



This article is the third and final in this three part series on the design norms for micro irrigation systems. It describes the process followed to design an irrigation block that applies water uniformly, using the design parameters already introduced, such as the manufacturers' coefficient of variation (CV) and the emitter uniformity (EU).

### INLEIDING

In Deel 1 en 2 van hierdie reeks artikels is die belangrikheid van die ontwerp van 'n besproeiingstelsel wat uniforme watertoediening verseker, bespreek. Die uniformiteit van 'n nuwe besproeiingstelsel hang af van:

- Die ontwerpsnorme wat toegepas word tydens die hidrouliese berekening, en
- Die kwaliteit van die emitters wat gebruik word.

Om vir beide van hierdie faktore voorsiening te maak, word daar tydens die ontwerp-proses van 'n ontwerpsparameter genaamd die "uitlaat-uniformiteit" (EU) gebruik gemaak om 'n stelsel te ontwerp.

#### Definisie:

Die EU is 'n statistiese parameter wat 'n aanduiding gee van hoe uniform emitters water lewer binne 'n besproeiingsblok onder ideale ontwerpsomstandighede.

Die EU word gedefinieer as:

$$EU = 100 \times \left( 1 - \frac{1.27 \times CV}{\sqrt{n}} \right) \times \left( \frac{q_{e \min}}{q_{e \text{ gem}}} \right)$$

Vergelyking 1



waar:

**EU** = **Uitlaat-uniformiteit (%)**

**$q_{e\ min}$**  = **die minimum toelaatbare emitterlewering (l/h),**

**$q_{e\ gem}$**  = **die gemiddelde (ontwerp) emitterlewering (l/h), volgens beplanningsberekeninge,**

**CV** = **die vervaardigingskoeffisiënt van variasie volgens die vervaardiger van die emitter (fraksie), en**

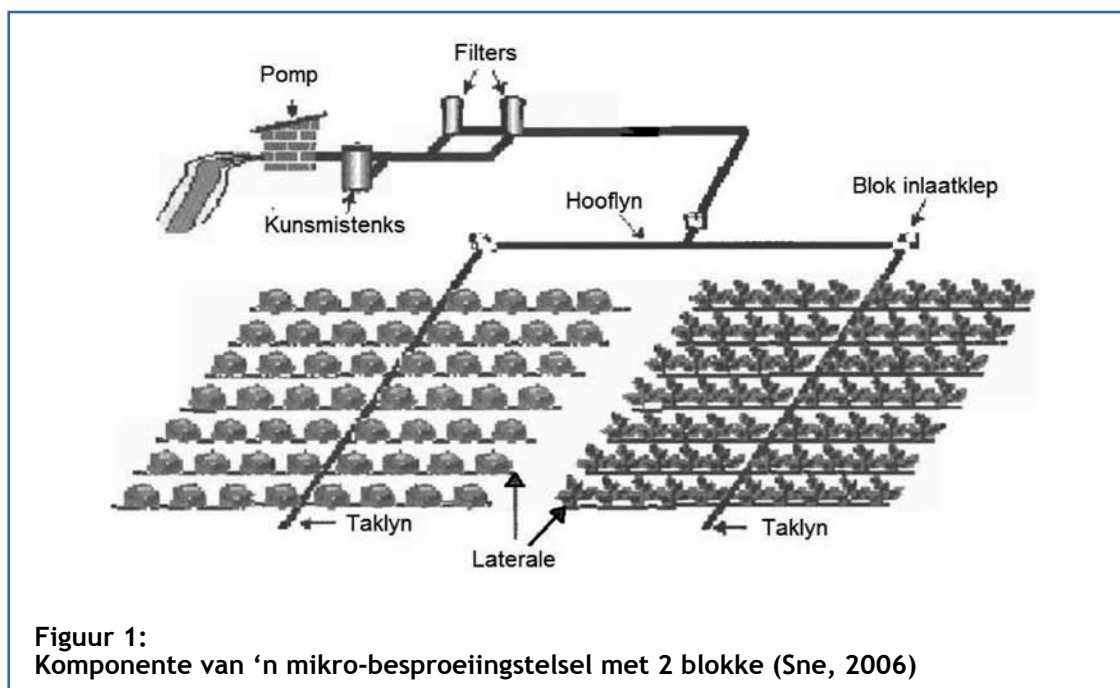
**n** = **die aantal emitters per plant (volgens die stelsel-uitleg)**

Die EU waarde is die beginpunt van die ontwerpproses – dit word gebruik om die toelaatbare leweringsvariasie van die stelsel te bereken, wat dan weer gebruik word om die hidrouliese vereistes van die stelsel bepaal en daardeur die grootte en lengte van die pype beïnvloed (en dus ook die koste van die stelsel).

### ONTWERP VAN DIE BESPROEINGSBLOK

Die ontwerpproses van die besproeiingsblok vind plaas nadat die stelselbeplanning uitgevoer is, en behels die volgende stappe, wat aangepas word afhangend van die tipe emitter wat gebruik word (druk-sensitief/druk-kompenserend):

1. Kies 'n toepaslike emitter vanaf 'n vervaardiger se katalogus (wat  $q_{e\ gem}$  kan lewer en 'n lae CV waarde het)
2. Bepaal die verlangde uitlaat-uniformiteit (EU) vanaf die SABI norme
3. Bereken die ooreenstemmende toelaatbare drukvariasie ( $\Delta p$ ) in die blok
4. Verdeel die drukvariasie tussen die laterale en taklyne (laterale: pype waarop die emitters gemonteer is; taklyne: die pype wat die laterale aan mekaar verbind – sien figuur 1)
5. Ontwerp die laterale (bepaal diameters van pylengtes)
6. Ontwerp die taklyn (bepaal pyp lengtes en diameters)
7. Bereken die druk en vloei by die inlaat van die blok
8. Bereken die finale EU vir die blok en vergelyk met die verlangde norm



**Figuur 1:**  
**Komponente van 'n mikro-besproeiingstelsel met 2 blokke (Sne, 2006)**

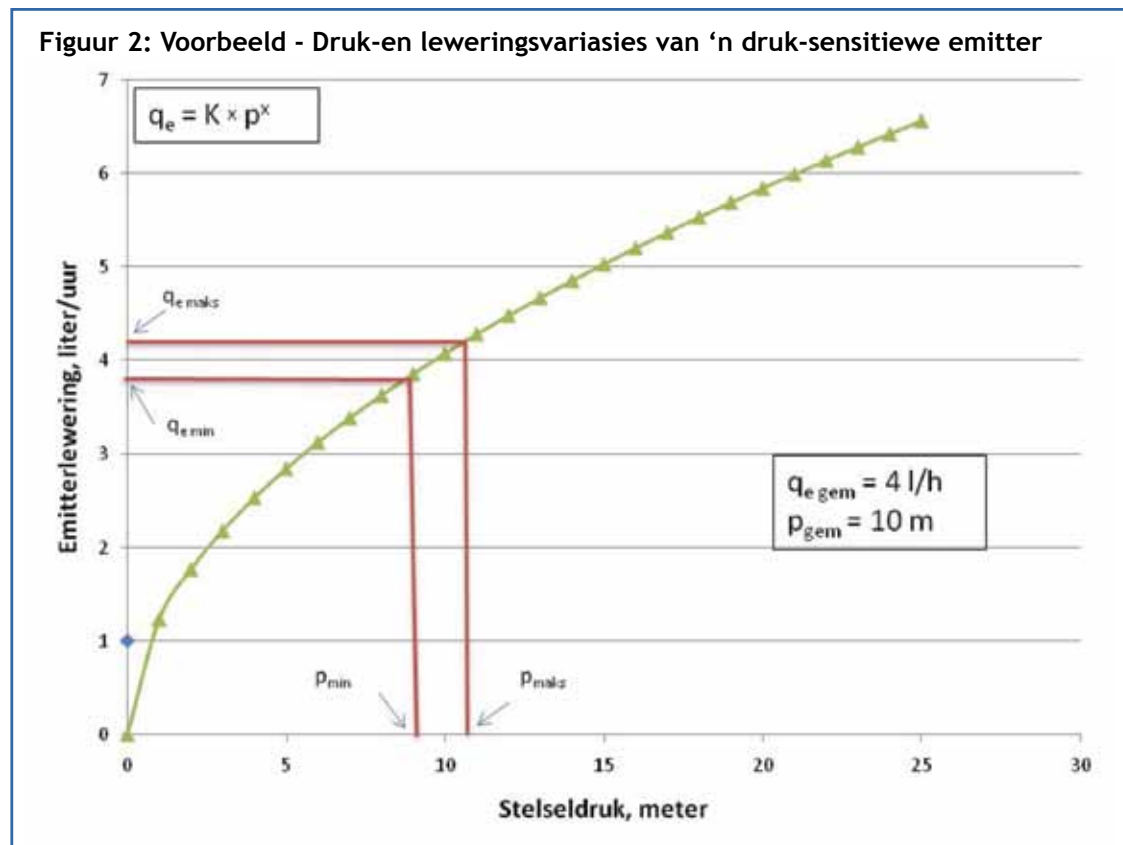


Punte 1 en 2 is reeds in die eerste 2 artikels aangespreek, en die res van die ontwerpproses word dus hier behandel.

### BEREKENING VAN $\Delta p$ : DRUK-SENSITIEWE EMITTERS

Om 'n besproeiingsblok te ontwerp (bepaling van pyp lengtes en groottes), moet daar eers bereken word wat is die maksimum toelaatbare drukvariasie in die blok.

Soos gesien in die voorbeeld in Figuur 2, word die drukvariasie (of  $\Delta p = p_{maks} - p_{min}$ ) van 'n druk-sensitiewe emitter bepaal deur die leweringsvariasie (of  $\Delta q_e = q_{e maks} - q_{e min}$ ), wat weer op sy beurt deur die EU bepaal word.



Die toelaatbare variasies ( $p_{min}$ ,  $p_{maks}$ ,  $q_{e min}$  en  $q_{e maks}$ ) hang ook af van die waarde van  $x$ , die emitterlewerings eksponent wat die helling van die grafiek bepaal.

Die maksimum toelaatbare drukvariasie  $\Delta p$ , kan wiskundig benader word uit vergelykings 2, 3 en 4:

$$\frac{p_{min}}{p_{gem}} = \left( \frac{q_{e min}}{q_{e gem}} \right)^{\left( \frac{1}{x} \right)}$$

Vergelyking 2

$$\Delta p = 2.5 \times (p_{gem} - p_{min})$$

Vergelyking 3



$$p_{maks} = p_{min} + \Delta p$$

Vergelyking 4

Ouer ontwerpbenaderings het hierdie berekeninge omseil en was gebaseer op duimreëls soos 'n maksimum toelaatbare drukvariasie van 20% . Hierdie benaderings het nie die CV of die x van die emitters in ag geneem nie, en die benaderings kon dus lei tot die ontwerp van stelsels met 'n groter leweringsvariasie as verlang, en dus swak uitlaat-uniformiteit.

Die volgende tabel van Sne (2006) toon die verband tussen drukvariasie, leweringsvariasie en die leweringseksponent, x, vir 'n emitter met 'n CV van 0.05.

**Tabel 1: Invloed van die x-waarde op die druk-en leweringsvariasie van emitters (Sne, 2006)**

Ekspont (x)	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8
Drukvariasie (%)	Leweringsvariasie (%)				
10	3.9	4.8	5.9	6.9	7.9
20	7.6	9.5	11.6	13.6	15.7
30	11.1	14.0	17.1	20.2	23.3
40	14.4	18.3	22.3	26.6	30.9
50	17.6	22.5	27.5	32.8	38.3

Daar kan in die tabel gesien word dat die ou "20% drukvariasie = 10% leweringsvariasie" duimreël slegs geldig is indien die emitter se leweringseksponent ongeveer 0.5 of kleiner is (en die CV kleiner of gelyk aan 0.05 is). Hoe kleiner die x-waarde van die emitter, hoe groter dus die toelaatbare drukvariasie vir dieselfde leweringsvariasie. Dit beteken 'n meer ekonomiese stelsel kan ontwerp word vir die produsent indien 'n drupper met 'n lae x-waarde gebruik word – die groter toelaatbare drukvariasie maak dit moontlik om kleiner pypdiameters te gebruik.

'n Leweringsvariasie van 10% is onder meeste omstandighede aanvaarbaar en haalbaar. Die gebruik van die EU benadering soos hierbo verduidelik lei onder sekere omstandighede tot leweringsvariasies groter as 10%, en die besproeiingsontwerper moet besluit of dit aanvaarbaar is, veral indien 'n gewas slegs van besproeiingswater afhanklik is, of indien bemesting saam met die besproeiingswater toegedien word

#### TER OPSOMMING DUS VIR DRUK-SENSITIEWE EMITTERS:

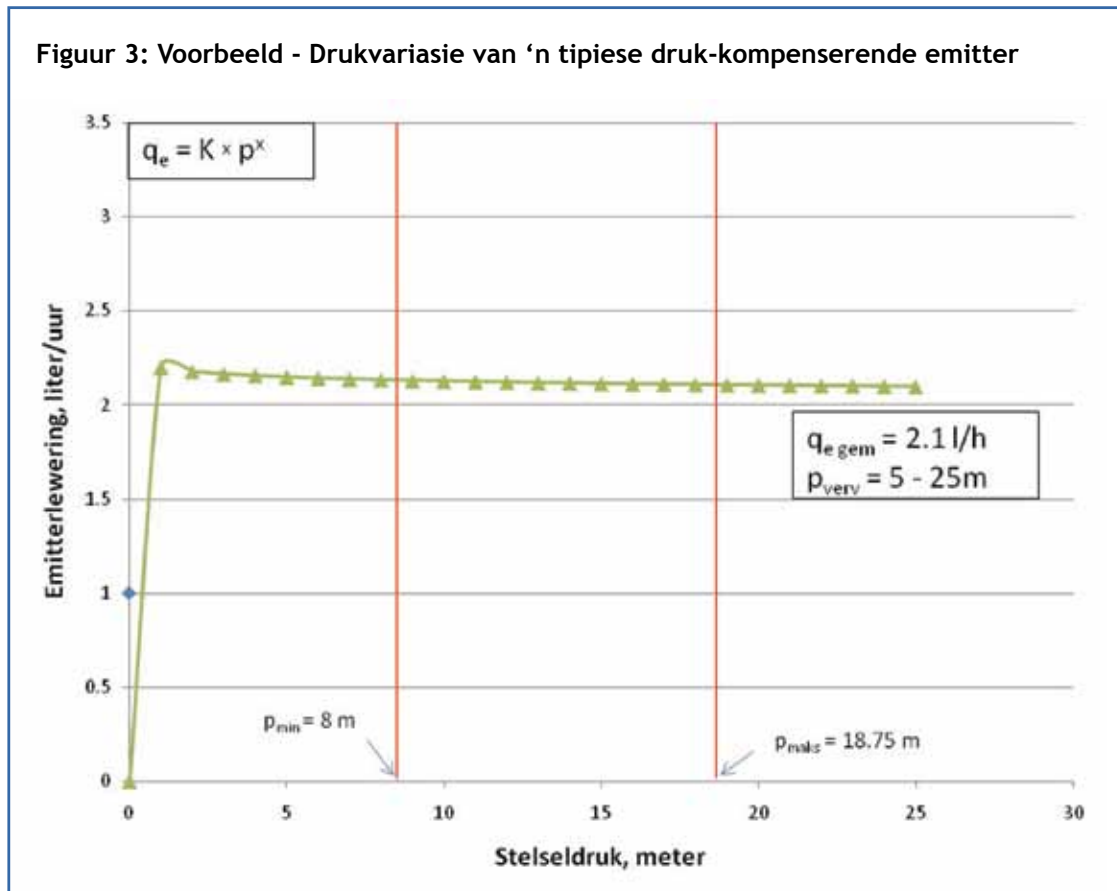
- Gebruik die huidige maksimum 20 % drukvariasie norm om  $\Delta p$  te bepaal indien, vir die gekose emitter, die  $CV \leq 0.05$  en die  $x < 0.55$  is
- Alternatiewelik, gebruik die toepaslike EU norm vir die omstandighede, en:
  - Bereken die  $q_{e_{min}} : q_{e_{gem}}$  verhouding met vergelyking 1
  - Bereken  $\Delta p$  ( $p_{min}$  en  $p_{maks}$ ) met vergelykings 2, 3 en 4

#### BEREKENING VAN $\Delta p$ : DRUK-KOMPENSERENDE EMITTERS

Tipiese drukgekompeenseerde emitters het 'n teoretiese x-waarde van 0, alhoewel in die praktyk bewys is dat waardes van 0,1 – 0, 2 meer prakties van aard is. Die resultaat is egter 'n relatiewe plat grafiek met min leweringsvariasie oor 'n wye drukspektrum (Figuur 3).



**Figuur 3: Voorbeeld - Drukvariasie van 'n tipiese druk-kompenserende emitter**



Die gebruik van druk-kompenserende emitters vereenvoudig die ontwerpproses aansienlik, aangesien die toelaatbare drukvariasie baie groot is vir 'n baie klein leweringsvariasie van 'n emitter. Die bepaling van  $\Delta p$  met behulp van die EU vergelyking is nie hier van toepassing nie - die vervaardiger spesifiseer die minimum and maksimum druk waarbinne die emitter 'n konstante lewering behoort te gee. Om egter voorsiening te maak vir slytasie oor die stelsel se leeftydperk, is die aanbeveling in praktyk egter dat:

- $p_{\text{min}} = 8 \text{ m}$
- $p_{\text{maks}} = 75\%$  van die vervaardiger se aanbevole maksimum druk

Vir die emitter soos getoon in Figuur 3, is  $p_{\text{min}}$  dus 8 m en  $p_{\text{maks}} = 18.75 \text{ m}$  ( $= 0.75 \times 25 \text{ m}$ ), 'n toelaatbare drukvariasie van 10.75 m, wat baie groter is as die tipiese  $\pm 2 \text{ m}$  (20% van 10m nominale werksdruk) van druksensitiewe emitters.

### VERDELING VAN DIE TOELAATBARE DRUKVARIASIE TUSSEN DIE LATERALE EN TAKLYN

Die proporsionele verdeling van die drukvariasie tussen laterale en taklyne moet op hierdie stadium gedoen word. Daar kan onderskei word tussen twee verskillende komponentsamestellings:

- **Drupstelsels met in-lyn of binne-in-lyn emitters** is beperk tot 'n keuse tussen slegs enkele beskikbare lateraaldiameters. Dit het tot gevolg dat dit 'n relatiewe groot gedeelte van die beskikbare drukvariasie benodig word om die laterale binne praktiese en ekonomiese parameters te ontwerp. Gewoonlik word dus slegs 'n nominale drukvariasie van 0,5 m aan die taklyn toegeken en die res aan die drupperlyn. Dit is egter nie 'n vaste reël nie en kan gewysig word volgens omstandighede, solank die totale  $\Delta p$  net nie in die blok oorskry word nie.



- **Mikrostelsels, en aan-lyn drupstelsels**, gebruik standaard poliëtileenpyp vir laterale sowel as vir taklyne. Die keuse van beskikbare diameters is dus in geheel groter vir die laterale, en is ook identies vir die taklyne. Dieselfde argument is geldig vir PVC taklyne. Dit is dus standaardgebruik om af te skop met 'n gelyke verdeling van die beskikbare drukvariasie tussen die laterale en die taklyne, en, indien nodig, die verdeling tydens die ontwerpproses te wysig. 'n Geldige rede vir 'n wysiging kan ontstaan wanneer daar 'n groot verskil in topografiese helling is tussen die twee komponente, of waar langer laterale meer ekonomies ontwerp kan word met kleiner diameters pyp.

## ONTWERP VAN LATERALE EN TAKLYNE

Die volgende stap in die ontwerpproses is om die drukvariasie te gebruik om die lengte en grootte van die laterale en taklyne te bepaal wat sal verseker dat die totale drukvariasie nie oorskry word nie. 'n Goeie begrip van pyhidroulika word hiervoor vereis en die gebruik van rekenaarprogramme versnel en vergemaklik die proses.

## BEREKENING VAN DIE DRUK EN VLOEI BY DIE BLOK-INLAAT

Nadat die blok ontwerp is, moet die ideale druk soos benodig by die inlaat van die blok bereken word, tesame met die vloei benodig. Hierdie twee aspekte sal weer gebruik word om die hooflyn en pomp van die stelsel te ontwerp.

## BEREKEN DIE FINALE EU VAN DIE BLOK EN VERGELYK MET DIE VERLANGDE NORM

Laastens moet die EU waarde van die blok soos ontwerp bereken word om te verseker dat dit aan die norm voldoen.

## SAMEVATTING

Tydens die ontwerp van mikrospruit en drup-besproeiingstelsels moet die volgende inaggeneem word:

- Gebruik kwaliteit emitters met 'n lae CV waarde
- Laat die stelsel ontwerp word deur 'n goedgekeurde ontwerper, vir 'n stelsel met 'n hoë EU waarde.
- Bedryf te stelsel korrek deur die druk en vloei by die inlaat te monitor en met die ideale (ontwerps) waardes te vergelyk.
- Onderhou die stelsel korrek nadat dit in bedryf gestel is - gereelde spoel van die laterale sowel as onderhoud op die filter sal voorkom dat emitters ontydig verstop en oneweredige watertoediening voorkom.

Hierdie is die laaste artikel in die reeks oor mikro-besproeiing ontwerpnorme. In die volgende uitgawe van die SABI tydskrif sal daar gekyk word na riglyne vir die keuse en ontwerp van filters.

## VERWYSINGS

1. Burt, C.M. & Styles, S.W. 1999. Drip and micro irrigation for trees, vines and row crops. Irrigation Training and Research centre, California Polytechnic State University, San Luis Obispo, USA.
2. Heyns, J. H. 2003. Besproeiingsontwerphandleiding. LNR-Instituut vir Landbou-Ingenieurswese. RSA.
3. Keller, J. & Bliesner, R.D. 1990. Sprinkler and trickle irrigation. Chapman-Hall, USA.
4. Sne, M. 2006. Micro-irrigation in arid and semi-arid regions. International Commission on Irrigation and Drainage. New Delhi, India.