

Overgenomen uit het Verslag van de werkgroep voor landbouwkundig onderzoek inzake het wichelroede probleem (1955)

HOOFDSTUK XI

APPENDIX

VERDERE WISKUNDIGE ANALYSE VAN DE UITKOMSTEN VAN ENKELE PROEVEN EN WAARNEMINGEN ¹⁾

§ 1. DE ASSOCIATIECOËFFICIËNT V

Een deel van de in dit rapport beschreven onderzoeken leidt tot waarnemingsresultaten van het volgende type: „van de 749 onderzochte „standen waren er 342 onbestraald, waarvan 50 met bezwaren, en 407 „(volgens minstens één wichelroede-onderzoek) bestraald, waarvan 45 met „bezwaren” (zie blz. 30). Een dergelijk stel resultaten kan men in een z.g. 2×2 -tabel rangschikken:

	bestraald	onbestraald	totaal
met bezwaren	45	50	95
zonder bezwaren	362	292	654
totaal	407	342	749

In andere gevallen gaat het niet om „bestraald” en „onbestraald” resp. „met” en „zonder bezwaren”, maar b.v. om „door A wel” en „door A niet als bestraald aangewezen” en „door B wel” en „door B niet als bestraald aangewezen”. De algemene vorm van een dergelijke tabel kunnen wij als volgt aangeven:

	E_1	niet E_1	totaal
E_2	a	b	m
niet E_2	c	d	n
totaal	r	s	N

waarin E_1 en E_2 dus twee eigenschappen voorstellen.

Het gaat er dan steeds om, na te gaan, of er verband bestaat tussen de eigenschappen E_1 en E_2 . Is dit het geval in die zin, dat het optreden van E_1 dat van E_2 bevordert (of omgekeerd), dan zal in het algemeen a/m groter zijn dan c/n (of juist kleiner). Het verband tussen E_1 en E_2 kan nu in een coëfficiënt V uitgedrukt worden en wel op de volgende wijze:

$$V = \frac{ad - bc}{\sqrt{mnr s}}$$

¹⁾ Onderstaande wiskundige analyses zijn verricht onder leiding van Prof. Dr. D. VAN DANTZIG en Prof. Dr. J. HEMELRIJK door de Statistische Afdeling van het Mathematisch Centrum te Amsterdam.

Deze coëfficiënt neemt de waarde 1 aan, als er een volkomen overeenstemming tussen E_1 en E_2 bestaat, d.w.z. als zij steeds tegelijk optreden. Waarden dicht bij 1 wijzen op een sterke, zij het niet volkomen, overeenstemming. Is er in het geheel geen verband tussen E_1 en E_2 , dan neemt V waarden in de buurt van 0 aan. Negatieve waarden, die niet dicht bij 0 liggen, wijzen erop, dat E_1 en E_2 elkaar als het ware vermijden, d.w.z. dat zij systematisch minder vaak tezamen optreden dan het geval zou zijn, als zij geen verband vertoonden. Bij het huidige onderzoek is de statistische analyse steeds zo uitgevoerd, dat *positieve waarden dicht bij 1* een aanwijzing vormen voor een verband, dat in overeenstemming is met de onderzochte beweringen van de aanhangers van aardstralentheorieën, terwijl waarden in de buurt van 0 en in het bijzonder negatieve waarden, aanwijzingen in de tegengestelde richting zijn. Bij waarden in de buurt van 1 zal men ook nog rekening moeten houden met het feit, dat er nog andere verklaringsmogelijkheden dan aardstralen kunnen zijn.

Voor het bovengenoemde voorbeeld van blz. 30 vinden wij voor V :

$$V = \frac{45.292 - 50.362}{\sqrt{95.654.407.342}} = -0,053$$

hetgeen dus in het geheel geen aanwijzing is voor de bewering, dat aardstralen het optreden van bezwaren zouden bevorderen, daar het teken zelfs negatief is. Deze coëfficiënt V is in de volgende paragrafen bij de uitkomsten vermeld.

De betekenis van deze, slechts zeer weinig van nul verschillende coëfficiënt is, als wij eenvoudigheidshalve even van het verschil tussen de aantallen als „bestraald” en „onbestraald” aangegeven standen (407 resp. 342) afzien ¹⁾, de volgende: Als de boeren, in plaats van door wichelroedelopers te laten nagaan, welke standen „gevaarlijk” zijn, in iedere stand een munststuk op zouden gooien, en telkens als „kruis” boven komt, zouden voorspellen, dat de beesten bezwaard zullen zijn, zouden hun „voorspellingen”, statistisch gezien, d.w.z. alle tezamen genomen, zeker niet minder goed zijn dan de door de wichelroedelopers bereikte.

Conclusie:

Wij kunnen dus in dit geval concluderen, dat de gezamenlijke aanwijzingen der wichelroede-onderzoeken volslagen nutteloos waren, indien men op grond daarvan bezwaren bij het vee zou willen voorspellen.

Opmerking:

Bij de in deze en in de volgende paragrafen beschreven analyse is alleen onderscheid gemaakt tussen „bestraald” en „onbestraald” bevonden. De sterkte der bestraling is buiten beschouwing gelaten, om het onderzoek niet onnodig te compliceren.

¹⁾ Om wèl met het verschil tussen de aantallen 407 en 342 rekening te houden, zou men een iets minder eenvoudige lotingsprocedure kunnen gebruiken.

§ 2. PAARSGEWIJZE VERGELIJKING VAN DE RESULTATEN DER VERSCHILLENDE WICHELROEDE-ONDERZOEKEN (aanvulling bij de punten c en d van hoofdstuk III van het rapport, blz. 35 e.v.)

Ter aanvulling van de in het rapport vermelde onderzoeken naar overeenstemming van de resultaten der 4 verrichte wichelroede-onderzoeken, worden in deze paragraaf de onderzoeken paarsgewijze vergeleken. Dit is wenselijk, omdat er onder de wichelroedeloopers A, B en C wellicht één zou kunnen zijn die minder bekwaam is dan de beide anderen, waardoor de slechte overeenstemming tussen de resultaten van alle drie tezamen geheel of ten dele verklaard zou kunnen worden.

Bij dit onderzoek wordt gebruik gemaakt van de coëfficiënt V, die in § 1 van deze appendix beschreven is. Deze wordt voor twee verschillende wijzen van onderzoek berekend, nl. enerzijds met de standen van de stallen als eenheid van onderzoek en anderzijds met de stallen zelf als onderzoekseenheden. In het eerste geval wordt, b.v. bij de vergelijking van A en B, van iedere stand nagegaan, of deze door A wel of niet bestraald is bevonden en hetzelfde wordt voor B nagegaan. In het tweede geval worden de door A en B onderzochte stallen verdeeld in stallen, die door A zwaar resp. licht bestraald zijn bevonden en analoog voor B. Daartoe worden de onderzochte stallen voor A en B apart verdeeld in twee groepen van gelijke of vrijwel gelijke omvang, zodanig, dat iedere stal van de ene groep door A (resp. door B) zwaarder bestraald is bevonden dan iedere stal van de andere groep. Deze tweede methode van onderzoek is toegepast om een eventueel effect, dat niet nauwkeurig genoeg is, om binnen een stal precies gelocaliseerd te worden, maar waarvan de aanwezigheid op zichzelf wel bepaald kan worden, toch ook in het onderzoek te betrekken.

De resultaten van deze onderzoeken zijn vermeld in onderstaande tabel. (Zie volgende pag.) Zij hebben voor ieder der beschouwde paren uitsluitend betrekking op de standen resp. stallen, die bij beide beschouwde wichelroede-onderzoeken onderzocht zijn.

Uit deze resultaten ziet men direct, dat er geen enkele aanwijzing is voor overeenstemming tussen de resultaten van A met die van één der andere onderzoeken, daar V voor alle paren, waarin A voorkomt, negatief is of dicht bij 0 ligt.

De grootste waarde van V (nl. 0,33) wordt bereikt bij de vergelijking van B en C₂ met de stallen als onderzoekseenheden. Bij de kleine aantallen, die bij dit onderzoek met gehele stallen optreden, wordt een zo grote of grotere waarde echter vaak gevonden door toevallige overeenstemming, zoals reeds blijkt uit het optreden van de waarde -0,33 bij de vergelijking van A en C₁. Bij berekening blijkt de kans op het vinden van $V = 0,33$ of meer, bij de gebruikte aantallen, ongeveer 1 op 4 te zijn, zodat ook deze waarde geen overtuigingskracht heeft. Bij de standen als eenheden vinden wij bovendien een veel kleinere waarde voor V bij vergelijking van B en C₂.

*Aantallen standen (resp. stallen), die wel resp. niet bestraald zijn bevonden bij tweetalen
wichelroede-onderzoeken en de bijbehorende coëfficiënten V*

STANDEN

		B		C ₁		C ₂	
		bestr.	niet bestr.	bestr.	niet bestr.	bestr.	niet bestr.
A	bestr.	52	141	33	83	45	155
	niet bestr.	112	444	139	211	144	447
V		0,07		-0,10		-0,02	

		C ₁		C ₂				C ₂		
		bestr.	niet bestr.	bestr.	niet bestr.			bestr.	niet bestr.	
B	bestr.	36	63	43	133	C ₁		bestr.	55	124
	niet bestr.	136	235	154	470			niet bestr.	68	241
V		−0,002		−0,002		V		0,10		

STALLEN

		B		C ₁		C ₂	
		sterk bestr.	licht bestr.	sterk bestr.	licht bestr.	sterk bestr.	licht bestr.
A	sterk bestr.	4	4	3	6	4	5
	licht bestr.	4	5	6	3	5	5
V		0,06		-0,33		-0,11	

		C ₁		C ₂				C ₂		
		sterk bestr.	licht bestr.	sterk bestr.	licht bestr.			sterk bestr.	licht bestr.	
B	sterk bestr.	4	5	6	3	C ₁		sterk bestr.	6	3
	licht bestr.	5	4	3	6			licht bestr.	4	6
V		-0,11		0,33		V		0,27		

Conclusie:

Indien bij twee wichelroede-onderzoeken eenzelfde objectief bestaand verschijnsel („aardstralen”) op reproduceerbare wijze, zij het met enige onzekerheid, waargenomen zou worden, dan zou men een associatie-coëfficiënt dicht bij 1 moeten vinden. Uit het bovenstaande onderzoek blijkt derhalve, dat bij geen der tweetallen onderzoeken een objectief bestaand verschijnsel op reproduceerbare wijze werd waargenomen.

§ 3. ONDERZOEK NAAR EEN VERBAND TUSSEN BESTRALING EN BEZWAREN BIJ GROEPEN VEE IN 4 STALLEN (aanvulling bij hoofdstuk III, punt a van het rapport, blz. 23 e.v.).

In verband met de in § 2 van de appendix gemaakte opmerkingen is het wenselijk voor ieder der wichelroede-onderzoeken apart na te gaan, of er een verband te constateren is tussen bestraling en bezwaren bij het vee. Immers het onderzoek van § 2 toont wèl aan, dat geen twee der wichelroede-onderzoeken overeenstemmen, maar sluit de mogelijkheid nog niet uit, dat bij één der vier „goed” en bij de drie andere „slecht” zou zijn aangewezen. Dit is gedaan volgens de in § 1 van de appendix beschreven methode met de standen van alle 4 stallen tezamen als onderzoek-eenheden. De resultaten zijn in onderstaande tabel samengevat.

Aantallen standen van 4 stallen, die bestraald resp. niet bestraald zijn bevonden en waarop zich wel resp. geen bezwaren voordeden

	met bezwaren	zonder bezwaren	V
A bestraald	2	5	-0,12
A niet bestraald . .	8	11	
B bestraald	2	7	-0,24
B niet bestraald . .	8	9	
C ₁ bestraald	4	3	0,11
C ₁ niet bestraald . .	6	7	
C ₂ bestraald	4	3	0,23
C ₂ niet bestraald . .	6	13	

Conclusie:

Deze resultaten geven geen aanwijzingen voor een verband tussen bestraling en bezwaren bij het vee. De gevonden waarden wijken naar beide zijden evenveel van 0 af en er zijn er geen onder, die groot genoeg zijn, om als argument voor een systematisch verband in positieve of

negatieve zin, tussen bestraling en bezwaren bij het vee te gelden. Waarden zoals $-0,24$ en $+0,23$ of nog meer van 0 afwijkend komen, als er geen verband is, gemiddeld in ongeveer de helft van de gevallen voor. Dat hier twee dergelijke waarden optreden is daarmee precies in overeenstemming.

§ 4. ONDERZOEK NAAR EEN VERBAND TUSSEN BESTRALING EN BEZWAREN BIJ VEE IN 19 FRIESE STALLEN (aanvulling bij hoofdstuk III, punt b van het rapport, blz. 30 e.v.).

Evenals bij § 3 wordt in deze paragraaf gezocht naar een verband tussen de bestraling, die bij ieder der wichelroede-onderzoeken apart gevonden is, en de bezwaren, die bij het vee geconstateerd zijn. Daar het aantal stallen hier groter is (nl. 19) dan in § 3, konden hier naast de standen van alle stallen tezamen ook de stallen als onderzoekseenheden gebruikt worden (vgl. § 2 van de appendix). De gegevens zijn ontleend aan bijlage II van het rapport.

De resultaten zijn in onderstaande twee tabellen samengevat.

Aantallen standen, die bestraald resp. niet bestraald zijn bevonden en waarop zich wel resp. geen bezwaren hebben voorgedaan

	met bezwaren	zonder bezwaren	V
A bestraald	22	178	$-0,03$
A niet bestraald . . .	79	512	
B bestraald	19	157	$-0,02$
B niet bestraald . . .	78	546	
C ₁ bestraald	32	147	$+0,02$
C ₁ niet bestraald . . .	51	258	
C ₂ bestraald	20	186	$-0,04$
C ₂ niet bestraald . . .	83	553	

Deze tabellen geven o.a. het volgende te zien. In de eerste plaats ver-
toont C₂, waarvoor in de vorige paragraaf de hoogste waarde van V ge-
vonden werd, nu in beide tabellen een waarde, die practisch gelijk aan 0 is.
Indien de aanwijzingen van C₂ inderdaad in verband zouden staan met
de bezwaren van het vee, zouden wij ook hier een niet te kleine positieve
waarde voor V hebben moeten vinden, hetgeen echter niet het geval is.
Wij moeten dus de conclusie trekken, dat ook de aanwijzingen van C₂
nutteloos zijn als „voorspellingen” voor het optreden van bezwaren bij
het vee en de 4 treffers, die C₂ in de vorige paragraaf scoorde, toevals-
treffers waren.

Aantallen der weinig resp. sterk bestraald bevonden stallen, waarop zich weinig resp. veel bezwaren hebben voorgedaan

	veel bezwaren	weinig bezwaren	V	
A	sterk bestraald . .	5	4	0,1
	weinig bestraald . .	4	5	
B	sterk bestraald . .	5	4	0,1
	weinig bestraald . .	4	5	
C ₁	sterk bestraald . .	4	5	—0,06
	weinig bestraald . .	5	5	
C ₂	sterk bestraald . .	4	5	—0,06
	weinig bestraald . .	5	5	

Verder valt het op, dat in de tweede tabel van deze paragraaf de getallen niet dichter bij elkaar zouden kunnen liggen dan zij in feite doen. Met andere woorden, een uitslag, die nog meer dan de verkregene wijst op het *ontbreken* van verband tussen de bestralingsaanwijzingen en de bezwaren in de stallen is niet mogelijk.

Conclusie :

De aanwijzingen van ieder der wichelroede-onderzoeken apart houden in geen der onderzochte gevallen verband met de bezwaren van het vee, dat op de onderzochte plaatsen gestald werd.

§ 5. SAMENVATTING

In § 1 bleek, dat de gezamenlijke aanwijzingen der 4 wichelroede-onderzoeken geen verband met de bezwaren van het vee vertoonden.

In § 2 bleek, dat er generlei overeenstemming tussen de wichelroede-onderzoeken bestond.

In § 3 en 4 bleek, dat geen der onderzoeken apart aanwijzingen gaf, die in verband staan met de bezwaren van het vee.

De vier paragrafen tezamen laten dus niet de mogelijkheid toe, dat hetzij de wichelroedeloopers tezamen, hetzij één van hen, welke dan ook, in staat zou zijn op grond van het uitslaan van zijn instrument met een redelijke mate van betrouwbaarheid te voorspellen welke standen als gevaarlijk voor de gezondheid van het vee moeten worden beschouwd, of zelfs welke stallen in hun geheel genomen daarvoor gevaarlijker zouden zijn dan andere.

§ 6. VERDERE ANALYSE VAN HET ONDERZOEK TE EMMERCOMPASCUUM (aanvulling bij blz. 58 van het rapport).

Om nauwkeurig te onderzoeken, of de gegevens van de tabellen van blz. 58 aanwijzingen geven voor een samenhang tussen de wichelroede-reactie en het aantal levenskrachtige larven per 20 cc grond, werden op deze gegevens twee statistische toetsen toegepast.

De eerste hiervan was de toets van WILCOXON voor twee steekproeven ¹⁾. Deze werd toegepast op de laatste twee kolommen van de eerste tabel van blz. 58. De gevonden aantallen larven in bestraalde grond werden dus als de éne steekproef beschouwd en de in onbestraalde grond gevonden aantallen als de tweede. Indien deze aantallen voor de bestraalde grond systematisch hoger liggen dan voor de onbestraalde, moet dit blijken doordat de toets een kleine éézijdige overschrijdingskans geeft. Houdt de bestraling geen verband met de aantallen larven, dan mag men een overschrijdingskans dichtbij 0,5 verwachten. Zou een éézijdige overschrijdingskans dicht bij 0 gevonden worden, dan zou dit erop wijzen, dat de bestraalde monsters systematisch meer larven bevatten dan de onbestraalde. De waarde, die gevonden werd was 0,6, hetgeen dus betekent, dat in geen der beide richtingen enige aanwijzing aanwezig is. Daar deze uitkomst $> 0,5$ is, is er zeker geen enkel argument aan te ontleen vóór een groter aantal larven in de bestraalde monsters, daar de uitkomst hiervoor juist aan de verkeerde kant van 0,5 ligt.

De tweede toets, die toegepast werd, is de toets tegen verloop van TERPSTRA ²⁾.

Hiertoe werden de bodemonsters gerangschikt naar toenemende graad van bestraling en op de bijbehorende aantallen larven werd de toets toegepast. Deze zou, als het aantal larven stijgt met de bestraling, een kleine éézijdige overschrijdingskans moeten geven. Ook hier werd, evenals bij de vorige toets, een overschrijdingskans gevonden, die groter was dan $\frac{1}{2}$, nl. 0,94 zodat er geen enkele aanwijzing is, dat het aantal levenskrachtige larven in de grond systematisch stijgt met de intensiteit der bestraling. Er zou zelfs eerder reden zijn het tegendeel aan te nemen.

Conclusie:

Het onderzoek te Emmercompasuum verleent geen enkele steun aan de hypothese, dat het aantal larven in bestraalde grond groter is dan in onbestraalde. De uitkomsten van de tweede toets pleit eerder voor de tegengestelde hypothese.

¹⁾ Men vindt deze toets v.b. beschreven in de „Handleiding voor de toets van WILCOXON” door Ir. DORALIEN WABEKE en CONSTANCE VAN EEDEN, Rapport S 176(M 65) van de Statistische Afdeling van het Mathematisch Centrum, Amsterdam 1955.

²⁾ Zie memorandum S 168(M 61) van de Statistische Afdeling van het Mathematisch Centrum; deze toets is een wijziging van de door T. J. TERPSTRA in de Proceedings der Kon. Ned. Akad. van Wet. A 55 (1952), 327-333 voorgestelde toets.

§ 7. VERDERE ANALYSE VAN HET ONDERZOEK TE BIERVLIET (aanvulling bij blz. 74–78 van het rapport).

Voor de aantallen levenskrachtige cysten per 75 g droge grond werd de coëfficiënt V (zie § 1–4 van deze appendix) berekend, om na te gaan, of er een verband bestond tussen dit aantal en de bestraling. Daarbij werd gebruik gemaakt van fig. 19 in bijlage IV. De veldjes werden verdeeld in twee groepen: veel cysten en weinig cysten, zo dat deze beide groepen ongeveer evenveel veldjes besloegen. Het resultaat was:

Aantallen veldjes, die bestraald resp. niet bestraald zijn bevonden en waarop veel resp. weinig levenskrachtige cysten aangetroffen werden

	veel cysten	weinig cysten	
bestraald	19	17	V = 0.07
niet bestraald	25	30	

De coëfficiënt V was zeer klein, hetgeen betekent, dat deze cijfers geen steun verlenen aan de hypothese, dat de bestraalde veldjes meer levenskrachtige cysten bevatten dan de onbestraalde.

Om na te gaan, of de vermindering van het aantal levenskrachtige cysten per 75 g droge grond in het afgeschermd gedeelte groter was dan in het niet-afgeschermd deel, werd voor ieder veldje van het onderzochte perceel de relatieve vermindering bepaald. Dit is dus het verschil tussen het aantal levenskrachtige cysten vóór de plaatsing van het afschermapparaat en het aantal dat na de plaatsing gevonden werd, gedeeld door het aantal, dat voor de plaatsing aanwezig was. Daarbij werden de beide uiterste kolommen en de onderste regel buiten beschouwing gelaten, omdat deze zowel voor als na de plaatsing van het apparaat slechts zeer weinig cysten bevatten. Van de 11 overgebleven kolommen werden nu de 6 Westelijke als afgeschermd en de 5 Oostelijke als niet-afgeschermd beschouwd en de berekende relatieve vermindering van deze twee groepen veldjes werden met elkaar vergeleken met behulp van de ook in de vorige paragraaf gebruikte toets van WILCOXON. Deze gaf een éézijdige overschrijdingskans die groter dan 0,5 was, hetgeen dus betekent, dat er in het waarnemingsmateriaal een grotere relatieve afname in het *niet* afgeschermd gedeelte was dan in het afgeschermd.

Conclusie:

De waarnemingen te Biervliet verlenen geen steun aan de hypothese dat het aantal levenskrachtige cysten in verband zou staan met de bestraling; wat de afscherming betreft, zou men uit deze waarnemingen eerder de conclusie moeten trekken, dat de afscherming de relatieve vermindering van het aantal levenskrachtige cysten remt dan bevordert.

87427NL