

April ~~Maart~~ 1950.

Rapport S 35^a

door

Ph. van Elteren en

J. Hemelrijk.

Regeneratiesnelheid van poliepen.

Aanvullend onderzoek: de invloed
van de afsnijlengte.

Inhoud:

1. Toets van Wilcoxon.
2. Resultaten.
3. Combinatie van de resultaten.
4. Conclusie.

1. Toets van Wilcoxon.

Voor dit aanvullend onderzoek werd gebruik gemaakt van de toets van Wilcoxon. Een eenvoudige handleiding voor deze toets, samengesteld op de Statistische Afdeling van het Mathematisch Centrum is hierbij gevoegd [1].

In principe verloopt de toets bij dit materiaal als volgt. Vergeleken worden steeds twee groepen poliepen, die alléén in afsnijlengte verschillen, dus uit dezelfde kolonie komen en in hetzelfde milieu en bij dezelfde temperatuur waargenomen zijn. We duiden de op 1 mm afgesneden poliepen aan met cijfers 1 en de op 3 mm afgesneden poliepen met cijfers 3. Men rangschikt dan de poliepen van beide groepen tezamen genomen naar de tijd die ze nodig gehad hebben om het eerste regeneratiestadium te bereiken. Bij deze rangschikking doen zich enige technische moeilijkheden voor, omdat slechts de tijdsintervallen, waarin de poliepen het eerste regeneratiestadium bereikten, bekend zijn. Hoe de twijfelgevallen, die ontstaan als deze tijdsintervallen bij twee te vergelijken poliepen geheel of gedeeltelijk samenvallen, kunnen worden behandeld, vindt men in het eerste rapport over dit onderzoek. [2].

Aldus rangschikkend verkrijgt men tenslotte een rij van de gedaante

1 1 3 1 1 3 3 1 3 3 3 enz.

beginnend met de poliep, die het eerst het eerste regeneratiestadium bereikt heeft en eindigend met de poliep die

~~het eerst het eerste regeneratiestadium bereikt heeft en~~
~~eindigend met de poliep, die dit het laatste gedaan heeft.~~
Men telt nu het aantal keren dat in deze rij een 1 verder
naar voren staat dan een 3, welk aantal wij aanduiden als
het "inversie-aantal" (daarbij worden dus alle enen met
alle drieën vergeleken, niet alleen aangrenzende paren).

Indien de afsnijlengte geen invloed had op de tijd, die
de poliepen nodig hebben, om het eerste regeneratiestadium
te bereiken, zou de kans dat een willekeurige poliep 1 in
bovenstaande rij meer naar voren stond dan een willekeurige
poliep 3, gelijk zijn aan de ~~kan~~ kans, dat het tegenge-
stelde het geval was. De waarschijnlijkheidsrekening leert
dan dat als we een groot aantal proeven zouden doen met n
poliepen 1 en m poliepen 3, het inversie-aantal gemiddeld
de waarde $\frac{1}{2} m.n$ zou bezitten. Tevens kan men in dit geval
de kans uitrekenen, dat de absolute waarde van het ver-
schil van het inversie-aantal en $\frac{1}{2} m.n$ minstens even groot
is als bij het experiment gevonden is. Deze ~~laatste~~ kans
noemt men de overschrijdingskans van het gevonden inversie-
aantal, onder de hypothese dat de afsnijlengte geen in-
vloed op de regeneratiesnelheid uitoefent.

Heeft men bij een proef een bepaalde waarde voor het
inversie-aantal gevonden, dan kan men in daarvoor bestaande
tabellen [1] de bij die waarde behorende overschrijdings-
kans opzoeken. Vindt men voor deze overschrijdingskans een
grote waarde, bv. 0,30 (30 %), dan zal men op grond van
dat resultaat de hypothese, dat de afsnijlengte geen in-
vloed heeft op de tijdsduur nodig voor het bereiken van
het eerste stadium, niet kunnen verwerpen. Immers was de ~~h~~
hypothese juist, dan zou men in 3 van de 10 gevallen een
resultaat vinden, dat minstens even sterk van het gemiddel-
de afwijkt als het onderhavige. Vindt men daarentegen een
kleine overschrijdingskans, bv. 0,01 (1 %), dan betekent
dit, dat men, als de hypothese juist was, slechts in één
van de honderd gevallen het gevonden resultaat of een nog
sterker van het gemiddelde afwijkend resultaat zou vinden.
De hypothese wordt dan zeer onaannemelijk en wij zeggen
dan ook, dat wij haar verwerpen (behoudens een onbetrouw-
baarheid 0,01). Het hangt van het doel van het onderzoek
en van eventuele verdere gegevens omtrent het onderzochte

verschijnsel af, ^{by} welke overschrijdingskans men een hypo-
these nog juist zal verwerpen en bij welke niet meer.
Veelal legt men de grens bij een overschrijdingskans
0,05 (5 %).

Zoals in het eerste rapport [2] hebben wij deze grens
ook hier aangehouden. Als bij een bepaalde proef de over-
schrijdingskans van de gevonden waarde van het inversie-
aantal kleiner is dan 0,05, zeggen wij, dat deze proef
een significant resultaat heeft opgeleverd.

2. Resultaten.

De rekenafdeling van het „Mathematisch Centrum“ heeft
voor alle in aanmerking komende waarnemingsseries de toets
van Wilcoxon toegepast om de tijden te vergelijken, die
de op 1 resp. op 3 mm afgesneden poliepen nodig gehad
hebben om het eerste stadium te bereiken. Men vindt de
resultaten in onderstaande tabellen I en II.

Tabel I.

Vergelijking regeneratiesnelheden bij 1 mm en 3 mm afsnij-
lengten (17° Celsius).

Kolonie	Stof	Conc.	Overschrij- dingskans	Opmer- kingen
VI	Contrôle	—	0,35	
"	Pyocyanine	$5 \cdot 10^{-6} \%$	0,09	
"	"	$7.5 \cdot 10^{-6} \%$	0,39	
"	"	$10^{-5} \%$	0,14	
"	LiCl.	0,004 N	0,34	3 mm.-groep vóór
"	"	0,006 N	0,96	" " " "
"	"	0,008 N	0,88	
VII	Contrôle	—	0,14	
"	Meth.blauw	$2.5 \cdot 10^{-4} \%$	0,00	<u>significant</u>
"	"	$3.75 \cdot 10^{-4} \%$	0,13	
"	"	$5 \cdot 10^{-4} \%$	0,12	
IX	Contrôle	—	0,34	
"	LiCl.	0,004 N	0,06	
"	"	0,006 N	0,24	
"	"	0,008 N	0,22	3 mm.-groep vóór
"	Meth-blauw	$5 \cdot 10^{-4} \%$	0,01	<u>significant</u>
"	"	$7.5 \cdot 10^{-4} \%$	0,00	<u>significant</u>
"	"	$10^{-3} \%$	0,01	<u>significant</u>

Toelichting: zie onder Tabel II.

Tabel II.

Vergelijking regeneratiesnelheden bij 1 mm en 3 mm afsnijlengten (22° Celsius).

Kolonie	Stof	Conc.	Overschrijdingskans	Opmerkingen
X	Contrôle	—	0,00	<u>significant</u>
"	Meth.blauw	$5 \cdot 10^{-4}\%$	0,66	
"	"	$7.5 \cdot 10^{-4}\%$	0,11	
"	"	$10^{-3}\%$	0,49	3 mm.-groep vóór
XI	Contrôle	—	0,46	
"	LiCl	0,004 N	0,05	<u>significant</u>
"	"	0,006 N	0,43	
"	"	0,008 N	0,13	
"	Meth.blauw	$5 \cdot 10^{-4}\%$	0,85	3 mm-groep vóór
"	"	$7.5 \cdot 10^{-4}\%$	0,04	<u>significant</u>
"	"	$10^{-3}\%$	0,24	

Toelichting: Bij verreweg de meeste proeven blijkt de groep van de op 1 mm afgesneden poliepen sneller het eerste stadium te bereiken dan die van de op 3 mm afgesneden poliepen. Uitgezonderd zijn slechts die gevallen, waarbij men in de kolom "opmerkingen" in bovenstaande tabellen vermeld vindt: "3mm-groep vóór". In al deze gevallen is de overschrijdingskans groot, hetgeen dus betekent, dat, indien de afsnijlengte geen invloed heeft, een zo grote of een grotere afwijking vaak zal optreden.

Wij zien daarentegen, dat bij 17° 4 van de 18 en bij 22° 3 van de 11 resultaten significant zijn, bij 17° hebben alle significante resultaten zelfs een overschrijdingskans van 0,01 of minder. Verder is er nog een groot aantal resultaten met een betrekkelijk kleine overschrijdingskans (tussen 0,05 en 0,15).

Deze resultaten zijn allerminst in overeenstemming met de hypothese, dat de afsnijlengte geen invloed heeft op de tijd nodig voor het bereiken van het eerste stadium. Indien deze hypothese juist is, mag men gemiddeld evenveel resultaten verwachten waar bij de 3 mm-groep vóór is, als resultaten waarbij de 1 mm groep voor is. Verder zullen er dan bij gemiddeld slechts één op de twintig proeven signi-

ficante resultaten optreden, en dan gemiddeld evenveel waarbij de 3 mm-groep vóór is, als waarbij de 1 mm-groep vóór is.

Aan géén van deze drie verwachtingen is voldaan. Het ligt dus voor de hand om te concluderen, dat de afsnijlengte wel degelijk invloed heeft op de regeneratiesnelheid, en wel dat de op 3 mm. afgesneden poliepen meer tijd nodig hebben om het eerste stadium te bereiken, dan de op 1 mm. afgesneden poliepen.

3. Combinatie der resultaten.

Om de betrouwbaarheid van deze conclusie in één overschrijdingskans uit te drukken, hebben wij nog een toets toegepast op de combinatie van de gevonden overschrijdingskansen, betreffende alle bij één temperatuur (resp. 17° en 22°) verrichte proeven. Deze toets berust op de volgende stelling. De waarschijnlijkheid, dat men bij een proef een overschrijdingskans $\leq \epsilon$ zal vinden, is gelijk aan ϵ^1 indien de hypothese, die aan de berekening van de overschrijdingskansen ten grondslag ligt, vervuld is. Dus in ons geval: als de afsnijlengte geen invloed heeft op de regeneratiesnelheid, dan is de waarschijnlijkheid van resultaten met overschrijdingskans hoogstens 0,30 gelijk aan 0,30. Met behulp van deze stelling kan men de kans berekenen, dat de som van een bij een aantal onafhankelijke proeven gevonden overschrijdingskansen een bepaalde waarde niet overschrijdt; een kans die kleiner wordt naarmate de som van de overschrijdingskansen kleiner wordt.

Wij vonden, dat deze kans voor de bij 17° verrichte proefnemingen ongeveer 0,0001 en voor de bij 22° verrichte proefnemingen ongeveer 0,01 is. Dit betekent, dat als de afsnijlengte geen invloed heeft op de regeneratiesnelheid, men resp. slechts in één op de tienduizend en één op de honderd gevallen een combinatie van resultaten kan verwachten, die even onwaarschijnlijk of nog minder waarschijnlijk is dan de door de proefnemingen opgeleverde combinatie.

¹⁾ In het geval van een discrete verdeling, zoals hier, ^{is de ϵ wel} geldt $\leq \epsilon$. Als men het teken $<$ buiten beschouwing laat, overschat men het risico.

4. Conclusie.

Wij kunnen dus zowel bij 17° als bij 22° met grote stelligheid de hypothese verwerpen, dat de afsnijlengte geen invloed heeft en komen in beide gevallen tot de conclusie, dat de op 1 mm afgesneden poliepen sneller de eerste phase van het regeneratieproces doorlopen, dan de op 3 mm afgesneden poliepen.

- [1]. Mathematisch Centrum, Statistische Afdeling. Rapport S 32 (M 4) 1950. Gebruiksaanwijzing voor de toets van Wilcoxon door H.R. van der Vaart (bijgevoegd). Achterin: een tabel voor de overschrijdingskansen van niet meer dan 10 waarnemingen. De benaderingsmethode voor grotere steekproeven is beschreven in h. 6.
- [2]. Mathematisch Centrum, Statistische Afdeling. Rapport S 35. "Verslag van de uitwerking van gegevens over de regeneratiesnelheid van poliepen" door Ph. van Elteren, J. Hemelrijk en J. Sparenberg.

De wijze, waarop de twijfelgevallen behandeld zijn, vindt men hierin op blz. 6 onder 4.1. 3° alinea en op blz. 9 onder 5.1 laatste alinea.