

Mei 2024

Simon Craeye, Rik Clymans, Lieve Wittemans,  
Benedikte Van Heghe, Marlies Huysmans, Audrey  
Miserez

**Contact:**

Inagro : [simon.craeye@inagro.be](mailto:simon.craeye@inagro.be)  
PCH : [benedikte.vanheghe@proefcentrum.be](mailto:benedikte.vanheghe@proefcentrum.be)  
PSKW : [rik.clymans@proefstation.be](mailto:rik.clymans@proefstation.be)

---

## **ZERO-WASTE**

### **DELIVERABLE L1.1**

#### **RAPPORT ALTERNATIEVE TEELTTECHNIEKEN VOOR EEN ZERO-WASTE TEELT VAN TOMAAT, PAPRIKA EN KOMKOMMER IN HOGEDRAAD**

---



De proeven werden uitgevoerd binnen het LA-traject Zero-Waste, met steun van het Agentschap Innoveren & Ondernemen en het Departement Landbouw en Visserij van de Vlaamse overheid.

# INHOUD

INTRODUCTIE .....	3
OPBINDMATERIALEN EN –METHODES.....	5
Situering .....	5
Het gebruik van alternatieve touwen .....	5
Het gebruik van alternatieve clips.....	6
Het gebruik van ‘touwloze’ opbindsystemen.....	9
Kosten-baten .....	10
SUBSTRAATMATTEN.....	11
Duurzame grondstoffen .....	11
Steenwol zet de maat.....	12
Een goed rapport voor perliet.....	12
Goede resultaten met Mosswool van Novarbo mits aangepaste sturing.....	13
Sioen is meest generatieve substraat .....	13
Mooie beworteling in Growbag Advanced van Klasmann-Deilmann .....	14
Grow Bag van Agarix is vochtig maar teert goed in .....	14
Aangepaste irrigatie vereist .....	16
Substraten als generatief of vegetatief hulpmiddel om de plant in balans te krijgen.....	16
CONCLUSIE .....	16

## INTRODUCTIE

Bij het ruimen van een serre, na een substraatteelt van vruchtgroenten zoals tomaat, paprika of komkommer, wordt heel wat bedrijfsafval gegenereerd, dat vooral bestaat uit plantenresten en substraatmatten. Jaarlijks wordt voor tomaat per hectare 30 tot 50 ton (nat) plantenresten geruimd, wat neerkomt op een totaal van 16,5-27,5 kton voor België. Wat komkommer en paprika betreft, gaat het respectievelijk over 25-30 ton per hectare en 40 ton per hectare plantenresten, goed voor respectievelijk 1,3 à 1,5 kton en 3,6 kton voor België. Deze plantenresten worden klassiek samen met het plastic opbindmateriaal verhakseld, wat een moeilijk op te zuiveren mengstroom geeft. Deze mengstroom wordt meestal gecomposteerd, maar de verontreiniging met plastic opbindmaterialen bemoeilijkt de compostering. Bovendien blijft er een reststroom van niet-composteerbaar materiaal over die moet worden verbrand. De substraatmatten bestaan veelal uit minerale wol, waaraan na het maandenlange intensieve gebruik vaak geen nieuwe bestemming kan gegeven worden in de horticultuur<sup>1</sup>. Bijgevolg wordt het overgrote deel van deze reststroom verwerkt in de productie van bakstenen en een klein percentage gaat naar verbranding.

Telers zijn genooddaakt te betalen om dat afval van hun bedrijf te verwijderen en zoeken om deze reden naar manieren om de afvalkosten te reduceren. Afzetkosten zijn variabel en afhankelijk van verwerker en vervuilingsgraad van de reststromen. In 2021 betaalde een teler tussen de 85 en 120 € /ton (met touw en met/zonder clips) voor afvoer met kennisgeving (goedkeuring OVAM)<sup>2</sup> naar Nederland voor compostering en tot 300 € /ton voor verbranding in Vlaanderen, met opbindmaterialen uit polypropyleen. Voor organisch-biologisch afval vergunde OBA-composteerders in Vlaanderen kunnen het verhakselde loof (met touwen maar zonder clips) ook voorbereiden en composteren aan 70 tot 105 €/ton (2021)<sup>1</sup>. Ook voor het teeltsubstraat variëren de afzetprijzen sterk afhankelijk van vervoer en verwerkers. Deze kunnen in verschillende depots aangeleverd worden, waarbij de steenwolmatten, plastic en het materiaal van elkaar worden gescheiden. Uiteindelijk wordt ongeveer 1% van de substraatmat verbrand of gestort.

Een ZERO-WASTE teelt omvat hetzij opbindmaterialen die duurzame verwerking van de serrelaafstroom mogelijk maken hetzij een opbindmethode die resulteert in een zuiver plantaardige afvalstroom. Daarnaast is de teelt pas afvalloos als ook op vlak van het teeltsubstraat stappen gezet kunnen worden naar hernieuwbare grondstoffen die optimaliter kunnen worden hergebruikt in de tuinbouw. In geval van gebruikte substraten op basis van veen en/of organische reststromen en vezels, is compostering mogelijk bij OBA-composteerders, vergund voor organisch-biologisch bedrijfsafval. Dit rapport bundelt onderzoeksresultaten en inzichten die verworven werden binnen het VLAIO-LA traject ZERO-WASTE (11/2021 – 10/2025), in kader van WP1. In de loop van 2021 en 2022 voerden Inagro, Proefcentrum Hoogstraten (PCH) en Proefstation voor de Groenteteelt (PSKW) praktijkproeven uit in respectievelijk een komkommer-, paprika- en tomatenteelt, met als doelstelling alternatieven voor de huidige praktijk te evalueren en te vertalen naar adviezen voor de sector. Details vind je in Tabel 1.

<sup>1</sup> Enkele telers stomen en hergebruiken het substraat. We hebben hier geen exacte cijfers over.

<sup>2</sup> Vlaco (2024). Eindrapport Cmartlife C12.1

Tabel 1: Teeltdetails van de uitgevoerde praktijkproeven

	Komkommer	Tomaat	Paprika
Ras	BonPrima (Rijk Zwaan)	Rebelski (De Ruiters) geënt-getopt op Maxifort (De Ruiters)	Mavera (Enza)
Locatie proef	Inagro (Agrotopia)	PSKW	PCH
Stengeldichtheid	3,4 st/m <sup>2</sup>	2,5 st/m <sup>2</sup>	7,1 st/m <sup>2</sup>
Startdatum teelt	09/02/2022	15/12/2021	06/12/2021
Einddatum teelt	20/07/2022	14/11/2022	23/10/2022

## OPBINDMATERIALEN EN –METHODES

### Situering

Vruchtgroentepplanten zoals tomaat, paprika en komkommer, worden met een opbindsysteem in een verticale positie gehouden. De meeste telers gebruiken hiervoor polypropyleen (PP) touwen omdat deze erg flexibel zijn, beschikken over een aanzienlijke trekkracht en weinig rek of krimp vertonen. Bovendien is de beschikbaarheid van PP hoog wat de kostprijs van de haspels drukt. Om de planten van verticale teelten omhoog te leiden, wordt getracht om ze rondom het touw te winden. Het indraaien van planten is in veel gevallen echter niet mogelijk. Daarom worden vaak PP-clips gebruikt om de plant langs het touw te geleiden en aan het touw te bevestigen. PP is echter niet bioafbreekbaar. Dit beperkt de verwerkingsmogelijkheden van een plant-touw-clip mengsel sterk. Het is een hele uitdaging om de kunststoffen materialen te scheiden van de plantenresten en de afvalstroom van touw- en clipfragmenten kan enkel worden verbrand. Technologische innovaties die het mogelijk maken om de touwen samen met de plantenresten te verwerken of die een zuivere plantenstroom opleveren, bieden kansen om de teelt te verduurzamen.

### Het gebruik van alternatieve touwen

Natuurlijke vezels worden al decennia gebruikt om touwen te vervaardigen. Anno 2023 gebruiken particulieren vaak sisal of jute voor het ophouden van planten in de moestuin. Het nadeel van natuurlijke touwen is dat ze gemakkelijker vocht opnemen en hierdoor gevoeliger worden voor rot en aan breeksterkte moeten inboeten. Toch worden biologische vezels zoals jute en katoen veelvuldig gebruikt voor professionele tuinbouwtouwen, al dan niet in combinatie met viscose (ook rayon genaamd), een op cellulose gebaseerde semisynthetische vezel. Het samenbrengen van materialen zorgt ook voor een gecombineerde eigenschap naar treksterkte, rekbaarheid, ...

Daarnaast zijn ook bioafbreekbare plastiektouwen op de markt, vervaardigd uit het polymeer PLA (poly lactic acid). Deze touwen lijken erg op de PP touwen, maar breken af wanneer ze worden gecomposteerd.

De omgeving waarin de touwen zullen worden gebruikt, stelt zijn eisen. De touwen moeten sterk genoeg zijn om een jaar in de serre stand te houden, soms blootgesteld aan hoge temperaturen, een hoge luchtvochtigheid en direct zonlicht. Voor een hogedraad komkommerteelt, waarin de planten vijf maanden in de serre hangen die nooit veel zwaarder dan 3 kg worden, zal een ander (dunner) touw gebruikt kunnen worden dan bij een vleestomatenteelt waarbij negen maand na ingebruikstelling nog steeds een plant van > 5 kg aan het touw hangt. Die dikte wordt vaak uitgedrukt in m/kg waarbij een hoge waarde wijst op een dun touw. Bij paprika worden de touwen onder de goot geknoopt en strak naar de gewasdraad gespannen om zo de ganse teelt te blijven hangen. Voor deze teelt is de mate van rek en krimp erg van belang. Bij komkommer en tomaat worden de touwen ofwel door de leverancier ofwel door de teler op haspels gewikkeld. Hier is de eenvoud van winden belangrijk alsook de dikte van het touw omdat deze het volume bepaalt die de haspel finaal zal gaan innemen boven het gewas en bijgevolg de beschadwingsgraad die het zal veroorzaken in het gewas. Finaal moet het materiaal beschikbaar en betaalbaar zijn. De meerkost voor het touw mag de besparing door een verlaagde gate-fee niet overschrijden, willen we de teler ook een economisch voordeel gunnen.

Een aantal commercieel beschikbare touwen werden in ZERO-WASTE geëvalueerd, weergegeven in **Tabel 2**. Er werden geen problemen met rek of krimp vastgesteld bij de geteste touwen en nergens trad plantbeschadiging op door wrijving met de opbindmaterialen.

*Tabel 2: Overzicht van de geteste touwen*

TOUWEN				
Naam	Materiaal	Komkommer	Tomaat	Paprika
Valent twine	PP	X	X	X
Twynkoord Bio 800 m/kg	PLA			X
Biotwine 500 m/kg	PLA		X	
Biotwine 1.000 m/kg	PLA	X		
Jute Cordenka Twine 700 m/kg	jute+viscose (1+5)			X
Biobih 600 m/kg	jute+viscose (1+5)	X		
Corbeo Hortiray NR1	jute+viscose (1+4)	X		
Corbeo Hortiray KC6xR5N	katoen+viscose (6+5)		X	X
Biolor 635	katoen-viscose	X		
Royal Brinckman Jute 3 draads	jute	X		
Cordenka Growth 250 AC1	viscose	X		
Cordenka Growth 360 AC1	viscose	X	X	X
Cordenka Growth 420 AC1	viscose		X	

In de tomaten- en komkommerteelt werden alle geteste touwen stevig genoeg bevonden. In de paprikateelt braken 2 Hortiray-touwen na 20 weken teelt, maar dit kon worden toegeschreven aan druppelvorming op het touw dat zich onder de goot bevond.

Verder viel de gladheid van het Cordenka viscose touw op. Dit vereist wat extra aandacht bij het aankoorden van de jonge komkommer-, tomaten- en paprikaplanten, maar is zeker niet onoverkomelijk. Belangrijk bij fijne, gladde viscosetouwen is dat gekozen wordt voor een clips of ring die voldoende klemt zodat de plant niet van het touw schuift.

Het opwinden van jute-bevattende touwen loopt wat moeilijker. Jute maakt de haspel ook wat omvangrijker wat iets meer schaduwwerking geeft op het gewas. PLA-touw heeft als voordeel dat het sterk op het standaard PP-touw lijkt, wat ten goede komt aan het gebruiksgemak.

### Het gebruik van alternatieve clips

Net zoals voor de touwen werden er ook een aantal alternatieven voor de PP clips getest (**Tabel 3**). Een eerste alternatief voor PP clips zijn diezelfde clips vervaardigd uit PLA. Aan de vormgeving van de clip is zo goed als niets veranderd waardoor de PP clip 1 op 1 vervangen kan worden door zijn bioafbreekbare broertje. Zoals voor PP verschillende diameters beschikbaar zijn afhankelijk van het gewas waarin ze zullen worden ingezet, is dit ook het geval voor PLA.



*Figuur 1: Bato 15mm clip (PLA) in komkommerteelt*

Een tweede alternatief zijn metalen ringen van het TomSystem. Deze ringen worden met behulp van een handhield toestel rond het touw geklemd ([Figuur 2](#)). De klemsterkte is instelbaar (1-5) waardoor de ringetjes op touwen van verschillende dikte kunnen bevestigd worden. Het voordeel van de metalen ringetjes is dat ze tijdens een goed uitgevoerd composteringsproces weg oxideren.

De ringen bleken compatibel bij elk getest touw, maar worden niet aanbevolen in combinatie met dunne, gladde (viscose)touwen. Om te voorkomen dat de Tomsystem ringetjes gaan schuiven, moesten deze op de gladde touwtjes extra hard dichtgeknelnd worden. Dit leidde tot enkele gevallen van vezelbreuk, maar zonder veel erg, want touwbreuk trad nooit op.



Figuur 2: De metalen ringen van het TomSystem worden rond het touw en tomatenplant geklemd met een handheld toestel.

Tabel 3: Overzicht van de geteste clips

CLIPS				
Naam	Materiaal	Komkommer	Tomaat	Paprika
Paskal 15 mm 554kc-bio	PLA	X		
Paskal 23 mm 550kdbio-8	PLA	X	X	
Bato 15 mm	PLA	X		
Bato 19 mm	PLA	X	X	
Klassiek ARaymond	PP		X	
TomSystem	Metaal	X	X	

Alle clips en ringetjes die getest werden, werden geschikt bevonden voor gebruik in tomaat- of komkommerteelt. Soms verliep het clippen met de PLA clips in de tomatenteelt wat moeizamer omdat de clips niet goed sloten, maar dat lag aan het ontwerp en niet aan de grondstof.

Het ringen verloopt in eerste instantie iets trager, want het gebruik van het toestel moet je eerst onder de knie krijgen. Soms wordt het touw wel eens gemist, maar naarmate de handeling vaker wordt uitgevoerd wordt ze an sich sneller dan het klassieke clippen (10% sneller bij einde komkommerteelt).



Waar bij het klassieke clippen tussenin ook gedieft kan worden, is dit moeilijker bij het ringen. Je houdt immers het ringtoestel vast in één hand. Dieven en ringen gebeurt idealiter in twee werkgangen. Bij vruchtgroenten is het belangrijk om op de juiste plaats te ringen. Zo wordt verhinderd dat een vruchtbeginsel binnen de ring geraakt en er vergroeiing optreedt. De lopende ontwikkeling van kleinere ringetjes voor komkommer kan dit risico wellicht nog verkleinen.

### Het gebruik van ‘touwloze’ opbindsystemen

De firma ‘Pellikaan’ ontwikkelde een teeltsysteem waarbij komkommer- en tomatenplanten (Tabel 4) opgehangen worden aan een metalen haak (PlanthooQ) met metalen clips (Qliprs). In de eerste weken groeit de plant langs een (later weg te nemen) jute touw tot aan de PlanthooQ die de helft van de afstand gewasdraad-goot overbrugt. Eens de plant de haak bereikt, wordt ze eraan vastgeklemd met een Qlipr waarin een plantbeschermende mousse is aangebracht. Groeit de plant verder opwaarts, dan wordt een tweede (komkommer en tomaat) en een derde (enkel bij zware tomatenplanten) Qlipr bijgeplaatst met als doel de plantmassa goed te verdelen. Het gewasonderhoud neemt een andere vorm aan dan bij klassiek clippen. Bij het Qlipr-systeem wordt in één werkgang zowel het verlagen, fixeren en horizontaal verschuiven van de plant en het snoeien van de vruchtjes/trossen uitgevoerd.

Tabel 4: Overzicht van de geteste touwloze opbindsystemen

TOUWLOZE OPBINDSYTEMEN				
Naam	Materiaal	Komkommer	Tomaat	Paprika
Qliprs + PlanthooQ – Pellikaan	metaal	X	X	



Figuur 3: Touwloos opbindsysteem Qlipr (Pellikaan), waarbij een Qlipr bevestigd wordt aan de PlanthooQ

De ervaring uit de praktijkproeven was dat de Qliprs de plant inderdaad stevig aan de PlanthooQ bevestigen zonder hierbij de plantstengel te beschadigen. Nooit werd de sapstroom belemmerd of deed zich schimmelaantasting voor op de bevestigingsplaats van de Qlipr.



De leercurve om het Qlipr-systeem onder de knie te krijgen, is weliswaar niet te onderschatten. In de komkommerproef vroeg het Qlipr-systeem bij aanvang beduidend meer tijd, maar kon op het eind van de teelt een besparing van 10% op de arbeidsbesteding aangetoond worden ten opzichte van de klassieke combinatie van clippen, snoeien en afhaspelen, verschuiven. De reden hiertoe was voornamelijk omdat minder frequent geQliprd kon worden (Qlipr-interval van 5 dagen ipv 3 à 4 in komkommer). In de tomatenteelt leek Qlipr tot op het eind van de teelt meer tijd te vragen, mede omdat daar het Qlipr-interval enkel tot april kon worden opgetrokken naar 10 dagen, maar Qlipren voorts toch om de 7 dagen nodig bleek, net als in een klassieke teelt. Het Qlipren vraagt ook een goede concentratie omdat het een iets complexere klembeweging is en alle andere handelingen ook in diezelfde werkgang dienen te gebeuren.

Het gebruik van het Qlipr systeem in een komkommengewas komt met een extra uitdaging. Doordat de planten hechtrankjes vormen die zich rond de PlanthooQ slingeren, wordt bij het naar beneden schuiven van de plant wat weerstand ondervonden. Het beschadigen van de hechtranken tijdens dit proces leidde echter nooit tot nefaste gevolgen voor de plant. Ook het aanhouden van een extra stengel komt met een protocol. Waar anders een nieuw touw naar de basis van de nieuwe scheut wordt geleid en aan de nieuwe scheut wordt bevestigd, moet de nieuwe scheut nu al redelijk lang zijn om de afstand naar de volgende PlanthooQ te overbruggen. Net na aanhouden is het belangrijk dat bij het zakken moeder- en dochterplant samen voorzichtig worden gemanipuleerd.

Verder heerst bij de telers een bezorgdheid over een verhoogd risico op ziekteoverdracht. Doordat eerst de onderste Qlipr wordt verwijderd en deze na het neerwaarts verschuiven bovenaan diezelfde plant terug wordt geplaatst, is het risico van overdracht van pathogenen tussen planten beperkt. Ook over de herbruikbaarheid van het materiaal en dan vooral de mousses zijn bedenkingen. De metalen onderdelen dienen na elke teelt gehygiëniseerd te worden (bv stomen of schuimen). Naar de effectiviteit van hygiënisatie van de mousses werd geen onderzoek verricht. De mousses zijn makkelijk uit de Qliprs te verwijderen en dienen idealiter bij elke teeltwissel vervangen te worden. Dit proces is zeer arbeidsintensief.

### Kosten-baten

Het overschakelen naar alternatieve opbindsystemen kan een financiële uitdaging of kans worden voor het bedrijf. Het Cmartlife-project (actie C12.1) bouwde Boerenbond, in samenwerking met Vlaco, PSKW en PCH een kosten-batenanalyse om de mogelijke impact te schetsen<sup>3</sup>. Een teler kan zijn eigen situatie invullen in een Excel-bestand. Algemeen werden een aantal conclusies getrokken: alternatieven van biotouwen met metalen ringen of het Qlipr-systeem kunnen financieel voordelig zijn voor de (vlees)tomaatteelt en hoge draadkomkommer. Het gebruik van bio-plastic clips vormt momenteel een aanzienlijk materiaal-meerprijs in een teelt waarin veel clips nodig zijn. Indraaien van biotouwen is financieel interessant in de serreteelten van komkommer (traditioneel), aubergine en courgette. Voor tomaten en paprika is een GMO-steun nodig om tot een break-even te leiden bij het indraaien (met hoogstens 1 clip).

---

<sup>3</sup> [Deelproject C12.1 – verminderen van plasticvervuiling in de serreloofstromen van diverse vruchtgroenten \(2020-2023\) | Vlaco](#)



## SUBSTRAATMATTEN

Bij vruchtgewassen in substraatteelten worden de planten traditioneel op een groeimedium geplaatst waarin alle nutriënten gedruppeld worden in de vorm van een voedingsoplossing. Dit medium is bij voorkeur inert (sturing EC en pH verloopt vlot en voorspelbaar), pathogeenvrij, gemakkelijk te plaatsen en ruimen, kwalitatief (behoud van structuur en optimale balans tussen water en lucht, ...) en moet een volledig jaar kunnen worden gebruikt. Voor tomaat en paprika zien we nog heel veel gebruik van steenwol; komkommer wordt voornamelijk op perliet geteeld. Beide zijn inerte, minerale substraten met een hoge energievraag tijdens de productiefase: steenwol wordt uit basalt gesponnen bij 1500°C, perliet is gepoet vulkanisch gesteente dat ontstaat bij verhitting tot voorbij 1000°C. Ze worden doorgaans niet<sup>4</sup> hergebruikt in de teelt en kunnen door hun minerale karakter na gebruik in de teelt niet aan de natuur teruggegeven worden. Er bestaan verschillende recyclagemogelijkheden, maar ook deze vragen aardig wat energie; een beperkt aandeel perliet wordt gestoomd en hergebruikt, steenwol wordt ingezameld en wordt geshredderd en verwerkt in bakstenen. Om de ecologische impact van substraten te verlagen, kan gekeken worden naar hernieuwbare grondstoffen die na gebruik gemakkelijker een tweede leven toebedeeld kunnen worden.

### Duurzame grondstoffen

In de komkommer-, tomaat- en paprikaproef werden verschillende organische matten vergeleken met de referenties steenwol en/of perliet. Elke mat werd op een bepaalde manier geïrrigeerd, uitgaande van eerdere ervaringen. Op basis van de verwachtingen gelinkt aan de samenstelling werden substraten gegroepeerd op een specifiek kraanvak. Tijdens de teelt werden sensoren die EC en watergehalte in de substraten meten, gebruikt om de watergift te sturen. Een overzicht zie je in [Tabel 5](#). De resultaten van deze proef worden hieronder gerapporteerd en zijn ook terug te vinden in [Proeftuinnieuws<sup>5</sup>](#) (2023).

---

<sup>4</sup> Enkele (paprika)telers hergebruiken hun steenwolsubstraat. Sommigen stomen eerst anderen niet. Bij tomaat is dit minder van toepassing uit angst voor ToBRFV overdracht.

<sup>5</sup> <https://www.proeftuinnieuws.be/wp-content/uploads/2023/03/Organische-substraten-kunnen-wedijveren-met-steenwol-en-perliet.pdf>

Tabel 5: Overzicht van de geteste substraatmatten en de toegepaste irrigatiestrategie (komkommer: perliet en Grow Bag; tomaat: steenwol, perliet en Growbag Advanced; Paprika: steenwol, Mosswool en Sioen medium).

SUBSTRATEN					
Leverancier	Naam substraat	Materiaal	Toegepaste irrigatiestrategie <sup>1</sup>		
			Komkommer	Tomaat	Paprika
Cutilène	Exxellent x-fibre	Steenwol			Steenwol
Grodan	GT-Master	Steenwol	Perliet	Steenwol	
Willems Perlite	Perliet – fractie 2	Perliet	Perliet	Perliet	
Novarbo	Mosswool	Sphagnum mos, veen en houtvezel	Grow Bag	Growbag Advanced	Mosswool
Sioen	Type hard	Kokos- en jutevezel			Sioen medium
	Type medium		Grow Bag	Perliet	Sioen medium
	Type soft				Sioen medium
Klasmann-Deilmann	Growbag Advanced	Hout- en kokosvezel	Perliet en Grow Bag	Growbag Advanced	
Agaris	Grow Bag	Schors, hout- en kokosvezel	Grow Bag	Growbag Advanced	

<sup>1</sup> Het was niet mogelijk om per teelt een aparte irrigatiestrategie te voorzien voor ieder substraat, per teelt waren er twee (komkommer) of drie (tomaat, paprika) kraanvakken. Daarom werden substraten met de meeste gelijkenissen gegroepeerd in hetzelfde kraanvak. Er werd daarbij gekozen om te sturen volgens de noden van één substraat in plaats van een intermediaire sturing. Ieder getest substraat heeft minstens in één teelt een optimale irrigatiestrategie gekregen (m.u.v. 'Sioen type hard' en 'Sioen type soft', omdat deze zeer gelijkaardig waren aan 'Sioen type medium').

### Steenwol zet de maat

Het veelgebruikte steenwolsubstraat haalt goede resultaten in de verschillende teelten. In de tomatenteelt startte de steenwolmat met een productieachterstand. Deze werd doorheen de teelt goedgehaakt waardoor steenwol over het volledige teeltseizoen een gemiddelde opbrengst haalde (Tabel 6). De planten van Rebelski waren groeiachtig en stonden er redelijk vegetatief bij. Beperkte wortelsterfte (10-20%) en bruinverkleuring werden waargenomen.

In de komkommerteelt werd de proef uitgevoerd met het ras Bonprima. Hier deed de steenwolmat het eveneens goed ondanks de sturing op basis van metingen in de perlietmatten (Tabel 7). Een foutje in de fertigatiesturing begin april, waarbij te weinig gietbeurten werden doorgevoerd, legde een gekend pijnpunt bloot zijnde de beperkte herbevochtigingscapaciteit. De mat teerde iets te veel in en kon zich niet herpakken. Desondanks bleef een negatief effect hiervan op de opbrengst uit.

Bij paprika was steenwol de enige referentie en Maverla behaalde op deze matten een goede productie (Tabel 8). De eerste oogst viel in week 12.

### Een goed rapport voor perliet

In de komkommerteelt kon de perlietmat een uitstekend rapport voorleggen. Op deze mat werden iets grotere gietbeurten gegeven dan in de organische matten, omwille van de vlotte drainage. Ook in de

tomatenteelt haalde perliet een hoge productie. Dit generatieve substraat zorgde ervoor dat de planten een week vroeger in productie kwamen dan in steenwol. Perliet haalde een hoge totaalopbrengst ondanks een kleine productierugval in de zomer. De tomatenplanten waren iets minder groeikrachtig maar hielden stand in de zomer. Een generatief substraat zoals perliet samen met een vegetatief ras zoals Rebelski is een goede combinatie<sup>6</sup>.

### Goede resultaten met Mosswool van Novarbo mits aangepaste sturing

Het Mosswool substraat van Novarbo is een mat op basis van houtvezel, witveen en veenmos. Deze mat hield het water goed bij en dat resulteerde in een mooi denses wortelweb dat zich uniform over de volledige hoogte van de mat verspreidde. Dit maakt het substraat een duidelijk vegetatief substraat. Op deze substraten groeiden krachtige planten die een goede productie voortbrachten, behalve bij tomaat. In deze teelt ging de vegetatieve groei ten koste van de generatieve groei, voornamelijk tijdens het voorjaar. Mits een aparte watersturing en een generatief ras zou het Mosswool substraat van Novarbo goede prestaties kunnen behalen. Komkommers kunnen goed om met hoge vochtgehalten. In combinatie met het goede wortelweb resulteerde dit in een groeikrachtig gewas met goede opbrengstresultaten. Bij tomaat zorgde de combinatie van het natte, vegetatieve substraat met het vegetatief ras Rebelski voor een te vegetatieve plant en bijgevolg een lagere productie. Alleen bij paprika kon de watergift ook specifiek worden aangepast aan de noden van Mosswool. Dit substraat behaalde daar de hoogste productie en het hoogste aantal vruchten/m<sup>2</sup>. De draingaten werden groter gemaakt om de zetting van de planten te bevorderen. Door de sterke vegetatieve groei was dit substraat benadeeld in het voorjaar. In de zomer was er een inhaalbeweging met goede eindresultaten tot gevolg. Tijdens een hete en zonnige zomer, zoals in 2022, zijn vegetatieve substraten zoals Mosswool in het voordeel.

### Sioen is meest generatieve substraat

De substraten van Sioen bestaan uit tamelijk droge matten met verticaal georiënteerde jute en kokosvezels. Dit is het meest generatieve substraat in de proef. Een groot voordeel van droge substraten is dat de teler de intering (verschil tussen minimale en maximale vochtgehalte in de mat) makkelijk kan wijzigen, waardoor de sturing eenvoudiger verloopt. Het voldruppen van dit substraat verliep niet zoals bij de andere matten omdat de vezels een ietwat hydrofoob karakter hebben. Daardoor bleef de bovenzijde van het substraat droog terwijl er zich onderin de mat vrijstaand water bevond. De timing voor het maken van extra draingaten heeft daarom een grote invloed op het watervolume dat de mat kan bufferen. Sioen beschikt over drie types: een droog (Sioen hard), intermediair (Sioen medium) en natter (Sioen soft) substraat. In de drie teelten werd schimmelvorming geobserveerd maar deze had geen gevolgen voor de plantengroei.

In tomaat werd de medium mat getest. Ondanks een lager vruchtgewicht had dit substraat een goede productie in het voorjaar. Deze goede productie aan het begin van het seizoen was te danken aan een vroegere productiestart en een hoger aantal geoogste vruchten. De planten waren minder groeikrachtig maar hielden stand in de zomer. In de zomer zagen we meer krimpscheurtjes op de vruchten. Dat wijst op een grotere dynamiek in het zwellen en krimpen van de vruchten, veroorzaakt door de variatie van het vochtgehalte doorheen de dag in deze matten. De Brix-waarde was iets hoger in dit object. In komkommer

---

<sup>6</sup> Bij paprika werd perliet niet meegenomen als referentie, steenwol wel.



werd eveneens de medium mat van Sioen getest. Wat productie betreft kon deze mat van 7 maart tot 21 april gelijke tred houden, maar liet hij 10 kg/m<sup>2</sup> liggen in de daaropvolgende 50 dagen. De laatste maand haakte deze mat terug aan, maar kon de achterstand niet meer goedmaken met nipt significante verschillen in het eindresultaat. De wortels vormden zich voornamelijk in de onderste 3 centimeter van de mat.

In paprika werden de drie verschillende types substraat van Sioen getest. Ondanks het feit dat de zomer van 2022 minder optimaal was voor generatieve substraten, werd geen significant productieverlies vastgesteld bij de types hard en soft. Een voordeel is de vroege productie van deze twee substraten; de eerste productie was het dubbele van die op steenwol. Deze vroege vruchten vertoonden wel opmerkelijk veel kripscheurtjes. Bij Sioen hard en soft waren deze aanwezig bij respectievelijk 33% en 30% van de beoordeelde vruchten, bij steenwol was dat bij 4%. Het medium substraat behaalde een lager aantal vruchten (114) dan bij steenwol (121). Het is mogelijk dat dit substraat in het nadeel was door zijn kleinere volume; het medium substraat was 4 cm smaller in vergelijking met de andere matten.

#### Mooie beworteling in Growbag Advanced van Klasmann-Deilmann

De Growbag Advanced van Klasmann-Deilmann is een substraat op basis van hout- en kokosvezel. De beworteling in dit substraat verliep voorspoedig met een mooie dooradering van het volledige substraat. Zowel in de tomatenteelt als in de komkommerteelt was het vruchtgewicht in het voorjaar hoog. Bij tomaat zette deze trend zich niet voort wat resulteerde in een iets lagere totaalopbrengst vergeleken met steenwol. Alleen in de komkommerteelt lag deze mat zowel in de minerale sturing van de perlietmatten als in de meer organische sturing volgens de Grow Bag van Agaris. In beide objecten werd een bijzonder mooi resultaat geboekt. Er waren iets meer komkommers met lager vruchtgewicht in de minerale sturing. Bij de minerale sturing merkten we een lager interingspercentage dan bij steenwol. Bij de organische sturing was deze vergelijkbaar met de waarden van Mosswool (Novarbo) en Grow Bag (Agaris). Ook bij tomaat was het interingspercentage lager dan bij steenwol. Het watergehalte daalde zeer traag na de laatste gietbeurt. De Growbag Advanced van Klasmann-Deilmann bezit dus vrij vegetatieve eigenschappen en een organische sturing met minder maar grotere beurten lijkt aangewezen.

#### Grow Bag van Agaris is vochtig maar teert goed in

De Grow Bag van Agaris is een organisch substraat op basis van schors, hout- en kokosvezel dat redelijk vochtig is maar goed inteert. Dit maakt het substraat niet uitgesproken vegetatief of generatief. Het volume van de mat nam gestaag af naarmate de teelt vorderde, vermoedelijk doordat de organische bestanddelen begonnen te verteren. De fysische eigenschappen zijn gelijkaardig aan de Growbag Advanced van Klasmann-Deilmann. De wortels waren goed verspreid over de hele substraatmat maar er waren minder wortels aanwezig in vergelijking met de andere objecten.

De Grow Bag van Agaris scoort goed voor tomaat en komkommer in de eerste helft van de teelt. In de zomer is er een terugval in productie. Deze terugval heeft geen negatieve invloed op de totaalopbrengst bij tomaat maar bij komkommer scoort één van de vier parallellen hierdoor wel slecht waardoor het gemiddelde voor dit substraat zakt.

Tabel 6: Productieresultaten van tomaat (18/3/22 – 14/11/22)

TOMAAT			
Substraat	Productie (kg/m <sup>2</sup> )	Vruchtgewicht (g)	Aantal vruchten/m <sup>2</sup>
Steenwol	59.51 a	230 a	259 a
Perliet	60.25 a	225 b	268 a
Mosswool	57.52 a	226 b	255 a
Sioen medium	60.43 a	229 a	263 a
Growbag Advanced	57.80 a	225 b	256 a
Growbag	59.02 a	224 b	264 a

Tabel 7: Productieresultaten komkommer. Voor de Grow Bag van Klasmann-Deilmann werd zowel een minerale als een organische sturing opgevolgd.

KOMKOMMER			
Substraat	Productie (kg/m <sup>2</sup> )	Vruchtgewicht (g)	Aantal vruchten/m <sup>2</sup>
Steenwol	46.47 a	437 a	106 a
Perliet	47.95 a	447 a	106 ab
Mosswool	47.00 a	445 a	106 ab
Sioen medium	38.48 a	439 a	88 b
Growbag Advanced (mineraal)	46.00 a	438 a	105 ab
Growbag Advanced (organisch)	47.50 a	447 a	106 a
Growbag	44.00 a	443 a	99 a

Tabel 8: Productieresultaten paprika.

PAPRIKA			
Substraat	Productie (kg/m <sup>2</sup> )	Vruchtgewicht (g)	Aantal vruchten/m <sup>2</sup>
Steenwol	24.30 ab	201 a	121 ab
Mosswool	25.21 a	190 a	133 a
Sioen hard	23.91 ab	200 a	119 bc
Sioen soft	24.84 a	203 a	123 ab
Sioen medium	22.81 b	200 a	114 c

### Aangepaste irrigatie vereist

Voor elk type mat kan een optimale irrigatiestrategie gecreëerd worden. Dit is nodig om het volle potentieel van de mat te benutten. Afhankelijk van het gewas wordt steenwol (tomaat, paprika) of perliet (komkommer) als referentie genomen met als gevolg dat de sturing van nieuwe types matten vaak minder optimaal is. Matten die gemakkelijk vocht vasthouden, bieden robuustheid. De irrigatiefrequentie mag hier iets minder hoog en de beurten mogen iets groter zijn. Een aandachtspunt bij dit type matten is dat er tijdens de nacht voldoende intering wordt gerealiseerd. Hiervoor kan vroeger in de namiddag gestopt worden met gieten. Bij matten die minder goed vocht vasthouden, is een hoge frequentie van kleinere beurten aangewezen. Om de intering over nacht niet te groot te laten worden, wordt vaak wat langer gegoten of sneller een nachtbeurt gegeven. Een defect aan het systeem of een fout in de sturing zal hier sneller leiden tot economische schade. Uit onze proeven bleek het risico op schade groter bij onderdosering dan bij overdosering. Mattypes die goed bufferen, doen het bijgevolg vaak beter dan matten die minder goed vocht vasthouden en snel nadeel ondervinden van ondermaatse watergift.

### Substraten als generatief of vegetatief hulpmiddel om de plant in balans te krijgen

De matten die hier getest werden, bezitten verschillende eigenschappen die, afhankelijk van de omstandigheden, een voordeel of nadeel kunnen vormen voor de teelt. Om het gewas in balans te krijgen, moet er rekening gehouden worden met een breed gamma aan factoren (waaronder teelt, ras, irrigatiestrategie, irrigatiesysteem...). Hierbij zou substraatkeuze ook een interessante tool kunnen zijn; door bijvoorbeeld een vegetatief ras te combineren met een droger substraat is de plant makkelijker in evenwicht. Matten met een hoog waterbufferend vermogen kunnen de planten steeds voldoen in hun watervraag. Er treedt in dat opzicht geen droogtestress op bij de plant. Om een goede wortelkwaliteit en nutriëntenopname te realiseren is het ook van belang dat de lucht/water balans in de mat in evenwicht is. Teveel water kan in dat opzicht ook leiden tot plantstress. Over het algemeen merkten we dat planten op matten met een goede waterbuffering in een kraanvak met irrigatie op maat van steenwol veel energie kunnen investeren in groei. Deze types matten staan garant voor een groeiachtig gewas met veel en stevige groene delen (dikke stengel, groeiachtige kop, grote bladeren). In combinatie met vegetatieve rassen kennen dergelijke substraten echter meestal ook een lagere productie omdat er minder geïnvesteerd wordt in de vruchten. Deze types van matten komen goed tot hun recht in combinatie met een ras dat eerder generatief groeit of in drogere periodes met hoge waterconsumptie (warme zomers).

Matten die vlot draineren, lopen het risico om op sommige momenten net niet aan de watervraag van het gewas te kunnen voldoen en dus een stressreactie uit te lokken. Stress gaat bij planten gepaard met een hogere investering in de vruchten ten koste van het fotosyntheseapparaat. De planten staan er wat schraler bij en lijken hun groeikracht wat verloren te hebben.

## CONCLUSIE

In ZERO-WASTE werd aangetoond dat er alternatieve substraten en materialen en technieken voor het opbinden van planten en substraten voorhanden zijn, die niet gebaseerd zijn op polypropyleen (PP). Bioafbreekbare opbindmaterialen, die qua uiterlijk en eigenschappen lijken op de standaard PP-





materialen, bieden potentieel omdat het geen andere handeling vraagt van de gebruiker en dus geen invloed heeft op de arbeidsnood. Om te weten of de overstap rendabel is, dient de teler de hogere kosten af te wegen tegen de besparing van de afvoerkost. Ook GMO-steun kan meegenomen worden in de berekening. Dit kan van leverancier/afnemer/regio verschillen.

Metalen ringen in plaats van clips vragen een initiële aanpassing aan de teelthandelingen, maar kunnen op termijn de arbeid voor het opbinden reduceren. Samen met een gemakkelijker verwerkbaar plantenstroom (indien gecombineerd met bioafbreekbare touwen) kan het ringen van planten de teelt verduurzamen.

Het Qlipr-systeem vraagt een grondige hertekening van het arbeidsprofiel op een bedrijf. Bovendien worden arbeiders gevraagd verschillende handelingen te combineren in één doorgang. Dit is niet geschikt voor elk type bedrijf. Desondanks kan het touwloze systeem een propere reststroom opleveren en valt de investeringskost dankzij een lagere afzetkost en potentiële arbeidsbesparing (na leercurve) rond te rekenen.

De markt biedt organische substraten aan die in staat zijn een teelt te doorlopen met opbrengsten en kwaliteit die kunnen tippen aan de referenties steenwol of perliet. Elk type mat heeft zijn specifieke fysische eigenschappen waarbij in de irrigatiestrategie mee rekening moet worden gehouden. Bij droge types matten is het belangrijk de irrigatiefrequentie en beurtgrootte aan te passen zodat de dynamiek in vochtgehalte in de mat niet te extreem wordt en de plant geen droogtestress ondervindt. Vochtsensoren kunnen bij de eerste ervaringen een indicatie geven en aanduiden of/wanneer/hoeveel bijgestuurd dient te worden.

Bijkomend onderzoek is nodig om het potentieel van de beloftevolle alternatieve materialen verder en holistisch te exploreren. Zo kunnen nattere (organische) substraten in aanwezigheid van wortelziekten mogelijks voor meer ziekte zorgen. Anderzijds kunnen de alternatieve materialen nog bijkomende voordelen hebben die in dit project niet werden verkend. Zo hebben organische substraten mogelijks positieve effecten op het microbieel evenwicht en een betere vestiging van biologische controle organismen in het wortelmilieu en zorgen ze dan mogelijk voor weerbaardere planten. Ook de duurzaamheid van de verschillende alternatieve en gangbare materialen werd in dit project niet onderzocht, dat is een complexe vraag waarvoor gedegen levenscyclusanalyses nodig zijn.