



## Tussenrapportage: Zuinig bereggen en waterkwaliteit in de teelt van zetmeelaardappelen

Eerste Exloërmond 2021

Postbus 7001  
6700 CA Wageningen  
Agro Business Park 65  
6708 PV Wageningen

Telefoon 0317 49 15 78  
Fax 0317 46 04 00

[www.delphy.nl](http://www.delphy.nl)

Worldwide Expertise for Food & Flowers



In opdracht van  
PPS Klimaatadaptatie

Datum  
11 januari 2022

Uitgevoerd door  
Delphy Akkerbouw Noordoost  
Hof van Parijs 10  
9403 DA Assen

Versie  
Definitief

## Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Inleiding en doel .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Materiaal en methodes.....</b>	<b>5</b>
2.1	Proefopzet	5
2.2	Accommodatie en teeltgegevens	6
2.3	Materiaal en waarnemingen	6
2.4	Verwerking	7
<b>3</b>	<b>Resultaten .....</b>	<b>8</b>
3.1	Vochtsensoren	8
3.2	Bladsanalyse	11
3.3	Netto opbrengst	15
3.4	Zetmeelopbrengst	16
<b>4</b>	<b>Conclusies en aanbevelingen .....</b>	<b>17</b>
4.1	Conclusies	17
4.2	Aanbevelingen	18
	<b>Bijlage 1 Proefschema .....</b>	<b>19</b>
	<b>Bijlage 2 Gegevens berekening en drip.....</b>	<b>20</b>
	<b>Bijlage 3 Teelt- en perceelsgegevens .....</b>	<b>21</b>
	<b>Bijlage 4 Waterwaardes bronnen .....</b>	<b>22</b>

# 1 Inleiding en doel

Klimaatverandering zorgt ervoor dat er veranderende neerslagpatronen en hogere gemiddelde temperaturen worden verwacht. Dit zorgt voor meer neerslag in korte tijd en langere perioden van droogte. Daarnaast staat ook de bodemkwaliteit in Nederland onder druk. Ook zijn er een aantal akkerbouwgebieden in Nederland waar om verschillende redenen niet of onvoldoende beregend kan worden. Water is in droge perioden schaars, het is dus erg belangrijk om er efficiënt mee om te gaan. Meer beregenen dan nodig is, is nadelig voor de waterhuishouding, het is dus zaak om alleen te beregenen wanneer dat nodig is. Een manier om efficiënter om te gaan met water is door middel van druppelirrigatie (drip), waarbij water door een stelsel van slangen en druppelaars bij de planten wordt gedruppeld. Dit zorgt voor een nauwkeurigere methode van water toe dienen, waarbij mogelijk water bespaard kan worden. Er zullen minder verdampingsverliezen optreden, omdat het water rechtstreeks bij de wortels wordt gedruppeld. Om efficiënter om te gaan met water kan er zowel bij gewoon beregenen als bij druppelirrigatie gebruik worden gemaakt van sensoren, waardoor er nauwkeuriger bepaald kan worden wanneer er water gegeven moet worden.

In de praktijk blijkt dat het aardappelloof op beregende percelen vroegtijdig afsterft en dat hierdoor de groei voor een deel achterblijft. De oorzaak van de versnelde afsterving van het loof is niet duidelijk. De verwachting is dat dit met name komt door de kwaliteit van het beregeningswater. Bij beregenen is het belangrijk om rekening te houden met de kwaliteit van het gebruikte water. Voor de kwaliteit van het beregeningswater bestaan geen harde getallen, dit is afhankelijk van de bodem en de kwaliteit van de bodem waarop beregend wordt. De kwaliteit van het beregeningswater wordt voornamelijk bepaald door het chloride- en het ijzergehalte en hardheid van het water, waarbij er zowel in grondwater als oppervlaktewater grote verschillen voorkomen in bijv. gehaltes ijzer, chloor en natrium. Bij beregening met ijzerhoudend water kan het ijzer reageren met zuurstof tot een geoxideerde vorm wat kan resulteren in verbranding van het blad. IJzer zit voornamelijk in bronwater, bij gebruik van oppervlaktewater is er geen risico op oxidatie en daardoor bladverbranding. Bij een ijzergehalte lager dan 10 mg/L Fe is de schade klein. Chloor is schadelijk voor gewassen, in hoeverre het schadelijk is, is gewas afhankelijk. Wat nauw verbonden is met de hoeveelheid chloor is natrium, en dan wel het zoutgehalte (EC). Op de zandgronden is een te hoog chloor/zoutgehalte voornamelijk een probleem in zetmeelaardappelen, waar het voor een lagere zetmeelgehalte kan zorgen.

Naast chloor en ijzer is ook de hardheid van het water belangrijk. De hardheid van het water wordt bepaald door de hoeveelheid calcium en magnesium in het water. Water dat te hard is veroorzaakt verstoppingen in de leidingen van de druppelirrigatie, maar kan ook op het blad tot problemen leiden. De schade veroorzaakt door hard water is mogelijk groter in combinatie met niet geoxideerd ijzer. Ook de zuurgraad van water is belangrijk, beregeningswater moet optimaliter een pH hoger dan 5.5 hebben.

Het project Klimaatadaptatie Open Teelten is in het leven geroepen om de landbouw te leren omgaan met de veranderingen in het klimaat. Dit project heeft als doel om in de akkerbouw de risico's op opbrengstderiving door extreme weersomstandigheden te verkleinen. Ook wordt er gewerkt aan een efficiënter gebruik van nutriënten en water, een verminderde afspoeling van nutriënten en pesticiden naar het oppervlaktewater en een verhoging van het rendement in de teelt van met name rooivruchten. Dit doel wordt bereikt door combinaties van maatregelen: verbetering van de bodemkwaliteit, teeltmaatregelen, een slimmere omgang met water en beter beregenen. Het project

bestaat uit vier werkpakketten, die zich elk focussen op een bepaald aspect. Voor dit rapport wordt uitsluitend gefocust op werkpakket 4, dat zich richt op zuinig beregenen en waterkwaliteit in de teelt van zetmeelaardappelen. Binnen dit werkpakket wordt er gebruik gemaakt van verschillende waterkwaliteiten en wordt er gekeken naar het effect van die waterkwaliteit op de afsterving van bladeren en de opbrengst van het gewas. Daarnaast wordt er gebruikt gemaakt van verschillende beregeningsmethodes om zo zuinig mogelijk om te gaan met water: in dit project wordt er gebruikt gemaakt van druppelirrigatie, sproeiers en watersensoren.

In 2021 is de proef uitgebreid met verschillen in de aanleg met druppelirrigatie. Deze uitbreiding in 2021 is gefinancierd uit het project "Schone teelten op basis van druppelirrigatie". In dit onderdeel van het onderzoek is gekeken naar de optimalisatie van de aanleg van de druppelirrigatie en naar de optimalisatie van de waterhoeveelheid.

Dit project bestaat uit twee onderdelen, die weer onder te verdelen zijn in verschillende onderzoeksvragen:

1. Waterkwaliteit in de teelt van zetmeelaardappelen
  - a. Waarom sterft aardappelboom bij beregening versneld af? Is er een effect van waterkwaliteit te vinden op het versneld afsterven van het loof?
  - b. Is er een effect van verschillende waterkwaliteiten op de opbrengst?
2. Zuinig beregenen in de teelt van zetmeelaardappelen
  - a. Is drip efficiënter in watergebruik dan regulier beregenen en wat is de beste manier om de dripslangen te plaatsen?

## 2 Materiaal en methodes

### 2.1 Proefopzet

Voor deze proef is er een proefveld aangelegd op een perceel waar zetmeelaardappelen worden geteeld. Er is gebruik gemaakt van verschillende waterbronnen, met verschillende waterkwaliteiten:

1. Bronwater
2. Bronwater met zouttoevoeging (natriumchloride)
3. Bronwater met hard ijzerhoudend water
4. Oppervlaktewater

Uit deze bronnen zijn vervolgens de volgende behandelingen neergelegd:

- A. Referentie (onberegend)
- B. Bron
- C. Bron met zouttoevoeging
- D. Oppervlakte water
- E. Bron met hard ijzerhoudend water
- F. Drip in de rij met oppervlakte water, 100% van de beregende gift
- G. Drip tussen de rij met oppervlakte water, 60% van de beregende gift
- H. Drip tussen de rij met oppervlakte water, 100% van de beregende gift
- I. Drip in de rij met oppervlakte water, 60% van de beregende gift

Het proefschema is te vinden in Bijlage 1.

Tijdens deze proef zijn er op verschillende momenten bladsapmonsters genomen. Ook zijn er watermonsters genomen van de verschillende waterbronnen, zie Tabel 1. Voor de details over de watergiften, zie Bijlage 2.

Tabel 1 De verschillende momenten waarop er is beregend, bladsapmonsters zijn geplukt of grond- of watermonsters zijn genomen.

Datum	Handeling	Bij welke behandelingen
13-4-2021	Profielboringen	Bij alle velden
15-5-2021	Driptapes aangelegd	Bij alle drip velden
13-7-2021	Bladsap geplukt	Eerste herhaling (veldjes 1 t/m 9)
22-7-2021	Testen beregenen	Bij alle beregeningsvelden
23-7-2021	Beregend, poging tot drip	Alle beregeningsvelden beregend, drip is niet gelukt i.v.m. softwareproblemen.
28-7-2021	Poging tot drip	Alle drip velden, niet gelukt i.v.m. softwareproblemen.
29-7-2021	Drippen	Alle drip velden zijn gedript
3-8-2021	Bladsap geplukt	Eerste herhaling (veldjes 1 t/m 9)
6-9-2021	Drippen	Begonnen met drip, bij alle dripvelden
7-9-2021	Drip afgerond en beregend	Alle velden met drip en beregening, behalve de velden met hard, ijzerhoudend water.
20-10-2021	Rooien	Proef is geroid

## 2.2 Accommodatie en teeltgegevens

Het proefveld is aangelegd in een praktijkperceel zetmeelaardappelen in Eerste Exloërmond. Het perceel is te bereiken via het kavelpad naast 1<sup>ste</sup> Exloermond 41 en is gelegen ten noorden van dit adres, zie Figuur 1. In Bijlage 3 zijn de perceel- en teeltgegevens in detail terug te vinden.



Figuur 1 Locatie van het proefveld met de waterbronnen die gebruikt zijn bij de proef.

Tijdens het seizoen is een watermonster genomen van het oppervlakte water en de bron. In Bijlage 4 zijn de belangrijkste waterwaardes te zien.

## 2.3 Materiaal en waarnemingen

Voor de proef zijn in totaal drie gelijke elektrische pompen gebruikt voor de beregeningsobjecten. Daarnaast is er een elektrische pomp gebruikt voor de aanvoer van bronwater naar het reservoir (IBC) toe. Daarnaast zijn er twee benzinepompen gebruikt, eentje voor de beregeningsobjecten van de hard ijzerhoudende objecten en eentje voor het aanvoer van het oppervlakte water naar de IBC toe. In de IBC's waren vlotters gemonteerd om de wateraanvoer te reguleren, tevens werd de aanvoerdruk gereguleerd om te hoge druk en daardoor slangbreuk te voorkomen. De beregeningspompen waren voorzien van een drukmeter om de waterafgifte te controleren.

Voor de dripeobjecten is een 1kw pomp met daaraan gekoppeld een NETAFIM NMC Junior Pro System Manager gebruikt, met deze computer werden de dripeobjecten aan- en uitgezet.

Voor het watertransport zijn tylene slangen gebruikt met verschillende diameters om drukverschillen tussen sproeiers te beperken. Voor de aanvoer naar de IBC's zijn 3" flexibele lagedruk slangen gebruikt om voldoende aanvoer te garanderen bij een lage druk.

Als sproeiers zijn driepootstandaarden gebruikt met een sproeier van 5 mm in combinatie met de bijbehorende onder sproeier. Om de individuele sproeiers aan te sluiten is een stuk flexibele slang gebruikt.

Voor de wateraanvoer/opslag zijn vier IBC's en een tank (voor hard ijzerhoudend water) gebruikt.

Er zijn vochtsensoren gebruikt om het vochtgehalte in de bodem te bepalen, dit zijn zes RMA vochtsensoren. Eén is geplaatst in veld 1 (drip tussen de ruggen, 60%), veld 5 (onberegend), veld 7 (drip in de rij, 60%), veld 8 (beregend met bronwater), veld 9 (drip in de rij, 100%) en veld 11 (drip tussen de rij, 100%).

Op het proefveld is een standaard gewasbescherming uitgevoerd, zoals die ook op de rest van het perceel is uitgevoerd.

Tijdens het seizoen zijn twee bladsapmonsters genomen. Hierbij is er één herhaling geplukt per behandeling voor het eerste meet moment en twee herhalingen geplukt per behandeling voor het tweede meetmoment. De bladsapmonsters zijn alleen geplukt in de referentie en beregende objecten. De bladsapmonsters zijn geplukt door in het midden van een veld 30 jonge en 30 oude bladeren te plukken.

Aan het einde van het seizoen is er een opbrengstbepaling gedaan. Hierbij is met de proefveldrooimachine per veldje twee keer een lengte van 12m van 2 ruggen breed gerooid. Per keer is de opbrengst hiervan genoteerd. Tijdens het rooien van een veldje is vervolgens elke keer een monster genomen voor het bepalen van het zetmeelgehalte, dit is gedaan door gedurende het rooien een netzak meermaals onder de uitstroom van de aardappelen te houden totdat er minimaal 5kg in de netzak zat. Deze zak is meegewogen met de opbrengstbepaling en vervolgens apart gehouden. Dit monster is vervolgens op de verwerkingslocatie gewassen en gewogen om het onderwatergewicht te bepalen.

## 2.4 Verwerking

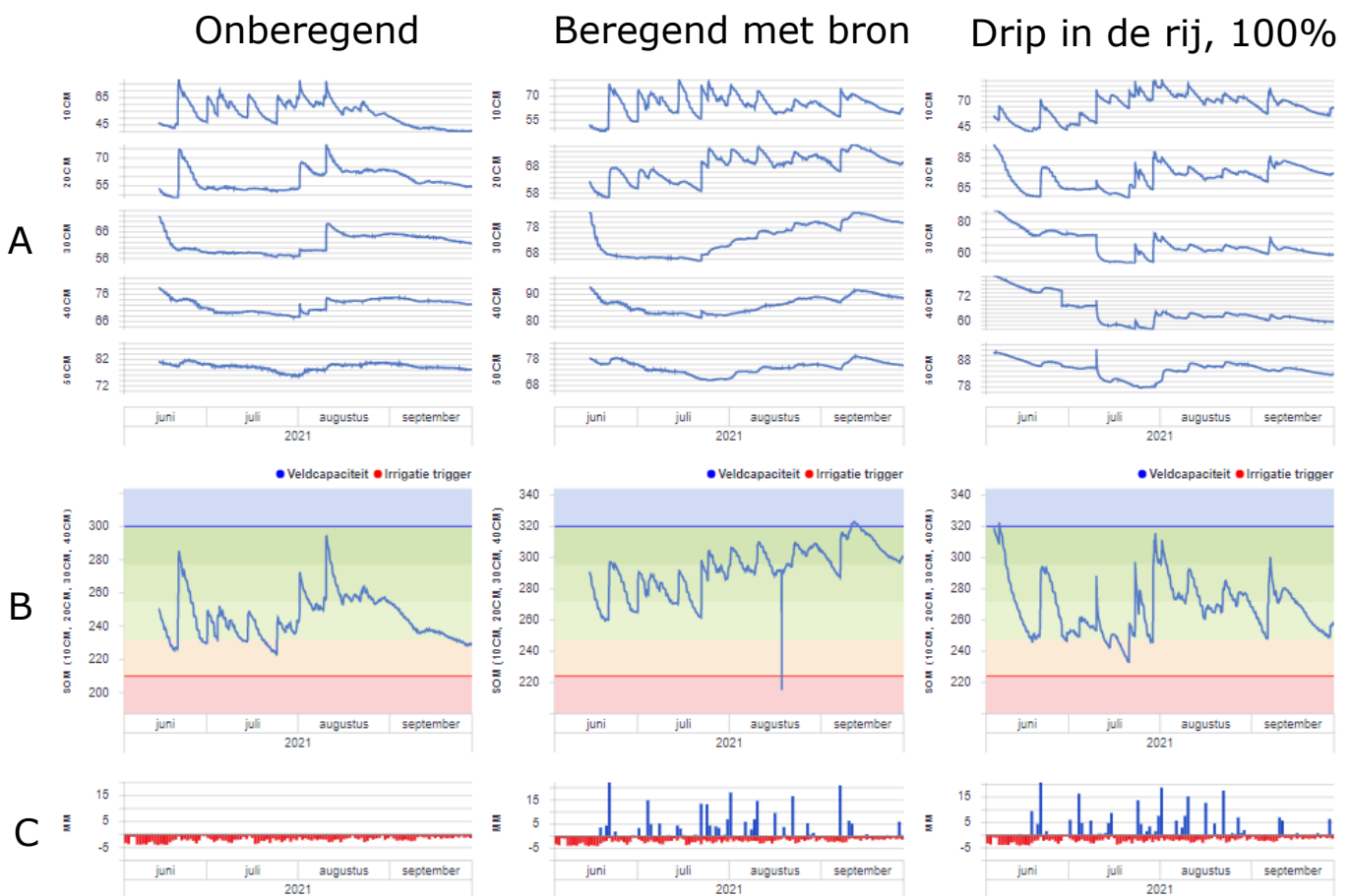
De data analyse wordt gedaan met GenStat, waarbij de ANOVA procedure wordt gebruikt. Als post-hoc test wordt de Fisher's LSD test gebruikt. In de resultaten tabel zal waar mogelijk de F-prob en de LSD worden weergegeven. Bij een F-prob. kleiner dan 0,05 is er sprake van een betrouwbaar effect van de behandelingen op het resultaat. Verschillen tussen objecten groter dan LSD zijn betrouwbaar, mits de F-prob. kleiner is dan 0,05. Daarnaast wordt in de resultatentabel een letter achter de resultaten weergegeven. Deze letters geven aan of er een significant verschil is tussen de behandelingen. Twee dezelfde letters geven aan dat er geen significant verschil is tussen de behandelingen, twee verschillende letters geven aan dat er een significant verschil is tussen de behandelingen.

Voor de opbrengstbepaling en zetmeelgehaltes zijn de twee waarnemingen per veldje gemiddeld, om zo pseudo-replicaten te voorkomen.

## 3 Resultaten

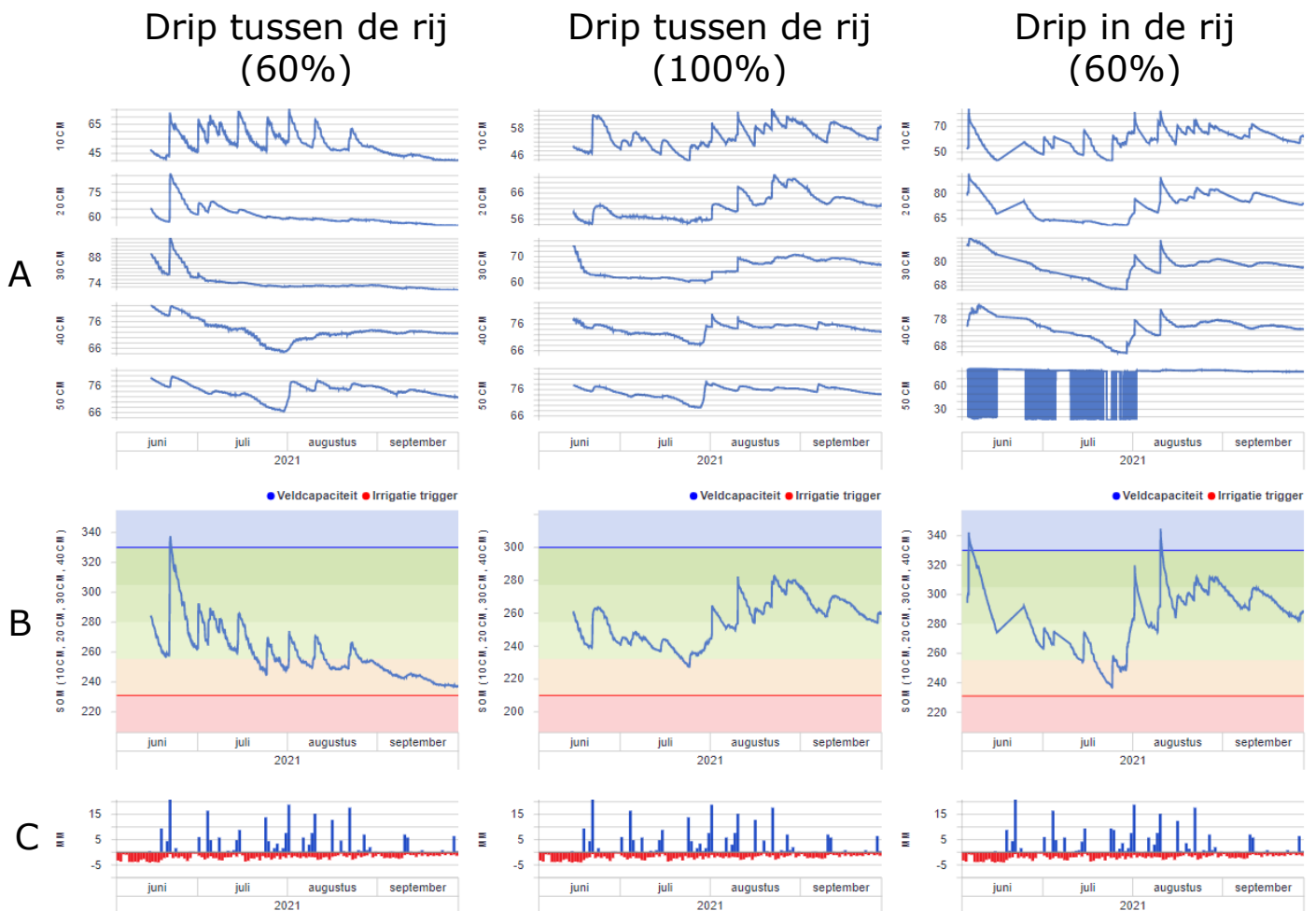
### 3.1 Vochtsensoren

Gedurende het seizoen zijn er zes vochtsensoren gebruikt om het vochtgehalte in de bodem te bepalen. Aan de hand van deze vochtsensoren is er vervolgens besloten of er wel of niet beregend/gedript moest worden. De resultaten van deze sensoren zijn terug te vinden in Figuur 2 en Figuur 3.



Figuur 2 De uitkomst van de RMA sensoren voor de periode van 01-06-2021 t/m 31-09-2021. Drie verschillende behandelingen zijn hier weergegeven: onberegend, beregend en drip in de rij (100%). Er zijn drie verschillende soorten grafieken: A: het vochtgehalte op 10cm, 20cm, 30cm en 40cm diepte. B: de som van het bodemvochtgehalte. C: de hoeveelheid neerslag in het blauw, in het rood de verdamping.





Figuur 3 De uitkomst van de RMA sensoren voor de periode van 01-06-2021 t/m 31-09-2021. Drie verschillende behandelingen zijn hier weergegeven: drip tussen de rij (60%), drip tussen de rij (100%) en drip in de rij (60%). Er zijn drie verschillende soorten grafieken: A: het vochtgehalte op 10cm, 20cm, 30cm en 40cm diepte. B: de som van het bodemvochtgehalte. C: de hoeveelheid neerslag in het blauw, in het rood de verdamping.

In Figuur 2 en Figuur 3 zijn de resultaten van de RMA sensoren te zien. Er wordt hierbij onderscheid gemaakt in zes verschillende objecten: onberegend, beregend, drip in de rij (100%), drip in de rij (60%), drip tussen de rij (100%) en drip tussen de rij (60%). Er valt te zien dat de assen van de verschillende sensoren verschillend zijn genummerd, dit komt waarschijnlijk door een kalibratiefout in de sensoren.

In Figuur 2A en Figuur 3A is te zien dat het vochtgehalte in de bodem toeneemt, voornamelijk in de bovenste 10-20cm, bij regen of beregeningsbeurten. Bij drip in de rij (100%) is mooi te zien dat de dripbeurten op 23 juli en 28 juli voor een effect hebben gezorgd in de laag 0-30cm. Bij de andere dripbehandelingen is dit effect niet goed terug te vinden. Op 30 juli, direct na het druppen is er ook regenval geweest, een deel van de effecten van de drip is hierdoor minder goed zichtbaar. Bij drip tussen de rij (60%) zie je duidelijk dat er een effect is geweest van onderuit de rug naar boven toe voor de eerste dripbeurt (29-7-2021). De drip beurten hebben alleen daar een effect gehad. Bij drip tussen de rij (100%) zie je ditzelfde effect bij de laatste dripbeurt (6-9-2021). Daarnaast is te zien dat er een storing is geweest in de sensoren van de drip in de rij (60%) in de 50cm laag.

In Figuur 2B en Figuur 3B is de som van de verschillende lagen bij elkaar opgeteld tot 40cm diepte te zien. Hierbij wordt de veldcapaciteit en irrigatietrigger aangegeven. Aan de hand van deze data is te zien dat geen enkele behandeling onder de irrigatietrigger kwam. Het onberegende object laat goed de neerslag zien, aangezien hier niet beregend is. Daarnaast is er bij de behandeling drip in de rij (100%) te zien dat er een grote stijging is geweest bij zowel het eerste drip moment op 29-7-2021 en op 6-9-2021. Bij drip in de rij (60%) is dit effect minder sterk terug te vinden. Het kan zijn dat de grote stijging bij de drip in de rij (100%) komt doordat er precies een druppelaar boven de sensor zat. Hierdoor is de stijging extreem goed terug te zien in de sensor. Er is te zien dat in de behandeling beregend met bron een kleine error was, dit is de grote val naar beneden halverwege augustus. Er is ook duidelijk te zien dat de hoeveelheid water af en toe boven veldcapaciteit uitkwam, dit duidt er op dat het op dat moment erg nat was op het perceel. De behandeling drip tussen de rij (60%) laat de grootste afvlakking zien, dit komt dat doordat deze sensor op een relatief droge plek binnen het perceel heeft gestaan.

In Figuur 2C en Figuur 3C is de neerslag en verdamping van de verschillende sensoren te zien. Deze zijn voor vrijwel alle behandelingen bijna gelijk, behalve bij de beregende behandeling. Bij de beregende behandeling zijn de twee beregeningsmomenten (23-7 en 7-9) terug te zien. Daarnaast is te zien dat bij het onberegende object de regenmeter niet heeft gefunctioneerd gedurende het gehele seizoen.

Gedurende het seizoen is er te zien dat de verschillende sensoren allemaal op de verwachte manier reageren op de neerslag en de drogere perioden, echter zijn er ook verschillen te zien tussen de sensoren die toch relatief dicht bij elkaar staan. Deze verschillen zijn soms behoorlijk groot, een goede controle of de meetwaardes overeenkomen met de werkelijkheid is daarom erg belangrijk. Ook vraagt het instellen van de sensoren veel kennis en aandacht.

## 3.2 Bladsapanalyse

In Tabel 2 staan de bladsapanalyses voor de belangrijkste mineralen. Voor de bladsapmonsters zijn er 30 jonge en 30 oude bladeren geplukt, getoond zijn de gemiddelden van 2 herhalingen per behandeling.

Tabel 2 De resultaten van de bladsapanalyse van 3-8-2021 voor de verschillende beregende behandelingen. De cijfers hier weergegeven zijn alleen van het jonge blad.

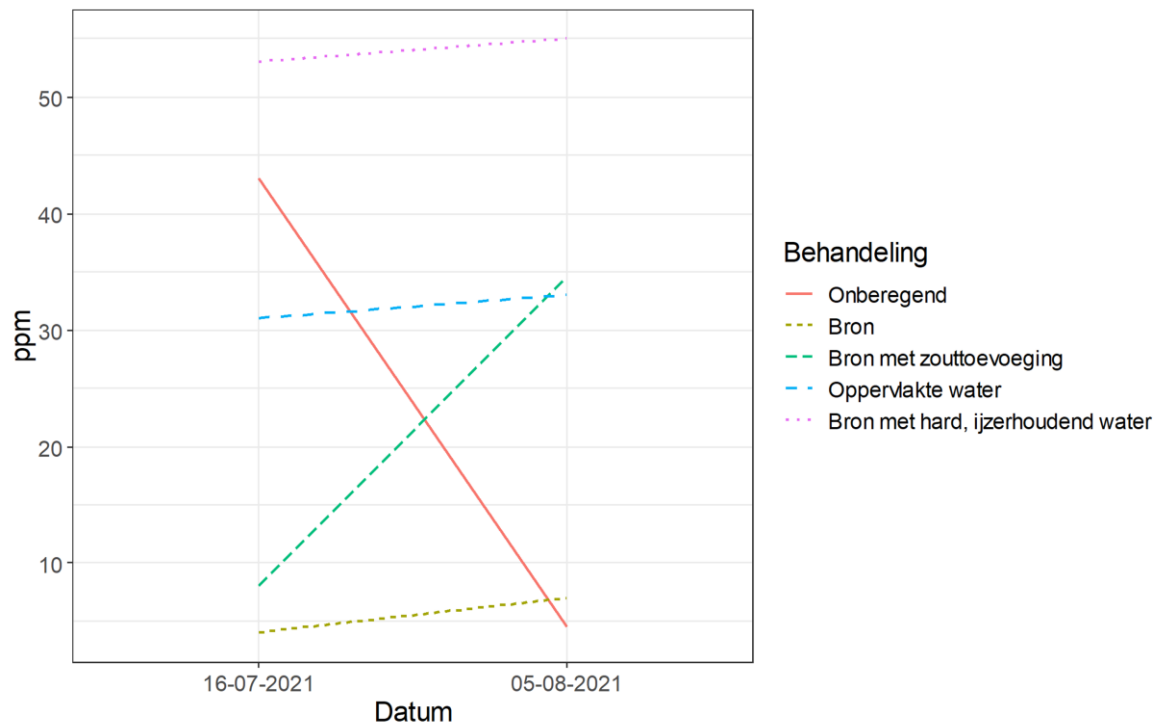
Behandeling	Suikers (%)	pH	EC (mS/cm)	K (ppm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)	Na (ppm)	N (ppm)	Cl (ppm)	Fe (ppm)
A. Onberegend	1,4 a	6,4 a	7,5 a	2778 a	686 a	498 a	4 a	903 a	958 a	2,32 a
B. Bron, ijzerhoudend water	1,2 a	6,6 a	6,9 a	2551 a	413 a	382 a	7 a	908 a	888 a	5,80 b
C. Bron, ijzerhoudend water met toevoeging van zout (NaCl)	1,0 b	6,5 a	7,7 a	2765 a	672 a	435 a	34 a	980 a	1061 a	6,56 b
D. Oppervlaktewater	1,3 a	6,4 a	8,1 a	2959 a	566 a	490 a	33 a	944 a	1346 a	2,11 a
E. Bron met hard, ijzerhoudend water	1,2 a	6,5 a	7,6 a	2845 a	424 a	420 a	55 a	885 a	1154 a	10,30 c
Gemiddelde	1,2	6,5	7,5	2780	552	445	27	924	1081	5,42
F-prob	0,022	0,100	0,569	0,871	0,138	0,233	0,710	0,606	0,190	<0,001
LSD	0,16	0,15	1,93	1086,0	282,8	130,2	111,8	172,5	437,4	0,844
CV%	4,8	0,8	9,2	14,1	18,4	10,5	150,6	6,7	14,6	5,6

Het is te zien dat er significante verschillen zijn gevonden voor het percentage suikers tussen de behandelingen, waarbij behandeling C. Bron, ijzerhoudend water met toevoeging van zout (NaCl) een significant lagere hoeveelheid suikers geeft in vergelijking met de andere behandelingen.

Ook is er een significant resultaat gevonden voor de hoeveelheid Fe (ijzer) tussen de verschillende behandelingen. Hierbij heeft behandeling E. Bron, met hard, ijzerhoudend water een significant hogere hoeveelheid ijzer dan de andere vier behandelingen. Daarnaast hebben behandeling B. Bron, ijzerhoudend water en behandeling C. Bron, ijzerhoudend water met toevoeging van zout (NaCl) een significant hogere gehalte ijzer in vergelijking met behandeling A. Onberegend en behandeling D. Oppervlakte water. Daarnaast hebben deze twee behandelingen een significant lagere gehalte ijzer in vergelijking met behandeling E. Bron met hard, ijzerhoudend water.

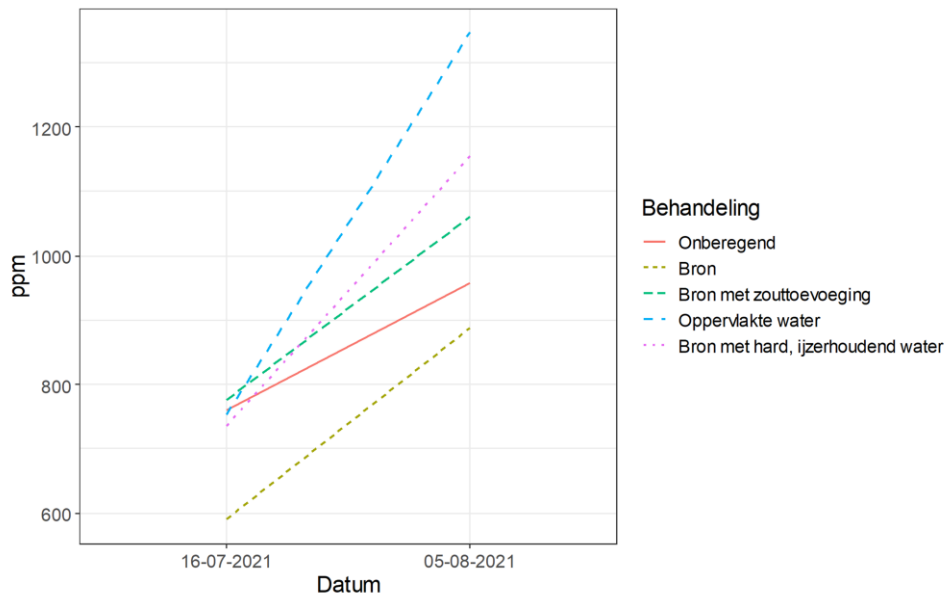
Er is ook zout toegevoegd in deze proef, hierdoor verwacht je dus ook een effect te zien van zout op het blad. Echter, dit is niet het geval, aangezien de F-prob 0,710 is. Wat echter opvalt is dat de CV% erg hoog is en dat daarnaast de LSD ook erg hoog is. De hoge CV% duidt er op dat er veel variatie binnen de veldjes is. Er zijn hoge uitschieters in de dataset, niet alleen tussen behandelingen, maar ook binnen behandelingen zelf. Deze grote verschillen leidt tot vertroebeling van de data. Hierdoor is de LSD ook erg hoog geworden. Conclusies trekken over dit mineraal aan de hand van deze gegevens is dan ook erg moeilijk.

Deze bladsapanalyse is 11 dagen na de beregening geplukt, aan de hand van de resultaten in Tabel 2 kan geconcludeerd worden dat er een effect te zien is van de beregening. Er is een duidelijk effect geweest van het toevoegen van ijzerhoudend water op de Fe concentratie in het jonge blad. Omdat de analyse in Tabel 2 alleen de resultaten laten zien van één datum, wordt hieronder de belangrijkste mineralen uitgewerkt over het verloop van de tijd.



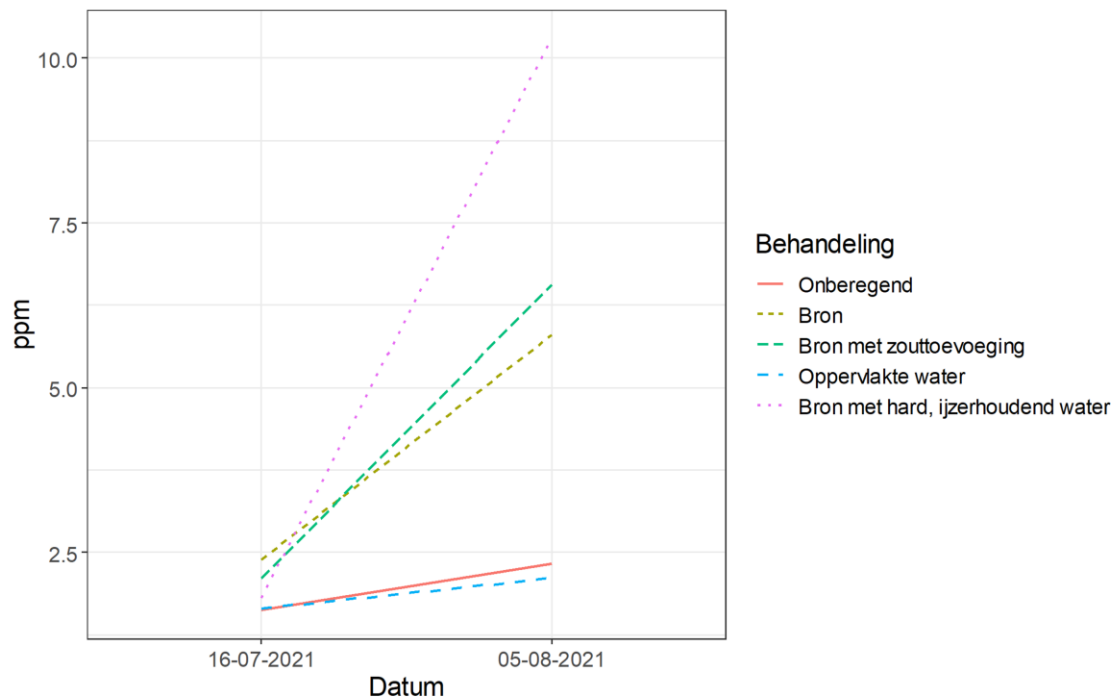
Figuur 4 Natrium (ppm) per behandeling per bladsanalyse voor jong blad op beide plukmomenten. Getoond is het gemiddelde ppm per behandeling.

In Figuur 4 is de ontwikkeling van natrium te zien tussen de twee bladsanalyses. Over het algemeen is er een toename te zien van de hoeveelheid natrium tussen de beide data, behalve voor de onberegende velden. Figuur 4 laat zien dat de grootste toename te zien is bij de behandeling Bron met zouttoevoeging. Dit is volgens de verwachting, aangezien bij deze behandeling extra zout (NaCl) is toegevoegd. Dat onberegend geen toename laat zien van de hoeveelheid natrium en de rest van de behandelingen wel, is te verklaren doordat er ook in de behandelingen zonder extra NaCl toevoeging wel iets van natrium zit in het water. Echte conclusies trekken over deze resultaten is lastig, aangezien Tabel 2 laat zien dat er een zeer hoog CV% is. Dit getal laat de variatie binnen de behandelingen zien, dit geeft dus aan dat er veel variatie is binnen de behandelingen.



Figuur 5 Chloor (ppm) per behandeling per bladsapanalyse voor jong blad. Getoond is het gemiddelde ppm per behandeling.

In Figuur 5 is de ontwikkeling van de hoeveelheid chloor terug te zien. Hierbij is duidelijk te zien dat alle behandelingen toenemen in de hoeveelheid chloor. De stijging lijkt het hoogste te zijn bij de behandeling met oppervlakte water. Dit is tegen de verwachting in, aangezien het de verwachting is dat de behandeling met bron met zouttoevoeging het hardst zou toenemen in hoeveelheid chloor. Bij deze behandeling voeg je immers chloor toe, in de vorm van NaCl. Daarnaast zou het de verwachting zijn dat onberegend geen stijging zou moeten laten zien van de hoeveelheid chloor. Het kan zijn, doordat er maar 1x berekend is voor 05-08-2021 dat het effect niet duidelijk terug te vinden is. Daarnaast is er veel regenval geweest, waardoor het effect van de behandelingen misschien verdund is. De CV% van de analyse in Tabel 2 laat een vrij hoog getal zijn, namelijk 14,6%. Dit duidt erop dat er wat variatie is binnen de behandelingen zelf. Optimaliter wordt er gestreefd naar een CV% van onder de 10%. De resultaten kunnen daardoor minder betrouwbaar zijn.



Figuur 6 IJzer (ppm) per behandeling voor de twee bladsapanalyses. Getoond is het gemiddelde per behandeling.

In Figuur 6 is de ontwikkeling van ijzer te zien tussen de twee bladsapanalyses. De beginwaardes voor de vijf behandelingen is vrijwel gelijk. Het is duidelijk te zien dat de hoeveelheid ijzer bij de behandeling bron met hard, ijzerhoudend water het meest toeneemt. Dit komt zeer waarschijnlijk door de behandeling, aangezien het water dat hier is toegevoegd hard, ijzerhoudend water is. Onberegend en oppervlakte water laten de kleinste stijging zien van ijzer, dit is ook volgens de verwachting. Bij oppervlakte water is er geen kans op oxidatie van ijzer. In Bijlage 4 is te zien dat er in de waterwaardes van de bron met hard, ijzerhoudend water veel ijzer zat. De resultaten van deze bron zijn van vorig jaar, dit jaar is echter dezelfde bron gebruikt. Dat de behandelingen met bronwater hoger zijn dan de behandeling met oppervlakte water komt doordat er in bronwater nog steeds vrij veel ijzer zit in vergelijking met oppervlakte water, zie Bijlage 4.

In Tabel 2 is te zien dat de CV% van ijzer laag is, namelijk 5,6. Dit duidt er op dat er niet veel variatie binnen behandelingen en dat variaties voornamelijk een effect van de behandelingen zijn. De resultaten die zichtbaar zijn in deze grafiek, zijn dus betrouwbaar.

### 3.3 Netto opbrengst

In Tabel 3 is de netto opbrengst te zien per behandeling. De netto opbrengst per behandeling hieronder getoond is het gemiddelde van 6 waardes.

Tabel 3 Netto opbrengst (kg/ha) per behandeling

Behandeling	Netto opbrengst (kg/ha)
A. Onberegend	52083 a
B. Bron, ijzerhoudend water	51204 a
C. Bron, ijzerhoudend water met toevoeging van zout (NaCl)	51713 a
D. Oppervlaktewater	52037 a
E. Bron met hard, ijzerhoudend water	52731 a
F. Drip in de rij, 100%	51157 a
G. Drip tussen de rij, 60%	51296 a
H. Drip tussen de rij, 100%	50926 a
I. Drip in de rij, 60%	52639 a
Gemiddelde	51754
F-prob	0,816
LSD	2712,4
CV%	3,0

Aan de hand van deze resultaten kan er geconcludeerd worden dat er geen significant verschillen zijn gevonden in de netto opbrengst. Dit jaar was echter een uitzonderlijk jaar. Het was dit jaar namelijk vrij nat, waardoor er maar twee keer beregend is. Met twee keer beregenen werd er ook niet direct een effect van de beregening verwacht. Daarnaast kan de vele regenval, ook soms direct na een beregening, voor een kleiner effect zorgen van de behandeling.

In de bladsapanalyses zijn er wel significante resultaten gevonden voor ijzer en suiker. Dit is niet terug te vinden in de opbrengsten. De effecten van een verhoogde ijzerconcentratie in water heeft na twee keer beregenen en veel regenval blijkbaar weinig effect op de opbrengst, wat kan komen door een lagere kans op verbranding door het gematigde weer.

Er was geen effect te zien van de toevoeging van zout in de bladsapanalyses, deze is ook niet terug te vinden in de opbrengsten.

### 3.4 Zetmeelopbrengst

In Tabel 4 zijn de zetmeelopbrengsten (kg/ha) en zetmeelgehaltes terug te vinden. De getoonde gemiddeldes per behandeling zijn de gemiddeldes over 6 waarnemingen heen.

Tabel 4 Zetmeel opbrengst (kg/ha) per behandeling.

Behandeling	Zetmeelopbrengst (kg/ha)	Zetmeelgehalte (%)
A. Onberegend	12232 a	23,50 a
B. Bron, ijzerhoudend water	12017 a	23,45 a
C. Bron, ijzerhoudend water met toevoeging van zout (NaCl)	12116 a	23,43 a
D. Oppervlaktewater	12054 a	23,15 a
E. Bron met hard, ijzerhoudend water	12397 a	23,51 a
F. Drip in de rij, 100%	12040 a	23,55 a
G. Drip tussen de rij, 60%	11926 a	23,26 a
H. Drip tussen de rij, 100%	11838 a	23,26 a
I. Drip in de rij, 60%	12424 a	23,60 a
Gemiddelde	12116	23,41
F-prob	0,703	0,999
LSD	726,7	1,44
CV%	3,5	3,6

Aan de hand van de resultaten van de zetmeelopbrengsten en zetmeelgehaltes valt te concluderen, dat net zoals bij de netto opbrengst, er geen significante verschillen zijn gevonden. Aangezien er maar twee keer berekend is dit jaar, is het niet verwonderlijk dat er geen significante verschillen te vinden zijn. Dus, ondanks een significant verschil in ijzergehaltes in het blad tussen de verschillende behandelingen, waarbij bron met hard, ijzerhoudend water een hogere gehalte ijzer heeft, is er geen effect hiervan terug te vinden in zetmeelopbrengst en zetmeelgehalte.



## 4 Conclusies en aanbevelingen

### 4.1 Conclusies

De opzet van het project was antwoord vinden op de volgende vragen:

1. **Waarom sterft aardappelroof bij beregening versneld af? Is er een effect van waterkwaliteit te vinden op het versneld afsterven van het loof?**

Doordat er dit jaar maar twee keer beregend is, zijn er geen visuele verschillen gevonden tussen de verschillende behandelingen. Wel is er een significant hogere gehalte ijzer gevonden in de behandeling met hard, ijzerhoudend water. Dit kan er wel op duiden dat het beregenen met ijzerhoudend water een effect heeft op de bladeren. Maar doordat het zo'n nat jaar is geweest, heeft dit niet geresulteerd in eerder afsterven. Deze gegevens kunnen echter wel van meerwaarde zijn voor het vervolgonderzoek.

2. **Is er een effect van verschillende waterkwaliteiten op de opbrengst?**

Er zijn geen significante verschillen gevonden dit jaar van waterkwaliteit op de opbrengst, ondanks dat er wel een effect van het beregenen terug te vinden was op de bladsapanalyses. Blijkbaar heeft de vele regenval het effect van het beregenen dusdanig verminderd dat er geen effect meer zichtbaar is op de opbrengst. Er is ook geen effect geweest op de zetmeelopbrengst of de zetmeelgehaltenes.

3. **Is drip efficiënter in watergebruik dan regulier beregenen? Wat is de beste manier om de dripslangen te plaatsen?**

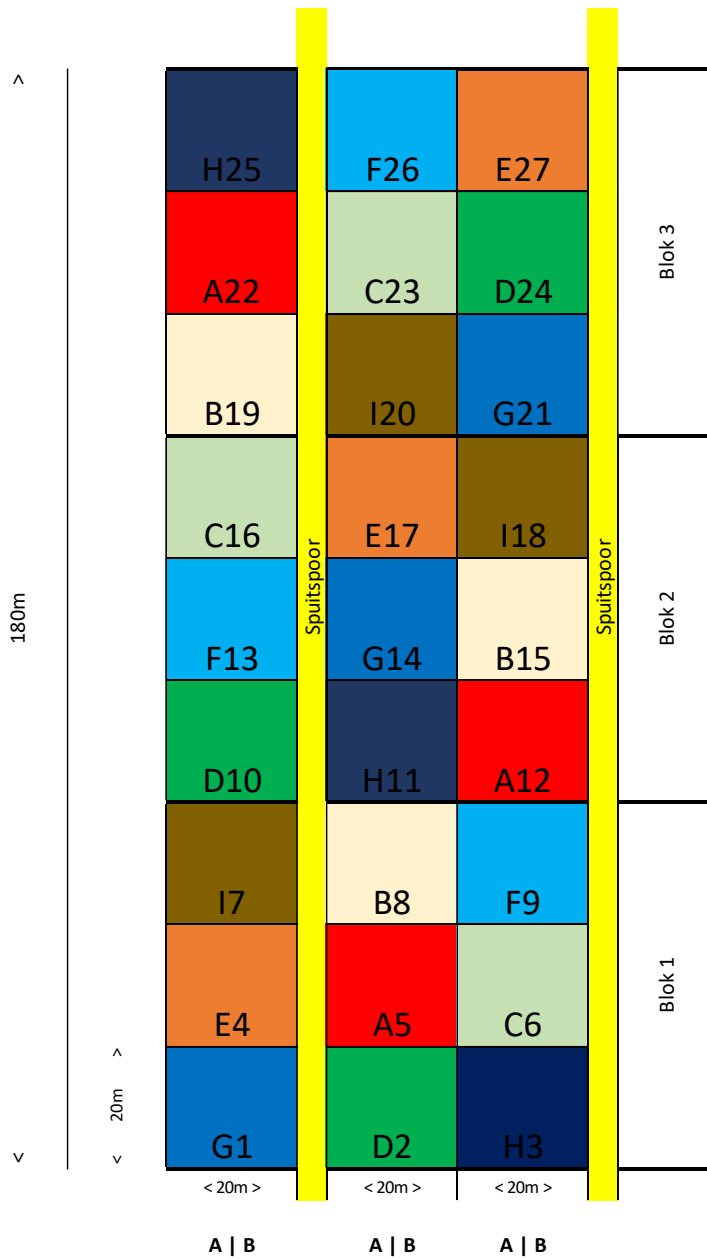
Aan de hand van de data van dit jaar is het niet mogelijk om te concluderen of drip efficiënter is dan regulier beregenen. Dit komt doordat het dit jaar een nat jaar is geweest, hierdoor is er maar twee keer beregend en gedript. Doordat het daarna ook vrij gauw weer regende, is het effect van de beregening en drip niet terug te vinden. Daarnaast is er in (zetmeel)opbrengst ook geen verschil gevonden tussen de behandelingen met de dripslangen in de rij of tussen de rij. Dit jaar lijkt er dus geen verschil te zijn tussen de plaatsing van de dripslangen.

## 4.2 Aanbevelingen

Dit is het tweede jaar dat de beregeningsproef loopt. De proef zal minimaal nog 1 jaar lopen. De resultaten en de aanbevelingen zullen worden besproken in de klankbordgroep. Suggesties uit deze groep worden meegenomen in de proefopzet voor 2022. De volgende aanbevelingen zullen in de klankbordgroep besproken worden:

- 1. Herhaling van de proef voor meer betrouwbaarheid**  
Door herhaling van de proef wordt het effect van een nat jaar op de resultaten van de berekening vermindert. Als het aankomend jaar wel droger is, zal dit waarschijnlijk een groter effect geven van de berekening op de opbrengst en bladsapanalyses.
- 2. Rekening houden met plek van sensor t.o.v. druppelaar**  
Het was duidelijk te zien dat er een groot effect was van de plek van de druppelaar op de sensor. Het is aan te raden om volgend jaar op te letten waar een sensor komt te staan, en hoe zich dit dan verhoudt met de druppelaar.
- 3. Extra wateranalyses**  
Er zijn nu beperkte analyses gedaan van de waterbronnen, omdat er niet vaak is beregend. Voor een beter onderbouwde analyse is het nodig om bij elke beregeningsbeurt wateranalyses te doen. Dit zorgt voor een beter beeld van de kwaliteit van de in de praktijk gebruikte waterkwaliteiten.
- 4. Meer bladsapanalyses**  
In het vervolgonderzoek kunnen er, in verband met de onverwachte resultaten, vaker en meer objecten geplukt worden, dit zal voor betrouwbaardere data zorgen.

## Bijlage 1 Proefschema



- A** Onberegend
- B** Bron
- C** Bron + zout
- D** Oppervlakte water
- E** Bron met hard ijzerhoudend water?
- F** Drip in de rij, 100% van de beregende gift
- G** Drip tussen de ruggen met 60% van de beregende gift (gelijk aan 2020)
- H** Drip tussen de ruggen, 100% van de beregende gift.
- I** Drip in de rij, 60% van de beregende gift

**A | B** Kant waar veldjes zijn geroid

## Bijlage 2 Gegevens berekening en drip

### Programma drip:

Tabel 5 De water run time zoals ingesteld op de irrigatiecomputer

#	Tijd
1	02:00:00
2	01:12:00

Tabel 6 Totaal uren druppen per behandeling. Daarnaast is aangegeven welk nummer (valve) op de computer correspondeerde met welk object.

Object	Valve	Behandeling	Uren draaien	Watergift (mm)
F	2	In de ruggen 100%	08:00:00	16
I	3	In de ruggen 60%	04:48:00	9.6
H	4	Tussen de ruggen 100%	16:00:00	16
G	1	Tussen de ruggen 60%	09:36:00	9.6

Tabel 7 De run time geprogrammeerd bij elke valve en bijbehorende behandeling

Valve #	2	+	4	4	1	+	3	1
Run time #	1		1	1	2		2	2

### Hoeveelheden berekening

Tabel 8 De hoeveelheden water per watergift voor de beregende objecten.

Object nr	Behandeling	Watergift (mm)
B,C,D,E	Bron; bron + zout water; oppervlakte water; bron met hard; ijzerhoudend water.	16

## Bijlage 3 Teelt- en perceelsgegevens

Teeltjaar	2020
Proeftitel	Zuinig beregenen en waterkwaliteit in de teelt van zetmeelaardappelen
Regio	Veenkoloniën
Locatie	1 <sup>e</sup> Exloërmond
Perceel	S 3 NZ 1
Gewas	Aardappel
Ras	Festien
Grondsoort	Dalgrond
Datum bodemanalyse	7-4-2021
- % o.s.	8.3
- Pw-getal	59
- PAE	5.6
- P-AI	44
- K-getal	16
- PH	4.8
Hoofdgrondbewerking	
Voorvrucht vorig jaar	Wintertarwe met groenbemester Tagetes
Zaai-/pootdatum	12-4-2021
Zaai-/pootgoedhoeveelheid	2500
Veldgrootte	20*20 meter
Aantal herhalingen	3
Rijenafstand (cm)	75 cm
Organische bemesting	Mestmix 20 ton, werkzaam: 92 N, 40 P2O5, 120 K2O
Stikstofbemesting	150 ltr NTS, werkzaam: 52 N
Kalibemesting	Geen extra kali
Onkruidbestrijding	Standaard onkruidbestrijding, zelfde als de rest van het perceel (registratie aanwezig)
Schimmelbestrijding	Standaard schimmelbestrijding, zelfde als de rest van het perceel (registratie aanwezig)
Insectenbestrijding	Standaard insectenbestrijding, zelfde als de rest van het perceel (registratie aanwezig)
Oogstdatum	20-10-2021

## Bijlage 4 Waterwaardes bronnen

Tabel 9 Waterwaardes 2021

<b>Waterbron</b>	<b>Laboratorium</b>	<b>Behandeling</b>	<b>pH</b>	<b>Na (mmol)</b>	<b>Cl (mmol)</b>	<b>Fe (<math>\mu</math>mol/l)</b>
Bron water	NCC	B, C	6,31	1,19	1,25	313,07
Oppervlakte water	NCC	D	7,20	1,40	1,46	1,85

Tabel 10 Waterwaardes 2020

<b>Waterbron</b>	<b>Laboratorium</b>	<b>Behandeling</b>	<b>pH</b>	<b>Na (mmol)</b>	<b>Cl (mmol)</b>	<b>Fe (<math>\mu</math>mol/l)</b>
Hard water	NCC	g	6.58	0.76	1.63	285.43
Bron water	NCC	b	6.17	1.15	1.32	422.21