



Vlaanderen
is landbouw & visserij



ILVO Mededeling 251

april 2019

**BRONGERICHTE
EROSIEBESTRIJDINGSTECHNIKEN
BIJ GROENTEN EN MAÏS**

**PROEFVELDRESULTATEN VAN
HET GOMEROS-PROJECT 2018**

ILVO

Instituut voor Landbouw-,
Visserij- en Voedingsonderzoek

www.ilvo.vlaanderen.be

Brongerichte erosiebestrijdingstechnieken bij groenten en maïs

Proefveldresultaten van
het GOMEROS-project 2018

ILVO MEDEDELING 251

april 2019

ISSN 1784-3197

Wettelijk Depot: D/2019/10.970/251

Auteurs

Thijs Vanden Nest ¹

Tomas Van De Sande ³

Maarten De Boever ²

Donald Dekeyser ¹

Greet Ruyschaert ¹

¹ ILVO - ² PCG - ³ Inagro

Partners



Met steun van



Vlaanderen
is ondernemen



BOERENBOND
trouw aan land- en tuinbouw



Contact

Thijs Vanden Nest
Instituut voor Landbouw-, Visserij- en Voedingsonderzoek
Plant
Burg. Van Gansberghelaan 109
9820 Merelbeke
T +32 9 272 26 74
thijs.vandennest@ilvo.vlaanderen.be

Greet Ruysschaert
Instituut voor Landbouw-, Visserij- en Voedingsonderzoek
Plant
Burg. Van Gansberghelaan 109
9820 Merelbeke
T +32 9 272 26 98
greet.ruysschaert@ilvo.vlaanderen.be

Tomas Van De Sande
Inagro, Tuinbouw open lucht
Ieperseweg 87
8800 Rumbeke-Beitem
T +32 51 27 33 13
tomas.vandesande@inagro.be

Maarten De Boever
Provinciaal Proefcentrum voor de Groenteteelt Oost-Vlaanderen vzw
Karreweg 6
9770 Kruishoutem
T +32 9 381 86 86
maarten.deboever@pcgroenteteelt.be

Deze publicatie kan ook geraadpleegd worden op:
www.ilvo.vlaanderen.be/pers-en-media/publicaties

Vermenigvuldiging of overname van gegevens toegestaan mits duidelijke bronvermelding.

ILVO

Aansprakelijkheidsbeperking

Deze publicatie werd door ILVO met de meeste zorg en nauwkeurigheid opgesteld. Er wordt evenwel geen enkele garantie gegeven omtrent de juistheid of de volledigheid van de informatie in deze publicatie. De gebruiker van deze publicatie ziet af van elke klacht tegen ILVO of zijn ambtenaren, van welke aard ook, met betrekking tot het gebruik van de via deze publicatie beschikbaar gestelde informatie.

In geen geval zal ILVO of zijn ambtenaren aansprakelijk gesteld kunnen worden voor eventuele nadelige gevolgen die voortvloeien uit het gebruik van de via deze publicatie beschikbaar gestelde informatie.

Samenvatting.....	6
Inleiding.....	11
1 Kuilmaïs Horebeke: strip-till, niet-kerende bodembewerking en volleveldszaai	13
1.1 Doelstelling van de veldproef	13
1.2 Beschrijving perceel	13
1.2.1 Situering landbouwbedrijf.....	13
1.2.2 Bodemkenmerken en bodemverdichting (4 april 2018).....	14
1.3 Beschrijving veldproef.....	17
1.3.1 Opbouw en logboek.....	17
1.4 Beschrijving van de behandelingen	22
1.4.1 Voorafgaande werkzaamheden.....	22
1.4.2 Strip-till.....	23
1.4.3 Ploegen.....	25
1.4.4 Niet-kerende bodembewerking.....	26
1.4.5 Verschillende zaaitechnieken.....	27
1.5 Erosie: visuele vaststellingen op 28 mei 2018.....	29
1.6 Erosie: regenvalsimulaties 13 juni 2018.....	33
1.7 Opbrengstbepaling.....	38
1.8 Conclusies.....	40
2 Kuilmaïs Vollezele: strip-till, niet-kerende bodembewerking, volleveldszaai en drempeltjes....	42
2.1 Doelstelling van de veldproef	42
2.2 Beschrijving perceel.....	42
2.2.1 Situering landbouwbedrijf.....	42
2.2.2 Bodemkenmerken en bodemverdichting op 29 maart 2018.....	43
2.3 Beschrijving veldproef.....	46
2.3.1 Opbouw en logboek.....	46
2.4 Beschrijving van de behandelingen	52
2.4.1 Voorafgaande werkzaamheden.....	52
2.4.2 Strip-till.....	53
2.4.3 Ploegen.....	55
2.4.4 Niet-kerende bodembewerking.....	56
2.4.5 Verschillende zaaitechnieken.....	56
2.5 Erosie: regenvalsimulaties 4 en 6 juni 2018.....	60
2.6 Opbrengstbepaling.....	72
2.7 Conclusies.....	73

3	Kuilmaïs Merelbeke: strip-till, diepe en ondiepe niet-kerende bodembewerking.....	75
3.1	Doelstelling van de veldproef.....	75
3.2	Beschrijving van het perceel.....	76
3.3	Beschrijving veldproef.....	77
3.3.1	Opbouw en logboek.....	77
3.3.2	Weersomstandigheden.....	81
3.3.3	Bemesting en zaai kuilmaïs.....	83
3.4	Teeltverloop.....	85
3.4.1	Aanleg en ontwikkeling van de groenbedekkers.....	85
3.4.2	Indringingsweerstand voorjaar 2018 (15 maart 2018).....	89
3.4.3	Bodembewerkingen en zaai kuilmaïs voorjaar 2018.....	92
3.4.4	Onkruiden.....	93
3.4.5	Gewasontwikkeling en gewashoogte.....	94
3.5	Opbrengstbepaling.....	95
3.5.1	Strip-till (S25) voorjaar 2018.....	97
3.5.2	Ondiepe niet-kerende bodembewerking (NKB15) voorjaar 2018.....	99
3.5.3	Diepe niet-kerende bodembewerking (NKB30) voorjaar 2018.....	101
3.5.4	Ploegen voorjaar 2018.....	103
3.5.5	Vergelijking van strip-till, ondiepe en diepe niet-kerende bodembewerking en ploegen.....	105
3.6	Conclusies.....	106
4	Zaaiui Elst: niet-kerende bodembewerking, verruwen zaaibed en combinatie met zomergerst.....	109
4.1	Doelstelling van de veldproef.....	109
4.2	Beschrijving perceel.....	109
4.2.1	Situering landbouwbedrijf.....	109
4.2.2	Bodemkenmerken en bodemverdichting op 4 april 2018.....	109
4.3	Beschrijving veldproef.....	114
4.3.1	Opbouw en logboek.....	114
4.3.2	Beschrijving van de behandelingen.....	117
4.3.3	Bemesting en zaai.....	119
4.4	Bodembedekking en bodemruwheid.....	121
4.4.1	Bodembedekking.....	121
4.4.2	Bodemruwheid.....	122
4.5	Gewasopkomst en onkruidtellingen.....	124
4.5.1	Gewasopkomst en -hoogte.....	124
4.5.2	Bodembedekkingsgraad.....	126

4.5.3	Onkruidtellingen.....	128
4.6	Erosie	129
4.6.1	Beschrijving van de toestand doorheen het groeiseizoen.....	129
4.6.2	Regenvals simulaties op 31 mei 2018.....	133
4.7	Opbrengstbepaling.....	136
4.8	Conclusies.....	138
5	Erwt Heuvelland: niet kerende bodembewerking	140
5.1	Situering.....	140
5.2	Beschrijving van het perceel	140
5.2.1	Proefterrein.....	140
5.2.2	Chemische bodemkenmerken	141
5.2.3	Weersomstandigheden.....	141
5.2.4	Overzicht van teelt - en oefverloop	142
5.3	Proefaanleg.....	142
5.3.1	Proefplan	143
5.3.2	Overzicht van de aangelegde objecten.....	143
5.4	Waarnemingen bij proefaanleg.....	144
5.4.1	Bodemvochtgehalte.....	144
5.4.2	Ruwheid van het zaaibed	144
5.4.3	Penetrometermetingen.....	145
5.5	Waarnemingen tijdens de teelt.....	146
5.5.1	Opkomststellingen.....	146
5.5.2	Ziekten en plagen.....	147
5.5.3	Onkruiddruk.....	147
5.5.4	Regenvals simulaties.....	147
5.5.5	Evolutie van de bodembedekking.....	152
5.5.6	Evolutie van de bodembedekking.....	156
5.6	Oogst en opbrengstbepaling.....	159
5.7	Bespreking van de resultaten en besluit.....	159
5.7.1	Proefomstandigheden	159
5.7.2	Opbrengst en kwaliteit.....	160
5.7.3	Effect op erosie.....	160
6	Spruitkool Heuvelland: Combinatie ven drempeltjes tussen de plantrijen met verruwen van de plantlijn door torsieweiders op de plantmachine.....	161
6.1	Situering en doelstelling.....	161

6.2	Proefomstandigheden.....	161
6.2.1	Proefterrein.....	161
6.2.2	Chemische bodemkenmerken	162
6.2.3	Weersomstandigheden.....	163
6.2.4	Overzicht van teelt – en proefverloop.....	163
6.3	Proefaanleg.....	164
6.3.1	Vernietigen van de groenbedekker en klaarleggen van het perceel.....	164
6.3.2	Proefplan	168
6.3.3	Beschrijving van de aanpassingen op de plantmachine.....	168
6.3.4	Aangelegde objecten.....	170
6.4	Waarnemingen en resultaten	170
6.4.1	Waarnemingen bij proefaanleg.....	170
6.4.2	Waarnemingen tijdens de teelt.....	171
6.4.3	Regenvalsimulaties.....	172
6.5	Besluit.....	179
7	Knolselder Heuvelland: Combinatie van drempeltjes tussen de plantrijen met verruwen van de plantlijn door torsieweiders op de plantmachine.....	180
7.1	Situering en doelstelling.....	180
7.2	Proefomstandigheden.....	180
7.2.1	Proefterrein.....	180
7.2.2	Chemische bodemkenmerken bij proefaanleg.....	181
7.2.3	Weersomstandigheden.....	181
7.2.4	Overzicht van teelt – en proefverloop.....	182
7.3	Proefaanleg.....	182
7.3.1	Proefplan	183
7.3.2	overzicht van de aangelegde objecten.....	183
7.3.3	Beschrijving van de aanpassingen aan de plantmachine	184
7.4	Waarnemingen bij proefaanleg	187
7.4.1	Waarnemingen m.b.t. de uitgevoerde aanpassingen aan de plantmachine.....	187
7.4.2	Waarnemingen m.b.t. de aanleg van de verschillenden objecten.....	188
7.5	Waarnemingen tijdens de teelt :.....	190
7.5.1	Mate van aandrukken en weggroei van de plantjes	190
7.5.2	Run-off en erosie.....	190
7.5.3	Regenvalsimulaties.....	190
7.6	Besluit.....	195

7.6.1	Omstandigheden bij aanplant en weggroei	195
7.6.2	Technische/praktische haalbaarheid:	196
7.6.3	Regenvalsimulaties:.....	196
8	Savooikool Zwalm: niet-kerende bodembewerking en verruwing aandruklijn	197
8.1	Doelstelling van de veldproef	197
8.2	Beschrijving perceel.....	197
8.2.1	Situering landbouwbedrijf.....	197
8.2.2	Bodemkenmerken en bodemverdichting op 11 april 2018.....	197
8.3	Beschrijving veldproef.....	202
8.3.1	Opbouw en logboek.....	202
8.3.2	Beschrijving van de behandelingen.....	205
8.3.3	Bemesting en plant.....	208
8.4	Gewasopkomst, bodembedekkingsgraad en onkruidtellingen.....	210
8.4.1	Gewasopkomst en -hoogte.....	210
8.4.2	Bodembedekkingsgraad, volume en uniformiteit	211
8.4.3	Onkruidtellingen.....	213
8.5	Bodemruwheid en erosie	214
8.5.1	Visuele beoordeling bodemruwheid	214
8.5.2	Visuele beoordeling erosie.....	215
8.5.3	Regenvalsimulaties op 30 mei 2018.....	217
8.6	Opbrengstbepaling.....	221
8.7	Conclusies.....	222
9	Ruggenteelt wortelen Zwalm: drempels en tandbewerkingen tussen de ruggen	223
9.1	Doelstelling van de veldproef	223
9.2	Beschrijving perceel.....	223
9.2.1	Situering landbouwbedrijf.....	223
9.2.2	Beschrijving van het proefperceel.....	224
9.3	Beschrijving veldproef.....	227
9.3.1	Opbouw en logboek.....	227
9.4	Beschrijving van de behandelingen.....	230
9.4.1	tand+drempels: vaste tand met gekromde langwerpige beitel en Barbutte drempelmachine	230
9.4.2	tand: vaste tand met gekromde langwerpige beitel.....	232
9.5	Erosie	233
9.6	Conclusies.....	237
10	Dankwoord	239

Samenvatting

Het GOMEROS-project (VLAIO-LA traject) zoekt naar teelttechnieken die brongericht erosie kunnen bestrijden in groenten en maïs met behoud van gewasrendement. In 2018; het derde jaar van de proefveldwerking van het GOMEROS-project werd aandacht besteed aan niet-kerende bodembewerking in maïs, zaaiui, erwt, savooikool en spruitkool, strip-till en drempeltjes in maïs, aangepaste plantmachines in knolselder, spruitkool en savooikool, diepe tandbewerking en drempeltjes in de ruggenteelt van wortelen en zomergerst als dekvrucht in zaaiui. In totaal werden 9 proefvelden aangelegd en opgevolgd op vlak van teelttechniek, gewasontwikkeling, gewasopbrengst en erosiereductie. De opzet van de veldproeven werd gebaseerd op de lessen die uit de voorgaande proefjaren werden getrokken¹.

Het GomerOS-project focust op brongerichte erosiereducerende teelttechnieken ter ondersteuning van de nieuwe randvoorwaarden erosie. Deze zijn gericht op verlagen van de kracht van inslaand en afstromend regenwater en een betere infiltratie. Een steeds terugkomende teelttechniek, is niet-kerende bodembewerking. Niet-kerende bodembewerking houdt, in tegenstelling tot ploegen, gewasresten van een voorgaande teelt/groenbedekker aan het oppervlak waardoor de kracht van inslaand en afstromend water gebroken wordt. Strip-till is hiervan een voorbeeld. De bodem wordt enkel bewerkt in strookjes. Op de bodem tussen de stroken blijven gewasresten onaangeroerd. Door een minder intensieve zaai- en rotoegang met de rotoeg of het gebruik van een cultivator i.p.v. een rotoeg-, kan het bodemoppervlak ruwer gelegd worden. Een ruwer bodemoppervlak verslemt minder snel en vertraagt afstromend water. Door het aanleggen van drempeltjes in ruggenteelten, kan regenwater gebufferd worden en is er minder afstroming. In heel wat groenteteelten op ruggen zijn drempeltjes om één of meerdere redenen geen evidentie. Door een tandbewerking tussen de ruggen, wordt de bovengrond tussen de ruggen gedecompecteerd en ruwer gelegd waardoor regenwater beter infiltreert en minder snel afstroomt. De afstroming van regenwater langs preferentiële wegen –langsheen een bandenspoor en de (aangedrukte) zaailijn of plantlijn- kan voorkomen worden door zaai- of plantpatronen te doorbreken en bandensporen of aandruklijnen weg te werken. Met volleveldszaai in maïs kan het rijenpatroon doorbroken worden. Sporenwissers kunnen de verdichting in het bandenspoor wegwerken en aangepaste plantmachines voor kolen en knolselder kunnen de aandruklijnen van de aandrukwielen wegwerken. Ten slotte kan ook het aanleggen van drempeltjes in vlakveldse teelten afstromend water bufferen. Uitgaande van deze strategieën werden de verschillende veldproeven aangelegd gespreid over de heuvelachtige streken in Vlaanderen, met als doel de erosiereductie te onderzoeken en in kaart te brengen welke de gevolgen zijn voor teelttechniek, gewasopbrengst en gewaskwaliteit en in welke mate knelpunten kunnen opgelost worden.

CASE 1: Strip-till, niet-kerende bodembewerking, drempels en volleveldszaai in maïs

Zowel in de Vlaamse Ardennen (**Hoofdstuk 1**) als in het Pajottenland (**Hoofdstuk 2**) werd een veldproef aangelegd op een leemperceel met ploegen, niet-kerende bodembewerking en strip-till. Beide veldproeven maïs kwamen in de rotatie na wintergraan waarbij de stoppel diep niet-kerend werd bewerkt en een vorstgevoelig groenbedekkermengsel werd ingezaaid. De bemesting bestond uit 45 m³ runderdrijfmest/ha,

¹ De resultaten van 2016 zijn terug te vinden in ILVO-mededeling 226 en van 2017 in ILVO mededeling 241.

aangevuld met rijbemesting kunstmest. Ploegen, niet-kerende bodembewerking en strip-till (waarbij de drijfmest in de rij werd geïnjecteerd) werden onder goede omstandigheden uitgevoerd. De zaai vond plaats op 5 en 8 mei. De gewasopbrengst was in beide veldproeven niet significant verschillend tussen ploegen, niet-kerende bodembewerking en strip-till en bedroeg 18-20 ton DS/ha. In de eerste helft van juni werden regenbuien gesimuleerd (20 l/m² op 10-11 minuten of 25 l/m² op 12 minuten). Niet-kerende bodembewerking kon erosie met meer dan 85 % reduceren ten opzichte van ploegen. Strip-till zorgde voor een gelijkaardige reductie in de Vlaamse Ardennen, maar in het Pajottenland was erosiereductie afhankelijk van de positie in het veld en schommelde tussen 50 en 90%. Het bodemoppervlak is bij strip-till over het algemeen harder en het regenwater infiltreert trager. Naarmate er meer gewasresten zijn, wordt het afstromende regenwater meer geremd en krijgt het meer tijd om te infiltreren.

In het Pajottenland werd ook het effect van drempels tussen maïsrijen getest. Net zoals bij strip-till schommelde de erosiereductie tussen 50 en 90% afhankelijk van de positie. Wanneer de helling mooi homogeen is, is er een sterke reductie door de drempeltjes. Wanneer het perceel in 2 richtingen afhelpt is de buffercapaciteit van de drempeltjes een pak lager omdat het water via de plantlijnen wegloopt en is de werking dus veel minder efficiënt.

In de Vlaamse Ardennen werd ook een kleine test uitgevoerd met sporenwissers op de zaaimachine. Een bandenspoor in het zaaibed, is een oppervlakkig verdichte insporing die regenwater versneld kan afvoeren en waarin makkelijk erosie kan ontstaan. Dit bandenspoor wegwerken kan helpen in erosiepreventie. In het proefveld werd een triltand met rechte beetel gebruikt. Het bleek al snel dat deze niet in staat is om het bandenspoor op te breken en onvoldoende werkt.

CASE 2: Strip-till optimaal uitvoeren: invloed van voorafgaande groenbedekker en bodembewerking?

Op een zandleemperceel in Merelbeke werd in 2017 een proef gestart na de oogst van wintertarwe om de invloed van de bodembewerking in het najaar en type groenbedekker op de maïsopbrengst van het volgende seizoen te onderzoeken (**hoofdstuk 3**). Het perceel wordt standaard geploegd en er was duidelijk een ploegzool aanwezig op 30 cm diepte. De bodem werd na de oogst van wintertarwe verdeeld in stroken die werden bewerkt met de stoppelcultivator (15 cm) of met een diepgronder (6 micheltanden op 3 m, tot 30 cm diep). Vervolgens werden hier 3 groenbedekkers uitgezaaid, nl. Italiaans raaigras, gele mosterd + facelia en een mengsel van 8 soorten op basis van o.a. gele mosterd en Japanse haver. Tijdens de winter vrozen de 2 mengsels dood. Vroeg op het voorjaar werden alle behandelingen gespoten met glyfosaat en werden de gewasresten achteraf geklepeld. Uit metingen van de bodemweerstand in het voorjaar bleek dat de groenbedekkers geen invloed hadden op verdichtingen in de bouwvoor. Door het inzetten van de diepgronder werd de verdichte laag op 30 cm diepte wel duidelijk gebroken, daar waar dit bij de stoppelcultivator natuurlijk niet het geval was. In het voorjaar werden behandelingen aangelegd met ploegen, diepe en ondiepe niet-kerende bodembewerking. Alle combinaties van bewerking najaar, type groenbedekker en bewerking voorjaar werden uitgevoerd in 3 herhalingen. De bemesting was gelijk voor alle objecten (45 m³/ha runderdrijfmest + rijbemesting kunstmest).

De bodembewerking met de strip-tillmachine, was duidelijk moeilijker wanneer de groenbedekker Italiaans raaigras was. Zelfs na tijdig doodspuiten en klepelen, is raaigras dus een minder goede optie als voorvrucht van strip-till. Bovendien bleek er ook hergroei van raaigras te zijn in de strip-till objecten, daar waar dit in de geploegde behandeling niet het geval was. Dit resulteerde in een duidelijke opbrengstderving van >1,0 ton DS/ha ten opzichte van strip-till na de andere groenbedekkers. Ook de bodembewerking in het voorgaande najaar was zeer belangrijk. Indien er geen diepe bodembewerking plaatsvond in het

voorgaande najaar, maar slechts een bewerking met de stoppelcultivator, was er bij de maïs in strip-till een opbrengstderving van ruim 2,0 ton DS/ha. Deze resultaten bevestigen deze van voorgaande veldproeven van GOMEROS. Voorafgaand aan maïs in strip-till, is het beter te opteren voor een mengsel dat doodvriest en op tijd gezaaid wordt na het diep losmaken van de bouwvoor i.p.v. een grasachtige groenbedekker. Dit maakt dat strip-till in maïs monocultuur of na laat geogoste teelten sterk af te raden is.

Uit deze veldproef bleek verder dat bij het systeem van diepe niet-kerende bodembewerking bij maïs, de diepe bewerking zowel in het voorjaar als het najaar mag uitgevoerd worden, als ze maar in goede omstandigheden wordt uitgevoerd. Tweemaal diep niet-kerend bewerken (najaar en voorjaar) had geen effect op de gewasopbrengst. In principe kan de landbouwer dus kiezen wanneer de diepe niet-kerende bodembewerking wordt uitgevoerd, toch raden we het voorzorgsprincipe aan en de diepe bodembewerking in het najaar onder goede omstandigheden uit te voeren. Dit voorkomt het probleem om diep te moeten werken in suboptimale condities bij een nat voorjaar. Verder dient men voldoende lang te wachten om met het drijfmestvat of stalmestspreider het land op te rijden om de diepte van verdichting te minimaliseren. Indien de diepe bewerking reeds in het vorige najaar gebeurde, hoeft de bodembewerking in het voorjaar immers niet dieper te zijn dan de verdichting door drijfmestvat/stalmestspreider.

CASE 3: Niet-kerende bodembewerking (NKB) en intensiteit van zaaibedbereiding in zaaiui

In 2018 werd opnieuw een proef met zaaiui aangelegd op een leemperceel in Brakel ter vergelijking van niet-kerende bodembewerking met ploegen (**hoofdstuk 4**). Daarnaast werd ook de aandrukrol van de rotoreg in de zaaicombinatie aangepast om het zaaibed ruwer te leggen. De vraag blijft of na een intensieve zaaibedbereiding er nog sprake kan zijn van enige erosiereductie bij niet-kerend ten opzichte van ploegen en/of een ruwer zaaibed. In 2018 werd ook een nieuwe erosiebestrijdende techniek uitgetest. De teelt van zaaiui werd gecombineerd met zomergerst. De idee is dat zomergerst de bodem sneller zal bedekken en voor erosiereductie kan zorgen. Enkele weken na opkomst wordt de zomergerst vervolgens doodgespoten.

In het najaar van 2017 werd gediëpgrond met een Micheltand (20-25 cm diep) voor de inzaai van de groenbedekker van gele mosterd en bladrammenas. Deze groenbedekker werd eind februari geklepeld. Eind april 2018 werd de grond gebroken met een vaste tand tot 10-15 cm diep. Een deel van het perceel werd vervolgens geploegd waarna er werd klaargelegd met een rotoreg. Daags nadien werd er gezaaid met een zaaicombinatie met rotoreg. Het gebruik van een prisma-rol in de zaaicombinatie zorgde voor een iets ruwer zaaibed tussen de zaailijnen in vergelijking met de platte rol. De combinatie met zomergerst werd aangelegd in het geploegde deel waarbij zomergerst net voor de inzaai van ui werd ingezaaid aan een zaaidichtheid van 75 kg/ha.

Niet-kerende bodembewerking leidde tot een hogere opkomst, wat kan gelinkt worden aan een betere vochtvoorziening uit de bodem onder de toplaag en minder verslemping van het bodemoppervlak. Zomergerst had geen negatieve invloed op de gewasopkomst van zaaiui. Ongeveer 4 maanden na zaai werd de maximale bodembedekkingsgraad van 55-65% door het ajuingewas bereikt. Bij toepassen van zomergerst werd dit reeds 2,5 maand eerder bereikt met een bijna complete bedekking (95%). Niet-kerende bodembewerking leidde niet tot reductie in run-off en sedimentverliezen. Het vervangen van de platte rol door een prisma-rol op de zaaicombinatie had slechts een beperkte meerwaarde. Na enkele intense regenbuien in het begin van het seizoen was het bodemoppervlak verslempd in alle behandelingen – behalve deze met zomergerst- en was er ook korstvorming. Schoffelen zorgde voor het breken van de korst

waardoor run-off werd uitgesteld. Eénmaal run-off optrad werd veel sediment meegevoerd en nam het sedimentverlies exponentieel toe. Bij zomergerst werden run-off en sedimentverliezen herleid tot nul. De veldopbrengst bij niet-kerend was tot 10 ton/ha hoger dan bij ploegen. Het grootste aandeel uien met een geschikt caliber voor de verwerkende industrie, nl. diameter > 60 mm, werd dan weer teruggevonden bij ploegen. Zomergerst was dan wel effectief naar erosiereductie toe, op vlak van opbrengst werd een bijna totale derving opgetekend. Aan de basis hiervan lagen het onderdrukkend effect van zomergerst (voor doodspuiten) alsook het nadelige effect van doodspuiten van zomergerst op de zaaiui.

CASE 4: Niet-kerende bodembewerking (NKB) in erwt

Uit de proefvelden van 2016 en 2017, bleek dat de bodembewerking en zaaibedbereiding duidelijk invloed had op de gewasopbrengst van erwten. Niet ploegen kon in sommige situaties meer vocht in de bouwvoor houden in een droge periode. Een intensere zaaibedbereiding gaf een zaaibed met minder (uitgedroogde) kluiten en een betere start van het gewas. Er werd in alle proefvelden tot dusver relatief weinig erosie vastgesteld, waardoor erosiereductie door andere bodembewerking eveneens beperkt was. Om meer gegevens in deze teelt te verzamelen werd door Inagro in Heuvelland in 2018 opnieuw niet-kerende bodembewerking en ploegen vergeleken (**Hoofdstuk 5**). Ploegen leidde tot een hogere gewasopbrengst, maar dit is vermoedelijk gerelateerd aan de kwaliteit van het zaaibed. In het geploegde object werd de zaaibedbereiding onmiddellijk uitgevoerd na ploegen, bij niet-kerende bodembewerking een dag later. Door het uitdrogen van de bodem in het laatste geval, was het zaaibed bij niet-kerende bodembewerking ruwer en was de start van de teelt trager. Uit de regenvalsimulaties bleek dat er opnieuw weinig verschil was in erosie tussen de behandelingen.

Bij de teelt van erwten start de gewasgroei al enkele dagen na zaaien. Door een sterke wortelgroei en hoge zaaidichtheid, kunnen de plantjes snel veel bodem vastleggen. Verder zorgt de snelle groei ook voor een snelle bodembedekking. Inagro bracht van verschillende rassen, de bodembedekkingsgraad en snelheid van bodembedekking in kaart.

CASE 5: Aangepaste plantmachines voor knolselder en kolen

In de teelten van knolselder en kolen worden plantmachines gebruikt waarbij 2 aandrukwielen de plantjes in perskluitjes aanduwen in de bodem. Uit de proeven van 2017 bleek dat de aandruklijnen heel makkelijk een preferentiële weg vormen voor afstromend regenwater. In 2018 werden proeven aangelegd met spruitkool (**hoofdstuk 6**) en knolselder (**hoofdstuk 7**) door Inagro in Heuvelland en savooikool (**hoofdstuk 8**) door PCG in de Vlaamse Ardennen. Het doel in alle proeven was om de aandruklijnen te verruwen en zo de preferentiële afstroming van het regenwater te voorkomen. Er werden behandelingen uitgevoerd met torsiewieders die de aandruklijn vlak trekken na het aandruk wiel en behandelingen waarbij het vlakke aandruk wiel werd vervangen door een V-presswiel; beide al dan niet gecombineerd met drempeltjes tussen de plantrijen en al dan niet gecombineerd met niet-kerende bodembewerking. De torsiewieders hadden een duidelijk erosiereducerend effect. Het V-press drukte de plantjes goed aan, maar het effect op de aandruklijn was erg beperkt en er werd geen erosiereductie opgetekend. Door niet-kerend te werken was er steeds een reductie in erosie, maar deze was perceelsafhankelijk. Er was weinig of geen erosiereductie

door niet-kerend te werken. De verschillende behandelingen hadden weinig of geen invloed op de gewasopbrengsten.

CASE 6: Tandbewerking en drempeltjes in de ruggenteelt van wortelen

Voortbouwend op de resultaten van de proeven met witloofwortelen en prei op ruggen in de voorbije jaren, werd in 2018 gekozen voor twee behandelingen bij wortelen op een rood perceel in Zwalm: nl. vaste tand met langwerpige beitel (5 cm breed) tot 13 cm diep en dezelfde tandbewerking tot 13 cm diep gecombineerd met drempels aangelegd door een Barbutte drempelmachine.

Op 21 mei werden de ruggen getrokken in combinatie met het zaaien van de wortel. Een week later werd in de tussenrug een tandbewerking uitgevoerd al dan niet gecombineerd met drempels. In de tussenrug met drempels bedroeg de tussenafstand 1,5 m en hoogte drempels 21-22 cm. Een onbehandelde tussenrug werd als referentieobject van de teler meegenomen. Er werden opvangbakken geïnstalleerd in iedere behandeling, onderaan tussenruggen die bereiden werden tijdens de aanleg. Na regenbuien werden de bakken gecontroleerd en werd de hoeveelheid run-offwater en sediment in de bakken bepaald.

Met een diepe tandbewerking (13 cm diep) met langwerpige beitel kunnen de harde lagen worden gebroken en opgewerkt, en kan het water makkelijk infiltreren. Dit kan zonder de ruggen te beschadigen, maar de werksnelheid moet voldoende laag gehouden worden om het opwerpen van aarde naar de bovenkant van de rug te beperken. Er zijn geen hinderende obstakels (drempels) bij schoffelen en rooien. Run-off en erosie werden bijna tot nul herleid. Door gebruik van een vaste tand bij een grotere diepte in combinatie met een Barbutte drempelmachine, worden de harde lagen gebroken en kan met de losse aarde gemakkelijk drempels opgebouwd worden. Afstromend water kon worden gebufferd en infiltreerde beter wat leidde tot een reductie in sedimentverliezen tot 60%. De drempels belemmerden de teler niet bij het schoffelen en rooien. Na het schoffelen was er echter meer run-off en erosie in de behandeling met drempels dan in de behandeling met de tandbewerking alleen.

Inleiding

Dit rapport geeft een overzicht van de proefvelden die in het kader van het GOMEROS-project in 2018 werden aangelegd. In GOMEROS onderzoeken ILVO, INAGRO en PCG brongerichte erosiebestrijding in de teelten van groenten en maïs. Er wordt hierbij nagegaan welke teelttechnieken gewasrendement behouden én erosie effectief aan de bron bestrijden. Gedurende 4 jaar (2016-2019) worden veldproeven met groenten en maïs aangelegd verspreid over de heuvelachtige streken in Vlaanderen. Uit de proefveldjaren 2016 en 2017 werden enkele belangrijke lessen getrokken. In 2018 werden beloftevolle technieken verder verbeterd en beproefd. Aandacht ging uit naar optimalisatie van strip-till en alternatieve zaaimethodes in maïs, een diepe tandbewerking en drempels in ruggenteelten, niet-kerende bodembewerking in vlakveldse groenten en aangepaste plantmachines in kolen en knolselder.

De start van het voorjaar 2018 was in sommige streken nat, waardoor de start van het seizoen wat vertraging opliep. De proefvelden voor GOMEROS werden ofwel zonder vertraging ofwel met lichte vertraging ingezaaid. Op het einde van het voorjaar, wanneer de meeste gewassen gezaaid of geplant waren, maar nog maar weinig bodembedekking door het gewas was, volgden enkele zeer lokale en zeer intensieve onweersbuien. Plaatselijk was er heel wat erosie en modderoverlast. Daarna startte een periode van extreme droogte. Nog droger dan het voorgaande jaar 2017. Nooit eerder werd sinds het begin van de metingen van het KMI een extremere droogte vastgesteld. Voor sommige teelten was de bijkomstige hittestress de genadeslag. Heel wat aardappelen vielen in de zomer dood, in veel maïsvelden waren de kolven klein of zelfs volledig afwezig, veel grasland bracht $\frac{1}{4}$ minder op dan normaal, groenten werden weer massaal beregend zoals in 2017 enz. De proefvelden van GOMEROS bleven echter relatief gespaard in deze droogte. Alle proefvelden lagen immers in zandleem of leempercelen die beter gewapend zijn tegen droogte dan de lichte bodems. Ook de periode van zaaien en planten bleek erg belangrijk. Later of vroeger starten met een teelt had soms grote gevolgen in 2018. Ook op dit vlak zat de start van de proefvelden goed. De droogte had zeker invloed in de GOMEROS-percelen, maar was niet van doorslaggevende rol in de gewasopbrengsten van de verschillende behandelingen ten opzichte van elkaar.

Door de intensieve regenbuien in de Vlaamse Ardennen, werden in de proefvelden in deze streek duidelijk verslemping van het bodemoppervlak en korstvorming vastgesteld. Naast de visuele observaties, werd net als in de voorgaande proefjaren gebruik gemaakt van regenvalsimulaties om effecten van behandeling op run-off en sedimentverliezen objectief te meten. Hiervoor werd de regenvalsimulator van de Universiteit Gent gebruikt. Met deze erosiesimulator werden regenbuien op het veld nagebootst en afstromend water en sediment werden opgevangen. Op het proefveld met wortelen op ruggen na, werden op alle hellende proefpercelen metingen verricht met de simulator. In het proefveld wortelen werden sedimentbakken ingegraven om de natuurlijke sedimentverliezen te meten.

ILVO legde veldproeven aan met kuilmaïs in Horebeke (Vlaamse Ardennen) en Vollezele (Pajottenland) waarbij strip-till als mogelijke erosiereducerende teelttechniek werd vergeleken met niet-kerende bodembewerking en conventioneel ploegen (hoofdstuk 1 en 2). Er werd ook geëxperimenteerd met het aanpassen van de zaai techniek. Het aanleggen van drempels bij de zaai werd getest in Vollezele. Ook het vollefelds zaaien van maïs werd opnieuw uitgetest in beide proefvelden. Door een technisch mankement, mislukte het vollefelds zaaien echter en kon deze behandeling niet objectief vergeleken worden met de andere behandelingen. Uit de proeven met strip-till van 2016 en 2017, bleek dat de voorafgaande groenbedekker en de bodembewerking in het voorgaande najaar belangrijk zijn voor het welslagen van strip-till als techniek voor maïs. Een extra veldproef met kuilmaïs werd aangelegd in Merelbeke (hoofdstuk 3), specifiek om het effect van de voorafgaande groenbedekker en bodembewerking in het voorgaande najaar te onderzoeken.

PCG werkte verder op de teelt van zaaiui (hoofdstuk 4) in de Vlaamse Ardennen zoals in het voorgaande proefjaar. Opnieuw werden proeven aangelegd ter vergelijking van niet-kerende bodembewerking met ploegen. Er werd ook aandacht gegeven aan het type aandrukrol bij de zaaibedbereiding. Ook de combinatie van zaaiui met zomergerst als dekvrucht werd bekeken. Het blijft een moeilijk te halen doel om in zaaiui actie te ondernemen tegen erosie, zonder opbrengstderving.

INAGRO legde een veldproef aan met erwt in Heuvelland (hoofdstuk 5) waarbij ploegen en niet-kerende bodembewerking nog eens naast elkaar werden geplaatst. Dit was in de eerste plaats vooral ter bevestiging van de metingen in de proefvelden van 2016 en 2017, waaruit bleek dat er weinig erosie is in erwten bij zowel ploegen als niet-kerende bodembewerking. INAGRO bracht verder ook de bodembedekking en groei in kaart van verschillende erwtenrassen.

INAGRO en PCG experimenteerden verder met het aanpassen van plantmachines in de teelten van spuitkool (hoofdstuk 6) en knolselder (hoofdstuk 7) in Heuvelland en savooikool (hoofdstuk 8) in de Vlaamse Ardennen. Er werd bekeken in welke mate aangepaste aandrukwielen (V-Press wielen) en torsiewieders kunnen helpen om de aandruklijnen van de plantmachine weg te werken. Bij savooikool en spuitkool werd ook niet-kerende bodembewerking vergeleken met ploegen.

In de ruggenteelt van wortelen, werd door PCG een proef aangelegd in de Vlaamse Ardennen waarbij de referentie werd vergeleken met een diepe tandbewerking en drempeltjes (hoofdstuk 9). Run-off en sedimentverliezen werden opgevolgd via opvangbakken. Ook deze proef werd aangelegd met als doel de resultaten van 2016 en 2017 al dan niet te bevestigen.

Het rapport is zo opgevat dat iedere veldproef in een afzonderlijk hoofdstuk wordt gerapporteerd en afzonderlijk gelezen kan worden. Per hoofdstuk staan de namen van de onderzoekers die betrokken waren in deze proeven. Bij verdere vragen omtrent een proefveld, kan u deze personen of onderzoeksinstellingen dan ook contacteren.

De voornaamste conclusies zijn opgenomen in de samenvatting van dit rapport.

1 **Kuilmaïs Horebeke: strip-till, niet-kerende bodembewerking en vollevelszaai**

Thijs Vanden Nest en Greet Ruyschaert (ILVO)

1.1 **Doelstelling van de veldproef**

Deze veldproef met kuilmaïs in Horebeke werd aangelegd om de resultaten die behaald werden in de proefveldjaren 2016 en 2017 te bevestigen. Opnieuw werden de bodembewerkingstechnieken van ploegen, niet-kerende bodembewerking en strip-till met elkaar vergeleken op vlak van opbrengsten en erosie. Er werd zowel klassieke zaai als vollevelszaai (rijafstand 15 cm) uitgevoerd in de behandelingen met niet-kerende bodembewerking en ploegen. Er werd ook een test uitgevoerd met het plaatsen van sporenwissers op de klassieke maïszaamachine (rijafstand 75 cm). De volgende onderzoeksvragen werden vooropgesteld:

1. Worden de bevindingen van 2016 en 2017 bevestigd? Met name:
 - a. Niet-kerende bodembewerking en strip-till leiden tot een sterke reductie in erosie ten opzichte van ploegen;
 - b. Er is weinig verschil in erosiereductie tussen strip-till en niet-kerende bodembewerking;
 - c. Met niet-kerende bodembewerking en strip-till kunnen dezelfde opbrengsten gehaald worden als bij ploegen.
2. Wat is de invloed van vollevelszaai op de gewasopbrengst en erosie, in vergelijking met klassieke zaai van maïs?
3. Zijn sporenwissers een hulp bij het voorkomen van erosie in bandensporen van de zaaimachine?

Op basis van de onderzoeksresultaten, beschreven in dit rapport, wordt bij de conclusies een antwoord geformuleerd voor iedere onderzoeksvraag.

1.2 **Beschrijving perceel**

1.2.1 **Situering landbouwbedrijf**

De hoofdzetel van het landbouwbedrijf, waar deze veldproef werd aangelegd, is gelegen te Horebeke. Het gros van de percelen, evenals het proefperceel, zijn leempercelen in en rondom Horebeke. Het landbouwbedrijf is in hoofdzaak een melkveebedrijf met een uitgebreide akkerbouwtaak. Tot de teelten behoren kuilmaïs, korrelmaïs, gras, grasklaver, wintertarwe, wintergerst, suikerbiet en aardappelen voor bewaring. In het verleden werden ook erwten en soms andere groenten voor industrie geteeld, maar deze teelten werden verlaten door vogelschade en afhankelijkheid van de industriële verwerker. Het areaal bevat meerdere hoog (rood) en zeer hoog (paars) erosiegevoelige percelen. De paarse percelen worden in permanent of tijdelijk grasland gehouden. Een aantal van de rode percelen worden gebruikt als akkerbouwpercelen.

Door het uitgebreide areaal en vruchtwisseling, kunnen teelten met een late oogst of veel berijding door zware machines (bieten, korrelmaïs en aardappelen) voldoende afgewisseld worden met wintergranen. Na

de oogst van wintergranen wordt de bodem gewoonlijk in goede omstandigheden losgemaakt met een diepwoeler van het type Kuhn cultisol DC 301 (zie verder) gecombineerd met een zaaicombinatie voor de zaai van een mengeling van Japanse haver, gele mosterd en zonnebloem. Soms wordt de Japanse haver of gele mosterd vervangen door facelia, naargelang de beschikbaarheid van mengsels. De ervaring van de landbouwer leert dat de zonnebloem bij zaai na wintergerst tot bloei komt en de bodem goed losgemaakt wordt. Bij zaai na wintertarwe hangt de ontwikkeling van de zonnebloem af van het najaar. In seizoenen met een zachte winter is de Japanse haver soms niet dood gevoren. Het stro van wintergraan dat niet nodig is voor de melkveetak van het bedrijf wordt gehakseld om zo meer organische stof in de grond te brengen. De landbouwer komt van een situatie waar uitsluitend geploegd werd voor de diepe bodembewerking. Sinds 2 jaar wordt regelmatig geëxperimenteerd met niet-kerende bodembewerking en worden verschillende percelen wintergraan en maïs ingezaaid zonder te ploegen.

1.2.2 Bodemkenmerken en bodemverdichting (4 april 2018)

Regio: Vlaamse Ardennen

Bodemtextuur: Leem

Bodemkaart:

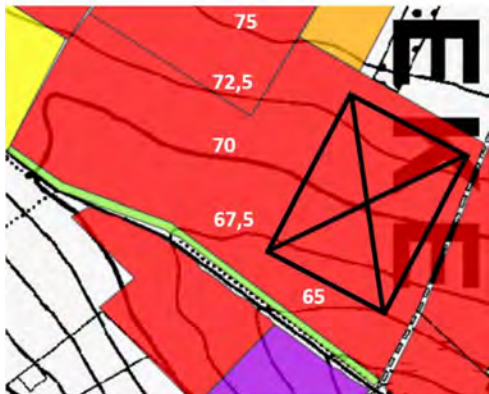
Bovenaan proefvlak: Abp(c) (droge leembodem zonder profiel) en AbB (droge leembodem met textuur B of structuur B horizont)

Onderaan proefvlak: Adp (matig natte leembodem zonder profiel)

Erosieklasse: rood

Helling perceel: 7,0 tot 11,5%

Kaartje hoogtelijnen: het kaartje toont het volledige perceel. Het proefvlak wordt aangeduid met een zwart kader



Op 4 april 2018, werden bodemstalen genomen ter bepaling van de chemische bodemvruchtbaarheid het vochtgehalte van het bodemprofiel en de indringingsweerstand. Het perceel werd daarvoor in 4 gelijke blokken verdeeld: A, B, C en D. Deze blokken beslaan de volledige breedte van het proefvlak en zijn 25 m lang. Blok A ligt onderaan het perceel, blok D bovenaan. De blokken voor deze staalnames komen overeen met de blokken van het proefplan (zie verder), dat ook werden gehanteerd voor de opbrengstbepaling. Het proefvlak is >25 m verwijderd van de akkerranden bovenaan en onderaan het perceel, zodat geen akkerwendes in het proefvlak zitten. Per blok (overeenkomstig het proefplan, zie verder) werden 10 steken in kruisverband genomen tot 30 cm diepte voor de chemische bodemtoestand, en 10 steken tot 60 cm voor minerale N-bepaling. De indringingsweerstand werd op 10 posities per blok in kruisverband bepaald.

In Tabel 1-1 wordt een overzicht gegeven van de chemische bodemtoestand op 4 april 2018. De groenbedekker (facelia, zonnebloem, Japanse haver) werd eind november 2017 vernietigd (geklepeld) om te voorkomen dat deze in zaad kwam (zonnebloem en facelia stonden in volle bloei). Door het klepelen en naderhand vriezen, werd het plantenmateriaal volledig afgedood. Door beginnende mineralisatie van dit materiaal en bodemorganische stof, waren de minerale N-gehaltes van de bodem in de laag 0-60 cm begin april vrij hoog (58 tot 76 kg N/ha).

Het koolstofgehalte ligt in de streefzone en de bodemzuurtegraad net onder de streefzone. De belangrijkste bodemparameters geven dus aan dat de bodem in vrij goede conditie is. Het P-gehalte ligt in 3 van de 4 blokken in de streefzone (klasse II –MAP 5). Dit betekent dat er op dit perceel voldoende fosfaat voorradig is voor goede gewasgroei en dat er een iets hogere plaatsingsruimte is voor mest. Het K-gehalte ligt in of net boven de streefzone. Op lange termijn kan voor P en K, evenwichtsbemesting nagestreefd worden. Het Mg-gehalte ligt echter sterk boven de streefzone. Mg kan als antagonist dus wel in competitie treden met K en Ca. het Ca-gehalte ligt binnen de streefzone en het Na-gehalte ligt beneden de streefzone. Het lage Na-gehalte zal geen gevolgen hebben voor de gewasopbrengst, maar wel voor de smakelijkheid van het voer.

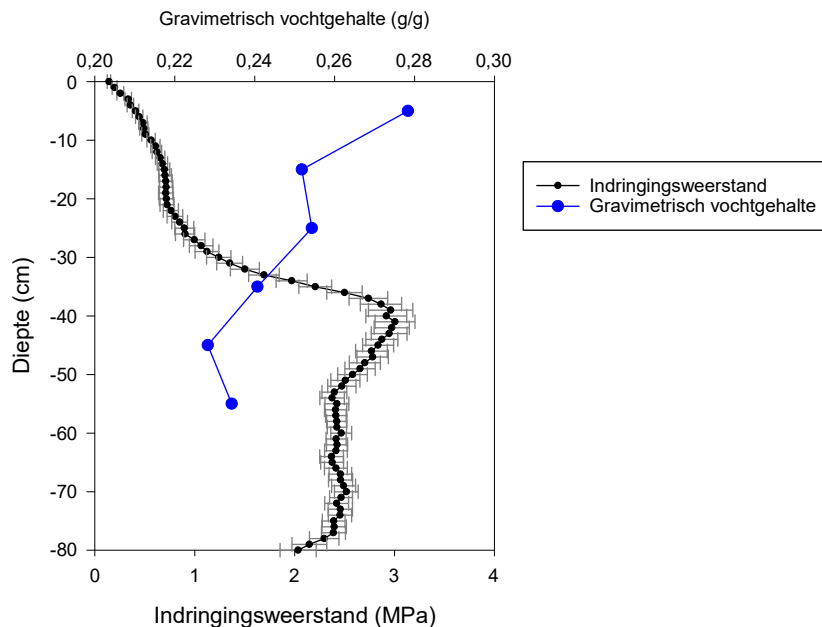
Tabel 1-1: Overzicht van de hoeveelheid minerale N in het bodemprofiel (0-60 cm) en de algemene chemische bodemtoestand voor de bouwvoor (0-30 cm). P, K, Mg, Ca en Na werden gemeten in een ammoniumlactaat-extract. De streefwaarden voor leemgrond werden overgenomen van Maes et al. 2012².

Blok	Minerale N-voorraad kg N/ha	C %	pH-KCl	Ntot %	C/N	P	K	mg/100g		
								Mg	Ca	Na
A	76	1,5	6,6	0,15	10	23	25	32	222	<1.9
B	58	1,3	6,4	0,13	10	16	19	30	192	<1.9
C	64	1,5	6,4	0,14	11	17	23	35	217	2,0
D	59	1,3	6,4	0,13	10	16	22	36	212	2,3
Streefzone	-	1,2-1,6	6,7-7,3	-	-	12-18	14-20	9-14	160-350	3,1-6,0

In elk blok werd de indringingsweerstand tot 80 cm diep bepaald (10 steken per blok) en het gravimetrisch vochtgehalte tot 60 cm diep (3 steken per blok). Gezien het verschil in indringingsweerstand en het vochtgehalte op elke diepte beperkt verschillend was tussen de 4 blokken, werden de metingen van alle 4 de blokken samengevoegd (Figuur 1-1). De indringingsweerstand in de bovenste 30 cm van het profiel ligt steeds beneden de 1 MPa. Van 30 tot 40 cm diepte neemt de indringingsweerstand sterk toe tot 3 MPa. In blok B werd een gemiddelde indringingsweerstand vastgesteld van 3,8 MPa op 35-40 cm diepte (data niet afzonderlijk gegeven). Beneden de 50 cm diepte neemt de indringingsweerstand weer af tot 2 MPa. Het penetrogram kan verklaard worden door de perceelsgeschiedenis. Het perceel wordt normaal steeds geploegd, wat leidde tot een ploegzool op 40 cm diepte. Hoewel gemiddeld gezien de 3 MPa niet werd overschreden werd er in blok B toch een hogere waarde dan 3 MPa vastgesteld. 3 MPa wordt aangenomen als grens waarboven de wortels hinder ondervinden van verdichting. De ploegzool is dus niet problematisch, maar lokaal is er wel verdichting. De losse structuur boven de ploegzool is te wijten aan de installatie van

² Maes S., Elsen, A., Tits, M., Boon, W., Deckers, S., Bries, J., Vogels, N., Vandendriessche, H, 2012, Wegwijs in de bodemvruchtbaarheid van de Belgische akkerbouw- en weilandpercelen (2008-2011), Bodemkundige Dienst van België

de groenbedekker. De bodem werd diep niet-kerend losgemaakt in de zomer, vlak voor de zaai van de groenbedekker en de groenbedekker kon lang genoeg groeien om de bodem diep te doorwortelen. Het vochtgehalte is doorheen heel het profiel (erg) hoog. Het vochtgehalte neemt geleidelijk af naar de diepte toe. De natte omstandigheden gaven aan dat voldoende lang moest gewacht worden in het voorjaar met de bodembewerkingen.



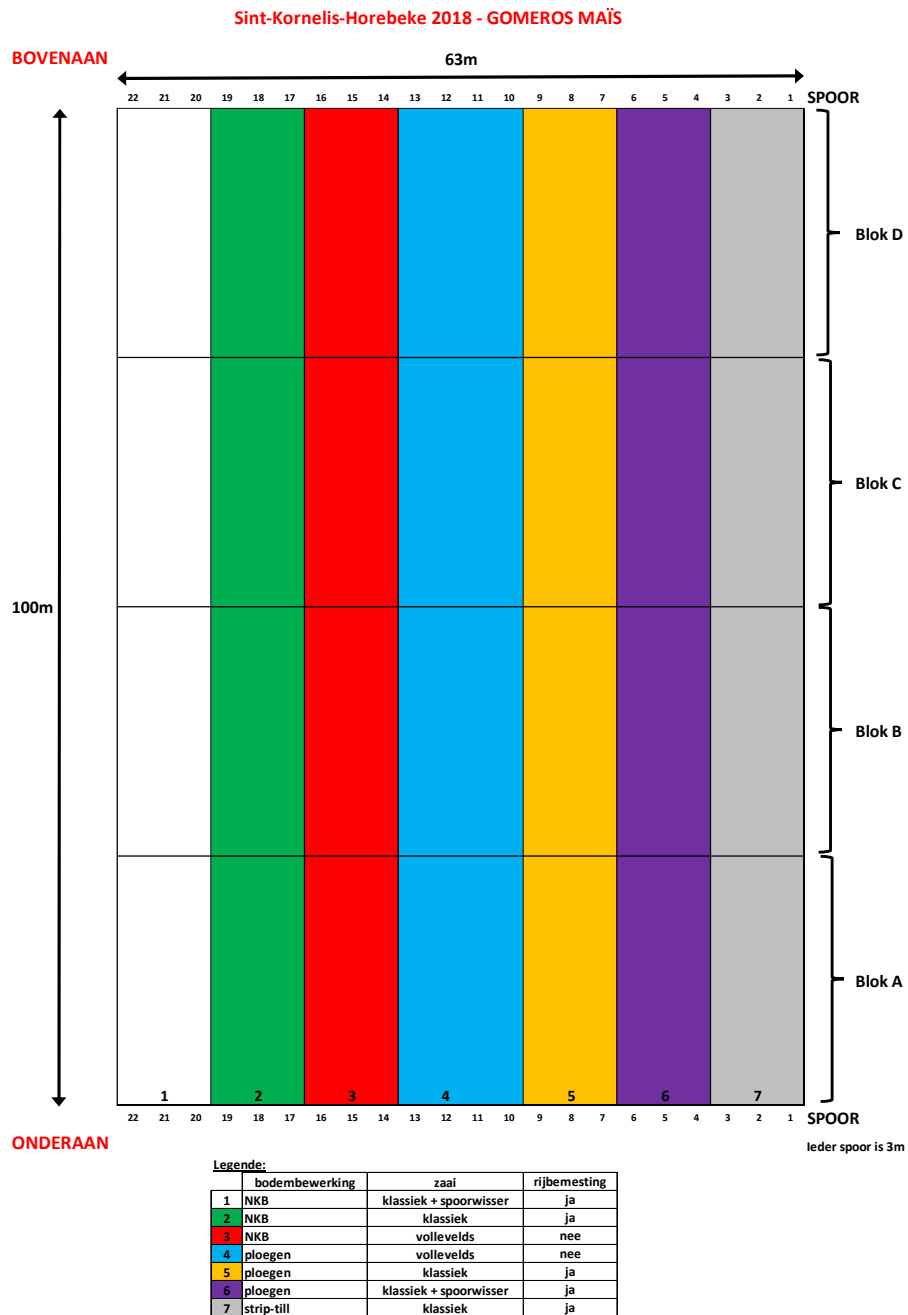
Figuur 1-1: De gemiddelde indringingsweerstand (n=40) en gravimetrisch vochtgehalte (n=12) (\pm standaardfout) van de 4 proefveldblokken samen. De indringingsweerstand werd gemeten met een penetrologger (10 steken in kruisverband per blok) tot 80 cm diepte. Het gravimetrisch vochtgehalte werd per laag van 10 cm bepaald. De standaardfout op de vochtmetingen is klein en niet zichtbaar op de grafiek.

De zaai in de behandelingen S25, S25g, P en NKB werd op 14 april uitgevoerd met een 4-rijige Kuhn zaaimachine met schijfkouters, aangepast voor proefvelden en met een tractor, uitgerust met een Trimble GPS systeem. Aangezien dit een andere GPS systeem is dan datgene op de tractor die de strip-tillbewerking uitvoerde, betekende dit dat de AB-lijn opnieuw moest uitgezet worden met deze GPS op de bewerkte stroken. Aangezien er een technisch probleem was met de GPS, werd verschillende keren overgeschakeld op zaaien op het zicht. Onvermijdelijk gaf dit lichte afwijkingen op de afstand tussen sporen van de tractor. In de strip-tillbehandelingen werd de maïs wel steeds in de bewerkte strook gezaaid, maar soms werd het zaad afgelegd in de kant van de bewerkte strook i.p.v. in het midden. Er werd aan 110 000 zaden/ha en 6 cm diep gezaaid. De extra hoge zaaidichtheid werd gekozen om uitval door vroege zaai te voorkomen. Er werd niet te ondiep gezaaid, om de opkomst iets uit te stellen en koudstress bij kiemplanten te voorkomen. Het zaad was ook dermate klein dat regelmatig 2 zaden werden opgenomen door de zaaischijven, maar alle 2 werden afgestroken door de afstrijkers. Hierdoor werden regelmatig geen zaden afgelegd en was het opkomst% kunstmatig lager (zie verder). Dit was tijdens de zaai zelf niet opgevallen aangezien de sensoren geen lege plaatsen op de zaaischijven detecteerden, maar was te merken bij opkomst van het gewas. Bij controle bleken geen zaden aanwezig te zijn op de plekken waar 2 tot 4 planten ontbraken in de rij. In Behandeling S25g, hinderde de aanwezigheid van graszoden een goede zaai en aandrukking van het zaad. Zaden werden regelmatig slecht afgelegd, of niet aangedrukt in de bodem.

1.3 Beschrijving veldproef

1.3.1 Opbouw en logboek

De veldproef werd aangelegd in stroken. Dwars op de stroken werden voor de waarnemingen 4 blokken gedefinieerd (A, B, C en D) (Figuur 1-2). Deze blokken zijn dus pseudoherhalingen.



Figuur 1-2: Proefplan van de veldproef kuilmajs te Horebeke 2018. De proef bestaat uit 7 stroken van 12 of 15 m breedte, afhankelijk van de behandeling. Er werden 4 blokken langsheen de helling gedefinieerd voor de verschillende observaties.

In Tabel 1-2Tabel wordt het logboek van de activiteiten in deze veldproef weergegeven. De behandelingen worden verder in de tekst toegelicht.

Tabel 1-2: Overzicht van de activiteiten op de veldproef per datum.

Datum	Behandeling	Activiteit
Augustus 2017	Alle	Oogst wintergraan NKB met diepgronder met 4 tanden op 1 balk (Kuhn DC) (30 cm werkdiepte) Zaai groenbedekker (zonnebloem, facelia en Japanse haver)
November 2017	Alle	Klepelen groenbedekker
4 april	Alle	Bodemstaal nemen + bepaling indringingsweerstand
7 mei	Strip-till	Bodembewerking met strip-tillmachine (21 cm diepte, tand voorzien van vleugels, 6 km/h) met injectie van 45 m ³ /ha runderdrijfmest*
	NKB	injecteren van 45 m ³ /ha runderdrijfmest*
	Ploegen	injecteren van 45 m ³ /ha runderdrijfmest* Ploegen (28-30 cm diepte)
8 mei	Strip-till	Zaaien met klassieke 4 rijige maïsplanter op 75 cm rijafstand (ras: P8134, zaaidichtheid: 100 000 zaden/ha, diepte 5-6 cm) + rijbemesting: 200 kg/ha 20-7-0(-4)(-7) +0,05B (40 kg N/ha, 14 kg P ₂ O ₅ /ha, 8 kg MgO/ha, 14 kg SO ₃ /ha en 0,05 kg B/ha)
	NKB	NKB met diepgronder met 4 tanden op 1 balk (Kuhn DC) (20 cm werkdiepte) + rotopeg met kooirol (8 cm werkdiepte) Zaaidbedbereiding met triltandcombinatie en vorenpakker vooraan op de tractor en rotopeg + aangepaste rol achteraan de tractor (8 cm werkdiepte)
	Ploegen	Zaaidbedbereiding met triltandcombinatie en vorenpakker vooraan op de tractor en rotopeg + aangepaste rol achteraan de tractor (8 cm werkdiepte)
9 mei	NKB en Ploegen	Na de bodembewerkingen en de zaaidbedbereiding, werd voor NKB en voor Ploegen, elk een strook ingezaaid met een 6-rijige klassieke maïsplanter zonder sporenwisser en dezelfde maïsplanter met een sporenwisser. Overall werden dezelfde instellingen gebruikt: ras: P8134, zaaidichtheid: 100 000 zaden/ha, diepte 5-6 cm en rijbemesting 200 kg/ha 20-7-0(-4)(-7) +0,05B (40 kg N/ha, 14 kg P ₂ O ₅ /ha, 8 kg MgO/ha, 14 kg SO ₃ /ha en 0,05 kg B/ha)
		Zowel bij NKB als bij Ploegen werd een strook gezaaid met een Horsch pneumatische zaaimachine opgebouwd op een schijveneg op 15 cm rijafstand: ras: P8134, zaaidichtheid: 100 000 zaden/ha, diepte 5-6 cm. Rijbemesting was hier niet mogelijk. Dezelfde meststof als in de andere behandelingen werd hier vollelds toegediend met een pneumatische strooier, net voor de zaaidbedbereiding.

Door een technisch probleem mislukte de volleldszaai volledig en diende deze opnieuw uitgevoerd te worden. De opgekomen planten werden doodgespoten met de rugsproeier (glyfosaat 3 l/ha) en de zaai werd enkele weken later opnieuw uitgevoerd met dezelfde zaaimachine.

28 mei	NKB en Ploegen	Herzaai van de stroken met volleldszaai (volledig zelfde instellingen)
4 juni	Alle stroken, behalve deze met volleldszaai	Onkruidbestrijding: 1,0 l/ha Monsoon, 0,8 l/ha Frontier elite, 0,8 l/ha sulcogen
10 juni	Stroken met volleldszaai	Onkruidbestrijding: 1,0 l/ha Monsoon, 0,8 l/ha Frontier elite, 0,8 l/ha sulcogen
13 juni		regenvalsimulaties
4 september	Alle	Opbrengstbepaling

*De drijfmest die gebruikt werd is runderdrijfmest afkomstig van het landbouwbedrijf van de proefveldhouder. In alle behandelingen werd een dosis toegediend van 45 m /ha met een debietmeter op het drijfmestvat. De samenstelling van deze drijfmest is terug te vinden in Tabel 1-3.

Tabel 1-3: Gemiddelde samenstelling van de runderdrijfmest op basis van stalen van de 3 drijfmestvaten die werden aangevoerd naar het proefvlak.

Parameter	Eenheid	Runderdrijfmest
Droge stof	%/vers	9,1
Organische koolstof	%/vers	6,6
N-totaal	kg N/ton vers	4,9
NH ₄ ⁺ -N	kg N/ton vers	2,8
Werkzame N*	kg N/ton vers	2,9
Fosfor	kg P ₂ O ₅ /ton vers	1,43
Kalium	kg K ₂ O/ton vers	4,7
Magnesium	kg MgO/ton vers	1,1
Calcium	kg CaO/ton vers	2,99
Natrium	kg Na ₂ O/ton vers	0,99

*De theoretische N-werking wordt geschat op 60% van de totale N.

Er werd vooraf berekend dat met een combinatie van 45 m /ha drijfmest en een rijbemesting met kunstmest, voldoende N kon worden bemest. De drijfmest die op de dag zelf werd aangewend, bevatte volgens de analyse (in 3-voud) echter een hoger N-gehalte dan werd verwacht (Tabel 1-3). Hierdoor werd 51 kg N/ha dierlijke mest (22 kg werkzame N/ha) meer aangevoerd dan wat de bemestingsnorm toelaat.

Kuilmaïs heeft een behoefte aan N van 205 kg werkzame N/ha, te verminderen met de N in het bodemprofiel en de N-mineralisatie uit de groenbedekker³. Gezien de groenbedekker reeds aan het begin van de winter werd vernietigd, werd weinig bijkomende N-mineralisatie verwacht. Het mineraal N-gehalte van het bodemprofiel bedroeg 64 kg N/ha. Er werd 132 kg werkzame N/ha toegediend via de drijfmest en 40 kg werkzame N/ha onder de vorm van rijbemesting (Tabel 1-4). Door de 1,25 keer hogere efficiëntie van de

³ volgens van Dijk, W. en van Geel, W. (2010). Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouw en vollegrondsgroentengewassen. WageningenUR, Praktijkonderzoek Plant en omgeving B.V. (Nederland).

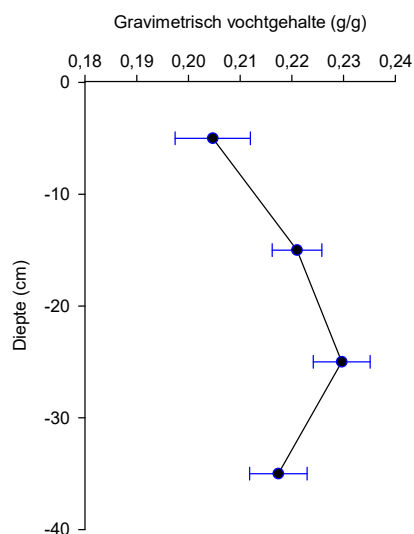
rijbemesting, mag dit als 50 kg werkzame N/ha worden gerekend². Dit maakt dat er met (64 + 132 + 50 =) 246 kg N/ha ruimschoots voldoende N werd bemest voor de maïs. Gezien de samenstelling van de drijfmest, was beter een dosis aangewend van 35 m /ha. Hiermee werd voldaan aan de mestwetgeving en werd voldoende N aangeleverd aan het gewas.

Tabel 1-4: Overzicht van de bemesting van de veldproef.

Meststof	N-totaal	N werkzaam	P-totaal	K-totaal
	kg N/ha	kg N/ha	kg P ₂ O ₅ /ha	kg K ₂ O/ha
Minerale N-voorraad (0-60 cm) voorjaar ⁽¹⁾	64	64	-	-
Runderdrijfmest	221	132	64	212
Rijbemesting 20-7-0(-4)(-7)+0,05B	40	40	14	0
Totaal bemest	261	172	78	212
Bemestingsnorm niet-zandgrond P-klasse II		150	80	-
Overschrijding norm		+22	-2	

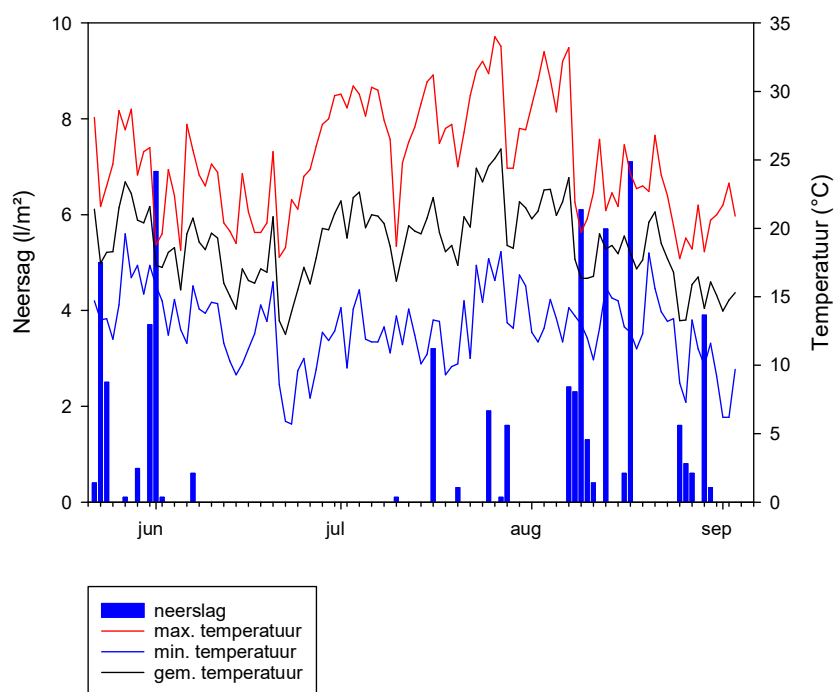
(1) Dit is de gemiddelde hoeveelheid die gemeten werd in het bodemprofiel 0-60cm op 4 april 2018.

Net voor de aanleg van de proef op 7 mei werd het bodemvochtgehalte nogmaals bepaald. Vooral de bovenste 10 cm waren sterk opgedroogd, dat was minder het geval in de lagen daar onder (figuur 1-3). Bij het ploegen werd ook duidelijk dat de bouwvoor inderdaad nog relatief nat was. Uitstel was echter geen optie. Achteraf zal dit hoge vochtgehalte aan de start van de proef, zeker ten goed zijn gekomen van de maïs, omwille van de extreme droogte in 2018.



Figuur 1-3: Gemiddeld gravimetrisch vochtgehalte (\pm standaardfout) in de bodem voor alle blokken samen op 8 mei 2018 (n=12). Er werd in iedere blok verspreid 3 stalen genomen.

In figuur 1-4 wordt een overzicht gegeven van de weeromstandigheden, gemeten met een weerstation op het proefveld. In Tabel 1-5 wordt een overzicht gegeven van de gemiddelde temperatuur, de totale neerslag, en de afwijking per maand ten opzichte van normaal vastgesteld in de regio Horebeke. Deze cijfers werden gebaseerd op de maandelijkse verslaggeving van het KMI. In de maand april was het nog relatief nat en zoals eerder aangegeven werden hoge bodemvochtgehaltenes gemeten op dit perceel op 4 april 2018. Daarom werd de proef niet eerder aangelegd dan de eerste week van mei. Ondanks de goede weersomstandigheden in de dagen voor aanleg, bleef het perceel relatief nat (zie hierboven). Na de aanleg van de proef vielen er in de regio enkele erg intense regenbuien. De spreiding van deze buien was enorm plaatselijk. Hoewel de hoeveelheid en intensiteit hoger waren in de omliggende gebieden, werd toch veel erosie vastgesteld op dit perceel. Onderaan het perceel ontstond een smalle, maar diepe erosiegeul (0,5m). De landbouwer kent dit perceel ook als een erg erosiegevoelig perceel. Vanaf de 2^e helft juli, tot in augustus viel er zoals in de rest van Vlaanderen nauwelijks neerslag. Bovendien was er grote hittestress rond de periode van bloei. Toch leek de maïs hier op dit perceel niet bijzonder veel last van te hebben. Mogelijk was de stress van droogte en hitte hier lager door de combinatie van een zwaarder bodemtype en het feit dat hier nog wel een voorraad water in het bodemprofiel aanwezig was, zoals vastgesteld bij de vochtmetingen aan het begin van de proef.



Figuur 1-4: Overzicht van de dagelijkse neerslag, dagelijkse maximum en minimum temperatuur en gemiddelde dagelijkse temperatuur in de periode 22 mei – 4 september 2018, gemeten met een weerstation op het proefveld.

Tabel 1-5: Overzicht van de gemiddelde maandelijkse temperatuur en neerslag in de maanden van aanleg tot oogst van de veldproef in 2018 in de regio van het proefveld en de maandelijkse afwijking ten opzichte van gemiddeldes voor de periode 1981-2010 (bron: KMI).

Maand	Gemiddelde temperatuur		Neerslag	
	Jaar 2018 (°C)	Afwijking (°C) t.o.v. 1981-2010	Jaar 2018 (mm)	Verhouding (%) t.o.v. normaalwaarde 1981-2010
Mei	15,5-16,0	2,0	40-60	80-100
Juni	16,5-17,0	1,5	0-20	0-20
Juli	21,0-21,5	2,5	5-10	10-20
Augustus	18,5-19,0	0,5	60-70	80-100
September	14,5-15,0	0,0	30-40	40-60

Door de hoge temperaturen, ging de maïsgroei erg snel. De maïs bloeide sneller en rijpte ook sneller af dan normaal. De maïs die op 9 mei gezaaid werd, was op 4 september oogstrijp en werd dan ook geoogst. De objecten die op 28 mei dienden heringezaaid te worden, waren nog onvoldoende afgerijpt op dit moment. Het was opvallend dat deze objecten toch een goede ontwikkeling vertoonden. De extreme droogte en hitte bleek niet zo een sterke gevolgen te hebben voor deze laat gezaaide maïs. Door de latere zaai, was de bloei ook later en viel deze nog na de periode van de extreme hitte en net na de eerste regenbuien rond 1 augustus. Mogelijk had de laat gezaaide maïs dus minder stress in de bloei dan de vroeger gezaaide maïs.

1.4 Beschrijving van de behandelingen

1.4.1 Voorafgaande werkzaamheden

Na het oogsten van het wintergraan werd de bodem tot 30 cm diep losgemaakt met een diepgronder (type Kuhn DC, met 4 tanden op 1 balk van 3 m en brede beitels) en een groenbedekkersmengsel gezaaid van zonnebloem, facelia en Japanse haver. De landbouwer had als bedoeling om het volledige perceel in 2018 niet-kerend te bewerken. De strategie was om de bouwvoor in de droge omstandigheden van de zomer volledig los te maken en deze te stabiliseren via de wortelgroei van een groenbedekker. In het volgende voorjaar zou dan met dezelfde diepgronder ondieper kunnen gewerkt worden voorafgaand aan de zaai van maïs. Zodoende zou het niet nodig zijn om in het voorjaar diep te werken bij een nat voorjaar. De bodembewerking tot 20 cm diepte kan gezien worden als noodzakelijk om de verdichting door het drijfmestvat (bemesting van de maïs) op te heffen. Deze strategie van de landbouwer werd eveneens toegepast in de proef in de NKB behandelingen.



Figuur 1-5: Zicht op het perceel op 8 november 2017 (boven) en 7 mei 2018 (onder).

De groenbedekker ontwikkelde zeer goed, maar kwam ook in bloei. Om te voorkomen dat er zaden zouden geproduceerd worden, werd de groenbedekker eind november geklepeld. De bodem was heel de winter en vroege voorjaar bedekt met gewasresten van de groenbedekker die uitdroogden. Bij bodembewerking verpulverden deze resten heel gemakkelijk.

1.4.2 Strip-till

Op 7 mei 2018 werd de strip-tillbodembewerking uitgevoerd tot 21 cm diepte, gecombineerd met drijfmestinjectie en met de strip-tillmachine achteraan het drijfmestvat. De strip-tillmachine liep vlot door de bodem en de gewasresten van de groenbedekker werden mooi uit de strook gewerkt. Ondanks de relatief lage rijnsnelheid voor de strip-tillmachine (7 km/u), werden toch kluiten van de bewerkte strook naar de niet bewerkte stroken geworpen. Zoals eerder aangehaald, was het bodemoppervlak (0-5 cm) uitgedroogd en was de draagkracht voor het drijfmestvat ook goed (geen insporing), toch was het bodemvochtgehalte dieper in het profiel nog hoog. Dit had gevolgen voor de strip-tillbodembewerking. Op de plaatsen waar een bandenspoor lag van het klepelen van de groenbedekker, was de bodem aangedrukt en enkele centimeters ingespoord. Op deze plaatsen was de bodem natter en compacter. Wanneer een strip-tillstrook samenviel met zo een bandenspoor, werd de bodem slechter bewerkt en waren veel meer kluiten aanwezig in de bewerkte strook. Ook in de andere stroken waren wel wat kluiten aanwezig, maar in mindere mate (Figuur 1-6). Deze kluiten droogden op enkele uren uit. Hoewel de zaai met een 4 rijjige schijvenzaaimachine goed verliep, was het bodemoppervlak toch te kluitiger voor een goed zaaibed.



Figuur 1-6: Zicht op de strip-tillstroken, vlak na het bewerken van de bodem met de strip-tillmachine (boven) en een halve dag later (onder). De rode pijl duidt een bewerkte strip-tillstrook die bovenop een bandenspoor ligt van de tractor waarmee de groenbedekker enkele maanden eerder werd geklepeld. De groene pijl duidt op een bewerkte strip-tillstrook die NIET bovenop een bandenspoor ligt van bij het klepelen.

In eerdere proeven op leemgronden viel op dat bij veel kluiten in de strip-tillstrook, verschillende zaden pas iets later kiemden, na regen. Deze regenbuien waren noodzakelijk om voldoende contact te hebben tussen zaden en bodemdeeltjes. In dit proefveld werden echter geen zones vastgesteld waar maïsplantjes later opkwamen. Dit kan te wijten zijn aan regenval die reeds plaatsvond voor de opkomst van de eerste maïsplantjes (Figuur 1-7).



Figuur 1-7: Zicht op de strip-tillbehandeling op 22 mei 2018, kort na opkomst en na de eerste regenval.

1.4.3 Ploegen

In de Ploeg-behandelingen, werd de drijfmest eerst geïnjecteerd tot 9 cm diepte en daarna werd onmiddellijk geploegd tot 28-30 cm diepte. Dit was iets dieper dan wat de landbouwer normaal ploegt. Opnieuw werd duidelijk dat de ondergrond nog relatief nat was. Door 1 dag te wachten met de zaaibedbereiding, was de bodem wel voldoende uitgedroogd om in goede omstandigheden te werken. Voor de zaaibedbereiding werd een triltandcombinatie en vorenpakker vooraan op de tractor en rotoreg + aangepaste rol achteraan de tractor (8 cm werkdiepte) gebruikt. Met 1 werkgang was de bodem voldoende fijn gelegd (Figuur 1-8).





Figuur 1-8: Zicht op de combinatie die werd gebruikt voor de zaaibedbereiding (boven) en zicht op de pas zaaiklaar gelegde bodem (onder), met links op de foto het zaaibed en rechts op de foto de geploegde bodem.

1.4.4 Niet-kerende bodembewerking

Voor de behandeling met niet-kerende bodembewerking werd geopteerd om het systeem van de landbouwer te volgen. De bodem werd bewerkt met dezelfde diepgronder en rotoreg als deze gebruikt in de vorige zomer om de diepe niet-kerende bodembewerking uit te voeren. De diepgronder werd echter maar ingezet tot 20 cm diepte i.p.v. over de volledige diepte van de bouwvoor. Met deze bodembewerking was de bodem in feite al voldoende bewerkt om maïs te zaaien. In eerdere proeven werd dit ook al met succes gedaan. Omdat de landbouwer volgens zijn systeem toch nog uitgaat van een bijkomende zaaibedbereiding, werd deze ook uitgevoerd met dezelfde combinatie als deze die gebruikt werd in de geploegde behandelingen (Figuur 1-9).





Figuur 1-9: Zicht op de combinatie die werd gebruikt voor de niet-kerende bodembewerking (boven) en het resultaat na passage van de machine, nog voor zaaibedbereiding (onder links) en na zaaibedbereiding (onder rechts).

Door de extra zaaibedbereiding werden de kluiten en de gewasresten van de groenbedekker verder verkleind. Finaal werd dus een minder ruw bodemoppervlak bekomen.

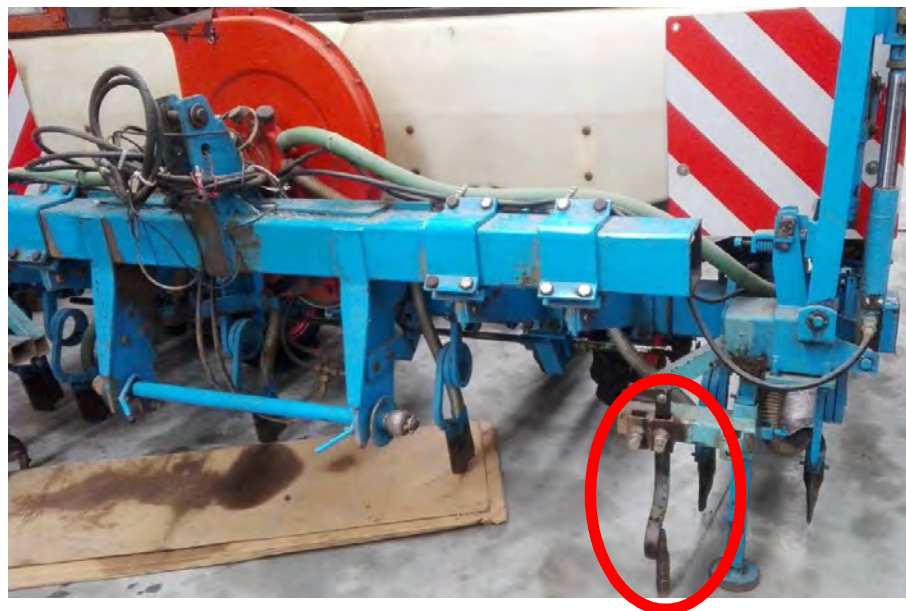
1.4.5 Verschillende zaaitechnieken

Na de bodembewerkingen en zaaibedbereiding in de geploegde en niet-kerend bewerkte stroken werden 3 zaaitechnieken in beide types bodembewerking vergeleken, namelijk klassieke zaai met een 6-rijige maïszaamachine, klassieke zaai met dezelfde zaaimachine voorzien van sporenwissers en volleveldszaai met een pneumatische zaaimachine opgebouwd op een schijveneg.

Bij de klassieke maïsplanter werden meststoffen in de rij bijgegeven (zie eerder). Bij passage van de machine, werden telkens 2 bandensporen nagelaten van de tractor en 2 bandensporen van de zaaimachine, die ook samenvielen (Figuur 1-10). De band van de zaaimachine was hierbij wel smaller dan de tractorband. De idee is dat deze verharde zone een preferentiële weg vormt voor afstromend water. In een aantal stroken werd de machine ook voorzien van een sporenwisser achter iedere band. Deze sporenwisser bestond uit een triltand met rechte beitel en werkte ongeveer 5 cm diep (Figuur 1-11). Het viel hierbij onmiddellijk op dat de tand, de bodem onvoldoende kon breken. Het bodemoppervlak werd nauwelijks breder gebroken dat de breedte van de beitel, zodat een bandenspoor aanwezig bleef met een lichte verdieping ter hoogte van de zone waar de tand passeerde. Het was hierbij onmiddellijk duidelijk dat dit geen geschikte sporenwisser was. De rechte beitel had beter vervangen geweest door een ganzenvoetbeitel.



Figuur 1-10: Zicht op de klassieke maïszaaimachine, hoe deze werd gebruikt zonder sporenwissers. Zowel de tractorband als de band van de zaaimachine laten een bandenspoor na.



Figuur 1-10: Zicht op de klassieke maïszaaimachine, voorzien van sporenwissers (triltanden met rechte beitel). Er stond 1 sporenwischer achter ieder achterwiel van de tractor en 1 sporenwischer achter ieder wiel van de zaaimachine.

Bij de volleldszaai werd gebruik gemaakt van een pneumatische zaaimachine opgebouwd op een schijveneg (Figuur 1-11), om zo maïs te kunnen zaaien op rijafstand 15 cm. De machine is aangepast om naar de juiste diepte te zaaien en de zaailijnen aan te drukken. De extra schijveneg bodembewerking zorgde voor het verder verfijnen van het zaaibed en was in feite niet nodig. In de vollelds gezaaide stroken werd daardoor het verschil tussen niet-kerende bodembewerking en ploegen visueel erg klein. Door een technisch probleem met de zaaimachine, werden de zaden slecht verdeeld en diende er opnieuw gezaaid te worden op 28 mei. Deze zaai lukte wel goed, maar opbrengsten konden niet meer objectief vergeleken worden omdat er teveel tijd zat tussen de eerst gezaaide en laatst gezaaide objecten. Ook bij de regenvalsimulaties konden deze behandelingen niet worden opgenomen, aangezien de grootte van de maïs meer de impact van de regenval zou bepaald hebben dan de behandeling zelf.



Figuur 1-11: Zicht op de Horsch zaaimachine (links) en detail van een zaaikouter (rechts).

Bij de verschillende zaatechnieken werden ook andere tractoren gebruikt, die elk voorzien waren van andere banden, een andere wiellast hadden en vermoedelijk ook andere druk in de banden. De breedtes van de achterbanden waren bij NKB en ploegen 420mm, bij strip-till 350mm en bij vollevelszaai 650mm. Bij vollevelszaai werd het bandenspoor weggewerkt met de schijveneg waar de zaaimachine op opgebouwd is. Bij strip-till, NKB en ploegen was ook nog een wiel aanwezig op zaaimachine, waarvan het bandenspoor samenviel met dat van de tractor.

1.5 Erosie: visuele vaststellingen op 28 mei 2018

Na de aanleg van de zaai vonden er enkele intensieve regenbuien plaats in deze regio. We hebben hier echter geen volledige weersgegevens van, aangezien het weerstation pas na deze buien werd geplaatst. Hierbij ontstond op het perceel duidelijk run-off en erosie op meerdere plaatsen en was er ook verslapping en korstvorming. Op 28 mei werden de verschillen tussen de behandelingen visueel opgetekend.

In Figuur 2-12 en 2-13 worden enkele beelden gegeven van het bodemoppervlak bij de geploegde behandeling. Het bodemoppervlak verslepte sterk tijdens de regenbuien. Na opdrogen van het bodemoppervlak bleef een duidelijke korst aanwezig waar ook cracks in aanwezig waren. Op verschillende punten was het heel duidelijk dat sediment hellingafwaarts was gestroomd in de zaailijnen. In bandensporen waar geen sporenwisser werd gebruikt had run-off plaatsgevonden en was het bodemoppervlak bedekt met sediment. Dit was enigszins verschillend met de bandensporen waar een sporenwisser werd ingezet. De sporenwisser was niet in staat om het bandenspoor op te breken zoals eerder werd aangehaald. Daardoor was er in het midden van het bandenspoor een geultje getrokken. Bij sommige bandensporen had geen run-off of erosie plaatsgevonden, bij andere was er duidelijk veel meer erosie geweest dan in de bandensporen waar geen sporenwisser werd ingezet. Dit was onderaan het perceel ook goed merkbaar. Een sporenwisser van dit type heeft dus GEEN positief effect.



Ploegen + klassieke zaaimachine zonder sporenwissers



Ploegen + klassieke zaaimachine MET sporenwissers

Figuur 1-12: Beeld op het bodemoppervlak op 28 mei 2018 van de behandeling ploegen, na enkele hevige buien half mei.



Figuur 1-13: Detailbeeld op het bodemoppervlak op 28 mei 2018 van de behandeling ploegen na enkele hevige buien half mei.

In de behandeling NKB werden dezelfde vaststelling gedaan als in de geploegde behandeling (Figuur 2-14). Opnieuw had de sporenwisser GEEN positief effect en ook hier was het bodemoppervlak verslemt. Ondanks dat in NKB de verslapping, korst- en crackvorming duidelijk beperkter was dan in de geploegde behandeling, was het visueel onmogelijk verschillen te observeren in sedimentverliezen tussen de NKB en geploegde behandelingen. Vermoedelijk had het weglaten van de 2^e zaaibedbereiding in NKB een positief effect kunnen hebben op het voorkomen van erosie. Door de 2^e zaaibedbereiding werden bodemkluiten en gewasresten van de groenbedekker immers verder verkleind.



NKB + klassieke zaaimachine zonder sporenwissers



NKB + klassieke zaaimachine MET sporenwissers

Figuur 1-14: Beeld op het bodemoppervlak op 28 mei 2018 van de behandeling NKB, na enkele hevige buien half mei.

In de strip-tillbehandeling was de bodem in de bewerkte stroken duidelijk verslemt en werden een korst en cracks gevormd, vergelijkbaar met de geploegde behandeling (Figuur 1-15). Ondanks de verslemping, was er geen teken van erosie in de zaailijnen van de strip-tillbehandeling. In de niet bewerkte tussenstroken werd geen verslemping of erosie vastgesteld. Hier was dus visueel wel een positief effect zichtbaar.



Figuur 1-15: Beeld op het bodemoppervlak op 28 mei 2018 van de strip-till behandeling, na enkele hevige buien half mei.

1.6 Erosie: regenvalsimulaties 13 juni 2018

Om het effect van de behandelingen op run-off en erosie objectief te testen, werden op 13 juni 2018 erosiesimulaties uitgevoerd met de regenvalsimulator van UGent (Vermang, 2012⁴; Figuur 2-16). Er werden in de behandelingen Ploegen, NKB en strip-till, telkens 2 regenvalsimulaties uitgevoerd. Bij elke regenvalsimulatie werd een erosieveldje afgebakend van 2 m breed op 5 m lang. De veldjes werden steeds zo gepositioneerd dat ze 3 rijen maïs bevatten, waarvan de middenste rij ook perfect in het midden van het erosieveldje stond. Onderaan de erosieveldjes werd het run-offwater en sediment opgevangen in 2 goten van elk 1 m breed. De grens tussen de goten werd gevormd door de middenste rij maïs. De positie van de erosieveldjes werden ook zo gekozen dat tussen de maïsrij rechts en die in het midden geen bandenspoor aanwezig was en dat tussen de maïsrij in het midden en deze links een tractorband had gelopen van de tractor met de zaaimachine. Ongeveer een maand voor de erosiesimulatie hadden enkele hevige buien plaatsgevonden, waardoor in de bandensporen duidelijk vloeigrond aanwezig was. Het zicht op het bodemoppervlak was op 13 juni weinig verschillend met dat van 28 mei. De erosiesimulaties in NKB en Ploegen werden steeds uitgevoerd op een positie waar geen sporenwisser werd ingezet bij de zaai. Er werden geen erosiesimulaties uitgevoerd in de behandelingen met volleldszaai. Relatieve verschillen met de andere behandelingen zouden te afhankelijk geweest zijn van de grootte van de maïsplantjes. Gezien de latere zaai, was er op 13 juni immers nog steeds een sterke groeiachterstand. Alle regenvalsimulaties werden uitgevoerd in Blok B op stukken met een homogene helling (8 tot 11%). Tijdens de erosiesimulaties werd gedurende 10 tot 15 minuten beregend aan een gemiddelde intensiteit van 118 l/m².h. Deze beregening gebeurde met regenwater (leidingwater of putwater bevat dikwijls teveel kalk die het bodemoppervlak

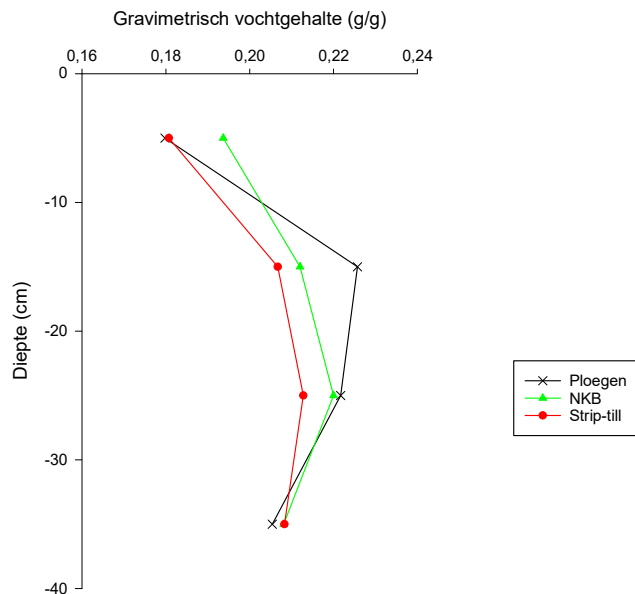
⁴ Vermang, J. (2012). Erosion processes and physical quality of loamy soils as affected by reduced tillage. Ghent University. Faculty of Bioscience Engineering, Ghent, Belgium.

stabiliseert). Tijdens het beregenen werd de run-off per tijdseenheid opgetekend. Door telkens ook een staal te nemen voor sedimentconcentratie, kon ook de cumulatieve hoeveelheid erosie worden bepaald. Zowel run-off als cumulatieve erosie werden uitgezet tegen hoeveelheid neerslag (zie verder), omdat op deze wijze rekening wordt gehouden met de lichte schommelingen in neerslagintensiteit tussen de simulaties onderling.



Figuur 1-16: Zicht op de erosiesimulator van de UGent.

Voor aanvang van iedere simulatie werd een bodemvochtstaal genomen ter bepaling van het vochtgehalte in het profiel 0-40 cm (1 steek met een gutsboor per erosieveldje). Ter bepaling van het vochtgehalte, organisch C-gehalte en bulkdensiteit van het bodemoppervlak (0-5 cm), werd een staalname uitgevoerd met Kopecky-ringen (in 3-voud per erosieveldje). In Figuur 2-17 en Tabel 1-6 worden de resultaten van de metingen weergegeven. In het dieptestaal is te merken dat er relatief weinig verschillen in vochtgehalte zijn over de diepte van het profiel tussen de behandelingen. De bovenste 15 cm zijn duidelijk droger voor alle behandelingen, maar dieper was nog meer vocht aanwezig. Het vochtgehalte was daar nog steeds vergelijkbaar met het vochtgehalte begin mei (Figuur 2-17).



Figuur 1-17: Gemiddeld gravimetrisch vochtgehalte (n=2) in het bodemprofiel 0-40 cm van de behandelingen waar een regenvalsimulatie werd uitgevoerd op 13 juni 2018.

De metingen in de bovenste 5 cm van het profiel geven aan dat er geen verschillen waren in vochtgehalte en bulkdensiteit tussen de behandelingen Ploegen en NKB (Tabel 1-6). Gezien de bodem in beide gevallen goed werd losgemaakt in het vorige najaar en het voorjaar en de zaaibedbereiding leidde tot een bodemoppervlak dat nauwelijks verschillend was na aanleg van de proef, was dit te verwachten. Zowel het gravimetrisch als het volumetrisch vochtgehalte liggen significant hoger in de strip-tillbehandeling. Enerzijds kan het vochtgehalte bij strip-till aan het bodemoppervlak hoger liggen, omdat meer vocht gevangen zit in poriën waar de maïswortels niet aan kunnen en ook weinig doorworteld is. Bij het nemen van de stalen viel inderdaad op dat de bodem harder was bij strip-till dan in de andere behandelingen. Dit werd in eerdere veldproeven van dit project ook al heel duidelijk vastgesteld. De significant hogere bulkdensiteit bij strip-till in vergelijking met Ploegen en NKB bevestigt dit. Anderzijds kan het zijn dat er minder water verdampte, omdat de bodem buiten de bewerkte stroken niet wordt losgewerkt en dat de poriën ook minder werden verstoord. Het koolstofgehalte bovenaan het profiel is significant hoger bij strip-till en NKB, in vergelijking met ploegen.

Tabel 1-6: Overzicht van het gemiddelde gravimetrisch en volumetrisch vochtgehalte, het organisch C-gehalte en de bulkdensiteit (\pm standaardfout) van de toplaag (0-5 cm) van het bodemprofiel, vlak voor aanvang van de regenvalsimulaties (n=6). Significante verschillen (Tukey HSD-test, $p < 0,05$) tussen de behandelingen zijn aangeduid met een verschillende letter.

	Gravimetrisch vochtgehalte (g/g)	Volumetrisch vochtgehalte (g/cm ³)	C-gehalte (%)	Bulkdensiteit (kg/dm ³)
Ploegen	0,11 \pm 0,01 ^a	0,12 \pm 0,01 ^a	1,13 \pm 0,06 ^a	1,07 \pm 0,04 ^a
NKB	0,12 \pm 0,01 ^a	0,13 \pm 0,01 ^a	1,39 \pm 0,02 ^b	1,06 \pm 0,03 ^a
Strip-till	0,18 \pm 0,01 ^b	0,22 \pm 0,02 ^b	1,46 \pm 0,03 ^b	1,20 \pm 0,03 ^b

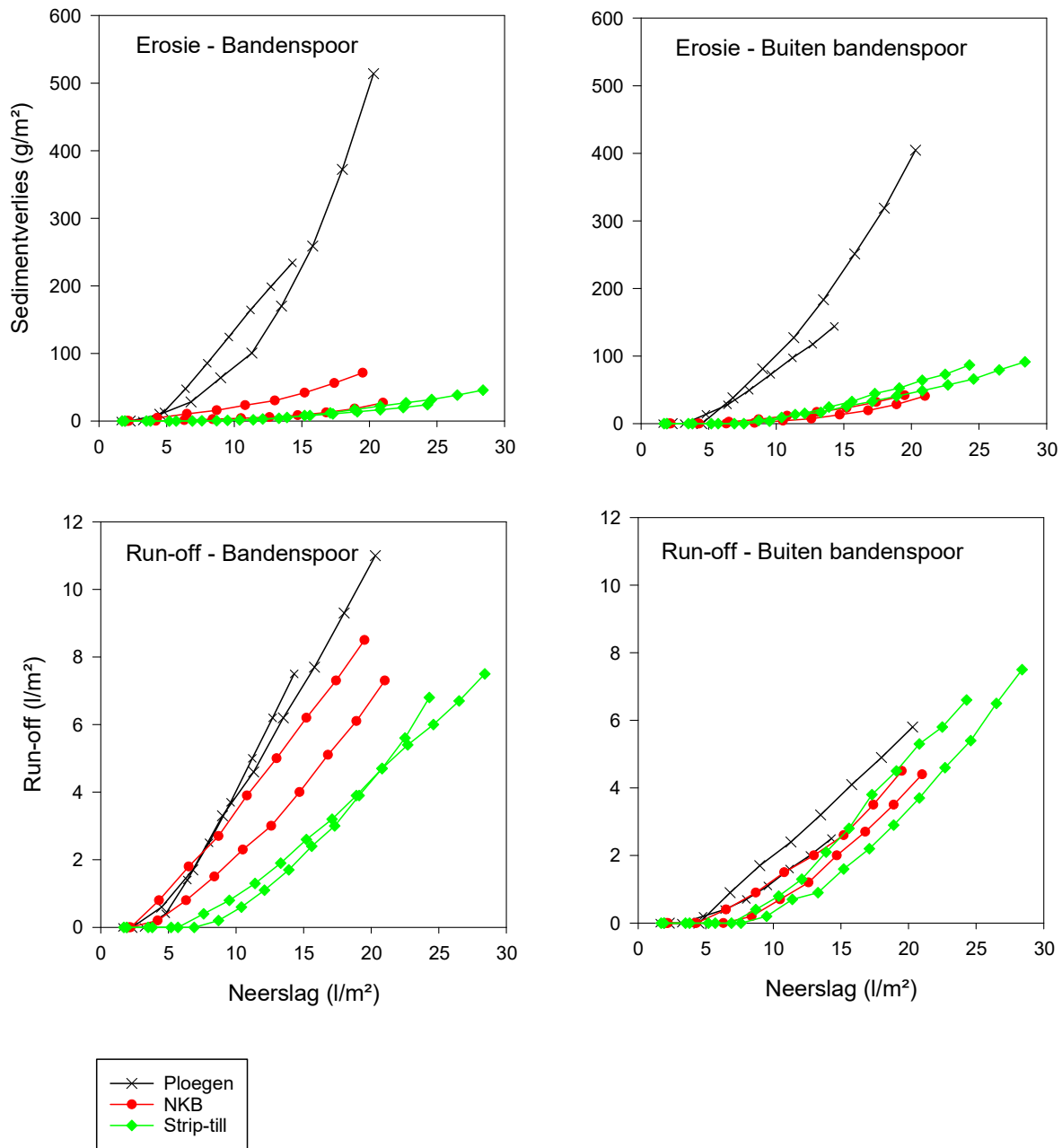
In Figuur 1-18 worden run-off en sedimentverlies van de regenvalsimulaties weergegeven. De aanwezigheid van een bandenspoor had duidelijk een invloed op de run-off en erosie.

Op de posities waar geen bandenspoor voorkwam was er nauwelijks verschil in run-off tussen de behandelingen. Het sedimentverlies was echter duidelijk hoger in de geploegde behandeling dan in de behandelingen met strip-till en NKB. Verschillen tussen strip-till en NKB waren klein.

Op de posities waar een bandenspoor voorkomt, was er wel een verschil in run-off tussen de behandelingen. Ploegen leidde tot de meeste run-off en strip-till tot de minste run-off. Run-off bij NKB lag hier tussenin, maar sloot nauwer aan bij de geploegde behandeling. Door het harde bodemoppervlak bleef het water tijdens de simulatie sneller staan op het bodemoppervlak bij strip-till dan bij NKB en Ploegen. Mogelijk heeft de grote hoeveelheid gewasresten van de voorgaande groenbedekker het afstromende water voldoende kunnen afremmen zodat het toch in de bodem kon trekken. Het sedimentverlies is duidelijk hoger bij de geploegde behandeling dan bij NKB en strip-till. De curves van deze laatste twee behandelingen liggen kort op elkaar, maar de sedimentverliezen liggen het laagste bij strip-till.

Deze resultaten geven aan dat erosie sterk verlaagd wordt door het inzetten van NKB of strip-till. Dit is zelfs het geval in de zones waar bandensporen aanwezig zijn. Gezien NKB nog maar eenmalig werd uitgevoerd, de zaaibedbereiding intensiever was dan bij ploegen en er nauwelijks nog gewasresten aanwezig waren aan het bodemoppervlak, was er verwacht dat er weinig verschillen zouden zijn tussen ploegen en NKB. NKB blijkt dus zelfs bij deze omstandigheden al erosiereducerend te werken. Het verschil tussen strip-till en NKB was eerder beperkt. Mogelijk is het erosiereducerend effect toe te wijzen aan het hogere koolstofgehalte in

de bovenste 5 cm van het profiel (zie eerder) ten opzichte van de geploegde behandeling. Aangezien het protocol van C-bepaling, de C in gewasresten NIET mee meet, is dit toe te wijzen aan organische stof afkomstig van afgebroken resten van de vorige teelt en groenbedekker die bovenaan het profiel worden geconcentreerd. De technieken van strip-till en NKB kunnen als evenwaardig waar beschouwd naar erosiereductie toe.



Figuur 1-18: verloop van de run-off en sedimentverliezen in functie van de neerslag gesimuleerd op 15 en 16 juni 2017. Er werd onderscheid gemaakt tussen run-off en erosie in een bandenspoor en run-off en erosie waar geen bandenspoor aanwezig is.

In Figuur 1-19 wordt van iedere behandeling een beeld gegeven op de regenvalsimulatie. Visueel waren de verschillen tussen Ploegen en NKB tijdens de erosiesimulaties beperkt. Bij strip-till was wel duidelijk dat van zodra de run-off startte, weinig tot geen sediment werd meegesleurd.



Ploegen



NKB



Strip-till



Detail Strip-till

Figuur 1-19: Overzicht van de verschillende behandelingen tijdens de regenvalsimulaties (13 juni 2018). De behandeling staat vermeld onder de foto.

1.7 Opbrengstbepaling

Op 4 september 2018 werd de opbrengst bepaald van de veldproef. In de behandelingen NKB, ploegen en strip-till werden 2 vlakken handmatig gekapt van 6 m (2 rijen x 4 m) per behandeling en per blok. Bij NKB en Ploegen werden de vlakken steeds gekozen in de stroken waar geen sporenwisser werd gebruikt. In de 2 behandelingen met volleldszaai werd 1 vlak gekapt van 12 m per behandeling en per blok. Dit vlak werd zo gekozen dat 1 zaaimachinebreedte (3 m) over 4 m lengte werd gekapt. Bij het kappen werden ook het

aantal planten geteld, zodat er een gewasdichtheid kon worden berekend die ook onrechtstreeks een inschatting geeft van de opkomst van de maïs. Per vlak werd de totale biomassa gewogen en een substaal van 4 planten werd gehakseld voor bepaling van het droge stofgehalte. Het DS-gehalte werd bepaald door het substaal gehakselde maïs 72 uur te drogen in een droogstoof bij 70°C.

De plantdichtheid en drogestof-opbrengst werden statistisch verwerkt met een two way ANOVA met hoofdfactoren blok en behandeling. Hierbij werd voldaan aan de voorwaarden van normaliteit en gelijkheid van varianties. De blokfactor was niet significant voor de plantdichtheid ($p=0,10$) en significant voor de drogestof-opbrengst ($p=0,028$). De drogestof-opbrengst was in blok D bovenaan het perceel significant verschillend van deze in Blok A onderaan het perceel. Blokken B en C waren niet significant verschillend van elkaar en van A en D. Zoals eerder aangegeven is dit vermoedelijk te wijten aan de beschikbaarheid van vocht voor het gewas, wat bovenaan zeker minder was dan onderaan het perceel. De resultaten worden in Tabel 1-7 weergegeven.

Tabel 1-7: Overzicht van de gemiddelde plantdichtheid en gewasopbrengst (\pm standaardfout) per behandeling op 4 september 2018. De behandelingen die een significant verschillende plantdichtheid en gewasopbrengst hebben (Tukey HSD, $p<0,05$) zijn aangeduid met een verschillende letter.

Bodembewerking	Plantdichtheid	Drogestof-gehalte	Drogestof-opbrengst	Relatieve opbrengst t.o.v. Referentie
	#/ha	%	kg DS/ha	%
Ploegen (=Referentie)	95 625 ab ($\pm 3 069$)	30,9 ($\pm 0,9$)	20 255 a (± 794)	100
NKB	95 625 ab ($\pm 1 197$)	29,8 ($\pm 0,9$)	20 286 a (± 843)	100
Strip-till	84 167 a (± 900)	31,2 ($\pm 1,2$)	20 534 a (± 714)	101
Ploegen + vollevelszaai*	98 190 b ($\pm 1 288$)	23,7 ($\pm 0,7$)	18 976 a (± 426)	94
NKB + Vollevelszaai*	112 556 c ($\pm 6 259$)	24,2 ($\pm 0,5$)	19 695 a ($\pm 1 994$)	97
p-waarde	<0,001		0,709	

*Deze behandelingen werden op 28 mei opnieuw gezaaid. De andere behandelingen werden reeds op 9 mei gezaaid.

Bij de plantdichtheid vallen de lagere dichtheid van de strip-tillbehandeling en de significant hogere dichtheid bij NKB + vollevelszaai op. Er werd gezaaid aan een dichtheid van 100 000 zaden/ha (zie eerder). Bij strip-till is de lagere gewasdichtheid vermoedelijk te wijten aan een lagere opkomst. Zoals eerder aangehaald, waren veel uitgedroogde kluiten aanwezig in sommige strip-tillstroken, zodat de aansluiting van grond en zaden niet altijd optimaal was. Dit leidde echter niet tot een lagere gewasopbrengst in vergelijking met de referentie. Bij NKB + vollevelszaai viel de hogere plantdichtheid visueel sterk op. De lengte van de stengel was niet verschillend met deze van de andere behandelingen, maar de kolf was duidelijk kleiner. De hoge gewasdichtheid is met zekerheid een gevolg van de werking van de zaaimachine. Het viel in eerdere proeven reeds op dat ondanks degelijke afdraaiproeven in 3-voud, gemakkelijk te dik wordt gezaaid. Omdat zaad van dezelfde zak en dezelfde afstelling van dezelfde machine werd gebruikt in ploegen + vollevelszaai, en in deze behandeling geen sterk hogere dichtheid werd vastgesteld, wijst dit er op dat de zaaidichtheid aanhouden moeilijk is met deze machine. Dit is een heel duidelijk minpunt van deze zaaiwijze en heeft meer aandacht nodig.

Op het moment van oogst was de maïs in de behandelingen ploegen, NKB en strip-till nog maar net droog genoeg om geoogst te kunnen worden als kuilmaïs. Een week langer wachten had de maïs vermoedelijk in het ideale oogstvenster gebracht. Dit was echter niet mogelijk door omstandigheden. De maïs in de behandelingen ploegen + volleveldszaai en NKB + volleveldszaai -die bijna 3 weken later werd gezaaid- was nog onvoldoende afgerijpt, maar diende mee geoogst te worden, gezien daags nadien het volledige perceel werd geoogst. In deze laatste 2 behandelingen, was visueel goed te zien dat de planten nog onvoldoende afgerijpt waren. De stengellengte was vergelijkbaar met deze van de andere behandelingen, maar de kolf was kleiner in volume. Dit leidde tot een (niet-significant) lagere gewasopbrengst, die vermoedelijk enkel toe te schrijven is aan de latere zaai.

Ploegen, NKB en strip-till leidden tot dezelfde gewasopbrengsten. Bij strip-till werd de lagere gewasdiktheid (door lagere opkomst) dus vlot gecompenseerd. Ondanks de extreme droogte (zie eerder) gedurende de zomer en de periode van bloei werden dus hoge opbrengsten gehaald (>20 ton DS/ha). Vermoedelijk is dit het gevolg van een combinatie van omstandigheden. Vochtmetingen aan het begin van de proef gaven duidelijk aan dat dit een natter perceel is dan omliggende percelen. Verder gaat het om een leembodem in goede conditie (koolstofgehalte in de streefzone en pH gelijk kort onder de streefzone + bodem met ruime vruchtafwisseling) die zijn vocht goed vasthoudt.

1.8 Conclusies

Bij aanvang van deze veldproef werden een aantal onderzoeksvragen naar voor geschoven. Op basis van de hierboven beschreven resultaten, wordt getracht een beknopt antwoord te formuleren op deze vragen.

1. **Worden de resultaten van 2016 en 2017 bevestigd?**
 - a. **Niet-kerende bodembewerking en strip-till leiden tot een sterke reductie in erosie ten opzichte van ploegen**
 - b. **Er is weinig verschil in erosiereductie tussen strip-till en niet-kerende bodembewerking**
 - c. **Met niet-kerende bodembewerking en strip-till kunnen dezelfde opbrengsten gehaald worden als bij ploegen**

De vaststellingen in de veldproeven van 2016 en 2017 worden bevestigd. Zowel niet-kerende bodembewerking als strip-till leiden tot een sterke erosiereductie, zelfs in een zone waar een tractorspoor aanwezig is. De verschillen onderling tussen strip-till en niet-kerende bodembewerking zijn echter klein. Het is dus niet zo dat de een van beide technieken efficiënter is.

Met strip-till en niet-kerende bodembewerking zijn dezelfde gewasopbrengsten als met ploegen haalbaar. In deze proef waren er geen significante verschillen. Dit is niet altijd in lijn met de vorige veldproeven. In de voorgaande proefjaren werd met niet-kerende bodembewerking soms dezelfde opbrengst gehaald, soms was er een lichte opbrengstderving. Met strip-till werden soms dezelfde opbrengsten gehaald, maar soms werden ook sterke opbrengstdervingen vastgesteld. In dit laatste geval, was er wel steeds een voor de hand liggende verklaring. In de hier besproken veldproef werden alle stappen ondernomen om de strip-till te laten slagen op basis van de lessen die uit eerdere proeven werden getrokken.

2. Wat is de invloed van volleveldszaai op de gewasopbrengst en erosie, in vergelijking met klassieke zaai van maïs?

Gezien het mislukken van de behandelingen met volleveldszaai, kan geen antwoord op gegeven worden op basis van deze veldproef.

3. Zijn sporenwissers een hulp bij het voorkomen van erosie in bandensporen van bij het zaaien?

Vermoedelijk zijn sporenwissers nuttig in het wegwerken van bandensporen en dus het voorkomen van preferentiële pathways voor afstromend regenwater en sediment. De veldproef toont hier echter aan dat een niet-geschikte sporenwisser echter weinig zinvol is en zelfs de situatie kan verslechteren. Bij de keuze van de spoorwisser is het belangrijk dat deze voldoende diep (iets meer dan 5 cm) werkt (en daarvoor ook voldoende sterk is) en een voldoende brede beetel heeft om het bandenspoor over de volledige breedte op te breken.

2 Kuilmaïs Vollezele: strip-till, niet-kerende bodembewerking, volleveldszaai en drempeltjes

Thijs Vanden Nest en Greet Ruysschaert (ILVO)

2.1 Doelstelling van de veldproef

Het proefveld met kuilmaïs in Vollezele werd aangelegd om de resultaten die behaald werden in de proefveldjaren 2016 en 2017 te bevestigen. Opnieuw werden de bodembewerkingstechnieken van ploegen, niet-kerende bodembewerking en strip-till met elkaar vergeleken op vlak van opbrengsten en erosie. Er werd zowel klassieke zaai, volleveldszaai (rijafstand 15 cm) als zaai met de aanleg van drempels uitgevoerd in de behandelingen met niet-kerende bodembewerking en ploegen. De volgende onderzoeksvragen werden vooropgesteld:

1. Worden de bevindingen van 2016 en 2017 bevestigd? Met name:
 - a. Niet-kerende bodembewerking en strip-till leiden tot een sterke reductie in erosie ten opzichte van ploegen;
 - b. Er is weinig verschil in erosiereductie tussen strip-till en niet-kerende bodembewerking;
 - c. Met niet-kerende bodembewerking en strip-till kunnen dezelfde opbrengsten gehaald worden als bij ploegen.
2. Wat is de invloed van volleveldszaai op de gewasopbrengst en erosie, in vergelijking met klassieke zaai van maïs?
3. Wat is de invloed van de aanleg van drempels op de gewasopbrengst en erosie, in vergelijking met klassieke zaai van maïs?

Op basis van de onderzoeksresultaten, beschreven in dit rapport, wordt bij de conclusies een antwoord geformuleerd voor iedere onderzoeksvraag.

2.2 Beschrijving perceel

2.2.1 Situering landbouwbedrijf

De hoofdzetel van het landbouwbedrijf waar deze veldproef werd aangelegd, is gelegen te Herne. De meeste percelen van dit bedrijf bevinden zich in Herne en Galmaarden en hebben een leemtextuur. Het landbouwbedrijf is een vleesvee- en melkveebedrijf. De teelten zijn blijvend grasland, tijdelijk grasland, kuilmaïs, wintertarwe, luzerne en op een beperkte oppervlakte voederbiet en spelt. Het vleesvee wordt gehouden in potstallen. Zodoende beschikt het bedrijf over veel stalmest.

De percelen die niet onder graslandbeheer zijn worden in hoofdzaak afwisselend beteeld met kuilmaïs en wintertarwe. Na de oogst van wintertarwe en het inhalen van het stro wordt een beperkte hoeveelheid stalmest ingewerkt bij ontstoppelen en een groenbemester (gele mosterd) ingezaaid. In het voorjaar wordt opnieuw stalmest ingewerkt. Na diep niet-kerend werken (gebruikte toestel = lemken smaragd), wordt klaar gelegd met de rotoreg en kuilmaïs met de klassieke pneumatische maïszaamachine gezaaid. Na oogst van de kuilmaïs, wordt geploegd en wintertarwe gezaaid met een klassieke mechanische graanzaaimachine. Sinds enkele jaren wordt geëxperimenteerd met niet-kerende bodembewerking voor kuilmaïs. De korte

rotatie met granen, de sterke aanvoer van stalmest, goed verdeeld over de tijd, en maar 1 op 2 jaren meer ploegen, zorgt ervoor dat het bodemleven sterk gestimuleerd wordt. Dit was ook zichtbaar op het perceel waar de proef werd aangelegd (zie verder).

2.2.2 Bodemkenmerken en bodemverdichting op 29 maart 2018

Regio: Vollezele

Bodemtextuur: Leem

Bodemkaart:

Blok A: Abp (droge leembodem zonder profiel)

Blok B, C en D: AbB (droge leembodem met textuur B of structuur B horizont)

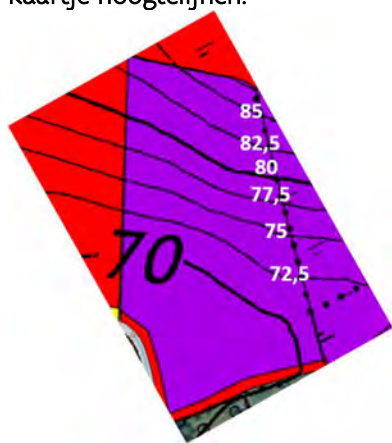
Erosieklasse: Paars

Voorvrucht: Wintertarwe

Groenbemester/vanggewas: Gele mosterd

Helling perceel: 12-19% (sterkste helling)

Kaartje hoogtelijnen:



Het perceel oogt als een oude weide gezien de ligging en randen, maar wordt al minstens 30 jaar als akkerland bewerkt. Sinds de landbouwer dit in gebruik heeft (20 jaar) werd er voornamelijk kuilmaïs en wintergranen geteeld. De basisbemesting was steeds runderstalmest. Het feit dat veel wintergraan in de vruchtwisseling zit en jaarlijks stalmest wordt aangebracht, komt ten goede van het gehalte aan bodemorganische stof. Bij de staalname op 29 maart, was de groenbedekker volledige bevroren en kon heel duidelijk opgemerkt worden dat stukjes gewasresten van de groenbedekker en het stro en stalmest van het voorgaande jaar, in hoopjes waren samengetrokken boven een wormengang. Dit duidt op de aanwezigheid van diepgravende regenwormen (pendelaars). Verder waren ook veel poriën aanwezig in het bodemoppervlak, wat wijst op veel activiteit van het bodemleven. De landbouwer geeft aan dat bij afrijping van de gewassen zeer goed merkbaar is dat op de helling, de gewassen sneller afrijpen en drogen, dan onderaan het perceel. Dit is het gevolg van de vochtverdeling over het perceel. Onderaan de perceelsrand bevindt zich ook een beek. Dit perceel werd reeds in proef gelegd in 2016. Daarna werd het volledig geploegd en werd er wintertarwe op gezaaid. Na de aanbreng van stalmest en het zaaien van een vorstgevoelige groenbedekker (gele mosterd/bladrammenas), werd het perceel dus terug in proef genomen in 2018. Gezien de landbouwer het perceel steeds egaal heeft bemest, er in 2016 geen verschillen in opbrengst tussen de behandelingen van de proef werden vastgesteld en t het perceel volledig werd geploegd voor de egalisatiecultuur tarwe, kan aangenomen worden dat het perceel voldoende egaal is voor de proef die

aangelegd werd in 2018. De verschillen die er van nature zijn (zie hierboven) zijn zo verdeeld over het perceel dat ze kunnen opgevangen worden met de verdeling van de blokken die evenwijdig liggen met de hoogtelijnen (zie proefplan).



Figuur 2-1: Zicht op het perceel (boven) en toestand van het bodemoppervlak (onder) op 29 maart 2018.

Op 29 maart 2018 werden bodemstalen genomen per blok ter bepaling van de algemene chemische bodemtoestand en ter bepaling van minerale N-voorraad in het profiel. Per blok werden 10 steken in kruisverband genomen tot 30 cm diepte voor de chemische bodemtoestand, en 10 steken tot 60 cm voor minerale N-bepaling. De indringingsweerstand werd ook op 10 posities per blok in kruisverband bepaald (tot 80 cm). Ter bepaling van het vochtgehalte, werden 3 steken gelijkmatig per blok genomen tot 60 cm met een gutsboor en gedroogd gedurende 72h bij 105°C. De resultaten van de bodemstalen worden vermeld in Tabel 2-1 en de het penetrogram met bijhorend vochtgehalte wordt weergegeven in Figuur 2-2.

Het koolstof-gehalte bevindt zich in de streefzone en de zuurtegraad van de bodem ligt ofwel op de ondergrens van de streefzone ofwel in de streefzone. Dit geeft meteen aan dat de bodem in goede conditie is. K- en Mg-gehalten liggen sterk boven de streefzone, en zijn dus in meer dan voldoende mate aanwezig voor normale gewasgroei. Aanvoer van K- en Mg-houdende kunstmest bovenop de organische bemesting is dus geen noodzaak. Het Ca-gehalte ligt ofwel in de streefzone ofwel boven de streefzone. Dit is een stuk hoger dan in de staalname van 2016⁵. Dit is te wijten aan een bekalking op de tarwestoppel in 2017. Ook Ca is dus in voldoende mate aanwezig in de bouwvoor. Het Na-gehalte ligt erg laag. Dit hoeft geen nadeel te zijn voor de gewasgroei, maar een hoger Na-gehalte komt de smakelijkheid van het voer ten goede. Het P-gehalte ligt in de streefzone. Dit betekent dat dit perceel kan opgegeven worden voor fosfaatklasse II binnen het MAP, zodat een hogere P-norm geldt. Er zal geen gebrek aan P zijn voor gewasgroei, maar in deze situatie wordt evenwichtsbemesting op vruchtwisselingsniveau aangeraden.

Behalve op wat tarweopslag en enkele individuele bladrammenasplanten na, was de groenbedekker (gele mosterd, bladrammenas) aan het begin van de winter grotendeels doodgevroren. Enkel verdroogde bruine

⁵ Vanden Nest, T., Van De Sande, t., Horemans, D., De Boever, M., Ruyschaert, G. (2017). Brongerichte erosiebestrijdingstechnieken bij groenten en maïs: proefveldresultaten van het gomeros-project in 2016. *ILVO-mededeling 226*, 252p.

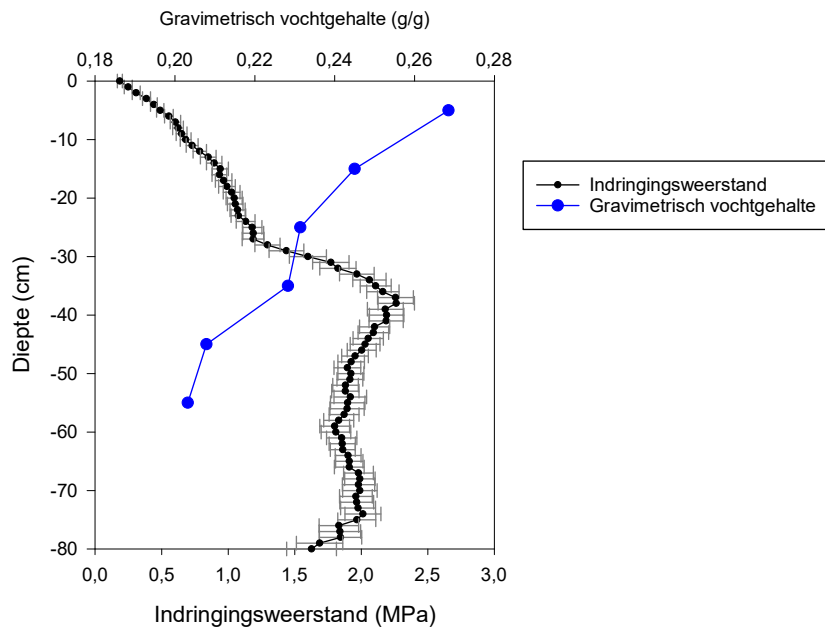
stengels bleven gedeeltelijk overeind. Op het moment van de staalname was de groenbedekker nog niet geklepeld, maar was het bladmateriaal al volledig verteerd. Dit gecombineerd met een beperkte stalmestgift op de stoppel in het voorgaande najaar zorgde voor een hoge minerale N-voorraad in het profiel aan de start van het voorjaar 2018.

Tabel 2-1: Overzicht van de hoeveelheid minerale N in het bodemprofiel (0-60 cm) en de algemene chemische bodemtoestand voor de bouwvoor (0-30 cm). P, K, Mg, Ca en Na werden gemeten in een ammoniumlactaat-extract. De streefwaarden voor leemgrond werden overgenomen van Maes et al. 2012⁶.

Blok	Minerale N-voorraad kg N/ha	C %	pH-KCl	Ntot %	C/N	P	K	Mg	Ca	Na
A	75	1,6	6,5	0,16	10	17	36	28	250	<1,9
B	84	1,6	6,7	0,17	9	15	36	31	293	<1,9
C	71	1,5	7,1	0,15	10	13	33	39	470	<1,9
D	64	1,2	6,5	0,13	9	10	31	27	235	<1,9
Streefzone	-	1,2-1,6	6,7-7,3	-	-	12-18	14-20	9-14	160-350	3,1-6,0

Het penetrogram in figuur 2-2 geeft aan dat de weerstand snel toeneemt op een diepte van 30 cm, maar beneden de 2,5 MPa blijft. Beneden de 40 cm is er terug afname van de weerstand tot 2 MPa. Dit is een indicatie van een lichte ploegzool op deze diepte. Er is weinig verschil tussen de penetrogrammen van de verschillende blokken en daarom werden ze ook samen genomen in 1 curve. In blok D (zie verder, proefplan), onderaan het perceel was het effect van de ploegzool iets sterker aanwezig en was de hoogste bodemweerstand 3 MPa (curve niet afzonderlijk gegeven). Dit geeft aan dat er over het volledige proefvlak geen verharde laag is die de wortelgroei beperkt. Het gravimetrisch bodemvochtgehalte neemt geleidelijk af naar de diepte toe. Hoewel het op 60 cm duidelijk droger is dan aan het bodemoppervlak, vertoont het vochtgehalte geen bruuske sprongen, wat aangeeft dat het water niet stagneert in het profiel.

⁶ Maes S., Elsen, A., Tits, M., Boon, W., Deckers, S., Bries, J., Vogels, N., Vandendriessche, H, 2012, Wegwijs in de bodemvruchtbaarheid van de Belgische akkerbouw- en weilandpercelen (2008-2011), Bodemkundige Dienst van België

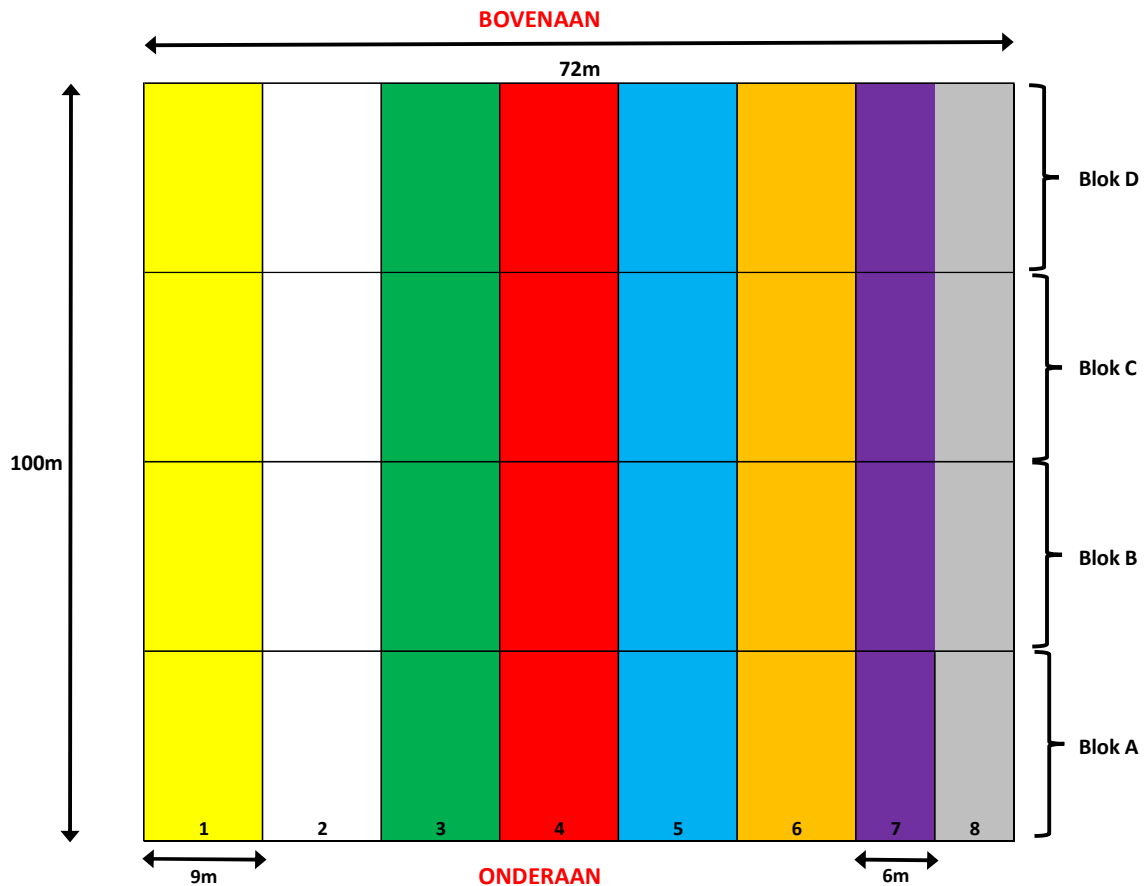


Figuur 2-2: De gemiddelde indringingsweerstand en gravimetrisch vochtgehalte (\pm standaardfout) van de 4 proefveldblokken samen. De indringingsweerstand werd gemeten met een penetrologger (10 steken in kruisverband per blok) tot 80 cm diepte. Het gravimetrisch vochtgehalte werd per laag van 10 cm bepaald (3 steken per blok). De standaardfout op de vochtmetingen is klein en niet zichtbaar op de grafiek.

2.3 Beschrijving veldproef

2.3.1 Opbouw en logboek

De veldproef werd aangelegd in stroken. Dwars op de stroken werden voor de waarnemingen 4 blokken gedefinieerd (A, B, C en D) (Figuur 2-3). Deze blokken zijn dus pseudoherhalingen.



Legende:

	bodembewerking	zaai	rijbemesting
1	strip-till	klassiek	ja
2	Ploegen	vollevels	nee
3	Ploegen	klassiek	nee
4	Ploegen	drempels	nee
5	Ploegen	klassiek	ja
6	NKB	klassiek	nee
7	NKB	drempels	nee
8	NKB	vollevels	nee

Figuur 2-3: Proefplan van de veldproef kuilmaïs te Vollezele 2018. De proef bestaat uit 8 stroken van 6 of 9 m breedte, afhankelijk van de behandeling. Er werden 4 blokken langsheen de helling gedefinieerd voor de verschillende observaties.

In Tabel 2-2Tabel wordt het logboek van de activiteiten in deze veldproef weergegeven. De behandelingen worden verder in de tekst toegelicht.

Tabel 2-2: Overzicht van de activiteiten op de veldproef per datum.

Datum	Behandeling	Activiteit
Augustus 2017	Alle	Oogst wintergraan Inwerken kalk en stalmest met lemken smaragd Zaai groenbedekker (gele mosterd en bladrammenas)
29 maart 2018	Alle	Bodemstaal nemen + bepaling indringingsweerstand
17 april 2018	Alle	Klepelen groenbedekker
4 mei	Strip-till	Bodembewerking met strip-tillmachine (21 cm diepte, tand voorzien van vleugels, 6 km/h) met injectie van 45 m ³ /ha runderdrijfmest*
	NKB	injecteren van 45 m ³ /ha runderdrijfmest* Niet-kerende bodembewerking (30 cm diepte) met diepgronder met 6 micheltanden op 1 balk (3 m breed) Zaaibed klaarleggen met vorenpakker vooraan op tractor en rotoreg met pakkerrol (8 cm diepte)
	Ploegen	injecteren van 45 m ³ /ha runderdrijfmest* Ploegen (28-30 cm diepte) Zaaibed klaarleggen met vorenpakker vooraan op tractor en rotoreg met pakkerrol (8 cm diepte)
5 mei	Alle	Zaaien (ras: Severeen, zaaidichtheid: 100 000 zaden/ha, diepte 5-6 cm) Kunstmest: 200 kg/ha 21-10,5-0(-0)(-9) (42 kg N/ha, 21 kg P ₂ O ₅ /ha, 18 kg SO ₃ /ha) werd als rijbemesting gegeven in object 1 en 5 en vollevels met een pneumatische strooier in de andere objecten vlak voor zaaibedbereiding. <u>Object 1 en 5</u> Klassieke maïszaaimachine (rijafstand 75 cm) met schijfkouters en rijbemesting <u>Object 2 en 8:</u> Horsch pneumatische zaaimachine opgebouwd op een schijveneg op 15 cm rijafstand <u>Object 3, 4, 6 en 7</u> Klassieke maïszaaimachine (rijafstand 75 cm) opgebouwd op een rotoreg met kooirol (8 cm werkdiepte) en diepgronder met 6 micheltanden op 1 balk (3 m breed). De diepgronder werd ingesteld op 10 cm werkdiepte zodat deze slechts minimaal de bodem opwerkt en vooral dienst deed als sporenwisser. In object 4 en 7 werd achteraan ook een drempelmachine ingeschakeld
Door een technisch probleem mislukte de vollevelszaai volledig en diende deze opnieuw uitgevoerd te worden. De opgekomen planten werden doodgespoten met de rugsproeier (glyfosaat 3 l/ha) en de zaai werd enkele weken later opnieuw uitgevoerd met dezelfde zaaimachine.		
19 mei	Objecten 2 en 8	Herzaai van de stroken met vollevelszaai (volledig zelfde instellingen)
26 mei	Alle, behalve objecten 2 en 8	Onkruidbestrijding: 1,0 l/ha Monsoon, 0,8 l/ha Frontier elite, 0,8 l/ha sulcogen
10 juni	Objecten 2 en 8	Onkruidbestrijding: 1,0 l/ha Monsoon, 0,8 l/ha Frontier elite, 0,8 l/ha sulcogen

4 en 6 juni		regenvalsimulaties
7 september	Alle	Opbrengstbepaling

*De drijfmest die gebruikt werd is runderdrijfmest afkomstig van het landbouwbedrijf van een naburige melkveehouder. In alle behandelingen werd een dosis toegediend van 45 m/ha met een debietmeter op het drijfmestvat. De samenstelling van deze drijfmest is terug te vinden in Tabel 2-3.

Tabel 2-3: Gemiddelde samenstelling van de runderdrijfmest op basis van stalen van de 3 drijfmestvaten die werden aangevoerd naar het proefvlak.

Parameter	Eenheid	Runderdrijfmest
Droge stof	%/vers	7,0
Organische koolstof	%/vers	5,3
N-totaal	kg N/ton vers	3,2
NH ₄ ⁺ -N	kg N/ton vers	1,5
Werkzame N*	kg N/ton vers	1,9
Fosfor	kg P ₂ O ₅ /ton vers	0,97
Kalium	kg K ₂ O/ton vers	3,7
Magnesium	kg MgO/ton vers	0,7
Calcium	kg CaO/ton vers	1,38
Natrium	kg Na ₂ O/ton vers	0,48

*De theoretische N-werking wordt geschat op 60% van de totale N.

Kuilmaïs heeft een behoefte aan N van 205 kg werkzame N/ha, te verminderen met de N in het bodemprofiel en de N-mineralisatie uit de groenbedekker⁷. Gezien de groenbedekker reeds aan het begin van de winter vrijwel volledig doodvroor, bleven enkel droge stengels over aan het bodemoppervlak en werd geen bijkomende N-mineralisatie verwacht. Het mineraal N-gehalte van het bodemprofiel bedroeg gemiddeld 74 kg N/ha. Er werd 87 kg werkzame N/ha toegediend via de drijfmest en 42 kg werkzame N/ha onder de vorm van rijbemesting of vollevelds voor zaaibedbereiding (Tabel 2-4). In totaal was dus 203 kg werkzame N/ha beschikbaar voor de maïs (of 214 kg N/ha waar rijbemesting werd toegepast⁸). Dit is voldoende voor normale gewasgroei en ligt beneden de maximaal toegelaten bemestingsnorm.

⁷ volgens van Dijk, W. en van Geel, W. (2010). Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouw en vollegrondsgroentengewassen. WageningenUR, Praktijkonderzoek Plant en omgeving B.V. (Nederland).

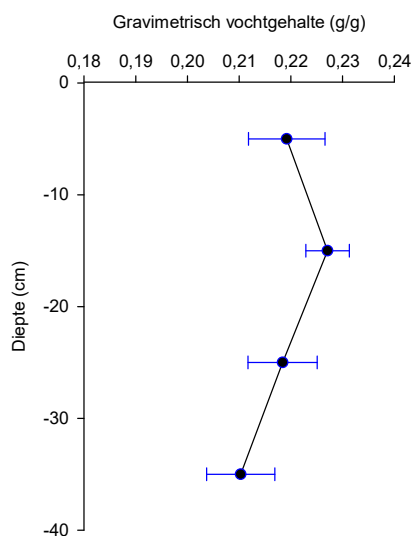
⁸ Door de 1,25 keer hogere efficiëntie van de rijbemesting (zie publicatie in vorige voetnoot)

Tabel 2-4: Overzicht van de bemesting van de veldproef.

Meststof	N-totaal	N werkzaam	P-totaal	K-totaal
	kg N/ha	kg N/ha	kg P ₂ O ₅ /ha	kg K ₂ O/ha
Minerale N-voorraad (0-60 cm) voorjaar ⁽¹⁾	74	74	-	-
Runderdrijfmest	146	87	44	167
Bijbemesting 21-10,5-0(-0)(-9)	42	42	21	0
Totaal bemest	188	129	65	167
Bemestingsnorm niet-zandgrond P-klasse II		150	80	-
Overschrijding norm		-21	-15	

(1) Dit is de gemiddelde hoeveelheid die gemeten werd in het bodemprofiel 0-60cm op 4 april 2018.

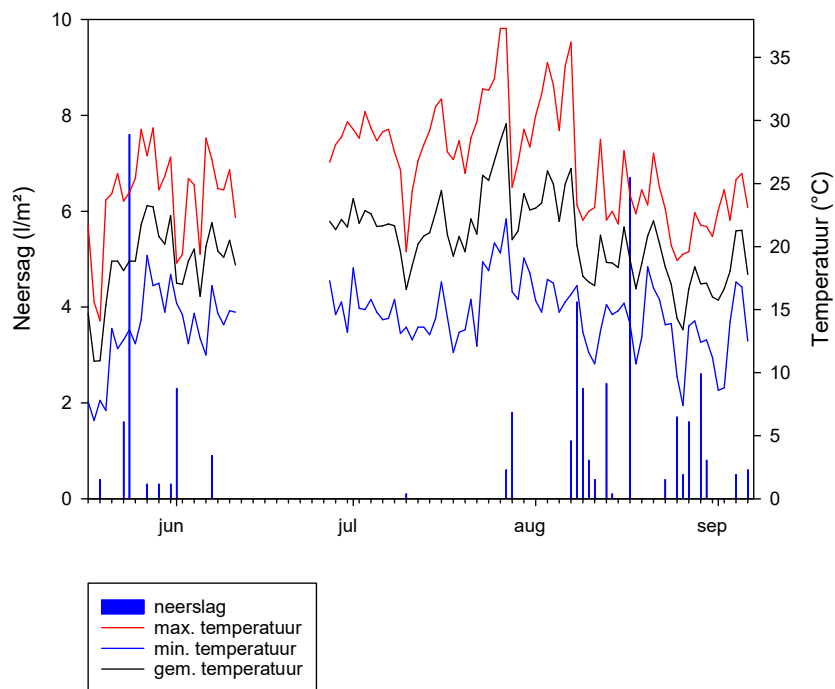
Net voor de aanleg van de proef op 4 mei werd het bodemvochtgehalte nogmaals bepaald. Het profiel tot -40 cm was duidelijk een stuk droger dan in maart (zie eerder). Er was verder weinig variatie in het bodemvochtgehalte volgens de diepte. Bij het ploegen werd duidelijk dat de bouwvoor voldoende opgedroogd was om in goede omstandigheden te werken.



Figuur 2-4: Gemiddeld gravimetrisch vochtgehalte (\pm standaardfout) in de bodem voor alle blokken ($n=4$) samen op 4 mei 2018.

In figuur 2-5 wordt een overzicht gegeven van de weeromstandigheden, gemeten met een weerstation op het proefveld. In Tabel 2-5 wordt een overzicht gegeven van de gemiddelde temperatuur, de totale neerslag, en de afwijking die vastgesteld werd in 2018 per maand in de regio Vollezele. Deze cijfers werden gebaseerd op de maandelijkse verslaggeving van het KMI. In de maand april was het nog relatief nat en daarom werd de proef niet eerder aangelegd dan de eerste dagen van mei. Na de aanleg van de proef vielen er in de regio nog enkele buien, maar de regenval was niet zo intensief als de intense regenbuien in bvb. de naburige streek van de Vlaamse Ardennen. De intense buien waren zeer plaats specifiek en dit perceel ontsnapte er aan. Er viel uiteindelijk slechts de helft van de normale neerslag in de maand mei. In juni en juli, viel er net

als in de rest van Vlaanderen weinig tot geen regen in de regio Vollezele. De maïs groeide bijzonder snel in de maand juni, maar de periode van bloei en kolfzetting viel in de periode van extreme droogte en hittestress. Desondanks wist de maïs op dit perceel daar relatief beperkt nadeel van te ondervinden. Ondanks dat percelen in de buurt, die in dezelfde periode werden gezaaid, duidelijk nadeel ondervonden (gewas minder hoog, kleinere kolven of soms geen kolf). De combinatie van een zwaarder bodemtype en indicatie van goede bodemkwaliteit (geen of beperkte ploegzool, duidelijk activiteit van diepgravende regenwormen die poriën tot diep in de bodem graven, pH vrijwel in de streefzone en relatief hoog koolstofgehalte) kan hier aan de basis van liggen. Door een diepe bodem met een goede structuur, is er niet alleen een betere waterhuishouding en meer beschikbaar water in de bouwvoor, de plant kan ook dieper gaan wortelen, op zoek naar water.



Figuur 2-5: Overzicht van de dagelijkse neerslag, dagelijkse maximum en minimum temperatuur en gemiddelde dagelijkse temperatuur in de periode 17 mei – 6 september 2018, gemeten met een weerstation op het proefveld. Tussen 11 en 27 juni gingen de gegevens verloren door een storing van de apparatuur.

Tabel 2-5: Overzicht van de gemiddelde maandelijkse temperatuur en neerslag in de maanden van aanleg tot oogst van de veldproef in 2018 in de regio van het proefveld en de maandelijkse afwijking ten opzichte van gemiddeldes voor de periode 1981-2010 (bron: KMI).

Maand	Gemiddelde temperatuur		Neerslag	
	Jaar 2018 (°C)	Afwijking (°C) t.o.v. 1981-2010	Jaar 2018 (mm)	Verhouding (%) t.o.v. normaalwaarde 1981-2010
Mei	15,5-16,0	2,0	20-40	40-60
Juni	17,5-18,0	1,5	0-20	0-20
Juli	21,5-22,0	3,0	10-15	10-20
Augustus	19,0-19,5	1,0	50-60	60-80
September	15,0-15,5	0,0	40-50	60-80

Door de hoge temperaturen, ging de maïsgroei erg snel. De maïs bloeide ook sneller en rijpte ook sneller af dan normaal. De maïs werd reeds op 7 september geoogst. En dit was zelfs al voorbij het optimale oogstvenster. In verschillende objecten was reeds een drogestof-gehalte bereikt van 40% en meer (zie verder).

De objecten die op 19 mei dienden heringezaaid te worden, waren duidelijk nog minder afgerijpt, maar voldoende om geoogst te worden.

2.4 Beschrijving van de behandelingen

2.4.1 Voorafgaande werkzaamheden

Na het oogsten van het wintergraan werd de bodem bemest met een beperkte hoeveelheid runderstalmest en diep bewerkt (exacte diepte niet gekend) met een vaste tandcultivator (Lemken smaragd) en een groenbedekker mengsel gezaaid van gele mosterd en bladrammenas.



Figuur 2-6: Zicht op het bodemoppervlak op 30 maart 2018 (links), detail van enkele bladrammenasplanten (rechts).

De groenbedekker ontwikkelde zich goed in het najaar. Bij invallen van de vorst tijdens de winter, werd de gele mosterd volledig doodgevroren, enkele bladrammenasplanten verspreid over het perceel overleefden de vorst (zie figuur 2-6). In het vroege voorjaar was heel duidelijk zichtbaar hoeveel activiteit er van bodemleven was. Er zaten erg veel kleine poriën in de bodemoppervlak zodat water makkelijk kon infiltreren. De stroresten van het voorgaande jaar waren op veel plekken ook sterk samen getrokken tot hoopjes. Onder deze hoopjes waren wormengangen aanwezig. Dit wijst op de aanwezigheid van diepgravende regenwormen (pendelaars). Opmerkelijk voor een perceel dat 1 jaar op 2 wordt geploegd, maar waarschijnlijk te wijten aan een combinatie van het maximaliseren van groenbedekkers, het niet telen van wortel en knolgewassen en het met regelmaat aanbrengen van stalmest. De groenbedekker werd geklepeld op 17 april zodat de resten van groenbedekker en het bodemoppervlak konden opdrogen.

2.4.2 Strip-till

Op 4 mei 2018 werd de strip-tillbodembewerking uitgevoerd tot 21 cm diepte, gecombineerd met drijfmestinjectie en met de strip-tillmachine (Carré INRO) achteraan het drijfmestvat. De strip-tillmachine liep vlot door de bodem en de gewasresten van de groenbedekker werden mooi uit de strook gewerkt. Hoewel de proef kon aangelegd worden, is strip-till in de praktijk op dit perceel quasi onmogelijk in een combinatie tractor + drijfmestvat. De tractor van 190 pk kon het vat van 16m (met tractie en zonder bodembewerking!) quasi niet naar boven krijgen. In het naar beneden rijden volgde het vat niet 100% het spoor van de tractor (zijdelings wegschuiven) en dit onder goede omstandigheden van een opgedroogd bodemoppervlak dat vooraf niet werd bewerkt. Mogelijk had dit beter gelukt met een zelfrijdend drijfmestvat, maar zelfs dan lijkt het ons moeilijk haalbaar.

Hoewel de bodem voldoende droog was voor een goede bodembewerking, werden toch veel relatief grote kluiten achtergelaten in de bewerkte strook. Deze vormden geen probleem voor de zaai de dag nadien, maar het uitdrogen zorgde toch voor een te kluitig zaaibed (Figuur 2-7). In andere veldproeven binnen dit project werd regelmatig vastgesteld dat de maïs bij strip-till in stroken met een kluitig zaaibed meestal in 2 golven opkwam. Waarbij de 2^e golf pas was na regen die vermoedelijk zaad en bodem beter contact deed maken. Hier was dit niet het geval. De maïs kwam mooi gelijkmatig op over de volledige behandeling.



Figuur 2-7: Zicht op de strip-tillstroken, vlak na het bewerken van de bodem met de strip-tillmachine (boven en midden) en een dag later na zaaien (onder).

Op de foto's in figuur 2-7 zijn groene plekken op te merken, dit was in hoofdzaak tarweopslag en vogelmuur. De tarweopslag verzwakte snel. In de behandelingen met strip-till bleef de vogelmuur wel sterk ontwikkelen.

Ondanks 100% bestrijding met de onkruidbestrijding van 26 mei, ging het afsterven de vogelmuur slechts langzaam. In figuur 2-8 wordt een beeld gegeven van 4 juni tijdens een erosiesimulatie en hier is de vogelmuur nog duidelijk aanwezig. Enkele weken later bleef van dit onkruid evenwel niets meer over.



Figuur 2-8: Zicht op de strip-tillbehandeling op 4 juni 2018, bij een erosiesimulatie.

2.4.3 Ploegen

Op de stroken die geploegd werden, werd de drijfmest eerst geïnjecteerd tot 9 cm diepte en daarna werd onmiddellijk geploegd tot 28-30 cm diepte. De ondergrond was voldoende opgedroogd en de grond verkruimelde mooi. Een halve dag later werd klaar gelegd met een tractor met brede lagedrukbanden met vooraan een vorenpakker en achteraan een rotoreg.



Figuur 2-9: Zicht op de pas geploegde bodem.

2.4.4 Niet-kerende bodembewerking

Voor de behandelingen met niet-kerende bodembewerking werd na injectie van de drijfmest zoals bij de geploegde behandelingen, de bodem diep niet-kerend bewerkt; hiervoor werd een diepgronder met 6 micheltanden op 1 balk (3 m) ingezet tot 30 cm werkdiepte. Dit verliep vlot en goed. Na het uitvoeren van de bewerking werd een halve dag later het zaaibed bereid op dezelfde manier als in de geploegde behandelingen. Vlak voor de zaaibedbereiding was de bodem toch visueel vochtiger bij ploegen. De volgende dag, vlak voor de zaai was te zien dat de geploegde stroken iets ruwer waren. Er was evenwel geen visueel verschil in vochtgehalte meer op te merken. In de stroken met NKB waren duidelijk nog veel resten van gele mosterd aanwezig op het bodemoppervlak.

2.4.5 Verschillende zaatechnieken

Na de bodembewerkingen en (eerste) zaaibedbereiding in de geploegde en niet-kerend bewerkte stroken werden 4 zaatechnieken in beide types bodembewerking vergeleken, namelijk 1) klassieke zaai met een 4-rijige maïszaamachine, 2) combinatie rotoeg (= 2^e zaaibedbereiding) en klassieke zaai, 3) combinatie + klassieke zaai + drempelmachine en 4) volleldszaai met een pneumatische zaaimachine opgebouwd op een schijveneg.

Klassieke zaai (object 1 en 5):

In deze behandeling werd een 4-rijige klassieke zaaimachine met zaaikouters ingezet na ploegen. Kunstmest werd in de rij toegepast. Dit was dezelfde machine als bij de strip-tillbehandeling. Doordat slechts 1 passage met de rotoeg werd uitgevoerd bleef het bodemoppervlak relatief ruw, maar fijn genoeg voor een goed zaaibed. Er staan geen sporenwissers op deze machine, zodat de bandensporen duidelijk in het zaaibed aangedrukt aanwezig bleven gedurende het hele seizoen (zie figuur 2-10).



Figuur 2-10: Zicht op object 5 (ploegen + klassieke zaai) vlak na zaaien.

Combinatie rotoeg + klassieke zaaimachine (object 3 en 6)

In deze behandelingen werd gebruik gemaakt van een combinatie van rotoeg met klassieke maïszaamachine met gewone kouters. Omdat deze machine geen rijbemesting kan afleggen werd vooraf

de kunstmest reeds vollevelsds gegeven. Door de extra passage van de rotopeg, werd het zaaibed wel fijner gemaakt, maar werden de bandensporen van de tractor ook mooi weggewerkt zodat deze geen preferentiële weg voor afstromend water en erosie meer vormen. Dit werd zowel toegepast in object 3 na ploegen (zie figuur 2-11) als object 6 na NKB. Het eindresultaat was vergelijkbaar in beide objecten. In object 6 waren wel duidelijk gewasresten aanwezig op het bodemoppervlak.



Figuur 2-11: Zicht op object 3 (ploegen + combinatie rotopeg klassieke zaaï) vlak na zaaïen.

Combinatie rotopeg + klassieke zaaimachine + drempelmachine (object 4 en 7)

Voor deze behandelingen werd dezelfde combinatie gebruikt als bij object 3 en 6, maar werd achteraan ook een drempelmachine ingezet die drempels trekt tussen de rijen maïs. De drempeltjes worden zo getrokken dat het water van de rij maïs wordt afgeleid naar de tussenrij en daar wordt gebufferd door de drempel. De drempels bleven visueel aanwezig tot oogst. Er was geen verschil in werking tussen NKB of geploegde stroken. Bij NKB bleven wel duidelijk gewasresten op het bodemoppervlak liggen.



Figuur 2-12: Zicht op de combinatie rotoreg + klassieke maïszaaimachine + drempelmachine (links) en zicht op het bodemoppervlak na zaai (rechts). Visueel zijn de drempels goed te zien, maar moeilijk op foto vast te leggen. Let vooral op het reliëf bovenaan rechts op de foto.

Vollevelds zaaien (object 2 en 8)

Bij de volleveldszaai werd gebruik gemaakt van een pneumatische zaaimachine opgebouwd op een schijveneg (Figuur 2-13), om zo maïs te kunnen zaaien op rijafstand 15 cm. De machine is aangepast om naar de juiste diepte te zaaien en de zaailijnen aan te drukken. De extra schijveneg bodembewerking zorgde voor het verder verfijnen van het zaaibed. Er was geen verschil in werking tussen NKB of geploegde stroken. Bij NKB bleven wel duidelijk gewasresten op het bodemoppervlak liggen. Door een technisch probleem met de zaaimachine, werden de zaden slecht verdeeld en diende er opnieuw gezaaid te worden op 19 mei. Deze zaai lukte wel goed, maar opbrengsten konden niet meer objectief vergeleken worden omdat er teveel tijd zat tussen de eerst gezaaide en laatst gezaaide objecten. Ook bij de regenvalsimulaties konden deze behandelingen niet worden opgenomen, aangezien de grootte van de maïs meer de impact van de regenval zou bepaald hebben dan de behandeling zelf.



Figuur 2-13: Zicht op de Horsch zaaimachine (boven links), detail van een zaaikouter (boven rechts) en zicht op het bodemoppervlak, vlak na zaaien (onder).



Figuur 2-14: Zicht op het perceel op 4 juni 2018, links een object gezaaid op 5 mei, rechts een object herzaaid op 19 mei.

Bij de verschillende zaaitechnieken werden ook andere tractoren gebruikt, die elk voorzien waren van andere banden, een andere wiellast hadden en vermoedelijk ook andere druk in de banden. De breedte van de achterbanden was 350mm bij object 1 en 5, en 650mm bij alle andere objecten. Bij deze laatste objecten werd het bandenspoor wel steeds weggewerkt door de schijveneg (volleveldszaai in object 2 en 8) of de rotoeg (objecten 3, 4, 6 en 7).

2.5 Erosie: regenvalsimulaties 4 en 6 juni 2018

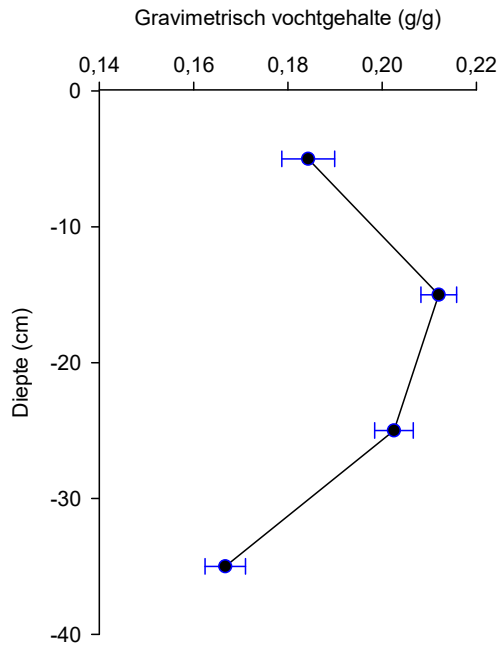
Om het effect van de behandelingen op run-off en erosie objectief te testen, werden op 4 en 6 juni 2018 erosiesimulaties uitgevoerd met de regenvalsimulator van UGent (Vermang, 2012⁹; Figuur 2-15). Er werden in de objecten 1 (strip-till), 3 (ploegen), 4 (ploegen + drempeltjes), 5 (ploegen + wielsporen niet weg) en 6 (NKB) telkens 2 regenvalsimulaties uitgevoerd, één op de eerste meetdag en één op de tweede meetdag. Bij elke regenvalsimulatie werd een erosieveldje afgebakend van 2 m breed op 5 m lang. De veldjes werden steeds zo gepositioneerd dat ze 3 rijen maïs bevatten, waarvan de middenste rij ook perfect in het midden van het erosieveldje stond. Onderaan de erosieveldjes werd het run-offwater en sediment opgevangen in 2 goten van elk 1 m breed. De grens tussen de goten werd gevormd door de middenste rij maïs. In elk erosieveldje zit een tussenspoor met en een tussenspoor zonder een bandenspoor van de tractor die het object zaaide. Op 4 juni was het bodemoppervlak goed opgedroogd na enkele buien in mei. In het object met strip-till was de bodem erg hard en was het bodemoppervlak sterk bedekt met gewasresten van de groenbedekker. Alle andere objecten vertoonden korstvorming, zonder verschillen tussen NKB en geploegde stroken. In object 5 was onderaan het perceel duidelijk te zien dat water had gestroomd in de bandensporen. Er werden geen erosiesimulaties uitgevoerd in de behandelingen met volleveldszaai. Relatieve verschillen met de andere behandelingen zouden te afhankelijk geweest zijn van de grootte van de maïsplantjes. Gezien de latere zaai, was er op 4 juni immers nog steeds een sterke groeiachterstand (zie eerder). Alle regenvalsimulaties werden uitgevoerd in Blokken B en C op stukken met een helling van 14 tot 20%. Er was eveneens een helling loodrecht hierop van 0,5 tot 5,5%. Dit werd per veldje opgemeten. Soms had dit invloed op de meting dat ook water en sediment van de rechterkant van een erosieveldje naar de linkerkant stroomde. Alles werd opgevangen onderaan en dus kan de totale run-off en erosie van het volledige veldje juist ingeschat worden. Het onderscheid tussen een tussenspoor met band en een tussenspoor zonder band in hetzelfde object was bij sommige metingen niet te maken omdat het water ook van rechts naar links stroomde, en dat het bandenspoor soms rechts en soms links lag in het erosieveldje, naargelang de mogelijkheid om de simulator te plaatsen. Tijdens de erosiesimulaties werd gedurende 15 tot 27 minuten berekend aan een gemiddelde intensiteit van 103 l/m².h. Deze berekening gebeurde met regenwater (leidingwater of putwater bevat dikwijls teveel kalk die het bodemoppervlak stabiliseert). Tijdens het beregenen werd de run-off per tijdseenheid opgetekend. Door telkens ook een staal te nemen voor sedimentconcentratie, kon ook de cumulatieve hoeveelheid erosie worden bepaald. Zowel run-off als cumulatieve erosie werden uitgezet tegen hoeveelheid neerslag (zie verder), omdat op deze wijze rekening wordt gehouden met de lichte schommelingen in neerslagintensiteit tussen de simulaties onderling.

⁹ Vermang, J. (2012). Erosion processes and physical quality of loamy soils as affected by reduced tillage. Ghent University. Faculty of Bioscience Engineering, Ghent, Belgium.



Figuur 2-15: Zicht op de erosiesimulator van de UGent.

Voor aanvang van iedere simulatie werd een bodemvochtstaal genomen ter bepaling van het vochtgehalte in het profiel 0-40 cm (3 steken met een gutsboor per erosieveldje). Daar er weinig tot geen verschillen waren in het vochtgehalte van het profiel tussen de behandelingen, werden alle metingen van alle behandelingen samen genomen. Ter bepaling van het vochtgehalte, organisch C-gehalte en bulkdensiteit van het bodemoppervlak (0-5 cm), werd een staalname uitgevoerd met Kopecky-ringen (in 3-voud per erosieveldje). In Figuur 2-16 en Tabel 2-6 worden de resultaten van de metingen weergegeven. Een gemiddelde per behandeling werd berekend door de metingen van in de verschillende erosieveldjes samen te voegen. In Figuur 2-16 is te zien dat de bovenste laag van het profiel reeds droger is dan de diepere lagen van de bouwvoor tot 25 cm diep. Beneden de bouwvoor is de bodem opnieuw droger. Dit geeft aan dat er in de bouwvoor nog wel vocht wordt vastgehouden van de laatste regenbuien, maar dat de maïswortels in de diepte weinig extra vocht zullen vinden. Dit kan aan de vorm en ligging van het perceel liggen. De erosiemetingen werden uitgevoerd op een plek die wordt aangegeven als de plek in het perceel waar het gewas volgens de landbouwer het snelst afrijpt, mogelijk door een lagere beschikbaarheid aan water. Mogelijk verplaatst veel van het bodemvocht in diepte zich naar de onderkant van het perceel.



Figuur 2-16: Gemiddeld gravimetrisch vochtgehalte (n=10) in het bodemprofiel 0-40 cm van alle behandelingen samen waar een regenvalsimulatie werd uitgevoerd op 4 of 6 juni 2018.

Het gravimetrisch en volumetrisch vochtgehalte van de bovenste 5 cm van het profiel was significant hoger in de strip-tillbehandeling dan in de andere behandelingen. Tussen de andere behandelingen werden onderling geen verschillen vastgesteld. Aangezien de bodem erg hard was in de strip-tillbehandeling, kan dit er op wijzen dat de bodem is samengedrukt en dat dit vocht is dat in poriën zit die moeilijker bereikbaar zijn voor verdamping en maïswortels. Daartegenover staat dat de bulkdensiteit niet verschillend was tussen de behandelingen. Dus ofwel was de bodem toch niet meer samengedrukt, ofwel bevatte deze meer volume aan gangen van bodemleven dat compenseerde voor de samengedrukte bodem. Het hogere vochtgehalte in de strip-tillbehandeling kan ook verklaard worden door de minimale bodembewerking. Omdat de bodem buiten de bewerkte stroken niet wordt losgewerkt en dat de poriën ook minder werden verstoord, zal minder water zijn verdampt door de bodembewerking. In de strip-tillbehandeling is ook het C-gehalte significant hoger dan in de andere behandelingen.

Tabel 2-6: Overzicht van het gemiddelde gravimetrisch en volumetrisch vochtgehalte, het organisch C-gehalte en de bulkdensiteit (\pm standaardfout) van de toplaag (0-5 cm) van het bodemprofiel, vlak voor aanvang van de regenvalsimulaties (n=6). Significante verschillen (niet-parametrische Duncan-test, $p < 0,05$) tussen de behandelingen zijn aangeduid met een verschillende letter. Er werden geen significante verschillen in bulkdensiteit gevonden.

Object	Gravimetrisch vochtgehalte (g/g)	Volumetrisch vochtgehalte (g/cm ³)	C-gehalte (%)	Bulkdensiteit (kg/dm ³)
1-Strip-till	0,18 \pm 0,02 ^a	0,19 \pm 0,03 ^a	1,82 \pm 0,13 ^b	1,06 \pm 0,06
3-ploegen	0,12 \pm 0,01 ^b	0,12 \pm 0,01 ^b	1,24 \pm 0,02 ^a	1,01 \pm 0,02
4-drempeltjes	0,13 \pm 0,01 ^b	0,14 \pm 0,01 ^b	1,35 \pm 0,05 ^a	1,07 \pm 0,05
5-ploegen (bandenspoor niet weggewerkt)	0,13 \pm 0,01 ^b	0,14 \pm 0,01 ^b	1,48 \pm 0,03 ^a	1,09 \pm 0,02
6-NKB	0,13 \pm 0,01 ^b	0,14 \pm 0,01 ^b	1,49 \pm 0,07 ^a	1,04 \pm 0,05

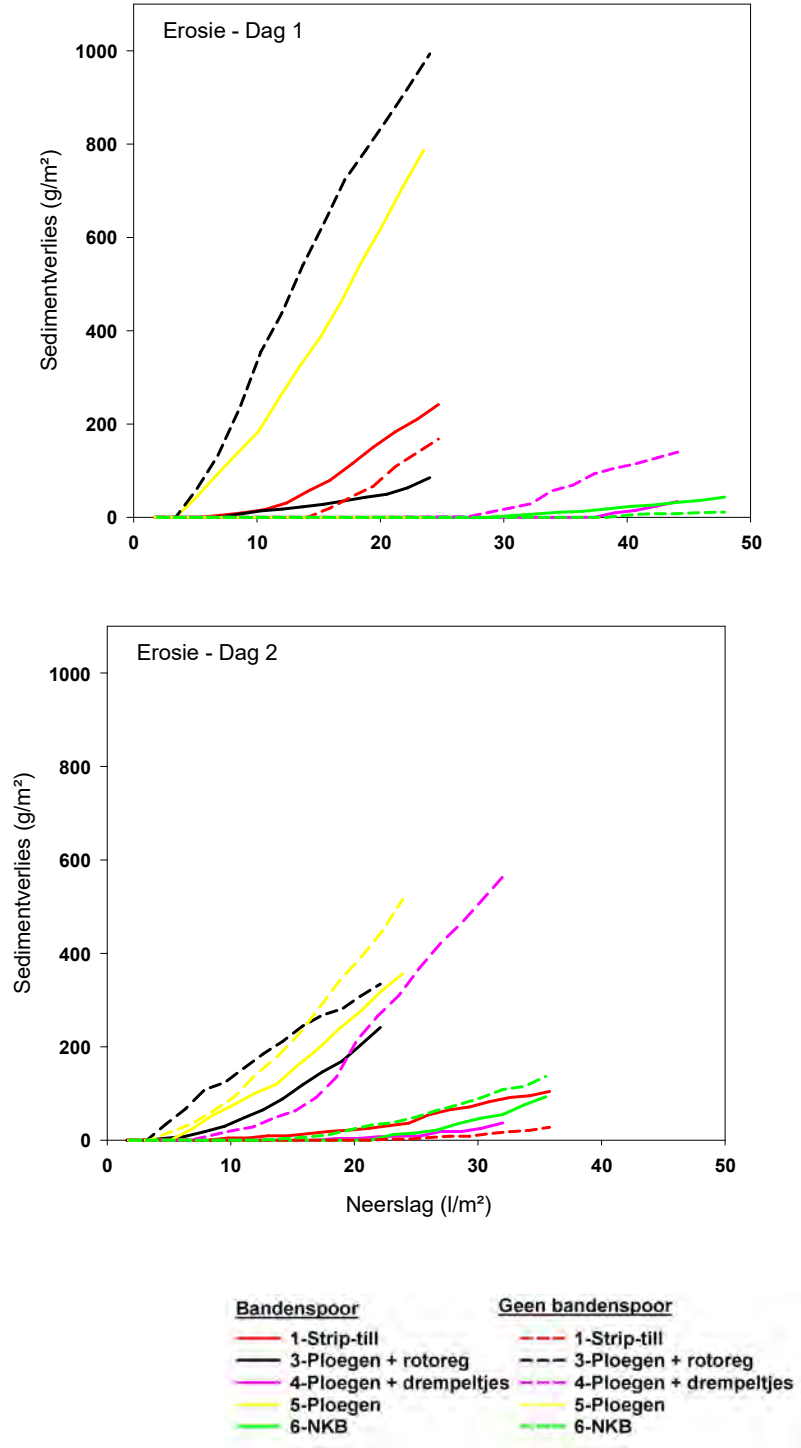
Voor aanvang van de regenvalsimulaties werd de bodembedekking bepaald. Hiervoor werd een foto van 1 m op 1 m genomen van het bodemoppervlak, met behulp van een kader. Op dit kader werden zowel in horizontale als verticale richting om de 5 cm lijnen getrokken. Er werd geteld hoeveel snijpunten tussen een horizontale en verticale lijn samen vallen met een stukje gewasrest, onkruid of gewas. Door dit procentueel uit te drukken kan een bedekkingsgraad van het bodemoppervlak worden berekend. De bodembedekking werd in 4 herhalingen bepaald op het erosieveldje (2x in het bandenspoor en 2x buiten het bandenspoor). Alle erosieveldjes hadden een bedekkingsgraad van 22-24% door het gewas, ongeacht de behandeling. In het object 1-strip-till was er 1-5% bodembedekking door onkruiden (voornamelijk vogelmuur), in de andere objecten werden geen onkruiden waargenomen. In het object 1-strip-till was de bedekkingsgraad met gewasresten 9-17%, in alle andere –zowel geploegde als NKB- was de bedekkingsgraad met gewasresten <1%.

In Figuur 2-17 en Figuur 2-18 worden sedimentverlies en run-off van de regenvalsimulaties weergegeven. De figuren werden zo opgemaakt dat er een afzonderlijke deelfiguur was per meetdag en dat de curve van run-off en sedimentverlies in een deelveldje met en zonder bandenspoor afzonderlijk werd gegeven. Dit om op enkele belangrijke verschillen te wijzen tussen de meetdagen en tussen de posities met en zonder bandenspoor in dezelfde behandelingen.

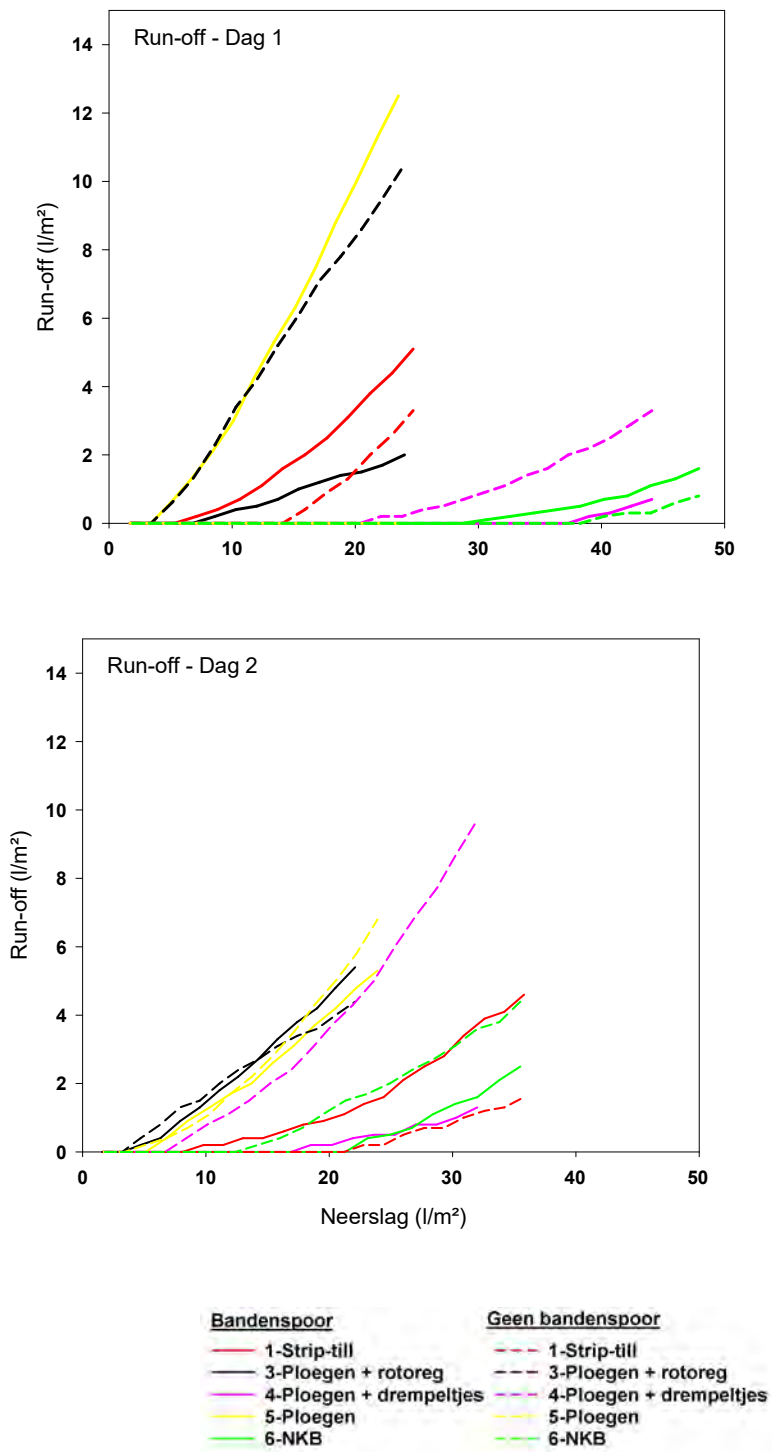
Opmerking:

Het valt sterk op dat op dag 1, de run-off en sedimentverliezen in en buiten bandenspoor voor de behandelingen 1-strip-till, 4-drempeltjes en 6-NKB kort bij elkaar liggen, maar dat er een erg groot verschil is tussen de erosie en run-off van het bandenspoor en buiten het bandenspoor in behandelingen 3-ploegen en 5-ploegen (bandenspoor niet weggewerkt). Bovendien lijken de resultaten van deze laatste 2 behandelingen tegenstrijdig. De resultaten hebben echter met de positie van de erosieveldjes te maken. Het perceel heeft zoals eerder aangegeven op verschillende posities een helling in 2 richtingen. Dit maakt dat de erosieveldjes in behandelingen 3-ploegen en 6-ploegen (bandenspoor niet weggewerkt) niet homogeen afhielden, maar naar een hoek (tot 6% loodrecht op de positie van de goten). Tijdens de metingen werd hier duidelijk vastgesteld dat al het run-offwater slechts in 1 goot terecht kwam. Dit maakt dat er geen onderscheid tussen bandenspoor en geen bandenspoor kan gemaakt worden en dat verder onderscheid maken weinig zinvol is.

Op dag 2 werd vastgesteld dat de per behandeling de run-off en erosie in en buiten bandenspoor kort op elkaar lagen, met uitzondering van behandeling 4-drempeltjes. Opnieuw werden hellingen in 2 richtingen vastgesteld en was er dus finaal een afhelling naar een hoek van het erosieveldje. Opnieuw is het onderscheid tussen de positie in en positie buiten een bandenspoor daardoor weinig zinvol.

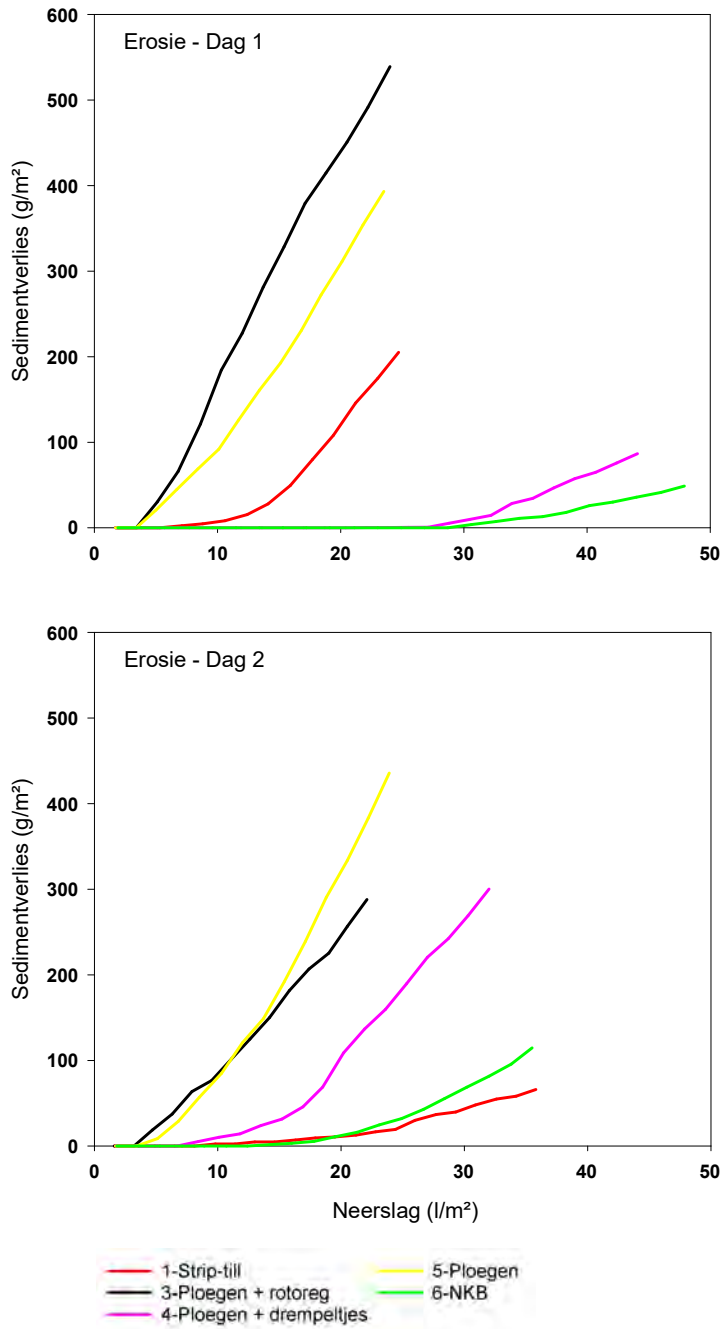


Figuur 2-17: Verloop van de sedimentverliezen in functie van de neerslag gesimuleerd op 4 juni 2018 (boven) en 6 juni 2018 (onder). Er werd onderscheid gemaakt tussen erosie in een deelveldje met bandenspoor en deelveldje waar geen bandenspoor aanwezig is.

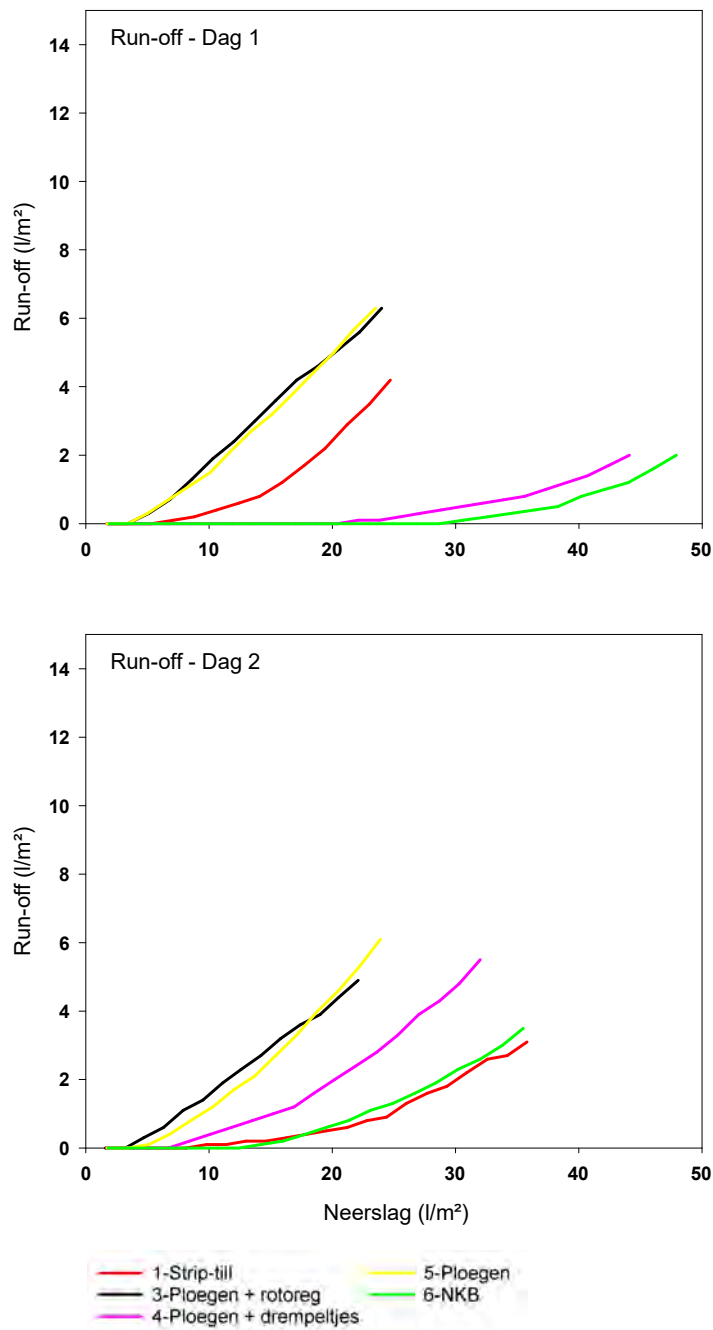


Figuur 2-18: Verloop van de run-off in functie van de neerslag gesimuleerd op 4 juni 2018 (boven) en 6 juni 2018 (onder). Er werd onderscheid gemaakt tussen erosie in een deelveldje met bandenspoor en deelveldje waar geen bandenspoor aanwezig is.

De resultaten van de positie met een bandenspoor en de positie buiten een bandenspoor werden daarom opgeteld en weergegeven in 1 curve die weergeeft wat het behandelingseffect is op de run-off en sedimentverliezen. Deze curves worden in figuur 2-19 en figuur 2-20 weergegeven.



Figuur 2-19: Verloop van de sedimentverliezen in functie van de neerslag gesimuleerd op 4 juni 2018 (boven) en 6 juni 2018 (onder).



Figuur 2-20: Verloop van de run-off in functie van de neerslag gesimuleerd op 4 juni 2018 (boven) en 6 juni 2018 (onder).

Uit de figuur 2-19 en figuur 2-20 blijkt dat run-off en sedimentverliezen een gelijkaardig verloop kennen voor de verschillende behandelingen. Ze kunnen dan ook samen besproken worden. Zowel op meetdag 1 als meetdag 2 leidde **ploegen** (zowel 3-ploegen als 5-ploegen (bandenspoor niet weggewerkt) tot de sterkste sedimentverliezen. Het weggewerken van het bandenspoor door te zaaien met een rotoreg + zaaimachine

leidde niet tot een vermindering aan run-off of sedimentverliezen. Mogelijk leidt de extra zaaibedbereiding van de rotoreg tot een verder fijngemaakt zaaibed met minder kluiten dat dan wel geen bandenspoor meer bevat, maar wel op zich gevoeliger is voor erosie.

Zowel strip-till als de drempeltjes leiden tot een vermindering in run-off als erosie, maar niet altijd even efficiënt. Uit eerdere proeven weten we dat het effect van **strip-till** afhankelijk kan zijn aan de positie in het veld. Er zitten redelijke verschillen in onkruiddruk, bedekking met gewasresten en hardheid van het bodemoppervlak. Op posities die harder zijn en minder bedekt zijn met gewasresten dringt het regenwater maar langzaam in de bodem en begint het snel te stromen omdat het maar weinig wordt afgeremd door gewasresten. Op andere posities wordt het afstromende water voldoende geremd en krijgt het tijd om in de bodem te dringen (zie detailfoto van meetdag 2, bovenaan figuur 2-21). De regenvalsimulatie op meetdag 1 gebeurde op een positie met 32% bodembedekking, de simulatie op meetdag 2 op een positie met 43% bodembedekking. Deze hogere bodembedekking was volledig toe te wijzen aan meer gewasresten (+8%) en meer onkruiddruk (+3%) en had dus een erosiereducerend effect.

Ook bij de **drempeltjes** is er een verschil in efficiëntie tussen beide meetdagen. Op dag 1 scoren de drempeltjes evenwaardig aan NKB, maar niet op dag 2. Dit is toe te wijzen aan de helling naar 1 hoek van het erosieveldje. Op dag 1 was de meting op een positie met een bijna homogene helling. Het water dat onderaan de maïsplantjes wordt verzameld, wordt hierbij afgeleid naar de drempeltjes die het afstromende water bufferen en waar het ook langzaam in de bodem trekt. Op dag 2 was er meer helling naar 1 hoek (5,5%) waardoor het effect van de drempeltjes gedeeltelijk teniet ging. De drempeltjes konden het water maar moeilijk bufferen en begonnen vrij snel leeg te lopen naar de laagst gelegen hoek toe. De efficiëntie van de drempeltjes is dus afhankelijk van de positie van de drempeltjes ten opzichte van de helling, al hebben de drempeltjes zelfs bij afhellen naar 1 hoek nog steeds een erosiereducerend effect.

Niet-kerende bodembewerking (6-NKB) had op beide meetdagen consequent een sterk effect op run-off en sedimentverliezen. Opnieuw blijkt dat met een eenmalig niet-kerend werken in maïs een sterke erosiereductie kan bereikt worden.



Object 1 – Strip-till (detail)



Object 3 – Ploegen



Object 5 – Ploegen (bandenspoor rechts niet weggewerkt)



Object 6 – NKB (detail)

Figuur 2-21: Overzicht van de verschillende behandelingen tijdens de regenvalsimulaties (4 juni 2018). De behandeling staat vermeld onder de foto.

2.6 Opbrengstbepaling

Op 4 september 2018 werd de opbrengst bepaald van de veldproef. In alle behandelingen werd per blok een vlak van 6 m (2 rijen x 4 m) handmatig gekapt. In de 2 behandelingen met vollelvdszaai werd 1 vlak gekapt van 12 m per behandeling en per blok. Dit vlak werd zo gekozen dat 1 zaaimachinebreedte (3 m) over 4 m lengte werd gekapt. Bij het kappen werden ook het aantal planten geteld, zodat er een gewasdichtheid kon worden berekend die ook onrechtstreeks een inschatting geeft van de opkomst van de maïs. Per vlak werd de totale biomassa gewogen en een substaal van 4 planten werd gehakseld voor bepaling van het droge stofgehalte. Het DS-gehalte werd bepaald door het substaal gehakselde maïs 72 uur te drogen in een droogstoof bij 70°C.

De plantdichtheid en drogestof-opbrengst werden statistisch verwerkt met een two way ANOVA met hoofdfactoren blok en behandeling. Hierbij werd voldaan aan de voorwaarden van normaliteit en gelijkheid van varianties. Noch de blokfactor, noch de interactieterm tussen blok en behandeling waren significant. De resultaten worden in Tabel 2-7 weergegeven.

Tabel 2-7: Overzicht van de gemiddelde plantdichtheid en gewasopbrengst (\pm standaardfout; n=4) per behandeling op 4 september 2018. De behandelingen die een significant verschillende plantdichtheid hebben (Tukey HSD, $p < 0.05$) zijn aangeduid met een verschillende letter. Er waren geen significante verschillen in gewasopbrengst.

Obj.	Bodem- bewerking	Zaaiwijze	rijbemesting	Plantdichtheid		Drogestof- -gehalte		Drogestof- opbrengst		Rel. opbrengst t.o.v. referentie
				#/ha	a	%	kg DS/ha	%		
5	Ploegen	klassiek	ja	92 917 ($\pm 1 250$)	a	46,5 ($\pm 1,2$)	18 560 ($\pm 1 595$)		100	
3	Ploegen	klassiek	nee	94 167 ($\pm 2 500$)	a	45,0 ($\pm 2,2$)	20 791 (± 607)		112	
6	NKB	klassiek	nee	98 750 ($\pm 2 394$)	a	44,0 ($\pm 1,4$)	17 706 ($\pm 1 606$)		95	
4	Ploegen	Klassiek + drempels	nee	91 250 ($\pm 2 580$)	a	42,2 ($\pm 1,2$)	19 773 (± 802)		107	
7	NKB	Klassiek + drempels	nee	90 417 ($\pm 2 192$)	a	41,7 ($\pm 1,1$)	18 282 (± 857)		98	
2	Ploegen	Vollevelds	nee	120 057 ($\pm 4 131$)	b	36,0 ($\pm 0,8$)	19 427 (± 834)		105	
8	NKB	Vollevelds	nee	148 780 ($\pm 5 386$)	c	36,9 ($\pm 1,6$)	18 863 ($\pm 1 676$)		102	
1	Strip-till	Klassiek	ja	91 667 ($\pm 3 263$)	a	44,1 ($\pm 1,1$)	18 195 ($\pm 1 345$)		98	

*Deze behandelingen werden op 19 mei opnieuw gezaaid. De andere behandelingen werden reeds op 5 mei gezaaid.

De plantdichtheid in de 2 vollelvdszaai-behandelingen was significant hoger dan in alle andere behandelingen. Ondanks de 3-voudige afdraai-proeven om op een zaaidichtheid van 100 000 zaden/ha uit te komen, is de zaaidichtheid veel te hoog. Het is eveneens opvallend dat bij object 8, de zaaidichtheid nog eens significant hoger ligt (>20 000 planten/ha.) Het was ook heel goed te merken aan de maïsplanten in deze objecten, dat ze even hoog waren, maar de stengels een stuk dunner en dat de kolven eveneens kleiner

waren. Dit maakt dat er in het GOMEROS-project reeds in 3 van de 4 veldproeven werd vastgesteld dat de zaaidichtheid te hoog is met deze machine. Er zal zeker een oplossing moeten gezocht worden vooraleer deze kan ingezet worden in de praktijk. Specifiek voor deze proef moeten we wel de kanttekening maken dat de eerste zaai die mislukte in deze objecten werd vernietigd met de schijveneg en vervolgens opnieuw ingezaaid. Hoewel de hergroei van de eerste zaai klein was, kan deze toch bijgedragen hebben aan de hoge plantdichtheid. Tussen de andere objecten werden geen significante verschillen vastgesteld in plantdichtheid.

Het drogestof-percentages geeft aan dat de proef veel te laat werd geoogst. Alle objecten gezaaid op 5 mei waren 5 tot 10% te hoog in drogestofgehalte. De oogst werd uitgesteld om de late zaai (19 mei) van de proefboorden en de objecten 2 en 8 (volleveldszaai) de kans te geven om voldoende af te rijpen. Maar zelfs hier was de bovengrens van het ideaal oogstvenster overschreden. Door de late oogst waren er al enkele objecten waar legering voorkwam.

Ondanks aanzienlijke verschillen in de drogestofopbrengst, geeft de statistiek geen significante verschillen aan. Toch zijn er enkele opvallende resultaten:

- De gewasopbrengst van object 3 was hoger dan deze van object 5. Dit was ook zo per blok afzonderlijk. Bij object 5 werd de kunstmest in de rij geplaatst, bij object 3 was dit vollevelds in het zaaibed ingewerkt. Mogelijk had dit een beperkt nadelig effect op de opbrengst onder de vorm van zoutschade, nl. de combinatie van een zeer droog jaar en zouten (kunstmest) kort tegen de plant.
- Bij het vergelijken van objecten 3 en 6, objecten 4 en 7 en objecten 2 en 8, vergelijken we de opbrengsten van behandelingen waar ploegen als hoofdbodembewerking werd vervangen door NKB, waar verder geen verschillen in behandeling waren. NKB gaf hierbij steeds een beperkt lagere opbrengst.
- Ondanks de 14 dagen latere zaai van objecten 2 en 8, bleef de gewasopbrengst niet achter in vergelijking met andere objecten. Al dient dit met enige voorzichtigheid te worden geïnterpreteerd, gezien de sterk hogere plantdichtheid in deze objecten.
- Strip-till scoort gelijkaardig aan de andere behandelingen.

2.7 Conclusies

Bij aanvang van deze veldproef werden een aantal onderzoeksvragen naar voor geschoven. Op basis van de hierboven beschreven resultaten, wordt getracht een beknopt antwoord te formuleren op deze vragen.

1. **Worden de resultaten van 2016 en 2017 bevestigd?**
 - a. **Niet-kerende bodembewerking en strip-till leiden tot een sterke reductie in erosie ten opzichte van ploegen**
 - b. **Er is weinig verschil in erosiereductie tussen strip-till en niet-kerende bodembewerking**
 - c. **Met niet-kerende bodembewerking en strip-till kunnen dezelfde opbrengsten gehaald worden als bij ploegen**

De vaststellingen in de veldproeven van 2016 en 2017 worden bevestigd. Zowel niet-kerende bodembewerking als strip-till leiden tot een sterke erosiereductie. Toch geeft niet-kerende bodembewerking een meer consistent resultaat. Bij strip-till zijn er duidelijke verschillen in hoeveelheid bedekking met gewasresten en mogelijk ook de doordringbaarheid van het harde bodemoppervlak. Dit heeft invloed op de erosiereductie

door strip-till. Op de posities waar minder bodembedekking is door gewasresten en de bodem harder ligt, gaat run-offwater moeilijker infiltreren en weinig afgeremd worden. Dit speelt bij niet-kerende bodembewerking duidelijk veel minder.

Met strip-till en niet-kerende bodembewerking zijn dezelfde gewasopbrengsten als met ploegen haalbaar, mits aan een aantal randvoorwaarden wordt voldaan. In deze proef waren er geen significante opbrengstverschillen. Op basis van deze proef en voorgaande proeven blijkt dat in maïs dezelfde gewasopbrengsten haalbaar moeten zijn. Bij strip-till werden in een aantal voorgaande veldproeven heel duidelijke opbrengstdervingen vastgesteld. In deze situaties was er wel steeds een voor de hand liggende reden. In de hierboven besproken veldproef werden alle stappen ondernomen om de strip-till te laten slagen op basis van de lessen die uit eerdere proeven werden getrokken. We kunnen concluderen dat een juist uitgevoerde strip-tilltechniek leidt tot dezelfde opbrengsten als conventionele systemen, maar de praktische uitvoerbaarheid op een Vlaams rundveebedrijf blijft een moeilijk punt.

2. Wat is de invloed van volleveldszaai op de gewasopbrengst en erosie, in vergelijking met klassieke zaai van maïs?

Gezien het mislukken van de behandelingen met volleveldszaai, kan geen antwoord op gegeven worden op basis van deze veldproef.

3. Wat is de invloed van de aanleg van drempels op de gewasopbrengst en erosie, in vergelijking met klassieke zaai van maïs?

Er zijn geen aanwijzingen dat er verschillen in opbrengst moeten verwacht worden tussen maïs gezaaid met drempels en maïs gezaaid zonder drempels. Bij ploegen hadden de drempeltjes een negatief effect, bij NKB een positief effect, maar de verschillen waren niet significant.

Er zijn duidelijke aanwijzingen dat de drempeltjes sterk reducerend kunnen werken, de voorwaarde is wel dat de helling homogeen is en de zaailijnen loodrecht op de hoogtelijnen liggen. Wanneer het perceel afhelt naar meerdere richtingen, kunnen de drempeltjes 'leeglopen' en dus minder water bufferen met minder erosiereductie tot gevolg. Toch blijft er ook in deze situatie een positief effect van de drempeltjes.

3 **Kuilmaïs Merelbeke: strip-till, diepe en ondiepe niet-kerende bodembewerking**

Thijs Vanden Nest en Greet Ruyschaert (ILVO)

3.1 **Doelstelling van de veldproef**

Uit voorgaande proefvelden met maïs bleek dat het welslagen van strip-till steeds in meer of mindere mate beïnvloed werd door het type van groenbedekker voorafgaand aan de strip-till bewerking in het voorjaar en de bodembewerkingen die in het najaar voordien werden uitgevoerd. In 2017 werd daarom een teelttechnische proef aangelegd met meerdere groenbedekkers op een zandleemperceel te Merelbeke. In deze veldproef werden weinig tot geen enkele effecten van bodembewerking en voorafgaande groenbedekkers op de gewasopbrengst van de kuilmaïs vastgesteld. De gewasopbrengsten waren in alle behandelingen heel goed. Dit kon te wijten zijn aan de combinatie van de droge en zonnige omstandigheden van het voorjaar en de zomer van 2017 en het perceel dat bekend staat als relatief nat. In goede omstandigheden is de invloed van de bodembewerking (ploegen, NKB of strip-till) minder bepalend voor de opbrengst.

Een nieuwe teelttechnische proef werd aangelegd in 2017-2018 met als doel hier verder op in te gaan. Na de oogst van wintertarwe in 2017, werden stroken aangelegd waarbij de stoppel ondiep (10-15cm), dan wel diep niet-kerend (30cm) werd bewerkt. Bovenop deze stroken werden onmiddellijk daarna 3 groenbedekkers uitgezaaid (Italiaans raaigras, gele mosterd/facelia en een mengsel van 8 componenten). In het volgende voorjaar werden na de vernietiging van de groenbedekkers stroken aangelegd met ploegen, strip-till, ondiepe en diepe niet-kerende bodembewerking. De proef werd zodanig aangelegd dat alle mogelijke combinaties in de proef aanwezig zijn. Dit proefveld werd aangelegd als een extra veldproef binnen het GOMEROS-project. Het perceel dat gebruikt werd, is geen erosiegevoelig perceel en werd dan ook niet opgevolgd naar erosie toe, maar louter naar het teelttechnische aspect.

Bij aanvang van de veldproef werden een aantal onderzoeksvragen vooropgesteld:

4. Wat is de invloed van de groenbedekker op de gewasopbrengst van kuilmaïs in:
 - a. Strip-till?
 - b. Ploegen?
 - c. Ondiepe niet-kerende bodembewerking?
 - d. Diepe niet-kerende bodembewerking?
5. Wat is de invloed van een diepe versus ondiepe niet-kerende bodembewerking in het najaar op de gewasopbrengst van kuilmaïs in het volgende seizoen bij:
 - a. Strip-till?
 - b. Ploegen?
 - c. Ondiepe niet-kerende bodembewerking?
 - d. Diepe niet-kerende bodembewerking?
6. Heeft een extra strip-tillbewerking in het voorgaande najaar, een meerwaarde voor de gewasopbrengst in het systeem van strip-till?

7. Welke combinatie van bodembewerking in het najaar, groenbedekker en bodembewerking in het voorjaar biedt het meeste kans op succes? Is deze strategie anders voor de systemen van niet-kerende bodembewerking en strip-till?

Op basis van de onderzoeksresultaten, beschreven in dit rapport, wordt bij de conclusies een antwoord geformuleerd voor iedere onderzoeksvraag. De omstandigheden van extreme droogte in 2018 waren een unieke situatie die de invloed van de verschillende behandelingen sterk aflijnden.

3.2 Beschrijving van het perceel

Regio: Vlaamse zandstreek-Merelbeke

Bodemtextuur: Zandleem

Bodemkaart: Lca0 (Matig droge zandleembodem met textuur B horizont)

Erosieklasse: Lichtgroen

Voorvrucht: Wintertarwe

Groenbemester/vanggewas: zie verder

Het perceel waar de veldproef werd uitgevoerd is vlak en heeft een zandleemtextuur. Het perceel is reeds geruime tijd in gebruik bij ILVO en kent een matig uitgebreide vruchtafwisseling met o.a. wintergranen, aardappelen, maïs en vlas. De ervaring met het perceel leert dat perceel erg goede opbrengsten levert. Ondanks dat dit perceel vlak is, is bekend dat er toch run-off en erosie kan voorkomen op dit perceel bij hevige voorjaarsbuien. In 2017 werd wintertarwe geteeld op dit perceel. Na de oogst werd het stro geperst en afgevoerd. De proefopzet startte in augustus 2017 (zie verder).

De veldproef werd onderverdeeld in 3 blokken, nl. A, B en C (zie verder). In het vroege voorjaar 2018 werden bodemstalen genomen ter bepaling van de chemische bodemtoestand (Tabel 3-1).

In Tabel 3-1 Wordt een overzicht gegeven van de chemische bodemtoestand op 15 maart 2018. De chemische voedingstoestand werd bepaald per blok (8 steken per mengstaal). Het gehalte aan minerale N werd echter bepaald per groenbedekker (8 steken per mengstaal). Op het moment van de staalname was het Italiaans raaigras (ITR) sterk ontwikkeld en had deze vermoedelijk reeds veel N opgenomen. Het minerale N-gehalte van het profiel was bij ITR zoals verwacht lager dan bij Gele mosterd+facelia (GM+F) en het Terra Life Vita Maxx mengsel (TLVM). Bij GM+F was de groenbedekker immers reeds geheel doodgevroren en bij TLVM gedeeltelijk doodgevroren. Bij TLVM werden nog enkele levende rammenasplanten met verdikte wortel geobserveerd. Bij GM+F en TLVM was dus een deel van de N opnieuw vrijgesteld in de bodem onder minerale vorm.

Tabel 3-1: Overzicht van de hoeveelheid minerale N in het bodemprofiel 0-60 cm en de algemene chemische bodemtoestand voor de bouwvoor (0-30 cm). P, K, Mg, Ca en Na werden gemeten in een ammoniumlactaat-extract. De streefwaarden voor zandleemgrond werden overgenomen van Maes et al., 2012¹⁰ (R: rogge, GM, Gele mosterd, GM+B: gele mosterd + bladrammenas, TLMV: Terra Life Vita Maxx).

Minerale N-voorraad (kg N/ha)		Blok	C %	pH-KCl	Ntot %	C/N	mg/100g				
							P	K	Mg	Ca	Na
ITR GM+F TLVM	17	A	1,1	6,0	0,11	10	22	26	18	113	<1,9
	53	B	1,0	6,1	0,09	11	23	26	19	120	<1,9
	45	C	0,9	6,1	0,09	10	23	25	18	109	<1,9
		Streefzone	1,2-1,6	6,2-6,6	-	-	12-18	14-20	9-14	100-240	3,1-6,0

Het organisch C-gehalte en de pH liggen net beneden de streefzone en verdienen aandacht in de bedrijfsvoering. De aanvoer van organische stof is nodig. Een onderhoudsbekalking is op regelmatige basis gewenst. P, K en Mg zitten duidelijk boven de streefzone en zijn dus in meer dan voldoende mate aanwezig. Een beperking in de bemesting op deze nutriënten tot iets minder dan de gewasexport is aangewezen. Het Ca-gehalte zit net binnen de streefzone, maar dient op peil gehouden te worden via de onderhoudsbekalking. Het Na-gehalte ligt ver beneden de streefzone.

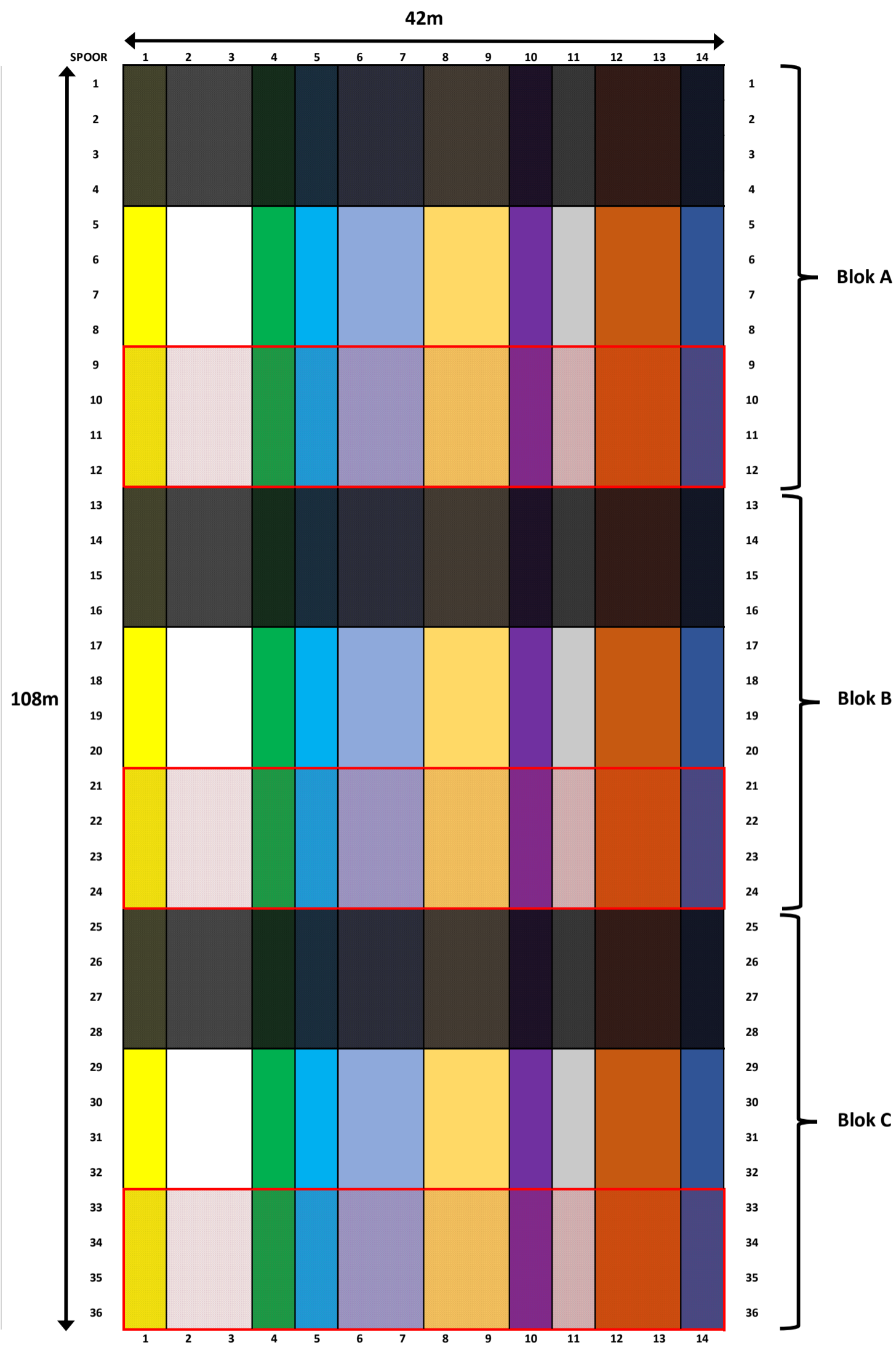
De indringingsweerstand en vochtgehalte van het profiel werd tot 60 cm diep bepaald op 15 maart 2018. Gezien de resultaten van deze metingen sterk gerelateerd zijn aan de bodembewerkingen die in het najaar werden uitgevoerd, net voor de zaai van de groenbedekkers, dienen deze vooral in relatie tot deze bodembewerkingen bekeken te worden. De penetrometingen worden besproken in paragraaf 3.1.

3.3 Beschrijving veldproef

3.3.1 Opbouw en logboek

De veldproef werd opgebouwd als een strokenproef met 4 factoren; (1) bodembewerking najaar, (2) groenbedekker, (3) bodembewerking voorjaar en (4) blokfactor. Na de oogst van de wintertarwe en afvoer van stro in augustus 2017, werd het volledige perceel bemest met varkensdrijfmest, die onmiddellijk werd ingewerkt met een vaste tandcultivator. Na enkele dagen, werd het volledige perceel opnieuw bewerkt met dezelfde cultivator. Daarna werd de proef aangelegd in meerdere stappen (Figuur 3-1).

¹⁰ Maes, S., Elsen, A., Tits, M., Boon, W., Deckers, S., Bries, J., Vogels, N., Vandendriessche, H., 2012, Wegwijs in de bodemvruchtbaarheid van de Belgische akkerbouw- en weilandpercelen (2008-2011), Bodemkundige Dienst van België



Figuur 3-1 Proefplan van de veldproef kuilmajs te Merelbeke 2018. De proef bestaat uit 9 stroken van 12 m breedte voor de verschillende groenbedekkers, met daar 10 stroken van 3 of 6 m breedte voor de verschillende bodembewerkingen voorafgaand aan de mais, loodrecht op.

Het proefplan in Figuur 3-1 is opgebouwd volgens 'spoor'. Een spoor komt overeen met een machinebreedte van 3 m. Dit zowel in de lengte als breedte van het proefplan. Alle machines die werden ingezet hadden een werkbreedte van 3 m.

- **Factor 1-Lengterichting: Bodembewerking najaar**
 - **NKB30**; spoor L1, L2, L4, L6 en L8
Eind augustus 2017 werd een diepe niet-kerende bodembewerking uitgevoerd met een diepgronder met 6 micheltanden op 1 balk tot 29-32 cm diepte.
 - **NKB15**; spoor L3, L5, L7, L9 en L10
Hier werd geen bodembewerking meer uitgevoerd na de 2 werkgangen met de vaste tandcultivator in augustus 2017.

- **Factor 2-Breedterichting: Groenbedekker**

Dezelfde dag als de bodembewerkingen in factor 1, werden loodrecht op de bodembewerkingen groenbedekkers gezaaid. Dit werd uitgevoerd met een zaai combinatie rotores met kooirol+mechanische zaaimachine. De tractor was voorzien van een drukwisselsysteem, waardoor met lage druk (0,6 bar) kon gewerkt worden. De combinatie van de droge omstandigheden met de lage bandendruk, zorgde ervoor dat het effect van de extra werkgang-bandensporen voor het zaaien, tot een minimum werd beperkt.

 - **ITR**: Italiaans raaigras; spoor B1, B2, B3, B4, B13, B14, B15, B16, B25, B26, B27 en B28
 - **GM+F**: Gele mosterd + facelia; spoor B5, B6, B7, B8, B17, B18, B19, B29, B30, B31 en B32
 - **TLVM**: Terra life Vita Maxx mengsel; spoor B9, B10, B11, B12, B21, B22, B23, B24, B33, B34, B35 en B36

- **Factor 1: Sporen L2 en L9 (Lengterichting: Bodembewerking najaar)**

Direct na het zaaien van de groenbedekkers, werd in de lengterichting in spoor L2 en L9, een strip-tillbewerking uitgevoerd met de Carré INRO strip-tillmachine tot op 25 cm diepte. Hierbij werd opnieuw gebruik gemaakt van een tractor met brede banden en drukwisselsysteem om op lage bandendruk te kunnen rijden (0,6 bar) en het effect van de bandensporen op de voorgaande bewerkingen tot een minimum te kunnen bewerken.

- **Factor 3-Lengterichting: bodembewerking voorjaar**
 - **Ploegen**; spoor L1 en L10
Na het uitrijden van runderdrijfmest, werd de mest ingewerkt met de vaste tandcultivator (15 cm diepte). Vervolgens werd geploegd (30-34 cm) en het zaai bed klaar gelegd met een rotores met packerrol.
 - **S25**; spoor L2, L7, L8 en L9
Runderdrijfmest werd geïnjecteerd met de strip-tillmachine achteraan het drijfmestvat in 1 bewerking met de strip-till bodembewerking (tot 25 cm diepte).
 - **NKB30**; spoor L3 en L4
Na het uitrijden van runderdrijfmest, werd de mest ingewerkt met de vaste tandcultivator (15 cm diepte). Vervolgens werd een diepe niet-kerende bodembewerking uitgevoerd met een diepgronder met 6 micheltanden op 1 balk tot 29-32 cm diepte en het zaai bed klaar gelegd met een rotores met packerrol.
 - **NKB15**; spoor L5 en L6

Na het uitrijden van runderdrijfmest, werd de mest ingewerkt met de vaste tandcultivator (15 cm diepte). Het zaaibed werd klaar gelegd met een rotoeg met packerrol.

- **Factor 4- Blok**

De proef werd aangelegd in 3 blokken.

In Tabel 3-2Tabel wordt het logboek van de activiteiten in deze veldproef weergegeven.

Tabel 3-2: Overzicht van de activiteiten op de veldproef per datum.

2017		
Datum	Behandeling	Activiteit
4 augustus	Alle	Toediening 22 m ³ /ha varkensdrijfmest* met sleepslangen op de tarwestoppel Drijfmest en stoppel inwerken met vaste tandcultivator + pinrol (±15 cm werkdiepte)
7 augustus	Alle	2 ^e bewerking met vaste tandcultivator + pinrol (±15 cm werkdiepte)
21 augustus	NKB30	Diepe niet-kerende bodembewerking met diepgronder met 6 micheltanden op 1 balk tot 29-32 cm diepte
	ITR	Zaaien Italiaans raaigras (ras: melika, zaaidichtheid: 30 kg/ha) met tractor met drukwisselsysteem (lage druk 0,6 bar) + zaaicombinatie (rotoeg met kooirol en zaaimachine met schijfkouters-1,5-2 cm zaaidiepte)
	GM+F	Zaaien gele mosterd + facelia (50%/50%) (mengsel: LG Greencover, zaaidichtheid: 20 kg/ha) met tractor met drukwisselsysteem (lage druk 0,6 bar) + zaaicombinatie (rotoeg met kooirol en zaaimachine met schijfkouters-1,5-2 cm zaaidiepte)
	TLVM	Zaaien Terra Life Vita Maxx mengsel (tillage rammenas 6%, Ethiopische mosterd 4%, gele mosterd 11%, boekweit 18%, vlas 5%, japanse haver 45%, facelia 6%, deder 5%) (zaaidichtheid: 30 kg/ha) met tractor met drukwisselsysteem (lage druk 0,6 bar) + zaaicombinatie (rotoeg met kooirol en zaaimachine met schijfkouters-1,5-2 cm zaaidiepte)
	L2 en L9	Bodembewerking met strip-tillmachine (25 cm diepte, tand voorzien van vleugels, 6 km/h)
2018		
15 maart	Alle	Bodemstaal ter bepaling van de chemische bodemtoestand+bepaling van de indringingsweerstand
26 maart	Alle	Italiaans raaigras en onkruid doodspuiten (4 l/ha Glyphosaathoudend totaalherbicide)
19 april	Alle	Gewasresten klepelen
24 april	Ploegen, NKB15 en NKB30	Toediening 45 m ³ /ha runderdrijfmest** met sleepslangen + inwerken met vaste tandcultivator + pinrol (±15 cm werkdiepte)
	Ploegen	Ploegen (±30-34 cm) + klaarleggen met rotoeg met packerrol (±8 cm)

	NKB15	klaarleggen met rotoeg met packerrol (±8 cm)
	NKB30	NKB met micheltanden (6 tanden op 1 rij van 3 m) (29-32 cm) + klaarleggen met rotoeg met packerrol (±8 cm)
	S25	Bodembewerking met strip-tillmachine (25 cm diepte, tand voorzien van vleugels, 6 km/h) met injectie van 45 m ³ /ha runderdrijfmest**
24 april	Alle	Zaaien (ras: LG31.233, zaaidichtheid: 105 000 zaden/ha, diepte 5-6 cm) rijbemesting bij zaaien: 200 kg/ha 16-6-23(-2)(-5) (32 kg N/ha, 12 kg P ₂ O ₅ /ha, 46 kg K ₂ O/ha, 4 kg MgO/ha en 10 kg SO ₃ /ha)
26 mei	Alle	Onkruidbestrijding: 0,8 l/ha Sulcogan, 0,8 l/ha Frontier Elite, 1 l/ha Monsoon TC maxx
17 juli	Alle	Dronevlucht ter bepaling van gewashoogte en bladtemperatuur
20 augustus	Alle	Gewashoogtemetingen
21 augustus	Alle	Opbrengstbepaling

*De drijfmest die gebruikt werd is dunne varkensdrijfmest afkomstig van het ILVO-landbouwbedrijf. In alle behandelingen werd een dosis toegediend van 22 m³/ha met een debietmeter op het drijfmestvat. De samenstelling van deze drijfmest is terug te vinden in Tabel 3-3.

**De drijfmest die gebruikt werd is runderdrijfmest afkomstig van het ILVO-landbouwbedrijf. In alle behandelingen werd een dosis toegediend van 45 m³/ha met een debietmeter op het drijfmestvat. De samenstelling van deze drijfmest is terug te vinden in Tabel 3-3.

Tabel 3-3: Samenstelling van de varkens- en runderdrijfmesten die in de veldproef werd gebruikt. Er werd een mengstaal genomen bij het uitrijden.

Parameter	Eenheid	Varkensdrijfmest 4 augustus 2017	Runderdrijfmest 24 april 2018
Droge stof	%/vers	1,62	10,3
Organische koolstof	%/vers	0,94	3,75
N-totaal	kg N/ton vers	2,26	4,6
NH ₄ ⁺ -N	kg N/ton vers	1,8	2,4
Werkzame N	kg N/ton vers	1,8*	2,8
Fosfor	kg P ₂ O ₅ /ton vers	0,88	1,41
Kalium	kg K ₂ O/ton vers	2,0	5,0
Magnesium	kg MgO/ton vers	0,39	4,8
Calcium	kg CaO/ton vers	0,86	7,3
Natrium	kg Na ₂ O/ton vers	0,52	1,15

*Gezien er meer N in minerale vorm aanwezig was dan de totale N, vermenigvuldigd met de werkingscoëfficiënt van 60%, nemen we aan dat de werking minstens overeen komt met de dosis minerale N.

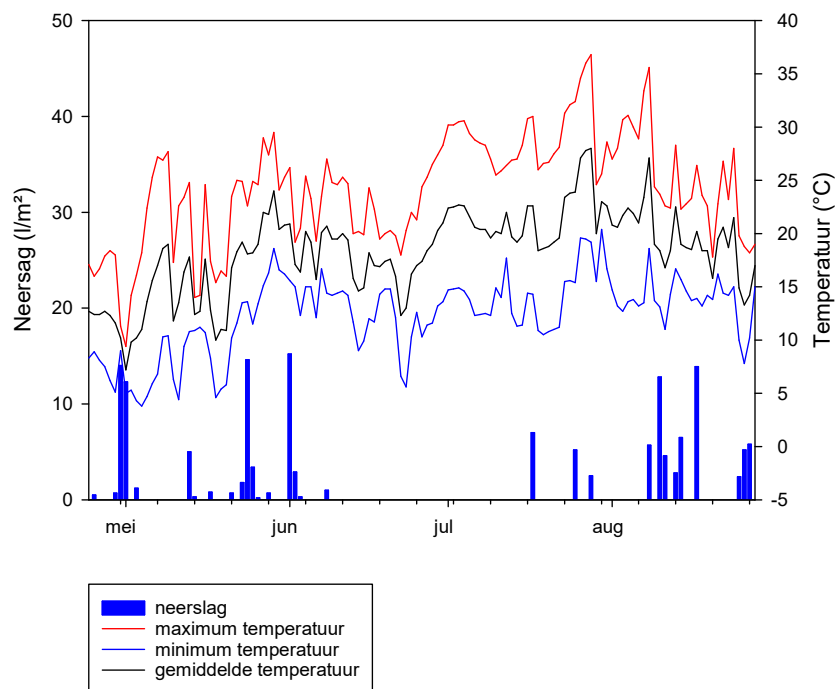
3.3.2 Weersomstandigheden

In Tabel 3-4 wordt een overzicht gegeven van de maandelijkse gemiddelde temperatuur en de maandelijkse neerslag tijdens de groeiperiode van de maïs. Eveneens is de afwijking weergegeven ten opzichte van de normale gemiddelde voor de periode 1981-2010 in de regio Merelbeke. Deze cijfers werden gebaseerd op de maandelijkse verslaggeving van het KMI. In Figuur 3-2 wordt een overzicht gegeven van de dagelijkse

neerslag, maximale, minimale en gemiddelde dagtemperatuur in de periode van aanleg tot oogst van de proef. Deze gegevens werden gelogd in het KMI-weerstation op de ILVO-site te Merelbeke op 1,3 km in vogelvlucht van het proefperceel. Voor de vroege teelten, kwam het voorjaar iets trager op gang omwille van nog relatief natte omstandigheden in maart en eerste helft april, maar vanaf de laatste week van april, waren de omstandigheden in de regio Merelbeke gunstig voor de bodembewerkingen en inzaai van maïs. Op de zwaardere percelen, diende nog iets langer gewacht te worden, tot begin mei. Gedurende de hele periode april-augustus, waren de omstandigheden erg zonnig en warmer dan gemiddeld, wat initieel in mei en begin juni zorgde voor een enorme groeisput in de maïs. De omstandigheden van de maanden juni en juli waren echter extreem droog. De combinatie van extreme droogte en de hittegolven in juli, hadden een sterk negatief effect op de bloei van de maïs op nagenoeg alle percelen. Er waren grote schakeringen te merken tussen de percelen, met enorme variaties, ook binnen de perceelsgrenzen. Toch waren enkele trends zichtbaar. Traditioneel nattere percelen, weides die recent werden opgeploegd en meer lemige bodems, deden het duidelijk beter. Percelen met weinig rotatie, compactie en na een snede gras, hadden het veel moeilijker. Een aantal van de percelen vroeg gezaaide maïs, kwam ruim 2 weken vroeger in bloei –ook in het proefperceel- en had daardoor zijn bloei nog voor de periode van extreme droogte en hitte. In dit geval verliep de bestuiving van maïs nog behoorlijk en was er wel een beperkte opbrengstderiving, maar toch nog een redelijk kolfaandeel aanwezig. Laat gezaaide maïs (vanaf 2^e week mei), deed het soms slecht, maar soms ook behoorlijk, omdat de bloei na de extreme hitte van juli plaatsvond. Veel percelen die echter gezaaid werden rond 1 mei, hadden de bloei in volle hitte en droogte van juli. Bij veel percelen verliep de bloei zeer slecht en heeft weinig of geen bestuiving plaats gevonden, met zeer kleine kolven of zelfs planten zonder kolf tot gevolg. Veel maïs op naburige percelen werd enkele dagen later gezaaid dan het proefperceel (onder goed omstandigheden en soms met hetzelfde ras), maar resulteerde in maïs met zeer weinig kolven. Een specifiek naburig perceel werd half april gemaaid en bewerkt, om vervolgens ingezaaid te worden op hetzelfde tijdstip als de veldproef en resulteerde in manhoge maïs zonder kolven. Vermoedelijk leidde de drogere omstandigheden na gras tot een vertraagde groei en latere bloei dan in het proefveld. Dit illustreert hoe kritiek de bodemomstandigheden en zaaitijdstip in 2018 in deze regio (en veel andere regio's in Vlaanderen) waren.

Tabel 3-4: Overzicht van de gemiddelde maandelijkse temperatuur en neerslag in de maanden van aanleg tot oogst van de veldproef in 2018 in de regio Merelbeke en de maandelijkse afwijking ten opzichte van gemiddeldes voor de periode 1981-2010 (bron: KMI).

Maand	Gemiddelde temperatuur		Neerslag	
	Jaar 2018 (°C)	Afwijking (°C) t.o.v. 1981-2010	Jaar 2018 (mm)	Verhouding (%) t.o.v. normaalwaarde 1981-2010
April	12,0-12,5	3,0	50-60	100-120
Mei	15,5-16,0	2,5	40-60	80-100
Juni	17,5-18,0	1,5	30-40	0-20
Juli	21,0-21,5	3	10-15	10-20
Augustus	18,5-19,0	0,5	70-80	80-100



Figuur 3-2: Verloop van de dagtemperatuur en -neerslag van aanleg (24 april 2017) tot oogst (28 augustus 2018) van de veldproef. Deze waarden werden gemeten in het KMI-weerstation gelegen op het ILVO op 1,3 km in vogelvlucht van het proefveld.

3.3.3 Bemesting en zaai kuilmaïs

Normaal wordt voor kuilmaïs op deze percelen 35 tot 50 m runderdrijfmest vollevelds toegediend (naargelang samenstelling van de drijfmest) en samen met de groenbemester ingewerkt met de vastetand cultivator, enkele dagen voor ploegen. Daarnaast wordt een rijbemesting gegeven tijdens de zaai. Uit de proeven van 2017 bleek dat met een bemesting van 45 m /ha rundermengmest, een bemesting kan gegeven worden die kort bij de gewenste bemesting ligt voor kuilmaïs, zodat de rijbemesting met kunstmest toereikend is en geen verdere volleveldse minerale bemesting nodig is. Deze dosis is ook hanteerbaar voor injectie met de strip-tillmachine in de strip-tillbehandelingen. Er is was in deze proef een overschrijding van de maximaal toegelaten norm van 170 kg N_{tot} /ha dierlijke mest op perceelsniveau (Tabel 3-5), omdat N-gehalte op basis van de stalen van de vaten hoger lag dan wat werd ingeschat op basis van het mestkelderstaal. Kuilmaïs heeft een behoefte aan N van 205 kg werkzame N/ha, te verminderen met de N in het bodemprofiel 0-30 cm voor zaaien en de N-mineralisatie uit de groenbedekker¹¹. Het profiel werd bemonsterd voor mineraal N-gehalte, ongeveer een maand voor de aanleg van de proef. Op dit moment was de groenbedekker GM+F volledig doodgevroren, TLVM bijna volledig doodgevroren en ITR actief groeiend. In de N-bemestingsberekening kan hiermee rekening gehouden worden. Volgens de Adviesbasis

¹¹ volgens van Dijk, W. en van Geel, W. (2010). Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouw en vollegrondsgroentengewassen. WageningenUR, Praktijkonderzoek Plant en omgeving B.V. (Nederland).

voor de bemesting van akkerbouw en vollegrondsgroentengewassen¹² zal de N die vrijkomt uit tijdens de winter afgestorven kruisloemigen reeds gemeten worden in het profielstaal en is geen bijkomende N-mineralisatie te verwachten uit het onderwerken van resterende droge stengels. Op basis hiervan gaan we er van uit dat in GM+F en TLVM reeds rekening wordt gehouden met de N die vrijgesteld wordt via het profielstaal. Volgens de Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouw en vollegrondsgroentengewassen¹³ mag bij het onderwerken van een grasachtige voor half maart gerekend worden op een N-nalevering van 40 kg N/ha bovenop de N aanwezig in het profiel. De groenbedekker ITR werd echter pas bij aanleg van de proef ingewerkt –en in strip-till slechts ingewerkt in de bewerkte stroken-, waardoor de mineralisatie in werkelijkheid lager zal liggen. Op basis van deze cijfers kunnen we aannemen dat de gewasbehoefte 152 kg N/ha was na GM+F, 160 kg N/ha na TLVM en 148 tot 188 kg N/ha na ITR. Via de drijfmest werd 130 kg werkzame N/ha toegediend en via de rijbemesting 26 kg N/ha. Omdat de rijbemesting 1,25 keer hogere efficiëntie heeft¹⁴, mag dit gerekend worden als 33 kg N/ha. Via de N-bemesting van deze proef werd dus 163 kg N/ha ter beschikking gesteld van het gewas. Dit is ruim voldoende voor maïs na GM+F en TLVM. Voor maïs na ITR is dit moeilijk in te schatten of dit voldoende dan wel een overmaat is.

Tabel 3-5: Overzicht van de bemesting van de veldproef.

Meststof	N-totaal	N werkzaam	P-totaal	K-totaal
	kg N/ha	kg N/ha	kg P ₂ O ₅ /ha	kg K ₂ O/ha
Minerale N-voorraad (0-60 cm) voorjaar ⁽¹⁾	17/45/53	17/45/53	-	-
Runderdrijfmest	216	130	63	225
Rijbemesting 13-6-23(-2)(-5)	26	26	12	46
Totaal bemest	242	156	75	271
Bemestingsnorm niet-zandgrond P-klasse III		150	70	-
Overschrijding norm		+6	+5	

(1) Dit is de hoeveelheid die gemeten werd in het bodemprofiel 0-60cm op 15 maart 2018. De groenbedekkers in GM+F en TLVM waren toen al doodgevroren, het italiaans raaigras ITR was nog niet doodgespoten. Er waren verschillen tussen de verschillende groenbedekkers (zie Tabel 3-1).

De zaai werd op 24 april uitgevoerd met een 4-rijige Kuhn zaaimachine met schijfkouters, aangepast voor proefvelden en met een tractor, uitgerust met een Trimble GPS systeem. Aangezien dit een andere GPS systeem is dan datgene op de tractor die de strip-tillbewerking uitvoerde, betekende dit dat de AB-lijn opnieuw moest uitgezet worden met deze GPS op de bewerkte stroken. Dit gaf specifiek in dit perceel grote problemen met het zaaien van de maïs op de juiste afstand en met het plaatsen van het zaad in de strip-tillstrook. Daarom werd de zaai uitgevoerd op zicht van de chauffeur, wat wel goed verliep.

¹² volgens van Dijk, W. en van Geel, W. (2010). Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouw en vollegrondsgroentengewassen. WageningenUR, Praktijkonderzoek Plant en omgeving B.V. (Nederland).

¹³ volgens van Dijk, W. en van Geel, W. (2010). Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouw en vollegrondsgroentengewassen. WageningenUR, Praktijkonderzoek Plant en omgeving B.V. (Nederland).

¹⁴ volgens van Dijk, W. en van Geel, W. (2010). Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouw en vollegrondsgroentengewassen. WageningenUR, Praktijkonderzoek Plant en omgeving B.V. (Nederland)

3.4 Teeltverloop

3.4.1 Aanleg en ontwikkeling van de groenbedekkers

Na de oogst van de wintertarwe, spreiden van varkensdrijfmest en bodembewerking met de vaste tandcultivator, werd de proef gestart. Op een graanstoppel wordt bij veel bedrijven de zaai van de groenbedekker gecombineerd met een decompactie van de bouwvoor in 1 werkgang. Door de complexe opzet van de proef, waarbij bodembewerking in de lengterichting werd uitgevoerd en de zaai van de verschillende groenbedekkers in de breedterichting, was het niet mogelijk dit in 1 werkgang uit te voeren. Dit had 2 gevolgen; (i) Door het ontkoppelen van de decompactie en de zaaicombinatie, kon de decompactie iets dieper worden uitgevoerd. Er werd gedecompacteerd tot 29-32 cm, waar dit in combinatie met de zaaicombinatie eerder 25 cm is. Gezien op deze percelen dikwijls tot 30 cm wordt geploegd, wordt niet aan de ploegzool geraakt bij het combineren van decompactie en zaaien. Bij het decompacteren alleen, wordt de top van de ploegzool wel bewerkt (zie verder). (ii) Door de extra werkgang van zaaien, was er na decompactie een extra aandrukking van de bodem door de zaaierende tractor. Gezien de droge omstandigheden en gebruik van lagedrukbanden, was het effect hiervan minimaal.







De decompactie en de zaai achteraf verliepen goed. De zaaimachine was een mechanische zaaimachine, maar voorzien van schijfkouters. Dit was noodzakelijk in het strorijke zaaibed. Om te testen of het zinvol is reeds een strip-tillbewerking voor de winter toe te passen, werd vlak na zaai in stroken L2 en L9 een strip-tillbewerking uitgevoerd (25 cm diep, 6km/h, vleugeltjes op de vaste tand). De bedoeling was om na te gaan of het bloot leggen en laten bevriezen van de bodem in de bewerkte stroken, een meerwaarde betekenen voor het volggewas. De gewasruimers, kuisten mooi het zaad uit de strook, zodat in de bewerkte strook praktisch geen groenbedekker groeide, maar dat de strook toch goed doorworteld werd (zie figuur 3-3).

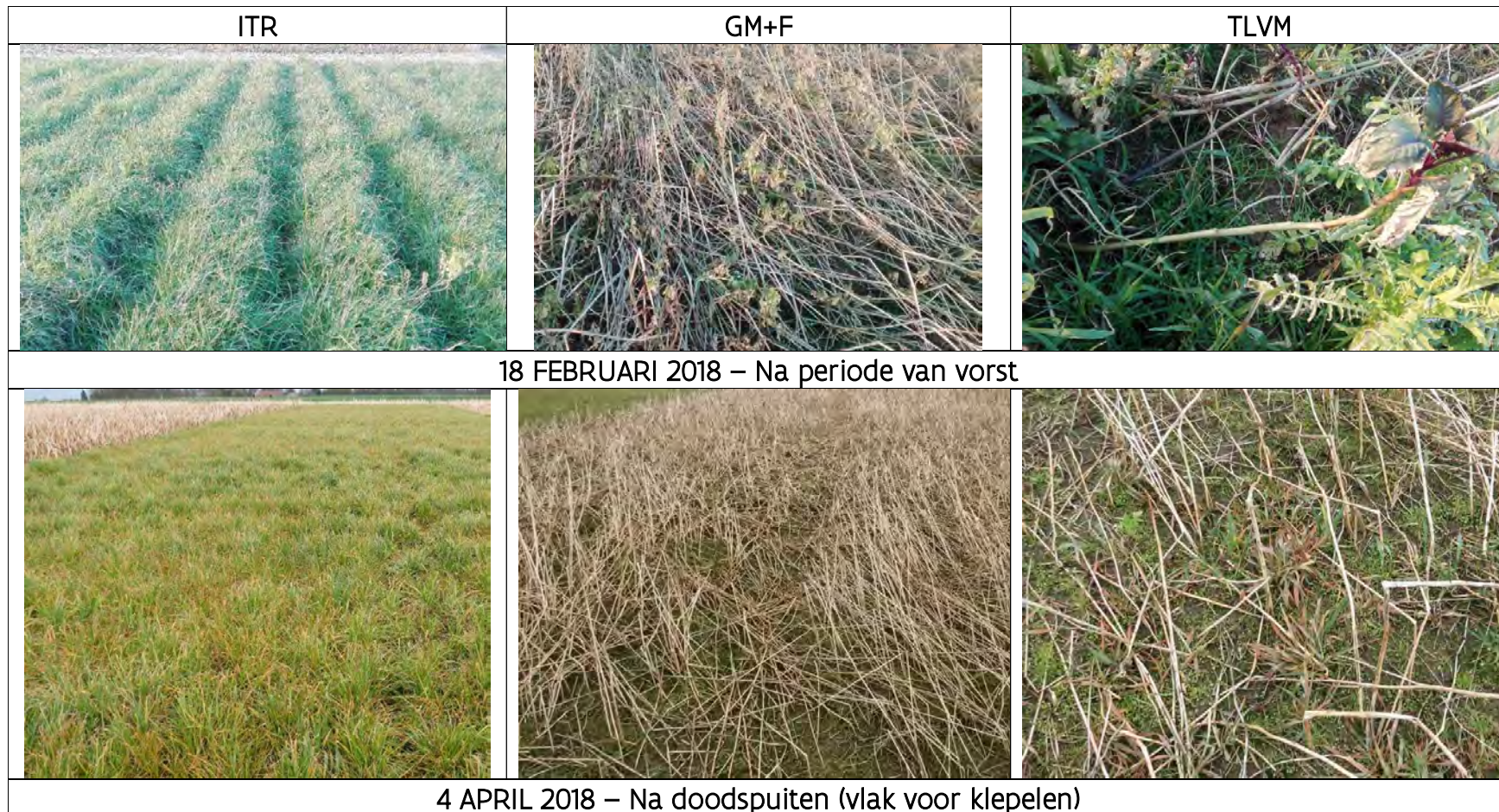


Figuur 3-3: Zicht op strook L9 met Italiaans raaigras als groenbedekker (links) en detail van de goed bewortelde strook (rechts) op 18 februari 2018.

Toch raden we dit systeem af. Doordat de bodem 'mul' ligt door een combinatie van de cultivatorbewerking (nodig voor het inwerken van de drijfmest) en zaaibedbereiding (voor de groenbedekker) en de aanwezigheid van veel graanstoppels, zijn er te gemakkelijk stropingen in de strip-tillmachine. Er wordt een pakket van losse grond en stroresten opgehouden op de vaste tand. Wellicht is het beter om de strip-tillbewerking rechtsreeks in de stoppel uit te voeren zonder voorafgaande bodembewerking of de bodembewerking later op het najaar in de groenbedekker uit te voeren als de bodem bezakt is. Bij een strip-tillbewerking rechtsreeks in de graanstoppel is de vraag of en hoe de groenbedekker kan ingezaaid worden. Bij een strip-tillbewerking later op het najaar dient het tijdstip laat genoeg te zijn, op een moment dat de mengsels GM+F en TLVM reeds over hun groei hoogtepunt heen zijn. Vroeger bewerken zou betekenen dat de groenbedekker zodanig wordt beschadigd dat hij waarschijnlijk niet veel ontwikkeling meer kent. Langer wachten, betekent een nattere bodem, die slecht wordt bewerkt en geen draagkracht heeft. Een

voldoende lange periode van vorst kan eventueel wel gebruikt worden voor deze bodembewerking, maar gezien de zachte winters, kan men hier moeilijk op rekenen. Voor ITR stelt het probleem zich dat vanaf dat de zode goed ontwikkeld is, de strip-tillmachine niet meer naar behoren kan werken, precies door deze zode.

ITR	GM+F	TLVM
		
1 SEPTEMBER 2018 – Opkomst groenbedekker		
		
8 NOVEMBER 2018 – Volle ontwikkeling		



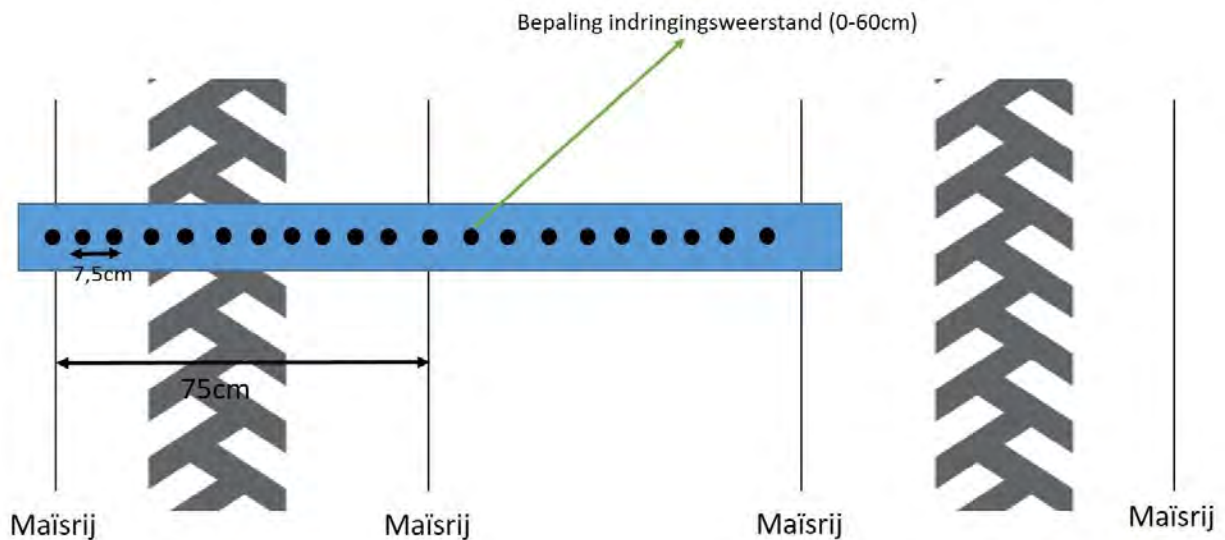
Figuur 3-4: Zicht op de ontwikkeling van de groenbedekkers augustus 2017-april 2018.

In figuur 3-4 wordt met enkele foto's geïllustreerd hoe de groenbedekkers zich ontwikkelden. Het raaigras in ITR ontwikkelde zich snel en sterk. De zaaidatum was dan ook vroeger dan normaal voor deze groenbedekker. Het raaigras kwam sterk ontwikkeld de winter uit en gaf een dik pakket plantenmateriaal. De opkomst en ontwikkeling van de groenbedekker in GM+F was zeer goed en homogeen. Hoewel de facelia mooi opkwam, was heel duidelijk dat hij de concurrentie met de gele mosterd niet aan kon. De meerwaarde van dit mengsel ten opzichte van gele mosterd reinteelt was dan ook klein. Vermoedelijk moet het aandeel facelia in het mengsel groter zijn en/of moet er een lagere dosis zaad gebruikt worden. Na de winter was de groenbedekker mooi doodgevroren. De opkomst van de groenbedekker in TLVM was heterogeen en trager. Vermoedelijk het gevolg van de gewaseigenschappen van de verschillende componenten van het mengsel. In het volle najaar, was de groei en hoogte van het gewas niet verschillend van de groenbedekker in GM+F. In TLVM waren alle gezaaide componenten duidelijk aanwezig, maar de 2 mosterdsoorten (Ethiopische mosterd 4% en gele mosterd 11%) maakten het gros uit van het gewas. Japanse haver, die nochtans 45% van het mengsel uitmaakte, was nauwelijks aanwezig. Na de winter waren alle componenten mooi doodgevroren op de rammenas na. Deze had een verdikte wortel. In principe zou deze overlevende plant de N kunnen opnemen die lekt uit de doodgevroren planten. Uit de vergelijking van GM+F (dat geen overlevende planten bevat) en TLVM (met rammenas), blijkt dat er nauwelijks verschil zit in minerale N-inhoud van het bodemprofiel op 15 maart 2018. Ofwel is het effect te klein, ofwel zijn er te weinig overlevende rammenasplanten. De rammenasplanten kwamen inderdaad slechts sporadisch voor.

3.4.2 Indringingsweerstand voorjaar 2018 (15 maart 2018)

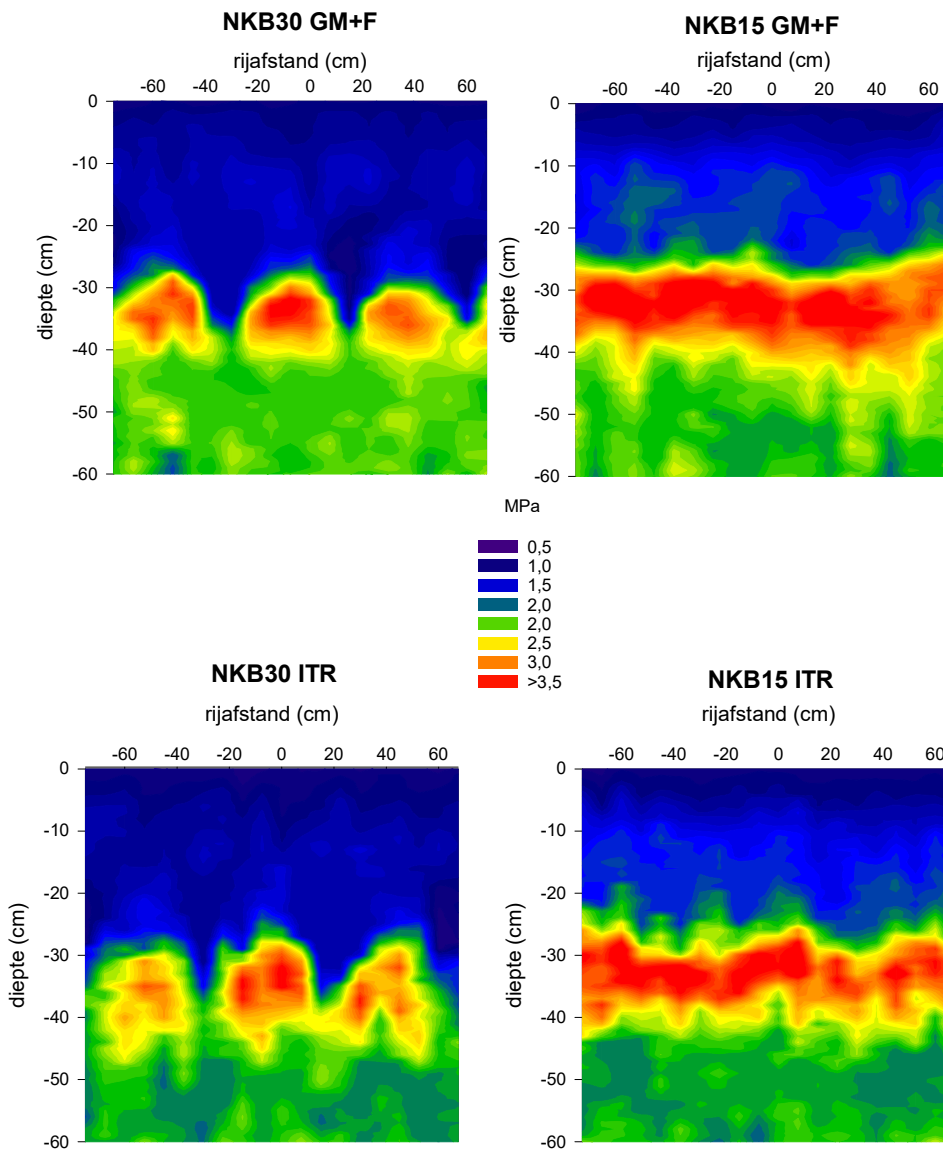
Uit de voorbije veldproeven bleek dat het type groenbedekker en bodembewerkingen (en compactie door machines) een sterke invloed kunnen hebben op het bodemprofiel en het welslagen van een volggewas na strip-till en niet-kerende bodembewerking. Daarom werd op 15 maart 2018, nog voor de bodembewerkingen en berijding voor bespuiting en klepelen, intensief de indringingsweerstand bepaald van het profiel.

In de stroken L3, L4, L6, L7, L8 en L10, werden penetrometingen verricht op de groenbedekkers ITR en GM+F, in blokken A, B en C. Op 15 maart was er nog geen verschil in bodembewerking tussen de stroken L3, L7 en L10 (NKB15, ondiep bewerkt in augustus) onderling en tussen de stroken L4, L6 en L8 (NKB30, diep bewerkt in augustus) onderling. De penetrometingen konden dus samengevoegd worden in 4 groepen, nl. NKB30 GM+F, NKB15 GM+F, NKB30 ITR en NK15 ITR. Per groep zijn er op deze manier 9 herhalingen. De penetrometingen werden uitgevoerd tot 60 cm diepte. Per locatie waar penetrometingen werden verricht, werd op 20 punten (7,5 cm uit elkaar) op 1 lijn, een meting verricht. De lijn werd zo gepositioneerd en uitgemeten dat ze niet samenvielen met een bandenspoor van bij het zaaien van de groenbedekker en op deze wijze dat ze loodrecht op de lijnen lagen waar later de maïs zou gezaaid worden. Op positie -75, 0 en +75 op de X-as zouden later de maïsrijen komen. Dit wordt schematisch weergegeven in figuur 3-5. de bandensporen in deze figuur geven aan waar de bandensporen liggen van de tractor die werd gebruikt voor de diepe (NKB30 en ondiepe (NKB15) niet-kerende bodembewerking in augustus 2017. Het resultaat van deze metingen wordt gegeven onder de vorm van een 2D penetrogram in figuur 3-6. Gelijktijdig met de penetrometingen, werd ook het gravimetrisch vochtgehalte bepaald van het profiel 0-60 cm (3 steken per mengstaal). Dit staat weergegeven in figuur 3-5.



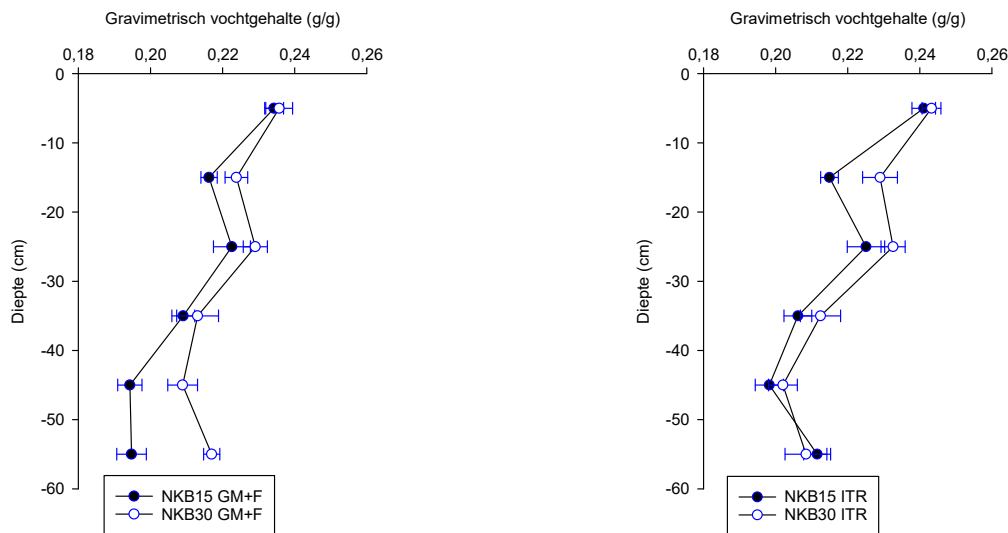
Figuur 3-5: Schematisch overzicht van de posities waar penetrometingen werden verricht op 15 maart 2018. De sporen zijn de bandensporen van de niet-kerende bodembewerking in het najaar.

In figuur 3-6 is heel duidelijk het effect te zien van de bodembewerkingen in augustus 2017. Dit perceel werd tot 2016 ieder jaar geploegd, met een ploegzool tot gevolg. Wanneer enkel de vaste tandcultivator werd gebruikt (NKB15), was de bodem tot ruim 20 cm los, maar is de ploegzool in de laag 30-40 cm nog aanwezig. Door de diepe decompactie (NKB30) werd met de dents michel tot in de ploegzool gewerkt. Hoewel nog duidelijk harde zones aanwezig zijn in de laag 30-40 cm, werd de ploegzool gebroken en is in de penetrogrammen zelfs goed zichtbaar waar de micheltanden door het profiel zijn gegaan. De zwaarste verdichting bedroeg 3,7 MPa voor NKB30 GM+F en NKB30 ITR en bedroeg 4,3 MPa in NKB15 GM+F en NKB15 ITR. Dit zijn verdichtingen waarbij wortels het moeilijk hebben om door de verdichte laag te dringen. Door het breken van de ploegzool, zal dit dus zeker meer kansen gegeven hebben aan de groenbedekker om naar de diepte te groeien. In de penetrogrammen is echter geen verschil merkbaar tussen de groenbedekkers GM+F en ITR, die nochtans een zeer verschillend wortelgestel hebben (GM: diepe penwortel, F: dicht wortelgestel, ITR: dicht wortelgestel met wortelmat aan bodemoppervlak). In ITR was in oktober 2017, gedurende een 2-tal weken een beter groei vast te stellen in stroken met NKB30, dan in stroken met NKB15. We slaagden er echter niet in om dit op foto's vast te stellen. Dit effect was niet zichtbaar in GM+F, noch in TLVM en het effect ebde later op het najaar ook weg.



Figuur 3-6: Penetrogrammen voor de groepen NKB30 GM+F, NKB15 GM+F, NKB30 ITR en NK15 ITR (n=9).

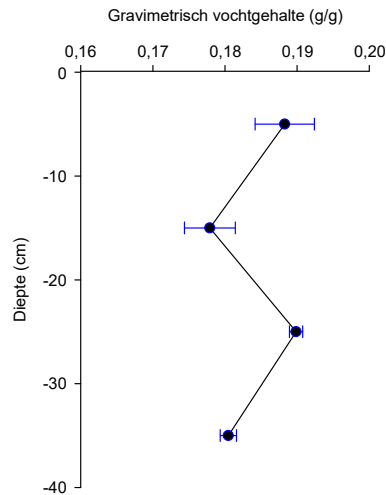
In figuur 3-7 wordt het gravimetrisch vochtgehalte van het bodemprofiel 0-60 cm op 15 maart 2018 weergegeven. Hieruit blijkt dat het profiel over de gehele diepte op dat moment vrij vochtig was.. Het profiel was iets vochtiger bij NKB30 dan bij NKB15. Onder de ploegzool was de bodem iets droger. Dit effect was het minst duidelijk bij NKB30 GM+F. Er leek weinig verschil te zijn in vochtgehalte tussen ITR en GM+F.



Figuur 3-7: Gemiddeld gravimetric vochtgehalte (\pm standaardfout) in het bodemprofiel voor de groepen NKB30 GM+F, NKB15 GM+F, NKB30 ITR en NKB15 ITR ($n=9$).

3.4.3 Bodembewerkingen en zaai kuilmaïs voorjaar 2018

Na het doodspuiten en klepelen van de groenbedekkers, werd op 24 april 2018 runderdrijfmest uitgereden bovenop de bodem in de stroken waar nog op dezelfde dag een ondiepe niet-kerende bodembewerking (NKB15), diepe niet-kerende bodembewerking (NKB30) of geploegd zou worden. De verdeling van de mest gebeurde over een werkbreedte van 3 m, zodat het bandenspoor van tractor en drijfmestvat in iedere strook op dezelfde plaats lag. De mest werd onmiddellijk ingewerkt met een vaste tandcultivator (15 cm diepte). In NKB30 was er vervolgens een passage met een diepgronder (6 micheltanden op 1 balk) en in de geploegde stroken werd ook dezelfde dag geploegd. Vermits in de stroken NKB15 reeds met de vaste tandcultivator werd gewerkt tot 15 cm diep om de mest in te werken, werd hier geen verdere bodembewerking meer uitgevoerd. In alle stroken NKB15, NKB30 en geploegd, werd een zaaibedbereiding uitgevoerd met rotoreg. Door het drogende weer kon dit reeds een 8 uur later. In alle stroken met strip-till (S25), werd de mest rechtsreeks met de strip-tillmachine (6 km/u, 25 cm diep, vaste tand voorzien van vleugeltjes, mest 10 cm ondieper dan bewerking) geïnjecteerd. De bodembewerking met de strip-tillmachine verliep zonder problemen en zonder stoppingen. Hoewel de bodem iets moeilijker bewerkte in ITR dan in GM+F en TLVM, was de bodem mooi verkruid en werd een degelijk zaaibed gecreëerd. In de stroken waar in het vorige najaar reeds een strip-tillbewerking werd uitgevoerd verliep de bodembewerking even goed als in de andere stroken. Het was echter wel zo dat de bewerkte strook dieper kwam te liggen dan het bodemoppervlak van de niet bewerkte tussenstroken. In figuur 3-8 wordt het gravimetrisch vochtgehalte van het bodemprofiel 0-40 cm op 24 april 2018 weergegeven. Hiertoe werd een mengstaal genomen van 3 steken per blok (1 in elke groenbedekker, allen in strook L8). Er waren geen verschillen tussen de blokken, daarom werd 1 grafiek gemaakt van alle stalen samen. De bodem was gedroogd t.o.v. de situatie in maart.. Er werd weinig tot geen insporing opgemerkt bij bodembewerking. Dezelfde avond/nacht, werd gezaaid. Dit verliep goed. Er werden geen opkomststellingen uitgevoerd, maar er waren geen visuele verschillen in plantdichtheid tussen de verschillende behandelingen.



Figuur 3-8: Gemiddeld gravimetric vochtgehalte (\pm standaardfout) in het bodemprofiel (n=3).

3.4.4 Onkruiden

Na de winter was de zode in ITR goed gesloten en waren praktisch geen onkruiden aanwezig in het Italiaans raaigras. In GM+F en TLVM daarentegen kwam wel op veel plaatsen vogelmuur en tarweopslag voor. In beperkte mate ook straatgras. In TLVM werden ook levende rammenasplanten teruggevonden. Na doodspuiten op 26 maart 2018, werden de gewasresten geklepeld. In de stroken NKB15, NKB30 en de geploegde stroken, was er wel aanwezigheid van hanenpoot en melganzevoet, na de opkomst van de maïs, maar de onkruiddruk was relatief beperkt. Met de herbicidebehandeling op 26 mei werden deze onkruiden voldoende bestreden. In de stroken met strip-till (S25), was er een duidelijke aanwezigheid van doorlevende vogelmuur in GM+F en TLVM. In ITR was het zelfs zo dat veel planten Italiaans raaigras na de remming met glyfosaat, terug de groei hervatten (zie figuur 3-9). Met de herbicidebehandeling van 26 mei werd de vogelmuur voldoende bestreden. De druk van Italiaans raaigras was groot en de herbicidebehandeling mocht zeker niet uitgesteld worden. Door de behandeling van 26 mei werden de doorlevende planten Italiaans raaigras, echter wel praktisch 100% afgedood.



NKB30 (najaar 2017)+ ITR + Ploegen



NKB30 (najaar 2017)+ TLVM + S25



NKB30 (najaar 2017)+ GM+F + S25



NKB30 (najaar 2017)+ ITR + S25

Figuur 3-9: Zicht op de maïs in 2e bladstadium en de onkruidruk op 22 mei 2018.

Uit deze proef blijkt net als bij de voorgaande proeven in 2016 en 2017, dat in strip-till vooral moet opgelet worden met het feit dat onkruidplanten tussen de bewerkte stroken ongeremd kunnen groeien en voor een hoge onkruidruk zorgen. In de andere behandelingen zorgen de bodembewerkingen en zaaibedbereiding voor een mechanische vernietiging van het onkruid. Ook moet opgelet worden met doorlevend Italiaans raaigras tussen de stroken. Zelfs na het tijdig inzetten van glyfosaat.

3.4.5 Gewasontwikkeling en gewashoogte

Van opkomst tot het 6^e bladstadium, waren relatief weinig verschillen op te merken tussen de behandelingen. In de maanden juni en juli, onder invloed van de extreme droogte en hitte, werden verschillen tussen behandelingen visueel heel zichtbaar. De geploegde stroken hadden steeds de donkerste kleur en leken er visueel het beste bij te staan. Tussen de behandelingen met NKB15, NKB30 en S25, waren heel duidelijke verschillen te zien in zowel bladkleur als gewashoogte die scherp afgelijnd werden door de grenzen van de veldjes. De veldjes strip-till na Italiaans raaigras deden het zoals verwacht bijzonder slecht. De planthoogte werd handmatig opgemeten op 20 augustus 2018, door random 5 planten te meten van de middenste 2 rijen maïs van ieder veldje. Deze wordt weergegeven in Tabel 3-6. Omdat deze significant gecorreleerd ($p < 0,001$, $R = 0,40$, Gewasopbrengst [kg/ha] = hoogte [m] x 5681 + 2555) was met de drogestofopbrengst (zie verder) van de maïs, werd er geen verdere statistiek uitgevoerd op de hoogtemetingen.

Tabel 3-6: Overzicht van de gemiddelde gewashoogte (\pm standaardfout; $n=3$) van alle behandelingen van de veldproef.

Strook Lengterichting	Bodembewerking Zomer 2017	groenbedekker	Bodembewerking Voorjaar 2018	Gewashoogte m
L1	NKB30	ITR	P	2,45 \pm 0,07
L1	NKB30	GM+F	P	2,53 \pm 0,03
L1	NKB30	TLVM	P	2,54 \pm 0,04
L2	NKB30 + S25	ITR	S25	2,15 \pm 0,04
L2	NKB30 + S25	GM+F	S25	2,24 \pm 0,09
L2	NKB30 + S25	TLVM	S25	2,30 \pm 0,01
L3	NKB15	ITR	NKB30	2,27 \pm 0,03
L3	NKB15	GM+F	NKB30	2,38 \pm 0,04
L3	NKB15	TLVM	NKB30	2,54 \pm 0,07
L4	NKB30	ITR	NKB30	2,31 \pm 0,03
L4	NKB30	GM+F	NKB30	2,38 \pm 0,01
L4	NKB30	TLVM	NKB30	2,58 \pm 0,03
L5	NKB15	ITR	NKB15	2,20 \pm 0,03
L5	NKB15	GM+F	NKB15	2,32 \pm 0,05
L5	NKB15	TLVM	NKB15	2,39 \pm 0,01
L6	NKB30	ITR	NKB15	2,37 \pm 0,04
L6	NKB30	GM+F	NKB15	2,41 \pm 0,05
L6	NKB30	TLVM	NKB15	2,46 \pm 0,02
L7	NKB15	ITR	S25	1,93 \pm 0,08
L7	NKB15	GM+F	S25	2,17 \pm 0,07
L7	NKB15	TLVM	S25	2,24 \pm 0,04
L8	NKB30	ITR	S25	2,13 \pm 0,08
L8	NKB30	GM+F	S25	2,26 \pm 0,09
L8	NKB30	TLVM	S25	2,28 \pm 0,02
L9	NKB15+S25	ITR	S25	2,10 \pm 0,02
L9	NKB15+S25	GM+F	S25	2,13 \pm 0,07
L9	NKB15+S25	TLVM	S25	2,23 \pm 0,08
L10	NKB15	ITR	P	2,24 \pm 0,05
L10	NKB15	GM+F	P	2,32 \pm 0,09
L10	NKB15	TLVM	P	2,36 \pm 0,03

3.5 Opbrengstbepaling

Op 21 augustus 2018 werd de opbrengst bepaald van de veldproef. De opbrengstbepaling werd verricht met een proefveldhakselaar met automatische staalname en weging. In iedere veldje werden 2 maïsrijen over een lengte van 11 m geoogst voor opbrengstbepaling. Deze 2 rijen werden steeds zo gekozen dat het om de 2^e en 3^e maïsrij van het veldje ging. Dit om randeffecten te voorkomen en eventuele verschillen in het afleggen van meststoffen in de rij door de zaaimachine. De 2^e en 3^e rij worden immers gelijk gezaaid in dezelfde werkgang, maar bemest uit een andere kunstmestbak op de zaaimachine. Het DS-gehalte werd bepaald door een staal van 1 kg gehakselde maïs 72 uur te drogen in een droogstoof bij 70°C. In tabel 3-7 wordt een overzicht gegeven van de gewasopbrengsten van alle behandelingen.

Tabel 3-7: Overzicht van de gemiddelde gewasopbrengst (\pm standaardfout; $n=3$) van alle behandelingen van de veldproef.

Strook Lengterichting	Bodembewerking Zomer 2017	groenbedekker	Bodembewerking Voorjaar 2018	DS%	Gewasopbrengst kg DS/ha
L1	NKB30	ITR	P	36,2	17,1 ($\pm 0,3$)
L1	NKB30	GM+F	P	33,5	16,2 ($\pm 1,0$)
L1	NKB30	TLVM	P	35,9	18,1 ($\pm 0,6$)
L2	NKB30 + S25	ITR	S25	35,4	16,5 ($\pm 0,3$)
L2	NKB30 + S25	GM+F	S25	32,3	15,6 ($\pm 0,7$)
L2	NKB30 + S25	TLVM	S25	35,3	17,0 ($\pm 0,2$)
L3	NKB15	ITR	NKB30	36,3	14,1 ($\pm 0,1$)
L3	NKB15	GM+F	NKB30	36,4	16,4 ($\pm 0,4$)
L3	NKB15	TLVM	NKB30	36,8	16,8 ($\pm 0,3$)
L4	NKB30	ITR	NKB30	36,7	14,0 ($\pm 0,4$)
L4	NKB30	GM+F	NKB30	36,5	16,3 ($\pm 0,4$)
L4	NKB30	TLVM	NKB30	36,9	16,6 ($\pm 0,2$)
L5	NKB15	ITR	NKB15	37,0	13,6 ($\pm 0,4$)
L5	NKB15	GM+F	NKB15	36,1	15,8 ($\pm 0,1$)
L5	NKB15	TLVM	NKB15	37,0	16,4 ($\pm 0,2$)
L6	NKB30	ITR	NKB15	36,7	14,4 ($\pm 0,4$)
L6	NKB30	GM+F	NKB15	35,9	16,5 ($\pm 0,3$)
L6	NKB30	TLVM	NKB15	35,6	16,9 ($\pm 0,2$)
L7	NKB15	ITR	S25	32,2	12,8 ($\pm 0,7$)
L7	NKB15	GM+F	S25	31,7	14,8 ($\pm 0,8$)
L7	NKB15	TLVM	S25	32,2	15,0 ($\pm 0,7$)
L8	NKB30	ITR	S25	35,2	15,4 ($\pm 0,8$)
L8	NKB30	GM+F	S25	34,2	17,0 ($\pm 0,6$)
L8	NKB30	TLVM	S25	35,0	16,8 ($\pm 0,1$)
L9	NKB15+S25	ITR	S25	34,2	14,1 ($\pm 0,9$)
L9	NKB15+S25	GM+F	S25	32,0	14,7 ($\pm 1,0$)
L9	NKB15+S25	TLVM	S25	32,8	15,0 ($\pm 0,5$)
L10	NKB15	ITR	P	32,7	15,0 ($\pm 0,9$)
L10	NKB15	GM+F	P	30,3	15,2 ($\pm 1,0$)
L10	NKB15	TLVM	P	30,7	15,6 ($\pm 0,1$)

De gewasopbrengst kan niet verwerkt worden in een factoriële ANOVA met 4-wegsiinteractietermen omdat er te weinig vrijheidsgraden zijn. Uit de factoriële ANOVA met 3-wegsiinteractietermen, blijkt dat alle 3-wegsiinteractietermen niet significant zijn ($p \gg 0,05$). De gewasopbrengst werd daarom statistisch verder verwerkt in een factoriële ANOVA met 2-wegsiinteractietermen, volgens het model OPBRENGST = intercept + BLOK + BODEMBEWERKING ZOMER 2017 + GROENBEDEKKER + BODEMBEWERKING VOORJAAR 2018 + BLOK x BODEMBEWERKING ZOMER 2017 + BLOK x GROENBEDEKKER + BLOK x BODEMBEWERKING VOORJAAR 2018 + BODEMBEWERKING ZOMER 2017 x GROENBEDEKKER + BODEMBEWERKING ZOMER 2017 x BODEMBEWERKING VOORJAAR 2018 + GROENBEDEKKER x BODEMBEWERKING VOORJAAR 2018. Het resultaat van deze analyse wordt weergegeven in tabel 3-8.

Tabel 3-8: Overzicht van de significantie van de factoren opgenomen in de ANOVA-analyse (p-waarden in het rood zijn <0,05).

Factor	P-waarde
Intercept	0,000
BLOK	0,139
BODEMBEWERKING ZOMER 2017	0,000
GROENBEDEKKER	0,000
BODEMBEWERKING VOORJAAR 2018	0,023
BLOK*BODEMBEWERKING ZOMER 2017	0,157
BLOK*GROENBEDEKKER	0,402
BLOK*BODEMBEWERKING VOORJAAR 2018	0,146
GROENBEDEKKER*BODEMBEWERKING ZOMER 2017	0,742
GROENBEDEKKER*BODEMBEWERKING VOORJAAR 2018	0,006
BODEMBEWERKING ZOMER 2017*BODEMBEWERKING VOORJAAR 2018	0,000

Uit tabel 3-8 blijkt dat de hoofdfactoren BODEMBEWERKING ZOMER 2017, GROENBEDEKKER, BODEMBEWERKING VOORJAAR 2018 significant zijn, maar tevens ook de interactietermen GROENBEDEKKER*BODEMBEWERKING VOORJAAR 2018 en BODEMBEWERKING ZOMER 2017*BODEMBEWERKING VOORJAAR 2018. Er was geen significant blok-effect. De data werd getest voor normaliteit en homoscedasticiteit en kon steeds parametrisch verwerkt worden. Dit betekent dat de bodembewerking in het voorjaar 2018 wordt beïnvloed door zowel de groenbedekker als de bodembewerking in de zomer van 2017. In verdere verwerking van de gegevens hieronder werd de gemeenschappelijke factor BODEMBEWERKING VOORJAAR 2018 per behandeling uit elkaar gehaald en afzonderlijk in nieuwe factoriële ANOVA's verwerkt.

3.5.1 Strip-till (S25) voorjaar 2018

De gewasopbrengst van de behandelingen met strip-till voorjaar 2018 werd statistisch verwerkt in een nieuwe factoriële ANOVA met 2-wegs interactietermen, volgens het model OPBRENGST = intercept + BLOK + BODEMBEWERKING ZOMER 2017 + GROENBEDEKKER + BLOK x BODEMBEWERKING ZOMER 2017 + BLOK x GROENBEDEKKER + BODEMBEWERKING ZOMER 2017 x GROENBEDEKKER. Vermits de interactietermen niet significant waren (BLOK x BODEMBEWERKING ZOMER 2017: $p=0,17$; BLOK x GROENBEDEKKER: $p=0,49$; BODEMBEWERKING ZOMER 2017 x GROENBEDEKKER: $p=0,21$), kon gewerkt worden met een ANOVA voor hoofdfactoren. Het resultaat hiervan staat in tabel 3-9.

Tabel 3-9: Overzicht van de significantie van de termen opgenomen in de ANOVA-analyse voor de behandelingen met strip-till in het voorjaar 2018 (p-waarden in het rood zijn <0,05).

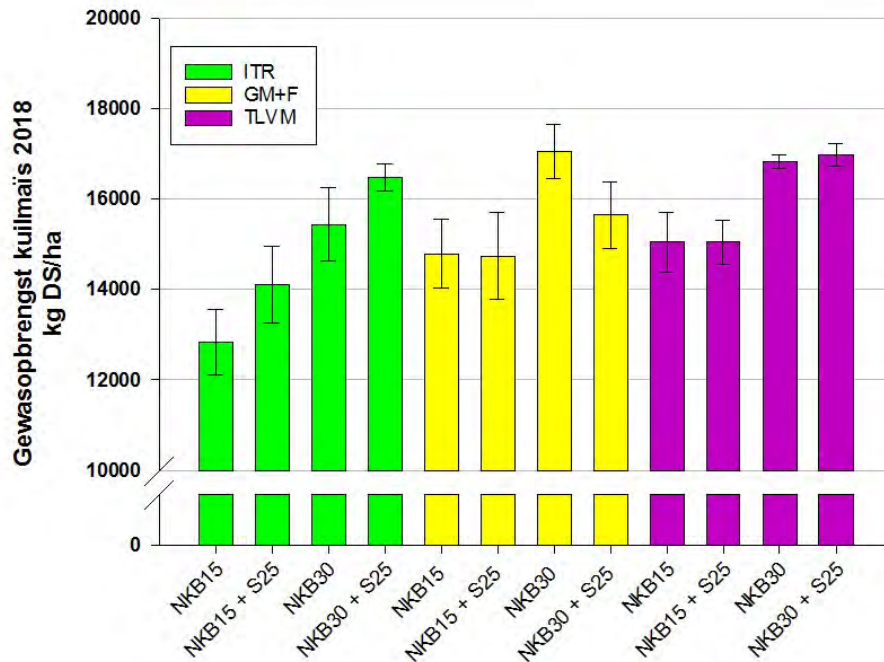
Factor	P-waarde
Intercept	0,000
BLOK	0,012
GROENBEDEKKER	0,014
BODEMBEWERKING ZOMER 2017	0,000

De bodembewerking in de zomer van 2017 en de groenbedekker hadden een significante invloed op de opbrengst van de kuilmaïs in strip-till in 2018. In tabel 3-10 wordt een overzicht gegeven van de post-hoc testen uitgevoerd op de hoofdfactoren.

Tabel 3-10: Zicht op de gemiddelde drogestof-opbrengst en post-hoc test (Tukey HSD-test) uitgevoerd op de hoofdfactoren BODEMBEWERKING ZOMER 2017 en GROENBEDEKKER. Significante verschillen (p<0,05) tussen behandelingen zijn aangeduid met een verschillende letter.

BODEMBEWERKING ZOMER 2017		GROENBEDEKKER	
	Drogestof-opbrengst (ton/ha)		Drogestof-opbrengst (ton/ha)
NKB15	14,2 a	ITR	14,7 a
NKB15 + S25	14,6 a	GM+F	15,6 ab
NKB30+ S25	16,4 b	TLVM	16,0 b
NKB30	16,4 b		

Figuur 3-10 geeft een beeld op de gewasopbrengst van de verschillende strip-tillbehandelingen. Uit de statistische analyses kunnen we besluiten dat type groenbedekker en de bodembewerking net voor de inzaai van de groenbedekker onafhankelijk van elkaar een invloed hebben op de maïsopbrengst in het systeem van strip-till. Een diepe decompactie in de zomer van 2017 had een duidelijk positief effect op de gewasopbrengst van kuilmaïs. Vermoedelijk is dit terug te brengen tot het feit dat de ploegzool (gedeeltelijk) werd losgewerkt (zie §4.2). De extra strip-tillbewerking in de zomer van 2017 had geen invloed op de opbrengst. Italiaans raagrass scoort als groenbedekker significant slechter bij strip-till dan TLVM mengsel, maar is niet significant verschillend van GM+F.



Figuur 3-10: Overzicht van de gemiddelde gewasopbrengst (\pm standaardfout; n=3) kuilmaïs 2018 in de behandelingen met strip-tillbodembewerking in het voorjaar 2018.

3.5.2 Ondiepe niet-kerende bodembewerking (NKB15) voorjaar 2018

De gewasopbrengst van de behandelingen met ondiepe niet-kerende bodembewerking (NKB15) voorjaar 2018 werd statistisch verwerkt in een factoriële ANOVA met 2-wegs interactietermen, volgens het model $OPBRENGST = intercept + BLOK + BODEMBEWERKING\ ZOMER\ 2017 + GROENBEDEKKER + BLOK \times BODEMBEWERKING\ ZOMER\ 2017 + BLOK \times GROENBEDEKKER + BODEMBEWERKING\ ZOMER\ 2017 \times GROENBEDEKKER$. Vermits de interactietermen waren niet significant waren (BLOK x BODEMBEWERKING ZOMER 2017: $p=0,88$; BLOK x GROENBEDEKKER: $p=0,38$; BODEMBEWERKING ZOMER 2017 x GROENBEDEKKER: $p=0,89$), kon gewerkt worden met een ANOVA voor hoofdfactoren. Het resultaat hiervan staat in tabel 3-11.

Tabel 3-11: Overzicht van de significantie van de termen opgenomen in de ANOVA-analyse voor de behandelingen met strip-till in het voorjaar 2018 (p-waarden in het rood zijn $<0,05$).

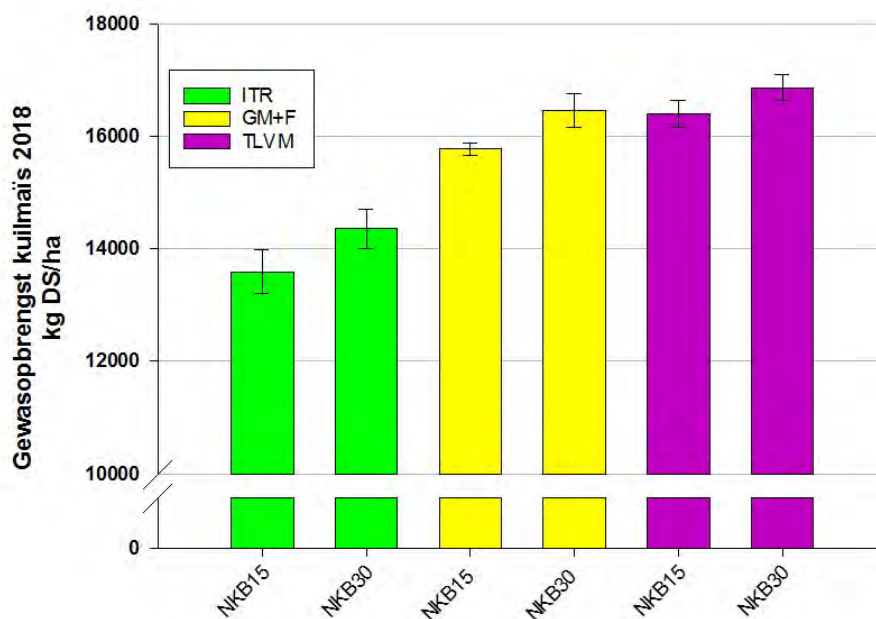
Factor	P-waarde
Intercept	0,000
BLOK	0,974
GROENBEDEKKER	0,000
BODEMBEWERKING ZOMER 2017	0,018

De bodembewerking in de zomer van 2017 en de groenbedekker hadden een significante invloed op de opbrengst van de kuilmaïs in ondiepe niet-kerende bodembewerking in 2018. In tabel 3-12 wordt een overzicht gegeven van de post-hoc testen uitgevoerd op de hoofdfactoren.

Tabel 3-12: Zicht op de gemiddelde drogestof-opbrengst en post-hoc test (Tukey HSD-test) uitgevoerd op de hoofdfactoren BODEMBEWERKING ZOMER 2017 en GROENBEDEKKER. Significante verschillen ($p < 0,05$) tussen behandelingen zijn aangeduid met een verschillende letter.

BODEMBEWERKING ZOMER 2017		GROENBEDEKKER	
	Drogestof-opbrengst (ton/ha)		Drogestof-opbrengst (ton/ha)
NKB15	15,3 a	ITR	14,0 a
NKB30	15,9 b	GM+F	16,1 b
		TLVM	16,6 b

Figuur 3-11 geeft een beeld op de gewasopbrengst van de verschillende behandelingen met ondiepe niet-kerende bodembewerking. Uit de statistische analyses kunnen we besluiten dat type groenbedekker en de bodembewerking net voor de inzaai van de groenbedekker onafhankelijk van elkaar een invloed hebben op de maïsopbrengst in het systeem van ondiepe niet-kerende bodembewerking. Een diepe decompactie in de zomer van 2017 had een duidelijk positief effect op de gewasopbrengst van kuilmaïs. Vermoedelijk is dit terug te brengen tot het feit dat de ploegzool (gedeeltelijk) werd losgewerkt (zie eerder). Italiaans raaigras dient als groenbedekker bij ondiepe niet-kerende bodembewerking vermeden te worden.



Figuur 3-11: Overzicht van de gemiddelde gewasopbrengst (\pm standaardfout) kuilmaïs 2018 in de behandelingen met ondiepe niet-kerende bodembewerking in het voorjaar 2018.

3.5.3 Diepe niet-kerende bodembewerking (NKB30) voorjaar 2018

De gewasopbrengst van de behandelingen met diepe niet-kerende bodembewerking (NKB30) voorjaar 2018 werd statistisch verwerkt in een factoriële ANOVA met 2-wegs interactietermen, volgens het model $OPBRENGST = intercept + BLOK + BODEMBEWERKING\ ZOMER\ 2017 + GROENBEDEKKER + BLOK \times BODEMBEWERKING\ ZOMER\ 2017 + BLOK \times GROENBEDEKKER + BODEMBEWERKING\ ZOMER\ 2017 \times GROENBEDEKKER$. Vermits de interactietermen niet significant waren (BLOK x BODEMBEWERKING ZOMER 2017: $p=0,36$; BLOK x GROENBEDEKKER: $p=0,09$; BODEMBEWERKING ZOMER 2017 x GROENBEDEKKER: $p=0,92$), kon gewerkt worden met een ANOVA voor hoofdfactoren. Het resultaat hiervan staat in tabel 3-13.

Tabel 3-13: Overzicht van de significantie van de termen opgenomen in de ANOVA-analyse voor de behandelingen met strip-till in het voorjaar 2018 (p -waarden in het rood zijn $<0,05$).

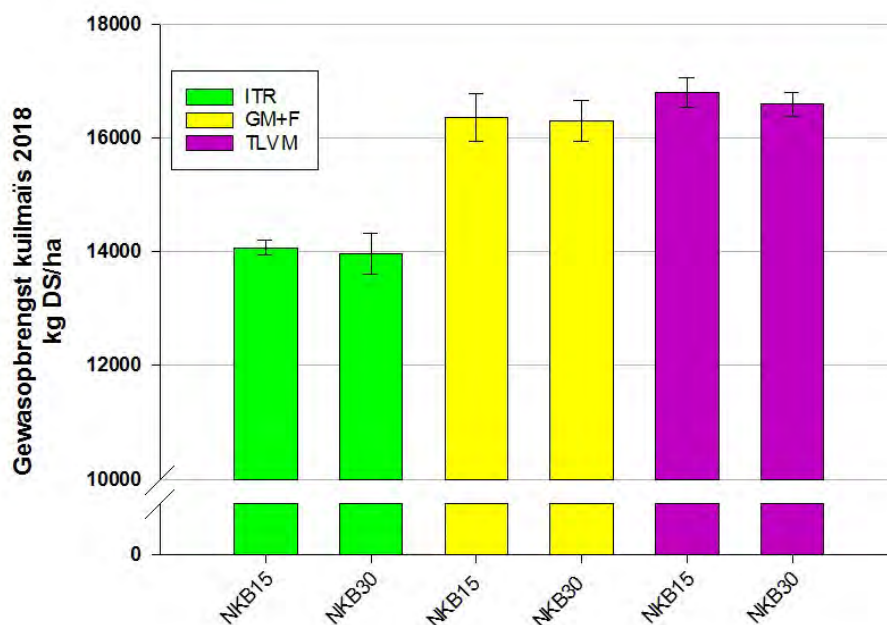
Factor	P-waarde
Intercept	0,000
BLOK	0,123
GROENBEDEKKER	0,000
BODEMBEWERKING ZOMER 2017	0,553

De groenbedekker had een significante invloed op de opbrengst van de kuilmaïs in diepe niet-kerende bodembewerking in 2018. In tabel 3-14 wordt een overzicht gegeven van de post-hoc testen uitgevoerd op de hoofdfactor groenbedekker. De bodembewerking in de zomer van 2017 had geen effect op de gewasopbrengst. Vermoedelijk komt dit omdat bij de diepe niet-kerende bodembewerking in het voorjaar 2018 ook voldoende diep werd gewerkt om de verdichte zone in het profiel op heffen. Het verschil tussen NKB15 en NKB30 van de zomer 2017, verdwijnt hierdoor.

Tabel 3-14: Zicht op de gemiddelde drogestofopbrengst en post-hoc test (Tukey HSD-test) uitgevoerd op de hoofdfactoren BODEMBEWERKING ZOMER 2017 GROENBEDEKKER. Significante verschillen ($p < 0,05$) tussen behandelingen zijn aangeduid met een verschillende letter.

BODEMBEWERKING ZOMER 2017		GROENBEDEKKER	
	Drogestof-opbrengst (ton/ha)		Drogestof-opbrengst (ton/ha)
NKB15	15,6 a	ITR	14,0 a
NKB30	15,7 a	GM+F	16,3 b
		TLVM	16,7 b

Figuur 3-12 geeft een beeld op de gewasopbrengst van de verschillende behandelingen met diepe niet-kerende bodembewerking. Uit de statistische analyses kunnen we besluiten dat een diepe decompactie in de zomer van 2017 geen significant effect op de gewasopbrengst van kuilmaïs had. Maar ook hier dient net als bij strip-till en ondiepe niet-kerende bodembewerking, Italiaans raaigras als groenbedekker vermeden te worden.



Figuur 3-12: Overzicht van de gemiddelde gewasopbrengst (\pm standaardfout; n=3 kuilmaïs 2018 in de behandelingen met diepe niet-kerende bodembewerking in het voorjaar 2018.

3.5.4 Ploegen voorjaar 2018

De gewasopbrengst van de behandelingen bij ploegen voorjaar 2018 werd statistisch verwerkt in een factoriële ANOVA met 2-wegs interactietermen, volgens het model $OPBRENGST = \text{intercept} + \text{BLOK} + \text{BODEMBEWERKING ZOMER 2017} + \text{GROENBEDEKKER} + \text{BLOK} \times \text{BODEMBEWERKING ZOMER 2017} + \text{BLOK} \times \text{GROENBEDEKKER} + \text{BODEMBEWERKING ZOMER 2017} \times \text{GROENBEDEKKER}$. Vermits de interactietermen niet significant waren (BLOK x BODEMBEWERKING ZOMER 2017: $p=0,15$; BLOK x GROENBEDEKKER: $p=0,49$; BODEMBEWERKING ZOMER 2017 x GROENBEDEKKER: $p=0,58$), kon gewerkt worden met een ANOVA voor hoofdfactoren. Het resultaat hiervan staat in tabel 3-15.

Tabel 3-15: Overzicht van de significantie van de termen opgenomen in de ANOVA-analyse voor de behandelingen met strip-till in het voorjaar 2018 (p-waarden in het rood zijn $<0,05$).

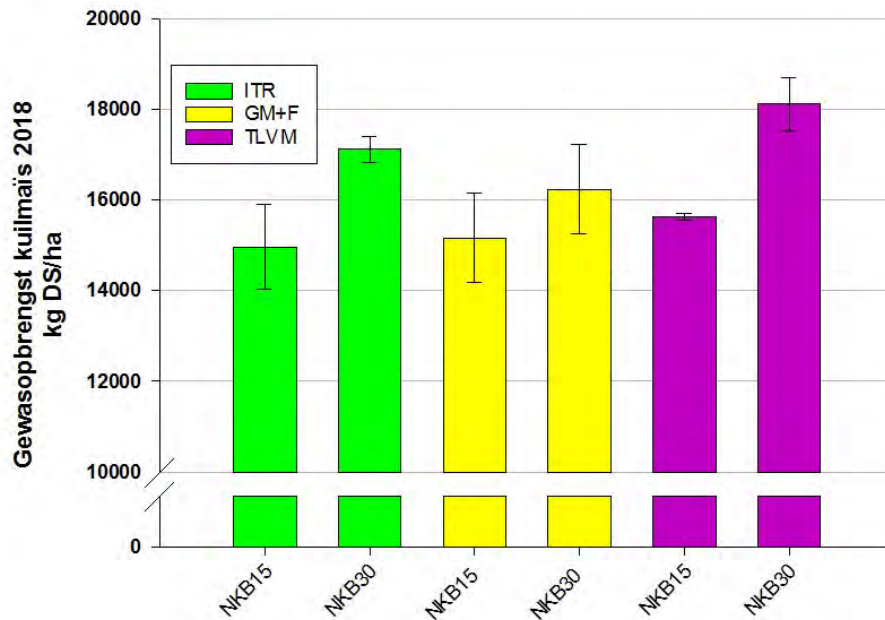
Factor	P-waarde
Intercept	0,000
BLOK	0,923
GROENBEDEKKER	0,319
BODEMBEWERKING ZOMER 2017	0,010

De bodembewerking in de zomer van 2017 had een significante invloed op de opbrengst van de kuilmaïs na ploegen in het voorjaar 2018. Omdat de proef is opgebouwd in stroken en L1 (NKB15 + ploegen) en L10 (NKB30 + ploegen), ruimtelijk gezien het verste uit elkaar lagen in de proef, werd nagekeken of dit een effect kan zijn van de positie in het veld. Er werd geen correlatie gevonden tussen de afstand ten opzichte van een referentiepunt en de strook. Bovendien was er ook geen significante interactie tussen blok en bodembewerking in de zomer 2017. Dit geeft aan dat het effect geen effect is van ruimtelijke variatie. In tabel 3-16 wordt een overzicht gegeven van de post-hoc testen uitgevoerd op de hoofdfactor.

Tabel 3-16: Zicht op de gemiddelde drogestof-opbrengst en post-hoc test (Tukey HSD-test) uitgevoerd op de hoofdfactor BODEMBEWERKING ZOMER 2017. Significante verschillen ($p < 0,05$) tussen behandelingen zijn aangeduid met een verschillende letter.

BODEMBEWERKING ZOMER 2017		GROENBEDEKKER	
	Drogestof-opbrengst (ton/ha)		Drogestof-opbrengst (ton/ha)
NKB15	15,3 a	ITR	16,0 a
NKB30	17,1 b	GM+F	15,7 a
		TLVM	16,9 a

Figuur 3-13 geeft een beeld op de gewasopbrengst van de verschillende behandelingen die werden geploegd in het voorjaar 2018. Uit de statistische analyses kunnen we besluiten dat het type groenbedekker geen invloed had op de gewasopbrengst van de kuilmaïs. Gezien de resten van de groenbedekker volledig worden ondergewerkt bij ploegen, vormen ze ook geen hinder voor de zaaibedbereiding en zaai die mogelijk beter verliep bij ploegen dan bij niet-kerende bodembewerking of strip-till. Doordat een diepe bodembewerking de ploegool gedeeltelijk kon opbreken heeft de diepe niet-kerende bodembewerking in het najaar wellicht ook bij ploegen een positief effect..



Figuur 3-13: Overzicht van de gemiddelde gewasopbrengst (\pm standaardfout; n=3) kuilmaïs 2018 in de behandelingen met ondiepe niet-kerende bodembewerking in het voorjaar 2018.

3.5.5 Vergelijking van strip-till, ondiepe en diepe niet-kerende bodembewerking en ploegen

Om de systemen van strip-till, diepe en ondiepe niet-kerende bodembewerking en ploegen voor kuilmaïs te gaan vergelijken, is het opportuun om eens de behandelingen met de hoogste kuilmaïs opbrengst per systeem naast elkaar te zetten. De proef was opgebouwd om duidelijk te maken welke keuzes best worden gemaakt in ieder systeem. De proef leert dus hoe we binnen ieder systeem de hoogste maïsopbrengst kunnen halen. Dit is weergegeven in tabel 3-17. Er werden geen statistisch significante verschillen (Tukey HSD, $p < 0,05$) waargenomen in de drogestof-opbrengst tussen de 4 systemen, indien de beste combinatie van groenbedekker en bodembewerking in zomer 2017 werden gekozen. Uit tabel 3-17 blijkt desondanks toch dat met ploegen ruim 1 ton DS/ha meer wordt geoogst dan in de systemen van strip-till, diep en ondiep niet-kerend.

Tabel 3-17: Overzicht van de gemiddelde gewasopbrengst (\pm standaardfout; n=3) van de behandelingen in de veldproef. Met de hoogste kuilmaïs opbrengst per systeem van bodembewerking

Systeem voor kuilmaïs	Bodembewerking Zomer 2017	groenbedekker	Bodembewerking Voorjaar 2018	Gewasopbrengst kg DS/ha
Ploegen	NKB30	TLVM	P	18,1 ($\pm 0,6$)
Diep Niet-kerend	NKB15	TLVM	NKB30	16,8 ($\pm 0,3$)
Ondiep niet-kerend	NKB30	TLVM	NKB15	16,9 ($\pm 0,2$)
Strip-till	NKB30	GM+F	S25	17,0 ($\pm 0,6$)

3.6 Conclusies

Bij aanvang van dit proefveld werden een aantal onderzoeksvragen naar voor geschoven. Op basis van de hierboven beschreven resultaten, wordt getracht een beknopt antwoord te formuleren op deze vragen.

4. Wat is de invloed van de groenbedekker op de gewasopbrengst van kuilmaïs in strip-till, ploegen, ondiepe en diepe niet-kerende bodembewerking?

Italiaans raaigras als groenbedekker, voorafgaand aan kuilmaïs had een negatief effect op de gewasopbrengst van kuilmaïs in het systeem van strip-till, diepe en ondiepe niet-kerende bodembewerking. Bij ploegen was er geen effect van de groenbedekker. Meerdere redenen kunnen hier de oorzaak van zijn. Hieronder enkele suggesties:

- Het wortelgestel van de verschillende groenbedekkers is duidelijk verschillend en kunnen hun gevolg hebben op de poriënverdeling en waterhuishouding. Dit is mogelijk doorslaggevend bij niet-kerende bodembewerking en strip-till en van minder belang bij ploegen omdat bij het ploegen het poriënstelsel toch volledig wordt losgemaakt en wordt gewijzigd.
- Bij strip-till bleek uit eerdere veldproeven, dat de strip-tillbodembewerking minder goed verloopt in een grasachtige groenbedekker, waardoor de bodem in de bewerkte strook onvoldoende verkruid is. In dit specifieke proefveld was dit echter niet het geval.
- Italiaans raaigras is reeds actief in het vroege voorjaar en kan voor de groei al heel wat bodemvocht transpireren. Het is bekend dat dit in droge jaren nadelig kan zijn op de kuilmaïs die er op volgt. Het Italiaans raaigras was echter al doodgespoten een maand voor aanleg van de proef. Bovendien werd 11 dagen voor doodspuiten geen verschil gevonden in bodemvochtgehalte tussen de groenbedekkers. Daarom sluiten we dit uit als oorzaak in deze proef.
- Italiaans raaigras liet weinig N na in het profiel in het voorjaar en het is pas na het inwerken van de groenbedekker bij aanleggen van de proef dat het Italiaans raaigras ten volle kon gaan mineraliseren en N vrijstellen. Dit proces kan trager zijn verlopen door de droge omstandigheden. Bij de andere groenbedekkers was het plantenmateriaal reeds bevroren tijdens de winter en de N gelekt naar de bodem en dus ter beschikking van de kuilmaïs bij aanleg van de proef. Omdat we geen minerale N gegevens hebben van de bodem tijdens de groeiperiode van de maïs kan dit echter niet onderbouwd worden.

Het is aan te raden om in een systeem van niet-kerende bodembewerking of strip-till, Italiaans raaigras te vermijden als groenbedekker in de rotatie. Italiaans raaigras leidt niet noodzakelijk tot een mindere opbrengst in de kuilmaïs, maar de kans op opbrengstdervingen omwille van specifieke omstandigheden is duidelijk aanwezig. In een systeem waarbij niet-kerende bodembewerking of strip-till afwisselend worden gehanteerd met ploegen, is het aan te raden bij aanwezigheid van Italiaans raaigras als groenbedekker, deze om te ploegen.

5. Wat is de invloed van een diepe versus ondiepe niet-kerende bodembewerking in het najaar op de gewasopbrengst van kuilmaïs in het volgende seizoen bij strip-till, ploegen, ondiepe en diepe niet-kerende bodembewerking?

De bodembewerking de zomer/het najaar voorafgaand aan de groenbedekker en kuilmaïs is van significant belang wanneer er een verdichte laag aanwezig is, in het systeem van ondiepe niet-kerende bodembewerking en strip-till, maar niet in het systeem van diepe niet-kerende bodembewerking. Uit penetrometingen bleek in het perceel heel duidelijk een ploegzoolaanwezig te zijn (tot 4,3 MPa). Door een diepe niet-kerende bodembewerking tot net in deze laag, kon de ploegzool deels opgebroken worden.

Wanneer er geopteerd wordt voor strip-till of ondiepe niet-kerende bodembewerking in het voorjaar, wordt dus best een diepe niet-kerende bodembewerking in het najaar, net voor de zaai van de groenbedekker uitgevoerd. Wanneer er geopteerd wordt voor een diepe niet-kerende bodembewerking in het voorjaar, lijkt het niet noodzakelijk te zijn om de bodem diep niet-kerend bewerkt te hebben de zomer voordien. Omdat de omstandigheden natuurlijk droger zijn in de zomer of vroege najaar, en omdat men niet kan voorspellen hoe nat het zal zijn in het voorjaar, lijkt het wel opportuun om te kiezen voor een diepe niet-kerende bodembewerking in de zomer net voor de zaai van de groenbedekker. Dit houdt de opties open van strip-till en ondiepe niet-kerende bodembewerking in het volgende voorjaar. Indien de bodem nog nat is in de diepte, hoeft men hierbij dan ook niet tot die diepere natte lagen te gaan bewerken. Al dient hier wel bemerkt te worden dat bij natte omstandigheden, de insporing van drijfmestvaten in het voorjaar dieper zal zijn en dat de bodem dus opnieuw dieper zal moeten losgemaakt worden.

Ook bij ploegen is een diepe niet-kerende bewerking in het najaar een voordeel, wellicht omdat deze de ploegzool gedeeltelijk opbreekt terwijl dit bij ploegen niet het geval is.

6. Heeft een extra strip-tillbewerking in het voorgaande najaar, een meerwaarde voor de gewasopbrengst in het systeem van strip-till?

Er is geen meerwaarde van deze extra strip-tillbewerking net na de zaai van de groenbedekkers in de zomer. Mogelijk is een bewerking later op het najaar in de groenbedekker een betere optie, maar dit kon gezien de proefopzet niet worden getest. We kunnen hier dus geen uitspraak over doen.

7. Welke combinatie van bodembewerking in het najaar, groenbedekker en bodembewerking in het voorjaar biedt het meeste kans op succes? Is deze strategie anders voor de systemen van niet-kerende bodembewerking en strip-till?

Strip-till en ondiepe niet-kerende bodembewerking:

- Bodem diep niet-kerend bewerken (bouwvoor of tot aan een verdichte laag) in de zomer, net voor inzaai van de groenbedekker
- Opteren voor een groenbedekker die doodvriest, waarbij gewasresten makkelijk verkleind worden en de bodem makkelijk bewerkt, zoals mengsels op basis van mosterd, facelia
- (Italiaans) raaigras vermijden als groenbedekker

Diepe niet-kerende bodembewerking:

- Er kan gekozen worden of de diepe niet-kerende bodembewerking in de zomer voor de groenbedekker wordt uitgevoerd, in het voorjaar of op beide momenten. In alle gevallen moet ze leiden tot het opbreken van verdichte lagen in de bouwvoor. De meest aangewezen methode is diep niet-kerend bewerken net voor de groenbedekker en bij de start van het maïsseizoen (na uitrijden van de mest) beslissen tot welke diepte er wordt gewerkt. Dit moet afhangen van vochtgehalte in de diepere lagen van het profiel en noodzakelijkheid van opheffen van verdichtingen van uitrijden van de mest.
- Opteren voor een groenbedekker die doodvriest, waarbij gewasresten makkelijk verkleind worden en de bodem makkelijk bewerkt, zoals mengsels op basis van mosterd, facelia .
- (Italiaans) raaigras vermijden als groenbedekker

4 Zaaiui Elst: niet-kerende bodembewerking, verruwen zaai-bed en combinatie met zomergerst

Maarten De Boever (PCG), Thijs Vanden Nest, Greet Ruyschaert (ILVO)

4.1 Doelstelling van de veldproef

Deze veldproef met zaaiui werd aangelegd om bodemerosie na niet-kerende bodembewerking (NKB) te vergelijken met bodemerosie na ploegen. Naast de hoofdbewerking werd ook nagegaan wat de impact is van zaai-bedbereiding, schoffelen en combinatie met zomergerst op erosie en gewasontwikkeling. Bij aanvang van de veldproef werden een aantal onderzoeksvragen vooropgesteld:

1. In welke mate wordt bodemerosie beperkt door niet-kerende bodembewerking toe te passen? En welke rol spelen zaai-bedbereiding, schoffelen en de combinatie met zomergerst hierin?
2. Zijn er verschillen in gewasopkomst en onkruiddruk tussen de teelttechnieken?
3. Is er een opbrengstderving te verwachten bij niet-kerende bodembewerking? Wat is de rol van de zaai-bedbereiding en de combinatie met zomergerst hierbij?

Op basis van de onderzoeksresultaten, beschreven in dit rapport, wordt bij de conclusies een antwoord geformuleerd voor iedere onderzoeksvraag.

4.2 Beschrijving perceel

4.2.1 Situering landbouwbedrijf

De hoofdzetel van het landbouwbedrijf, waar deze veldproef werd aangelegd, is gelegen te Zwalm. Het gros van de percelen zijn leempercelen in en rondom Zwalm. De veldproef zelf was gelegen te Elst (deelgemeente van Brakel).

Het landbouwbedrijf teelt in hoofdzaak vollegrondsgroenten gecombineerd met varkensteelt. Tot de groenteteelten behoren erwt, bonen, spinazie, kolen, zaaiui, wortelen en pastinaak. Daarnaast worden nog enkele akkerbouwgewassen geteeld als aardappelen, wintergerst, wintertarwe en maïs.

Het areaal bevat meerdere hoog (rood) en zeer hoog (paars) erosiegevoelige percelen. Zowel rode als paarse percelen worden gebruikt voor groenteteelt.

4.2.2 Bodemkenmerken en bodemverdichting op 4 april 2018

Regio: Vlaamse Ardennen

Bodemtextuur: Leem

Bodemkaart: onderaan perceel: Acp(c) (matig droge leembodem zonder profiel), midden perceel: Aca1 (matig droge leembodem met textuur B horizont); bovenaan perceel: Aba1 (droge leembodem met textuur B horizont)

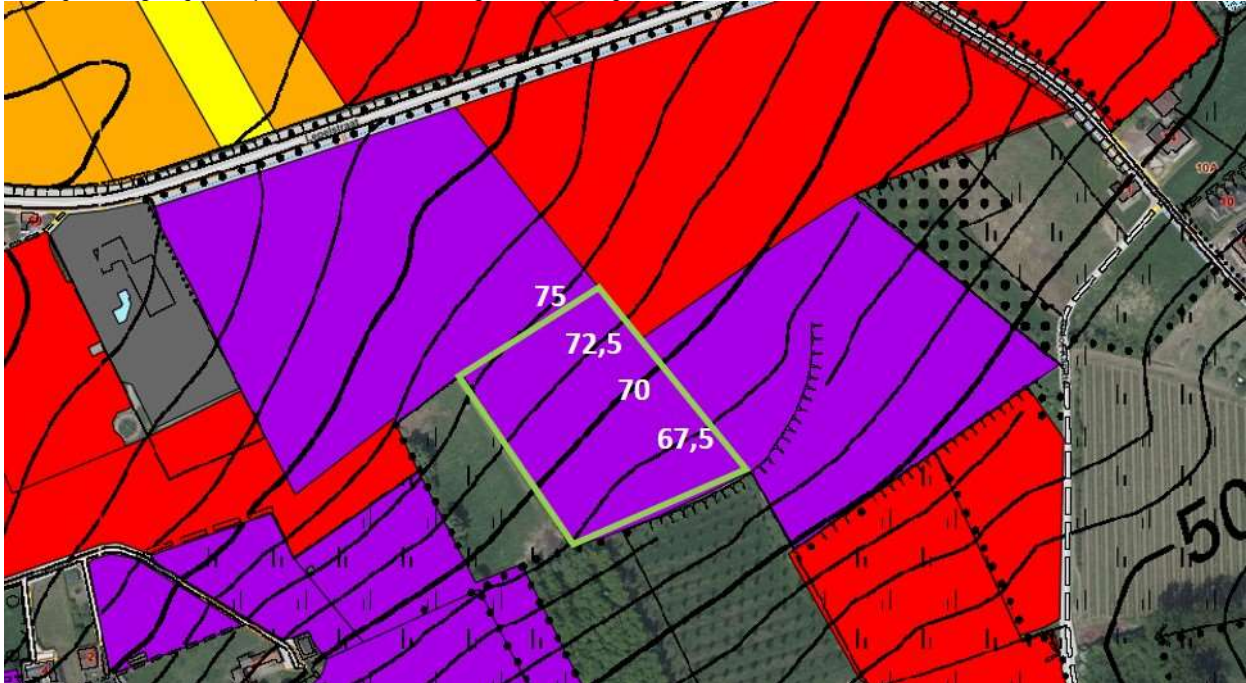
Erosieklasse: paars

Voorvrucht: wintertarwe

Groenbedekker/vanggewas: gele mosterd en bladrammenas

Helling perceel: 6,9%

Kaartje hoogtelijnen (proefperceel is aangeduid met groene rand):



Het perceel waar de veldproef werd uitgevoerd heeft een leemtextuur en is gecatalogeerd als zeer hoog erosiegevoelig perceel (paars). Op dit perceel stond in 2017 wintertarwe. Nadien werd als vanggewas een groenbedekkersmengsel van gele mosterd en bladrammenas ingezaaid. Eind februari 2018 werd de groenbedekker geklepeld en twee maanden later ingewerkt met een vaste tandcultivator van Steeno (10-15 cm diep) (Figuur 4-1).

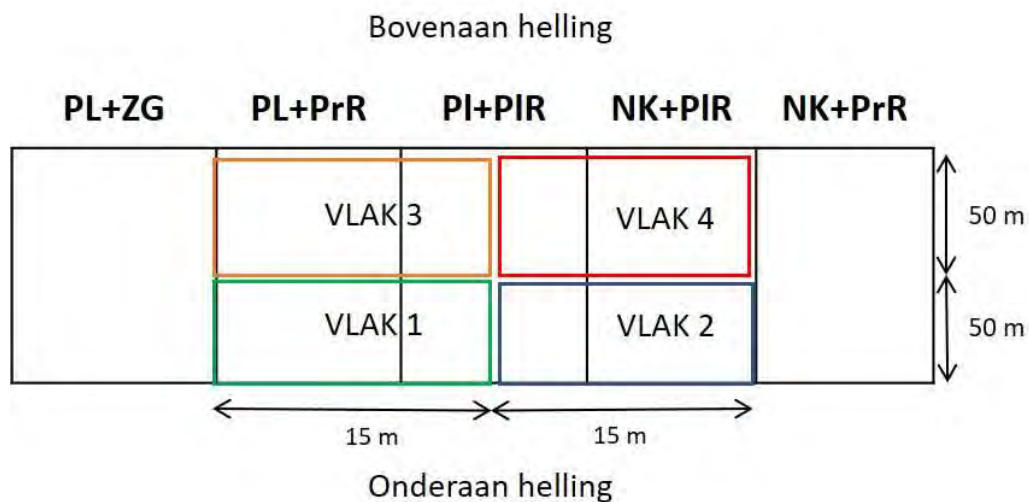


Figuur 4-1: Overzicht van het perceel (links) en detail van groenbedekkersmengsel na klepelen met hier en daar opschietend onkruid (rechts) op 4 april 2018.

De veldproef werd onderverdeeld in 5 behandelingsstroken van 3 tot 15m breedte en loodrecht daarop 4 blokken, nl. blok A, blok B, blok C en blok D met tussen blok B en blok C een open zone buiten proef (zie verder). Voor de aanvang van de veldproef werden bodemstalen genomen ter bepaling van de chemische

bodemtoestand en werd de indringingsweerstand bepaald. Voor deze stalen en metingen werd het proefvlak verdeeld in 4 verschillende vlakken, nl. vlak 1, 2, 3 en 4. In deze vlakken liggen meerdere blokken van meerdere behandelingsstroken (Figuur 4-2).

Per vlak werden 10 steken in kruisverband genomen tot 30 cm diepte voor de chemische bodemtoestand, en 10 steken tot 60 cm voor minerale N-bepaling. De indringingsweerstand werd tot 80 cm diep op 10 posities per vlak in kruisverband bepaald. Voor deze 4 vlakken werd ook het gravimetrisch vochtgehalte tot 60 cm diep bepaald (één steek per vlak).



Figuur 4-2: Proefplan van de veldproef zaaiui te Elst, 2018. Voor de metingen met de penetrologger werd het proefveld onderverdeeld in 4 vlakken, nl. vlak 1, 2, 3 en 4. Zie verder voor verklaring afkorting behandelingen.

In Tabel 4-1Tabel 4-1 wordt een overzicht gegeven van de chemische bodemtoestand op 4 april 2018. Het minerale stikstofgehalte is op dit tijdstip hoog in alle vlakken. Door het afsterven van de groenbedekker de in het gewas vastgelegde stikstof opnieuw vrij in de bodem. Het koolstofgehalte en bodemzuurtegraad bevinden zich onder de streefzone.

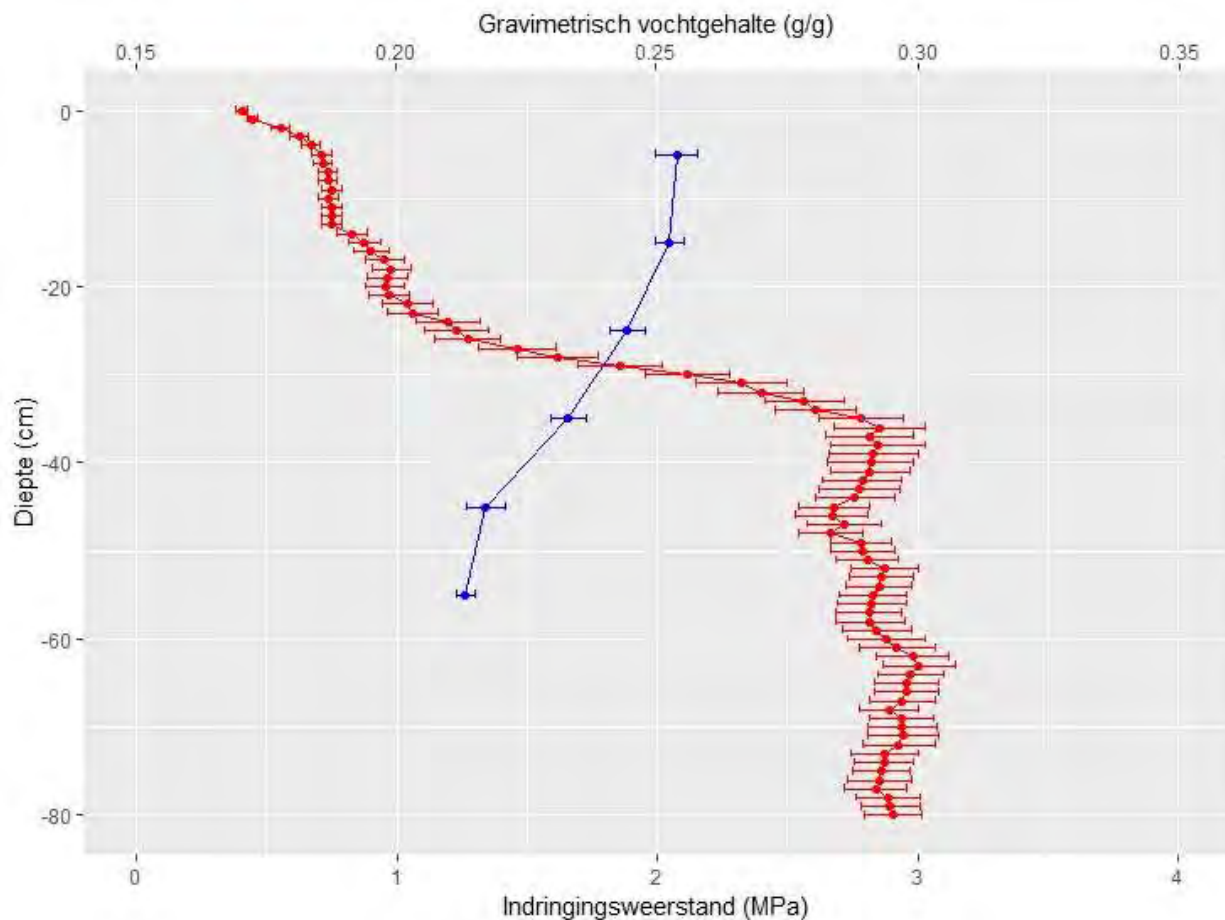
Tabel 4-1: Overzicht van de hoeveelheid minerale N (NO_3^- -N en NH_4^+ -N) in het bodemprofiel (0-60 cm) en de algemene chemische bodemtoestand voor de bouwvoor (0-30 cm) in vlakken 1, 2, 3 en 4. De streefwaarden voor leemgrond werden overgenomen van Maes et al. 2012¹.

Vlak	Diepte (cm)	N _{min} (kg/ha)	pH-KCl	OC ⁽¹⁾ (%)
1	30	77	6,1	1,0
	60	20		
2	30	53	6,0	0,9
	60	18		
3	30	41	6,6	1,1
	60	19		
4	30	36	6,5	0,9
	60	22		
Streefzone		-	6,7-7,3	1,2-1,6

(1)OC: organisch koolstofgehalte, bepaald volgens de dichromaatmethode (ISO 14235).

Voor de 4 vlakken werden voor indringingsweerstand en gravimetrisch vochtgehalte een gelijkaardig verloop in functie van de diepte opgetekend. Bijgevolg werd in Figuur 4-3 de gemiddelde indringingsweerstand en het gemiddeld gravimetrisch vochtgehalte van alle metingen samen weergegeven.

¹ Maes S., Elsen, A., Tits, M., Boon, W., Deckers, S., Bries, J., Vogels, N., Vandendriessche, H. 2012. Wegwijs in de bodemvruchtbaarheid van de Belgische akkerbouw- en weilandpercelen (2008-2011), Bodemkundige Dienst van België.



Figuur 4-3: De gemiddelde indringingsweerstand (n=40) en gravimetrisch vochtgehalte (n=4) (\pm standaardfout) van alle metingen over de 4 vlakken samen. De indringingsweerstand werd gemeten met een penetrologger (10 steken in kruisverband per vlak) tot 80 cm diepte. Het gravimetrisch vochtgehalte werd per laag van 10 cm tot 60 cm diepte bepaald.

Uit het penetrogram blijkt dat de indringingsweerstand gestaag toeneemt tot 35 cm diepte. Vanaf dit punt blijft de gemiddelde indringingsweerstand vrij constant en schommelt deze tussen 2,5 en 3,0 MPa. Het gravimetrisch vochtgehalte neemt af met toenemende diepte van 0,25 (bij 0-10 cm diepte) tot 0,21 g/g (bij 50-60 cm diepte).

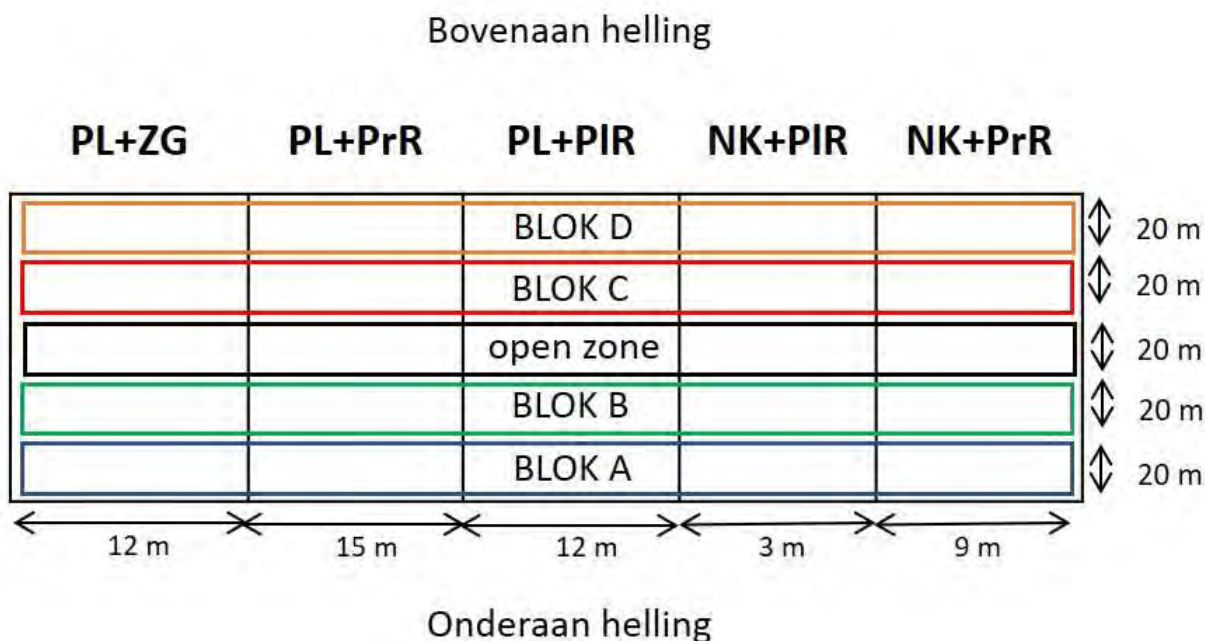
Er wordt aangenomen dat wortels moeilijk doorheen een laag kunnen breken als de indringingsweerstand meer dan 3 MPa bedraagt. In het bodemprofiel van het proefperceel wordt deze grens nergens overschreden. De wortelgroei van het gewas zal bijgevolg nergens gehinderd worden.

Op basis van deze metingen kan worden besloten dat de chemische bodemtoestand in suboptimale conditie is. De bodemzuurtegraad bevindt zich net onder het optimale pH-gebied, zodoende dat de nutriënten quasi optimaal ter beschikking komen van de plant. Het organisch koolstofgehalte bevindt zich tevens net onder de streefzone. In het bodemprofiel wordt de grenswaarde van 3 MPa voor de indringingsweerstand nergens overschreden en zodoende wordt de wortelgroei niet gehinderd.

4.3 Beschrijving veldproef

4.3.1 Opbouw en logboek

De veldproef werd aangelegd in stroken. Dwars op de stroken werden voor de waarnemingen 4 blokken gedefinieerd (A, B, C en D). De regenvalsimulaties werden uitgevoerd in blokken C en D (Figuur 4-4).



Figuur 4-4: Proefplan van de veldproef zaaiui te Elst, 2018. De proef bestaat uit 5 stroken van 3 tot 15m breedte. De lettercode geeft de verschillende behandelingen per strook aan (paragraaf 4.3.2). In blokken C en D werden regenvalsimulaties uitgevoerd op 31 mei 2018.

In tabel 4-2 wordt het logboek van de activiteiten in deze veldproef weergegeven. De behandelingen worden verder in de tekst toegelicht onder paragraaf 4.3.2.

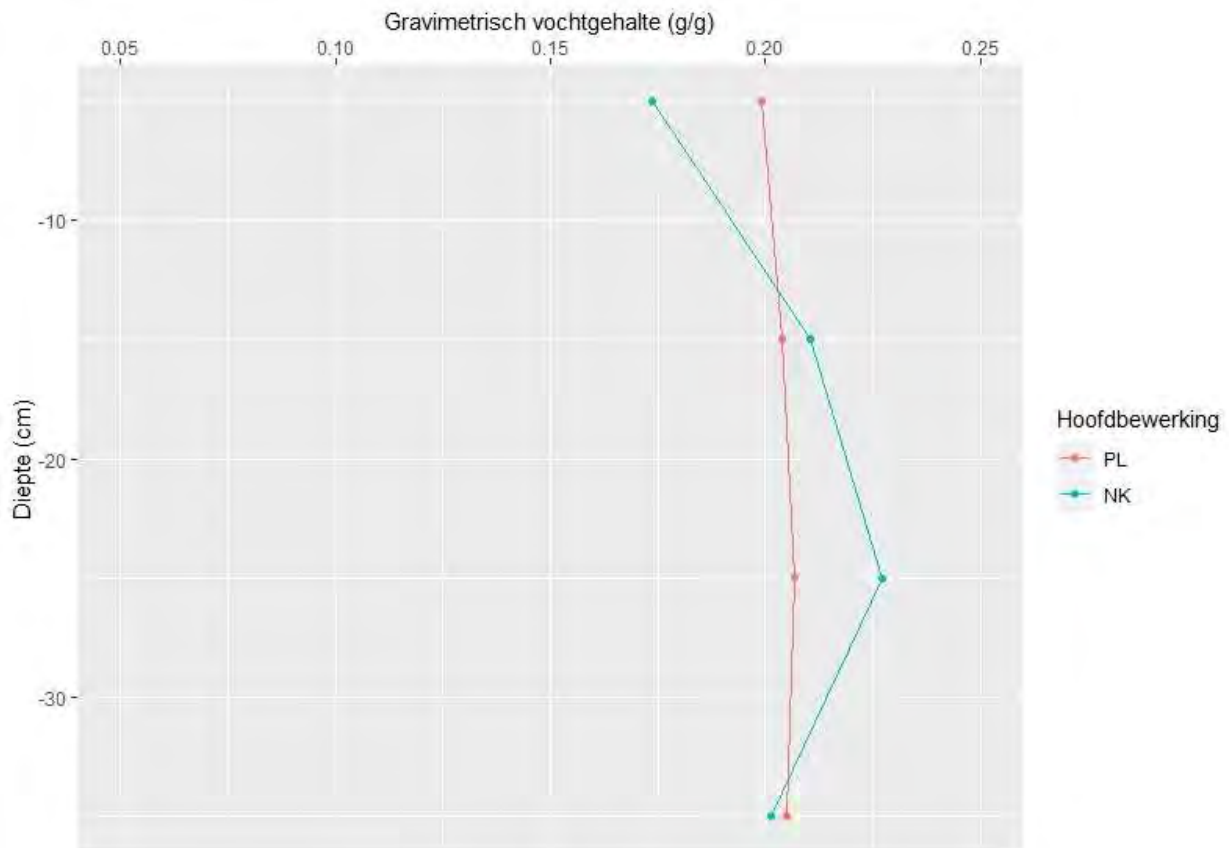
Tabel 4-2: Overzicht van de activiteiten op de veldproef per datum.

Datum uitvoering	Handeling	Opmerking
26/02/2018	Bewerking	klepelen groenbedekker
24/03/2018	Bemesting	NPK 9-5-18 1075 kg/ha (breedwerpig toegepast)
4/04/2018	Staalname/meting	metingen met penetrolgger en bepaling gravimetrisch vochtgehalte
4/04/2018	Staalname	Nmin, pH, %C (0-30) en Nmin (30-60)
25/04/2018	Bewerking	breken + inwerken groenbedekker (met vaste tand cultivator Steeno vaste 10-15 cm diep)
26/04/2018	Uitzetten proef	volgens proefplan
26/04/2018	Bewerking	ploegen
27/04/2018	Bewerking	proefaanleg: helpen met teler voor aanleg proef, volgens proefplan

Datum uitvoering	Handeling	Opmerking
27/04/2018	Staalname	bepaling gravimetrisch vochtgehalte (0-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm, 30-40 cm) in objecten ploegen en niet-kerend
27/04/2018	Bewerking	zaaibedbereiding met rotoreg (diep en aan 1000 tpm)
27/04/2018	Zaai	zaai zomergerst en nadien inzaai ui met zaai combinatie met rotoreg gevolgd door platte aandrukrol of prisma rol; ras zaaiui: Paradiso (Hazera), 2,8 eenheden/ha, 2-3 cm diep, 10 rijen: 5 enkele en 5 dubbele rijen
10/05/2018	Beoordeling	bodembedekking en bodemruwheid na zaai
10/05/2018	Beoordeling	beoordeling visuele erosie (verslemping/vorming geultjes) + foto per plot/overzichtsfoto per behandeling
24/05/2018	Beoordeling	opkomst per plot (telling per plot: 3x 2 lm enkele rij en 3x 2lm dubbele rij) + gewashoogte + beoordeling visuele erosie (score) + foto per plot/overzichtsfoto per behandeling
31/05/2018	Beoordeling	bodembedekking, bodemverslemping en bodemruwheid voor regenvalsimulaties
31/05/2018	Beoordeling	regenvalsimulaties EN schoffelen
4/06/2018	Proefbehandeling	doodspuiten zaaigerst met 1,5 l/ha Select Prim
7/06/2018	Beoordeling	opkomst ploegen/niet-kerend en enkele rij/dubbele rij + gewashoogte + beoordeling visuele erosie (score) + foto per plot/overzichtsfoto per behandeling
22/06/2018	Bemesting	NPK 14-0-20 250 kg/ha (breedwerpig toegepast)
29/06/2018	Beoordeling	opkomst per plot (telling per plot: 3x 2 lm enkele rij en 3x 2lm dubbele rij) + gewashoogte + beoordeling visuele erosie (score) + foto per plot/overzichtsfoto per behandeling
31/07/2018	Beoordeling	bodembedekkingsgraad ui EN onkruid (%) + volume/uniformiteit (score) + gewashoogte + beoordeling visuele erosie (score) + foto per plot/overzichtsfoto per behandeling
23/08/2018	Beoordeling	bodembedekkingsgraad ui EN onkruid (%) + kaliber/uniformiteit (score) + gewashoogte + foto per plot/overzichtsfoto per behandeling
14/09/2018	Beoordeling	afrijping/gestreken uien (%) + beoordeling visuele erosie (score) + foto per plot/overzichtsfoto per behandeling
9/09/2018	Oogst	
17/09/2018	Staalname	Nmin (0-30 en 30-60)
17/09/2018	Beoordeling	per plot: 2 x 2 lm over 3m werkbreedte oprapen
17/09/2018	Beoordeling	veldgewicht (zonder tarra & loof)
9/10/2018	Beoordeling	sorteren op kaliber

Op het tijdstip dat de zaai werd uitgevoerd (27 april 2018), werd het gravimetrisch vochtgehalte van het bodemprofiel bepaald in de behandelingen ploegen en niet-kerende bodembewerking (Figuur 4-5). Over het volledige bodemprofiel waren de verschillen tussen de geploegde en niet-kerende behandelingen klein. Het vochtprofiel bij de behandeling ploegen blijft quasi constant tot 40 cm diepte en het gravimetrisch vochtgehalte bedraagt 0,20 g/g. Bij de behandeling niet-kerend is de toplaag droger, het vochtgehalte neemt toe tot 0,23 g/g op bij 20-30 cm diepte om nadien af te nemen tot 0,20 g/g op 30-40 cm diepte.

Ten opzichte van 4 april (Figuur 4-3) werd een duidelijke daling in het vochtgehalte in de bouwvoor (0-30 cm) vastgesteld.



Figuur 4-5: Gravimetrisch vochtgehalte (n=1; mengstaal van minstens 7 steken) in de bodem op het tijdstip van zaai in behandelingen ploegen en niet-kerende bodembewerking (27 april 2018).

In Tabel 4-3 wordt een overzicht gegeven van de gemiddelde maandelijkse temperatuur en totale maandelijkse neerslag in 2018 (gedurende periode van aanleg tot oogst veldproef) in Kruishoutem (ca. 20 km van het proefveld) en de afwijking van de normale gemiddelde temperatuur (periode 1981-2010) en de normale totale neerslag (1981-2010). Deze cijfers werden gebaseerd op de maandelijkse verslaggeving van het KMI. Op het proefveld zelf werd geen weerstation geplaatst.

Het teelseizoen van 2018 werd gekenmerkt door een nat voorjaar gevolgd door een uitzonderlijk droge zomer. De gemiddelde maandelijkse temperatuur in de periode april tot september was tot 4,4 °C hoger en de maandelijkse totale neerslag tot 70,1 mm lager in vergelijking met de normalen.

Tabel 4-3: Overzicht van de gemiddelde maandelijkse temperatuur en maandelijkse totale neerslag in 2018 in Kruishoutem in de maanden van aanleg tot oogst van de veldproef en de afwijking van de maandelijkse normalen (periode 1981-2010) voor temperatuur en neerslag (bron: KMI).

Maand	Gemiddelde temperatuur		Totale neerslag	
	Jaar 2018 (°C)	Afwijking van normalen (°C)	Jaar 2018 (mm)	Afwijking van normalen (mm)
April	13,6	4,2	61,8	13,7
Mei	17,1	3,8	50,2	-11,1
Juni	18,7	2,7	2,0	-70,1
Juli	22,6	4,4	9,6	-65,9
Augustus	19,8	1,8	64,0	-9,7
September	16,0	1,0	40,4	-29,8

4.3.2 Beschrijving van de behandelingen

In alle behandelingen werd een niet-kerende bodembewerking uitgevoerd op 25 april met een Steeno vaste tand cultivator (10-15 cm diep) om mest en groenbedekker in te werken. In het najaar, voor de inzaai van de groenbedekker, werd gediepground met een Micheltand (20-25 cm diep). Het perceel werd niet gediepground in het voorjaar.

Behandelingen die vervolgens geploegd werden krijgen lettercode 'PL', de andere behandelingen lettercode 'NK'. Naargelang het type zaaibedbereiding krijgen de behandelingen een extra lettercode mee (na het '+' teken).

4.3.2.1 ***PL+ZG: ploegen - zaaibedbereiding met rotoreg + zaaicombinatie met platte rol + combinatie met zomergerst***

Op 26 april werd na de niet-kerende bodembewerking geploegd tot een diepte van 25 à 30 cm. De zaaibedbereiding, uitgevoerd op 27 april vlak voor het inzaaien, bestond uit een bewerking met een rotoreg (diep ingesteld op 4 à 5 cm aan 1000 tpm) gevolgd door een kooirol en een verkruiemel/verdichtingsrol (Figuur 4-6).

Merk op dat er zoals bij alle andere behandelingen wel nog een zaaibedbereiding was tijdens het zaaien (rotoreg geïntegreerd in de zaaicombinatie; zie verder). Alvorens in te zaaien werd handmatig 75 ton/ha zomergerst toegepast. De bewerking met rotoreg tijdens de zaai van ui zorgde voor een goede verdeling en oppervlakkige inwerking van de zaaigerst. De zaaicombinatie was voorzien van een platte rol om de aarde aan te drukken.

4.3.2.2 ***PL+PIR: ploegen - zaaibedbereiding met rotoreg + zaaicombinatie met platte rol***

Op 26 april werd na de niet-kerende bodembewerking geploegd tot een diepte van 25 à 30 cm. De zaaibedbereiding, uitgevoerd op 27 april vlak voor het inzaaien, bestond uit een bewerking met een rotoreg (diep ingesteld op 4 à 5 cm aan 1000 tpm) gevolgd door een kooirol en een verkruiemel/verdichtingsrol (Figuur 4-6).

Merk op dat er zoals bij alle andere behandelingen wel nog een zaaibedbereiding was tijdens het zaaien (rotoreg geïntegreerd in de zaaicombinatie; zie verder). De zaaicombinatie was voorzien van een platte rol om de aarde aan te drukken.



Figuur 4-6: Rotoreg gecombineerd met kooirol en een verkruiemel/verdichtingsrol

4.3.2.3 PL+PrR: ploegen - zaaibedbereiding met rotoreg + zaaicombinatie met prismarol

Op 26 april werd na de niet-kerende bodembewerking geploegd tot een diepte van 25 à 30 cm. De zaaibedbereiding, uitgevoerd op 27 april vlak voor het inzaaien, bestond uit een bewerking met een rotoreg (diep ingesteld op 4 à 5 cm aan 1000 tpm) gevolgd door een kooirol en een verkruiemel/verdichtingsrol (Figuur 4-6).

Merk op dat er zoals bij alle andere behandelingen wel nog een zaaibedbereiding was tijdens het zaaien (rotoreg geïntegreerd in de zaaicombinatie; zie verder). De zaaicombinatie was voorzien van een Güttler prismarol (Figuur 4-7) om de aarde aan te drukken maar er tevens voor te zorgen dat het zaaibed tussen de zaailijnen voldoende ruw blijft.

4.3.2.4 NK+PIR: niet-kerende bodembewerking - zaaibedbereiding met rotoreg + zaaicombinatie met platte rol

Het voorkomen van erosie aan de bron bij het éénmalig toepassen van niet-kerende bodembewerking, steunt voor een groot stuk op de aanwezigheid van gewasresten aan het bodemoppervlak die de kracht van inslaande regendruppels verkleinen en de run-off afremmen.

De niet-kerende bodembewerking werd uitgevoerd met een Steeno vaste tand cultivator op 25 april. De zaaibedbereiding werd uitgevoerd op 27 april, vlak voor het inzaaien met een rotoreg gevolgd door een kooirol en een verkruiemel/verdichtingsrol in een aparte werkgang.

Merk op dat er zoals bij alle andere behandelingen wel nog een zaaibedbereiding was tijdens het zaaien (rotoreg geïntegreerd in de zaaicombinatie; zie verder). De zaaicombinatie was voorzien van een platte rol om de aarde aan te drukken.

4.3.2.5 NK+PrR: niet-kerende bodembewerking - zaaibedbereiding met rotoreg + zaaicombinatie met prisma-rol

Het voorkomen van erosie aan de bron bij het éénmalig toepassen van niet-kerende bodembewerking, steunt voor een groot stuk op de aanwezigheid van gewasresten aan het bodemoppervlak die de kracht van inslaande regendruppels verkleinen en de run-off afremmen.

De niet-kerende bodembewerking werd uitgevoerd met een Steeno vaste tand cultivator op 25 april. De zaaibedbereiding werd uitgevoerd op 27 april, vlak voor het inzaaien met een rotoreg gevolgd door een kooirol en een verkruiemel/verdichtingsrol in een aparte werkgang.

Merk op dat er zoals bij alle andere behandelingen wel nog een zaaibedbereiding was tijdens het zaaien (rotoreg geïntegreerd in de zaaicombinatie; zie verder). De zaaicombinatie was voorzien van een Güttler prisma-rol (Figuur 4-7) om de aarde aan te drukken maar er tevens voor te zorgen dat het zaaibed tussen de zaailijnen voldoende ruw blijft.



Figuur 4-7: Güttler prisma-rol

4.3.3 Bemesting en zaai

Eind maart werd het perceel breedwerpig bemest met 1075 kg/ha Haspargit 9-5-18 (Tabel 4-4). Er werd geen dierlijke mest opgevoerd. Op 22 juni werd er breedwerpig bemest met 250 kg/ha NPK 14-0-20.

Tabel 4-4: Overzicht van de toegediende meststoffen en toepassingstechniek ervan binnen de proef zaaiui.

Datum	Dosis	Meststof	Toepassingstechniek
24/03/2018	1075 kg/ha	NPK 9-5-18	Breedwerpig
22/06/2018	250 kg/ha	NPK 14-0-20	Breedwerpig

Bij de zaai werd een Kuhn rotoreg met opbouwzaamachine van Kverneland Accord Miniair Nova gebruikt (Figuur 4-8). De rotoreg werd net zoals bij de andere zaaibedbereiding diep ingesteld aan 1000 tpm. Deze zaaibedbereiding, in dezelfde werkgang als de zaai, komt dus voor alle behandelingen bovenop de zaaibedbereiding beschreven in paragraaf 4.3.2. Na de rotoreg werd de aarde aangedrukt met ofwel een platte rol (Figuur 4-8) ofwel een Güttler prisma-rol (Figuur 4-7).

De werkbreedte van de opbouwzaamachine is 3 m. Hierin worden over 1,5m vijf rijen enkel (E) en over 1,5m vijf rijen dubbel (D) ingezaaid. Per werkgang (3 m breed) worden in totaal 10 rijen uien gezaaid. Vooraan de trekker was een Cambridgerol gemonteerd om de grond aan te drukken en te verkrumelen en deze fungeerde tevens als frontgewicht (Figuur 4-9).



Figuur 4-8: Detail van Kverneland Accord Miniair Nova opbouwzaamachine met rotoreg en platte rol (boven) en detail van de platte rol (onder)



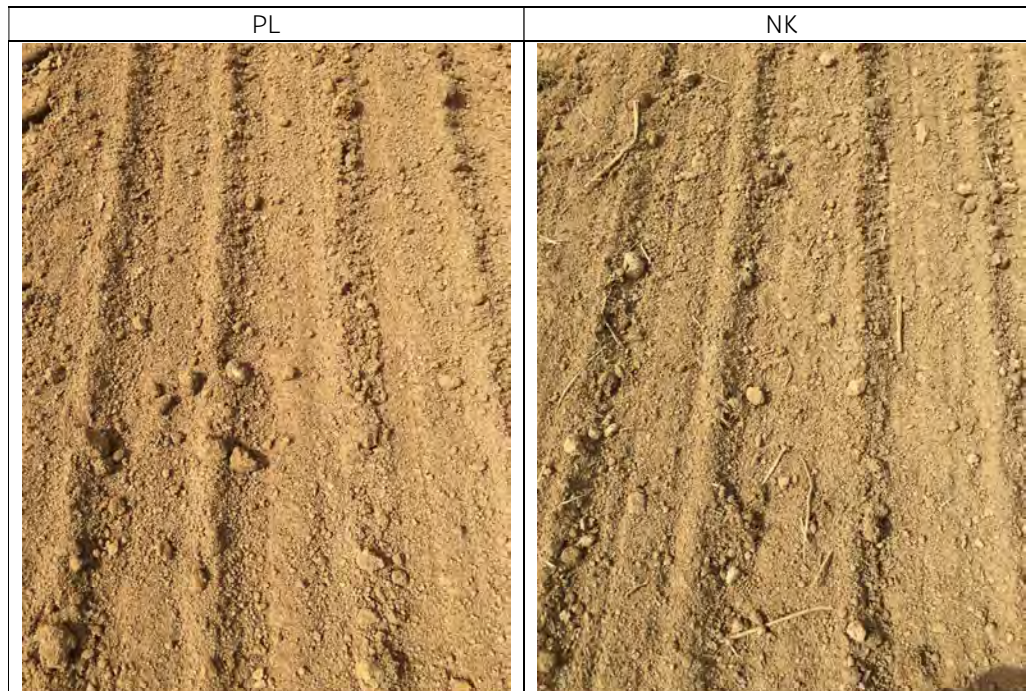
Figuur 4-9: Cambridgerol vooraan de trekker als frontgewicht en om grond aan te drukken en te verkruiden.

4.4 Bodembedekking en bodemruwheid

4.4.1 Bodembedekking

Erosie kan voorkomen worden door het bodemoppervlak voldoende te bedekken met gewasresten die bodemdeeltjes ophouden en de kracht van afstromend water temperen. Indien het bodembedekkingspercentage verhoogt is dit dus positief ter voorkoming van erosie.

Kort na de zaai werd op 27 april de bodembedekking visueel bepaald. In de behandelingen met hoofdbewerking ploegen waren geen gewasresten aan het bodemoppervlak aanwezig (Figuur 4-10). In de behandelingen met niet-kerend als hoofdbewerking waren beperkt gewasresten aanwezig (<5%).

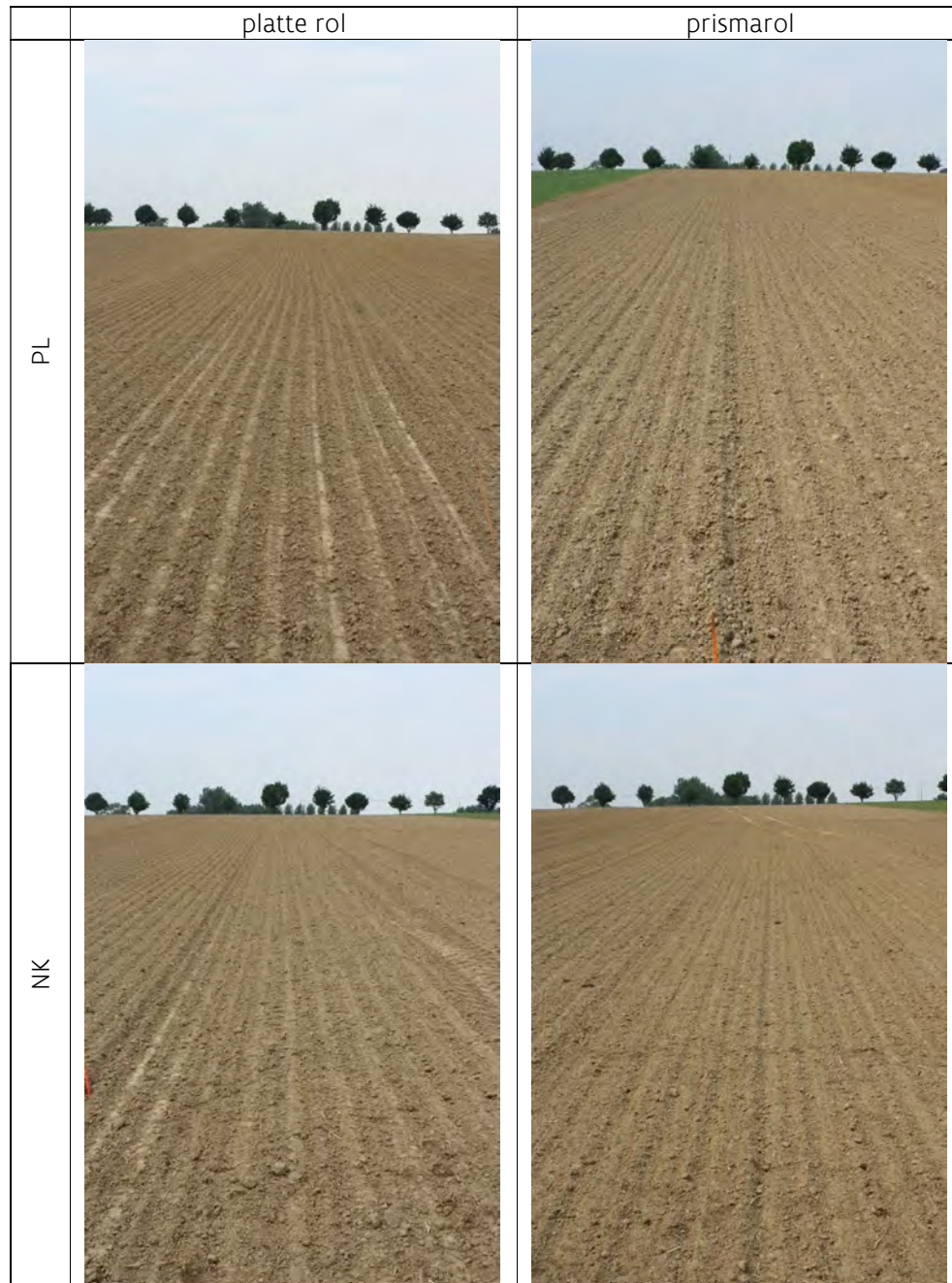


Figuur 4-10: Bodembedekking door gewasresten voor behandelingen met hoofdbewerking ploegen (PL) en niet-kerend (NK) op 27 april 2018 (vlak na zaai).

4.4.2 Bodemruwheid

Naast gewasresten aan het bodemoppervlak kan erosie ook verlaagd worden door het bodemoppervlak ruwer te leggen. Bij een ruwer bodemoppervlak, zorgen de kluiten ervoor dat minder snel verslemping optreedt en regenwater bij volgende buien gewoon oppervlakkig afstroomt. De microkuiltjes in het bodemoppervlak treden ook op als minuscule opvang van afstromend water en sediment.

De ruwheid van het bodemoppervlak werd visueel ingeschat. De prisma rol zorgde duidelijk voor het verruwen van de ruimte tussen de zaailijnen (Figuur 4-11). Op die manier kon de preferentiële stroming van water langs die lijnen (tijdelijk) verhinderd worden. Bij de platte aandrukrol waren deze preferentiële wegen duidelijk zichtbaar. Verder waren de verschillen in bodemruwheid tussen de geploegde en niet-kerende behandelingen klein (Figuur 4-10).



Figuur 4-11: Bodemruwheid voor behandelingen met platte rol (linker kolom) en prismarol (rechter kolom) en verder onderverdeeld in hoofdbewerkingen ploegen (PL) en niet-kerend (NK) op 24 mei 2018 (1 maand na zaai).

4.5 Gewasopkomst en onkruidtellingen

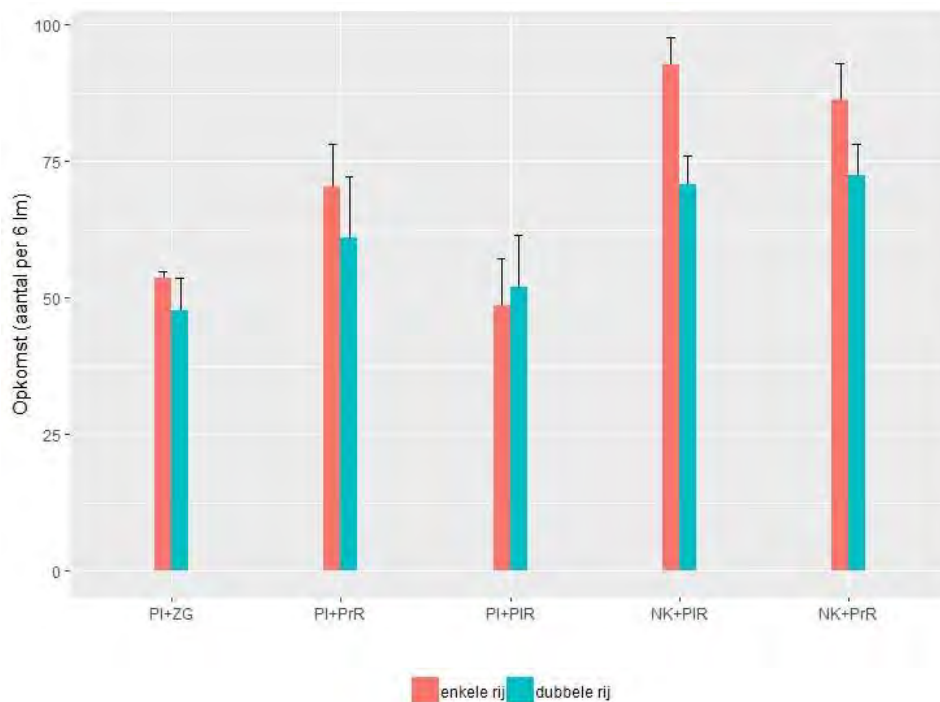
4.5.1 Gewasopkomst en -hoogte

Per plot (uitgezonderd in blok C) werd een schatting gemaakt van de opgekomen planten door zowel in de enkele als dubbel gezaaide rijen 3x 2 lopende meter te tellen (Tabel 4-5).

Tabel 4-5: Opkomst in zaaiui (n=3) voor de behandelingen PL+ZG, PL+PrR, PL+PIR, NK+PIR en NK+PrR op 24 mei bepaald in blokken A, C en D. De behandelingen die significant verschillend zijn van elkaar (Tukey HSD, p<0.05) zijn aangeduid met een verschillende letter.

Obj	Opkomst (aantal per 3x2lm)		
	24/05/2018		
	enkele rij	dubbele rij	enkele+dubbele rij
PL+ZG	54	48	102 a
PL+PrR	70	61	131 ab
PL+PIR	49	52	101 a
NK+PIR	93A	71B	164 b
NK+PrR	86	72	158 ab
PL (n=9)			111 a
NK (n=6)			161 b

Bij de opkomst op 24 mei (1 maand na zaai) is er zowel een significant effect van de behandeling als de rij. De opkomst is het hoogst in behandeling NK+PIR en significant verschillend van de andere behandelingen behalve PL+PrR en NK+PrR (Figuur 4-12). De opkomst in behandelingen met hoofdbewerking niet-kerend is significant hoger dan bij ploegen. Een betere vochtvoorziening in de bodem (onder de top laag) en minder verslemping van het bodemoppervlak bij niet-kerend kunnen hier een verklaring voor zijn. Daarnaast is de opkomst in enkele rijen voor de meeste behandelingen hoger dan in dubbele rijen. Bij NK+PIR is dit verschil significant. De zaai diepte is 2-3 cm maar in dubbele rijen kan het zaad om technisch redenen net iets minder diep dan in enkele rijen ingezaaid worden.



Figuur 4-12: Opkomst in zaaiui (n=3) in enkele en dubbele rijen voor de behandelingen PL+ZG, PL+PrR, PL+PIR, NK+PIR en NK+PrR op 24 mei.

Voor de behandeling PL+ZG en de behandelingen met hoofdbewerking ploegen en niet-kerend werd de gewashoogte opgemeten (Tabel 4-6). Hiervoor werden 10 planten opgemeten en het resultaat werd weergegeven als een range. Op 7 juni (1,5 maand na zaai) bedroeg de gewashoogte 10-20 cm en waren er visueel geen verschillen waarneembaar tussen de behandelingen. Vanaf twee maanden na zaai bleef het gewas in behandeling PL+ZG duidelijk achter qua groei en dus ook gewashoogte in vergelijking met de andere behandelingen. Eind juni bereikten alle behandelingen hun maximale gewashoogte om dan nadien af te nemen als gevolg van het strijken van de uien.

Tabel 4-6: Gewashoogte in zaaiui (n=1) voor de behandeling PL+ZG, en behandelingen met hoofdbewerking ploegen (PL) en niet-kerend (NK).

Obj	Gewashoogte ^(*) (cm)			
	7/06/2018	29/06/2018	31/07/2018	23/08/2018
PL+ZG	10-20	15-20	15-35	10-40
PL	10-20	30-40	60-70	30-50
NK	10-20	30-40	60-70	30-65

() Er werd geen statistiek op toegepast wegens rapportering als range.*

4.5.2 Bodembedekkingsgraad

Per behandeling werd het percentage veldbedekking door zaaiui visueel ingeschat (Tabel 4-7). Op tijdstippen 24 mei, 7 juni en 29 juni werd per behandeling een percentage ingeschat. Bij de behandeling PL+ZG werd de bodembedekking door zomergerst ook in rekening gebracht. Zomergerst dient namelijk de beperkte bodembedekking door zaaiui doorheen het teeltseizoen te ondervangen. Op tijdstippen 31 juli en 23 augustus werd per behandeling in de 4 herhalingen een schatting gemaakt en nadien uitgemiddeld. Ter ondersteuning van de visuele beoordeling werden er van elke behandeling foto's genomen.

Tabel 4-7: Bedekkingsgraad door zaaiui voor de behandelingen PL+ZG, PL+PrR, PL+PIR, NK+PIR en NK+PrR op 24 mei (n=1), 7 juni (n=1), 29 juni (n=1), 31 juli (n=4) en 23 augustus (n=4). De behandelingen die significant verschillend zijn van elkaar (Tukey HSD, $p < 0.05$) zijn aangeduid met een verschillende letter.

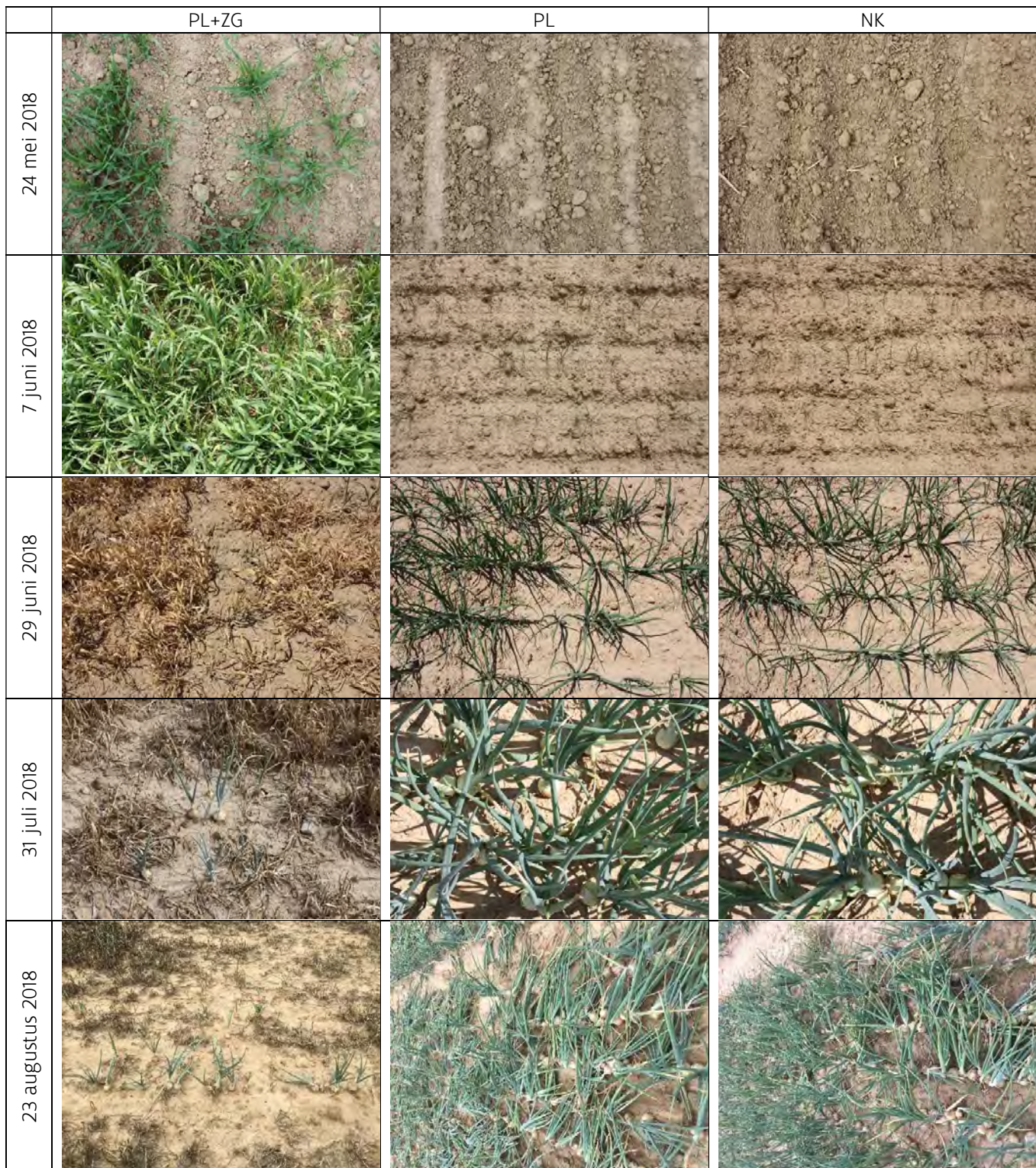
Obj	Veldbedekking zaaiui (%)				
	24/05/2018	7/06/2018	29/06/2018	31/07/2018	23/08/2018
PL+ZG	75,0 - (*)	95,0 -	85,0 -	86,3 a	86,3 a
PL+PrR	5,0 -	5,0 -	25,0 -	42,5 b	55,0 b
PL+PIR	5,0 -	5,0 -	25,0 -	42,5 b	54,0 b
NK+PIR	5,0 -	5,0 -	25,0 -	42,5 b	65,0 a
NK+PrR	5,0 -	5,0 -	25,0 -	42,5 b	64,0 a

() Er werd geen statistiek op toegepast wegens geen herhalingen.*

Op 4 juni werd de zomergerst in behandeling PL+ZG doodgespoten met 1,5 l/ha Select Prim. Select Prim is een systemisch bladherbicide en veel zonlicht en gunstige groeiomstandigheden na het toepassen zijn nodig voor een goede en snelle werking van het middel. Het is pas op 29 juni visueel zichtbaar dat de zomergerst is doodgespoten (Figuur 4-13). Op tijdstip van doodspuiten staat de zomergerst al te fors waardoor bij het doodspuiten een (hogere) dosis Select Prim wordt toegepast die nadelig blijkt voor de zaaiui. Hierdoor zal de zaaiui in dit object het volledige seizoen achterop hinken en de opgelopen achterstand ook nooit meer inhalen.

De bodembedekkingsgraad bij behandeling PL+ZG is doorheen het teeltseizoen (significant) hoger in vergelijking met de andere behandelingen door de aanwezigheid van zomergerst. De bodembedekkingsgraad stijgt tot maximum 95% op 7 juni (1,5 maand na zaai), nadien daalt de bodembedekkingsgraad tot ongeveer 85% als gevolg van het doodspuiten.

Op 7 juni, 1,5 maand na zaai, was de bodembedekkingsgraad in alle behandelingen beperkt tot 5%. Twee maanden na zaai, op 29 juni was een vierde van de bodem bedekt met zaaiui behalve voor behandeling PL+ZG. Op 23 augustus, ongeveer een maand voor de oogst en wanneer de uien reeds aan het strijken zijn, wordt de maximale bodembedekkingsgraad bereikt. Voor behandeling NK+PLR is de bodembedekkingsgraad op dat tijdstip met een waarde van 65% significant hoger dan bij de geploegde behandelingen.



Figuur 4-13: Bodembedekkingsgraad voor de behandeling PL+ZG en de behandelingen met hoofdbewerking ploegen (PL) en niet-kerend (NK) op 24 mei, 7 juni, 29 juni, 31 juli en 23 augustus.

Per behandeling werd volume en uniformiteit zaaiui visueel ingeschat (Tabel 4-8).

Tabel 4-8: Volume en uniformiteit zaaiui (n=1) visueel ingeschat voor de behandelingen PL+ZG, PL+PrR, PL+PIR, NK+PIR en NK+PrR op 13 juni en 23 augustus.

Obj	Volume ^(*) (1= heterogeen, 9= homogeen)		Uniformiteit ^(*) (1= heterogeen, 9= homogeen)	
	13/07/2018	23/08/2018	13/07/2018	23/08/2018
PL+ZG	5	4	4	3
PL+PrR	7	7	7	7
PL+PIR	7	7	7	7
NK+PIR	7	8	7	7
NK+PrR	8	8	7	8

(*) Er werd geen statistiek op toegepast gezien het een visuele beoordeling op basis van scores betreft.

Zowel op 13 juli als 23 augustus scoren de behandelingen met als hoofdbewerking niet-kerend iets beter qua volume dan de geploegde behandelingen. Naar uniformiteit toe zijn de verschillen verwaarloosbaar. Behandeling PL+ZG scoort het slecht naar volume en uniformiteit toe in vergelijking met de andere behandelingen. Als oorzaken kunnen de sterke concurrentie met zomergerst en het te laat doodspuiten van de zomergerst aangehaald worden.

4.5.3 Onkruidtellingen

Per behandeling werd het percentage veldbedekking door onkruid visueel ingeschat (Tabel 4-9). Ziektedruk en plagen werden enkel beoordeeld indien er verschillen werden opgemerkt tussen de plots.

Door de landbouwer werden gewasbeschermingsmiddelen met spuittoestel Kuhn Toprider toegepast tegen onkruid, schimmel en insecten doorheen het teeltseizoen. Voor de praktische uitvoering ervan werd geen onderscheid gemaakt tussen de geploegde en niet-kerend bewerkte behandelingen. Alle behandelingen kregen dezelfde gewasbeschermingsmiddelen toegediend.

Tabel 4-9: Bedekkingsgraad door onkruid voor de behandelingen PL+ZG, PL+PrR, PL+PIR, NK+PIR en NK+PrR op 29 juni (n=1), 31 juli (n=1) en 23 augustus (n=4).

Obj	Veldbedekking onkruid (%)		
	29/06/2018	31/07/2018	23/08/2018
PL+ZG	1,0 -(*)	2,0 -	2,0 a
PL+PrR	2,0 -	5,0 -	6,0 b
PL+PIR	2,0 -	5,0 -	6,0 b
NK+PIR	2,0 -	5,0 -	7,0 b
NK+PrR	2,0 -	5,0 -	12,0 c

(*) Er werd geen statistiek op toegepast wegens geen herhalingen.

De hoofdbewerking, ploegen of niet-kerend, had weinig tot geen invloed op de bedekkingsgraad door onkruid. Enkel op 23 augustus, 1 maand voor oogst, was de onkruiddruk significant hoger in behandeling NK+PrR in vergelijking met de andere behandelingen. In behandeling PL+ZG werkte de zomergerst onkruid

onderdrukkend wat resulteerde in een lagere bedekkingsgraad doorheen het teeltseizoen in vergelijking met de andere behandelingen.

4.6 Erosie

4.6.1 Beschrijving van de toestand doorheen het groeiseizoen

Per behandeling werden de zichtbare erosiekenmerken zoals geultjes en verslemping beoordeeld met een score van 1=veel tot 9=geen (Tabel 4-10).

Tabel 4-10: Visuele erosie (n=1) voor de behandelingen PL+ZG, PL+PrR, PL+PIR, NK+PIR en NK+PrR op 24 mei, 31 mei en 7 juni.

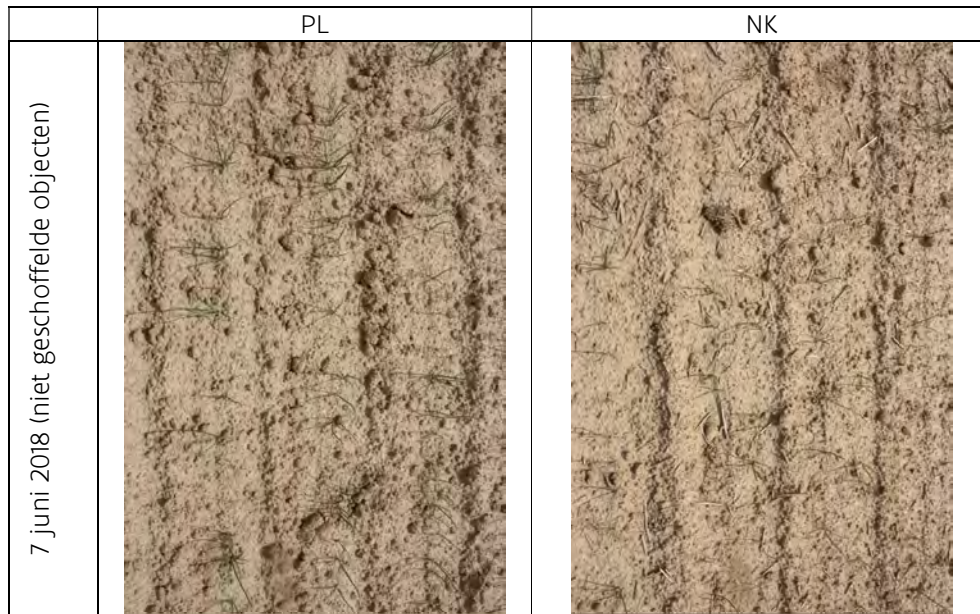
Obj	Erosie ^(*) ^(**) (1= veel, 9=geen)		
	24/05/2018	31/05/2018	7/06/2018
PL+ZG	5,0	3,0	2,0
PL+PrR	5,0	3,0	2,0
PL+PIR	5,0	3,0	2,0
NK+PIR	6,0	3,0	2,0
NK+PrR	6,0	3,0	2,0

(*) Er werd geen statistiek op toegepast gezien het een visuele beoordeling op basis van scores betreft.

(**) Hierbij worden geulvorming en verslemping in één score beoordeeld.

Op 24 mei, 1 maand na zaai, werd visueel meer verslemping vastgesteld in de behandelingen met hoofdbewerking ploegen in vergelijking met niet-kerend (Figuur 4-14). Dit resulteerde in een hogere score, en dus minder visuele erosie bij de behandelingen met als hoofdbewerking niet-kerend. Op 31 mei en 7 juni werd visueel een sterke verslemping in zowel de geploegde als niet-kerende behandelingen vastgesteld. Dit was het gevolg van verschillende intense regenbuien en resulteerde in zeer lage scores visuele erosie voor alle behandelingen.

	PL	NK
24 mei 2018		
31 mei 2018 (niet geschoffelde objecten)		



Figuur 4-14: Overzichtsfoto's voor behandelingen met hoofdbewerking ploegen (PL) en niet-kerend (NK) op waarnemingstijdstippen 24 en 31 mei 2018.

Op 31 mei werden regenvalsimulaties uitgevoerd en hierbij werd ook het effect van schoffelen nagegaan. Het schoffelen werd uitgevoerd met een aangepaste schoffelmachine met ganzevoet tanden van 4 cm breed om tussen de enkele en dubbele rijen te schoffelen (Figuur 4-15).



Figuur 4-15: Aangepaste schoffelmachine om te schoffelen in zaaiui met ganzevoet tanden van 4 cm breed.

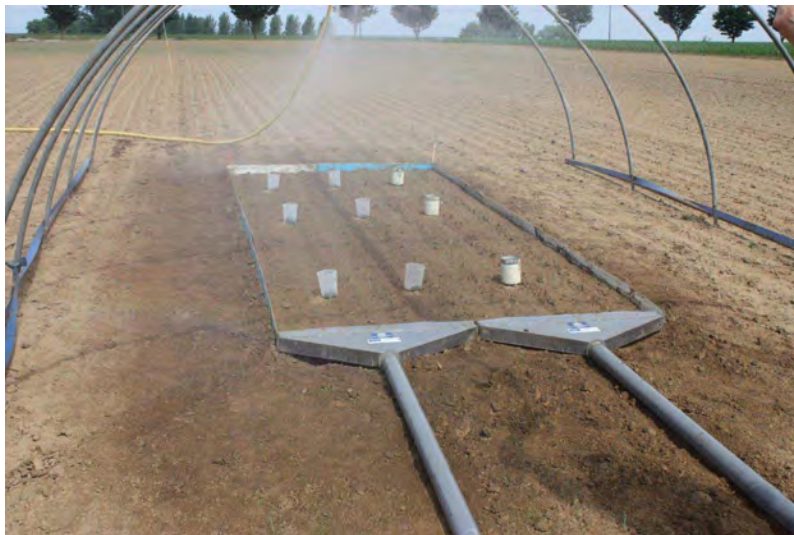
Er werd geschoffeld in de behandeling PL+PIR en het effect van schoffelen is duidelijk vast te stellen in Figuur 4-16. De bodem is nadien enkel nog verslemt in de plantrij waar niet kon geschoffeld worden. Tussen de enkele en dubbele rijen is de korst mooi opgebroken en het bodemoppervlak verruwd.



Figuur 4-16: Foto's (met gelijke schaal) voor behandeling PL+PIR voor en na schoffelen.

4.6.2 Regenvalsimulaties op 31 mei 2018

Om het effect van de behandelingen op run-off en erosie objectief te testen, werden op 31 mei 2018 regenvalsimulaties uitgevoerd met de regenvalsimulator van UGent (Vermang, 2012¹). Er werd in de behandelingen PL+ZG, PL+PIR en NK+PIR telkens één regenvalsimulatie uitgevoerd. Gezien door hevige regenval tussen de aanplant van de zaaiui en de regenvalsimulaties, de bodem verslempd was en een korst gevormd, was er geen verschil visueel zichtbaar tussen de behandelingen met een platte rol en deze met een prisma-rol. De laatste werden dan ook niet opgenomen in de regenvalsimulaties. Het perceel werd later die dag geschoffeld, waarbij de korst werd gebroken. Vlak na schoffelen werd in de behandeling PL+PIR nog een regenvalsimulatie uitgevoerd om het effect van schoffelen in te schatten. We dienen hier wel de opmerking te maken dat de meting vlak na schoffelen gebeurde en de bodem niet volledig opgedroogd was. Mogelijk had dit invloed op de meting. Bij elke regenvalsimulatie werd een erosieveldje afgebakend van 2 m breed op 5 m lang. Onderaan de erosieveldjes werd het run-off water en sediment opgevangen in twee goten (Figuur 4-17). Op het moment van de regenvalsimulaties was het grootste deel van de zaaiui opgekomen, maar waren het nog bijzonder kleine plantjes.

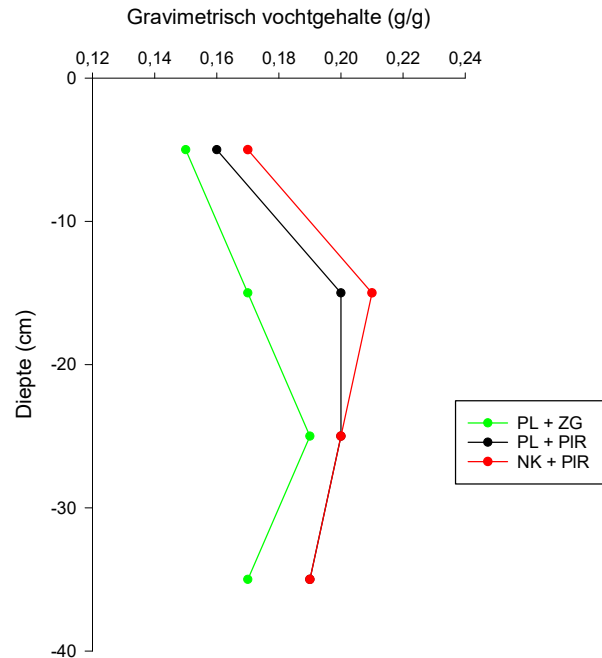


Figuur 4-17: Zicht op de positionering van de erosieveldjes vlak na aanvang van een regenvalsimulatie.

Alle regenvalsimulaties werden uitgevoerd op stukken met een homogene helling (7,5-9%). Tijdens de regenvalsimulaties werd gedurende 11 minuten beregend in de behandelingen PL+PIR en NK+PIR, 23 minuten in de behandeling PL+ZG en 25 minuten beregend in de behandeling na schoffelen, aan een gemiddelde intensiteit van 106 l/m².h. Deze beregening gebeurde met regenwater (leidingwater of putwater bevat dikwijls teveel kalk die het bodemoppervlak stabiliseert). Tijdens het beregenen werd de run-off per tijdseenheid opgetekend. Door telkens ook een staal te nemen voor sedimentconcentratie, kon ook de cumulatieve hoeveelheid erosie worden bepaald. Zowel run-off als cumulatieve erosie werden uitgezet tegen hoeveelheid neerslag (zie verder), omdat op deze wijze rekening wordt gehouden met de lichte schommelingen in neerslagintensiteit tussen de simulaties onderling. Voor aanvang van de simulaties werden ook bodemstalen genomen ter bepaling van het vochtgehalte in het profiel 0-40 cm (drie steken

¹ Vermang, J. (2012). Erosion processes and physical quality of loamy soils as affected by reduced tillage. Ghent University. Faculty of Bioscience Engineering, Ghent, Belgium.

met een gutsboor rondom de erosieveldjes). Ter bepaling van het vochtgehalte, koolstofgehalte en bulkdensiteit van het bodemoppervlak (0-5 cm), werd een staalname uitgevoerd met Kopecky-ringen (in drievoud). In PL+PIR werd geen nieuw staal genomen na schoffelen. In Figuur 4-18 en Tabel 4-11 worden de resultaten van de metingen weergegeven.



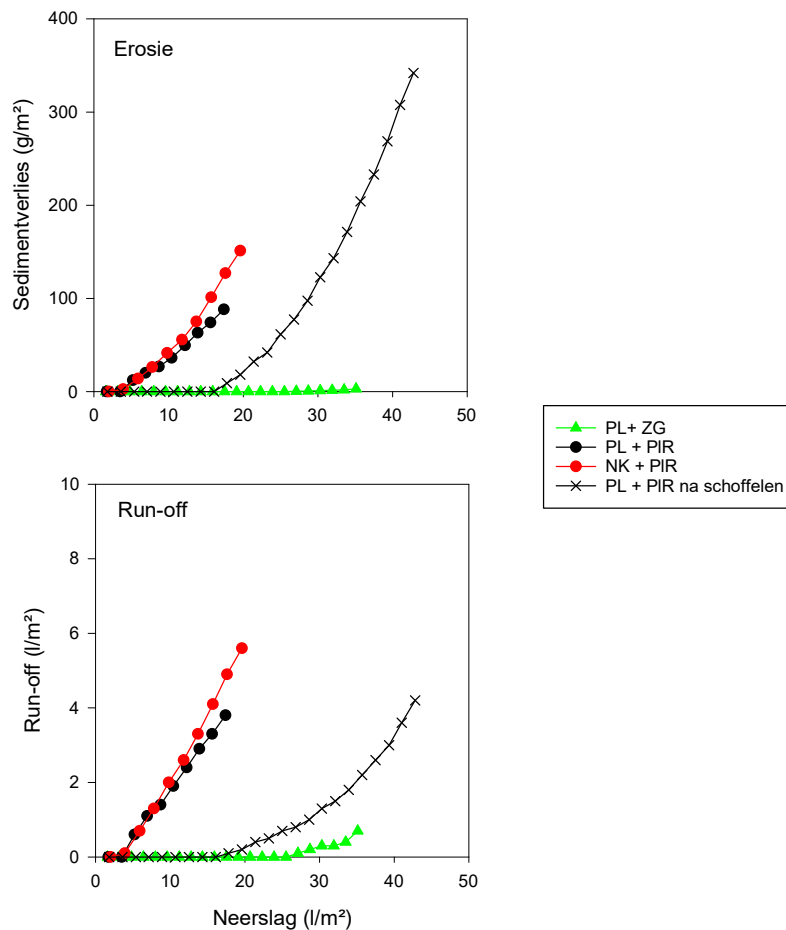
Figuur 4-18: Gravimetrisch vochtgehalte in het bodemprofiel 0-40 cm op 31 mei 2018 (n=1).

De metingen in Figuur 4-18 geven aan dat het vochtgehalte in het volledige profiel lager waren in behandeling PL+ZG dan in de andere behandelingen. Door de aanwezigheid en groei van de zomergerst werd meer water uit de bodem getrokken en verdampt. De behandeling met niet-kerende bodembewerking was iets vochtiger in de bovenste laag van de bouwvoor dan de geploegde behandeling. Bij de metingen van het gravimetrisch en volumetrisch vochtgehalte aan het bodemoppervlak, werd ook een significant hoger vochtgehalte vastgesteld in behandeling NK+PIR. Er werden geen significante verschillen vastgesteld in bulkdensiteit en koolstofgehalte tussen de behandelingen (Tabel 4-11).

Tabel 4-11: Overzicht van het gemiddelde gravimetrisch en volumetrisch vochtgehalte, organisch koolstofgehalte en de bulkdensiteit (\pm standaardfout) van de toplaag (0-5 cm) van het bodemprofiel, vlak voor aanvang van de regenvalsimulaties (n=3). Significante verschillen zijn aangeduid met een verschillende letter (Tukey HSD, $p < 0,05$).

	Gravimetrisch vochtgehalte (g/g)	Volumetrisch vochtgehalte (g/cm ³)	Koolstofgehalte (%)	Bulkdensiteit (kg/dm ³)
PL+ZG	0,10 \pm <0,01 ^a	0,12 \pm <0,01 ^a	1,09 \pm 0,06	1,13 \pm 0,03
PL+PIR	0,11 \pm 0,01 ^a	0,13 \pm 0,01 ^a	0,99 \pm 0,02	1,19 \pm 0,02
NK+PIR	0,14 \pm <0,01 ^b	0,16 \pm <0,01 ^b	1,09 \pm 0,01	1,19 \pm 0,02

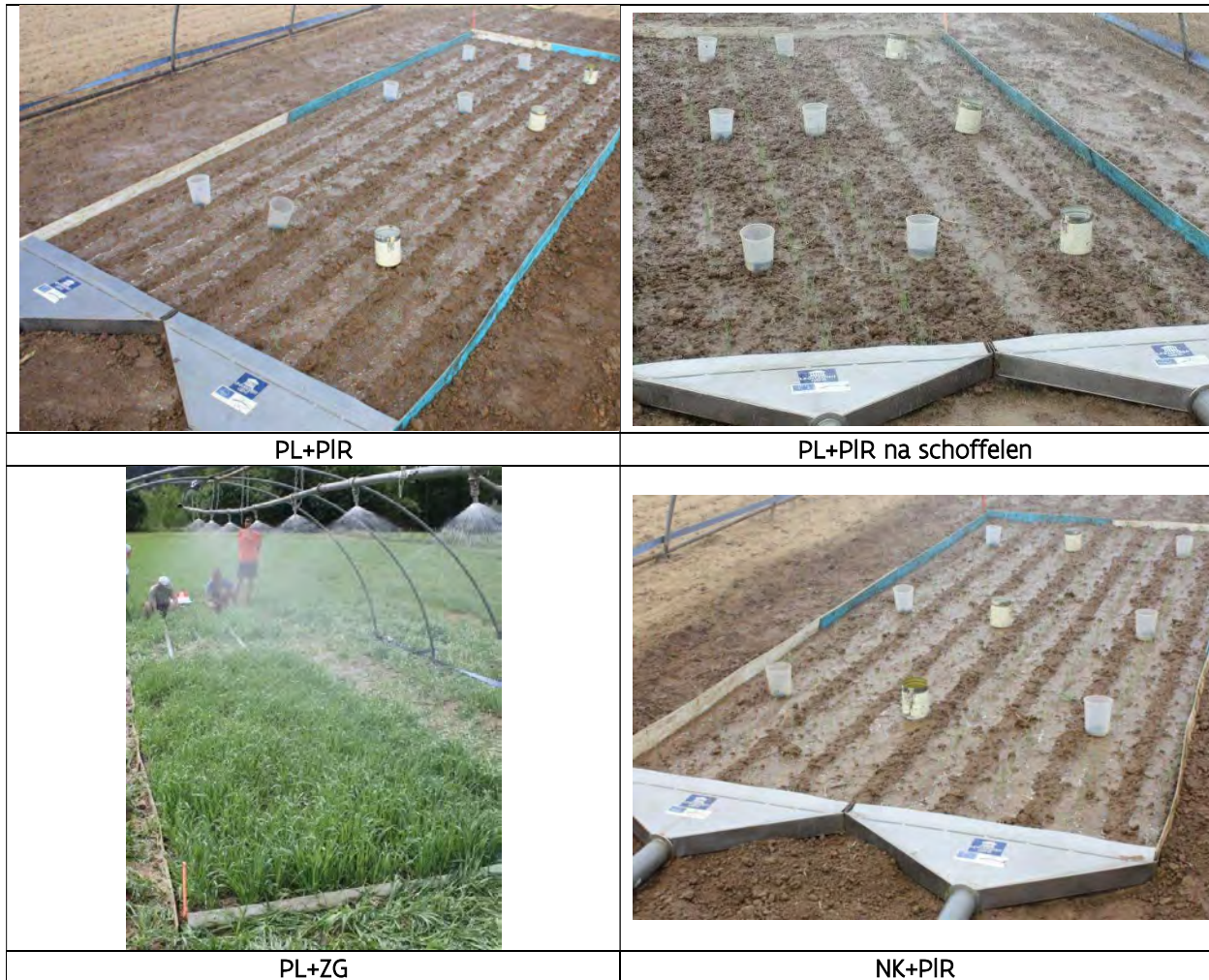
In Figuur 4-19 worden run-off en sedimentverlies van de regenvalsimulaties weergegeven. Door de verslapping en de korstvorming, begon de run-off vrijwel onmiddellijk na de start van de regenvalsimulaties in de behandelingen PL+PIR en NK+PIR. De eerste run-off verliezen werden opgetekend bij 2 l/m² op 1-2 minuten. Of niet-kerend dan wel met de ploeg werd gewerkt had geen invloed op noch de run-off, noch de sedimentverliezen. Dit kon enigszins verwacht worden. Visueel waren geen verschillen vast te stellen tussen deze twee behandelingen. Beide hadden duidelijk een even sterke korstvorming en er werden ook geen verschillen in koolstofgehalte aan het bodemoppervlak vastgesteld.



Figuur 4-19: Verloop van de sedimentverliezen (boven) en run-off (onder) in functie van de neerslag gesimuleerd op 31 mei 2018.

Het schoffelen had net als in het proefveld met savooikool (Hoofdstuk 8) een zeer duidelijk effect op zowel run-off als sedimentverliezen. Door het schoffelen werd de korst gebroken. Hierdoor werd het water niet alleen afgeremd door de kluiten, het kon nu wel infiltreren naar diepere lagen. Run-off en erosie starten nu pas bij een regenval van 15 l/m² op 8-9 minuten. Op dit moment was het bodemoppervlak echter opnieuw sterk verslemt en namen run-off en sedimentverliezen exponentieel toe. Het schoffelen helpt dus met het uitstellen van de run-off en erosie ten opzichte van een niet geschoffelde behandeling met zware korst, maar na een hevige bui is het effect verdwenen, is er een exponentiële toename in erosie en is het bodemoppervlak terug verslemt. In de behandeling PL+ZG werd pas na ruim 25 l/m² op 14 minuten de

eerste run-off opgetekend. De sedimentverliezen bleven laag. Dit was verwacht gezien de sterke bodembedekking door de zomergerst (Figuur 4-20).



Figuur 4-20: Zicht op het bodemoppervlak van de verschillende behandelingen tijdens de regenvalsimulaties van 31 mei 2018.

In Figuur 4-20 wordt een beeld gegeven op het bodemoppervlak van de verschillende behandelingen tijdens de regenvalsimulaties. Ook hier is goed te merken dat in PL+PIR en NK+PIR veel regenwater massaal oppervlakkig afstroomt en er geen onderlinge verschillen zijn tussen de behandelingen. In PL+ZG is te zien dat de zomergerst zo prominent aanwezig is en de bodem bedekt dat er ook weinig kans op erosie kan zijn. Bij de behandeling PL+PIR na schoffelen zijn er wel duidelijk kluiten aanwezig van het schoffelen en infiltreert het regenwater beter, toch zijn er duidelijk plekken waarop het afstromende water concentreert. Zo is duidelijk een verharde lijn aanwezig rechts in het veldje. Deze komt overeen met het bandenspoor van de tractor waarmee geschoffeld werd. Verder is ook te zien dat er opnieuw verslapping optreedt.

4.7 Opbrengstbepaling

Per behandeling werd op 23 augustus, drie weken voor oogst, het percentage gestreken uien bepaald (Tabel 4-12). Op 17 september werd per plot 2 keer 2 lopende meter over volledige zaaibreedte (3m) geoogst (12 m² in totaal) en gewogen voor bepaling van de veldopbrengst (vers gewicht in ton/ha) (Tabel 4-12). Nadien

werden de geoogste uien kort bewaard. Op 9 oktober werden de uien opnieuw gewogen (na verwijdering loof en tarra) en werd de netto opbrengst bepaald alsook de verdeling van de calibers (Figuur 4-21).

Tabel 4-12: Percentage gestreken uien (n=4) bij behandelingen PL+ZG, PL+PrR, PL+PIR, NK+PIR en NK+PrR op 23 september alsook de veldopbrengst (n=4) bepaald op 17 september in blokken A, B, C en D. De behandelingen die significant verschillend zijn van elkaar (Tukey HSD, $p < 0.05$) zijn aangeduid met een verschillende letter.

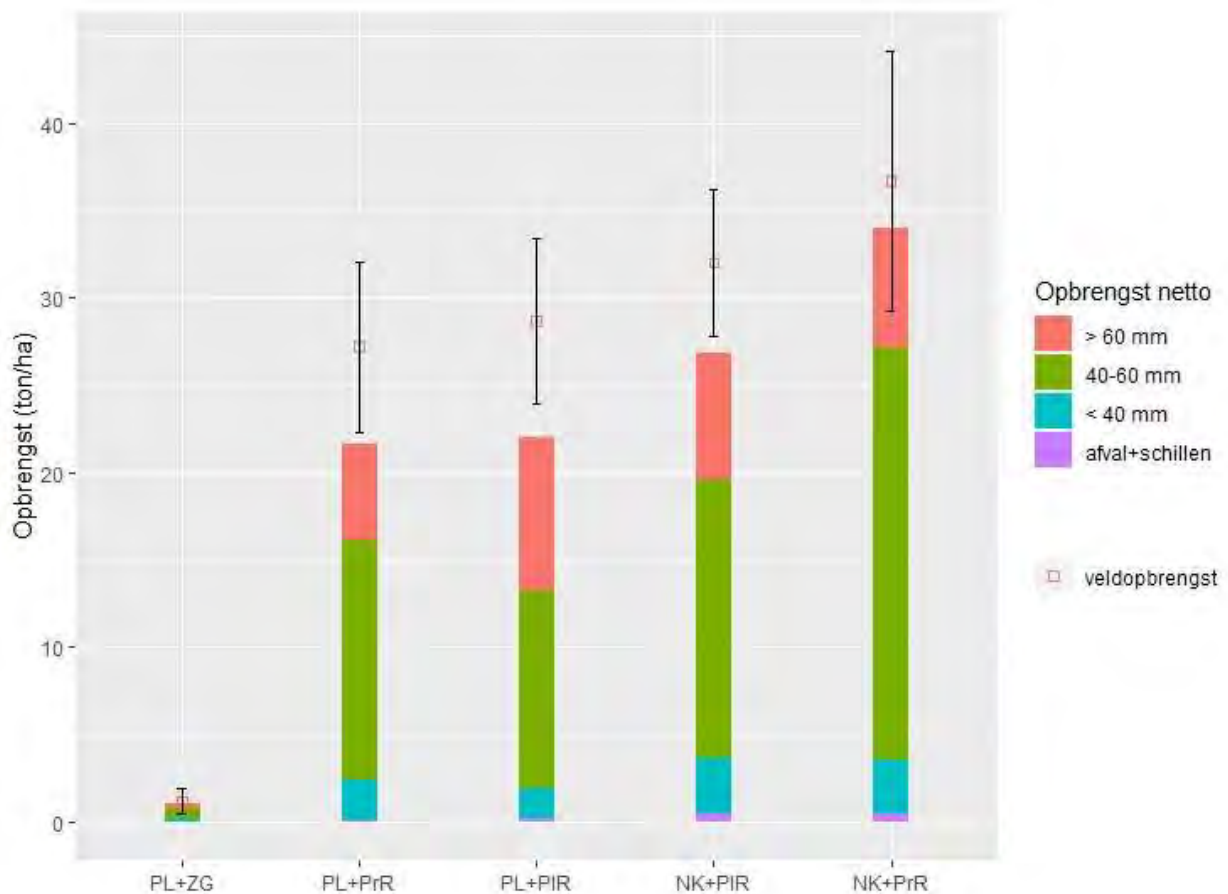
Obj	Gestreken (%)	Vers gewicht (ton/ha)
	23/08/2018	17/09/2018
PL+ZG	7,5 a	1,2 a
PL+PrR	53 b	27,2 b
PL+PIR	54 b	28,7 b
NK+PIR	45 b	32,0 b
NK+PrR	50 b	36,7 b

Op 23 augustus 2018, een maand voor oogst, werd het hoogste percentage gestreken uien waargenomen in de behandelingen met hoofdbewerking ploegen. Het percentage uien waarvan het loof gestreken is vormt een belangrijke maat voor het inschatten van de afrijping ervan. In de niet-kerende behandelingen was dit percentage lager maar niet significant verschillend van de geploegde behandelingen (uitgezonderd voor behandeling PL+ZG). De afrijping verloop dus iets minder snel in de niet-kerende behandeling. Bij de behandeling PL+ZG verliep het afrijpen zeer traag in vergelijking met de andere behandelingen. Het percentage gestreken uien was bijgevolg significant lager in vergelijking met de andere behandelingen.

De veldopbrengst van behandeling NK+PrR was met 36,7 ton/ha het hoogst. Voor behandelingen PL+PrR, PL+PIR en NK+PIR was de veldopbrengst tot 10 ton/ha lager maar niet significant verschillend van behandeling NK+PrR. Niet-kerend werken zorgde in deze proef voor een grotere maar niet significant veldopbrengst in vergelijking met ploegen. Voor behandeling PL+ZG was de veldopbrengst significant lager, nl. 1,2 ton/ha, in vergelijking met de andere behandelingen. Dit kan gelinkt worden aan de sterke onderdrukking door zomergerst en de negatieve impact van het doodspuiten van de zomergerst op de ontwikkeling van de zaaiui.

De hoogste netto-opbrengst werd, in lijn met de veldopbrengst, waargenomen in de behandeling NK+PrR (Figuur 4-21).

Uit de maatsortering kon vastgesteld worden dat de behandeling PL+PIR het grootste aandeel uien met een caliber >60 mm bezit. De andere behandelingen hebben een gelijkaardig maar kleiner aandeel calibers > 60 mm. Deze calibers zijn bestemd voor de verwerkende industrie en hebben de grootste marktwaarde. Het aandeel uien met een caliber tussen 40-60 mm, bestemd voor de verse markt, is het grootst voor de behandeling NK+PrR maar het verschil met de andere behandelingen is klein. Qua aandeel uien met een caliber <40 mm en afval+schillen worden geen noemenswaardige verschillen tussen de behandelingen vastgesteld.



Figuur 4-21: Netto opbrengst uien (n=4) en verdeling calibers over diameter groter dan 60 mm, tussen 40 en 60 mm, kleiner dan 40 mm en afval+schillen alsook de veldopbrengst (n=4) (\pm standaardfout) voor de behandelingen PL+ZG, PL+PrR, PL+PIR, NK+PIR en NK+PrR bepaald op 9 oktober 2018.

4.8 Conclusies

Bij aanvang van deze veldproef werden een aantal onderzoeksvragen naar voor geschoven. Op basis van de hierboven beschreven resultaten, wordt getracht een beknopt antwoord te formuleren op deze vragen.

1. **In welke mate wordt bodemerosie beperkt door niet-kerende bodembewerking toe te passen? En welke rol spelen zaaibedbereiding, schoffelen en de combinatie met zomergerst hierin?**

Op basis van de regenvalsimulaties en de waarnemingen in het veld, blijkt dat niet-kerende bodembewerking niet leidde tot reductie in run-off en sedimentverliezen. Het vervangen van de platte rol door een prisma-rol op de zaaicombinatie had slechts een beperkte meerwaarde naar erosiereductie toe in het begin van het teeltseizoen. Na een eerste intense regenbui waren de verschillen in bodemruwheid namelijk zo goed als verdwenen. Schoffelen zorgde voor het breken van de korst waardoor run-off werd uitgesteld. Eénmaal run-off optrad werd zeer veel sediment meegevoerd en nam het sedimentverlies exponentieel toe. Bij zomergerst werden run-off en sedimentverliezen herleidt tot nul.

2. Zijn er verschillen in gewasopkomst en onkruiddruk tussen de teelttechnieken?

Gezien de zaaibedbereiding voor alle behandelingen nagenoeg gelijk was werd de gewasopkomst voornamelijk bepaald door de hoofdbodembewerking en de zaaiconfiguratie. Niet-kerende bodembewerking en zaaien in enkele rijen zorgden voor een betere opkomst wat kan gelinkt worden aan een betere vochtvoorziening uit de bodem onder de toplaag en minder verslemping van het bodemoppervlak. Zomergerst had geen negatieve invloed op de gewasopkomst. Na ongeveer 4 maand na zaai werd de maximale bodembedekkingsgraad bereikt. Niet-kerend leidde tot een hogere bodembedekkingsgraad dan ploegen op het einde van het teeltseizoen. Bij toepassen van zomergerst werd reeds 1,5 maand na zaai de maximale bodembedekkingsgraad bereikt. Doorheen het teeltseizoen is de bodembedekkingsgraad beduidend hoger in vergelijking met de andere behandelingen. De onkruiddruk was iets groter bij niet-kerende bodembewerking dan bij ploegen en dan voornamelijk naar het einde van het teeltseizoen toe. Zomergerst zorgde voor een goede onkruidonderdrukking.

3. Is er een opbrengstderving te verwachten bij niet-kerende bodembewerking? Wat is de rol van de zaaibedbereiding en de combinatie met zomergerst hierbij?

De veldopbrengst was hoger bij niet-kerende bodembewerking in vergelijking met ploegen. Dit kan in verband worden gebracht met de betere vochtvoorziening uit de bodem onder de toplaag net na zaai wat de opkomst en ook opbrengst positief beïnvloedde. De zaaibedbereiding had geen invloed op de opbrengst. Zomergerst daarentegen was dan wel effectief naar erosiereductie toe, op vlak van opbrengst werd een bijna maximale derving opgetekend. Aan de basis hiervan lagen het onderdrukkend effect van zomergerst (voor doodspuiten) alsook het nadelige effect van doodspuiten van zomergerst op de zaaiui. Het grootste aandeel uien met een geschikt caliber voor de verwerkende industrie, nl. diameter > 60 mm, werd in de geploegde behandelingen teruggevonden.

5 Erwt Heuvelland: niet kerende bodembewerking

Tomas Vande Sande (Inagro), Thijs Vanden Nest (ILVO)

5.1 Situering

Op een perceel in Heuvelland werd een niet-kerende bodembewerking vergeleken met ploegen in het voorjaar.

Om het risico op erosie in de teelt van erwten in te schatten werd tijdens deze proef aan de hand van dronebeelden en andere sensoren op regelmatige tijdstippen tijdens deze proef ook een inschatting gemaakt van de bodembedekking.

Om cultivarafhankelijke verschillen in de snelheid waarmee de bodembedekking tot stand komt in kaart te brengen werden deze waarnemingen op dezelfde tijdstippen ook uitgevoerd op de rassenproef erwten 2018.

5.2 Beschrijving van het perceel

5.2.1 Proefterrein

- **Regio:** Heuvelland
- **Bodentype:** wAca (Zwak gleyige leemboden met textuur B horizont. Klei – zandsubstraat op geringe diepte).
- **Erosieklasse:** geel
- **Teelt 2017:** wortelen
- **Groenbedekker:** gele mosterd, goed ontwikkeld, volledig doodgevroren en vernietigd bij proefaanleg.
- **Helling van het perceel:** 8.5 %



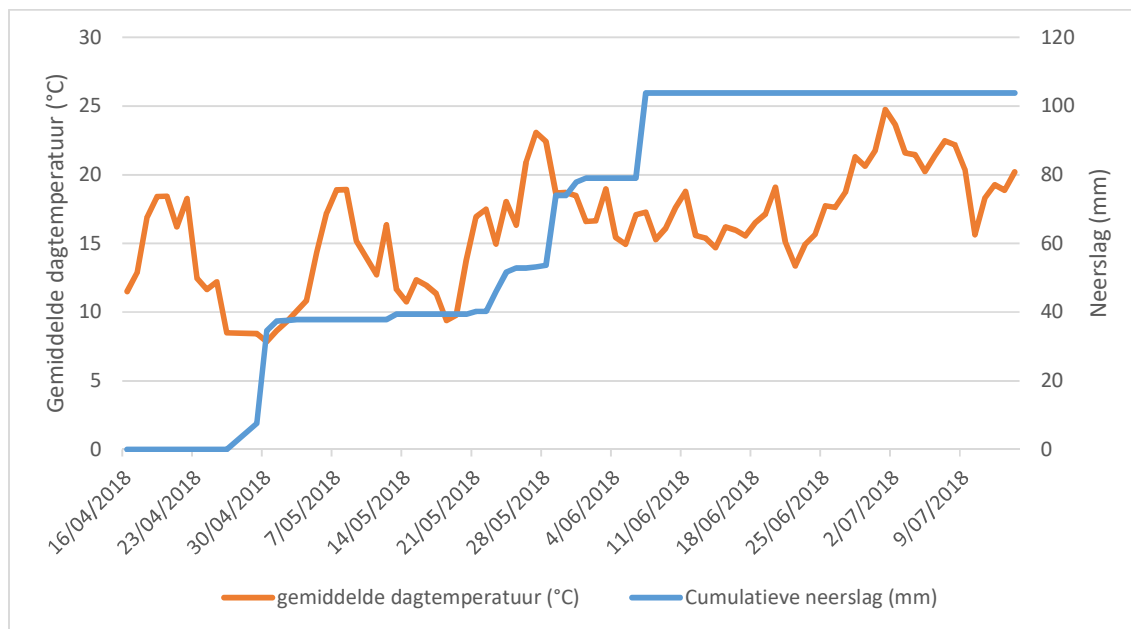
Figuur 5.1: Situatieschets

5.2.2 Chemische bodemkenmerken

Tabel 5.1: Resultaten van de bouwvooranalyse (uitgevoerd volgens BAM, labo Inagro 26/04/2018)

Obj	Obj 1 : ploegen	Obj 2: NKB		Streefzone
pH	6,94	7,42		
Textuur	Leem	Leem		
Organische koolstof	1,02	0,97	%	5,5 - 6,0
Calcium	291,09	359,53	mg/100 g droge grond	1.3 - 1,6
Magnesium	16,90	19,91	mg/100 g droge grond	12 – 20
Natrium	1,75	2,17	mg/100 g droge grond	14 – 23
Kalium	19,1	22,76	mg/100 g droge grond	9 – 16
Fosfor	28,74	29,24	mg/100 g droge grond	102 – 268
Zwavel	1,84	1,76	mg/100 g droge grond	3,1 – 6,7

5.2.3 Weersomstandigheden



Figuur 5.2: Weersomstandigheden tijdens de proef (weerpaal op het perceel zelf)

De weersomstandigheden tijdens de proef waren uitzonderlijk droog en warm. Kort voor proefaanleg zorgde een uitzonderlijk warme periode eind april ervoor dat de bodem voldoende opdroogde en er in voldoende (redelijk) droge omstandigheden gezaaid kon worden. Kort na zaaien (anderhalve week) viel er een redelijke regenbui van 30 – 35 l/m². Hierdoor kiemden ook de erwten gezaaid na niet kerende bodembewerking (die door de drogere bovenlaag en minder goede aandrukking niet onmiddellijk kiemden). De erwten gezaaid na niet-kerende bodembedekking startten dus wel met een week achterstand op de erwten gezaaid na ploegen.

De ganse teeltperiode was zeer droog en warm, eind mei en begin juni viel nog wat neerslag, maar vanaf de tweede week van juni viel er niets meer en werd het zeer droog. In normale omstandigheden valt in de periode tussen half april en half juli meer dan dubbel zoveel neerslag.

5.2.4 Overzicht van teelt - en poefverloop

- Teelt: Erwt (*Pisum sativum* L.)
- Cultivar: Geneva
- Zaaidichtheid: 100 zaden/m²

Tabel 5.2: Overzicht van teelt – en proefverloop

Tijdstip	Activiteit
Diepe bodembewerking	22/04/2018
Klaarleggen (2 x) en zaaien	25/04/2018
Penetrometermetingen	25/05/2018
Waarneming opkomst (nog geen volledige opkomst)	09/05/2018
Opkomststelling en regenvalsimulaties	16/05/2018
Waarnemingen bodembedekking	20/05/2018
Waarnemingen bodembedekking	06/06/2018
Waarnemingen bodembedekking	18/06/2018
Oogst en opbrengstbepaling	5/07/2018

5.3 Proefaanleg

De proef werd aangelegd op geel perceel gelegen in Heuvelland. Binnen het perceel werd een steile helling geselecteerd. Een strook met breedte van van 12 m werd over een lengte van 80 m niet-kerend bewerkt. De strook ernaast werd op hetzelfde ogenblik geploegd.

De teler in kwestie had nog geen ervaring met niet-kerende bodembewerking maar was wel bereid om een deel van zijn perceel niet-kerend te bewerken. Hiervoor werd een gewone vaste tandcultivator met smalle platte beitels (plaatjes van 4 cm) gebruikt. Een tweetal dagen voor zaaien (samen met ploegen) werd het perceel bewerkt tot op een diepte van 20 – 25 cm (gelijk aan ploegdiepte). Pas 2 dagen na de diepe bodembewerking werd zaaiklaar gelegd met de rotoreg. Onmiddellijk na zaaiklaar leggen werd ingezaaid (100 zaden /m).

5.3.1 Proefplan



Figuur 5.3: Proefplan

5.3.2 Overzicht van de aangelegde objecten

Tabel 5.3: Overzicht van de objecten.

Obj		Diepe bodembewerking voorjaar	Zaai­bed­be­re­i­ding
1	Ploegen	20 – 25 cm, ploegen	Rotorkoepel hoog toerental (2 x)
2	Niet-kerende bodembewerking	20-25 cm, vaste tandcultivator met smalle beitels.	Rotorkoepel hoog toerental (2 x)

Er werd gezaaid aan 100 zaden/m². De zaai­lij­nen lagen op een afstand van 121.5 cm van elkaar. In de zaai­lijn werd om de 8 cm een zaadje afgelegd.

5.4 Waarnemingen bij proefaanleg

5.4.1 Bodemvochtgehalte

Onmiddellijk na klaarleggen van het perceel (voor zaaien en de 2 de passage met de rotoeg) werd in beide objecten het bodemvochtgehalte in de bouwvoor ontleed per laag van 10 cm. (15 staalnamepunten per staal in kruisverband)

Tabel 5.4: Resultaten van de bepalingen van het gravimetrisch vochtgehalte (g/g).

Diepte	Niet kerende bodembewerking (obj 1)	Ploegen (obj 2)
0 – 10 cm	17,64	17,11
10 – 20 cm	22,45	19,67
20 – 30 cm	21,13	20,41

5.4.2 Ruwheid van het zaai bed

De diepe bodembewerkingen werden uitgevoerd op 22/04/2018 na een voor april uitzonderlijk droge periode. De bovenste bodemlaag van het bodemprofiel was goed opgedroogd bij uitvoeren van de diepe bodembewerkingen. Er werd aan de teler gevraagd om zowel het ploegen als de vaste tandbewerking tot dezelfde diepte uit te voeren, tussen de 20 en 25 cm diep. Op 25/04 werd gezaaid. Er werd die dag klaargelegd met de rotoeg door de teler. Daarna kwam de loonwerker erwten zaaien. De zaaimachine was ook uitgerust met een rotoeg. Na niet-kerende bodembewerking (NKB) lag de bodem duidelijk ruwer dan na ploegen. Op een aantal plaatsen was bij inzaaien al duidelijk dat het zaad bij NKB onvoldoende aangedrukt was om vlot te kiemen.





Ruwheid van het bodemoppervlak : Object 2 (NKB) kort na inzaai. In het algemeen ruwer. Op een aantal plaatsen was de bodem veel te ruw met een slechte aandrukking van het zaad en een slechte opkomst tot gevolg.

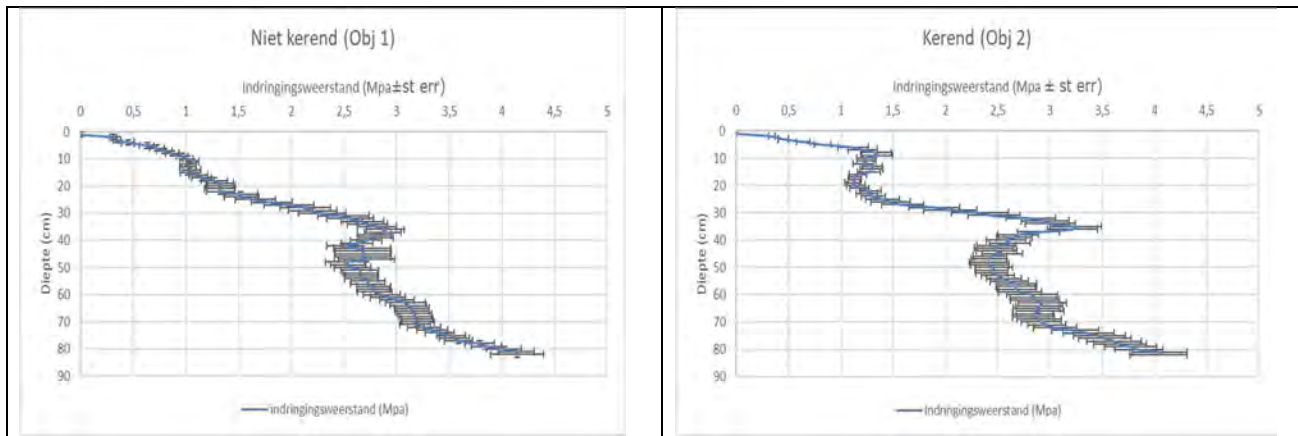
Figuur 5.4: Ruwheid van het bodemoppervlak kort na zaaien.



Figuur 5.5: Vaste tandcultivator gebruikt tijdens de proefaanleg.

5.4.3 Penetrometermetingen

Tijdens het zaaien (25/04/2018) werd de indringingsweerstand van de bodem bepaald in de verschillende objecten met een penetrologger. Elk object werd opgedeeld in 4 blokken met een lengte van 25 m. Blok 1 ligt bovenaan de helling, blok 4 ligt onderaan de helling. In elke blok werden 10 steken met de penetrometer uitgevoerd. Onderstaande figuren geven de resultaten van de metingen per object. De oppervlakte van de gebruikte conus was 1 cm .



Figuur 5.6 : Gemiddelde indringingsweerstand i.f.v. diepte ondervonden door de penetrometer (n=40).

Figuur 5.6 geeft de gemiddelde indringingsweerstand per object weer. In beide objecten is een beperkte ploegzool merkbaar op een diepte van 30 cm. De indringingsweerstand neemt onder de ploegzool wat af, maar stijgt daarna terug geleidelijk met de diepte. De metingen werden uitgevoerd tijdens inzaaien van de erwt. De metingen in object 1 werden uitgevoerd voor inzaaien. De metingen in object 2 werden uitgevoerd na inzaaien. In figuur 5.6 (obj 2) is duidelijk te zien hoe het inzaaien zelf een (beperkte) verdichting veroorzaakt op een diepte van 5 a 10 cm in de bouwvoor. Er werd niet vergeleken of de verdichting in de toplaag minder of meer uitgesproken was na uitvoeren van een niet kerende bodembewerkingen, maar er wordt vermoed dat er geen verschillen zijn aangezien de bodem voor inzaaien nog eens bewerkt werd met de rotoeg (in dezelfde werkgang) in beide objecten.

5.5 Waarnemingen tijdens de teelt

5.5.1 Opkomststellingen

Op 09/05/2018 werden opkomststellingen uitgevoerd. Per blok werd - ad random - 3 x 1 m afgezet. Binnen deze vierkante meter werd het aantal bovengekomen planten geteld. Resultaten worden gegeven in tabel 5.5. Een vergelijking (Tukey, 0.05) toont geen significant verschil in opkomst na niet kerende bodembewerking t.a.v ploegen.

Tabel 5.5: Vergelijking (Tuckey, 0.05) van de gemiddelde (n = 12) opkomstcijfers per plot.

	Opkomst planten /m ²	Tukey
Ploegen		
Gemiddelde	76,42	a
Stdev	8,27	
Niet kerende bodembewerking		
Gemiddelde	72,92	a
stdev	10,33	
Gemiddelde	74,67	

Variatiecoëfficiënt (%)	6,89
p-waarde	0,58

5.5.2 Ziekten en plagen

Er werden waarnemingen uitgevoerd op 20/05, 29/05, 06/06 en 18/06. Omwille van de zeer droge omstandigheden was de ziektedruk tijdens de teelt minimaal. Er werden nergens zichtbare sporen van ziekten of plagen waargenomen. Het niet kerend bewerkte object vertoonde wel meer pikschade door houtduiven. De gewasdichtheid was minder groot wat meer uitnodigend is voor duiven.

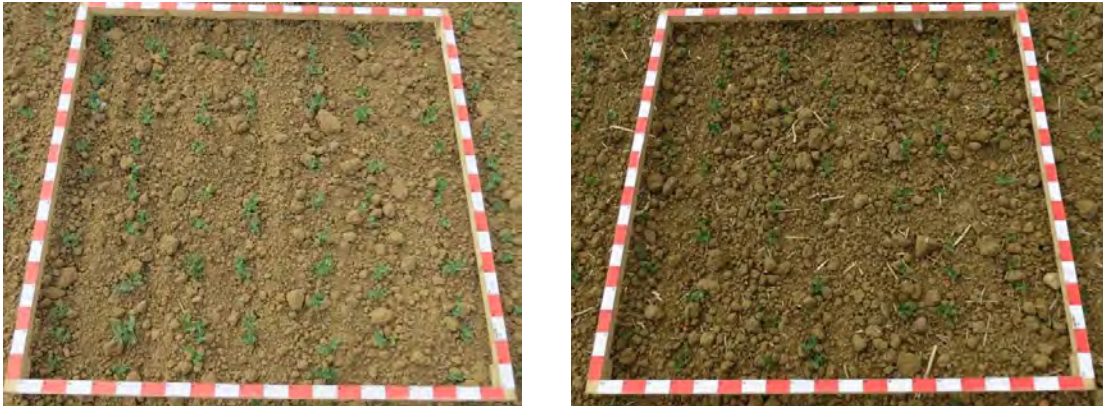
5.5.3 Onkruiddruk

De onkruiddruk lag beduidend hoger in het niet-kerend bewerkte object. Dit had voornamelijk te maken met de tragere opkomst waardoor onkruiden ruimte kregen. De belangrijkste waargenomen onkruiden waren melganzevoet, straatgras, perzikkruid, tuinbingelkruid ...

5.5.4 Regenvalsimulaties

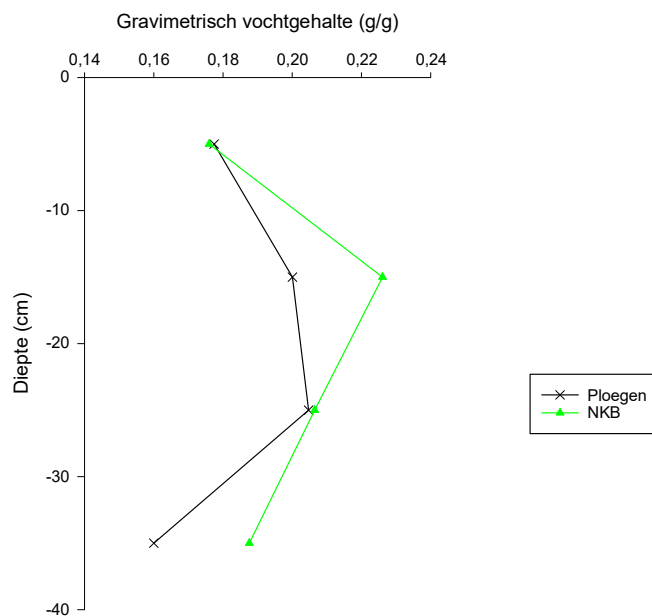
Om het effect van de behandelingen op run-off en erosie objectief te testen, werden op 16 mei 2018 regenvalsimulaties uitgevoerd met de regenvalsimulator van UGent (Vermang, 2012¹). Er werd in beide behandelingen Ploegen en NKB telkens 1 regenvalsimulatie uitgevoerd. Bij elke regenvalsimulatie werd een erosieveldje afgebakend van 2 m breed op 5 m lang. De veldjes werden steeds zo gepositioneerd dat ze 14 rijen erwten bevatten. Onderaan de erosieveldjes werd het run-offwater en sediment opgevangen in 2 goten van elk 1 m breed. Op de dag van de metingen stonden de erwtenplantjes nog maar enkele centimeters hoog. Het bodemoppervlak was droog, vrij kluitig en vertoonde nog geen verslemping of cracks voor zowel het geploegde als niet-kerend bewerkte object. Toch was het bodemoppervlak duidelijk ruwer bij het niet-kerend bewerkte object, daar waren de erwtenplantjes ook licht achter in groei (zie figuur 5.7). In het geploegde object waren geen gewasresten en geen onkruiden aanwezig. De bodembedekking door het gewas was 4% in het geploegde object. De totale bodembedekking in het niet-kerend bewerkte object was met 8% (5,5% gewasresten en 2,5% door het gewas) dubbel zo hoog.

¹ Vermang, J. (2012). Erosion processes and physical quality of loamy soils as affected by reduced tillage. Ghent University. Faculty of Bioscience Engineering, Ghent, Belgium.



Figuur 5.7: Zicht op het bodemoppervlak van het geploegde object (links) en het niet-kerend bewerkte object (rechts) vlak voor de regenvalsimulatie.

Alle regenvalsimulaties werden uitgevoerd in Blok 4 op stukken met een homogene helling (8,5%). Tijdens de erosiesimulaties werd gedurende 23 minuten beregend aan een gemiddelde intensiteit van $110 \text{ l/m}^2 \cdot \text{h}$. Deze berekening gebeurde met regenwater (leidingwater of putwater bevat dikwijls teveel kalk die het bodemoppervlak stabiliseert). Tijdens het beregenen werd de run-off per tijdseenheid opgetekend. Door telkens ook een staal te nemen voor sedimentconcentratie, kon ook de cumulatieve hoeveelheid erosie worden bepaald. Zowel run-off als cumulatieve erosie werden uitgezet tegen hoeveelheid neerslag (zie verder), omdat op deze wijze rekening wordt gehouden met de lichte schommelingen in neerslagintensiteit tussen de simulaties onderling. Voor aanvang van iedere simulatie werd een bodemvochtstaal genomen ter bepaling van het vochtgehalte in het profiel 0-40 cm (3 steken met een gutsboor per erosieveldje). Ter bepaling van het vochtgehalte, organisch C-gehalte en bulkdensiteit van het bodemoppervlak (0-5 cm), werd een staalname uitgevoerd met Kopecky-ringen (in 3-voud per erosieveldje). In Figuur 5.8 en Tabel 5.6 worden de resultaten van de metingen weergegeven.



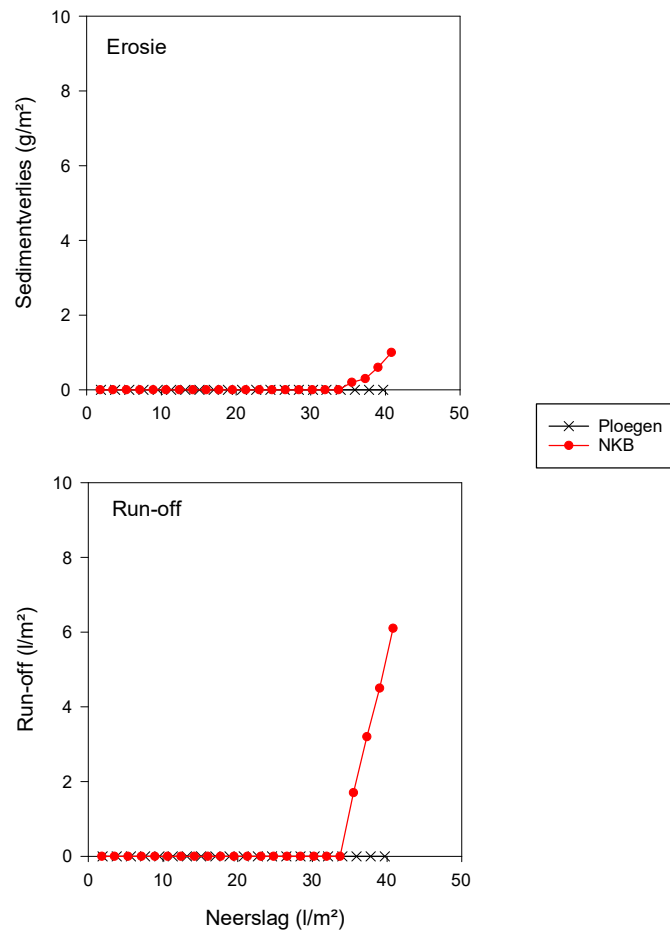
Figuur 5.8: Gravimetrisch vochtgehalte in het bodemprofiel 0-40 cm op 16 mei 2018.(n=1)

De metingen in figuur 5.8 geven aan dat er geen verschil was in vochtgehalte aan het bodemoppervlak tussen de behandelingen ploegen en niet-kerende bodembewerking. Dit wordt ook bevestigd met de metingen via de kopecky-ringen (tabel 5.6). Op 15 en 35 cm diepte zit wel meer vocht in het niet-kerende object dan in het geploegde object (figuur 5.8). Ook in bulkdensiteit werd geen significant verschil vastgesteld tussen beide objecten. Het object met NKB had een significant hoger C-gehalte in de laag 0-5 cm dan het geploegde object.

Tabel 5.6: Overzicht van het gemiddelde gravimetrisch en volumetrisch vochtgehalte, het organisch C-gehalte en de bulkdensiteit (\pm standaardfout) van de toplaag (0-5 cm) van het bodemprofiel, vlak voor aanvang van de regenvalsimulaties (n=3). Significante verschillen zijn aangeduid met een verschillende letter (Tukey HSD-test, $p < 0,05$).

	Gravimetrisch vochtgehalte (g/g)	Volumetrisch vochtgehalte (g/cm ³)	C-gehalte (%)	Bulkdensiteit (kg/dm ³)
Ploegen	0,11 \pm <0,01 ^a	0,13 \pm 0,01 ^a	1,10 \pm 0,02 ^a	1,13 \pm 0,04 ^a
NKB	0,11 \pm <0,01 ^a	0,13 \pm <0,01 ^a	1,21 \pm 0,02 ^b	1,11 \pm 0,02 ^a

In Figuur 5.9 worden run-off en sedimentverlies van de regenvalsimulaties weergegeven. Tot een regenvalsimulatie van 35 l/m op 19 minuten werd niets van run-off en sedimentverlies opgetekend in zowel de geploegde behandeling als de niet-kerende bodembewerking. Dit geeft, in lijn met de voorgaande erwtenproeven, aan dat er weinig kans is op erosie in een erwtengegewas, zelfs kort na opkomst als de plantjes nog betrekkelijk klein staan. Op het einde van de regenvalsimulaties werd wel een beperkte hoeveelheid run-off en erosie vastgesteld in de behandeling met niet-kerende bodembewerking, maar deze bleef heel beperkt. Gezien de teelt blijkbaar heel weinig erosiegevoelig is, lijkt het uitvoeren van een niet-kerende bodembewerking in een erwtengegewas weinig tot geen meerwaarde te hebben qua erosiebestrijding.



Figuur 5.9: verloop van de sedimentverliezen (boven) en run-off (onder) in functie van de neerslag gesimuleerd op 16 mei 2018.

In Figuur 5.10 wordt van iedere behandeling een beeld gegeven tijdens de regenvalsimulatie. Ook visueel waren de verschillen tussen Ploegen en NKB tijdens de erosiesimulaties klein.



Ploegen



Niet-kerende bodembewerking

Figuur 5.10: Zicht op de geploegde behandeling (boven) en niet-kerend bewerkte behandeling (onder) tijdens de regenvalsimulaties op 16 mei 2018.

5.5.5 Evolutie van de bodembedekking

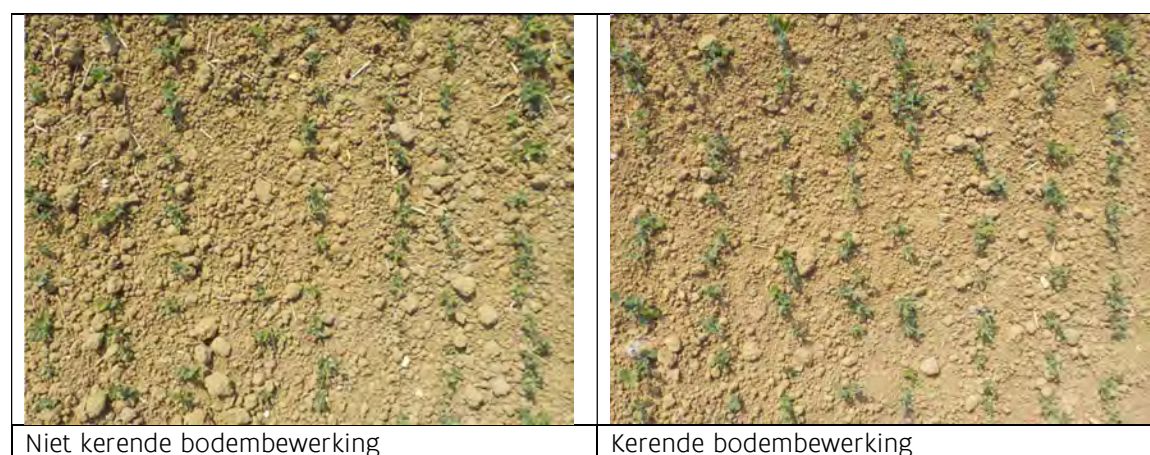
Om het al dan niet erosiegevoelige karakter van de erwenteelt verder te onderbouwen werd een poging ondernomen om de evolutie/snelheid van de bodembedekking op een objectieve manier op te meten. Hiervoor werd gebruik gemaakt van een aantal sensoren. Er werd eerst een evaluatie uitgevoerd van deze sensoren en uiteindelijk werd de sensor weerhouden waarvan de resultaten het best overeenkwamen met de te verwachten en visueel waargenomen bodembedekking.

Met deze sensor werden dan op verschillende tijdstippen waarnemingen uitgevoerd om de snelheid van de bodembedekking te registreren.

Om het effect van de cultivar te onderzoeken werden deze waarnemingen ook uitgevoerd in de rassenproef voege erwt.

5.5.5.1 Vergelijking van verschillende waarnemingsmethoden

Op 20/05/2018 werd op het proefveld kerende/niet kerende bodembewerking in Kimmel een vergelijking uitgevoerd van verschillende sensorwaarnemingen waarmee de bodembedekking ingeschat kon worden. Op dat ogenblik waren de erwten net bovengekomen. De hoogte van de plantjes was op dat ogenblik 5 a 10 cm. In figuur 5.11 wordt een foto (ongeveer 1 m , genomen loodrecht t.a.v het oppervlak van een hoogte van 1.5 m). getoond van het proefveld op het ogenblik van de vergelijking.



Figuur 5.11: Gewasstand op het proefperceel in Kimmel op het ogenblik van de vergelijking van verschillende waarnemingsmethodes.

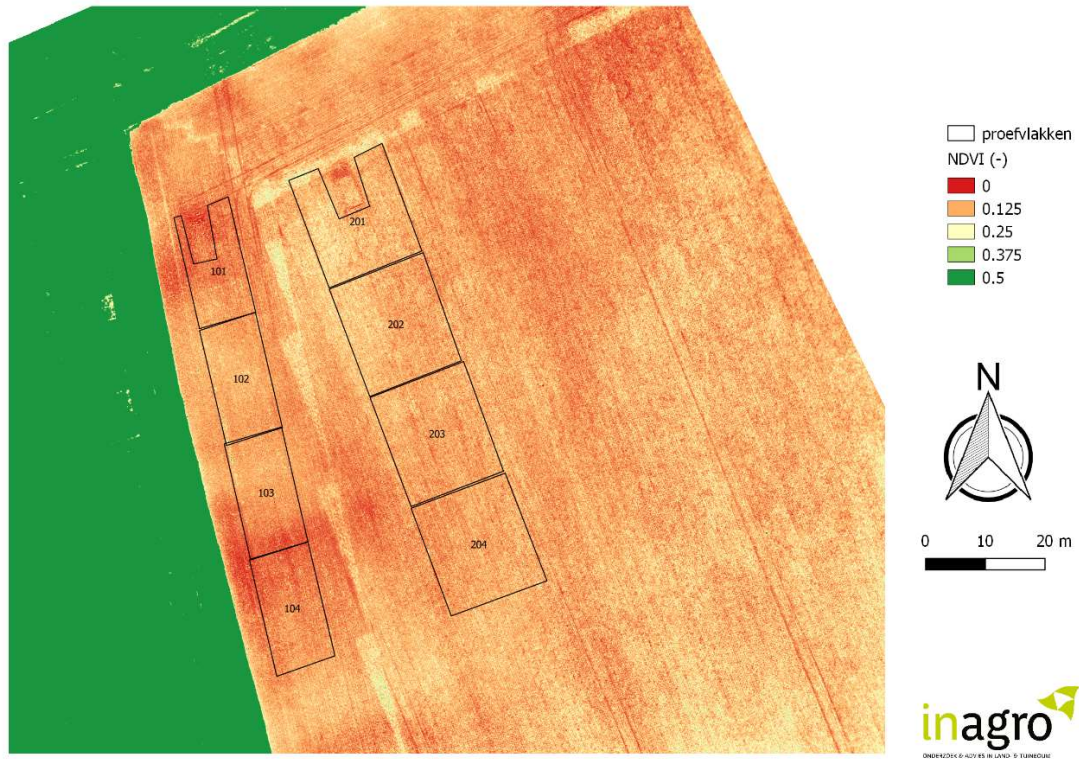
Tabel 5.7: beschrijving van de verschillende waarnemingsmethodes.

Vector	Verwerkingsmethode
Camera	Canopeo (software, classificering op basis van kleur)
Camera	ImageJ (software, classificering op basis van kleur)
Drone + multispectraalcamera*	NDVI 0.18 (threshold waarop onderscheid bodem – gewas bepaald wordt)
Drone + multispectraalcamera*	NDVI 0.16(threshold waarop onderscheid bodem – gewas bepaald wordt)
Drone + camera	RGB (Red green Blue, classificering op basis van kleur)

*Volgende golflengtebanden worden gemeten 0 550 nm,660 nm, 735 nm en 790 nm.

Voor de camerabeelden werd telkens een oppervlakte van 1 m² gefotografeerd vanop een hoogte van 1.5 m². In elke plot werden 3 foto's genomen waarvan de bodembedekking aan de hand van verschillende softwarepakketten bepaald werd. De dronebeelden werden genomen in 1 enkele vlucht. Met de multispectraalcamera werd het volledige perceel gefotografeerd (figuur 5.12). Achteraf werd dan op de beelden een aanduiding gemaakt van de verschillende proefvlakken (plots). Binnen de afgebakende proefvlakken werd de NDVI /RGB index bepaald. In plot 1 van elk object (plot 101 en 201) werd ook telkens

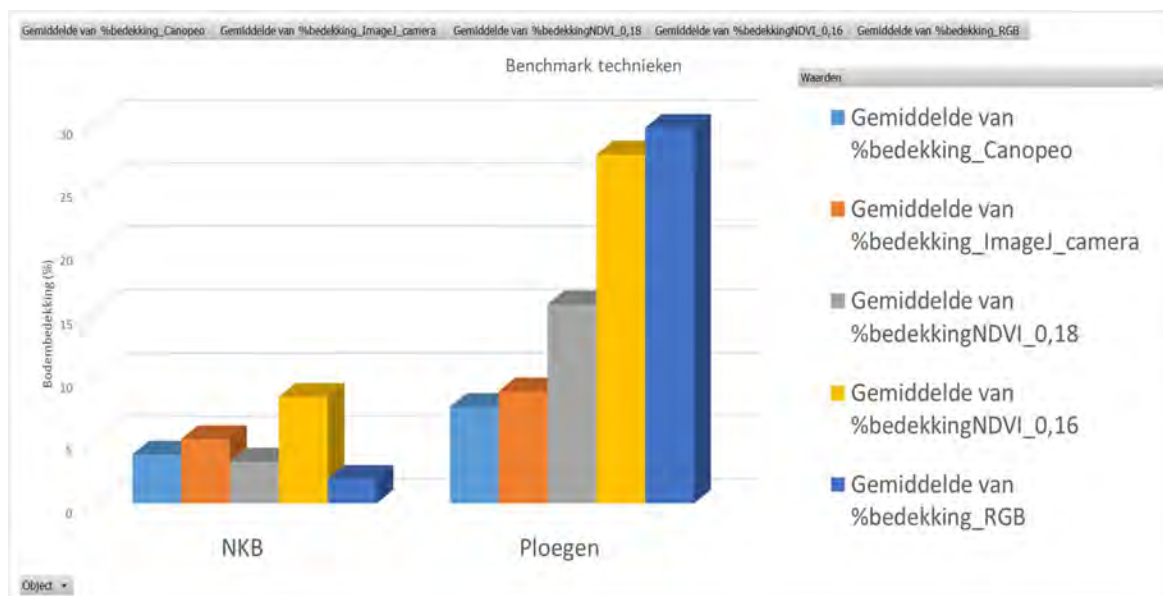
een uitsparing gemaakt. Dit gedeelte van het proefvlak was verstoord door de regenvalsimulaties en werd daarom niet meegenomen bij de berekening van de NDVI.



Figuur 5.12: NDVI - bepaling op de verschillende proefvlakken aan de hand van een dronebeeld.

Een vergelijking van de resultaten van de verschillende waarnemingsmethodes/verwerkingsmethodes met een visuele beoordeling van de foto's en een visuele beoordeling op het ogenblik van de waarnemingen toont aan dat voornamelijk de Canopeo – app en de beeldbewerking met ImageJ betrouwbare bodembedekkingscijfers bekomen (figuur 5.13). Op 20/05/2018 was de gewasstand op de strook die niet kerend bewerkt werd iets minder dicht dan op de geploegde strook. De opkomst was ook iets lager, maar op de geploegde strook was de bodembedekking zeker geen 15 – 30 % zoals uit de dronebeelden naar voor komt.

Daarom werd besloten om dronebeelden niet verder te gebruiken bij de beoordeling van de bodembedekking in functie van de tijd.



Figuur 5.13: Vergelijking van de gemiddelde bodembedekking (n = 4) aan de hand van verschillende technieken.

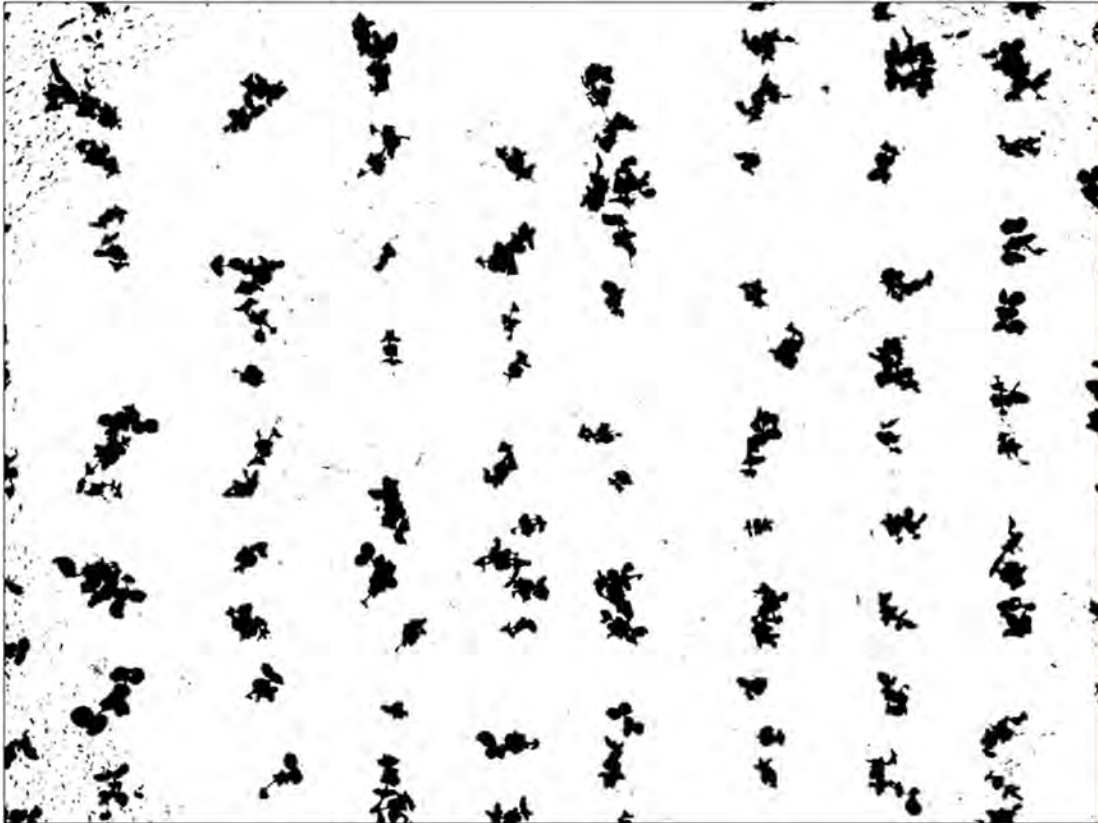
Tabel 5.8: Berekende bodembedekkingsgraad bepaald aan de hand van verschillende technieken.

Obj	Canopeo*	ImageJ_camera*	NDVI_0,18**	NDVI_0,16**	RGB**
NKB	3,87	5,09	3,32	8,43	1,95
Ploegen	7,63	8,88	15,72	27,56	29,68
Eindtotaal	5,75	6,98	9,51	17,99	15,82

*Gemiddelde op basis van 12 beelden (3 per plot) van 1 m genomen met een camera

**Gemiddelde op basis van 4 beelden genomen met een drone over het ganse proefvlak.

Bij de beeldverwerking van foto's via Image J wordt het contrast tussen bruin en groen op de foto's zoveel mogelijk vergroot. Waarna alle groene delen op de foto afgelijnd worden en de groene oppervlakte berekend wordt. Bij dit proces is het niet altijd mogelijk om groen en bruin volledig van elkaar te scheiden. Bij de meeste beeldverwerkingen wordt nog wat ruis (bodem) meegerekend als bedekt (zie figuur 5.14). Dit kan een lichte overschatting van de bodembedekking verklaren.



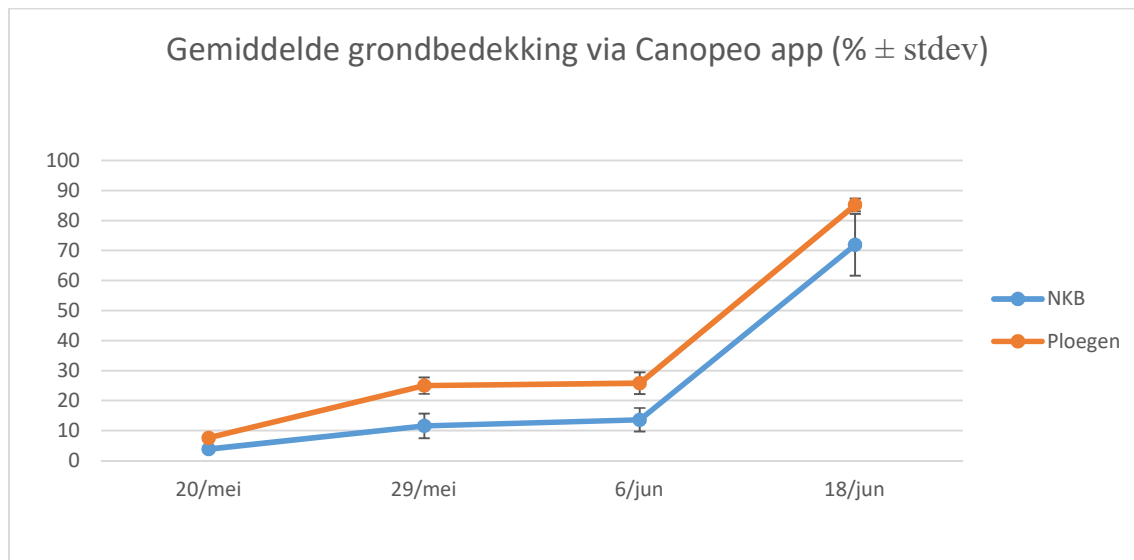
Figuur 5-14: Selectie van het groene materiaal (bedekte bodem) op een foto. Meestal zit er nog wat ruis op het beeld wat een lichte overschatting kan verklaren.

Omwille van deze overschatting, en omwille van het feit dat waarnemingen met de Canopeo – app praktischer waren werd ervoor gekozen om tijdens het verder verloop van de proef de Canopeo – app te gebruiken om een inschatting te maken van de bodembedekking.

5.5.6 Evolutie van de bodembedekking

5.5.6.1 Kerende vs. niet kerende bodembewerking

Op 4 data werden met de camera waarnemingen uitgevoerd (3 foto's per plot met oppervlakte van 1 m genomen op exact dezelfde locatie en vanop dezelfde hoogte) die dan verwerkt werden met de canopeo app. Het verloop van de bekomen bodembedekking wordt weergegeven in figuur 5.15 en tabel 5.9. Opvallend is dat het geploegde object over de ganse lijn een betere bodembedekking vertoont. Dit heeft te maken met de betere zaadaflieg en hogere opkomst. Bovendien valt op dat de bodembedekking zeer sterk toeneemt in de maand juni. Regenvalsimulaties werden op dit perceel uitgevoerd op 9/05, voor de eerste waarneming (maar na opkomst van de erwten). Zelfs op dat tijdstip bleef de run-off en erosie op beide objecten zeer beperkt.



Figuur 5.15: Verloop van de bodembedekking.

Tabel 5.9: Verloop van de bodembedekking

Datum	Gemiddelde % bedekking_gemeten met Canopeo	
	NKB	Ploegen
20/mei	3,87	7,63
29/mei	11,59	25,02
6/jun	13,66	25,83
18/jun	71,95	85,22

5.5.6.2 Verschillende cultivars.

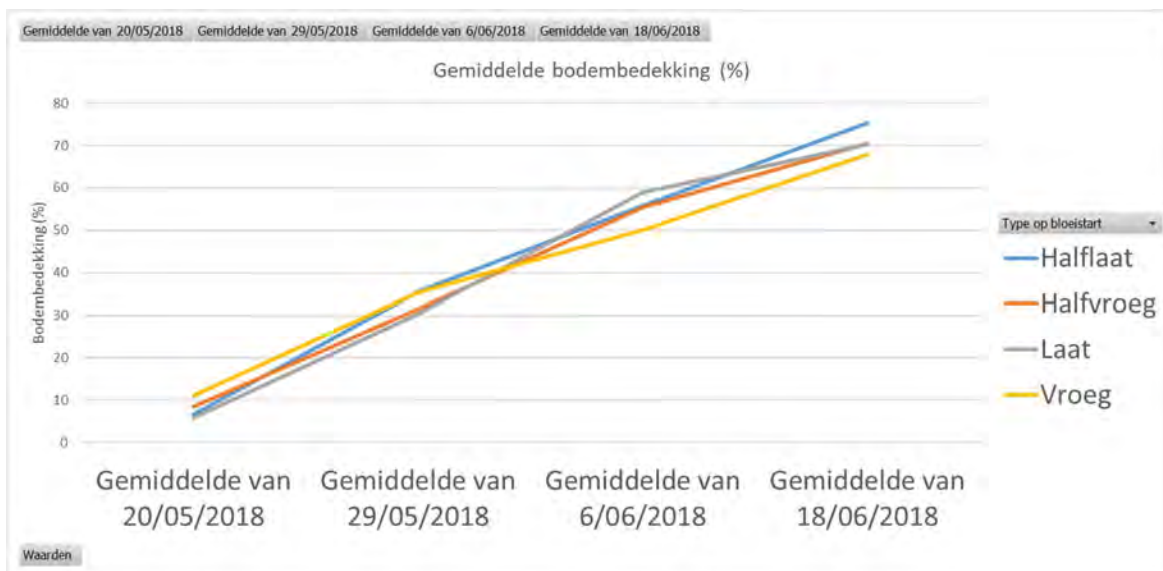
Op dezelfde tijdstippen werden ook waarnemingen uitgevoerd op de rassenproef late erwten. In totaal werden 18 verschillende cultivars ingezaaid in 3 parallelen per cultivar. Voor de verwerking werden de verschillende rassen ingedeeld naargelang de bloeistart.

Een overzicht van de verschillende rassen en de sortering op bloeistart per ras wordt hieronder gegeven in tabel 5.10.

Tabel 5.10 : Ingezaaide rassen en type ras op bloeistart

	Cultivar	Zaadhuis	Type op bloeistart	# Bloeidagen op 18/06
1	Style	Van Waveren	Halfvroeg	14
2	Tomahawk	Strube	Vroeg	14
3	Bingo	Syngenta	Laat	15
4	Gusty	Van Waveren	Halfvroeg	24
5	Noroit	Syngenta	Laat	17
6	Romance	Seminis	Halflaat	16
7	SV 0956 QH	Seminis	Halfvroeg	12
8	Hesbana	Nunhems	Halfvroeg	20
9	Amalfi	Syngenta	Halflaat	17
10	Aloha	Van Waveren	Vroeg	13
11	Prelado	Syngenta	Vroeg	11
12	Reliance	Seminis	Laat	17
13	Primana	Nunhems	Halfvroeg	18
14	Larex	Van Waveren	Halflaat	21
15	Boogie	Van Waveren	Laat	17
16	Geneva	Nunhems	Laat	16
17	Idalgo	Syngenta	Halfvroeg	16
18	Marimba	Van Waveren	Halfvroeg	23

Het verloop van de opgemeten bodembedekking per cultivar wordt – gesorteerd op type ras – weergegeven in figuur 5.16. Onmiddellijk valt op dat alle rassen een snelle toename van de bodembedekking kennen. Bovendien valt op dat de exponentiele groeifase sneller stopt bij vroegbloeiende rassen om dat de vegetatieve groei stilvalt bij het begin van de bloei.



Figuur 5.16: Verloop van de bodembedekking per type ras.

5.6 Oogst en opbrengstbepaling

De opbrengstbepaling werd uitgevoerd op 5/07/2018. Per plot werd een biomassabepaling uitgevoerd op een oppervlakte van 10 m². De erwten werden niet meer manueel gedorst maar voor elke plot het totale volume aan peulen gewogen. Dit peulgewicht vertoont een sterke correlatie met de uiteindelijke opbrengst. Van elk object werd wel een staal erwten genomen om de hardheid ervan te bepalen met de tenderometer.

Na ploegen werd duidelijk een hogere opbrengst behaald dan na de niet kerende bodembewerking. Dit kan verklaard worden door de (niet significant) beter opkomst en de voorsprong van het gewas gezaaid na ploegen. De hogere hardheid wijst er ook op dat de erwten na ploegen een voorsprong hadden ten opzichte van de erwten gezaaid na de niet kerende bodembewerking en dat de erwten langer konden afrijpen. Door later te oogsten zou de peulopbrengst na niet kerende bodembewerking wellicht nog wat kunnen stijgen, maar de opbrengst na ploegen zou wellicht nooit geëvenaard kunnen worden. Daarvoor werd er te weinig bovengrondse biomassa geproduceerd.

Tabel 5.11: Resultaten van de bovengrondse biomassabepaling (n = 4), opbrengstbepaling en meting van de hardheid.

	Bovengrondse biomassa (Vers) (kg/ha)	Tuckey	Opbrengst peulen (vers) (Kg/ha)	Tuckey	Hardheid Tu
Ploegen					
Gemiddelde	25941,66	a	6192,50	a	133,00
Stdev	2013,17		403,52		
Niet kerende bodembewerking					
Gemiddelde	17019,04	b	4151,91	b	124,00
stdev	4643,70		836,55		
Gemiddelde	21480,36		5172,2		128,50
Variatiecoëfficiënt (%)	14,91		9,48		
p-waarde	0,029		0,01		

5.7 Bespreking van de resultaten en besluit

5.7.1 Proefomstandigheden

5.7.1.1 *Opkomst*

Na uitvoeren van een niet kerende bodembewerking was de opkomst lager dan bij ploegen, maar het verschil was niet significant. Bovendien was er een duidelijke groeiachterstand merkbaar. Dit had te maken met de omstandigheden bij inzaaien. Omdat de niet-kerende bodembedekking uitgevoerd werd de dag voor het klaarleggen en inzaaien van het perceel (in drogende omstandigheden) werden bovengemiddeld veel kluiten gevormd in de toplaag. De losgetrokken bodem werd onvoldoende snel verkleind. Dit leidde tot een gebrekkig aandrukken van het zaad bij zaaien. Een week na zaaien leidde een regenbui van 20 l/m² wel tot een redelijk volledige kieming, maar het gewas had een week achterstand op het geploegde object. Deze groeiachterstand werd uiteindelijk niet meer ingehaald. Bij oogst waren de erwten gezaaid na niet kerende bodembewerking wel duidelijk zachter.

5.7.2 Opbrengst en kwaliteit

5.7.2.1 Opbrengst

De totale opbrengst lag het hoogste in object 1, waar geploegd werd. Dit werd volledig veroorzaakt door verschillen bij de inzaai. De kwaliteit van het zaaibed na ploegen was een stuk beter (ploegen en direct verkleinen) dan na de niet kerende bodembewerking (vaste tandbewerking en de dag erop verkleinen).

De betere en vroegere opkomst van de erwten na ploegen vertaalden zich in een hogere opbrengst.

5.7.2.2 Kwaliteit

De hardheid van de erwten lag het laagste (= beste kwaliteit) in object 2 (niet kerende bodembewerking). Omdat de erwten na niet kerende bodembewerking later opkwamen (ongeveer 1 week achterstand) lag de bloei later en hadden de erwten minder tijd om af te harden. De hogere kwaliteit van de erwten kon de lagere opbrengst niet (verre van) compenseren. Bovendien lag ook de totale geproduceerde biomassa na niet kerende bodembewerking lager. Naast het effect van de groeiachterstand is er dus zeker ook sprake van een minder goede gewasgroei na de niet kerende bodembewerking (een week later oogsten na NKB zou zeker niet dezelfde hoeveelheid erwten opgeleverd hebben als bij ploegen).

5.7.3 Effect op erosie

Uit de regenvalsimulaties kwam duidelijk naar voor dat er maar weinig gevaar is op run-off en erosie in een erwtengegewas, zelfs als dit nog maar enkele centimeters hoog staat. Erwten hebben een relatief ruw zaaibed waardoor run-off zowiezo tegengegaan wordt. Bovendien hebben erwten een grote zaaidichtheid en vormen ze snel een uitgebreid wortelgestel zodat de boden snel vastgehouden wordt door het gewas. Bovendien worden de zaailijnen na aandrukken bedekt met grond waardoor er geen preferentiële wegen zijn voor eventueel afstromend water.

Er was geen bijkomend erosiereducerend effect van een niet-kerende bodembewerking ten opzichte van ploegen. Beide behandelingen konden een bui van 35 l/m in een tijdspanne van 19 minuten ophouden vooraleer er een beperkte run-off optrad.

6 Spruitkool Heuvelland: Combinatie van drempeltjes tussen de plantrijen met verruwen van de plantlijn door torsieweiders op de plantmachine.

Tomas Vande Sande (Inagro), Thijs Vanden Nest (ILVO)

6.1 Situering en doelstelling

Kolen worden als perskruitje of tray aangeplant op een klaargelegd perceel. Omwille van het relatief fijne plantbed en de geringe bodembedekking is dat plantbed zeer erosiegevoelig de eerste weken na aanplanten. Na 4 à 5 weken wordt geschoffeld waardoor de bodem terug wat verruwd wordt en eventuele verslemping terug opengebrouwen wordt en enkele weken later wordt volledige bodembedekking bereikt.

De veldproef aangelegd in knolselder in 2017 toonde aan dat drempels tussen de plantrijen de run-off en erosie tussen de plantrijen kunnen tegenhouden, maar dat de plantrijen zelf - met name de aangedrukte voren langs beide zijden van de plantrij – preferentiële wegen zijn voor erosie en instaan voor het gros van de run-off bij (matige) regenval. Indien geschoffeld wordt zijn de drempeltjes op langere termijn bovendien schadelijk voor de machine (en zeer onaangenaam voor de chauffeur).

Deze veldproef legde zich toe op de potentiële erosie in de plantrij door een aanpassing te doen aan de aandrukwielen op de plantmachine. Een visgraatpatroon op het wiel moet een ruwere aandruklijn geven. Tevens wordt ook een vergelijking gemaakt van een kerende en een niet kerende bodembewerking in de spruitkoolteelt.

6.2 Proefomstandigheden

6.2.1 Proefterrein

- **Regio:** Heuvelland.
- **Bodemtype:** Ldc (Zandleem, matig nat met sterk gevlekte (of verbrokkelde) textuur B – horizont (uitlogingsbodem)).
- **Erosieklasse:** oranje (potentiële bodemerosiekaart 2019)
- **Teelt 2017:** Aardappel
- **Groenbedekker:** Phacelia en Japanse haver
- **Helling van het perceel:** 4,5% - 5,5 %



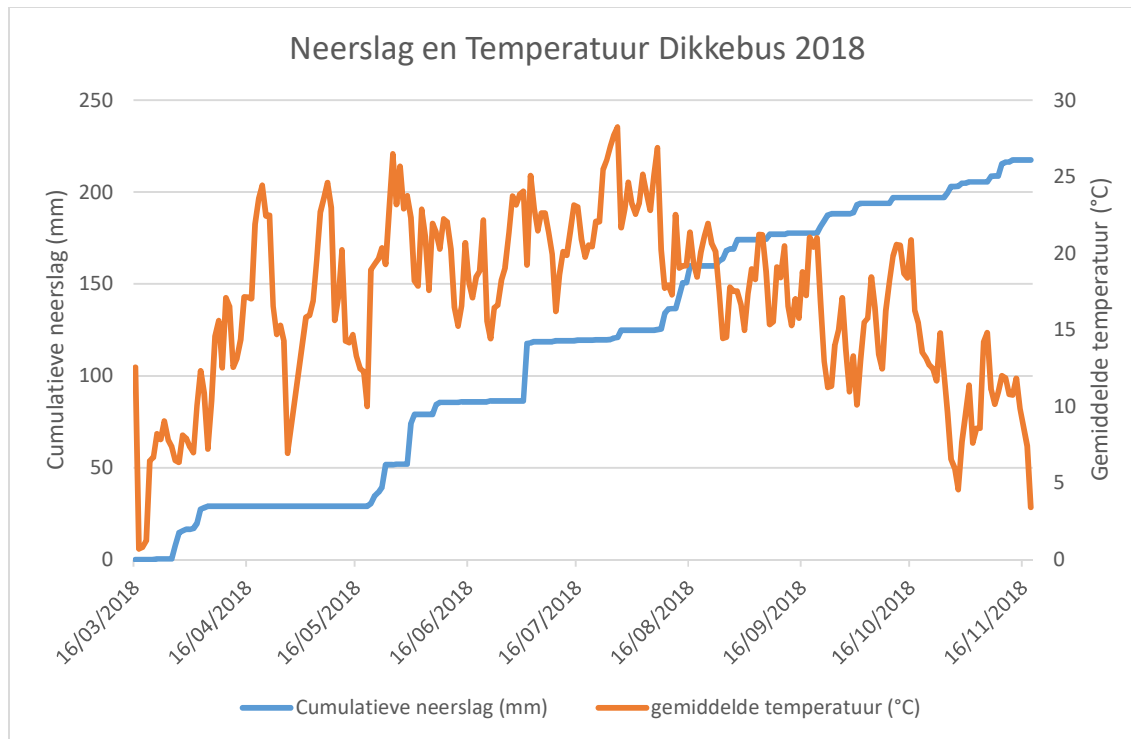
Figuur 6.1 : Situatieschets

6.2.2 Chemische bodemkenmerken

Tabel 6.1: Resultaten van de bouwvooranalyse (uitgevoerd volgens BAM, labo Inagro 25/05/2018)

Parameter	eenheid	resultaat	streefzone
Textuur		zandleem	
pH		7,21	5,5 - 6,0
Organische koolstof	% OC op droge grond	1,47	1,3 - 1,6
Fosfor	mg/100 g droge grond	49,35	12 - 20
Kalium	mg/100 g droge grond	38,86	14 - 23
Magnesium	mg/100 g droge grond	21,87	9 - 16
Calcium	mg/100 g droge grond	330,13	102 - 268
Natrium	mg/100 g droge grond	3,00	3,1 - 6,7
Zwavel	mg/100 g droge grond	4,57	2,3 - 3

6.2.3 Weersomstandigheden



Figuur 6.2 : Weersomstandigheden.

2018 was een laat jaar, omstandigheden waren koud en relatief nat tot begin april waardoor iets later dan gewoonlijk aangeplant werd (half mei). In april sloeg het weer zeer snel om naar warm en droog. Er werd aangeplant in goede omstandigheden. De bovenste bodemlaag was voldoende opgedroogd maar bevatte nog vocht. De rest van 2018 was extreem droog en warm tot laat in het najaar. Er waren maar een paar momenten waarop regen van betekenis viel.

6.2.4 Overzicht van teelt – en proefverloop

Tabel 6.2: Teelt – en proefverloop

Tijdstip	Activiteit
15/05/2018	Opentrekken groenbedekker
15/05/2018	Diepe niet kerende bodembewerking (volledige proefveld) + passage met de rotoreg
15/05/2018	Klaarleggen (2de maal) met rotoreg (na NKB)
16/05/2018	ploegen
16/05/2015	Klaarleggen na ploegen
16/05/2018	Aanplant
17/05/2018	regenvalsimulaties
07/06/2018	schoffelen

De plantafstand was 70 cm x 32 cm. De gehanteerde tussenrijafstand in de proef was 70 cm. De planrij zelf en de door de aandrukwielen verdichte strook had een breedte van 20 cm.

6.3 Proefaanleg

6.3.1 Vernietigen van de groenbedekker en klaarleggen van het perceel

Op het perceel was een goed ontwikkelde maar doodgevroren groenbedekker aanwezig. Het ging om een mengsel van Japanse Haver en Phacelia. Vooral de resterende Japanse haver vormde nog een dikke laag biomassa. Twee dagen voor planten werd de groenbedekker vernietigd. De Japanse haver werd opengetrokken met een vaste tandcultivator met aandrukrol. Dit was een eerder ondiepe bewerking. De tanden werkten een 15 - tal cm diep. Daarna werd de diepe niet kerende bodembewerking (tot een diepte van ongeveer 25 cm) uitgevoerd via passage met een Dents–michel cultivator. In dezelfde werkgang werd de groenbedekker verder verkleind door passage met de rotoeg. Dit gebeurde over het ganse proefveld. In objecten 3 en 4 werd dan nog eens geploegd en gerotoregd. In tabel 6.3 worden de gebruikte machines kort besproken.

Aanplant van de kolen gebeurde met een plantmachine zonder rotoeg omwille van praktische redenen. Dit had tot gevolg dat er wielsporen aanwezig waren op het proefveld. Er werd ook geen gebruik gemaakt van sporenwissers.

Er werd met GPS geplant op 6 rijen door de teler. Onze planter (op 4 rijen) moest daarop aansluiten. Daarom werd gekozen voor een lichtere trekker (uitgerust met hetzelfde type GPS als de planter van de teler). Deze trekker had onvoldoende vermogen om naast de planter nog eens een rotoeg te trekken.

Tabel 6.3: Gebruikte machines bij aanleg van de proef.

<p>Vaste tandcultivator + kooirol gebruikt om de groenbedekker initieel te verkleinen. (werkdiepte 10 – 15 cm, aan hoge snelheid)</p>	
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------



<p>Dents michel + rotoreg + kooirol. Diepe bewerking tot ± 25 cm.</p>	
<p>Rotoreg + cambridgerol, klaarleggen na ploegen (ongeveer een halve dag na ploegen werd klaargelegd)</p>	
<p>Kolenplanter (Perdu) van Inagro, uitgerust met Gewone aandrukwielen en V-press wielen. Trekker op dunne banden zonder rotoreg of sporenwisser achter de banden (wielsporen tussen rij 1 en 2 en tussen rij 3 en 4).</p>	

Het verkleinen van de groenbedekker ging vlot – ook zonder schijveneg. Door met een vaste tandcultivator aan hoge snelheid maar op geringe diepte (15 cm) te werken werd de mat van afgestorven Japanse haver opengescheurd waarna ze makkelijk verder verkleind kon worden. Na niet kerende bodembewerking en klaarleggen van het perceel bleven nog wat gewasresten aan de oppervlakte zichtbaar, maar de totale bodembedekking hiervan was beperkt (tabel 6.4). Het grootste probleem dat ervaren werd was het – plaatselijk en beperkt – voorkomen van Italiaans raagrass in de groenbedekker. Dat gras werd eerst doodgespoten, liet zich niet aan stukken scheuren en bleef na opeenvolgende passages met de rotoreg –

deels- aan de oppervlakte liggen waar het meegenomen werd door de plantkouters van de plantmachine. Het proefveld zelf werd aangelegd op een deel van het perceel waar dit probleem zich niet voordeed.

Tabel 6.4: Proefveld voor en na de verschillende bodembewerkingen.

Proefveld voor vernietigen van de groenbedekker.	
Proefveld na eerste bewerking tandcultivator	
NKB voor planten van de kolen	

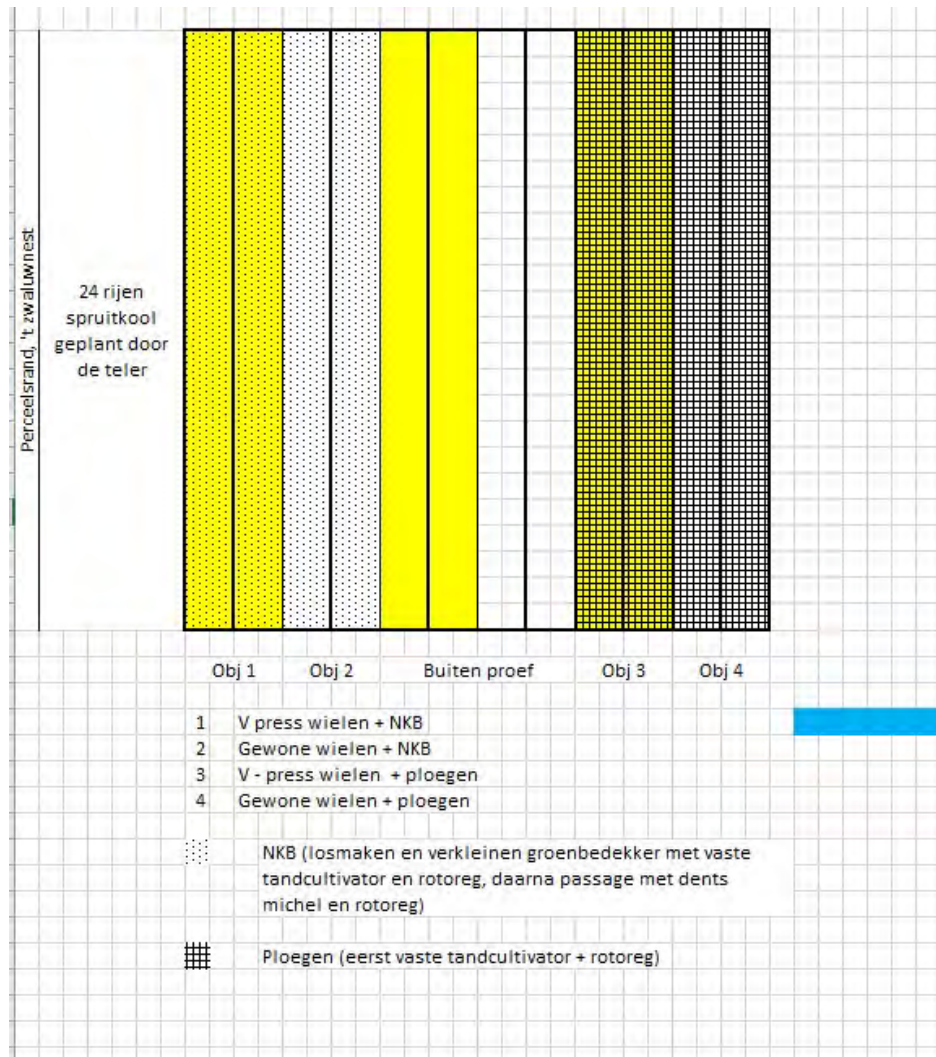
<p>Ploegen voor planten van de kolen</p>	
<p>Voor inzaai van de groenbedekker moeten aanwezige grassen vernietigd worden. Indien in de groenbedekker ook grassen tot ontwikkeling kunnen komen geeft dat moeilijk te verkleinen biomassa in het voorjaar. Deze grassen kunnen meegeslept worden met de kouters van de plantmachine.</p>	

Voor aanplant van de spruitkool werd een bemonstering uitgevoerd van de bouwvoor waarop dan - in lagen van 10 cm - een bepaling van het gravimetrisch vochtgehalte in de bodem uitgevoerd werd. Dit gebeurde vooraleer geploegd werd (maar na verkleinen van de groenbedekker en passage met de Dents Michel) door een mengstaal te nemen over het ganse proefperceel.

Tabel 6.5 : bodemvochtgehalte in de bouwvoor bij aanplanten.

Diepte (cm)		eenheid	Kerende bodembewerking	Niet kerende bodembewerking
0-10	Gravimetrisch vochtgehalte (g/g)		19.17	19.08
10-20	Gravimetrisch vochtgehalte (g/g)		20.56	19.75
20-30	Gravimetrisch vochtgehalte (g/g)		20.56	20.40

6.3.2 Proefplan



Figuur 6.3 : proefplan.

6.3.3 Beschrijving van de aanpassingen op de plantmachine

De volle metalen aandrukwielen op de plantmachine werden vervangen door open wielen met een visgraatpatroon. De bedoeling was om niet de volledige bodem in de plantrij aan te duwen en zo een ruwer bodemoppervlakte krijgen in de aangedrukte goot langs beide zijden van de plantrij.



Figuur 6.4 : aandrukwielen met een visgraatpatroon om een ruwere plantrij te bekomen.

De V – press wielen hadden dezelfde diameter en dikte als de gewone aandrukwielen. Het grote verschil was dat de V – press wielen open wielen waren waarbij de volle aandrukkende rand vervangen werd door een visgraatpatroon van metalen staafjes.

De V – press wielen vervangen de gewone aandrukwielen en hebben dus dezelfde diameter (40 cm) ook de breedte van het aandrukkende vlak (de wanden van de cilinder) is dezelfde (6 cm). De V – press wielen verschillen van de gewone wielen op 2 manieren:

Het aandrukkende vlak is niet vol maar bestaat uit een opvolging van vierkante V – vormige staafjes met een dikte van 1 cm. Deze zijn achter elkaar gelast op een schijf met diameter van 38 cm (zodat de buitendiameter 40 cm is) met een tussenafstand van 2 cm. De afstand tussen beide uiteinden van elk V – vormig staafje is 6 cm.

V – press wielen bestaan uit een enkele schijf. De metalen staafjes die erop gelast zijn scheppen dus ook wat aarde en kluiten op en laten die dan vallen in de plantgoot.

Het verruwend effect van de V – press aandrukwielen kan (in theorie) op 2 manieren verklaard worden. In figuur 6.5 worden beide effecten weergegeven.

Het visgraatpatroon op de aandrukkende rand van de wielen is ruwer dan de gladde gesloten wielen waardoor een ruwer bodemoppervlak achtergelaten zou moeten worden. In de praktijk merkten we dat de metalen staafjes (die hoekig waren wat ook niet hielp) te dicht op elkaar gemonteerd waren waardoor de wielen snel volliepen met aarde en werkten als gewone wielen.

De wielen waren open waardoor de wielen telkens wat aarde en kluiten opschepten en bovenop de aangedrukte strook lieten vallen waardoor die iets ruwer lag.



De V – press aandrukwielen liepen snel vol met aarde waardoor de verruwende werking van de wielen afnam.

Omdat de wielen open waren schepten ze wat aarde op en lieten die vallen bovenop de aangedrukte strook langs de planrij

Figuur 6.5: Manier waarop het verruwend effect van de V – press wielen verklaard kan worden.

6.3.4 Aangelegde objecten

In de proef werden 4 objecten aangelegd. De aanplant van spruiten met gewone aandrukwielen werd vergeleken met deze door plantelementen waarop de aandrukwielen vervangen waren door aangepaste - open - aandrukwielen met een visgraatpatroon (beschrijving zie verder). Beide types aandrukwielen werden uitgetest na ploegen en na een niet kerende bodembewerking.

Tabel 6.6: overzicht van de aangelegde objecten.

Obj	Diepe grondbewerking	klaarleggen	Aanplant
1	NKB	Rotoreg	V - press wielen
2	NKB	Rotoreg	Gewone aandrukwielen
3	Ploegen	Rotoreg	V – press wielen
4	ploegen	Rotoreg	Gewone aandrukwielen

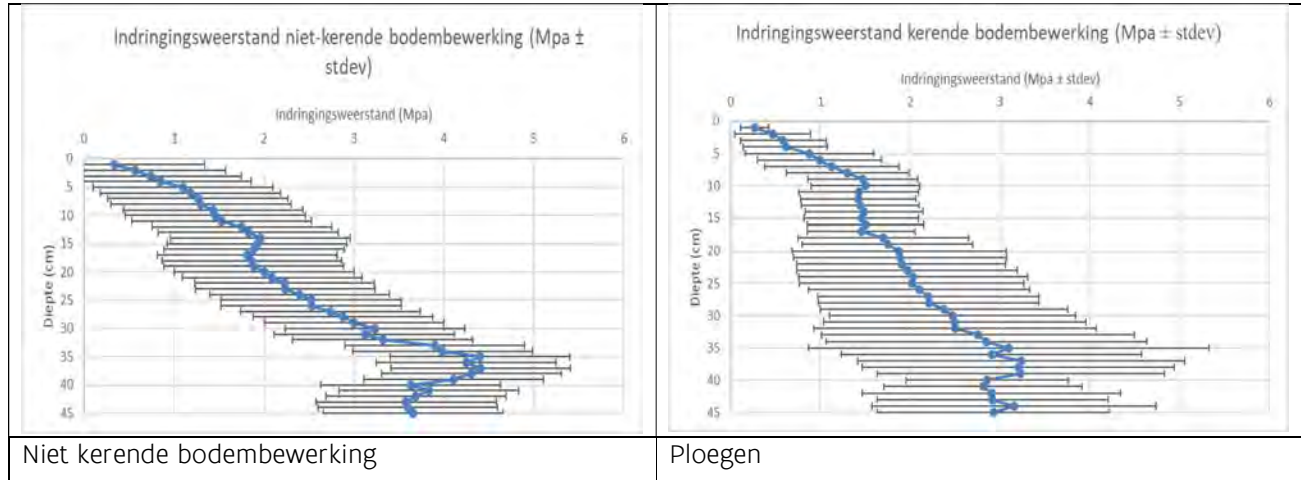
6.4 Waarnemingen en resultaten

6.4.1 Waarnemingen bij proefaanleg

6.4.1.1 *Penetrometermetigen*

Voor de proefaanleg (11/05/2018) werd de indringingsweerstand van de bodem bepaald door 20 metingen met de penetrologger (conus 1 cm) in de stroken waar er niet-kerend zou bewerkt worden (objecten 1 en

2) en waar er geploegd zou worden (objecten 3 en 4). Onderstaande figuren geven de resultaten van de metingen.



Figuur 6.6: gemiddelde indringingsweerstand op het perceel

6.4.2 Waarnemingen tijdens de teelt

Op 13/06/2018 werd een visuele inschatting gemaakt van de onkruiddruk. (Enkele dagen na schoffelen). Opvallend was dat na het ploegen opvallend meer onkruid voorkwam (enkel perzikkruid). Omdat het perceel nog maar recent niet kerend bewerkt wordt (dit was het tweede jaar) vermoeden we dat door het ploegen nieuwe zaden terug naar de oppervlakte gebracht werden.



Figuur 6.6: proefveld na schoffelen. Na ploegen is – in de plantlijn – duidelijk meer perzikkruid te zien.

Zowel tijdens waarnemingen kort na planten als later in de teelt werd geen uitval van spuitkoolplantjes waargenomen. Niet bij aanplant met gewone aandrukwielen en niet bij aanplanten met V-press wielen. Dit terwijl de omstandigheden na aanplanten en tijdens het verdere verloop van de teelt extreem droog waren. Hieruit kunnen we besluiten dat de V-press wielen de plantjes voldoende aandrukken.

6.4.3 Regenvalsimulaties

Om het effect van de behandelingen op run-off en erosie objectief te testen, werden op 18 mei 2018 regenvalsimulaties uitgevoerd met de regenvalsimulator van UGent (Vermang, 2012¹). Er werd in alle behandelingen telkens 1 regenvalsimulatie uitgevoerd. Bij elke regenvalsimulatie werd een erosieveldje afgebakend van 2,15 m breed op 5 m lang. De veldjes werden steeds zo gepositioneerd dat ze 4 rijen plantrijen bevatten (zie figuur 6.7). Onderaan de erosieveldjes werd het run-offwater en sediment opgevangen in 2 goten.



Figuur 6.7: Zicht op de positionering van de erosieveldjes net voor aanvang van een regenvalsimulatie.

Op de dag van de metingen waren de plantjes nog maar net geplant, maar ze stonden reeds rechtop en hingen niet slap. Het bodemoppervlak was droog en fijn, met toch aanwezigheid van enkele kluiten in het plantbed. In de geploegde objecten waren geen gewasresten (<0,5% bodembedekking) van de voorgaande groenbedekker aanwezig. In het niet-kerend bewerkte object was 4,2% ($\pm 0,9$) van het bodemoppervlak bedekt door gewasresten. De bodembedekking werd gemeten op basis van een kader van 1 m X 1 m dat op het bodemoppervlak werd gelegd en waarvan een orthogonale foto werd genomen. Op de foto worden lijnen getrokken op 5 cm van elkaar in lengte en breedte. De bodembedekkingsgraad wordt ingeschat op basis van wat zich onder de kruising bevindt (gewas, onkruid, bodem of gewasresten). Per behandelingen werden 3 metingen verricht. Het effect van het V-press aandrukwielen versus het gewone vlakke aandrukwielen was visueel niet te onderscheiden (zie figuur 6.8).

¹ Vermang, J. (2012). Erosion processes and physical quality of loamy soils as affected by reduced tillage. Ghent University. Faculty of Bioscience Engineering, Ghent, Belgium.



NKB + V-Press wielen



NKB + gewone aandrukwielen



Ploegen + V-Press wielen



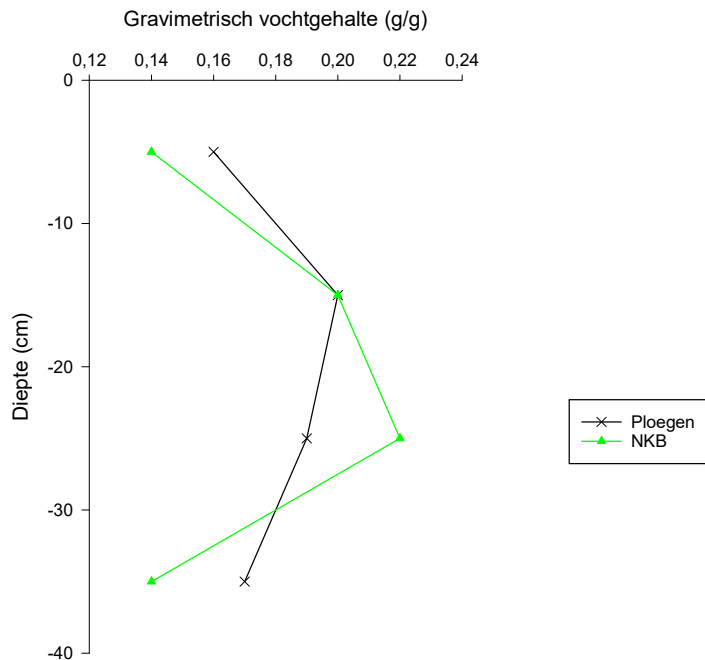
Ploegen + gewone aandrukwielen

Figuur 6.8: Zicht op het bodemoppervlak van de verschillende behandelingen net voor de regenvalsimualties.



Figuur 6.9: Aanwezigheid van de bandensporen in het plantbed (zie pijl) van de tractor waarmee geplant werd.

In alle objecten waren de bandensporen aanwezig van de tractor waarmee de spruitkool werd geplant (zie figuur 6.9). Dit had een duidelijk gevolg voor de regenvalsimulaties (zie verder). Alle regenvalsimulaties werden uitgevoerd op stukken met een homogene helling (4,5%). Tijdens de erosiesimulaties werd gedurende 23 minuten beregend aan een gemiddelde intensiteit van 115 l/m².h. Deze berekening gebeurde met regenwater (leidingwater of putwater bevat dikwijls teveel kalk die het bodemoppervlak stabiliseert). Tijdens het beregenen werd de run-off per tijdseenheid opgetekend. Door telkens ook een staal te nemen voor sedimentconcentratie, kon ook de cumulatieve hoeveelheid erosie worden bepaald. Zowel run-off als cumulatieve erosie werden uitgezet tegen hoeveelheid neerslag (zie verder), omdat op deze wijze rekening wordt gehouden met de lichte schommelingen in neerslagintensiteit tussen de simulaties onderling. Voor aanvang van iedere simulatie werd een bodemvochtstaal genomen ter bepaling van het vochtgehalte in het profiel 0-40 cm (3 steken met een gutsboor per erosieveldje). Ter bepaling van het vochtgehalte en bulkdensiteit van het bodemoppervlak (0-5 cm), werd een staalname uitgevoerd met Kopecky-ringen (in 3-voud per erosieveldje). In Figuur 6.10 en Tabel 6.7 worden de resultaten van de metingen weergegeven.



Figuur 6.10: Gravimetrisch vochtgehalte in het bodemprofiel 0-40 cm op 18 mei 2018 (n=2).

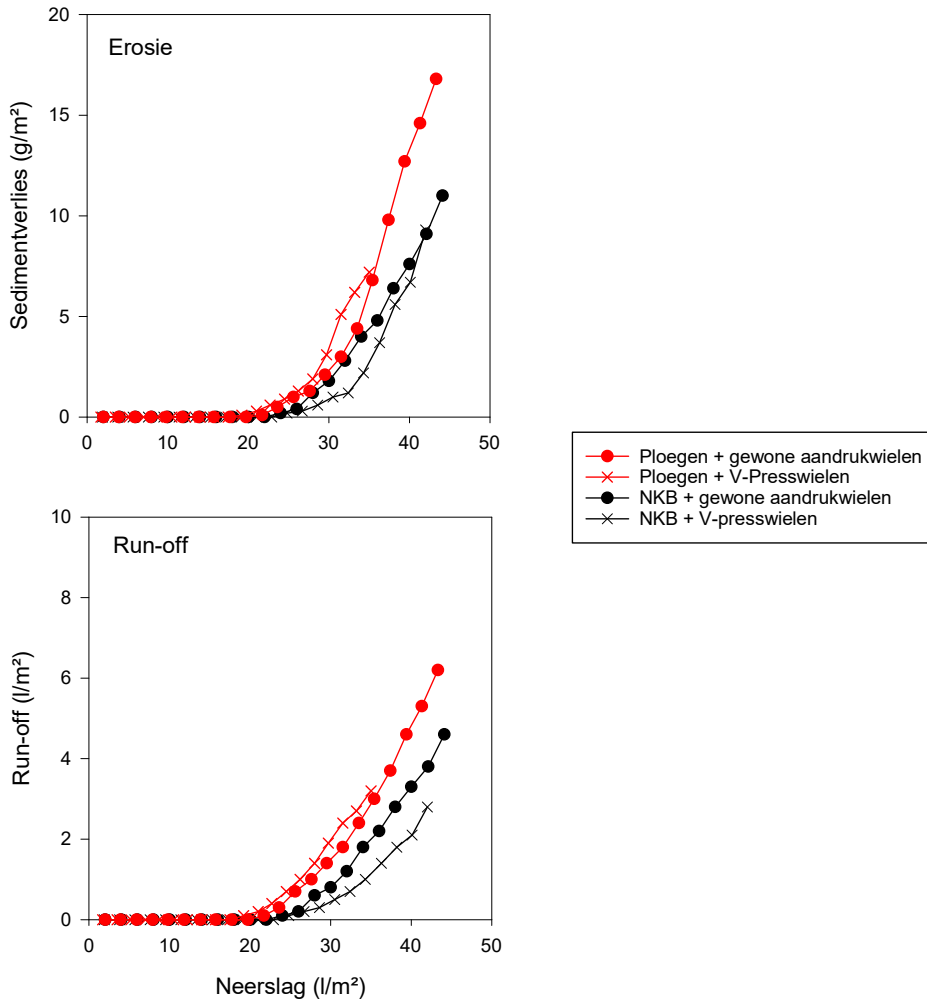
De metingen in figuur 6.10 geven aan dat er weinig verschil was in vochtgehalte in het bodemprofiel tussen de geploegde en de niet-kerend bewerkte behandeling. Ook in gravimetrisch en volumetrisch vochtgehalte aan het bodemoppervlak evenals de bulkdensiteit aan het bodemoppervlak, werden geen verschillen vastgesteld. Het organisch C-gehalte van de geploegde behandelingen aan het bodemoppervlak lag wel significant lager dan bij NKB.

Tabel 6.7: Overzicht van het gemiddelde gravimetrisch en volumetrisch vochtgehalte, organisch C-gehalte en de bulkdensiteit (\pm standaardfout) van de toplaag (0-5 cm) van het bodemprofiel, vlak voor aanvang van de regenvalsimulaties (n=6). Er werden enkel significante verschillen vastgesteld bij het organisch C-gehalte (Tukey HSD-test, $p < 0,05$).

	Gravimetrisch vochtgehalte (g/g)	Volumetrisch vochtgehalte (g/cm ³)	C-gehalte (%)	Bulkdensiteit (kg/dm ³)
Ploegen	0,12 \pm 0,01	0,13 \pm 0,01	1,50 \pm 0,04 ^a	1,04 \pm 0,03
NKB	0,12 \pm 0,01	0,13 \pm 0,02	1,62 \pm 0,03 ^b	1,02 \pm 0,07

In Figuur 6.11 worden run-off en sedimentverlies van de regenvalsimulaties weergegeven. Tot een regenvalsimulatie van 20 l/m² op 10 minuten werd niets van run-off en sedimentverlies opgetekend in zowel de geploegde behandelingen als deze met niet-kerende bodembewerking. Bij het verder simuleren van de regenval, startte heel duidelijk de run-off/erosie in alle erosieveldjes en dit het eerst in het bandenspoor van de tractor. In figuur 6.12 is goed te zien dat de bandensporen onder water komen en de hoofdweg

vormen voor afstromend water. Dit zowel bij ploegen als bij niet-kerende bodembewerking. Het was pas later tijdens de simulaties dat run-off startte in de plantlijnen zelf.



Figuur 6.11: verloop van de sedimentverliezen (boven) en run-off (onder) in functie van de neerslag gesimuleerd op 18 mei 2018.



Ploegen



Niet-kerende bodembewerking

Figuur 6.12: Zicht op de behandelingen met ploegen (boven) en niet-kerende bodembewerking (onder), waar telkens de V-Presswielen gebruikt werden tijdens de regenvalsimulaties van 18 mei 2018. Visueel was er geen effect tussen de V-Presswielen en de gewone aandrukwielen. De rode pijlen geven de run-off in de bandensporen weer vanaf na >20 l/m² regenval.

Op basis van figuur 6.11 en 6.12 kunnen we concluderen dat er iets minder run-off en sedimentverliezen waren bij de behandelingen met niet-kerende bodembewerking dan bij de behandelingen met ploegen, maar dat het effect voor een groot stuk werd gemaskeerd door de sterke run-off in het bandenspoor van de tractor. Door het bandenspoor weg te werken had hier vermoedelijk een sterker effect kunnen behaald worden van de niet-kerende bodembewerking. Er waren visueel geen verschillen tussen het gebruik van de V-Presswielen en de gewone vlakke aandrukwielen, ook in de run-off en sedimentverliezen komen geen verschillen naar voor.

6.5 Besluit

De V – press wielen belemmeren de aanplant van de kolen niet. Aanplanten gaat even vlot als met gewone aandrukwielen. De gebruikte prototypes zijn wel zeer onveilig voor de planters die net boven de getande wielen zitten. Op een praktijkwaardige plantmachine moet hiervoor een veiligheid voorzien worden.

De gebruikte V – press wielen liepen zeer snel vol met aarde (er werd geplant op een matig zware zandleem in goede (niet te droog en niet te nat) omstandigheden) waardoor de wielen (bijna) dezelfde werking hadden als gewone wielen. Het feit dat na niet kerende bodembewerking nog stroresten van Japanse haver aan de oppervlakte aanwezig waren, had geen effect op de werking van de wielen. Er werden geen stroresten meegenomen met de wielen.

Aandrukking van de planten was zowel met de gewone aandrukwielen als met de V – press wielen goed. Er werd geen uitval van plantjes waargenomen (in de extreem droge omstandigheden in 2018).

De V-presswielen hadden geen erosiereducerend effect ten opzichte van de gewone vlakke aandrukwielen. Hoewel er een licht erosiereducerend effect was van niet-kerende bodembewerking ten opzichte van ploegen, werd het effect sterk gemaskeerd door de run-off in de bandensporen van de tractor. Ongeacht de behandeling, startte sterke run-off in dit spoor op 20 l/m regenval. Het voorkomen van dit bandenspoor (laatste plantbedbereiding tussen tractor en plantmachine ipv extra werkgang) of wegwerken van het bandenspoor (sporenwisser) had vermoedelijk de onderlinge verschillen tussen ploegen en niet-kerende bodembewerking vergroot.

7 Knolselder Heuvelland: Combinatie van drempeltjes tussen de plantrijen met verruwen van de plantlijn door torsieweiders op de plantmachine.

7.1 Situering en doelstelling

De teelt van knolselder voor industriële verwerking is een teelt die frequent voorkomt in Heuvelland. Omwille van de lange teeltduur en de beperkte bodembedekking in de periode mei – juli is dit een teelt die erosiegevoelig is. De teelttechniek is sterk vergelijkbaar met de teelt van kolen, maar een van de belangrijkste verschillen is dat in de teelt van knolselder nauwelijks geschoffeld wordt (al wordt er de laatste jaren meer en meer geschoffeld in knolselder).

Dit heeft deels te maken met de eigenschappen van de teelt. Knolselder wortelt oppervlakkig, en veel telers melden dat het schoffelen van knolselder een negatieve invloed heeft op de opbrengst. Of dit effectief zo is werd door Inagro nog niet onderzocht.

Anderzijds wordt in de teelt van knolselder een grote variatie aan plantafstanden gebruikt. Elke teler heeft zo z'n eigen plantafstand waarop hij liefst werkt. De afstanden tussen de rijen kunnen variëren van 55 cm tot 75 cm in bepaalde gevallen. Hierdoor, en omdat de teelt op de meeste bedrijven minder belangrijk is dan kolen, werden er minder schoffelmachines aangekocht/gebruikt om in knolselder te gaan schoffelen. Hoewel schoffelen in knolselder meer en meer gebeurt.

Bovendien is het risicovol om knolselderplanten die al een beginnende knol gevormd hebben op te hogen of in contact te brengen met aarde. Hierdoor neemt het risico op schurft (*Phoma apiicola*) sterk toe.

Omdat er weinig geschoffeld wordt – hoewel het de laatste jaren meer en meer wordt gedaan omwille van het verdwijnen van meer en meer herbiciden- in knolselder is het mogelijk om tussen de plantrijen drempeltjes aan te leggen zodat de neerslag die tussen de plantrijen valt maximaal vastgehouden wordt. Omdat de aangedrukte zone in de plantrij een breedte heeft van ongeveer 20 cm en de plantafstand in knolselder varieert tussen 55 cm en 75 cm, wordt op deze manier op minstens 63% van het bodemoppervlak run-off tegengegaan. Tijdens de proef aangelegd in 2017 (zie ILVO-mededeling 241) bleek dat de drempeltjes het water tussen de rijen goed kon tegenhouden, maar dat run-off vooral voorkwam in de aangedrukte plantrijen. In 2018 werd dit probleem aangepakt door ook de plantrijen zelf te verruwen. Dit gebeurde door torsieweiders en/of V-press wielen te monteren op de plantmachine.

Het maken van de putjes/drempeltjes tussen de rijen gebeurde op dezelfde manier als in 2017. Door het monteren van hoekige metalen buizen op de kooirol van de plantmachine.

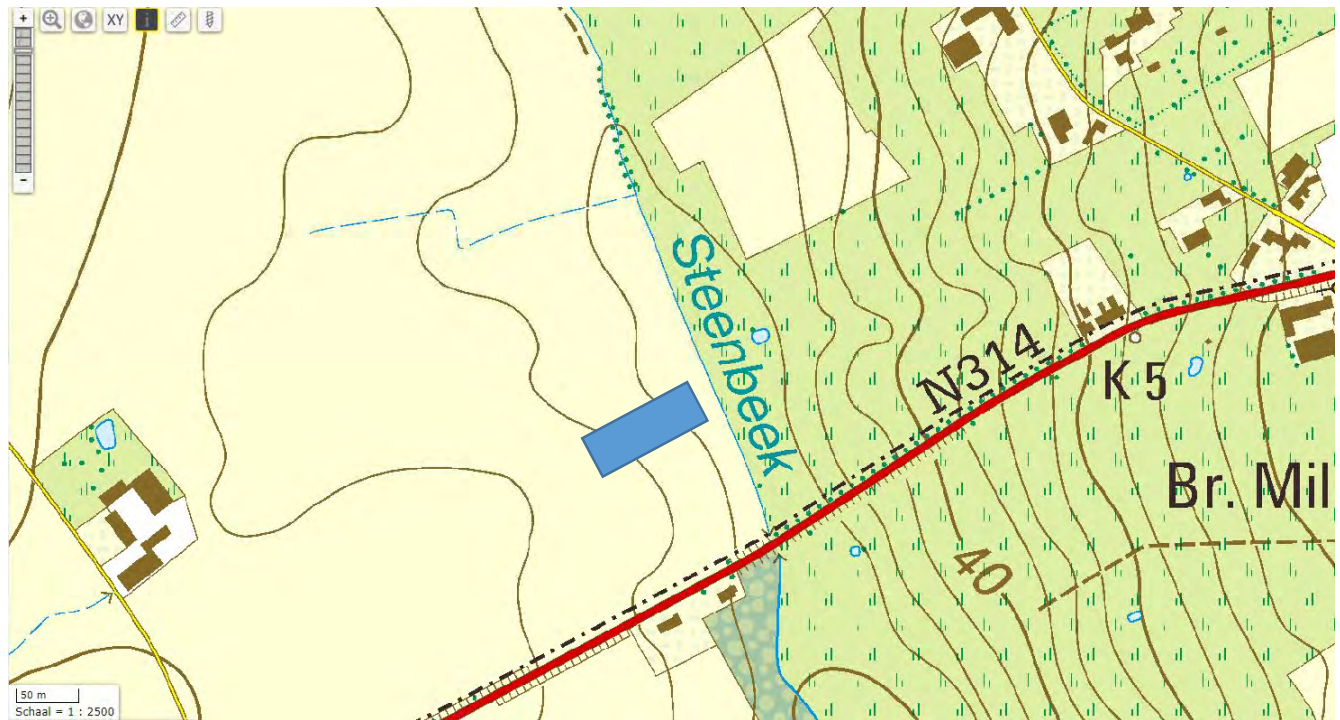
7.2 Proefomstandigheden

7.2.1 Proefterrein

De proef werd aangelegd op volgende locatie:

- **Regio:** Heuvelland .
- **Bodemtype :** Ada (Matig natte leembodem met textuur B horizont)
- **Erosieklasse :** geel
- **Teelt 2017:** Mais
- **Groenbedekker :** geen groenbedekker

- **Helling van het perceel** : 4-6%



Figuur 7.1: Situatieschets

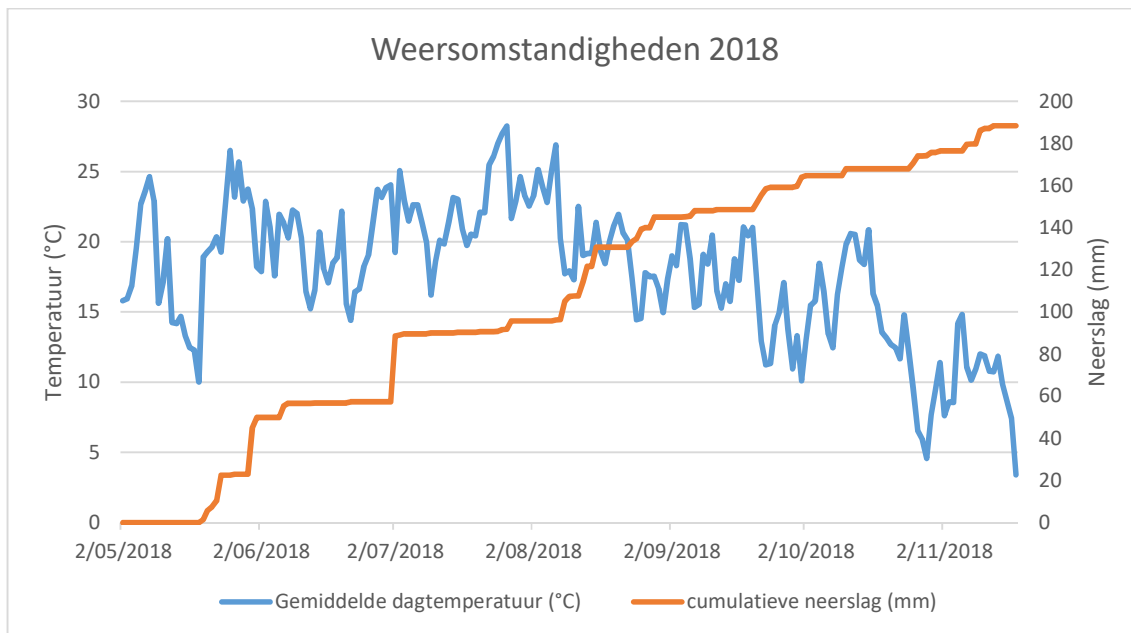
7.2.2 Chemische bodemkenmerken bij proefaanleg

Tabel 7.1: Resultaten van de bouwvooranalyse (uitgevoerd volgens BAM, labo Inagro 25/05/2018)

Parameter	Eenheid	Resultaat	Streefzone
Textuur		zandleem	
pH		6,40	5,5 - 6,0
Organische koolstof	% OC op droge grond	1,28	1,3 - 1,6
Fosfor	mg/100 g droge grond	24,00	12 - 20
Kalium	mg/100 g droge grond	13,00	14 - 23
Magnesium	mg/100 g droge grond	12,00	9 - 16
Calcium	mg/100 g droge grond	187,00	102 - 268
Natrium	mg/100 g droge grond	<2,00	3,1 - 6,7
Zwavel	mg/100 g droge grond	4,60	2,3 - 3

7.2.3 Weersomstandigheden

Omwille van een technisch defect in de weerpaal te Mesen werden de cijfers van de weerpaal bij het proefveld spruitkool (Dikkebrus) gebruikt. In vogelvlucht staat deze paal op een afstand van 7 km van het proefveld. We kunnen veronderstellen dat de weersomstandigheden in Mesen en Dikkebrus gelijkaardig (zeer droog) waren.



Figuur 7.2: Weersomstandigheden (weerpaal Dikkebus, reiningelststraat ter hoogte van nr 139).

2018 was een laat jaar, omstandigheden waren koud en relatief nat tot begin april waardoor iets later dan gewoonlijk aangeplant werd. In april sloeg het weer zeer snel om naar warm en droog. Er werd aangeplant in goede omstandigheden. De bovenste bodemlaag was voldoende opgedroogd maar bevatte nog vocht. De rest van 2018 was extreem droog en warm tot laat in het najaar. Er waren maar een paar momenten waarop regen van betekenis viel.

7.2.4 Overzicht van teelt – en proefverloop

Tabel 7.2 : Teelt – en proefverloop

Tijdstip	Activiteit
14/05/2018	Ploegen en klaarleggen (rotoreg)
17/05/2018	Aanplant (rotoreg voor de plantmachine)
25/05/2018	Regenvalsimulaties
20/07/2018	Schoffelen

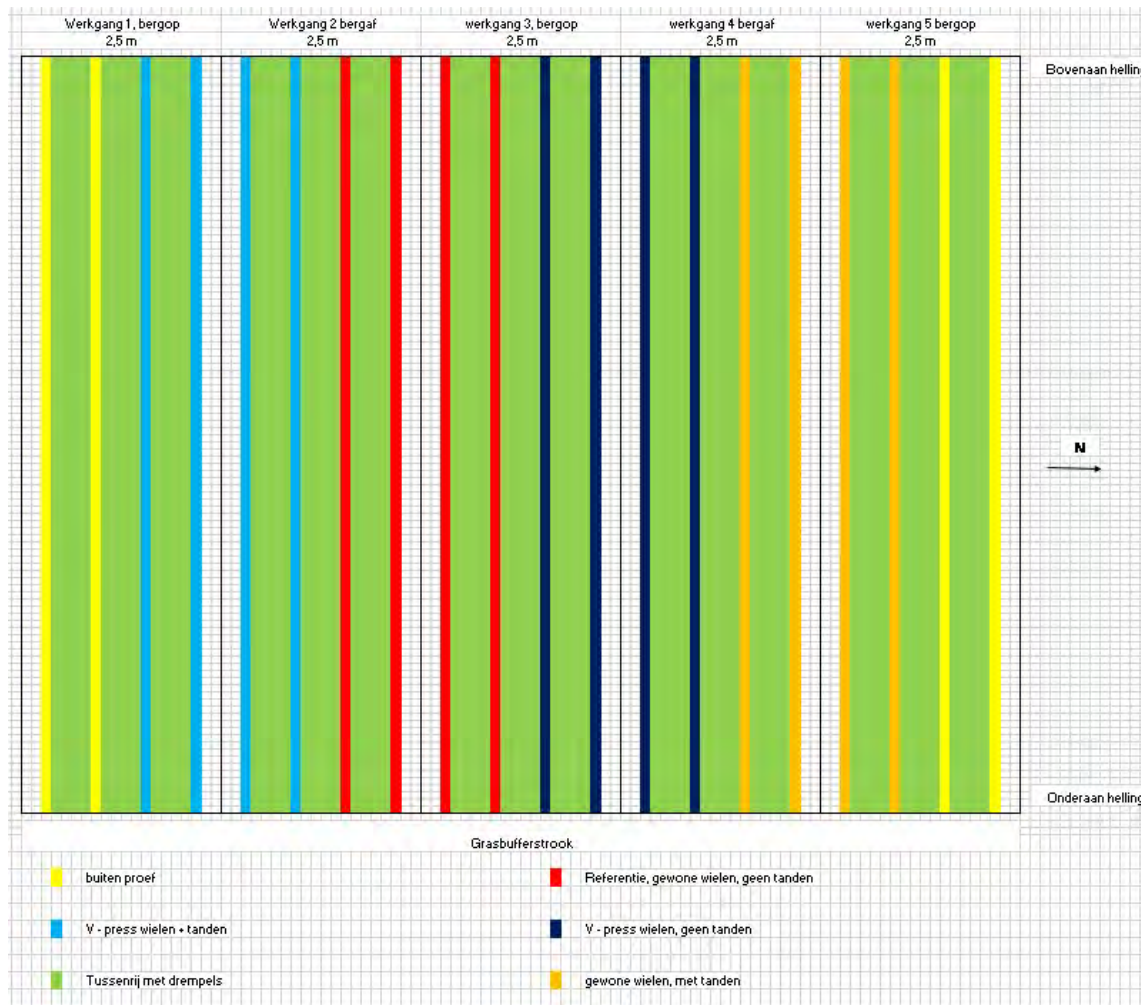
Plantafstand : 50 cm (in de plantrij) x 62.5 cm (tussen de plantrijen)

Bemesting : Bij aanplant knolselder : 750 kg/ha Ammoniumnitraat (202 kg N/ha) bandbemesting

7.3 Proefaanleg

In de proef werden 4 objecten aangelegd die verschillen creëerden in ruwheid van de plantenrij, met name door torsiewieders, V-press wielen, een combinatie van torsiewieders+V-press wielen en een klassiek aandrukwieltje (zie verder). Gezien de goede ervaringen in de proef van 2017 werden in alle objecten drempels aangelegd.

7.3.1 Proefplan



Figuur 7.3: Proefplan

7.3.2 overzicht van de aangelegde objecten

Tabel 7.3: Aangelegde objecten

Obj	
1	V – press wielen, torsiewieders, elementen op de kooirol
2	Gewone aandrukwielen, geen torsiewieders, elementen op de kooirol
3	V – press wielen, geen torsiewieders, elementen op de kooirol
4	Gewone aandrukwielen, torsiewieders, elementen op de kooirol

De plantafstand was 62.5 cm x 51 cm. De gehanteerde tussenrijafstand in de proef was 62.5 cm. De planrij zelf en de door de aandrukwielen verdichte strook had een breedte van 20 cm.

Bij aanplanten van de kolen (voor ploegen, na toepassen niet kerende bodembewerking) werd het bodemvochtgehalte in de bouwvoor ontleed per laag van 10 cm.

Tabel 7.4 : Bodemvochtgehalte in de bouwvoor bij aanplanten

Diepte (cm)	Eenheid	Resultaat
0-10	Gravimetrisch vochtgehalte (g/g)	19.0
10-20	Gravimetrisch vochtgehalte (g/g)	20.3
20-30	Gravimetrisch vochtgehalte (g/g)	19.8

7.3.3 Beschrijving van de aanpassingen aan de plantmachine

De plantmachine van Inagro werd op 3 manieren aangepast:

7.3.3.1 **Monteren van hoekige elementen op de kooirol voor de planter.**



Figuur 7.4: Monteren van metalen elementen op de kooirol en resultaat na aanplanten knolselder (hier niet in combinatie met torsieweiders).

Metalen buizen werden tussen de spijlen van de kooirol gelast. Dit gebeurde op een manier waarop de plantelementen niet geraakt werden en zodat de drempeltjes en putjes enkel in de tussenrij gevormd werden. De metalen buizen blijven – langs beide zijden – een aantal centimeter van de plantrij en de strook die ingedrukt wordt door de aandrukwielen. De gemaakte putten lopen dus niet tot tegen de plantrij. Bovendien werpt de kluitenruimer voor de plantkouter een aarden ruggetje op tussen de plantrij en de putten. Die dam heeft ongeveer dezelfde hoogte als de gevormde drempeltjes. Water vanuit de gevormde putten kan dus niet wegstromen via de plantrij. Indien ook torsieweiders op de plantmachine gemonteerd worden, wordt de aarden rug terug platgestreken en kan water vanuit de (dichtgestreken) plantrij in de gevormde putjes lopen (Zie verder figuur 7.6).

7.3.3.2 Vervangen van volle aandrukwielen door open wielen met een visgraatpatroon (V – press wielen)



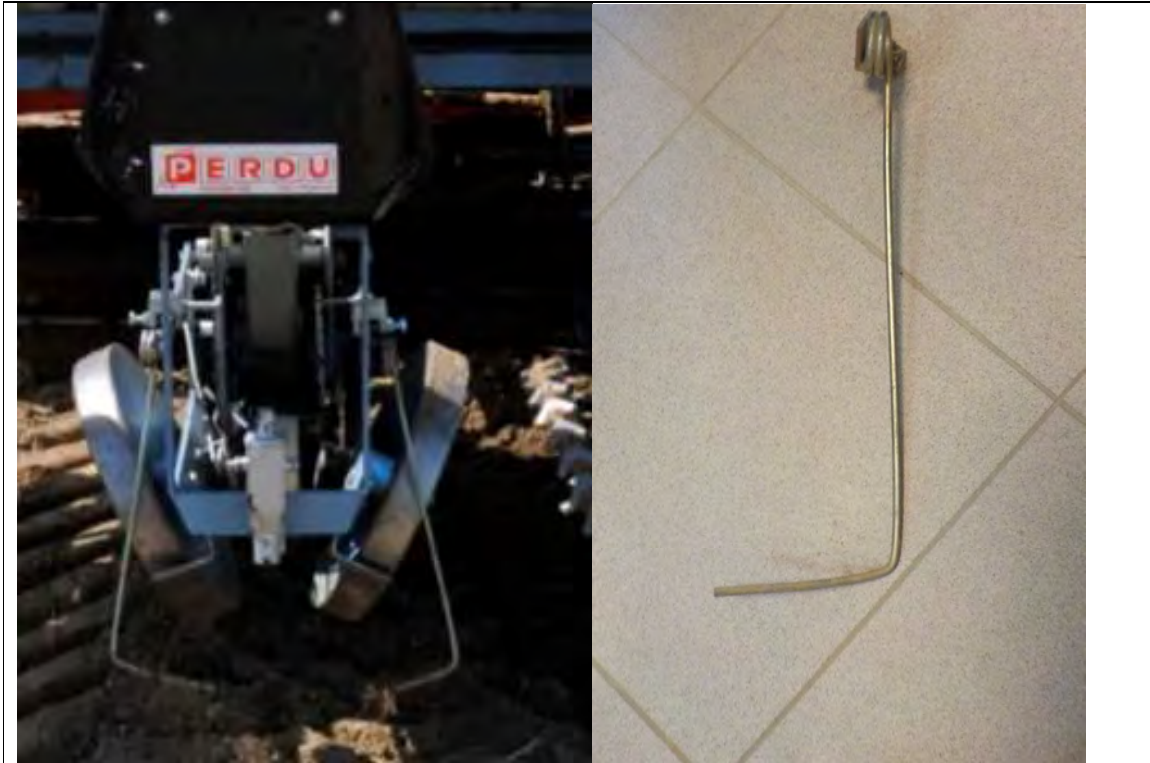
Figuur 7.5: Aandrukwielen met een visgraatpatroon om een ruwere plantrij te bekomen.

De volle metalen aandrukwielen op de plantmachine werden vervangen door open wielen met een visgraatpatroon. De bedoeling was om niet de volledige bodem in de plantrij aan te duwen en zo een ruwere bodemoppervlakte krijgen in de aangedrukte goot langs beide zijden van de plantrij.

De V – press wielen vervangen de gewone aandrukwielen en hebben dus dezelfde diameter (40 cm) ook de breedte van het aandrukkende vlak (de wanden van de cilinder) is dezelfde (6 cm). De V – press wielen verschillen van de gewone wielen op 2 manieren :

- Het aandrukkende vlak is niet vol maar bestaat uit een opvolging van vierkante V – vormige staafjes met een dikte van 1 cm. Deze zijn achter elkaar gelast op een schijf met diameter van 38 cm (zodat de buitendiameter 40 cm is) met een tussenafstand van 2 cm. De afstand tussen beide uiteinden van elk V – vormig staafje is 6 cm.
- V – press wielen bestaan uit een enkele schijf. De metalen staafjes die erop gelast zijn scheppen dus ook wat aarde en kluiten op en laten die dan vallen in de plantgoot.

7.3.3.3 *Monteren van torsiewieders die achter de plantelementen aanslepen en de voor gemaakt door het aandrukwiël terug dichtsleden.*



Figuur 7.6: Torsiewieders gemonteerd achter de plantelementen en detailfoto van de gebruikte torsiewieders.

Achter de plantelementen werden torsiewieders gemonteerd. Deze werden lichtjes verbogen zodat langs beide zijden van de plantrij het buitenste aarden walletje gevormd door de aandrukwielen platgestreken wordt. De knolselderplantjes worden hierbij niet geraakt. Ook wordt er geen nieuwe voor gemaakt die als preferentiële weg voor erosie zou kunnen dienen.

Deze torsiewieders hadden een dubbel effect. Enerzijds werd de geul van de aandrukwielen naast de plantrij dichtgesmeten met losse aarde en kluiten waardoor een preferentiële weg voor erosie afgesloten werd. Anderzijds werd het dammetje tussen de plantlijn en de putjes gemaakt door de elementen op de kooirol platgestreken waardoor afstromend water eerst die putjes opvult vooraleer heuvelafwaarts af te stromen.



Figuur 7.7: Knolselder aangeplant met (R) en zonder (L) torsiwieders op de plantmachine.

7.4 Waarnemingen bij proefaanleg

7.4.1 Waarnemingen m.b.t. de uitgevoerde aanpassingen aan de plantmachine

Elementen op de kooirol :

Bij proefaanleg veroorzaakten de metalen elementen op de kooirol geen problemen. De elementen werden geschrinkt aangebracht zodat de plantmachine niet periodiek opgeheven zou worden. Ook in de open kooirol hoopten aardekluten zich niet op (een vrees van een teler die special daarvoor een rubberen rol rond z'n kooirol bevestigd had).

V – press wielen :

De wieders werden zo gemonteerd dat ze over de bodem sleepten zonder een nieuwe geul te maken. Ze sleepten over de buitenste rand van de plantrij zonder de planten zelf aan te raken. Tijdens hun passage werd de buitenste aarderug, gevormd door de aandrukwielen van de plantmachine, terug platgestreken. De door het aandruk wiel platgestreken voor werd hierdoor dichtgesmeten met aarde. De planten werden niet geraakt en ook de aandrukking van de planten bleef even goed.

De uitstekende hoekige metalen punten op de aandrukwielen (vlak bij de benen van de planters) een serieus veiligheidsrisico voor de planters. De wielen liepen vrij snel vol met aarde, ook in de relatief droge omstandigheden (de toplaag was droog) waarin de proef aangelegd werd.

Torsiwieders :

De montage van de torsiwieders vroeg (beperkt) wat afstellen. Het is belangrijk dat :

- De torsiwieders de plantjes niet raken en langs beide zijden minstens 5 cm van de plantvoet blijven.
- De torsiwieders zo gemonteerd zijn dat de punt van de wieder geen nieuw geultje trekt dat een preferentiële weg voor erosie zou kunnen vormen, maar dat het gekromde uiteinde van de torsiwieder evenwijdig met de grond over de bodem sleept.

- De hoek tussen de rijrichting en het uiteinde van de torsiewieder dat over de grond sleept moet voldoende scherp zijn zodat oogstresten of resten van een groenbedekker die nog aan de oppervlakte aanwezig zijn niet door de torsiewieder meegesleept worden.

De (volgens de onderzoekers en de teler die bij proefaanleg aanwezig waren) optimale stand van de torsiewieder wordt schematisch weergegeven in figuur 7.8.







Figuur 7.8: Optimale manier om de torsiewieders op de plantmachine te monteren.

7.4.2 Waarnemingen m.b.t. de aanleg van de verschillenden objecten.

De aanplant verliep vlot, in geen enkel object kwamen er problemen voor. Een korte beschrijving van de ervaringen opgedaan bij proefaanleg wordt hieronder per object gegeven (Tabel 7.5).

Tabel 7.5: Beschrijving van de aangelegde objecten.

<p>Obj 1 : V – press wielen, torsiewieders en elementen op de kooirol:</p> <p>Vlotte aanplant, de V press – wielen geven voldoende aandrukking. De torsiewieders vegen de preferentiële weg voor erosie (geultje naast de plantlijn) uit en zorgen er ook voor dat eventueel beginnend afstromend water eerst in de putjes gevormd door de kooirol stroomt en pas wanneer die gevuld zijn echt begint af te stromen.</p>	
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------

<p>Obj 2 :Gewone aandrukwielen, geen torsiewieders en elementen op de kooirol:</p> <p>Vlotte aanplant, de putjes gevormd door de elementen op de kooirol worden van de plantlijnen gescheiden door een aarden dammetje.</p>		
<p>Obj 3 : V – press aandrukwielen, geen torsiewieders en elementen op de kooirol.</p> <p>Vlotte aanplant. Visueel nauwelijks te onderscheiden van object 2.</p>		
<p>Obj 4 : Gewone aandrukwielen, torsiewieders en elementen op de kooirol.</p> <p>Vlotte aanplant. Visueel nauwelijks te onderscheiden van object 1.</p>		

7.5 Waarnemingen tijdens de teelt :

7.5.1 Mate van aandrukken en weggroei van de plantjes

De knolselder werd aangeplant op 15/05 2018 in goede omstandigheden. De dag voor planten werd geploegd (relatief lichte grond, geen gevaar voor uitdrogen van de kluiten), en de bodem in de bouwvoor bevatte nog voldoende vocht. Tijdens de eerste weken van de proef (de regenvalsimulaties gebeurden 10 dagen na planten) werd geen uitval van knolselderplantjes waargenomen. Rond 1/06 viel er nog ongeveer 15 l/m neerslag waardoor inwortelende plantjes nog wat konden aansterken, maar daarna kregen we extreem droge en warme omstandigheden.

Een visuele evaluatie van de gewasstand op 20/07/2017 (na 2 kurkdroge maanden) toonde geen uitval van knolselderplanten of een (visueel waarneembare) groeiachterstand. Hieruit kunnen we besluiten dat de knolselderplantjes in alle objecten voldoende stevig aangedrukt werden.

7.5.2 Run-off en erosie

Waarnemingen tijdens de teelt (onmiddellijk na een regenbui van 15 l/m op 1/06/2018) bevestigden de inzichten uit 2017: preferentiële wegen voor erosie moeten vermeden worden. Op 1/06 was duidelijk zichtbaar dat – na een matige regenbui – enkel erosie optrad in de spuitsporen en de – niet terug dichtgelegde – aandruksporen langs de plantrij (object 2 en 3). Dit wordt getoond in Figuur 7.9.



Figuur 7.9: Proefveld op 1/06/2018 , enkel in de wielsporen van de spuittractor en in de niet dichtgelegde aandruksporen langs de plantrij zijn sporen van run-off merkbaar.

7.5.3 Regenvalsimulaties

Om het effect van de behandelingen op run-off en erosie objectief te testen, werden op 25 mei 2018 regenvalsimulaties uitgevoerd met de regenvalsimulator van UGent (Vermang, 2012¹). Er werd in alle

¹ Vermang, J. (2012). Erosion processes and physical quality of loamy soils as affected by reduced tillage. Ghent University. Faculty of Bioscience Engineering, Ghent, Belgium.

behandelingen telkens 1 regenvalsimulatie uitgevoerd. Bij elke regenvalsimulatie werd een erosieveldje afgebakend van 1 m breed op 5 m lang. De veldjes werden steeds zo gepositioneerd dat ze 2 plantrijen bevatten. De positie en dimensies van de veldjes werd zo gekozen dat er steeds 2 objecten in 2 afgebakende erosieveldjes in 1 regenvalsimulatie tegelijk konden uitgevoerd worden (zie figuur 7.10). Onderaan de erosieveldjes werd het run-offwater en sediment opgevangen in 2 goten.



Figuur 7.10: Zicht op de positionering van de erosieveldjes bij een regenvalsimulatie.

Alle regenvalsimulaties werden uitgevoerd op stukken met een homogene helling (5,0%). Tijdens de erosiesimulaties werd gedurende 34 minuten beregend aan een gemiddelde intensiteit van $106 \text{ l/m}^2\cdot\text{h}$. Deze beregening gebeurde met regenwater (leidingwater of putwater bevat dikwijls teveel kalk die het bodemoppervlak stabiliseert). Tijdens het beregenen werd de run-off per tijdseenheid opgetekend. Door telkens ook een staal te nemen voor sedimentconcentratie, kon ook de cumulatieve hoeveelheid erosie worden bepaald. Zowel run-off als cumulatieve erosie werden uitgezet tegen hoeveelheid neerslag (zie verder), omdat op deze wijze rekening wordt gehouden met de lichte schommelingen in neerslagintensiteit tussen de simulaties onderling.

Op de dag van de metingen waren de plantjes nog maar 8 dagen geplant. Ze stonden rechtop en de aanplant was duidelijk gelukt. Het bodemoppervlak was fijn en licht vochtig (zie verder). Alle objecten waren geploegd en er waren geen gewasresten aanwezig. Het effect van de regenval tijdens de regenvalsimulaties wordt in figuur 7.11 weergegeven. Op de foto's in deze figuur is te zien dat het regenwater dat terecht komt tussen de plantrijen goed gebufferd wordt door de drempels tussen de plantrijen (duidelijke plassen aanwezig in alle objecten). In de objecten zonder torsiewieder is goed te zien dat de sporen van de aandrukwielen –zowel de gewone als de V-press- vol staan met regenwater en een duidelijke preferentiële pathway voor run-off vormen. In de objecten met de torsiewieders treed er duidelijk wel verslapping op aan het bodemoppervlak tijdens de simulatie, maar door het vlak trekken van de bodem naast de plantrij, is er geen preferentiële pathway meer.



Gewone aandrukwielen
+ drempeltjes

V-Press wielen
+ torsiewieders
+ drempeltjes



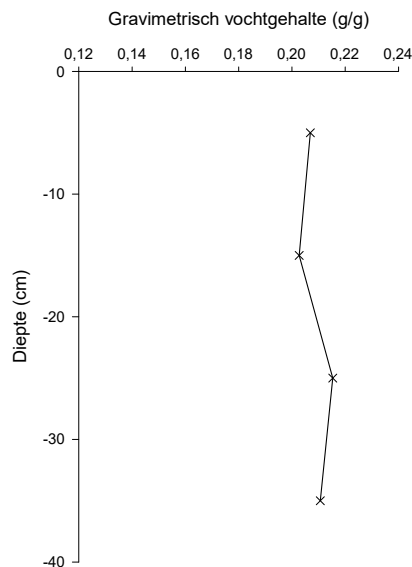
Gewone aandrukwielen
+ torsiewieders
+ drempeltjes

V-Press wielen
+ drempeltjes

Figuur 7.11: Zicht op het bodemoppervlak van de verschillende behandelingen tijdens de regenvalsimulaties. De rode pijlen duiden plaatsen aan in de plantlijn waar sterke run-off plaatsvond.

Voor aanvang van iedere simulatie werd een bodemvochtstaal genomen ter bepaling van het vochtgehalte in het profiel 0-40 cm. Ter bepaling van het vochtgehalte, bulkdensiteit en organisch C-gehalte van het bodemoppervlak (0-5 cm), werd een staalname uitgevoerd met Kopecky-ringen. Omdat de voorbereidende bodembewerkingen voor alle objecten gelijk waren en alle objecten vlak naast elkaar lagen, werden de metingen samengevoegd (vochtgehalte bodemprofiel: 6 steken met een gutsboor over de objecten

samengevoegd tot 1 mengstaal, metingen bodemoppervlak: 6 ringen over de oppervlakte van de 4 objecten). In Figuur 7.12 en Tabel 7.6 worden de resultaten van de metingen weergegeven.



Figuur 7.12: Gravimetrisch vochtgehalte in het bodemprofiel 0-40 cm op 25 mei 2018.

De metingen in figuur 7.12 geven aan dat het vochtgehalte over het volledige profiel gelijk was. Dit geeft aan dat er vermoedelijk geen versturende lagen aanwezig waren. De bulkdensiteit aan het bodemoppervlak was relatief laag ($<1 \text{ g/cm}^3$), wat aangeeft dat tijdens de plantbedbereiding het plantbed 'luchtig' werd gelegd. Het gravimetrisch en volumetrisch vochtgehalte gaf daardoor dezelfde waarde aan. Het koolstofgehalte van het bodemoppervlak lag binnen de streefzone voor zandleem-leemgronden¹, wat aangeeft dat er voldoende koolstof aanwezig is voor een goede structuur, aggregaatvorming en minder snel dichtslaan van het bodemoppervlak bij hevige regen.

Tabel 7.6: Overzicht van het gemiddelde gravimetrisch en volumetrisch vochtgehalte, het organisch C-gehalte en de bulkdensiteit (\pm standaardfout) van de toplaag (0-5 cm) van het bodemprofiel, vlak voor aanvang van de regenvalsimulaties ($n=6$) van alle objecten samen.

	Gravimetrisch vochtgehalte (g/g)	Volumetrisch vochtgehalte (g/cm ³)	C-gehalte (%)	Bulkdensiteit (kg/dm ³)
Alle objecten samen	0,21 \pm <0,01	0,21 \pm 0,01	1,44 \pm 0,02	0,99 \pm 0,04

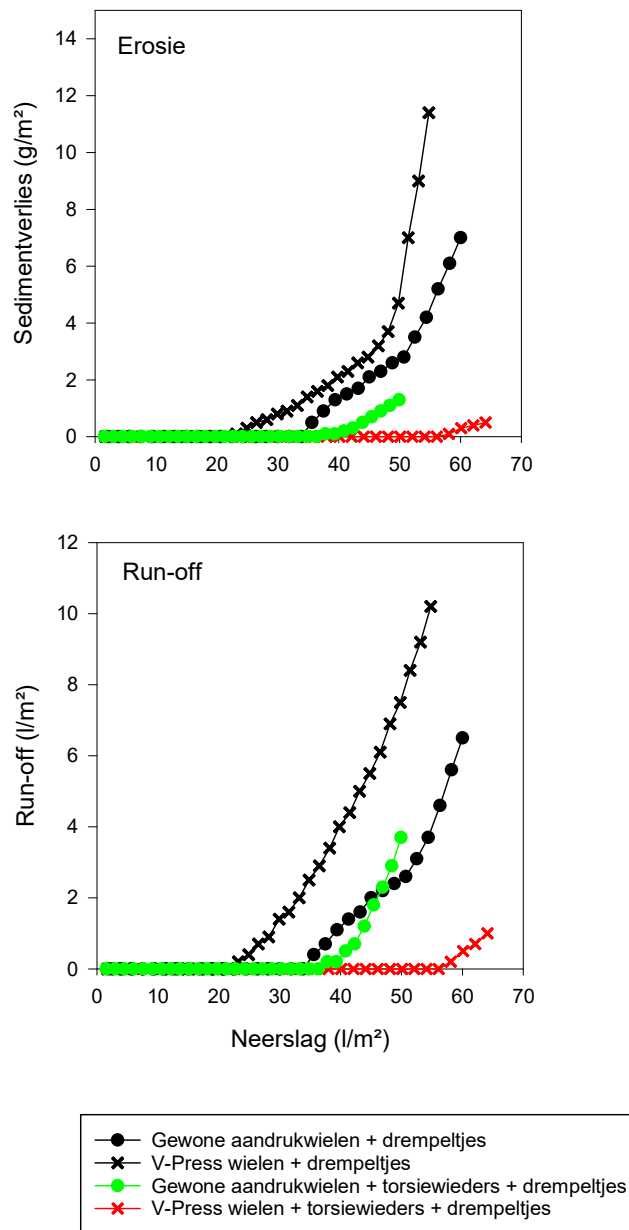
¹ Maes, S., Elsen, A., Tits, M., Boon, W., Deckers, S., Bries, J., Vogels, N., Vandendriessche, H, 2012, Wegwijs in de bodemvruchtbaarheid van de Belgische akkerbouw- en weilandpercelen (2008-2011), Bodemkundige Dienst van België

In Figuur 7.13 worden run-off en sedimentverlies van de regenvalsimulaties weergegeven. Tot een regenvalsimulatie van 20 l/m² op 10 minuten werd niets van run-off en sedimentverlies opgetekend in de verschillende objecten. In het object met V-presswielen + drempeltjes startte run-off en erosie bij 20 l/m regenval. Voor het object met gewone aandrukwielen was dit 35 l/m, wat meteen aangeeft dat de V-presswielen hier geen meerwaarde betekenden naar beperking van run-off en erosie toe. Het valt op dat in deze 2 objecten er een 2^e buigpunt in de cumulatieve sedimentverliezen voorkomt bij een regenval van 45 l/m. Op dit moment waren de meeste drempeltjes tussen de plantenrijen ofwel al overgelopen ofwel doorgebroken. Het is opvallend dat dit goed te zien is bij deze objecten in de sedimentverliezen, maar weinig of niet in de run-off.

In het object met gewone aandrukwielen + torsiewieders + drempeltjes startte de run-off en erosie op ongeveer 40 l/m. Het is hierbij opvallend dat de run-offverliezen exponentieel sterker stijgen, eenmaal deze gestart is, dan in het object gewone aandrukwielen + drempeltjes, terwijl dit voor sedimentverliezen niet het geval is. Naar erosie toe, blijkt wel dat de torsiewieders een betere optie zijn dan de V-presswielen.

Hoewel de V-presswielen geen verlagend effect hebben op de erosieverliezen, valt toch op dat de combinatie van de V-presswielen, met de torsiewieders een sterker verlagend effect hebben dan torsiewieders alleen. De erosie en run-off starten in het object V-presswielen + torsiewieders + drempeltjes net boven een regenval van 55 l/m. Er kan niet bepaald worden of dit louter toevallig is.

Er kan besloten worden dat V-Presswielen alleen weinig effect hebben in het voorkomen van erosie. De torsiewieders hebben duidelijk wel effect en zijn een nuttige en eenvoudige uitbreiding van de plantmachine in het voorkomen van erosie. Mogelijk heeft de combinatie V-presswielen en torsiewieders een versterkend effect.



Figuur 7.13: Verloop van de sedimentverliezen (boven) en run-off (onder) in functie van de neerslag gesimuleerd op 25 mei 2018.

7.6 Besluit.

7.6.1 Omstandigheden bij aanplant en weggroei

Er werd aangeplant 3 dagen na ploegen. Onmiddellijk na ploegen werd de bodem fijn gelegd om kluitvorming en verdere uitdroging van de toplaag te voorkomen. De proef werd aangelegd op relatief

lichte grond. Het risico op vorming van stevige bodemkluiten aan de oppervlakte door uitdroging was hier ook niet zo groot. Bij aanplant was de toplaag van de bodem voldoende vochtig.

Bij aanplant werd een tweede maal gerotoregd. Omdat geploegd werd waren er geen oogstresten van de groenbedekker in de toplaag aanwezig.

De weggroei van de knolselders was in alle objecten goed. Er werd – ondanks de zeer droge omstandigheden – in geen enkel object een uitval van planten waargenomen. De aandrukking door de V – press wielen was dus zeker voldoende. Ook hadden de torsiewieders geen effect op de aandruk van de plantjes. Ook afdraaien van de plantjes door felle wind werd niet waargenomen.

7.6.2 Technische/praktische haalbaarheid:

De montage van metalen elementen om de kooirol van de plantmachine is goedkoop en vraagt al bij al weinig werk. Omdat de elementen geschrapt op de kooirol gemonteerd zijn gaat de machine niet 'bokken' en worden alle plantjes op dezelfde diepte geplant.

De V – press wielen moeten nu nog op maat gemaakt worden. Indien ze ingang zouden vinden is het belangrijk de wielen in te kapselen om de veiligheid van de planters te garanderen. Uit de proefaanleg kwam naar voren dat de V- press wielen in de staat waarin ze gebruikt zijn maar een beperkte invloed hebben op de erosie.

Torsiewieders monteren op de plantmachine is goedkoop en vraagt weinig arbeid. In de omstandigheden waarin ze getest werden was er weinig organisch materiaal aanwezig aan de oppervlakte van het proefveld en werden er ook geen problemen waargenomen met meeslepen van organisch materiaal. Indien de torsiewieders goed afgesteld worden trekken ze de plantjes ook niet terug los en creëren ze ook geen geultje dat een nieuwe preferentiële weg voor erosie kan vormen.

7.6.3 Regensimulaties:

Het toevoegen van torsiewieders aan de plantmachine heeft een duidelijk erosieverlagend effect. Het toevoegen van V-Presswielen heeft dit effect niet. De combinatie van V-Presswielen en torsiewieders geeft het sterkst erosieverlagende effect. Meer onderzoek is nodig om deze resultaten te bevestigen.

8 Savooikool Zwalm: niet-kerende bodembewerking en verruwing aandruklijn

Maarten De Boever (PCG), Thijs Vanden Nest, Greet Ruysschaert (ILVO)

8.1 Doelstelling van de veldproef

Deze veldproef met savooikool werd aangelegd om bodemerosie na niet-kerende bodembewerking (NKB) te vergelijken met bodemerosie na ploegen. Naast de hoofdbewerking werd ook nagegaan wat de impact is van schoffelen en aanpassingen aan de planter, om de aandruklijnen te verruwen, op erosie en gewasontwikkeling. Bij aanvang van de veldproef werden een aantal onderzoeksvragen vooropgesteld:

1. In welke mate wordt bodemerosie beperkt door niet-kerende bodembewerking toe te passen? En welke rol spelen schoffelen en aanpassingen aan de planter hierin?
2. Zijn er verschillen in gewasopkomst, bodembedekkingsgraad en onkruiddruk tussen de teelttechnieken?
3. Is er een opbrengstderving te verwachten bij niet-kerende bodembewerking? Wat is de rol van een aangepaste planter hierbij?

Op basis van de onderzoeksresultaten, beschreven in dit rapport, wordt bij de conclusies een antwoord geformuleerd voor iedere onderzoeksvraag.

8.2 Beschrijving perceel

8.2.1 Situering landbouwbedrijf

De hoofdzetel van het landbouwbedrijf, waar deze veldproef werd aangelegd, is gelegen te Zwalm (Vlaamse Ardennen). Het gros van de percelen zijn leempercelen in en rondom Zwalm. De veldproef zelf was gelegen op een perceel naast de hoofdzetel van het landbouwbedrijf.

Het landbouwbedrijf teelt in hoofdzaak vollegrondsgroenten gecombineerd met varkensteelt. Tot de groenteteelten behoren erwt, bonen, spinazie, kolen, zaaiui, wortelen en pastinaak. Daarnaast worden nog enkele akkerbouwgewassen geteeld als aardappelen, wintergerst, wintertarwe en maïs.

Het areaal bevat meerdere hoog (rood) en zeer hoog (paars) erosiegevoelige percelen. Zowel rode als paarse percelen worden gebruikt voor groenteteelt.

8.2.2 Bodemkenmerken en bodemverdichting op 11 april 2018

Regio: Vlaamse Ardennen

Bodemtextuur: Leem

Bodemkaart: onderaan perceel: Abp (droge leembodem zonder profiel), rest perceel: uADa (matig droge tot matig natte leembodem met textuur B horizont)

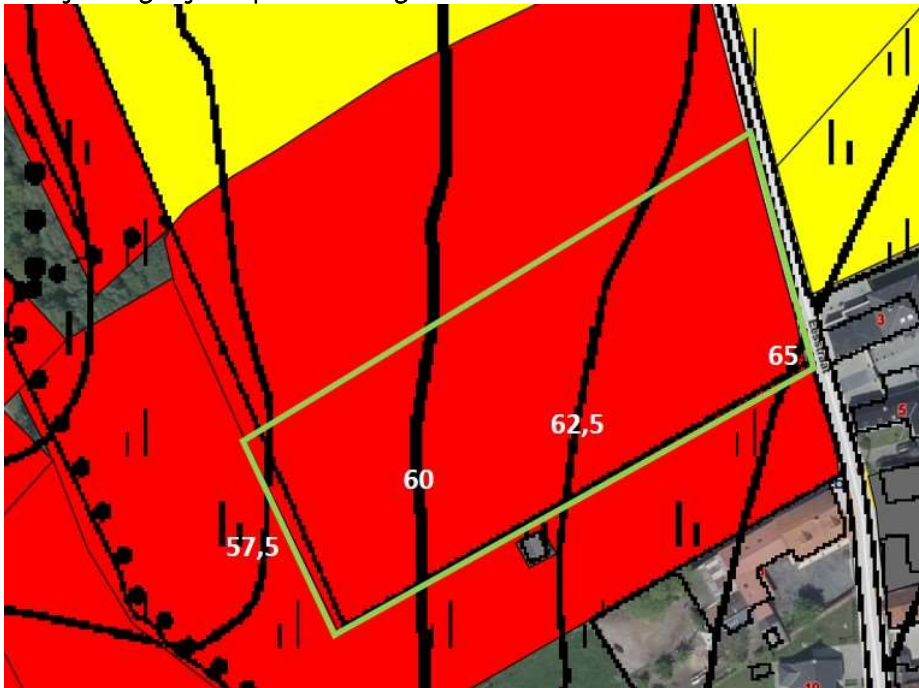
Erosieklasse: Rood

Voorvrucht: wintergerst

Groenbedekker/vanggewas: facelia en Japanse haver

Helling proefveld: 4,3%

Kaartje hoogtelijnen (proefveld is groen omrand):



Het perceel waar de veldproef werd uitgevoerd heeft een leemtextuur en is gecatalogeerd als een hoog erosiegevoelig perceel (rood). Op dit perceel werd in 2017 wintergerst geteeld. Nadien werd een vanggewas ingezaaid van facelia en Japanse haver(Figuur 8-1).

De groenbedekker werd in het voorjaar van 2018 gekleplend en opkomend onkruid werd nadien doodgespoten met glyfosaathoudend totaalherbicide (week van 5 maart).

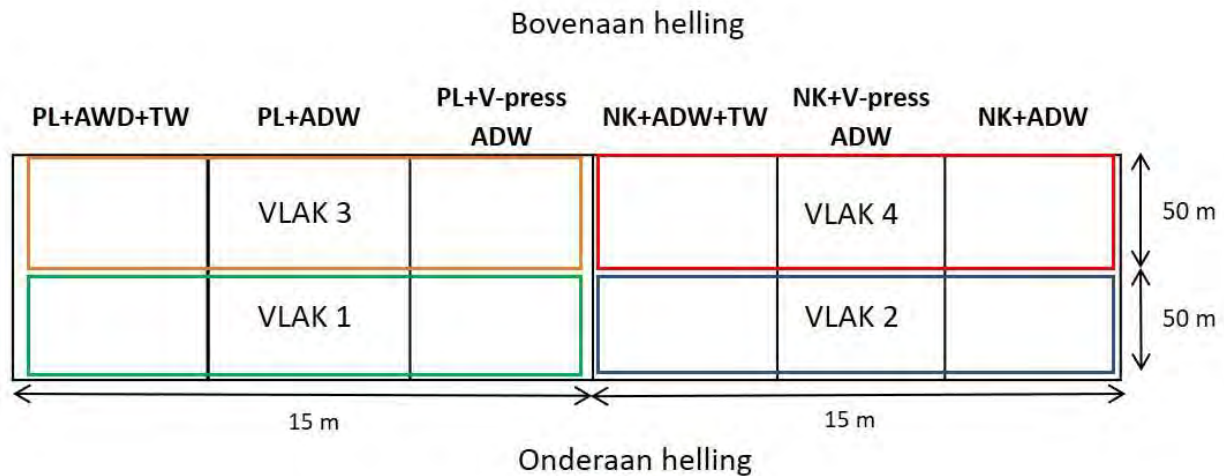


Figuur 8-1: Overzicht van het perceel (links) en detail van groenbedekkerfacelia en Japanse haver(rechts)op 11 april 2018.

De veldproef werd onderverdeeld in 6 behandelingsstroken van 3m breed en loodrecht daarop 4 blokken, nl. blok A, blok B, blok C en blok D (zie verder). Voor de aanvang van de veldproef werden bodemstalen genomen ter bepaling van de chemische bodemtoestand en werd de indringingsweerstand bepaald op 11

april. Voor deze stalen en metingen werd het proefveld onderverdeeld in 4 verschillende vlakken, nl. vlak 1, 2, 3 en 4. In deze vlakken liggen meerdere blokken van meerdere behandelingsstroken (Figuur 8-2).

Per vlak werden 10 steken in kruisverband genomen tot 30 cm diepte voor de chemische bodemtoestand, en 10 steken tot 60 cm voor minerale N-bepaling. De indringingsweerstand werd tot 80 cm diep op 10 posities per vlak in kruisverband bepaald. Voor deze 4 vlakken werd ook het gravimetrisch vochtgehalte tot 60 cm diep bepaald (één steek per vlak).



Figuur 8-2: Proefplan van de veldproef savooikool te Zwalm, 2018. Voor de metingen met de penetrologger en voor staalnames voor de chemische bodemtoestand werd het proefveld onderverdeeld in 4 vlakken, nl. vlak 1, 2, 3 en 4. Zie verder voor verklaring afkorting behandelingen.

In Tabel 8-1 wordt een overzicht gegeven van de chemische bodemtoestand op 11 april 2018. Het minerale stikstofgehalte is op dit tijdstip hoog in alle vlakken. Door het afsterven van de groenbedekker de in het gewas vastgelegde stikstof opnieuw vrij in de bodem. Het koolstofgehalte bevindt zich net binnen de streefzone. De bodemzuurtegraad bevindt zich onder de streefzone.

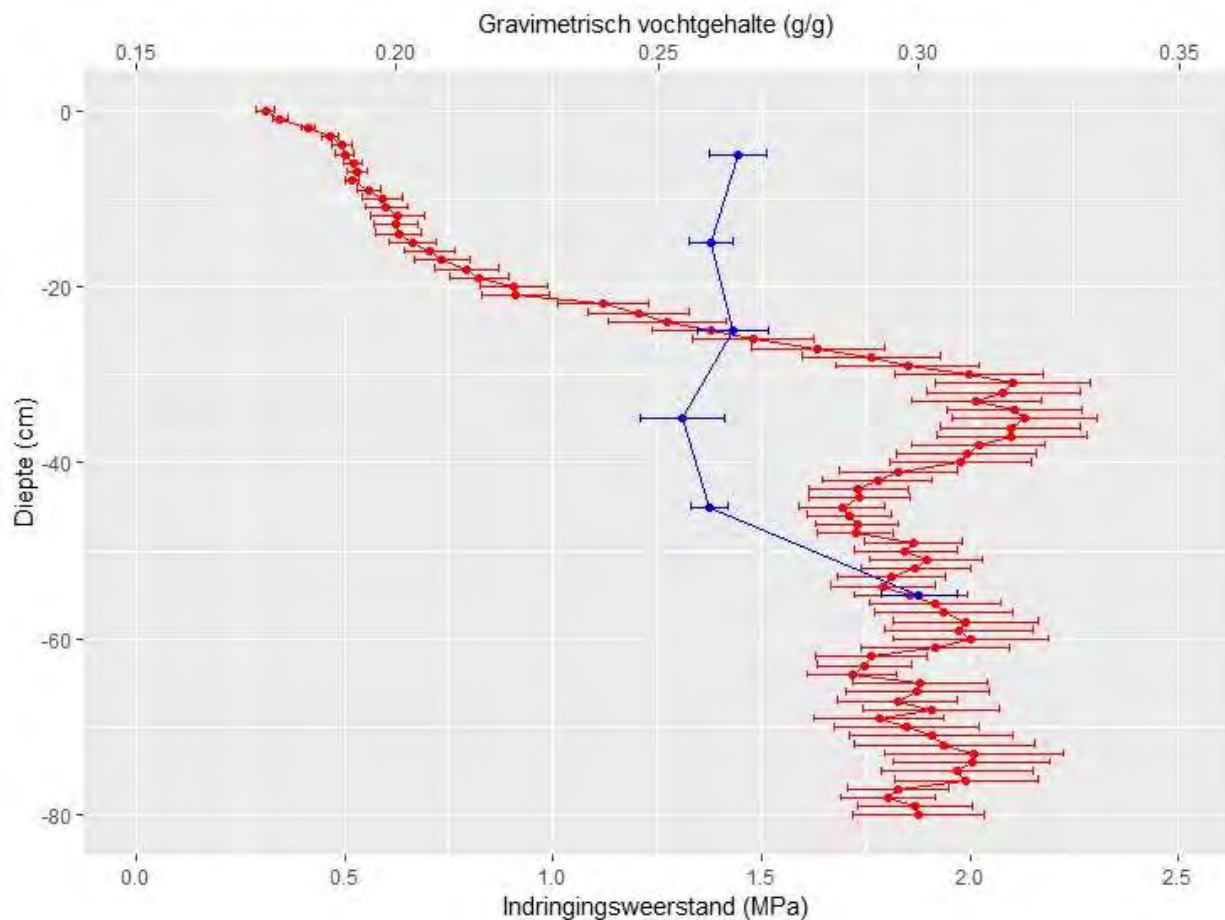
Tabel 8-1: Overzicht van de hoeveelheid minerale N ($\text{NO}_3\text{-N}$ en $\text{NH}_4\text{-N}$) in het bodemprofiel (0-60 cm) en de algemene chemische bodemtoestand voor de bouwvoor (0-30 cm) in vlak 1, 2, 3 e, 4. De streefwaarden voor leemgrond werden overgenomen van Maes et al. 2012¹.

Vlak	Diepte (cm)	N _{min} (kg/ha)	pH-KCl	OC ⁽¹⁾ (%)
1	30	73	5,3	1,2
	60	56		
2	30	58	5,5	1,3
	60	43		
3	30	72	5,5	1,2
	60	53		
4	30	66	5,7	1,2
	60	48		
Streefzone		-	6,7-7,3	1,2-1,6

(1)OC: organisch koolstofgehalte, bepaald volgens de dichromaatmethode (ISO 14235).

Voor de 4 vlakken werden voor indringingsweerstand en gravimetrisch vochtgehalte een gelijkaardig verloop in functie van de diepte opgetekend. Bijgevolg werd in Figuur 8-3 de gemiddelde indringingsweerstand en het gemiddeld gravimetrisch vochtgehalte van alle metingen samen weergegeven.

¹ Maes S., Elsen, A., Tits, M., Boon, W., Deckers, S., Bries, J., Vogels, N., Vandendriessche, H. 2012. Wegwijs in de bodemvruchtbaarheid van de Belgische akkerbouw- en weilandpercelen (2008-2011), Bodemkundige Dienst van België



Figuur 8-3: De gemiddelde indringingsweerstand ($n=40$) en gravimetrisch vochtgehalte ($n=4$) (\pm standaardfout) van alle metingen over de 4 vlakken samen. De indringingsweerstand werd gemeten met een penetrometer (10 steken in kruisverband per vlak) tot 80 cm diepte. Het gravimetrisch vochtgehalte werd per laag van 10 cm tot 60 cm diepte bepaald.

Uit het penetrogram blijkt dat de indringingsweerstand gestaag toeneemt tot 30 cm diepte. Voor de laag 30-40 cm ligt de gemiddelde indringingsweerstand boven 2 MPa. Nadien neemt de indringingsweerstand opnieuw af en voor de laag 40-80 cm schommelt de gemiddelde waarde tussen 1,75 en 2,0 MPa. Het gravimetrisch vochtgehalte blijft constant tot 45 cm diepte en neemt dan licht toe tot 0,3 g/g bij 50-60 cm diepte.

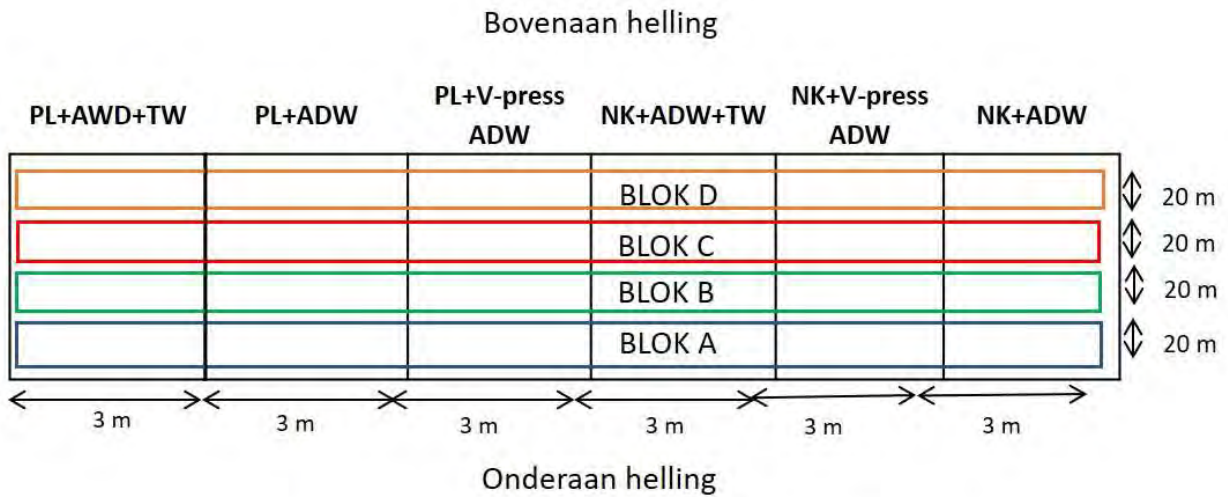
Er wordt aangenomen dat wortels moeilijk doorheen een laag kunnen breken als de indringingsweerstand meer dan 3 MPa bedraagt. In het bodemprofiel van het proefperceel wordt deze grens nergens overschreden. De verdichting in de bodemlaag 30-40 cm wijst op een lichte ploegzool gezien deze voorkomt op ploegdiepte. De wortelgroei van het gewas zal echter nergens gehinderd worden.

Op basis van deze metingen kan worden besloten dat de chemische bodemtoestand in bijna optimale conditie is. Het organisch koolstofgehalte bevindt zich net binnen de streefzone. In het bodemprofiel wordt een lichte ploegzool, vastgesteld van 30 tot 40 cm diepte, maar deze zou niet hinderlijk mogen zijn voor wortels. De bodemzuurtegraad is echter laag, waardoor nutriënten mogelijk niet optimaal ter beschikking komen.

8.3 Beschrijving veldproef

8.3.1 Opbouw en logboek

De veldproef werd aangelegd in stroken. Dwars op de stroken werden voor de waarnemingen 4 blokken gedefinieerd (A, B, C en D). Voor elke behandeling waren er dus 4 plots. De regenvalsimulaties werden uitgevoerd in blok C (Figuur 8-4).



Figuur 8-4: Proefplan van de veldproef savooikool te Zwalm, 2018. De proef bestaat uit 6 stroken van 3m breedte. De lettercode geeft de verschillende behandelingen per strook aan (paragraaf 8.3.2). In blok C werden regenvalsimulaties uitgevoerd op 30 mei 2018.

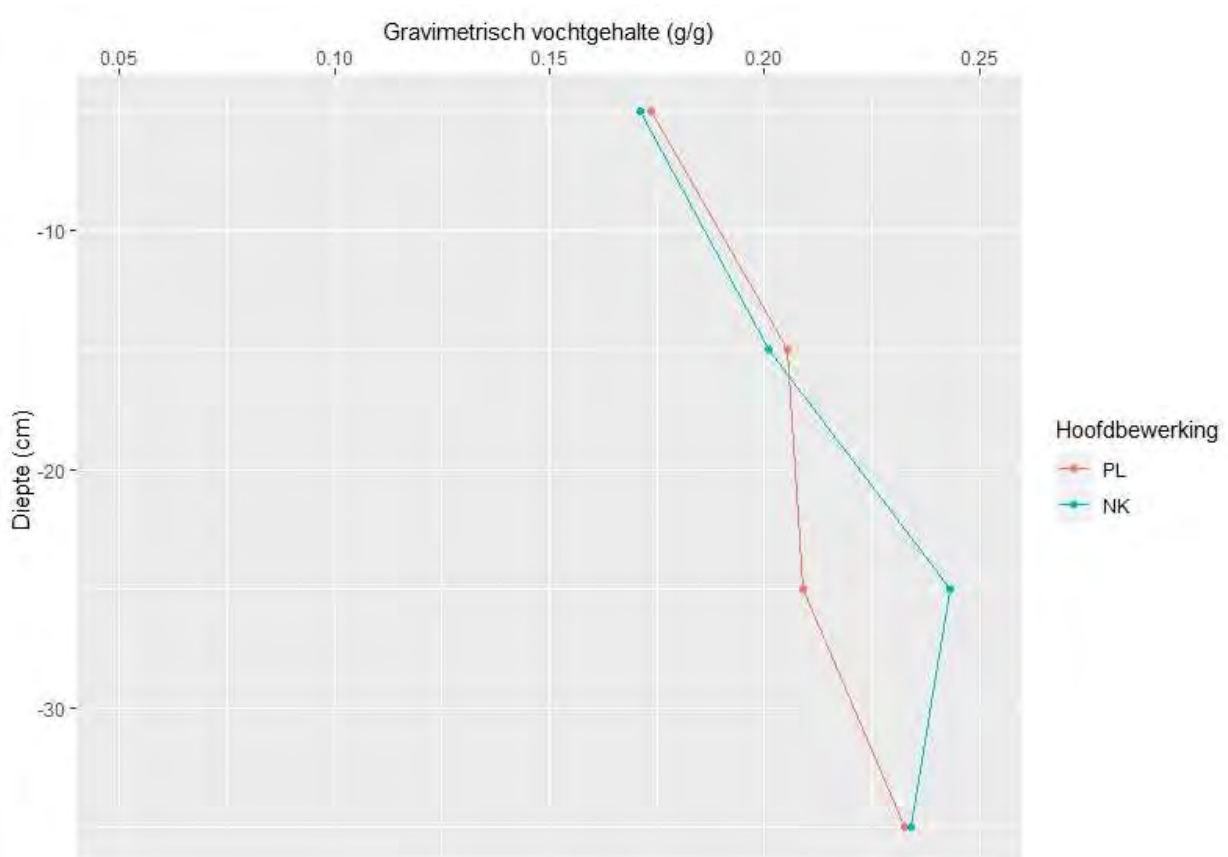
In Tabel 8-2 wordt het logboek van de activiteiten in deze veldproef weergegeven. De behandelingen worden verder in de tekst toegelicht onder paragraaf 8.3.2.

Tabel 8-2: Overzicht van de activiteiten op de veldproef per datum.

Datum uitvoering	Handeling	Opmerking
week van 5 maart	Bewerking	doodspuiten groenbedekker
week van 26 maart	Onderhoud proef	monteren/uittesten tanden op PERDU planter (achter aandrukwielen)
11/04/2018	Staalname/meting	metingen met penetrologger en bepaling gravimetrisch vochtgehalte (0-10, 10-20, 20-30, 30-40, 40-50, 50-60)
11/04/2018	Staalname	Nmin, pH, %C (0-30) en Nmin (30-60)
10/05/2018	Bemesting	1500 kg/ha Haspargit NPK 5-0-18 (volvelds strooien)
13/05/2018	Bewerking	breken + inwerken mest/groenbedekker (Steenen vaste tand 10-15 cm diep)
14/05/2018	Bewerking	proefperceel uitrijden met GPS
14/05/2018	Uitzetten proef	volgens proefplan
14/05/2018	Bewerking	proefaanleg: helpen met teler voor aanleg proef, volgens proefplan
15/05/2018	Bewerking	ploegen + zaaibedbereiding met rotoreg (4-5 cm diep aan 1000 tpm)
16/05/2018	Staalname	bepaling gravimetrisch vochtgehalte (0-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm, 30-40 cm) in objecten ploegen en niet-kerend
16/05/2018	Plant	ras: Madlène (Rijk Zwaan), plantafstand in de rij: 52,5 cm, afstand tussen de rijen: 75 cm, 26.000 plantjes/ha, planten met PERDU planter PCG
16/05/2018	Bemesting	maïsstarter 20-7-0 + 0,2 B 200 kg/ha (rijenbemesting)
24/05/2018	Beoordeling	bodembedekking en bodemruwheid direct na plant
30/05/2018	Beoordeling	bodembedekking, bodemverslapping en bodemruwheid voor regenvalsimulaties
30/05/2018	Beoordeling	regenvalsimulaties + schoffelen (in strook simulaties)
30/05/2018	Bewerking	schoffelen rest van perceel
7/06/2018	Beoordeling	bodembedekkingsgraad (%) + volume/uniformiteit (score) + gewashoogte + beoordeling bodemruwheid + foto per plot/overzichtsfoto per behandeling
29/06/2018	Beoordeling	bodembedekkingsgraad (%) + volume/uniformiteit (score) + gewashoogte + beoordeling bodemruwheid + foto per plot/overzichtsfoto per behandeling
31/07/2018	Beoordeling	bodembedekkingsgraad (%) + volume/uniformiteit (score) + gewashoogte + beoordeling bodemruwheid + foto per plot/overzichtsfoto per behandeling
1/08/2018	Bemesting	Bortrac 150 2L/ha (veldspuit)
23/08/2018	Beoordeling	beoordeling bodembedekking + volume/uniformiteit (score) + gewashoogte + foto per plot/overzichtsfoto per behandeling
18/09/2018	Oogst	per plot 20 kolen oogsten, bepalen veldgewicht
18/09/2018	Staalname	Nmin (0-30 en 30-60)

Op 16 mei 2018 werd net voor het planten het gravimetrisch vochtgehalte van het bodemprofiel bepaald in behandelingen ploegen en niet-kerende bodembewerking (Figuur 8-5). Bij vergelijking van de vochtprofielen kan een grotere watervoorraad in de bodemlaag 20-30 cm vastgesteld worden bij de behandeling niet-kerend.

Ten opzichte van 11 april (Figuur 8-3) is het vochtgehalte in de bouwvoor (0-30 cm) gedaald en dan voornamelijk in de bovenste bodemlaag 0-20 cm.



Figuur 8-5: Gravimetrisch vochtgehalte (n=1; mengstaal van minstens 7 steken) in de bodem net voor de plant in de behandelingen ploegen en niet-kerende bodembewerking (16 mei 2017).

In Tabel 8-3 wordt een overzicht gegeven van de gemiddelde maandelijkse temperatuur en totale maandelijkse neerslag in 2018 (gedurende periode van aanleg tot oogst veldproef) in Kruishoutem (ca. 20 km van het proefveld) en de afwijking van de normale gemiddelde temperatuur (periode 1981-2010) en de normale totale neerslag (1981-2010). Deze cijfers werden gebaseerd op de maandelijkse verslaggeving van het KMI. Op het proefveld zelf werd geen weerstation geplaatst.

Het teelseizoen van 2018 werd gekenmerkt door een nat voorjaar gevolgd door een uitzonderlijk droge zomer. De gemiddelde maandelijkse temperatuur in de periode mei tot september was tot 4,4 °C hoger en de maandelijkse totale neerslag tot 70,1 mm lager in vergelijking met de normalen.

Tabel 8-3: Overzicht van de gemiddelde maandelijkse temperatuur en maandelijkse totale neerslag in 2018 in Kruishoutem in de maanden van aanleg tot oogst van de veldproef en de afwijking van de maandelijkse normalen (periode 1981-2010) voor temperatuur en neerslag (bron: KMI).

Maand	Gemiddelde temperatuur		Totale neerslag	
	Jaar 2018 (°C)	Afwijking van normalen (°C)	Jaar 2018 (mm)	Afwijking van normalen (mm)
Mei	17,1	3,8	50,2	-11,1
Juni	18,7	2,7	2,0	-70,1
Juli	22,6	4,4	9,6	-65,9
Augustus	19,8	1,8	64,0	-9,7
September	16,0	1,0	40,4	-29,8

8.3.2 Beschrijving van de behandelingen

In alle behandelingen werd een niet-kerende bodembewerking uitgevoerd op 13 mei met een Steeno vaste tand cultivator (10-15 cm diep) om mest en groenbedekker in te werken. In het najaar, voor de inzaai van de groenbedekker, werd gediepground met een Micheltand (20-25 cm diep). Het perceel werd niet gediepground in het voorjaar.

Behandelingen die vervolgens geploegd werden krijgen lettercode 'PL', de andere behandelingen lettercode 'NK'. Naargelang het type aanpassing aan de planter krijgen de behandelingen een extra lettercode mee (na het '+' teken).

8.3.2.1 ***PL + plat aandrukwiél (ADW): ploegen - zaaibedbereiding met rotoreg + planten met plat aandrukwiél***

Op 15 mei werd na de niet-kerende bodembewerking geploegd tot een diepte van 25 à 30 cm. De zaaibedbereiding, tevens uitgevoerd op 15 mei, bestond uit één werkgang met een rotoreg (4 à 5 cm diep aan 1000 tpm). Het planten gebeurde op 16 mei met een Perdu planter gecombineerd met een rotoreg en een verkruiemrol (Crosskill) achteraan de trekker (Figuur 8-8). In deze behandeling werden geen aanpassingen aan de planter doorgevoerd en werd een plat aandrukwiél (Figuur 8-6) gebruikt. Deze behandeling kan dus beschouwd worden als referentieobject van de teler waarbij optimale teeltomstandigheden worden nagestreefd.

8.3.2.2 ***PL + plat ADW + torsiewieder: ploegen - zaaibedbereiding met rotoreg + planten met plat aandrukwiél gevolgd door torsiewieder***

Op 15 mei werd na de niet-kerende bodembewerking geploegd tot een diepte van 25 à 30 cm. De zaaibedbereiding, tevens uitgevoerd op 15 mei, bestond uit één werkgang met een rotoreg (4 à 5 cm diep aan 1000 tpm). Het planten gebeurde op 16 mei met een Perdu planter gecombineerd met een rotoreg en een verkruiemrol (Crosskill) achteraan de trekker (Figuur 8-8). In deze behandeling werd het plat aandrukwiél gecombineerd met torsiewieders (Figuur 8-6) om de aandruklijnen te verruwen.

8.3.2.3 PL + V-press ADW: ploegen – zaaibedbereiding met rotoreg + planten met V-press aandrukwiël

Op 15 mei werd na de niet-kerende bodembewerking geploegd tot een diepte van 25 à 30 cm. De zaaibedbereiding, tevens uitgevoerd op 15 mei, bestond uit één werkgang met een rotoreg (4 à 5 cm diep aan 1000 tpm). Het planten gebeurde op 16 mei met een Perdu planter gecombineerd met een rotoreg en een verkruiemrol (Crosskill) achteraan de trekker (Figuur 8-8). In deze behandeling werd het plat aandrukwiël vervangen door een V-press aandrukwiël (Figuur 8-6) om de aandruklijnen te verruwen.

8.3.2.4 NK + plat ADW: niet-kerende bodembewerking - zaaibedbereiding met rotoreg + planten met plat aandrukwiël

Deze behandeling werd niet geploegd. De zaaibedbereiding, uitgevoerd op 15 mei, bestond uit één werkgang met een rotoreg (4 à 5 cm diep aan 1000 tpm). Het planten gebeurde op 16 mei met een Perdu planter gecombineerd met een rotoreg en een verkruiemrol (Crosskill) achteraan de trekker (Figuur 8-8). In deze behandeling werden geen aanpassingen aan de planter doorgevoerd en werd een plat aandrukwiël (Figuur 8-6) gebruikt.

8.3.2.5 NK + plat ADW + torsiewieder: niet-kerende bodembewerking - zaaibedbereiding met rotoreg + planten met plat aandrukwiël gevolgd door torsiewieder

Deze behandeling werd niet geploegd. De zaaibedbereiding, uitgevoerd op 15 mei, bestond uit één werkgang met een rotoreg (4 à 5 cm diep aan 1000 tpm). Het planten gebeurde op 16 mei met een Perdu planter gecombineerd met een rotoreg en een verkruiemrol (Crosskill) achteraan de trekker (Figuur 8-8). In deze behandeling werd het plat aandrukwiël gecombineerd met torsiewieders (Figuur 8-6) om de aandruklijnen te verruwen.

8.3.2.6 NK + V-press ADW: niet-kerende bodembewerking – zaaibedbereiding met rotoreg + planten met V-press aandrukwiël

Deze behandeling werd niet geploegd. De zaaibedbereiding, uitgevoerd op 15 mei, bestond uit één werkgang met een rotoreg (4 à 5 cm diep aan 1000 tpm). Het planten gebeurde op 16 mei met een Perdu planter gecombineerd met een rotoreg en een verkruiemrol (Crosskill) achteraan de trekker (Figuur 8-8). In deze behandeling werd het plat aandrukwiël vervangen door een V-press aandrukwiël (Figuur 8-6) om de aandruklijnen te verruwen.



Figuur 8-6: Detailfoto's van plat aandrukwiel (links), V-press aandrukwiel (midden) en torsiewieder (rechts) voor op de planter.





Figuur 8-7: Overzicht van de geploegde behandelingen (PL) in de linker kolom en de niet-kerende behandelingen (NK) in de rechter kolom samen met de aanpassingen aan de planter, nl. plat aandrukwielen (ADW), V-press ADW en plat ADW gecombineerd met torsiewieder.

8.3.3 Bemesting en plant

Begin mei werd het perceel breedwerpig bemest met 1500 kg/ha Haspargit 5-0-18 (Tabel 8-4). Tijdens het planten werd een rijenbemesting met een maïsstarter uitgevoerd. Op 1 augustus werd een bladbemesting met Bortrac 150 uitgevoerd.

Tabel 8-4: Overzicht van de toegediende meststof en toepassingstechniek binnen de proef savooikool.


Datum	Dosis	Meststof	Toepassingstechniek
10/05/2018	1500 kg/ha	Haspargit NPK 5-0-18	Breedwerpig
16/05/2018	200 kg/ha	maïsstarter 20-7-0 + 0,2 B	Rijenbemesting
1/08/2018	2L/ha	Bortrac 150	Veldspuit

Bij het planten werd een Perdu planter gecombineerd met een rotoeg (4 à 5 cm diep aan 1000 tpm) en een verkruiemrol (Crosskill) (Figuur 8-8). Deze zaaibedbereiding, in dezelfde werkgang als het planten, komt dus voor alle behandelingen bovenop de zaaibedbereiding beschreven in paragraaf 8.3.2. De werkbreedte van de planter is 3m. Tijdens het planten werd bemest in de rij met een APV meststofstrooier. De rijafstand bedraagt 75 cm en de plantafstand in de rij 52,5 cm. Per hectare staan ongeveer 26.000 plantjes.

Tijdens het planten liepen de V-press wielen gedeeltelijk vol met aarde en gewasresten (ingeval van niet-kerend bewerkt). Hierdoor werkte het V-press wiel na enige tijd als een plat aandrukwielen. De torsiewieders waren in staat de aandruklijnen 'uit te wissen' en de plantjes werden niet beschadigd tijdens het planten. Het resultaat 1 week na planten wordt voor de verschillende behandelingen weergegeven in Figuur 8-9. Visueel werd er geen verschil in opkomst opgetekend tussen de geploegde en niet-kerende behandelingen. In de behandelingen waar de planter werd aangepast werd visueel een verruwing van de aandruklijnen vastgesteld.



Figuur 8-8: Perdu planter gecombineerd met rotoreg en verkruiemelrol (Crosskill) achteraan de trekker

	PL	NK
Plat ADW		



Figuur 8-9: Overzichtsfoto's (met gelijke schaal) van behandelingen PL + plat ADW, PL + V-press wiel, PL + plat ADW + torsiewieder, NK + plat ADW, NK + V-press wiel en NK + plat ADW + torsiewieder op tijdstip 24 mei (1 week na plant).

8.4 Gewasopkomst, bodembedekkingsgraad en onkruidtellingen

8.4.1 Gewasopkomst en -hoogte

Per behandeling werd visueel een inschatting gemaakt van de opkomst en uitval. Tussen de behandelingen werden geen verschillen in gewasopkomst waargenomen. Gezien het V-press aandrukwieltijdens het

planten gedeeltelijk volliep met aarde (en bij de niet-kerende behandelingen ook met gewasresten) (Figuur 8-7) fungeerde dit wiel als een plat aandrukwiël. Dit resulteerde in een goede aandrukking van de perskluitsjes in alle behandelingen. Het monteren van torsiëwieders op de planter verhoogde het risico op het beschadigen van de plantjes niet. Aanpassingen aan de planter leidden bijgevolg niet tot meer uitval.

In Tabel 8-5 wordt de gewashoogte in savooikool voor de behandelingen ploegen en niet-kerend gegroepeerd weergegeven. Hiervoor werden 10 planten opgemeten en het resultaat werd gerapporteerd als een range. Drie weken na plant is de gewashoogte 5 à 10 cm ongeacht de hoofdbewerking. Op het tijdstip 2,5 maand na plant bedraagt de gemiddelde gewashoogte in de behandelingen met hoofdbewerking ploegen 5 cm meer in vergelijking met niet-kerend. Dit verschil verdwijnt opnieuw naar het eind van de teelt toe.

Tabel 8-5: Gewashoogte (n=1) in savooikool voor de behandelingen PL en NK op 7 juni, 29 juni, 31 juli en 23 augustus.

Obj	Gewashoogte ^(*) (cm)			
	7/06/2018	29/06/2018	31/07/2018	23/08/2018
PL	5-10	25-27	30-40	35-45
NK	5-10	25-27	25-35	35-45

() Er werd geen statistiek op toegepast wegens rapportering als range.*

8.4.2 Bodembedekkingsgraad, volume en uniformiteit

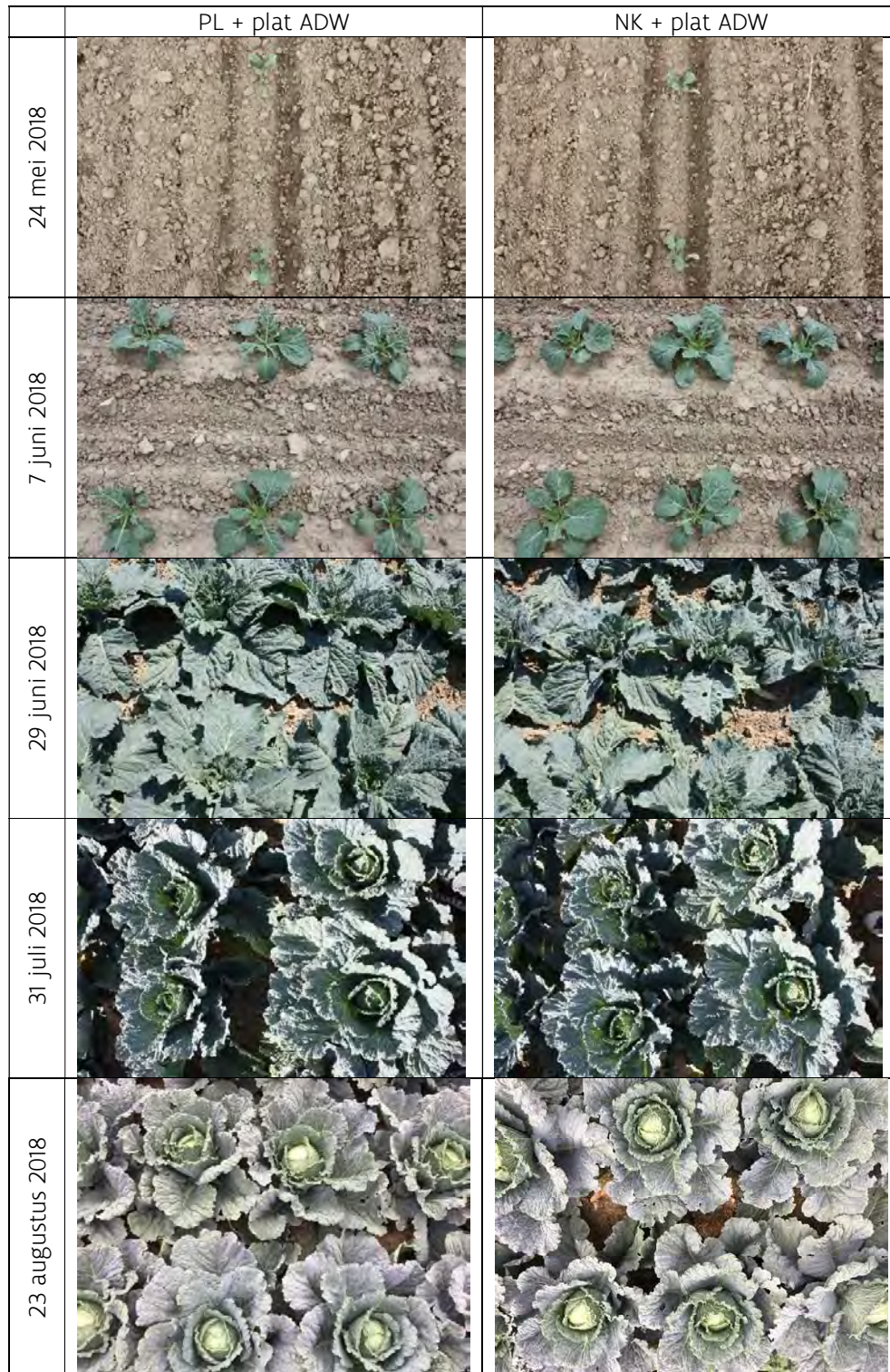
Per hoofdbewerking werd de bedekkingsgraad van het gewas visueel ingeschat (Tabel 8-6). Hierbij werd een range ingeschat voor de verschillende behandelingen met dezelfde hoofdbewerking. Ter ondersteuning van de visuele beoordeling werden er van alle objecten foto's genomen (Figuur 8-10).

Tabel 8-6: Veldbedekking savooikool (n=1) visueel ingeschat voor de behandelingen met hoofdbewerking ploegen (PL) en niet-kerend (NK) op 7 juni, 29 juni, 31 juli en 23 augustus.

Obj	Veldbedekking savooikool ^(*) (%)			
	7/06/2018	29/06/2018	31/07/2018	23/08/2018
PL	25-35	75-85	85-95	90-95
NK	25-35	70-75	80-90	85-90

() Er werd geen statistiek op toegepast wegens rapportering als range.*

Op 7 juni, 3 weken na plant, werd een bodembedekking door het gewas van gemiddeld 30% waargenomen ongeacht de hoofdbewerking. Eind juli, 2,5 maand na plant wordt de maximale bodembedekkingsgraad door het gewas bereikt en het verschil tussen de hoofdbewerkingen is beperkt tot een paar procentpunten. Op basis van de waarnemingen vormt de periode tot 1,5 maand na plant het hoogste risico op erosie gezien de beperkte bodembedekking door het gewas (Figuur 8-10).



Figuur 8-10: Overzichtsfoto's veldbedekking (met gelijke schaal) van behandelingen PL + plat ADW en NK + plat ADW op tijdstippen 24 mei, 7 juni, 29 juni, 31 juli en 23 augustus.

Per hoofdbewerking werd het volume (Tabel 8-7) en de uniformiteit (Tabel 8-8) van het gewas visueel ingeschat. Drie weken na plant scoorden de behandelingen met hoofdbewerking niet-kerend naar volume en uniformiteit toe iets beter dan ploegen. Voor de waarnemingen nadien tot het einde van het teeltperiode werd het omgekeerde vastgesteld maar het verschil in score bleef beperkt.

Tabel 8-7: Volume savooikool (n=1) visueel ingeschat voor de behandelingen met hoofdbewerking ploegen (PL) en niet-kerend (NK) op 7 juni, 29 juni, 31 juli en 23 augustus.

Obj	Volume ^(*) (1= heterogeen, 9= homogeen)			
	7/06/2018	29/06/2018	31/07/2018	23/08/2018
PL	7,0	8,0	8,5	8,0
NK	8,0	7,0	7,5	7,0

() Er werd geen statistiek op toegepast gezien het een visuele beoordeling op basis van scores betreft.*

Tabel 8-8: Uniformiteit savooikool (n=1) visueel ingeschat voor de behandelingen met hoofdbewerking ploegen (PL) en niet-kerend (NK) op 7 juni, 29 juni, 31 juli en 23 augustus.

Obj	Uniformiteit ^(*) (1= heterogeen, 9= homogeen)			
	7/06/2018	29/06/2018	31/07/2018	23/08/2018
PL	6,0	8,0	8,0	8,0
NK	8,0	7,0	6,5	7,0

() Er werd geen statistiek op toegepast gezien het een visuele beoordeling op basis van scores betreft.*

8.4.3 Onkruidtellingen

Per hoofdbewerking werd het percentage veldbedekking door onkruid visueel ingeschat (Tabel 8-9). Algemeen kan gesteld worden dat de hoofdbewerking, ploegen of niet-kerend, slecht een beperkte invloed had op de bedekkingsgraad door onkruid. Er werden kleine verschillen van enkele procentpunten vastgesteld tussen de hoofdbewerkingen. Op de verschillende waarnemingstijdstippen doorheen het groeiseizoen werd een lage bedekkingsgraad door onkruid vastgesteld in zowel de geploegde als niet-kerende behandelingen. Naar ziektedruk en plagen toe werden geen verschillen vastgesteld tussen de behandelingen. Plots met visueel een hoge onkruiddruk kregen een lage score en plots met een lage onkruiddruk een hoge score op een schaal van 1 tot 9. Ziektedruk en plagen werden enkel beoordeeld indien er verschillen werden opgemerkt tussen de plots.

Door de landbouwer werden gewasbeschermingsmiddelen met spuittoestel Kuhn Toprider met driftarme doppen toegepast tegen onkruid, insecten en schimmel. Voor de praktische uitvoering ervan werd geen onderscheid gemaakt tussen de geploegde en niet-kerende behandelingen. Alle behandelingen kregen bijgevolg dezelfde gewasbeschermingsmiddelen doorheen het teeltseizoen toegediend.

Algemeen kan gesteld worden dat de hoofdbewerking, ploegen of niet-kerend, slecht een beperkte invloed had op de bedekkingsgraad door onkruid. Er werden kleine verschillen van enkele procentpunten vastgesteld tussen de hoofdbewerkingen. Op de verschillende waarnemingstijdstippen doorheen het groeiseizoen werd een lage bedekkingsgraad door onkruid vastgesteld in zowel de geploegde als niet-

kerende behandelingen. Naar ziektedruk en plagen toe werden geen verschillen vastgesteld tussen de behandelingen.

Tabel 8-9: Veldbedekking onkruid (n=1) visueel ingeschat voor de behandelingen met hoofdbewerking ploegen (PL) en niet-kerend (NK) op 7 juni, 29 juni, 31 juli en 23 augustus.

Obj	Veldbedekking onkruid ^(*) (%)			
	7/06/2018	29/06/2018	31/07/2018	23/08/2018
PL	0,0	0,0	1,0	8,0
NK	0,0	2,0	3,0	7,0

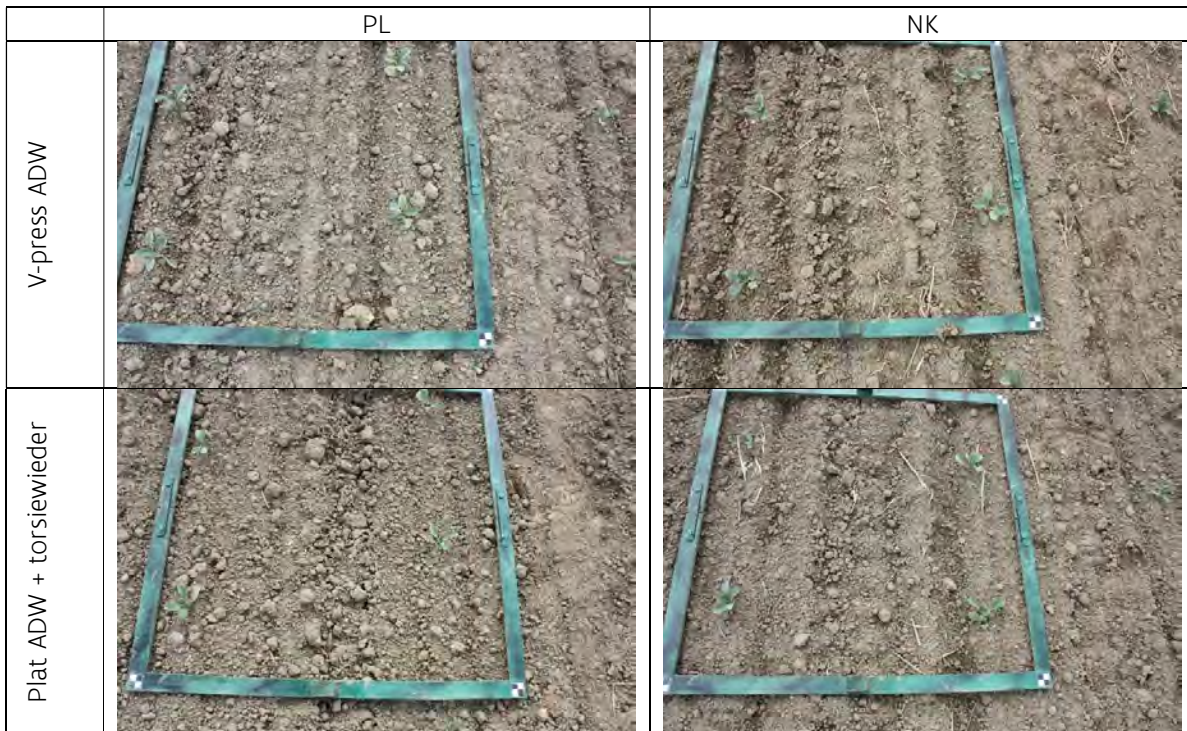
(*) Er werd geen statistiek op toegepast wegens geen herhalingen.

8.5 Bodemruwheid en erosie

8.5.1 Visuele beoordeling bodemruwheid

Aan het bodemoppervlak waren visueel meer kluiten aanwezig bij de behandelingen met hoofdbewerking ploegen dan bij niet-kerend (Figuur 8-11). Bij de behandelingen met hoofdbewerking niet-kerend worden de gewasresten van de groenbedekker in beperkte mate (<5%) aan het bodemoppervlak gehouden. Bij behandeling met een plat aandrukwiël zijn de aandruklijnen duidelijk zichtbaar. Dit in tegenstelling tot de behandelingen met plat aandrukwiël gecombineerd met torsiewieder en ook met V-press wiël (ondanks het gedeeltelijk volliep met aarde en/of gewasresten) waar visueel duidelijk een verruwing van de aandruklijnen is bewerkstelligd. De preferentiële lijnen voor afstroming van water en bodemdeeltjes kunnen op die manier teniet gedaan worden.





Figuur 8-11: Foto's bodemruwheid (met gelijke schaal) van behandelingen PL + plat ADW, PL + V-press wiel, PL + plat ADW + torsiewieder, NK + plat ADW, NK + V-press wiel en NK + plat ADW + torsiewieder op tijdstip 24 mei (1 week na plant).

8.5.2 Visuele beoordeling erosie

Per behandeling werden de zichtbare erosiekenmerken zoals geulvorming en verslumping beoordeeld met een score van 1=veel tot 9=geen (Tabel 8-10).

Op 24 mei, één week na het planten, werd visueel lichte verslumping van het bodemoppervlak vastgesteld. De niet-kerende behandelingen vertoonden meer verslumping dan de geploegde wat resulteerde in een lagere score. In de geploegde objecten waren duidelijk meer kluiten aanwezig wat het verschil in verslumping mogelijks kan verklaren. Op dit tijdstip werd echter geen geulvorming in de aandruklijnen vastgesteld voor alle behandelingen. Er was dus enkel tussen de hoofdbewerkingen een graad van verslumping.

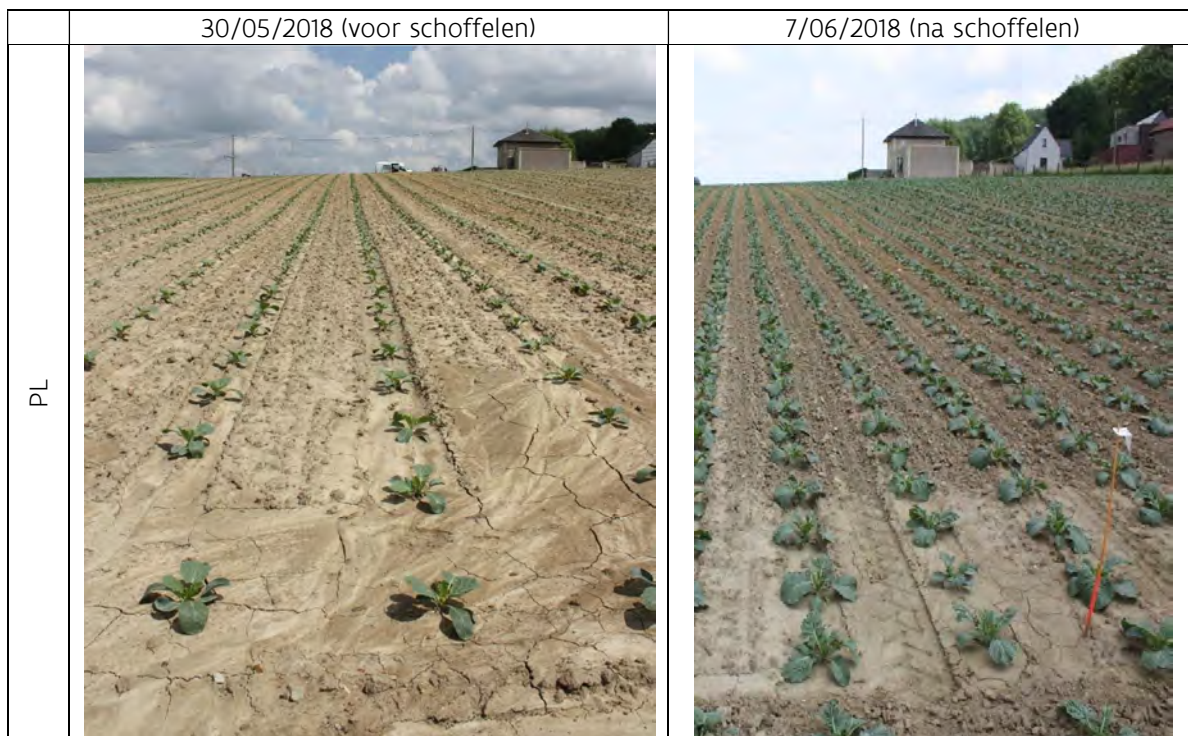
Op 30 mei werd een sterke verslumping van de bodem en afstroming van bodemdeeltjes vastgesteld voor alle behandelingen (Figuur 8-12). Dit is het gevolg van verschillende intense regenbuien die zich in de korte periode sinds de vorige waarneming hebben voorgedaan. Alle objecten scoorden bijgevolg zeer laag (Tabel 8-10). Op 7 juni werd visueel bijna geen erosie vastgesteld resulterend in een hoge score voor alle behandelingen. Door het schoffelen op 30 mei werd de verslumping namelijk weggewerkt. Het effect van schoffelen is duidelijk vast te stellen in Figuur 8-13. De bodem is nadien enkel nog verslempt in de planrij waar niet kon geschoffeld worden.

Tabel 8-10: Visuele erosie (n=1) voor de behandelingen PL+plat ADW, PL+V-press wiel, PL+plat ADW+torsiewieder, NK+plat ADW, NK+V-press wiel en NK+plat ADW+torsiewieder op 24 mei, 30 mei en 7 juni.

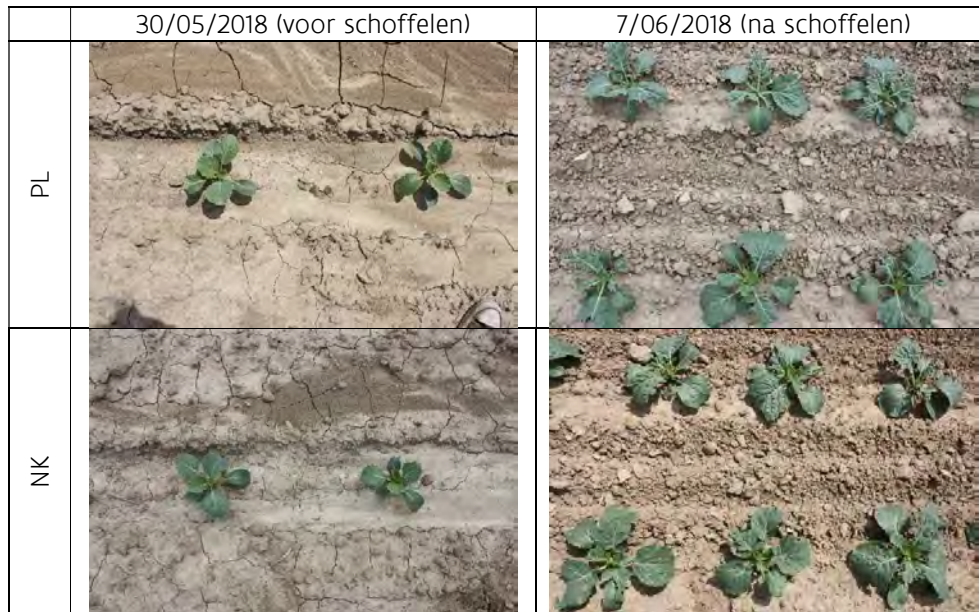
Obj	Erosie ^(*) (**) (1= veel, 9=geen)		
	24/05/2018	30/05/2018 (voor schoffelen)	7/06/2018 (na schoffelen)
PL + plat ADW	7,0	2,0	8,0
PL + V-press wiel	7,0	2,0	8,0
PL + plat ADW + torsiewieder	7,0	2,0	8,0
NK + plat ADW	6,0	2,0	8,0
NK + V-press wiel	6,0	2,0	8,0
NK + plat ADW + torsiewieder	6,0	2,0	8,0

(*) Er werd geen statistiek op toegepast gezien het een visuele beoordeling op basis van scores betreft.

(**) Hierbij worden geulvorming en verslemping in één score beoordeeld.



Figuur 8-12: Overzichtsfoto's visuele erosie (met gelijke schaal) voor behandelingen met hoofdbewerking ploegen (PL) op tijdstippen 30 mei (voor schoffelen) en 7 juni (na schoffelen).



Figuur 8-13: Detailfoto's visuele erosie (met gelijke schaal) voor behandelingen met hoofdbewerking ploegen (PL) en niet-kerend (NK) op tijdstippen 30 mei (voor schoffelen) en 7 juni (na schoffelen).

8.5.3 Regenvalsimulaties op 30 mei 2018

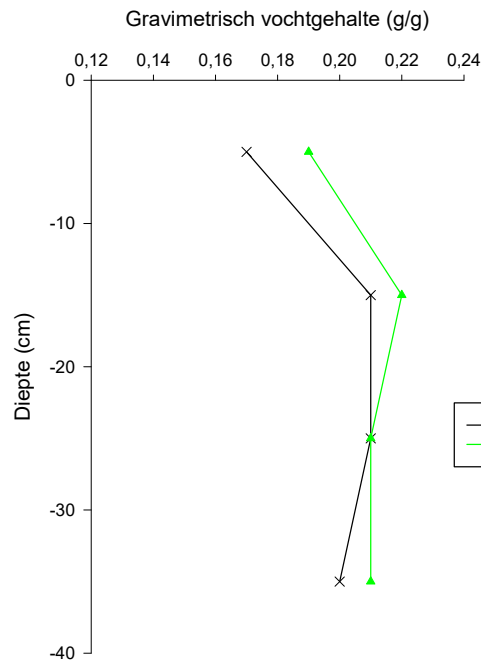
Om het effect van de behandelingen op run-off en erosie objectief te testen, werden op 30 mei 2018 regenvalsimulaties uitgevoerd met de regenvalsimulator van UGent (Vermang, 2012¹). Er werd in de behandelingen PL + plat ADW + torsiewieder (TW), PL + plat ADW, NK + plat ADW + TW, NK + plat ADW telkens één regenvalsimulatie uitgevoerd. Gezien door hevige regenval tussen de aanplant van de savooikool en de regenvalsimulaties, de bodem erg verslempd was en een dikke korst gevormd, was er visueel geen verschil zichtbaar tussen de behandelingen met een plat ADW en deze met een V-Press ADW. De laatste werden dan ook niet opgenomen in de regenvalsimulaties. Het perceel werd later die dag geschoffeld, waarbij de korst werd gebroken. Vlak na schoffelen werd in de behandeling PL + plat ADW nog een regenvalsimulatie uitgevoerd om het effect van schoffelen in te schatten. We dienen hier wel de opmerking te maken dat de meting vlak na schoffelen gebeurde en de bodem niet volledig opgedroogd was. Mogelijk had dit invloed op de meting. Bij elke regenvalsimulatie werd een erosieveldje afgebakend van 2 m breed op 5 m lang. De veldjes werden steeds zo gepositioneerd dat ze drie rijen plantrijen bevatten (Figuur 8-14). Onderaan de erosieveldjes werd het run-off water en sediment opgevangen in twee goten. Door de manier van aanplanten (zie eerder) waren geen bandensporen aanwezig in het plantbed. De positie van de veldjes werd toch zo gekozen dat er telkens één bereden tussenspoor en één niet-bereden tussenspoor in een erosieveldje zaten, om eventuele invloed van aandrukking door de tractor –die visueel afwezig was– toch gelijk mee te nemen in alle regenvalsimulaties.

¹ Vermang, J. (2012). Erosion processes and physical quality of loamy soils as affected by reduced tillage. Ghent University. Faculty of Bioscience Engineering, Ghent, Belgium.



Figuur 8-14: Zicht op de positionering van de erosieveldjes net voor aanvang van een regenvalsimulatie.

Alle regenvalsimulaties werden uitgevoerd op stukken met een homogene helling (4-6%). Tijdens de regenvalsimulaties werd gedurende 11 minuten beregend in de niet geschoffelde behandelingen en 20 minuten beregend in de behandeling na schoffelen, aan een gemiddelde intensiteit van $103 \text{ l/m}^2 \cdot \text{h}$. Deze beregening gebeurde met regenwater (leidingwater of putwater bevat dikwijls teveel kalk die het bodemoppervlak stabiliseert). Tijdens het beregenen werd de run-off per tijdseenheid opgetekend. Door telkens ook een staal te nemen voor sedimentconcentratie, kon ook de cumulatieve hoeveelheid erosie worden bepaald. Zowel run-off als cumulatieve erosie werden uitgezet tegen hoeveelheid neerslag (zie verder), omdat op deze wijze rekening wordt gehouden met de lichte schommelingen in neerslagintensiteit tussen de simulaties onderling. Voor aanvang van de simulaties werden ook bodemstalen genomen ter bepaling van het vochtgehalte in het profiel 0-40 cm (drie steken met een gutsboor rondom de erosieveldjes). Ter bepaling van het vochtgehalte, koolstofgehalte en bulkdensiteit van het bodemoppervlak (0-5 cm), werd een staalname uitgevoerd met Kopecky-ringen (in drievoud). De bodemstalen werden voor de behandelingen PL + plat ADW + TW en PL + plat ADW samen genomen en voor NK + plat ADW + TW en NK + plat ADW samen genomen omdat de bodembewerkingen in deze behandelingen identiek waren, zodat we een uitspraak doen over de geploegde (PL) en niet-kerend bewerkte (NK) behandelingen. In Figuur 8-15 en Tabel 8-11 worden de resultaten van de metingen weergegeven.



Figuur 8-15: Gravimetrisch vochtgehalte in het bodemprofiel 0-40 cm op 30 mei 2018 (n=1).

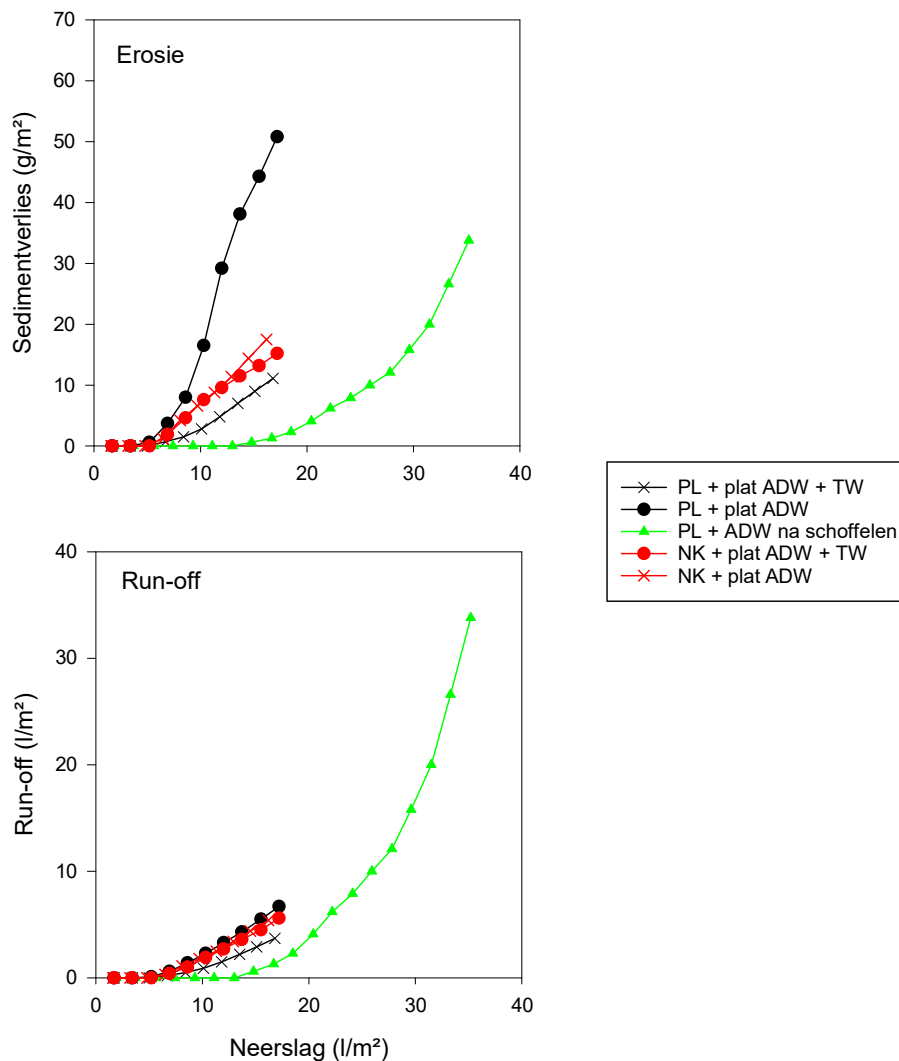
De metingen in Figuur 8-15 geven aan dat het vochtgehalte in het profiel hoger was voor de niet-kerende behandelingen dan voor de geploegde behandelingen. Het verschil was het grootste bovenaan in het profiel (0-10 cm). Er werden echter geen verschillen in gravimetrisch en volumetrisch vochtgehalte aan het bodemoppervlak vastgesteld. Het koolstofgehalte en de bulkdensiteit waren respectievelijk iets hoger en iets lager bij de niet-kerende behandelingen dan bij de geploegde behandelingen, maar dit effect was niet significant. Het effect van niet-kerend bodembewerking t.o.v. ploegen op de bodem was in dit perceel dus relatief beperkt

Tabel 8-11: Overzicht van het gemiddelde gravimetrisch en volumetrisch vochtgehalte, organisch koolstofgehalte en de bulkdensiteit (\pm standaardfout) van de toplaag (0-5 cm) van het bodemprofiel, vlak voor aanvang van de regenvalsimulaties (n=3). Er werden geen significante verschillen vastgesteld (Tukey HSD, $p < 0,05$).

	Gravimetrisch vochtgehalte (g/g)	Volumetrisch vochtgehalte (g/cm ³)	Koolstofgehalte (%)	Bulkdensiteit (kg/dm ³)
PL	0,14 \pm <0,01	0,16 \pm <0,01	1,25 \pm 0,05	1,20 \pm 0,04
NK	0,14 \pm <0,01	0,17 \pm <0,01	1,33 \pm <0,01	1,15 \pm 0,06

In Figuur 8-16 worden run-off en sedimentverlies van de regenvalsimulaties weergegeven. Door de sterke verslemping en de korstvorming, begon de run-off vrijwel onmiddellijk na de start van de regenvalsimulaties in alle niet geschoeffelde behandelingen. De eerste run-off verliezen werden opgetekend bij 5 l/m² op 2-3

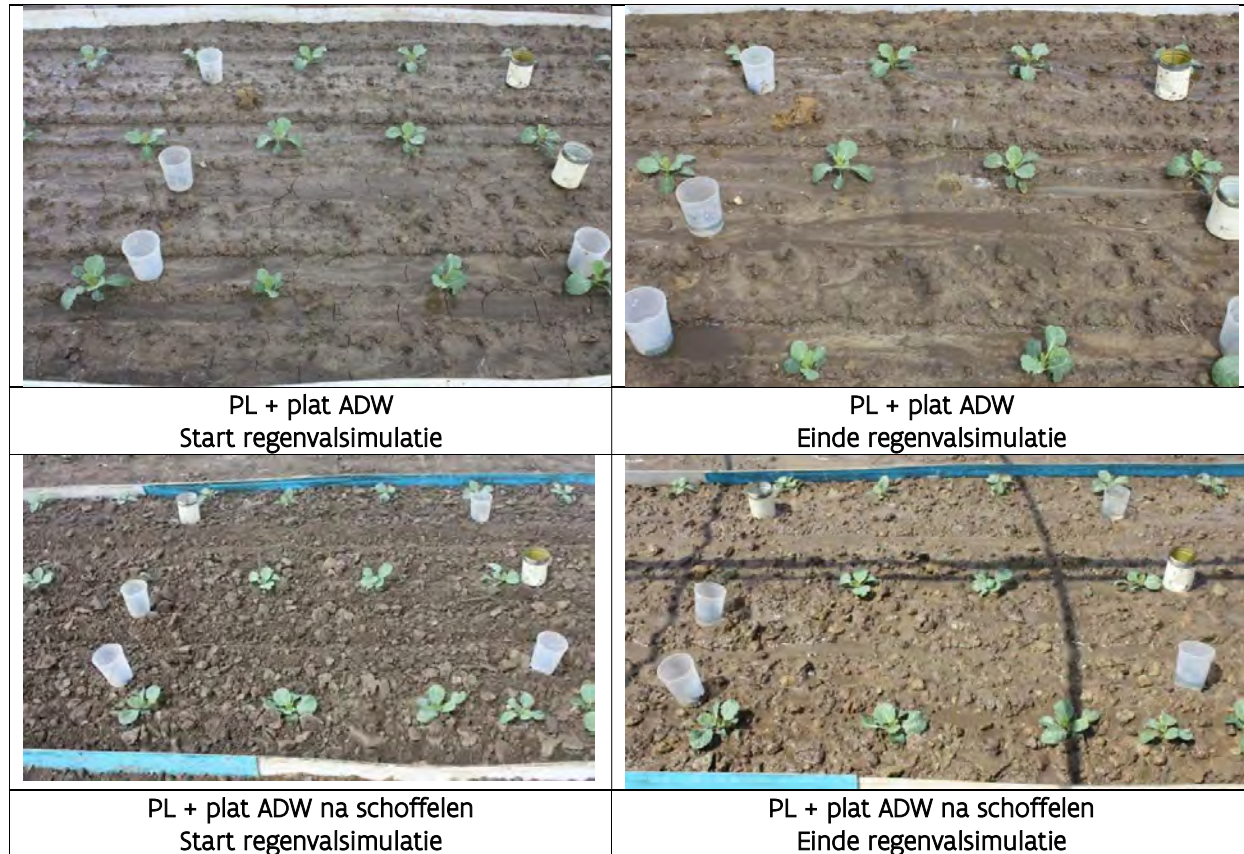
minuten. Er was ook geen verschil in run-off tussen deze behandelingen. In de sedimentverliezen waren wel verschillen op te merken tussen de niet geschoffelde behandelingen. De referentiebehandeling PL + plat ADW scoorde slechter dan de andere behandelingen. Het toepassen van niet-kerende bodembewerking of de torsiewieder gaf een reducerend effect op de sedimentverliezen. De combinatie torsiewieder en niet-kerende bodembewerking gaf geen cumulatief effect. Gezien nog steeds een positief effect waarneembaar is onder deze omstandigheden van sterke korstvorming, is er vermoedelijk ook een positief effect geweest van de behandelingen bij de intensieve buien die voorafgingen aan de regenvalsimulaties. Dit vermoeden kan echter niet verder onderbouwd worden.



Figuur 8-16: Verloop van de sedimentverliezen (boven) en run-off (onder) in functie van de neerslag gesimuleerd op 30 mei 2018.

Het schoffelen had een zeer duidelijk effect op zowel run-off als sedimentverliezen. Door het schoffelen werd de korst gebroken. Hierdoor werd het water niet alleen afgeremd door de kluiten, het kon nu wel infiltreren naar diepere lagen. Run-off en erosie starten nu pas bij een regenval van 15 l/m² op 8-9 minuten.

Op dit moment was het bodemoppervlak echter opnieuw sterk verslemt en namen run-off en sedimentverliezen exponentieel toe. Dit is goed te zien op de foto's van het bodemoppervlak in Figuur 8-17.



Figuur 8-17: Zicht op het bodemoppervlak bij de start en het einde van een regenvalsimulatie op de behandeling PL + plat ADW (boven) en PL + plat ADW na schoffelen (onder) op 30 mei 2018.

Het schoffelen helpt dus met het uitstellen van de run-off en erosie ten opzichte van een niet geschoffelde behandeling met zware korst, maar na een hevige bui is het effect verdwenen, is er een exponentiële toename in erosie en is het bodemoppervlak terug verslemt.

8.6 Opbrengstbepaling

Aanpassingen aan de planter hadden geen invloed op de opkomst en zorgen ook niet voor een verhoogde uitval. Bij de oogst werd bijgevolg geopteerd om enkel de factor hoofdbewerking in rekening te brengen.

Per hoofdbewerking werden voor de 4 parallellen in de twee middelste planrijen telkens 10 kolen geoogst en de veldopbrengst bepaald (Tabel 8-12).

Tabel 8-12: Overzicht van veldopbrengst \pm standaardfout ($n=4$) voor de behandelingen met hoofdbewerking ploegen (PL) en niet-kerend (NK). De behandelingen die significant verschillend zijn van elkaar (Tukey HSD, $p<0.05$) zijn aangeduid met een verschillende letter.

Behandeling	Veldopbrengst (ton/ha) \pm standaardfout 18/09/2018
PL	57,5 \pm 2,4
NK	55,5 \pm 1,5

De veldopbrengst voor de behandelingen met hoofdbewerking ploegen bedraagt 57,5 ton/ha. Dit is 2 ton/ha meer dan bij niet-kerend maar het verschil is niet significant. Er kan dus gesteld worden dat de hoofdbewerking geen invloed heeft op de veldopbrengst.

8.7 Conclusies

Bij aanvang van deze proef werden een aantal onderzoeksvragen naar voor geschoven. Op basis van de hierboven beschreven resultaten, wordt getracht een beknopt antwoord te formuleren op deze vragen.

1. In welke mate wordt bodemerosie beperkt door niet-kerende bodembewerking toe te passen? En welke rol spelen schoffelen en aanpassingen aan de planter hierin?

Op basis van de regenvalsimulaties, werden bij niet-kerende bodembewerking en de torsiewieder sedimentverliezen gereduceerd (ondanks de zware korstvorming bij de start van de simulaties). Wat run-off betreft was er geen verschil. Schoffelen zorgde voor het breken van de korst waardoor run-off werd uitgesteld. Eénmaal run-off optrad werd zeer veel sediment meegevoerd en nam het sedimentverlies exponentieel toe.

2. Zijn er verschillen in gewasopkomst, bodembedekkingsgraad en onkruiddruk tussen de teelttechnieken?

De gewasopkomst alsook de bodembedekkingsgraad vertoonden een gelijkaardig verloop bij ploegen en niet-kerende bodembewerking. Na ongeveer 1,5 maand na planten werd bij alle behandelingen de maximale bodembedekkingsgraad bereikt. De onkruiddruk was niet groter bij niet-kerende bodembewerking dan bij ploegen. Aanpassingen aan de planter hadden ook weinig tot geen effect op gewasopkomst, bodembedekkingsgraad en onkruiddruk.

3. Is er een opbrengstderving te verwachten bij niet-kerende bodembewerking? Wat is de rol van een aangepaste planter hierbij?

De veldopbrengst was nagenoeg gelijk bij de geploegde als bij de niet-kerende bodembewerking. Gezien de aanpassingen aan de planter geen invloed hadden op de opkomst en uitval was er bijgevolg geen opbrengstderving.

9 Ruggenteelt wortelen Zwalm: drempels en tandbewerkingen tussen de ruggen

Maarten De Boever (PCG), Thijs Vanden Nest (ILVO) en Greet Ruysschaert (ILVO)

9.1 Doelstelling van de veldproef

Bij de ruggenteelten kan een drempelmachine worden ingezet om erosiedrempeltjes te maken tussen de ruggen, die afstromend water bufferen en zo erosie voorkomen. In de teelt van wortelen, vormen deze drempeltjes een teelttechnisch probleem. Omdat ruggen trekken, zaaien en schoffelen op verschillende tijdstippen gebeuren, dienen drempeltjes na iedere bewerking opnieuw aangelegd te worden. Bovendien kunnen de drempeltjes ook problemen vormen bij iedere nieuwe bewerking (schokken van de tractor) en mogelijk ook bij oogst. Een alternatief voor drempeltjes kan een vaste tand bewerking zijn. Door een vaste tand bewerking kan de verdichte laag in de tussenrij worden gebroken, zodat water beter naar de diepte kan sijpelen. Bovendien zou een vaste tand minder storend reliëf veroorzaken.

Hieruit volgt volgende onderzoeksvraag:

1. In welke mate wordt bodemerosie beperkt door het uitvoeren van een diepe tandbewerking en het aanleggen van drempels tussen de ruggen?

9.2 Beschrijving perceel

9.2.1 Situering landbouwbedrijf

De hoofdzetel van het landbouwbedrijf, waar deze veldproef werd aangelegd, is gelegen te Zwalm (Vlaamse Ardennen). Het gros van de percelen zijn leempercelen in en rondom Zwalm. De veldproef zelf was gelegen op een perceel naast de hoofdzetel van het landbouwbedrijf.

Het landbouwbedrijf teelt in hoofdzaak vollegrondsgroenten gecombineerd met varkensteelt. Tot de groenteteelten behoren erwt, bonen, spinazie, kolen, zaaiui, wortelen en pastinaak. Daarnaast worden nog enkele akkerbouwgewassen geteeld als aardappelen, wintergerst, wintertarwe en maïs.

Het areaal bevat meerdere hoog (rood) en zeer hoog (paars) erosiegevoelige percelen. Zowel rode als paarse percelen worden gebruikt voor groenteteelt.

9.2.2 Beschrijving van het proefperceel

Regio: Vlaamse Ardennen

Bodemtextuur: Leem

Bodemkaart: onderaan perceel: Abp (droge leembodem zonder profiel); rest perceel: Aba1 (droge leembodem met textuur B horizont)

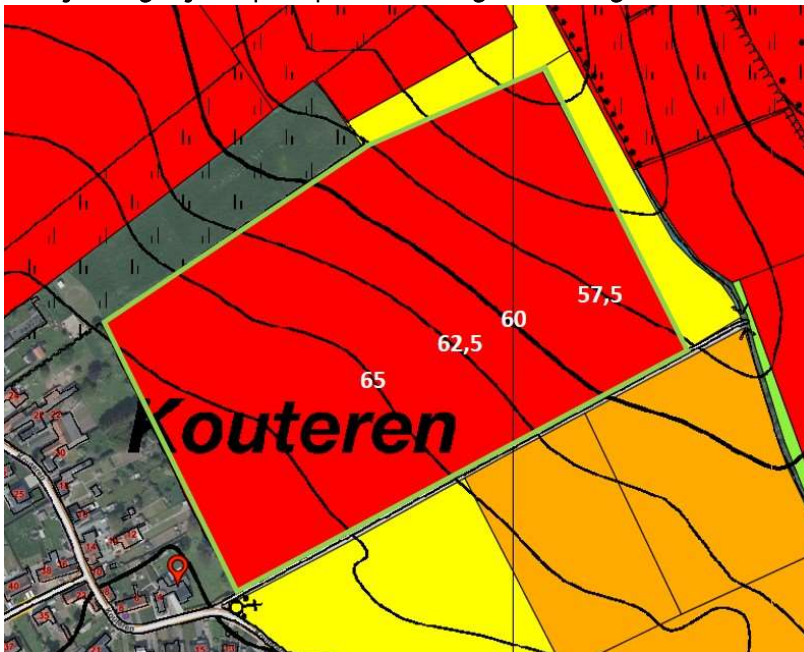
Erosieklasse: Rood

Voorvrucht: korrelmaïs

Groenbedekker/vanggewas:-

Helling proefvlak: 4,4%

Kaartje hoogtelijnen (proefperceel is aangeduid met groene rand):

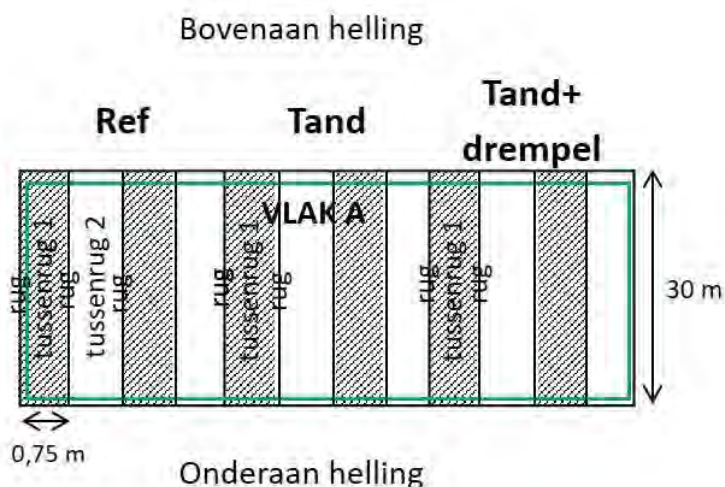


Het veldexperiment omvat enkel het aanleggen van verschillende types drempels en tandbewerkingen tussen de ruggen. Het teelttechnisch verloop van de wortelteelt werd nergens aangepast.

Korrelmaïs stond als voorvrucht op dit perceel. Na oogst werd er in het najaar van 2017 geen groenbedekker meer ingezaaid. Half mei 2018 werd een stoppelbewerking uitgevoerd met een gekartelde schijveneg gevolgd door het breken van de grond met een ganzevoetcultivator (15 cm diep). Nadien werd er geploegd en werden de ruggen getrokken.

De veldproef bestond uit 3 behandelingen aangelegd in de stroken tussen de ruggen (0,75m breed). Voor de aanvang van de veldproef werden bodemstalen genomen ter bepaling van de chemische bodemtoestand en werd de indringingsweerstand bepaald. Voor deze stalen en metingen werd het proefvlak niet onderverdeeld in vlakken gezien de geringe oppervlakte ervan, er werd 1 vlak bemonsterd nl. vlak A (Figuur 9-1).

In het vlak werden 10 steken in kruisverband genomen tot 30 cm diepte voor de chemische bodemtoestand, en 10 steken tot 60 cm voor minerale N-bepaling. De indringingsweerstand werd tot 80 cm diep op 10 posities in kruisverband opgemeten. Voor dit vlak werd ook het gravimetrisch vochtgehalte tot 60 cm diep bepaald.



Figuur 9-1: Proefplan van de veldproef wortelen te Zwalm, 2018. Voor de metingen met de penetrologger en bodemstaalname werd het proefveld niet onderverdeeld, er is sprake van 1 vlak nl. vlak A.

In Tabel 9-1 wordt een overzicht gegeven van de chemische bodemtoestand op 16 mei 2018. Het koolstofgehalte bevindt zich net onder de streefzone. De bodemzuurtegraad bevindt zich binnen de streefzone.

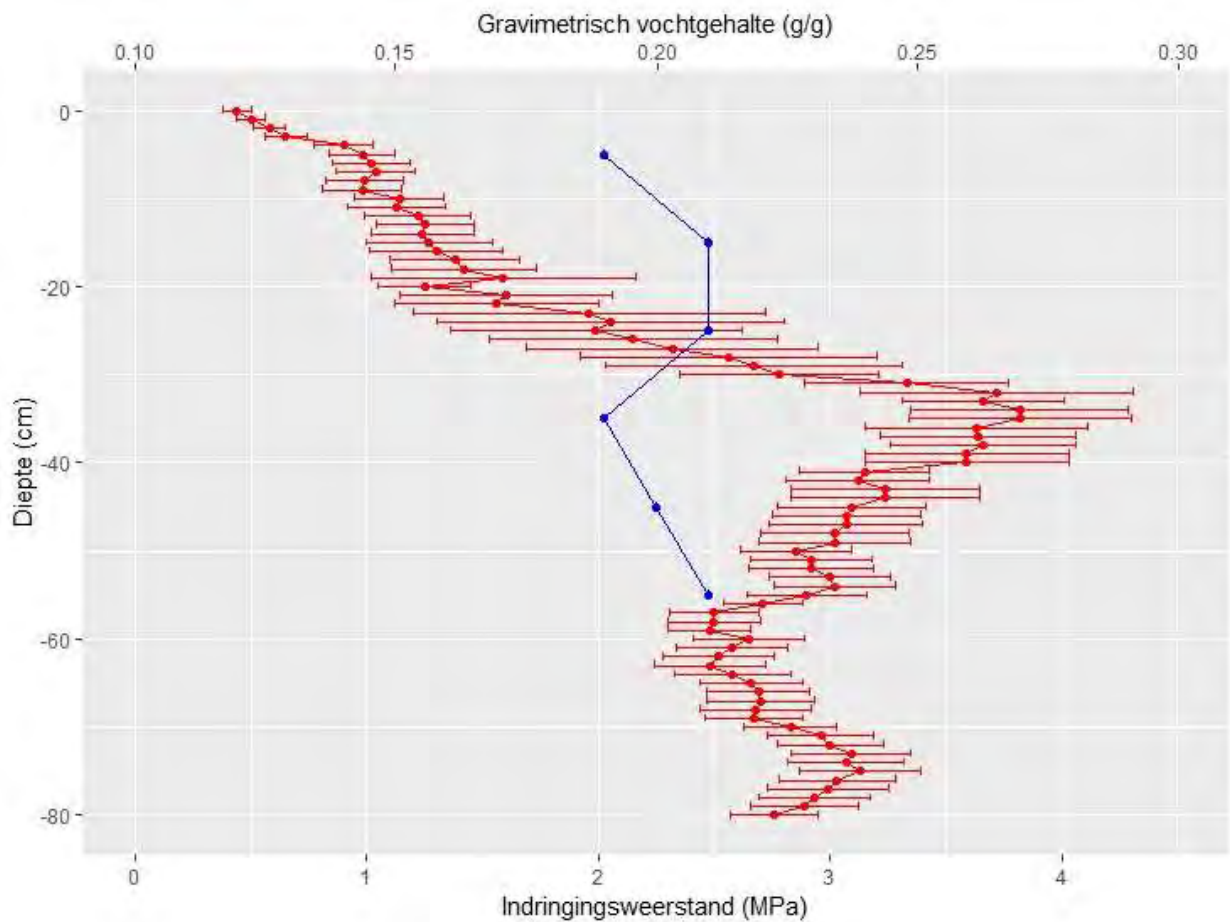
Tabel 9-1: Overzicht van de hoeveelheid minerale N (NO_3^- -N en NH_4^+ -N) in het bodemprofiel (0-60 cm) en de algemene chemische bodemtoestand voor de bouwvoor (0-30 cm) in vlak A. De streefwaarden voor leemgrond werden overgenomen van Maes et al. 2012¹.

Vlak	Diepte (cm)	N_{min} (kg/ha)	pH-KCl	OC ⁽¹⁾ (%)
A	30	59	7,1	1,1
	60	51		
Streefzone		-	6,7-7,3	1,2-1,6

(1)OC: organisch koolstofgehalte, bepaald volgens de dichromaatmethode (ISO 14235).

In Figuur 9-2 wordt de gemiddelde indringingsweerstand en het gemiddeld gravimetrisch vochtgehalte binnen vlak A weergegeven.

¹ Maes S., Elsen, A., Tits, M., Boon, W., Deckers, S., Bries, J., Vogels, N., Vandendriessche, H., 2012, Wegwijs in de bodemvruchtbaarheid van de Belgische akkerbouw- en weilandpercelen (2008-2011), Bodemkundige Dienst van België



Figuur 9-2: De gemiddelde indringingsweerstand (n=10) en gravimetrisch vochtgehalte (n=1). De indringingsweerstand werd gemeten met een penetrologger (10 steken in kruisverband) tot 80 cm diepte. Het gravimetrisch vochtgehalte werd per laag van 10 cm tot 60 cm diepte bepaald.

Uit het penetrogram blijkt dat de indringingsweerstand gestaag toeneemt tot 30 cm diepte. Vanaf dit punt blijft de gemiddelde indringingsweerstand vrij constant tot 40 cm diepte en schommelt deze tussen 3,5 en 4,0 MPa. Daarna neemt de gemiddelde indringingsweerstand af tot 2,5 MPa op 60 cm diepte om nadien opnieuw toe te nemen tot 3,0 MPa op 80 cm diepte. Het gravimetrisch vochtgehalte blijft vrij constant tot 60 cm diepte en schommelt rond 0,2 g/g.

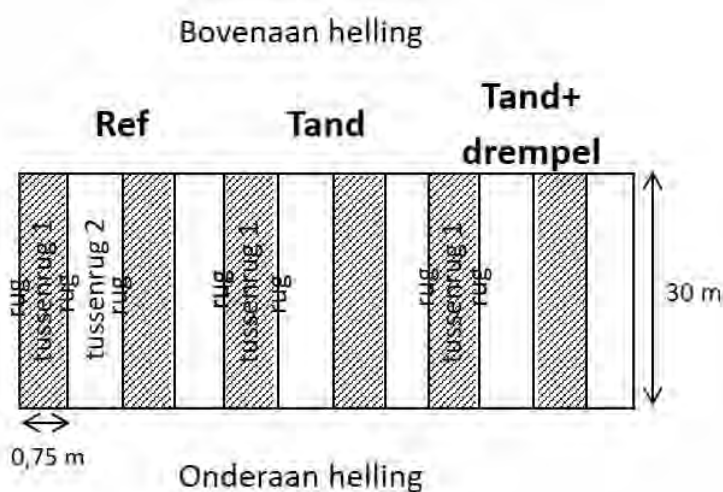
Er wordt aangenomen dat wortels moeilijk doorheen een laag kunnen breken als de indringingsweerstand meer dan 3 MPa bedraagt. In het bodemprofiel van het proefperceel wordt deze grens vanaf 30 cm diepte in verschillende zones overschreden. Gezien de wortels op ruggen geteeld worden zal de wortelgroei echter nergens gehinderd worden.

Op basis van deze metingen kan worden besloten dat de chemische bodemtoestand in bijna optimale conditie is. De bodemzuurtegraad bevindt zich binnen het optimale pH-gebied, zodoende dat de nutriënten optimaal ter beschikking komen van de plant. Het organisch koolstofgehalte bevindt zich net onder de streefzone. In het bodemprofiel wordt de grenswaarde van 3 MPa voor de indringingsweerstand overschreden beneden de bouwvoor maar de wortelgroei wordt niet gehinderd wegens het telen ervan op ruggen.

9.3 Beschrijving veldproef

9.3.1 Opbouw en logboek

De veldproef bestaat uit 3 behandelingen en deze werden aangelegd in de stroken tussen de ruggen (Figuur 9-3). Deze stroken worden verder tussenruggen genoemd en zijn elk 0,75m breed. De ruggen zelf zijn 30 cm breed en 25 cm hoog. Binnen elke behandeling werden 4 tussenruggen bewerkt. Tussenrug 1 (en 3) binnen elke behandeling werd bereiden tijdens het trekken van de ruggen en het zaaien. Tussenrug 2 (en 4) binnen elke behandeling werd niet bereiden.



Figuur 9-3: Proefplan van de veldproef wortelen te Zwalm, 2018. De proef bestaat uit 3 behandelingen aangelegd in de stroken tussen de ruggen.

In Tabel 9-2 wordt het logboek van de activiteiten in deze veldproef weergegeven. De behandelingen worden verder in de tekst toegelicht onder paragraaf 9.3.2.

Tabel 9-2: Overzicht van de activiteiten op de veldproef per datum.

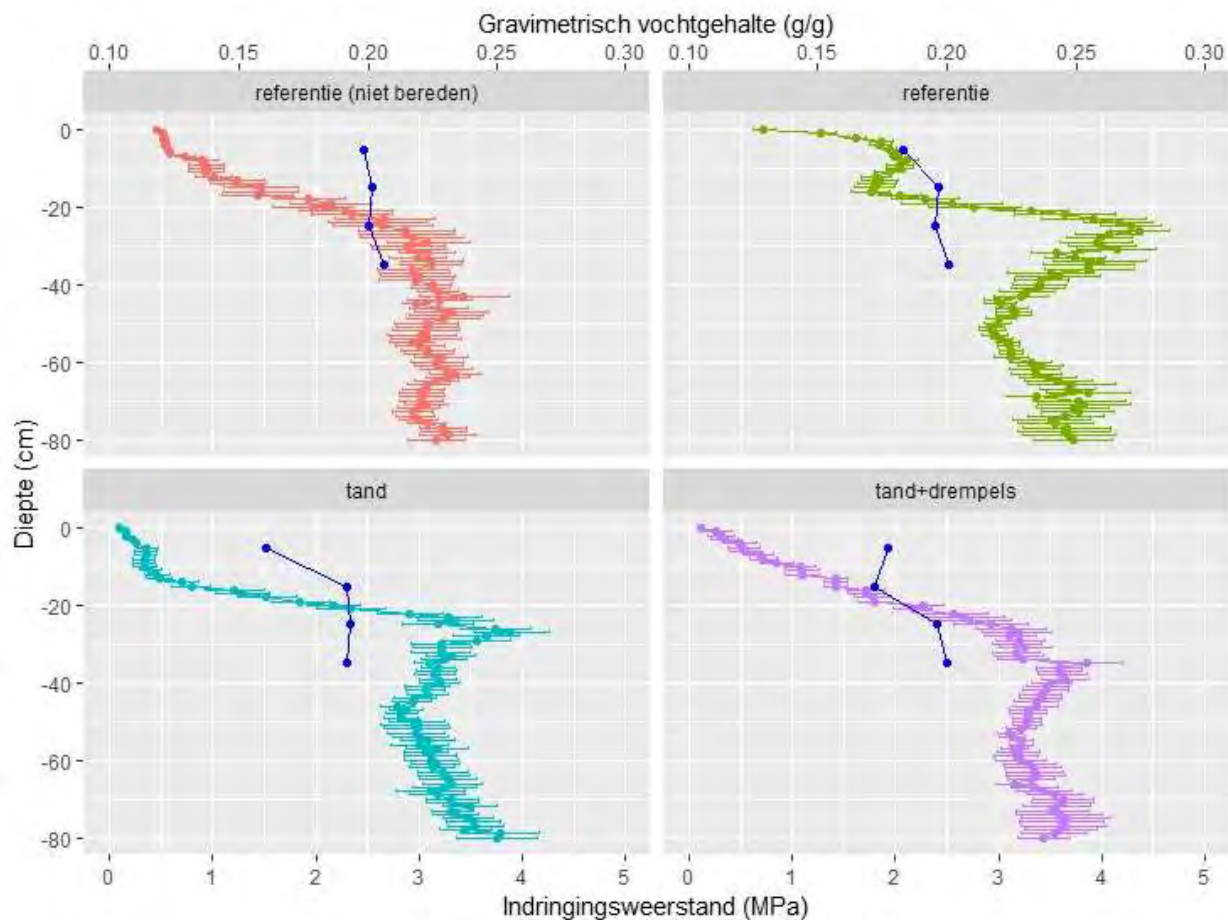
Datum uitvoering	Handeling	Opmerking
week van 30 april	Bemesting	Haspargit NPK 5-0-18 1500 kg/ha
16/05/2018	Bewerking	metingen met penetrologger en bepaling gravimetrisch vochtgehalte
16/05/2018	Staalname	Nmin, pH, %C (0-30) en Nmin (30-60)
16/05/2018	Uitzetten proef	volgens proefplan
18/05/2018	Bewerking	stoppelbewerking (Kuhn Optimer 503 schijveneg)/breken (Lemken Smaragd ganzevoet 15cm diep)
week van 14 mei	Bewerking	ploegen
21/05/2018	Zaai	combinatie van rotoleg, trekken ruggen en zaaien in één werkgang; ras Nerac (Bejo); 1,3 miljoen zaden per ha; ruggen op 75 cm; rug: 25 cm hoog en 30 cm breed; vaste tand 5 cm diep achter wielspoor zaaimachine als sporenwisser

Datum uitvoering	Handeling	Opmerking
25/05/2018	Bewerking	breken korst met rolletjes (na hevige regenval donderdagavond 21/05 van 32 liter op 30 min)
28/05/2018	Bewerking	uitvoeren tandbewerking + aanleg drempels (machine Inagro) in tussenruggen, volgens proefplan
28/05/2018	Bewerking	metingen met penetrologger en bepaling gravimetrisch vochtgehalte in tussenruggen
28/05/2018	Bewerking	plaatsen opvangbakken (3 in totaal, in rijsporen, volgens proefplan)
7/06/2018	Beoordeling	leggen opvangbakken (opmeten run-off volume + nemen geroerd staal voor bepaling sedimentconcentratie) + foto per plot/overzichtsfoto per behandeling
18/07/2018	Bewerking	schoffelen in de tussenruggen
21/07/2018	Bemesting	EPSO Microtop 7 kg/ha (veldspuit)
28/07/2018	Bemesting	NP 24-7 + 10 SO ₃ 150 kg/ha (volvelds strooien)
6/08/2018	Bewerking	herstellen sedimentvangen
14/08/2018	Beoordeling	leggen opvangbakken + foto per plot
24/08/2018	Bemesting	urean 30 N 25L/ha (veldspuit)
30/08/2018	Beoordeling	leggen opvangbakken + foto per plot
25/09/2018	Beoordeling	leggen opvangbakken + foto per plot
19/10/2018	Beoordeling	leggen opvangbakken
26/10/2018	Bewerking	verwijderen opvangbakken

Op het tijdstip dat tandbewerking en aanleg drempels werd uitgevoerd in de tussenruggen (28 mei 2018), werd de indringingsweerstand en het gravimetrisch vochtgehalte bepaald in tussenrug 1 (bereden) van elk van de 3 behandelingen "referentie", "tand" en "tand+drempels" alsook in tussenrug 2 van de referentiebehandeling "referentie (niet bereden)" (Figuur 9-4) om het effect van berijding na te gaan. De indringingsweerstand werd in elke tussenrug bepaald op 10 punten over een lengte van 75 m.

Het effect van het berijden van een tussenrug wordt duidelijk geïllustreerd in Figuur 9-5. In de 5-20 cm laag wordt een verhoogde indringingsweerstand opgetekend. Het feit dat er bij de onbereden referentie geen ploegzool werd opgemeten is wellicht toeval. Bij behandelingen tand en tand+drempels wordt de indringingsweerstand in de 5-20 cm laag sterk teruggedrongen (tandbewerking is 13 cm diep). Door een tandbewerking uit te voeren kan de compactie opgeheven worden.

Ten opzichte van 16 mei (Figuur 9-3) werd een zeer beperkte daling in het vochtgehalte in 0-30 cm laag vastgesteld in de referentie (zowel in de niet bereden als bereden tussenrug). Als gevolg van de tandbewerking werd een duidelijke afname in vochtgehalte in de 0-20 cm laag vastgesteld in de behandeling met tand.



Figuur 9-4: De gemiddelde indringingsweerstand ($n=10$) en gravimetrisch vochtgehalte ($n=1$) voor behandelingen referentie (niet bereiden), referentie, tand en tand+drempels. De indringingsweerstand werd gemeten met een penetrolgger (10 steken in kruisverband) tot 80 cm diepte. Het gravimetrisch vochtgehalte werd per laag van 10 cm tot 40 cm diepte bepaald.

In Tabel 9-3 wordt een overzicht gegeven van de gemiddelde maandelijkse temperatuur en totale maandelijkse neerslag in 2018 (gedurende periode van aanleg tot oogst veldproef) in Kruishoutem (ca. 20 km van het proefveld) en de afwijking van de normale gemiddelde temperatuur (periode 1981-2010) en de normale totale neerslag (1981-2010). Deze cijfers werden gebaseerd op de maandelijkse verslaggeving van het KMI. Op het proefveld zelf werd geen weerstation geplaatst.

Het teelseizoen van 2018 werd gekenmerkt door een nat voorjaar gevolg door een uitzonderlijk droge zomer. De gemiddelde maandelijkse temperatuur in de periode april tot oktober was tot 4,4 °C hoger en de maandelijkse totale neerslag tot 70,1 mm lager in vergelijking met de normalen.

Tabel 9-3: Overzicht van de gemiddelde maandelijkse temperatuur en maandelijkse totale neerslag in 2018 in Kruishoutem in de maanden van aanleg tot oogst van de veldproef en de afwijking van de maandelijkse normalen (periode 1981-2010) voor temperatuur en neerslag (bron: KMI).

Maand	Gemiddelde temperatuur		Totale neerslag	
	Jaar 2018 (°C)	Afwijking van normalen (°C)	Jaar 2018 (mm)	Afwijking van normalen (mm)
Mei	17,1	3,8	50,2	-11,1
Juni	18,7	2,7	2,0	-70,1
Juli	22,6	4,4	9,6	-65,9
Augustus	19,8	1,8	64,0	-9,7
September	16,0	1,0	40,4	-29,8
Oktober	13,2	2,0	58,2	-19,4

9.4 Beschrijving van de behandelingen

Bij de ruggenteelt van (bewaar)wortelen wordt in één werkgang rotoeg, trekken van de ruggen en zaaien van de wortelen gecombineerd. Gewoonlijk wordt dit uitgevoerd in de periode half mei-half juni. Schoffelen wordt normaal gezien niet uitgevoerd maar in deze proef werd dit uitzonderlijk wel gedaan omdat de chemische onkruidbestrijding niet was geslaagd. De teler gaf aan dat schoffelen in de toekomst meer en meer zijn ingang zal vinden binnen de teelt van wortelen wegens de evolutie naar zero-ftyto.

Na het ploegen werden op 21 mei de ruggen getrokken in combinatie met het inzaaien van de wortelen. Hierbij werd gebruik gemaakt van een sporenwisser (vaste tand, 5 cm diep) achter beide wielen van de trekker. Nadien werd de proef aangelegd in de tussenruggen. Als behandeling werd in de tussenrug een tandbewerking uitgevoerd al dan niet gecombineerd met de aanleg van drempels. Er werd beslist om het schoffelen ook te laten doorgaan in het proefvlak. Voor de teler vormen de drempels namelijk geen probleem bij het schoffelen of tijdens het rooien. Na het schoffelen werden de behandelingen niet opnieuw aangelegd en dit heeft zijn weerslag op de run-off en sedimentverliezen (zie verder). Hieronder volgt de bespreking van de verschillende behandelingen. De referentiebehandeling (Ref) omvat tussenruggen waar geen drempels en/of tandbewerking werden uitgevoerd.

9.4.1 tand+drempels: vaste tand met gekromde langwerpige beitel en Barbutte drempelmachine

Bij deze behandeling werd gebruikt gemaakt van een Barbutte drempelmachine die ook gebruikt wordt in de aardappelteelt. Een klep trekt aarde mee in de rijrichting over de breedte van de tussenrug en wordt op regelmatige tijdstippen opgeheven doormiddel van een wiel. Hier blijft een hoopje aarde als drempel achter. Om de werking te verbeteren en om meer losse aarde te hebben voor de opbouw van de drempel, werd gebruik gemaakt van een vaste tand met een gekromde langwerpige beitel met breedte 50 mm (zie verder voor detailfoto) . De vaste tand werd zo ingesteld dat hij 13 cm diep werkte (Figuur 9-5). Dit was de werkdiepte waarbij het beste resultaat werd bereikt wat bleek uit de veldproef witloof 2017¹. De vaste tand

¹ Vanden Nest, T., Van De Sande, T., De Boever, M., Dekeyser, D., Ruysschaert, G. 2018. Brongerichte erosiebestrijdingstechnieken bij groenten en maïs. Proefveldresultaten van het GOMEROS-project in 2017. ILVO-mededeling 241, maart 2018, 252p.

kon de harde laag in alle tussenruggen goed breken. De drempelmachine bouwde met de losse aarde drempeltjes op van ongeveer 21-22 cm hoogte. De afstand tussen de drempels bedroeg 1,5 m.

Op deze wijze werd de harde laag gebroken, zodat regenwater makkelijk kan infiltreren en werd een hoge drempel opgebouwd. De drempel en tussenruimte tussen de drempeltjes zijn vrij kluitigerig (Figuur 9-5).



Figuur 9-5: Zicht op de opbouw van de machine gebruikt in behandeling tand+drempels (links) en het resultaat in de tussenrug (rechts) en een totaalbeeld (onder).

9.4.2 tand: vaste tand met gekromde langwerpige beitel

Bij deze behandeling werd enkel gebruik gemaakt van de vaste tand zonder drempelmachine. De tand breekt de harde laag in de tussenrug en legt het bodemoppervlak kluitierig (Figuur 9-6). Op deze wijze kan regenwater makkelijk infiltreren en wordt run-off afgeremd door het ruwe oppervlak. De dimensies van de tand en beitel zorgen voor een echte breking van de bodem. De rij snelheid dient wel voldoende laag gehouden te worden. Bij hoge snelheid worden immers kluiten en aarde van de tussenrug op de rug geworpen en worden kiemplantjes van wortel bedekt. De ideale snelheid is vermoedelijk afhankelijk van het bodemvochtgehalte en de bodemtextuur.





Figuur 9-6: Zicht op de werking van de vaste tand (links) en het resultaat in een tussenrug (rechts) en een totaalbeeld (onder).

9.5 Erosie

Om run-off en sedimentverlies op te volgen in deze proef, werden bakken ingegraven in de bereiden tussenruggen van de verschillende behandelingen zoals aangegeven in Figuur 9-7. Iedere bak ving het water en sediment op van 1 tussenrug, 30 m helling opwaarts. Dit komt overeen met een opvang van 15 m. Na regenbuien werden de bakken gecontroleerd en de hoeveelheid water in de bakken bepaald. Het sedimentverlies werd berekend op basis van het uitdampen van een mengstaal ($\pm 0,2$ L) van het sediment en water in de bakken na sterk oproeren. Elk mengstaal werd in duplo genomen.



Figuur 9-7: Ingegraven bakken in tussenruggen van behandelingen referentie (links), tand (midden) en tand+drempels (rechts) om run-off end sediment op de vangen 30 m helling opwaarts in de teelt van wortelen.

In Figuur 9-8 en Figuur 9-9 worden respectievelijk de geobserveerde run-off en sedimentverliezen per behandeling weergegeven. In de behandeling met tand werd op geen enkel moment run-off of sedimentverlies vastgesteld ook niet na schoffelen half juli. Voor tand+drempels was dit echter wel het geval. Hiervoor is geen duidelijke verklaring te vinden. Mogelijks zorgt de aanleg van drempels voor minder losse kluiten tussen de drempels (ook al wordt dezelfde tandbewerking als bij de behandeling tand uitgevoerd). Als dan door het schoffelen de drempels worden verbroken verhoogd het risico op run-off en sedimentverliezen (wegens minder ruwe en losgemaakte tussenruggen dan bij de behandeling met tand).

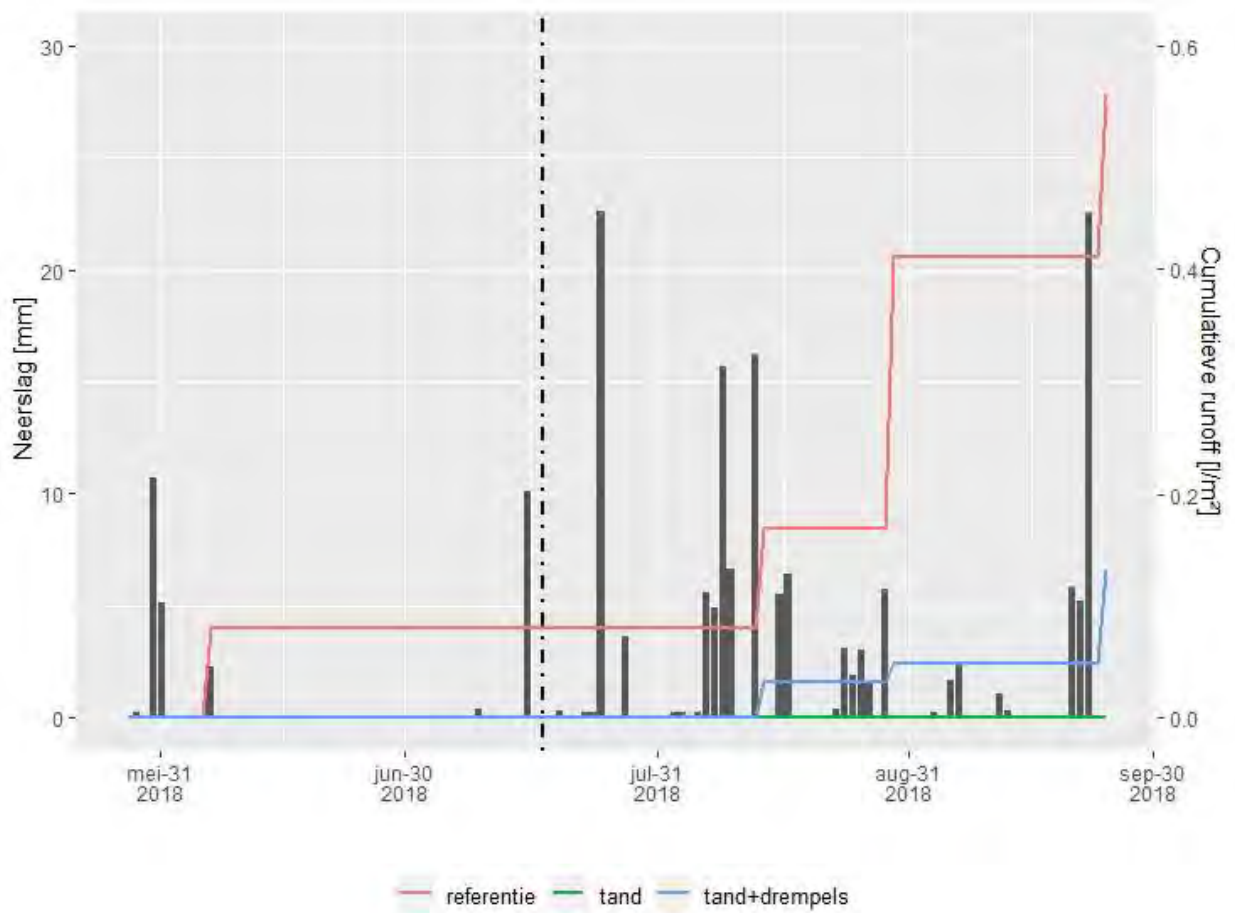
Het gebruik van de vaste tand al dan niet in combinatie met de drempelmachine kan als geslaagd beschouwd worden om de verdichte bodemlaag te breken. Na een regenbui kan het water beter infiltreren wat leidde tot minder run-off (Tabel 9-4) en sedimentverliezen (Tabel 9-5). Door een diepe tandbewerking al dan niet gecombineerd met drempels konden sedimentverliezen met 60% of meer gereduceerd worden in vergelijking met de referentie.

Tabel 9-4: Run-off (L/m²) bij behandelingen referentie, tand en tand+drempels op 7 juni, 14 augustus, 30 augustus en 25 september en run-off totaal.

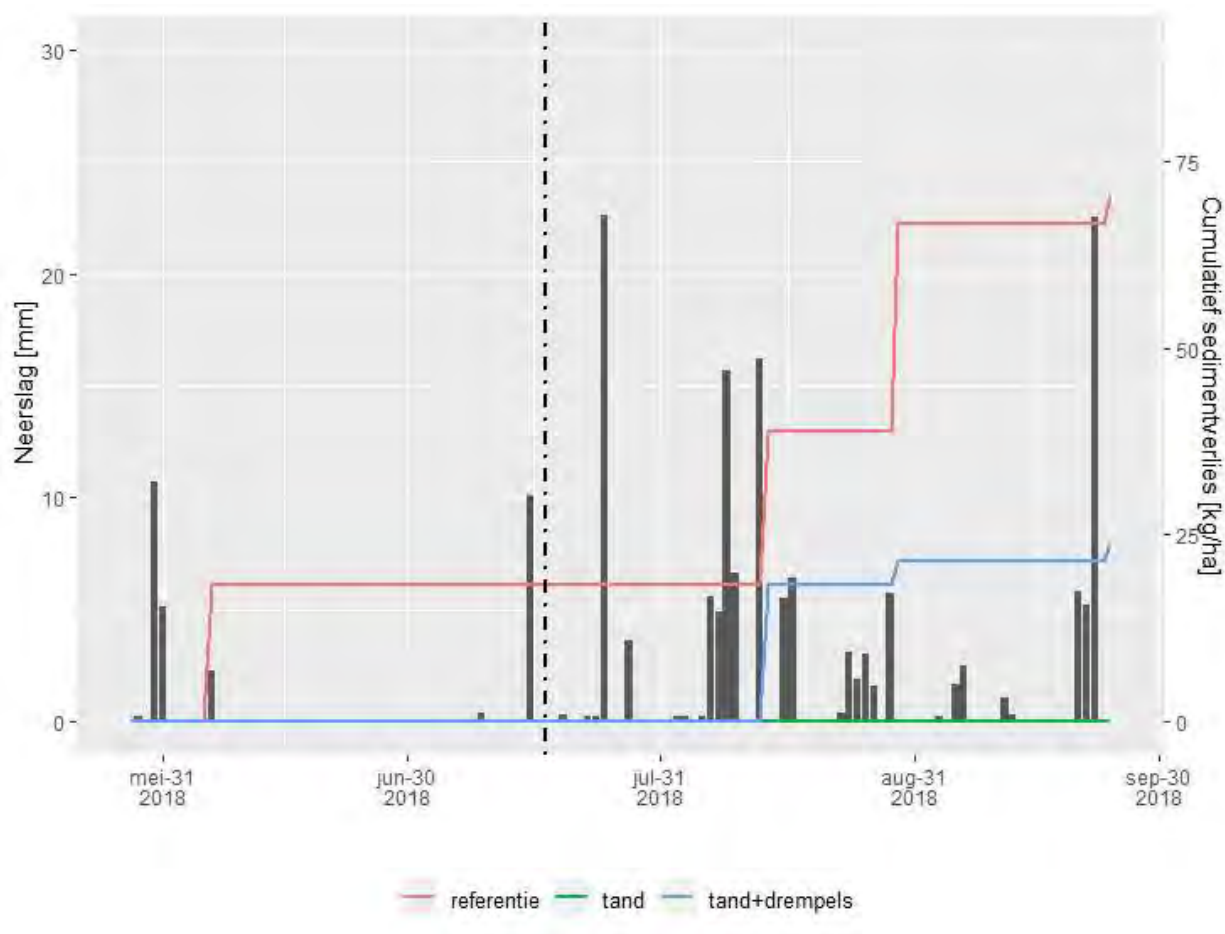
Obj	Run-off (L/m ²)				Run-off totaal (L/m ²)
	7/06/2018	14/08/2018	30/08/2018	25/09/2018	
referentie	0,08	0,09	0,24	0,15	0,56
tand	0	0	0	0	0
tand+drempels	0	0,03	0,02	0,08	0,13

Tabel 9-5: Sedimentverliezen (kg/ha) bij behandelingen referentie, tand en tand+drempels op 7 juni, 14 augustus, 30 augustus en 25 september en sedimentverliezen totaal.

Obj	Sedimentverliezen (kg/ha)				Sedimentverliezen totaal (kg/ha)
	7/06/2018	14/08/2018	30/08/2018	25/09/2018	
referentie	18,3	20,6	27,6	4,1	70,6
tand	0	0	0	0	0
tand+drempels	0	18,4	3,1	2,3	23,8



Figuur 9-8: Verloop van de neerslag en run-off in de behandelingen referentie, tand en tand+drempels. Tijdstip schoffelen (18 juli) is weergegeven met verticale zwarte streep-punt-lijn.



Figuur 9-9: Verloop van de neerslag en sedimentverlies in de behandelingen referentie, tand en tand+drempels. Tijdstip schoffelen (18 juli) is weergegeven met verticale zwarte streep-punt-lijn.

9.6 Conclusies

Bij aanvang van de proef werd volgende onderzoeksvraag vooropgesteld:

1. In welke mate wordt bodemerosie beperkt door het uitvoeren van een diepe tandbewerking en het aanleggen van drempels tussen de ruggen?
 - Met een diepe tandbewerking (13 cm diep) met langwerpige beitel kunnen de harde lagen worden gebroken en opgewerkt, en kan het water makkelijk infiltreren. Dit kan zonder de ruggen te beschadigen, maar de werksnelheid moet voldoende laag gehouden worden om het opwerpen van aarde naar de bovenkant van de rug te beperken. Er zijn geen hinderende obstakels (drempels) bij schoffelen en rooien. Run-off en erosie werden bijna tot nul herleid.
 - Door gebruik van een vaste tand bij een grotere diepte in combinatie met een Barbutte drempelmachine, worden de harde lagen gebroken en kan met de losse aarde gemakkelijk drempels opgebouwd worden. Afstromend water werd gebufferd en infiltreerde beter wat leidde tot een reductie in sedimentverliezen tot 60%. De drempels belemmerden de teler niet bij het schoffelen en

rooien. Na het schoffelen was er echter meer run-off en erosie in de behandeling met drempels dan in de behandeling met de tandbewerking alleen. Mogelijks zorgt de aanleg van drempels voor minder losse kluiten tussen de drempels (ook al wordt dezelfde tandbewerking als bij de behandeling tand uitgevoerd). Als dan door het schoffelen de drempels worden verbroken verhoogd het risico op run-off en sedimentverliezen (wegens minder ruwe en losgemaakte tussenruggen dan bij de behandeling met tand).

10 Dankwoord

De onderzoekers van het GOMEROS-project wensen een woord van dank te richten tot de organisaties en de leden van de gebruikersgroep die dit project ondersteunen. Het project wordt financieel gesteund door VLAIO, Boerenbond, ABS, Vegebe, INGRO, B.N.D., VEGRAS, PACKO en STEENO. Andere deelnemende organisaties zijn: Departement Landbouw&Visserij, Departement Omgeving, Provincie Vlaams-Brabant, Provincie Oost-Vlaanderen – steunpunt erosie, LCV en BDB. De gebruikersgroep verzorgt de aansturing van het project en voorziet in waardevolle adviezen en kritieken.

Eveneens wensen de onderzoekers en de leden van de gebruikersgroep hun oprechte dank te richten tot de proefveldhouders. De proefveldhouders gaven de mogelijkheid om veldproeven aan te leggen op de meest geschikte locaties, gespreid over de heuvelachtige streken in Vlaanderen. De meningen, ervaringen en inzichten van de proefveldhouders waren een meerwaarde. Bovendien was er ook veel praktische en technische ondersteuning.

Prof. Gerard Govers (KU Leuven), Katleen Gillijns (Provincie Vlaams-Brabant), Annemie Leys (Departement Landbouw & Visserij), Jan Vermang (Departement Omgeving), Christophe Langhans (KU Leuven) en prof. Ann Verdoodt (UGent) willen we bedanken voor het gebruik van de regenvalsimulatoren en/of het delen van expertise met betrekking tot erosiemetingen.

Tot slot gaat onze dankbaarheid uit naar de vele veld- en labomedewerkers van ILVO, PCG en Inagro, die door hun expertise, flexibiliteit en bereidheid tot lange dagen, de aanleg van de proeven en de vele metingen mogelijk hebben gemaakt.

The logo for ILVO, consisting of the letters 'ILVO' in a bold, green, sans-serif font. A vertical green bar is located on the right side of the page.

ILVO

Instituut voor Landbouw-, Visserij- en Voedingsonderzoek
Burg. Van Gansberghelaan 92
9820 Merelbeke - België

T +32 9 272 25 00
ilvo@ilvo.vlaanderen.be
www.ilvo.vlaanderen.be