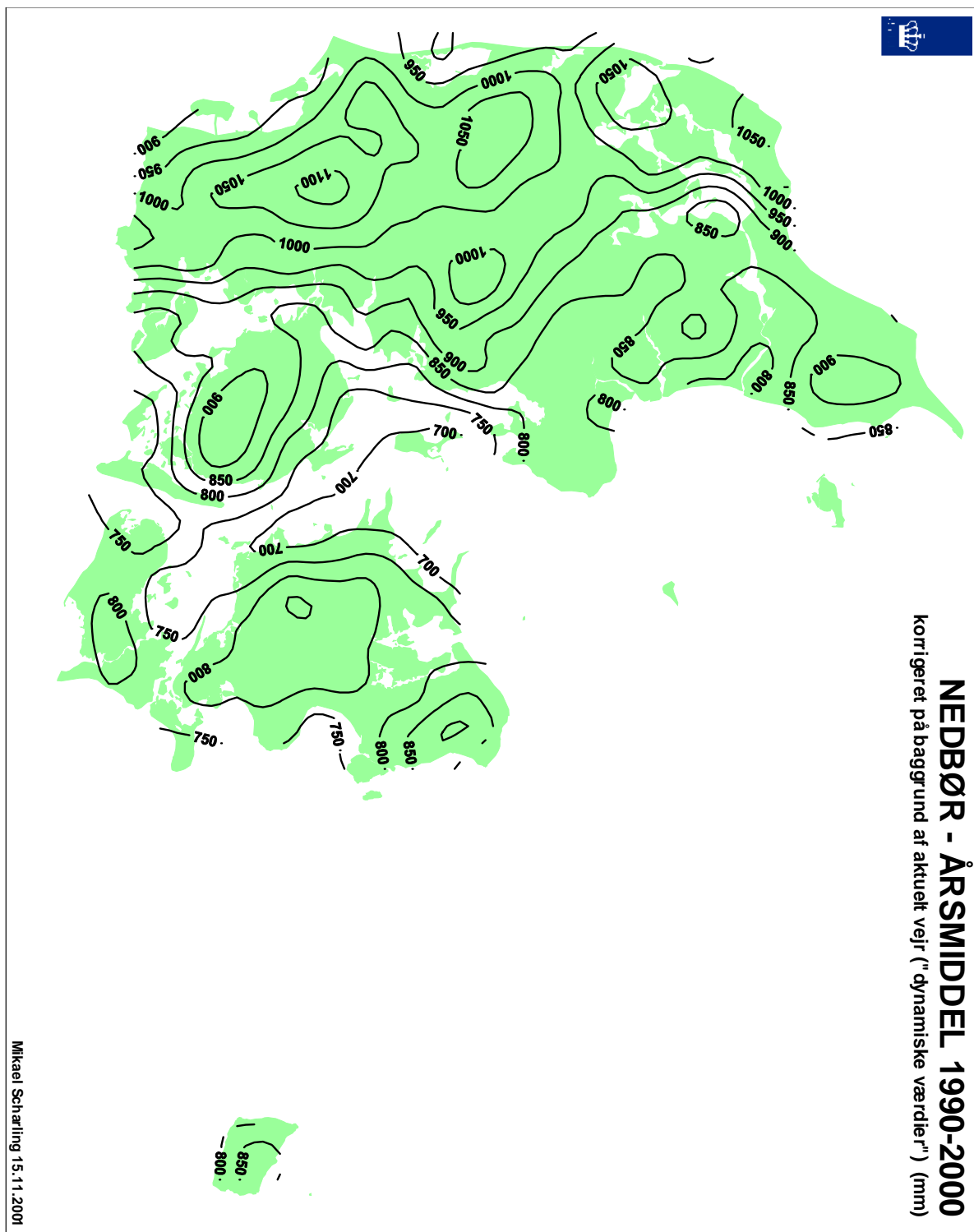
<sup>8</sup> Allerup, P. og Madsen H. (1979): Accuracy of Point Precipitation Measurements. Danish Meteorological Institute, Climatological Papers, No. 5., København 1979, 84 p.

### 2.3 Figur 3: Observeret nedbør korrigeret med standardværdier 1961-90<sup>9</sup>



<sup>9</sup> Allerup, P. mf. (1998): Standardværdier (1961-90) af nedbørkorrektioner. DMI Technical Report 98-10, Trafikministeriet, DMI.

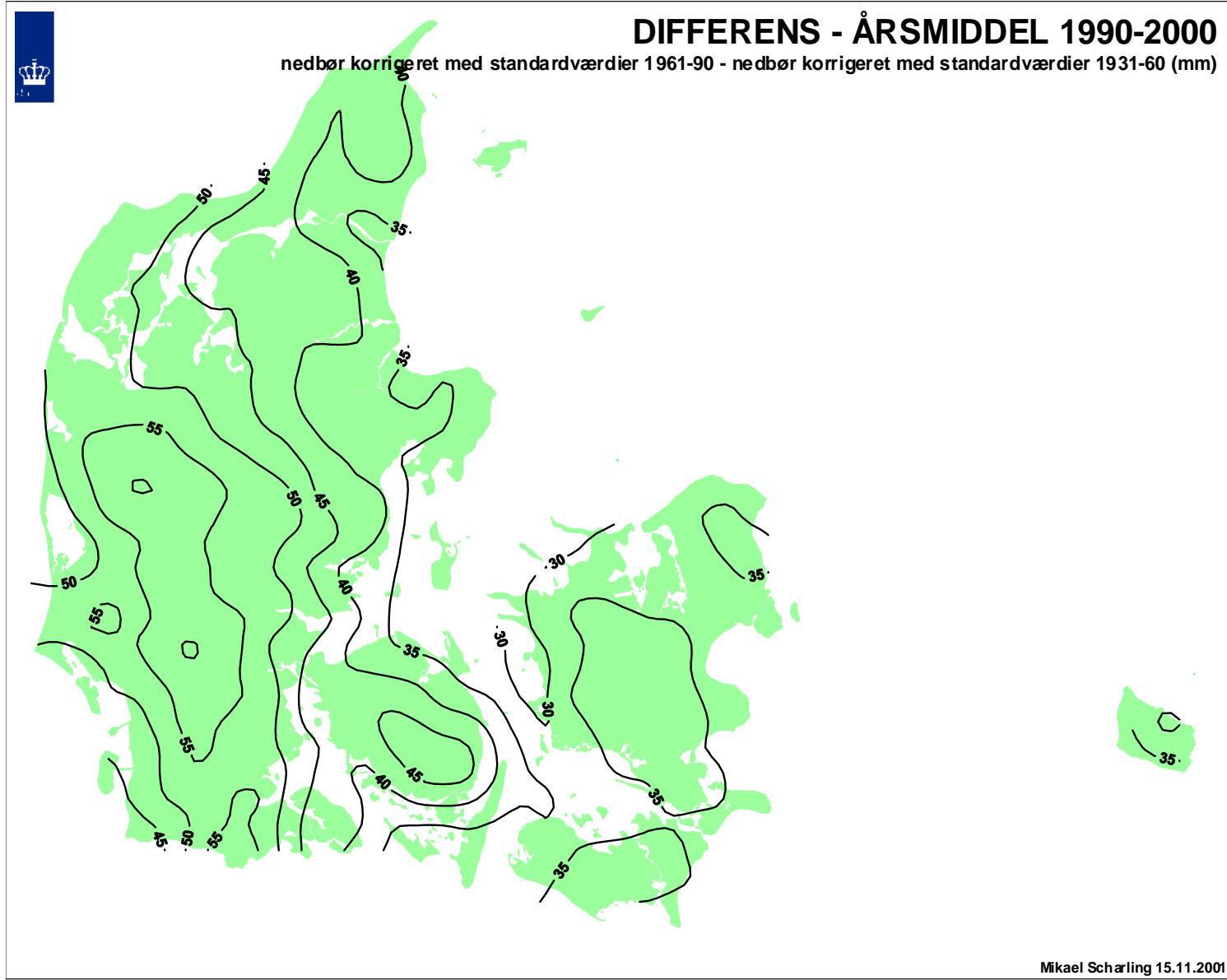
## 2.4 Figur 4: Observeret nedbør korrigeret med dynamiske korrektionsfaktorer<sup>10,11</sup>



<sup>10</sup> Vejen, F. mf. (2000): Korrektion for fejlkilder på målinger af nedbør - Korrektionsprocenter ved udvalgte stationer 1989-1999. DMI Technical Report 00-20, Trafikministeriet, DMI.

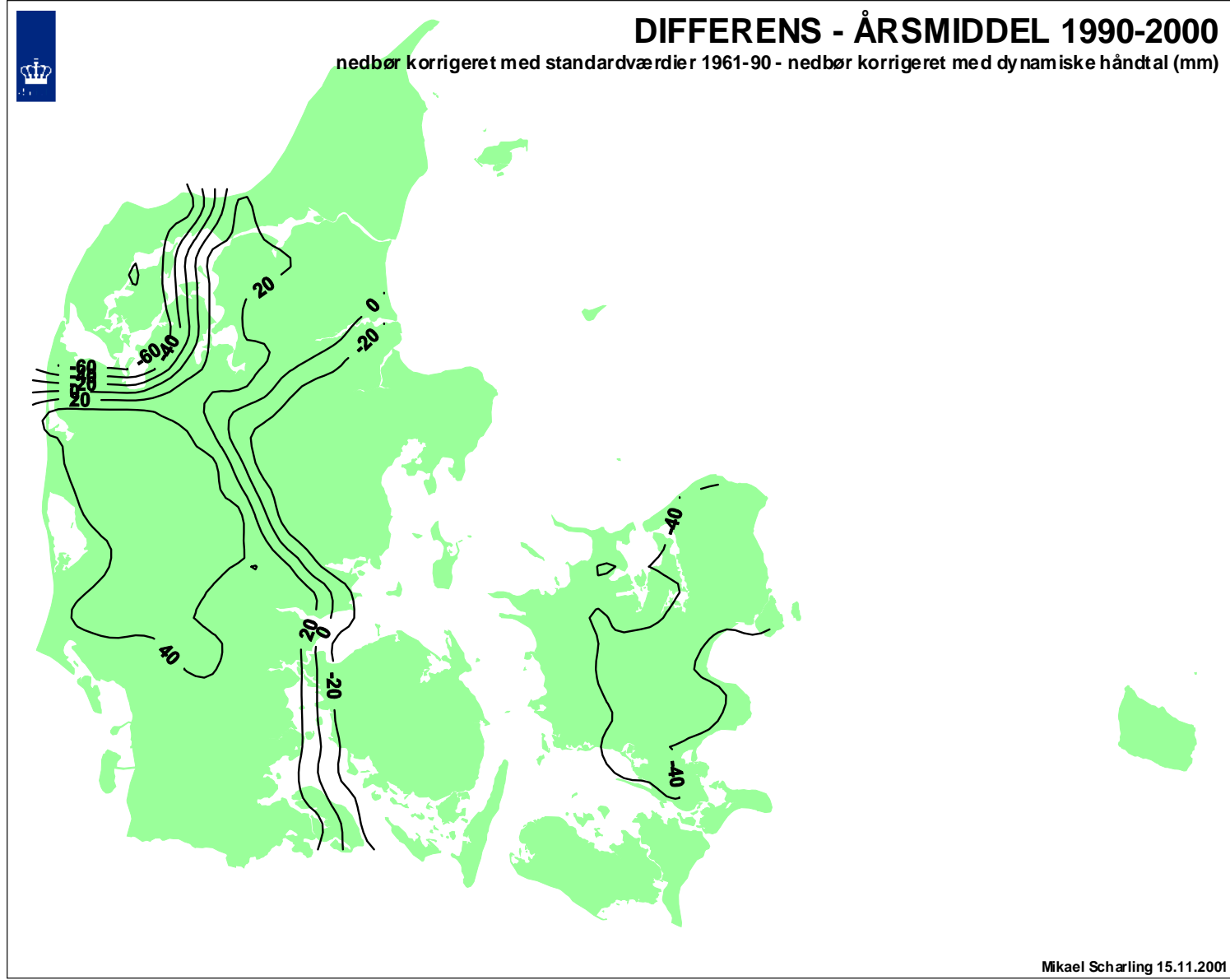
<sup>11</sup> Vejen, F. mf. (2001): Korrektion for fejlkilder på måling af nedbør - Korrektionsprocenter ved udvalgte stationer i 2000. DMI Technical Report 01-09, Trafikministeriet, DMI.

2.5 Figur 5: Nedbør korrigeret med 1961-90 korrektionen minus nedbør korrigeret med 1931-60 korrektionen

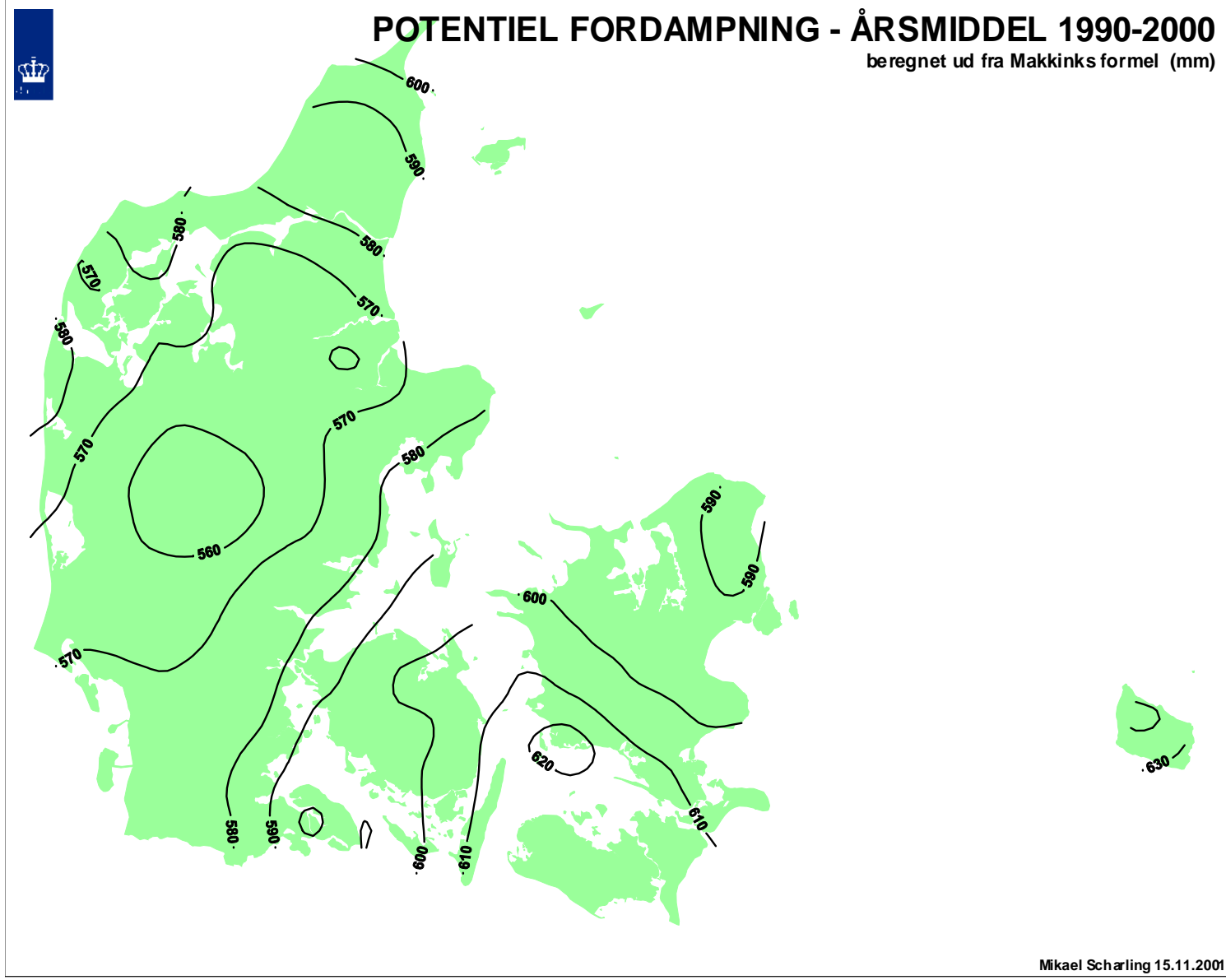




2.6 Figur 6: Nedbør korrigeret med 1961-90 korrektionen minus nedbør korrigeret med dynamiske korrektionsfaktorer

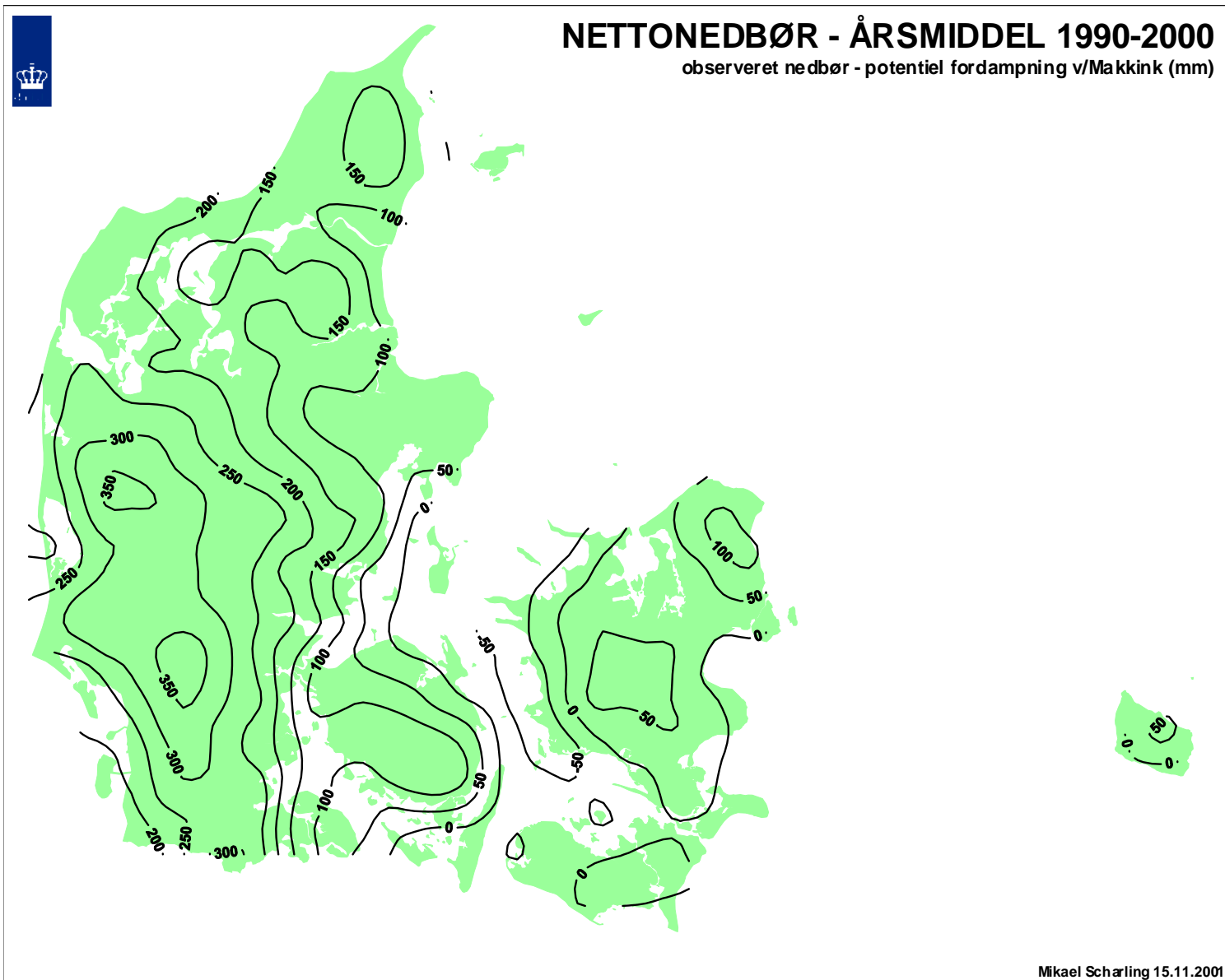


2.7 Figur 7: Potentiel fordampning beregnet ud fra Makkinks formel<sup>12</sup>

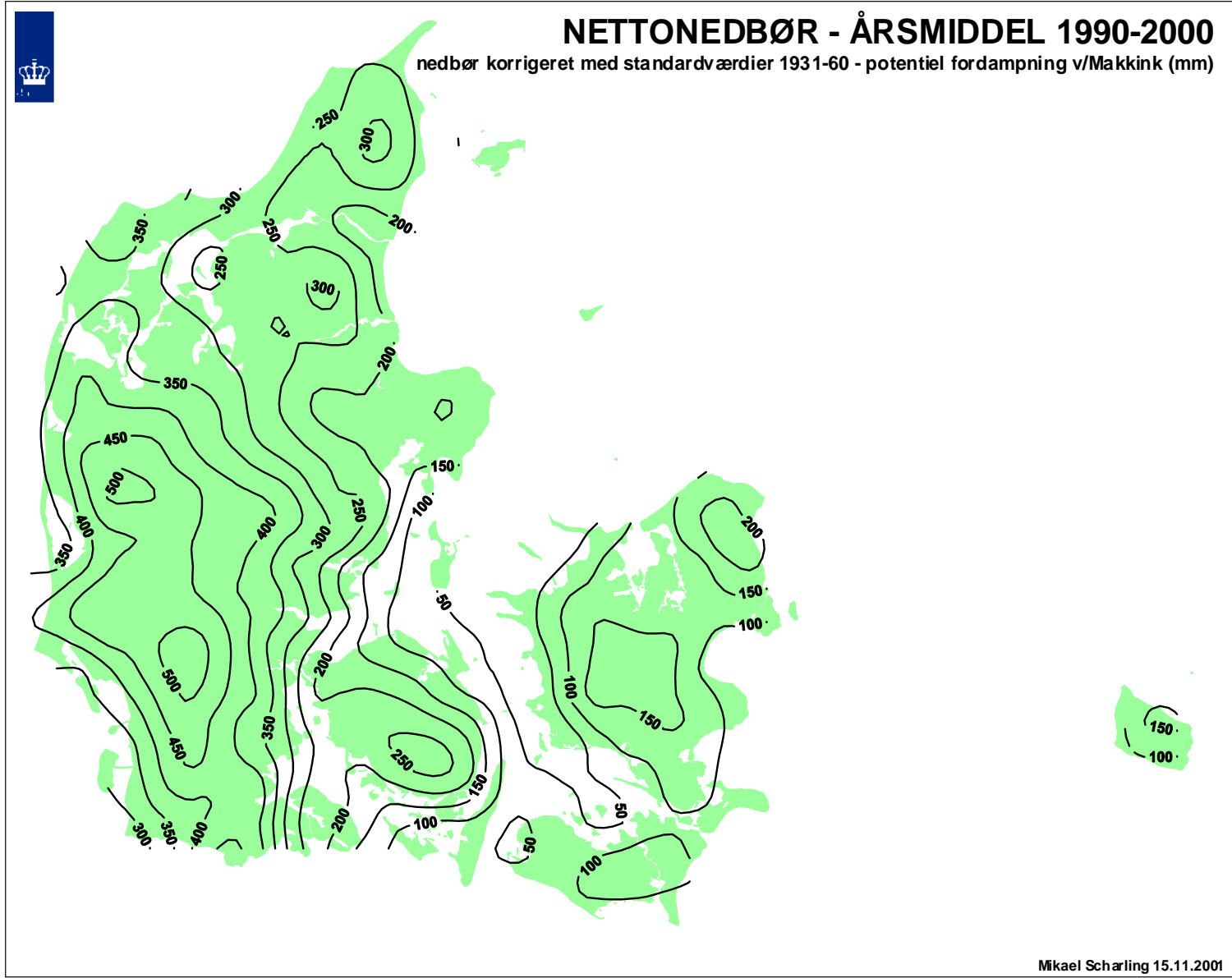


<sup>12</sup> Se bilag 1.

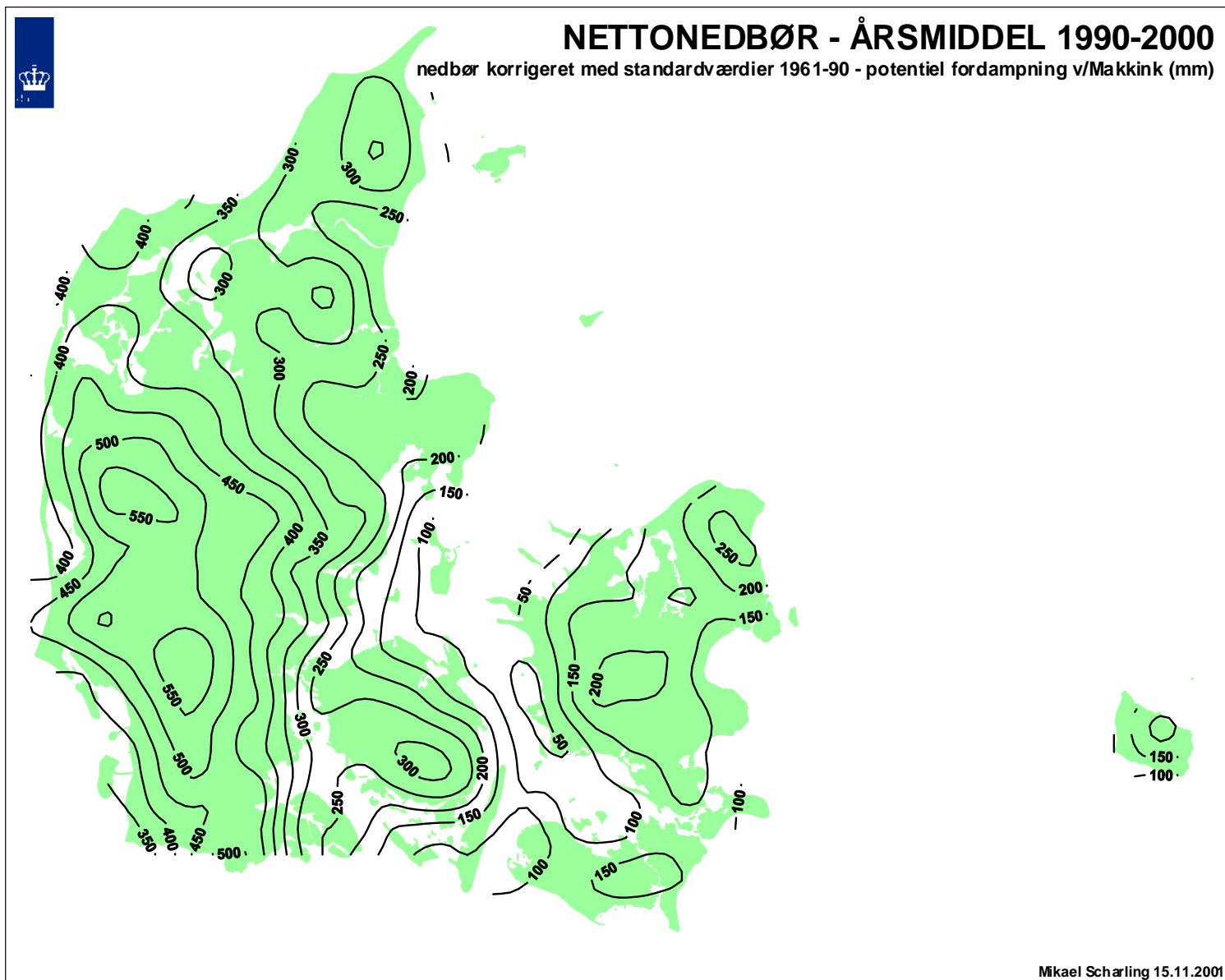
2.8 Figur 8: Nettonedbør, observeret nedbør minus potentielt fordampning



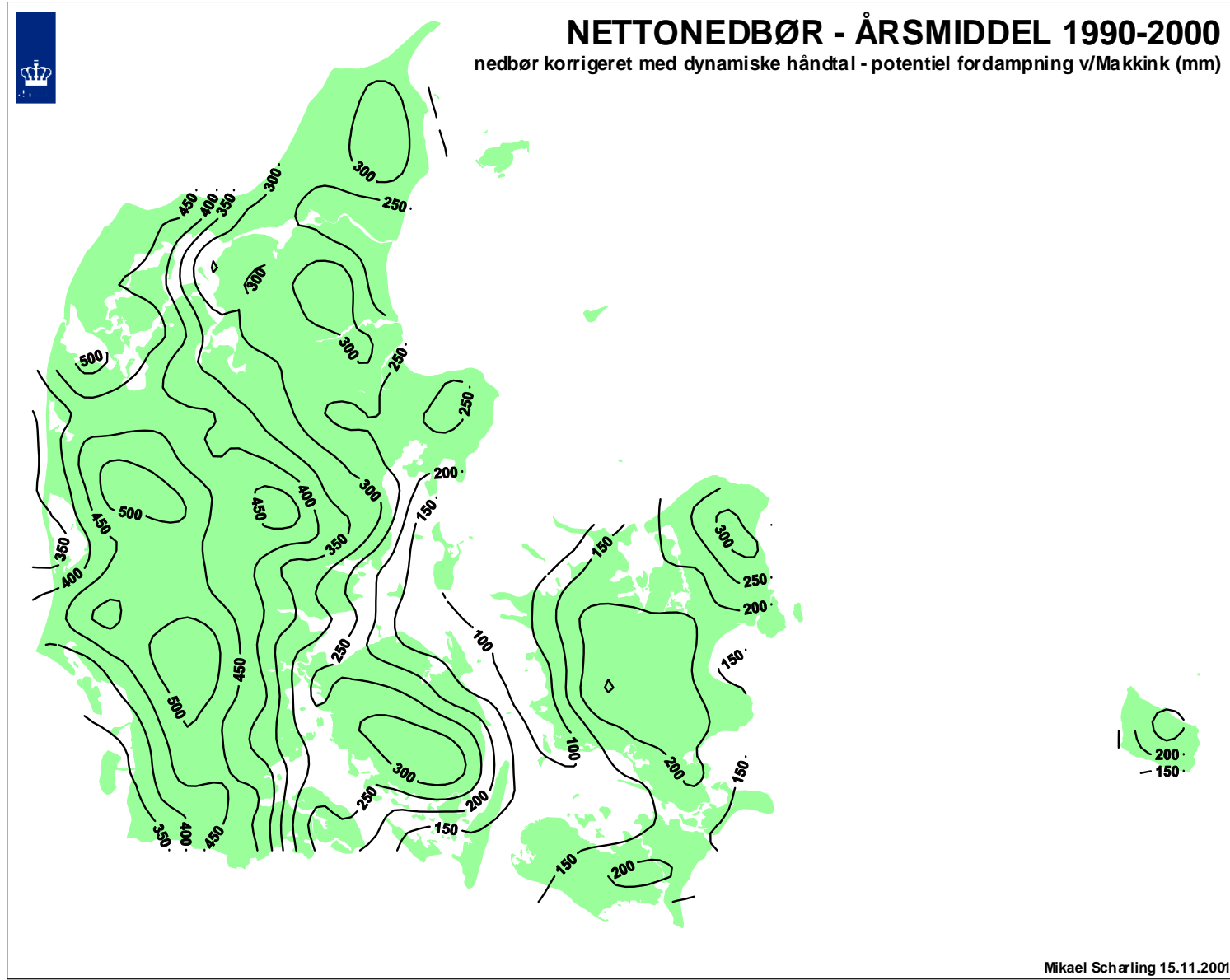
2.9 Figur 9: Nettonedbør, nedbør korrigeret med standardværdier 1931 - 60 minus potentielt fordampning



2.10 Figur 10: Nettonedbør, nedbør korrigeret med standardværdier 1961 - 90 minus potentielt fordampning



2.11 Figur 11: Nettonedbør, nedbør korrigeret med dynamiske korrektionsfaktorer minus potentielt fordampning



## 2.12 Tabel 1: Vægtet landsgennemsnit

Tabel 1 opsummerer på landsplan og år for år effekterne af de forskellige korrektioner. De angivne tal er vægtede<sup>13</sup> landsgennemsnit fra 1990 til og med 2000.

Klimagrid – Danmark, vægtet landsgennemsnit – årssum (mm)

år	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	1990-2000
nedbør [observeret]	578	806	644	698	747	872	644	505	619	855	900	769	733
nedbør [1931-60 korrigeret]	672	936	748	810	865	1015	754	581	718	992	1047	896	851
nedbør [1961-90 korrigeret]	707	985	785	853	912	1072	801	599	750	1036	1105	947	895
nedbør [dynamisk korrigeret]	701	964	784	836	946	1080	856	653	751	1035	1086	913	900
Ep (Makkink)		581	556	617	551	598	620	568	627	536	598	554	582
nedbør - Ep [observeret]		225	88	81	197	275	24	-63	-8	319	302	215	150
nedbør - Ep [1931-60 korrigeret]		355	192	193	314	417	134	13	91	456	450	342	269
nedbør - Ep [1961-90 korrigeret]		404	229	236	361	475	181	31	123	500	507	393	313
nedbør - Ep [dynamisk korrigeret]		383	229	219	396	483	236	85	124	499	488	358	318

<sup>13</sup> Værdier for gridceller der er delvist havdækkede, vægter kun med det areal der er over dansk landområde.

## Bilag 1 - Beregning af den potentielle fordampning efter Makkinks formel

Potentiel fordampning beregnes på døgnværdiniveau efter Makkinks formel, (formel [2.13] i Mikkelsen, H.E. & Olesen J.E (1991): “Sammenligning af metoder til bestemmelse af potentiel vandfordampning”. Landbrugsministeriet, Statens Planteavlsvforsøg, Tidsskrift for Planteavl Specialserie, Beretning nr. S 2157).

$$E_m = \beta_{M0} + \beta_{M1} \frac{sS_i}{\lambda(s + \gamma)}$$

hvor

$E_m$ :	Potentiel fordampning ( $\text{mm} \cdot \text{døgn}^{-1}$ )
$\lambda$ :	Vands fordampningsvarme, $\lambda = 2.465 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$
$\gamma$ :	Psykrometerkonstant, $\gamma = 0.667 \text{ hPa} \cdot \text{°C}^{-1}$
$\beta_{M0} + \beta_{M1}$ :	Empiriske konstanter
$s$ :	Damptrykskurvens hældning ( $\text{hPa} \cdot \text{°C}^{-1}$ )
$S_i$ :	Globalstråling ( $\text{MJ} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{døgn}^{-1}$ )

og

$$\beta_{M0} = 0$$

$$\beta_{M1} = 7$$

$$s = c_1 + 2c_2t + 3c_3t^2 + 4c_4t^3 + 5c_5t^4 + 6c_6t^5$$

i hvilke  $t$ : Døgnmiddeltemperatur ( $\text{°C}$ )

og konstanterne er givet ved:

	$t \geq 0$	$t < 0$
$c_0$	6.108	6.109
$c_1$	$4.437 \cdot 10^{-1}$	$5.035 \cdot 10^{-1}$
$c_2$	$1.429 \cdot 10^{-2}$	$1.886 \cdot 10^{-2}$
$c_3$	$2.651 \cdot 10^{-4}$	$4.176 \cdot 10^{-4}$
$c_4$	$3.031 \cdot 10^{-6}$	$5.825 \cdot 10^{-6}$
$c_5$	$2.034 \cdot 10^{-8}$	$4.839 \cdot 10^{-8}$
$c_6$	$6.137 \cdot 10^{-11}$	$1.839 \cdot 10^{-10}$