

Bibliotheek
Proefstation
Naaldwijk

SW

HW

n. 95.05

Dienst Landbouwkundig
Instituut voor Milieu- en

Onderzoek naar geschikte steekproeven voor het vaststellen van het neerslagpatroon bij watergift met regenleidingen

J.V. van den Berg
E.A. van Os

imag-dlo



Nota P 95-05
Januari 1995



SW
HW
n. 95.05

ISBN: 521696 H

Onderzoek naar geschikte steekproeven voor het vaststellen van het neerslagpatroon bij watergift met regenleidingen

J.V. van den Berg
E.A. van Os

Intern verslag

Nota P 95-05
Januari 1995

DLO Instituut voor Milieu- en Agritechniek (IMAG-DLO)
Mansholtlaan 10-12
Postbus 43, 6700 AA Wageningen
Telefoon 08370 - 76300
Telefax 08370 - 25670

Interne mededeling IMAG-DLO. Niets uit deze nota mag elders worden vermeld, of worden vermenigvuldigd op welke wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van het instituut.

Bronvermelding zonder weergave van de feitelijke inhoud is evenwel toegestaan, op voorwaarde van de volledige vermelding van: auteursnaam, jaartal, titel, instituut en notanummer en de toevoeging: 'niet gepubliceerd'.

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system of any nature, in any form of by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without the prior written permission of the institute.



Samenvatting

Om uitspoeling van water en meststoffen naar de ondergrond te verminderen is verbetering van de watergift via regenleidingen noodzakelijk. De heterogeniteit van de waterafgifte van regenleidingen wordt gemeten door water gedurende een bepaalde tijd op te vangen in 128 opvangbekers, geplaatst in een matrix met onderlinge afstanden van 20 x 25 cm. Hiervan wordt vervolgens de variatiecoëfficiënt bepaald.

In deze nota wordt verslag gedaan van een onderzoek naar de mogelijkheden om kleinere steekproeven, die minder arbeid vragen, te nemen en die toch een betrouwbaar resultaat opleveren. Dit is gedaan door op verschillende wijze steekproeven te trekken uit de populatie van 128 waarnemingen. Hiervoor waren 12 in de praktijk gemeten datasets beschikbaar en 3 met een rekenprogramma gesimuleerde datasets.

Geconcludeerd kan worden dat een steekproef van 32 waarnemingen met opvangbekers op een afstand van 40 x 50 cm een vergelijkbare variatiecoëfficiënt oplevert als de gebruikelijke steekproef van 128 waarnemingen.

1 Inleiding

Niet alle gewassen hoeven in de toekomst op substraat in gesloten systemen te worden geteeld. Een aantal gewassen mogen in de grond geteeld blijven worden, mits de uitspoeling van o.a. meststoffen naar grond- en oppervlaktewater aanzienlijk wordt verminderd. Om dit te bereiken worden door de overheid maximale watergiften per gewas voorgesteld. Concreet betekent dit dat water en meststoffen gegeven moeten worden naar behoefte via een goed watergeefstelsel.

Bij de gewassen die, waarschijnlijk, in de grond geteeld mogen blijven worden, wordt zeer veel gebruik gemaakt van de regenleiding om bovenlangs water te geven. Er is uit de praktijk bekend dat deze watergeefmethode zeer heterogeen kan zijn. Met andere woorden op de ene plek komt te weinig en op de andere komt teveel. Het gevolg is dat water wordt gegeven naar de droogste plek en dat er op andere plaatsen te veel water (met meststoffen) uitspoelt. Verbetering van het watergeefstelsel kan de heterogeniteit verminderen en daarmee ook de uitspoeling.

Probleem is op welke wijze de heterogeniteit van een watergeefstelsel te meten is. Gebruikelijk is om het waterverdelingspatroon van een aantal sproeidoppen te meten zoals die op de regenleiding zijn gemonteerd. Van de verschillende opgevangen hoeveelheden water wordt de variatiecoëfficiënt berekend. In deze nota wordt de gebruikelijke meetmethode beschreven en vervolgens wordt voor verschillende type steekproeven uit een zelfde datamatrix vastgesteld welke geschikt zijn voor het vaststellen van het waterverdelingspatroon bij watergift via regenleidingen.

2 Vraagstelling

De gebruikelijke methode om de heterogeniteit van een watergeefstelsel te meten is het berekenen van de variatiecoëfficiënt. Hiertoe worden in een kas met regenleidingen en een bepaald type sproeidop opvangbekers met een doorsnede van 6 cm in een matrix geplaatst met onderlinge afstanden van 20 x 25 cm. In totaal worden 128 bekertjes geplaatst, waarbij de 20 cm in de breedterichting van de dop en de 25 cm in de lengterichting van de dop is. Op deze wijze wordt het waterverdelingspatroon gemeten in een veld van 3,0 x 1,75 m (zie bijlage 1).

Vervolgens wordt gedurende een bepaalde tijd, afhankelijk van het soort sproeidop, water gegeven en opgevangen in de geplaatste 128 bekertjes. Uit de gemeten gewichten wordt de gemiddelde afgifte en de variatiecoëfficiënt bepaald.

Er zijn echter ook andere steekproeven in gebruik om de variatiecoëfficiënt te berekenen, hierbij worden minder bekertjes geplaatst, voornamelijk om arbeid bij het meten te besparen. De vraag is wat een juiste steekproef is en met welk minimaal aantal monsters de steekproef getrokken moet worden.

In deze nota wordt geen antwoord gegeven op de vraag of de diameter van de opvangbekertjes de juiste is, of dat het beter is bekertjes met een grotere opening te gebruiken. Ook wordt geen antwoord gegeven op de vraag of de variatiecoëfficiënt de beste parameter is om de heterogeniteit van een sproeipatroon uit te drukken. Omdat de heterogeniteit gemeten wordt bij een vaste installatie die over de hele kas (5.000 - 10.000 m²) hangt, is de plaats van de steekproef van 3,0 x 1,75 m altijd enigszins arbitrair. Mogelijk dat in een ander gedeelte van de kas toevallig een ander sproeipatroon kan worden gemeten. Aanvullende metingen, b.v. met betrekking tot de afgifte per dop, moeten een vollediger beeld geven en aantonen dat de steekproef op de juiste plaats is genomen.

3 Methode van onderzoek

3.1 Beschrijving van de steekproeven

Om de juiste steekproef te vinden is van 12 in de praktijk gemeten datasets en van 3 via computerberekeningen gesimuleerde datasets (alle geleverd door M. Heemskerk, PGB i.o. te Naaldwijk) van 3 soorten sproeidoppen (roterende sproeier (4 praktijkmetingen + 1 simulatiemeting), neveldop (6 praktijkmetingen + 2 simulatiemetingen) en pensproeier (2 praktijkmetingen)) op verschillende wijze een steekproef getrokken. Hierbij is A de volledige dataset van 128 waarnemingen en zijn vervolgens uit deze dataset de steekproeven B t/m J getrokken (zie bijlage 1):

- B De helft (64) van het oorspronkelijke aantal waarnemingen, gecentreerd rond de centrale middendop: in de breedterichting wordt 25 % aan de linker- en 25% aan de rechterzijde niet meegerekend.
- C De helft (64) van het oorspronkelijk aantal waarnemingen wordt zodanig gekozen dat telkens een rij wordt overgeslagen: de bekerafstand verandert hierdoor van 20 x 25 cm naar 40 x 25 cm.
- D idem als C, maar nu worden juist de andere 64 waarnemingen gebruikt.
- E Vanuit een hoekpunt van de matrix worden één kolom, één rij en de diagonaal gekozen, totaal 30 waarnemingen.
- F idem als E, maar nu gerekend vanuit de tegenoverliggende hoek van de matrix.
- G Een kwart (32) van de waarnemingen wordt genomen, beginnend in de linker bovenhoek van de matrix.
- H idem als G, maar nu beginnend in het rechter beneden hoekpunt van de matrix.
- I Een achtste (16) van de waarnemingen, beginnend beginnend in de linker bovenhoek van de matrix.
- J idem als I, maar nu beginnend in het rechter beneden hoekpunt van de matrix.

Hierbij is dus verondersteld dat dataset A de werkelijke situatie in de hele kas van 5.000 - 10.000 m² goed weergeeft en beschouwd kan worden als populatie.

3.2 Herhaald steekproeftrekken

Stel we beschouwen dataset A als de populatie van gemeten watergiften (in g) in een bepaalde kas met een bepaald regelsysteem; hiervan kunnen we het werkelijke gemiddelde μ (en standaardafwijking σ) berekenen.

Datasets B t/m J beschouwen we dan als steekproeven ter grootte n uit A. We kunnen vervolgens voor elke dataset het gemiddelde en een 90%, 95% en 99% betrouwbaarheidsinterval voor het gemiddelde berekenen en nagaan of het 'werkelijke' gemiddelde (dat van dataset A) in dit interval ligt. Als dat het geval is, noemen we zo'n steekproef *goed*, als het gemiddelde van A er niet in ligt noemen we de steekproef *fout*.

Een onder- en bovengrens van een $p\%$ betrouwbaarheidsinterval krijgen we door van het gemiddelde een faktor χ_p af te trekken dan wel op te tellen. De waarden van χ_p zijn respectievelijk:

- 90% : $1,64 \sigma / \sqrt{n}$
- 95% : $1,96 \sigma / \sqrt{n}$
- 99% : $2,58 \sigma / \sqrt{n}$.

Het meest gebruikelijk is om een 95% betrouwbaarheidsinterval te hanteren.

Bij dit soort berekeningen wordt uitgegaan van onafhankelijke waarnemingen die normaal verdeeld zijn met konstante variantie. Het is de vraag of met name de laatste veronderstelling juist is. Bij dit soort gegevens hangt de variantie namelijk vaak samen met de grootte van de waarnemingen; overgaan op log-schaal maakt de variantie dan wel konstant. Alle berekeningen zijn daarom ook uitgevoerd voor de logaritme van de watergiften.

4 Resultaten

In bijlage 2 is een overzicht gegeven van de berekende betrouwbaarheidsintervallen op de oorspronkelijke schaal en de kwalifikatie *goed* of *fout* van de negen hierboven gedefinieerde steekproeven voor de 12 gemeten datasets. De berekeningen zijn ook uitgevoerd op log-schaal. Voor alle steekproeven heeft dit tot dezelfde kwalifikaties *goed* of *fout* geleid. Een samenvatting hiervan is weergegeven in tabel 1. In bijlage 3 is hetzelfde gedaan voor de 3 gesimuleerde datasets, een samenvatting hiervan is weergegeven in tabel 2.

Tabel 1: Aantal keren dat van de 12 gemeten datasets het gemiddelde van A niet in het betrouwbaarheidsinterval ligt van de steekproeven B t/m J.

Steek- proef	Aantal <i>foute</i> steekproeven		
	90% betr.interval	95% betr.interval	99% betr.interval
B	5	5	4
C	-	-	-
D	-	-	-
E	6	5	2
F	4	3	1
G	-	-	-
H	-	-	-
I ^{*)}	-	-	-
J ^{*)}	-	-	-

^{*)} Steekproeven I en J zijn slechts bij 3 datasets aanwezig

Tabel 2: Aantal keren dat van de 3 gesimuleerde datasets het gemiddelde van A niet in het betrouwbaarheidsinterval ligt van de steekproeven B t/m J.

Steek- proef	Aantal <i>foute</i> steekproeven		
	90% betr.interval	95% betr.interval	99% betr.interval
B	-	-	-
C	-	-	-
D	-	-	-
E	3	3	-
F	-	-	-
G	-	-	-
H	-	-	-
I	-	-	-
J	1	1	1

Steekproeven B, E en F zijn erg vaak *fout* (tabel 1). C, D, G en H bevatten steeds het gemiddelde van A. Geconcludeerd kan worden dat een steekproef met geconcentreerde waarnemingen rond één sproeidop niet goed is (steekproef B). Steekproeven E en F zijn wel op overeenkomstige wijze getrokken, maar overlappen elkaar niet. Hierdoor zijn verschillen tussen E en F mogelijk veroorzaakt door invloeden van verschillende doppen. Tevens blijkt dat deze steekproefvorm geen goed beeld van de werkelijkheid geeft. Ook komt naar voren dat de roterende sproeier met een groter sproeibeeld minder vaak *fout* is bij deze steekproeven dan de andere twee doptypen met een kleiner sproeibeeld. De vijf *foute* steekproeven bij B zijn ontstaan uit twee *foute* datasets bij de pensproeier (totaal 2 datasets) en uit drie van de zes datasets van de neveldop. Bij steekproef E zijn de *foute* steekproeven ontstaan uit vier van de zes datasets van neveldoppen, één van de vier datasets van roterende sproeiers en één van de twee datasets van pensproeiers. Bij steekproef F zijn de *foute* steekproeven ontstaan uit één van de zes datasets van neveldoppen, twee van de vier datasets van roterende sproeiers en één van de twee datasets van pensproeiers.

De betrouwbaarheidsintervallen van de steekproeven C, D, G en H bevatten altijd het gemiddelde van A. Aangezien voor steekproeven C en D tweemaal zoveel waarnemingen nodig zijn als voor G en H, verdienen deze laatste de voorkeur. In beide gevallen is de steekproefgrootte 32 en ook verder is er tussen G en H geen wezenlijk verschil, zodat het dan ook volkomen arbitrair is voor welk van de twee wordt gekozen.

Uit tabel 2 blijkt dat steekproef E zelfs in de 3 gesimuleerde datasets vaak *fout* is en dat J soms *fout* is. Dit is opvallend omdat de gesimuleerde dataset uitgaat van een optimaal neerslagpatroon van de desbetreffende sproeidop. De oorzaak hiervan zal gezocht moeten worden in de manier van simuleren.

5 Conclusies

De meest gebruikelijke methode van steekproef nemen met 128 opvangbekers geplaatst in een matrix met onderlinge afstanden van 20 x 25 cm kan worden verlaten ten gunste van een steekproef van 32 waarnemingen waarbij de opvangbekers op een afstand van 40 x 50 cm worden geplaatst (G, H). Hierdoor is bij alle sproeidotypen een 95% betrouwbaarheidsinterval te berekenen dat het gemiddelde van (steekproef) A (met 128 waarnemingen) bevat.

Geconcentreerde waarnemingen rond één sproeidop (B) geven geen goede steekproef. Hetzelfde geldt voor de steekproef waarbij één rij, één kolom en een diagonaal van de matrix wordt gekozen (E,F).

Steekproeven I en J met 16 waarnemingen zijn potentiële kanshebbers (zie tabel 1), maar zijn in te weinig datasets vertegenwoordigd geweest om gefundeerde uitspraken te doen. De gesimuleerde datasets geven soms twijfelachtige uitkomsten. Nadere studie hiernaar is gewenst.

BIJLAGE 1: Voorbeeld van de gekozen steekproeven voor één dataset

Onderstaande dataset is ontstaan uit een meting van de waterafgifte van een neveldop, waarbij de opvangbekers:

- in de lengterichting van de kap op 25 cm stonden: 12.5 37.5 62.5 87.5 112.5 137.5 162.5 187.5 cm;
- in de breedterichting van de kap op 20 cm: 10 30 50 70 90 110 130 150 170 190 210 230 250 270 290 310 cm.

De lijn met * stelt de regenleiding met de plaats van de sproeidop voor.

A: de gehele populatie (128 waarnemingen)

27	36	32	26	22	18	19	19
31	37	33	27	27	27	26	25
30	33	35	31	32	35	35	32
27	29	33	33	35	37	36	32
22	23	29	27	29	31	29	27
18	18	20	20	22	26	24	23
17	16	16	17	19	23	24	23
18	16	16	17	18	20	24	24
25	26	34	33	25	22	29	28
23	19	28	30	25	22	28	33
27	26	40	39	29	25	35	39
32	37	44	40	30	29	38	39
36	39	42	39	30	33	37	35
35	36	39	37	33	35	32	28
28	32	37	37	37	36	32	27
25	28	34	35	33	35	34	31

B: Waarnemingen geconcentreerd rond één dop (64 waarnemingen)

--	--	--	--	--	--	--	--
--	--	--	--	--	--	--	--
--	--	--	--	--	--	--	--
--	--	--	--	--	--	--	--
22	23	29	27	29	31	29	27
18	18	20	20	22	26	24	23
17	16	16	17	19	23	24	23
18	16	16	17	18	20	24	24
25	26	34	33	25	22	29	28
23	19	28	30	25	22	28	33
27	26	40	39	29	25	35	39
32	37	44	40	30	29	38	39
--	--	--	--	--	--	--	--
--	--	--	--	--	--	--	--
--	--	--	--	--	--	--	--
--	--	--	--	--	--	--	--

C: Waarnemingen om de andere rij (64)

27	36	32	26	22	18	19	19
--	--	--	--	--	--	--	--
30	33	35	31	32	35	35	32
--	--	--	--	--	--	--	--
22	23	29	27	29	31	29	27
--	--	--	--	--	--	--	--
17	16	16	17	19	23	24	23
--	--	--	--	--	--	--	--
25	26	34	33	25	22	29	28
--	--	--	--	--	--	--	--
27	26	40	39	29	25	35	39
--	--	--	--	--	--	--	--
36	39	42	39	30	33	37	35
--	--	--	--	--	--	--	--
28	32	37	37	37	36	32	27
--	--	--	--	--	--	--	--

BIJLAGE 1: Voorbeeld van de gekozen steekproeven voor één dataset (vervolg)

D: waarnemingen om de andere rij (64)

--	--	--	--	--	--	--	--
31	37	33	27	27	27	26	25
--	--	--	--	--	--	--	--
27	29	33	33	35	37	36	32
--	--	--	--	--	--	--	--
18	18	20	20	22	26	24	23
--	--	--	--	--	--	--	--
18	16	16	17	18	20	24	24
--	--	--	--	--	--	--	--
23	19	28	30	25	22	28	33
--	--	--	--	--	--	--	--
32	37	44	40	30	29	38	39
--	--	--	--	--	--	--	--
35	36	39	37	33	35	32	28
--	--	--	--	--	--	--	--
25	28	34	35	33	35	34	31

E: een rij, een kolom en de diagonaal (30 waarnemingen)

27	36	32	26	22	18	19	19
31	37	--	--	--	--	--	--
30	--	35	--	--	--	--	--
27	--	--	33	--	--	--	--
22	--	--	--	29	--	--	--
18	--	--	--	--	26	--	--
17	--	--	--	--	--	24	--
18	--	--	--	--	--	--	24
25	--	--	--	--	--	--	--
23	--	--	--	--	--	--	--
27	--	--	--	--	--	--	--
32	--	--	--	--	--	--	--
36	--	--	--	--	--	--	--
35	--	--	--	--	--	--	--
28	--	--	--	--	--	--	--
25	--	--	--	--	--	--	--

F: een rij, een kolom en de diagonaal (30 waarnemingen)

--	--	--	--	--	--	--	19
--	--	--	--	--	--	--	25
--	--	--	--	--	--	--	32
--	--	--	--	--	--	--	32
--	--	--	--	--	--	--	27
--	--	--	--	--	--	--	23
--	--	--	--	--	--	--	23
--	--	--	--	--	--	--	24
25	--	--	--	--	--	--	28
--	19	--	--	--	--	--	33
--	--	40	--	--	--	--	39
--	--	--	40	--	--	--	39
--	--	--	--	30	--	--	35
--	--	--	--	--	35	--	28
--	--	--	--	--	--	32	27
25	28	34	35	33	35	34	31

BIJLAGE 1: Voorbeeld van de gekozen steekproeven voor één dataset (vervolg)

G: Om de andere rij en om de andere kolom (32 waarnemingen)

27	--	32	--	22	--	19	--
--	--	--	--	--	--	--	--
30	--	35	--	32	--	35	--
--	--	--	--	--	--	--	--
22	--	29	--	29	--	29	--
--	--	--	--	--	--	--	--
17	--	16	--	19	--	24	--
--	--	--	--	--	--	--	--
25	--	34	--	25	--	29	--
--	--	--	--	--	--	--	--
27	--	40	--	29	--	35	--
--	--	--	--	--	--	--	--
36	--	42	--	30	--	37	--
--	--	--	--	--	--	--	--
28	--	37	--	37	--	32	--
--	--	--	--	--	--	--	--

H: Om de andere rij en om de andere kolom (32 waarnemingen)

--	--	--	--	--	--	--	--
--	37	--	27	--	27	--	25
--	--	--	--	--	--	--	--
--	29	--	33	--	37	--	32
--	--	--	--	--	--	--	--
--	18	--	20	--	26	--	23
--	--	--	--	--	--	--	--
--	16	--	17	--	20	--	24
19	--	30	--	22	--	33	--
--	--	--	--	--	--	--	--
37	--	40	--	29	--	39	--
--	--	--	--	--	--	--	--
36	--	37	--	35	--	28	--
--	--	--	--	--	--	--	--
28	--	35	--	35	--	31	--

I: Verdere reductie in aantal waarnemingen (16 st.)

27	--	32	--	22	--	19	--
--	--	--	--	--	--	--	--
--	--	--	--	--	--	--	--
22	--	29	--	29	--	29	--
--	--	--	--	--	--	--	--
--	--	--	--	--	--	--	--
25	--	34	--	25	--	29	--
--	--	--	--	--	--	--	--
--	--	--	--	--	--	--	--
36	--	42	--	30	--	37	--
--	--	--	--	--	--	--	--
--	--	--	--	--	--	--	--

BIJLAGE 1: Voorbeeld van de gekozen steekproeven voor één dataset (vervolg)

J: Verdere reductie in aantal waarnemingen (16 st.)

--	--	--	--	--	--	--	--	
--	--	--	--	--	--	--	--	
--	33	--	31	--	35	--	32	
--	--	--	--	--	--	--	--	
--	--	--	--	--	--	--	--	
--	16	--	17	--	23	--	23	
--	--	--	--	--	--	--	--	
*	-----			*	-----			*
--	--	--	--	--	--	--	--	
--	--	--	--	--	--	--	--	
--	26	--	39	--	25	--	39	
--	--	--	--	--	--	--	--	
--	--	--	--	--	--	--	--	
--	32	--	37	--	36	--	27	
--	--	--	--	--	--	--	--	
*	-----			*	-----			*

BIJLAGE 2: Overzicht met betrouwbaarheidsintervallen voor de gebruikte datasets

Dataset: nevel23 μ : 23.9 σ : 1.28 vc : 5.3 %

steek proef	aan tal	gemid delde	vc%	90% betr interval			95% betr interval			99% betr interval		
				onder	boven	concl	onder	boven	concl	onder	boven	concl
B	64	23.9	3.6	23.7	24.2	goed	23.6	24.3	goed	23.5	24.3	goed
C	64	24.0	5.5	23.7	24.2	goed	23.7	24.3	goed	23.6	24.4	goed
D	64	23.9	5.3	23.6	24.2	goed	23.6	24.2	goed	23.5	24.3	goed
E	30	23.9	4.9	23.6	24.3	goed	23.5	24.4	goed	23.3	24.5	goed
F	30	23.7	6.5	23.3	24.1	goed	23.2	24.2	goed	23.1	24.3	goed
G	32	23.9	5.7	23.5	24.2	goed	23.4	24.3	goed	23.3	24.5	goed
H	32	24.0	5.2	23.6	24.3	goed	23.5	24.4	goed	23.4	24.6	goed
I	16	23.8	5.4	23.3	24.3	goed	23.2	24.4	goed	23.0	24.6	goed
J	16	23.9	5.7	23.4	24.4	goed	23.2	24.5	goed	23.1	24.7	goed

Dataset : nevel27 μ : 29.1 σ : 6.76 vc : 23.3 %

steek proef	aan tal	gemid delde	vc%	90% betr interval			95% betr interval			99% betr interval		
				onder	boven	concl	onder	boven	concl	onder	boven	concl
B	64	27.3	28.8	25.9	28.7	fout	25.7	29.0	fout	25.1	29.5	goed
C	64	29.3	22.9	27.9	30.7	goed	27.6	30.9	goed	27.1	31.4	goed
D	64	28.8	23.9	27.5	30.2	goed	27.2	30.5	goed	26.7	31.0	goed
E	30	26.7	22.7	24.7	28.7	fout	24.3	29.1	goed	23.5	29.9	goed
F	30	30.3	19.4	28.3	32.4	goed	27.9	32.8	goed	27.1	33.5	goed
G	32	29.4	22.6	27.4	31.3	goed	27.0	31.7	goed	26.3	32.5	goed
H	32	28.9	24.2	26.9	30.9	goed	26.6	31.2	goed	25.8	32.0	goed
I	16	29.4	22.9	26.6	32.1	goed	26.1	32.7	goed	25.0	33.7	goed
J	16	29.4	26.1	26.7	32.2	goed	26.1	32.8	goed	25.1	33.8	goed

Dataset : nevel93 μ : 102.2 σ : 24.31 vc : 23.8 %

steek proef	aan tal	gemid delde	vc%	90% betr interval			95% betr interval			99% betr interval		
				onder	boven	concl	onder	boven	concl	onder	boven	concl
B	64	99.7	27.7	94.8	104.7	goed	93.8	105.7	goed	91.9	107.6	goed
C	64	102.0	23.8	97.0	106.9	goed	96.0	107.9	goed	94.1	109.8	goed
D	64	102.4	23.9	97.5	107.4	goed	96.5	108.4	goed	94.6	110.3	goed
E	37	91.6	23.1	85.1	98.2	fout	83.8	99.5	fout	81.3	101.9	fout
F	38	118.4	16.8	112.0	124.9	fout	110.7	126.2	fout	108.3	128.6	fout
G	32	100.3	27.1	93.3	107.4	goed	91.9	108.8	goed	89.2	111.4	goed
H	32	104.7	23.2	97.6	111.7	goed	96.2	113.1	goed	93.6	115.8	goed
I	16	101.5	29.7	91.6	111.5	goed	89.6	113.4	goed	85.8	117.2	goed
J	16	100.7	24.7	90.7	110.6	goed	88.8	112.6	goed	85.0	116.4	goed

BIJLAGE 2: Overzicht met betrouwbaarheidsintervallen voor de gebruikte datasets (vervolg)

Dataset: nev01mat μ : 36.9 σ : 8.27 vc : 22.4 %

steek proef	aan tal	gemid		90% betr interval			95% betr interval			99% betr interval		
		delde	vc%	onder	boven	concl	onder	boven	concl	onder	boven	concl
B	64	38.2	38.2	36.6	39.9	<i>goed</i>	36.2	40.3	<i>goed</i>	35.6	40.9	<i>goed</i>
C	64	36.6	23.4	34.9	38.3	<i>goed</i>	34.6	38.6	<i>goed</i>	33.9	39.3	<i>goed</i>
D	64	37.2	21.5	35.6	38.9	<i>goed</i>	35.2	39.3	<i>goed</i>	34.6	39.9	<i>goed</i>
E	30	33.2	19.8	30.7	35.7	<i>fout</i>	30.2	36.2	<i>fout</i>	29.3	37.1	<i>goed</i>
F	30	37.6	23.4	35.1	40.1	<i>goed</i>	34.6	40.6	<i>goed</i>	33.7	41.5	<i>goed</i>
G	32	36.6	21.0	34.2	39.0	<i>goed</i>	33.8	39.5	<i>goed</i>	32.9	40.4	<i>goed</i>
H	32	37.1	22.6	34.7	39.5	<i>goed</i>	34.2	39.9	<i>goed</i>	33.3	40.8	<i>goed</i>

Dataset : nev02mat μ : 36.6 σ : 6.04 vc : 16.5 %

steek proef	aan tal	gemid		90% betr interval			95% betr interval			99% betr interval		
		delde	vc%	onder	boven	concl	onder	boven	concl	onder	boven	concl
B	64	39.0	15.8	37.8	40.2	<i>fout</i>	37.5	40.5	<i>fout</i>	37.1	40.9	<i>fout</i>
C	64	36.5	17.3	35.2	37.7	<i>goed</i>	35.0	37.9	<i>goed</i>	34.5	38.4	<i>goed</i>
D	64	36.7	15.9	35.5	38.0	<i>goed</i>	35.2	38.2	<i>goed</i>	34.8	38.7	<i>goed</i>
E	30	36.0	20.0	34.2	37.8	<i>goed</i>	33.8	38.2	<i>goed</i>	33.2	38.8	<i>goed</i>
F	30	35.4	13.3	33.6	37.2	<i>goed</i>	33.2	37.5	<i>goed</i>	32.5	38.2	<i>goed</i>
G	32	36.6	16.1	34.8	38.3	<i>goed</i>	34.5	38.7	<i>goed</i>	33.8	39.3	<i>goed</i>
H	32	36.9	17.2	35.2	38.7	<i>goed</i>	34.8	39.0	<i>goed</i>	34.2	39.7	<i>goed</i>

Dataset : nev03mat μ : 29.0 σ : 6.76 vc : 23.3 %

steek proef	aan tal	gemid		90% betr interval			95% betr interval			99% betr interval		
		delde	vc%	onder	boven	concl	onder	boven	concl	onder	boven	concl
B	64	26.2	26.9	24.8	27.6	<i>fout</i>	24.5	27.8	<i>fout</i>	24.0	28.4	<i>fout</i>
C	64	29.3	22.9	27.9	30.7	<i>goed</i>	27.6	30.9	<i>goed</i>	27.1	31.5	<i>goed</i>
D	64	28.8	24.0	27.4	30.1	<i>goed</i>	27.1	30.4	<i>goed</i>	26.6	30.9	<i>goed</i>
E	30	26.5	22.7	24.5	28.5	<i>fout</i>	24.1	28.9	<i>fout</i>	23.3	29.7	<i>goed</i>
F	30	30.3	19.4	28.3	32.4	<i>goed</i>	27.9	32.7	<i>goed</i>	27.1	33.5	<i>goed</i>
G	32	30.2	23.3	28.2	32.1	<i>goed</i>	27.8	32.5	<i>goed</i>	27.1	33.3	<i>goed</i>
H	32	28.9	24.2	27.0	30.9	<i>goed</i>	26.6	31.3	<i>goed</i>	25.8	32.0	<i>goed</i>

BIJLAGE 2: Overzicht met betrouwbaarheidsintervallen voor de gebruikte datasets (vervoig)

Dataset : pen01mat μ : 19.1 σ : 1.98 vc : 10.3 %

steek proef	aan tal	gemid delde	vc%	90% betr interval			95% betr interval			99% betr interval		
				onder	boven	concl	onder	boven	concl	onder	boven	concl
B	64	18.2	6.4	17.8	18.6	<i>fout</i>	17.7	18.7	<i>fout</i>	17.6	18.9	<i>fout</i>
C	64	19.3	10.8	18.8	19.7	<i>goed</i>	18.8	19.7	<i>goed</i>	18.6	19.9	<i>goed</i>
D	56	19.0	9.9	18.5	19.4	<i>goed</i>	18.4	19.5	<i>goed</i>	18.3	19.6	<i>goed</i>
E	29	19.9	10.3	19.3	20.5	<i>fout</i>	19.2	20.6	<i>fout</i>	19.0	20.8	<i>goed</i>
F	29	18.8	10.1	18.2	19.4	<i>goed</i>	18.1	19.5	<i>goed</i>	17.8	19.7	<i>goed</i>
G	32	19.4	9.3	18.8	20.0	<i>goed</i>	18.7	20.1	<i>goed</i>	18.5	20.3	<i>goed</i>
H	28	18.9	10.2	18.3	19.5	<i>goed</i>	18.2	19.7	<i>goed</i>	18.0	19.9	<i>goed</i>

Dataset : pen02mat μ : 18.7 σ : 2.14 vc : 11.5 %

steek proef	aan tal	gemid delde	vc%	90% betr interval			95% betr interval			99% betr interval		
				onder	boven	concl	onder	boven	concl	onder	boven	concl
B	64	17.4	8.0	17.0	17.8	<i>fout</i>	16.9	17.9	<i>fout</i>	16.7	18.1	<i>fout</i>
C	64	18.6	11.6	18.2	19.0	<i>goed</i>	18.1	19.1	<i>goed</i>	17.9	19.3	<i>goed</i>
D	64	18.7	11.2	18.3	19.1	<i>goed</i>	18.2	19.2	<i>goed</i>	18.0	19.4	<i>goed</i>
E	30	18.6	13.4	18.0	19.3	<i>goed</i>	17.9	19.4	<i>goed</i>	17.6	19.6	<i>goed</i>
F	30	19.5	10.9	18.9	20.2	<i>fout</i>	18.8	20.3	<i>fout</i>	18.5	20.5	<i>goed</i>
G	32	18.4	12.4	17.8	19.0	<i>goed</i>	17.6	19.1	<i>goed</i>	17.4	19.4	<i>goed</i>
H	32	18.9	10.8	18.3	19.5	<i>goed</i>	18.2	19.7	<i>goed</i>	17.9	19.9	<i>goed</i>

Dataset : rot01mat μ : 26.4 σ : 3.14 vc : 11.9 %

steek proef	aan tal	gemid delde	vc%	90% betr interval			95% betr interval			99% betr interval		
				onder	boven	concl	onder	boven	concl	onder	boven	concl
B	64	26.9	11.2	26.2	27.5	<i>goed</i>	26.1	27.6	<i>goed</i>	25.9	27.9	<i>goed</i>
C	64	26.3	12.4	25.7	27.0	<i>goed</i>	25.6	27.1	<i>goed</i>	25.3	27.4	<i>goed</i>
D	64	26.4	11.5	25.8	27.0	<i>goed</i>	25.6	27.2	<i>goed</i>	25.4	27.4	<i>goed</i>
E	30	25.5	12.0	24.6	26.5	<i>goed</i>	24.4	26.7	<i>goed</i>	24.1	27.0	<i>goed</i>
F	30	25.1	13.6	24.1	26.0	<i>fout</i>	23.9	26.2	<i>fout</i>	23.6	26.5	<i>goed</i>
G	32	26.8	11.8	25.8	27.7	<i>goed</i>	25.7	27.8	<i>goed</i>	25.3	28.2	<i>goed</i>
H	32	26.2	11.5	25.3	27.1	<i>goed</i>	25.1	27.3	<i>goed</i>	24.8	27.7	<i>goed</i>

BIJLAGE 2: Overzicht met betrouwbaarheidsintervallen voor de gebruikte datasets (vervolg)

Dataset : rot02mat μ : 23.9 σ : 1.28 vc : 5.3 %

steek proef	aan tal	gemid delde	vc%	90% betr interval			95% betr interval			99% betr interval		
				onder	boven	concl	onder	boven	concl	onder	boven	concl
B	64	24.0	3.6	23.8	24.3	goed	23.7	24.3	goed	23.6	24.4	goed
C	64	24.0	5.5	23.7	24.2	goed	23.7	24.3	goed	23.6	24.4	goed
D	64	23.9	5.3	23.6	24.2	goed	23.6	24.2	goed	23.5	24.3	goed
E	30	23.9	4.9	23.5	24.3	goed	23.5	24.4	goed	23.3	24.5	goed
F	30	23.7	6.5	23.3	24.1	goed	23.2	24.2	goed	23.1	24.3	goed
G	32	24.0	5.8	23.6	24.3	goed	23.5	24.4	goed	23.4	24.6	goed
H	32	24.0	5.2	23.6	24.3	goed	23.5	24.4	goed	23.4	24.6	goed

Dataset : rot03mat μ : 17.4 σ : 1.04 vc : 5.9 %

steek proef	aan tal	gemid delde	vc%	90% betr interval			95% betr interval			99% betr interval		
				onder	boven	concl	onder	boven	concl	onder	boven	concl
B	64	17.5	5.9	17.3	17.7	goed	17.3	17.8	goed	17.2	17.9	goed
C	64	17.5	6.1	17.3	17.7	goed	17.3	17.8	goed	17.2	17.9	goed
D	56	17.4	5.9	17.2	17.6	goed	17.1	17.7	goed	17.0	17.7	goed
E	29	17.2	4.9	16.9	17.5	goed	16.8	17.5	goed	16.7	17.7	goed
F	29	17.7	6.1	17.3	18.0	goed	17.3	18.0	goed	17.2	18.2	goed
G	32	17.5	5.6	17.2	17.8	goed	17.1	17.9	goed	17.0	18.0	goed
H	28	17.4	6.1	17.1	17.7	goed	17.0	17.8	goed	16.9	17.9	goed

Dataset : rot04mat μ : 60.2 σ : 3.76 vc : 6.2 %

steek proef	aan tal	gemid delde	vc%	90% betr interval			95% betr interval			99% betr interval		
				onder	boven	concl	onder	boven	concl	onder	boven	concl
B	64	60.7	7.3	59.9	61.4	goed	59.7	61.6	goed	59.5	61.9	goed
C	64	60.3	6.9	59.6	61.1	goed	59.4	61.3	goed	59.1	61.5	goed
D	64	60.2	5.6	59.4	60.9	goed	59.2	61.1	goed	59.0	61.4	goed
E	30	57.8	4.9	56.6	58.9	fout	56.4	59.1	fout	56.0	59.5	fout
F	30	61.4	6.7	60.3	62.6	fout	60.1	62.8	goed	59.7	63.2	goed
G	32	60.4	7.0	59.3	61.5	goed	59.1	61.7	goed	58.7	62.1	goed
H	32	60.6	5.3	59.5	61.6	goed	59.3	61.9	goed	58.8	62.3	goed

BIJLAGE 3: Overzicht met betrouwbaarheidsintervallen voor de gebruikte simulatiesets

Dataset : rot66simul. μ : 66.2 σ : 0.50 vc : 0.8 %

steek proef	aan tal	gemid delde	vc%	90%betrinterval			95%betrinterval			99%betrinterval		
				onder	boven	concl	onder	boven	concl	onder	boven	concl
B	64	66.2	0.8	66.1	66.3	<i>goed</i>	66.1	66.4	<i>goed</i>	66.1	66.4	<i>goed</i>
C	64	66.2	0.2	66.0	66.3	<i>goed</i>	66.0	66.3	<i>goed</i>	66.0	66.3	<i>goed</i>
D	64	66.3	1.0	66.2	66.4	<i>goed</i>	66.2	66.4	<i>goed</i>	66.1	66.5	<i>goed</i>
E	30	66.0	0.4	65.9	66.2	<i>fout</i>	65.8	66.2	<i>fout</i>	65.8	66.3	<i>goed</i>
F	30	66.2	0.8	66.0	66.3	<i>goed</i>	66.0	66.4	<i>goed</i>	65.9	66.4	<i>goed</i>
G	32	66.2	0.2	66.0	66.3	<i>goed</i>	66.0	66.3	<i>goed</i>	65.9	66.4	<i>goed</i>
H	32	66.3	1.0	66.2	66.4	<i>goed</i>	66.1	66.5	<i>goed</i>	66.1	66.5	<i>goed</i>
I	16	66.2	0.2	66.0	66.5	<i>goed</i>	66.0	66.5	<i>goed</i>	65.9	66.6	<i>goed</i>
J	16	65.7	0.2	65.5	66.0	<i>fout</i>	65.5	66.0	<i>fout</i>	65.4	66.1	<i>fout</i>

Dataset: simulatie 1 PTG μ : 8.8 σ : 1.04 vc : 11.7 %

steek proef	aan tal	gemid delde	vc%	90%betrinterval			95%betrinterval			99%betrinterval		
				onder	boven	concl	onder	boven	concl	onder	boven	concl
B	120	8.8	9.1	8.7	9.0	<i>goed</i>	8.6	9.0	<i>goed</i>	8.6	9.1	<i>goed</i>
C	120	8.9	11.8	8.7	9.0	<i>goed</i>	8.7	9.0	<i>goed</i>	8.6	9.1	<i>goed</i>
D	120	8.9	11.8	8.7	9.0	<i>goed</i>	8.7	9.0	<i>goed</i>	8.6	9.1	<i>goed</i>
E	42	8.5	12.7	8.3	8.8	<i>fout</i>	8.2	8.8	<i>fout</i>	8.1	8.9	<i>goed</i>
F	42	8.8	13.6	8.5	9.0	<i>goed</i>	8.5	9.1	<i>goed</i>	8.4	9.2	<i>goed</i>
G	60	8.9	11.8	8.6	9.1	<i>goed</i>	8.6	9.1	<i>goed</i>	8.5	9.2	<i>goed</i>
H	60	8.9	11.8	8.6	9.1	<i>goed</i>	8.6	9.1	<i>goed</i>	8.5	9.2	<i>goed</i>
I	30	8.8	11.8	8.5	9.2	<i>goed</i>	8.5	9.2	<i>goed</i>	8.4	9.3	<i>goed</i>
J	30	8.9	12.0	8.5	9.2	<i>goed</i>	8.5	9.2	<i>goed</i>	8.4	9.3	<i>goed</i>

Dataset: simulatie 2 PTG μ : 8.8 σ : 0.78 vc : 11.7 %

steek proef	aan tal	gemid delde	vc%	90%betrinterval			95%betrinterval			99%betrinterval		
				onder	boven	concl	onder	boven	concl	onder	boven	concl
B	120	8.8	9.1	8.7	9.0	<i>goed</i>	8.6	9.0	<i>goed</i>	8.6	9.1	<i>goed</i>
C	120	8.9	11.8	8.7	9.0	<i>goed</i>	8.7	9.0	<i>goed</i>	8.6	9.1	<i>goed</i>
D	120	8.9	11.8	8.7	9.0	<i>goed</i>	8.7	9.0	<i>goed</i>	8.6	9.1	<i>goed</i>
E	42	8.5	12.7	8.3	8.8	<i>fout</i>	8.2	8.8	<i>fout</i>	8.1	8.9	<i>goed</i>
F	42	8.8	13.6	8.5	9.0	<i>goed</i>	8.5	9.1	<i>goed</i>	8.4	9.2	<i>goed</i>
G	60	8.9	11.8	8.6	9.1	<i>goed</i>	8.6	9.1	<i>goed</i>	8.5	9.2	<i>goed</i>
H	60	8.9	11.8	8.6	9.1	<i>goed</i>	8.6	9.1	<i>goed</i>	8.5	9.2	<i>goed</i>
I	30	8.8	11.8	8.5	9.2	<i>goed</i>	8.5	9.2	<i>goed</i>	8.4	9.3	<i>goed</i>
J	30	8.9	12.0	8.5	9.2	<i>goed</i>	8.5	9.2	<i>goed</i>	8.4	9.3	<i>goed</i>