

26 apr. 1963

Verslagen V-121
(R III-276-1963)

KONINKLIJK NEDERLANDS
METEOROLOGISCH INSTITUUT

Voortgezet onderzoek naar de nachtelijke minimumtemperaturen
op 10 cm hoogte boven verschillende bodemoppervlakken te
De Bilt in 1959

door

M. Scharringa



De Bilt, 1963.

Kon. Ned. Meteor. Inst.
De Bilt

Voortgezet onderzoek naar de nachtelijke minimumtemperaturen
op 10 cm hoogte boven verschillende bodemoppervlakken te
De Bilt in 1959.

door
M. Scharringa.

551.525.2

1. Inleiding.

Dit verslag is een vervolg op het eerder verschenen rapport V-59 (R III-240-1960). Wat de voorgeschiedenis betreft kan worden verwezen naar de inleiding op de bladzijden 2 en 3 van het genoemde rapport.

2. Doel van het onderzoek.

Het doel van het onderzoek was:

- a. Na te gaan hoe groot de verschillen tussen de minimumtemperaturen op 10 cm hoogte boven een grasmat en boven onbegroeide grond in stralingsnachten kunnen zijn.
- b. Na te gaan of de minimumtemperaturen, gemeten boven twee dicht bij elkaar gelegen grindoppervlakken welke deel uitmaken van twee in thermische eigenschappen verschillende bodemoppervlakken, ongeveer gelijke waarden hebben.

3. Uitvoering van het onderzoek.

3.1 Op de bijgevoegde plattegrond zijn de plaatsen aangegeven waar de thermometeropstellingen waren geplaatst. Deze zijn ongeveer dezelfde als die, waarop in 1957 en 1958 werd gemeten.

De oppervlakken zijn in zoverre anders, dat de zwarte grond rondom G₁ en G₁₁, zoals op de plattegrond in V-59 is aangegeven, inmiddels met gras is begroeid. Er waren twee tijdvakken waarin de ligging en het aantal der meetplaatsen verschillend waren. In het eerste tijdvak van 2 december 1958 tot en met februari 1959 was het aantal waarnemingen te gering om daaraan enige conclusie te verbinden.

In het tijdvak van 20 maart tot en met 16 oktober 1959 werd gemeten op de plaatsen 1 tot en met 14, G₁, G₁₁, G₂ en G₂₂.

3.2 De gebruikte thermometers waren geijkt en werden gedurende de verslagperiode regelmatig gecontroleerd, o.a. door plaatsing van een stationsthermometer in hetzelfde statief.

4. Uitkomsten.

4.1 De uitkomsten van de minimumtemperatuurmetingen in speciale nachten zijn vermeld in de tabel. Tevens zijn daarin opgenomen de minimumtemperaturen die over dezelfde nachten in de hut, in de officiële grasminimumopstelling en in de hut op de toren (37 m boven het maaiveld) werden afgelezen.

4.2 De uitkomsten geven aanleiding tot de volgende beschouwingen.

4.2.1 De opstellingen 6, 7, 8 en 9 waren geplaatst op de oude grasmat, echter op dat gedeelte dat regelmatig werd gemaaid en waar dikwijls werd gelopen zodat de grasmat niet die sterk isolerende eigenschappen had zoals die bij een oude verwaarloosde grasmat worden aangetroffen. Rekening houdende met verschillen van dien aard kon worden verwacht dat de hoogste minimumtemperaturen zouden worden aangetroffen bij de opstelling 6 en de laagste bij opstelling 9.

De gemiddelde minima over de 40 stralingsnachten uit de tabel bedroegen:

opstelling 6: $0,64^{\circ}\text{C}$

opstelling 7: $0,21$

opstelling 8: $-0,11$

opstelling 9: $-0,52$

De vraag of de reeksen waarnemingen onderling significant verschillen kan worden beantwoord met gebruikmaking van de tekentoets. De waarnemingen over dezelfde nachten worden daartoe van elkaar afgetrokken en telkens het teken van het verschil bepaald.

De uitkomsten zijn:

6 - 7: positief in 40 van de 40 gevallen

7 - 8: positief in 38 van de 40 gevallen

8 - 9: positief in 38 van de 40 gevallen.

Bij een onbetrouwbaarheidsniveau van 0,01 mogen nog 11 van de 40 verschillen het omgekeerde teken hebben. Zie de tabel voor de kritieke waarden van de tekentoets in: "Statistische Tabellen en Nomogrammen", uitgegeven door de Vereniging voor Statistiek.

De conclusie, met een betrouwbaarheid van meer dan 99% luidt dus, dat de verschillen tussen de gemiddelden van de opstellingen 6, 7, 8 en 9 niet op toeval berusten.

4.2.2 Van de opstellingen 10 en 5 was 10 op de zeer jonge grasmat geplaatst, welke eerst in 1958 was gegroeid. Opstelling 5 bevond zich op de oudere grasmat.

De gemiddelde minima over 40 stralingsnachten waren:

opstelling 10: $0,09^{\circ}\text{C}$

5: $-0,20$

De telling wees uit dat het verschil (10 - 5) in 38 van de 40 gevallen hetzelfde teken had.

4.2.3 Van de opstellingen 11, 12, 13 en 14 op de oude grasmat bedroegen de gemiddelde minima over 40 nachten:

opstelling 11: $-0,69^{\circ}\text{C}$

opstelling 12: $-0,74$

opstelling 13: $-0,84$

opstelling 14: $-0,36$

De tellingen van de tekens van de verschillen tussen de waarnemingen op de meetplaatsen: 11 - 12, 11 - 13, 11 - 14, 12 - 13, 12 - 14 en 13 - 14 in dezelfde nachten geeft als uitkomst dat de gemiddelden van 13 en 14 significant verschillen. Bij de overige combinaties ligt het verschil in de buurt van de grens van significantie als wij de betrouwbaarheidsdrempel niet hoger dan 0,05 leggen.

4.2.4 Hoewel in het vorige verslag (V-59) reeds werd medegedeeld dat de grindbakken te klein zijn, werden ook in deze verslagperiode nog metingen op dezelfde wijze verricht. De gemiddelde minimumtemperatuur van de opstelling G_1 bedroeg $1,07^{\circ}\text{C}$ en die van de opstelling G_2 : $0,29^{\circ}\text{C}$. In alle 40 gevallen had het verschil hetzelfde teken.

Het ligt voor de hand dat de opstelling G_1 het "warmst" moet zijn omdat deze temidden van een jonge grasmat is gelegen. De opstellingen G_1 en G_2 lagen in het centrum van de grindoppervlakken.

De opstellingen G_{11} en G_{22} lagen op een afstand gelijk aan de halve straal, dus op 1,5 m van de rand en van het centrum.

Het was te verwachten dat de invloed van de in beide gevallen koudere omgeving zich zou doen gelden in de daar gemeten minima die dus lager moeten uitvallen dan die welke in het centrum van de grindoppervlakken werden gemeten. De gemiddelde minima waren:

opstelling G_1 : $1,07^{\circ}\text{C}$

opstelling G_{11} : $0,85$

opstelling G_2 : $0,29$

opstelling G_{22} : $-0,03$

Het verschil tussen G_1 en G_{11} is weliswaar klein maar had toch in 39 van de 40 gevallen hetzelfde teken ($G_1 - G_{11}$).

Het verschil tussen G_2 en G_{22} was in 39 van de 40 gevallen positief ($G_2 - G_{22}$).

4.2.5 De opstellingen 1, 2, 3 en 4 waren gemaakt boven een perceeltje onbegroeide grond (bouwland) dat de gehele zomer vrij van onkruid werd gehouden. De ene helft van het veldje werd af en toe losgeschoffeld en de andere vastgerold. De nummers 1 en 2 waren opgesteld boven de vastgerolde,

3 en 4 boven de losgemaakte grond.

Gemiddeld over 23 stralingsnachten waren de minima:

opstelling 1: 2,15°C

opstelling 2: 1,92

opstelling 3: 2,00

opstelling 4: 2,05

De verschillen, getoetst met behulp van de tekentoets, zijn niet significant, hetgeen te begrijpen is. De zomer van 1959 was extreem droog en de bovenlaag is van het begin der metingen af praktisch volkomen droog geweest tot half oktober.

4.2.6 Van 20 april tot en met 15 augustus werd in 23 nachten met de op de plattegrond aangegeven opstelling gemeten. Over deze 23 nachten waren de gemiddelde minimumtemperaturen:

boven jonge grasmat:

opstelling 10: -0,30°C

boven korte grasmat:

opstelling 5: -0,78°C

opstelling 6: 0,13

opstelling 7: -0,40

opstelling 8: -0,67

opstelling 9: -1,01

boven oude grasmat:

opstelling 11: -1,15°C

opstelling 12: -1,13

opstelling 13: -1,26

opstelling 14: -0,92

boven onbegroeid bouwland:

opstelling 1: 2,15°C

opstelling 2: 1,92

opstelling 3: 2,00

opstelling 4: 2,05

Dit zijn dezelfde waarnemingsuitkomsten als onder 4.2.5 reeds werden vermeld.

Het gemiddelde verschil tussen de minima boven onbegroeide grond en dat boven een oude grasmat bedroeg ruim 3°C. In bepaalde nachten waren de verschillen groter:

14 mei	4,6°C
22 april	3,7
1 juni	3,8
15 juli	3,8

4.3 In de tabel is tevens een kolom opgenomen waarin het verschil tussen de minima gemeten in de hut en de gemiddelde minima van de opstellingen 11, 12 en 13 zijn vermeld.

4.3.1 Het grootste verschil werd waargenomen op 10 oktober 1959, het bedroeg 8,9°C. Het verschil tussen het hutminimum en dat van de opstelling 11 bedroeg toen zelfs 9,1°C.

Ook op 9 september en op 1 oktober waren de verschillen zeer groot. De verklaring van het voorkomen van dergelijke extreme waarden moet waarschijnlijk worden gezocht in de sterke uitdroging van de grasmat die toen nauwelijks meer levende delen bevatte en dus als sterk isolerende laag mag worden beschouwd. Voorts was het opgevallen dat in die nazomer praktisch geen dauw optrad, waarmee een hoeveelheid latente warmte, die normaal in een stralingsnacht aan het grasoppervlak ten goed komt, ditmaal ontbrak. Dat deze hoeveelheid niet zonder betekenis is, kan worden berekend als wij uitgaan van een hoeveelheid dauw van 0,3 mm. Dit betekent dat per cm^2 horizontaal oppervlak 0,03 gram waterdamp condenseert. Stelt men de condensatiewarmte op $600 \text{ cal gram}^{-1}$ dan komt er per cm^2 dus 18 cal vrij. De netto-uitstraling in een heldere nacht bedraagt ongeveer $0,15 \text{ cal cm}^{-2}\text{min}^{-1}$ zodat de vrijkomende condensatiewarmte gelijk is aan de netto-straling gesommeerd over 2 uren.

Conclusie.

De minimum-luchttemperaturen op 10 cm hoogte boven een grasmat gemeten, kunnen onder gunstige omstandigheden tot 5°C lager zijn dan die op dezelfde wijze gemeten boven dezelfde grond in onbegroeide toestand. Een grasmat verhoogt het nachtvorst-risico in niet geringe mate, hetgeen in het bijzonder voor de fruitteelt van betekenis is.

Tijdens de metingen in de extreem droge zomer van 1959 bleek dat de minimum-luchttemperatuur op 10 cm hoogte boven gras in een enkel geval tot meer dan 9°C lager was dan die welke op dezelfde plaats in de meteorologische hut (220 cm) werd gemeten.

Tabel van de minimumtemperaturen in °C.

1952

opstellingen genummerd:

afgelezen op

de ochtend

van:

	6	7	8	9	10	5	14	13	12	11	1	2	3	4	G1	G11	G2	G22	hut gras	toren	hut- gras	hut- 11+12+13 3	
20/4	-4,2	-4,3	-4,4	-4,9	-4,4	-4,9	-4,7	-5,2	-4,9	-5,0	-2,3	-2,2	-2,3	-2,1	-4,0	-4,0	-4,4	-4,6	-1,2	-4,2	3,1	3,0	3,8
21/4	-5,8	-6,0	-6,4	-6,7	-6,2	-6,6	-6,9	-6,7	-6,8	-3,2	-3,7	-3,7	-3,5	-3,0	-5,6	-5,9	-6,5	-6,7	-2,2	-5,9	2,6	3,7	4,6
22/4	-1,4	-1,8	-2,2	-2,9	-1,8	-2,3	-2,4	-2,8	-2,5	-2,7	0,7	0,3	0,5	0,4	-1,3	-1,4	-1,9	-2,2	1,9	-1,6	4,6	3,5	4,6
23/4	0,5	0,0	-0,2	-0,5	0,2	-0,3	-0,5	-0,7	-0,3	-0,3	2,6	2,1	2,7	2,5	1,0	0,6	0,3	-0,1	3,9	0,2	8,7	3,7	4,3
24/4	-0,2	-0,7	-0,9	-1,1	-0,5	-1,0	-1,5	-1,1	-1,0	1,7	1,3	1,3	1,6	1,9	-0,2	-0,3	-0,7	-0,7	3,5	-0,6	5,4	4,1	4,7
29/4	-1,2	-1,8	-1,9	-2,3	-1,9	-2,3	-2,3	-2,6	-2,0	-2,3	0,4	0,3	0,3	0,4	-1,2	-1,3	-1,8	-2,8	2,1	-1,6	4,9	3,7	4,4
4/5	1,2	1,0	0,8	0,7	1,0	0,6	0,7	0,1	0,8	0,4	3,4	3,4	4,6	3,4	2,1	1,7	1,6	1,3	5,1	1,6	6,2	3,5	4,7
5/5	-2,8	-3,0	-3,3	-3,6	-3,3	-3,6	-3,2	-3,6	-3,4	-3,5	-0,5	-0,7	-0,8	-0,6	-2,0	-2,4	-3,4	-3,6	0,9	-2,9	3,7	3,8	4,4
7/5	0,5	0,3	0,4	0,1	0,5	0,0	-0,4	-0,6	0,0	-0,4	2,3	2,2	2,6	2,5	1,2	1,1	0,4	0,1	4,1	1,0	5,1	3,1	4,4
8/5	4,3	4,0	3,9	3,6	4,4	3,4	3,3	3,2	3,6	3,2	6,6	6,5	6,5	6,6	5,1	4,9	4,6	4,2	9,4	4,6	11,4	4,8	6,1
14/5	1,6	0,8	0,4	0,0	0,8	0,1	-0,1	-0,7	-0,4	0,4	4,4	4,2	4,2	4,2	2,1	1,9	1,0	0,5	6,8	2,1	9,6	4,7	7,3
29/5	1,5	1,2	0,9	0,6	1,3	0,9	0,7	0,5	0,5	0,3	3,5	3,4	3,3	3,4	2,0	1,7	1,6	1,1	5,0	1,2	7,4	3,8	4,6
31/5	-0,5	-1,0	-1,2	-1,5	-0,9	-1,3	-1,5	-1,3	-1,7	-1,9	1,9	1,6	1,3	1,5	0,4	-0,2	-0,2	-0,8	2,7	-0,5	6,4	3,2	4,3
1/6	2,0	1,4	1,1	0,6	1,7	1,0	0,8	-1,1	-1,0	0,9	3,8	3,5	3,8	3,8	2,7	2,3	1,8	1,6	5,7	2,1	9,3	3,6	6,7
3/6	0,8	0,1	0,0	-0,5	0,4	-0,3	-0,2	-0,5	-0,6	-0,6	3,1	2,7	2,4	2,6	1,5	1,1	0,9	0,4	5,3	0,9	9,4	4,4	5,9
8/6	2,0	1,2	0,7	0,4	1,6	0,9	0,7	0,3	0,4	0,3	4,4	4,0	3,8	3,7	2,6	2,3	1,8	1,1	7,5	2,1	9,2	5,4	7,2
11/6	-2,0	-0,8	-1,1	-1,3	-0,7	-0,9	-0,9	-1,2	-1,3	-1,4	1,3	1,4	1,2	1,3	0,2	-0,2	-0,6	-0,9	4,7	-0,4	8,4	5,1	6,0
12/6	-1,4	-2,2	-2,2	-2,8	-2,0	-2,3	-2,4	-3,0	-3,1	-2,9	0,4	0,3	0,0	0,2	-0,9	-1,0	-1,7	-2,1	2,8	-1,4	7,7	4,2	5,8
15/6	0,7	0,2	-0,2	-0,3	0,4	0,0	0,0	-0,3	-0,5	-0,7	2,7	2,5	2,7	2,5	1,0	0,9	0,4	0,1	4,6	0,9	8,9	3,7	5,1
16/6	0,7	0,2	-0,4	-0,5	0,3	0,1	-0,5	-0,8	-0,4	0,0	2,4	2,1	2,1	2,4	1,0	0,8	0,4	0,1	5,3	0,6	7,5	4,7	5,7

Tabel van de minimumtemperaturen in °C (vervolg)

1959

opstellingen genummerd

afgelezen op

de ochtend

van

	6	7	8	9	10	5	14	13	12	11	1	2	3	4	G ₁	G ₁₁	G ₂	G ₂₂	hut gras	toren	hut- gras	hut- 11+12+13 3	
19/6	-0,4	-0,9	-1,4	-1,5	-1,0	-1,4	-1,4	-1,7	-1,7	-1,8	1,5	1,1	1,2	1,2	0,3	0,0	-0,6	-0,9	3,5	-0,5	9,2	4,0	5,2
20/6	3,2	2,5	1,3	0,7	2,3	1,7	1,2	0,9	0,5	0,5	4,1	3,9	4,1	4,0	3,2	3,0	2,4	2,0	7,3	2,8	8,8	4,5	6,7
15/7	2,0	1,3	0,9	0,4	0,8	0,5	0,1	0,0	-0,3	-0,3	3,8	3,3	3,8	3,8	1,9	1,6	1,3	0,9	6,2	1,5	10,2	4,7	6,4
1/9	0,4	0,1	-0,1	-0,5	0,2	-0,2	-0,3	-0,7	-0,9	-0,8					1,3	0,9	1,1	0,4	6,0	0,5	10,2	5,5	6,8
9/9	4,3	3,5	3,1	3,6	3,4	3,0	2,8	2,3	2,3	2,4					4,7	4,4	3,8	3,4	11,1	4,5	13,4	6,6	8,8
10/9	5,3	4,9	4,6	4,3	5,0	4,4	4,5	4,1	4,0	4,2					5,7	5,5	5,2	4,8	10,5	5,5	13,4	5,0	6,4
11/9	7,6	7,1	6,6	6,3	7,0	6,5	6,4	6,1	6,0	6,2					8,0	7,6	7,0	6,6	12,3	7,5	14,3	4,8	6,2
16/9	1,3	0,9	0,5	0,2	1,0	0,6	0,6	0,0	-0,1	0,0					1,7	1,5	0,9	0,4	5,5	1,2	9,8	4,3	5,5
18/9	-1,1	-1,5	-1,8	-2,0	-1,5	-1,8	-1,9	-2,2	-2,3	-2,3					-0,6	-1,0	-1,5	-1,7	3,5	-1,1	9,5	4,6	5,8
21/9	-0,5	-1,0	-1,4	-1,6	-1,1	-1,6	-1,3	-1,6	-1,7	-1,6					-0,1	-0,4	-0,9	-1,2	3,4	-0,8	7,5	4,2	5,0
26/9	2,8	2,5	2,4	2,0	2,5	2,3	2,0	1,5	1,6	1,8					3,5	3,1	2,6	2,2	7,2	3,1	10,2	4,1	5,6
28/9	-0,3	-0,4	-0,5	-1,0	-0,5	-0,8	-0,7	-1,1	-1,1	-1,2					0,5	0,2	-0,2	-0,6	3,6	0,0	10,0	3,6	4,7
1/10	1,3	1,0	0,1	-0,8	0,0	0,4	-1,1	-1,6	-2,1	-1,9					1,0	0,7	-0,4	-0,7	6,3	1,5	8,0	4,8	8,2
2/10	-0,4	-0,6	-1,1	-2,0	-1,1	-1,4	-1,8	-2,1	-2,2	-2,4					0,2	-0,2	-0,3	-0,8	4,6	-0,3	8,8	4,9	6,8
3/10	4,9	4,6	4,5	4,2	---	4,2	4,2	4,0	4,0	4,1					5,1	5,0	4,8	4,5	9,0	5,1	13,2	3,9	5,0
8/10	-0,9	-1,1	-1,7	-2,0	-1,4	-1,6	-1,0	-2,1	-2,2	-2,0					-0,7	-0,9	-1,1	-1,3	3,9	-0,8	8,6	4,7	6,0
9/10	-4,7	-5,0	-5,3	-5,8	-5,3	-5,6	-5,5	-6,1	-6,3	-6,1					-4,3	-4,6	-5,2	-5,5	0,2	-4,3	4,2	4,5	6,4
10/10	2,9	2,2	1,2	0,0	1,6	1,4	0,2	-1,6	-1,2	-1,3					3,4	3,1	-0,2	-0,4	7,5	3,2	10,3	4,3	8,9
11/10	1,3	1,1	0,8	0,3	0,9	0,6	0,4	-0,1	-0,1	0,0					1,7	1,5	1,1	0,8	7,3	1,3	9,4	6,0	7,4
13/10	0,1	-0,1	-1,1	-0,8	-0,2	-0,4	-0,6	-1,1	-1,1	-1,0					0,7	0,5	0,1	-0,2	6,5	0,3	7,6	6,2	7,6

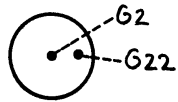
Draadafschieding

Onkruid

Onbegroeid

•2 •3

•1 •4



•11

•8

•9

•5

•12



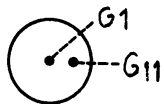
•7

•10

•13

Jonge grasmad

•6



•14

Schaal 1:400