

Een onderzoek naar het gedrag van de minimumtemperatuur
op 10 cm hoogte boven een kort gehouden grasmat,
in stralingsnachten op het proefterrein
te De Bilt, 1956.

551-525.2

M. ScharringaInleiding en doel van de proef.

Bij het bewerken van de uitkomsten van het landelijk onderzoek naar het gedrag van de minimumtemperatuur op 10 cm hoogte (project 19) rees de vraag in hoeverre de waarnemingsuitkomsten van een bepaald station representatief zijn voor de omgeving. Bij veldwaarnemingen van nachtvorstschade aan jonge gewassen is reeds dikwijls gebleken dat grote horizontale temperatuurverschillen op een hoogte van 10 tot 20 cm op zeer korte afstand kunnen optreden.

Het doel van de proef was, door middel van gelijktijdige metingen met een vrij groot aantal grasminimumthermometers op een zoveel mogelijk homogeen perceel grasland na te gaan of, en welke verschillen in de minimumtemperatuur op 10 cm hoogte kunnen optreden, waaruit dan een antwoord op de bovengenoemde vraag zou kunnen worden afgeleid.

Aanvankelijk was het de bedoeling, op een dergelijk terrein ter grootte van een hectare enkele tientallen thermometers te plaatsen. Hiervan moest wegens praktische bezwaren worden afgezien. Zo was een geschikt terrein van deze omvang niet in de onmiddellijke omgeving van het instituut aanwezig en het werken op grotere afstand leverde weer andere bezwaren op. Daarom werd de opstelling gemaakt op het proefterrein te De Bilt waarvoor een zoveel mogelijk homogeen perceeltje in het grote grasveld werd gekozen.

Inrichting van de proef. (Zie plattegrond)

Op een vierkant perceel van 10 x 10 meter werden op de hoekpunten van een vierkantsnet met zijden van 2 meter, 36 grasminimumthermometers in de daarvoor bestemde statieven geplaatst. De aflezing vond telkens na een heldere nacht met weinig wind plaats. Als een dergelijke nacht werd verwacht, werden in de namiddag de indices bijgesteld. De thermometers werden vóór, éénmaal tijdens en na de proef geijkt. De

ijking werd door personeel van de Afdeling Klimatologie en Landbouw-meteorologie uitgevoerd, waarbij de thermometers in smeltend ijs werden geplaatst. De thermometer had daarbij overal dezelfde temperatuur.

Om zekerheid te hebben, dat eventueel optredende verschillen al of niet aan eigenschappen van bepaalde thermometers kunnen worden toegeschreven werden de thermometers tweemaal onderling verwisseld. De verwisseling werd uitgevoerd door de thermometers bij de eerste opstelling te nummeren van 1 tot en met 36. Met behulp van toevals-getallen werden de nieuwe plaatsen bepaald. Op 4 april werd de eerste maal afgelezen. De eerste verwisseling vond plaats op 16 april, de tweede op 23 april. In de eerste periode waren 7 stralingsnachten, in de tweede 6 en in de laatste periode 18. Deze ongelijke verdeling vindt haar oorzaak in het buitengewoon grote aantal stralingsnachten in mei. De proef werd daardoor langer voortgezet dan oorspronkelijk in de bedoeling lag. Enkele andere opstellingen zullen nog afzonderlijk worden besproken.

Waarnemingsuitkomsten.

In tabel 1. zijn de gecorrigeerde waarnemingsuitkomsten vermeld.

tabel 1

meet- punt	april														
	4	5	6	7	10	12	16	18	19	20	21	22	23	26	30
1	-05	-61	-45	-90	-18	-54	-23	-59	-63	-84	-31	-28	-31	-39	-13
2	-06	-62	-45	-88	-17	-52	-22	-51	-58	-78	-23	-26	-28	-37	-11
3	-06	-55	-42	-86	-12	-50	-21	-51	-56	-78	-22	-28	-31	-34	-08
4	-07	-59	-43	-90	-11	-47	-16	-57	-62	-78	-26	-29	-28	-25	-09
5	-06	-57	-42	-85	-13	-47	-20	-56	-61	-79	-25	-30	-30	-34	-11
6	-06	-57	-44	-90	-16	-54	-22	-61	-67	-81	-28	-30	-31	-33	-11
7	-05	-60	-43	-86	-16	-53	-19	-51	-59	-76	-23	-24	-27	-35	-10
8	-02	-58	-41	-83	-20	-50	-17	-52	-57	-78	-22	-26	-30	-35	-10
9	+02	-53	-35	-83	-22	-48	-17	-52	-58	-78	-23	-28	-30	-33	-08
10	-06	-59	-41	-88	-13	-55	-22	-56	-60	-77	-25	-28	-31	-37	-14
11	-05	-54	-36	-84	-18	-50	-15	-53	-57	-74	-24	-26	-26	-34	-11
12	-08	-61	-46	-92	-09	-56	-21	-64	-69	-84	-35	-35	-34	-39	-19
13	-06	-64	-47	-88	-11	-54	-24	-58	-65	-84	-29	-28	-32	-34	-12
14	-03	-57	-39	-84	-14	-51	-21	-51	-59	-79	-22	-26	-28	-33	-10
15	-07	-65	-47	-95	-07	-58	-27	-64	-69	-87	-33	-35	-34	-35	-09
16	-03	-54	-39	-82	-24	-46	-15	-47	-54	-72	-20	-26	-29	-30	-07
17	-02	-57	-38	-85	-19	-50	-16	-55	-61	-78	-24	-27	-29	-31	-10
18	-07	-66	-41	-87	-15	-51	-19	-56	-61	-78	-24	-26	-27	-36	-16
19	-03	-62	-43	-87	-13	-53	-23	-56	-63	-83	-27	-28	-31	-38	-14
20	-02	-57	-40	-84	-19	-51	-21	-53	-62	-81	-25	-30	-33	-35	-10
21	-02	-56	-41	-86	-19	-51	-20	-53	-60	-79	-25	-29	-31	-37	-13
22	-04	-60	-43	-92	-13	-55	-24	-62	-66	-83	-32	-31	-31	-36	-14
23	-04	-58	-41	-91	-12	-54	-21	-62	-66	-82	-28	-28	-32	-36	-15
24	-06	-61	-43	-93	-10	-57	-20	-59	-64	-79	-27	-28	-29	-37	-16
25	-05	-65	-46	-81	-09	-57	-24	-55	-62	-82	-27	-28	-29	-36	-12
26	-03	-66	-46	-92	-11	-56	-22	-62	-69	-86	-33	-32	-34	-33	-14
27	-04	-67	-47	-96	-06	-60	-28	-63	-68	-85	-33	-31	-30	-35	-15
28	-02	-60	-40	-89	-13	-53	-19	-63	-69	-94	-32	-31	-32	-35	-15
29	-00	-56	-38	-85	-18	-48	-30	-55	-58	-76	-25	-24	-25	-30	-10
30	-02	-59	-41	-89	-14	-51	-17	-60	-65	-81	-30	-29	-31	-33	-15
31	-02	-65	-45	-88	-14	-53	-22	-59	-63	-84	-30	-30	-30	-33	-13
32	-02	-59	-40	-85	-18	-51	-19	-57	-63	-83	-28	-29	-30	-35	-11
33	-01	-64	-44	-94	-12	-57	-23	-67	-72	-88	-36	-33	-31	-35	-16
34	-08	-67	-47	-92	-11	-68	-22	-64	-69	-86	-35	-33	-31	-36	-18
35	-01	-55	-38	-82	-23	-49	-13	-53	-58	-77	-24	-27	-28	-32	-11
36	-04	-54	-42	-88	-22	-49	-13	-54	-57	-75	-23	-26	-28	-34	-13

alle temperaturen in tienden van graden C.

tabel 1 (vervolg)

meet- punt	mei												juni			
	2 -	3 +	6 +	7 +	9 +	11 +	14 -	15 -	18 -	19 -	20 -	21 -	22 +	6 -	15 +	16 -
1	-37	+03	+46	+52	+37	+30	-14	-24	-41	-39	-42	-46	+28	-18	+02	-19
2	-33	+02	+47	+55	+40	+33	-08	-24	-35	-35	-40	-42	+29	-14	+01	-19
3	-34	+06	+47	+57	+38	+34	-05	-25	-34	-31	-37	-40	+32	-20	+03	-20
4	-21	+06	+45	+52	+38	+31	-09	-19	-35	-34	-38	-30	+28	-14	+07	-16
5	-36	+05	+44	+53	+33	+26	-09	-26	-37	-35	-37	-42	+28	-24	+04	-19
6	-36	+06	+45	+53	+36	+27	-09	-24	-38	-35	-35	-42	+29	-20	+06	-19
7	-33	+07	+47	+56	+34	+30	-09	-21	-37	-37	-38	-40	+27	-15	+04	-18
8	-35	+06	+46	+57	+38	+33	-09	-24	-36	-36	-40	-41	+31	-19	+02	-19
9	-34	+07	+45	+55	+36	+32	-07	-23	-34	-34	-37	-42	+30	-19	+02	-21
10	-39	+03	+42	+50	+34	+30	-14	-28	-41	-39	-41	-46	+24	-23	+02	-22
11	-37	+10	+45	+53	+36	+25	-10	-24	-38	-37	-39	-43	+27	-19	+04	-20
12	-40	+02	+43	+49	+35	+25	-16	-28	-44	-42	-42	-47	+25	-21	+06	-20
13	-34	+06	+47	+52	+35	+32	-12	-21	-37	-36	-37	-41	+31	-18	+04	-19
14	-35	+08	+46	+55	+36	+32	-09	-24	-36	-35	-39	-41	+32	-20	+05	-18
15	-28	+12	+44	+49	+36	+30	-13	-26	-40	-38	-42	-42	+28	-17	+05	-18
16	-31	+09	+49	+60	+39	+36	-03	-17	-30	-29	-32	-36	+33	-16	+07	-16
17	-34	+09	+47	+56	+39	+32	-06	-21	-34	-31	-32	-39	+30	-20	+07	-18
18	-38	+04	+43	+50	+34	+23	-12	-26	-41	-38	-39	-45	+26	-23	+02	-22
19	-38	+04	+44	+49	+33	+29	-15	-25	-41	-40	-43	-46	+29	-22	+03	-19
20	-34	+06	+45	+55	+36	+31	-10	-23	-36	-33	-38	-41	+29	-20	+02	-19
21	-38	+05	+43	+53	+35	+29	-10	-25	-39	-38	-39	-44	+27	-19	+03	-21
22	-39	+05	+44	+49	+35	+29	-12	-25	-40	-38	-40	-44	+27	-23	+04	-22
23	-40	+06	+43	+49	+35	+25	-12	-25	-42	-39	-39	-45	+26	-25	+03	-21
24	-38	+05	+44	+50	+36	+25	-12	-25	-44	-40	-40	-47	+26	-25	+04	-21
25	-38	+07	+44	+50	+35	+28	-14	-24	-42	-40	-41	-46	+28	-22	+04	-20
26	-35	+08	+45	+48	+37	+28	-09	-22	-38	-36	-39	-41	+29	-19	+05	-19
27	-39	+07	+46	+49	+36	+28	-15	-23	-42	-40	-40	-44	+29	-18	+06	-20
28	-40	+03	+44	+47	+25	+26	-16	-27	-47	-42	-41	-47	+24	-30	-02	-26
29	-34	+08	+47	+53	+36	+25	-08	-22	-36	-35	-34	-40	+28	-20	-01	-19
30	-33	+09	+49	+54	+42	+24	-11	-21	-38	-39	-40	-39	+27	-17	+06	-18
31	-35	+09	+49	+55	+30	+29	-14	-22	-40	-37	-41	-42	+29	-12	+03	-21
32	-38	+08	+45	+52	+33	+28	-12	-23	-34	-33	-33	-39	+29	-21	+03	-22
33	-38	+09	+47	+51	+35	+28	-16	-23	-43	-42	-42	-43	+28	-19	+04	-20
34	-38	+05	+44	+48	+30	+26	-15	-25	-43	-38	-37	-44	+25	-23	+02	-22
35	-36	+08	+45	+53	+36	+25	-11	-24	-39	-38	-38	-43	+25	-24	+03	-22
36	-34	+06	+45	+55	+39	+26	-09	-23	-37	-37	-38	-39	+26	-19	+03	-20

In tabel 2 zijn de grootste verschillen tussen twee meetpunten per dag vermeld.

tabel 2

datum	grootste verschil	datum	grootste verschil
4 april	1.0 ^o	3 mei	1,4 ^o
5 "	1.4	6 "	0.7
6 "	1.2	7 "	1.3
7 "	1.5	9 "	1.7
10 "	1.8	11 "	1.3
12 "	2.2	14 "	1.3
16 "	1.8	15 "	1.1
18 "	2.0	18 "	1.7
19 "	1.8	19 "	1.3
20 "	2.2	20 "	1.1
21 "	1.6	21 "	1.7
22 "	1.1	22 "	0.9
23 "	0.9	6 juni	1.8
26 "	1.4	15 "	0.9
30 "	1.4	16 "	1.0
2 mei	1.9	<u>gemiddeld</u>	<u>1,43^o</u>

Tabel 3 bevat de dagelijkse gemiddelden van de 36 waarnemingen.

tabel 3

datum	\bar{t}_{36}	datum	\bar{t}_{36}
4 april	-0.39 ^o	3 mei	+0.64 ^o
5 "	-5.97	6 "	+4.53
6 "	-4.22	7 "	+5.23
7 "	-8.77	9 "	+3.55
10 "	-1.47	11 "	+2.86
12 "	-5.27	14 "	-1.09
16 "	-2.05	15 "	-2.36
18 "	-5.70	18 "	-3.85
19 "	-6.25	19 "	-3.68
20 "	-8.07	20 "	-3.85
21 "	-2.71	21 "	-4.22
22 "	-2.87	22 "	+2.80
23 "	-3.00	6 juni	-1.99
26 "	-3.44	15 "	+0.35
30 "	-1.23	16 "	-1.98
2 mei	-3.55		

In tabel 4 zijn per meetplaats de gemiddelden van de 31 nachten waarin werd gemeten, vermeld.

tabel 4

<u>meetpunt</u> ^{★)}	<u>gemiddelde</u>	<u>meetpunt</u>	<u>gemiddelde</u>
1	-2.34	19	-2.32
2	-2.36	20	-2.10
3	-1.96	21	-2.19
4	-1.92	22	-2.37
5	-2.15	23	-2.35
6	-2.21	24	-2.35
7	-1.89	25	-2.28
8	-1.88	26	-2.31
9	-1.96	27	-2.41
10	-2.32	28	<u>-2.56</u>
11	-2.04	29	-2.03
12	-2.53	30	-2.13
13	-2.20	31	-2.22
14	-2.00	32	-2.14
15	-2.36	33	-2.43
16	<u>-1.69</u>	34	-2.55
17	-1.92	35	-2.09
18	-2.29	36	-2.06

★) zie pagina 10 tabel I.

Bewerking.

De vraag of de in tabel 1 te vinden verschillen tussen de meetpunten van eenzelfde dag toevallig dan wel systematisch zijn, kan worden beantwoord door toepassen van de toets van Friedman. (Zie R III 120. Receptenboek). De nulhypothese bij deze toets luidt: Er is geen overeenstemming in de rangschikkingen in de kolommen van tabel 1 hetgeen in dit geval betekent dat als men van elke waarnemingsnacht de 36 waarnemingen volgens opklimmende temperatuurwaarden rangschikt dan is er tussen de rangschikkingen van de nummers der meetpunten bij de verschillende data geen overeenstemming.

De toetsingsgrootte W bedraagt maximaal 1. Er is dan volledige overeenstemming. De waarde nadert tot 0 als de rangschikkingen volkomen toevallig zijn.

De bewerking werd toegepast op het materiaal van 4 april tot en met 2 mei, dus van 16 nachten.

De gevonden waarden van W , χ^2 en p vindt men in tabel 5.

tabel 5

aantal meetpunten	W	χ^2	p
36	0.45	252	$\ll 0,0001$
34	0.40	211,2	$\ll 0,0001$
32	0.37	183,5	$\ll 0,0001$
:			
:			
:			
:			
22	0.24	80,6	$\ll 0,0001$
20	0.20	60,8	$\ll 0,0001$
18	0.18	48,9	$< 0,0001$
16	0.16	38,4	$< 0,001$
14	0.12	24,96	ca 0,02
12	0.11	19,36	ca 0,05
10	0.08	11,5	ca 0,20

Bij het volledige materiaal van deze 16 nachten was de rangschikking niet toevallig, de nulhypothese moest dus worden verworpen. Voorts werd nagegaan hoelang een niet-toevallige overeenstemming tussen de rangschikking naar opklimmende temperaturen aanwezig bleef als men achtereenvolgens de meetpunten met de hoogste en de laagste rangnummersommen buiten beschouwing laat. De Friedmantoets werd daarom telkens opnieuw toegepast voor 34, 32,enz. meetpunten.

De niet-toevallige overeenstemming bleek nog te bestaan (tabel 5) als men, door telkens de meetpunten met de hoogste en de laagste rangnummersommen te verwijderen, 14 meetpunten overhoudt. Eerst bij 12 meetpunten is de grens van significantie bereikt.

Van de toepassing van de toets op het totale materiaal van 31 nachten werd afgezien in verband met het tijdrovende van de bewerking en omdat er grote overeenstemming tussen het materiaal van de eerste 16 nachten en dat van de overige 15 nachten bleek te bestaan. Zie blz. 10. Metingen in niet-stralingsnachten.

Zoals mag worden verwacht, zijn in niet-stralingsnachten de verschillen tussen de 36 minima kleiner. Dit blijkt uit de gevonden minima van 8, 11, 13, 14, 17 en 27 april. Ook het verschil tussen hutminimum en grasminimum is in dergelijke nachten gering.

In onderstaande tabel zijn de gemeten minima opgenomen.

tabel 6

meet- punt	8/4	11/4	13/4	14/4	17/4	27/4	gem.
1	3,5	3,6	5,1	5,4	0,9	3,7	3,70
2	3,5	3,5	5,2	5,4	1,2	3,7	3,75
3	3,4	3,4	5,0	5,3	1,1	3,8	3,66
4	3,5	3,6	5,2	5,5	1,0	3,8	3,76
5	3,6	3,7	5,2	5,5	1,2	3,7	3,81
6	3,6	3,6	5,2	5,4	1,0	3,9	3,78
7	3,5	3,6	5,1	5,4	1,2	3,9	3,78
8	3,5	3,7	5,0	5,3	1,1	3,7	3,71
9	3,7	3,7	5,3	5,6	1,1	3,8	3,86
10	3,4	3,4	5,0	5,3	1,1	3,6	3,63
11	3,7	3,7	5,1	5,5	1,2	3,8	3,83
12	3,7	3,8	5,3	5,5	1,1	3,6	3,83
13	3,5	3,6	5,2	5,4	1,1	4,0	3,80
14	3,5	3,7	5,3	5,6	1,2	3,8	3,85
15	3,4	3,5	5,1	5,3	0,6	4,0	3,65
16	3,8	3,7	5,3	5,5	1,3	4,1	3,95
17	3,7	3,7	5,3	5,6	1,2	4,0	3,91
18	3,5	3,6	5,2	5,5	1,5	3,7	3,83
19	3,6	3,7	5,3	5,4	1,1	3,6	3,78
20	3,5	3,6	4,7	5,4	0,8	3,6	3,60
21	3,6	3,7	5,2	5,5	1,2	3,7	3,81
22	3,6	3,6	5,2	5,5	1,0	3,7	3,76
23	3,4	3,5	5,1	5,4	1,2	3,7	3,71
24	3,4	3,5	5,0	5,3	1,5	3,7	3,73
25	3,1	3,2	4,8	5,1	1,1	3,7	<u>3,50</u>
26	3,6	3,7	5,2	5,5	1,3	3,7	3,83
27	3,5	3,6	5,2	5,4	1,1	3,9	3,78
28	3,5	3,6	5,2	5,4	1,1	3,6	3,73
29	3,8	3,8	5,4	5,7	1,4	3,9	<u>4,00</u>
30	3,8	3,8	5,4	5,7	1,3	3,9	3,98
31	3,6	3,6	5,2	5,4	0,7	3,8	3,71
32	3,4	3,5	5,0	5,2	1,1	3,7	3,65
33	3,7	3,6	5,2	5,5	0,8	3,8	3,76
34	3,5	3,6	4,9	5,2	1,1	3,8	3,68
35	3,8	3,8	5,3	5,7	1,4	3,5	3,91
36	3,5	3,6	5,2	5,3	1,2	3,7	3,75

Als wij op deze waarnemingsuitkomsten de toets van Friedman toepassen dan blijkt ook hier een systematisch verschil aanwezig te zijn. Het is veel minder duidelijk dan bij de minima van de echte stralingsnachten. Als wij telkens de meetpunten met de hoogste en de laagste rangnummersommen buiten beschouwing laten dan vinden we de volgende waarden voor W , χ^2 en p .

aantal thermometers	W	χ^2	p
36	0,53	111,3	$\ll 0,0001$
34	0,49	97,0	$\ll 0,0001$
32	0,43	79,9	$< 0,0001$
30	0,37	64,4	$< 0,0005$
28	0,32	51,8	$< 0,005$
26	0,29	43,5	$< 0,002$
24	0,25	34,5	ca 0,05

Reeds bij 24 thermometers is het systematische verschil niet meer significant.

Hier volgt nog een tabel met enkele gegevens van de nachten.

datum	t_{36}	T_g (off)	$T_g - t_{36}$	hutmin. [*])	$t_{hut} - t_{36}$
8 april	3,55	3,8	0,25	4,0 (4,1)	0,45
11 april	3,61	3,8	0,19	3,9 (3,9)	0,29
13 april	5,15	5,3	0,15	5,3 (5,4)	0,15
14 april	5,43	5,4	0,03	5,2 (5,8)	0,23
17 april	1,12	2,0	0,88	2,9 (2,7)	1,78
27 april	3,76	4,1	0,34	4,6 (4,8)	0,84

In al deze zes nachten was het bewolkt, terwijl de windsnelheid volgens metingen op de toren te De Bilt varieerde van 5 tot 10 kts. De windsnelheid in Soesterberg varieerde van 2 tot 4 kts.

.	.	-	.	.	.	Verdeling van de warme (+) en koude (-) plekken.
.	.	+	-	.	.	
.	.	-	+	+	.	
.	-	
-	.	.	.	+	+	
.	-	.	.	+	.	

Verwisseling van de thermometers.

Om zekerheid te verkrijgen dat niet de eigenschappen van bepaalde thermometers de systematische verschillen hebben veroorzaakt, werden zoals reeds gezegd de thermometers tweemaal onderling verwisseld. Het tijdvak van de waarnemingen is dus te splitsen in 3 perioden (van

*) tussen haakjes het "synoptisch" hutminimum.

4 t/m 15 april, van 16 t/m 23 april en van 24 april t/m 16 juni)
 waarin de thermometers volgens onderstaande schema's waren uitgelegd.

I						II						III					
1	2	3	4	5	6	11	30	24	17	22	20	8	4	21	25	13	14
7	8	9	10	11	12	29	6	1	5	28	15	16	31	33	10	19	27
13	14	15	16	17	18	26	12	3	19	4	9	29	34	26	30	17	1
19	20	21	22	23	24	34	10	7	8	13	16	3	23	36	22	6	20
25	26	27	28	29	30	14	23	35	27	18	33	2	28	9	32	18	12
31	32	33	34	35	36	32	36	25	31	2	21	11	24	35	5	7	15

Als de thermometers geen duidelijke invloed hebben gehad op de waarnemingen dan moet de overeenstemming in rangnummers in de 3 perioden groot zijn. Op de gemiddelde temperaturen van elk meetpunt over elk van de 3 perioden (zie tabel 7) werd de toets van Friedman toegepast.

De gevonden uitkomsten waren:

$$W = 0,72$$

$$\chi^2 = 75,5$$

$$p = < 0,0001$$

Er mag dus worden geconcludeerd dat het verwisselen van de thermometers geen duidelijke invloed heeft gehad.

tabel 7

meet- punt	I	II	III	meet- punt	I	II	III
1	-4,22	-4,93	-0,73	19	-4,06	-4,80	-0,83
2	-4,17	-4,40	-0,99	20	-3,91	-4,73	-0,49
3	-3,88	-4,43	-0,34	21	-3,93	-4,61	-0,69
4	-3,90	-4,66	-0,21	22	-4,15	-5,08	-0,76
5	-3,85	-4,68	-0,63	23	-4,01	-4,96	-0,83
6	-4,12	-4,96	-0,54	24	-4,14	-4,76	-0,86
7	-4,02	-4,33	-0,20	25	-4,10	-4,71	-0,77
8	-3,87	-4,41	-0,20	26	-4,22	-5,26	-0,57
9	-3,65	-4,48	-0,41	27	-4,40	-5,16	-0,72
10	-4,05	-4,61	-0,87	28	-3,94	-5,35	-1,06
11	-3,74	-4,33	-0,60	29	-3,92	-4,38	-0,45
12	-4,18	-5,35	-0,99	30	-3,90	-4,93	-0,50
13	-4,20	-4,93	-0,49	31	-4,12	-4,93	-0,55
14	-3,84	-4,41	-0,46	32	-3,90	-4,83	-0,52
15	-4,37	-5,36	-0,57	33	-4,21	-5,45	-0,74
16	-3,75	-4,13	-0,03	34	-4,50	-5,30	-0,87
17	-3,81	-4,56	-0,28	35	-3,72	-4,45	-0,65
18	-4,08	-4,53	-0,84	36	-3,88	-4,38	-0,54

Reservethermometers en opstellingen buiten het vierkant.

Van 4 tot 16 april werden in 9 statieven reservethermometers

geplaatst waarmee gedurende 11 nachten waarnemingen werden verricht. De verschillen die in hetzelfde statief optraden, bedroegen:

tabel 8

meet- punt	4/4	5/4	6/4	7/4	9/4	10/4	11/4	12/4	13/4	14/4	16/4
	verschil met de andere thermometer										
2	-0,6	-0,5	-0,6	-0,5	-0,4	-0,6	-0,4	-0,7	-0,4	-0,5	-0,5
5	+0,4	+0,4	+0,1	0,0	+0,1	+0,2	+0,1	+0,2	+0,2	+0,1	+0,3
9	-0,4	-0,3	-0,3	-0,1	-0,2	-0,3	-0,1	-0,3	-0,2	-0,3	-0,2
16	-0,2	0,0	-0,1	-0,1	-0,1	-0,3	-0,1	-0,2	-0,1	-0,1	-0,2
20	+0,1	+0,5	+0,4	+0,5	+0,3	+0,1	+0,3	+0,4	+0,7	+0,2	+0,4
23	+0,7	+1,1	+1,4	+1,9	+1,3	+1,7	---	+0,2	-0,1	-0,1	-0,1
25	+0,2	+0,3	+0,3	+0,6	+0,3	+0,1	+0,3	+0,1	+0,3	+0,2	0,0
30	-0,7	-0,7	-0,8	-0,6	-0,7	-0,7	-0,6	-0,7	-0,4	-0,5	-0,7
33	-0,1	-0,2	-0,1	-0,2	-0,1	-0,1	0,0	-0,1	0,0	0,0	0,0

De reservethermometer van meetpunt 23 bleek defect doordat zich een luchtbel in het capillair bevond. Hij werd op 11 april vervangen.

De verschillen maken de indruk systematisch te zijn. Een verklaring hiervoor is nog niet te geven. De aandacht viel pas op het verschijnsel toen de proef was afgelopen.

Men kan denken aan verschillen in de traagheid van de thermometers, maar ook aan de plaats in het statief. De thermometers die bij het verschijnsel waren betrokken zijn gereserveerd voor een nader onderzoek in het komende voorjaar.

Na 16 april werden de reservethermometers (in statieven) verspreid over het terrein opgesteld. (Zie plattegrond) De meetpunten werden genummerd I t/m IX. In tabel 9 zijn de waarnemingsuitkomsten vermeld.

tabel 9 (in tienden van graden C.)

	19	20	21	<u>april</u>				2	3	<u>mei</u>		
				'22	23	26	30			6	7	9
I	-65	-86	-41	-38	-36	-14	+19	-10	+23	+32	+86	+49
II	-64	-84	-41	-35	-35	-39	-16	-40	00	+41	+41	+32
III	-49	-60	-19	-22	-27	-27	-06	-30	+07	+48	+65	+38
IV	-69	-83	-42	-36	-37	-37	-25	-35	-01	+40	+45	+32
V	-59	-75	-29	-29	-32	-35	-17	-41	+03	+42	+50	+32
VI	-65	-86	-36	-31	-35	-36	-14	-40	+06	+45	+48	+35
VII	-48	-70	-31	-22	-29	-26	-04	-32	+16	+54	+62	+46
VIII	-54	-78	-42	-28	-43	-38	-05	-40	+09	+46	+54	+37
IX	-39	-64	-20	-19	-20	-27	+05	-32	+16	+51	+70	+50
Off. T _g 1)	-53	-67	-20	-18	-26	-27	-11	-32	+10	+47	+59	+42
\bar{t}_{36} 2)	-63	-81	-27	-29	-30	-34	-12	-36	+06	+45	+52	+36

- 1) officiële grasminimumtemperatuur van De Bilt.
- 2) gemiddelde van 36 waarnemingen uit het vierkant.

tabel 9 (in tienden van graden C.) (vervolg)

	<u>mei</u>								<u>juni</u>		
	11	14	15	18	19	20	21	22	6	15	16
I	+35	+10	-08	-09	-12	-12	-13	+32	+08	+32	+13
II	+26	-11	-25	-46	-40	-45	-47	+23	-23	+11	-11
III	+32	-03	-17	-31	-26	-29	-33	+29	-14	+10	-12
IV	+23	-07	-21	-44	-43	-42	-45	+17	-22	+11	-10
V	+20	-14	-27	-32	-27	-13	-35	+23	-24	+02	-23
VI	+26	-10	-20	-46	-38	-39	-49	+28	-21	+05	-18
VII	+36	-03	-15	-32	-25	-28	-38	+36	-15	+10	-15
VIII	+30	-14	-25	-43	-41	-38	-44	+29	-17	+11	-19
IX	+38	+02	-07	-25	-29	-23	-31	+35	-07	+18	-04
Off. T _g 1)	+30	-09	-19	-33	-31	-32	-38	+31	-19	+07	-19
\bar{t}_{36} 2)	+29	-11	-24	-39	-37	-39	-42	+28	-20	+04	-20

- 1) officiële grasminimumtemperatuur van De Bilt.
 2) gemiddelde van 36 waarnemingen uit het vierkant.

tabel 10

Verschillen tussen de waargenomen minimumtemperaturen op de meetpunten I t/m IX + Off. T_g en de gemiddelde minimumtemperaturen van de 36 meetpunten van de proef.

	<u>april</u>							<u>mei</u>				
	19	20	21	22	23	26	30	2	3	6	7	9
I	-02	-05	-14	-09	-06	+20	+31	+26	+17	-13	+34	+13
II	-01	-03	-14	-06	-05	-05	-04	-04	-06	-04	-11	-04
III	+14	+21	+08	+07	+03	+07	+06	+06	+01	+03	+13	+02
IV	-06	-02	-15	-07	-07	-03	-13	+01	-07	-05	-07	-04
V	+04	+06	-02	00	-02	-01	-15	-05	-03	-03	-02	-04
VI	-02	-05	-09	-02	-05	-02	-12	-04	00	00	-04	-01
VII	+15	+11	-04	+07	+01	+08	+08	+04	+09	+09	+10	+10
VIII	+09	+03	-15	+01	-04	-04	+07	-04	+01	+01	+02	+01
IX	+24	+17	+07	+10	+10	+07	+17	+04	+06	+06	+18	+14
Off. T _g	+10	+14	+07	+11	+04	+07	+01	+04	+02	+02	+07	+06

	<u>mei</u>								<u>juni</u>		
	11	14	15	18	19	20	21	22	6	15	16
I	+06	+21	+16	+30	+25	+27	+29	+04	+28	+28	+33
II	-03	00	-01	-07	-03	-06	-05	-05	-03	+07	+09
III	+03	+08	+07	+08	+11	+10	+09	+01	+06	+06	+08
IV	-06	+04	+03	-05	-06	-03	-03	-11	-02	+07	+10
V	-09	-03	-03	+07	+10	+26	+07	-05	-04	-02	-03
VI	-03	+01	+04	-07	-01	00	-07	00	-01	+01	+02
VII	+07	+08	+09	+07	+12	+11	+04	+08	+05	+06	+05
VIII	+01	-03	-01	-04	-04	+01	-02	+01	+03	+07	+01
IX	+09	+13	+17	+14	+08	+16	+11	+07	+13	+14	+16
Off.T _g	+01	+02	+05	+06	+06	+07	+04	+03	+01	+03	+01

Past men op deze verschillen de tekentoets toe dan zijn de uitkomsten:

I	17 plus	6 min	niet meegeteld i.v.m. verplaatsing
II	2 "	20 "	significant
III	23 "		"
IV	5 "	18 "	"
V	6 "	16 "	grens van significantie
VI	4 "	15 "	significant
VII	22 "	1 "	"
VIII	14 "	9 "	niet significant
IX	23 "		significant
Off.T _g	23 "		"

De verschillen waren dus statistisch betrouwbaar bij de meetpunten II, III, IV, VI, VII, IX en Off.T_g.

Enkele conclusies.

Als wij beginnen met tabel 1 en rekening houden met hetgeen werd gevonden, namelijk dat de thermometers niet verantwoordelijk zijn voor het systematische verschil, dan kunnen wij de warme en koude plekken als volgt ongeveer bepalen.

Wij geven de meetpunten die de hoogste rangnummersommen hebben, aan met een + en die met de laagste met een -, zolang tot wij 14 thermometers overhouden (Zie blz. 7).

x	o	-	o	o	o
-	-	-	o	-	+
+	-	+	-	-	o
o	o	o	+	+	o
o	+	+	+	-	o
o	o	+	+	-	-

We zien een concentratie van + (warm) en van - (koud). Bij nauwkeurige beschouwing van het veldje blijkt de warme plek iets lager te liggen dan de omgeving en de koude plek iets hoger. Dit is weliswaar tegen de verwachting, doch het hoogteverschil is zeer gering en de helling van het terrein dientengevolge vlak.

Waarschijnlijk moet de verklaring worden gezocht in het verschil in warmtegeleidingsvermogen van de grond. Op de warme -lage- plek is de grond wat humusrijker en daardoor wat meer vochthoudend. De hoge -koude- plek is duidelijk zandiger.

De per nacht opgetreden grootste verschillen tussen de meetpunten vinden we in tabel 2. Gemiddeld over 31 nachten bedroegen zij $1,4^{\circ}$. Een indruk van wat dit bedrag betekent kan worden verkregen door het rapport R III 123 te raadplegen. Volgens dit verslag is het gemiddelde verschil tussen de minimumtemperaturen op 10 cm hoogte over april of mei van bijvoorbeeld de plaatsen Den Helder en Didam of Uithuizen en Volkel in beide gevallen eveneens ongeveer $1,4^{\circ}$. Het verschil tussen de gemiddelden van bijvoorbeeld Leeuwarden en Soesterberg is zelfs kleiner dan $1,4^{\circ}$.

De laagste temperatuur die werd gemeten (tabel 1) bedroeg $-9,6$ op 7 april; de hoogste temperatuur in dezelfde nacht bedroeg $-8,2$. Een verschil van $1,4^{\circ}$.

In R III 123 vinden we in tabel III een dergelijk verschil in absolute grasminima van april tussen de plaatsen Joure en De Bilt of Den Helder en Lisse. Het verschil tussen de ver uiteengelegen plaatsen als Varsseveld en Venlo was zelfs kleiner.

Een meer juiste indruk van de betekenis van de gevonden verschillen verkrijgen wij als wij in verslag R III 123 figuur 6 bezien.

Hier zijn op een kaart van Nederland de grasminima van een groot aantal stations ingevuld van de nacht van 10 op 11 mei 1953. Het heeft toen, onder voor nachtvorst bijzonder gunstige omstandigheden, in het gehele land gevoren.

In een dergelijke nacht mag men grote verschillen verwachten en die zijn dan ook opgetreden. Zo had Oudelande (Z1) een grasminimum van $+3,4^{\circ}$ en Deelen van $-6,8^{\circ}$. Bezien wij echter de verschillen in die nacht welke tussen de overige stations werden gevonden en vergelijken wij die met de bij de proef in een willekeurige stralingsnacht opgetreden verschillen dan is de indruk dat de orde van grootte niet veel uiteenloopt.

Deze indruk was aanleiding tot het toetsen van het verschil tussen de verschillen. De werkwijze was als volgt.

Van de 46 waarnemingen ($36+IX+T_g$) in de nacht van 19 op 20 april 1956 werden met behulp van toevalsgetallen 23 paren gevormd. Het verschil tussen de waarnemingen van hetzelfde paar gaf een reeks van 23 onafhankelijke verschillen.

Met 78 stations, voorkomende op het kaartje (figuur 6. R III 123, enkele kuststations werden niet meegeteld) werd hetzelfde gedaan. Dit gaf 39 onafhankelijk verschillen.

Bij de toepassing van de toets van Wilcoxon bleek de waarde van $\tilde{u} = 4$ te zijn. Het verschil tussen de verschillen is dus significant. Anders gezegd, het verschil tussen de verschillen die bij de proef te De Bilt in een stralingsnacht optraden en de verschillen die in een dergelijke nacht tussen de over het gehele land verspreide stations voorkwamen is statistisch betrouwbaar. Dit is volgens de verwachting.

Neemt men echter in plaats van het gehele land, een kleiner gedeelte dan wordt de zaak anders. Volgens het meergenoemde kaartje liggen er in het gebied: Midden en Noord Limburg, Noordbrabant, De Betuwe, Utrecht en Zuidholland, 40 stations. Toetst men de verschillen tussen deze stations en die welke bij de proef werden waargenomen, op de boven aangegeven wijze dan blijkt de waarde van $\tilde{u} = 1,68$ te zijn, terwijl bij een betrouwbaarheidsgrens van 5% een waarde van 1,645 de grens van significantie vormt.

De verschillen die in een stralingsnacht tussen de 46 meetpunten te De Bilt werden gevonden verschillen dus nauwelijks van die welke in een stralingsnacht tussen 40 stations die in een gebied dat een derde van Nederland omvat, optreden.

Dit is des te meer verwonderlijk als wij bedenken dat de 46 metingen te De Bilt alle boven kort gras en op ongeveer dezelfde grondsoort werden verricht, terwijl de 40 metingen in het land zowel boven gras als boven allerlei gewassen en op onbegroeide grond plaatsvonden. Er waren zelfs stations in een boomgaard geplaatst.

De opstellingen in De Bilt voldeden alle aan redelijke eisen en waren zeker niet minder goed dan die welke bij het landelijk onderzoek (project 19) werden toegelaten. Wat de aflezingen betreft, deze werden bij het landelijk onderzoek in hoofdzaak door vrijwillige waarnemers uitgevoerd. Bij de proef daarentegen door geoefende waarnemers van het K.N.M.I.

Het antwoord op de in de inleiding gestelde vraag: ... in hoeverre de waarnemingen op een bepaald station representatief zijn voor de omgeving ... kan dus als volgt worden geformuleerd.

De grasminimumtemperatuur in een stralingsnacht op een bepaald station is niet representatief voor de omgeving. In de onmiddellijke nabijheid van de waarnemingsplaats kunnen reeds verschillen optreden die van dezelfde grootteorde zijn als die welke in een dergelijke nacht tussen verschillende stations worden gemeten. Hieruit volgt o.a. dat, als men bij een landelijk onderzoek met behulp van enkele tientallen stations vindt, dat de ene plaats gemiddeld lagere of hogere grasminima heeft dan de andere, het naar alle waarschijnlijkheid mogelijk zal blijken door verplaatsing van de statieven op hetzelfde terrein en binnen de voor de opstelling geldende voorschriften, het omgekeerde verschil aan te tonen.

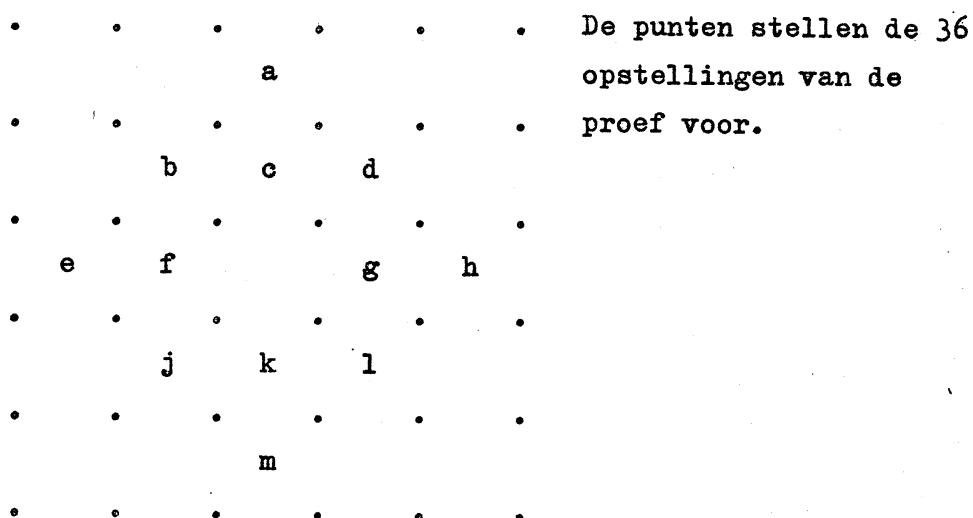
Het temperatuursverloop in een stralingsnacht.

Het was nuttig, ook het juiste verloop van de temperatuur op 10 cm hoogte in het proefvierkant, in een stralingsnacht na te gaan. Van het gebruik van het daarvoor aangewezen instrument, de Brown thermograaf werd echter om de volgende reden afgezien. De thermograaf registreert wel de temperatuur, doch niet de verschijnselen die daarop van invloed zijn, zoals bewolking, grondmist en rijpvorming op het gras. Bij de synoptische waarnemingen worden deze verschijnselen evenmin met voldoende nauwkeurigheid - wat de tijd en de plaats betreft - genoteerd. Een andere oplossing is, de thermometers zo dikwijls als mogelijk af te lezen en daarbij de bovengenoemde verschijnselen te noteren, doch hierbij moet men het veld betreden en wordt dus het profiel gestoord. Er werd daarom als volgt te werk gegaan.

In 12 afzonderlijke statieven - opgesteld volgens bijgaand schema - werden N.T.C. weerstanden geplaatst en deze werden aangesloten op een meetkoffer zodanig dat de temperatuur van elk element kon worden gemeten zonder het veld te betreden. Het meten van 12 temperaturen nam 3 à 5 minuten in beslag zodat van ongeveer gelijktijdige metingen kan worden gesproken.

De metingen werden uitgevoerd in de nacht van 18 op 19 mei 1956. De uitkomsten waren:

Schema van van de opstelling:



meet- punt	tijdstip												
	<u>3.40</u>	<u>4.00</u>	<u>4.15</u>	<u>4.30</u>	<u>4.40</u>	<u>4.50</u>	<u>5.00</u>	<u>5.10</u>	<u>5.20</u>	<u>5.30</u>	<u>5.40</u>	<u>5.55</u>	<u>6.20</u>
a	0,15	1,90	1,70	3,10	3,60	3,40	3,70	3,60	3,40	1,10	+0,30	+2,40	+4,70
b	+0,60	0,80	1,50	2,50	2,70	2,70	3,20	1,90	2,10	1,40	+0,50	+2,30	+6,30
c	0,00	1,90	1,45	2,85	3,20	3,05	3,45	3,35	2,00	0,70	+0,75	+2,60	+4,40
d	0,25	1,50	1,80	2,95	3,20	3,30	3,50	3,45	2,15	1,10	+0,35	+2,10	+4,10
e	0,25	2,30	2,00	3,00	3,60	3,60	3,85	3,80	2,40	1,00	+0,55	+2,50	+4,40
f	0,40	0,90	2,45	2,70	3,20	3,15	3,40	3,30	2,15	0,90	+0,80	+2,80	+4,30
g	0,40	0,60	2,30	3,40	3,75	3,60	3,75	3,60	2,35	0,90	+0,50	+2,60	+3,80
h	0,50	0,80	2,55	3,25	4,00	3,75	3,80	3,75	2,20	0,80	+0,85	+2,85	+4,00
j	0,05	1,10	2,20	3,10	3,50	3,45	3,60	3,55	1,95	0,70	+1,10	+2,80	+4,25
k	0,75	1,45	2,70	3,90	4,15	4,15	4,10	4,05	2,30	0,95	+0,75	+2,80	+4,30
l	0,60	1,10	2,35	3,10	3,20	3,20	3,20	3,10	1,50	0,50	+1,05	+3,15	+4,50
m	+0,05	1,80	2,90	3,75	4,00	4,20	4,00	3,60	2,25	0,70	+0,90	+2,60	+4,25

Temperaturen zonder teken zijn negatief.

De minima stemden goed overeen met die welke in dezelfde nacht door middel van de 36 thermometers werden gevonden. Het gemiddelde minimum bedroeg $-3,67^{\circ}$ (hoogste $-3,20$; laagste $-4,20$) tegen $-3,68^{\circ}$ (hoogste $-2,90$; laagste $-4,20$) bij de 36 thermometers.

Op de 7 waarnemingen tot en met 5.00 uur werd de toets van Friedman toegepast. De gevonden waarden voor W , χ^2 en p bedroegen $W = 0,51$ $\chi^2 = 39,27$ en $p = < 0,0001$. Er was dus ook in deze waarnemingen een systematisch verschil tussen de meetpunten.

Dezelfde toets werd toegepast op de waarnemingen na 5 uur (6 stuks) en de gevonden waarden voor W , χ^2 en p bedroegen: $W = 0,42$ $\chi^2 = 27,72$ en $p = \pm 0,003$. Hierbij was dus ook een systematisch verschil aanwezig.

De splitsing van het materiaal in twee groepen was nodig, omdat na 5 uur de instraling ging overwegen, terwijl vóór 5 uur de warmtebalans van het aardoppervlak negatief was.

Een beschrijving van de waargenomen verschijnselen volgt hier.

- 3.40 Helder. Kort tevoren was een dun altocumulusveld overgedreven.
 - 4.00 Helder. Gras berijpt.
 - 4.15 Helder. Zeer lichte grondmist.
 - 4.30 Helder. Lichte grondmist.
 - 4.40 Helder. Lichte grondmist. De grondmist is in totaal ongeveer 3 meter hoog en bestaat uit 2 lagen gescheiden door een heldere laag.
 - 4.50 Helder. Bovenlaag van de grondmist breidt zich uit.
 - 5.00 Helder. Dikte van de grondmist neemt af. Aan de bosrand nog circa 2.50 m dik.
 - 5.10 De laag grondmist wordt dunner. Helder.
 - 5.20 Als 5.10. Helder.
 - 5.30 Grondmist wordt ijler. Helder. Op aan de zon blootgestelde bladeren begint rijp af te smelten.
 - 5.40 Helder. Grondmist boven het terrein verdwenen; alleen nog langs de bosrand.
 - 5.55 Helder. De rijp is ook in de zon nog aanwezig. Op onbebouwde grond is de rijp verdwenen. Het gras onder de statieven is ontdooid, zowel aan de zon- als aan de schaduwkant.
 - 6.10 IJs op de statieven begint te smelten.
- Het tijdstip van zonsopkomst was 4.43 uur.

Nagegaan werd in hoeverre de met de weerstanden gemeten minima overeenkomen met de uit de vier minima van de omringende thermometers van elk meetpunt berekende waarden.

meetpunt	berekend gemiddeld minimum	gemeten min.	verschil
a	(3, 4, 9,10) -3,45	-3,70	-0,25
b	(8, 9,14,15) -3,60	-3,20	+0,40
c	(9,10,15,16) -3,50	-3,45	+0,05
d	(10,11,16,17) -3,40	-3,50	-0,10
e	(13,14,19,20) -3,60	-3,85	-0,25
f	(14,15,20,21) -3,60	-3,40	+0,20
g	(16,17,22,23) -3,43	-3,75	-0,32
h	(17,18,23,24) -3,70	-4,00	-0,30
j	(20,21,26,27) -3,70	-3,60	+0,10
k	(21,22,27,28) -3,95	-4,15	-0,20
l	(22,23,28,29) -3,85	-3,20	+0,65
m	(27,28,33,34) -4,05	-4,20	-0,15

Vergelijking met de hutminima.

Het grootste verschil tussen het hutminimum en de waargenomen minima op 10 cm werd voor elke nacht bepaald en de gevonden verschillen werden opgenomen in de volgende tabel. Alle verschillen waren negatief.

Tabel van de verschillen met de hutminima.

Hutminimum - \bar{t}_{36} Grootste verschillen	Hutminimum - T_g	Hutminimum - \bar{t}_{36}	
4 april	2,4	1,6	2,0
5	5,5	3,0	4,75
6	3,6	2,9	3,12
7	6,4	4,5	5,57
10	6,4	4,0	5,47
12	5,1	2,2	3,57
16	3,9	2,7	3,15
18	6,5	4,3	5,50
19	7,5	5,6	6,55
20	8,6	5,9	7,95
21	5,7	4,2	4,91
22	4,3	2,6	3,67
23	4,5	3,7	4,10
24	5,3	3,7	3,44
30	4,9	4,1	4,23
2 mei	4,6	3,8	4,15
3	2,2	1,4	1,76
6	3,6	3,1	3,27
7	5,5	4,3	5,00
9	4,2	2,5	3,15
11	4,6	3,9	4,04
14	6,4	5,7	5,89
15	4,0	3,1	3,56
18	5,8	4,4	4,95
19	5,8	4,7	5,28
20	5,2	4,1	4,75
21	4,8	3,9	4,32
22	3,5	2,8	3,10
6 juni	7,8	6,7	6,79
15	4,0	3,1	3,45
16	4,4	3,7	3,78

Wij gaan ervan uit dat het gemiddelde van de 36 in een bepaalde nacht gemeten minima (\bar{t}_{36}) betrouwbaarder is dan het met één thermometer gemeten officiële grasminimum T_g . Daar T_g steeds hoger is dan \bar{t}_{36} mag worden geconcludeerd dat het grasminimum van De Bilt steeds te hoog wordt opgegeven.

Verschillen $\geq 6^{\circ}$ tussen hutminimum en het laagste grasminimum uit het veld van 36 thermometers kwamen voor op:

7 april	6,4 ^o	4,5 ^o
10 april	6,4	4,0
18 april	6,5	4,3
19 april	7,5	5,6
20 april	8,6	5,9
14 mei	6,4	5,7
6 juni	7,8	6,7

De rechterkolom bevat de officiële verschillen in dezelfde nachten. Slechts éénmaal is dit $\geq 6^{\circ}$.

Het zeer grote verschil op 20 april ($8,6^{\circ}$) wordt bevestigd door het verschil van bijna 8° tussen hutminimum en \bar{t}_{36} . Het hutminimum van die nacht werd gecontroleerd op mogelijke fouten. Het is echter waarschijnlijk juist, want het "klimatologisch" hutminimum bedroeg $-0,8^{\circ}$ en het "synoptisch" minimum $-1,1^{\circ}$. De beide minima worden op verschillende wijzen en in verschillende hutten bepaald. Een verschil van $0,3^{\circ}$ is daarbij niet abnormaal te noemen.

Het voorkomen van het verschil van 8° is belangrijk, omdat bij de nachtvorstverwachting wordt aangenomen dat in de meest extreme gevallen - bijvoorbeeld op lichte droge veengrond - een verschil van ten hoogste 6° mogelijk is. Het bedrag ligt waarschijnlijk hoger en zelfs hoger dan 8° omdat toch moet worden verondersteld dat boven droge veengrond in het voorjaar grotere verschillen in minimumtemperatuur op 220 cm en 10 cm optreden, dan boven grasland.

Enkele aanbevelingen.

1. De verschillen tussen twee thermometeraanwijzingen in hetzelfde statief (tabel 7) waren in veel gevallen van de orde van een halve graad. Voorgesteld wordt, deze metingen te herhalen en door verwisseling van de thermometers na te gaan of deze verschillen door eigenschappen van de thermometers dan wel door het statief worden veroorzaakt.
2. Van de meest nachtvorstgevoelige gronden in ons land is niet voldoende bekend tot welke verschillen tussen t_{n220} en t_{n10} zij aanleiding kunnen geven. Voorgesteld wordt, in het komende voorjaar enkele oriënterende metingen uit te voeren in het zuidoosten van Drenthe. Deze metingen dienen te worden verricht door personeel van het K.N.M.I. omdat bij een dergelijk onderzoek het instrumentarium voortdurend moet worden gecontroleerd, terwijl eventueel optredende onwaarschijnlijkheden onmiddellijk op hun oorzaken dienen te worden onderzocht.

PROEFTERRAIN TJS DE BILF.

Opstelling grasminnumthermometers zie R III-189-1956

