



# Slimme irrigatietechnieken in de maïs in Noord - Limburg

Eindverslag

# COLOFON

Dit projectverslag is te raadplegen via : <https://www.pvl-vzw.be/projecten/slimme-irrigatietechnieken-in-de-mais-in-noord-limburg/>

Tekst : Stef Keppens

Foto's: Stef Keppens

Vormgeving : Lore Luys

Versie : Februari 2024

## Dank aan

De auteur dankt iedereen voor de medewerking aan het project 'Slimme irrigatietechnieken in de maïs in Noord-Limburg'. De ondersteuning bij het aanleveren van de tekst, gegevens en beeldmateriaal. Bijzondere dank aan de Provincie Limburg



Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, en/of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of op enige manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de auteurs.

# PARTNERS

## **PVL VZW**

Kaulillerweg 3

3950 Bocholt



## **Met de steun van**

### **Provincie Limburg**

Universiteitslaan 1

3500 Hasselt



# INHOUDSOPGAVE

1	Inleiding.....	5
2	Principe.....	6
3	Proeflocatie en opzet .....	7
3.1	Proefopzet .....	9
3.2	Uitvoerdata.....	10
4	Resultaten en proefoogst.....	11
4.1	Teeltjaar 2022.....	11
4.1.1	Beschrijving watergift.....	11
4.1.2	Waarnemingen voor oogst.....	11
4.1.3	Oogstgegevens .....	12
4.1.4	Statistische gegevens .....	13
4.1.5	Economische impact .....	14
4.2	Teeltjaar 2023.....	15
4.2.1	Opkomst .....	15
4.2.2	Watersgift, neerslag en zuigspanning.....	15
4.2.3	Waarnemingen voor oogst.....	19
4.2.4	Oogstgegevens .....	21
4.2.5	Kwaliteit.....	21
4.2.6	Economische impact .....	23
5	Besluit.....	24
5.1	Teeltjaar 2022.....	24
5.2	Teeltjaar 2023.....	25
6	Conclusie .....	29
7	Praktische tips .....	30
8	Kostprijsraming .....	31
9	Chronologisch overzicht activiteiten.....	34
	Lijst van figuren en tabellen .....	36

# 1 INLEIDING

Beregenen is bij ons, in het noorden van Limburg, een sterk ingeburgerde praktijk. Op die manier zijn melkveehouders zeker van een redelijke maïsoogst, ook in de steeds meer voorkomende droge jaren.

Vandaag gebeurt dit bijna uitsluitend met beregeningshaspels. Deze irrigatiemethode doet wat het moet doen, maar het kan nog altijd efficiënter. Daarom werd er in het project “Slimme irrigatietechnieken in de maïs in Noord-Limburg” ook gekeken naar de mogelijkheden van druppelirrigatie in maïs.

Druppelirrigatie zou dan ook verschillende voordelen bieden ten opzichte van haspelberegening. Zo zou er met druppelirrigatie minder water verloren gaan door bijvoorbeeld wind of via verdamping voordat het werd opgenomen door de plant.

Het is echter niet enkel de vermoedelijk hogere waterefficiëntie die druppelirrigatie zo interessant maakt. Ook arbeidsgemak speelt een rol. Zo is haspelberegening tijdens droogte zeer arbeidsintensief terwijl druppelirrigatie, eens aangelegd, weinig arbeid vraagt tijdens het groeiseizoen. Verder wordt er bij haspelberegening ook al een deel van het areaal platgereden door de haspel, terwijl dit niet het geval is bij druppelirrigatie. Ook naar ziektedruk, energiebesparing en kwaliteit van de maïs zou druppelirrigatie een voordeel kunnen bieden.

Het is echter wel zo dat heel wat druppelslangen ieder jaar aangelegd en opgeruimd moeten worden, wat in die periodes heel wat werk en afval oplevert. Er zijn echter ook duurzamere slangen op de markt die meerdere jaren kunnen meegaan, al hangt hier ook een hogere initiële kostprijs aan vast.

## 2 PRINCIPE

Het principe van druppelirrigatie is vrij eenvoudig. Het water wordt via aanvoerleidingen naar de druppelslangen gepompt (aan lagere debieten dan bij haspelberegening). Achter de pomp wordt er een filter geplaatst, deze helpt verstoppingen van de emitters in de druppelslangen te voorkomen.

Tussen de pomp en de aanvoerleidingen op het perceel worden er gestuurde kleppen geplaatst, die verbonden worden met een besturingscomputer. Deze kan ook online worden aangestuurd. Op die manier kan er een standaard tijdschema worden ingesteld maar kan de landbouwer eventueel ook van thuis uit via zijn smartphone/pc de druppelirrigatie aanzetten.

Er zijn ook verschillende soorten bodemvochtsensoren die kunnen assisteren bij de beslissing of er al dan niet gestart wordt met irrigeren. Zo kan er bijvoorbeeld een melding naar je smartphone gestuurd worden, wanneer er een bepaalde zelfingestelde grenswaarde wordt overschreden.

De druppelslangen kunnen echter op verschillende manieren worden aangelegd. Zowel de plaatsing ten opzichte van de maïsrijen, de soort druppelslang, het aantal slangen over de perceelsbreedte als de diepte waarop deze worden gelegd kunnen variëren. Rond de meest optimale plaatsing heerst er nog onduidelijkheid.

# 3 PROEFLOCATIE EN OPZET

In 2022 werd de proef werd aangelegd op een 12 ha groot zandperceel waarop monocultuur (korrel)mais werd geteeld zonder frequente toepassing van groenbedekkers en een hydrant aanwezig is. Er werd hier ook een bodemscan gemaakt zodat de proefplotten op gelijkende bodem aangelegd worden.

De druppelirrigatie objecten werden aangelegd op een plot van 37,5 meter breed en 60 meter lang. De toepassingsbreedte van de objecten bedroeg 7,5 meter (10 maïsrijen). Voor elk object werden 2 afgemeten proefoogsten uitgevoerd voor opbrengstbepalingen.

Verschillende soorten slangen, aanlegdiepte en aantal druppelslangen werden hierbij getest, alsook een object dat beregend werd o.b.v. een bodemvochtsensor. Deze druppelirrigatie objecten werden aangelegd met een machine van een lokale landbouwer, die deze gebruikt voor het ondiep leggen van kleine drainagebuizen.

Er werd gewerkt met een wateropslag (i.v.v. een mestzak) om de hydrant ook nog beschikbaar te houden voor de haspelberegening op de rest van het perceel. Aan de mestzak werd er een pomp verbonden die het water via de kleppen, die gestuurd werden door een beregeningscomputer, tot bij de te irrigeren proefobjecten pompt.

Het controleobject zonder beregening lag in het verlengde van het druppelirrigatieplot. De gehaspelde controle lag 140 meter verderop in het perceel (zie Figuur 1).



Figuur 1 Proefplan teeltjaar 2022

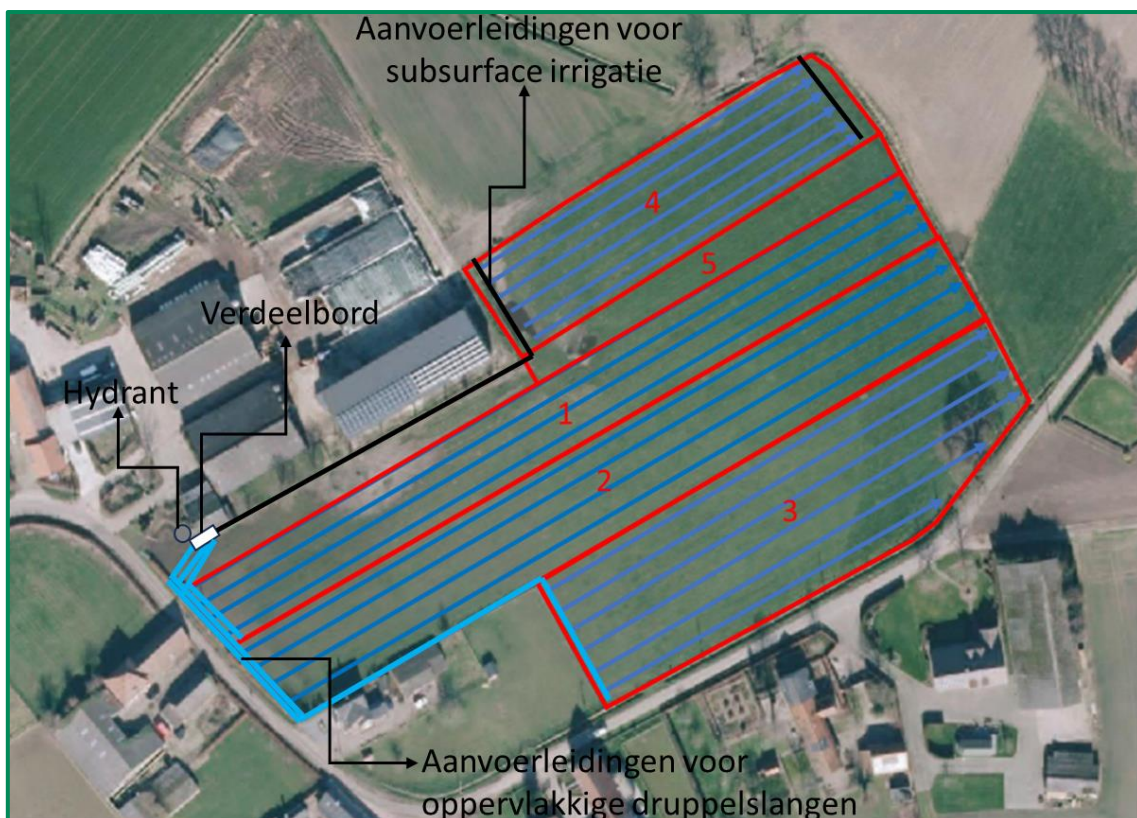
Gedurende het groeiseizoen werd de proef 4 x beregend met, naar schatting van de landbouwer, 20 liter/m<sup>2</sup>. De watergift door de druppelirrigatie werd berekend en ingesteld aan de hand van de fabrikantgegevens van de druppelslangen (l/m\*min) en de looptijd (min).

Helaas kon de proef in 2023 niet verdergezet worden op hetzelfde perceel. De proef werd daarom aangelegd op een 2,7 ha groot zandperceel waarop snijmais werd geteeld, na het scheuren van meerjarig begraasd grasland.

Op het volledige perceel werd er druppelirrigatie aangelegd, met uitzondering van een kleiner object waarop geen irrigatie plaatsvond (zie Figuur 2).

Er werden 4 verschillende druppelirrigatie objecten aangelegd. Waaronder ook een object waarbij er met subsurface irrigatie werd gewerkt (Zone 4). Hierbij worden er duurzame slangen gelegd op zo'n 30 cm diepte tussen iedere maïsrij. Deze slangen blijven dan ook meerdere jaren aanliggen.

De andere objecten zijn steeds aangelegd met éénjarige druppelslangen om de maïsrij. Dit vanwege de dubbel zo hoge jaarlijkse kost wanneer de slangen tussen iedere maïsrij worden gelegd. De druppelirrigatie werd aangelegd met behulp van een zelfgemaakte machine. De ervaringen met het machine van het voorgaande teeltjaar kwamen hierbij goed van pas. Het systeem werd geregeld door een verdeelbord, aan te sturen via laptop of smartphone.



Figuur 2 Proefplan teeltjaar 2023



De watergift door de druppelirrigatie werd bijgehouden via een debietmeter. Er werden sensoren geplaatst om de zuigspanning te meten. Deze werden weergegeven op een online dashboard, waardoor ze ook bruikbaar waren als beslissingsondersteuning voor het al dan niet opzetten van de druppelirrigatie.

Tijdens het teeltjaar 2023 was er enkel een drogere periode in het voorjaar, tijdens de meest cruciale fase voor maïs viel er voldoende neerslag. Om die reden werd er vroeg begonnen met irrigeren op 8 juni en werd de druppelirrigatie op 23 juli al voor de laatste keer opgezet.

## 3.1 Proefopzet

Tabel 1 Proefopzet 2022

Object	Irrigatie methode	Type slang	Diepte (cm)	Aantal rijen per slang	Watergift t.o.v. haspel
NB	Geen	/	/	/	0
HB	Haspel	/	/	/	100
TT	Drip	T-tape	5	2	100
DD	Drip	Duurzaam	30	2	100
DM	Drip	Middel	30	1	100
TT70	Drip	T-tape	5	2	70
TTS	Drip	T-tape	5	2	100

Tabel 2 Proefopzet 2023

Object	Irrigatie methode	Type slang	Diepte (cm)	Aantal rijen per slang	Watergift t.o.v. advies
NB	Geen	/	/	/	0
Zone 1	Drip	T-tape	5	2	100
Zone 2	Drip	T-tape	5	2	135
Zone 3	Drip	T-tape	5	2	119
Zone 4	Drip	Duurzaam	30	1	246

## 3.2 Uitvoerdata

Tabel 3 Uitvoerdata 2022

	Datum
Zaai	21/04/2022
Start beregening	21/06/2022
Einde beregening	10/08/2022
Proefoogst	30/08/2022 (silomaïs)
Oogst perceel	12/10/2022 (korrelmaïs)

Tabel 4 Uitvoerdata 2023

	DATUM
Zaai	16/05/2023
Start irrigatie	08/06/2023
Einde irrigatie	23/07/2023
Proefoogst	02/10/2023

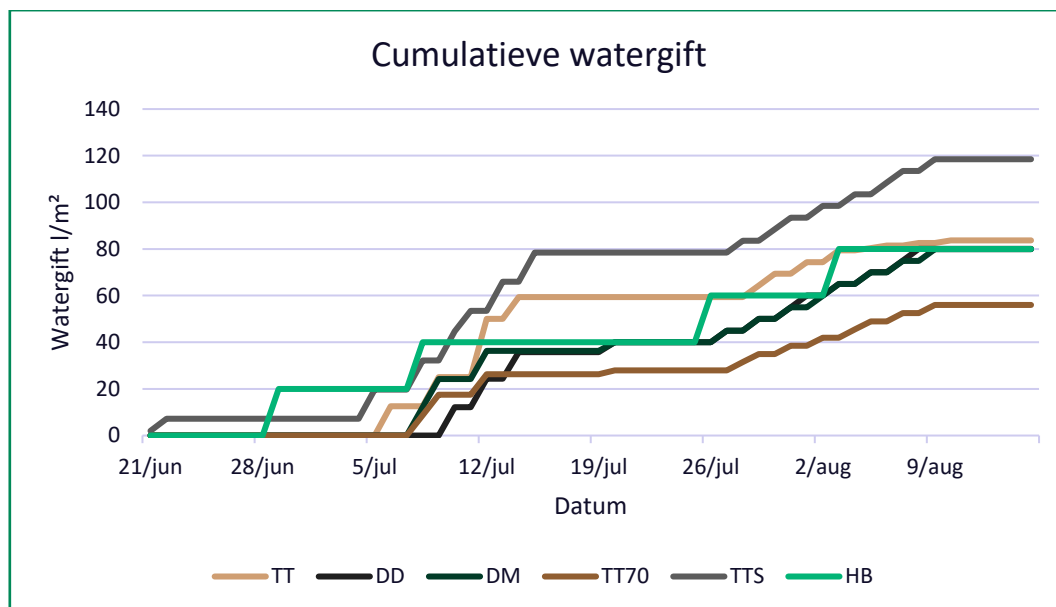
# 4 RESULTATEN EN PROEFOOGST

## 4.1 Teeltjaar 2022

### 4.1.1 Beschrijving watergift

29 juni begon de landbouwer te beregenen met zijn haspel. Het object met sensor kreeg 21 juni reeds een eerste beperkte watergift bij de opstart van de druppelirrigatie. Wegens enkele problemen met de installatie, kon de druppelirrigatie pas 5 juli terug worden ingezet.

Tijdens de bloei midden juli werd er geen haspelberegening gedaan (zodat de bevruchting niet belemmerd werd door het “wegberegenen” van het stuifmeel en dus kolfvorming niet in het gedrang kwam), en daarom werd in deze periode ook tijdelijk de druppelirrigatie stopgezet. De 4de en laatste haspelbeurt begon 3 augustus. Om tot eenzelfde watergift te komen liep de druppelirrigatie nog tot 10 augustus.



Figuur 3 Cumulatieve watergift tijdens teeltseizoen 2022

### 4.1.2 Waarnemingen voor oogst

Voor uitvoering van de oogst werd er gescoord op aantal wandelstokken, stengelbreuk, legering en builenbrand. Binnen de gescoorde herhalingen werden er geen wandelstokken of stengelbreuk aangetroffen. 1 keer werd er legering aangetroffen bij een druppelirrigatieobject, maar de oorzaak hiervan kan ook gedeeltelijke vertrapping zijn bij het herstellen van lekken bij de druppelstralen. Builenbrand werd wel waargenomen, maar ook aan zodanig lage aantallen (soms 1 waarneming per herhaling, maar meestal 0) en zonder duidelijke verschillen tussen de proefobjecten, waardoor geen éénduidige conclusie getrokken kon worden.

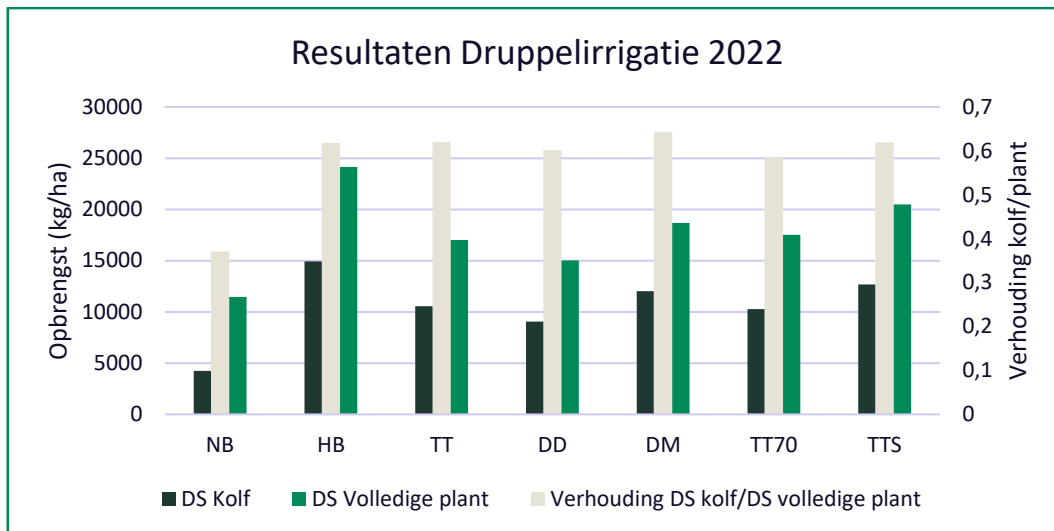
### 4.1.3 Oogstgegevens

Tabel 5 Proefopbrengsten druppelirrigatie proef 2022

Object	Kolf + schutbladeren			Volledige plant		
	Gem. vers opbrengst (kg/ha)	Gem. DS-opbrengst (kg/ha)	Rel. DS-opbrengst (%)	Gem. vers opbrengst (ton/ha)	Gem. DS-opbrengst (ton/ha)	Rel. DS-opbrengst (%)
NB	7619,0	4248,6	100	31,0	11,45	100
HB	26031,7	14917,4	351,1	62,9	24,15	210,9
TT	17142,9	10566,1	248,7	41,4	17,03	148,7
DD	15238,1	9039,4	212,8	36,7	15,01	131,1
DM	18571,4	12023,6	283,0	40,5	18,69	163,2
TT70	15714,3	10259,2	241,5	37,1	17,52	153,0
TTS	20000,0	12680,0	298,5	42,9	20,48	178,9

Zoals te zien in Tabel 5, had het niet beregende object (NB) een beduidend lagere opbrengst dan alle andere behandelingen. Eveneens is er te zien dat het uitblijven van beregening een sterk negatieve invloed had op de totale kolfopbrengst als het relatieve kolfaandeel van de volledige plant (Figuur 4). Het object beregend met de haspel (HB) bleek dan weer een hogere opbrengst te realiseren dan eender welk druppelirrigatie-object. Enkele bedenkingen rond dit resultaat in het besluit.

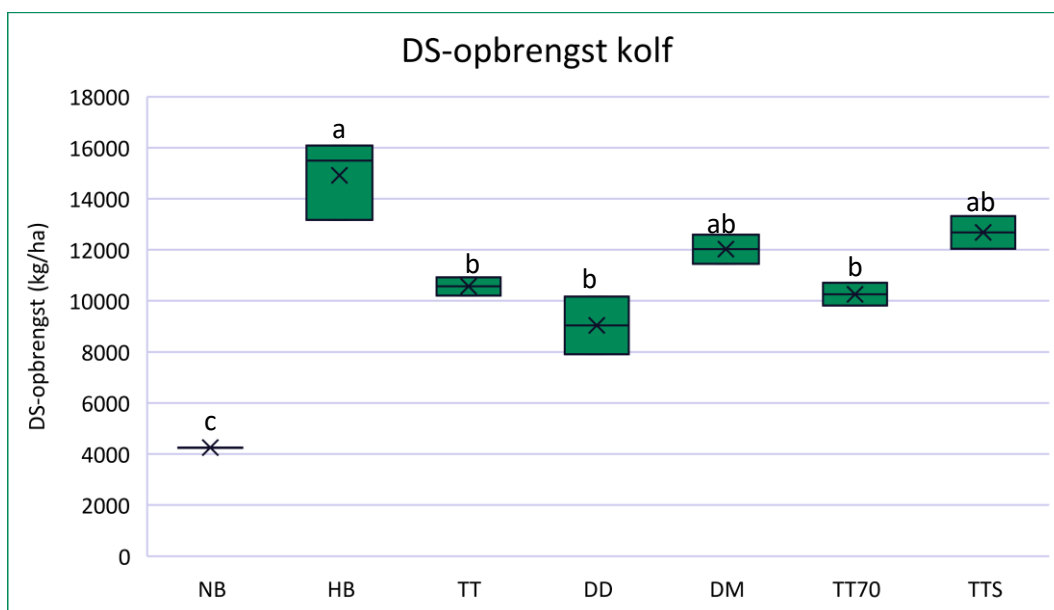
Binnen de druppelirrigatie-objecten wordt er de hoogste opbrengst gehaald bij het object met sensor (TTS). Dit object kreeg dan ook meer water dan alle andere objecten, ongeveer 120 l/m<sup>2</sup> in plaats van 80 l/m<sup>2</sup> zoals bij de meeste objecten (Figuur 3). Ondanks deze aanzienlijk hogere watergift blijkt de opbrengst toch lager dan het gehaspelde plot. Ondanks dat object TT70 slechts 56 l/m<sup>2</sup> kreeg, bleek deze niet de laagste opbrengst te hebben. Deze werd waargenomen bij object DD met de duurzame darmen die ook dieper in de bodem lagen. Object DM deed het dan weer redelijk goed met een 2de hoogste opbrengst binnen de druppelirrigatie objecten.



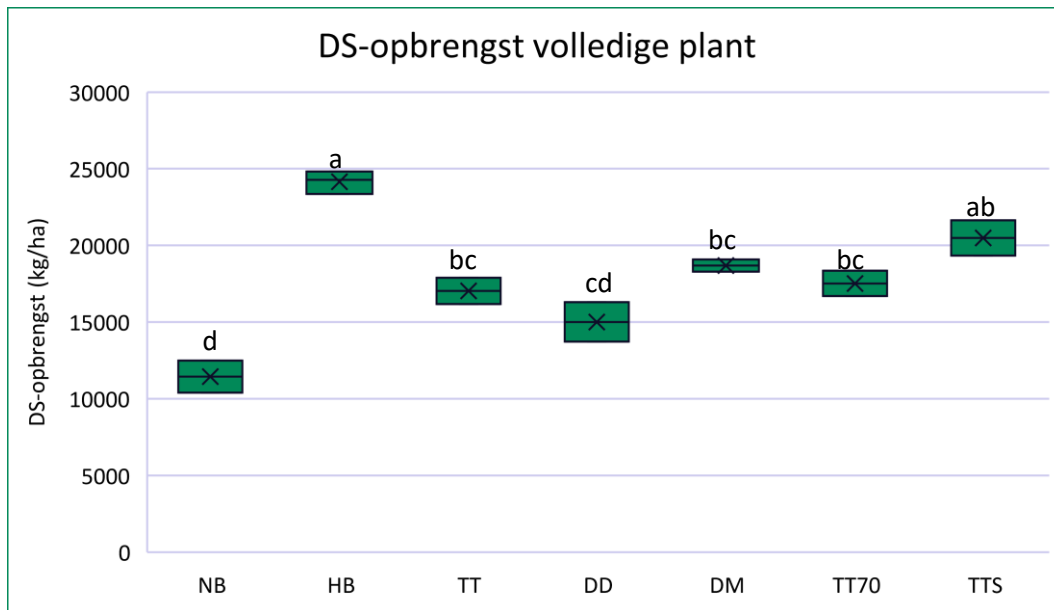
Figuur 4 Proefopbrengsten druppelirrigatieproef 2022

#### 4.1.4 Statistische gegevens

Ook op basis van de statistische testen moet er besloten worden dat haspelberegening in deze proef voor de hoogste opbrengsten zorgde. Voor de kolf opbrengst bleken enkel het sensorgestuurde object en het object met een slang per maïsrij niet significant lager te zijn (zie Figuur 5). Op basis van de DS-opbrengst van de volledige plant was enkel het sensorgestuurde object niet significant lager (zie Figuur 6). Het niet-beregende object bleek ook steeds significant lager dan alle andere objecten. Enkel voor de volledige plant opbrengst was er geen significant verschil met het object met duurzame druppelsslagen op 30 cm diepte. Binnen de druppelirrigatie objecten bleken er geen significante verschillen, buiten de opbrengst van de volledige plant bij object DD die significant lager was dan het object op basis van de sensor.



Figuur 5 Statistische analyse - DS kolf (objecten met een verschillende letter zijn significant verschillend)



Figuur 6 Statistische analyse - DS volledige plant (objecten met een verschillende letter zijn significant verschillend)

#### 4.1.5 Economische impact

Tabel 6 Economische analyse van meeropbrengst t.o.v. niet-beregende object en kosten verbonden aan irrigatie. Hierbij werd de meeropbrengst berekend aan de hand van een aankooprij van 65% van de voederwaardeprijs.

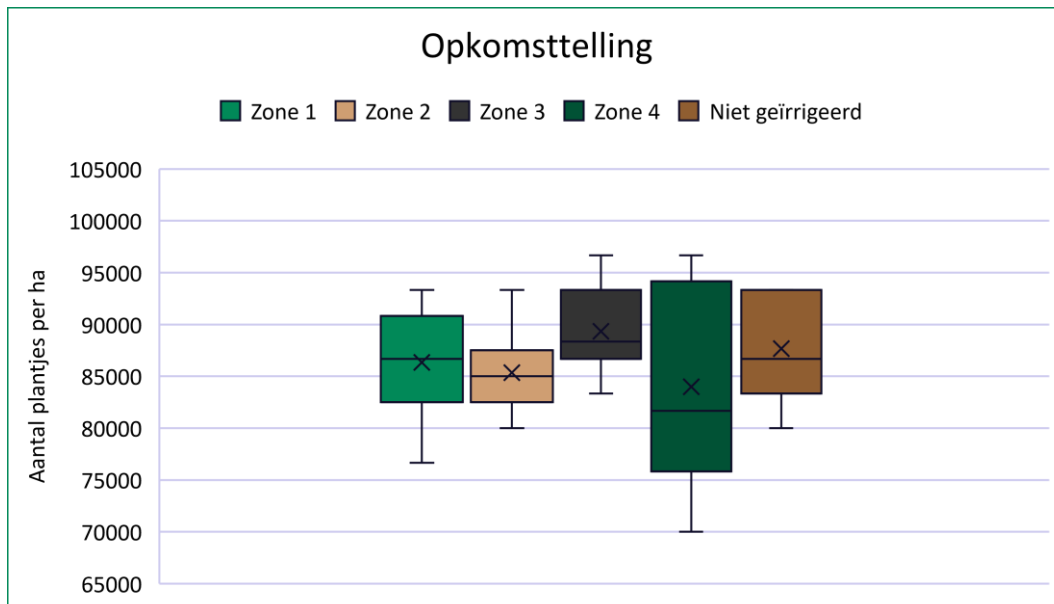
Object	Meeropbrengst o.b.v. voederwaardeprijs (EUR/ha)	Kostprijs irrigatiesysteem (EUR/ha/jaar)	Kostprijs arbeid (EUR/ha/jaar)	Kostprijs energie (EUR/ha)	Saldo (EUR/ha)
HB	2199,15	200,00	120	384	1495,15
TT	1043,39	722,30	270	20,16	30,93
DD	714,40	697,77	160	20,16	-163,53
DM	1311,82	1449,00	270	20,16	-427,34
TT70	1122,08	722,30	270	14,11	115,67
TTS	1603,77	805,63	270	24,19	503,95

## 4.2 Teeltjaar 2023

### 4.2.1 Opkomst

Op 12/06 werden er voor ieder object opkomststellingen uitgevoerd op 10 random locaties in het object (zie Figuur 7). Hierbij werd, net zoals bij de hieropvolgende resultaten, rekening gehouden met het feit dat er 2 verschillende maïsrassen om en om werden gezaaid. Voor de opkomstcijfers werd er geen significant verschil waargenomen tussen de verschillende proefobjecten.

Het was echter opvallend dat de spreiding bij Zone 4 groter was dan bij de andere objecten. Hiervoor zijn er twee potentiële redenen, die beide te maken hebben met de aanleg van de subsurface druppelirrigatie na de zaai. Zo kan er een deel maïszaad dieper in de bodem zijn terechtgekomen bij het leggen van de druppelirrigatie op 30 cm diepte. Een andere potentiële verklaring kan bodemverdichting zijn, aangezien de slangen tussen iedere maïsrij gelegd moesten worden en er dus ook veel op en neer werd gereden met de tractor.

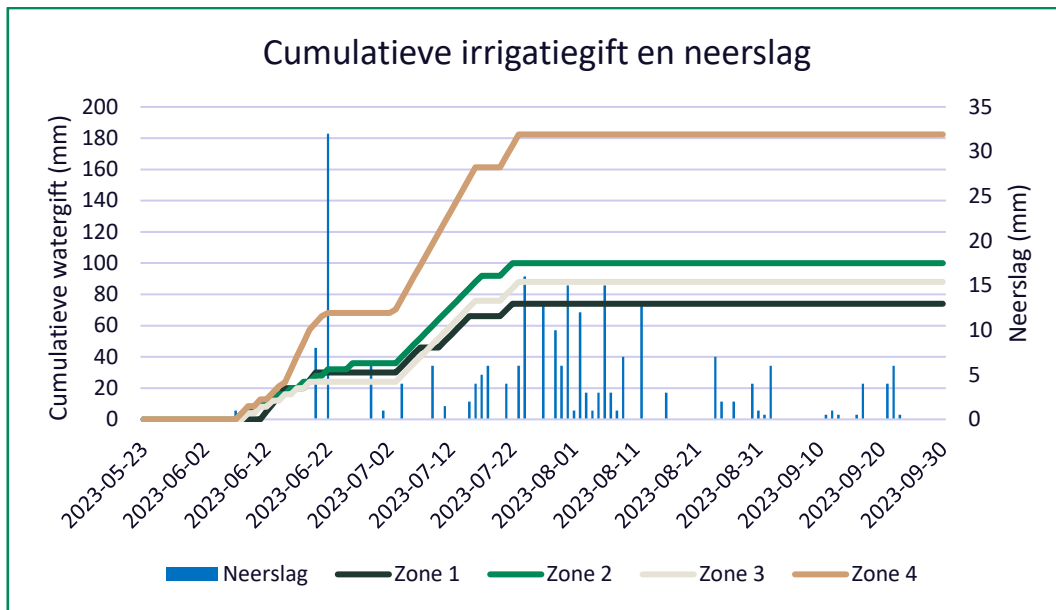


Figuur 7 Opkomststelling 2023

### 4.2.2 Watergift, neerslag en zuigspanning

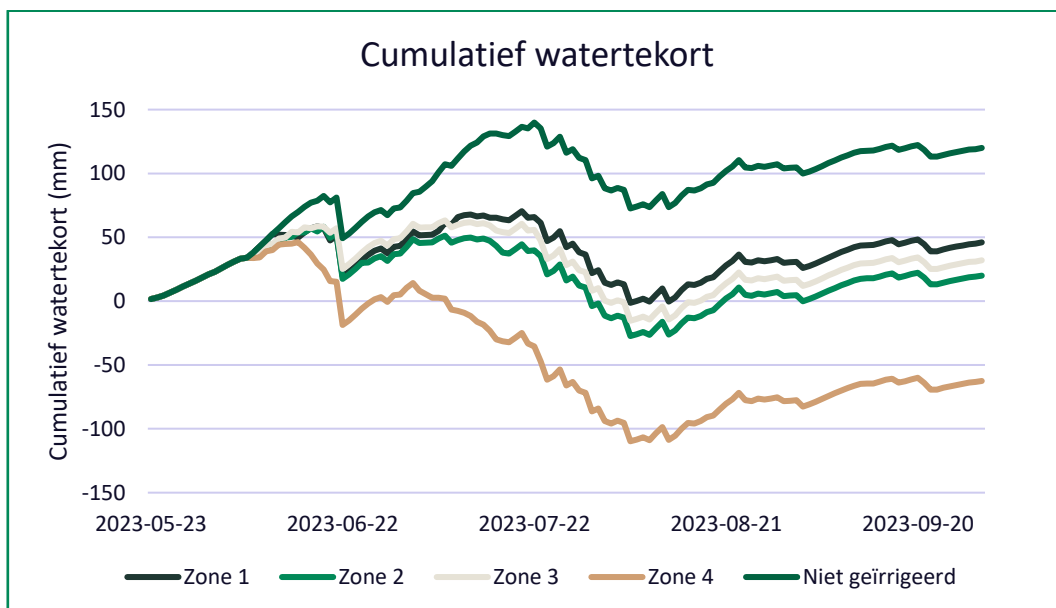
Na zaai op 16 mei viel er geen aanzienlijke hoeveelheid neerslag tot 20 juni. Om die reden werd de druppelirrigatie dan ook reeds op 8 juni opgestart, iets meer als een maand na het zaaien (zie Figuur 8).

Bij zone 4 werd er gewerkt met hogere watergiftten van 7 mm i.p.v. 4 mm, en werd er al eerder gestart met het geven van een dagelijkse watergift i.p.v. een tweedagelijkse watergift. Op 20 juni viel er 8 mm neerslag en werd de druppelirrigatie tijdelijk stopgezet, waarna er op 22 juli nog eens 32 mm neerslag viel. Vanaf 3 juli werd de druppelirrigatie opnieuw gestart tot 23 juli, waarna er voldoende neerslag viel tot de maïs in zijn rijpingsfase kwam.



Figuur 8 Cumulatieve watergift en neerslag 2023

Aan de hand van de potentiële gewasevapotranspiratie en de gevallen neerslag is ook het neerslagtekort berekend (zie Figuur 9(Niet geïrrigeerd)). Voor de druppelirrigatieobjecten werd dan ook het watertekort gevisualiseerd door de watergiften in rekening te brengen.

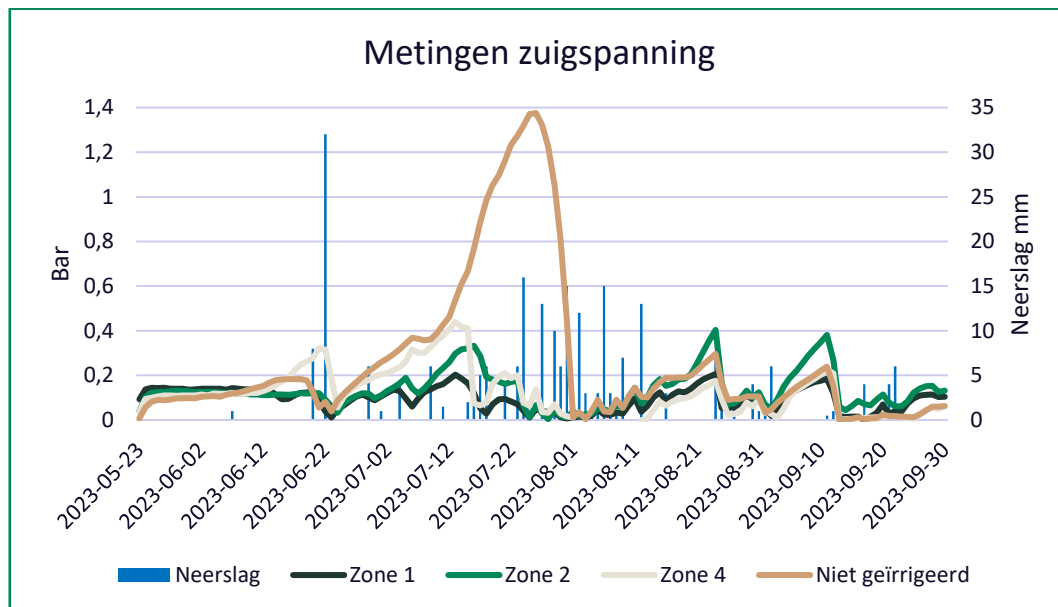


Figuur 9 Cumulatief watertekort groeiseizoen 2023

De zuigspanningsgegevens, gemeten met behulp van Watermark-sensoren (op 15 cm diepte), vertonen duidelijke trends gerelateerd aan de gevallen neerslag (zie Figuur 10). Het is ook duidelijk te zien dat de druppelirrigatie objecten minder snel en minder hoog stijgen ten gevolge van de extra watergiften, in vergelijking met het niet geïrrigeerde object.



Doordat er dagelijks of tweedagelijks een kleine watergift werd voorzien, zijn de individuele watergiftten moeilijker waarneembaar. Ook moet het water zich steeds verspreiden in de bodem om tot bij de sensoren te geraken aangezien deze juist langs de maïsrij werden geplaatst, terwijl de druppelslang in het midden tussen 2 maïsrijen is geplaatst. Het valt wel op dat bij zone 4, het subsurface proefobject met slangen op een diepte van 30 cm, de zuigspanning minder makkelijk onder controle gehouden werd.



Figuur 10 Metingen zuigspanning m.b.v. Watermark-sensoren

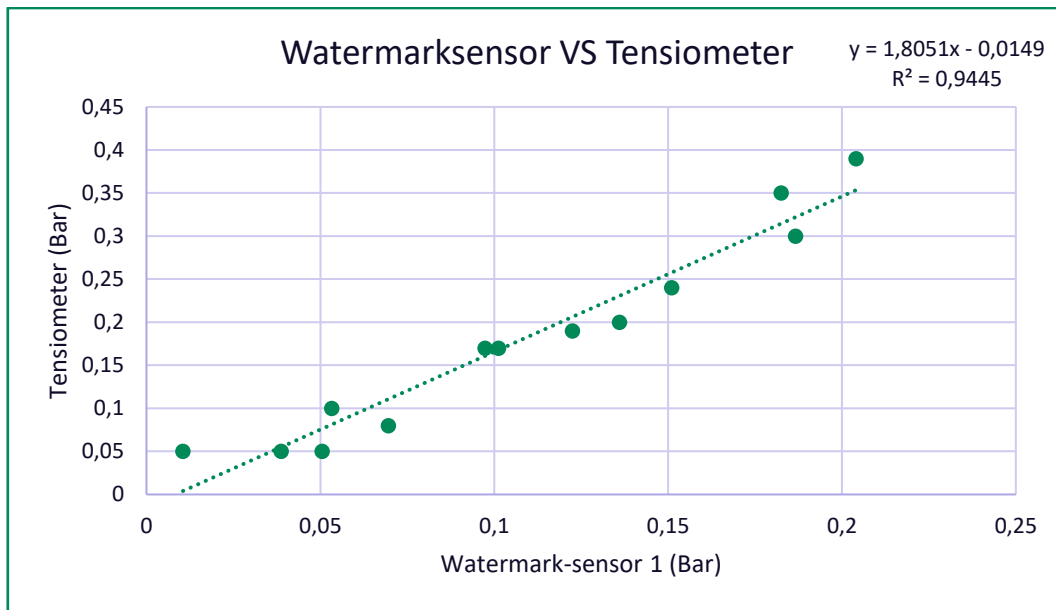
Om de gegevens van de Watermark-sensoren te controleren werd er ook een manueel afleesbare tensiometer geplaatst nabij de sensor (zie Figuur 12). In Figuur 13 worden enkele meettijdstippen van de twee meetapparaten vergeleken. Het lijkt erop dat dezelfde trends gevolgd worden door de twee meetapparaten. De effectieve waardes zijn echter wel wat verschillend voor de twee. Zo geeft de tensiometer steeds een hogere waarde aan dan de Watermarksensor. Er is echter een sterke correlatie tussen de twee, die ook beaamd wordt door de vrij hoge  $R^2$ -waarde van 0,9445.



*Figuur 11 Watermarksensor met LoRA-module voor communicatie van gegevens (links) en tensiometer (rechts)*



*Figuur 12 Een Watermarksensor en een tensiometer beide geplaatst in de maïsrij*

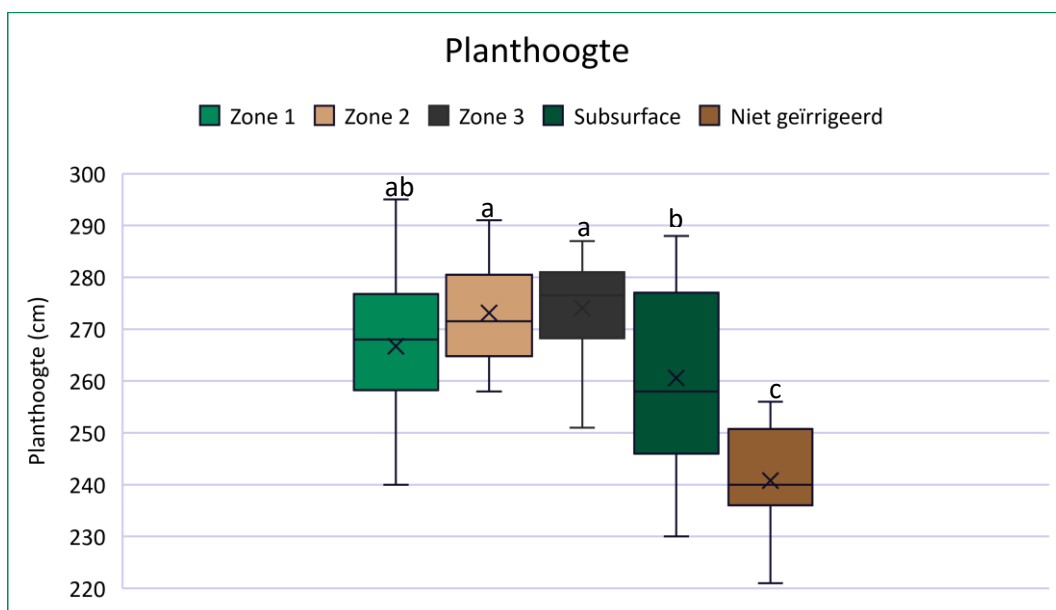


Figuur 13 Metingen zuigspanning Watermark-sensor 1 VS tensiometer

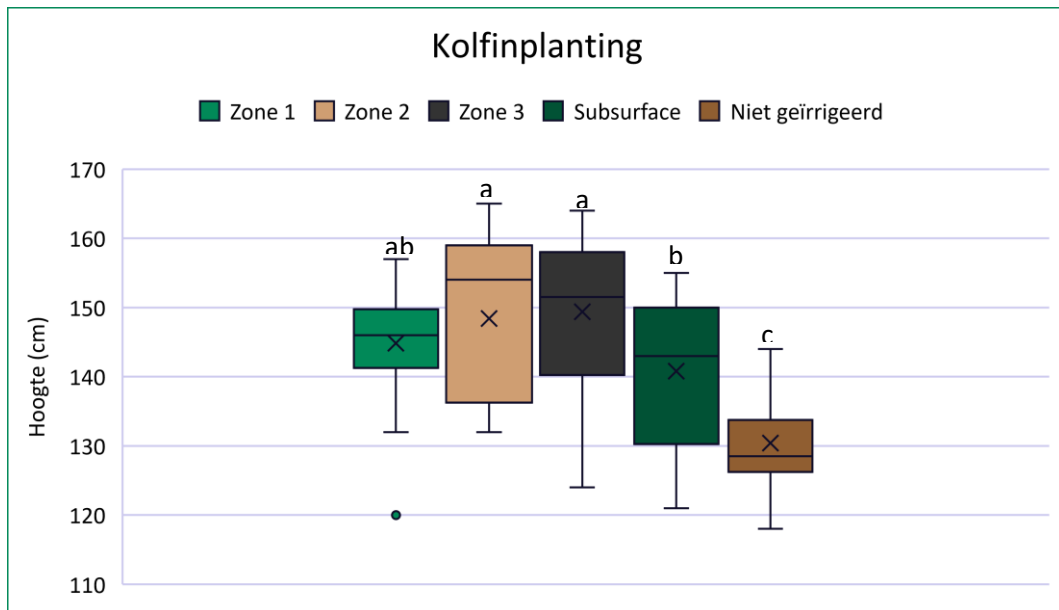
#### 4.2.3 Waarnemingen voor oogst

Op 29/09 gebeurden er waarnemingen voor kolfinplanting, planthoogte, stengelbreuk, legering en builenbrand. Zowel de kolfinplanting als planthoogte waren significant hoger bij de geïrrigeerde objecten (zie Figuur 14 en Figuur 15).

Binnen de geïrrigeerde objecten bleken deze lager bij zone 4 met de subsurface druppelirrigatie in vergelijking met zone 2 en 3. Zowel stengelbreuk, legering als builenbrand kwam bijna niet voor in het proefperceel. Voor deze parameters konden er ook geen significante verschillen worden waargenomen.



Figuur 14 Statistische verwerking planthoogte



Figuur 15 Statistische verwerking kolfinplanting

#### 4.2.4 Oogstgegevens

Tabel 7 Proefopbrengsten druppelirrigatieproef 2023

Object	Gem. vers opbrengst (ton/ha)	Gem. DS-opbrengst (ton/ha)	DS-percentage	Rel. DS-opbrengst t.o.v. NB (%)
NB	55,73	20,51	36,80	100,0
Zone 1	60,35	21,94	36,36	107,0
Zone 2	64,05	22,41	34,99	109,3
Zone 3	64,07	22,29	34,79	108,7
Zone 4	59,23	21,45	36,22	104,61

Uit de opbrengstgegevens (Tabel 7) is het duidelijk dat ondanks het gunstige weer voor de maïs in het teeltjaar 2023, extra watergift in een droger voorjaar toch tot een hogere opbrengst kan leiden. Zo bleek het niet geïrrigeerde proefobject met een versopbrengst van 55,73 ton/ha en DS-opbrengst van 20,51 ton/ha het laagste te zijn van alle proefobjecten.

De 2<sup>de</sup> laagste opbrengst werd waargenomen bij het proefobject waar subsurface druppelirrigatie werd aangelegd (Zone 4). Hier werd een opbrengst behaald van 59,23 ton vers en 21,45 ton DS per ha.

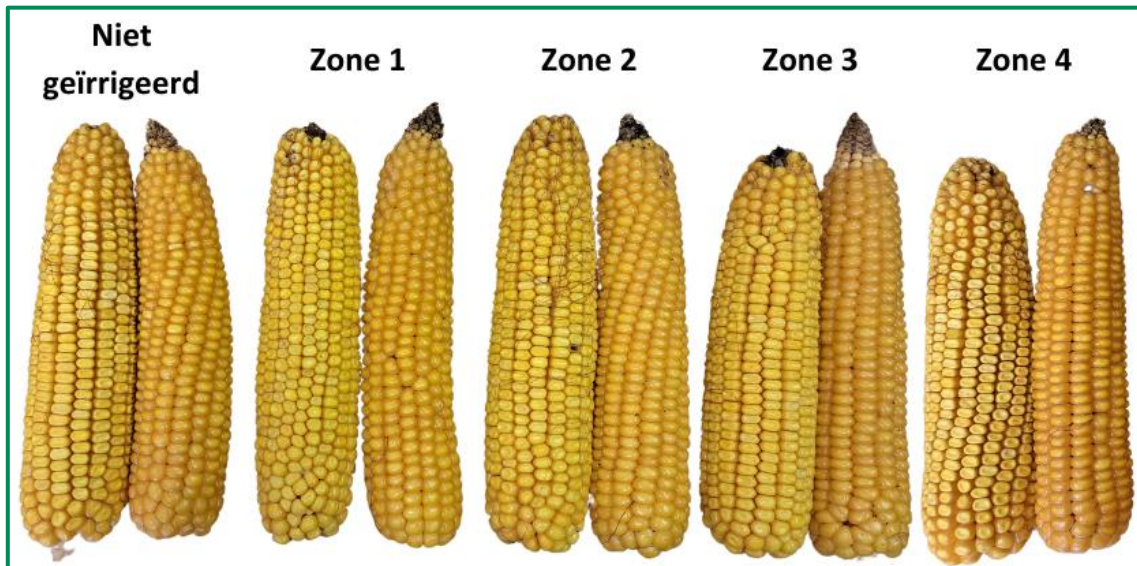
De opbrengst bij de objecten aangelegd met T-tape waren steeds het hoogste. Met opbrengsten van 60,35 tot 64,07 ton vers en 21,94 tot 22,41 DS per ha. Zone 1 waar de watergift lager was vertoonde de laagste opbrengst en een hoger DS-percentage. Zone 2 en 3 lieten een quasi gelijke opbrengst optekenen van ongeveer 64 ton vers en 22,3 ton DS per ha.

#### 4.2.5 Kwaliteit

Tabel 8 Voederinhoud druppelirrigatie proef 2023

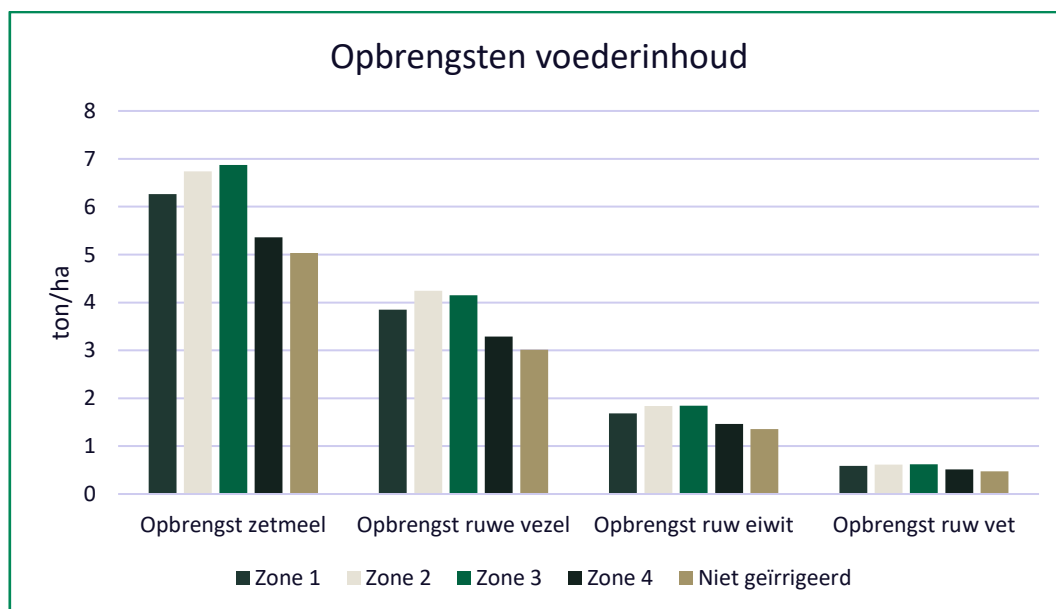
Object	Ruwe celstof (%)	Zetmeelgehalte (%)	Ruw eiwit (%)	Ruw vet (%)
NB	18,69	31,20	8,42	2,93
Zone 1	18,99	30,89	8,32	2,91
Zone 2	19,23	30,54	8,32	2,79
Zone 3	18,79	31,09	8,34	2,82
Zone 4	18,86	30,76	8,4	2,96

Qua zetmeel- en eiwitgehalte deed het niet-geïrrigeerde object het vrij goed (zie Tabel 8). Visueel was er naar kolfzetting nauwelijks verschil waarneembaar, dit is ook te zien op **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** Op vlak van voederwaarde/kwaliteit moest de maïs op het niet-geïrrigeerde proefobject dan ook niet onderdoen voor deze van de andere objecten. Door de lagere opbrengst blijft de opbrengst aan zetmeel etc. natuurlijk ook lager in vergelijking met de geïrrigeerde proefobjecten (Figuur 17).



Figuur 16 Kolven teeltseizoen 2023.

Bij elk proefobject werd er een representatieve kolf van zowel het flint als het dent ras geselecteerd



Figuur 17 Totaalopbrengsten zetmeel, ruw ccelstof, ruw eiwit en ruw vet

## 4.2.6 Economische impact

Tabel 9 Economische analyse van meeropbrengst t.o.v. niet-geïrrigeerde objecten en kosten verbonden aan irrigatie

Object	Meeropbrengst o.b.v. voederwaardeprijs (EUR/ha)	Kostprijs irrigatiesysteem (EUR/ha/jaar)	Kostprijs arbeid (EUR/ha/jaar)	Kostprijs energie (EUR/ha)	Saldo (EUR/ha)
Zone 1	151,00	805,63	270	18,65	-943,28
Zone 2	200,62	805,63	270	25,20	-900,21
Zone 3	187,95	805,63	270	22,18	-909,85
Zone 4	99,26	726,35	160	45,97	-833,06

# 5 BESLUIT

## 5.1 Teeltjaar 2022

In het droge teeltjaar van 2022 werd er een duidelijk positief effect van beregening opgemerkt naar zowel de absolute opbrengst als de kwaliteit van de maïs (verhouding kolf op volledige plant). Zo bleek het gehaspelde object 3,5 keer meer kolfopbrengst en 2,1 keer meer opbrengst van de volledige plant te halen dan het niet-beregende object. Dit toont nog maar eens aan hoe belangrijk het beregenen/irrigeren van maïs is voor de veehouders in Noord-Limburg.

Ondanks de verwachting dat de druppelirrigatie zou zorgen voor een hogere opbrengst dan de beregeningshaspel, bleek uit de proef juist het omgekeerde. Zo bleek er zelfs geen enkel druppelirrigatie object het beter te doen. We moeten hier echter enkele kanttekeningen bij maken.

Zo ging de landbouwer er vanuit dat hij steeds 20 l/m<sup>2</sup> per beurt beregende met zijn haspel, al is dit eerder nooit nagemeten. De voordelen van druppelirrigatie zoals, eerder beginnen irrigeren omdat het minder werk kost of omdat een bodemvochtsensor dit aangeeft, of het irrigeren tijdens de bloeiperiode, wanneer er heel wat veehouders niet durven te beregenen met de haspel omwille van de mogelijks negatieve impact op de bestuiving, zijn niet benut. Ook werd er pas bij de opstart van de druppelirrigatie (gelijk met de haspelberegening) een technisch probleem waargenomen bij de combinatie tussen de gestuurde kleppen en de besturingscomputer, waardoor de kleppen niet meer wilden sluiten na het openen. Hierdoor werd de druppelirrigatie tijdelijk stilgelegd tot de nieuwe kleppen en aansturingscomputer geleverd en geïnstalleerd waren, met 6 dagen achterstand tot gevolg. Hierbij komt dan dat de watergift via de haspel op dat moment in één keer gegeven wordt, terwijl de druppelirrigatie gebeurt in meerdere kleinere beurten waardoor dit ook langer duurt. Omdat er waarschijnlijk best eerder gestart was met de druppelirrigatie dan er in de proef is gebeurt, gaat dit nog een extra nadeel geweest zijn. Wanneer er op tijd gestart wordt met bedruppelen kan het geven van kleinere giften van 4 – 5 mm juist een voordeel zijn. Eveneens is er 11 juli een probleem geweest met de watervoorziening van de druppelirrigatie door een kortsluiting bij de pomp. Door een te hoge watervoorziening in de eerste beurt, werd er ook bespaart op de latere beurten bij de druppelirrigatie om toch een gelijke watergift als de haspel te bekomen. Dit kan dan weer gezorgd hebben voor een wat lagere waterbeschikbaarheid tijdens de bloeiperiode.

De verschillen in opbrengst tussen de verschillende druppelirrigatie objecten is niet makkelijk te verklaren. Enkel voor het object waarbij een sensor voor opvolging van het waterpotentiaal werd ingezet, kan de hogere opbrengst makkelijk worden toegeschreven aan de hogere en beter afgestemde watervoorziening.



Bij object DM zou door de plaatsing van een slang per maïsrij, de hogere opbrengst mogelijk behaald kunnen zijn. De kostprijs hiervoor is echter ook 614 euro hoger per ha, wat betekend dat er zeker 2,5 ton DS meer opbrengst moet behaald worden in vergelijking met druppelirrigatie met één slang per twee maïsrijen. Dit was niet het geval bij deze veldproef. De lagere opbrengst, bij de duurzame druppeldarmen die op 30 cm diepte werden gelegd, kan deels veroorzaakt zijn doordat de wortels nog niet dicht genoeg tot bij de druppeldarmen waren gegroeid. Dit was echter bij object DM ook het geval, terwijl er hier wel een relatief goede opbrengst werd behaald. Er wordt echter ook geadviseerd om bij dit soort druppelirrigatie (subsurface met slangen op 30 cm diepte) meer water te geven in vergelijking met standaard ondiep gelegde driptape. Vreemd genoeg werd er geen verschil waargenomen tussen objecten TT en TT70 ondanks een 30% verschil in watergift.

Ondanks de significant hogere opbrengsten dit droge teeltseizoen, blijkt uit de economische saldoberekening dat zeker niet alle druppelirrigatieobjecten een financieel voordeel bieden.

Het hoogste saldo bereikt door een druppelirrigatie-object was deze met de bodemvochtsensor waar ook iets eerder en meer werd geïrrigeerd. Het positieve saldo bedroeg hier 500 EUR/ha. Uit deze analyse wordt het ook duidelijk dat het leggen van Drip-tape tussen iedere rij een te hoge kost met zich meebrengt. De hoge aanlegkost voor dit object zorgde voor een verlies van 427 EUR/ha ondanks de relatief grote meeropbrengst. Bij het subsurface irrigatie objectje blijkt er een negatieve balans te zijn van ongeveer -160 EUR/ha. De beide T-tape (70 en 100% watergift) objecten pakken maar juist positief uit met 115 en 30 EUR/ha. De haspelberekening pakt uit met een positief saldo van 1500 EUR/ha, al werden bij dit grote opbrengstverschil reeds enkele bedenkingen gemaakt, eerder in dit besluit.

## 5.2 Teeltjaar 2023

Tijdens het teeltjaar 2023 werd er ondanks de gunstige neerslag in de maanden juli en augustus toch een positief effect van de druppelirrigatie waargenomen. Zo werd er bij het niet-geïrrigeerde proefobject wel 37% minder opbrengst behaald in vergelijking met het beste geïrrigeerde proefplot.

Dit lijkt niet gerelateerd te zijn aan de opkomst, deze bleek niet significant verschillend tussen de verschillende proefobjecten. Op het proefperceel werd er dan ook droogtestress waargenomen zoals ook te zien op Figuur 18

Op 12 juli waren er duidelijke droogteverschijnselen te zien bij enkele niet geïrrigeerde maïsrijen tussen twee druppelirrigatieobjecten. De maïs was hier reeds minder hoog gegroeid en vertoonde nu ook duidelijk opgekrulde bladeren, een typisch verdedigingsmechanisme om extra vochtverlies via evaporatie te verkleinen. Op 12 juli was er dan ook een duidelijke piek te zien in de gemeten waarden van zuigspanning door de Watermark-sensoren.

In dezelfde periode gaf ook de sensor bij het subsurface irrigatieobject zijn hoogste waarde aan. Al zat deze nog net onder de pF-waarde van 2,7, die overeenkomt met een zuigspanning van 0,5 Bar, die geregeld naar voor wordt geschoven als drempelwaarde.

Bij een hogere zuigspanning zal de plant dan ook droogteverschijnselen beginnen vertonen. Volgens de metingen door de Watermark-sensoren zou er dus enkel bij het niet geïrrigeerde object enige tijd droogtestress voorgekomen zijn.

Als we de metingen van de Watermark-sensor echter vergeleken met een tensiometer, konden de gemeten waarden voor zuigspanning echter al wel eens wat lager zijn. Zo bleek de hoogste waarde gemeten in zone 1 volgens de sensor rond 0,20 Bar te zitten terwijl de tensiometer reeds 0,39 Bar aangaf. De correlatie tussen beide meettoestellen is echter hoog.



*Figuur 18 Enkele niet geïrrigeerde rijen vertonen droogteverschijnselen (opgerolde bladeren en lagere planthoogte) op 12/07 (links) na enkele dagen met neerslag staat het blad terug open 28/07 (rechts)*

Bij de opkomst was het wel opvallend dat bij de subsurface druppelirrigatie een grotere spreiding was. Ook de opbrengst bij deze subsurface druppelirrigatie lag tussen deze van de andere geïrrigeerde objecten en het niet-geïrrigeerde object in. Dit ondanks een watergift die wel dubbel zo hoog was in vergelijking met de andere objecten. Een mogelijke reden hiervoor is de bodemverdichting door het veelvuldig op en neer rijden bij de aanleg van dit object waar er tussen iedere maïsrij een druppel slang werd gelegd. Het is dan ook aangeraden om deze reeds voor de maïszaai aan te leggen.

Ook de sensorgegevens van de zuigspanning geven aan dat in zone 4 de bodem in de wortelzone droger was in vergelijking met de andere geïrrigeerde objecten. Mogelijks komt dit doordat er veel water naar het grondwater wegsijpelt en er minder omhoog migreert door de capillaire werking van de bodem die mogelijks verstoort werd door bodemverdichting. Komend jaar zal de proef echter blijven aanliggen en moeten deze slangen niet opnieuw worden gelegd. Dit komt mogelijks de opbrengst ten goede.

Zones 2 en 3 vertoonden vergelijkbare opbrengsten met 22,41 en 22,29 ton DS/ha. Uit satellietbeelden van eerdere teeltseizoenen, was echter al geweten dat zone 3 in droge jaren steeds langer groener bleef dan de rest van het proefperceel. Ondanks de quasi gelijke opbrengst kreeg zone 3 dan ook 13,6% minder water dan zone 2. Uit satellietbeelden van eerdere teeltjaren bleek dan ook al dat de eerdere graszode bij zone 3 vaak minder snel uitdroogde en volgens hoogtekarten zou deze ook wat lager liggen dan de andere zones. Dit toont ook aan dat slim, variabel irrigeren wel degelijk een meerwaarde kan betekenen.

Bij zowel zone 1 als zone 4 waren er kleine delen van de proefobjecten waar de maïs minder goed presteerde. Deze ontwikkelde trager en werd minder groot, waarschijnlijk ten gevolge van structuurbederf van de bodem door vertrapping door koeien in de voorgaande teeltjaren van het perceel als weide. Deze delen werden zo veel mogelijk uit de zones voor opbrengstbepaling gelaten, maar dit was niet zo eenvoudig daar deze meteen gebeurde door de kneuzer. Dit kan hebben gezorgd voor een kleine onderschatting van de opbrengst op deze proefobjecten.

Bij manuele metingen van planthoogte, kolfinplanting etc., konden deze zones wel perfect worden gemeden. De oogstgegevens lijken echter goed overeen te komen met de metingen van planthoogte, en de onderschatting bij oogstbepaling zal dus minimaal zijn.

Planthoogte en kolfinplanting waren steeds significant hoger bij de geïrrigeerde objecten. Bij het subsurface object lag dit meestal ergens tussen het niet-geïrrigeerde object en de andere geïrrigeerde objecten.

Het was echter opvallend dat er visueel weinig verschil was tussen de grootte van de kolven van de verschillende objecten. Dit kan mogelijks verklaard worden door de neerslag die er tijdens de bloei- en kolfzettingsfase voldoende is gevallen. Hierdoor zijn er op het niet beregende proefobject eveneens mooie grote kolven gevormd. Qua kwaliteit (zetmeel-, eiwitgehalte, ...) waren er dan ook geen grote verschillen waarneembaar tussen de objecten. Het niet geïrrigeerde object vertoonde zelfs het hoogste zetmeelgehalte 31,2% i.v.m. het laagste gehalte bij zone 2 van 30,54%.

Relatief gezien ten opzichte van de volledige plant, zit er mogelijks ook een hoger aandeel kolf bij het niet-geïrrigeerde object. De planthoogte was bij de geïrrigeerde objecten dan ook hoger terwijl er weinig verschil waarneembaar was voor de kolven. Qua totale voederwaardeopbrengst blijven de geïrrigeerde objecten natuurlijk beter presteren vanwege de hogere opbrengsten.

Er konden geen significante verschillen aangetoond worden voor de aanwezigheid van builenbrand, legering, stengelbreuk of wandelstokken voor beide teeltjaren.

Ondanks de relatief grote opbrengstverschillen die werden waargenomen, bleek geen enkel van de druppelirrigatie-objecten een economisch positief saldo te behalen. De twee beste drip-tape objecten gaan ongeveer 900 euro in het rood, terwijl object 1 zelfs tot 943 in de min gaat. Het subsurface object bleek dit teeltjaar het minst slechte financieel resultaat te geven met ongeveer 833 euro verlies. Dit ondanks de lagere meeropbrengst, maar vanwege de lagere jaarlijkse aanlegkosten door de afschrijving over 10 jaren.

## 6 CONCLUSIE

Binnen het project werd de impact van druppelirrigatie nagegaan in het droge teeltjaar van 2022 en het teeltjaar 2023, waar enkel een droogte periode in het begin van het teeltseizoen speelde. In beide teeltjaren werd er een aanzienlijk hogere opbrengst waargenomen in de druppelirrigatie-objecten ten opzichte van een niet-geïrrigeerde controle. Qua kwaliteit en kolfaandeel van de maïs werd er enkel in 2022 een positief effect waargenomen van de druppelirrigatie. In 2023 viel er dan ook voldoende neerslag in de belangrijkste periode van bloei en kolfzetting.

Economisch is het nog moeilijk om druppelirrigatie te verantwoorden in de maïsteelt. In drogere jaren kan druppelirrigatie zeker een meerwaarde bieden, wanneer deze correct ingezet wordt. Tijdens een natter jaar, met voldoende neerslag in de belangrijkste periodes, is druppelirrigatie natuurlijk een relatief grote kostenpost die weinig kan bijbrengen. Voor de subsurface druppelirrigatie is er nog extra onderzoek nodig. Dit wordt nog verder onderzocht in de komende jaren.

## 7 PRAKTISCHE TIPS

- ➔ Zorg voor een geschikte machine voor zowel het leggen als oprollen van de druppelslangen. Dit zal veel arbeidsuren uitsparen.
- ➔ Zorg dat de slangen bij aanleg nergens kunnen blijven haken achter scherpe randjes of hoeken. Anders kan de driptape beschadigd worden met lekken tot gevolg.
- ➔ Leg ook de driptapes oppervlakkig onder de grond. Dit zal schade door dieren of berijding helpen voorkomen.
- ➔ Controleer zeker bij opstart op lekken, maar doe dit ook nog eens wanneer de druppelirrigatie reeds enige tijd heeft gelopen. Sommige lekken worden minder snel duidelijk, zeker bij de subsurface druppelirrigatie duurt het langer voordat een lek aan het grondoppervlak zichtbaar wordt.
- ➔ Lekken repareren is niet al te veel werk. Met een koppelstuk, schup en een scherpe schaar of mes op zak, is dit binnen enkele minuten opgelost. Het controleren op en vaststellen van lekken kan echter enige tijd duren, maar is natuurlijk afhankelijk van hoe gedetailleerd je het perceel wil controleren.
- ➔ Kijk uit met het spuiten van gewasbeschermingsmiddelen waar druppelirrigatie is aangelegd. Wanneer er wordt gereden met een band tussen de maïsrijen waar een druppelslang ondiep ligt, kan dit zorgen voor een hoge druk waardoor de slang kan openbarsten.
- ➔ Bij druppelirrigatie zijn de extra kosten per beregeningsbeurt (per mm) een stuk lager dan bij haspelberegening. Start dan ook op tijd met irrigeren en wacht niet tot er duidelijke tekens van droogtestress zijn. Enkel zo kan de teelt zijn potentieel waarmaken. Een bodemvochtsensor of tensiometer kan hierbij een hulpinstrument zijn.
- ➔ Delen waar de slangen dwars op de maïsrijen worden gelegd, zijn moeilijker op te ruimen door de maïswortels die er rond zijn gegroeid. Ook wanneer er meerdere malen tijdens de oogst over een druppelslang wordt gereden, is deze moeilijker te verwijderen door verdichting van de grond. Wanneer de druppelslang blijft hangen in de grond loop je het risico dat deze overgetrokken wordt. Dit zorgt dan weer voor extra werk.

## 8 KOSTPRIJSRAMING

Ten eerste zijn er de vaste kosten van de druppelirrigatie belangrijk.

Deze bestaan uit kosten voor de druppelslangen zelf, aanvoerleidingen, pomp, beregeningscomputer/aansturingsmodule , gestuurde kleppen en eventueel bodemvochtsensoren.

Verschillende soorten druppelslangen kunnen sterk variëren in prijs. Hierbij is het echter belangrijk om ook rekening te houden met de afschrijvingsperiode.

Ook de afstand tussen de druppelslangen heeft een grote impact op de kostprijs per ha. Wanneer er tussen iedere maïsrij (om de 75 cm) in plaats van om de maïsrij (om de 150 cm) druppelslangen worden gelegd, zal de kostprijs aan druppelslangen natuurlijk verdubbelen.

De duurzamere slangen die bij subsurface druppelirrigatie worden gebruikt kosten heel wat meer dan de standaard T-Tape. Een belangrijk verschil is hierbij weer dat deze duurzamere slangen wel 10 jaar kunnen blijven liggen na aanleg. Hierdoor kan de aanzienlijk hogere initiële kostprijs natuurlijk ook over en 10tal jaar worden afgeschreven.

Binnen het project werd er met 3 verschillende soorten druppelslangen gewerkt. Hieronder in **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** kan u enkele kostprijsberekeningen terugvinden voor deze slangen.

Let hierbij wel op met de berekening voor de duurzame druppelslangen voor subsurface-irrigatie, hiervoor wordt geadviseerd om op zandgrond deze op 75 cm afstand te leggen en zeker niet te kiezen voor 150 cm, om een goede werking te verzekeren.

Tabel 10 Kostprijsberekeningen druppelslangen

Type druppelslang	Afstand tussen druppelslangen (cm)	Kostprijs druppelslangen (EUR/ha)	Afschrijving	Kostprijs druppelslangen (EUR/ha/jaar)
T-tape	75	1004,59	1	1004,59
	150	502,30	1	502,30
Stevigere slang met druk-compensatie	75	1228,99	1	1228,99
	150	614,50	1	614,50
Duurzame slang voor subsurface-irrigatie	75	4777,74	10	477,77
	150	2388,87	10	238,89

Het type slang zal ook deels de arbeidskosten van aanleggen en opruimen bepalen, alsook het benodigde type machine. Voor aanleg van driptape die slechts ondiep onder de grond wordt gelegd, mag je al snel rekenen op kosten van zo een 170 EUR/ha.

Wil je werken met subsurface druppelirrigatie, moet je ook eerst nadenken of je dit laat doen door een gespecialiseerde firma of zelf aan de slag gaat. Indien je dit zelf wilt doen, zorg ervoor dat je een geschikte machine hebt of huurt, die ook in staat is om deze slangen op een 30-35 cm diepte te leggen.

Onderschat de werkuren die hierin kruipen niet, ook het aankoppelen van de druppelslangen aan de aanvoerleidingen is hierbij net iets ingewikkelder. Ook de aanvoerleidingen en spoelleiding worden vaak ingegraven om schade te voorkomen, dit kost ook weer extra aan werkuren en huur van een kleine graafmachine. Relatief gezien zal de kostprijs voor aanleg natuurlijk lager worden naarmate het perceel groter is. Tel voor de aanleg van subsurface irrigatie eerder richting de 1600 EUR/ha, al kan hierop bespaart worden door het zelf te doen.

Een groot voordeel van de subsurface irrigatie is echter dat deze naar schatting 10 jaar kan blijven aanliggen. Hierdoor kunnen de aanlegkosten dan ook verdeelt worden over 10 jaar. Hierdoor kan er ook bespaart worden op opruimkosten en afvoer van plastic afval. Bij de éénjarige driptapes zal er jaarlijks nog ongeveer 100 EUR/ha aan opruimkosten bijkomen. Voor de subsurface irrigatie is er nog geen duidelijk zicht op opruimkosten.

Uit eigen ervaring was echter reeds gebleken dat het verwijderen van deze diep gelegd slangen niet evident is. De slangen er in één keer volledig uittrekken bleek moeilijk, vandaar werd er dan dwars met een diepwoeler over het proefobject gereden. Hierdoor kwamen de slangen meestal boven de grond al scheurden er ook enkele door.

*Tabel 11 Kostprijsraming aanleg-opruim*

Type aanleg	Aanlegkost (EUR/ha)	Opruimkost (EUR/ha)	Afschrijving	Kostprijs aaleg-opruim (EUR/ha/jaar)
Oppervlakkig	170	100	1	270
Subsurface	1600	Onbekend	10	160

Voor verdeelleidingen en filterreduceerset kan er worden geteld op een 1000 EUR/ha als druppelslangen om de 150 cm worden aangelegd en 1200 EUR/ha bij 75 cm. Deze kunnen afgeschreven worden op 7 jaar. Voor aanvoerleidingen mag je tellen op een 35 EUR/ha/jaar.

Bij subsurface irrigatie komt er nog een extra spoelleiding bij waarop de druppelslangen van achteren worden gekoppeld. Deze dient voor het zuiverspoelen van de druppelslangen zodat deze voldoende lang meegaan. Tel daarom op een 70 EUR/ha/jaar voor aanvoer- en spoelleiding bij subsurface irrigatie.



De kosten van een pompset zijn natuurlijk sterk afhankelijk van het oppervlak dat hiermee geïrrigeerd zal worden. Deze kan overigens worden afgeschreven over een 10tal jaar. Stel een pomp van 7000 EUR wordt ingezet voor irrigatie van 10 ha, dan komt dit op een jaarlijkse kost van 70 EUR/ha.

Voor druppelirrigatie met T-tape op onderlinge afstand van 150 cm (1 slang per 2 maïsrijen) komen we zo op een bedrag van ongeveer 1020 EUR/ha. Voor subsurface irrigatie met duurzame slangen op onderlinge afstand komen we zo op ongeveer 950 EUR/ha

De energiekost is variabel en afhankelijk van het aantal mm dat er geïrrigeerd moet worden. Doordat druppelirrigatie relatief kleine debieten vraagt en dus geen al te zware pomp met groot vermogen vereist, is deze kostenpost relatief gezien vaak klein. Stel we werken met oppervlakkige driptape kunnen we tellen op ongeveer één kW stroomverbruik per mm die we per ha irrigeren. Aan 0,28 EUR/kW en bij irrigeren van 100 mm, komt dat dan op 28 EUR/ha. Voor subsurface irrigatie mogen we echter tellen op een dubbel zo hoge watergift, wat dan komt op zo een 56 EUR/ha.

Het repareren van lekken is vermoedelijk sterk gerelateerd aan de manier van aanleggen. De kostprijs voor het repareren van lekken kan echter vrij laag worden ingeschat. Een connector voor driptape komt op 0,24 EUR en bij subsurface irrigatieslangen op 1,33 EUR. De werktijd per reparatie zal slechts enkele minuten bedragen. Stel dan dat er gerekend wordt met een 5tal lekken zijn per ha (dit komt ongeveer overeen met de inschatting op het proefperceel), 3 min reparatietijd per lek en 15 EUR/werkuur, kosten deze reparaties slechts 4,95 EUR/ha.

# 9 CHRONOLOGISCH OVERZICHT ACTIVITEITEN

- Er werd eerst gezocht naar een geschikt proefperceel.
- Het proefperceel werd in kaart gebracht a.d.h.v. een bodemscan en satellietbeelden.
- Een homogeen deel van het perceel werd geselecteerd als proefzone.
- Er werden contacten gelegd met bedrijven die materialen en diensten aanbieden in zake druppelirrigatie.
- De proefopzet en manier van aanleg werd vastgelegd in overleg met experts.
- Na het inzaaien van de maïs werd er gestart met de aanleg van het proefveld.
- Tijdens het groeiseizoen werd het proefperceel tweemaal per week opgevolgd.
- Er vond een persmoment plaats op het proefperceel.
- Er werd een veldvergadering georganiseerd waarbij landbouwers uitleg kregen rond druppelirrigatie en de proefinstallatie konden bekijken.
- Na afrijping werd een proefoogst uitgevoerd
- Op basis van de verzamelde opvolgings- en oogstgegevens werd er een proefverslag opgemaakt en online beschikbaar gemaakt.
- Het proefperceel werd opgeruimd en druppelstralen werden verwijderd.
- Er werd een literatuurstudie uitgevoerd naar verschillende soorten bodemvocht- en zuigspanningsensoren.
- Er vonden gesprekken plaats met experts inzake sensoren voor bodemvocht- en zuigspanningsmetingen en de signaalverwerking.
- Opgedane informatie van sensoren wordt in een verslag gegoten.
- Een nieuw proefperceel werd gevonden.
- Opnieuw werden er verschillende bedrijven die druppelirrigatiematerialen verkopen en advies geven gecontacteerd.

- ➔ Een nieuw proefplanontwerp werd samen met DAAR Agrotechniek BV opgesteld.
- ➔ Een machine voor het leggen van druppelslangen werd ontworpen en opgebouwd.
- ➔ Het proefperceel werd aangelegd.
- ➔ Tijdens het groeiseizoen werd het perceel wekelijks opgevolgd.
- ➔ Een machine voor het oprollen van druppelslangen werd ontworpen en opgebouwd.
- ➔ Een proefoogst werd uitgevoerd m.b.v. een kneuzer met opbrengstbepaling.
- ➔ Maisstalen werden genomen voor een ruwvoeranalyse.
- ➔ Verzamelde gegevens van sensoren, opvolging, oogst en ruwvoeranalyse werden gebundeld in een proefverslag.
- ➔ Bij de start van het komende teeltseizoen zal er kort na aanleg van de druppelirrigatie een veldvergadering worden georganiseerd, zodat de geïnteresseerde landbouwers ook deze installatie goed kunnen bekijken.

# LIJST VAN FIGUREN EN TABELLEN

Figuur 1 Proefplan teeltjaar 2022 .....	7
Figuur 2 Proefplan teeltjaar 2023 .....	8
Figuur 3 Cumulatieve watergift tijdens teeltseizoen 2022 .....	11
Figuur 4 Proefopbrengsten drupplirrigatieproef 2022 .....	13
Figuur 5 Statistische analyse - DS kolf (objecten met een verschillende letter zijn significant verschillend) .....	13
Figuur 6 Statistische analyse - DS volledige plant (objecten met een verschillende letter zijn significant verschillend).....	14
Figuur 7 Opkomststelling 2023 .....	15
Figuur 8 Cumulatieve watergift en neerslag 2023 .....	16
Figuur 9 Cumulatief watertekort groeiseizoen 2023 .....	16
Figuur 10 Metingen zuigspanning m.b.v. Watermark-sensoren.....	17
Figuur 11 Watermarksensor met LoRA-module voor communicatie van gegevens (links) en tensiometer (rechts).....	18
Figuur 12 Een Watermarksensor en een tensiometer beide geplaatst in de maïsrij .....	18
Figuur 13 Metingen zuigspanning Watermark-sensor 1 VS tensiometer .....	19
Figuur 14 Statistische verwerking planthoogte .....	19
Figuur 15 Statistische verwerking kolfinplanting .....	20
Figuur 16 Kolven teeltseizoen 2023. Bij elk proefobject werd er een representatieve kolf van zowel het flint als het dent ras geselecteerd .....	22
Figuur 17 Totaalopbrengsten zetmeel, ruw ccelstof, ruw eiwit en ruw vet .....	22
Figuur 18 Enkele niet geïrrigeerde rijen vertonen droogteverschijnselen (opgerolde bladeren en lagere planthoogte) op 12/07 (links) na enkele dagen met neerslag staat het blad terug open 28/07 (rechts).....	26
Tabel 1 Proefopzet 2022 .....	9
Tabel 2 Proefopzet 2023 .....	9
Tabel 3 Uitvoerdata 2022 .....	10
Tabel 4 Uitvoerdata 2023 .....	10
Tabel 5 Proefopbrengsten druppelirrigatie proef 2022.....	12

Tabel 6 Economische analyse van meeropbrengst t.o.v. niet-beregende object en kosten verbonden aan irrigatie. Hierbij werd de meeropbrengst berekend aan de hand van een aankoop prijs van 65% van de voederwaardeprijs. ....	14
Tabel 7 Proefopbrengsten druppelirrigatieproef 2023.....	21
Tabel 8 Voederinhoud druppelirrigatie proef 2023 .....	21
Tabel 9 Economische analyse van meeropbrengst t.o.v. niet-geïrrigeerde objecten en kosten verbonden aan irrigatie.....	23
Tabel 10 Kostprijsberekeningen druppelsslagen.....	31
Tabel 11 Kostprijsraming aanleg-opruim .....	32