



Vlaanderen
is landbouw & visserij

ILVO Mededeling 256

december 2019

BRONGERICHTE EROSIEBESTRIJDINGSTECHNIEKEN BIJ GROENTEN EN MAÏS

**PROEFVELDRESULTATEN VAN
HET GOMEROS-PROJECT 2019**

ILVO

Instituut voor Landbouw-,
Visserij- en Voedingsonderzoek

www.ilvo.vlaanderen.be

Brongerichte erosiebestrijdingstechnieken bij groenten en maïs

Proefveldresultaten van
het GOMEROS-project 2019

ILVO MEDEDELING 256

december 2019

ISSN 1784-3197

Wettelijk Depot: D/2019/10.970/256

Auteurs

Thijs Vanden Nest ¹

Tomas Van De Sande ³

Maarten De Boever ²

Greet Ruyschaert ¹

¹ ILVO - ² PCG - ³ Inagro

Partners



Met steun van



Vlaanderen
is ondernemen



BOERENBOND
trouw aan land- en tuinbouw



Samenvatting.....	5
Inleiding.....	9
1 Kuilmais Kluisbergen: strip-till, niet-kerende bodembewerking en vollevelszaai.....	11
1.1 Doelstelling van de veldproef.....	11
1.2 Beschrijving perceel.....	11
1.2.1 Situering landbouwbedrijf.....	11
1.2.2 Bodemkenmerken en bodemverdichting op 19 maart 2019.....	11
1.3 Beschrijving veldproef.....	14
1.3.1 Opbouw en logboek.....	14
1.3.2 Beschrijving van de behandelingen.....	21
1.4 Erosie: Opmeting geulerosie op 18 juni 2019.....	27
1.5 Erosie: regenvalsimulaties 17-18 juni 2019.....	31
1.6 Gewasontwikkeling en erosie: observaties 29 juli 2019.....	40
1.7 Opbrengstbepaling.....	43
1.8 Conclusies.....	44
2 Zaaiui Mater: niet-kerende bodembewerking en bedekking bodem door groencompost.....	46
2.1 Doelstelling van de veldproef.....	46
2.2 Beschrijving perceel.....	46
2.2.1 Situering landbouwbedrijf.....	46
2.2.2 Bodemkenmerken en bodemverdichting op 8 april 2019.....	46
2.3 Beschrijving veldproef.....	50
2.3.1 Opbouw en logboek.....	50
2.3.2 Beschrijving van de behandelingen.....	53
2.3.3 Bemesting en zaai.....	55
2.4 Bodembedekking en bodemruwheid.....	57
2.4.1 Bodembedekking.....	57
2.4.2 Bodemruwheid.....	58
2.5 Gewasopkomst en onkruidtellingen.....	60
2.5.1 Gewasopkomst en -hoogte.....	60
2.5.2 Bodembedekkingsgraad.....	62
2.5.3 Onkruidtellingen.....	64
2.6 Erosie.....	65
2.6.1 Beschrijving van de toestand doorheen het groeiseizoen.....	65
2.6.2 Regenvalsimulaties op 7 mei 2019.....	66
2.7 Opbrengstbepaling.....	70
2.8 Conclusies.....	72

3	Zaaiui PCG: zaaiui in combinatie met zomergerst	74
3.1	Doelstelling van de veldproef	74
3.2	Beschrijving perceel	74
3.2.1	Bodemkenmerken op 8 april 2019	74
3.3	Beschrijving veldproef	75
3.3.1	Opbouw en logboek	75
3.3.2	Beschrijving van de behandelingen	77
3.3.3	Bemesting en zaai	77
3.4	Bodembedekking en bodemruwheid	78
3.4.1	Bodembedekkingsgraad zomergerst	78
3.5	Gewasopkomst en onkruidtellingen	80
3.5.1	Gewasopkomst en -hoogte	80
3.5.2	Bodembedekkingsgraad zaaiui	82
3.6	Opbrengstbepaling	83
3.7	Conclusies	85
4	Erwt Poperinge: Niet-kerende bodembewerking en een ruwer zaaibed	87
4.1	Situering en doelstelling	87
4.2	Proefomstandigheden	87
4.2.1	Proefterrein	87
4.2.2	Bodemkarakteristieken	89
4.2.3	Weersomstandigheden	90
4.2.4	Overzicht van teelt - en proefverloop	90
4.3	Overzicht van de aangelegde objecten	91
4.3.1	Beschrijving van de behandelingen	91
4.3.2	Bodembewerkingen	91
4.4	Waarnemingen en resultaten	94
4.4.1	Opkomststelling	94
4.4.2	Regenvals simulaties op 15 mei 2019	94
4.4.3	Opbrengstbepaling	98
4.5	Besluit	99
5	Erwt Zwalm: niet-kerende bodembewerking	100
5.1	Doelstelling van de veldproef	100
5.2	Beschrijving perceel	100
5.2.1	Situering landbouwbedrijf	100
5.2.2	Bodemkenmerken en bodemverdichting op 3 april 2019	100
5.3	Beschrijving veldproef	103

5.3.1	Opbouw en logboek.....	103
5.3.2	Beschrijving van de behandelingen.....	107
5.3.3	Bemesting en zaai.....	107
5.4	Gewasopkomst, bodembedekkingsgraad en onkruidtellingen.....	109
5.4.1	Gewasopkomst en -hoogte.....	109
5.4.2	Bodembedekkingsgraad, volume en uniformiteit.....	109
5.4.3	Onkruidtellingen.....	111
5.5	Bodemruwheid en erosie.....	112
5.5.1	Visuele beoordeling bodemruwheid.....	112
5.5.2	Visuele beoordeling erosie.....	113
5.5.3	Regenvalsimulaties op 22 mei 2019.....	114
5.6	Opbrengstbepaling.....	117
5.7	Conclusies.....	119
6	Bloemkool Heuvelland: niet-kerende bodembewerking en verruwing van de aandruklijn.....	120
6.1	Situering en doelstelling.....	120
6.2	Proefomstandigheden.....	121
6.2.1	Proefterrein.....	121
6.2.2	Bodemkarakteristieken.....	123
6.2.3	Weersomstandigheden.....	123
6.2.4	Overzicht van teelt - en proefverloop.....	124
6.3	Overzicht van de aangelegde objecten.....	125
6.3.1	Aanpassingen aan de plantmachine.....	125
6.3.2	Aangelegde objecten.....	126
6.3.3	Bewerkingen voor proefaanleg.....	126
6.4	Waarnemingen en resultaten.....	128
6.4.1	Waarnemingen bij de proefaanleg.....	128
6.4.2	Waarnemingen tijdens de teelt.....	131
6.5	Besluit.....	135
7	Bloemkool Zwalm: niet-kerende bodembewerking en verruwing van de aandruklijn.....	136
7.1	Doelstelling van de veldproef.....	136
7.2	Beschrijving perceel.....	136
7.2.1	Situering landbouwbedrijf.....	136
7.2.2	Bodemkenmerken en bodemverdichting op 2 juli 2019.....	136
7.3	Beschrijving veldproef.....	140
7.3.1	Opbouw en logboek.....	140
7.3.2	Beschrijving van de behandelingen.....	143

7.3.3	Bemesting en planten	145
7.4	Gewasopkomst, bodembedekkingsgraad en onkruidtellingen	148
7.4.1	Gewasopkomst en -hoogte.....	148
7.4.2	Bodembedekkingsgraad, volume en uniformiteit.....	149
7.4.3	Onkruidtellingen.....	151
7.5	Bodemruwheid en erosie.....	152
7.5.1	Visuele beoordeling bodemruwheid	152
7.5.2	Visuele beoordeling erosie	154
7.5.3	Regenvalsimulaties op 16 juli 2019	156
7.6	Opbrengstbepaling.....	160
7.7	Conclusies.....	162
8	Prei Kimmel: tandbewerkingen en drempels tussen de ruggen	164
8.1	Situering en doelstelling.....	164
8.2	Proefomstandigheden.....	164
8.2.1	Proefterrein	164
8.2.2	Bodemkarakteristieken	165
8.2.3	Weersomstandigheden	167
8.2.4	Overzicht van teelt - en proefverloop.....	167
8.3	Overzicht van de aangelegde objecten	167
8.4	Waarnemingen tijdens proefaanleg.....	168
8.4.1	Bespreking van de gebruikte machines en tanden :	168
8.4.2	Ervaringen/rijsnelheid :	170
8.5	Waarnemingen tijdens de teelt	171
8.5.1	Regenvalsimulaties.....	171
8.6	Besluit	176
9	Dankwoord.....	177

Samenvatting

Het GOMEROS-project (VLAIO-LA traject 140978) zoekt naar teelttechnieken die brongericht erosie kunnen bestrijden in groenten en maïs met behoud van gewasrendement. In 2019; het vierde en laatste jaar van de proefveldwerking van het GOMEROS-project werd aandacht besteed aan niet-kerende bodembewerking in maïs, zaaiui, erwt en bloemkool, strip-till en vollevelszaai in maïs, aangepaste plantmachines in bloemkool, diepe tandbewerking en drempeltjes in de ruggenteelt van prei en (levende) mulch in zaaiui. In totaal werden 8 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. Er kan ook een fijne mulchlaag van compost worden aangebracht op het zaai- of plantbed. 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) zaai- of plantlijn- kan voorkomen worden door zaai- of plantpatronen te doorbreken en bandensporen of aandruklijnen weg te werken. Met vollevelszaai in maïs kan het rijenpatroon doorbroken worden. Sporenwissers kunnen de verdichting in het bandenspoor wegwerken en aangepaste plantmachines voor kolen kunnen de aandruklijnen van de aandrukwielen wegwerken. 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, vollevelszaai en sporenwissers in maïs

In de Vlaamse Ardennen (**Hoofdstuk 1**) werd een veldproef aangelegd op een leemperceel met ploegen, niet-kerende bodembewerking, strip-till en vollevelszaai (zowel na ploegen als na niet-kerende bodembewerking). In zowel de geploegde als niet-kerend bewerkte stroken die gezaaid werden met een klassieke maïszaamachine, werden behandelingen aangelegd met en zonder sporenwisser. Op het perceel was Italiaans raaigras aanwezig dat vroeg op het voorjaar werd doodgespoten. De bemesting bestond uit 45 m³ runderdrijfmest/ha, aangevuld met rijbemesting kunstmest voor strip-till en dezelfde dosis kunstmest breedwerpig toegediend in de andere behandelingen. De bodem droogde maar zeer langzaam op. Bovendien bleek de bodem erg

¹ De resultaten van 2016, 2017 en 2018 zijn respectievelijk terug te vinden in ILVO-mededeling 226, 241 en 251.

moeilijk te bewerken. Daarom moest de aanleg van de proef op 2 mei gestaakt worden en kon pas op 16 mei verder aangelegd worden. De bodem bleek ook een pH en organisch koolstofgehalte ver beneden de streefzone te hebben. De zware bodem en raaigras als voorafgaande groenbedekker gaf geen grote problemen in de geploegde en niet-kerend bewerkte behandelingen, maar wel bij strip-till. De strip-tillmachine kon amper de bodem bewerken en het zaaibed in de bewerkte stroken was dan ook van zeer slechte kwaliteit. In strip-till en niet-kerende bodembewerking was er veel hergroei van het Italiaans raaigras. Deze hergroei kon met de standaard herbicidenbespuiting van de maïs worden aangepakt, maar lang wachten met de bespuiting zou waarschijnlijk tot sterke concurrentie van het raaigras met de maïs geleid hebben. In de referentiebehandeling (ploegen + klassieke maïszaamachine zonder sporenwissers) ontstonden in de maand na zaaien brede en diepe erosiegeulen, ondanks dat de regenval niet extreem was. Er werd in deze referentie 107 ton sedimentverlies/ha opgemeten. Dit kon verlaagd worden tot 40 ton/ha door gebruik van sporenwissers en tot 57 ton/ha door niet-kerend te werken (zonder sporenwissers). Er was ook een cumulatief effect van niet-kerende bodembewerking en sporenwissers (27 ton sedimentverlies/ha). In strip-till waren slechts zeer beperkte en kleine geulen aanwezig die niet konden opgemeten worden. Op 17 en 18 juni werden ook regenvalsimulaties uitgevoerd op dit perceel. De resultaten werden zeker beïnvloed door de sterke verslemping en geulerosie, maar niet-kerende bodembewerking en strip-till scoorden erg goed (>85%) als erosiereducerende maatregelen. Volleveldszaai had slechts een licht erosiereducerend effect (30-40%). Het effect van de sporenwissers was grotendeels verdwenen en bijna niet meer meetbaar bij de regenvalsimulaties. Er zijn geen indicaties dat strip-till –ondanks het slechte zaaibed- of niet-kerende bodembewerking hebben geleid tot een opbrengstdaling ten opzichte van ploegen.

CASE 2: Niet-kerende bodembewerking (NKB) en (levende) mulch in zaaiui

In 2019 werden twee veldproeven met zaaiui aangelegd. Een hellend perceel te Mater waar niet-kerende bodembewerking en het gebruik van compost als mulchlaag op het zaaibed werden vergeleken met ploegen (**hoofdstuk 2**) en een vlak perceel in Kruisem waar een test met een dekvrucht van zomergerst als levende mulch werd uitgevoerd (**hoofdstuk 3**).

Niet-kerende bodembewerking leidde in het proefveld te Mater tot een erosiereductie van >70%, wat niet in lijn is met de resultaten uit de vorige jaren waar geen of zelfs een negatieve erosiereductie werd vastgesteld door niet-kerende bodembewerking. De regenvalsimulaties wezen uit dat het aanbrengen van compost als een fijn laagje bovenop de gezaaide ui (ca. 25-30 m³/ha), leidde tot een erosiereductie van 100% bij een regenbui van 35l/m² op 18 minuten. Er kon geen bruto opbrengstbepaling gebeuren in de behandelingen met niet-kerende bodembewerking. In de behandelingen met compost zijn er geen indicaties van een lagere opbrengst, maar het was wel duidelijk dat een te dikke laag compost moet vermeden worden, omdat dit kieming en gewasontwikkeling benadeelt. Compost spreiden komt als positief naar voor in deze veldproef omdat sterke erosiereductie kan gecombineerd worden dezelfde gewasopbrengsten. Maar technisch zijn er nog knelpunten. De afstand tussen de sproeisproen (24m, 30m of >30m) is te ver uit elkaar om te gebruiken als sporen voor de breedstrooier waarmee de compost kan gespreid worden. Hierdoor zouden extra sporen nodig zijn die op zich weer tot opbrengstderving en meer erosie leiden.

Uit de literatuur weten we dat een dekvrucht bij ui zaaien, leidt tot meer en een snellere bodembedekking zodat de bodem meer beschermd wordt tegen erosie. De dekvrucht zal eerst dienst doen als levende mulch en na doodspuiten als dode mulch. Zomergerst is hiervoor geschikt. Om de geschikte zaaidosis en tijdstip van afdoden te bepalen werd de proef op proefveldschaal

in Kruisem aangelegd. Er werd gelijktijdig met de zaaiui 15 of 30 kg/ha zomergerst gezaaid. De zomergerst zorgde zoals verwacht voor een betere en snellere bodembedekking. De zomergerst kon ook goed worden doodgespoten in de zaaiui. Hoewel de opkomst en gewasontwikkeling van de zaaiui niet werden benadeeld door de zomergerst, was er wel een ernstige opbrengstderving die gelijk was voor beide zaaidichtheden van zomergerst. Deze manier van werken is waarschijnlijk te risicovol voor de praktijklandbouw.

CASE 3: Niet-kerende bodembewerking (NKB) in erwten

In 2019 werden in Poperinge (**hoofdstuk 4**) en Zwalm (**hoofdstuk 5**) twee veldproeven aangelegd waarbij niet-kerende bodembewerking werd vergeleken met ploegen in de teelt van erwten. In Poperinge werd ook een behandeling aangelegd met een minder intensieve zaaibedbereiding door gebruik te maken van een triltandcombinatie in plaats van een rotoreg voor de zaaibedbereiding. Door de minder intensieve zaaibedbereiding, was het zaaibed na één passage nog te kluitig en was een tweede passage noodzakelijk. De regenvalsimulaties die uitgevoerd werden op dit proefperceel gaven aan dat er geen verschil was in erosie tussen ploegen en niet-kerende bodembewerking, maar wel een beperkte erosiereductie door het zaaibed minder intensief te bewerken. In dit proefveld bleven de sedimentverliezen heel beperkt tot 1,0-1,4 g/m² na 35 l/m² neerslag. Tijdens de regenvalsimulaties in Zwalm startten run-off en erosie ongeveer gelijktijdig voor de niet-kerende en geploegde behandeling (bij een regenval van iets minder dan 20 l/m²). De sedimentverliezen bleven tussen niet-kerende bodembewerking en ploegen gelijk tot een regenval van 30 l/m², daarna was er een lichte erosiereductie van niet-kerende bodembewerking ten opzichte van ploegen. In dit proefveld waren de sedimentverliezen duidelijk hoger. In de behandeling niet-kerende bodembewerking en ploegen waren de sedimentverliezen respectievelijk 10-15 g/m² en 30 g/m² na 40 l/m² neerslag.

In beide proefvelden waren er geen indicaties van verschillen in ziektedruk en enkel in Zwalm was bij start van de teelt de onkruiddruk iets hoger bij niet-kerende bodembewerking dan bij ploegen, maar dit verschil verdween doorheen het seizoen. Er kon in beide proeven geen significant verschil in de opbrengst van de erwten worden vastgesteld.

CASE 4: Niet-kerende bodembewerking en aangepaste plantmachines bij bloemkool

Er werden veldproeven met bloemkool aangelegd in Heuvelland (**hoofdstuk 6**) en Zwalm (**hoofdstuk 7**). In beide veldproeven werd niet-kerende bodembewerking vergeleken met ploegen. Daarnaast werden net als in 2018 behandelingen aangelegd met aangepaste kolenplanters. De aanpassingen waren aangepaste V-presswielen en torsiewieders. Op een klassieke kolenplanter zijn aandrukwielen met een vlak loopvlak gemonteerd die de plantjes aanduwen, maar daardoor ook geultjes trekken langsheen de plantlijn, waarlangs heel gemakkelijk run-off en erosie ontstaat, zo bleek uit de veldproeven 2017 en 2018. Door V-presswielen te gebruiken, kunnen deze geultjes verruwd worden. De wielen die in 2018 werden gebruikt liepen echter snel vol met aarde. In 2019 gebruikten we 2 aangepaste types: een type waarbij afwisselend 1 beentje van het V-vormig element werd verwijderd en een type waarbij de afstand tussen de V-vormige elementen werd verdubbeld ten opzichte van het prototype van 2018. Deze liepen niet meer vol met aarde. De torsiewieders werden net als in 2018 gemonteerd achter de klassieke aandrukwielen met vlak loopvlak. Ze trekken

de bodem weer vlak. Zo wordt de preferentiële pathway voor run-off en erosie weggewerkt. Uit de regenvalsimulaties bleek dat de erosie in de twee proefvelden niet werd gereduceerd door de aanpassingen aan de planters. In het proefveld te Zwalm werd ook bij niet-kerende bodembewerking geen reductie in erosie vastgesteld ten zicht van ploegen. Bij het proefveld te Heuvelland werd wel het punt waarop de run-off start uitgesteld en was er tevens erosiereductie. Maar we dienen er wel op te wijzen dat dit laatste perceel reeds 3 jaar niet-kerend werd bewerkt. Dit is dus mogelijk een cumulatief effect en niet het effect van éénmalig niet-kerend te werken.

In het proefveld te Heuvelland werd geen uitval vastgesteld en werden ook geen verschillen in gewasgroei opgemerkt. Er werden evenwel geen opbrengstbepalingen uitgevoerd. Ook in het proefveld te Zwalm werden geen verschillen tussen de behandelingen vastgesteld op vlak van uitval of gewasontwikkeling. De aanpassingen aan de planters en de niet-kerende bodembewerking leiden dus zeker niet tot een slechte aanduwing of beschadiging van de plantjes zoals eerst werd gevreesd. De proefoogst te Zwalm gaf aan dat de totale verkoopbare opbrengst hoger was bij niet-kerende bodembewerking dan bij ploegen. Bij bloemkool is echter niet alleen de opbrengst van groot belang, het aandeel van de hoogste kwaliteit is mede belangrijk voor het bepalen van het financieel rendement. De prijszetting is immers afhankelijk van de kwaliteit. Het aandeel hoogste kwaliteit bloemkool (AA) was significant hoger bij ploegen dan bij niet-kerende bodembewerking.

CASE 5: Tandbewerking en drempeltjes in de ruggenteelt van prei

In Heuvelland werd een veldproef aangelegd met de ruggenteelt van prei (**hoofdstuk 8**). Er werden behandelingen aangelegd met triltand en vaste tandbewerking tussen de ruggen om oppervlakkige verdichting tussen de ruggen op te breken en behandelingen met drempeltjes waarbij triltand of vaste tand de aarde eerst los maken. Er werd ook een behandeling vergeleken met kleinere drempeltjes, maar waarbij het aantal drempeltjes is verdubbeld. De opbouw van de proef liet ook toe om de verschillende behandelingen te vergelijken in tussenruggen waar geen tractorband reed en een tussenrug die wel werd bereden. De proef werd enkel opgevolgd naar erosie toe via regenvalsimulaties.

Run-off en erosie zijn steevast hoger in de tussenruggen die werden bereden door de tractorbanden. Drempeltjes die in de bereden tussenruggen liggen zijn ook steeds iets kleiner dan de drempeltjes in de niet bereden ruggen. Er is meer erosiereductie door grote drempels dan door dubbel zoveel drempeltjes van halve hoogte. Het opwerken van de bodem met een triltand of een vaste tand bleek net zoals in de voorgaande proeven een goede maatregel om de erosie te beperken. Hoewel de vaste tand de verdichting beter en dieper kan opwerken dan de triltanden, is de vaste tand minder praktisch. Met de vaste tand kan minder snel gereden worden, en het risico bestaat dat er kluiten en aarde bovenop de ruggen geworpen worden. De kwaliteit van de prei kan daardoor afnemen. Grote drempels (zelfs tot 20cm) bleken geen probleem te vormen bij oogst omdat de klembandrooier de bodem eerst loswoelt vooraleer de wielen van de trekker bij de volgende passage over de losgemaakte bodem passeren.

Inleiding

Dit rapport geeft een overzicht van de proefvelden die in het kader van het GOMEROS-project in 2019 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, 2017 en 2018 werden enkele belangrijke lessen getrokken. In 2019 werden veldproeven aangelegd met de meest beloftevolle technieken, ter bevestiging van de resultaten van de voorgaande proefjaren. Aandacht ging zoals in de voorgaande proefjaren 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.

Het voorjaar 2019 was relatief koud, waardoor de jeugdgroei van een aantal gewassen wat trager liep dan gewoonlijk. Opnieuw werd het een droge zomer die zeker zijn weerslag heeft gehad op de gewasgroei van een aantal teelten, maar de droogte was minder extreem dan in 2018. Er waren vrij grote verschillen merkbaar tussen verschillende percelen voor eenzelfde gewas. De proefvelden konden in goede omstandigheden tijdig gezaaid worden op het proefveld met maïs na, waar door regenval tijdens de proefaanleg, uitstel van 2 weken nodig was.

Op alle proefveldlocaties werden regenvalsimulaties uitgevoerd om het effect van de behandeling op run-off en sedimentverliezen te meten. Hiervoor werd de regenvalsimulator van de Universiteit Gent gebruikt. Met deze regenvalsimulator werden regenbuien op het veld nagebootst en afstromend water en sediment werden opgevangen. Op het proefveldperceel met maïs konden er in maand juni diepe geulen worden vastgesteld door de regenval tussen zaai en half juni. Hier werd dan ook de geulerosie opgemeten.

ILVO legde een veldproef aan met kuilmaïs in Kluisbergen (Vlaamse Ardennen) waarbij strip-till als mogelijke erosiereducerende teelttechniek werd vergeleken met niet-kerende bodembewerking en conventioneel ploegen (hoofdstuk 1). Er werden eveneens behandelingen aangelegd met volleldszaai. Ook het gebruik van sporenwissers werd onderzocht.

PCG zocht verder naar erosiereducerende maatregelen voor de teelt van zaaiui (hoofdstuk 2) in de Vlaamse Ardennen. Opnieuw werden proeven aangelegd ter vergelijking van niet-kerende bodembewerking met ploegen. Er werd ook uitgetest in welke mate het strooien van compost bovenop de pas gezaaide ui kan helpen als middel ter preventie van erosie. PCG legde ook een proefveld aan in de proeftuin om de combinatie dekvrucht zomergerst en zaaiui met afsputten van de zomergerst beter te onderzoeken (hoofdstuk 3).

INAGRO en PCG legden proefvelden aan met erwt, respectievelijk in Poperinge (hoofdstuk 4) en de Vlaamse Ardennen (hoofdstuk 5), en vergeleken ploegen met niet-kerende bodembewerking. Dit werd voornamelijk gedaan om de databank aan gegevens behaald in 2016, 2017 en 2018 uit te breiden, aangezien voor de teelt van erwt weinig of geen gegevens in de literatuur terug te vinden zijn. In Poperinge werd ook nog een bijkomende behandeling aangelegd met een minder intensieve zaaibedbereiding.

Er werden door INAGRO en PCG opnieuw veldproeven aangelegd in Heuveland (hoofdstuk 6) en de Vlaamse Ardennen (hoofdstuk 7) met aangepaste kolenplanters, ditmaal in het gewas bloemkool. Er werd opnieuw bekeken in welke mate aangepaste aandrukwielen (V-Press wielen) en torsiewieders kunnen helpen om de aandruklijnen van de plantmachine weg te werken. De V-presswielen die in 2018 werden gebruikt, werden aangepast zodat ze niet meer vol zouden lopen

met aarde tijdens het planten. Alle planttechnieken werden uitgetest zowel na ploegen als na niet-kerende bodembewerking.

In Heuvelland werd door INAGRO een proef aangelegd met prei op ruggen (hoofdstuk 8) om meer gegevens te verzamelen over de erosiereductie door het aanleggen van drempeltjes en over een tandbewerking tussen de ruggen te verzamelen. De opzet van de proef liet toe om opnieuw de invloed van het verdichten van de bodem door berijden van de tussenruggen in kaart te brengen zoals in een aantal van de voorgaande proeven met ruggenteelten.

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 Kluisbergen: strip-till, niet-kerende bodembewerking en vollevelszaai

Thijs Vanden Nest en Greet Ruysschaert (ILVO)

1.1 Doelstelling van de veldproef

De veldproef met kuilmaïs in Kluisbergen werd aangelegd om de resultaten die behaald werden in de proefveldjaren 2016, 2017 en 2018 te bevestigen. Opnieuw werden de bodembewerkingstechnieken 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, 2017 en 2018 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 de bandensporen van de zaaimachine?

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

1.2 Beschrijving perceel

1.2.1 Situering landbouwbedrijf

De hoofdzetel van het landbouwbedrijf, waar deze veldproef werd aangelegd, is gelegen te Kluisbergen. Het landbouwbedrijf heeft een akkerbouw en melkveetak, maar voert ook loonwerk uit. Tot de teelten behoren o.a. kuilmaïs, gras, wintertarwe en aardappelen. Het areaal bevat zwaardere leem- en zandleemgronden, waaronder meerdere hoog (rood) en zeer hoog (paars) erosiegevoelige percelen.

1.2.2 Bodemkenmerken en bodemverdichting op 19 maart 2019

Regio: Vlaamse Ardennen

Voorvrucht: aardappelen + Italiaans raaigras als groenbedekker

Bodemtextuur: Zandleem volgens de bodemkaart, maar de textuur lijkt zwaarder te zijn bij beoordeling ter plaatse. Er is ook een kleikop aanwezig. De exacte positie wordt besproken bij het proefplan.

Bodemkaart:

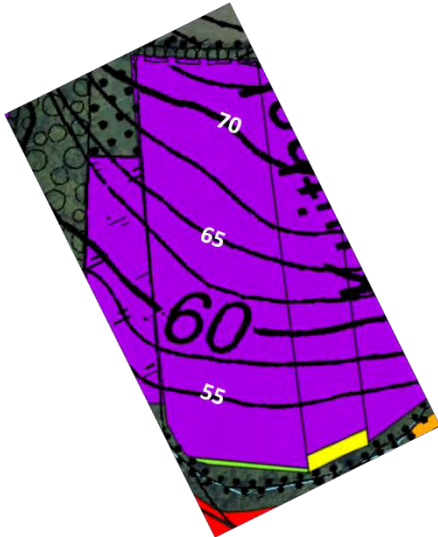
Bovenaan proefvlak: Ldc (Matig natte zandleembodem met sterk gevlekte, verbrokkelde textuur B horizont)

Midden en onderaan proefvlak: Lca (Matig droge zandleembodem met textuur B horizont)

Erosieklasse: paars

Helling perceel: 8,0 tot 12,5% (gemiddelde voor het perceel)

Kaartje hoogtelijnen: het volledige perceel ligt in proef



Op 19 maart 2019, werden bodemstalen genomen ter bepaling van de chemische bodemvruchtbaarheid 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 35 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), waarin later de opbrengstbepalingen werden uitgevoerd. Het proefvlak is >40 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 19 maart 2019. De groenbedekker (Italiaans raaigras) werd eind februari 2019 chemisch vernietigd. De mineralisatie van het de groenbedekker kwam dus nog maar nauwelijks op gang op het moment van staalname. De minerale N-gehaltenes van het bodemprofiel bevatten dus nagenoeg geen N uit de groenbedekker.

Zowel het koolstofgehalte als de zuurtegraad liggen ver onder de streefzone en het Ca-gehalte komt ongeveer gelijk met de ondergrens van de streefzone. Dit maakt dat bodemaggregaten erg gevoelig zijn voor verslemping en dat de bodem daarmee ook gevoelig is voor erosie. Een herstelbekalking is duidelijk nodig. Het bodemorganisch stofgehalte kan verhoogd worden door het inpassen van meer granen en groenbedekkers en het gebruik van stalmest of compost. Het invoeren van wisselbouw gras-akkerbouw in cycli van 3-4 jaar kan ook helpen om de bodem te verbeteren. Het P-gehalte ligt ver beneden de streefzone, wat betekent dat er een P-gebrek kan optreden. MAP5 biedt mogelijkheden om in percelen met een laag P-gehalte (dit perceel zit in klasse I) hogere fosfaatnormen te hanteren. Bovendien hoeft in deze situatie slechts 50% van de P-inhoud van stalmest en compost meegerekend te worden, wat dus ook mogelijkheden biedt om

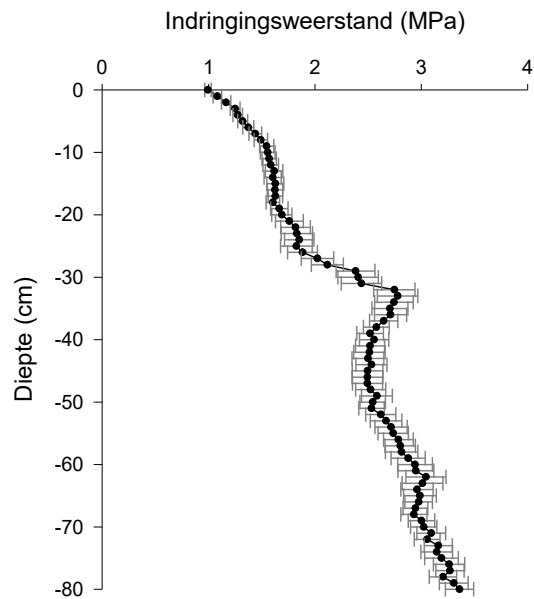
meer organische stof aan te voeren. Ook het K-gehalte ligt beneden de streefzone en een verhoogde kali-gift waarbij de kali-gift hoger is dan de K-export door het gewas, is te verantwoorden. Het Mg-gehalte ligt boven de streefzone. Aangezien Mg, K en Ca antagonisten zijn, kan de Mg de opname van K en Ca beperken. 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	N _{tot} %	C/N	P	K	Mg	Ca	Na
A	20	0,9	5,4	0,10	9	4	11	22	168	<1,9
B	19	0,9	5,4	0,10	9	4	10	22	161	<1,9
C	13	0,9	5,2	0,11	9	3	10	19	161	<1,9
D	13	0,9	5,3	0,11	9	5	11	25	180	<1,9
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. Gezien het verschil in indringingsweerstand over het volledige profiel nauwelijks verschillend was tussen de 4 blokken, werden de metingen van alle 4 de blokken samengevoegd (Figuur 1-1). De indringingsweerstand aan het bodemoppervlak is vrij hoog (1 MPa). Dit kan het gevolg zijn van de zode gevormd door het gras. In de laag 0-10 cm neemt deze verder toe tot 1,5 MPa en daarna geleidelijk tot 2 MPa in de laag 10-30 cm. Er is geen echte ploegzool aanwezig in het profiel, maar het is wel goed zichtbaar dat er tot ongeveer 30 cm geploegd wordt. De dieper liggende lagen hebben een duidelijk hogere indringingsweerstand. Er wordt aangenomen dat vanaf een indringingsweerstand van >3 MPa, wortels hinder kunnen ondervinden. Vanaf 30 cm diep zit de indringingsweerstand kort tegen deze grens. De bodem heeft over het volledige profiel een vrij hoge indringingsweerstand en is dus vrij hard.

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

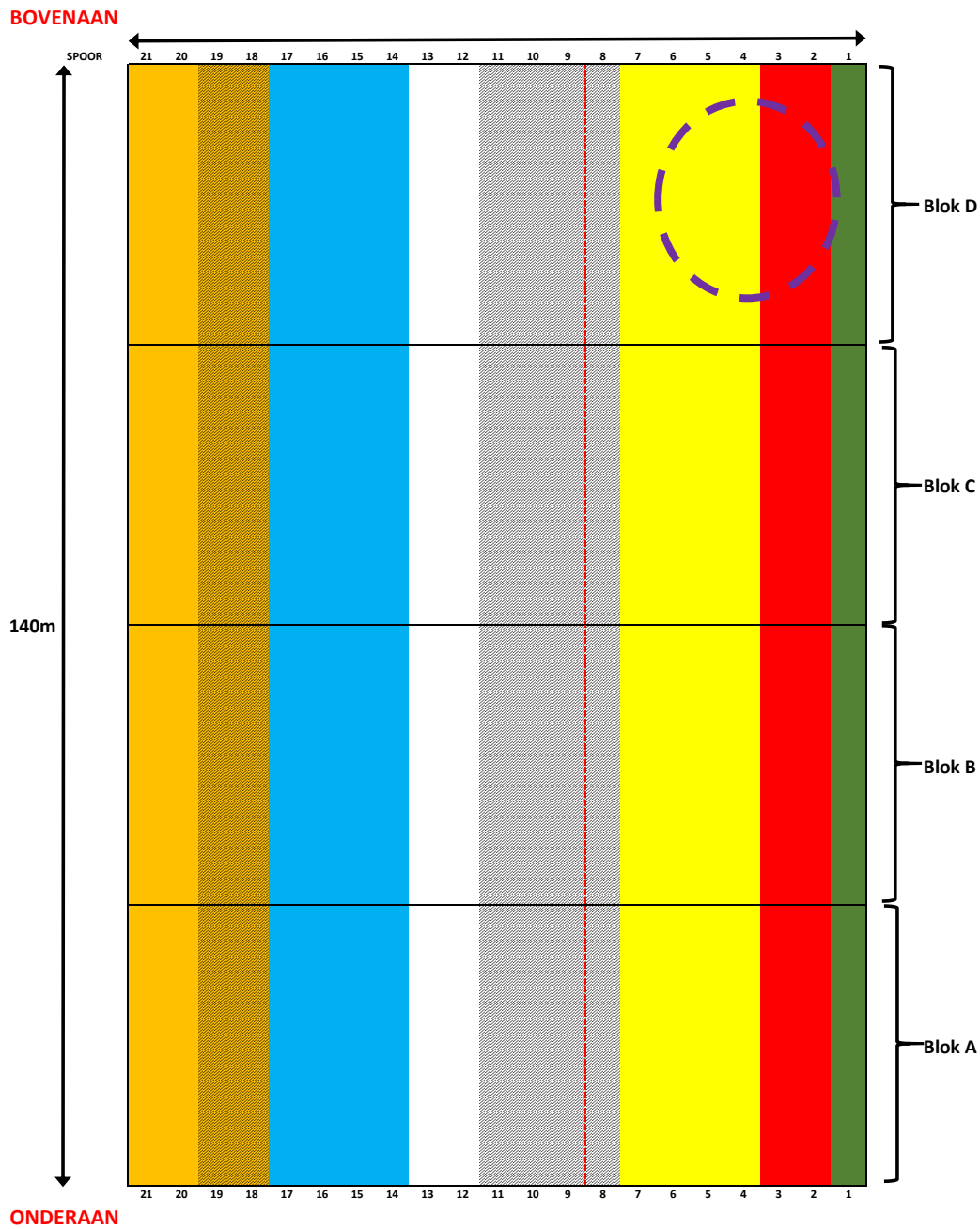


Figuur 1-1: De gemiddelde indringingsweerstand ($n=40$) (\pm standaardfout) van de 4 proefveldblokken samen. De indringingsweerstand werd gemeten met een penetrologger (10 steken in kruisverband per blok) tot 80 cm diepte.

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. Zoals eerder aangegeven is er een duidelijke kleikop aanwezig in het perceel die ook gevolgen had voor de kwaliteit van de bodembewerkingen. Deze kleikop zit volledig vervat in blok D en wordt aangeduid in figuur 1-2 met een cirkel in stippellijn.



Legende:

	bodembewerking	zaai	rijbemesting	uitvoerder zaai
1	BOORD-NKB	vollevelds	ja	Mathieu
2	Strip-till	klassiek	ja	RO
3	Ploegen	vollevelds	nee	Mathieu
4	Ploegen	klassiek	nee	Joz
5	NKB	vollevelds	nee	Mathieu
6	NKB	klassiek	nee	Joz

Ieder spoor is 3m
 sporenwissers gebruikt

Figuur 1-2: Proefplan van de veldproef kuilmáis te Kluisbergen in 2019. Er werden 4 blokken langsheen de helling gedefinieerd voor de verschillende observaties. De rode lijn geeft aan tot waar werd bemest op 2/5/2019 (spoor 1-8), de rest van het perceel werd bemest op 16/5/2019. De cirkel in stippelijjn geeft de positie van de kleikop aan. Spoor 1-BOORD is geen onderdeel van het proefvlak.

In Tabel 1-2 **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** 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
Oktober 2018	Alle	Oogst aardappelen Inzaai Italiaans raaigras als groenbedekker
26 februari 2019	Alle	Doodspuiten groenbedekker (3,0 l/ha Roundup)
19 maart	Alle	Bodemstalen nemen + bepaling indringingsweerstand
2 mei	Strip-till	Strip-tillbodembewerking tot 21 cm diepte, gecombineerd met injectie van 45 m ³ /ha runderdrijfmest*
	Spoor 4-8	injectie van 45 m ³ /ha runderdrijfmest*
Gedurende de aanleg van de proef begon het te regenen en werd het bodemoppervlak te slipperig waardoor de bemesting niet kwalitatief meer kon worden uitgevoerd. Door het hevig doorslippen van de tractor kon niet meer gegarandeerd worden dat de juiste dosis drijfmest homogeen werd verdeeld. Er werd beslist om de activiteit te staken en uit te stellen tot de bodem opgedroogd was.		
13 mei	Alle, behalve strip-till	Bodem opwerken met actisol cultivator (15 cm werkdiepte). Bodem is gebroken zonder te mengen.
16 mei	Spoor 9-21	injectie van 45 m ³ /ha runderdrijfmest*
	Ploegen	Ploegen met 3-schaar (30 cm werkdiepte)
	NKB	Diepe niet-kerende bodembewerking met diepgronder (6 micheltanden op 1 balk van 3 m, 30 cm werkdiepte)
	Ploegen en NKB	Meststoffen strooien met pneumatische strooier (200 kg/ha 15-3-15, 30 kg N/ha, 6 kg P ₂ O ₅ /ha en 30 kg K ₂ O/ha)
	Ploegen en NKB	Zaaibedbereiding met tractor op brede lage drukbanden (0,7 bar vooraan en achteraan) met een vorenpakker op de frontheef en een rotoeg + pakkerrol achteraan (werkdiepte 8 cm)
	Strip-till	2 ^e strip-tillbodembewerking tot 21 cm diepte in dezelfde stroken als op 2 mei Zaaien met 4-rijige schijvenzaaimachine (ras: Nordicstar (diepte: 4 cm, 95 000 zaden/ha) gecombineerd met rijbemesting (200 kg/ha 15-3-15, 30 kg N/ha, 6 kg P ₂ O ₅ /ha en 30 kg K ₂ O/ha)
17 mei	Ploegen en NKB	Zowel na NKB en na Ploegen, werd een strook ingezaaid met een Horsch pneumatische zaaimachine opgebouwd op een schijveneg op 15 cm rijafstand (diepte: 4 cm, 95 000 zaden/ha). Zowel na NKB en na Ploegen, werd een strook ingezaaid met een klassieke schijvenzaaimachine voorzien van brede sporenwissers (diepte: 4 cm, 95 000 zaden/ha). In een aantal sporen werd deze zaai ook eens uitgevoerd zonder de sporenwissers (zie proefplan).
4 juni	Alle	Onkruidbestrijding: 1,0 l/ha Monsoon, 0,8 l/ha Frontier elite, 0,8 l/ha sulcogen
17-18 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 m³/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 2 stalen per toedieningsdatum van de drijfmestvaten die werden aangevoerd naar het proefvlak.

Parameter	Eenheid	Runderdrijfmest	Runderdrijfmest
		2 mei 2019	16 mei 2019

Droge stof	%/vers	7,8	8,2
Organische koolstof	%/vers	3,4	3,2
N-totaal	kg N/ton vers	3,5	5,1
NH ₄ ⁺ -N	kg N/ton vers	1,8	3,4
Werkzame N*	kg N/ton vers	2,1	3,1
Fosfor	kg P ₂ O ₅ /ton vers	0,81	2,6
Kalium	kg K ₂ O/ton vers	4,0	4,2
Magnesium	kg MgO/ton vers	0,8	1,7
Calcium	kg CaO/ton vers	1,50	2,90
Natrium	kg Na ₂ O/ton vers	0,64	1,00

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

De bodemstalen verantwoordden een verhoogde P- en K-gift (hoger dan de P- en K-export door het gewas) op dit perceel. Toch werd geopteerd om dit niet te doen. Uit eerdere proeven bleek dat het opdrijven van de runderdrijfmest tot >45 m³/ha in strip-till moeilijk is en dat een hogere rijbemesting dan 200 kg/ha niet wenselijk is (kans op zoutschade). Om de bemesting tussen de objecten gelijk te houden, werd de bemesting in alle objecten gelijk gesteld aan deze van het strip-till-object.

Een bijkomend probleem was dat tijdens de aanleg van de proef op 2 mei 2019, het begon te regenen. Hierdoor diende de aanleg van de proef halfweg gestaakt te worden. De aanleg van de proef kon pas 16 mei 2019 verder gezet worden na het opdrogen van de bovengrond. De drijfmest die toen aangevoerd werd, bleek na controle een duidelijk hoger N, P en Mg-gehalte te hebben. Dit maakt dat in spoor 2-3 (strip-till) en spoor 4-7 (ploegen + vollevelszaai) de bemesting lager lag dan in de andere behandelingen. Ook spoor 1 en 8 kregen de bemestingsdosis van spoor 2-7, maar werden uit proef genomen. In tabel 1-4 en 1-5 wordt een overzicht gegeven van de bemesting.

Tabel 1-4: Overzicht van de bemesting van de objecten strip-till (spoor 2-3) en ploegen + vollevelszaai (spoor 4-7).

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⁾	16	16	-	-
Verwachte N-mineralisatie groenbedekker		40		
Runderdrijfmest	158	95	36	180
Kunstmest 15-3-15	30	30	6	30
Totaal bemest	188	141	42	210
Bemestingsnorm niet-zandgrond P-klasse I (MAP5)		150	100	-
Overschrijding norm		-9	-58	

(1) Dit is de gemiddelde hoeveelheid die gemeten werd in het bodemprofiel 0-60cm op 19 maart 2019.

Tabel 1-5: Overzicht van de bemesting van de objecten ploegen (spoor 10-13), NKB+volleveldszaai (spoor 14-17) en NKB (spoor 18-21)

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⁾	16	16	-	-
Verwachte N-mineralisatie groenbedekker		40		
Runderdrijfmest	230	138	117	189
Kunstmest 15-3-15	30	30	6	30
Totaal bemest	260	168	123	219
Bemestingsnorm niet-zandgrond P-klasse I (MAP5)		150	100	-
Overschrijding norm		+18	23	

(1) Dit is de gemiddelde hoeveelheid die gemeten werd in het bodemprofiel 0-60cm op 19 maart 2019.

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 groenbedekker. Voor een goed ontwikkelde gras groenbedekker die ondergewerkt wordt voor half maart, wordt een mineralisatie aangenomen van 40 kg N/ha³. Het mineraal N-gehalte van het bodemprofiel bedroeg 16 kg N/ha.

Behandelingen Ploegen + volleveldszaai en strip-till

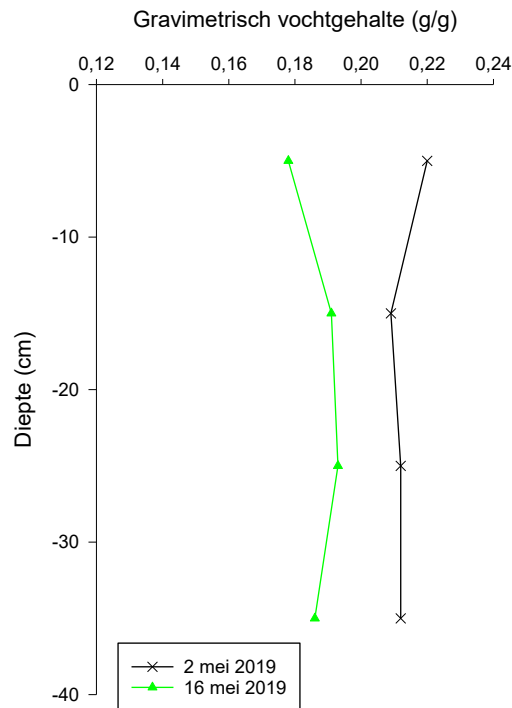
Er werd 95 kg werkzame N/ha toegediend via de drijfmest en 30 kg werkzame N/ha onder de vorm van kunstmest vollevelds voor zaaibedbereiding bij de behandeling Ploegen + volleveldszaai en kunstmest rijbemesting bij de behandeling strip-till (Tabel 1-4). Door de 1,25 keer hogere efficiëntie van de rijbemesting, mag dit als 38 kg werkzame N/ha worden gerekend² in de strip-tillbehandeling. Dit maakt dat er met (16 + 40 + 95 + 30 =) 181 kg N/ha voor de behandeling Ploegen + volleveldszaai en (16 + 40 + 95 + 38 =) 189 kg N/ha voor de behandeling strip-till werd onderbemest. Tezamen met de lage P-gift in P-arme omstandigheden en een lage pH, maakt dit dat er zeker geen optimale beschikbaarheid van nutriënten was.

Behandelingen Ploegen, NKB + volleveldszaai en NKB

Er werd 138 kg werkzame N/ha toegediend via de drijfmest en 30 kg werkzame N/ha onder de vorm van kunstmest vollevelds voor zaaibedbereiding bij de behandeling Ploegen, NKB + volleveldszaai en NKB (Tabel 1-5). Dit maakt dat er met (16 + 40 + 138 + 30 =) 224 kg N/ha ruimschoots voldoende N werd bemest. De N-bemesting was hiermee hoger en de P-bemesting zelfs 3x zo hoog als bij de andere behandelingen. Vermoedelijk heeft dit een positief effect gehad op de gewasopbrengst van de behandelingen Ploegen, NKB+ volleveldszaai en NKB ten opzichte van strip-till en Ploegen + volleveldszaai.

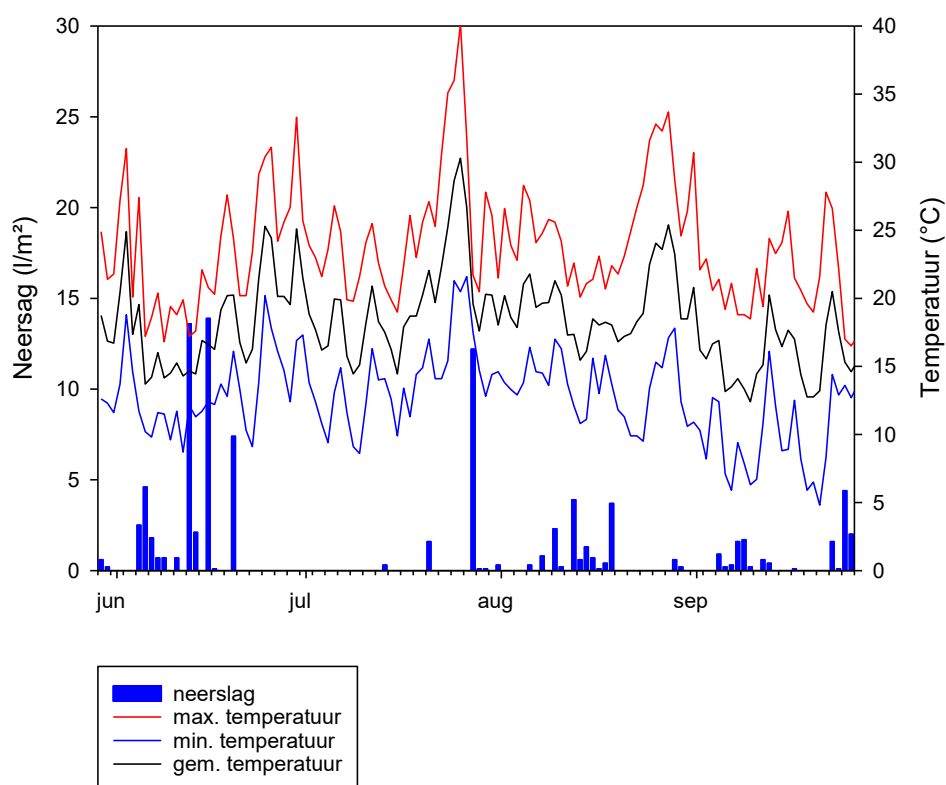
³ volgens van Dijk, W. en van Geel, W. (2010). Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouw en vollegrondsgroentengewassen. WageningenUR, Praktijkonderzoek Plant en omgeving B.V. (Nederland).

Net voor de aanleg van de proef op 2 mei werd het bodemvochtgehalte bepaald. Ook wanneer de aanleg op 16 mei werd verder gezet, werden bodemstalen genomen ter bepaling van het vochtgehalte in het deel van het perceel waar met de actisol werd gewerkt. Op beide data zijn er weinig verschillen in gravimetrisch vochtgehalte over de diepte van het profiel (figuur 1-3). Op 2 mei is het bovenaan het profiel iets natter dan in de diepte. Op 16 mei is het bovenaan net iets droger dan in de rest van het profiel. In de periode van 2 tot 16 mei heeft de bodem over het volledige profiel kunnen drogen, wat absoluut noodzakelijk was om de bodembewerkingen verder te kunnen zetten.



Figuur 1-3: Gemiddeld gravimetrisch vochtgehalte (\pm standaardfout) in de bodem voor alle blokken samen op 2 mei 2019 (n=4) en 16 mei 2019 (n=4). De foutenvlaggen zijn te klein om zichtbaar te zijn op de curves (<0,01 g/g)

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 Kluisbergen. Deze cijfers werden gebaseerd op de maandelijkse verslaggeving van het KMI. De start van het maïseseizoen in mei was iets kouder en iets droger dan normaal. Vroeg gezaaide maïs had op sommige percelen last van de koude. De maïs op dit perceel werd door omstandigheden laat gezaaid en toonde geen koudestress. Hoewel de KMI-gegevens een iets nattere maand juni aangeven dan normaal, werd via de metingen met het weerstation duidelijk minder regen opgemeten (49mm neerslag i.p.v. 80-100mm volgens het KMI). De maanden juli en augustus waren opnieuw warm en droog, maar minder extreem dan in 2018. Er was wel opnieuw een hittegolf die samenviel met de bloei van de maïs. Eind juli lag de maximumtemperatuur op het proefveld verschillende dagen boven 30°C. Hoewel de maïs geen topontwikkeling kende, lijkt hij weinig last gehad te hebben van de hitte en droogte. Vermoedelijk was de achtergebleven groei te wijten aan de late zaai in combinatie met een zeer laag P-gehalte en een suboptimale pH (zie eerder).



Figuur 1-4: Overzicht van de dagelijkse neerslag, dagelijkse maximum-, gemiddelde en minimumtemperatuur in de periode 29 mei – 26 september 2019, gemeten met een weerstation op het proefveld.

Tabel 1-6: Overzicht van de gemiddelde maandelijkse temperatuur en neerslag in de maanden van aanleg tot oogst van de veldproef in 2019 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 2019 (°C)	Afwijking (°C) t.o.v. 1981-2010	Jaar 2019 (mm)	Verhouding (%) t.o.v. normaalwaarde 1981-2010
Mei	12,0-12,5	-1,0	30-40	60-70
Juni	17,5-18,0	1,5	80-100	120-140
Juli	19,0-19,5	1,0	20-30	30-40
Augustus	18,5-19,0	1,0	40-50	50-60
September	15,0-15,5	0,5	60-70	80-90

Door hogere temperaturen en lagere regenval ging de afrijping wat sneller dan normaal en werd het oogstvenster bereikt in de 2^e helft van september.

1.3.2 Beschrijving van de behandelingen

1.3.2.1 Voorafgaande werkzaamheden

Na het oogsten van aardappelen werd in het najaar van 2018, italiaans raaigras als groenbedekker op het perceel gezaaid. Deze kon zich tijdens de winter nog goed ontwikkelen. Figuur 1-5 geeft een beeld van 26 februari 2019.



Figuur 1-5: Zicht op het perceel op 26 februari 2019.

De groenbedekker werd expliciet vroeg op het voorjaar (26 februari) vernietigd, zodat de zode de tijd zou krijgen om af te breken en dat het gras de bodem niet zou uitdrogen voorafgaand aan de zaai van de maïs. Ondanks een aanvankelijk goed gelukte bespuiting, werd er over het gehele perceel toch hergroei vastgesteld vanuit de zode in de loop van het voorjaar.

1.3.2.2 Strip-till

Op 2 mei 2019 werd de strip-tillbodembewerking uitgevoerd tot 21 cm diepte, gecombineerd met drijfmestinjectie en met de strip-tillmachine achteraan het drijfmestvat. De strip-tillmachine had het heel moeilijk om de bodem te bewerken. De bodem lag vrij vast en ondanks dat het gras afgedood was en dus voor geen stropping zorgde, was er hergroei, zodat de zode zich moeilijk liet bewerken. Dit was zeker het geval in de strip-tillstroken die samenvielen met het bandenspoor van het drijfmestvat (zie figuur 1-6). Omdat het begon te regenen kort na deze bodembewerking, dienden de werkzaamheden te worden stil gelegd. Doordat het ook enkele dagen regende, was uitstel van 15 dagen noodzakelijk om een voldoende droge bodem te bekommen om verder te werken. Het was opvallend, maar ook te verwachten dat naburige percelen, waar werd geploegd of cultivator gebruikt veel sneller konden opdrogen. Op 17 mei 2019 werden de werkzaamheden verder gezet. Doordat de bodem in de strip-tillstroken totaal onvoldoende bewerkt was en onmogelijk kon gezaaid worden, werd de strip-tillmachine opnieuw ingezet om de stroken te bewerken tot 21 cm diepte. Dit werkte de bodem vrij goed op. Er werd gezaaid met een schijvenzaaimachine en rijbemesting (zie eerder). De zaaimachine had het op verschillende plaatsen moeilijk om de zaden voldoende toe te dekken met aarde en de bodem aan te drukken. Desondanks was de opkomst gelijkmatig en visueel niet verschillend van de andere behandelingen. Gezien de sterke hergroei van het gras, kon niet gewacht worden met een herbicidenbehandeling. Daarom werd een dag na de zaai de zode opnieuw chemisch vernietigd met glyphosaat.



Figuur 1-6: Zicht op de strip-tillstroken op 16 mei 2019. Links een beeld 15 dagen na de eerste bodembewerking. De strip-tillstrook in het midden van de foto lag tussen de wielen van het drijfmestvat en werden relatief goed opgewerkt. De strip-tillstrook rechts op de foto ligt bovenop het bandenspoor en het is duidelijk dat enkel een geul werd getrokken zonder de bodem op te werken. Rechts een beeld van de strip-tillstroken, vlak na de 2e bodembewerking met de strip-tillmachine op 16 mei 2019.

Op 17 juni 2019 stond de maïs visueel goed en gelijkmatig in de strip-tillbehandeling en was er ook geen onkruid en doorlevend gras meer aanwezig (zie figuur 1-7).



Figuur 1-7: Zicht op de strip-tillbehandeling op 29 mei 2019 (links) en 17 juni 2019 (rechts).

1.3.2.3 Ploegen

Op 2 mei 2019 werd gestart met de drijfmestinjectie (9-10 cm) van de geploegde behandelingen. Door de regenval, dienden deze werkzaamheden echter gestaakt te worden voor de behandelingen volledig gedaan waren. De behandeling ploegen + vollevelszaai was op dat moment reeds volledig bemest. De geploegde behandeling met klassieke zaai niet. Na enkele dagen wachten op droog weer, werd de bodem met een cultivator bewerkt tot 15 cm diepte. Dit gaf de kans om de bovengrond enigszins te laten uitdrogen en de werkzaamheden verder te zetten.



Figuur 1-8: Zicht op de bodem na cultivatorbewerking en opdrogen op 16 mei 2019.

Op 16 mei 2019 werden alle andere behandelingen bemest met drijfmest. Enkele uren later werd de bodem geploegd tot 30 cm diepte. De ploegbewerking was niet optimaal. Veel plastische zware grond werd boven geploegd. Dit was vooral zeer sterk het geval in de kleikop van het perceel (zie eerder). Meststoffen werden toegediend met de pneumatische strooier en de bodem werd na enkele uren drogen zaaiklaar gelegd met een tractor voorzien van brede lagedrukbanden met vorenpakker en rotoeg + pakkerrol. Het zaaibed was niet van optimale kwaliteit en was vooral slecht in de kleikop. Een dag laten drogen in de zon had deze situatie mogelijk verbeterd, maar was niet mogelijk omwille van de voorspelde regen.



Figuur 1-9: Zicht op de geploegde bodem (16 mei 2019). Boven links een positie met vrij goed geslaagde ploegbewerking, boven rechts een positie waar zeer plastische bodem werd boven geploegd en onderaan vlak na zaaibedbereiding.

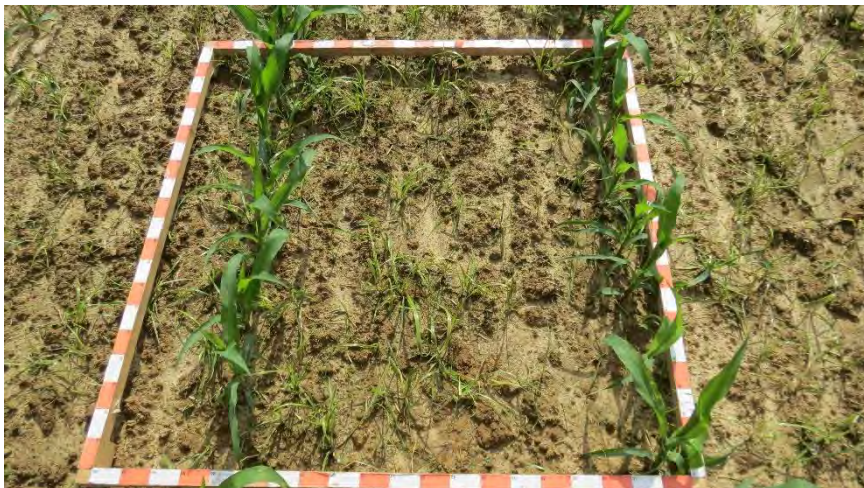
1.3.2.4 Niet-kerende bodembewerking

De behandelingen met niet-kerende bodembewerking werden eveneens met de cultivator bewerkt op 13 mei, zodat ook hier de bodem enigszins kon opdrogen. Op 16 mei werd de runderdrijfmest uitgereden en de bodem diep niet-kerend bewerkt met een diepgronder (Carré Neolab, 6 micheltanden op 1 balk van 3 m) tot 30 cm diepte. Na toepassen van de meststoffen met een pneumatische strooier werd het zaaibed klaar gelegd op dezelfde wijze als bij ploegen. De bodembewerkingen verliepen hierbij mooi en het zaaibed was duidelijk kwalitatief beter dan bij de geploegde behandelingen.



Figuur 1-10: Zicht op het bodemoppervlak vlak na de niet-kerende bodembewerking met micheltanden (boven) en het resultaat na enkele uren drogen (onder rechts) en vlak na de zaaibedbereiding (onder links).

In de niet-kerende behandelingen was het gras ondanks chemisch vernietigen in februari en alle bodembewerkingen, nog steeds niet volledig afgedood. Met de klassieke herbicidenbehandeling voor de onkruidbestrijding in de maïs op 4 juni, werd het gras uiteindelijk toch geheel bestreden (zie figuur 1-11).



Figuur 1-11: Zicht op de onkruiddruk door gras in de behandeling met niet-kerende bodembewerking op 17 mei 2019. Het gras is hier reeds afgedood.

1.3.2.5 Verschillende zaatechnieken

Het zaaien van de maïs werd in de strip-tillbehandeling uitgevoerd met een 4-rijige schijvenzaaimachine. Kunstmeststoffen werden in de rij bij gelegd. De tractor was GPS-gestuurd.

Na de bodembewerkingen en zaaibedbereiding in de geploegde en niet-kerend bewerkte stroken werden 3 zaatechnieken in beide types bodembewerking vergeleken, namelijk klassieke zaai met een 8-rijige maïszaaimachine, klassieke zaai met dezelfde zaaimachine voorzien van sporenwissers en volleveldszaai met een pneumatische zaaimachine opgebouwd op een schijveneg.

Bij de klassieke maïsplanter werden telkens 4 bandensporen nagelaten van de tractor in het veld. Op de tractor waren aan beide zijden dubbele wielen met tussenruimte tussen beide wielen gemonteerd. Deze lieten een duidelijke aandrukking van de bodem na in het zaaibed. Er werd op deze wijze een behandeling gezaaid in de geploegde en in de niet-kerend bewerkte bodem. Vervolgens werd ook in de geploegde en niet-kerend bewerkte bodem met dezelfde machine gezaaid, maar dan voorzien van een sporenwisser. De sporenwisser bestond uit een zeer brede beitel die over bijna de volledige breedte van de dubbele wielen werkt en ongeveer 5 cm diep de bodem opwerkt (zie figuren 1-12 en 1-13).



Figuur 1-12: Zicht op de bandensporen waar geen sporenwisser werd gebruikt (links) en de gedeeltelijk weggewerkte bandensporen waar wel een sporenwisser werd gebruikt (rechts).



Figuur 1-13: Zicht op de banden en sporenwissers die gebruikt werden bij de klassieke maïszaaimachine.

Bij de volleveldszaai werd gebruik gemaakt van een pneumatische zaaimachine opgebouwd op een schijveneg (Figuur 1-14), om zo maïs te kunnen zaaien op een rijafstand van 15 cm. De machine is aangepast om naar de juiste diepte te zaaien (4 cm) en de zaailijnen aan te drukken. De extra

schijveneg bodembewerking zorgde voor het verder verfijnen van het zaaibed. Dit was in de niet-kerende bodembewerking niet nodig, maar wel een meerwaarde in de geploegde behandeling. In de kleikop had de schijveneg weinig werking. Deze zaai lukte goed behalve in de geploegde behandeling in de kleikop. Omwille van de slechte kwaliteit van het zaaibed op deze positie, werd het zaad onvoldoende diep afgelegd. Het dieper afstellen van de machine had wel gekund, maar diende dan bij iedere passage op deze plek opnieuw aangepast te worden. Dit is ook niet realistisch in de praktijk en daarom werd dit niet gedaan. Het gevolg was dat op deze plek vrij veel zaden niet bedekt waren en dat de opkomst laag en veel trager was. Gedurende het hele seizoen bleef de maïs achter in groei in blok D, in de behandeling ploegen+volleveldszaai. In alle andere veldjes met volleveldszaai waren de zaden mooi homogeen verdeeld en was visueel geen verschil vast te stellen met de andere behandelingen (figuur 1-15).



Figuur 1-14: Zicht op de Horsch zaaimachine (links) en detail van de zaaikouters (rechts).



Figuur 1-15: Zicht op de pas gezaaide behandeling ploegen + volleveldszaai (links) en opkomst van de maïs in volleveldszaai 10 dagen na zaaien (rechts).

1.4 Erosie: Opmeting geulerosie op 18 juni 2019

In de eerste maand na zaaien vond er erg veel run-off en erosie plaats in de verschillende behandelingen (figuur 1-16). In de bandensporen en zaailijnen ontstonden brede en diepe geulen. Er waren hierbij ook grote verschillen tussen de behandelingen. Om een idee te vormen hoeveel sedimentverlies er was in deze periode, werden de geulen opgemeten op 18 juni 2019. In de behandeling strip-till werden evenwel geen geulen vastgesteld. In de behandelingen met

volleveltszaai had duidelijk erosie plaatsgevonden en waren geulen ontstaan in de aandruklijnen van de zaaikouters (figuur 1-17). Omdat de aandruklijnen sowieso bij zaai al dieper liggen, was het niet mogelijk te bepalen hoeveel meer de geulen dieper waren dan de oorspronkelijke aandruklijnen (deze waren niet opgemeten). Zodoende zijn hier geen cijfers van, hoewel er wel degelijk geulerosie plaatsvond.



Figuur 1-16: Zicht (17 mei 2019) op het sediment dat onderaan het perceel samenvloeide.



Figuur 1-16: Zicht op de erosiegeulen in de behandeling met ploegen + volleveltszaai. (18 mei 2019)

De geulerosie werd opgemeten in blok A, omdat de geulerosie hier het sterkste was. De helling in deze blok is gemiddelde 13% en niet verschillend tussen de behandelingen. Bovenaan en onderaan deze blok werd een landdraad gespannen en van alle geulen die gekruist werden, werd de diepte en breedte bepaald. Tezamen met de lengte van de blok (35 m) kon zo per geul het totaal volume grond dat wegspoelde worden berekend. Op basis van de bulkdensiteit kon dit worden omgerekend naar een massa van grond. Hierbij werd uitgegaan van de bulkdensiteit zoals gemeten in 3-voud met kopeckyringen van de bovenste 5 cm van het profiel (zie verder). Indien geulen ontstonden in de blok zelf, werd het beginpunt gezocht en de lengte opgemeten. Het sedimentverlies werd opgetekend voor geulen in de zaailijnen, bandensporen en geulen buiten bandensporen en zaailijnen afzonderlijk. Er werden ook erosiegeulen vastgesteld in de sproeisporen. Deze waren echter heterogeen verdeeld over het perceel en steeds aanwezig op de grens tussen twee behandelingen. Geulerosie in de sproeisporen kon daardoor niet evenwichtig worden toegewezen aan een behandeling. Daarom werden de sproeisporen niet opgenomen in de berekeningen van de geulerosie.

Tabel 1-6: Sedimentverlies (kg/ha) via geulerosie van de behandelingen ploegen (bulkdensiteit gemiddeld 1150 kg/m³) en niet-kerende bodembewerking (NKB) (bulkdensiteit gemiddeld 1175 kg/m³) al dan niet in combinatie met sporenwissers.

	Ploegen	Ploegen + sporenwisser	NKB	NKB + sporenwisser
	kg/ha			
zaailijnen	10 314	15 617	5 054	2 575
bandensporen	91 102	20 840	49 833	21 467
Andere	6 106	3 564	2 540	0
Totaal (kg/ha)	107 522	40 021	57 427	24 041

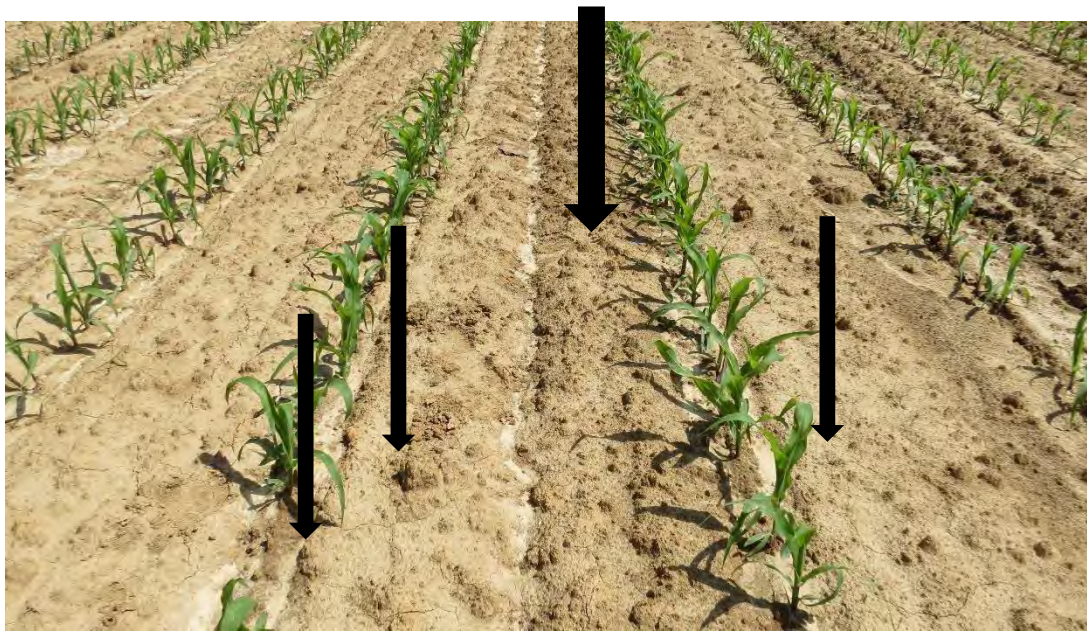
In tabel 1-6 wordt een overzicht gegeven van de opgemeten geulerosie. De geulerosie was met >107 ton/ha het hoogst in de behandeling met ploegen. Meer dan 90% van deze geulerosie vond plaats in de bandensporen. Een sterke erosiereductie was mogelijk door de sporenwissers in te zetten. De meeste geulerosie vond echter nog steeds plaats in de bandensporen. Ook niet-kerende bodembewerking had een sterk reducerend effect op de geulerosie. Dit zowel in de zaailijnen, bandensporen als daarbuiten. Er was verder een cumulatief erosiereducerend effect door niet-kerende bodembewerking en sporenwissers te combineren. Bij deze laatste behandeling werd uiteindelijk 78% van de geulerosie gereduceerd. De foto's in figuur 1-18 geven een beeld van de geulerosie per behandeling.



Erosiegeul in een bandenspoor (geploegd + GEEN sporenwisser gebruikt)



Erosiegeulen in bandensporen (geploegd + sporenwisser)



Erosiegeulen buiten de bandensporen en in de zaalijnen (geploegd)



Erosiegeulen in het bandenspoor bij niet-kerende bodembewerking

Figuur 1-18: Zicht op de geulerosie per behandeling op 18 mei 2019.

1.5 Erosie: regenvalsimulaties 17-18 juni 2019

Om het effect van de behandelingen op run-off en erosie te testen, werden op 17 en 18 juni 2019 regenvalsimulaties uitgevoerd met de regenvalsimulator van UGent (Vermang, 2012⁴; Figuur 1-19). Er werden in de behandelingen Ploegen + volleveldszaai, Ploegen + klassieke zaai zonder sporenwisser, Ploegen + klassieke zaai met sporenwisser, NKB + klassieke zaai met sporenwisser en strip-till, telkens 2 regenvalsimulaties uitgevoerd. Een simulatie op 17 juni en een op 18 juni. 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 werd telkens zo gekozen dat tussen de middenste rij maïs en één van de buitenrijen een bandenspoor was van de tractor waarmee gezaaid werd en dat tussen de middenste rij en de andere buitenrij geen bandenspoor aanwezig was. Door de homogene helling en het werken met 2 goten kon zo onderscheid gemaakt worden tussen een positie met en een positie zonder bandenspoor. In de periode tussen zaai en regenvalsimulaties, vond er reeds erg veel geulerosie plaats (zie eerder) op verschillende posities. Het feit dat reeds grote geulen aanwezig waren in de erosieveldjes had gevolgen voor de regenvalsimulaties (zie verder). Alle regenvalsimulaties werden uitgevoerd in Blok A (homogene helling 12-14%). Tijdens de regenvalsimulaties op dag 1 en 2 werd gedurende 9 tot 16 minuten beregend aan een gemiddelde intensiteit van 112 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 stalen te nemen

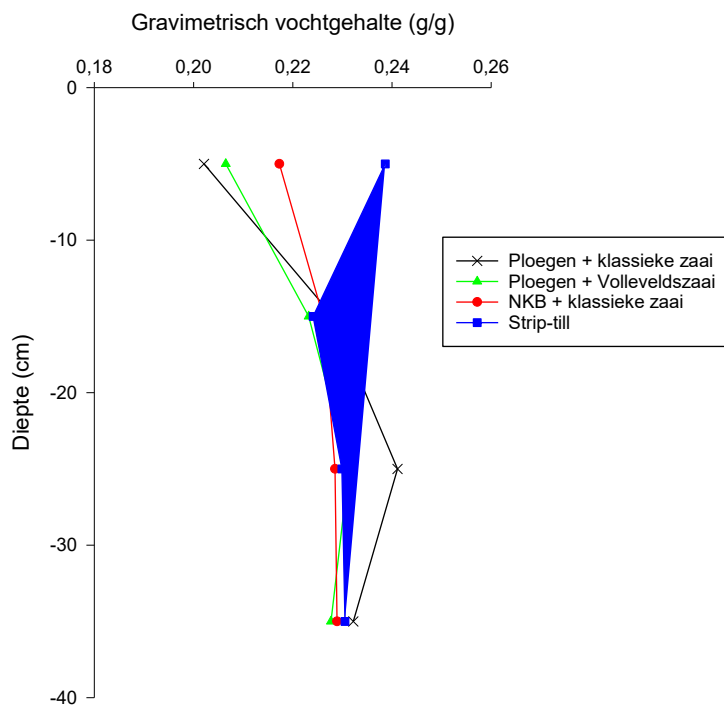
⁴ Vermang, J. (2012). Erosion processes and physical quality of loamy soils as affected by reduced tillage. Ghent University. Faculty of Bioscience Engineering, Ghent, Belgium.

voor sedimentconcentratie doorheen de simulatie, kon ook de cumulatieve hoeveelheid erosie worden bepaald. Zowel run-off als cumulatieve erosie werden uitgezet tegen de hoeveelheid neerslag (zie verder), omdat op deze wijze rekening wordt gehouden met de lichte schommelingen in neerslagintensiteit tussen de simulaties onderling.



Figuur 1-19: 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, samengevoegd tot 1 staal). Ter bepaling van het vochtgehalte, C-gehalte en bulkdensiteit van het bodemoppervlak (0-5 cm), werd een staalname uitgevoerd met Kopecky-ringen (in 3-voud per erosieveldje). In Figuur 1-20 en Tabel 1-7 worden de resultaten van de metingen weergegeven. Omdat stalen steeds werden genomen buiten het bandenspoor, is het verschil tussen de behandelingen Ploegen + klassieke zaai MET sporenwisser en Ploegen + klassieke zaai ZONDER sporenwisser niet relevant. De resultaten van C-gehalte, bulkdensiteit en vochtgehalte van beide behandelingen werden daarom samengevoegd voor de bespreking hieronder.



Figuur 1-20: Gemiddeld gravimetrisch vochtgehalte (Ploegen + klassieke zaai n=4, alle andere behandelingen n=2) in het bodemprofiel 0-40 cm van de behandelingen waar een regenvalsimulatie werd uitgevoerd op 17 en 18 juni 2019 samen.

Het bodemvochtgehalte van het profiel van de verschillende behandelingen is voornamelijk verschillend aan het bodemoppervlak (figuur 1-20), strip-till>NKB>ploegen. In de laag 10 tot 40 cm, zijn er weinig verschillen tussen de behandelingen. Enkel op 20 tot 30 cm diepte, is het vochtgehalte iets hoger bij de behandeling Ploegen + klassieke zaai. De reden hiervoor is niet duidelijk en mogelijk gaat dit om een toeval.

De resultaten van het vochtgehalte van het bodemoppervlak, gemeten via kopecky-ringen (Tabel 1-7), geven dezelfde verschillen aan in vochtgehalte tussen de behandelingen als bij de profielstalen, nl. strip-till>NKB>ploegen. Het gravimetrisch vochtgehalte is significant hoger bij strip-till dan beide geploegde behandelingen en het volumetrisch vochtgehalte is significant hoger bij strip-till dan voor alle andere behandelingen.

Tabel 1-7: Overzicht van het gemiddelde gravimetrisch en volumetrisch vochtgehalte, het C-gehalte en de bulkdensiteit (\pm standaardfout) van de toplaag (0-5 cm) van het bodemprofiel, vlak voor aanvang van de regenvalsimulaties (Ploegen + klassieke zaai n=12, alle andere behandelingen n=6). Significante verschillen (Scheffé HSD-test, $p < 0,05$) tussen de behandelingen zijn aangeduid met een verschillende letter.

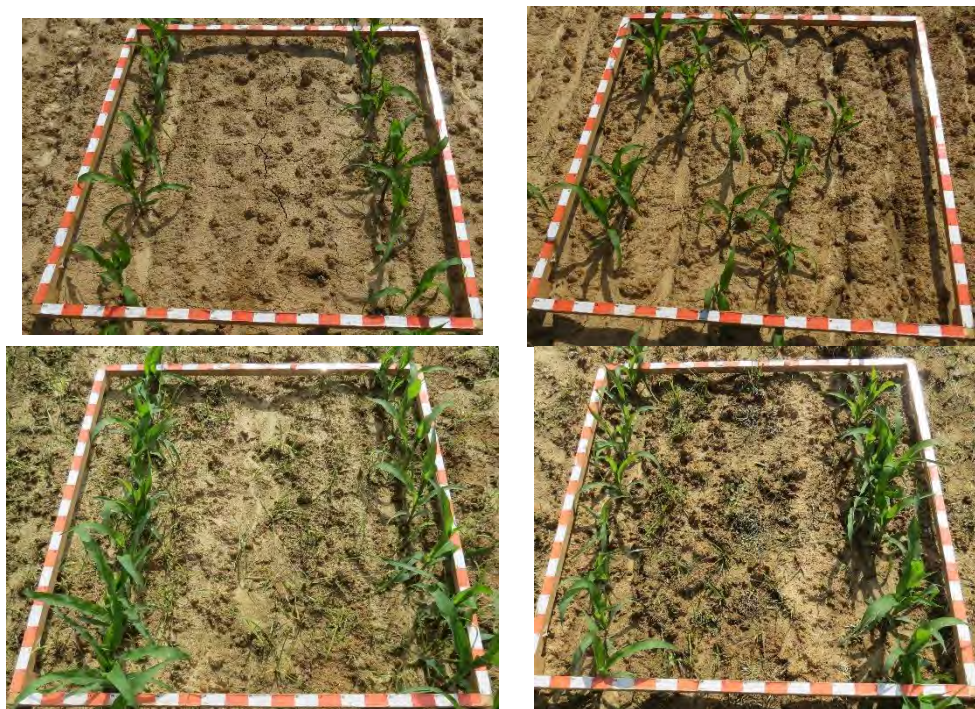
	Gravimetrisch vochtgehalte (g/g)	Volumetrisch vochtgehalte (g/cm ³)	C-gehalte (%)	Bulkdensiteit (kg/dm ³)
Ploegen + klassieke zaai*	0,18 \pm 0,01 ^b	0,21 \pm 0,01 ^b	0,64 \pm 0,02 ^c	1,18 \pm 0,02 ^{ab}
Ploegen + volleldszaai**	0,19 \pm 0,01 ^b	0,21 \pm 0,01 ^b	0,69 \pm 0,03 ^c	1,10 \pm 0,02 ^b
NKB + klassieke zaai*	0,22 \pm 0,01 ^{ab}	0,25 \pm 0,01 ^b	0,91 \pm 0,03 ^b	1,15 \pm 0,04 ^b
Strip-till	0,25 \pm 0,01 ^a	0,32 \pm 0,01 ^a	1,08 \pm 0,04 ^a	1,30 \pm 0,04 ^a

*behandeling met en zonder sporenwisser samen

**enkel behandeling met sporenwisser

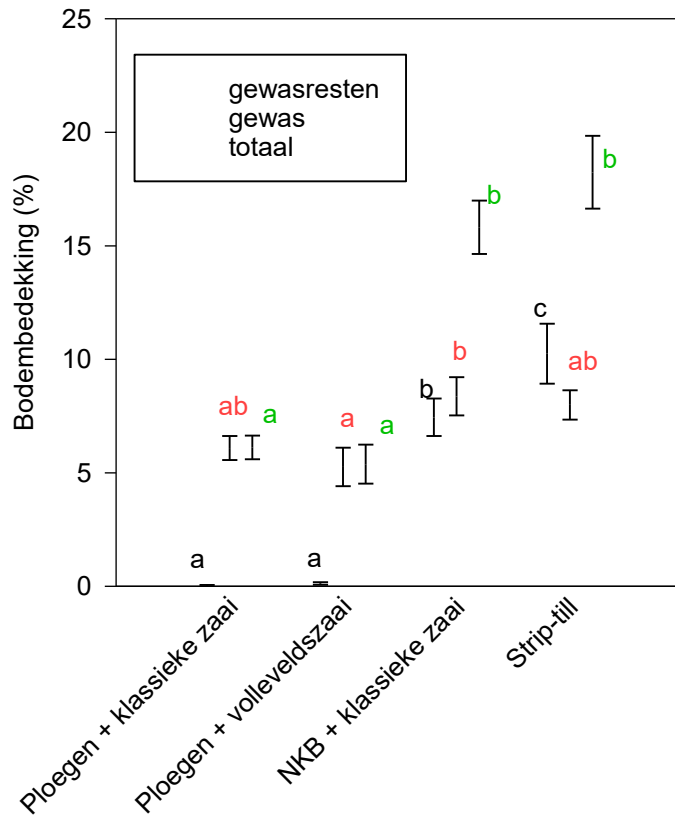
De bulkdensiteit van het bodemoppervlak is voor de strip-tillbehandeling hoger dan bij de andere behandelingen. De kopecky-ringen werden enkel genomen tussen de bewerkte stroken. Op deze plekken is de bodem tijdens de strip-tillbodembewerking niet losgemaakt zoals bij de andere behandelingen. Dit verklaart vermoedelijk de verschillen in bulkdensiteit. Er zijn heel duidelijke significante verschillen in het C-gehalte van de toplaag. Het C-gehalte van dit perceel is al erg laag (zie eerder), maar door ploegen wordt het in de toplaag verder verlaagd tot <0,7%, wat de bodem bijzonder gevoelig voor erosie maakt. Door niet-kerend te werken, worden de gewasresten van het afgedode gras in de toplaag behouden. Dit effect is sterker bij strip-till dan bij niet-kerende bodembewerking, omdat de gewasresten onaangeroerd bleven liggen. Bij strip-till is er dus geen verdunning door mengen en is vermoedelijk ook minder mineralisatie van de gewasresten ook trager door ze niet in te werken.

Bij de regenvalsimulaties werd ook 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. In figuur 1-21 wordt van de verschillende behandelingen een voorbeeldfoto gegeven. De bodembedekking werd bepaald in 4-voud rondom de erosieveldjes. De herhalingen van de 2 dagen waarop gemeten werd, werden samengevoegd. Ook behandelingen Ploegen + klassieke zaai met en zonder sporenwisser werden samengevoegd, omdat geen verschillen in bodembedekking worden gecreëerd door het al dan niet gebruiken van een sporenwisser.



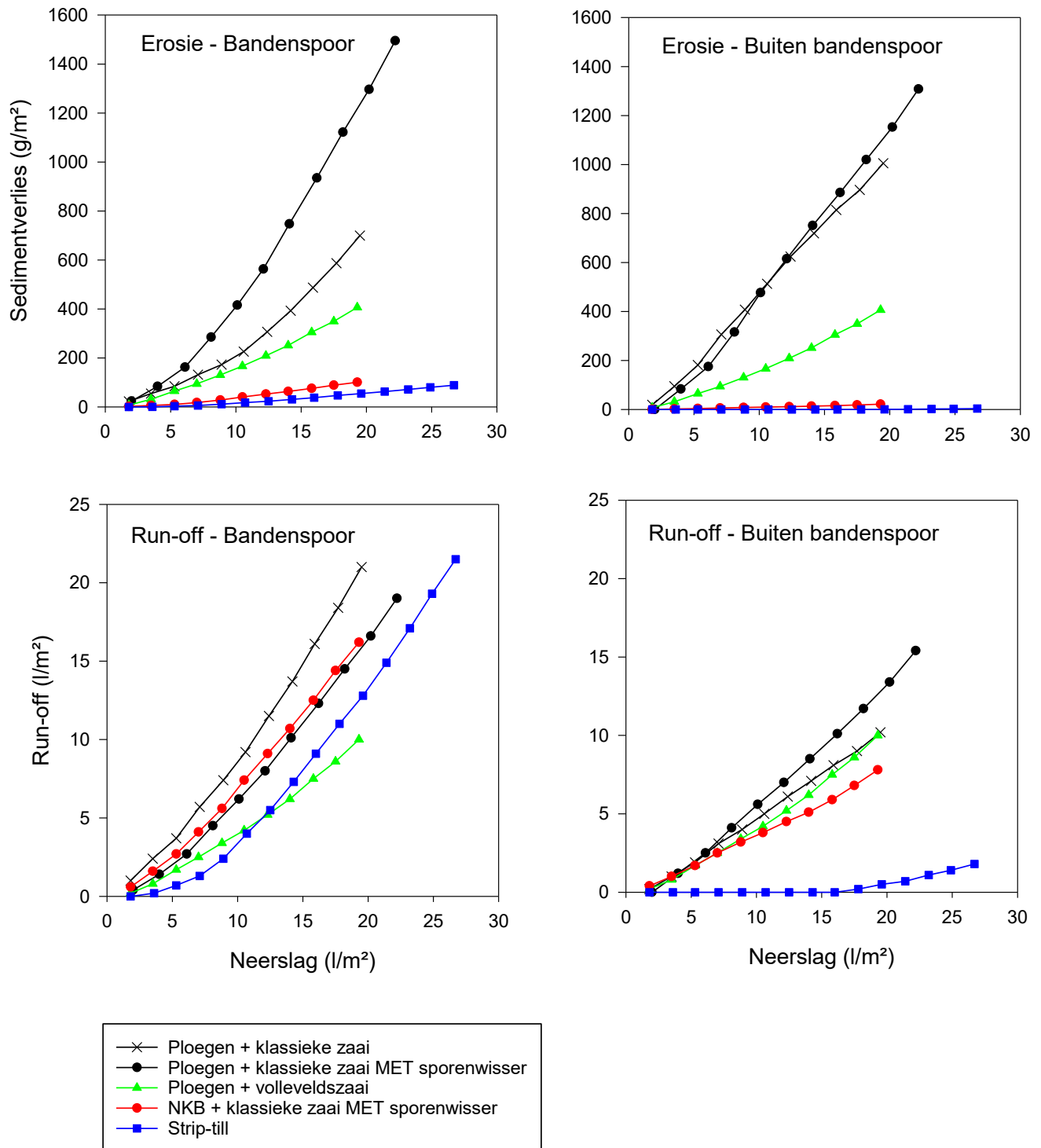
Figuur 1-21: Enkele voorbeelden van de bodembedekking op 17-18 juni 2019. Bovenaan van links naar rechts behandelingen Ploegen + klassieke zaai en Ploegen + volleldszaai. Onderaan van links naar rechts NKB + klassieke zaai en strip-till.

Het resultaat van de bepaling van de bodembedekking staat weergegeven in figuur 1-22. In de geploegde behandelingen zijn zoals verwacht bijna geen gewasresten aanwezig op het bodemoppervlak. Bij NKB en strip-till wel. Figuur 1-21 geeft de indruk dat er nog veel onkruidgras aanwezig is. Het onkruidgras was op het moment van bepaling van de bodembedekking reeds doodgespoten via de gewone onkruidbestrijding in maïs. De bestrijding was totaal, maar dit was op de foto's nog niet zichtbaar. Er werden verder geen onkruiden geobserveerd. Het gewas in NKB + klassieke zaai had een significant betere dekking van de bodem dan in ploegen + volleldszaai. Het verschil was echter klein en weinig betekenisvol. Toch was het visueel op dat moment goed zichtbaar dat de gewasstand van de maïs in NKB + klassieke zaai iets beter was dan in de andere behandelingen. De totale bodembedekking was dubbel zo hoog bij NKB en strip-till dan bij de geploegde behandelingen. De bodem was dus minder goed bedekt en minder beschermd tegen erosie in de geploegde behandelingen.



Figuur 1-22: Gemiddelde bodembedekking (\pm standaardfout) op 17 en 18 juni 2019, rondom de veldjes waar de regenvalsimulaties werden uitgevoerd. De tellingen van Ploegen + klassieke zaai met en zonder sporenwisser werden samengevoegd ($n=16$). Voor de andere behandelingen zijn er $n=8$ herhalingen. Significante verschillen in bodembedekking door gewasresten (incl. afgedode onkruiden), gewas en totale bodembedekking (Scheffé, $p<0,05$) zijn aangeduid met een verschillende letter.

In Figures 1-23 en 1-24 worden run-off en sedimentverlies van de regenvalsimulaties op respectievelijk 17 en 18 juni 2019 weergegeven. De aanwezigheid van een bandenspoor had duidelijk een invloed op de run-off en erosie. Daarom werden de data opgesplitst tussen posities beïnvloed door het bandenspoor en de posities zonder bandenspoor. In de behandeling met vollevels zaaien, maken we voor deze behandeling geen onderscheid. De curves die in de grafieken staan bij bandenspoor en buiten bandenspoor zijn voor deze behandeling identiek.



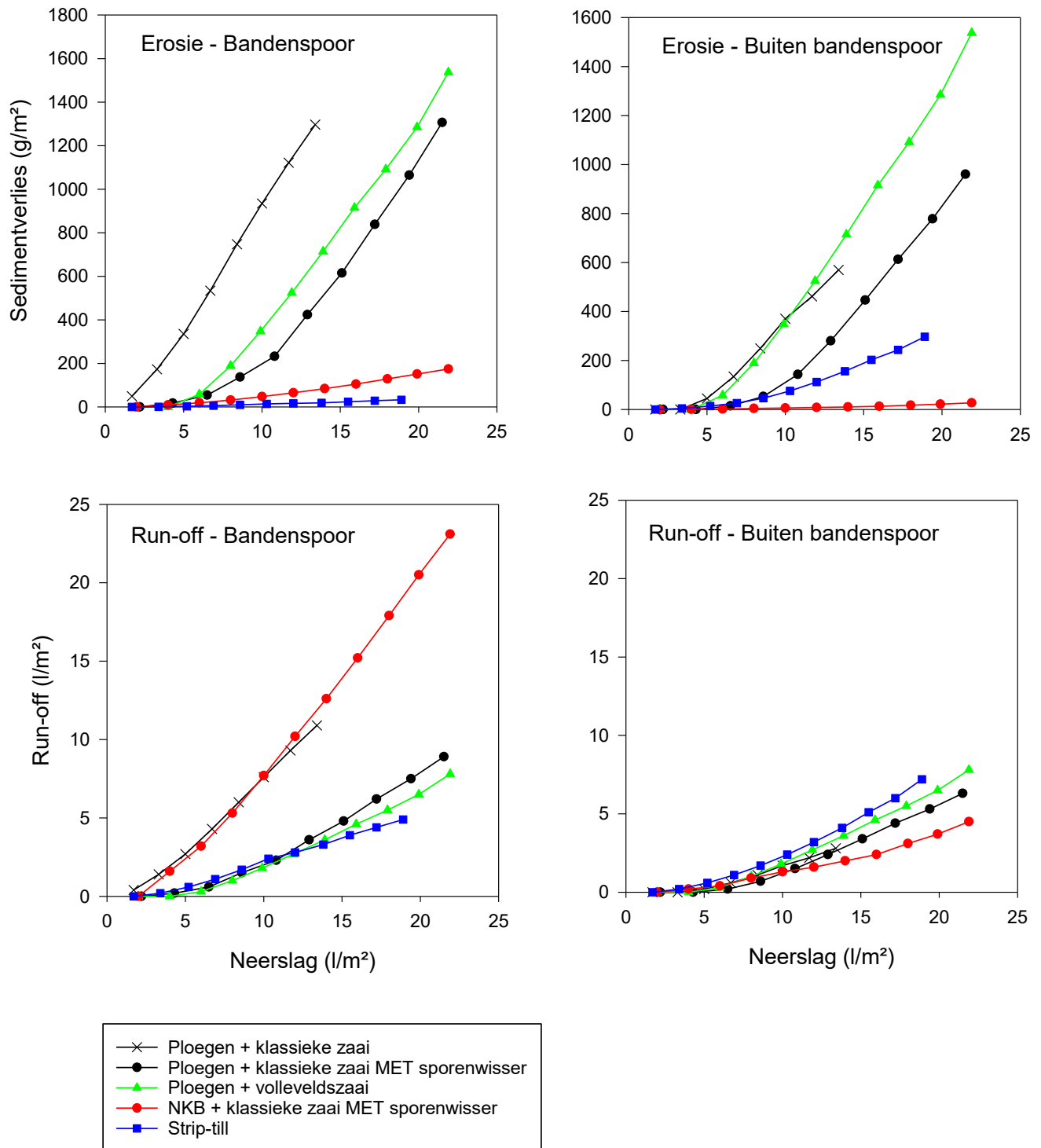
Figuur 1-23: verloop van de run-off en sedimentverliezen in functie van de neerslag gesimuleerd op 17 juni 2019. Er werd onderscheid gemaakt tussen run-off en erosie in een bandenspoor en run-off en erosie waar geen bandenspoor aanwezig is.

In figuur 1-23 valt onmiddellijk op dat het sedimentverlies bij de behandelingen strip-till en niet-kerende bodembewerking zeer beperkt zijn in vergelijking met de geploegde behandelingen. Dit zowel in het bandenspoor als daarbuiten. Er is hierbij weinig of geen verschil in sedimentverlies tussen strip-till en niet-kerende bodembewerking. In de run-off in het bandenspoor daarentegen zijn er nauwelijks verschillen tussen de behandelingen. In de run-off buiten het bandenspoor is

enkel de run-off van strip-till erg laag en is er weinig verschil tussen de andere behandelingen. Dit geeft aan dat er behalve bij strip-till buiten het bandenspoor geen verschillen werden gecreëerd in afstroming van hoeveelheid water, maar wel in de sedimentconcentratie van dat afstromende water. Vermoedelijk zorgt de bodembedekking/organische stof aan het bodemoppervlak bij niet-kerende bodembewerking en strip-till ervoor dat de snelheid van het afstromende water lager is en dus minder sediment meesleurt.

Vollevelds zaaien verlaagt het sedimentverlies in vergelijking met de klassieke zaai, maar is veel minder efficiënt in erosiereductie dan niet-kerende bodembewerking en strip-till. Run-off was slechts beperkt lager dan in de andere geploegde behandelingen.

Het gebruik van de sporenwisser had geen effect op run-off en zoals verwacht ook geen effect op sedimentverliezen buiten het bandenspoor, aangezien er geen verschil was tussen deze behandelingen op deze positie. Onverwacht was het sedimentverlies hoger in het bandenspoor wanneer een sporenwisser werd gebruikt. Wellicht is dit te wijten aan het feit dat er reeds geulerosie was ontstaan voor de regenvalsimulaties, zowel waar een sporenwisser was gebruikt als waar geen sporenwisser was gebruikt. Op de posities waar geen sporenwisser werd gebruikt, waren deze echter een pak dieper en breder (zie figuur 1-18). Mogelijk had het afstromende water hier al zodanig diepe geulen uitgesneden dat de makkelijk erodeerbare bodem weg was, daar waar dit niet het geval was op de posities waar een sporenwisser werd gebruikt.



Figuur 1-24: verloop van de run-off en sedimentverliezen in functie van de neerslag gesimuleerd op 18 juni 2019. Er werd onderscheid gemaakt tussen run-off en erosie in een bandenspoor en run-off en erosie waar geen bandenspoor aanwezig is.

De regenvalsimulaties van de tweede meetdag (figuur 1-24) geven voor strip-till en niet-kerende bodembewerking een gelijkaardige resultaat als bij de eerste meetdag. Er kan met beide technieken sterk in erosie gereduceerd worden ten opzichte van ploegen. Buiten het bandenspoor scoort niet-kerende bodembewerking wel beter dan strip-till. Vollevelszaai had buiten het bandenspoor geen enkel erosiereducerend effect ten opzichte van klassieke zaai. Het resultaat van het al dan niet

gebruiken van een sporenwisser had op de 2^e meetdag een omgekeerd effect dan op de eerste meetdag. Maar aangezien dit buiten het bandenspoor ook het geval was, kan dit gerelateerd zijn aan de positie van het erosieveldje. Run-off buiten de bandensporen was niet verschillend tussen de behandelingen. Run-off was sterk hoger in het bandenspoor van niet-kerende bodembewerking en ploegen + klassieke zaai zonder sporenwisser dan bij de andere behandelingen.

In conclusie kunnen we stellen dat de verschillen in run-off tussen de behandelingen relatief beperkt blijven, maar dat de sedimentconcentratie in het afstromende water bij de niet-kerende bodembewerking en strip-till sterk lager is. Vermoedelijk kunnen de gewasresten van het afgedode gras het losmaken van bodemdeeltjes door afstromend water verhinderen. Het effect van volleveldszaai is niet éénduidig. Op dag 1 was er een duidelijke erosiereductie ten opzichte van ploegen, op dag 2 waren nauwelijks verschillen. Het gebruik van de sporenwisser had een zeer groot effect op de geulerosie die ontstond tussen zaai en het tijdstip van de regenvalsimulaties (zie eerder bij geulerosie). Met de regenvalsimulaties zelf kon echter geen duidelijk onderscheid meer gemaakt worden tussen het zaaien met en zonder sporenwisser. Het effect van de behandeling is verdwenen op dit moment.

1.6 Gewasontwikkeling en erosie: observaties 29 juli 2019

Bij een bezoek aan het proefveld op 29 juli 2019, werd vastgesteld dat dat er visueel weinig verschillen waren te merken tussen gewashoogte en kleur van stengel en blad tussen de behandeling op de behandeling ploegen + volleveldszaai, specifiek in blok D na (kleikop). Op deze laatste positie was de gewaslengte zeer onregelmatig en was een duidelijk N-gebrek merkbaar. Veel maïsplanten waren op deze positie niet groter dan anderhalve meter (zie figuur 1-25).



Figuur 1-25: Zicht op behandeling ploegen + volleveldszaai ter hoogte van blok D op 29 juli 2019.

Het was duidelijk dat de bodem verder bleef eroderen in de maanden juni en juli, met wel duidelijke visuele verschillen tussen de behandelingen. Dit wordt geïllustreerd in figuur 1-26. In de behandeling ploegen + klassieke zaai, werden de geulen in bandensporen en zaailijnen duidelijk dieper. In de zaailijnen was op veel plaatsen goed te merken dat maïswortels bloot kwamen te liggen; zowel de oudere verdikte wortels als haarwortels. In de behandeling ploegen + volleveldszaai waren eveneens geulen aanwezig, maar deze waren meer verspreid, korter en duidelijk minder diep. Er werden wel geulen langsheen de planten gevonden, maar geen bloot gespoelde maïswortels. Tussen de twee behandelingen met niet-kerende bodembewerking waren

weinig verschillen. Geulerosie was beperkt en leek niet sterker te zijn dan bij de observatie op 18 juni. Het gras was duidelijk volledig afgedood, maar bedekte nog gedeeltelijk het bodemoppervlak. Het was duidelijk dat run-off plantenresten meegesleurd had over het bodemoppervlak, maar dat hierbij waarschijnlijk weinig of geen erosie was ontstaan. Bij strip-till was er een gelijkaardig beeld, maar waren wel meer plantenresten van het gras aanwezig op het bodemoppervlak. Verspreid kon bij strip-till in de zaalijnen toch een geul worden vastgesteld. Meestal waren deze weliswaar ondiep en kort.



Ploegen + klassieke zaai



Ploegen + vollelevelszaai



Niet-kerende bodembewerking + klassieke zaai



Niet-kerende bodembewerking + vollefeldszaai



Strip-till

Figuur 1-26: Zicht op de behandelingen in blok A op 29 juli 2019.

In figuur 1-27 wordt een beeld gegeven van een sproeispoor in de behandeling ploegen + klassieke zaai. We kunnen zoals eerder aangehaald de geulerosie in de sproeispooren niet objectief vergelijken tussen de behandelingen, maar de foto illustreert heel duidelijk dat de geul in deze behandeling nog verder werd uitgediept en breder werd. Op sommige plaatsen werd dit een geul van >30 cm breed en tot 18-20 cm diep. In de sproeispooren in andere behandelingen waren ook duidelijk geulen aanwezig, maar niet zo dramatisch als bij de behandeling ploegen + klassieke zaai. De lage pH en het laag C-gehalte maakten dat perceel wellicht extra gevoelig was voor erosie.



Figuur 1-27: Zicht op een sterk uitgespoeld sproeispoor in de behandeling Ploegen + klassieke zaai in blok A op 29 juli 2019.

1.7 Opbrengstbepaling

Op 26 september 2019 werd de opbrengst bepaald van de veldproef. In de behandelingen NKB, ploegen en strip-till werd 1 vlak handmatig gekapt van 7,5 m² (2 rijen x 5 m) per behandeling en per blok. In de 2 behandelingen met volleldszaai werd 1 vlak gekapt van 12 m² 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 (DS). Het DS-gehalte werd bepaald door het substaal gehakselde maïs 72 uur te drogen in een droogstoof bij 70°C.

De opkomst in de behandelingen strip-till en ploegen + volleldszaai in blok D was zeer slecht en de groei van de opgekomen planten bleef achter. Ook bij oogst was de opbrengst erg mager in vergelijking met de andere blokken van dezelfde behandelingen. Omdat het visueel erg duidelijk was dat dit op een plek was overeenkomstig met de kleikop in het perceel (zie eerder), werden de opbrengstcijfers van deze 2 behandelingen in blok D niet opgenomen in de statistische analyse.

Plantdichtheid en DS-opbrengst werden statistisch getest met een two-way ANOVA met hoofdfactoren Blok en behandeling. Het DS-gehalte vertoonde geen homoscedasticiteit. Het DS-gehalte werd daarom niet-parametrisch uitgevoerd. Er werden geen significante verschillen vastgesteld in DS-gehalte. De plantdichtheid vertoonde ook geen significante verschillen (parametrisch getest) (Tabel 1-7), al is het wel opvallend dat de plantdichtheid in NKB + klassieke zaai hoger is dan bij de andere behandelingen.

Tabel 1-7: Overzicht van de gemiddelde plantdichtheid en gewasopbrengst (\pm standaardfout) per behandeling op 26 september 2019. Er werden geen significante verschillen gevonden in plantdichtheid (two-way ANOVA, Tukey HSD-test $p < 0,05$), DS% (non-parametrisch, Kruskal-Wallis $p < 0,05$) en DS-opbrengst (two-way ANOVA, Tukey HSD-test $p < 0,05$). Enkel in de opbrengst werden significante verschillen gevonden. Deze zijn aangeduid met een verschillende letter.

Behandeling	Plantdichtheid	DS-gehalte	DS-opbrengst	Relatieve opbrengst t.o.v. Referentie	
	#/ha	%	kg DS/ha		%
Ploegen + klassieke zaai (=Referentie)	94 333 ($\pm 2 396$)	34,9 ($\pm 0,8$)	17 381 (± 385)	ab	100
Ploegen + volleldszaai	90 883 ($\pm 6 787$)	35,1 ($\pm 0,4$)	15 117 (± 222)	a	87
NKB + klassieke zaai	102 667 ($\pm 1 886$)	36,4 ($\pm 0,4$)	17 629 (± 353)	b	101
NKB + Volleldszaai*	85 000 ($\pm 7 014$)	34,4 ($\pm 1,4$)	17 236 (± 998)	ab	99
Strip-till	85 778 ($\pm 3 111$)	37,2 ($\pm 1,9$)	16 945 (± 641)	ab	97
p-waarde	0,143	0,469	0,037		

De DS-opbrengst (parametrisch gestest) is enkel significant verschillend tussen Ploegen + volleldszaai en NKB + klassieke zaai. De opbrengsten vertonen de trend Ploegen + volleldszaai < strip-till < NKB + volleldszaai < Ploegen + klassieke zaai < NKB + klassieke zaai. De verschillen blijven echter vrij beperkt tussen de behandelingen die niet significant verschillend zijn. De volleldszaai doet het blijkbaar iets slechter dan de klassieke zaai in zowel ploegen als niet-kerende bodembewerking. Dit kan te wijten zijn aan een lager plantenaantal. Dat ploegen + volleldszaai en strip-till het slechter doen dan de andere behandelingen kan ook (gedeeltelijk) te wijten zijn aan de bemesting. Bij controle na aanleg van de proef bleek er een verschil in mestamenstelling tussen de mestvaten te zijn. De behandelingen ploegen + volleldszaai en strip-till kregen hierdoor 27 kg werkzame N/ha en 81 kg P_2O_5 /ha minder toegediend dan de andere behandelingen (zie eerder). Gezien het perceel erg arm is aan fosfor, kan dit verschil in fosfobemesting meegespeeld hebben. Het is dus moeilijk de minderopbrengst van deze 2 behandelingen toe te wijzen aan louter en alleen de verschillen in behandeling. De behandeling ploegen + klassieke zaai werd naargelang de positie bemest met 2 verschillende mestamenstellingen. De opbrengstbepaling van de behandeling ploegen + klassieke zaai werd expliciet genomen in dat deel van de behandeling die werd bemest met de mest met hoge P en N-inhoud.

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 bevindingen van 2016, 2017 en 2018 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.

Zowel niet-kerende bodembewerking als strip-till leidden tot een sterke reductie van de erosie ten opzichte van ploegen in deze veldproef. Er lijken wel verschillen te zijn tussen beide technieken naargelang de positie in het veld en al dan niet in een bandenspoor, maar dit is niet eenduidig genoeg om de ene dan wel andere techniek als meer erosiereducerend te beschouwen. Bij niet-kerende bodembewerking werd heel duidelijk vastgesteld dat er veel minder geulerosie was dan bij ploegen. Bij strip-till waren zo goed als geen geulen aanwezig. Daar waar er toch kleine geultjes waren, waren ze te klein om op te meten. Het C-gehalte van de bouwvoor was laag in dit perceel (0,9%), door ploegen werd het C-gehalte van de toplaag zelfs <0,7%! Voor niet-kerende bodembewerking en strip-till was het C-gehalte 0,91% en 1,08%. Dit had zeker zijn weerslag in het spectaculaire effect van de bodembewerkingen op de geulerosie.

Omwille van de verschillen in bemesting is het moeilijk een besluit te vormen over de opbrengst. Desondanks kunnen we aannemen dat strip-till niet leidde tot een opbrengstdaling. De opbrengst van strip-till en ploegen + klassieke zaai was niet significant verschillend, terwijl strip-till minder nutriënten toegediend kreeg via de drijfmest. Met niet-kerende bodembewerking (en klassieke zaai) worden dezelfde opbrengsten gehaald als bij ploegen (met klassieke zaai).

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

Volleveldszaai lijkt de erosie wel te kunnen reduceren, maar dit is veel beperkter dan bij strip-till of niet-kerende bodembewerking. Bij volleveldszaai waren duidelijk geultjes aanwezig, maar we konden deze niet opmeten omdat deze samenvielen de aandruklijnen door de wieltjes van de zaakouters (en we weten niet hoe diep deze waren vlak na de zaai). De gewasopbrengst lag bij volleveldszaai lager dan bij klassieke zaai, zowel na ploegen als niet-kerende bodembewerking. Dit kan te wijten zijn aan een lagere plantdichtheid (te weinig zaden gezaaid met de zaaimachine) en specifiek na ploegen ook als gevolg van een verschil in bemesting door een andere samenstelling van de drijfmest. De verschillen tussen klassieke zaai en volleveldszaai zijn ook niet significant. Daarom nemen we aan dat er geen bewijs is voor verschillen in gewasopbrengst als gevolg van de verschillende zaaiwijze.

2. Zijn sporenwissers een hulp bij het voorkomen van erosie in bandensporen van de zaaimachine?

Sporenwissers hebben een sterk erosiereducerend vermogen in bandensporen. Op basis van het opmeten van geulen in bandensporen vonden we bij ploegen een erosiereductie van 77% en een erosiereductie van 57% bij niet-kerende bodembewerking.

2 Zaaiui Mater: niet-kerende bodembewerking en bedekking bodem door groencompost

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

2.1 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 de bedekking van de bodem door groencompost 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 speelt het bedekken van de bodem met compost 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 het toedienen van compost hierbij?

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 Zwalm. Het gros van de percelen zijn leempercelen in en rondom Zwalm. De veldproef zelf was gelegen te Mater (deelgemeente van Oudenaarde).

Het landbouwbedrijf teelt in hoofdzaak vollegrondsgroenten. Op het bedrijf worden ook varkens gehouden. 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.

2.2.2 Bodemkenmerken en bodemverdichting op 8 april 2019

Regio: Vlaamse Ardennen

Bodemtextuur: Leem

Bodemkaart: onderaan perceel: Abp(c) (droge leembodem zonder profiel), midden perceel: AbB (droge leembodem met textuur B of structuur B horizont); bovenaan perceel: Aba1 (droge leembodem met textuur B horizont)

Erosieklasse: rood

Voorvrucht: wintertarwe

Groenbedekker/vanggewas: facelia en wikke

Helling perceel: 13-14%

Kaartje hoogtelijnen (proefperceel is aangeduid met groene rand):



Het perceel waar de veldproef werd uitgevoerd heeft een leemtextuur en is gecatalogeerd als hoog erosiegevoelig perceel (rood). Op dit perceel stond in 2018 wintertarwe. Nadien werd als vanggewas een groenbedekkersmengsel van facelia en wikke ingezaaid. Eind februari 2019 werd de groenbedekker geklepeld en half april ingewerkt met een vaste tandcultivator van Steeno (10-15 cm diep) (Figuur 2-1).

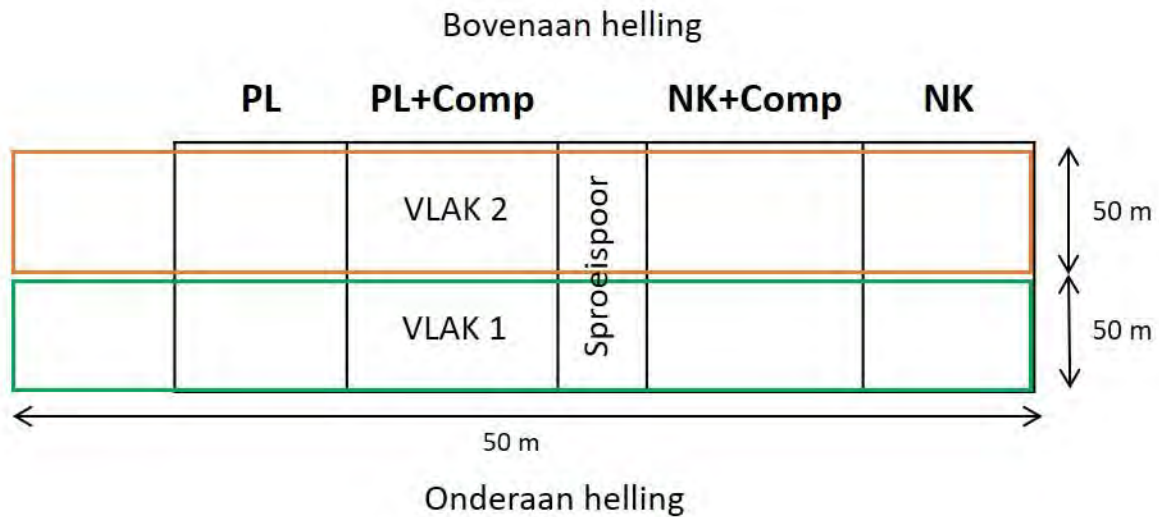


Figuur 2-1: Overzicht van het perceel (links) en detail van groenbedekkersmengsel na klepelen (rechts) op 8 april 2019.

De veldproef werd onderverdeeld in 4 behandelingsstroken van 6 tot 9m breedte en loodrecht daarop 4 blokken, nl. blok A, B, C en D. 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 2 verschillende vlakken, nl.

vlak 1 en 2. In deze vlakken liggen meerdere blokken van meerdere behandelingsstroken (Figuur 2-2).

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 2 vlakken werd ook het gravimetrisch vochtgehalte tot 60 cm diep bepaald (één steek per vlak).



Figuur 2-2: Proefplan van de veldproef zaaiui te Mater, 2019. Voor de metingen met de penetrologger werd het proefveld onderverdeeld in 2 vlakken, nl. vlak 1 (groen) en 2 (oranje). Zie verder voor verklaring afkorting behandelingen.

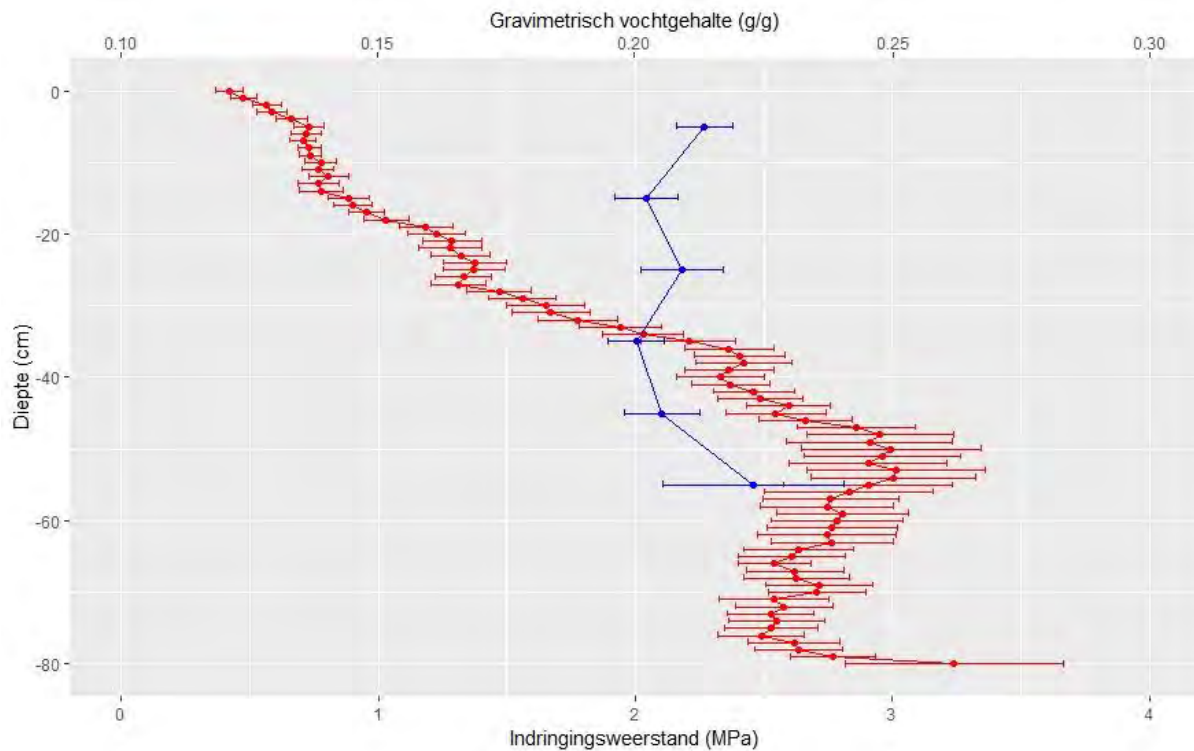
In Tabel 2-1 **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** wordt een overzicht gegeven van de chemische bodemtoestand op 8 april 2019. Het minerale stikstofgehalte is in vlak 1 tot 3 keer hoger dan in vlak 2. Door het afsterven van de groenbedekker de in het gewas vastgelegde stikstof opnieuw vrij in de bodem. Het koolstofgehalte bevindt zich onder de streefzone. De bodemzuurtegraad ligt net op de ondergrens van de streefzone.

Tabel 2-1: Overzicht van de hoeveelheid minerale N ($\text{NO}_3\text{-N}$ en $\text{NH}_4\text{-N}$) in het bodemprofiel (0-60 cm), de bodemzuurtegraad en koolstofgehalte van de bouwvoor (0-30 cm) in vlakken 1 en 2. De streefwaarden voor leemgrond werden overgenomen van Maes et al. 2012⁵.

Vlak	Diepte (cm)	N_{min} (kg/ha)	pH-KCl	OC ⁽¹⁾ (%)
1	30	169	6,7	1,2
	60	72		
2	30	58	6,6	0,9
	60	20		
Streefzone		-	6,7-7,3	1,2-1,6

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

Voor de 2 vlakken werden voor indringingsweerstand en gravimetrisch vochtgehalte een gelijkaardig verloop in functie van de diepte opgetekend. Bijgevolg werd in Figuur 2-3 de gemiddelde indringingsweerstand en het gemiddeld gravimetrisch vochtgehalte van alle metingen samen weergegeven.



Figuur 2-3: De gemiddelde indringingsweerstand (n=20) en gravimetrisch vochtgehalte (n=2) (\pm standaardfout) van alle metingen over de 2 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.

⁵ 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.

Uit het penetrogram blijkt dat de indringingsweerstand gestaag toeneemt tot 50 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 0,21 (bij 0-10 cm diepte) tot 0,20 g/g (bij 30-40 cm diepte) en neem nadien opnieuw toe tot 0,22 g/g (bij 50-60 cm diepte).

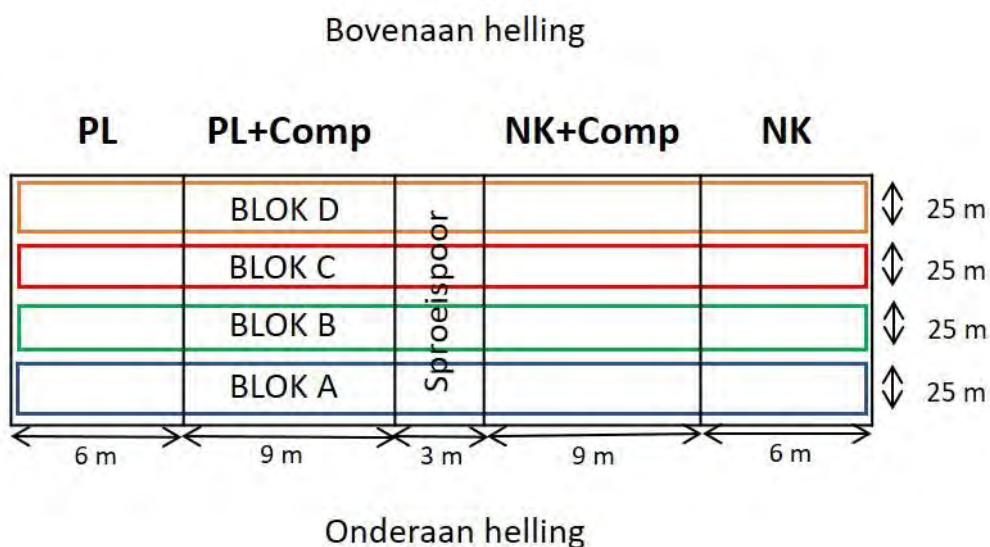
Er wordt aangenomen dat wortels moeilijk doorheen een laag kunnen breken als de indringingsweerstand meer dan 3 MPa bedraagt. In het bodemprofiel van het proefperceel wordt deze grens nergens overschreden uitgezonderd op 80 cm diepte.

De bodemzuurtegraad bevindt zich op de ondergrens van 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 nergens overschreden en zodoende nemen we aan dat de wortelgroei niet wordt gehinderd.

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). De regenvalsimulaties werden uitgevoerd in blok C (Figuur 2-4).



Figuur 2-4: Proefplan van de veldproef zaaiui te Mater, 2019. De proef bestaat uit 4 stroken van 6 tot 9m breedte. De lettercode geeft de verschillende behandelingen per strook aan (paragraaf 2.3.2). In blok C werden regenvalsimulaties uitgevoerd op 7 mei 2019.

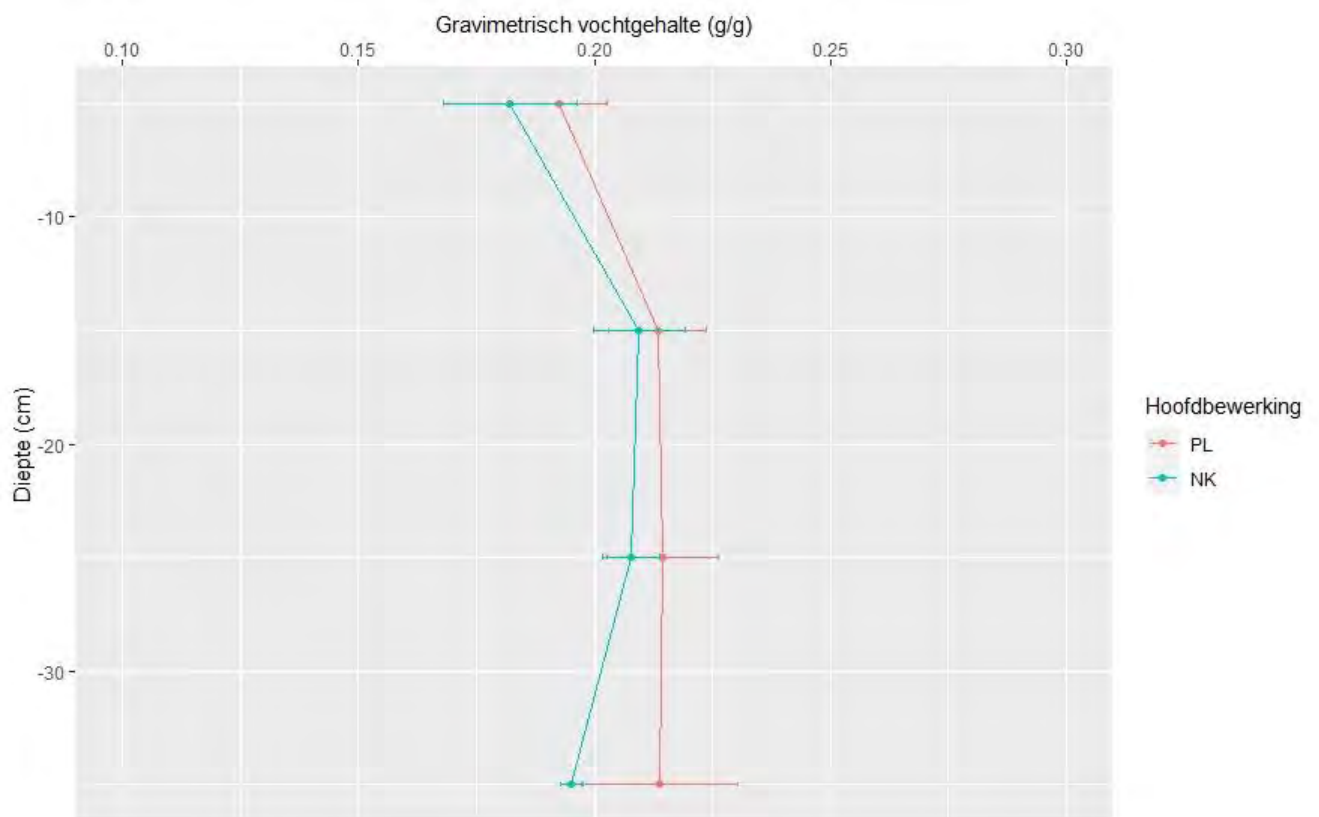
In Tabel 2-2 wordt het logboek van de activiteiten in deze veldproef weergegeven. De behandelingen worden verder in de tekst toegelicht onder paragraaf 2.3.2.

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

Datum uitvoering	Handeling	Opmerking
27/02/2019	Bewerking	mechanisch vernietigen EAG mengsel facelia/wikke (klepelen, licht inwerken, maken vals zaaibed)
30/03/2019	Bemesting	toedienen Haspargit 11-0-19 aan 1000 kg/ha
10/04/2019	Bewerking	doodspuiten EAG mengsel facelia/wikke met totaalherbicide (afdoden kiemende onkruidzaden)
8/04/2019	Bewerking	metingen met penetrologger en bepaling gravimetrisch vochtgehalte
8/04/2019	Staalname	Nmin, pH, %C (0-30 cm) en Nmin (30-60 cm)
16/04/2019	Bewerking	breken grond met Steeno vaste tandcultivator (10-15 cm diep)
17/04/2019	Uitzetten proef	
17/04/2019	Bewerking	ploegen met 4-schaar Steeno (30-33 cm diep)
19/04/2019	Bewerking	zaaibedbereiding met rotoreg (5 cm diep, 1000 tpm), in combinatie met kooirol en platte rol
19/04/2019	Staalname	bepaling gravimetrisch vochtgehalte (0-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm, 30-40 cm) in objecten met hoofdbewerking ploegen en niet-kerend
21/04/2019	Zaai	ras: Paradiso (Hazera); 12 enkele rijen per werkbreedte van 3m; 3,1 eenheden per ha
24/04/2019	Beoordeling	bodembedekking en bodemruwheid direct na zaai
29/04/2019	Behandeling	toepassen groencompost vanuit sproeispoor over lengte van 100m met schijvenstrooier; 4,6 ton toegepast B 15 m x L 180 m (dosis: 17 ton/ha; 29 m ³ /ha)
7/05/2019	Beoordeling	visuele erosie (score) & bodemruwheid
7/05/2019	Beoordeling	regenvalsimulaties & bodembedekkingsgraad (kader)
12/05/2019	Beoordeling	opkomstbepaling
15/05/2019	Beoordeling	opkomst per plot (tellen 2 lm van 3 enkele rijen) + gewashoogte (10 planten per plot)
7/06/2019	Beoordeling	gewasbeoordeling (10-12 cm hoog) + visuele erosie (score)
27/06/2019	Beoordeling	bedekkingsgraad ui en onkruid (%) + gewasbeoordeling (volume, uniformiteit, gewashoogte) + visuele erosie (score)
24/07/2019	Beoordeling	bedekkingsgraad ui en onkruid (%) + gewasbeoordeling (volume, uniformiteit, gewashoogte)
21/08/2019	Beoordeling	bedekkingsgraad ui en onkruid (%) + gewasbeoordeling (volume, uniformiteit, gewashoogte) + % gestreken
11/09/2019	Beoordeling	gewasbeoordeling (boldikte) + % gestreken
2/10/2019	Staalname	Nmin (0-30 cm en 30-60 cm) in objecten met hoofdbewerking ploegen en niet-kerend
11/10/2019	Oogst	per plot 2x 2lm over werkbreedte van 3m (enkel in objecten met hoofdbewerking ploegen)
21/10/2019	Beoordeling	opbrengst en kwaliteit (sorteren op kaliber)

Op het tijdstip dat de zaai werd uitgevoerd (19 april 2019), werd het gravimetrisch vochtgehalte van het bodemprofiel bepaald in de behandelingen ploegen en niet-kerende bodembewerking (Figuur 2-5). Over het volledige bodemprofiel waren de verschillen tussen de geploegde en niet-kerende behandelingen klein. Het vochtgehalte bij de behandeling ploegen neemt toe van 0,19 tot 0,21 g/g in de 0-20 cm bodemlaag en blijft nadien quasi constant tot 40 cm diepte. Bij de behandeling niet-kerend is de toplaag droger, het vochtgehalte neemt toe tot 0,21 g/g bij 10-20 cm diepte om nadien af te nemen tot minder dan 0,20 g/g op 30-40 cm diepte.

Ten opzichte van 8 april (Figuur 2-3) werd een lichte daling in het vochtgehalte in de bouwvoor (0-30 cm) vastgesteld.



Figuur 2-5: Gravimetrisch vochtgehalte (n=2; mengstaal van minstens 7 steken) in de bodem op het tijdstip van zaai in behandelingen ploegen en niet-kerende bodembewerking (19 april 2019).

In Tabel 2-3 wordt een overzicht gegeven van de gemiddelde maandelijkse temperatuur en totale maandelijkse neerslag in 2019 (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 teelstizoen van 2019 werd gekenmerkt door een droog voorjaar, uitgezonderd de maand juni dat als nat kan bestempeld worden, gevolgd door een zeer droge zomer. De gemiddelde maandelijkse temperatuur in de periode april tot oktober was tot 3,2 °C hoger en de maandelijkse totale neerslag tot 53,7 mm lager in vergelijking met de normalen.

Tabel 2-3: Overzicht van de gemiddelde maandelijkse temperatuur en maandelijkse totale neerslag in 2019 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 2019 (°C)	Afwijking van normalen (°C)	Jaar 2019 (mm)	Afwijking van normalen (mm)
April	11,8	2,4	30,0	-18,1
Mei	13,2	-0,2	28,6	-32,7
Juni	19,2	3,2	99,6	27,5
Juli	20,4	2,2	21,8	-53,7
Augustus	19,9	1,9	32,8	-40,9
September	16,1	1,1	67,0	-3,2
Oktober	12,9	1,7	88,2	10,6

2.3.2 Beschrijving van de behandelingen

In het najaar, voor de inzaai van de groenbedekker, werd diep niet-kerend bewerkt met een Micheltand (20-25 cm diep). In alle behandelingen werd een niet-kerende bodembewerking uitgevoerd op 16 april met een Steeno vaste tand cultivator (10-15 cm diep) om de groenbedekker in te werken.

Behandelingen die vervolgens geploegd werden krijgen lettercode 'PL', de andere behandelingen lettercode 'NK'. Naargelang compost al dan niet werd toegediend krijgen de behandelingen de extra lettercode 'Comp' mee (na het '+' teken).

2.3.2.1 PL: ploegen - zaaibedbereiding met rotoreg

Op 17 april werd geploegd tot een diepte van 25 à 30 cm. De zaaibedbereiding, uitgevoerd op 19 april daags voor het inzaaien, bestond uit een bewerking met een rotoreg (ingesteld op 4 à 5 cm aan 1000 tpm) gevolgd door een kooirol en een verkruiemel/verdichtingsrol (Figuur 2-6).

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.

2.3.2.2 PL + Comp: ploegen - zaaibedbereiding met rotoreg + toedienen compost

Dezelfde werkzaamheden werden uitgevoerd als bij behandeling PL. Op 29 april, een week na het inzaaien, werd gecertificeerde groencompost toegepast vanuit het sproeispoor. De compost werd gespreid aan een dosis van ca. 30 m³/ha met een stalmestspreider met verticale walsen (type breedstrooier).



Figuur 2-6: Rotoreg gecombineerd met kooirol en een verdichtingsrol.

2.3.2.3 NK: niet-kerende bodembewerking - zaaibedbereiding met rotoreg

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.

Er werd enkel een ondiepe niet-kerende bodembewerking uitgevoerd met een Steeno vaste tand cultivator op 16 april (zoals in de geploegde behandelingen). De zaaibedbereiding werd uitgevoerd op 19 april, daags voor het inzaaien, met een rotoreg gecombineerd met een kooirol en een verkruiemel/verdichtingsrol.

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.

2.3.2.4 NK + Comp: niet-kerende bodembewerking - zaaibedbereiding met rotoreg + toedienen compost

Dezelfde werkzaamheden werden uitgevoerd als bij behandeling NK. Op 29 april, een week na het inzaaien, werd gecertificeerde groencompost toegepast vanuit het sproeispoor. De compost werd gespreid aan een dosis van ca. 30 m³/ha met een stalmestspreider met verticale walsen (type breedstrooier) (Figuur 2-7).



Figuur 2-7: Stalmestspreider met verticale walsen.

2.3.3 Bemesting en zaai

Eind maart werd het perceel breedwerpig bemest met 1000 kg/ha Haspargit 11-0-19 (Tabel 2-4). Er werd geen dierlijke mest opgevoerd.

Tabel 2-4. Overzicht van de toegediende meststoffen en toepassingstechniek ervan binnen de proef zaaiui.

Datum	Dosis	Meststof	Toepassingstechniek
30/03/2018	1000 kg/ha	NPK 11-0-19	Breedwerpig

Bij de zaai werd een Kuhn rotoeg met opbouwzaamachine van Kverneland Accord Miniair Nova gebruikt (Figuur 2-8). De rotoeg 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 2.3.2. Na de rotoeg werd de aarde aangedrukt met een platte rol (Figuur 2-8).

De werkbreedte van de opbouwzaamachine is 3 m. Per werkgang (3 m breed) worden in totaal 12 enkele 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 2-9).



Figuur 2-8: Detail van Kverneland Accord Miniair Nova opbouwzaamachine met rotoleg en platte rol (boven) en detail van de platte rol (onder)



Figuur 2-9: Cambridgerol vooraan de trekker als frontgewicht en om grond aan te drukken en te verkrumelen.

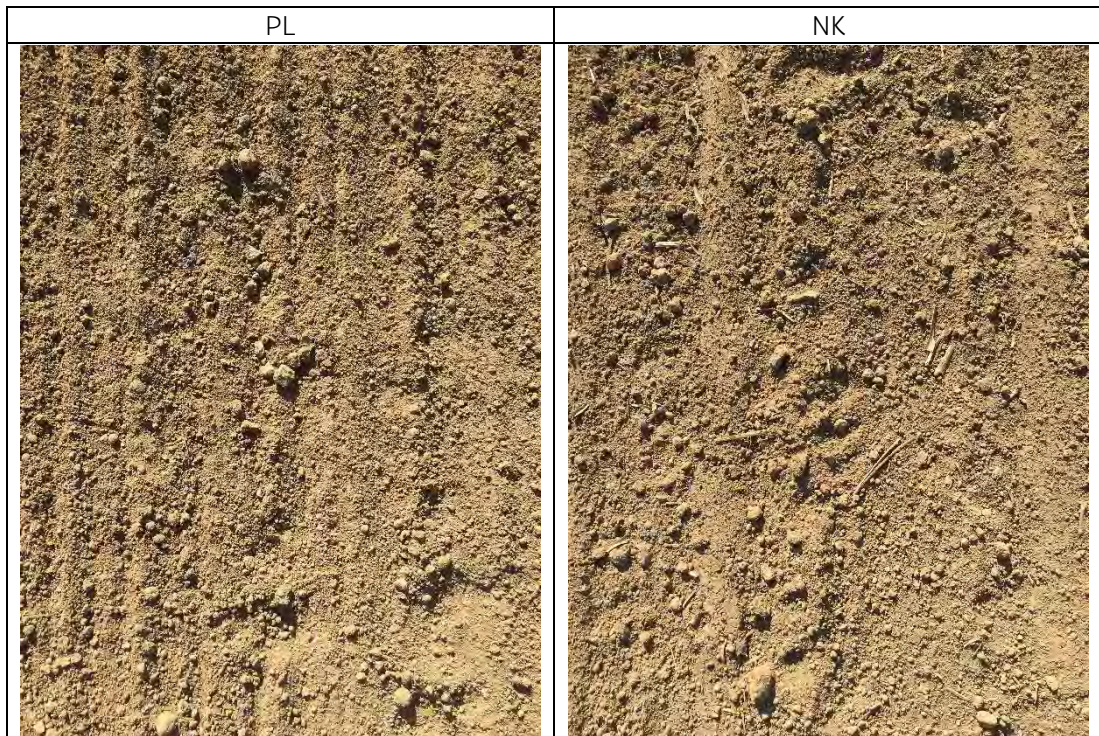
2.4 Bodembedkking en bodemruwheid

2.4.1 Bodembedkking

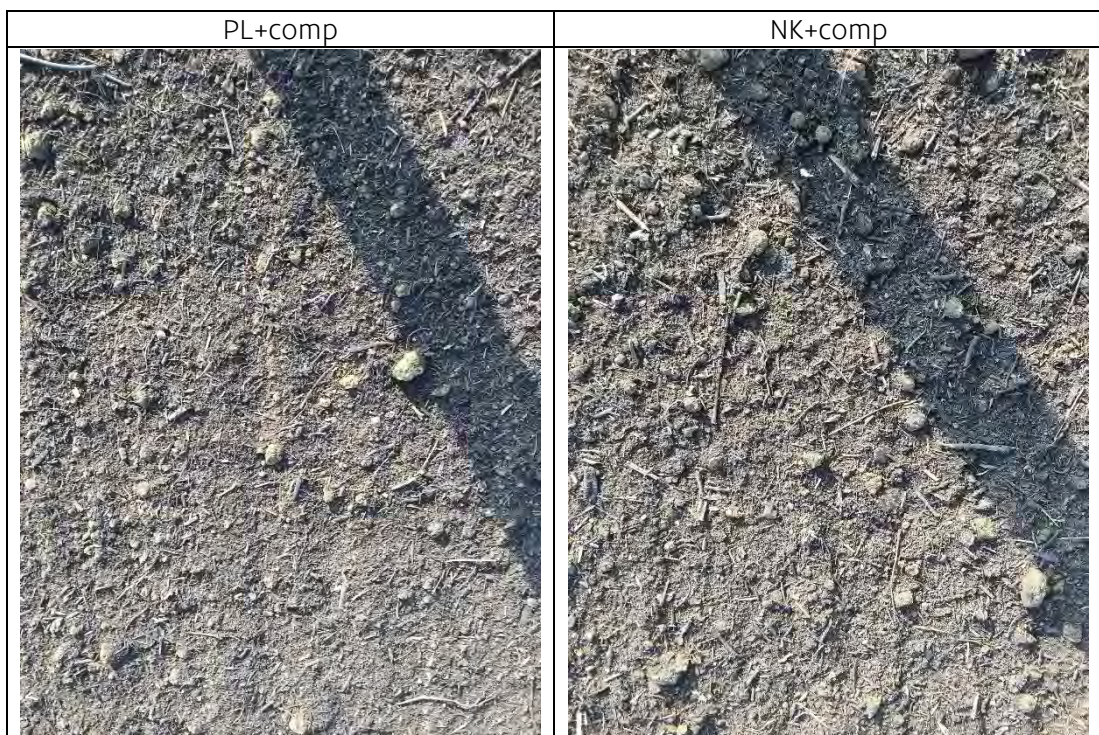
Erosie kan voorkomen worden door het bodemoppervlak voldoende te bedekken met gewasresten die bodemdeeltjes ophouden en de kracht van afstromend water temperen. Indien het bodembedekkingspercentage verhoogt is dit dus positief ter voorkoming van erosie.

Kort na de zaai werd op 24 april de bodembedkking visueel bepaald. In de behandelingen met hoofdbewerking ploegen waren geen gewasresten aan het bodemoppervlak aanwezig (Figuur 2-10). In de behandelingen met niet-kerend als hoofdbewerking waren beperkt gewasresten van groenbedekker facelia aanwezig (<5%).

Op 29 april, een week na het inzaaien, werd gecertificeerde groencompost aan een dosis van 30 m³/ha toegepast vanuit het sproeispoor. De compost werd homogeen uitgespreid en zorgde voor een goede bedekking (bedekkingsgraad van 95%) van het bodemoppervlak zowel in de behandelingen met hoofdbewerking ploegen als niet-kerend (Figuur 2-11).



Figuur 2-10: Bodembedekking door gewasresten voor behandelingen met hoofdbewerking ploegen (PL) en niet-kerend (NK) op 24 april 2019 (daags na zaai).



Figuur 2-11: Bodembedekking bij behandelingen met hoofdbewerking ploegen (PL+comp) en niet-kerend (NK+comp) na toedienen groencompost op 29 april 2019 (1 week na zaai).

2.4.2 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 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 op 24 april 2019. De verschillen in bodemruwheid tussen de geploegde en niet-kerende behandelingen waren klein (Figuur 2-12). Het zaaibed lag bij beide behandelingen fijn tot zeer fijn met hier en daar toch ook enkele grove kluiten (diameter 2 tot 10 cm).



Figuur 2-12: Bodemruwheid voor behandelingen met hoofdbewerking ploegen (PL) en niet-kerend (NK) 24 april 2019 (daags na zaai).

2.5 Gewasopkomst en onkruidtellingen

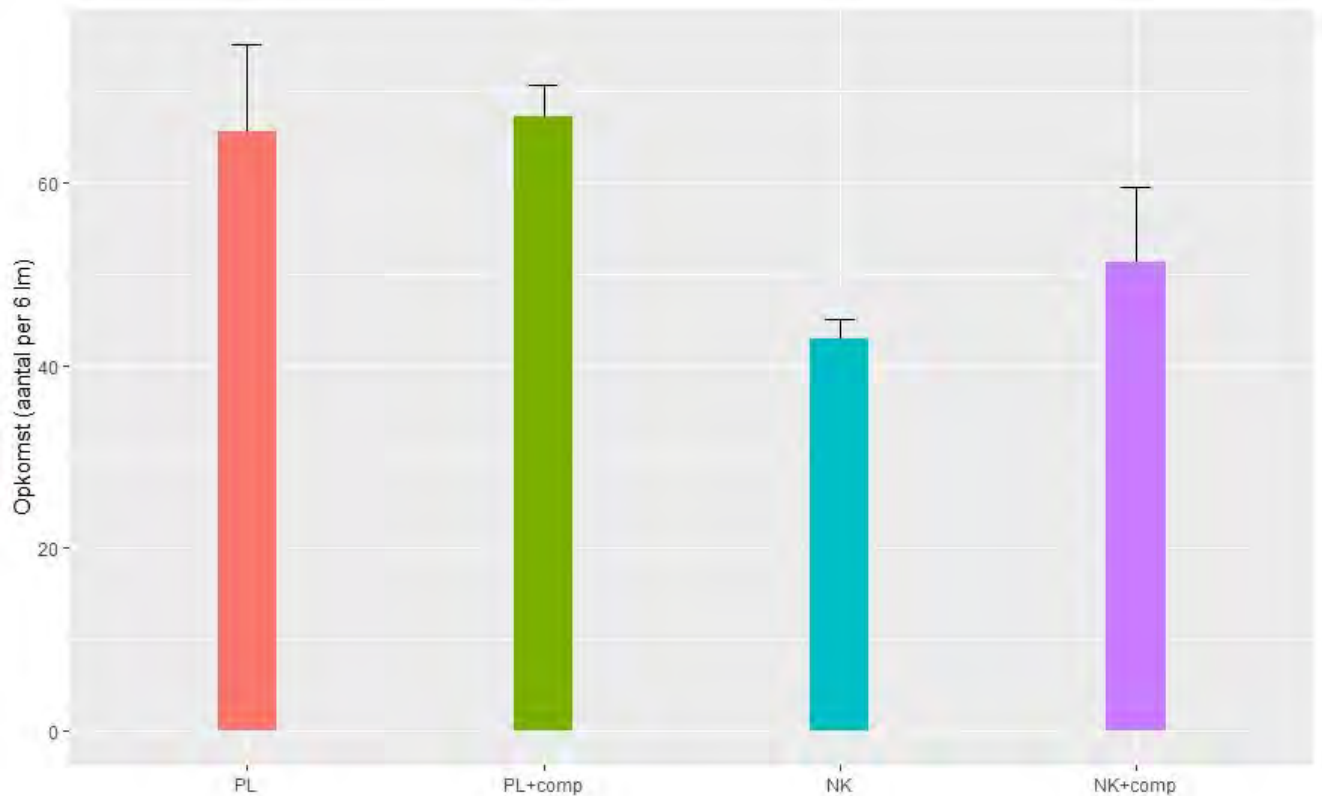
2.5.1 Gewasopkomst en -hoogte

Per plot (uitgezonderd in blok C) werd een schatting gemaakt van de opgekomen planten door in de (enkele) rijen 3x 2 lopende meter (1m) te tellen (Tabel 2-5).

Tabel 2-5: Opkomst in zaaiui (n=3) voor de behandelingen PL, PL+comp, NK en NK+comp op 15 mei 2019 bepaald in blokken A, B 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 3x21m)
	15/05/2019
PL	66
PL+comp	67
NK	43
NK+comp	51
PL (n=6)	67 a
NK (n=6)	47 b

De zaaidiepte is 2-3 cm en er werd gekozen om in enkele rijen in te zaaien gezien in dubbele rijen het zaad om technisch redenen net iets minder diep kan ingezaaid worden. Bij de opkomst op 15 mei 2019 (3,5 weken na zaai) werd geen significant effect van de behandeling vastgesteld. Niettegenstaande was er een significant effect van de hoofdbewerking met een hogere opkomst in de geploegde behandelingen (Figuur 2-13). Een betere vochtvoorziening (Figuur 2-5) in de toplaag en lossere bodemstructuur kunnen een verklaring voor zijn voor de betere weggroei bij hoofdbewerking ploegen. Er werd geen negatieve invloed van het toedienen van compost op de opkomst vastgesteld. De compost was homogeen verdeeld over het bodemoppervlak en er was slechts een fijn laagje aanwezig. Bij een heterogene verdeling of een dikke laag wordt wel een negatieve invloed van de compost op de opkomst verwacht.



Figuur 2-13: Opkomst in zaaiui (n=3) voor de behandelingen PL, PL+comp, NK, NK+comp op 15 mei 2019.

Voor de behandelingen met hoofdbewerking ploegen en niet-kerend al dan niet met groencompost toegediend werd de gewashoogte opgemeten (Tabel 2-6). Hiervoor werden 10 planten opgemeten en als resultaat werd het gemiddelde weergegeven.

Op 15 mei (3,5 weken na zaai) bedroeg de gewashoogte gemiddeld 2 cm en waren er visueel geen verschillen waarneembaar tussen de behandelingen. Twee maanden na zaai bleef de gewashoogte in de behandeling PL een 5-tal cm achter op de andere behandelingen maar 3 maanden na zaai was dit verschil niet meer aanwezig. Voor de behandeling NK+comp werd op 3 maanden na zaai wel een duidelijke groeiachterstand en dus ook lagere gewashoogte waargenomen in vergelijking met de andere behandelingen. Eind juli bereikten alle behandelingen hun maximale gewashoogte om nadien af te nemen als gevolg van het strijken van de uien.

Tabel 2-6: Gewashoogte in zaaiui (n=10) voor de behandelingen PL, PL+comp, NK en NK+comp bepaald in blokken A, B en D. De behandelingen die significant verschillend zijn van elkaar (Tukey HSD, $p < 0.05$) zijn aangeduid met een verschillende letter.

Obj	Gewashoogte (cm)			
	15/05/2019	27/06/2019	24/07/2019	21/08/2019
PL	2,1	22,5	61,3 a	56,0
PL+comp	2,0	26,7	61,7 a	60,0
NK	1,9	27,5	62,7 a	58,7
NK+comp	2,0	28,3	58,7 b	55,7













2.5.2 Bodembedekkingsgraad

Per behandeling werd het percentage veldbedekking door zaaiui visueel ingeschat (Tabel 2-7). Op tijdstippen 27 juni, 24 juli en 21 augustus werd per behandeling een percentage ingeschat. Ter ondersteuning van de visuele beoordeling werden er van elke behandeling foto's genomen.

Tabel 2-7: Bedekkingsgraad door zaaiui (n=3) voor de behandelingen PL, PL+comp, NK en NK+comp bepaald in blokken A, B en D. De behandelingen die significant verschillend zijn van elkaar (Tukey HSD, $p < 0.05$) zijn aangeduid met een verschillende letter.

Obj	Veldbedekking zaaiui (%)		
	27/06/2019	24/07/2019	21/08/2019
PL	8,2	81,7	96,7 a
PL+comp	9,0	81,7	95,0 ab
NK	9,8	81,7	80,0 bc
NK+comp	9,8	75,0	66,7 c

Op 27 juni, 1,5 maand na zaai, was de bodembedekkingsgraad in alle behandelingen beperkt tot 8 à 10% (Figuur 2-14). Drie maanden na zaai, op 24 juli was meer dan 80% van de bodem bedekt met zaaiui behalve voor behandeling NK+comp. Op 21 augustus, ongeveer anderhalve maand voor de oogst en wanneer de uien reeds aan het strijken zijn, was de piek van maximale bodembedekkingsgraad reeds voorbij. Voor behandeling PL was de bodembedekkingsgraad met 96,7% significant hoger dan de behandelingen met hoofdbewerking niet-kerend. De behandeling NK+comp scoorde het slechtst met een bodembedekkingsgraad van 66,7% en dit was significant lager dan bij de geploegde behandelingen.

	27 juni 2019	24 juli 2019	21 augustus 2019
PL			
PL+comp			
NK			
NK+comp			

Figuur 2-14: Bodembedekkingsgraad voor de behandelingen PL, PL+comp, NK en NK+comp op 27 juni, 24 juli en 21 augustus.

Per behandeling werden volume en uniformiteit van zaaiui visueel ingeschat (Tabel 2-8).

Tabel 2-8: Volume en uniformiteit zaaiui (n=3) visueel ingeschat voor de behandelingen PL, PL+comp, NK en NK+comp in blokken A, B en D.

Obj	Volume ^(*) (1 = klein, 9 = groot)			Uniformiteit ^(*) (1 = heterogeen, 9 = homogeen)		
	27/06/2019	24/07/2019	21/08/2019	27/06/2019	24/07/2019	21/08/2019
PL	6,8	8,0	8,0	6,0	7,0	6,7
PL+comp	7,5	7,7	7,3	6,5	6,7	7,0
NK	5,5	7,0	7,3	7,0	7,3	6,7
NK+comp	6,5	6,7	6,0	6,5	5,7	6,0

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

Doorheen het teeltseizoen scoorden de behandelingen met als hoofdbewerking ploegen beter qua volume dan de niet-kerende behandelingen. Naar uniformiteit toe zijn de verschillen beperkt. De behandeling NK+comp scoorde het slechtst naar volume en uniformiteit toe in vergelijking met de andere behandelingen in lijn met de bodembedekkingsgraad.

2.5.3 Onkruidtellingen

Per behandeling werd het percentage veldbedekking door onkruid visueel ingeschat (Tabel 2-9). Ziekte druk 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 2-9: Bedekkingsgraad door onkruid (n=3) voor de behandelingen PL, PL+comp, NK en NK+comp bepaald in blokken A, B en D. De behandelingen die significant verschillend zijn van elkaar (Tukey HSD, $p < 0.05$) zijn aangeduid met een verschillende letter.

Obj	Veldbedekking onkruid (%)	
	27/06/2019	21/08/2019
PL	2,3	2,0 a
PL+comp	6,7	1,7 a
NK	3,7	8,7 b
NK+comp	7,5	6,3 ab

Op 27 juni, 1,5 maand na zaai, was de onkruiddruk in de behandelingen waar compost werd toegediend hoger maar niet-significant verschillend van de behandelingen zonder compost. Vier maanden na zaai was de onkruiddruk significant hoger in de behandelingen met hoofdbewerking niet-kerend. Door niet-kerend te werken is er een groter risico op een hogere onkruiddruk.

2.6 Erosie

2.6.1 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 2-10).

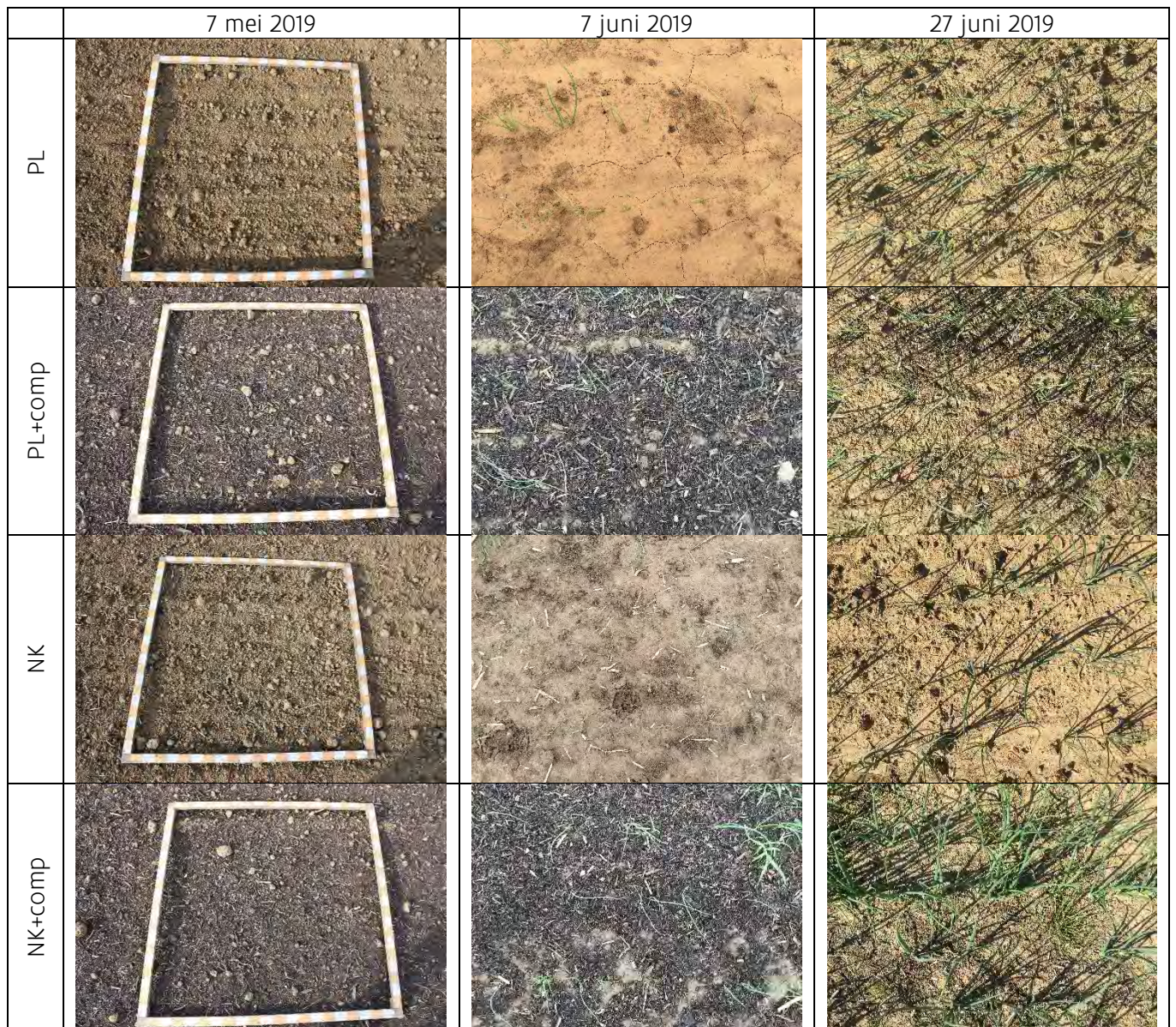
Tabel 2-10: Visuele erosie (n=3) voor de behandelingen PL, PL+comp, NK en NK+comp bepaald in blokken A, B en D.

Obj	Erosie ^{(*)(**)} (1 = veel, 9=geen)		
	7/05/2019	7/06/2019	27/06/2019
PL	5,5	2,5	2,5
PL+comp	7,5	4,5	8,5
NK	5,5	2,5	3,5
NK+comp	7,5	4,5	8,5

(*) 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.

Doorheen het groeiseizoen werd visueel minder verslemping vastgesteld in de behandelingen waar compost werd toegediend (Figuur 2-15) ongeacht de hoofdbewerking. Door de bodem te bedekken met een laagje compost is de bodem beter beschermd tegen de negatieve impact van intensieve regenbuien.



Figuur 2-15: Overzichtsfoto's voor behandelingen PL, PL+comp, NK en NK+comp op waarnemingstijdstippen 7 mei, 7 en 27 juni 2019.

2.6.2 Regenvalsimulaties op 7 mei 2019

Om het effect van de behandelingen op run-off en erosie objectief te testen, werden op 7 mei 2019 regenvalsimulaties uitgevoerd met de regenvalsimulator van UGent (Vermang, 2012⁶; Figuur 2-16). Er werden metingen verricht in de behandelingen PL, PL + Comp, NK en NK + Comp. Bij elke regenvalsimulatie werd een erosieveldje afgebakend van 1,75 m breed op 5 m lang. De veldjes werden steeds zo gepositioneerd dat bij iedere regenvalsimulatie, de run-off en erosie van elk veldje in 2 goten werd opgevangen. Alle regenvalsimulaties werden uitgevoerd op een deel van de proef met homogene helling (13-14%). Tijdens de regenvalsimulaties werd gedurende 18 minuten

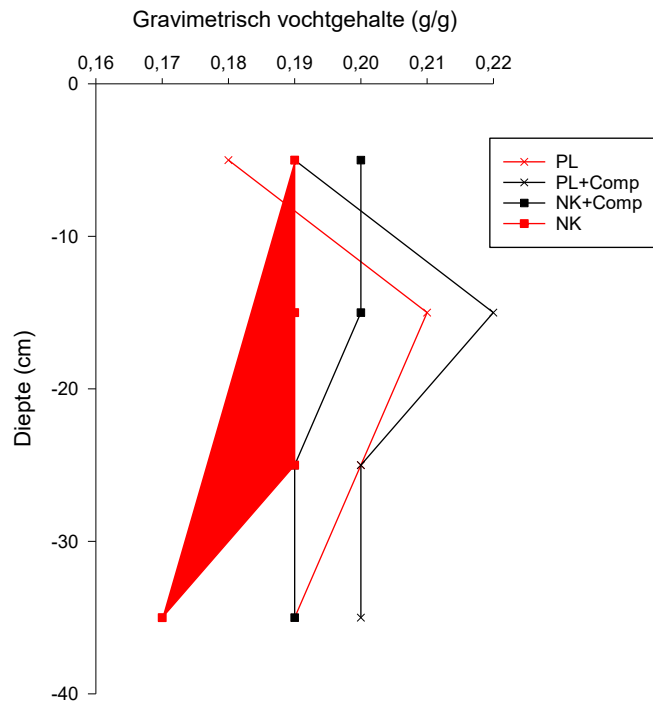
⁶ Vermang, J. (2012). Erosion processes and physical quality of loamy soils as affected by reduced tillage. Ghent University. Faculty of Bioscience Engineering, Ghent, Belgium.

beregend aan een gemiddelde intensiteit van $120 \text{ l/m}^2\cdot\text{h}$. 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 stalen te nemen voor sedimentconcentratie doorheen de simulatie, 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 2-16: Zicht op de erosiesimulator van UGent en een erosieveldje in de veldproef.

Voor aanvang van de simulaties werd een bodemvochtstaal genomen ter bepaling van het vochtgehalte in het profiel 0-40 cm (3 steken met een gutsboor, samengevoegd tot 1 staal). Ter bepaling van het vochtgehalte, C-gehalte en bulkdensiteit van het bodemoppervlak (0-5 cm), werd een staalname uitgevoerd met Kopecky-ringen (in 3-voud). Er werd een staal genomen in alle behandelingen. In Figuur 2-17 wordt het vochtgehalte in het bodemprofiel weergegeven. Het is duidelijk dat in de bovenste 20cm van het profiel, het toevoegen van compost aan het bodemoppervlak, bij zowel ploegen als niet-kerende bodembewerking, het vochtgehalte verhoogd. Door de bedekking met compost droogt de bodem dus minder snel uit. Bij PL en PL + Comp is het bodemoppervlak respectievelijk iets droger dan NK en NK + Comp. Op 10-20cm diepte is de bodem bij PL en PL + Comp respectievelijk iets vochtiger dan NK en NK + Comp. Het ploegen zorgt dus enkele weken na zaai voor een meer uitgedroogd bodemoppervlak en het naar de diepte brengen van vochtige grond in vergelijking met niet-kerende bodembewerking. Dit is het omgekeerde van wat visueel vastgesteld werd bij zaai, nl. dat het bodemoppervlak bij ploegen toen duidelijk vochtiger was dan bij niet-kerende bodembewerking. De verschillen in vochtgehalte dieper in het profiel zijn moeilijk te verklaren.



Figuur 2-17. Gravimetrisch vochtgehalte in het profiel (0-40cm) op 7 mei 2019.

In Tabel 2-11 worden de resultaten van de metingen met de Kopecky-ringen weergegeven. De verschillen in vochtgehalte van het bodemoppervlak zijn erg klein. Desalniettemin is het opvallend dat het gravimetrisch vochtgehalte van de bodem bedekt met compost hoger is en volumetrisch vochtgehalte lager. Dit is te wijten aan de bulkdensiteit van de laag 0-5cm. De bulkdensiteit van het bodemoppervlak is sterk lager in de behandelingen bedekt met compost. Dit kan doordat het laagje compost op zichzelf een lagere dichtheid heeft dan minerale bodem, maar kan daarnaast ook te wijten zijn aan een luchtiger bodemoppervlak door meer biologische activiteit.

Tabel 2-11: Overzicht van het gemiddelde gravimetrisch en volumetrisch vochtgehalte, het 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 (Tukey HSD-test, $p < 0,05$) tussen de behandelingen zijn aangeduid met een verschillende letter. De resultaten van het C-gehalte van PL + Comp. En NK + Comp. gingen verloren.

	Gravimetrisch vochtgehalte (g/g)	Volumetrisch vochtgehalte (g/cm ³)	C-gehalte (%)	Bulkdensiteit (kg/dm ³)
PL	0,17 \pm <0,01 ^a	0,20 \pm 0,01 ^c	0,82 \pm 0,03 ^a	1,16 \pm 0,05 ^{bc}
PL + Comp	0,18 \pm 0,01 ^b	0,19 \pm <0,01 ^b		1,07 \pm 0,05 ^{ab}
NK + Comp	0,18 \pm 0,01 ^b	0,18 \pm <0,01 ^a		1,00 \pm 0,02 ^a
NK	0,17 \pm <0,01 ^a	0,20 \pm 0,01 ^c	1,30 \pm 0,04 ^b	1,20 \pm 0,04 ^c

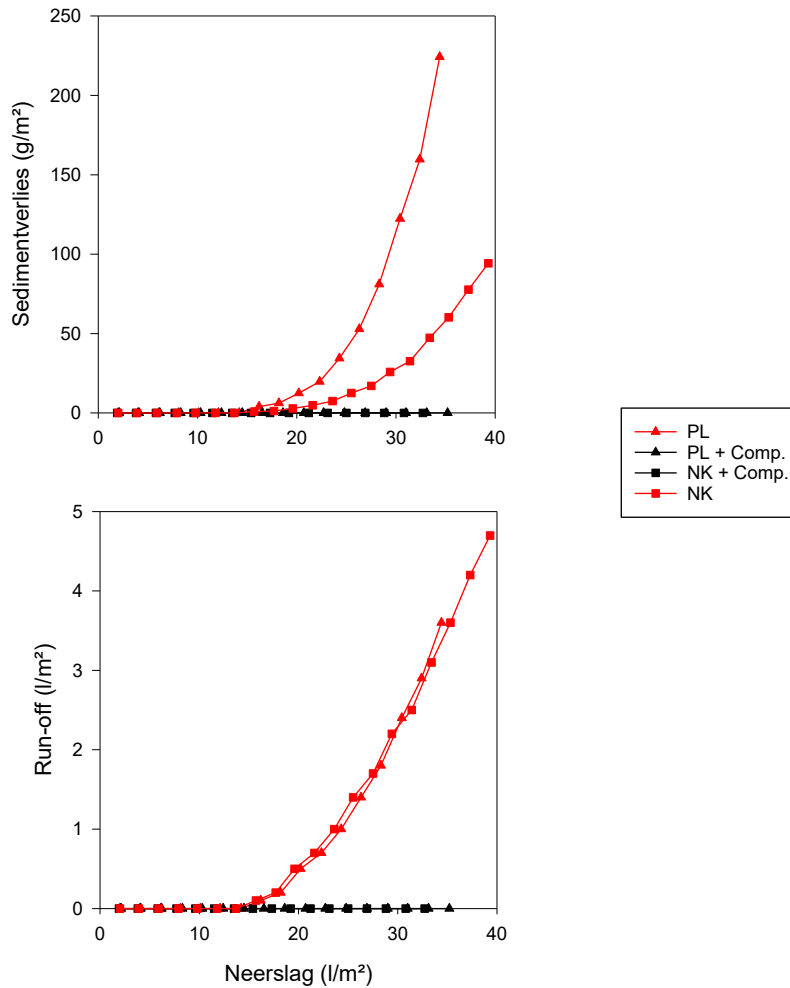
Bij de regenvalsimulaties werd ook de bodembedekking bepaald. Hiervoor werd een foto van 1 m op 1 m genomen van het bodemoppervlak, met behulp van een kader. Op dit kader werden zowel in horizontale als verticale richting om de 5 cm lijnen getrokken. Er werd geteld hoeveel snijpunten tussen een horizontale 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. In Figuur 2-18 wordt van de verschillende behandelingen een voorbeeldfoto gegeven. De bodembedekking werd bepaald in 3-voud rondom de erosieveldjes van alle behandelingen.



Figuur 2-18: Zicht op het bodemoppervlak en de bodembedekking op 7 mei 2019. Linksboven: PL; rechtsboven: PL + Comp; linksonder: NK; rechtsonder: NK + Comp.

De bodembedekking door het gewas bij de regenvalsimulaties was minimaal bij PL ($0,2 \pm 0,1\%$) en beperkt bij NK ($4,1 \pm 0,2\%$). Bij PL + Comp en NK + Comp was op de kluiten in het zaabed na, de volledige bodem bedekt door compost.



Figuur 2-19: verloop van de run-off en sedimentverliezen in functie van de neerslag gesimuleerd op 7 mei 2019.

In Figuur 2-19 worden run-off en sedimentverlies van de regenvalsimulaties op 7 mei 2019 weergegeven. Er werden geen verschillen in run-off vastgesteld tussen ploegen en niet-kerende bodembewerking. Ondanks dat de run-off en erosie op hetzelfde moment begonnen voor PL en NK, was er in absolute sedimentverliezen, duidelijk minder erosie bij NK dan bij PL. Er was grofweg 75% erosiereductie na 35 l/m² neerslag. In de behandelingen waar compost werd toegepast, werd tot 35 l/m² geen run-off en erosie vastgesteld.

Niet-kerende bodembewerking blijkt dus de erosie te kunnen beperken in deze proef. Compost als mulchlaag reduceert run-off en erosie nog sterker ongeacht of werd geploegd of niet-kerend gewerkt.

2.7 Opbrengstbepaling

Per behandeling werden op 21 augustus en 11 september het percentage gestreken uien bepaald (Tabel 2-12). Op 11 oktober werd in de objecten ploegen en ploegen+compost per plot 2 keer 2 lopende meter over volledige werkbreedte (3m) geoogst (12 m² in totaal). De objecten niet-kerend en niet-kerend+compost waren reeds geoogst door de teler waardoor hier geen opbrengstbepaling kon worden uitgevoerd. Nadien werden de geoogste uien kort bewaard. Op 21

oktober werden de uien gewogen om de bruto opbrengst te bepalen (Tabel 2-12). Na verwijdering loof en tarra werd de netto opbrengst bepaald alsook de verdeling van de calibers (Figuur 2-20).

Tabel 2-12: Percentage gestreken uien (n=3) bij behandelingen PL, PL+comp, NK en NK+comp in blokken A, B en D alsook de boldikte en bruto opbrengst (n=4) 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 (%)		Boldikte/kaliber (1 = ondermaats, 9 = geschikt) (*)	Bruto opbrengst (ton/ha)
	21/08/2019	11/09/2019		
PL	35,0	87,5	5,0	60,7
PL+comp	43,3	92,5	5,0	49,8
NK	36,7	90,0	4,8	-
NK+comp	40,0	90,0	6,5	-

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

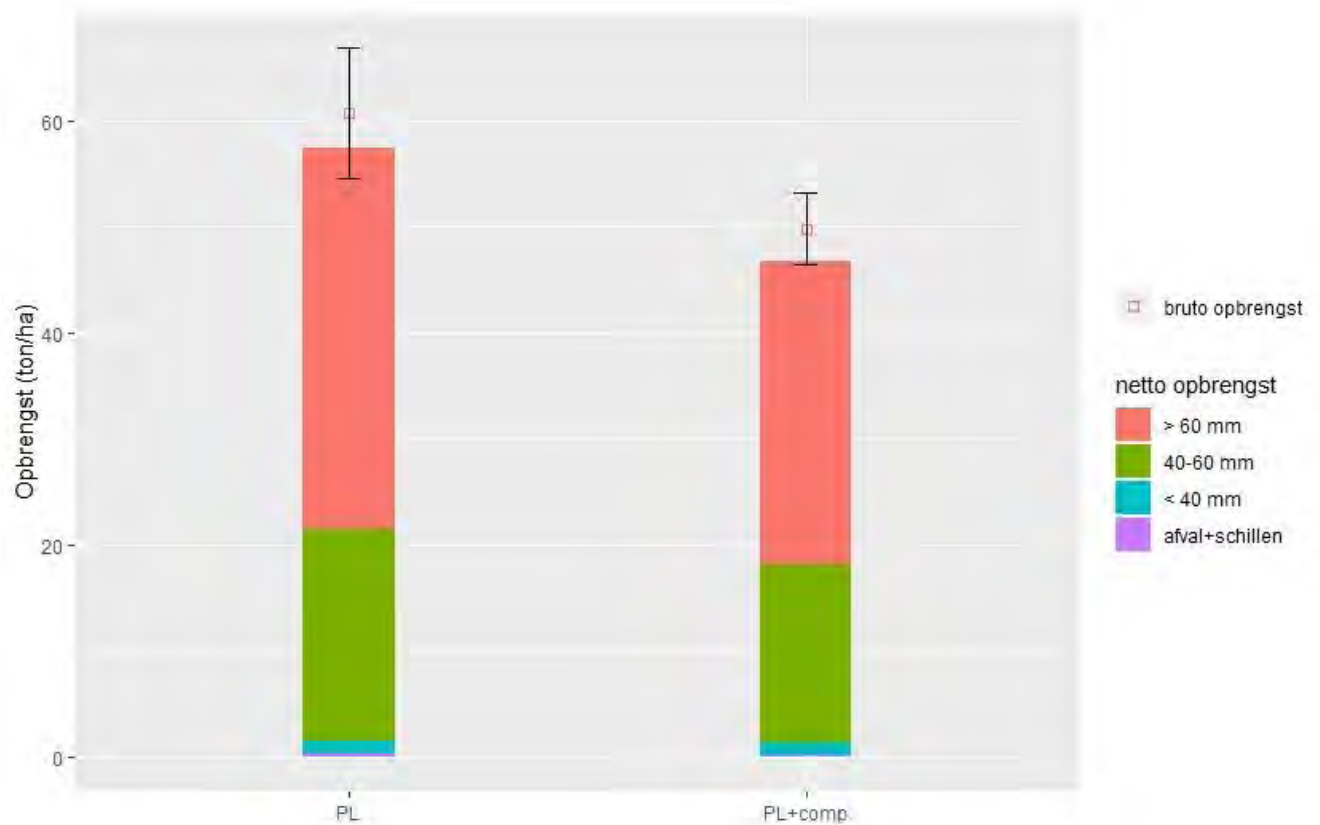
Op 21 augustus, anderhalve maand voor oogst, werd een hoger percentage gestreken uien waargenomen in de behandelingen waar compost werd toegediend. Het percentage uien waarvan het loof gestreken is vormt een belangrijke maat voor het inschatten van de afrijping ervan. In de behandelingen zonder toediening van compost was dit percentage lager maar niet significant verschillend. De afrijping verliep dus iets minder snel in de behandelingen zonder composttoediening. Op 11 september, één maand voor oogst, waren de verschillen in percentage gestreken uien beperkt tussen de behandelingen. Gemiddeld genomen was op dat tijdstip 90% van de uien gestreken en bijgevolg verliep de afrijping normaal.

Op 11 september werd tevens de boldikte van de uien voor de verschillende behandelingen bepaald. Qua aandeel uien met een geschikte boldikte scoorde de behandeling NK+comp het best. De andere behandelingen scoorden lager qua geschikte boldikte maar onderling ware de verschillen beperkt.

De bruto opbrengst kon enkel bepaald worden bij de geploegde behandelingen. De bruto opbrengst van behandeling PL was met 60,7 ton/ha het hoogst. Voor behandelingen PL+comp was de veldopbrengst 11 ton/ha lager maar niet significant verschillend van behandeling PL. Toedienen van compost zorgde in deze proef voor een lagere maar niet significant verschillende bruto opbrengst. Hoewel geen opbrengstbepaling in de niet-kerende behandelingen kon uitgevoerd worden kan op basis van de score op boldikte verwacht worden dat de bruto opbrengsten bij de niet-kerende behandelingen in lijn liggen met de geploegde behandelingen. Er is dus geen opbrengstderving te verwachten door niet-kerend te werken.

De hoogste netto opbrengst werd, in lijn met de bruto opbrengst, waargenomen in de behandeling PL (Figuur 2-20).

Uit de maatsortering kon vastgesteld worden dat de behandeling PL een groter aandeel uien met een caliber >60 mm bezit dan de behandeling PL+comp. Dit verklaart ook het verschil in netto opbrengst tussen deze twee behandelingen. De calibers >60 mm zijn bestemd voor de verwerkende industrie en hebben de grootste marktwaarde. Qua aandeel uien met een caliber tussen 40-60 mm (bestemd voor de verse markt), caliber <40 mm en afval+schillen werden geen noemenswaardige verschillen tussen de twee behandelingen vastgesteld.



Figuur 2-20: 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 bruto opbrengst ($n=4$) (\pm standaardfout) voor de behandelingen PL en PL+comp bepaald op 21 oktober 2019.

2.8 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 speelt het bedekken van de bodem met compost hierin?

Op basis van de regenvalsimulaties en de waarnemingen in het veld, blijkt dat niet-kerende bodembewerking leidde tot reductie in sedimentverliezen maar niet in run-off. Door niet-kerend te werken werd een beperkt aandeel (<5%) gewasresten aan het bodemoppervlak gehouden. De bodemruwheid bij niet-kerende bodembewerking was niet verschillend van bij ploegen. Door de bodem met compost te bedekken konden zowel sedimentverliezen als run-off sterk gereduceerd worden ongeacht geploegd werd of niet-kerend werd gewerkt. Visueel werd ook minder verslemping van de bodem doorheen het teeltseizoen vastgesteld wanneer compost als mulchlaag werd toegepast.

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

Gezien de zaaibedbereiding voor alle behandelingen nagenoeg gelijk was werd de gewasopkomst en ontwikkeling voornamelijk bepaald door de hoofdbodembewerking en het al dan niet

toepassen van compost. Ploegen zorgde voor een betere opkomst dan bij niet-kerend wat kan gelinkt worden aan een betere vochtvoorziening in de toplaag en een lossere bodemstructuur. De onkruiddruk was duidelijk hoger in de niet-kerend bewerkte bodem. Voornamelijk in het begin van teeltseizoen werden kleine verschillen in gewasontwikkeling en gewasstand van zaaiui opgetekend tussen ploegen en niet-kerend. Deze verschillen werden minimaal naar het einde van het teeltseizoen. Toedienen van compost had geen negatieve invloed op de gewasopkomst. Enkel in geval van niet-kerend werd een negatief effect van compost als mulchlaag op de gewasontwikkeling en gewasstand vastgesteld. Een mogelijke verklaring hiervoor kan het niet voldoende homogeen en te dik aanbrengen van de compost zijn.

3. Is er een opbrengstderving te verwachten bij niet-kerende bodembewerking? Wat is de rol van het toedienen van compost hierbij?

De veldopbrengst bij niet-kerende bodembewerking kon niet worden bepaald. Het aandeel uien met een geschikte boldikte, bepaald tijdens de afrijping, was gelijkaardig of zelfs hoger in geval van toediening van compost bij niet-kerende bodembewerking. Gezien bij niet-kerende bodembewerking de opkomst lager lag valt een opbrengstderving te verwachten. Als oorzaken kunnen de gebrekkige vochtvoorziening tijdens het kiemen en de hogere onkruiddruk aangestipt worden. Toediening van compost bij ploegen zorgde voor een lagere opbrengst gelinkt aan een kleiner aandeel uien met een geschikt kaliber voor de verwerkende industrie, nl. diameter > 60mm. Wanneer compost voldoende homogeen en niet te dik wordt aangebracht valt geen negatief effect te verwachten op de opkomst, ontwikkeling en opbrengst van zaaiui.

3 Zaaiui PCG: zaaiui in combinatie met zomergerst

Maarten De Boever (PCG)

3.1 Doelstelling van de veldproef

Zaaiui wordt beschouwd als een sterk erosiegevoelige teelt o.a. omdat de bodembedekking door het gewas zeker in het begin van de teelt heel erg beperkt is door de trage jeugdgroei. Om hieraan tegemoet te komen zou een dekvrucht samen met de zaaiui kunnen gezaaid worden om zo meer bodembedekking te realiseren. Zomergerst wordt reeds toegepast in combinatie met plantui op stuifzandgronden in Nederland. Zomergerst houdt de grond vast en op die manier wordt schade aan de plantui door de schurende werking van opvliegende zandpartikels tegengegaan. Er is echter geen ervaring met de combinatie zomergerst en zaaiui. De resultaten van uit een praktijkproefveld in 2018 gaf aan dat de zaaidichtheid en tijdstip doodspuiten erg belangrijk zijn en dat verdere proeven nodig zijn om verder uit te zoeken hoe in de praktijk zomergerst als dekvrucht kan ingezet worden zonder opbrengstderving van de zaaiui.

In deze veldproef werd zaaiui gecombineerd met zomergerst om voor voldoende bodembedekking te zorgen doorheen het teeltseizoen. De invloed van zomergerst op de opkomst, gewasontwikkeling en opbrengst van zaaiui werd hierbij nagegaan.

De zomergerst werd half april (enkele dagen na inzaai ui) aan dichtheden van 15 en 30 kg/ha ingezaaid. Na 8 weken werd de zomergerst vernietigd met het bladherbicide Select Prim aan 1,25 L/ha.

1. Zijn er verschillen in gewasopkomst en gewasontwikkeling bij de teelt van zaaiui in combinatie met zomergerst? Wat is de rol van de zaaidichtheid?
2. Is er een opbrengstderving te verwachten? Wat is de rol van de zaaidichtheid hierbij?

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

3.2 Beschrijving perceel

3.2.1 Bodemkenmerken op 8 april 2019

Locatie: PCG (t.h.v. Brandstraat in Kruisem)

Bodemtextuur: Zand

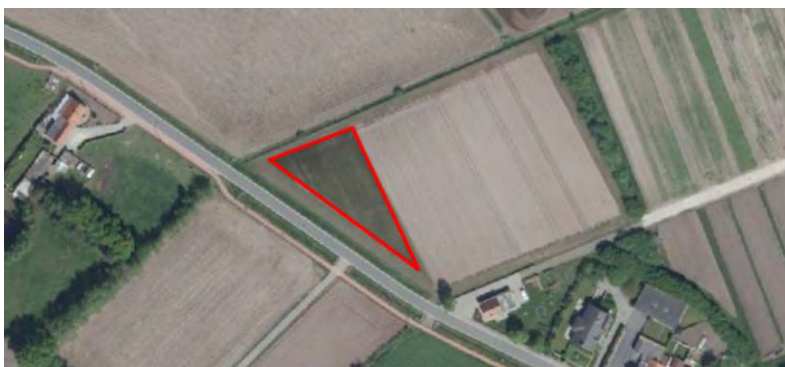
Bodemkaart: Zch (matig droge zandbodem met verbrokkelde ijzer en/of humus B horizont)

Erosieklasse: groen

Voorvrucht: wortelen

Groenbedekker/vanggewas: -

Kaartje proefperceel (aangeduid met rode rand):



Het perceel waar de veldproef werd uitgevoerd heeft een zandtextuur en is gecatalogeerd als verwaarloosbaar erosiegevoelig (groen). Op dit perceel stonden in 2018 wortelen. Er werd geen groenbedekker ingezaaid wegens de late oogst van de wortelen. Op 13 april werd het perceel geploegd (25 cm diep) en zaaiklaar leggen met rotoreg (5 cm diep).

In Tabel 3-1 wordt een overzicht gegeven van de chemische bodemtoestand op 8 april 2019. Het minerale stikstofgehalte in de bouwvoor (0-30 cm) bedraagt 59 kg/ha. Het koolstofgehalte bevindt net onder de streefzone. De bodemzuurtegraad ligt net boven de bovengrens van de streefzone.

Tabel 3-1: Overzicht van de hoeveelheid minerale N (NO_3^- -N en NH_4^+ -N) in het bodemprofiel (0-30 cm) en de algemene chemische bodemtoestand voor de bouwvoor (0-30 cm). De streefwaarden voor zandgrond (fijn zand) werden overgenomen Bodemkundige Dienst van België.

Perceel	Diepte (cm)	N_{min} (kg/ha)	pH-KCl	OC ⁽¹⁾ (%)
Brandstraat	30	59	6,0	1,7
Streefzone		-	5,3-5,7	1,8-2,8

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

3.3 Beschrijving veldproef

3.3.1 Opbouw en logboek

De veldproef werd aangelegd als een gerandomiseerde blokkenproef (Figuur 3-1) met 3 behandelingen met telkens 3 herhalingen: zaaiui niet gecombineerd met zaaigerst (obj1), zaaiui gecombineerd met 15 kg/ha zaaigerst (obj2) en zaaiui gecombineerd met 30 kg/ha zaaigerst (obj3).

obj par		obj par		obj par		obj par		obj par		obj par	
101	1 1	202		302	3 1	403	1 2	503	2 2	604	3 3
		201		301	2 1	402		502	3 2	603	2 3
						401		501	1 3	602	
										601	

Figuur 3-1: Proefplan van de veldproef zaaiui in combinatie met zomergerst op PCG, 2019. De proef bestaat uit 3 objecten met telkens 3 herhalingen. De cijfercode geeft de verschillende behandelingen (obj) en herhalingen (par) aan (behandelingen worden verder toegelicht onder paragraaf 3.3.1).

In Tabel 3-2 wordt het logboek van de activiteiten in deze veldproef weergegeven. De behandelingen worden verder in de tekst toegelicht onder paragraaf 3.3.1.

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

Datum uitvoering	Handeling	Opmerking
29/03/2019	Bemesting	1000 kg/ha Haspargit NPK 3-0-15, breedwerpig toegepast
8/04/2019	Staalname	mengstaal 0-30 cm; analyse pH, OC en Nmin
13/04/2019	Bewerking	ploegen (25 cm diep) en rotoreggen (5 cm diep)
14/04/2019	Zaai ui	ras: Hytech (Bejo); 3m werkbreedte, 5 dubbele rijen per 1,5 m; zaaidichtheid: 2,8 eenheden/ha
18/04/2019	Zaai zomergerst	zomergerst aan 15 of 30 kg/ha en inharken
10/05/2019	Beoordeling	opkomstbeoordeling (per plot tellen van 2 lm van 3 middelste dubbele rijen) + beoordeling bedekkingsgraad door zomergerst (%)
24/05/2019	Beoordeling	beoordeling bedekkingsgraad door zomergerst (%)
5/06/2019	Beoordeling	beoordeling bedekkingsgraad door zomergerst (%)
11/06/2019	Proefbehandeling	toepassen onkruidbestrijding met Select Prim 1,25 l/ha in alle objecten (om naast zomergerst ook straatgras en andere onkruiden mee te hebben)
19/06/2019	Beoordeling	gewasbeoordeling zaaiui (volume, uniformiteit)
10/07/2019	Beoordeling	bedekkingsgraad zaaiui en zomergerst (%) + gewasbeoordeling (volume, uniformiteit, gewashoogte)
21/08/2019	Beoordeling	gewasbeoordeling (volume, uniformiteit) + % gestreken
5/09/2019	Beoordeling	gewasbeoordeling (volume, uniformiteit) + % gestreken
17/09/2019	Beoordeling	klappen loof
10/10/2019	Oogst	per plot 2x 5lm over werkbreedte van 1,5m
22/10/2019	Beoordeling	opbrengst en kwaliteit (sorteren op kaliber)

In Tabel 3-3 wordt een overzicht gegeven van de gemiddelde maandelijkse temperatuur en totale maandelijkse neerslag in 2019 (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 2019 werd gekenmerkt door een droog voorjaar, uitgezonderd de maand juni dat als nat kan bestempeld worden, gevolgd door een zeer droge zomer. De gemiddelde maandelijkse temperatuur in de periode april tot oktober was tot 3,2 °C hoger en de maandelijkse totale neerslag tot 53,7 mm lager in vergelijking met de normalen.

Tabel 3-3: Overzicht van de gemiddelde maandelijkse temperatuur en maandelijkse totale neerslag in 2019 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 2019 (°C)	Afwijking van normalen (°C)	Jaar 2019 (mm)	Afwijking van normalen (mm)
April	11,8	2,4	30,0	-18,1
Mei	13,2	-0,2	28,6	-32,7
Juni	19,2	3,2	99,6	27,5
Juli	20,4	2,2	21,8	-53,7
Augustus	19,9	1,9	32,8	-40,9
September	16,1	1,1	67,0	-3,2
Oktober	12,9	1,7	88,2	10,6

3.3.2 Beschrijving van de behandelingen

In alle behandelingen werd geploegd (25 cm diep) op 13 april en nadien zaaiklaar gelegd met een rotoreg (5 cm diep).

Er werden 3 behandelingen aangelegd in 3 herhalingen in een gerandomiseerde blokkenproef. In één behandeling werd zaaiui niet gecombineerd met zomergerst, nl. het controleobject (obj1) 'zaaiui'. De twee andere behandeling werden gecombineerd met zomergerst en werd zomergerst enkele dagen na zaai ui ingezaaid aan dichtheden van 15 kg/ha (obj2) 'zaaiui+15ZG' en 30 kg/ha (obj3) 'zaaiui+30ZG'.

Acht weken na inzaai werd de zomergerst vernietigd met het bladherbicide Select Prim aan 1,25 L/ha.

3.3.3 Bemesting en zaai

Eind maart werd het perceel breedwerpig bemest met 1000 kg/ha Haspargit 3-0-15 (Tabel 3-4). Er werd geen dierlijke mest opgevoerd.

Tabel 3-4: Overzicht van de toegediende meststoffen en toepassingstechniek ervan binnen de proef zaaiui.

Datum	Dosis	Meststof	Toepassingstechniek
29/03/2019	1000 kg/ha	NPK 3-0-15	Breedwerpig

Bij de zaai werd een rotoreg met opbouwzaamachine gebruikt. De rotoreg werd net zoals bij de andere zaaibedbereiding diep ingesteld aan 1000 tpm. De werkbreedte van de opbouwzaamachine is 3 m. Per werkgang (3 m breed) worden per 1,5 m 5 dubbele rijen uien gezaaid aan een zaaidichtheid van 2,8 eenheden per hectare. Daags na zaai van ui werd zomergerst handmatig toegediend aan dichtheden van 15 of 30 kg/ha waarbij het zaad zeer oppervlakkig werd ingeharkt.

3.4 Bodembedekking en bodemruwheid

3.4.1 Bodembedekkingsgraad zomergerst

Erosie kan voorkomen worden door het bodemoppervlak voldoende te bedekken met gewasresten of zoals in deze proef met een levende mulch, nl. zomergerst, die bodemdeeltjes ophouden en de kracht van afstromend water temperen. Indien het bodembedekkingspercentage verhoogt is dit dus positief ter voorkoming van erosie. Na doodspuiten kan de zomergerst ook nog dienen als dode mulch tot de hij volledig is afgebroken.

Per behandeling werd het percentage veldbedekking door zomergerst visueel ingeschat (Tabel 3-5). Op tijdstippen 10 mei, 24 mei, 5 juni en 10 juli werd per behandeling een percentage ingeschat. Ter ondersteuning van de visuele beoordeling werden er van elke behandeling foto's genomen op tijdstippen 7 mei, 29 mei, 7 juni, 19 juni en 10 juli (Figuur 3-2).









Tabel 3-5: Bedekkingsgraad door zomergerst (n=3) voor de behandelingen zaaiui, zaaiui+15ZG en zaaiui+30ZG. De behandelingen die significant verschillend zijn van elkaar (Tukey HSD, p<0.05) zijn aangeduid met een verschillende letter.

Obj	Veldbedekking zomergerst (%)			
	10/05/2019	24/05/2019	5/06/2019	10/07/2019(*)
zaaiui	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0
zaaiui+15ZG	4,3 b	11,7 b	39,7 b	27,5
zaaiui+30ZG	8,7 c	19,7 b	59,0 b	27,5

(*) Er werd geen statistiek bij deze waarneming toegepast gezien geen herhalingen.

Op 10 mei, 3 weken na inzaai van zomergerst, was de bedekkingsgraad met zomergerst voor de behandeling zaaiui+30ZG met 8,7% dubbel zo hoog dan bij behandeling zaaiui+15ZG (Figuur 3-2). Dit ligt in lijn met de toegepaste dosissen zomergerst. Ook op tijdstippen 24 mei en 5 juni kon een gelijkaardige verhouding vastgesteld worden. Op 11 mei werd de zomergerst in de twee behandelingen doodgespoten en bodembedekkingsgraad daalde naar 27,5% bij beoordeling op tijdstip 10 juli.



	zaaiui	zaaiui+15ZG	zaaiui+30ZG
29 mei 2019			
7 juni 2019			
19 juni 2019			



Figuur 3-2: Bodembedekkingsgraad door zaaiui en zomergerst voor de behandelingen zaaiui, zaaiui+15ZG en zaaiui+30ZG op 7 mei, 29 mei, 7 juni, 19 juni en 10 juli.

3.5 Gewasopkomst en onkruidtellingen

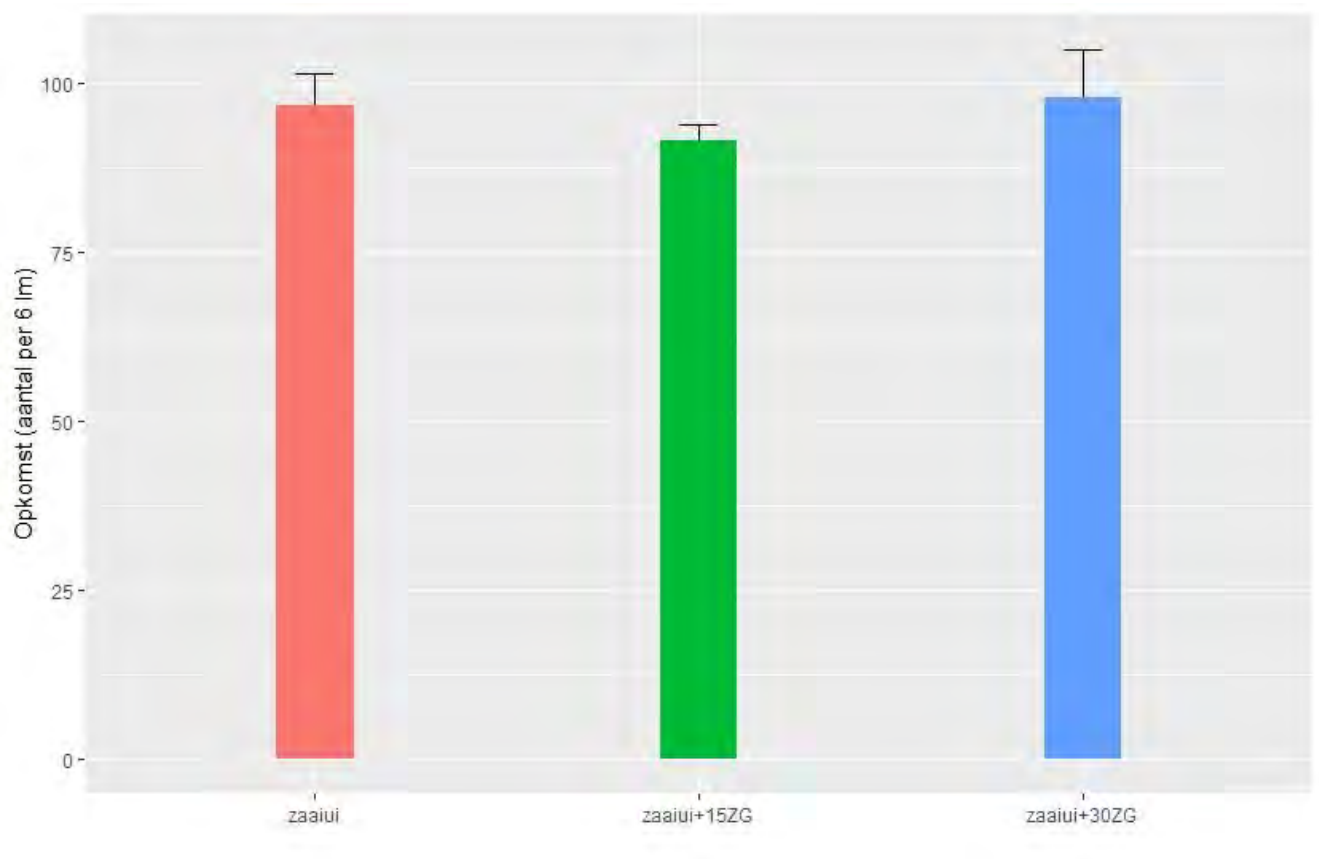
3.5.1 Gewasopkomst en -hoogte

Per plot werd een schatting gemaakt van de opgekomen planten door in de (dubbele) rijen 3x 2 lopende meter (1m) te tellen (Tabel 3-6).

Tabel 3-6: Opkomst in zaaiui (n=3) voor de behandelingen zaaiui, zaaiui+15ZG en zaaiui+30ZG op 10 mei 2019. De behandelingen die significant verschillend zijn van elkaar (Tukey HSD, $p < 0.05$) zijn aangeduid met een verschillende letter.

Obj	Opkomst (aantal per 3x2lm)
10/05/2019	
zaaiui	97
zaaiui+15ZG	92
zaaiui+30ZG	98

Op 10 mei 2019 (1 maand na zaai) werden geen significante verschillen in opkomst tussen de 3 behandelingen waargenomen (Figuur 3-3). Zomergerst, zowel toegepast aan 15 als 30 kg/ha, heeft bijgevolg geen negatieve invloed op de opkomst.



Figuur 3-3: Opkomst in zaaiui (n=3) voor de behandelingen zaaiui, zaaiui+15ZG en zaaiui+30ZG op 10 mei 2019.

Voor de 3 behandelingen werd de gewashoogte opgemeten op tijdstip 10 juli (Tabel 3-7). Hiervoor werden 10 planten opgemeten en als resultaat werd het gemiddelde weergegeven.

Op 10 juli (1 maand na het doodspuiten van de zomergerst) was een duidelijk maar niet significant verschil in gewashoogte waarneembaar tussen de behandelingen zonder en met toepassing van zomergerst. De behandelingen met toepassing van zomergerst bleven op dat waarnemingstijdstip een 10-tal cm achter in groei.

Tabel 3-7: Gewashoogte in zaaiui (n=10) voor de behandelingen zaaiui, zaaiui+15ZG en zaaiui+30ZG. De behandelingen die significant verschillend zijn van elkaar (Tukey HSD, $p < 0.05$) zijn aangeduid met een verschillende letter.

Obj	Gewashoogte (cm)
10/07/2019	
zaaiui	45,0
zaaiui+15ZG	35,0
zaaiui+30ZG	33,3

3.5.2 Bodembedekkingsgraad zaaiui

Per behandeling werd het percentage veldbedekking door zaaiui visueel ingeschat (Tabel 3-8) op tijdstip 10 juli. Ter ondersteuning van de visuele beoordeling werden er van elke behandeling foto's genomen (Figuur 3-2).

Tabel 3-8: Bedekkingsgraad door zaaiui (n=3) voor de behandelingen zaaiui, zaaiui+15ZG en zaaiui+30 ZG. De behandelingen die significant verschillend zijn van elkaar (Tukey HSD, $p < 0.05$) zijn aangeduid met een verschillende letter.

Obj	Veldbedekking zaaiui (%)
10/07/2019	
zaaiui	36,9
zaaiui+15ZG	29,2
zaaiui+30ZG	34,2

Op 10 juli, 1 maand na het doodspuiten van de zomergerst, schommelde de bodembedekkingsgraad tussen 29,2 en 36,9%. De verschillen in bedekking door zaaiui waren niet significant verschillend en de laagste bodembedekkingsgraad werd waargenomen in de behandeling PL+15ZG.

Per behandeling werden volume (Tabel 3-9) en uniformiteit (Tabel 3-10) van zaaiui visueel ingeschat.

Tabel 3-9: Volume zaaiui (n=3) visueel ingeschat voor de behandelingen zaaiui, zaaiui+15ZG en zaaiui+30ZG.

Obj	Volume ^(*) (1 = klein, 9 = groot)			
	19/06/2019	10/07/2019	21/08/2019	5/09/2019
zaaiui	7,0	6,7	6,0	7,5
zaaiui+15ZG	6,5	5,3	6,7	6,3
zaaiui+30ZG	7,3	5,0	7,3	6,3

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

Tabel 3-10: Uniformiteit zaaiui (n=3) visueel ingeschat voor de behandelingen zaaiui, zaaiui+15ZG en zaaiui+30ZG.

Obj	Uniformiteit ^(*) (1 = heterogeen, 9 = homogeen)			
	19/06/2019	10/07/2019	21/08/2019	5/09/2019
zaaiui	7,3	6,8	6,7	7,0
zaaiui+15ZG	6,2	4,0	6,0	5,7
zaaiui+30ZG	7,0	3,5	4,7	5,3

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

Doorheen het groeiseizoen scoorde de behandeling zonder zomergerst het best naar volume en uniformiteit toe. In lijn met de bodembedekkingsgraad door zomergerst scoorde de behandeling zaaiui+30ZG iets beter dan zaaiui+15ZG naar volume toe. Naar uniformiteit toe werd het omgekeerde vastgesteld.

3.6 Opbrengstbepaling

Per behandeling werden op 21 augustus en 5 september het percentage gestreken uien bepaald (Tabel 3-11). Op 10 oktober werd per plot 2 keer 5 lopende meter over 1,5 m breedte geoogst (15 m² in totaal). Nadien werden de geoogste uien kort bewaard. Op 22 oktober werden de uien opnieuw gewogen om de bruto opbrengst te bepalen (Tabel 3-11). Na verwijdering loof en tarra werd de netto opbrengst bepaald alsook de verdeling van de calibers (Figuur 3-4).

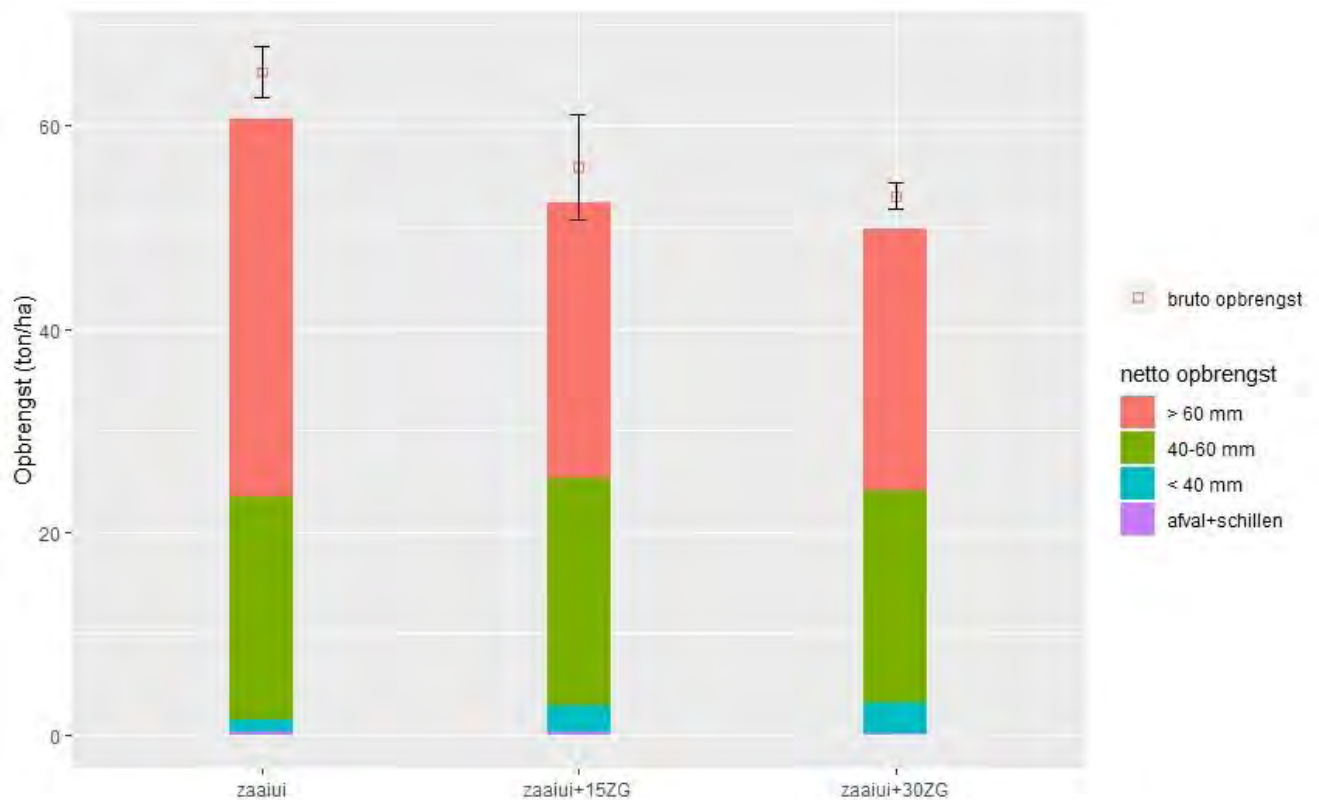
Tabel 3-11: Percentage gestreken uien (n=3) bij behandelingen zaaiui, zaaiui+15ZG en zaaiui+30ZG alsook de bruto opbrengst (n=3). De behandelingen die significant verschillend zijn van elkaar (Tukey HSD, p<0.05) zijn aangeduid met een verschillende letter.

Obj	Gestreken (%)		Bruto opbrengst (ton/ha)
	21/08/2019	5/09/2019	
zaaiui	51,7	96,7	65,3
zaaiui + 15ZG	41,7	95,7	55,9
zaaiui + 30ZG	43,3	95,7	53,1

Op 21 augustus 2019, anderhalve maand voor oogst, werd het hoogste percentage gestreken uien waargenomen in de behandeling zonder toepassen van zomergerst. Het percentage uien waarvan het loof gestreken is vormt een belangrijke maat voor het inschatten van de afrijping ervan. Bij de behandelingen met toepassing van zomergerst was het aandeel gestreken uien 10% lager maar niet significant verschillend van de behandeling zonder zomergerst. De afrijping verloopt dus iets minder snel in de behandelingen met toepassing van zomergerst. Op 5 september, 1 maand voor oogst, waren de uien bijna volledig gestreken en werden geen verschillen in afrijping tussen de behandelingen vastgesteld.

De bruto opbrengst van behandeling zaaiui (zonder toepassing zomergerst) was met 65,3 ton/ha het hoogst. Voor behandelingen zaaiui+15ZG en zaaiui+30ZG was de veldopbrengst tot 12 ton/ha lager maar niet significant verschillend van behandeling zaaiui. Het verschil in opbrengst tussen de behandelingen zaaiui+15ZG en zaaiui+30ZG was gering. De dosis waaraan zomergerst werd toegepast had dus slechts een beperkte invloed op de opbrengst. Toepassen van zomergerst zorgde in deze proef voor een lagere maar niet significant veldopbrengst. Dit kan mogelijk verklaard worden door de negatieve invloed van zomergerst op de groei en ontwikkeling van zaaiui.

De hoogste netto opbrengst werd, in lijn met de bruto opbrengst, waargenomen in de behandeling zaaiui zonder zomergerst (Figuur 3-4). Uit de maatsortering kon vastgesteld worden dat deze behandeling het grootste aandeel uien met een caliber >60 mm bezit. Deze calibers zijn bestemd voor de verwerkende industrie en hebben de grootste marktwaarde. Qua aandeel uien met een caliber tussen 40-60 mm, bestemd voor de verse markt, aandeel uien met een caliber <40 mm en afval+schillen werden geen noemenswaardige verschillen tussen de behandelingen vastgesteld.



Figuur 3-4: Netto oopbrengst uien (n=3) en verdeling calibers over diameter groter dan 60 mm, tussen 40 en 60 mm, kleiner dan 40 mm en afval+schillen alsook de bruto oopbrengst (n=3) (\pm standaardfout) voor de behandelingen zaaiui, zaaiui+15ZG en zaaiui+30ZG bepaald op 22 oktober 2019.

3.7 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. Zijn er verschillen in gewasopkomst en gewasontwikkeling bij de teelt van zaaiui in combinatie met zomergerst? Wat is de rol van de zaaidichtheid?

De gewasopkomst bij de teelt van zaaiui in combinatie met zomergerst was niet verschillend van deze zonder toepassing van zomergerst. Zomergerst had een negatieve invloed op de groei en ontwikkeling van zaaiui. De invloed van de zaaidichtheid was niet eenduidig maar algemeen kan gesteld worden dat de verschillen in groei en ontwikkeling van zaaiui bij zomergerst toegepast aan 15 of 30 kg/ha beperkt waren.

2. Is er een oopbrengstderiving te verwachten? Wat is de rol van de zaaidichtheid hierbij?

De oopbrengst was tot 12 ton/ha lager bij de teelt van zaaiui met zomergerst dan zonder zomergerst. Door het toepassen van zomergerst is een oopbrengstderiving te verwachten en dan voornamelijk in het aandeel uien met een caliber >60 mm. Dit ligt in lijn met de negatieve invloed van de zomergerst op de groei en ontwikkeling van zaaiui. De zaaidichtheid had slechts een beperkte invloed op de oopbrengst. Kiest men voor het toepassen van zomergerst in zaaiui, met het

risico op opbrengstderving in het achterhoofd, dan doet men dit best aan een voldoende hoge dosis zodat de bodem optimaal tegen erosie wordt beschermd.

4 Erwt Poperinge: Niet-kerende bodembewerking en een ruwer zaaibed

Tomas Van De Sande (Inagro), Thijs Vanden Nest (ILVO) en Greet Ruyschaert (ILVO)

4.1 Situering en doelstelling

De teelt van erwten is eerder laag erosiegevoelig maar een beperkte periode van enkele weken na de inzaai ligt het perceel onbedekt en is er op hellende percelen een risico op erosie. Dit risico kan beperkt worden door een niet kerende bodembewerking toe te passen. Ook een ruwer zaaibed leidt tot minder erosiegevoeligheid. Doordat erwt een grofzadige teelt is die een ruwer zaaibed met eventuele oogstresten of grotere kluiten vrij goed verdraagt is er potentieel van niet-kerend te werken en in een ruwer zaaibed..

In West Vlaanderen is de ervaring van telers met niet-kerende bodembewerking eerder beperkt. Zeker ervaren erwten telers zijn moeilijk te vinden. In deze veldpoef wilden we meer ervaring opdoen met het zaaiklaar leggen van erwtenpercelen - zowel qua omstandigheden als op het vlak van gebruikte machinerie - na toepassen van een niet kerende bodembewerking. Na niet kerende bodembewerking bestaat het risico - zeker op percelen met een iets zwaardere textuur - dat er veel uitgedroogde kluiten aan het oppervlak blijven liggen waardoor bij zaaien het zaad minder goed aangedrukt wordt en de opkomst - en in extreme gevallen ook de opbrengst - tegenvalt.

4.2 Proefomstandigheden

4.2.1 Proefterrein

De proef werd aangelegd op volgende locatie:

- Perceel langs de abeelseweg (N333) in Abeele (poperinge)
- Op het perceel zijn 2 bodemtype aanwezig (volgens de bodemkaart) :
 - uLch : Natte zandleembodem met sterk gevlekte, verbrokkelde textuur B horizont (het grootste deel van de proef,hier werden ook de regenvalsimulaties uitgevoerd, linksonder op de kaart)
 - (u)Ldc : Matig natte zandleembodem met sterk gevlekte, verbrokkelde textuur B horizont (klein gedeelte van de proef rechtsboven (onderaan de helling)
 - Erosieklasse : geel (potentiele bodemerosiekaart 2019),
 - Groenbedekker: geen
 - Teelt 2018 : aardappel
 - Helling van het perceel: ?
 - Zaaidichtheid: 100 zaden/m²
 - Afstand tussen de zaairijen: 15 cm



Figuur 4-1: Situatieschets van het perceel.

Weide	9 m kopakker/rand perceel	12 m NKB + rotoeg	12 m NKB + stoppelcultivator	12 m ploegen + rotoeg
	9 m kopakker/rand perceel	12 m NKB + rotoeg	15 m NKB + stoppelcultivator	12m ploegen + rotoeg
	Kopakker, 12 m			
toegang perceel	Gracht			
Abeelseweg				

Figuur 4-2: Proefplan

4.2.2 Bodemkarakteristieken

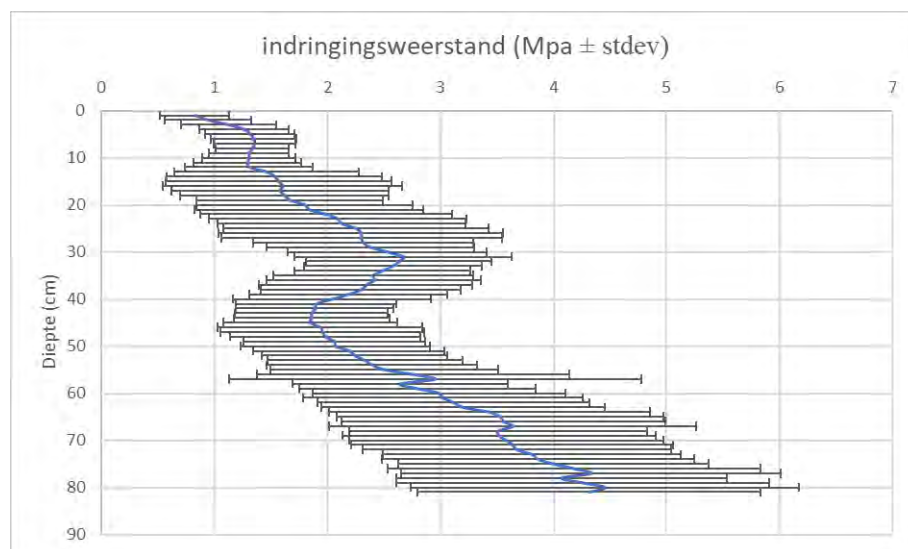
De bodemzuurtegraad en C-gehalte liggen respectievelijk net boven en in de streefzone voor zandleem bodems (tabel 4-1). Vlak voor zaai was er in het gravimetrisch vochtgehalte van de bodem (0-30cm) weinig tot geen verschil op te merken tussen de behandelingen (Tabel 4-2). Het penetrogram van et proefvlak in Figuur 4-3 geeft duidelijk een toenemende bodemweerstand weer met stijgende diepte. Beneden de 60 cm is de bodemweerstand >3MPa. Dit is zowat de theoretische grens voor wortelgroei. Bij hogere weerstand zullen de wortels niet goed meer doorgroeien. Er is sprake van een ploegzool op 30 cm diepte, maar deze blijft onder de 3MPa en is vermoedelijk geen probleem voor gewasgroei.

Tabel 4-1: Resultaten van de analyse op een bodemstaal genomen kort voor proefaanleg (28/03/2019).

Parameter	eenheid	resultaat	streefzone
Textuur		zandleem	
pH		6,25	5,5 - 6,0
Organische koolstof	% OC op droge grond	1,32	1,3 - 1,6

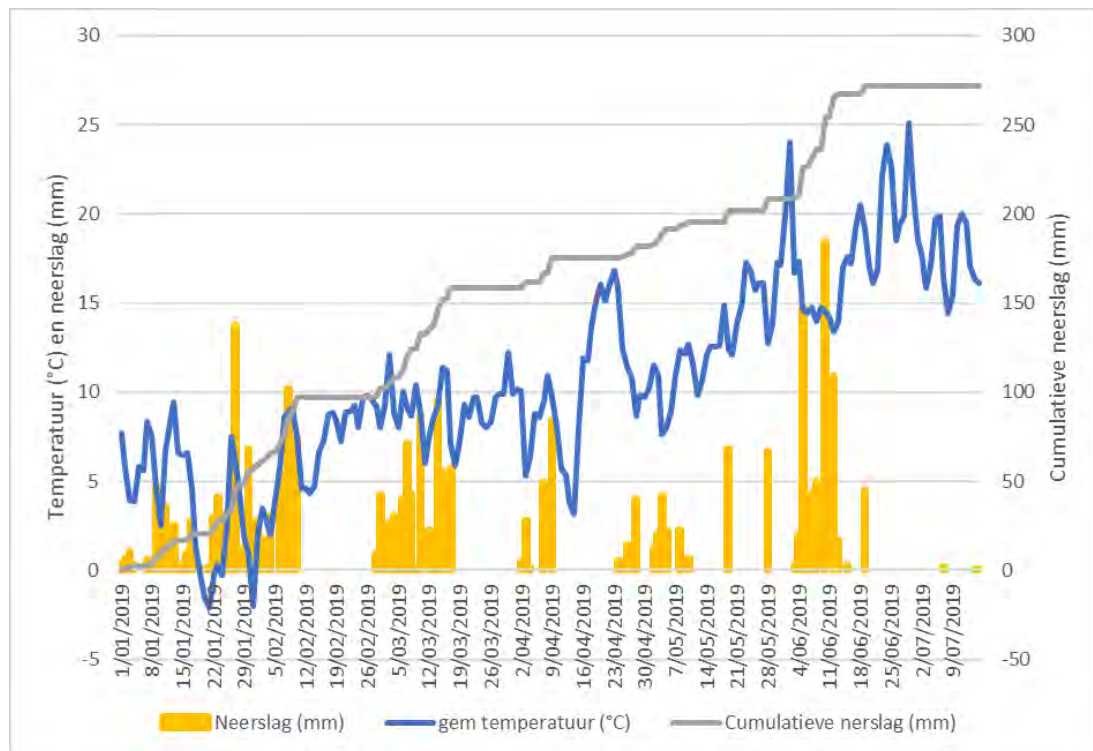
Tabel 4-2: Gravimetrisch vochtgehalte in de bodem onmiddellijk voor zaaien (18/04/2019).

Diepte (cm)	eenheid	NKB + rotopeg	NKB + stoppelcultivator	Ploegen + rotopeg
0-10	g/g	15,36	15,33	15,16
10-20	g/g	16,44	15,23	16,1
20-30	g/g	15,87	16,14	16,10



Figuur 4-3: Indringingsweerstand van de bodem gemeten voor proefaanleg.

4.2.3 Weersomstandigheden



Figuur 4-4: Weersomstandigheden voor en tijdens de proef.

De neerslaggegevens zijn afkomstig van de pluviometer van de Vlaamse overheid (www.waterinfo.be) gestationeerd langs de Abeelseweg op 500 m van het proefperceel. De temperatuursgegevens zijn afkomstig van de Mety weerpaal gestationeerd op de landbouwschool van Poperinge.

De winter van 2018 - 2019 was relatief droog (de streek rond Poperinge is van nature ook wel een droge streek). Er werd gezaaid op 17/04/2019. De bodembewerkingen die eraan voorafgingen gebeurden in voldoende droge omstandigheden. De dagen na zaaien bleef het droog en werd het warmer. Mei was een koude maand waarin wel wat neerslag viel maar zeker niet overdreven veel. Eind mei en begin juni werd het warmer. De eerste helft van juni was bovengemiddeld nat waardoor de teelt voldoende neerslag kreeg om de warme en droge periode eind mei/begin juli door te komen. Er was tijdens de teelt nooit een ernstig tekort aan neerslag.

4.2.4 Overzicht van teelt - en proefverloop

In Tabel 4-3 wordt een overzicht gegeven de verschillende activiteiten die op het proefperceel werden uitgevoerd.

Tabel 4-3: overzicht van teelt en proefverloop

Tijdstip	Activiteit
11/03/2019	Verkennde bemonstering perceel
12/04/2019	Uitvoeren NKB
13/04/2019	ploegen
17/04/2019	Klaarleggen perceel
17/04/2019	Bemonstering bodemvochtgehalte
17/04/2019	zaaien
10/05/2019	opkomstellingen
9/07/2019	Oogst en opbrengstbepaling

4.3 Overzicht van de aangelegde objecten

4.3.1 Beschrijving van de behandelingen

Tabel 4-4 geeft een overzicht van de verschillende objecten. Er werd onderscheid gemaakt in de diepe bodembewerking en de zaaibedbereiding. Er waren 2 varianten van zaaiklaar leggen, specifiek om de invloed van de zaaibedbereiding te bekijken in de niet-kerende bodembewerking.

Tabel 4-4: Overzicht van de uitgevoerde bodembewerkingen per object.

Obj	Behandeling	Diepe bodembewerking	Zaaiklaar leggen	Combinatie op de zaaimachine
1	NKB + rotoleg	Dent Michel	Vaste tandcultivator + rotoleg	Triltandcultivator + rotoleg
2	NKB + cultivator	Dent Michel	Dubbele triltandcultivator 2 x	Triltandcultivator + rotoleg
3	PL+rotoleg	Ploegen	Vaste tandcultivator + rotoleg	Triltandcultivator + rotoleg

4.3.2 Bodembewerkingen

4.3.2.1 Diepe bodembewerking

Er werd een diepe niet-kerende bodembewerking (20-25 cm) uitgevoerd in objecten 1 en 2 met een dents michel cultivator. Object 3 werd geploegd tot dezelfde diepte.



Figuur 4-5: diepe bodembewerking met een dents- michel diepgronder tot een diepte van ongeveer 20 -25 cm diep.

4.3.2.2 *Klaarleggen voor zaaien*

Na ploegen in object 3 werd klaargelegd met de rotoleg. In de frontheef was tevens een vaste tandcultivator gemonteerd met drie rijen tanden en een open klooierol gemonteerd. Deze tanden werken tot 10- 15 cm diep en hebben volgens de teler een zeer groot positief effect op de levensduur van de rotoleg.



Figuur 4-6: vaste tandcultivator met open kooierol in de frontheef en rotoleg + open kooierol achter de trekker.

Ook in object 1 werd na de diepe bewerking met de dents - michel dezelfde combinatie gebruikt om klaar te leggen. De bodembewerking met de dent - michel gebeurde een dag eerder dan het ploegen waardoor de bodem en de gevormde kluiten meer konden uitdrogen. Dit had echter geen effect op het zaibed.

In object 2 werd klaargelegd met een meer extensieve combinatie. Het was de bedoeling om hiermee sneller te kunnen rijden. De volgende combinatie werd gebruikt: In de frontheef een triltandcultivator met 2 rijen triltanden, voorafgegaan door een kluitenbreker (een metalen balk)

en gevolgd door een open kooirol. Achter de trekker hing een tweede triltandcultivator met 4 rijen triltanden en gevolgd door een open kooirol.



Figuur 4-7: Extensieve combinatie met 2 triltandcultivators gebruikt voor de zaaibedbereiding in object 2

Het was de bedoeling om met deze combinatie een stuk sneller te kunnen rijden en zo tijd te winnen. Uiteindelijk bleek dat na 1 passage het zaaibed onvoldoende fijn lag waardoor 2 passages nodig waren. Dit was voornamelijk het gevolg van de drogende omstandigheden (koud, maar veel wind en lage luchtvochtigheid) en het feit dat er een volledige dag werd gewacht tussen de diepe niet-kerende bodembewerking en het zaaiklaar leggen. Er waren daardoor al veel uitgedroogde kluiten in het zaaibed waardoor het zaaibed met 1 passage onvoldoende fijn lag.

4.3.2.3 Bodembewerkingen bij het zaaien

De zaaimachine was uitgerust met triltandcultivator met 2 rijen triltanden in de frontheef, en een rotoresg + een volle aandrukrol achter de trekker voor de zaaimachine.



Figuur 4-8: Zaaimachine met bijhorende combinaties.

4.4 Waarnemingen en resultaten

4.4.1 Opkomststelling

Op 10/05/2019 werden opkomststellingen uitgevoerd. Per plot werd - ad random - 5 x 1 m² uitgezet. Alle opgekomen planten werden geteld. Er werd gezaaid aan een zaaidichtheid van 100 zaden/m².

Tabel 4-5: Resultaten van de opkomststelling.

objectnr	object	ruwe data					opkomst	Tukey
		1	2	3	4	5		
1	NKB + rotoreg	89	96	89	85	90	89,8	a
2	NKB + cultivator	89	83	83	79	80	82,8	b
3	PL + rotoreg	89	94	92	84	89	89,6	a
Gemiddelde							87,4	
KVV Factor 1							5,05	
variatiecoëfficiënt							3,2	
P-waarde Blokken							0,052	N.S.
P-waarde Factor1							0,006	**

De opkomststellingen (Tabel 4-5) geven een significant lagere opkomst na gebruik van een stoppelcultivator in vergelijking met de andere objecten. Het zaaibed lag in dat object ook iets ruwer. De opkomst ligt wel in alle 3 de objecten hoog.

4.4.2 Regenvalsimulaties op 15 mei 2019

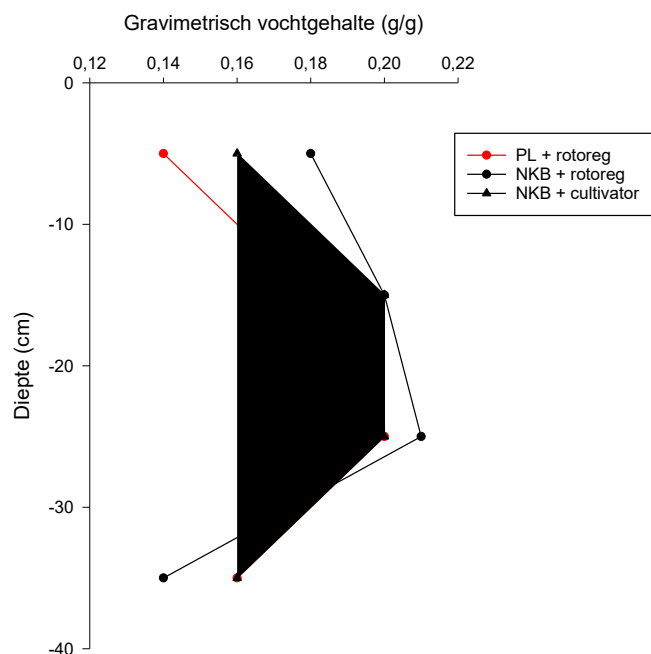
Om het effect van de behandelingen op run-off en erosie te testen, werden op 15 mei 2019 regenvalsimulaties uitgevoerd met de regenvalsimulator van UGent (Vermang, 2012⁷; Figuur 4-9). Er werden metingen verricht in de behandelingen PL + rotoreg, NKB + rotoreg en NKB +cultivator. Bij elke regenvalsimulatie werd een erosieveldje afgebakend van 1,75 m breed op 5 m lang. De veldjes werden steeds zo gepositioneerd dat bij iedere regenvalsimulatie er run-off en erosie werd opgevangen van 11 rijen erwten. Alle regenvalsimulaties werden uitgevoerd op een deel van de proef met homogene helling (4%). Tijdens de regenvalsimulaties werd gedurende 22-26 minuten beregend aan een gemiddelde intensiteit van 105 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 stalen te nemen voor sedimentconcentratie doorheen de simulatie, 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.

⁷ 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 4-9: Zicht op de erosiesimulator van UGent en een erosieveldje in de veldproef.

Voor aanvang van de simulaties werd een bodemvochtstaal genomen ter bepaling van het vochtgehalte in het profiel 0-40 cm (3 steken met een gutsboor, samengevoegd tot 1 staal). Ter bepaling van het vochtgehalte, C-gehalte en bulkdensiteit van het bodemoppervlak (0-5 cm), werd een staalname uitgevoerd met Kopecky-ringen (in 3-voud) per behandeling rondom de erosieveldjes. De metingen van de erosieveldjes van dezelfde behandeling werden samengevoegd. In de laag 20-40cm waren weinig verschillen in vochtgehalte van het bodemprofiel tussen de behandelingen. Ondanks het vochtiger bodemoppervlak bij PL + rotoreg (Tabel 4-6), was de laag 0-20cm toch duidelijk droger bij PL + rotoreg dan bij NKB + rotoreg. De minder intensieve zaaibedbereiding (NKB + cultivator) bevond zich tussen de 2 andere behandelingen in.



Figuur 4-10: Gravimetrisch vochtgehalte in het profiel (0-40cm) op 15 mei 2019.

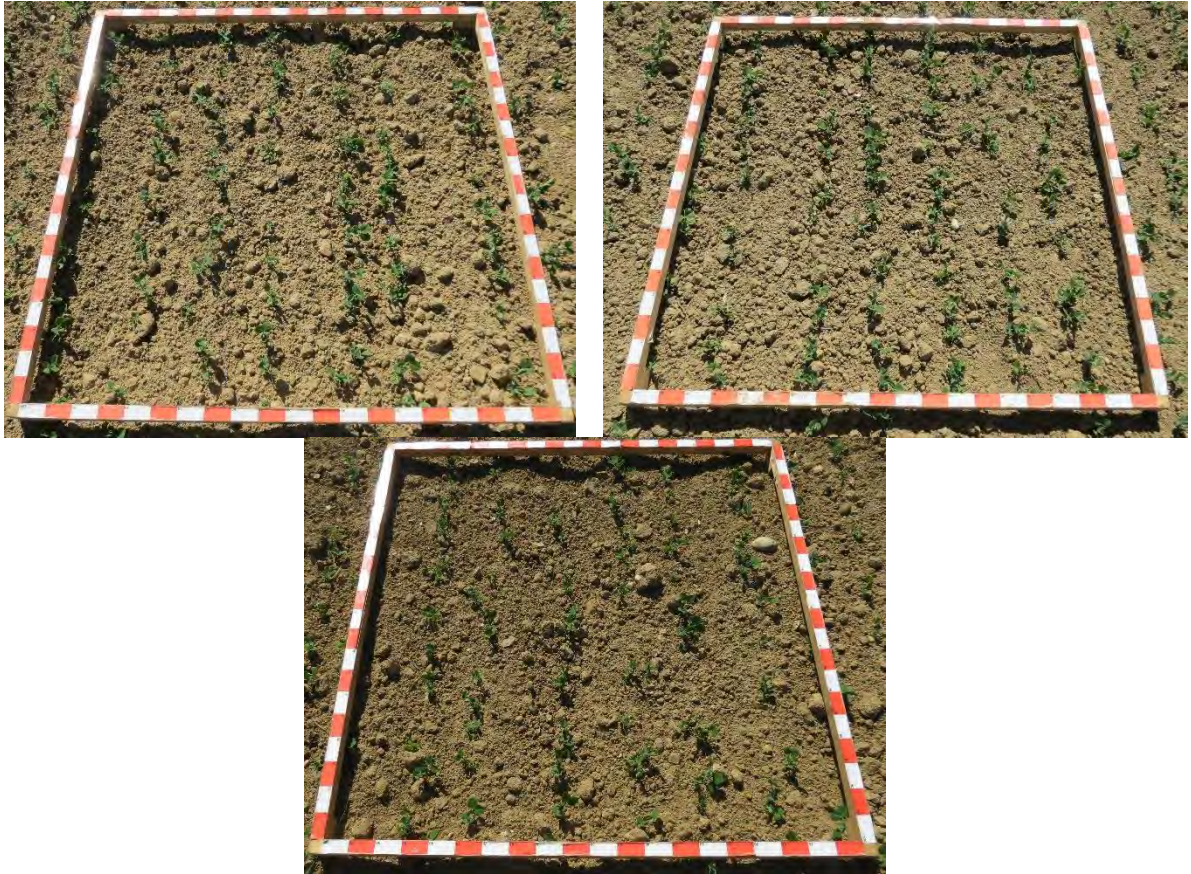
In Tabel 4-6 worden de resultaten van de metingen met de kopecky-ringen weergegeven. Zowel het gravimetrisch als volumetrisch vochtgehalte van het bodemoppervlak was significant verschillend tussen de behandelingen. Het intensiever bewerken van het zaaibed met rotoreg i.p.v.

cultivator en ploegen i;p.v. niet-kerende bodembewerking leiden tot iets meer vocht aan het bodemoppervlak. Er werden geen verschillen vastgesteld in bulkdensiteit tussen de behandelingen. Het C-gehalte aan het bodemoppervlak ligt significant hoger bij niet-kerende bodembewerking dan bij ploegen. Er is geen verklaring voor het grote verschil in C-gehalte tussen NKB + rotoleg en NKB + stoppelcultivator. Dit lijkt geen anomalie te zijn aangezien er weinig afwijking zit tussen de 3 herhalingen van deze meting (1,40%; 1,62% en 1,70%), maar het kan wel het gevolg van een historisch verschil in C-gehalte.

Tabel 4-6: Overzicht van het gemiddelde gravimetrisch en volumetrisch vochtgehalte, het 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 (Tukey HSD-test, $p < 0,05$) tussen de behandelingen zijn aangeduid met een verschillende letter.

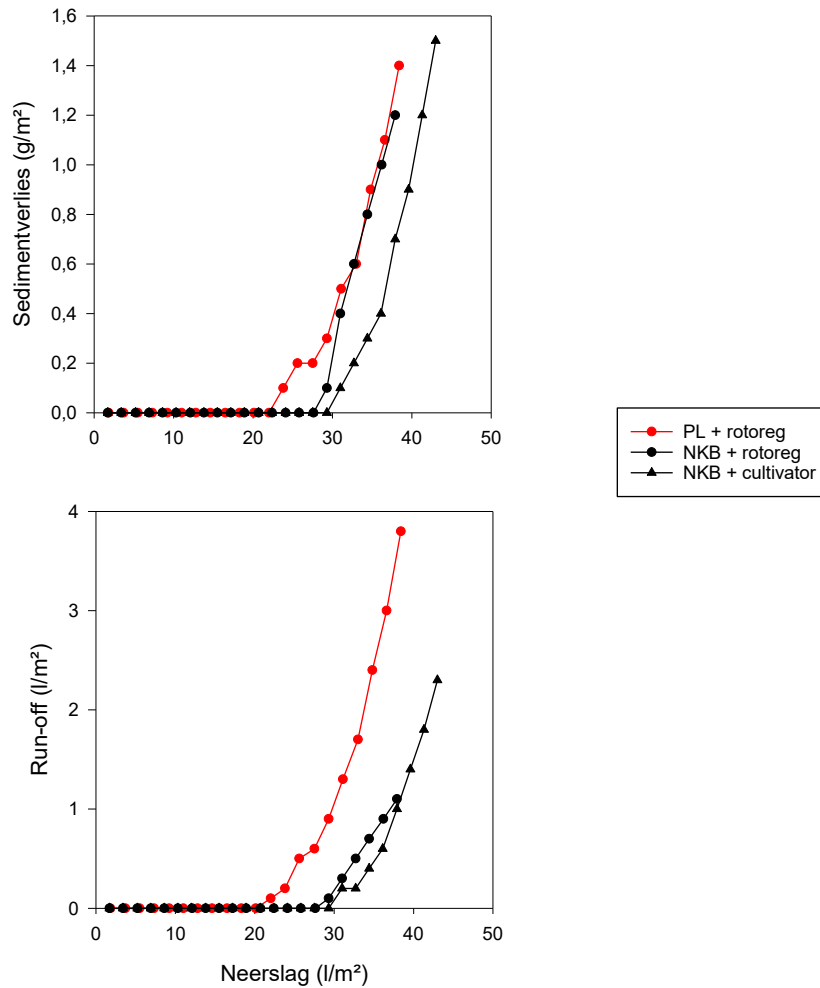
	Gravimetrisch vochtgehalte (g/g)	Volumetrisch vochtgehalte (g/cm ³)	C-gehalte (%)	Bulkdensiteit (kg/dm ³)
PL + rotoleg	0,10 \pm <0,01 ^b	0,12 \pm 0,01 ^b	0,87 \pm 0,03 ^a	1,18 \pm 0,04 ^a
NKB + rotoleg	0,09 \pm 0,01 ^{ab}	0,11 \pm 0,01 ^{ab}	1,57 \pm 0,09 ^c	1,14 \pm 0,08 ^a
NKB + cultivator	0,08 \pm 0,01 ^a	0,09 \pm 0,01 ^a	1,02 \pm 0,02 ^b	1,11 \pm 0,04 ^a

Bij de regenvalsimulaties werd ook de bodembedekking bepaald. Hiervoor werd een foto van 1 m op 1 m genomen van het bodemoppervlak, met behulp van een kader (Figuur 4-11). 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. In figuur wordt van de verschillende behandelingen een voorbeeldfoto gegeven. De bodembedekking werd bepaald in 3-voud rondom de erosieveldjes van alle behandelingen.



Figuur2:4-11 Zicht op het bodemoppervlak en de bodembedekking op 15 mei 2019. Linksboven: PL + rotoleg, rechtsboven PL + rotoleg en onder: NKB +cultivator.

Er werden nergens gewasresten vastgesteld. De bodembedekking door het gewas was niet verschillend tussen de objecten en was 4,2% gemiddelde ($\pm 0,3\%$ standaardfout). Er waren dus geen verschillen in bodembedekking tussen de behandelingen.



Figuur 4-12: verloop van de run-off en sedimentverliezen in functie van de neerslag gesimuleerd op 15 mei 2019.

In Figuur 4-12 worden run-off en sedimentverlies van de regenvalsimulaties op 15 mei 2019 weergegeven. De run-off in PL + rotoleg start op 20 l/m² regenval, voor de behandelingen NKB + rotoleg en NKB + cultivator is dit 29 l/m². De totale run-off is uiteindelijk ook hoger bij ploegen dan bij niet-kerende bodembewerking. De verschillen in erosie zijn klein. De sedimentverliezen van PL + rotoleg en NKB + rotoleg vallen bijna samen. De sedimentverliezen bij NKB + stoppelcultivator zijn beperkt lager. Dit kan het gevolg zijn van een minder intensieve zaaibedbereiding, maar kan evengoed het verschil zijn van het grote verschil in C-gehalte van het bodemoppervlak (zie eerder).

In conclusie kunnen we stellen dat er weinig tot geen verschil was in erosiereductie in deze proef door niet-kerende bodembewerking en/of een minder intensieve zaaibedbereiding. De run-off was lager bij niet-kerende bodembewerking dan bij ploegen.

4.4.3 Opbrengstbepaling

Voor de opbrengstbepaling werden de 3 stroken onderverdeeld in 4 blokken/parallelle (4 stroken met een breedte van 25 m loodrecht op de lengterichting van de bewerkingen). In elk object werd per parallel een opbrengstbepaling uitgevoerd op een oppervlakte van 1.4 m (10 zaailijnen) x 3 m. In object 3 werd in de 4 de parallel geen opbrengstbepaling meer uitgevoerd. Omdat het perceel niet perfect rechthoekig was, liep het proefveld daar naar een tip toe. In de 4 de parallel van object

2 was er daardoor veel overlap van zaailijnen. Een opbrengstbepaling in dat veldje zou niet vergeleken kunnen worden met de andere objecten omwille van een afwijkende zaaidichtheid. Er werden geen significante verschillen in gewasopbrengst en –kwaliteit tussen de objecten gevonden (Tabel 4-7).

Tabel 4-7: Resultaten van de opbrengstbepaling.

objectnr	object	biomassa Kg/ha	Kruskal- Wallis	Erwten Kg/ha	Tukey	Hardheid TU	
1	NKB + rotoreg	37813	b	8101	a	132	a
2	NKB + cultivator	43911	a	9228	a	124	a
3	ploegen + rotoreg	41387	ab	7845	a	125	a
	Gemiddelde	37378		7622		126	
	KWV Factor 1	4310		2546		10.86	
	variatiecoëfficiënt	5,12		15,32		4,34	
	P-waarde Blokken	0,111	N.S.	0,703	N.S.	0,026	
	P-waarde Factor1	0,05	N.S.	0,471	N.S.	0,133	

4.5 Besluit

Het combineren van een niet kerende bodembewerking met een zaaibedbereiding leidde hier tot een goed gelijkmatig zaaibed en een hoge opkomst na zaaien (vergelijkbaar met ploegen) terwijl na niet-kerende bodembewerking het perceel toch een dag langer uitdroogde. Het gebruik van een cultivator als zaaibedbereiding na NKB leverde iets meer problemen op. Het was vrij moeilijk om de uitgedroogde kluiten aan de oppervlakte te verkleinen en uiteindelijk moest 2 maal bewerkt worden met de cultivator. Dat leverde een iets ruwer zaaibed op en een iets lagere (niet significante) opkomst. De gewasopbrengst en kwaliteit lag bij in alle drie de objecten even hoog en er werden geen problemen ervaren met ziekten en plagen of extra onkruiddruk. Het toepassen van niet kerende bodembewerking had geen negatieve effecten op de gewasopbrengst. Niet-kerende bodembewerking had geen erosiereducerend effect. Het ruwere zaaibed door met een cultivator met 2 passages te werken i.p.v. de rotoreg, had wel een licht erosiereducerend effect. Het C-gehalte was in dit object bij de regenvalsimulaties echter significant hoger, zonder dat we hier een verklaring voor hebben.

5 Erwt Zwalm: niet-kerende bodembewerking

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

5.1 Doelstelling van de veldproef

Deze veldproef met erwten werd aangelegd om bodemerosie na niet-kerende bodembewerking (NKB) te vergelijken met bodemerosie na ploegen. En zo meer data te verzamelen van niet-kerende bodembewerking in erwten, een teelt waar nog maar weinig gegevens werden van verzameld in eerdere onderzoeksprojecten over erosie. Bij aanvang van de veldproef werden een aantal onderzoeksvragen vooropgesteld:

1. In welke mate wordt bodemerosie beperkt door niet-kerende bodembewerking toe te passen?
2. Zijn er verschillen in gewasopkomst, bodembedekkingsgraad en onkruiddruk tussen de teelttechnieken?
3. Is er een opbrengstderving te verwachten bij niet-kerende bodembewerking?

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

5.2 Beschrijving perceel

5.2.1 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 akkerbouwgewassen gecombineerd met melkvee. Tot de akkerbouwgewassen behoren aardappelen, erwten, gras, suikerbieten, wintergerst, wintertarwe en maïs.

Het areaal omvat 35 ha akkerland en bevat meerdere hoog (rood) en zeer hoog (paars) erosiegevoelige percelen. Zowel rode als paarse percelen worden gebruikt voor akkerbouw.

5.2.2 Bodemkenmerken en bodemverdichting op 3 april 2019

Regio: Vlaamse Ardennen

Bodemtextuur: Leem

Bodemkaart: onderaan perceel: Ada1 (matig natte leembodem met textuur B horizont); rest perceel: Aba1 (droge leembodem met textuur B horizont)

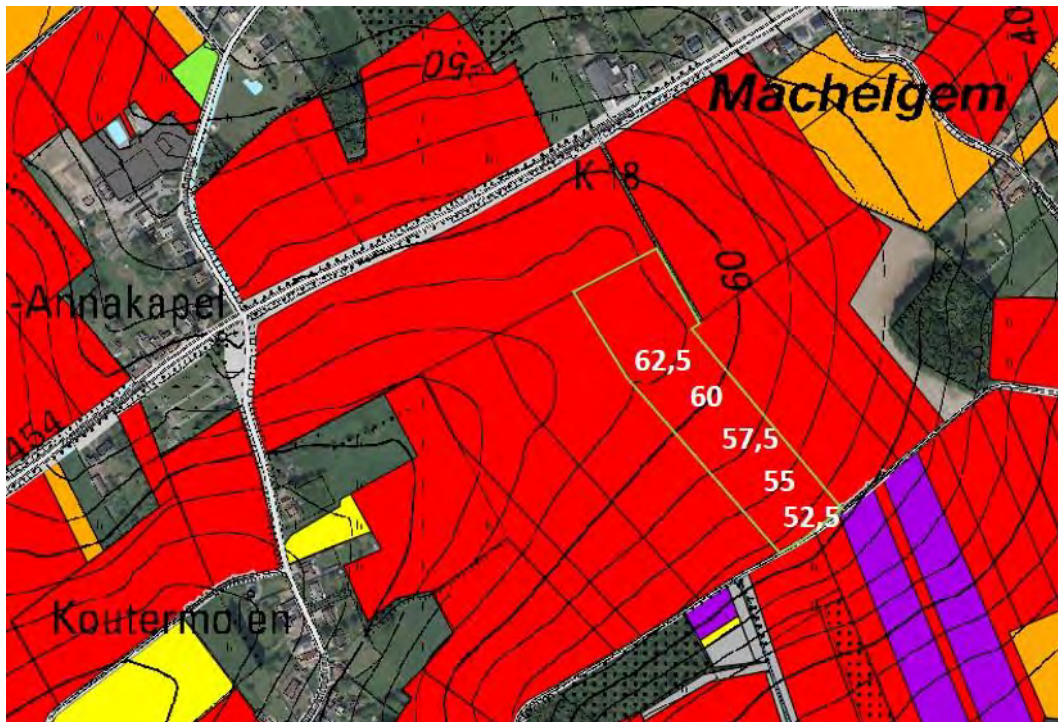
Erosieklasse: Rood

Voorvrucht: korrelmaïs

Groenbedekker/vanggewas: -

Helling proefveld: 7,5-8,5%

Kaartje hoogtelijnen (proefveld is groen omrand):



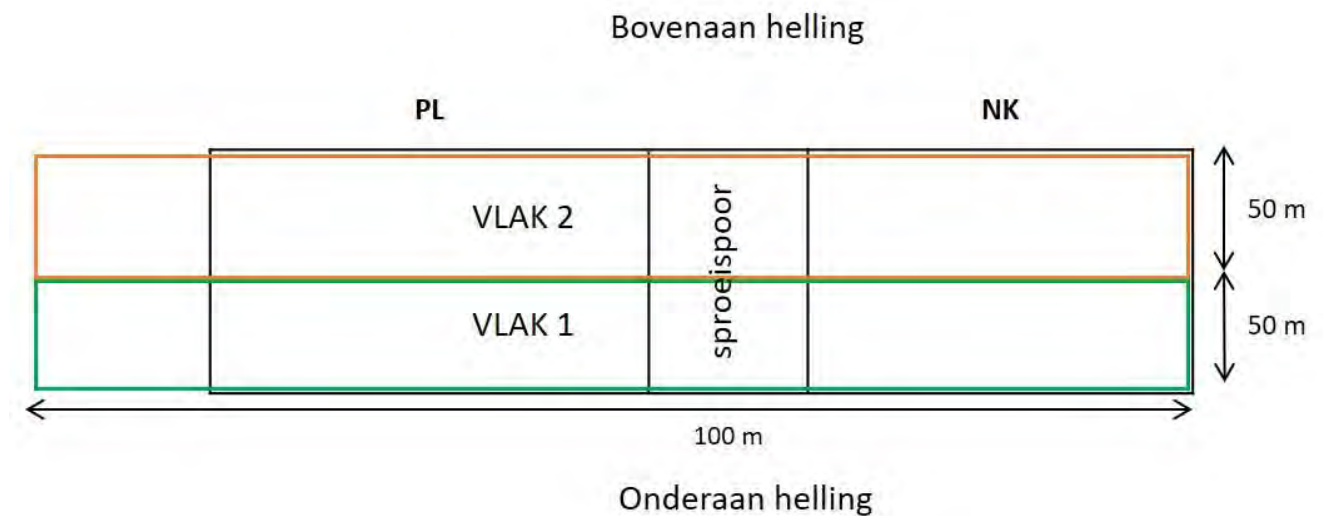
Het perceel waar de veldproef werd uitgevoerd heeft een leemtextuur en is gecatalogeerd als een hoog erosiegevoelig perceel (rood). Op dit perceel werd in 2018 korrelmaïs geteeld. Er werd nadien geen vanggewas ingezaaid (Figuur 5-1).



Figuur 5-1: Overzicht van het perceel met stoppel en aanwezigheid oogstresten op 3 april 2019.

De veldproef werd onderverdeeld in 2 behandelingsstroken van 14,4m 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 3 april. Voor deze stalen en metingen werd het proefveld onderverdeeld in 2 verschillende vlakken, nl. vlak 1 en vlak 2. In deze vlakken liggen meerdere blokken van meerdere behandelingsstroken (Figuur 5-2).

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 2 vlakken werd ook het gravimetrisch vochtgehalte tot 60 cm diep bepaald (één steek per vlak).



Figuur 5-2: Proefplan van de veldproef erwte te Zwalm, 2019. Voor de metingen met de penetrologger en voor staalnames voor de chemische bodemtoestand werd het proefveld onderverdeeld in 2 vlakken, nl. vlak 1 (oranje) en 2 (groen). Zie verder voor verklaring afkorting behandelingen.

In Tabel 5-1 wordt een overzicht gegeven van de chemische bodemtoestand op 3 april 2019. Het minerale stikstofgehalte is op dit tijdstip laag in beide vlakken. De vertering van de gewasresten van korrelmaïs kan zorgen voor een tijdelijke onttrekking van stikstof uit de bodem (stikstofimmobilisatie). Het koolstofgehalte bevindt zich onder de streefzone net zoals de bodemzuurtegraad.

Tabel 5-1: 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 vlakken 1 en 2. De streefwaarden voor leemgrond werden overgenomen van Maes et al. 2012⁸¹.

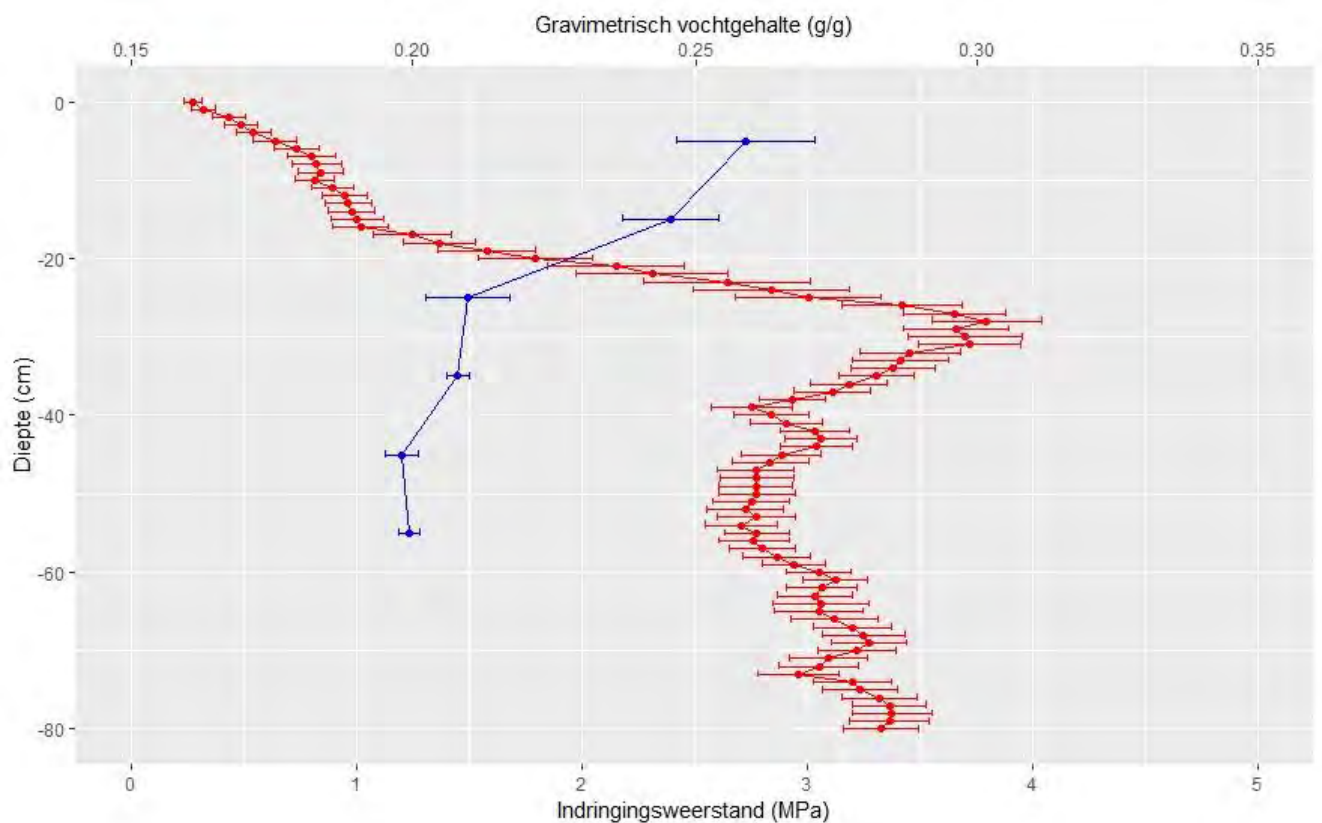
Vlak	Diepte (cm)	N_{min} (kg/ha)	pH-KCl	OC ⁽¹⁾ (%)
1	30	18	6,4	0,9
	60	27		
2	30	18	6,0	1,0
	60	19		
Streefzone		-	6,7-7,3	1,2-1,6

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

Voor de 2 vlakken werden voor indringingsweerstand en gravimetrisch vochtgehalte een gelijkaardig verloop in functie van de diepte opgetekend. Bijgevolg werd in Figuur 5-3 de

⁸ 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

gemiddelde indringingsweerstand en het gemiddeld gravimetrisch vochtgehalte van alle metingen samen weergegeven.



Figuur 5-3: De gemiddelde indringingsweerstand ($n=20$) en gravimetrisch vochtgehalte ($n=2$) (\pm standaardfout) van alle metingen over de 2 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.

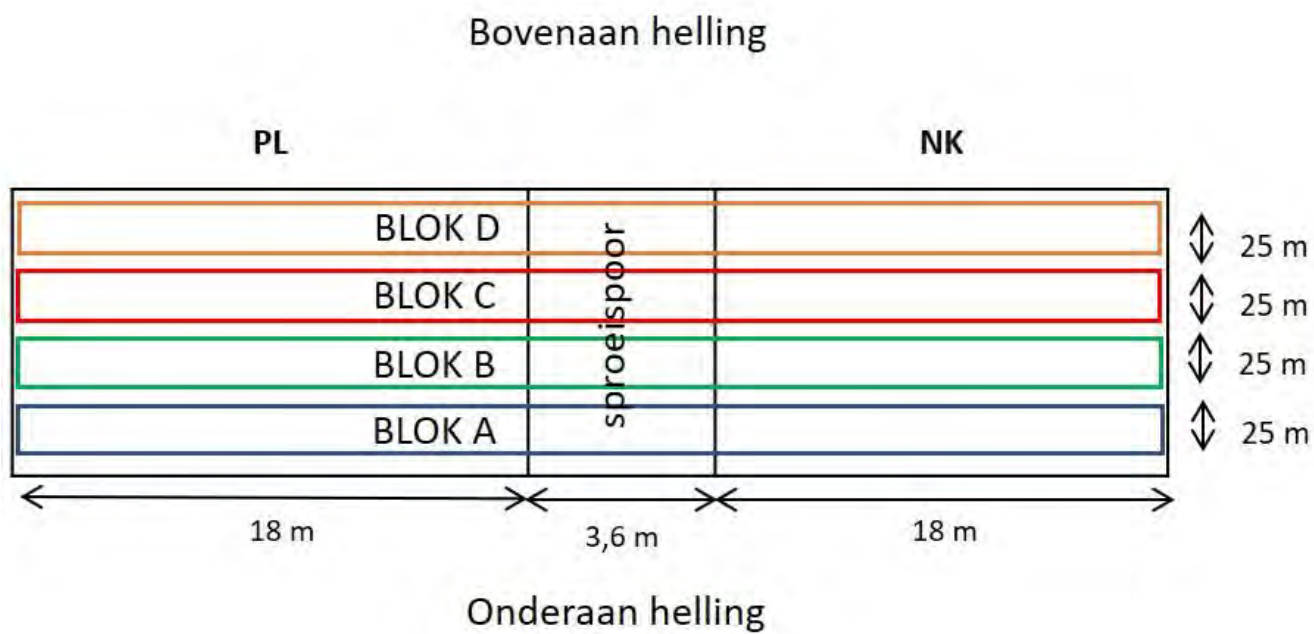
Uit het penetrogram blijkt dat de indringingsweerstand gestaag toeneemt en op 30 cm diepte meer dan 3,5 MPa bedraagt. Voor de laag 30-40 cm neemt de indringingsweerstand opnieuw af tot 3,0 MPa. Voor de laag 40-80 cm schommelt de indringingsweerstand rond 3,0 MPa. Het gravimetrisch vochtgehalte neemt af 0,26 g/g op 5 cm diepte tot 0,21 g/g op 25 cm diepte. Tussen 25 en 55 cm diepte schommelt het vochtgehalte rond 0,20 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 overschreden. De verdichting in de bodemlaag 25-35 cm wijst op een ploegzool gezien deze voorkomt op ploegdiepte.

5.3 Beschrijving veldproef

5.3.1 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 5-4).



Figuur 5-4: Proefplan van de veldproef erwt te Zwalm, 2019. De proef bestaat uit 2 stroken van 18m breedte met tussenin een sproeispoor. De lettercode geeft de behandeling aan (paragraaf 5.3.2). In blok C werden regenvalsimulaties uitgevoerd op 22 mei 2019.

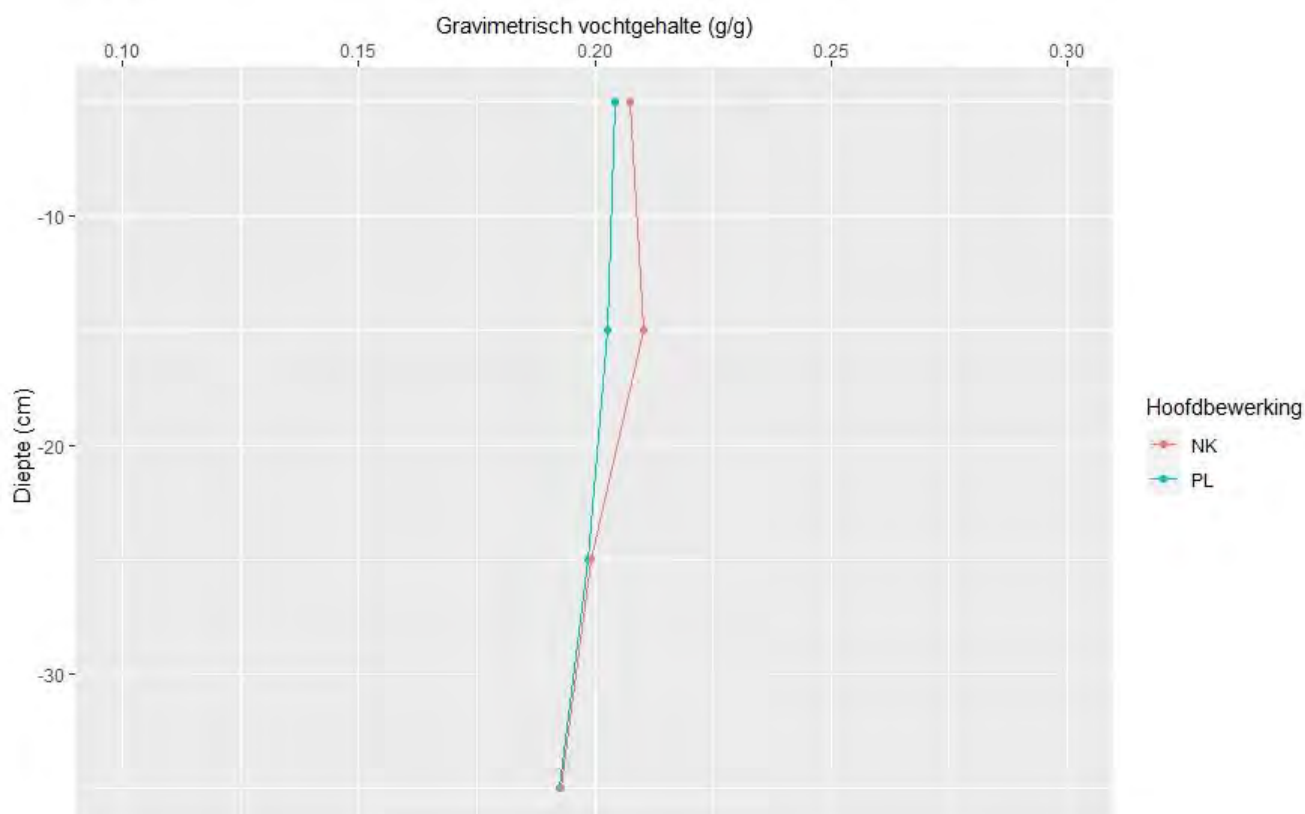
In Tabel 5-2 wordt het logboek van de activiteiten in deze veldproef weergegeven. De behandelingen worden verder in de tekst toegelicht onder paragraaf 5.3.2.

Tabel 5-2: Overzicht van de activiteiten op de veldproef per datum.

Datum uitvoering	Handeling	Opmerking
3/04/2019	Bewerking	metingen met penetrologger en bepaling gravimetrisch vochtgehalte
3/04/2019	Staalname	Nmin, pH, %C (0-30 cm) en Nmin (30-60 cm)
30/04/2019	Bewerking	stoppelbewerking en breken grond met triltandcultivator (15 cm diep)
1/05/2019	Uitzetten proef	
1/05/2019	Bewerking	ploegen met Lemken Opal 5-schaar (35 cm diep) + zaaibedbereiding met rotoreg (5 cm diep)
2/05/2019	Bemesting	50 eenheden stikstof toegediend met ammoniumnitraat (breedwerpig toegepast)
3/05/2019	Staalname	bepaling gravimetrisch vochtgehalte (0-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm, 30-40 cm) in objecten ploegen en niet-kerend
3/05/2019	Zaai	ras Flandesa (Nunhems), 200.000 zaden per ha, zaaicombinatie (24 zaaielementen over 3,6m) met rotoreg (5 cm diep)
13/05/2019	Beoordeling	bodembedekking en bodemruwheid direct na zaai + visuele erosie (score)
22/05/2019	Beoordeling	regenvalsimulaties + bedekkingsgraad en bodemruwheid
31/05/2019	Beoordeling	per plot: opkomst (tellen 4 kaders van 1/8 m ² ; 3 rijtjes erwt per kader) + gewashoogte (10 planten per plot) + bedekkingsgraad erwt en onkruid (%) + visuele erosie (score)
21/06/2019	Beoordeling	bedekkingsgraad erwt en onkruid (%) + gewasbeoordeling (volume, uniformiteit, gewashoogte)
18/07/2019	Oogst	per plot: 3 kaders van 1,225 m ² oogsten (3,765 m ² in totaal)
18/07/2019	Staalname	Nmin (0-30) in objecten ploegen en niet-kerend (7 steken per object) (mengstaal over de herhalingen)
24/07/2019	Beoordeling	per plot: bepalen veldopbrengst (totaal en peulen)

Op 3 mei 2019 werd net voor het zaaien het gravimetrisch vochtgehalte van het bodemprofiel bepaald in behandelingen ploegen en niet-kerende bodembewerking (Figuur 5-5). Bij vergelijking van de vochtprofielen werden slechts minimale verschillen in watervoorraad tussen de behandelingen vastgesteld.

Ten opzichte van 3 april (Figuur 5-3) is het vochtgehalte in de bouwvoor (0-30 cm) gedaald en dan voornamelijk in de bovenste bodemlaag 0-20 cm.



Figuur 5-5: Gravimetrisch vochtgehalte ($n=1$; mengstaal van minstens 7 steken) in de bodem net voor de plant in de behandelingen ploegen en niet-kerende bodembewerking (3 mei 2019).

In Tabel 5-3 wordt een overzicht gegeven van de gemiddelde maandelijkse temperatuur en totale maandelijkse neerslag in 2019 (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 teeltseizoen van 2019 werd gekenmerkt door een droog voorjaar, uitgezonderd de maand juni dat als nat kan bestempeld worden, gevolgd door een zeer droge zomer. De gemiddelde maandelijkse temperatuur in de periode mei tot juli was tot 3,2 °C hoger en de maandelijkse totale neerslag tot 53,7 mm lager in vergelijking met de normalen.

Tabel 5-3: Overzicht van de gemiddelde maandelijkse temperatuur en maandelijkse totale neerslag in 2019 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 2019 (°C)	Afwijking van normalen (°C)	Jaar 2019 (mm)	Afwijking van normalen (mm)
Mei	13,2	-0,2	28,6	-32,7
Juni	19,2	3,2	99,6	27,5
Juli	20,4	2,2	21,8	-53,7

5.3.2 Beschrijving van de behandelingen

In alle behandelingen werd een niet-kerende bodembewerking uitgevoerd in het voorjaar op 30 april met een veertandcultivator (15 cm diep) om de maïsstoppel in te werken en de grond te breken.

Behandelingen die vervolgens geploegd werden krijgen lettercode 'PL', de andere behandelingen lettercode 'NK'.

5.3.2.1 ***PL: ploegen - zaaibedbereiding met rotoreg***

Op 1 mei werd na de niet-kerende bodembewerking geploegd met een 5-schaar tot een diepte van 35 cm. De zaaibedbereiding, tevens uitgevoerd op 1 mei, bestond uit één werkgang met een rotoreg (4 à 5 cm diep aan 1000 tpm). Het zaaien gebeurde op 3 mei met een Turbosem pneumatische zaaimachine gecombineerd met een rotoreg (Figuur 5-6).

5.3.2.2 ***NK: niet-kerende bodembewerking - zaaibedbereiding met rotoreg***

Deze behandeling werd niet geploegd. De zaaibedbereiding, uitgevoerd op 1 mei, bestond uit één werkgang met een rotoreg (4 à 5 cm diep aan 1000 tpm). Het zaaien gebeurde op 3 mei met een Turbosem pneumatische zaaimachine gecombineerd met een rotoreg (Figuur 5-6).

5.3.3 Bemesting en zaai

Begin mei werd het perceel breedwerpig bemest met 50 eenheden stikstof via ammoniumnitraat (Tabel 5-4).

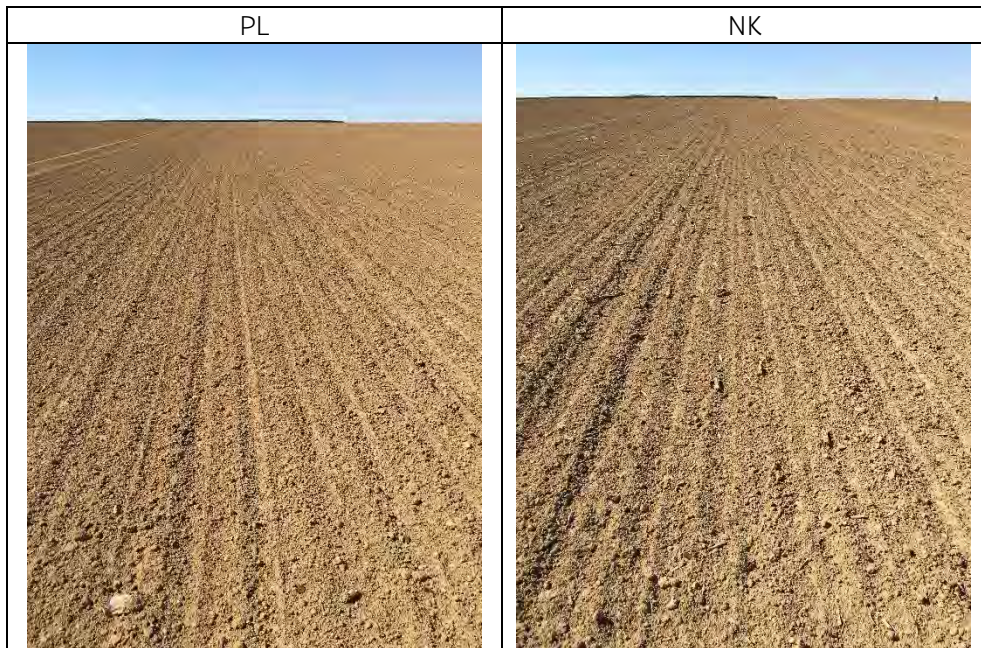
Tabel 5-4: Overzicht van de toegediende meststof en toepassingstechniek binnen de proef erwten.

Datum	Dosis	Meststof	Toepassingstechniek
2/05/2019	185 kg/ha	ammoniumnitraat	Breedwerpig

Bij de zaai van de objecten werd een Turbosem machine met rotoreg (4 à 5 cm diep aan 1000 tpm) gebruikt (Figuur 5-6). Deze zaaibedbereiding, in dezelfde werkgang als het zaaien, komt dus voor alle behandelingen bovenop de zaaibedbereiding. De werkbreedte van de deze zaaimachine is 3,6 m. De rijafstand bedraagt 15 cm en per werkbreedte werden bijgevolg 24 rijen erwten gezaaid. Bij de behandeling niet-kerend worden de gewasresten van de maïsstoppel in beperkte mate (<5%) aan het bodemoppervlak gehouden (Figuur 5-7).



Figuur 5-1: Turbosem pneumatische zaaimachine gecombineerd met rotoleg



Figuur 5-7: Overzichtsfoto's (met gelijke schaal) van behandelingen PL en NK op tijdstip 13 mei (1 week na zaaien).

5.4 Gewasopkomst, bodembedekkingsgraad en onkruidtellingen

5.4.1 Gewasopkomst en -hoogte

Per plot werd een schatting gemaakt van de opgekomen planten door vier kaders van 1/8 m² (in totaal 1/2 m²) met telkens 3 rijen per kader te tellen (Tabel 5-5).

Tabel 5-5: Opkomst in erwt (n=4) voor de behandelingen PL en NK bepaald 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	Opkomst (aantal per 1/2 m ²)	
	31/05/2019	
PL	51	
NK	50	

Op 31 mei 2019, 1 maand na zaai, zijn er geen verschillen in opkomst tussen de behandelingen ploegen en niet-kerend. Zoals eerder besproken was de vochtvoorziening in de bodem net voor zaai zeer gelijkaardig tussen ploegen en niet-kerend.

Voor de behandelingen ploegen en niet-kerend werd de gewashoogte per plot opgemeten (Tabel 5-6). Hiervoor werden 10 planten opgemeten en als resultaat werd het gemiddelde weergegeven.

Op 31 mei 2019, 1 maand na zaai, was de gewashoogte bij ploegen significant hoger dan bij niet-kerend. De gewashoogte schommelde op dat tijdstip tussen 6,3 en 7,3 cm. Op 21 juni, anderhalve maand na zaai, bedroeg de gewashoogte zowel voor ploegen als niet-kerend 45 cm. Het verschil in gewashoogte tussen ploegen was dus niet meer aanwezig.

Tabel 5-6: Gewashoogte in erwt (n=10) voor de behandelingen PL en NK bepaald 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	Gewashoogte (cm)	
	31/05/2019	21/06/2019
PL	7,3 a	45
NK	6,3 b	45

5.4.2 Bodembedekkingsgraad, volume en uniformiteit

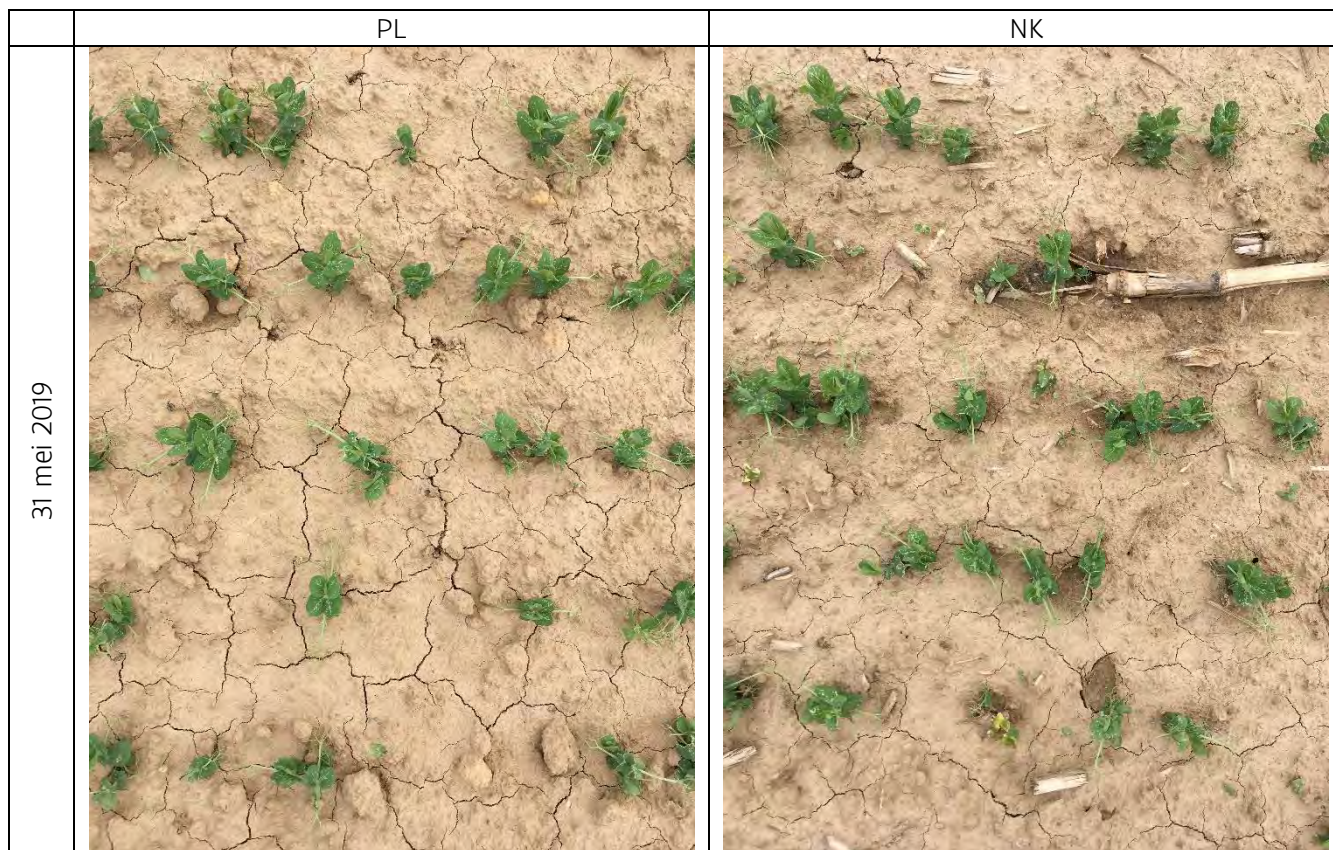
Per behandeling werd de bedekkingsgraad van het gewas visueel ingeschat (Tabel 5-7). Op tijdstippen 31 mei en 21 juni werd per behandeling een percentage ingeschat. Ter ondersteuning van de visuele beoordeling werden er van elke behandeling foto's genomen (Figuur 5-8).

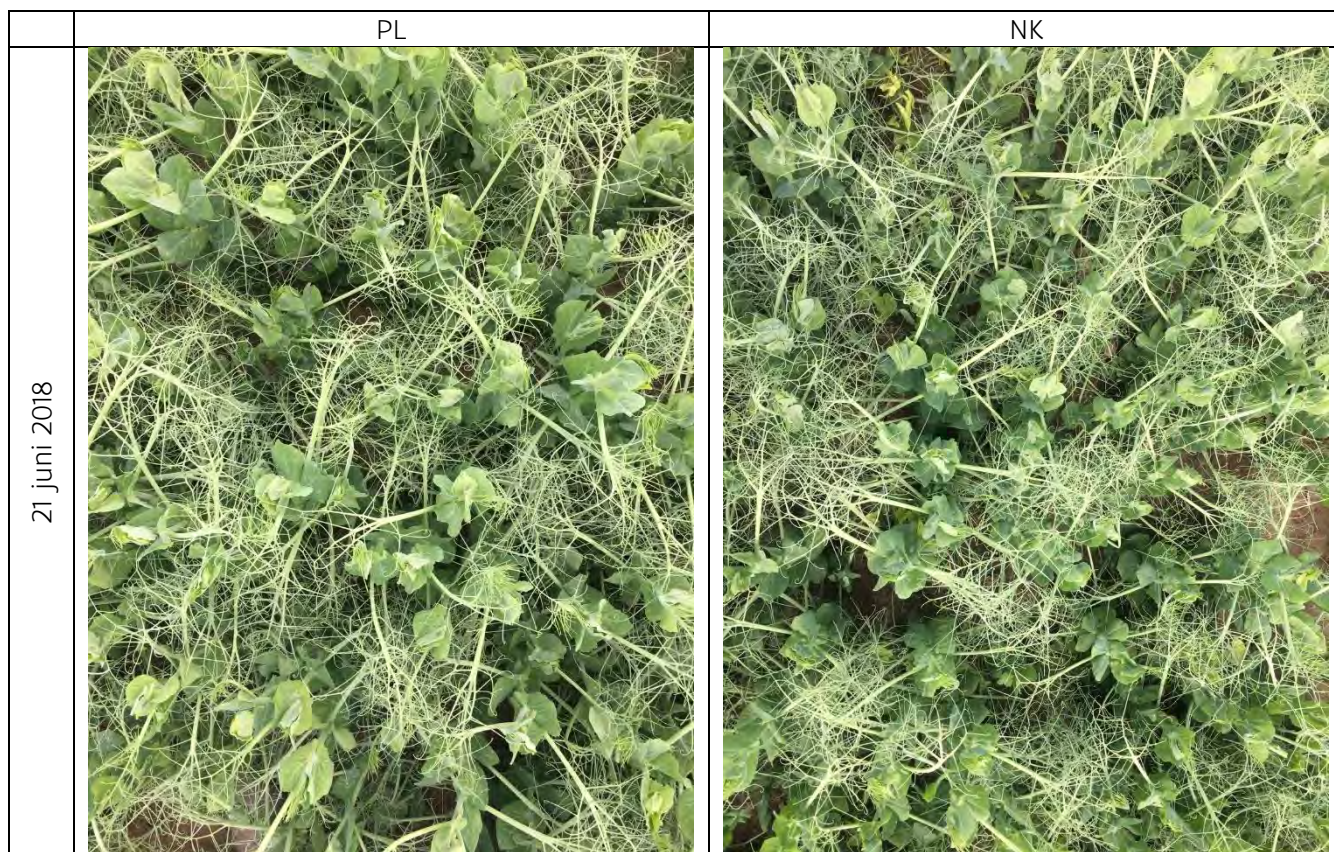
Tabel 5-7: Bedekkingsgraad door erwt (n=4) voor de behandelingen PL en NK bepaald in blokken A, B, C en D. De behandelingen die significant verschillend zijn van elkaar (Tukey HSD, p<0.05) zijn aangeduid met een verschillende letter.

Obj	Veldbedekking erwten (%)	
	31/05/2019	21/06/2019

PL	35 a	96
NK	31 b	96

Op 31 mei 2019, 1 maand na zaai, was de velbedekking door erwten bij ploegen significant hoger dan bij niet-kerend. De bedekkingsgraad schommelde op dat tijdstip tussen 31 en 35%. Op 21 juni, anderhalve maand na zaai, bedroeg de bedekkingsgraad zowel voor ploegen als niet-kerend 96%. De maximale bedekkingsgraad was nagenoeg bereikt en het verschil tussen ploegen en niet-kerend was weggewerkt. 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 5-8).





Figuur 5-8: Overzichtsfoto's veldbedekking (met gelijke schaal) van behandelingen PL en NK op tijdstippen 31 mei, 7 juni en 21 juni.

Per behandeling werd het volume en de uniformiteit (Tabel 5-8) van het gewas visueel ingeschat. Op 21 juni, anderhalve maand na zaai, scoorden de behandelingen met hoofdbewerking ploegen en niet-kerend gelijk qua volume en uniformiteit toe. De hoofdbodembewerking had dus weinig invloed op de gewasstand.

Tabel 5-8: Volume en uniformiteit erwten (n=4) visueel ingeschat voor de behandelingen PL en NK in blokken A, B, C en D.

Obj	Volume ^(*) (1 = klein, 9 = groot)	Uniformiteit ^(*) (1 = heterogeen, 9 = homogeen)
	21/06/2019	21/06/2019
PL	8	8
NK	8	8

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

5.4.3 Onkruidtellingen

Per behandeling werd het percentage veldbedekking door onkruid visueel ingeschat (Tabel 5-9). 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.

Op 31 mei 2019, 1 maand na zaai, was de onkruiddruk bij niet-kerend significant hoger dan bij ploegen. Toch kan gesteld worden dat de onkruiddruk op dat tijdstip laag was. Op 21 juni,

anderhalve maand na zaai, was bodem bijna volledig bedekt door het gewas en was de onkruiddruk zowel bij ploegen en niet-kerend minimaal.

Naar ziektedruk en plagen toe werden geen verschillen vastgesteld tussen de behandelingen. Ziektedruk en plagen werden enkel beoordeeld indien er verschillen werden opgemerkt tussen de plots. Alle behandelingen kregen dezelfde gewasbeschermingsmiddelen doorheen het teeltseizoen toegediend.

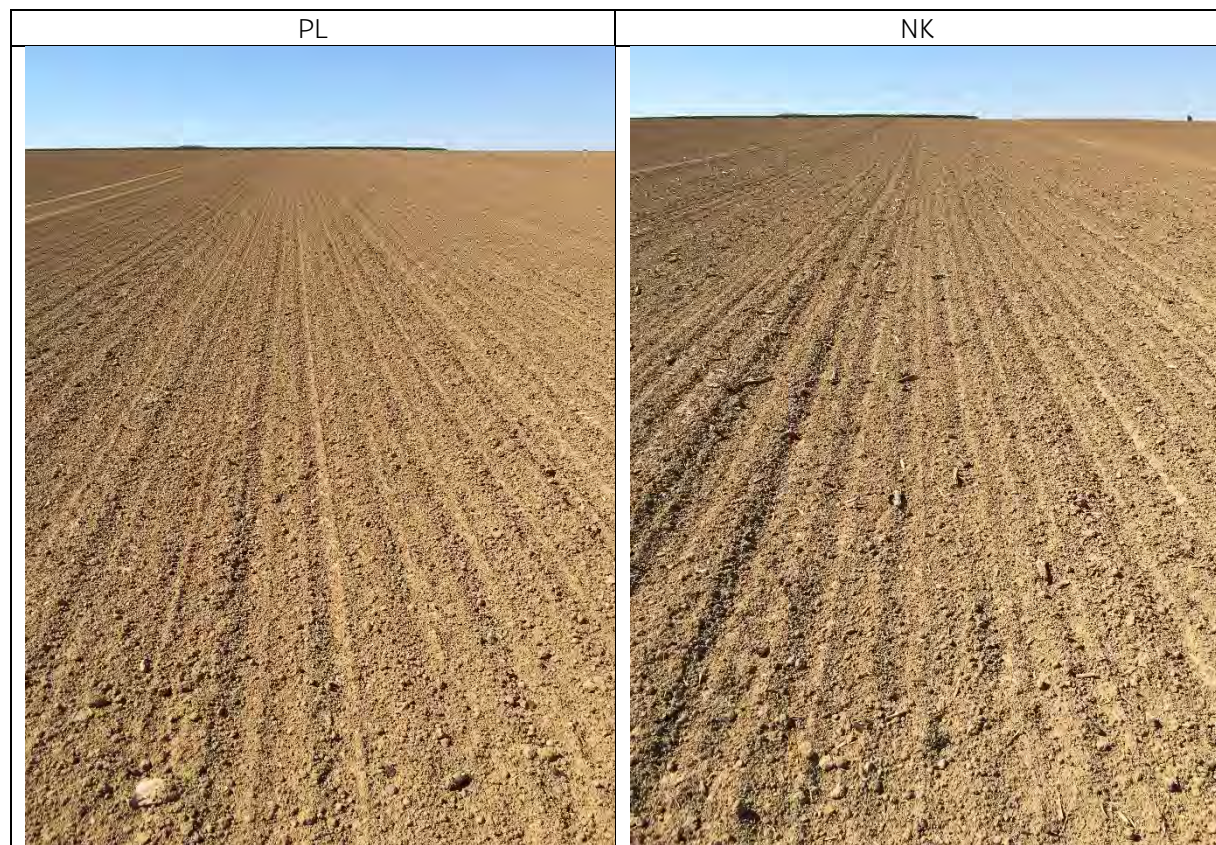
Tabel 5-9: Veldbedekking onkruid (n=4) visueel ingeschat voor de behandelingen PL en NK in blokken A, B, C en D.

Obj	Veldbedekking onkruid (%)	
	31/05/2019	21/06/2019
PL	1,5 a	<1
NK	3,3 b	<1

5.5 Bodemruwheid en erosie

5.5.1 Visuele beoordeling bodemruwheid

Op 13 mei 2019 werden bodemruwheid en bodembedekking door gewasresten visueel bepaald. Aan het bodemoppervlak waren visueel meer kluiten aanwezig bij de behandeling ploegen dan bij niet-kerend (Figuur 5-9). Bij de behandelingen met hoofdbewerking niet-kerend worden de gewasresten van de groenbedekker in beperkte mate (<5%) aan het bodemoppervlak gehouden.



Figuur 5-9: Foto's bodemruwheid (met gelijke schaal) van behandelingen PL en NK op tijdstip 13 mei (10 dagen na zaaien).

5.5.2 Visuele beoordeling erosie

Per behandeling werden de zichtbare erosiekenmerken zoals geultjes en verslemping beoordeeld met een score van 1=veel tot 9=geen (Tabel 5-10).

Tabel 5-10: Visuele erosie (n=4) voor de behandelingen PL en NK bepaald in blokken A, B, C en D.

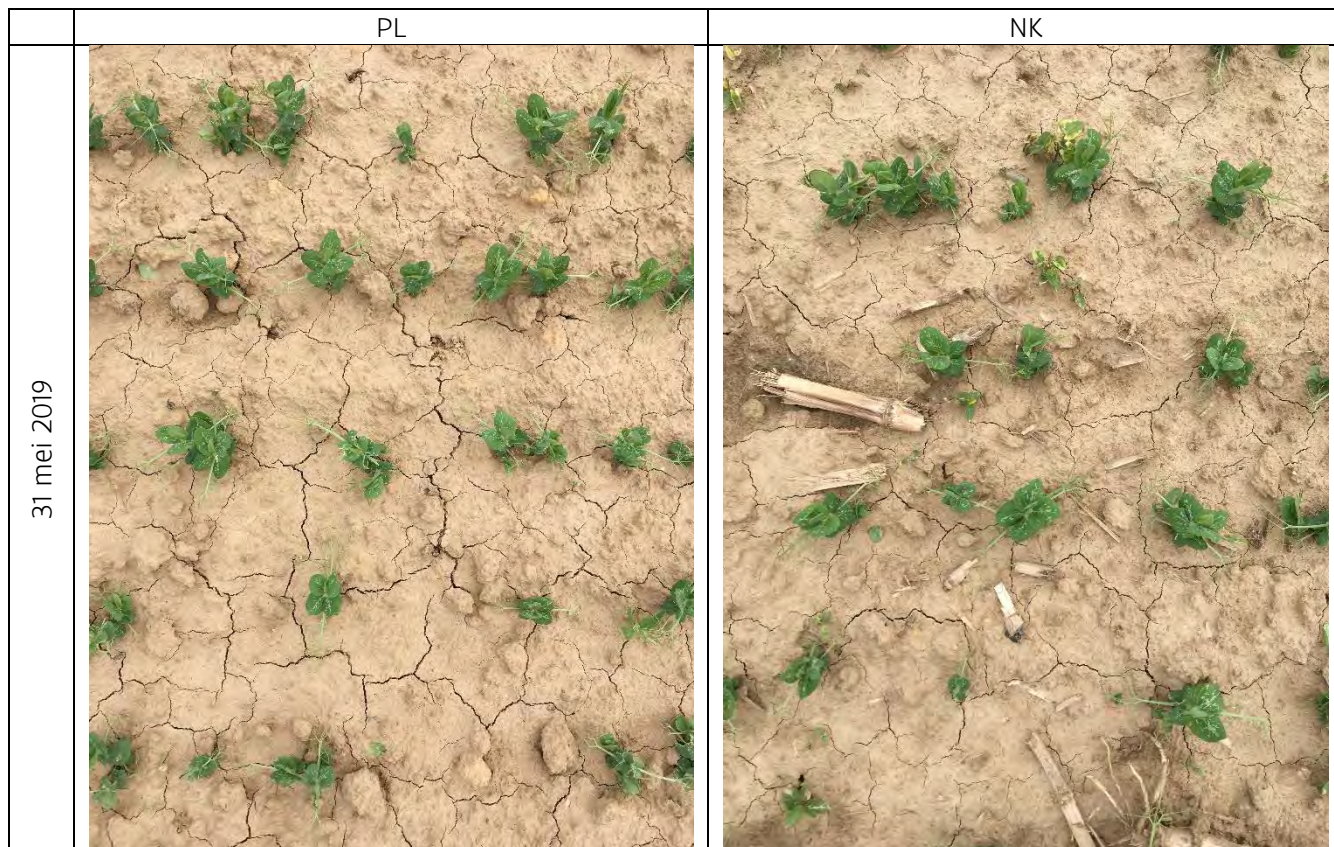
Obj	Erosie ^(*) (1 = veel, 9=geen)	
	13/05/2019	31/05/2019
PL	5	2,5
NK	6	2,5

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

Op 13 mei, 10 dagen na zaai, werd visueel meer verslemping vastgesteld in de behandeling met hoofdbewerking ploegen in vergelijking met niet-kerend (Figuur 5-10). Dit resulteerde in een hogere score, en dus minder visuele erosie bij de behandeling met als hoofdbewerking niet-kerend.

Op 31 mei, 1 maand na zaai, werd visueel een sterke verslemping in zowel de geploegde als niet-kerende behandeling vastgesteld. Dit was het gevolg van verschillende intense regenbuien en resulteerde in zeer lage scores voor visuele erosie.





Figuur 5-10: Overzichtsfoto's visuele erosie (met gelijke schaal) voor behandelingen PL en NK op tijdstippen 13 en 31 mei.

5.5.3 Regenvalsimulaties op 22 mei 2019

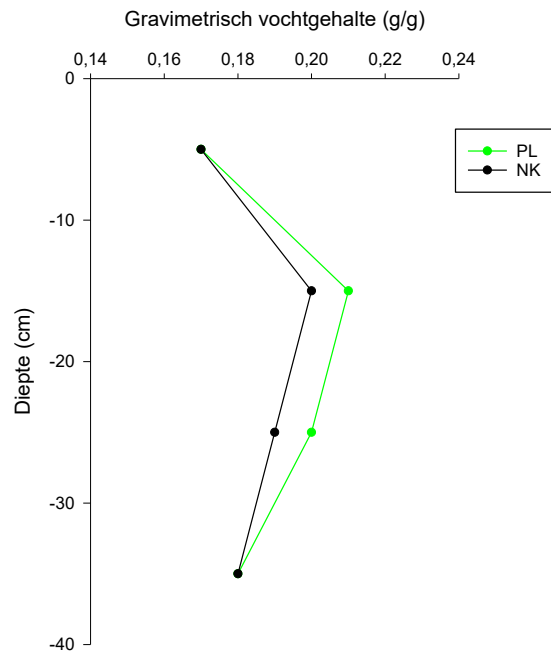
Om het effect van de behandelingen op run-off en erosie objectief te testen, werden op 22 mei 2019 regenvalsimulaties uitgevoerd met de regenvalsimulator van UGent (Vermang, 2012⁹; [Figuur 5-11](#)). Er werden metingen verricht in de behandelingen PL en NK. Bij elke regenvalsimulatie werd een erosieveldje afgebakend van 1,8 m breed op 5 m lang. De veldjes werden steeds zo gepositioneerd dat bij iedere regenvalsimulatie er run-off en erosie werd opgevangen van 11 rijen erwten. Alle regenvalsimulaties werden uitgevoerd op een deel van de proef met homogene helling (7,5-8,5%). Tijdens de regenvalsimulaties werd gedurende 25 minuten beregend aan een gemiddelde intensiteit van 103 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 stalen te nemen voor sedimentconcentratie doorheen de simulatie, 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 5-11: Zicht op de erosiesimulator van UGent en een erosieveldje in de veldproef.

Voor aanvang van de simulaties werd een bodemvochtstaal genomen ter bepaling van het vochtgehalte in het profiel 0-40 cm (3 steken met een gutsboor, samengevoegd tot 1 staal). Ter bepaling van het vochtgehalte, C-gehalte en bulkdensiteit van het bodemoppervlak (0-5 cm), werd een staalname uitgevoerd met Kopecky-ringen (in 3-voud). Er werd een staal genomen rondom alle erosieveldjes. De metingen van de erosieveldjes van dezelfde behandeling werden samengevoegd. Er was weinig verschil in het bodemvochtgehalte over het profiel 0-40cm tussen de geploegde en niet-kerend bewerkte bodem (Figuur 5-12). De geploegde bodem was in de laag 10-30cm wel iets vochtiger bij ploegen



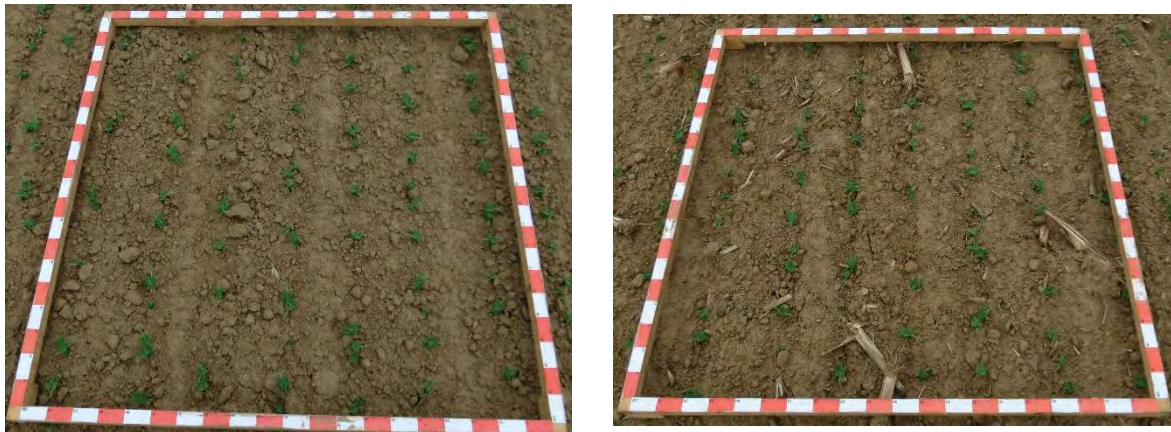
Figuur 5-12: Gravimetrisch vochtgehalte (n=2) in het profiel (0-40cm) op 22 mei 2019.

In Tabel 5-11 worden de resultaten van de metingen met de Kopecky-ringen weergegeven. Zowel het gravimetrisch als volumetrisch vochtgehalte van het bodemoppervlak was significant, maar beperkt hoger bij ploegen dan bij niet-kerende bodembewerking. Het C-gehalte en de bulkdensiteit waren respectievelijk significant hoger en significant lager bij niet-kerende bodembewerking dan bij ploegen. Het bodemoppervlak bij niet-kerende bodembewerking was dus mogelijk luchtiger door het aan de oppervlakte houden van gewasresten van de voorgaande teelt.

Tabel 5-11: Overzicht van het gemiddelde gravimetrisch en volumetrisch vochtgehalte, het 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.

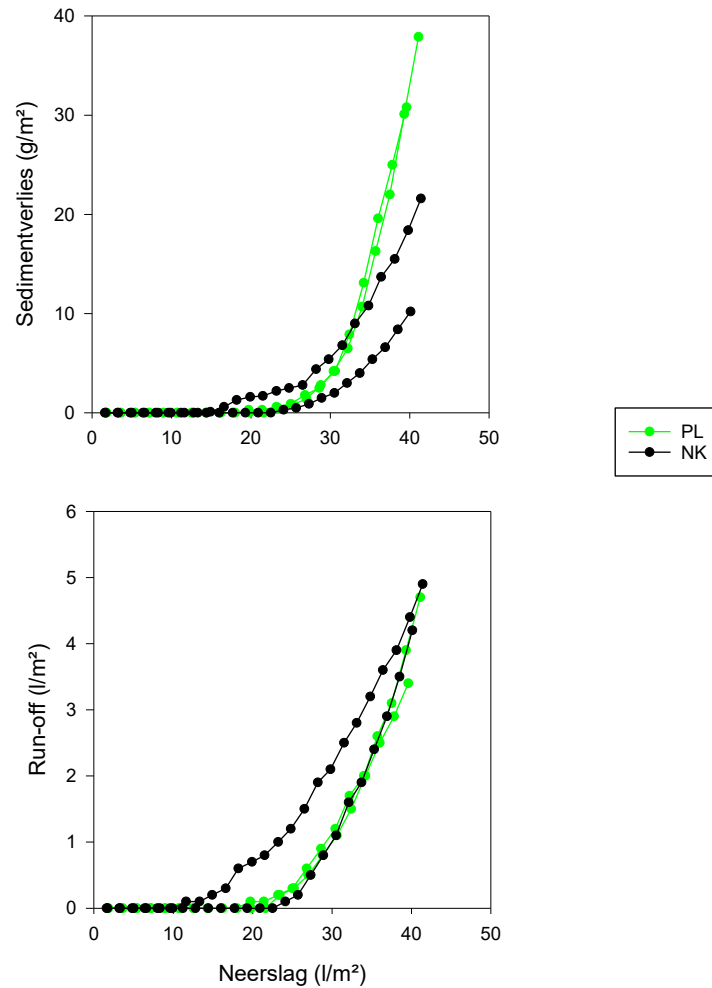
	Gravimetrisch vochtgehalte (g/g)	Volumetrisch vochtgehalte (g/cm ³)	C-gehalte (%)	Bulkdensiteit (kg/dm ³)
PL	0,12 \pm <0,01 ^b	0,13 \pm <0,01 ^b	1,18 \pm 0,02 ^a	1,05 \pm 0,02 ^b
NK	0,11 \pm <0,01 ^a	0,10 \pm <0,01 ^a	1,35 \pm 0,03 ^b	0,89 \pm 0,03 ^a

Bij de regenvalsimulaties werd ook 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. In Figuur 5-13 wordt van de verschillende behandelingen een voorbeeldfoto gegeven. De bodembedekking werd bepaald in 3-voud rondom de erosieveldjes van alle behandelingen.



Figuur 5-13: Zicht op het bodemoppervlak en de bodembedekking op 22 mei 2019. Links: PL en rechts: NK.

De bodembedekking door het gewas was voor PL en NK respectievelijk 2,7 (\pm 0,4)% en 2,9 (\pm 0,2)% en was dus gelijk. De bodembedekking door gewasresten was in PL nihil (0,3 (\pm 0,1)%) en bedroeg 4,3 (\pm 0,4)% in de behandeling NK. Er was dus weinig verschil in het opkomende gewas tussen ploegen en niet-kerende bodembewerking, maar wel een beperkte bodembedekking door gewasresten van de voorgaande teelt in de behandeling met niet-kerende bodembewerking.



Figuur 5-14: verloop van de run-off en sedimentverliezen in functie van de neerslag gesimuleerd op 22 mei 2019.

In Figuur 5-14 worden run-off en sedimentverlies van de regenvalsimulaties op 22 mei 2019 weergegeven. Het verloop van de run-off ligt voor alle metingen kort op elkaar. Bij een van de twee metingen in NK is de run-off initieel wel iets sterker. Bij de start van het afspoelen van regenwater en sediment zit er ook weinig verschil in het sedimentverlies. Na een regenval van 30 l/m² wordt het sedimentverlies van de metingen in de geploegde bodem wel duidelijk hoger dan bij de metingen in de niet-kerend bewerkte bodem. Als conclusie kunnen we stellen dat er weinig verschil was in run-off en een reductie in erosie van zodra meer dan 30 l/m² regen valt voor niet-kerende bodembewerking ten opzichte van ploegen.

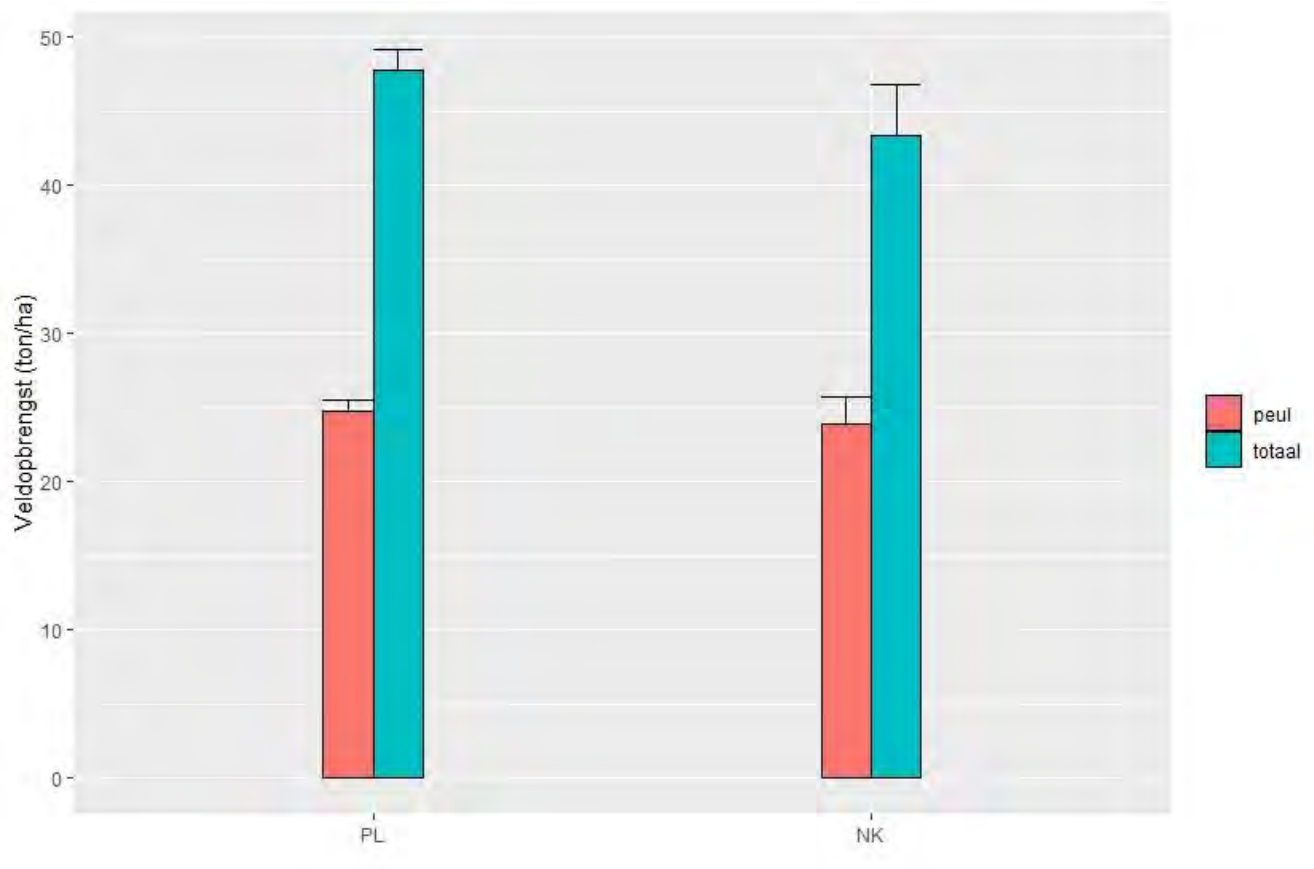
5.6 Opbrengstbepaling

Per plot werden 3 kaders van 1,225 m² geoogst (3,675 m² in totaal) op 18 juli 2019. De veldopbrengst totaal (peul+oogstrest) en peul werden op 24 juli 2019 bepaald (Tabel 5-12).

Tabel 5-12: Overzicht van veldopbrengst (n=4) totaal (peul+oogstrest) en peul voor de behandelingen PL en NK bepaald in blokken A, C en D. De behandelingen die significant verschillend zijn van elkaar (Tukey, $p < 0.05$) zijn aangeduid met een verschillende letter.

Behandeling	Veldopbrengst totaal (ton/ha)	Veldopbrengst peul (ton/ha)
PL	47,8	24,7
NK	43,4	23,9

De totale veldopbrengst voor de behandeling ploegen, het referentieobject van de teler, was met 47,8 ton/ha hoger maar niet significant verschillend van de behandeling niet-kerend (Figuur 5-15). Voor de veldopbrengst van erwt (inclusief peul) werd naar analogie met de totale veldopbrengst een hogere maar niet-significante verschillende opbrengst vastgesteld voor de behandeling ploegen.



Figuur 5-15: Veldopbrengst peul (n=4) en veldopbrengst totaal (peul+oogstrest) (n=4) (+standaardfout) voor de behandelingen PL en NK.

5.7 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?

Op basis van de regenvalsimulaties, was er weinig verschil in run-off tussen ploegen en niet-kerend. Een reductie in erosie was waarneembaar voor niet-kerende bodembewerking ten opzichte van ploegen van zodra meer dan 30 l/m² regen valt. Visueel werd in het begin van het teeltseizoen minder verslemping en geulvorming bij niet-kerende bodembewerking vastgesteld. Het risico op erosie wordt na anderhalve maand sterk gereduceerd wanneer het gewas de bodem volledig bedekt.

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

De gewasopkomst en gewasontwikkeling vertoonden een gelijkaardig verloop bij ploegen en niet-kerende bodembewerking. Na ongeveer 1,5 maand na planten de maximale bodembedekkingsgraad bereikt. De onkruiddruk was zeer gering en aan het begin van het teeltseizoen iets groter bij de niet-kerende bodembewerking.

3. Is er een opbrengstderving te verwachten bij niet-kerende bodembewerking?

De veldopbrengst was licht maar niet significant hoger bij de geploegde dan bij de niet-kerende bodembewerking. Bijgevolg is een minimale opbrengstderving mogelijk.

6 Bloemkool Heuvelland: niet-kerende bodembewerking en verruwing van de aandruklijn

Tomas Van De Sande (Inagro), Thijs Vanden Nest (ILVO) en Greet Ruysschaert (ILVO)

6.1 Situering en doelstelling

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

Voorgaande proeven hebben aangetoond dat het grootste erosierisico in de teelt van kolen veroorzaakt wordt door de aandrukwielen van de plantmachine die door het aandrukken van de plantjes een preferentiële weg voor erosie creëren.

In 2018 werden een aantal pistes uitgetest om deze aandrukrijen zoveel mogelijk te verruwen op een manier die verenigbaar is met de teelt van koolgewassen. In 2019 wordt verder gebouwd op deze ervaringen. Het is de bedoeling om :

- De resultaten van 2018 te bevestigen en extra data te genereren.
- Kleine aanpassingen door te voeren aan de technieken die in 2018 gehanteerd werden om de werking ervan te optimaliseren.

6.2 Proefomstandigheden

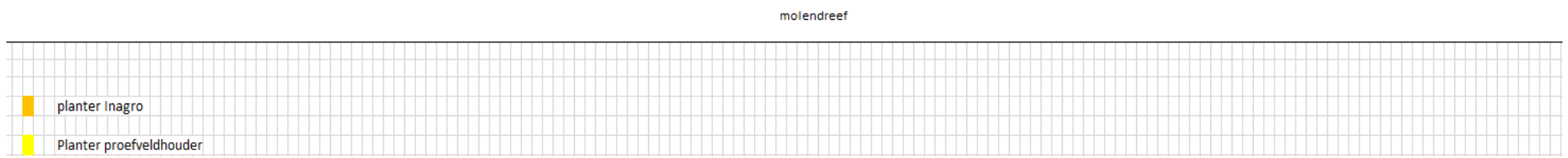
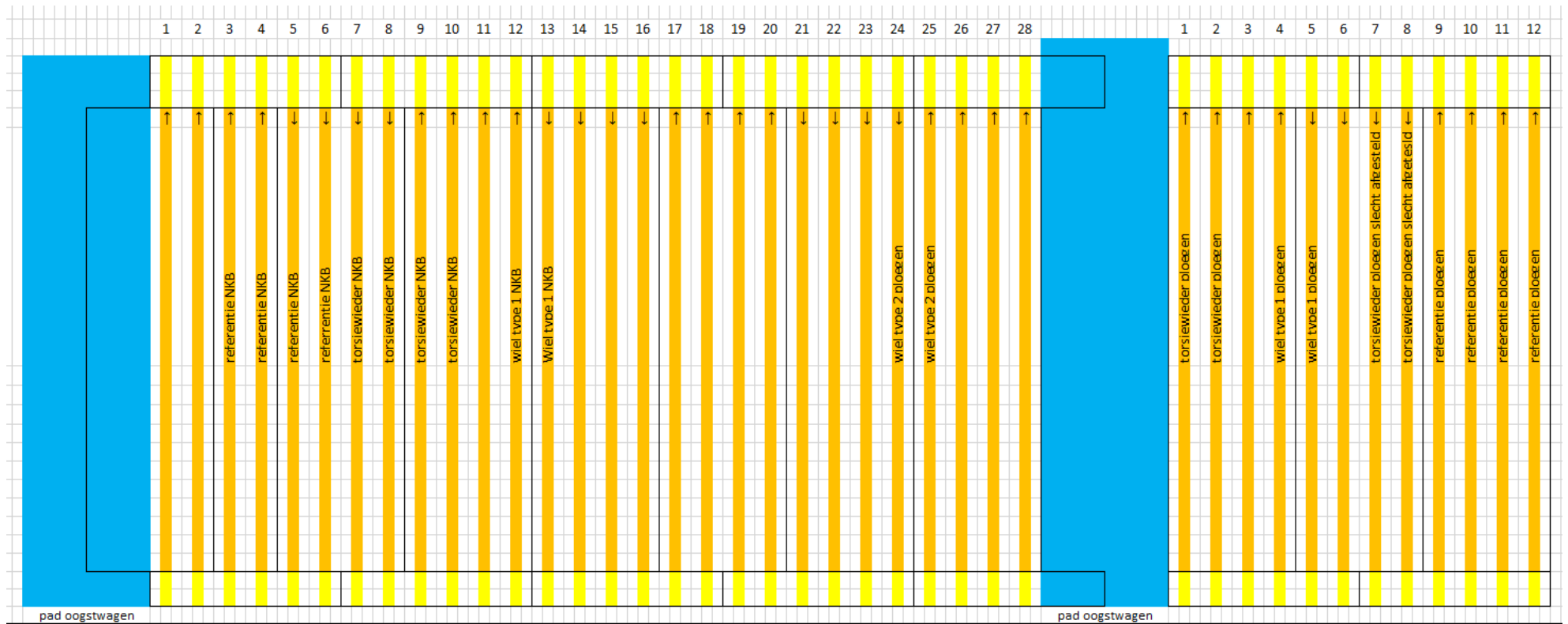
6.2.1 Proefterrein

De proef werd aangelegd op volgende locatie:

- Perceel langs de molendreef in Dikkebus (leper)
- Op het perceel zijn 2 bodemtype aanwezig :
 - Ldp : Matig natte zandleembodem zonder profiel
 - Ldc : Matig natte zandleembodem met sterk gevlekte, verbrokkelde textuur B horizont
 - Erosieklasse : geel (potentiele bodemerosiekaart 2019), de proef werd aangelegd op een helling in een groter en deels vlakker perceel.
 - Groenbedekker: Phacelia en Japanse haver.
 - Teelt 2018 : aardappel
 - Helling van het perceel:
 - Tussenrijafstand : 70 cm
 - Plantafstand : 70 x 32 cm
 - Bemesting : bespuiting met vloeibare Urean voor planten en bladvoeding tijdens de teelt.



Figuur 6-1 : ligging van het proefvlak en proefperceel.



Figuur 6-2 : Proefplan

6.2.2 Bodemkarakteristieken

De bodemzuurtegraad, het P- en K-gehalte zitten boven de streefzone. Het organische koolstofgehalte, Na- en S-gehalte liggen onder de streefzone. Het Mg- en Ca-gehalte liggen in de streefzone (Tabel 6-1). Het gravimetrisch vochtgehalte in de bouwvoor (0-30cm) ligt iets hoger bij ploegen dan bij niet-kerende bodembewerking (Tabel 6-2), maar het verschil is erg klein.

Tabel 6-1: Resultaten van de bouwvooranalyse (labo Inagro 05/04/2019).

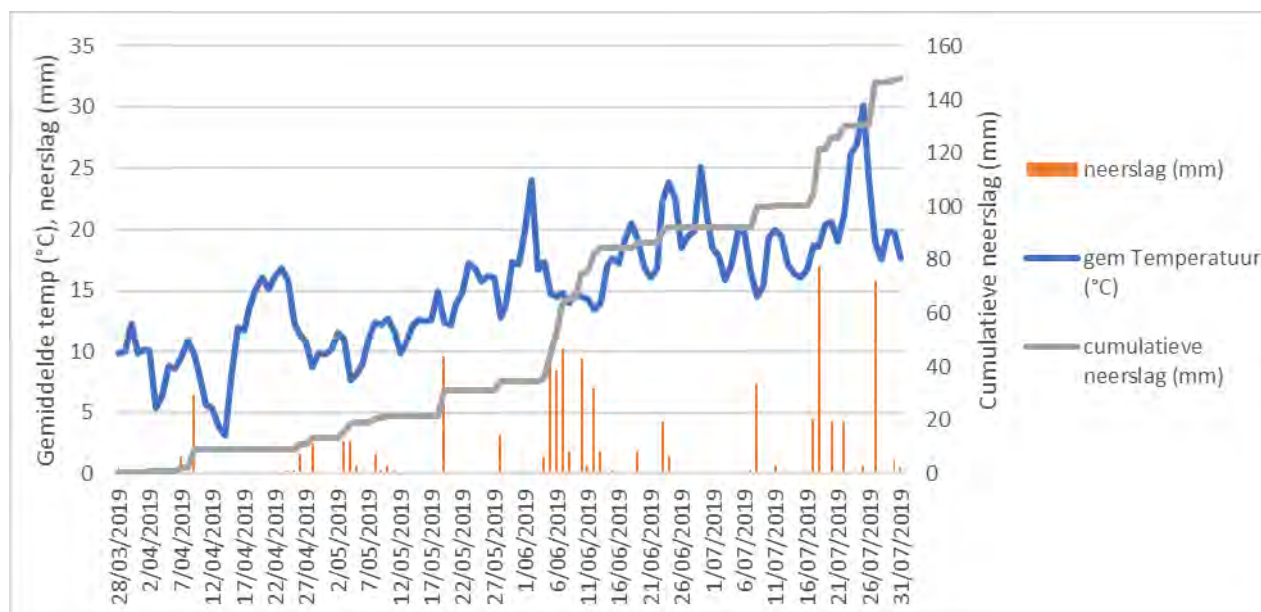
Parameter	eenheid	resultaat	streefzone
Textuur		zandleem	
pH		6,62	5,5 - 6,0
Organische koolstof	% OC op droge grond	1,07	1,3 - 1,6
Fosfor	mg/100 g droge grond	29,24	12 – 20
Kalium	mg/100 g droge grond	29,65	14 – 23
Magnesium	mg/100 g droge grond	11,47	9 – 16
Calcium	mg/100 g droge grond	186,12	102 – 268
Natrium	mg/100 g droge grond	2,59	3,1 – 6,7
Zwavel	mg/100 g droge grond	1,20	2,3 - 3

Tabel 6-2 : Gravimetrisch bodemvochtgehalte in de bouwvoor bij aanplant (labo Inagro 19/04/2019).

Diepte (cm)	eenheid	Kerende bodembewerking	Niet kerende bodembewerking
0-10	(g/g)	18,36	18,26
10-20	(g/g)	19,23	18,46
20-30	(g/g)	19,24	19,07

6.2.3 Weersomstandigheden

Op het bedrijf van de proefveldhouder (zo'n 1 km van het proefveld) werd een weerpaal geplaatst. De resultaten van de metingen worden hieronder gegeven.



Figuur 6-3: Weergegevens, gemeten met de weerpaal bij het proefveld

De winter van 2018-2019 was een droge winter, zeker in Heuvelland, ook de maand april was een droge en warme maand waardoor de omstandigheden bij aanvang van de proef al redelijk droog waren. Er werd aangeplant op 19/04. De maand mei was dan weer kouder dan gemiddeld waardoor de weggroei enigszins traag was (er was ook iets minder vochtvraag). Begin juni was een natte periode gevolgd door een warme en groeizame periode. Vanaf begin juli waren de omstandigheden relatief droog. De kolen werden geoogst in de eerste helft van juli. Er werd toen berekend om een goede koolvormig te hebben.

6.2.4 Overzicht van teelt - en proefverloop

In Tabel 6-3 wordt een overzicht gegeven van de activiteiten die werden uitgevoerd op het proefveld.

Tabel 6-3 : Overzicht van het teelt - en proefverloop.

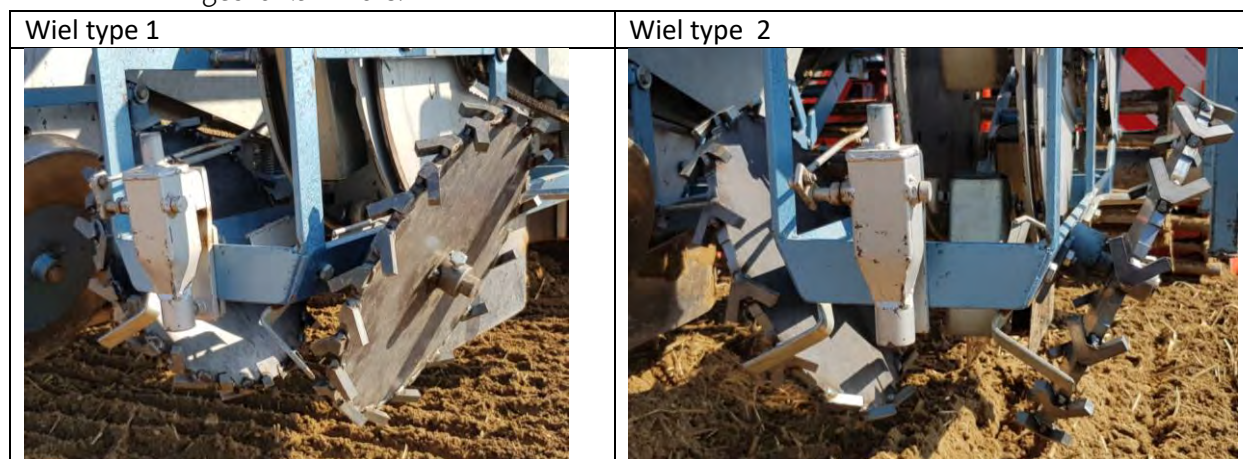
Tijdstip	Activiteit
8/04/2019	Opentrekken groenbedekker
9/04/2019	Diepe NKB (Dent Michel, 25 cm) + rotoreggen
19/04/2019	ploegen
19/04/2019	Opnieuw opentrekken gedeelte NKB (vaste tand, 20 cm) om meer vochtige grond in de toplaag te krijgen.
19/04/2019	Klaarleggen perceel
19/04/2019	Aanplant
25/04/2019	regenvalsimulaties
20/05/2019	Controle uitval bloemkoolplanten
Eerste helft juli	oogst

6.3 Overzicht van de aangelegde objecten

6.3.1 Aanpassingen aan de plantmachine

Om de aandrukrijen te verruwen werden kleine aanpassingen uitgevoerd aan de plantmachine:

- Er werden aangepaste aandrukwielen gebruikt (V - press wielen). Omdat de werking daarvan in 2018 beperkt was werd beslist om de afstand tussen de visgraatvormige metalen elementen te verdubbelen. Hierdoor wordt een ruwere bodem achtergelaten, maar het risico bestaat dat de bloemkoolplantjes zo onvoldoende goed aangedrukt worden.
 - Wiel type 1 : beurtelings geschrante halve V - vormige elementen.
 - Wiel type 2 : vormige elementen met, de tussenafstand is verdubbeld t.a.v. het wiel gebruikt in 2018.



Figuur 6-4: Aangepaste V - press wielen gebruikt in de proef.

- Er werden ook torsiewieders bevestigd achter plantelementen met klassieke aandrukwielen. De torsiewieders werden zo gemonteerd dat ze over de bodem sleepten en het aangedrukte geultje gemaakt door de aandrukwielen terug dicht sleepten.



Figuur 6-5: torsiewieders gemonteerd achter het plantelement.

Deze aanpassingen werden zowel na kerende bodembewerking als na een niet kerende bodembewerking uitgetest.

6.3.2 Aangelegde objecten

Tabel 6-4 geeft een overzicht van de verschillende behandelingen die werden aangelegd. De plantafstand was 70 cm x 32 cm. De gehanteerde tussenrijafstand in de proef was 70 cm. De plantrij zelf en de door de aandrukwielen verdichte strook had een breedte van 20 cm.

Tabel 6-4: Overzicht van de aangelegde objecten

Obj	Diepe bodembewerking	Oppervlakkige verruwing in de plantrijen
1	Dent michel (25 cm) + opentrekken met vaste tand op 19/04	Niets (referentie)
2		Torsiewieders
3		Aandrukwielen type 1
4	Ploegen (25 cm) op 19/04	Torsiewieders
5		Aandrukwielen type 1
6		Niets (referentie)
7		Aandrukwielen type 2

6.3.3 Bewerkingen voor proefaanleg

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 voor de veldwerkzaamheden. Er groeide wat onkruid tussen de doodgevroren groenbedekker. Dit was voornamelijk vogelmuur en vormde geen belemmering bij de verdere proefaanleg (Figuur 6-6).



Figuur 6-6: Resten van de groenbedekker (Japanse haver + phacelia) voor proefaanleg; matige onkruidontwikkeling (vogelmuur).

Begin april werden de voorbereidende werkzaamheden aangevat. In eerste instantie werd de groenbedekker opengetrokken met een vaste tandcultivator. Waarna een diepe grondbewerking uitgevoerd werd met de dent michel (25 cm diep). Dit ging gepaard met een bewerking met de rotoreg + open kooirol.

Op 19/04, de dag waarop aangeplant werd, werd eerst de helft van het proefveld geploegd. In de andere helft van het proefveld was op dat ogenblik de bovenste laag al sterk uitgedroogd. Er werd daarom een tweede keer (redelijk) diep bewerkt (20 cm) met een vaste tandcultivator om de droge bovenste laag met de diepere, vochtige laag te mengen.

Vaste tandcultivator + kooirol gebruikt om de groenbedekker initieel te verkleinen. (werkdiepte 10 – 15 cm, aan hoge snelheid)
Dezelfde machine werd gebruikt om voor proefaanleg terug natte grond op te trekken waar niet geploegd werd. Er werd toen dieper gewerkt (20cm)



Dents michel +rotoreg +kooirol. Diepe bewerking tot ± 25 cm.



Kolenplanter (Perdu) van Inagro, uitgerust met Gewone aandrukwielen en V-press wielen (2 types). Trekker op brede banden met rotoeg en open kooirol achter de trekker.



Figuur 6-7: Machines gebruikt voor en tijdens de proefaanleg.

6.4 Waarnemingen en resultaten

6.4.1 Waarnemingen bij de proefaanleg

6.4.1.1 V - press wielen

Figuur 6-8, 6-9, 6-10 en 6-11 geven een beeld van de verschillende wieltypes die gebruikt werden in het proefveld.



Figuur 6-8: V-press wiel type 1 en plantrij aangedrukt door V-press wiel type 1 na niet kerende bodembewerking.

Na een niet kerende bodembewerking aanplanten met een Type -1 aandruk wiel verliep vlot. De wielen pikten wat aarde op maar de aandruklijn blijft relatief ruw achter (Figuur 6-8). Ook de oogstresten van de Japanse haver aan het oppervlak vormden geen probleem. Omdat de elementen hier met een tussenafstand van 2.5 cm gemonteerd werden is er over de volledige lijn aandukking. Omdat de elementen beurtelings naar rechts en naar links bevestigd werden is bleef het spoor voldoende ruw.



Figuur 6-9: V-press wiel type 1 en planrij aangedrukt door V-press wiel type 1 na ploegen.

De ervaringen na ploegen waren vergelijkbaar met die na niet kerende bodembewerking. Er kwamen geen opstoppingen voor en de planrij bleef voldoende ruw achter (Figuur 6-9).



Figuur 6-10 : V-press aandrukwiël type 2 en planrij aangedrukt door V-press wiel type 2 na ploegen.

Bij het V - press wiel type 2 werden de V - vormige elementen met een tussenafstand van 7.5 cm op het wiel gemonteerd. Dit wiel werd enkel uitgetest na ploegen. Er werden geen opstoppingen waargenomen. Er bleef ook nauwelijks aarde hangen aan de wielen. De aandruklijnen bleven ook vrij ruw achter (Figuur 6-10).



Figuur 6-11: De klassieke volle aandrukwielen en de aandrukrij die ze achterlaten na ploegen.

Beide wieltypes geven dus een duidelijke verruwing van de aandruklijnen in vergelijking met de klassieke aandrukwielen (Figuur 6-11).

6.4.1.2 Torsiewieders

Er werden torsiewieders achter de plantelementen gemonteerd. Die torsiewieders sleepten over de bodem zonder de plantjes te raken. Het geplooiide uitende van de torsiewieder sleept horizontaal over de bodem en vult de aandruklijn terug op met losse aarde. Dit gebeurt zonder een nieuw geultje te maken.



Figuur 6-12: Torsiewieders gemonteerd achter de plantelementen en het aandrukspoor dat ze nalaten.

De proefaanleg met de torsiewieders verliep vlot. Ook na niet kerende bodembewerking. Omdat de widders slechts licht gebogen waren bleven er geen resten van de Japanse haver aan hangen. Er dient bij inzetten van elke plantrij wel op gelet te worden dat de tanden goed afgesteld staan. Ook tijdens het planten moet hier op gelet worden.

6.4.2 Waarnemingen tijdens de teelt

6.4.2.1 *Telling uitval bloemkoolplanten*

Het voorjaar van 2019 en de omstandigheden na proefaanleg waren zeer droog. Er werd ook niet beregend. Er werd geplant met trayplanten met slechts een klein volume aan teeltaarde aan de wortel. De omstandigheden waren dus ideaal om na te gaan of de aandrukking van de V - press wielen niet optimaal was.



Figuur 6-13: proefveld op 18/06/2019 , telling van de uitval.

Op 18/06/2019 werd een telling uitgevoerd om na te gaan hoeveel bloemkoolplanten uitgevallen waren door een mogelijk slechte aandrukking. In elk object werd geteld hoeveel planten uitgevallen waren. Het gedeelte van het proefveld waar eerder regenvalsimulaties uitgevoerd werden, werd hierbij niet meegenomen omdat daar uitval veroorzaakt kon zijn door vertrappeling. Per object stonden - na aftrek van de stukken waarin een regenvalsimulatie uitgevoerd werd - tussen de 99 en 112 bloemkoolplanten. Er werd in geen enkel object uitval waargenomen.

6.4.2.2 *Regenvalsimulaties*

Om het effect van de behandelingen op run-off en erosie te testen, werden op 24 april 2019 regenvalsimulaties uitgevoerd met de regenvalsimulator van UGent (Vermang, 2012¹; Figuur 1-19). Er werden metingen verricht in de behandelingen ploegen + klassieke aandrukwielen, NKB + klassieke aandrukwielen en ploegen + klassieke aandrukwielen met torsiewieders. Bij elke regenvalsimulatie werd een erosieveldje afgebakend van 1,6 m breed op 5 m lang. De veldjes werden steeds zo gepositioneerd dat bij iedere regenvalsimulatie, het erosieveldje werd opgedeeld in 2 deelveldjes. De run-off en erosie van elk deelveldje wordt opgevangen in een goot van 0,8 m breed. De deelveldjes omvatten 1 rij bloemkool en de tussenruimte

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 de volgende rij (Figuur 6-14). In 1 van de 2 deelveldjes ligt ook een bandenspoor van de tractor bij planten. De deelveldjes worden gescheiden opgevangen, zodat de invloed van het bandenspoor ook in kaart kan gebracht worden (Figuur 6-14). Alle regenvalsimulaties werden uitgevoerd op een deel van de proef met homogene helling (6-7%). Tijdens de regenvalsimulaties werd gedurende 23 minuten beregend aan een gemiddelde intensiteit van 101 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 stalen te nemen voor sedimentconcentratie doorheen de simulatie, 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 6-14: Zicht op de erosiesimulator van UGent en een erosieveldje in de veldproef.

Voor aanvang van de simulaties werd een bodemvochtstaal genomen ter bepaling van het vochtgehalte in het profiel 0-40 cm (3 steken met een gutsboor, samengevoegd tot 1 staal). Ter bepaling van het vochtgehalte, C-gehalte en bulkdensiteit van het bodemoppervlak (0-5 cm), werd een staalname uitgevoerd met Kopecky-ringen (in 3-voud). Er werd een staal genomen in de behandelingen Ploegen + vlakke aandrukwielen en NKB + vlakke aandrukwielen. De data van het vochtgehalte van de metingen in de behandeling met NKB + vlakke aandrukwielen gingen echter verloren. Het vochtgehalte in het profiel van Ploegen + vlakke aandrukwielen was: 0,15 g/g (0-10cm), 0,17 g/g (10-20cm), 0,18 g/g (20-30cm) en 0,16 g/g (30-40cm). In Tabel 6-5 worden de resultaten van de metingen met de kopecky-ringen weergegeven.

Tabel 6-5: Overzicht van het gemiddelde gravimetrisch en volumetrisch vochtgehalte, het 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 (Tukey HSD-test, $p<0,05$) tussen de behandelingen zijn aangeduid met een verschillende letter. De resultaten van de vochtmeting in de behandeling NKB+vlakke aandrukwielen gingen verloren.

	Gravimetrisch vochtgehalte (g/g)	Volumetrisch vochtgehalte (g/cm ³)	C-gehalte (%)	Bulkdensiteit (kg/dm ³)
Ploegen + klassieke aandrukwielen	0,06 \pm 0,01	0,07 \pm 0,02	0,73 \pm 0,04 ^a	1,21 \pm 0,04 ^b
NKB + klassieke aandrukwielen			1,32 \pm 0,10 ^b	1,13 \pm 0,03 ^a

De bulkdensiteit van het bodemoppervlak is significant hoger bij ploegen dan bij niet-kerende bodembewerking. Het organisch koolstofgehalte van het bodemoppervlak was sterk significant hoger bij NKB dan bij ploegen. Er is bijna dubbel zo veel organische stof aanwezig aan het bodemoppervlak dat de bodem beschermd tegen erosie. Het perceel werd de voorbije 2 jaar niet kerend bewerkt. Het verschil in organisch koolstofgehalte moet dus zeker in deze context gezien worden. Door meerdere jaren niet-kerend te werken, werd de organische koolstof bovenaan het profiel geconcentreerd. In het geploegde object werd daardoor grond met een lager koolstofgehalte boven geploegd.

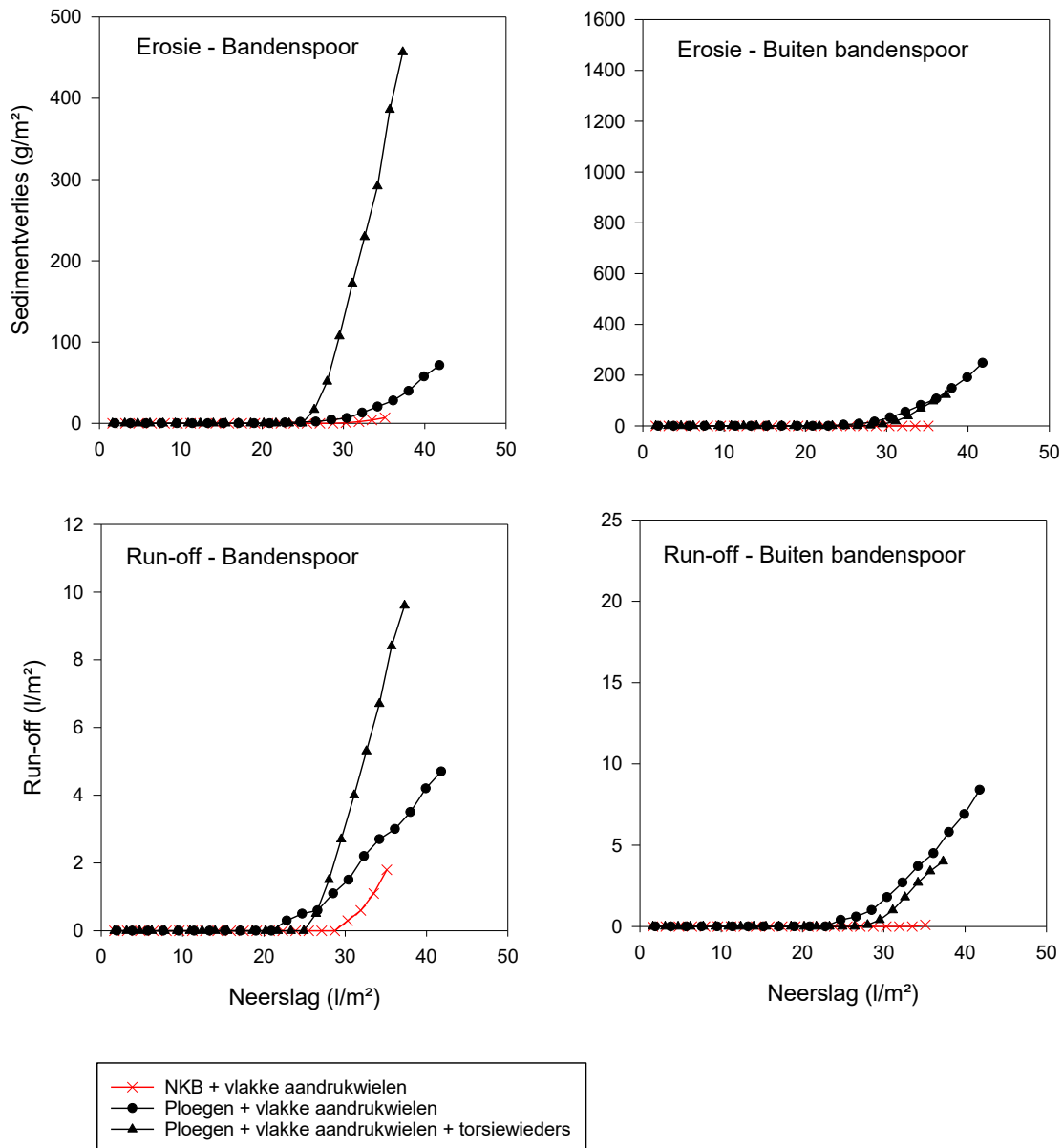
Bij de regenvalsimulaties werd ook de bodembedekking bepaald. Hiervoor werd een foto van 1 m op 1 m genomen van het bodemoppervlak, met behulp van een kader (Figuur 6-15). Op dit kader werden zowel in horizontale als verticale richting om de 5 cm lijnen getrokken. Er werd geteld hoeveel snijpunten tussen 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 bepaald in 3-voud rondom de erosieveldjes van de behandelingen Ploegen + vlakke aandrukwielen en NKB + vlakke aandrukwielen. Er werd geen afzonderlijke meting verricht op de behandeling Ploegen + vlakke aandrukwielen + torsiewieder, aangezien deze dezelfde bodembewerkingen had dan Ploegen + vlakke aandrukwielen.



Figuur 6-152: Zicht op het bodemoppervlak en de bodembedekking op 24 april 2019. Links behandeling Ploegen + vlakke aandrukwielen en rechts behandeling NKB + vlakke aandrukwielen.

De bodembedekking door het gewas bij de regenvalsimulaties was minimaal bij zowel de geploegde behandeling (1,1 \pm 0,3%) als de behandeling met NKB (1,0 \pm 0,1%). In de geploegde behandeling kwamen geen gewasresten voor. In de behandeling met NKB werd 6,6% (\pm 3,1%) van de bodem bedekt door gewasresten.

In Figuur 6-16 worden run-off en sedimentverlies van de regenvalsimulaties op 24 april 2019 weergegeven. Hoewel de bandensporen van de tractor bij planten waren weggewerkt, gaven de resultaten de indruk dat er toch invloed was van de posities van de bandensporen. De data werd daarom opgesplitst tussen posities beïnvloed door het bandenspoor en de posities zonder bandenspoor.



Figuur 6-16: verloop van de run-off en sedimentverliezen in functie van de neerslag gesimuleerd op 24 april 2019. Er werd onderscheid gemaakt tussen run-off en erosie in een bandenspoor en run-off en erosie waar geen bandenspoor aanwezig is.

Uit Figuur 6-16 blijkt dat op de positie waar geen bandenspoor aanwezig is, er geen verschil zit in run-off en erosie tussen de behandelingen waar torsiewieders werden gebruikt op de planter en waar de klassieke machine zonder aanpassingen werd gebruikt. Door niet-kerende bodembewerking werd zowel run-off als erosie zeer sterk gereduceerd. Dit houdt verband met de bodembedekking door gewasresten (ongeveer 6%) en het bijna dubbel zo hoge bodemorganische stofgehalte van het bodemoppervlak bij niet-kerende

bodembewerking, in vergelijking met ploegen (zie eerder). Op de posities waar de bodem werd aangedrukt door banden –weliswaar weggewerkt bij planten- was run-off en erosie nog steeds het minst bij niet-kerende bodembewerking. Hierbij bleek de erosie meer gereduceerd dan de run-off. Het water begon dus wel sterk te stromen op 30 l/m² regenval, maar er werd slechts beperkt sediment meegesleurd. De torsiewieders hadden ook hier geen positief effect op de run-off en erosie. Zelfs in tegendeel.

Op basis van deze gegevens kunnen we concluderen dat er met niet-kerende bodembewerking een duidelijke reductie in run-off en erosie kan bereikt worden ten opzichte van ploegen. Al moeten we wel de kanttekening maken dat het hier gaat om een perceel dat al voor het 3^e jaar niet-kerend wordt bewerkt. Bij een éénmalige niet-kerende bodembewerking, kan het effect kleiner zijn geweest. Het toevoegen van torsiewieders aan de plantmachine om aandruklijnen toe te strijken, had hier weinig effect. Hoewel de aandruklijnen mooi werden toegestreken en daarmee de preferentiële pathways werden weggewerkt, bleef de eerste run-off ontstaan in de aandruklijnen en stroomde het regenwater vooral op deze plaats naar beneden.

6.5 Besluit

Zowel de aangepaste aandrukwielen als de torsiewieders achter de plantmachine waren praktisch verenigbaar met de aanplant van de kolen. Het afstellen van de torsiewieders vroeg wel wat extra aandacht. De weggroei van de kolen was in alle objecten goed – zelfs in de zeer droge omstandigheden van deze veldproef - , er werd geen uitval waargenomen wat aangeeft dat er ook met aangepaste aandrukwielen voldoende aandrukking is.

Enkel het effect van de torsiewieders op het voorkomen van erosie en run-off kon in deze proef geëvalueerd worden naast het vergelijken van de kerende en niet kerende bodembewerking. Hier bleek het gebruik van een torsiewieder geen of zelfs een negatieve impact te hebben op de run-off en erosie, ook al werd de preferentiële afstroomlijn door de torsiewieders weggewerkt.

Het effect van de niet kerende bodembewerking op de erosie en run-off was duidelijk positief, maar gaf wel een wat vertekend beeld doordat het perceel de voorgaande jaren niet kerend bewerkt. Door nu een gedeelte om te ploegen werd koolstofarme grond terug bovengeploegd terwijl na niet kerende bodembewerking de koolstofrijke bovenlaag al 3 jaar behouden bleef. Bij niet-kerende bodembewerking was de erosie en run off duidelijk lager dan na ploegen.

Wat ook duidelijk naar voor kwam is dat - ondanks het wegwerken van de bandensporen van de trekken met een rotoreg - in deze bandensporen meer run-off en erosie optraden. Zeker in combinatie met torsiewieders in het plantenspoor trad meer run-off en erosie op in de bandensporen.

7 Bloemkool Zwalm: niet-kerende bodembewerking en verruwing van de aandruklijn

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

7.1 Doelstelling van de veldproef

Deze veldproef met bloemkool werd aangelegd om bodemerosie na niet-kerende bodembewerking te vergelijken met bodemerosie na ploegen. Naast de hoofdbewerking werd ook nagegaan wat de impact is van 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 aanpassingen aan de kolenplanter 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 kolenplanter hierbij?

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

7.2 Beschrijving perceel

7.2.1 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 varkenshouderij. 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.

7.2.2 Bodemkenmerken en bodemverdichting op 2 juli 2019

Regio: Vlaamse Ardennen

Bodemtextuur: Leem

Bodemkaart: Aba1 (droge leembodem met textuur B horizont)

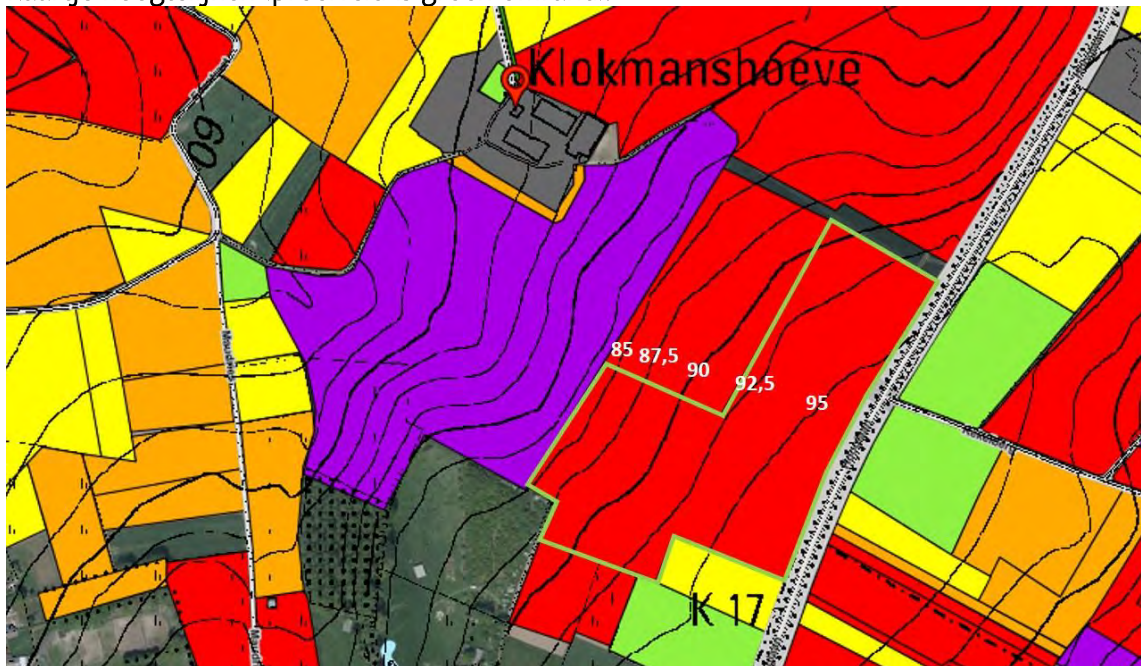
Erosieklasse: Rood

Voorvrucht: korrelmaïs

Groenbedekker/vanggewas: snijrogge

Helling proefveld: 6%

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 2018 korrelmaïs geteeld. Nadien werd een vanggewas ingezaaid van snijrogge (Figuur 7-1).

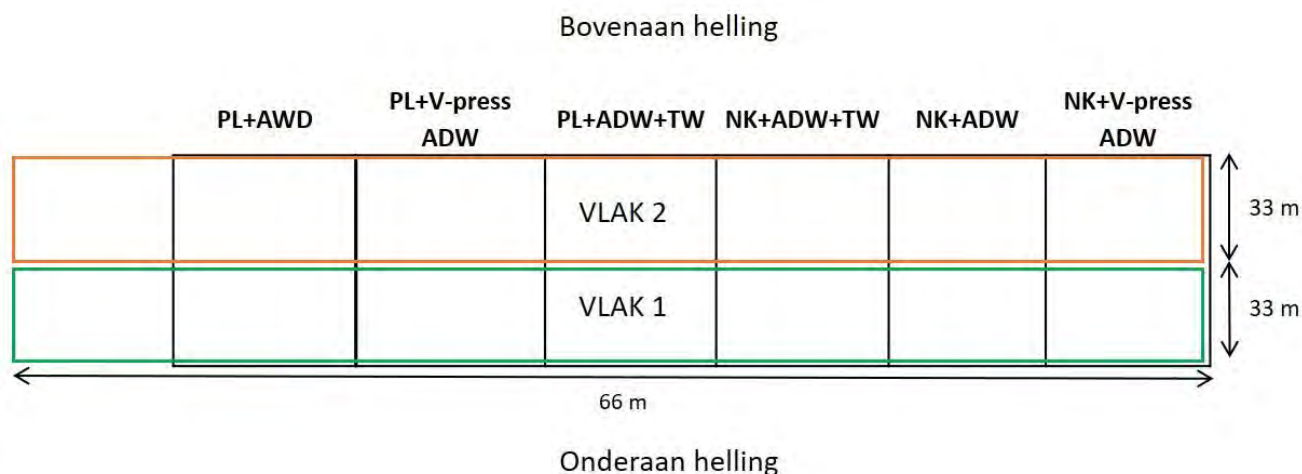
De groenbedekker werd in het voorjaar van 2019 doodgespoten met glyfosaathoudend totaalherbicide (week van 8 april). Half juni werd de groenbedekker licht ingewerkt met een schijveneg



Figuur 7-1: Overzicht van het perceel met opschietend onkruid(links) en detail van groenbedekker snijrogge en oogstresten korrelmaïs(rechts)op 2 juli 2019.

De veldproef werd onderverdeeld in 6 behandelingsstroken van 3m breed en loodrecht daarop 3 blokken, nl. blok A, blok B en blok C (zie verder). Voor de aanvang van de veldproef werden bodemstalen genomen ter bepaling van de chemische bodemtoestand en werd de indringingsweerstand bepaald op 2 juli. Voor deze stalen en metingen werd het proefveld onderverdeeld in 2 verschillende vlakken, nl. vlak 1 en 2. In deze vlakken liggen meerdere blokken van meerdere behandelingsstroken (Figuur 7-2).

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 2 vlakken werd ook het gravimetrisch vochtgehalte tot 60 cm diep bepaald (één steek per vlak).



Figuur 7-2: Proefplan van de veldproef bloemkool te Zwalm, 2019. Voor de metingen met de penetrologger en voor staalnames voor de chemische bodemtoestand werd het proefveld onderverdeeld in 2 vlakken, nl. vlak 1 en 2. Zie verder voor verklaring afkorting behandelingen.

In Tabel 7-1 wordt een overzicht gegeven van de chemische bodemtoestand op 2 juli 2019. 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 onder de streefzone net zoals de bodemzuurtegraad.

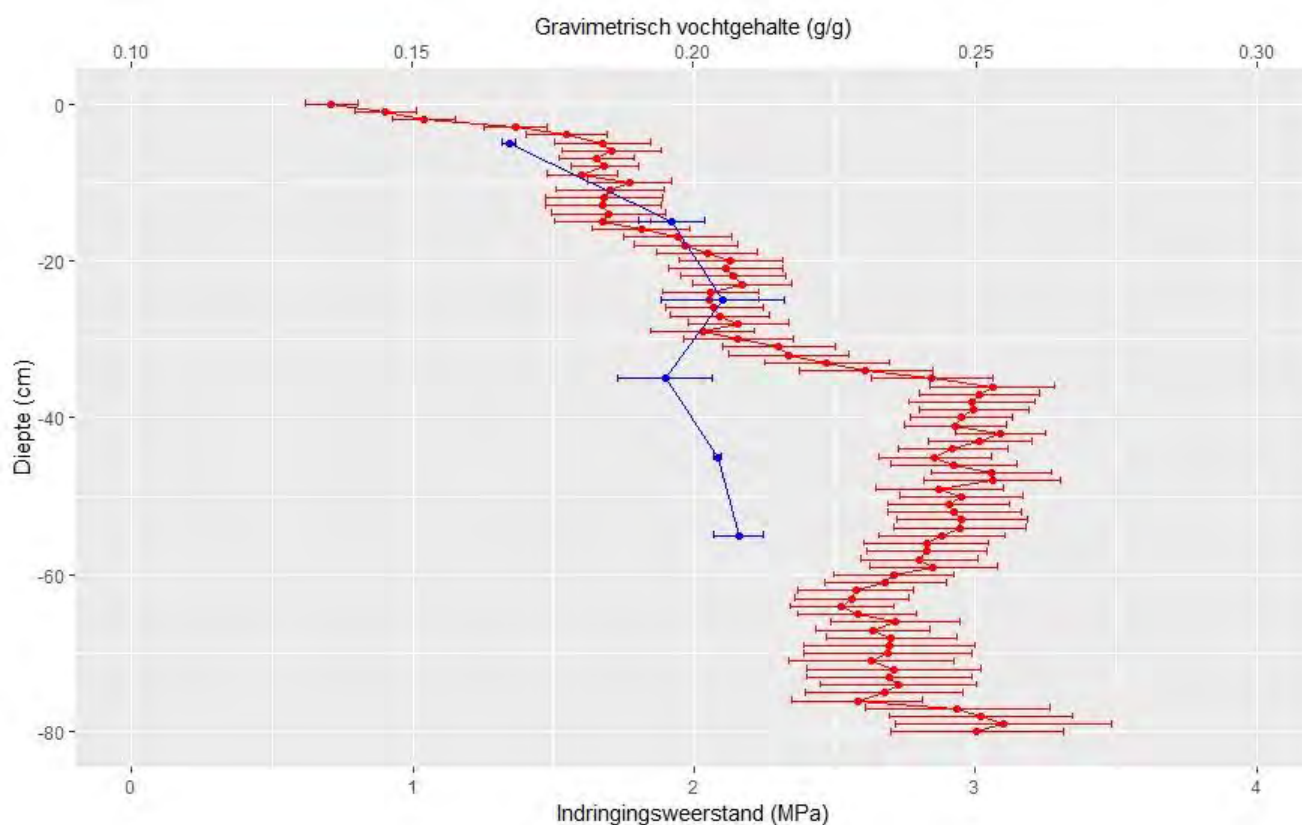
Tabel 7-1: Overzicht van de hoeveelheid minerale N (NO_3^- -N en NH_4^+ -N) in het bodemprofiel (0-60 cm) en de algemene chemische bodemtoestand voor de bouwvoor (0-30 cm) in vlakken 1 en 2. De streefwaarden voor leemgrond werden overgenomen van Maes et al. 2012¹.

Vlak	Diepte (cm)	N_{min} (kg/ha)	pH-KCl	$\text{OC}^{(1)}$ (%)
1	30	95	6,5	1,1
	60	67		
2	30	80	6,3	1,0
	60	84		
Streefzone		-	6,7-7,3	1,2-1,6

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

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

Voor de 2 vlakken werden voor indringingsweerstand en gravimetrisch vochtgehalte een gelijkaardig verloop in functie van de diepte opgetekend. Bijgevolg werd in Figuur 7-3 de gemiddelde indringingsweerstand en het gemiddeld gravimetrisch vochtgehalte van alle metingen samen weergegeven.



Figuur 7-3: De gemiddelde indringingsweerstand ($n=20$) en gravimetrisch vochtgehalte ($n=2$) (\pm standaardfout) van alle metingen over de 2 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 35 cm diepte. Voor de laag 35-80 cm schommelt de gemiddelde waarde rond 3,0 MPa. Het gravimetrisch vochtgehalte neemt toe van 0,17 g/g op 25 cm diepte tot 0,21 g/g op 25 cm diepte. Tussen 25 en 55 cm diepte schommelt het vochtgehalte rond 0,20 g/g.

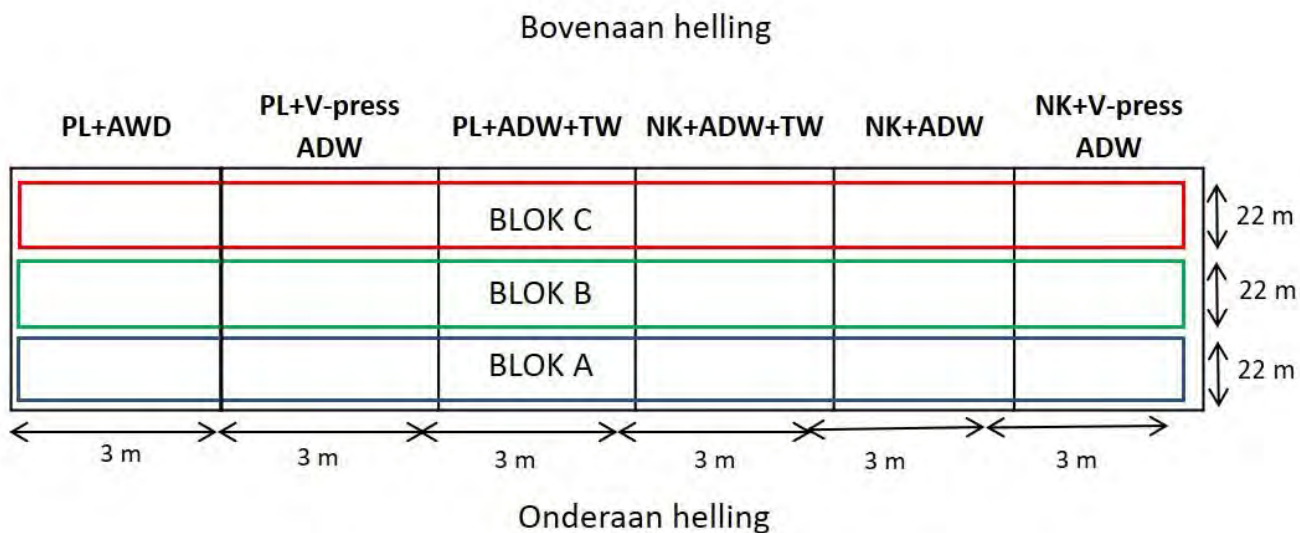
Er wordt aangenomen dat wortels moeilijk doorheen een laag kunnen breken als de indringingsweerstand meer dan 3 MPa bedraagt. In het bodemprofiel van het proefperceel wordt deze grens licht overschreden. De verdichting in de bodemlaag 35-45 cm wijst op een lichte ploegzool gezien deze voorkomt op ploegdiepte.

Op basis van deze metingen kan worden besloten dat het organisch koolstofgehalte en de bodempH licht suboptimaal zijn. In het bodemprofiel wordt een lichte ploegzool vastgesteld van 35 tot 45 cm diepte, maar deze zou niet hinderlijk mogen zijn voor wortels.

7.3 Beschrijving veldproef

7.3.1 Opbouw en logboek

De veldproef werd aangelegd in stroken. Dwars op de stroken werden voor de waarnemingen 3 blokken gedefinieerd (A, B en C). Voor elke behandeling waren er dus 3 plots. De regenvalsimulaties werden uitgevoerd in blok B (Figuur 7-4).



Figuur 7-4: Proefplan van de veldproef bloemkool te Zwalm, 2019. De proef bestaat uit 6 stroken van 3m breedte. De lettercode geeft de verschillende behandelingen per strook aan (paragraaf 7.3.2). In blok B werden regenvalsimulaties uitgevoerd op 16 juli 2019.

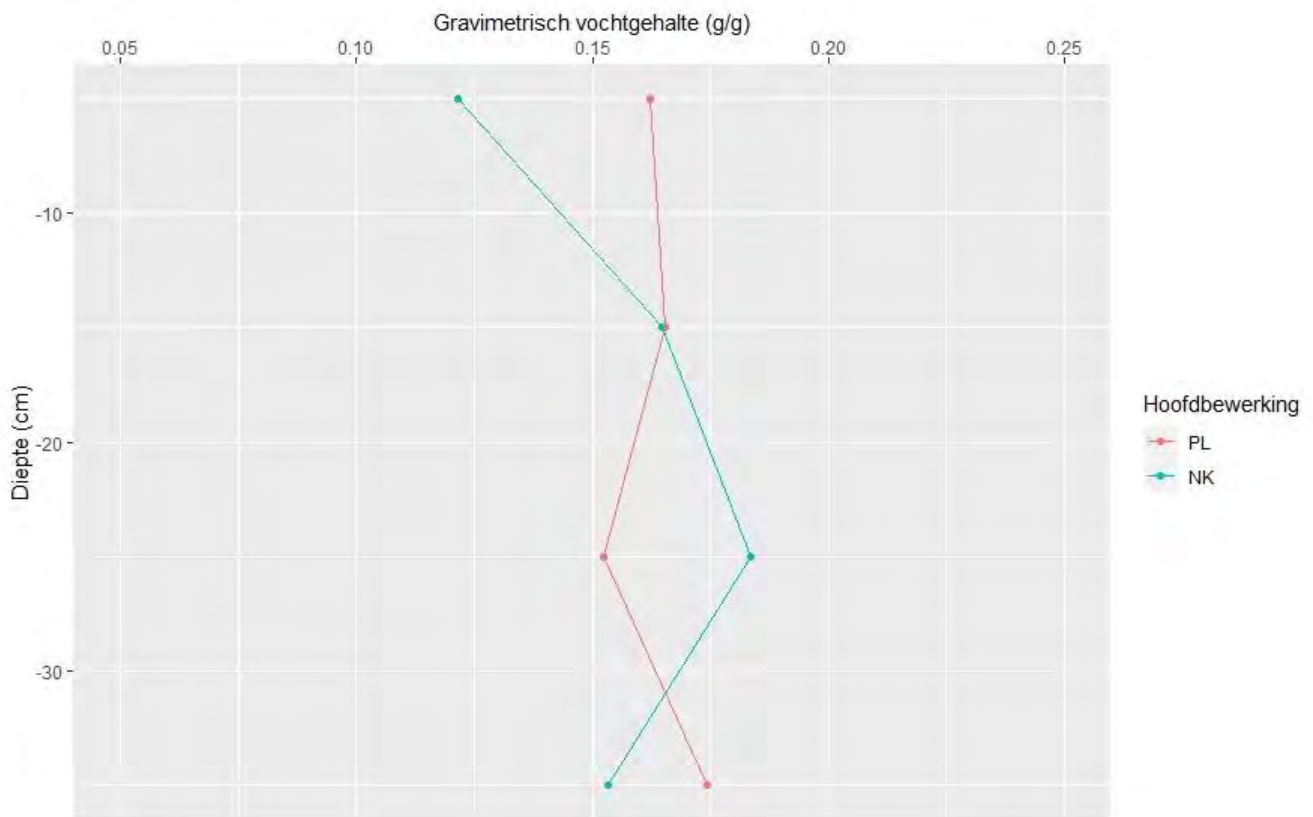
In Tabel 7-2 wordt het logboek van de activiteiten in deze veldproef weergegeven. De behandelingen worden verder in de tekst toegelicht onder paragraaf 7.3.2.

Tabel 7-2: Overzicht van de activiteiten op de veldproef per datum.

Datum uitvoering	Handeling	Opmerking
10/04/2019	Bewerking	doodspuiten groenbedekker snijrogge
11/06/2019	Bewerking	onderhoudsbekalking
14/06/2019	Bewerking	oppervlakkige bewerking bodem met schijveneg (5m breed)
2/07/2019	Uitzetten proef	
2/07/2019	Bewerking	metingen met penetrologger en bepaling gravimetrisch vochtgehalte
2/07/2019	Staalname	Nmin, pH, %C (0-30 cm) en Nmin (30-60 cm)
5/07/2019	Bemesting	toedienen stalmest (30-35 ton/ha) + licht inwerken met Steketee triltandcultivator (5-10 cm diep)
7/07/2019	Bewerking	diepgronden met Micheltand (20-25 cm diep)
8/07/2019	Bewerking	ploegen (30-35 cm diep)
8/07/2019	Bewerking	niet-kerend met vaste tandcultivator Steeno (10-15 cm diep)
9/07/2019	Staalname	bepaling gravimetrisch vochtgehalte (0-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm, 30-40 cm) in objecten met hoofdbewerking ploegen en niet-kerend
9/07/2019	Bewerking	zaaibedbereiding met rotoreg + Güttler prismarol + aandrukrol
9/07/2019	Bemesting	toedienen vloeibare stikstof aan 150 L/ha
9/07/2019	Plant	ras: Giewont (Seminis), Perdu planter PCG mét aangepaste aandrukwielen (70 cm tussen plantrijen; 45-46 cm in de rij)
12/07/2019	Beoordeling	visuele erosie (score) & bodemruwheid
16/07/2019	Beoordeling	regenvalsimulaties & bodembedekkingsgraad (kader)
24/07/2019	Beoordeling	uitval (%) + bedekkingsgraad bloemkool en onkruid (%) + gewasstand (volume, uniformiteit, gewashoogte) + visuele erosie (score)
21/08/2019	Bewerking	schoffelen tussen plantrijen
21/08/2019	Beoordeling	bedekkingsgraad bloemkool en onkruid (%) + gewasstand (volume, uniformiteit, gewashoogte)
20/09/2019	Beoordeling	bedekkingsgraad bloemkool en onkruid (%) + gewasstand (volume, uniformiteit, gewashoogte)
14/10/2019	Beoordeling	bedekkingsgraad bloemkool en onkruid (%) + gewasstand (volume, uniformiteit)
29/10/2019	Oogst	8 plots (in alle objecten uitgezonderd in ploegen/niet-kerend+klassiek ADW+torsiewieder, elk 2 herhalingen): 15 lm per plot snijden, bepalen totale en verkoopbare opbrengst, stukgewicht en kwaliteit

Op 9 juli 2019 werd net voor het planten het gravimetrisch vochtgehalte van het bodemprofiel bepaald in behandelingen ploegen en niet-kerende bodembewerking (Figuur 7-5). Bij vergelijking van de vochtprofielen kan een kleinere watervoorraad in de toplaag en grotere watervoorraad in de bodemlaag 20-30 cm vastgesteld worden bij de behandeling niet-kerend.

Ten opzichte van 2 juli (Figuur 7-3) is het vochtgehalte in de bouwvoor (0-30 cm) gedaald en dan voornamelijk in de bovenste bodemlaag 0-20 cm.



Figuur 7-5: Gravimetrisch vochtgehalte ($n=1$; mengstaal van minstens 7 steken) in de bodem net voor de plant in de behandelingen ploegen en niet-kerende bodembewerking (9 juli 2019).

In Tabel 7-3 wordt een overzicht gegeven van de gemiddelde maandelijkse temperatuur en totale maandelijkse neerslag in 2019 (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 teelstseizoen van 2019 werd gekenmerkt door een zeer droge zomer. De gemiddelde maandelijkse temperatuur in de periode juli tot oktober was tot 2,2 °C hoger en de maandelijkse totale neerslag tot 53,7 mm lager in vergelijking met de normalen.

Tabel 7-3: Overzicht van de gemiddelde maandelijkse temperatuur en maandelijkse totale neerslag in 2019 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 2019 (°C)	Afwijking van normalen (°C)	Jaar 2019 (mm)	Afwijking van normalen (mm)
Juli	20,4	2,2	21,8	-53,7
Augustus	19,9	1,9	32,8	-40,9
September	16,1	1,1	67,0	-3,2
Oktober	12,9	1,7	88,2	10,6

7.3.2 Beschrijving van de behandelingen

In alle behandelingen werd een niet-kerende bodembewerking uitgevoerd op 5 juli met een Steketee veertandcultivator (5-10 cm diep) om stalmest, groenbedekker en oogstresten in te werken. Op 7 juli werd gediepgrond met een Micheltand (20-25 cm diep).

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).

7.3.2.1 PL + klassiek aandrukwiël (ADW): ploegen - zaaibedbereiding met rotoeg + planten met klassiek aandrukwiël

Op 8 juli werd geploegd tot een diepte van 30 à 35 cm. De zaaibedbereiding, uitgevoerd op 9 juli, bestond uit één werkgang met een rotoeg (4 à 5 cm diep aan 1000 tpm) gecombineerd met een Güttler verkruiemrol en een aandrukrol. Het planten gebeurde ook op 9 juli met een Perdu planter gecombineerd met combi bestaande uit 2 rijen triltanden en een verkruiemrol achteraan de trekker en een verkruiemrol (Crosskill) als frontgewicht vooraan de trekker (Figuur 7-8). In deze behandeling werden geen aanpassingen aan de planter doorgevoerd en werd een klassiek aandrukwiël (Figuur 7-6) gebruikt. Deze behandeling kan dus beschouwd worden als referentieobject van de teler waarbij optimale teeltomstandigheden worden nagestreefd.

7.3.2.2 PL + klassiek ADW + torsiewieder: ploegen - zaaibedbereiding met rotoeg + planten met klassiek aandrukwiël gevolgd door torsiewieder

In deze behandeling werden dezelfde handelingen uitgevoerd als in PL + ADW, maar werd het klassiek aandrukwiël gecombineerd met torsiewieders (Figuur 7-6) om de aandruklijnen te verruwen.

7.3.2.3 PL + V-press ADW: ploegen – zaaibedbereiding met rotoeg + planten met V-press aandrukwiël

In deze behandeling werden dezelfde handelingen uitgevoerd als in PL + ADW, maar werd het klassiek aandrukwiël vervangen door een aangepast V-press aandrukwiël (Figuur 7-6) om de aandruklijnen te verruwen. Bij dit aandrukwiël met V-vormige elementen is de tussenafstand verdubbeld t.o.v. het V-press aandrukwiël gebruikt bij de proeven in 2018.

7.3.2.4 NK + klassiek ADW: niet-kerende bodembewerking - zaaibedbereiding met rotoeg + planten met klassiek aandrukwiël

Deze behandeling werd niet geploegd. Op 8 juli werd een niet-kerende bodembewerking uitgevoerd met een Steeno vaste tand cultivator (10-15 cm diep). De zaaibedbereiding, uitgevoerd op 9 juli, bestond uit één werkgang met een rotoeg (4 à 5 cm diep aan 1000 tpm) gecombineerd met een Güttler verkruiemrol en een aandrukrol. Het planten gebeurde ook op 9 juli met een Perdu planter gecombineerd met combi bestaande uit 2 rijen triltanden en een verkruiemrol achteraan de trekker en een verkruiemrol (Crosskill) als frontgewicht vooraan de trekker (Figuur 7-8). In deze behandeling werden geen aanpassingen aan de planter doorgevoerd en werd een klassiek aandrukwiël (Figuur 7-6) gebruikt.

7.3.2.5 NK + klassiek ADW + torsiewieder: niet-kerende bodembewerking - zaaibedbereiding met rotopeg + planten met klassiek aandrukwiél gevolgd door torsiewieder

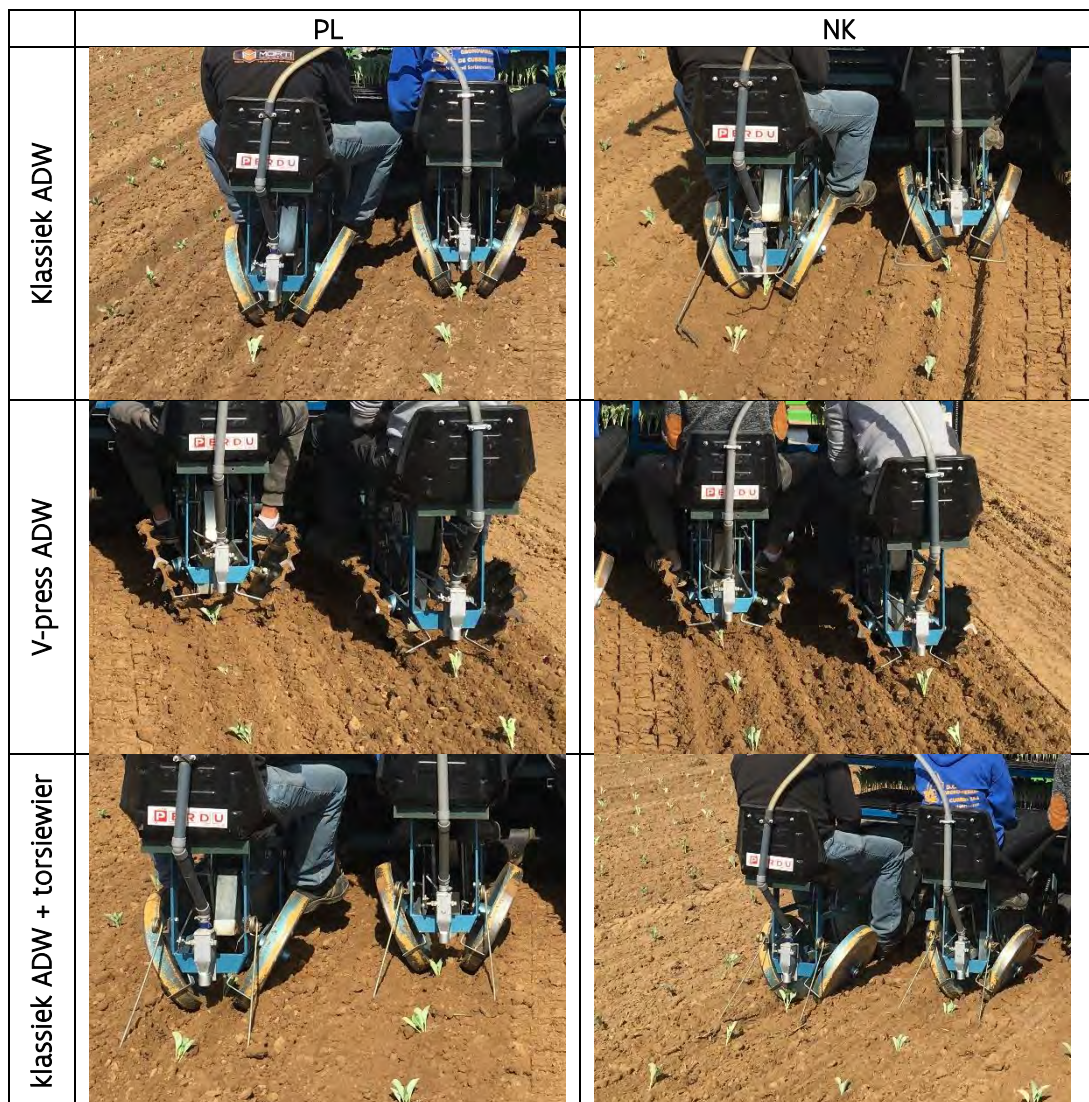
In deze behandeling werden dezelfde handelingen uitgevoerd als in NK + ADW, maar werd het klassiek aandrukwiél gecombineerd met torsiewieders (Figuur 7-6) om de aandruklijnen te verruven.

7.3.2.6 NK + V-press ADW: niet-kerende bodembewerking – zaaibedbereiding met rotopeg + planten met V-press aandrukwiél

In deze behandeling werden dezelfde handelingen uitgevoerd als in NK + ADW, maar werd het klassiek aandrukwiél vervangen door een aangepast V-press aandrukwiél (Figuur 7-6) om de aandruklijnen te verruven. Bij dit aandrukwiél met V-vormige elementen is de tussenafstand verdubbeld t.o.v. het V-press aandrukwiél gebruikt bij de proeven in 2018.



Figuur 7-6: Detailfoto's van klassiek aandrukwiél (links), V-press aandrukwiél (midden) en torsiewieder (rechts) voor op de planter.



Figuur 7-7: 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. klassiek aandrukwiël (ADW), V-press ADW en klassiek ADW gecombineerd met torsiewieder.

7.3.3 Bemesting en planten

Begin juli werd stalmest toegediend aan 30-35 ton/ha (Tabel 7-4). Net voor het planten werd bemesting met vloeibare stikstof aan 150 L/ha uitgevoerd.

Tabel 7-4: Overzicht van de toegediende meststof en toepassingstechniek binnen de proef savooikool.

Datum	Dosis	Meststof	Toepassingstechniek
5/07/2019	30-35 ton/ha	stalmest	stalmestspreider
9/07/2019	100 L/ha	vloeibare stikstof	veldspuit

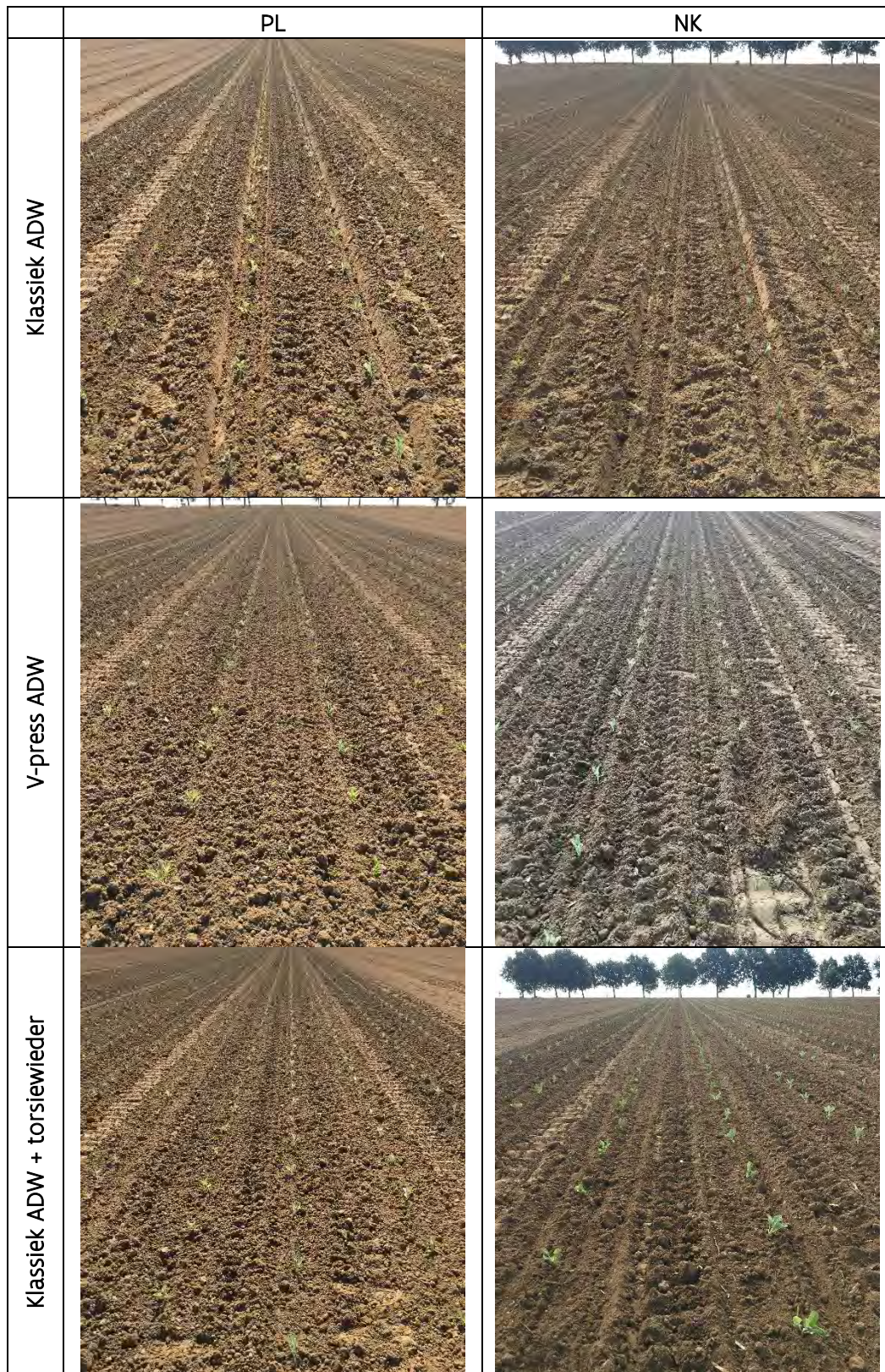
Bij het planten werd een Perdu planter gecombineerd met combi bestaande uit 2 rijen triltanden en een verkruiemrol achteraan de trekker en een verkruiemrol (Crosskill) als frontgewicht vooraan de trekker

(Figuur 7-8). Deze zaaibedbereiding, in dezelfde werkgang als het planten, komt dus voor alle behandelingen bovenop de zaaibedbereiding beschreven in paragraaf 7.3.2. De werkbreedte van de planter is 3m. De rijafstand bedraagt 70 cm en de plantafstand in de rij 45-46 cm.

Tijdens het planten liepen de aangepaste V-press aandrukwielen niet vol met aarde en gewasresten (ingeval van niet-kerend bewerkt). Door het verdubbelen van de tussenafstand tussen de V-vormige elementen t.o.v. de V-press aandrukwielen in 2018 kon dit probleem vermeden worden. De torsiewieders waren in staat de aandruklijnen 'uit te wissen' en de plantjes werden niet beschadigd tijdens het planten. Het resultaat planten wordt voor de verschillende behandelingen weergegeven in Figuur 7-9. In de behandelingen waar de planter werd aangepast werd visueel een duidelijke verruwing van de aandruklijnen vastgesteld.



Figuur 7-8: Perdu planter gecombineerd met combi bestaande uit 2 rijen triltanden en een verkruijmelrol achteraan de trekker.



Figuur 7-9: Overzichtsfoto's (met gelijke schaal) van behandelingen PL + klassiek ADW, PL + V-press ADW, PL + klassiek ADW + torsiewieder, NK + klassiek ADW, NK + V-press ADW en NK + klassiek ADW + torsiewieder op tijdstip 24 juli (2 weken na planten).

7.4 Gewasopkomst, bodembedekkingsgraad en onkruidtellingen

7.4.1 Gewasopkomst en -hoogte

Per behandeling werd visueel een inschatting gemaakt van de uitval. In Tabel 7-5 wordt de uitval voor alle behandelingen weergegeven als een percentage.

Visueel werd er geen verschil in opkomst opgetekend tussen de geploegde en niet-kerende behandelingen. De aanpassingen aan de planter leidden ook niet tot verschillen opkomst. Het monteren van torsiewieders op de planter verhoogde het risico op het beschadigen van de plantjes niet. Aanpassingen aan de planter leidden bijgevolg niet tot meer uitval.

Tabel 7-5: Uitval (n=3) in bloemkool voor de behandelingen PL + klassiek ADW, PL + V-press ADW, PL + klassiek ADW + torsiewieder, NK + klassiek ADW, NK + V-press ADW en NK + klassiek ADW + torsiewieder bepaald in blokken A, B en C. De behandelingen die significant verschillend zijn van elkaar (Tukey HSD, $p < 0.05$) zijn aangeduid met een verschillende letter.

Obj	Uitval (%)
	24/07/2019
PL + klassiek ADW	0,2
PL + V-press ADW	0,2
PL + klassiek ADW + torsiewieder	0,0
NK + klassiek ADW	0,0
NK + V-press ADW	0,1
NK + klassiek ADW + torsiewieder	0,2

In Tabel 7-6 wordt de gewashoogte in bloemkool voor de behandelingen ploegen en niet-kerend gegroepeerd weergegeven. Hiervoor werden 9 planten opgemeten en het resultaat werd gerapporteerd als een gemiddelde.

Op 24 juli, drie weken na plant, bedraagt de gewashoogte 14 à 15 cm en werden er geen significante verschillen tussen de behandelingen vastgesteld. Op 21 augustus, anderhalve maand na plant, schommelt de gewashoogte tussen 47,7 en 54,3 cm met de laagste waarde voor behandeling PL + klassiek ADW + torsiewieder maar niet significant verschillend van de andere behandelingen. Op 20 september, 2,5 maand na plant, bedraagt de gewashoogte 53,7 cm in behandeling NK + V-press ADW wat significant lager is dan behandeling NK + klassiek ADW + torsiewieder. Doorheen het teeltseizoen werd geen significant effect van de hoofdbodem bewerking op de gewashoogte vastgesteld.

Tabel 7-6: Gewashoogte (n=3) in bloemkool voor de behandelingen alsook voor de behandeling gegroepeerd per hoofdbewerking ploegen (PL) en niet-kerend (NK) bepaald in blokken A, B en C. De behandelingen die significant verschillend zijn van elkaar (Tukey HSD, $p < 0.05$) zijn aangeduid met een verschillende letter.

Obj	Gewashoogte (cm)		
	24/07/2019	21/08/2019	20/09/2019
PL + klassiek ADW	14,7	54,0	61,7 ab
PL + V-press ADW	15,0	53,0	58,0 ab
PL + klassiek ADW + torsiewieder	14,0	47,7	64,0 ab
NK + klassiek ADW	15,0	50,3	55,7 ab
NK + V-press ADW	14,7	53,7	53,7 b
NK + klassiek ADW + torsiewieder	14,3	54,3	64,3 a
PL (n=9)	14,6	51,6	61,2
NK (n=9)	14,7	52,8	57,9

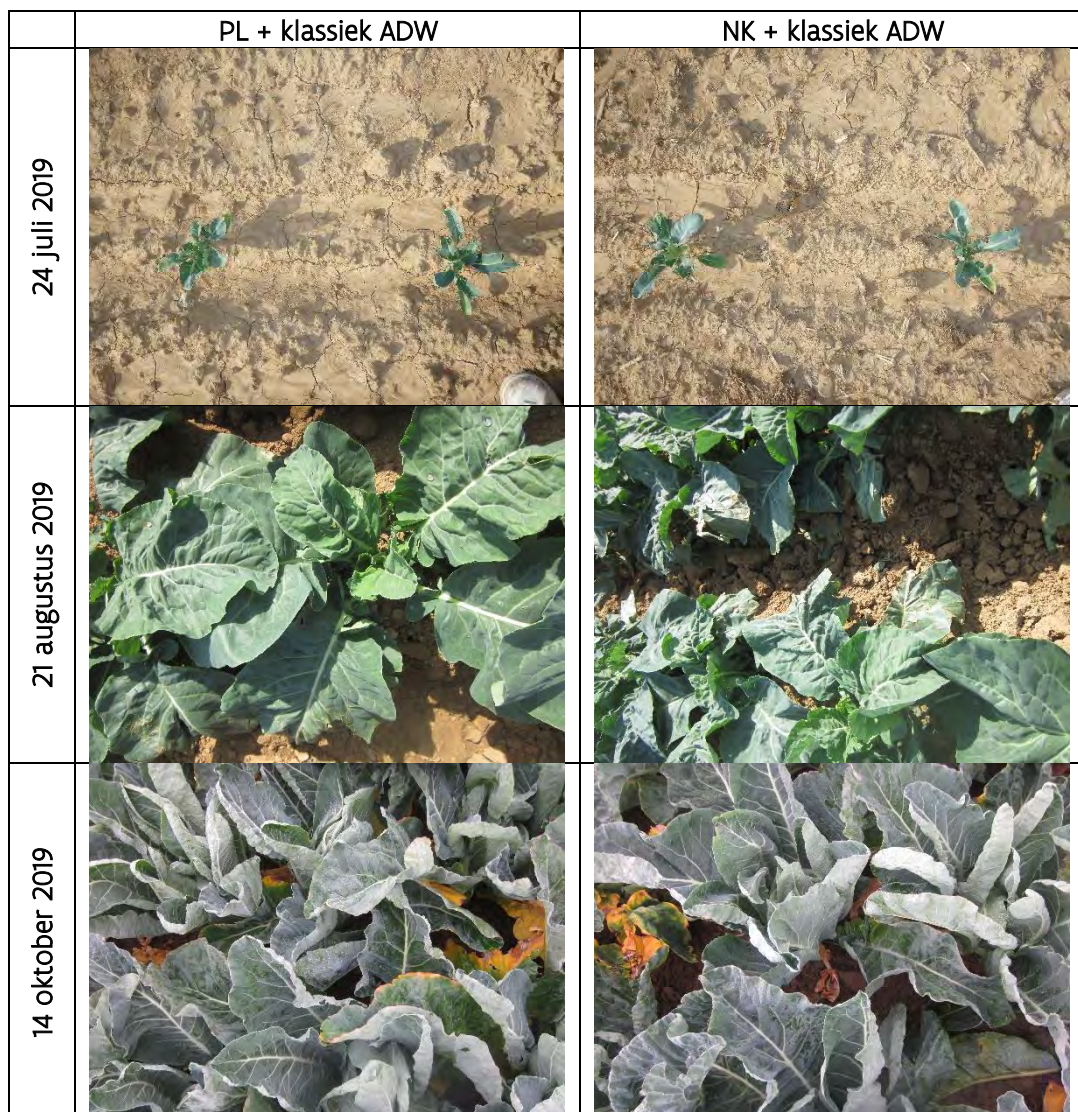
7.4.2 Bodembedekkingsgraad, volume en uniformiteit

Per hoofdbewerking werd de bedekkingsgraad van het gewas visueel ingeschat (Tabel 7-7). Hierbij werd als resultaat het gemiddelde van de verschillende behandelingen met dezelfde hoofdbewerking genomen. Ter ondersteuning van de visuele beoordeling werden er van alle objecten foto's genomen (Figuur 7-10).

Tabel 7-7: Veldbedekking bloemkool (n=3) voor de behandelingen alsook voor de behandeling gegroepeerd per hoofdbewerking ploegen (PL) en niet-kerend (NK) bepaald in blokken A, B en C. De behandelingen die significant verschillend zijn van elkaar (Tukey HSD, $p < 0.05$) zijn aangeduid met een verschillende letter.

Obj	Veldbedekking bloemkool (%)			
	24/07/2019	21/08/2019	20/09/2019	14/10/2019
PL + klassiek ADW	10,0 a	88,3	95,0 a	100,0 a
PL + V-press ADW	10,0 a	88,3	95,0 a	100,0 a
PL + klassiek ADW + torsiewieder	9,3 ab	73,3	88,3 ab	96,7 b
NK + klassiek ADW	10,0 a	85,0	86,7 b	100,0 a
NK + V-press ADW	8,3 b	88,3	90,0 ab	100,0 a
NK + klassiek ADW + torsiewieder	8,3 b	85,0	90,0 ab	100,0 a
PL (n=9)	9,8 a	83,3	92,8 a	98,9
NK (n=9)	8,9 b	86,1	88,9 b	100,0

Op 24 juli, 3 weken na plant, en op 20 september, 2,5 maand na plant, werd een significant lagere bodembedekking door bloemkool in de behandelingen met niet-kerende bodembewerking waargenomen. Naar het einde van het teeltseizoen was dit verschil in bodembedekkingsgraad niet meer aanwezig. De invloed van de aanpassingen aan de planter was minder eenduidig. Bij ploegen scoorde de behandeling PL + klassiek ADW + torsiewieder het minst goed terwijl bij niet-kerende bodembewerking enkel in het begin van het teeltseizoen een significant verschil tussen de behandelingen werd vastgesteld. 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 7-10).



Figuur 7-10: Overzichtsfoto's veldbedekking (ongelijke schaal) van behandelingen PL + klassiek ADW en NK + klassiek ADW op tijdstippen 24 juli, 21 augustus en 14 oktober.

Per behandeling werd het volume (Tabel 7-8) en de uniformiteit (Tabel 7-9) van het gewas visueel ingeschat. Doorheen het teeltseizoen scoorden de behandelingen met hoofdbewerking ploegen naar volume en uniformiteit iets beter dan niet-kerend. Dit kan in verband gebracht worden met een betere vochtvoorziening in de toplaag en een lossere bodemstructuur bij ploegen. Het effect van de aanpassingen aan de planter op de gewasstand was niet eenduidig.

Tabel 7-8: Volume savooikool (n=3) visueel ingeschat voor de behandelingen alsook voor de behandelingen gegroepeerd per hoofdbewerking ploegen (PL) en niet-kerend (NK) op 24 juli, 21 augustus, 20 september en 14 oktober.

Obj	Volume ^(*) (1 = klein, 9 = groot)			
	24/07/2019	21/08/2019	20/09/2019	14/10/2019
PL + klassiek ADW	4,0	7,7	7,7	8,0
PL + V-press ADW	4,0	7,0	7,0	7,3
PL + klassiek ADW + torsiewieder	4,0	6,7	8,0	7,0
NK + klassiek ADW	4,0	6,7	6,0	7,3
NK + V-press ADW	3,7	7,0	7,0	6,3
NK + klassiek ADW + torsiewieder	3,7	7,0	7,0	6,7
PL (n=9)	4,0	7,1	7,6	7,4
NK (n=9)	3,8	6,9	6,7	6,8

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

Tabel 7-9: Uniformiteit savooikool (n=3) visueel ingeschat voor de behandelingen alsook voor de behandelingen met hoofdbewerking ploegen (PL) en niet-kerend (NK) op 24 juli, 21 augustus, 20 september en 14 oktober.

Obj	Uniformiteit ^(*) (1 = heterogeen, 9 = homogeen)			
	24/07/2019	21/08/2019	20/09/2019	14/10/2019
PL + klassiek ADW	6,7	6,7	7,0	6,7
PL + V-press ADW	7,3	7,0	8,0	7,7
PL + klassiek ADW + torsiewieder	6,0	6,7	6,7	5,3
NK + klassiek ADW	7,7	6,3	7,3	6,7
NK + V-press ADW	6,0	6,7	8,3	6,3
NK + klassiek ADW + torsiewieder	6,3	6,3	8,0	6,3
PL (n=9)	6,7	6,8	7,2	6,6
NK (n=9)	6,7	6,4	7,9	6,4

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

7.4.3 Onkruidtellingen

Per hoofdbewerking werd het percentage veldbedekking door onkruid visueel ingeschat (Tabel 7-10). 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. Ziekte- 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, geen invloed had op de bedekkingsgraad door onkruid. Er werden geen verschillen vastgesteld tussen de hoofdbewerkingen. Op de verschillende waarnemingstijdstippen doorheen het groeiseizoen werd geen onkruiddruk vastgesteld in zowel de geploegde als niet-kerende behandelingen. Naar ziektedruk en plagen toe werden ook geen verschillen vastgesteld tussen de behandelingen.

Tabel 7-10: Veldbedekking onkruid (n=9) voor de behandelingen met hoofdbewerking ploegen (PL) en niet-kerend (NK) bepaald in blokken A, B en C. Er waren geen significant verschillende behandelingen (Tukey HSD, $p < 0.05$).

Obj	Veldbedekking onkruid (%)			
	24/07/2019	21/08/2019	20/09/2019	14/10/2019
PL	0,0	0,0	0,0	0,0
NK	0,0	0,0	0,0	0,0

7.5 Bodemruwheid en erosie

7.5.1 Visuele beoordeling bodemruwheid

Bij de behandelingen met hoofdbewerking niet-kerend worden de gewasresten van de groenbedekker in beperkte mate (<5%) aan het bodemoppervlak gehouden (Figuur 7-11). Bij behandeling met een klassiek aandrukwielt zijn de aandruklijnen duidelijk zichtbaar. Dit in tegenstelling tot de behandelingen met klassiek aandrukwielt gecombineerd met torsiewieder en ook met het aangepast V-press aandrukwielt 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.

	PL	NK
Klassiek ADW		
V-press ADW		
Klassiek ADW + torsiewieder		

Figuur 7-II: Foto's bodemruwheid (met gelijke schaal) van behandelingen PL + klassiek ADW, PL + V-press ADW, PL + klassiek ADW + torsiewieder, NK + klassiek ADW, NK + V-press ADW en NK + klassiek ADW + torsiewieder op tijdstip 12 juli 2019 (daags na planten).

7.5.2 Visuele beoordeling erosie

Per behandeling werden de zichtbare erosiekenmerken zoals geulvorming en verslemping beoordeeld met een score van 1=veel tot 9=geen (Tabel 7-11).

Op 24 juli, twee weken na planten, werd als gevolg van enkele regenbuien verslemping en geulvorming in zowel de geploegde als niet-kerende behandelingen vastgesteld (Figuur 7-12). De behandelingen met gebruik van een V-press ADW scoorden iets beter gezien er minder geulvorming in de aandruklijnen optrad. Door gebruik te maken van een aangepast aandrukwielt kunnen de aandruklijnen ruwer gelegd worden waardoor minder bodemdeeltjes afstromen.

Door het schoffelen op 21 augustus werd de korst die ontstaan was door verslemping weggewerkt. Het effect van schoffelen is duidelijk vast te stellen in Figuur 7-13. De bodem is nadien enkel nog verslempd in de planrij waar niet kon geschoffeld worden.

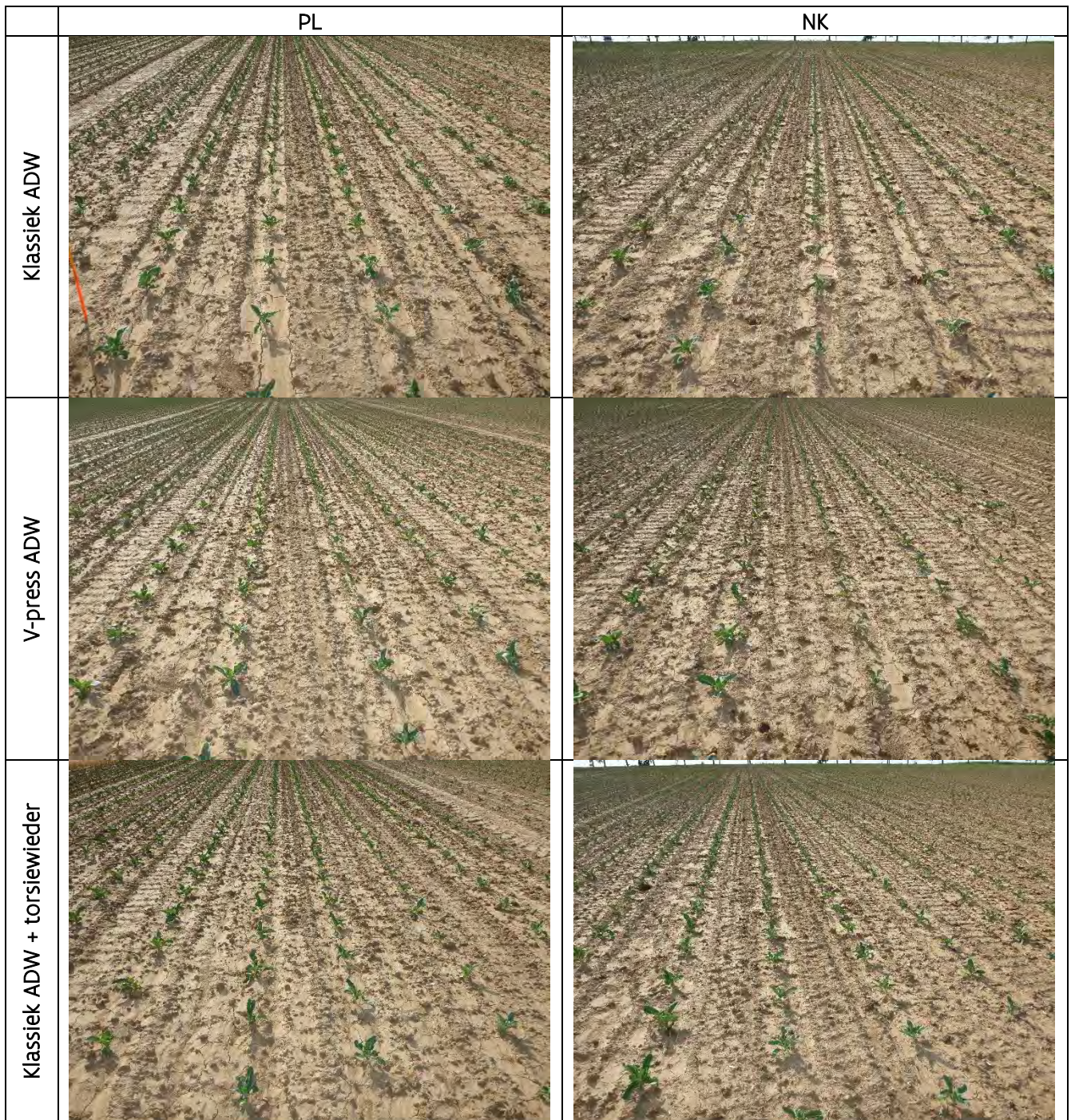
Tabel 7-11: Visuele erosie (n=3) voor de behandelingen PL+klassiek ADW, PL+V-press ADW, PL+klassiek ADW+torsiewieder, NK+klassiek ADW, NK+V-press ADW en NK+klassiek ADW+torsiewieder op 12 en 24 juli 2019.

Obj	Erosie ^{(*)(**)} (1 = veel, 9=geen)	
	12/07/2019	24/07/2019

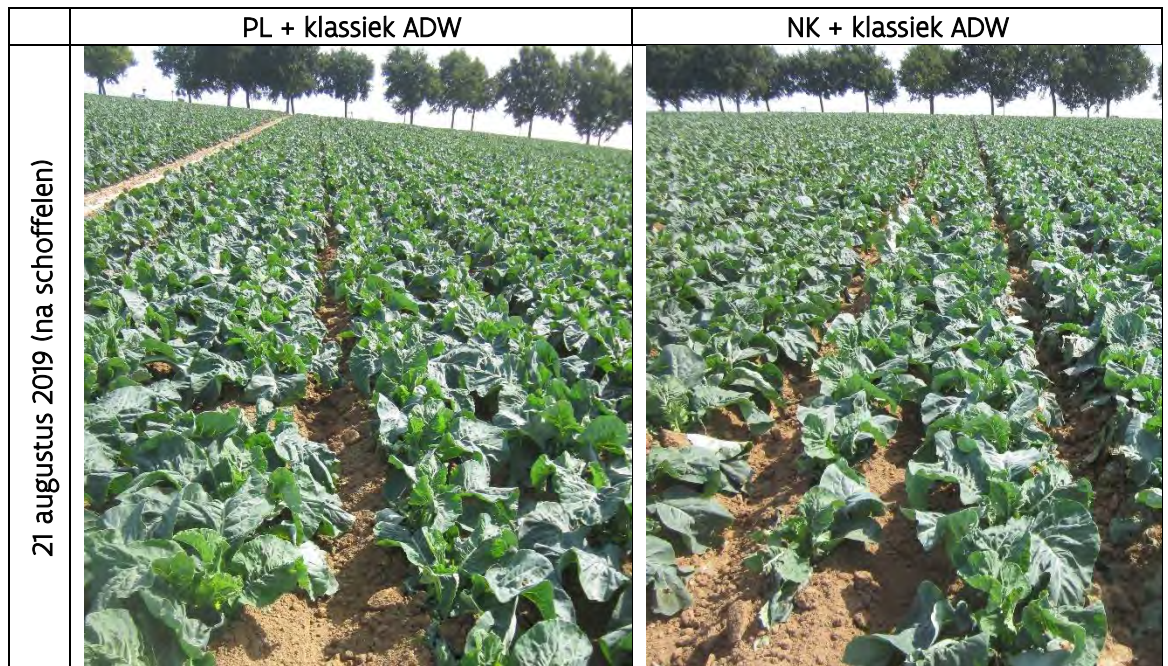
PL + klassiek ADW	8,5	5,3
PL + V-press ADW	8,5	6,0
PL + klassiek ADW + torsiewieder	8,5	5,3
NK + klassiek ADW	8,5	5,3
NK + V-press ADW	8,5	6,0
NK + klassiek ADW + torsiewieder	8,5	5,3

(*) 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 7-12: Overzichtsfoto's visuele erosie (met gelijke schaal) voor behandelingen PL+klassiek ADW, PL+V-press ADW, PL+klassiek ADW+torsiewieder, NK+klassiek ADW, NK+V-press ADW en NK+klassiek ADW+torsiewieder op tijdstip 24 juli 2019.



Figuur 7-13: Overzichtsfoto's van behandelingen met hoofdbewerking ploegen (PL) en niet-kerend (NK) na schoffelen op 21 augustus 2019.

7.5.3 Regenvalsimulaties op 16 juli 2019

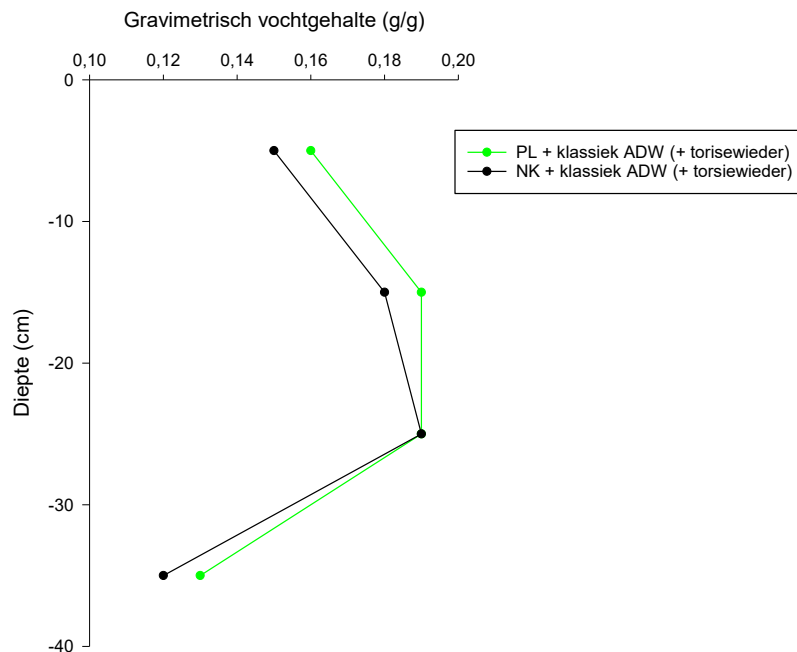
Om het effect van de behandelingen op run-off en erosie te testen, werden op 16 juli 2019 regenvalsimulaties uitgevoerd met de regenvalsimulator van UGent (Vermang, 2012¹; Figuur 7-14). Er werden metingen verricht in de behandelingen PL + klassiek ADW, PL + klassiek ADW +torsiewieder, NK + klassiek ADW en NK + klassiek ADW + torsiewieder. Bij elke regenvalsimulatie werd een erosieveldje afgebakend van 2 m breed op 5 m lang. De veldjes werden steeds zo gepositioneerd dat bij iedere regenvalsimulatie er run-off en erosie werd opgevangen van 3 rijen kolen. Alle regenvalsimulaties werden uitgevoerd op een deel van de proef met homogene helling ($\pm 6\%$). Tijdens de regenvalsimulaties werd gedurende 25 minuten beregend aan een gemiddelde intensiteit van $115 \text{ l/m}^2 \cdot \text{h}$. 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 stalen te nemen voor sedimentconcentratie doorheen de simulatie, 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.

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 7-14: Zicht op de erosiesimulator van UGent en een erosieveldje in de veldproef.

Voor aanvang van de simulaties werd een bodemvochtstaal genomen ter bepaling van het vochtgehalte in het profiel 0-40 cm (3 steken met een gutsboor, samengevoegd tot 1 staal). Ter bepaling van het vochtgehalte, C-gehalte en bulkdensiteit van het bodemoppervlak (0-5 cm), werd een staalname uitgevoerd met Kopecky-ringen (in 3-voud). Er werd een staal genomen voor de behandelingen PL + klassiek ADW en PL + klassiek ADW + torsiewieder samen en voor de behandelingen NK + klassiek ADW en NK + klassiek ADW + torsiewieder samen. In Figuur 7-15 wordt het vochtgehalte in het bodemprofiel weergegeven. Er is weinig verschil in het gravimetrisch vochtgehalte van het bodemprofiel tussen de geploegde en niet-kerend bewerkte bodem. Al is de geploegde bodem in de laag 0-20cm iets vochtiger. Beneden de bouwvoor (laag 30-40cm) is het vochtgehalte duidelijk lager dan in de bouwvoor in beide behandelingen.



Figuur 7-15: Gravimetrisch vochtgehalte in het profiel (0-40cm) op 16 juli 2019.

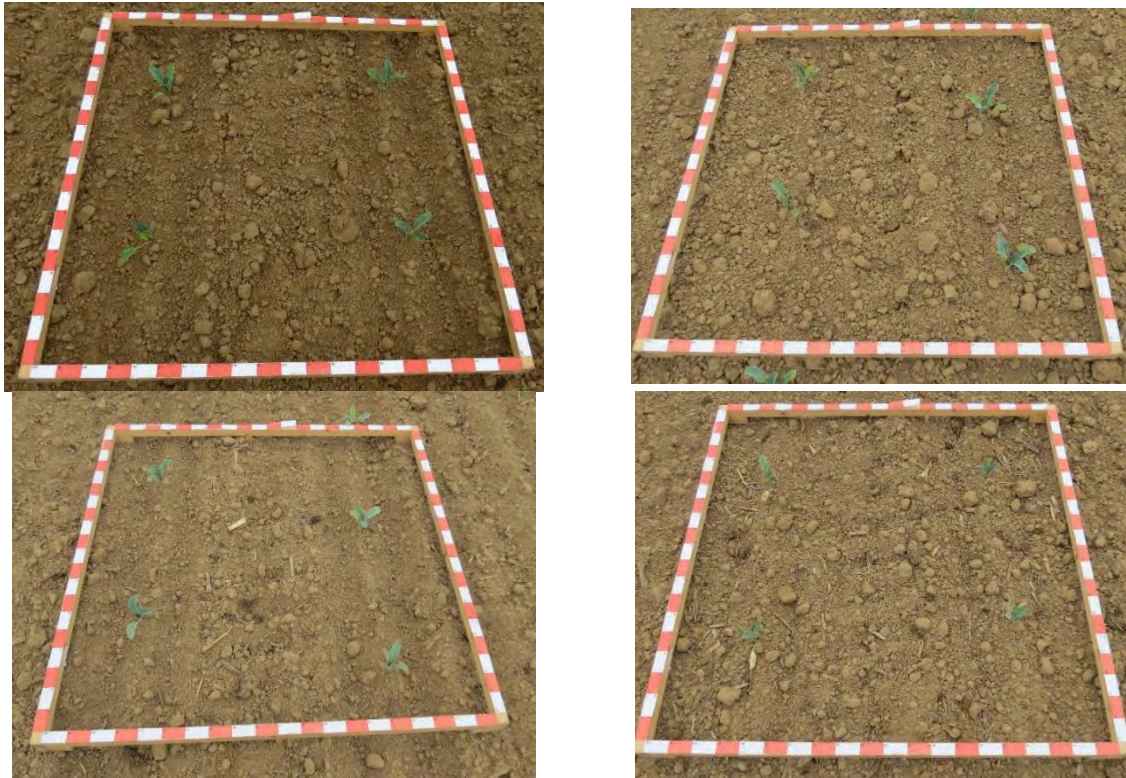
In Tabel 7-12 worden de resultaten van de metingen met de Kopecky-ringen weergegeven. Het gravimetrisch en volumetrisch vochtgehalte van het bodemoppervlak is significant hoger bij ploegen dan bij niet-kerende

bodembewerking. Mogelijk is dit een effect van het boven ploegen van vochtigere bodem uit de diepte. Het C-gehalte en bulkdensiteit van het bodemoppervlak zijn respectievelijk significant hoger en lager bij niet-kerende bodembewerking dan bij ploegen. De niet-kerende bodembewerking houdt de gewasresten van de voorgaande teelt aan het oppervlak, welke bijdragen aan de organische stof. Bij niet-kerende bodembewerking is de toplaag lossler, minder samengedrukt.

Tabel 7-12: Overzicht van het gemiddelde gravimetrisch en volumetrisch vochtgehalte, het 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 (Tukey HSD-test, $p < 0,05$) tussen de behandelingen zijn aangeduid met een verschillende letter.

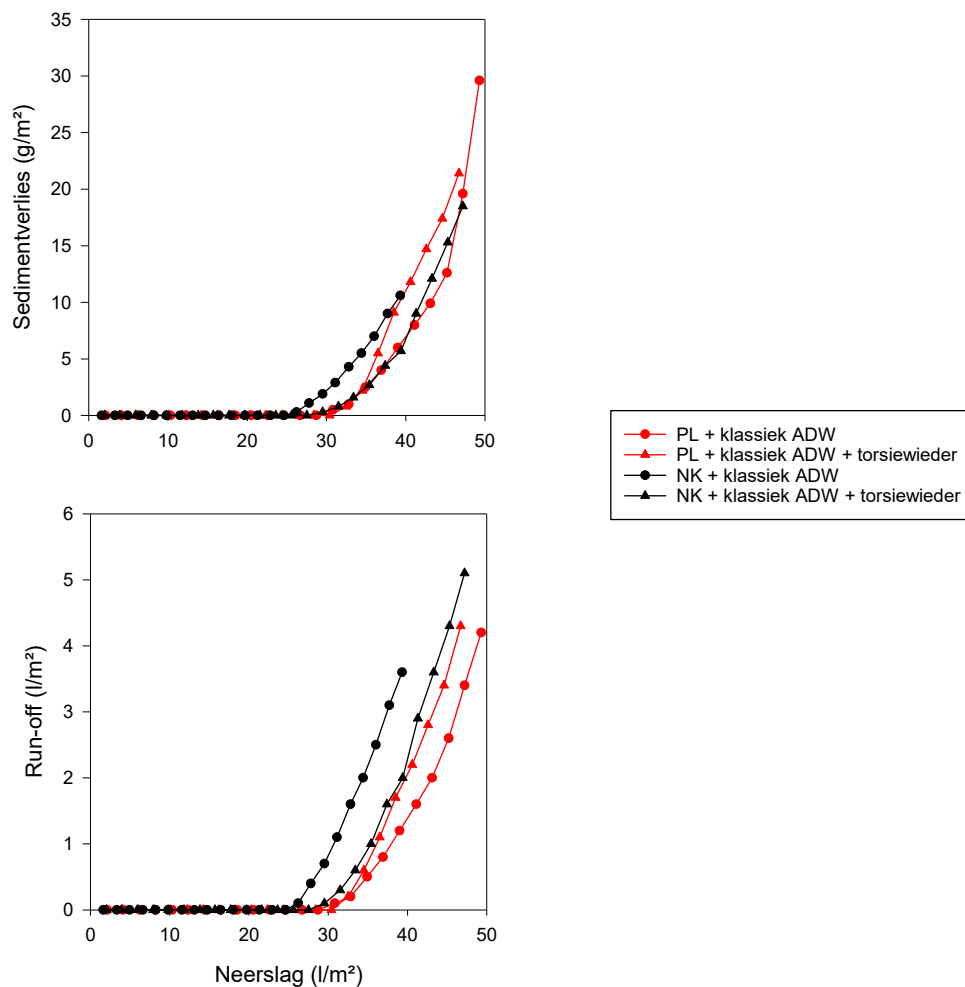
	Gravimetrisch vochtgehalte (g/g)	Volumetrisch vochtgehalte (g/cm ³)	C-gehalte (%)	Bulkdensiteit (kg/dm ³)
PL + klassiek ADW	0,09 \pm <0,01 ^a	0,10 \pm <0,01 ^a	1,00 \pm 0,04 ^a	1,16 \pm 0,02 ^b
NK + klassiek ADW	0,06 \pm <0,01 ^b	0,06 \pm <0,01 ^b	1,13 \pm 0,04 ^b	1,05 \pm 0,01 ^a

Bij de regenvalsimulaties werd ook 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. In Figuur 7-16 wordt van de verschillende behandelingen een voorbeeldfoto gegeven. De bodembedekking werd bepaald in 3-voud rondom de erosieveldjes van alle behandelingen.



Figuur 7-16: Zicht op het bodemoppervlak en de bodembedekking op 16 juli 2019. Linksboven: PL + klassiek ADW; rechtsboven: PL + klassiek ADW + torsiewieder; linksonder: NK + klassiek ADW; rechtsonder: NK + klassiek ADW + torsiewieder.

De bodembedekking door het gewas bedroeg gemiddeld 1% in alle behandelingen. Er werd in geen enkel object onkruid vastgesteld. In de geploegde objecten werden ook geen gewasresten vastgesteld. De bodembedekking door gewasresten in de behandelingen met niet-kerende bodembewerking bedroeg gemiddeld 3%



Figuur 7-17: verloop van de run-off en sedimentverliezen in functie van de neerslag gesimuleerd op 16 juli 2019.

In Figuur 7-17 worden run-off en sedimentverlies van de regenvalsimulaties op 16 juli 2019 weergegeven. Er werden geen verschillen in erosie vastgesteld tussen de behandelingen. Zowel het niet-kerend werken als de torsiewieders hadden geen reductie in sedimentverliezen tot gevolg. De run-off startte voor alle behandelingen ongeveer op 28 l/m² regenval. Door torsiewieders te gebruiken was er een kleine reductie op de run-off bij niet-kerende bodembewerking, maar bij ploegen was dit dan weer niet het geval. De run-off was iets kleiner bij de geploegde behandelingen dan bij de niet-kerend bewerkte behandelingen.

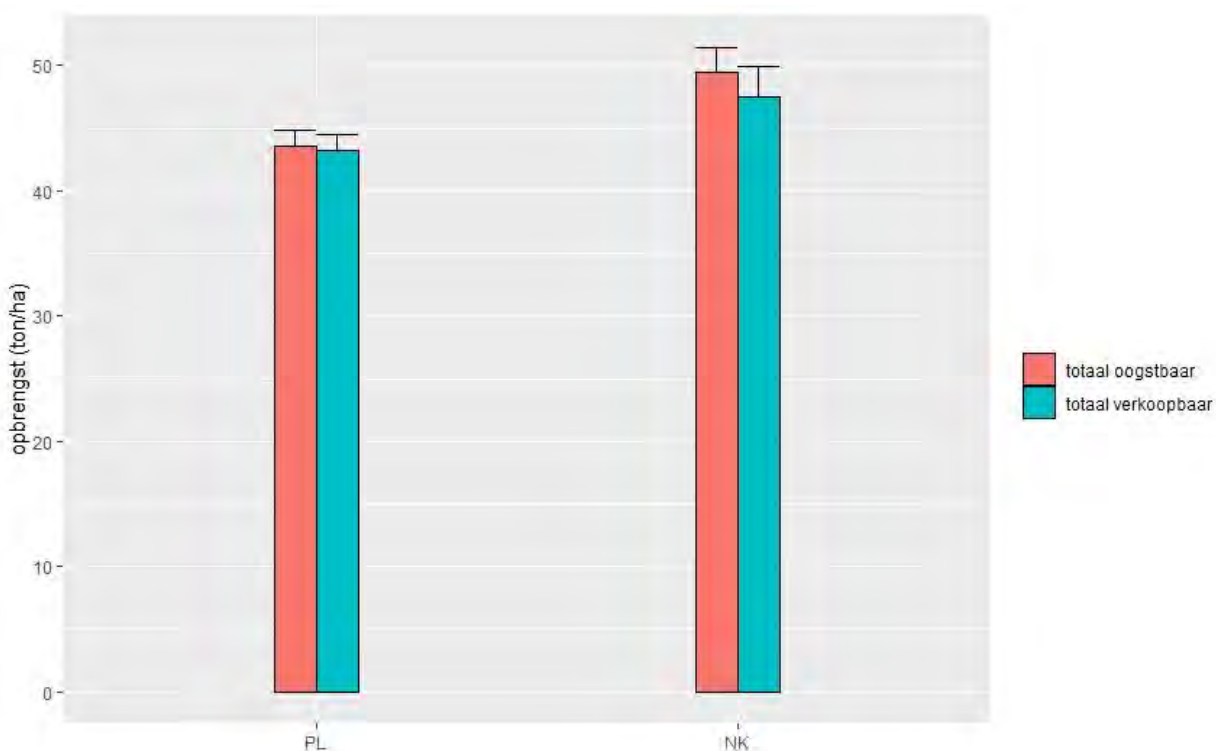
7.6 Opbrengstbepaling

In alle behandelingen uitgezonderd ploegen of niet-kerend gecombineerd met klassiek aandrukwielen en torsiewieders werden in blokken A en C, 15 lopende meter bloemkolen geoogst. Oogstbare planten werden verdeeld in 4 klassen: AA (hoge kwaliteit), A (medium kwaliteit), AB (lage kwaliteit) en B (niet verkoopbaar). Totale oogstbare opbrengst (= klassen AA + A + AB + B) en verkoopbare opbrengst (= klassen AA + A + AB) (in ton/ha) werd berekend (Tabel 7-13; Figuur 7-18). Verder werd het stukgewicht (in gram) van de oogstbare planten bepaald.

Tabel 7-13: Overzicht van totale opbrengst oogstbaar, totale opbrengst verkoopbaar en stukgewicht voor de behandelingen alsook gegroepeerd per 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.

Obj	Totale opbrengst oogstbaar (ton/ha)	Totale opbrengst verkoopbaar (ton/ha)	Stukgewicht (g)
29/10/2019			
PL + klassiek ADW (n=2)	43,9	43,3	1533
PL + V-press ADW (n=2)	43,2	43,2	1499
NK + klassiek ADW (n=2)	51,4	50,1	1645
NK + V-press ADW (n=2)	47,6	44,9	1549
PL (n=4)	43,5 a	43,2	1516
NK (n=4)	49,5 b	47,5	1597

Ongeacht de hoofdbodembewerking werd een niet-significant hogere totale opbrengst oogstbaar en verkoopbaar alsook stukgewicht opgetekend bij planten met een klassiek aandrukwielt in vergelijking met een V-press aandrukwielt. Dit kan verklaard worden door een betere aandrukking van de planten in geval een klassiek aandrukwielt wordt gebruikt. Verder wordt bij niet-kerende bodembewerking een significant hogere totale opbrengst oogstbaar en niet-significant hogere totale opbrengst verkoopbaar en stukgewicht vastgesteld in vergelijking met ploegen (Figuur 7-18). De opbrengstbepaling geeft slechts een deel van het plaatje weer gezien de kwaliteit van bloemkool doorslaggevend is bij de prijszetting op de markt.



Figuur 7-18: Totale opbrengst oogstbaar (n=4) en totale opbrengst verkoopbaar (n=4) (+standaardfout) voor de behandelingen gegroepeerd per hoofdbewerking ploegen (PL) en niet-kerend (NK).

Ter bepaling van de kwaliteit werd per behandeling uitgezonderd ploegen of niet-kerend gecombineerd met klassiek aandrukwielen en torsiëwieder het percentage niet oogstbare, AA (hoge kwaliteit), A (medium kwaliteit), AB (lage kwaliteit) en B (niet verkoopbaar) bloemkolen bepaald (Tabel 7-14).

Tabel 7-14: Overzicht van % niet oogstbaar, % AA (hoge kwaliteit), %A (medium kwaliteit), %AB (lage kwaliteit) en %B (niet verkoopbaar) voor de behandelingen alsook gegroepeerd per 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.

Obj	% niet oogstbaar	% AA kwaliteit	% A kwaliteit	% AB kwaliteit	% B kwaliteit
29/10/2019					
PL + klassiek ADW (n=2)	10	51	28	8	3
PL + V-press ADW (n=2)	9	49	31	11	0
NK + klassiek ADW (n=2)	2	36	35	24	3
NK + V-press ADW (n=2)	3	39	29	23	5
PL (n=4)	10 a	50 a	29	9 b	2
NK (n=4)	2 b	38 b	32	24 a	4

Het aandeel niet oogstbare bloemkolen is met 10% significant hoger bij ploegen dan bij niet-kerend. Het aandeel bloemkolen met de hoogste kwaliteit (AA) is significant hoger bij ploegen. Dit resulteert op zijn beurt in een significant lager aandeel bloemkolen van lage kwaliteit (AB) bij ploegen. Niettegenstaande de lagere opbrengst bij ploegen wordt een beduidend hoger aandeel bloemkolen van hoge kwaliteit verkregen wat als doorslaggevend kan beschouwd worden bij de prijszetting.

7.7 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 aanpassingen aan de planter hierin?

Zowel het niet-kerend werken als de torsiëwieders hadden geen reductie in sedimentverliezen tot gevolg. Door torsiëwieders te gebruiken was er een kleine reductie op de run-off bij niet-kerende bodembewerking, maar bij ploegen was dit dan weer niet het geval. De run-off was iets kleiner bij de geploegde behandelingen dan bij de niet-kerend bewerkte behandelingen.

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. Doorheen het teeltseizoen werd bij ploegen een iets betere gewasstand dan bij niet-kerend opgetekend. Na ongeveer 2,5 maand na planten werd bij alle behandelingen de maximale bodembedekkingsgraad bereikt. De onkruiddruk was zeer beperkt en was niet verschillend tussen niet-

kerende bodembewerking en 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 oogstbare en verkoopbare opbrengst alsook stukgewicht waren beduidend hoger bij de niet-kerende bodembewerking dan bij ploegen. Naar kwaliteit toe en dan voornamelijk in aandeel bloemkolen met een hoge kwaliteit scoorde ploegen dan weer beter dan niet-kerend. De kwaliteit van de bloemkool is uitermate belangrijk gezien deze doorslaggevend is bij de prijszetting op de markt. De invloed van aanpassingen van de planter op opbrengst en kwaliteit was gering in geval van ploegen maar bij niet-kerend werden betere resultaten behaald bij gebruik van een klassiek aandrukwiël.

8 Prei Kimmel: tandbewerkingen en drempels tussen de ruggen

Tomas Van De Sande (Inagro), Thijs Vanden Nest (ILVO) en Greet Ruyschaert (ILVO)

8.1 Situering en doelstelling

Het doel van deze proef is het bekijken van de erosiereductie tandbewerkingen en drempeltjes tussen de ruggen van prei. Deze technieken werden reeds in gelijkaardige proeven in 2016 en 2017 uitgetest. De proef in 2019 dient dus ook om de eerder behaalde resultaten te bevestigen en meer data te verzamelen.

8.2 Proefomstandigheden

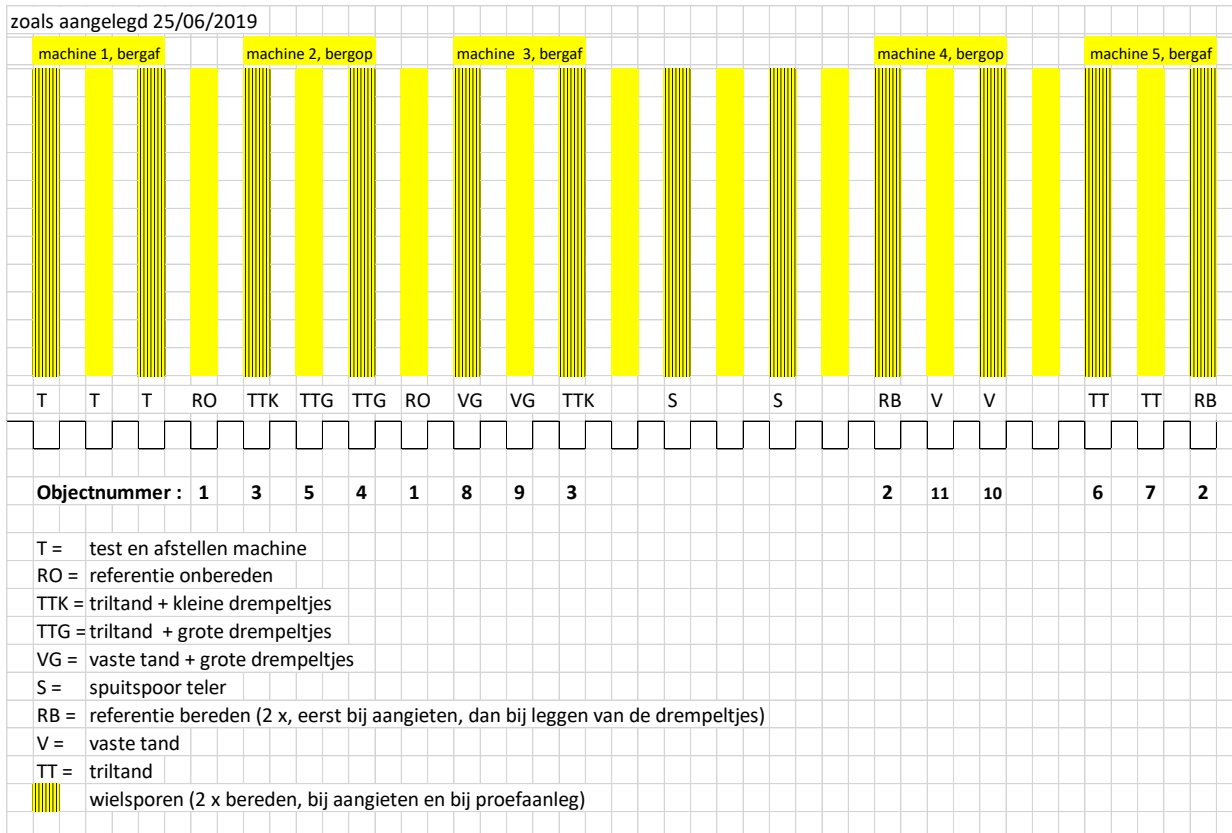
8.2.1 Proefterrein

Het perceel werd aangelegd op de volgende locatie:

- Perceel langs de brulozestraat in Kimmel.
- Bodemtype volgens de digitale bodemkaart van Vlaanderen
 - Ada: Matig natte leembodem met textuur B horizont (uitgehoogde bodem).
- Erosieklasse: rood
- Voorgaande teelt: aardappelen
- Groenbedekker: gras
- Organische bemesting: stalmest op 28/03/2019
- Helling van het perceel: 10%
- Afstand tussen de ruggen: 65 cm
- Aantal planten/ha: 154 000



Figuur 8-1: Ligging van het proefperceel



Figuur 8-2: Schematische weergave van de aangelegde objecten, beschrijving per objectnummer in tabel x

8.2.2 Bodemkarakteristieken

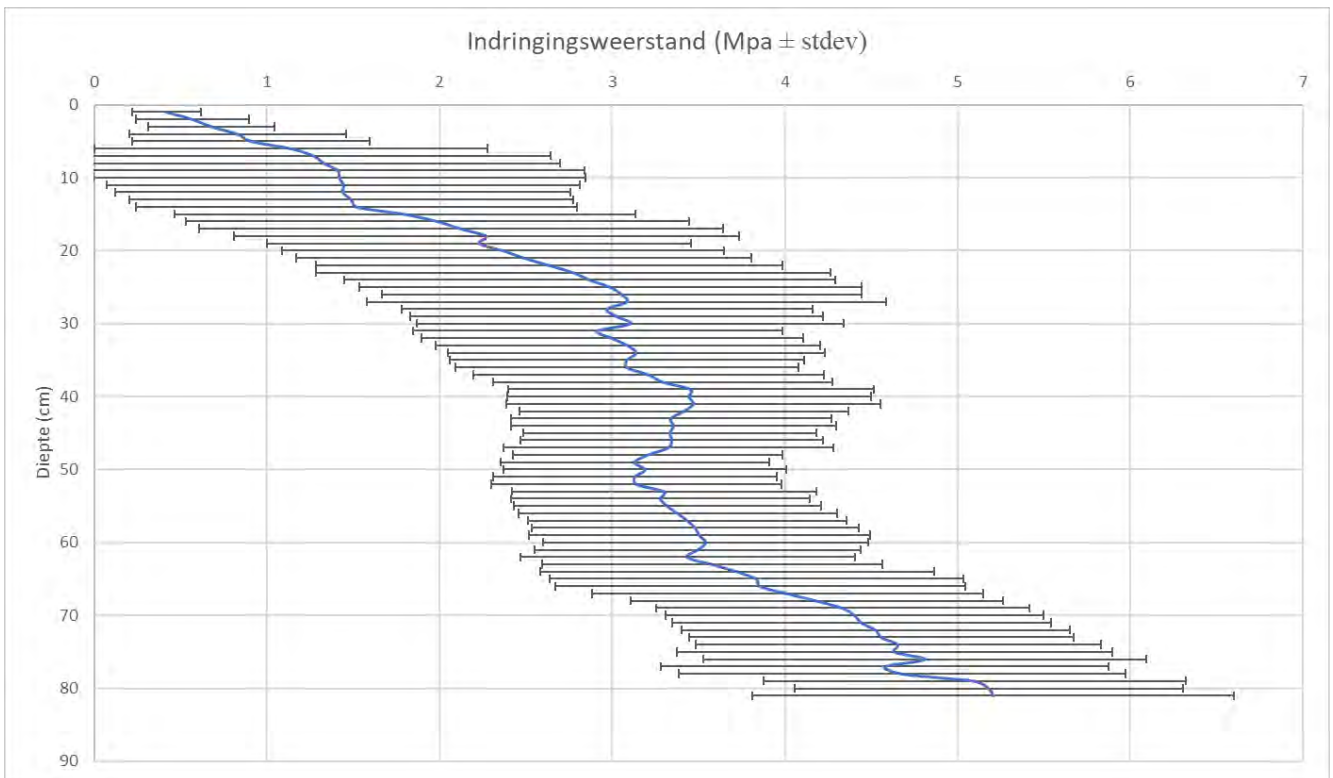
De chemische bodemtoestand van het perceel wordt weergegeven in Tabel 8-1. De bodemzuurtegraad van ligt net boven de streefzone. Het Ca-, Mg-, K- en P-gehalte liggen in de streefzone. Het organisch koolstofgehalte, Na- en S-gehalte liggen onder de streefzone. Vooral het lage koolstofgehalte kan nefast zijn voor erosie.

Tabel 8-1: Resultaten van de bouwvooranalyse (staalname 26/03/2019).

Parameter	eenheid	resultaat	streefzone
Textuur		leem	
pH		6,20	5,5 - 6,0
Organische koolstof	% OC op droge grond	0,83	1 - 1,5
Ca	mg/100 g droge grond	177,44	102 - 268
Mg	mg/100 g droge grond	13,79	9 - 16
Na	mg/100 g droge grond	2,24	3,1 - 6,7
K	mg/100 g droge grond	17,68	14 - 23
P	mg/100 g droge grond	20,48	12 - 20
S	mg/100 g droge grond	1,75	2,3 - 3

Tabel 8-2: Bepaling van het gravimetrisch vochtgehalte in de bodem genomen bij proefaanleg tussen de ruggen.

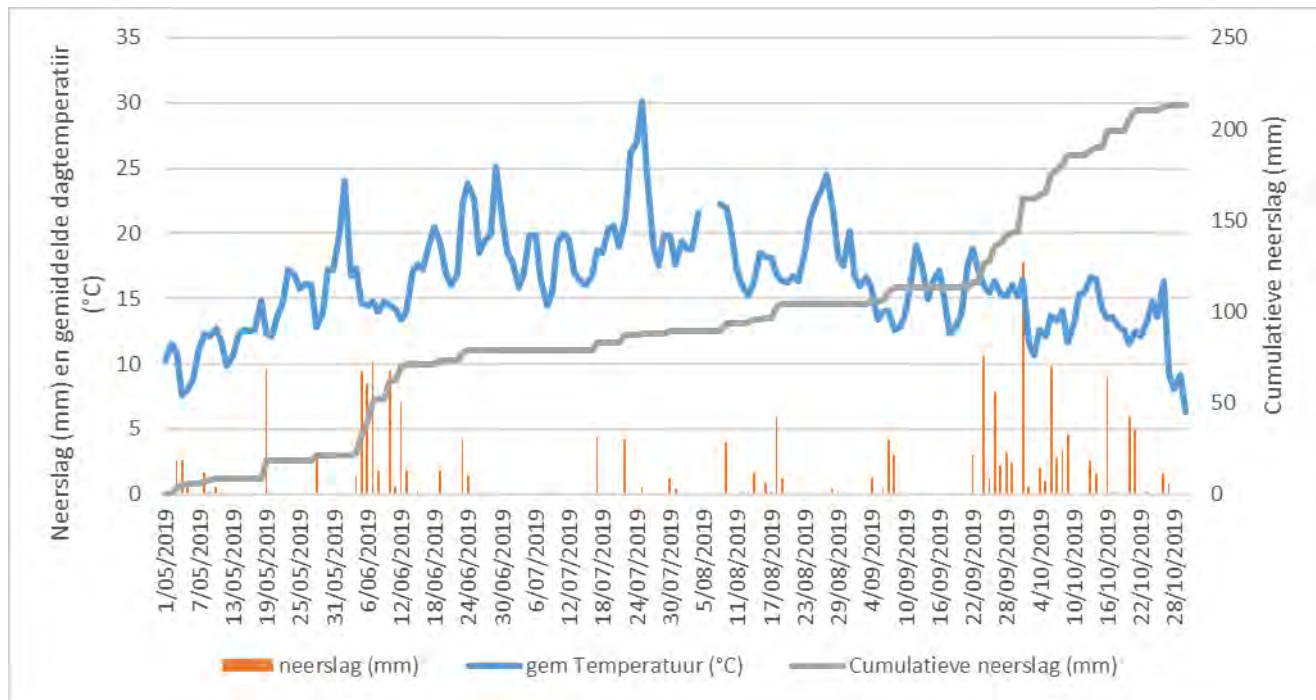
Diepte (cm)	eenheid	Staalname bij proefaanleg (25/06/2019)
0-10	Gravimetrisch vochtgehalte (g/g)	15,68
10-20	Gravimetrisch vochtgehalte (g/g)	18,09
20-30	Gravimetrisch vochtgehalte (g/g)	18,50



Figuur 8-3: Indringingsweerstand in de bodem, gemeten voor het trekken van de ruggen.

De indringingsweerstand neemt toe met de diepte en overschrijdt de grens van 3MPa vanaf de diepte van 25-30 cm. Er wordt aangenomen dat vanaf >3MPa de wortelgroei gehinderd wordt.

8.2.3 Weersomstandigheden



Figuur 8-4: weersomstandigheden tijdens de proef.

De prei werd geplant op 24/06. Na een droog voorjaar viel er tijdens de eerste helft van juni wat neerslag van betekenis. Omdat er geen voorgaande teelt stond op het perceel (het perceel lag van begin maart braak) kon er geplant worden in een voldoende vochtige bodem. De prei kreeg bij het aangieten ook extra water mee waardoor de plantjes vlot konden aanslaan. De behandelingen in de proef zelf (tandbewerkingen en drempeltjes) werden aangelegd in droge omstandigheden aan het begin van een zeer lange droge en warme periode. Tijdens de teelt zelf werd niet beregend door de teler.

Pas vanaf het einde van september viel er terug neerslag van betekenis. Tussen eind september en eind oktober viel meer dan 100 l/m². Deze regen viel in relatief lichte regenbuien die elkaar snel opvolgden. Er viel nooit meer dan 15 l/m² in 1 keer. De gevallen regenval kreeg dus telkens de tijd om te infiltreren. Visueel zijn er eind Oktober geen verschillen in opbrengst merkbaar tussen de verschillende behandelingen. Oogst van de prei is voorzien voor December 2019.

8.2.4 Overzicht van teelt - en proefverloop

24/03/2019: Vernietigen groenbedekker, opentrekken perceel en toedienen en inwerken stalmest.

23/06/2019: trekken van de ruggen

24/06/2019: aanplanten en aangieten van de preiplanten

26/06/2019: proefaanleg

08/07/2019: regenvalsimulaties

8.3 Overzicht van de aangelegde objecten

Tabel 8-3 geeft een overzicht van de objecten die in deze proef werden aangelegd.

Tabel 8-3: Overzicht van de uitgevoerde acties per object.

Obj	Verdichting tussen de ruggen	Tandbewerking	drempeltjes
1			
2	Aangieten en proefaanleg*	-	-
3	Aangieten en proefaanleg*	triltand	Kleine drempeltjes
4	Aangieten en proefaanleg*	triltand	Grote drempeltjes
5	-	triltand	Grote drempeltjes
6	Aangieten en proefaanleg*	triltand	-
7	-	triltand	-
8	Aangieten en proefaanleg*	Vaste tand	Grote drempeltjes
9	-	Vaste tand	Grote drempeltjes
10	Aangieten en proefaanleg*	Vaste tand	-
11	-	Vaste tand	-

*2 x lichte tractor (3 a 4 ton) op smalle banden.

8.4 Waarnemingen tijdens proefaanleg

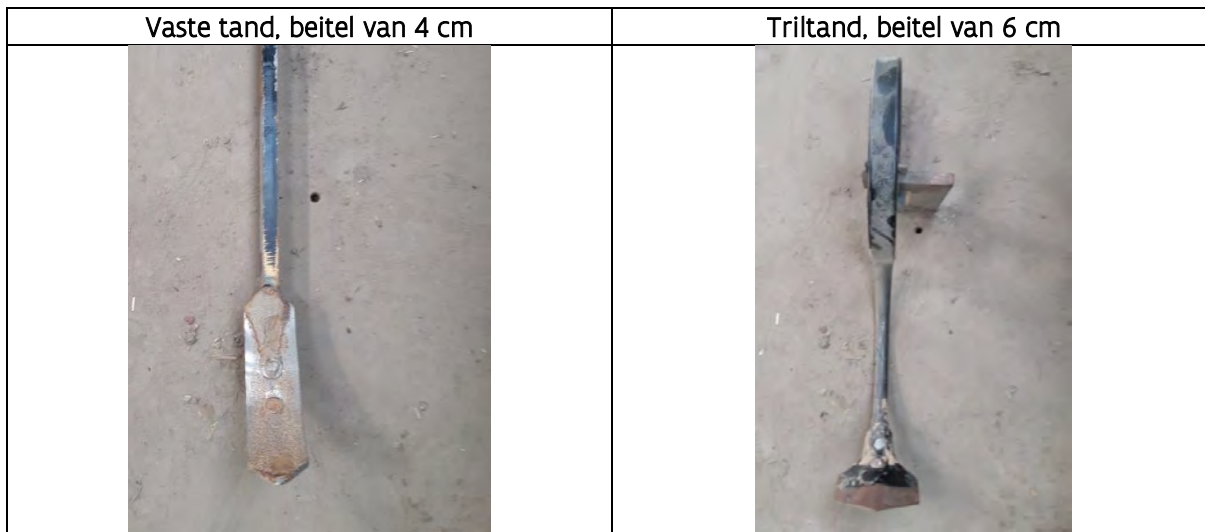
8.4.1 Bespreking van de gebruikte machines en tanden :

Trekker:

Voor zowel het aangieten van de prei als de proefaanleg wordt een kleine trekker met smalle banden gebruikt. Het gewicht van de trekker is ongeveer 3500 kg. Bij aangieten komt daar nog eens het gewicht van het aangietvat bij, bij proefaanleg komt het gewicht van de drempeltjesmachine (ongeveer 800 kg) erbij.

Vaste tanden en triltanden:

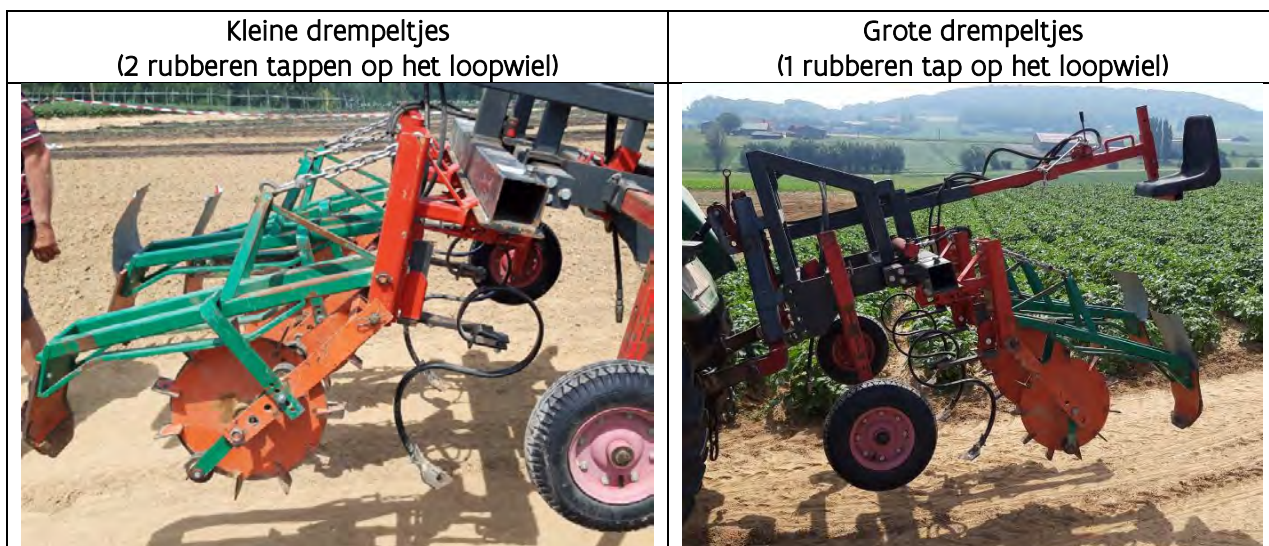
De vaste tanden en triltanden worden afzonderlijk of in combinatie met drempeltjes gebruikt. Op de vaste tand is een kromme beitel met breedte van 4 cm gemonteerd. De beitel op de triltand is iets breder en heeft een breedte van 6 cm (Figuur 8-5).



Figuur 8-5: Gebruikte tanden.

Drempeltjes:

Zowel grote als kleine drempeltjes werden aangelegd met dezelfde machine. Om kleine drempeltjes aan te leggen werden op het loopwiel dat de drempeltjesmachine aandrijft 2 rubberen tappen gemonteerd in plaats van 2 (Figuur 8-6). Het element werd zo dubbel zo snel opgehoft waardoor er dubbel zoveel drempeltjes aangelegd werden (om de 0.7 m) maar ze waren wel maar half zo hoog (8 a 10 cm). De grote drempeltjes werden om de 1.5 m aangelegd en waren 15 - 20 cm hoog.



Figuur 8-6: Drempeltjesmachine, aangepast voor het aanleggen van grote en kleine drempeltjes.



Figuur 8-7: Kleine drepeltjes (L) en grote drepeltjes (R).

8.4.2 Ervaringen/rijsnelheid :

Er werden weinig problemen waargenomen bij proefaanleg. Bij het aanleggen van de drepeltjes kon aan een snelheid van 3 a 4 km/u gereden worden. Het uitvoeren van de tandbewerkingen kon vlugger. Er werd aan een snelheid van 6 a 7 km/u gereden. Voornamelijk bij het gebruik van een vaste tand kwam het voor dat aarde en kluiten tot bovenop de ruggen geworpen werden. Dit kan ertoe leiden dat jonge plantjes krom groeien en de geogste prei dus van mindere kwaliteit zal zijn.



Figuur 8-8: Deze foto's laten het effect zien dat door de tandbewerking tussen de ruggen soms aarde op de ruggen wordt gegooid. Dit is voornamelijk het geval met de vaste tand.

8.5 Waarnemingen tijdens de teelt

8.5.1 Regenvalsimulaties

Om het effect van de behandelingen op run-off en erosie te testen, werden op 8 juli 2019 regenvalsimulaties uitgevoerd met de regenvalsimulator van UGent (Vermang, 2012¹; Figuur 8-9). Er werden metingen verricht in alle objecten, maar de meting in object 8 mag beschouwd worden als mislukt en werd niet opgenomen in de bespreking hieronder. Bij elke regenvalsimulatie werden 4 ruggen en de 3 tussenruggen tegelijk beregend. Aangezien de posities zo werden gekozen dat iedere tussenrug een andere behandeling kreeg (zie beschrijving objecten en proefplan), konden zo 3 verschillende objecten tegelijkertijd gemeten worden. Ieder object werd begrensd door de preiruggen links en rechts en een plaat bovenaan en onderaan om zo een erosieveldje van 65 cm breed op 5 m lang af te bakenen. Alle regenvalsimulaties werden uitgevoerd op een deel van de proef met homogene helling (10%). Tijdens de regenvalsimulaties werd gedurende 21-28 minuten beregend aan een gemiddelde intensiteit van 108 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 stalen te nemen voor sedimentconcentratie doorheen de simulatie, 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.

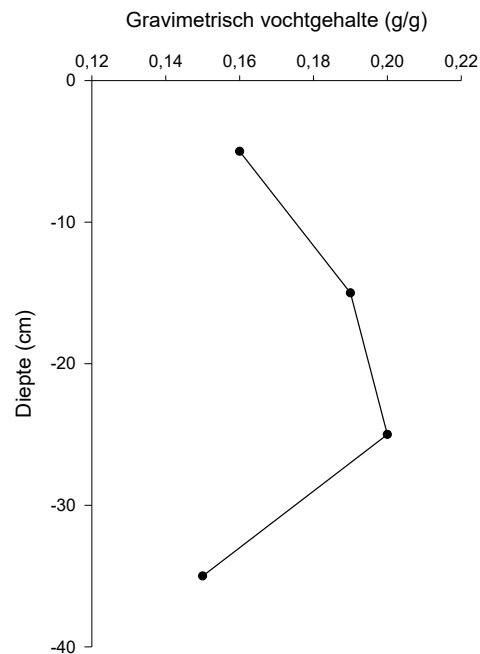


Figuur 8-9: Zicht op de erosiesimulator van UGent en een erosieveldje in de veldproef.

Voor aanvang van de simulaties werd een bodemvochtstaal genomen ter bepaling van het vochtgehalte in het profiel 0-40 cm in de tussenruggen (3 steken met een gutsboor rondom het erosieveldje, samengevoegd tot 1 staal). Er werd hierbij niet gekeken naar de behandelingen. De resultaten die in de figuur worden weergegeven zijn het gemiddelde van de 4 stalen. Er was heel weinig verschil in vochtgehalte tussen stalen van de verschillende erosieveldjes. De standaardfout was dan ook erg klein (Figuur 8-10). Het vochtgehalte nam toe met toenemende diepte in de bouwvoor. Beneden de bouwvoor was het droger dan erboven. Het

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.

voorjaar was erg droog (zie eerder) en vermoedelijk was vocht van de beperkte regenval nog niet verder gezakt dan de bouwvoor.



Figuur 8-10: Gemiddeld gravimetrisch vochtgehalte (n=4) in het profiel (0-40cm) op 8 juli 2019. De standaardfout is niet zichtbaar op de grafiek (<0,01).

Ter bepaling van het vochtgehalte, C-gehalte en bulkdensiteit van het bodemoppervlak (0-5 cm), werd een staalname uitgevoerd met Kopecky-ringen. In iedere behandeling in iedere tussenrug werd een kopecky-ring genomen (geen herhalingen). Er waren slechts zeer beperkte verschillen in C-gehalte tussen de objecten. Het gemiddelde C-gehalte was $0,83 (\pm 0,02)$. In vochtgehalte en bulkdensiteit waren wel duidelijke verschillen, die lijken gerelateerd te zijn aan de behandelingen. Doordat geen herhalingen werden uitgevoerd, kon hier geen statistiek worden op uitgevoerd. De resultaten worden in Tabel 8-4 weergegeven.

Tabel 8-4: Overzicht van het gravimetrisch en volumetrisch vochtgehalte en de bulkdensiteit van de toplaag (0-5 cm) van het bodemprofiel, vlak voor aanvang van de regenvalsimulaties. Objecten 1 en 2 kunnen respectievelijk beschouwd worden als de niet-bereden en bereden referentie.

Object	Tussenspoor bereden	Tandbewerking	Drempeltjes	Gravimetrisch Vochtgehalte (g/g)	Volumetrisch Vochtgehalte (g/cm ³)	Bulkdensiteit (kg/dm ³)
1	-	-	-	0,10	0,11	1,20
7	-	Triltand	-	0,05	0,05	0,99
11	-	Vaste tand	-	0,05	0,04	0,85
5	-	Triltand	Grote drempeltjes ¹	0,09	0,09	1,06
9	-	Vaste tand	Grote drempeltjes ¹	0,07	0,08	1,08
2	2x	-	-	0,10	0,13	1,33
6	2x	Triltand	-	0,10	0,13	1,21
10	2x	Vaste tand	-	0,03	0,04	1,14
3	2x	Triltand	Kleine drempeltjes ²	0,08	0,09	1,04
4	2x	Triltand	Grote drempeltjes ³	0,14	0,15	1,13
8	2x	Vaste tand	Grote drempeltjes ³	0,06	0,07	1,15

¹drempelhoogte gemeten in het erosieveldje 20 cm

²drempelhoogte gemeten in het erosieveldje 9 cm

³drempelhoogte gemeten in het erosieveldje 16cm

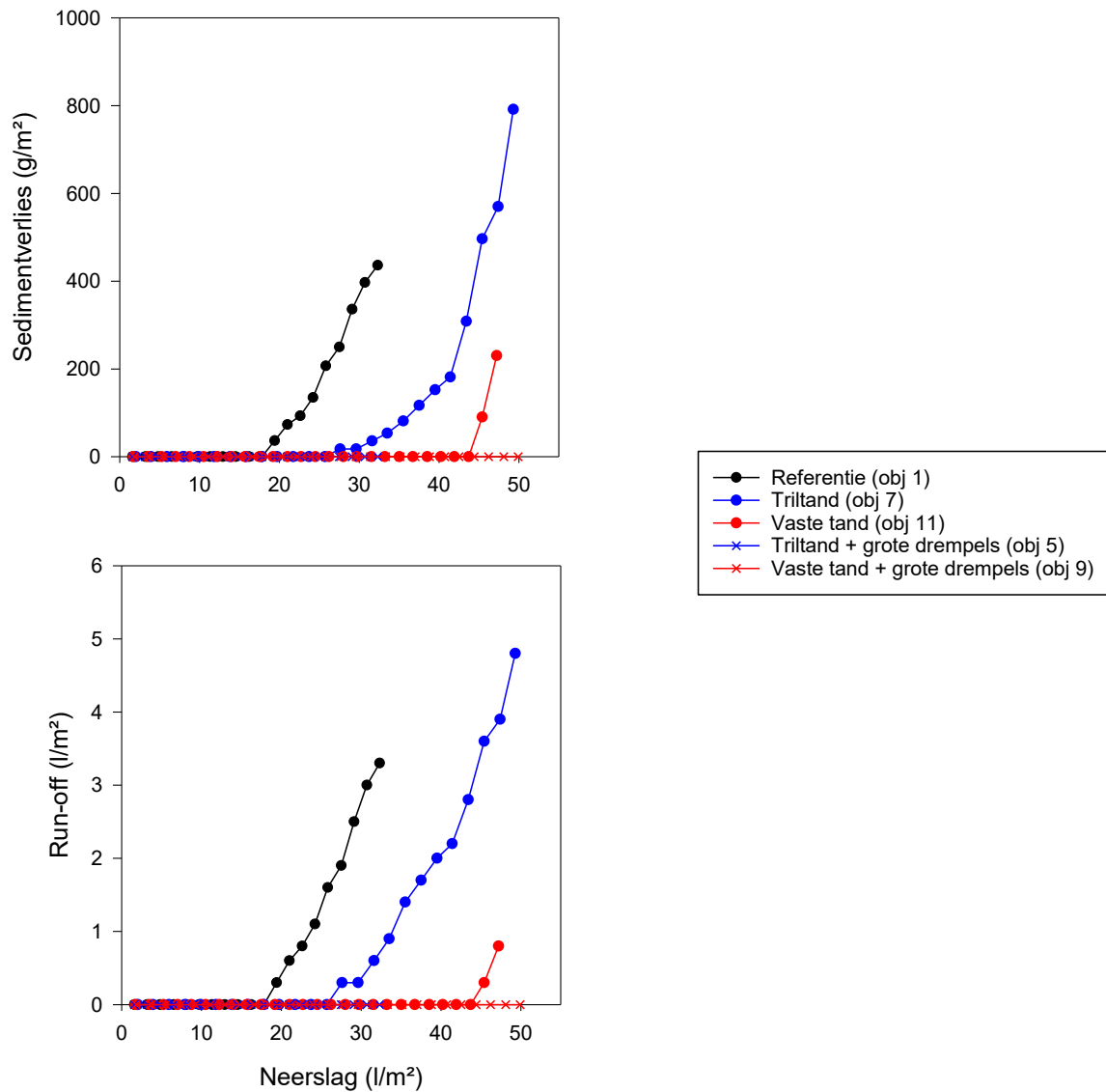
Tussenruggen niet bereden door tractor:

Het vochtgehalte en de bulkdensiteit van de toplaag bij een tussenrug die werd bewerkt met triltand of vaste tand zijn lager dan de referentie zonder bewerking (object 1). Door de tandbewerking werd de bodem losgemaakt en werd de harde toplaag gebroken. Dit betekent dat de bodem sterker kon uitdrogen, maar ook dat regenwater (regen tussen aanleg proef en metingen) makkelijker kon infiltreren naar diepere lagen. Door het lossere leggen van de bodem was de bulkdensiteit ook lager. Door de drempels aan te leggen in combinatie met de tandbewerking, komt het vochtgehalte en bulkdensiteit tussen de referentie en de tandbewerkingen alleen uit.

Tussenruggen 2x bereden door tractor:

Doordat de toplaag meer samengedrukt is, is de bulkdensiteit van de behandelingen die bereden zijn stevast hoger dan de bulkdensiteit bij dezelfde behandelingen die niet bereden zijn. Het lijkt dat de triltand in de bereden tussenruggen, niet diep genoeg werkt of onvoldoende werking heeft, zodat de toplaag niet echt wordt gebroken, waardoor het vochtgehalte hetzelfde is als bij de bereden referentie (object 2). De vaste tand werkt blijkbaar wel diep en intensief genoeg om de bulkdensiteit en vochtgehaltes lager te laten uitkomen. Zowel met als zonder combinatie met drempels. Het effect van de triltand, gecombineerd met kleine of grote drempels is minder eenduidig. Mogelijk zijn de resultaten het gevolg van een combinatie van onvoldoende diep werken van de triltand en schrapende werking van de drempelmachine (meer of minder drempels, meer of minder grond die wordt meegesleurd).

Erosie en run-off in de behandelingen waarbij de tussenrug niet werd bereiden:

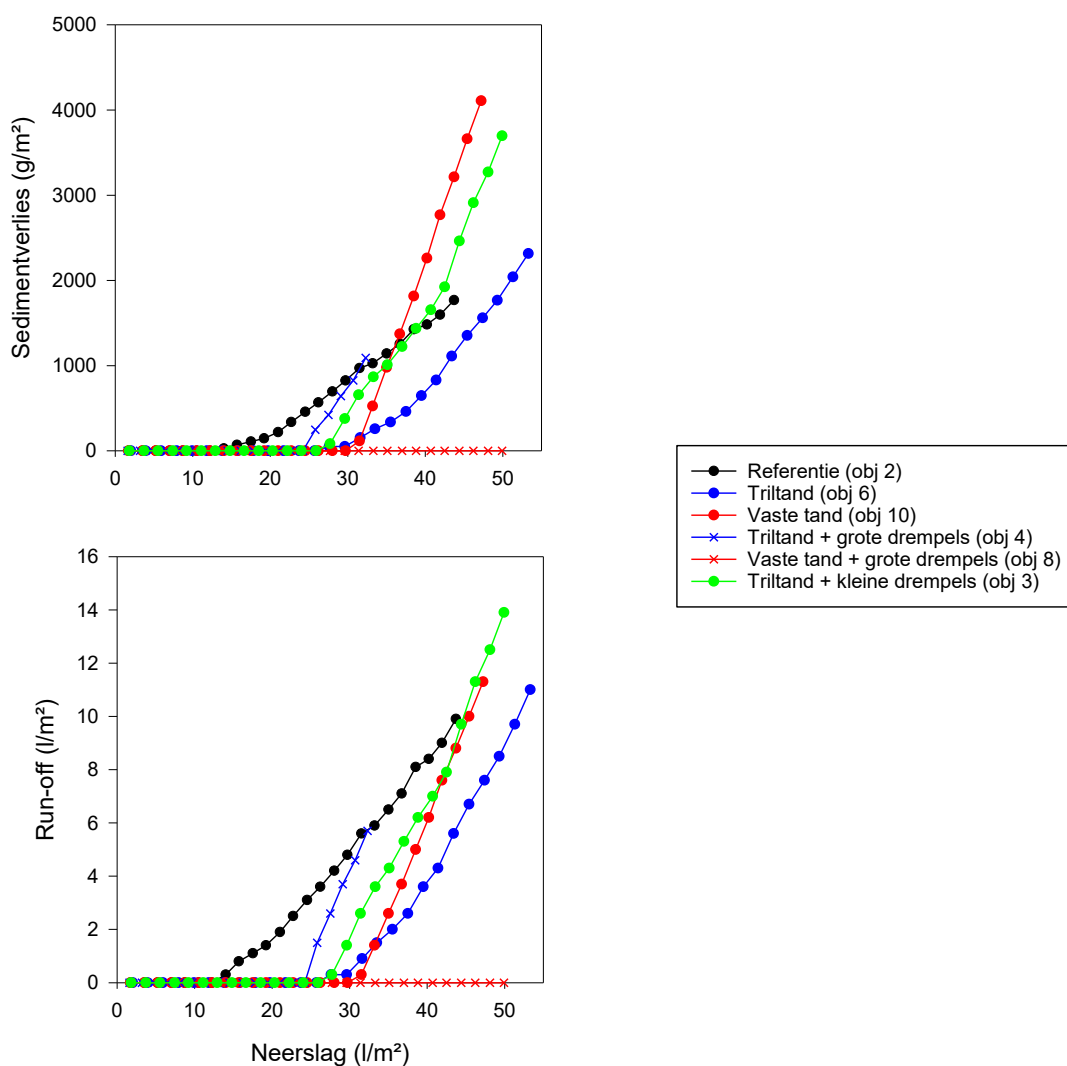


Figuur 8-11: Verloop van de run-off en sedimentverliezen in functie van de neerslag gesimuleerd op 8 juli 2019 voor de behandelingen waarbij de tussenrug niet werd bereiden.

Er werd in de objecten met triltand + grote drempels (gemeten tot een regenval van 32 l/m²) en vaste tand + grote drempels (gemeten tot een regenval van 50 l/m²) geen run-off en erosie vastgesteld. Bij de referentie startte de run-off op een regenval van 18 l/m², de triltand- en vaste tandbewerking konden de start van run-off en erosie uitstellen tot respectievelijk 25 en 45 l/m² neerslag. Beide tandbewerkingen tussen de ruggen zijn dus een effectieve maatregelen om run-off en erosie te reduceren, maar de vaste tand zorgt voor een langer uitstel van run-off en erosie dan de triltand. Een combinatie met grote drempels (20cm) zorgt voor een verdere reductie in erosie. Bij een regenval van 32 l/m², hebben alle maatregelen een erosiereductie >90% ten opzichte van de referentie.

Erosie en run-off in de behandelingen waarbij de tussenrug 2x werd bereiden:

Hoewel er duidelijk meer run-off en erosie is in de referentie wanneer de tussenrug 2x werd bereiden door een tractor (vergelijk schaal Y-assen in Figuur 8-11 en Figuur 8-12), start de run-off bij 14 l/m² regenval en dus weinig eerder dan bij de referentie die niet werd bereiden. Bij de behandelingen triltand, vaste tand, triltand + kleine drempels en triltand + grote drempels kon de start van run-off en erosie worden uitgesteld tot 25-30 l/m² neerslag. De maatregelen vaste tand, triltand + kleine drempels en triltand + grote drempels zijn dus minder effectief dan bij niet bereiden tussenruggen. Bovendien worden de sedimentverliezen bij vaste tand, triltand + kleine drempels en triltand + grote drempels hoger dan bij de referentie van zodra de regenval >35 l/m² wordt. Dit is vermoedelijk te wijten aan iets lagere drempels en meer vastgereden bodem waarin regenwater trager infiltreert dan in de niet bereiden tussenruggen. Zodra het water in deze behandelingen begint te stromen, zorgt de kracht van het afstromende regenwater voor het sterk meesleuren van de losgemaakte bodemdeeltjes of breken van de drempeltjes. Bij de behandeling met de triltand is bij een regenval van 45 l/m² nog steeds minder erosie leidt dan de referentie. In de behandeling vaste tand + grote drempeltjes werd net als bij de niet-bereiden tussenrug geen run-off en erosie vastgesteld tot 50 l/m² neerslag.



Figuur 8-12: Verloop van de run-off en sedimentverliezen in functie van de neerslag gesimuleerd op 8 juli 2019 voor de behandelingen waarbij de tussenrug 2x werd bereiden.

In conclusie kunnen we stellen dat door het berijden van een tussenrug, de run-off en erosie reeds bij beperktere regenval van start gaat. De triltand en vaste tandbewerking zijn een goede maatregel om de start van run-off en erosie uit te stellen. Combinatie met drempels zorgt voor verder uitstel in de start van run-off en erosie. Wanneer de maximale buffercapaciteit van de bodem en/of drempels echter wordt bereikt, kan het water niet meer opgehouden worden in de tussenruggen en stromen ook de drempels over. Hierbij ontwikkelt het afstromende water veel kracht die zorgt voor meesleuren van bodemdeeltjes + het doorbreken van drempeltjes. De beste optie blijkt hier de vaste tand gecombineerd met grote drempeltjes te zijn. Door de diepe bewerking is de toplaag gebroken en kan het regenwater makkelijk infiltreren. Ook in de tussenruggen die 2x bereiden zijn. Bovendien zorgen de hoge drempeltjes (20cm of 16 cm) voor een hoge buffercapaciteit.

8.6 Besluit

Run-off en erosie zijn stevast hoger in de tussenruggen waar tijdens het aangieten en uitvoeren van de tandbewerking/aanleg drempeltjes werd gereden. Het opwerken van de bodem met een triltand of een vaste tand is een goede maatregel om de erosie te beperken. De combinatie van deze maatregel met drempeltjes versterkt dat effect nog eens. Hoe groter de drempeltjes hoe beter het waterbergend vermogen. Zelfs grote drempels (tot 20 cm) veroorzaken geen problemen bij de oogst omdat de klembandrooier de bodem eerst loswoelt vooraleer de wielen van de trekker bij de volgende passage over de losgemaakte bodem passeren.

Het gebruik van een triltand (al dan niet in combinatie met drempeltjes) is een stuk praktischer dan een vaste tand omdat een triltand z'n eigen diepte regelt en er sneller gereden kan worden. In harde bodems (droge omstandigheden) kan het voorkomen dat de triltand de bodem verdichting van het aangieten niet voldoende opheft.

Een vaste tand heft de bodemverdichting veroorzaakt door het aangieten beter op, maar is een stuk minder praktisch. Zeker in combinatie met drempeltjes. Er kan sowieso minder snel gereden worden, en het risico bestaat dat er bij de combinatie van een vaste tand en drempeltjes kluiten en aarde bovenop de ruggen geworpen worden. De kwaliteit van de prei kan daardoor afnemen.

9 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.

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

Provinciaal Proefcentrum voor de Groenteteelt Oost-Vlaanderen vzw
Karreweg 6
9770 Kruishoutem
T +32 9 381 86 86
pcg@pcgroenteteelt.be

Deze publicatie kan ook geraadpleegd worden op:
[www.ilvo.vlaanderen.be/pers en media/publicaties](http://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.

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