

Evaluatie van NPPL toepassingen  
**Variabel loofdoden 2018-2020**

**Jits Riepma & Corné Kempenaar**

Datum: april 2021

Versie: Concept



## Inhoud

Samenvatting .....	1
1. Inleiding .....	2
2. Toepassingen binnen NPPL .....	3
3. Overall samenvatting NPPL 2018-2020.....	8
4. Conclusies .....	11
Referenties .....	12



## Samenvatting

Bij het chemisch doodmaken van aardappelloop is het belangrijk om de dosering aan te passen aan de hoeveelheid vitaal loof in het veld. Waar voorheen één dosering werd bepaald voor het gehele perceel, kan er met behulp van biomassa beelden een variabele dosering worden gehanteerd. Hierbij wordt de dosering binnen het perceel aangepast de hoeveelheid vitaal loof.

Er zijn 7 NPPL deelnemers actief geweest in 2018, 2019 en 2020 met het variabel loofdoden van aardappelen en hebben dit in totaal op 10 percelen uitgevoerd. De inzet van Reglone bij loofdoding was lange tijd de standaard. Vanwege het verbod op Reglone bleek er vanaf 2019 een terughoudende houding te zijn tegenover het gebruik van variabele dosering van alternatieve middelen bij loofdoding omdat er nog weinig ervaring was met de effectiviteit van deze middelen. In 2020 hebben wel twee telers variabele loofdoding toegepast met het middel Quickdown.

Bij de toepassing van variabele loofdoding werd de biomassa meestal eerst in kaart gebracht met behulp van satellietbeelden. Voordeel is dat hiermee variatie binnen een perceel relatief goedkoop in kaart gebracht kan worden. Nadeel hiervan is wel dat de beelden niet altijd op het juiste moment beschikbaar zijn. Daarom hebben enkele telers ervoor gekozen om dronebeelden te laten maken op momenten dat het moest. Dit is echter een duurdere optie die niet altijd opweegt tegen de behaalde besparingen aan kosten. Gemiddeld over alle toepassingen werd er 21% aan loofdodingsmiddel bespaard ten opzichte van de standaard doseringen van de telers. Dit levert een kostenbesparing op van ongeveer € 11,- per ha. Dit is echter voornamelijk gebaseerd op basis van Reglone (8/10), wat een goedkoop middel is. De kostenbesparing zal met andere middelen hoger zijn.

Deze NPPL-toepassing variabele loofdoding wordt door de telers als gemakkelijk toepasbaar omschreven. Er zijn voldoende data en software applicaties beschikbaar om zelfstandig taakkaarten te maken, welke ook goed uit te voeren zijn. Moderne machines kunnen ook overweg met de taakkaarten. Echter de extra tijd die men kwijt is aan voorbereiding wordt gezien als een nadeel.

## 1. Inleiding

Loof doden van aardappels kan op vele verschillende manieren. Als er gebruik wordt gemaakt van chemische middelen wordt er over het algemeen met één dosering gewerkt voor het gehele perceel (Kempenaar & Struik, 2007). Hierbij wordt geen rekening gehouden met de verschillen in de hoeveelheid vitaal loof in het veld. Door rekening te houden met het verschil in bovengrondse biomassa kan er minder middel gebruikt worden om het loof dood te krijgen. Hoe lager de biomassa, hoe lager de dosering kan zijn. De biomassa kan gemeten worden via camera's aan satellieten, aan drones of sensoren op machines. Deze meten de hoeveelheid bovengrondse biomassa in de vorm van indices. Veel gebruikte maten (indices) voor de biomassa zijn NDVI en WdVI. Een lagere index waarde geeft aan dat de vitale biomassa lager is en er dus een lagere dosering kan worden gebruikt.

De variatie in dosering kan op twee verschillende manieren worden toegepast: *on the go* en *geschakeld / stapsgewijs*. Bij de *on the go* toepassing worden de drie stappen van meten, beslissen en uitvoeren direct uitgevoerd. Een sensor zit op de spuitmachine en tijdens het rijden wordt de index per locatie gemeten. Er wordt direct (automatisch) een beslissing genomen over de benodigde dosering en deze beslissing wordt vervolgens meteen door de spuit uitgevoerd. De voordelen hiervan zijn dat er weinig extra werk bij komt kijken, de toepassing kan direct worden uitgevoerd en de beschikbaarheid van de data is niet afhankelijk van externe services. Nadelen zijn dat er van te voren niet bekend is hoeveel er gespoten zal moeten worden, waardoor men niet precies weet hoeveel spuitvloeistof aan te maken voor het perceel. Ook kan er niet gemakkelijk een andere sensor of andere data gebruikt worden en zijn deze systemen duur in de aanschaf.

Bij de *geschakelde* toepassing wordt het meten, beslissen en uitvoeren door losse systemen en/of op aparte tijdstippen gedaan. Dit betekent dat de drie stappen gedaan kunnen worden door het systeem wat er het meest geschikt voor is en op het moment dat de omstandigheden daar optimaal voor zijn. Daarnaast is er op de spuittrekker/machine geen extra onderdeel nodig om de index te scannen en de dosering te bepalen. Extra investeringen zijn hier dan ook niet voor nodig. Bij deze methode worden de biomassa indices gemeten over het gehele veld door bijv. drones, satellieten of sensoren op een trekker. Vervolgens kan er een plaats specifieke biomassa kaart worden gemaakt worden.

Aan de hand van een biomassa kaart kan er met behulp van verschillende applicaties een dosering worden toegekend aan de verschillende biomassa niveaus. Dit kan met behulp van kant en klare applicaties zoals de loofdoding app van Akkerweb of expert judgement systemen zoals Taakkaart.nl, Mydataplant.com, FarmWorks, SMS en Qgis. Taakkaart.nl en Mydataplant.com hebben net als Akkerweb toegang tot satellietbeelden, maar beslissingen over de toe te passen relatie tussen biomassa-index en dosering is aan de gebruiker (expert judgement). Bij FarmWorks, SMS en QGIS software dient ook expert judgement toegepast te worden. Deze pakketten vergen wel meer gebruikerservaring om er snel mee overweg te kunnen.

De Akkerweb loofdoding app berekent automatisch op basis van wetenschappelijk onderbouwde beslisregels de beste dosering voor de gemeten biomassa (Kempenaar et al., 2014). Dit kan op basis van satelliet- of dronebeelden. Er is echter wel een beperking ingebouwd die ervoor zorgt dat de dosering binnen de huidige regelgeving blijft. Er wordt niet meer geadviseerd dan de maximum dosering op het etiket van het middel en door het spuitvolume maximaal plus of min 10% te variëren worden de regels voor drift niet overschreden. Op taakkaart.nl of in de andere pakketten kan de teler zelf, op basis van biomassa beelden van de satelliet, een dosering aan de verschillende biomassa niveaus toekennen. Alle applicaties genereren op deze manier een doseerkaart. Hiermee is de tweede stap, de beslisstap, genomen. De doseerkaart kan omgezet worden in een taakkaart voor de specifieke spuitmachine voor de uitvoering. Deze kan gedownload worden als ISO-XML file of als shapefile. Vervolgens kan de taakkaart worden uitgevoerd door deze in te lezen in de terminal van de spuitmachine. De spuitmachine volgt de aangegeven dosering op de taakkaart aan de hand van zijn locatie. Het nadeel van geschakelde toepassingen is dat er meer tijd zit tussen het meten en het uitvoeren van de bespuiting. Daarnaast vergt het ook meer voorbereiding doordat scannen en het uitvoeren van de bespuiting apart worden uitgevoerd.

## 2. Toepassingen binnen NPPL

### 2018

In 2018 zijn er 5 telers geweest die het variabel loofdoden van aardappelen hebben toegepast. Dit is gebeurd in de consumptie- en zetmeel-aardappelen. Alle telers hebben variabel het middel Reglone toegepast. In vier gevallen is satellietdata gebruikt om een biomassa kaart te maken. Eén teler heeft gebruik gemaakt van dronebeelden. Het voordeel van dronebeelden is dat de data in hoge resolutie komt en direct beschikbaar is. Het nadeel is dat het wel vrij prijzig is (€25,-/ha). Satelliet-data is daarentegen over het algemeen gratis. Het grote nadeel van satelliet data is dat het zeer afhankelijk is van de omstandigheden of de beelden beschikbaar zijn. Meerdere telers liepen tegen het probleem aan dat zij niet op het gewenste moment satellietbeelden tot hun beschikking hadden.

Drie telers hebben de loofdodingsapplicatie op Akkerweb gebruikt. De anderen gebruikten Taakkaart.nl of eigen software om een doseerkaart te maken. Over het algemeen ging het bij de meeste telers vrij soepel om een taakkaart te maken en de bespuiting variabel uit te voeren. Echter was dit wel vaak in samenwerking met de experts. Daarnaast hadden enkele telers al ervaring met het uitvoeren van een taakkaart door de variabele toepassing van bodemherbicide. Vijf van de gebruikte spuitmachines varieerden over de gehele spuitbreedte. Eén spuitmachine kon per sectie een variabele dosering aanbrengen. Vanwege de droogte in dit jaar was er veel variatie in stand het gewas. Hierdoor kwam de variabele toepassing goed tot zijn recht en kon er veel bespaard worden op middel. De effectiviteit van de bespuiting werd ook overal voldoende geacht.

### 2019

In 2019 hebben minder telers variabel variabele loofdoding toegepast. Dit had verschillende redenen: Variabel loofdoden werd niet toegepast als er nog een egaal gewas stond. Variabele toediening zou weinig middel besparen terwijl het wel meer moeite kost. En enkele gevallen was er geen juiste satelliet beeld beschikbaar. De toekomst van het doden van aardappelen werd onzekerder met het beëindigen van de toelatingen van de middelen Reglone en Finale in 2019. Enkele telers gaven aan eerst de werking van de alternatieve middelen te willen zien. Daarnaast, positief, zijn er enkele telers geweest bij wie de toepassing zo goed liep dat er geen hulp meer nodig was van een WUR expert. Hiervan is helaas ook geen data van beschikbaar, edoch wel positieve feedback van de telers.

Uiteindelijk hebben drie telers in 2019 onder begeleiding van de WUR experts variabele loofdoding toegepast met Reglone. Eén van hen heeft de loofdoodapplicatie op Akkerweb gebruikt, de anderen de applicatie van taakkaart.nl. Bij allen verliep de toepassing van de taakkaart maken tot het uitvoeren van de bespuiting soepel. Achteraf bleek wel dat de rekenregels van de loofdoodapp op Akkerweb een stuk lagere dosering adviseerde dan was uitgevoerd met de taakkaart van taakkaart.nl. In principe had er dus meer bespaard kunnen worden. Er is echter geen vergelijking uitgevoerd met beide taakkaarten, dus over de efficiëntie van de bespuiting kan niets gezegd worden. Een punt waar men tegenaan liep was dat de spuitdruk in één geval behoorlijk opliep ten gevolge van de hoog variërende dosering op basis van een taakkaart van taakkaart.nl. Grote drukverschillen leiden tot een verschillend spuitbeeld door verschillende druppelgrote wat kan resulteren in te veel drift. Een oplossing is het (handmatig) variëren van de rijsnelheid. Dit vereist echter meer inspanning van de bestuurder of een geavanceerde spuitmachine. Een andere oplossing is het beperken van de variatie in de taakkaart. Hierdoor zal de drukverandering beperkt blijven. Geadviseerd wordt om met niet meer dan 10% te variëren omdat de huidige techniek plotselinge variaties in druk nog niet aan kan. Bij het maken van taakkaarten op Akkerweb wordt de begrenzing standaard op +/-10% gezet om de variatie te beperken. De teler zou dit wel kunnen wijzigen, al is dit niet gewenst in verband met regelgeving. De spuitmachines die waren gebruikt konden enkel variëren over de gehele boom breedte.

## 2020

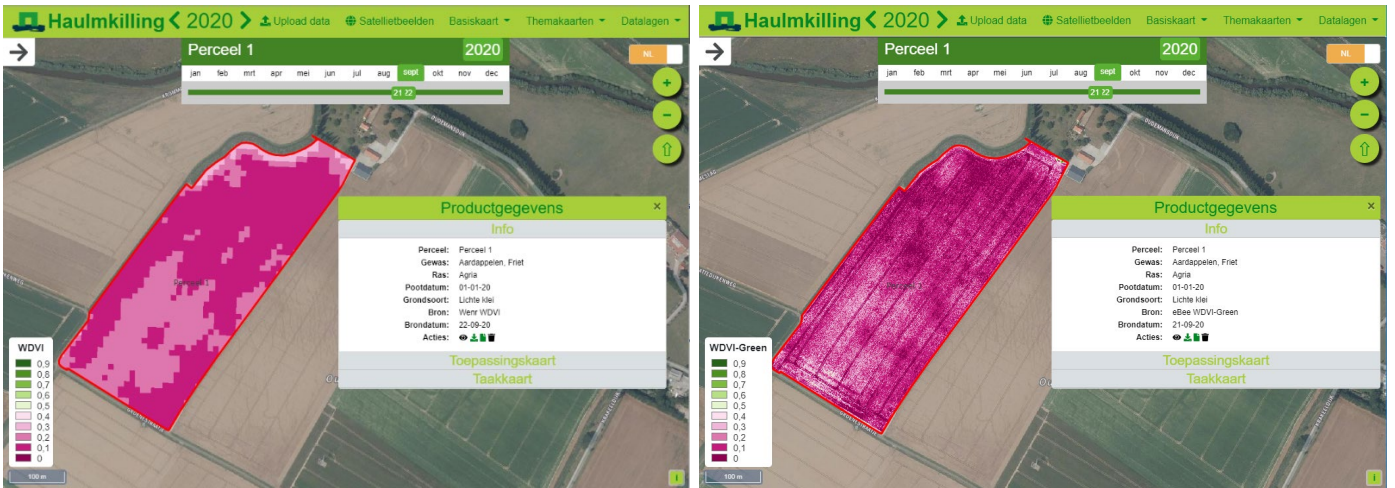
In 2020 zijn er wederom minder telers bezig geweest met het toepassen van variabele loofdoding. De voornaamste reden waren het verbod op Reglone en het natte najaar waardoor er niet gespoten kon worden en het loof uiteindelijk vanzelf dood is gegaan. Toch zijn er twee telers geweest die het aandurfd en om variabele loofdoding toe te passen met een ander middel als Reglone (Quickdown). Deze telers hebben in voorgaande jaren al eerder variabele loofdoding toegepast. Bij één teler is er met een drone gevlogen om de biomassa in kaart te brengen. Op basis van de drone beelden is vervolgens op Akkerweb een taakkaart gemaakt. De andere teler heeft de taakkaart gemaakt via Taakkaart.nl. Dit is dus op basis van satellietbeelden. Omdat er al veel ervaring was met het spuiten op taakkaarten ging de uitvoering vlekkenloos. Echter wordt wel aangegeven dat het maken en inladen van de taakkaarten nog veel kostbare tijd in beslag neemt. Omdat de vervangende middelen voor Reglone en Finale hogere kosten met zich meebrengen, wordt er wel snel meer bespaard bij het toepassen van variabele loofdoding. Dit wordt gezien als een positieve stimulans. De effectiviteit van de nieuwe middelen wordt echter wel lager in geschat. Hierdoor is er vaker een extra bespuiting nodig. Dit is weer onvoordelig voor het milieu en de kosten.



## Voorbeeld toepassing

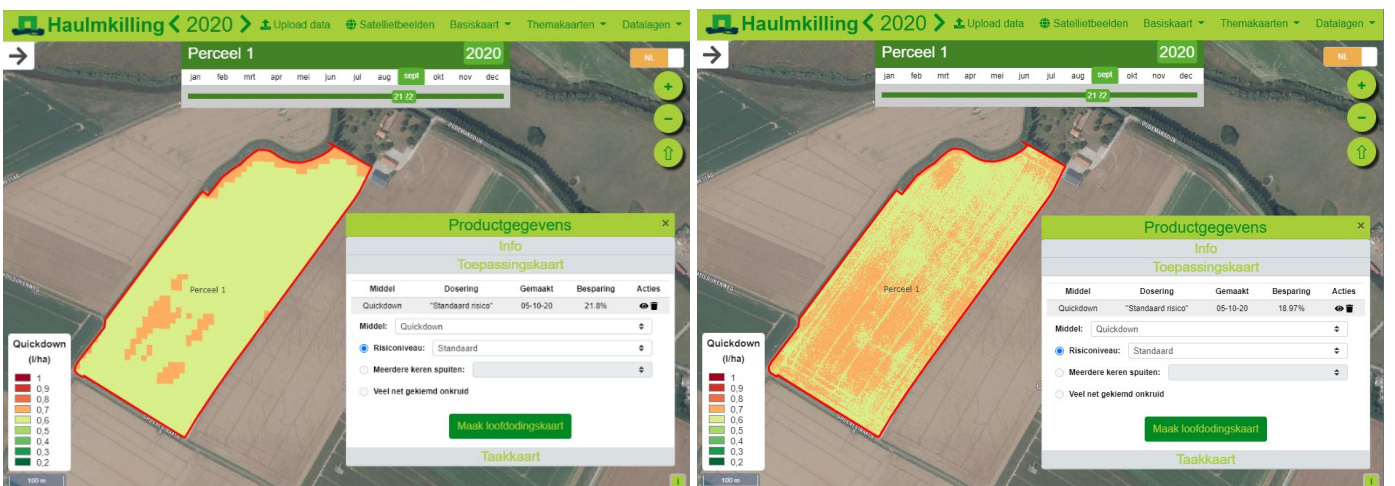
In dit voorbeeld is weergegeven hoe de gebruiker variabele loofdoeding heeft toegepast op zijn bedrijf. Voor dit perceel waren drone beelden en satelliet beelden beschikbaar. Beide zijn ter vergelijking meegenomen in dit voorbeeld.

Via de Akkerweb loofdoedapplicatie zijn er recente satellietbeelden ingeladen. Er is een NDVI en een WdVI beeld beschikbaar. Ook voor de drone data is er een NDVI en een WdVI beeld beschikbaar. Voor variabel loofdoden is het gebruik van een WdVI beeld gewenst. In de figuur hieronder is links een satelliet beeld van de WdVI beeld ingeladen, rechts is het drone beeld ingeladen. Het verschil in resolutie is duidelijk te zien. De pixels van het satelliet beeld zijn 10x10m terwijl de pixels van de drone beelden 0,1x0,1m zijn. Ook is het verschil aan de randen goed te zien. Bij het satellietbeeld is de invloed van de perceelsrand goed zichtbaar in de bocht. Doordat de WdVI berekend is over het gemiddelde van de 10x10m pixel, is de biomassa van de akkerrand ook meegenomen. Dit zorgt voor een hogere WdVI op een breder vlak. Bij de drone data is deze invloed een stuk minder zichtbaar. Wel is op beide beelden goed te zien dat de variatie binnen het perceel duidelijk verdeeld is tussen boven en onder. Boven in het perceel is een lagere biomassa (lage WdVI), onder in beeld een hogere biomassa (hogere WdVI).



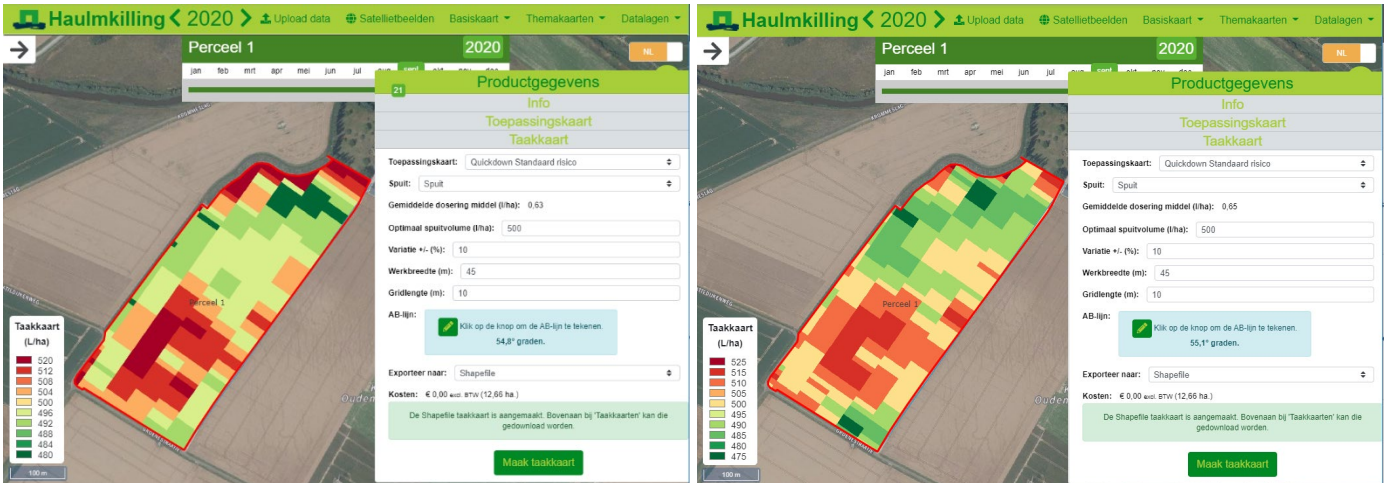
Figuur 1 Satellietbeeld (links) en dronebeeld (rechts) van het perceel met de variatie in WdVI

Met behulp van de Akkerweb rekenregels is er een toepassingskaart gemaakt voor het middel Quickdown met een standaard risico niveau. Dit geeft de onderstaande dosering kaart voor links de satelliet beelden en rechts de drone beelden. Ook in de dosering komt de invloed van de akkerrand aan de bovenkant van het perceel er duidelijk uit bij het satelliet beeld.



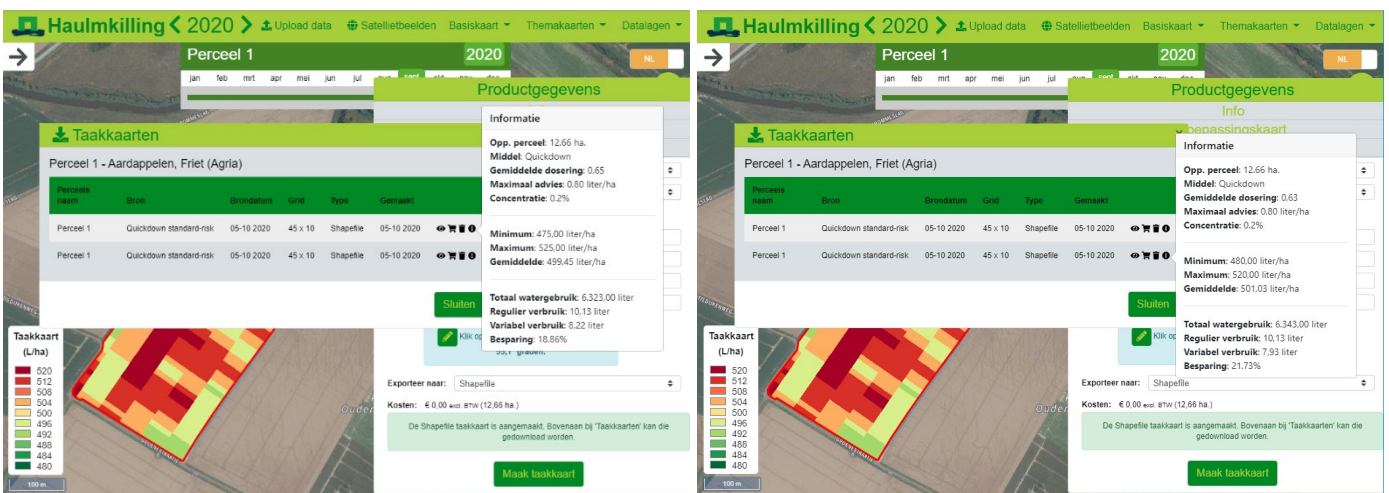
Figuur 2 Doseerkaart van Quickdown op basis van de satelliet WdVI (links) en drone WdVI (rechts)

Op basis van de doseerkaart is een taakkaart gemaakt die de doseerkaart aanpast aan de rijrichting, de afmetingen van de spuit en de gewenste hoeveelheid spuitvloeistof. Er is te zien dat de taakkaart op basis van de satellietbeelden (links) hogere dosering boven in beeld aangeeft. Dit is weer de invloed van de akkerrand. Ook komt het detail niveau van de drone terug in de taakkaart in de snel variërende blokjes.



Figuur 3 Taakkaart gebaseerd op de doseerkaart aangepast aan de specificaties van de spuit voor satellietbeelden (links) en dronebeelden (rechts)

Als de taakkaart is gemaakt is alle informatie over de bespuiting beschikbaar. Hier wordt ook de benodigde hoeveelheid water, middel en de besparing t.o.v. het advies voor een reguliere bespuiting aangegeven. Hier is te zien dat er op basis van satellietbeelden geadviseerd wordt om iets meer middel (8,22L/12,66ha) te spuiten dan op basis van dronebeelden (7,93L/12,66ha). Dit zal waarschijnlijk komen door de invloed van het groen aan de perceel randen welke op de satellietbeelden gezien worden als vitaal aardappel loof. Daarnaast speelt het verschil in resolutie van de data en de onderliggende berekeningen van pixel-data naar taakkaart een rol.



Figuur 4 Informatie over de uit te voeren bespuiting op basis van satelliet beelden (links) en dronebeelden (rechts)

De taakkaart is vervolgens gedownload als shapefile zodat hij in de spuitcomputer geladen kan worden.

De teler heeft deze bespuiting toegepast en heeft hierdoor 18.6% bespaard ten opzichte van de reguliere toepassing (advies volvelds). Dit bespaart hem ongeveer €9,- aan spuitmiddel per hectare ten opzichte van het standaard advies.





### 3. Overall samenvatting NPPL 2018-2020

#### Besparingen op middel

Er zijn in 2018, 2019 en 2020, 10 toepassingen gedaan bij 7 verschillende telers. De middelbesparing is afhankelijk van de staat van het gewas, maar gemiddeld werd er over de periode 21% middel (Reglone en Quickdown) bespaard ten opzichte van de standaarddosering zoals aangegeven door de teler zelf. Dit levert een kostenbesparing op van €11,74/ha t.o.v. de standaard toepassing van de teler. In vergelijking met de waardes gegeven in de KWIN, is er 39% aan middel bespaard (4L/ha). Dit komt neer op een kostenbesparing van en €24,07/ha t.o.v. de KWIN2018. Ten opzichte van KWIN zien we een zeer grote besparing, maar dat is niet realistisch. We schatten in dat gemiddeld gebruik van het middel Reglone in 2018 en 2019 in consumptie- en zetmeelaardappelen in stuk lager ligt dan geven door de KWIN, namelijk 2,5-3 L Reglone per ha. Ten opzichte van deze referentie (2,75 L/ha) zou er met de variabele toepassing dan een besparing zijn van 24% gelijk aan €14,-/ha.

Er kan meer bespaard worden als de spuit meer kan variëren dan alleen over de gehele boombreedte. Bij de spuitmachines die enkel variëren over de gehele boombreedte zal er ook gespoten worden als er maar op bepaalde plekken weinig of geen loof staat. Een lage dosering zal dan voldoende zijn, maar staat er aan het uiteinde van de spuit nog wel veel loof zal het toch nodig zijn om de hoge dosering te geven over de gehele boombreedte. Variatie per dop kan hierdoor de besparingen verhogen. De genoemde cijfers zijn voor een groot gedeelte gericht op het gebruik van Reglone (8 v.d. 10 toepassingen), welke sinds 2020 niet meer gebruikt mag worden.

#### Kosten en baten

Variabele loofdoding kan op meerdere manieren en in verschillende situaties uitgevoerd worden. De omstandigheden bepalen welke kosten er gemaakt moeten worden en welke besparingen dit op zal leveren. Om inzicht te krijgen in de verschillende kosten/baten voor de situaties zijn er drie verschillende scenario's doorgerekend. Hierbij is er in elk scenario vanuit gegaan dat er in de standaard situatie volvelds 1.6 l/ha Quickdown (€96,-) i.c.m. 2 L minerale olie (€6,-) gespoten wordt en nog een keer 1 l/ha Spotlight Plus (€49,-). De besparing is berekend ten opzichte van deze kosten. De kosten voor het maken van de taakkaart wordt voor ieder scenario gezet op €7,50.

**Scenario 1** beschrijft een perceel met een egale uitgangssituatie. Dit houdt in dat het een uniforme bodem heeft en het gewas in gelijke mate toegang tot water en voedingsstoffen heeft gehad. Met dit uitgangspunt wordt verwacht dat de afsterving redelijk gelijk zal zijn en er met variabele loofdoding niet meer als 20% bespaard kan worden. Omdat de afsterving redelijk egaal verwacht wordt, kan dit voldoende in kaart worden gebracht door de satelliet beelden tegen kosten van €1,-/ha. Dit is data op de laagste resolutie, maar wel de goedkoopste mogelijkheid. Dit scenario zal uiteindelijk € 21,70/ha besparen (Tabel 1).

**Scenario 2** beschrijft een perceel met meer variatie. De variatie is mogelijk door wisselende bodemeigenschappen, beperkende watervoorziening of wisselende toegang tot voedingsstoffen. Hierdoor zal er meer variatie optreden in de natuurlijke afsterving, wat kans geeft op hogere besparingen door variabele loofdoding toe te passen. In deze situatie is de besparing ook meer afhankelijk van de resolutie van de data en spuittechniek. Daarom wordt er in dit scenario gebruik gemaakt van drone beelden tegen een kostprijs van €25,-/ha. Vanwege de hoge resolutie van de drone beelden en de grote variatie in het veld, wordt er verwacht dat er tot 35% aan middel bespaard kan worden. Nadelen zijn echter dat er niet altijd gevlogen kan worden wanneer dat het beste uitkomt, omdat het vliegen vaak wordt gedaan door externe partijen. In dit scenario kan een besparing van €20,35/ha gerealiseerd worden.

**Scenario 3** beschrijft hetzelfde perceel als in scenario 2, een perceel met veel variatie in natuurlijke afsterving. Hier is gekozen voor de aanschaf van relatief simpele sensoren op een trekker of spuitmachine voor *on the go* of *stapsgewijze* toepassing. Door de sensoren in eigen beheer te hebben kan de data altijd verkregen worden doordat er geen derde partij nodig is. Daarnaast kan er hoge resolutie data verkregen worden waardoor de variatie goed in kaart kan worden gebracht en er beter variabel gedoseerd kan worden. Er wordt gerekend met een aanschaf waarde van de sensoren van

€5.000,- met een afschrijving in 5 jaar over 60ha. Dit zorgt voor uiteindelijke kosten van €16,67 per hectare per jaar. Verwacht wordt dat deze techniek gemiddeld 35% besparingen kan opleveren. Dit komt neer op €28,68/ha (Tabel 1).

**Scenario 4** beschrijft opnieuw hetzelfde perceel als in scenario 2, een perceel met veel variatie in natuurlijke afsterving. Hier is alleen gekozen voor de aanschaf van gewassensoren op de spuit/trekker en extra aanpassingen op de spuit om per dop variabel te kunnen doseren. Hiermee wordt hoge resolutie data verzameld en kan er ook op hoge resolutie gespoten worden. Daarnaast is het grote voordeel dat de data direct beschikbaar en te gebruiken is. Er wordt gerekend met een aanschaf waarde van €20.000,- en een afschrijving in 5 jaar over 60ha. Dit komt neer op €66,67 per hectare per jaar. Vanwege de hoge resolutie en hoge variatie wordt verwacht dat er tot wel 45% bespaard kan worden. Dat komt neer op €-6,22/ha. Hier zou dus een hogere besparing nodig zijn om dit rendabel te maken.

*Tabel 1 Kosten en baten per beschreven scenario voor loofdoding met Quickdown i.c.m. minerale olie en Spotlight Plus. Toegerekende kosten in rood, scenario's meeropbrengst in zwart en in laatste 2 kolommen de saldo-berekeningen.*

Data type	Data kosten (€/ha)	Taakkaart kosten (€/ha)	Verwachte middel-besparing in % (break even punt)	Besparing (€/ha)	Totaal resultaat per ha
Scenario 1) Satellietbeeld	€ 1,00	€ 7,50	20% (5,63%)	€ 30,20	€ 21,70
Scenario 2) Dronebeeld	€ 25,00	€ 7,50	35% (21,52%)	€ 52,85	€ 20,35
Scenario 3) Simpele sensoren op spuitmachine/trekker	€ 16,67	€ 7,50	35% (16,0%)	€ 52,85	€ 28,68
Scenario 4) Dure sensoren en aanpassing spuitmachine	€ 66,67	€ 7,50	45% (49,11%)	€ 67,95	€ -6,22

De resultaten van de verschillende scenario's laten zien dat de meeste manieren van het toepassen van variabele loofdoding zichzelf terug betalen (Tabel 1). Het gebruik van duurdere middelen, zoals Quickdown en Spotlight, zal eerder voor een positief resultaat zorgen dan de goedkopere middelen, zoals in het verleden Reglone. Het is echter ook belangrijk om te bepalen welk scenario het dichtst in de buurt komt van uw bedrijf. Als er weinig variatie binnen een perceel optreedt, zal de besparing ook minder zijn. Hierdoor zullen investeringen van sensoren en aanpassingen op de spuitmachine minder snel uit kunnen. Gebruik van satelliet -en dronebeelden zijn hier eerder een optie. Met hoge variatie binnen percelen zullen alle aanpassingen zich eerder terug verdienen. Daarnaast kunnen sensoren en aanpassingen aan de spuitmachine zich niet alleen terug verdienen met variabel loofdoding, maar ook met andere precisielandbouw toepassingen als variabel bijbemesten en variabel doseren van bodemherbicide.

### Effectiviteit

De NPPL-telers gaven aan dat de effectiviteit van de bespuiting vergelijkbaar met de standaard bespuiting. Echter de bruikbaarheid van deze techniek is zeer afhankelijk van de beschikbaarheid van data. Gebruik van recente satellietbeelden zal de effectiviteit ten goede komen. Het blijkt alleen dat deze niet altijd beschikbaar zijn. Het gebruik van drone beelden is een alternatief. Dit is alleen een relatief dure optie die niet altijd opweegt tegen de winst behaald door het gebruik van minder middel. Daarnaast bleek er een terughoudende houding te zijn voor het gebruik van variabele loofdoding omdat er nog weinig ervaring is met de middelen die nog beschikbaar zijn na het verbod op Reglone. Verwacht wordt dat de effectiviteit met de andere middelen even goed is al is dit nog niet uitgebreid in de praktijk getoetst. Er kan verwacht worden dat door minder loofdodingsmiddelen te gebruiken, de onkruiddruk hoger wordt. Het algemene beeld is echter dat het variabele gebruik van loofdodingsmiddelen niet ten koste gaat van een hogere onkruiddruk. Geen van de deelnemers binnen NPPL heeft een hogere onkruiddruk ervaren dan met volvelds bespuitingen.

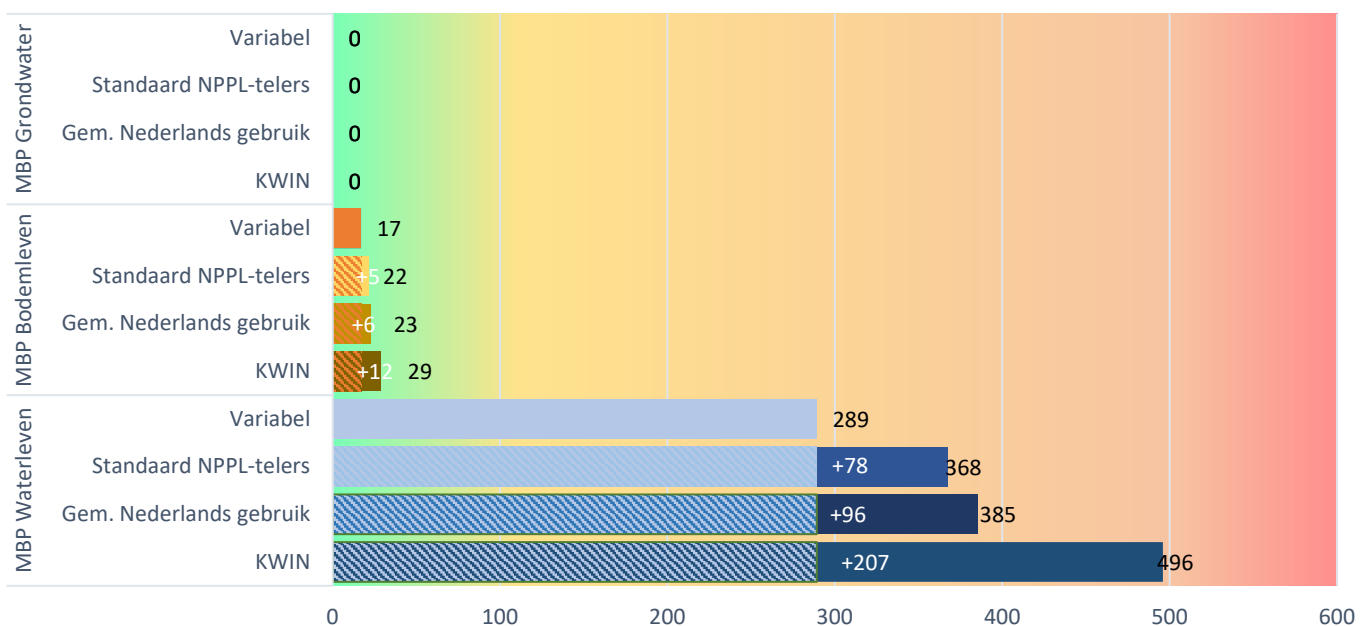
## Effecten op milieu en volksgezondheid

Doordat er minder middel gebruikt wordt, is er ook minder kans op drift en uitspoeling. Dit zorgt voor een lagere milieudruk. Dit is berekend met behulp van Milieu Belasting Punten (MBP). De MBP geven aan hoe schadelijk een middel is voor het milieu. De besparing aan middel door het variabele gebruik ten opzichte van de standaard van de teler, de KWIN en het gemiddelde gebruik in Nederland is gebruikt om de totale vermindering in MBP te berekenen. Dit is weergegeven in Figuur 5. In Tabel 2 is het aantal MBP-winst weergegeven bij het gebruik van de variabele toepassing t.o.v. de KWIN, de standaard toepassing en het gemiddelde gebruik in Nederland. De winst zit vooral bij minder ongewenste effecten op water-organismen.

Tabel 2 Gemiddelde winst op milieu belasting punten ten opzichte van standaard dosering teler en de KWIN over 7 toepassingen in 2018 en 2019 met Reglone

	<b>MBP winst t.o.v. Waterleven</b>	<b>MBP winst t.o.v. Bodemleven</b>	<b>MBP winst t.o.v. Grondwater</b>
Besparing t.o.v KWIN	207	12	0
Besparing t.o.v. standaard praktijk van de NPPL deelnemers	78	5	0
Besparing t.o.v. gemiddeld gebruik Nederland	96	6	0

Op het niveau van één bespuiting geven de milieu belastingpunten de grenzen aan van wat nog een aanvaardbaar risico is voor het milieu. Dit is opgebouwd volgens een stoplichtmodel. Een score van 100 MBP weerspiegelt globaal de toelatingsnorm van het CTGB. Deze waarde geldt per milieueffect en per bespuiting. Onder de 100 MBP zit men goed (groen). Omdat de milieu belasting afhankelijk is van verschillende factoren zijn waarden boven de 100 MBP niet direct fout, maar wel reden tot alertheid (oranje). Boven de 1000 MBP per hectare is zeer schadelijk (rood). In onderstaande figuur (Figuur 5) is het gemiddelde aantal MBP per bespuiting weergegeven. Het geeft weer hoeveel MBP een bespuiting met variabele dosering kost in vergelijking met de standaard dosering van de teler, het gemiddelde in Nederland en de dosering volgens KWIN. Er is te zien dat de belasting per bespuiting fors teruggedrongen kan



Figuur 5 Milieubelastingpunten (MBP) per hectare per bespuiting voor verschillend gebruikte hoeveelheden van Reglone (standaard NPPL-telers, gem. Nederlands gebruik en KWIN) in vergelijking met de variabele toepassingen binnen NPPL

worden als er gebruik wordt gemaakt van variabele dosering. Deze cijfers zijn met name gericht om Reglone. Dit middel heeft niet tot nauwelijks invloed op het grondwater.

Het is duidelijk dat variabele toepassing tot een stuk minder milieu belasting punten leidt dan de dosering vermeld in de KWIN of de standaard dosering. Dit zou een argument kunnen zijn om een toelating voor een middel te behouden, onder de voorwaarde dat deze variabel gedoseerd wordt. Wellicht had de variabele toepassing van Reglone ervoor kunnen zorgen dat deze zo behouden had kunnen worden. Het lijkt immers dat de milieubelasting van de vervangende middelen (Quickdown) niet minder is, terwijl de effectiviteit wel minder lijkt. Er moet hierbij echter wel gezegd worden dat de reden voor het niet opnieuw goedkeuren van Reglone mede te danken is aan onacceptabele risico's voor omwonenden en vogels.

In 2020 is ervaring opgedaan met variabel doseren van de thans toegelaten middelen. Ook hier heeft precisielandbouw perspectief bij het duurzaam optimaliseren van gebruik van deze middelen. Echter vanwege de weinige ervaring met deze middelen is gebleken dat vele telers het nog niet aandurven om deze middelen variabel in te zetten.

## 4. Conclusies

- NPPL deelnemers vinden variabele loofdoding o.b.v. biomassa-kaarten, rekenregels en moderne spuitmachines goed uitvoerbaar.
- Het gebruik van variabele toepassing van loofdodingsmiddelen reduceert het middelengebruik van de NPPL deelnemers tot gemiddeld 21%. T.o.v. het gemiddeld landelijk gebruik van Reglone is een reductie haalbaar van 27%
- Telers werkten vooral met het standaardmiddel Reglone. Ze zijn terughoudend met deze toepassing als ze het moeten uitvoeren met minder bekende, toegelaten middelen.
- De techniek is relatief simpel toe te passen.
- De kosten zijn laag als gewerkt wordt met satellietbeelden en gangbare moderne spuittechniek.
- Toepasbaarheid is afhankelijk van beschikbare satelliet beelden.
- Toegankelijkheid van recente satellietbeelden beperkt de flexibiliteit van de toepassing.
- Gebruik van drone-beelden kost meer dan gebruik van satellietbeelden. Dronebeeldengebruik maakt dat kosten en baten van de toepassing naar elkaar toegroeien c.q. gelijk of negatief worden.
- Er is met de toepassing met name veel te besparen als er grote verschillen in afsterving binnen het perceel zichtbaar zijn (dan besparingen tot meer dan 50%).
- Grote winst op het gebied van milieubelasting voor het waterleven bij variabel doseren van Reglone en Quickdown al na gelang de aanwezige biomassa.
- Ondanks het gebruik van minder middelen wordt er geen hogere onkruiddruk ondervonden.

## Referenties

Kempenaar, C., & Struik, P. C. (2007). The Canon of Potato Science: 33. Haulm Killing. *Potato Research*, 50(3), 341–345. <https://doi.org/10.1007/s11540-008-9082-5>

Kempenaar, C., van Evert, F. K., & Been, T. H. (2014). Use of vegetation indices in variable rate application of potato haulm killing herbicides. *ICPA Conference 2014*.

### Betrokken telers:

- Bart van Loon
- Daniël Cerfontaine
- Martin de Meijer
- Max Sturm
- Mischa Raedts
- Nanne Sterenborg
- Pieter van Leeuwen Boomkamp

### Betrokken experts:

- Bram Veldhuisen
- Dirk de Hoog
- Fedde Sijbrandij
- Jean-Marie Michielsen
- Koen van Boheemen
- Peter Ickenroth