



Vlaanderen
is landbouw & visserij

ILVO Mededeling 241

maart 2018

**BRONGERICHTE
EROSIEBESTRIJDINGSTECHNIEKEN
BIJ GROENTEN EN MAÏS**

**PROEFVELDRESULTATEN VAN
HET GOMEROS-PROJECT IN 2017**

ILVO

Instituut voor Landbouw-,
Visserij- en Voedingsonderzoek

www.ilvo.vlaanderen.be

Brongerichte erosiebestrijdingstechnieken bij groenten en maïs

Proefveldresultaten van
het Gomeros-project in 2017

ILVO MEDEDELING 241

maart 2018

ISSN 1784-3197

Wettelijk Depot: D/2018/10.970/241

Auteurs

Thijs Vanden Nest ¹

Tomas Van De Sande ³

Maarten De Boever ²

Donald Dekeyser ¹

Greet Ruysschaert ¹

¹ ILVO - ² PCG - ³ Inagro

Partners



Met steun van



Vlaanderen
is ondernemen



BOERENBOND
trouw aan land- en tuinbouw



Samenvatting.....	7
Inleiding.....	13
1 Kuilmâis Horebeke: strip-till, niet-kerende bodembewerking en vollevelszaai	15
1.1 Doelstelling van de veldproef	15
1.2 Beschrijving perceel	15
1.2.1 Situering landbouwbedrijf.....	15
1.2.2 Bodemkenmerken en bodemverdichting (17 februari 2017).....	16
1.3 Beschrijving veldproef.....	19
1.3.1 Opbouw en logboek.....	19
1.3.2 Beschrijving van de behandelingen.....	25
1.3.3 Bemesting en zaai	30
1.4 Bodembedekking en bodemruwheid (14 april 2017).....	31
1.4.1 Bodembedekking.....	31
1.4.2 Bodemruwheid	33
1.5 Teeltverloop	34
1.5.1 Gewasopkomst en onkruidontwikkeling (19 mei 2017).....	34
1.5.2 Bulkdensiteit en indringingsweerstand na zaai (18 april 2017)	37
1.5.3 Beworteling van het profiel (0-60 cm).....	41
1.6 Erosie.....	41
1.7 Opbrengstbepaling.....	42
1.8 Conclusies.....	44
2 Kuilmâis Vollezele: strip-till, niet-kerende bodembewerking, drempels, delta- en vollevels zaai	45
2.1 Doelstelling van de veldproef	45
2.2 Beschrijving perceel.....	45
2.2.1 Situering landbouwbedrijf.....	45
2.2.2 Bodemkenmerken en bodemverdichting (31 maart 2017).....	46
2.3 Beschrijving veldproef.....	48
2.3.1 Opbouw en logboek.....	48
2.3.2 Beschrijving van de behandelingen.....	55
2.4 Teeltverloop.....	63
2.4.1 Gewasopkomst	63
2.4.2 Toestand op 31 mei 2017.....	64
2.5 Erosie	68
2.5.1 Regenvalsimulatie 15-16 juni 2017.....	68

2.5.2	Regenvalsimulatie 27 juni 2017	75
2.6	Opbrengstbepaling.....	78
2.7	Conclusies.....	81
3	Kuilmaïs Merelbeke: strip-till-techniek na diverse groenbedekkers.....	83
3.1	Doelstelling van de veldproef	83
3.2	Beschrijving van het perceel	83
3.3	Beschrijving veldproef.....	86
3.3.1	Opbouw en logboek.....	86
3.3.2	Beschrijving van de behandelingen.....	92
3.3.3	Bemesting en zaai.....	99
3.4	Teeltverloop.....	101
3.4.1	Gewasopkomst (19 mei 2017).....	101
3.4.2	Onkruiden.....	101
3.4.3	Beoordeling beworteling op basis van profielputten (0-60 cm).....	104
3.5	Opbrengstbepaling.....	104
3.6	Conclusies.....	107
4	Erwt Zwalm: niet-kerende bodembewerking en verruwing van het zaaibed	109
4.1	Doelstelling van de veldproef	109
4.2	Beschrijving perceel.....	109
4.2.1	Situering landbouwbedrijf	109
4.2.2	Bodemkenmerken en bodemverdichting op 25 april 2017.....	109
4.3	Beschrijving veldproef.....	114
4.3.1	Opbouw en logboek.....	114
4.3.2	Beschrijving van de behandelingen.....	117
4.3.3	Bemesting en zaai.....	119
4.4	Gewasopkomst, bodembedekkingsgraad en onkruidtellingen	120
4.4.1	Gewasopkomst	120
4.4.2	Bodembedekkingsgraad.....	121
4.4.3	Onkruidtellingen.....	125
4.5	Erosie.....	127
4.5.1	Visuele beoordeling van verslemping en erosie op 20 en 28 juni 2017.....	127
4.5.2	Regenvalsimulaties op 31 mei en 1 juni 2017.....	127
4.6	Opbrengstbepaling.....	134
4.7	Conclusies.....	135

5	Erwt Riemst: niet-kerende bodembewerking en verruwing van het zaaibed.....	137
5.1	Situering en doelstelling.....	137
5.2	Beschrijving van het perceel.....	137
5.2.1	Kenmerken proefperceel.....	137
5.2.2	Bodemkarakteristieken.....	139
5.2.3	Weersomstandigheden.....	139
5.3	Beschrijving van de veldproef.....	140
5.3.1	Beschrijving van de behandelingen.....	140
5.3.2	Teelt – en proefverloop.....	143
5.4	Waarnemingen bij proefaanleg.....	143
5.4.1	Bodemvochtgehalte bij inzaaien.....	143
5.4.2	Penetrometermetingen.....	144
5.5	Waarnemingen tijdens de proef.....	145
5.5.1	Regenvalsimulaties.....	145
5.5.2	Simulatie van run-off.....	151
5.5.3	Opkomststellingen.....	153
5.5.4	Ziekten en plagen.....	153
5.5.5	Gewasstand, onkruid.....	153
5.6	Evolutie van de bodembedekking.....	154
5.7	Oogst en opbrengstbepaling.....	156
5.8	Economische berekening.....	157
5.8.1	Berekening van de vaste kosten.....	158
5.8.2	Berekening van de variabele kosten per handeling.....	158
5.8.3	Berekening van de omzet per object.....	159
5.8.4	Saldo per object.....	159
5.9	Bespreking van de resultaten en besluit.....	160
5.9.1	Proefomstandigheden.....	160
5.9.2	Opbrengst en kwaliteit.....	160
5.9.3	Financieel rendement.....	161
5.9.4	Effect op erosie.....	161
6	Zaai-ui Zwalm: niet-kerende bodembewerking en verruwing van het zaaibed.....	162
6.1	Doelstelling van de veldproef.....	162
6.2	Beschrijving perceel.....	162
6.2.1	Situering landbouwbedrijf.....	162

6.2.2	Bodemkenmerken en bodemverdichting op 27 maart 2017.....	162
6.3	Beschrijving veldproef.....	166
6.3.1	Opbouw en logboek.....	166
6.3.2	Beschrijving van de behandelingen.....	169
6.3.3	Bemesting en zaai.....	170
6.4	Bodembedekking en bodemruwheid.....	171
6.4.1	Bodembedekking.....	171
6.4.2	Bodemruwheid.....	172
6.5	Gewasopkomst en onkruidtellingen.....	173
6.5.1	Gewasopkomst.....	173
6.5.2	Bodembedekkingsgraad.....	174
6.5.3	Onkruidtellingen.....	174
6.6	Erosie.....	175
6.6.1	Beschrijving van de toestand doorheen het groeiseizoen.....	175
6.6.2	Regenvalsimulaties op 15-16 mei 2017.....	179
6.7	Opbrengstbepaling.....	184
6.8	Conclusies.....	187
7	Knolselder Heuvelland: drempels.....	189
7.1	Situering en doelstelling.....	189
7.2	Proefomstandigheden.....	189
7.2.1	Kenmerken proefperceel.....	189
7.2.2	Bodemkarakteristieken.....	190
7.2.3	Weersomstandigheden.....	191
7.3	Overzicht van teelt – en proefverloop.....	191
7.4	Overzicht van de objecten.....	192
7.4.1	Object 1: drempels.....	192
7.4.2	Object 2: Referentie.....	193
7.5	Waarnemingen en resultaten.....	194
7.5.1	Proefaanleg.....	194
7.5.2	Regenvalsimulaties.....	195
7.5.3	Erosiewaarnemingen.....	200
7.5.4	Gewasstand.....	201
7.6	Besluit.....	203
8	Ruggenteelt prei Heuvelland: drempels en tandbewerkingen tussen de ruggen.....	205

8.1	Situering en doelstelling.....	205
8.2	Proefomstandigheden.....	205
8.2.1	Kenmerken van het proefperceel.....	205
8.2.2	Weersomstandigheden.....	207
8.3	Overzicht van teelt – en proefverloop.....	207
8.4	Overzicht van de objecten.....	208
8.4.1	Bespreking van de gebruikte machines.....	208
8.4.2	Aangelegde objecten.....	209
8.5	Waarnemingen en resultaten.....	211
8.5.1	Proefaanleg.....	211
8.5.2	Indringingsweerstand in de tussenrug.....	212
8.5.3	Waarnemingen tijdens de teelt.....	216
8.5.4	Regenvalsimulaties.....	219
8.5.5	Sedimentmetingen via opvangbakken.....	225
8.5.6	Waarnemingen bij oogst.....	227
8.6	Bespreking en besluit.....	229
8.6.1	Aanleg van de drempeltjes.....	229
8.6.2	Neerslagsimulaties en sedimentmetingen.....	230
8.6.3	Waarnemingen.....	230
8.6.4	Oogst en bevindingen van de teler.....	231
9	Ruggenteelt witloofwortelen Merchtem: drempels en tandbewerkingen tussen de ruggen..	232
9.1	Doelstelling van de veldproef.....	232
9.2	Beschrijving perceel.....	232
9.2.1	Situering landbouwbedrijf.....	232
9.2.2	Beschrijving van het proefperceel.....	233
9.3	Beschrijving veldproef.....	234
9.4	Beschrijving van de behandelingen.....	238
9.4.1	TR3+DR: triltand met ganzenvoetbeitel en Barbutte drempelmachine.....	238
9.4.2	VT13+DR: vaste tand met gekromde langwerpige beitel en Barbutte drempelmachine.....	240
9.4.3	VT13: vaste tand met gekromde langwerpige beitel.....	241
9.4.4	SVT20: Smalle vaste tand.....	242
9.5	Indringingsweerstand.....	244
9.6	Erosie.....	247
9.7	Opvolging van het bodemvochtgehalte.....	249

9.8	Conclusies.....	250
10	Dankwoord.....	252

Samenvatting

In het tweede jaar van de proefveldwerking van het GOMEROS-project, werd aandacht besteed aan niet-kerende bodembewerking in erwten en zaaiui, strip-till, vollevelszaai en drempeltjes in maïs, drempeltjes in knolselder en een diepe tandbewerking en drempeltjes in ruggenteelten winterprei en witloof. In totaal werden 9 proefvelden aangelegd en opgevolgd op vlak van teelttechniek, gewasontwikkeling, gewasopbrengst en erosiereductie. De opzet van de veldproeven werd gebaseerd op de lessen die uit het voorgaande proefjaar werden getrokken.

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

CASE 1: Strip-till en niet-kerende bodembewerking (NKB) in maïs

In de Vlaamse Ardennen werd een veldproef kuilmaïs aangelegd op een leemperceel (8-9% helling, rood). Het perceel werd in het najaar van 2016 opgedeeld in een strook met een mengsel gele mosterd + japanse haver + zonnebloem als groenbedekker en een strook met gekruist raaigras als groenbedekker. Enkele weken voor de aanleg van de proef werd het mengsel geklepeld en het gras doodgespoten. Zowel na het mengsel als na het gekruiste raaigras werd ploegen vergeleken met NKB en strip-till. De gewasopbrengst kwam voor NKB ongeveer 1,4 ton DS (droge stof)/ha lager uit dan bij ploegen, zowel na het mengsel (ploegen na mengsel 18,5 ton DS/ha), als na het raaigras (ploegen na raaigras 19,2 ton DS/ha). Strip-till leidde tot een opbrengstderving na het mengsel (2,2 ton DS/ha minder dan bij ploegen), maar deed het net iets beter na raaigras (0,8 ton DS/ha meer dan bij ploegen; niet-significant). Dit reden hiervoor is niet bekend. Er was meer onkruiddruk bij strip-till na het mengsel onder de vorm van vogelmuur en tarweopslag. Deze

onkruiden waren reeds aanwezig in de winter en werden niet gedood door klepelen. Bij NKB was de bodembewerking voldoende om ze af te doden, maar bij strip-till worden deze ongemoeid gelaten.

In het Pajottenland werd een proef (5,5 tot 8,5% helling, perceel oranje, proefvlak rood) aangelegd op een leemperceel met kuilmaïs na een snede gras, expliciet om de grenzen van het systeem van NKB en strip-till op te zoeken. Na de oogst van het gras en na enkele dagen van hergroei, werd de zode doodgespoten. Na nog enkele dagen wachten werden objecten aangelegd waarbij ploegen, NKB en strip-till werden vergeleken. Bij ploegen werd een opbrengst gehaald van 17,8 ton DS/ha, deze lag voor NKB 1,0 ton DS/ha lager en voor strip-till 4,9 ton DS/ha lager. Het was heel duidelijk dat op dit perceel de droogte meegespeeld heeft in de gewasopbrengst. Op de hoger gelegen delen van het perceel, waar meer vochtgebrek was, deden NKB en strip-till het duidelijk slechter dan ploegen. Onderaan in het perceel was dit veel minder het geval. Dit was visueel ook goed merkbaar. Bij strip-till was er ook nog concurrentie van gras, de zode werd in deze behandeling niet volledig afgedood met glyfosaat. Bovendien kan de concentratie van de drijfmest en kunstmest in de strook, tot zoutschade geleid hebben onder de droge omstandigheden. Ondanks de slechte bodembewerking met de strip-tillmachine en slechte zaaiomstandigheden was de opkomst bij strip-till toch nog 80%.

In de proef te Horebeke werden geen regenvalsimulaties verricht en werd ook geen runoff water en sediment opgevangen in de ingegraven sedimentbakken. Uit de proef te Vollezele bleek dat er een duidelijke verlaging is van de sedimentverliezen met NKB in vergelijking met ploegen. Zelfs in bandensporen. Bij strip-till hing het resultaat van de positie af in het veld en vermoedelijk daarmee ook van de plaatselijke compactie van de bodem. Soms trekt het water heel goed de grond in en vindt geen erosie plaats. Op andere plekken infiltreert het regenwater niet en stroomt het massaal oppervlakkig af en kan het toch bodemdeeltjes meesleuren.

In Merelbeke werd op een vlak zandleem perceel een teelttechnische proef met strip-till bodembewerkingen uitgevoerd (hoofdstuk 3). Op basis van de proefresultaten 2016, was het vermoeden dat de voorafgaande groenbedekker een sterke invloed had op de werking van de strip-tillmachine en de uiteindelijke gewasopbrengst. In de proef te Merelbeke werden in het najaar van 2016 gele mosterd, rogge, gele mosterd + bladrammenas en een mengsel van 8 soorten (o.a. gele mosterd, boekweit, japanse haver, vlas) ingezaaid en vergeleken met een braak. Na doodspuiten van de rogge en klepelen van de gewasresten van alle groenbedekkers, werd strip-till met ploegen en NKB vergeleken. Hoewel de bodem iets moeizamer bewerkte op de stroken na rogge dan na de andere groenbedekkers, kon de zaai in alle objecten kwalitatief worden uitgevoerd. De bodem was dan ook voldoende droog door het droge voorjaar van 2017 (erg droog voorjaar), in tegenstelling tot bij de strip-tillbewerkingen in het voorgaande jaar (2016 erg nat voorjaar). Er werd geen enkel verschil in opbrengst vastgesteld tussen alle mogelijke combinaties van groenbedekker en bodembewerking. Vermoedelijk geeft de combinatie van een nat voorjaar met een voorafgaande grasachtige bodembedekker meer kans op problemen dan een groenbedekker die geen hechte oppervlakkige doorworteling geeft en doodvriest.

Uit dit proefveld bleek verder dat zonder een behandeling met glyfosaat voor de bodembewerking, straatgras en bladrammenas toch moeilijk te verdelgen planten zijn die blijven doorgroeien in de strip-tillobjecten. Hoewel de onkruiddruk in dit proefveld erg hoog was in alle objecten, ging het bij ploegen en NKB vooral om nieuw kiemend onkruid dat makkelijk af te doden valt en bij strip-till om onkruidplanten die reeds aanwezig waren tijdens de winter en in het voorjaar fors doorgroeien.

CASE 2: Alternatieve zaatechniek voor maïs

Uit de veldproeven van 2016, bleek duidelijk dat door het vollevelds zaaien van maïs (aan dezelfde zaaddosis) erosie sterk kan beperkt worden zonder opbrengstverliezen. Het bleek echter ook dat een klassieke mechanische zaaimachine minder geschikt is hiervoor. Steevast liggen wat zaden bloot, het zaad wordt te ondiep geplaatst (kans op uitdroging) en niet aangedrukt en de verdeling van de zaden is heterogeen. Het vollevelds zaaien werd in veldproeven te Horebeke (hoofdstuk 1) en te Vollezele (hoofdstuk 2) opnieuw onderzocht, maar er werd gebruik gemaakt van een hiertoe beter geschikte machine; met name een pneumatische zaaimachine opgebouwd op een schijveneg. De zaikouters bestaan uit schijfkouters en iedere zaailijn wordt afzonderlijk aangedrukt. Het zaad wordt ook moeiteloos tot een diepte van 6 cm gebracht. Hoewel in het proefveld te Horebeke op basis van afdraaiproeven, de zaaidichtheid nauwkeurig kon bepaald worden, was de zaaidichtheid >10% hoger dan beoogd in het proefveld te Vollezele. Het is niet duidelijk of dit door de werking van de zaaimachine komt of een fout bij de afdraaiproeven. In het proefveld te Horebeke, werden geen verschillen in opbrengst tussen klassieke en volleveldszaai opgemerkt. In het proefveld te Vollezele was de gewasopbrengst sterk hoger dan bij de klassieke zaai. Omwille van de grote variatie is het verschil echter niet significant. Bovendien was er het grote verschil in zaaidichtheid tussen volleveldszaai en klassieke zaai, wat mogelijk ook een invloed had op de opbrengst.

Naast volleveldszaai, werden ook drempeltjes en deltazaai in het proefveld te Vollezele uitgetest. Bij de zaai met drempeltjes wordt een rotoeg-zaaicombinatie gebruikt waarbij een frame achteraan de zaaimachine drempeltjes trekt tussen de zaailijnen. Bij deltazaai wordt de zaailijn ontdubbelt en worden de zaden geschrant geplaatst op 2 rijen op 12,5 cm uit elkaar om de competitie tussen planten te beperken. Zowel zaai met drempels als deltazaai hadden een positief effect op de gewasopbrengst. Bij de zaai met drempels was dit onverwacht omwille van het droge jaar en ook niet consequent over de herhalingen in de proef en daarom mogelijk te wijten aan variatie. Bij de deltazaai was dit wel consequent over de herhalingen. Het kan gezegd worden dat volleveldszaai, zaai met drempels en deltazaai minstens een gelijkaardige opbrengst hebben dan klassieke zaai.

In het proefveld te Horebeke werd geen erosie vastgesteld (zie eerder). In het proefveld te Vollezele werd met de erosiesimulator vastgesteld dat het water wordt opgehouden tot een grens van 15-25 l/m² wordt bereikt bij de volleveldszaai en de zaai met drempeltjes. Bij de zaai met drempeltjes viel op dat het water mooi van de zaailijn naar de drempeltjes vloeide. De drempeltjes bovenop het bandenspoor van zaaien, stroomden na verloop van beregening over. Bij de drempeltjes op posities die niet werden bereiden, bleef het water infiltreren. De deltazaai had geen positief effect op erosie.

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

Veldproeven met erwten werden aangelegd op leempercelen in de Vlaamse Ardennen (8-11,5% helling, paars) (hoofdstuk 4) en Haspengouw (6,5-8% helling, rood) (hoofdstuk 5). In de Vlaamse Ardennen werd (voorjaars)ploegen vergeleken met NKB in het voorjaar en werd de invloed van de intensiteit (aantal passages met rotoeg of het gebruik van een triltandcombinatie) van de zaaibereiding bekeken. In Haspengouw kwam de vraag van de landbouwers naar voor of bij het systeem van NKB en een diepe niet-kerende bodembewerking in het voorgaande (zomer-/najaar (onder goede en droge omstandigheden), een diepe niet-kerende bodembewerking in het voorjaar voor de zaai van de erwten noodzakelijk is of niet. In

deze proef werd daarom ploegen vergeleken met enerzijds enkel diepe NKB in het najaar (+een ondiepe oppervlakkige tandbewerking in het voorjaar) en anderzijds diepe NKB in het najaar en het voorjaar.

Uit de veldproef in de Vlaamse Ardennen bleek dat een hogere opbrengst werd gehaald bij de geploegde behandeling (10,5-12,4 ton/ha, vers, incl. peul) dan bij NKB (8,0-9,5 ton/ha, vers, incl. peul). Verder bleek ook dat bij ploegen, de gewasopbrengst steeg naarmate het zaaibed intensiever werd bewerkt (meer passages met de rotoeg). In de proef in Haspengouw werden lagere opbrengsten genoteerd bij ploegen (4,8 ton/ha, vers, excl. peul) en bij diepe NKB in voor- en najaar (4,3-5,2 ton/ha, vers, excl. peul) dan bij de diepe NKB die enkel in het najaar (7,6 ton/ha, vers, excl. peul) werd uitgevoerd. Mogelijk werd bij deze laatste behandeling de capillariteit nooit doorbroken in het voorjaar en hadden de erwten in het droge voorjaar daar voordeel van. Het ploegen werd in het voorjaar uitgevoerd i.p.v. winterploegen (gangbaar in de streek) omwille van de late keuze van het perceel. Vermoedelijk had dit zijn effect op de ruwheid van het zaaibed. In het geploegde object waren duidelijk meer kluiten aanwezig, met een tragere opkomst en opbrengst tot gevolg.

In Haspengouw was de run-off en het sedimentverlies in alle objecten zeer laag. In de Vlaamse Ardennen werd met de regenvalsimulator bij een regenvalintensiteit van 37 l/m² per uur eveneens in geen enkele behandeling erosie vastgesteld. In dit laatste perceel werden enkele metingen verricht bij een regenvalintensiteit van 55 l/m² per uur. Hierbij werd wel run-off en erosie opgewekt. Deze was hoger bij ploegen dan bij NKB en hoger naarmate het zaaibed intensiever werd bewerkt bij ploegen.

Op basis van deze proeven blijkt dat de kans op erosie relatief beperkt is bij erwten, maar dat de kans op erosie wel toeneemt met intensievere zaaibedbereiding na ploegen. De invloed van intensiteit van zaaibedbereiding op erosie werd niet onderzocht bij NKB. Deze intensieve zaaibedbereiding blijkt echter wel noodzakelijk te zijn om de opbrengst te garanderen. Het lijkt beter te zijn dat de diepe NKB in het najaar wordt uitgevoerd en niet wordt herhaald in het voorjaar. In de Vlaamse Ardennen werden de hoogste opbrengsten gehaald bij ploegen, in Haspengouw bij NKB.

CASE 4: Niet-kerende bodembewerking (NKB) en intensiteit van zaaibedbereiding in zaaiui

In de Vlaamse Ardennen werd op een leemperceel (7-10,5% helling, rood perceel) een veldproef met zaaiui aangelegd (hoofdstuk 6). Naast ploegen vergelijken met NKB, werd de intensiteit van de zaaibedbereiding bekeken: geen voorbereidende zaaibedbereiding, zaaibedbereiding met rotoeg of zaaibedbereiding met triltandcombinatie. Nadien werd gezaaid met een zaaicombinatie waarbij alle objecten een rotoegbewerking kregen. De stoppel van de voorgaande teelt (savooikool) werd vooraf geklepeld en ondiep gefreesd waardoor bijna geen gewasresten aan het oppervlak aanwezig waren bij aanvang van de proef. Aan het bodemoppervlak waren visueel meer kluiten aanwezig in het geploegde object met één rotoeg passage (enkel bij zaai). De andere objecten waren naar bodemruwheid niet te onderscheiden. Dit had ook duidelijk een effect op de erosie, zoals vastgesteld met de erosiesimulator. De hoeveelheid sedimentverlies lag sterk lager bij ploegen met één passage van de rotoeg dan bij ploegen met twee rotoeg passages (bij voorbereidende zaaibedbereiding én bij zaai). Een minder intensieve zaaibedbereiding had dus een erosiereducerend effect. Bij de objecten met NKB kwam het sedimentverlies uit tussen dat van ploegen met twee passages van de rotoeg (referentieobject van de teler) en ploegen met één passage van de rotoeg. Een maand na zaai (toen de regenvalsimulaties werden uitgevoerd) was het bodemoppervlak in alle objecten volledig dichtgeslagen en verslemt. Er was ook duidelijk korstvorming en cracks aanwezig in alle

objecten. Bij hevige neerslag was dan ook veel run-off en sedimentverlies te verwachten in alle objecten. De afrijping van het gewas was opmerkelijk trager bij de NKB dan bij ploegen. Op 1 september 2017, ongeveer 2 weken voor oogst, was 90 tot 95% van het loof gestreken in de geploegde objecten. Dit tegenstelling tot de niet-kerende behandelingen waar maximaal 70% van het loof gestreken was. De veldopbrengst van het referentieobject (ploegen en 2 passages van de rotoreg), was met 52,9 ton/ha het hoogst. Voor de andere behandelingen schommelde de veldopbrengst tussen 41,6 en 47,1 ton/ha. Door minder intensieve zaaibedbereiding wordt de bodem bij ploegen dan wel ruwer gelegd en zo de erosie gereduceerd, er wordt ook opbrengstverlies vastgesteld. Minder intensieve zaaibedbereiding had weinig effect op de bodemruwheid na NKB (effect op erosie niet gemeten), maar leidde eveneens tot een minderopbrengst. Uit deze resultaten blijkt net als in 2016 dat het minder intensief bewerken van het zaaibed na ploegen en NKB een negatief effect kan hebben op de opbrengst.

CASE 5: Water bufferen in het plantbed van vlakveldse groenten

In de regio Heuvelland werd op een leemperceel (5-8,5% helling, geen kleurcode) een proef met knolselder aangelegd (hoofdstuk 7). De klassieke manier van planten, werd vergeleken met het planten met een aangepaste plantmachine. Bij de aangepaste plantmachine werden op de kooirol die vooraan op de plantmachine staat, vierkante ijzeren profielen gelast die tijdens het planten putjes slaan tussen de plantrijen. Afstromend regenwater kan zo gebufferd worden. De persblokjes worden echter aangeduwd in de grond met aandrukwielen die een spoor links en rechts van het plantje nalaten over de volledige lengte van het perceel en waarin oppervlakkig afstromend regenwater niet wordt afgeremd. Uit de regenvalsimulaties bleek dat ondanks dat duidelijk water bleef staan tussen de drempels tussen de plantrijen, er nauwelijks verschil was met de klassieke manier van planten in het moment van beginnende afstroming van regenwater en in de hoeveelheid sedimentverlies. Het is duidelijk dat het patroon van het geultje links en rechts van de plantrij dient doorbroken te worden om run-off en erosie significant te verlagen. Een verdere aanpassing van de plantmachine is hiervoor nodig.

CASE 6: Diepe tandbewerking en drempeltjes in ruggenteelten

In 2016 bleek zowel via het opvangen van run-off en erosie met ingegraven sedimentbakken als met de erosiesimulator dat drempeltjes en een tandbewerking in prei (hoofdstuk 8) en witloofwortelen op ruggen (hoofdstuk 9) effectieve erosiereducerende maatregelen zijn. In 2017 werden in Heuvelland (13,5% helling, rood, zandleem) en in Merchtem (4,5-5,5%, oranje, leem) opnieuw proeven aangelegd met respectievelijk prei en witloofwortelen. Op het preiperceel werd geëxperimenteerd met verschillende types tanden en beitels die voor de drempelmachine (type Barbutte) werden geplaatst om grond los te maken in de tussenrug en zo een betere drempel op te bouwen. Ook een tandbewerking met vaste tand (beitel van 4 cm breed) werd opnieuw als behandeling uitgetest. Uit de metingen met de erosiesimulator bleek dat de best afgelegde drempeltjes een bui van 10-12 l/m² in 5 minuten kunnen opvangen. Deze meting ligt iets lager dan in 2016, wanneer 20-22 l/m² kon opgevangen worden. Gezien de proefpercelen prei van 2016 en 2017 dicht bij elkaar lagen en dus een gelijkaardig bodemtype hadden, is dit vermoedelijk voornamelijk te wijten aan de helling van het perceel, welke slechts 4,5-7,5% bedroeg in 2016. Dit geeft dus aan dat de buffercapaciteit van de drempeltjes wordt beperkt door de helling van het perceel. Bij de tandbewerking

was er slechts een zeer beperkte reductie van de run-off, het water begon bijna even snel oppervlakkig te stromen als bij de niet behandelde referentie. Toch werd het sedimentverlies met ongeveer 50% gereduceerd bij simulatie van intense regenbuien. Op basis van opvangbakken kon worden vastgesteld dat in het seizoen 2017, met verspreide regenbuien zonder intense regenval, de drempeltjes alle run-off en erosie konden voorkomen. De tandbewerking reduceerde run-off en erosie sterk in vergelijking met een onbehandelde referentie, maar werd niet tot 0 herleid.

In het proefperceel met witloof werden drempeltjes vergeleken met een tandbewerking met een zeer smalle beitel en een tandbewerking met een beitel van 4 cm breed. De proef werd zowel aangelegd in een deel van het perceel dat werd geploegd, als een deel van het perceel waar NKB werd uitgevoerd. Run-off en erosie werden opgemeten via sedimentbakken. Ondanks dat op geen enkel moment een intense regenbui werd geregistreerd, werden in de onbehandelde referenties toch run-off en sediment opgevangen. Zelfs in het droge jaar 2017 kon er dus erosie zijn. Er was geen effect van ploegen versus NKB op de werking van de drempeltjes of tandbewerking. Er werd wel vastgesteld met bodemvochtsensoren dat in de strook NKB, op 10 cm onder de witloofplantjes, de bodem langer vochtiger bleef na beregening in de eerste weken na zaai. De tandbewerking met smalle beitel scoorde in 2016 niet goed omdat de bodem nat was en de smalle beitel de bodem ging doorsnijden. Hierdoor was wel infiltratie van regenwater mogelijk, maar er werd ook een geul gevormd langs waar water preferentieel kon afstromen. In de erg droge omstandigheden van 2017 en de sterk met tractorbanden aangereden tussenrug, bleek dit opnieuw het geval te zijn. In tussenruggen die niet werden aangereden, werkte de tand met smalle beitel wel goed. De tand met beitel van 4 cm gaf in alle tussenruggen in 2017 de beste resultaten. De bodem werd over de volledige breedte van de tussenrug goed opgewerkt en het oppervlak ruw gelegd. Er werd in de behandelingen met tandbewerkingen nergens erosie opgemeten.

Inleiding

Dit rapport geeft een overzicht van de proefvelden die in het kader van het GOMEROS-project in 2017 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 het proefveldjaar 2016 werden enkele zeer belangrijke lessen getrokken. Door de frequente intensieve regenbuien in het voorjaar 2016, kon worden vastgesteld welke technieken beloftevol zijn in het brongericht aanpakken van de erosie, en welke technieken verder dienen geoptimaliseerd te worden. Met deze observaties en metingen in het achterhoofd werden in 2017 nieuwe veldproeven aangelegd. Aandacht ging opnieuw uit naar optimalisatie van strip-till en alternatieve zaaimethodes in maïs, een diepe tandbewerking en drempels in ruggenteelten van prei en witloof en niet-kerende bodembewerking en intensiteit van zaaibedbereiding in vlakveldse groenten.

In tegenstelling tot 2016, was het voorjaar 2017 erg droog. Door het droge voorjaar kon het seizoen vroeger starten en kon gestadig alles geplant en gezaaid worden. De droogte bleef echter verder aanhouden in maanden juni en een groot stuk van juli. Op heel wat plekken viel in de maanden mei-juli slechts de helft of zelfs minder dan de helft van de normale hoeveelheid neerslag. Dit had enkele duidelijke gevolgen. Maïs na het nemen van een snede gras, deed het over het algemeen slechter dan normaal. In een aantal streken ging men over tot het beregenen van teelten die normaliter nooit worden beregend. In West-Vlaanderen werden zelfs maatregelen en een verbod van kracht omdat te veel water werd gebruikt voor beregening. Laat gezaaide fijnzadige gewassen als witloof en wortelen hadden een zeer moeilijke groeistart. Voor een aantal teelten kwam er echter in veel streken net op tijd regen en werden toch behoorlijke tot meer dan behoorlijke opbrengsten gehaald. Voor veel maïspercelen was de regen bv. net op tijd voor de korrelvulling.

In de hele periode waarin de bodem het gevoeligste is aan erosie (mei-juli) werden op geen enkel proefveld intense regenbuien opgemeten. Van nature was er dan ook geen erosie vast te stellen op de meeste percelen. Net als in 2016 werden observaties voor erosie gebaseerd op regenvalsimulaties, waarvoor de simulatoren van de Katholieke Universiteit Leuven en Universiteit Gent werden gebruikt. Met deze erosiesimulatoren werden regenbuien op het veld nagebootst en afstromend water en sediment werden opgevangen. Ondanks de droogte tot halfweg de zomer, en dat geen intense regenbuien werden opgemeten bij de proefpercelen met ruggenteelten witloof en winterprei, werden in deze proeven toch sedimentverliezen gemeten via het plaatsen van sedimentbakken. Bij de ruggenteelten wordt dus zelfs in de droge omstandigheden, zoals in 2017, nog steeds sediment verloren.

ILVO legde veldproeven aan met kuilmaïs in Horebeke (Vlaamse Ardennen) en Vollezele (Pajottenland) waarbij strip-till als mogelijke erosiereducerende teelttechniek werd vergeleken met niet-kerende bodembewerking en conventioneel ploegen (hoofdstuk 1 en 2). Er werd ook geëxperimenteerd met het aanpassen van de zaai-techniek. Het vollevelds zaaien gaf heel duidelijk positieve resultaten in 2016 en werd in 2017 verder opgevolgd. Het aanleggen van drempels bij de zaai werd getest in Vollezele. Uit de proeven met strip-till van 2016, bleek dat de voorafgaande groenbedekker wel eens belangrijk kon zijn in het welslagen van strip-till als techniek voor maïs. Vooral de combinatie van een (te) vochtige bodem en grasachtige groenbedekker gaf problemen bij de bodembewerking met de strip-tillmachine en daarmee ook met de zaai en uiteindelijke gewasopbrengst. Een extra veldproef met kuilmaïs werd aangelegd in Merelbeke (hoofdstuk 3), specifiek om het effect van de voorafgaande groenbedekker te onderzoeken.

PCG werkte verder op de teelten erwit (hoofdstuk 4) en zaaiui (hoofdstuk 6) in de Vlaamse Ardennen zoals in het voorgaande proefjaar. Opnieuw werden proeven aangelegd ter vergelijking van niet-kerende

bodembewerking met ploegen en werd er aandacht gegeven aan de intensiteit van de zaaibedbereiding, nl. het aantal keer inzetten van de rotoreg en/of triltandcombinatie. Erwt en zaaiui vragen een fijn zaaibed en dus een intensieve zaaibedbereiding. De vraag blijft of het zaaibed voldoende ruw kan gehouden worden om erosie te reduceren, zonder dat er een negatief effect wordt vastgesteld op de opbrengst. Verder is het ook de vraag of na intensieve zaaibedbereiding er nog enige erosiereductie is bij niet-kerend werken ten opzichte van ploegen.

INAGRO legde veldproeven aan met erwt in Haspengouw (hoofdstuk 5) en knolselder in Heuvelland (hoofdstuk 7). Bij erwt werd ploegen in het voorjaar vergeleken met (i) enkel zaaibedbereiding in het voorjaar en (ii) een diepe niet-kerende bodembewerking in het voorjaar vlak voor zaaibedbereiding. In het proefveld met knolselder werd een rotoreg met aangepaste kooirol getest in combinatie met een plantmachine. De kooirol werd voorzien van profielen, zodat putjes werden gemaakt tussen de plantlijnen om afstromend water te bufferen.

In de ruggenteelten van prei en witloof, werd reeds in 2016 het erosiereducerend effect van het aanleggen van drempeltjes en van een tandbewerking tussen de ruggen aangetoond. De tandbewerking zowel als de drempeltjes dienen verder geoptimaliseerd te worden. Dit zowel naar tandtype als bewerkingsdiepte toe. INAGRO legde een proef aan in prei met een tandbewerking en drempeltjes in combinatie met verschillende types tanden (hoofdstuk 8). Via erosiesimulaties kon opgemeten worden wat de buffercapaciteit is van de verschillende behandelingen. ILVO en PCG legden een witloofproef aan in Merchtem (hoofdstuk 9) met verschillende types tanden en drempeltjes na ploegen en niet-kerende bodembewerking. Het vochtgehalte in de rug werd opgevolgd. Het sedimentverlies werd in beide proeven gedurende het seizoen opgevolgd met opvangbakken.

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

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

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

Thijs Vanden Nest en Greet Ruysschaert (ILVO)

1.1 **Doelstelling van de veldproef**

Dit proefveld met kuilmaïs werd aangelegd om de bodemerosie in de technieken van strip-till en niet-kerende bodembewerking te vergelijken met ploegen en volleveldszaai te vergelijken met klassieke zaai. De volgende onderzoeksvragen werden vooropgesteld:

1. In welke mate kan vollevelds zaaien van maïs erosie beperken in vergelijking met klassieke zaai na ploegen?
2. In welke mate wordt erosie beperkt door strip-till of niet-kerende bodembewerking toe te passen?
3. Wat is de invloed van de voorgaande groenbedekker op de gewasopbrengst bij strip-till en niet-kerende bodembewerking (raaigras versus gele mosterd/Japanse haver/zonnebloem)?
4. Is het haalbaar om nog een snede gras te nemen voor het inzaaien van maïs onder strip-till?

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

1.2 **Beschrijving perceel**

1.2.1 **Situering landbouwbedrijf**

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

Door het uitgebreide areaal en vruchtwisseling, kunnen teelten met een late oogst of veel berijding door zware machines (bieten, korrelmaïs en aardappelen) voldoende afgewisseld worden met wintergranen. Na de oogst van wintergranen wordt de bodem in goede omstandigheden losgemaakt met een diepwoeler van het type Kuhn cultisol DC 301 (zie verder) gecombineerd met een zaai-combinatie voor de zaai van een mengeling van Japanse haver, gele mosterd en zonnebloem. De ervaring van de landbouwer leert dat de zonnebloem bij zaai na wintergerst tot bloei komt en de bodem goed losgemaakt wordt. Bij zaai na wintertarwe hangt de ontwikkeling van de zonnebloem af van het najaar. In seizoenen met een zachte winter is de Japanse haver soms niet dood gevoren. Het stro van wintergraan dat niet nodig is voor de melkveetaak van het bedrijf wordt gehakseld om zo meer organische stof in de grond te brengen.

1.2.2 Bodemkenmerken en bodemverdichting (17 februari 2017)

Regio: Vlaamse Ardennen

Bodemtextuur: Leem

Bodemkaart: Aba1 (droge leembodem met textuur B horizont)

Erosieklasse: Rood

Voorvrucht: Wintertarwe

Groenbemester/vanggewas: Gele mosterd, Japanse haver en zonnebloem of gekruist raaigras

Helling perceel: 8 tot 9%

Kaartje hoogtelijnen:



Het perceel waar de veldproef werd uitgevoerd heeft een leemtextuur en is gecatalogeerd als hoog erosiegevoelig perceel (rood). Op dit perceel werd in 2016 wintertarwe geteeld. Na de oogst in augustus 2016 werd het perceel diep bewerkt (25-30 cm) met de diepgronder Kuhn cultisol DC 301 (zie verder) in combinatie met een zaai combinatie. Hierbij werd onmiddellijk een vanggewas mengsel (EAG mengsel) gezaaid van Japanse haver, zonnebloem en gele mosterd aan een dosis van 20 kg/ha. Omdat we dit perceel wensten te gebruiken voor het testen van de invloed van de groenbedekker op de bodembewerkingen en de gewasopbrengst in het volgende voorjaar, werd op 12 oktober de helft van het perceel geklepeld. Op deze helft werd na klepelen op 12 oktober, de bodem diep bewerkt met een diepgronder met 6 micheltanden op 1 balk (± 25 cm) in combinatie met een zaai combinatie en werd gekruist raaigras gezaaid aan een dosis van 20 kg/ha. Het raaigras kwam in het najaar goed en gelijk op. Eind februari-begin maart ontwikkelde het raaigras goed. De helft met het EAG-mengsel werd ongemoeid gelaten tijdens het najaar en de winter. Het EAG-mengsel ontwikkelde zich sterk en vror tijdens de winter af. Hoewel de zonnebloemen goed ontwikkelden in het najaar, kwamen deze niet meer in bloei. Zowel gele mosterd, Japanse haver als zonnebloemen vrozen volledig dood. Wel bleef tarweopslag na de winter aanwezig en sporadisch ook vogelmuur.

Op 17 februari 2017, werden bodemstalen genomen ter bepaling van de chemische bodemvruchtbaarheid, ter bepaling van het vochtgehalte van het bodemprofiel en de indringingsweerstand. Het perceel werd daarvoor in 4 gelijke vlakken gedeeld: 2 vlakken in het gedeelte met het EAG-mengsel en 2 vlakken in het gedeelte met raaigras. Telkens onderaan en bovenaan het perceel. De akkerwendes en buitenkanten van

het perceel werden niet mee bemonsterd. 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.

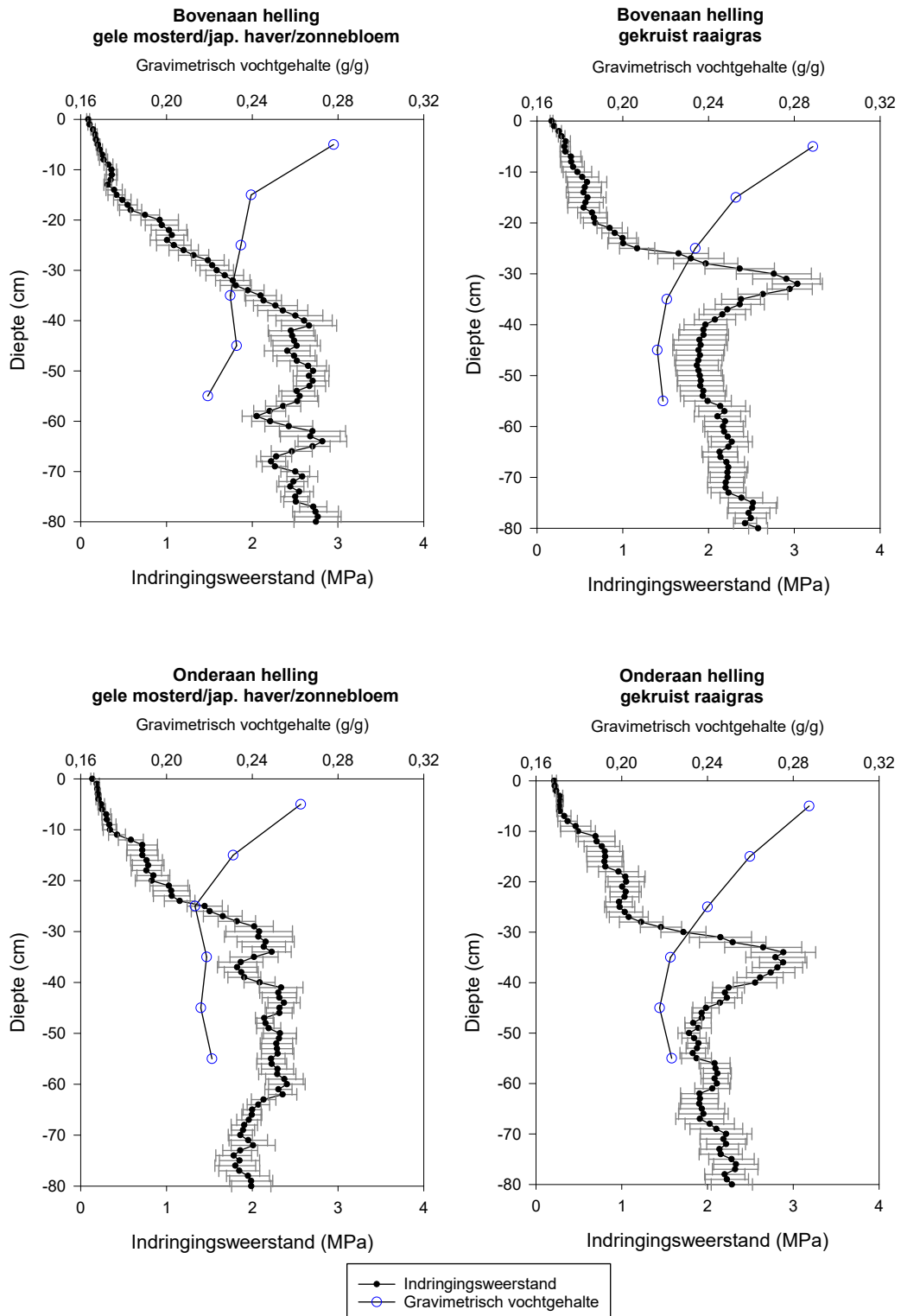
In Tabel 1-1 wordt een overzicht gegeven van de chemische bodemtoestand op 16 februari 2017. Het koolstofgehalte en bodemzuurtegraad liggen binnen de streefzone. Het P, K, Mg en Ca-gehalte liggen allen boven de streefzone. Er is dus voldoende voorraad aan deze nutriënten. Ca, K en Mg zijn echter antagonisten en een overmaat van het ene element kan een negatief effect hebben op de opname van het andere. De verhouding K/Mg zou beter 2 benaderen, maar is in 3 van de 4 vlakken <1. Best wordt verhoudingsgewijs meer K dan Mg bemest. Het Na-gehalte ligt lager dan de streefzone.

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. 2012¹.

Helling	Groenbedekker	Minerale N-voorraad kg N/ha	C %	pH-KCl	N _{tot} %	C/N	mg/100g				
							P	K	Mg	Ca	Na
Bovenaan	Gele mosterd Jap. Haver Zonnebloem	28	1,4	7,1	0,13	11	23	31	37	412	<1,9
	Gekruist raaigras	31	1,4	7,2	0,13	10	23	26	38	456	<1,9
Onderaan	Gele mosterd Jap. Haver Zonnebloem	31	1,2	7,1	0,12	10	22	30	48	382	<1,9
	Gekruist raaigras	38	1,5	7,2	0,13	11	26	30	42	471	<1,9
Streefzone		-	1,2-1,6	6,7-7,3	-	-	12-18	14-20	9-14	160-350	3,1-6,0

Bij de bepaling van de indringingsweerstand van de 4 verschillende vlakken werd op 10 plaatsen in kruisverband in ieder vlak, de indringingsweerstand tot 80 cm diep bepaald. Voor deze 4 vlakken werd ook het gravimetrisch vochtgehalte tot 60 cm diep bepaald (één steek per blok). In de penetrogrammen (Figuur 1-1) is te zien dat de indringingsweerstand in de bovenste 20 cm van het profiel <1 MPa is. Tussen 20 en 30 cm diepte neemt de indringingsweerstand geleidelijk toe en schommelt tot 80 cm diepte tussen 2 en 3 MPa onder het EAG-mengsel. Onder het gras is er echter een ploegzool merkbaar, maar deze overschrijdt ook de 3 MPa niet. Deze ploegzool is opvallend en onverwacht aangezien de voorgeschiedenis van het perceel nagenoeg identiek is. Bij de bodembewerking in augustus werd de bodem los gemaakt tot ongeveer een diepte van 25-30 cm. Aangezien de bodembewerking van 12 oktober iets ondieper was (25 cm) en verliep onder droge omstandigheden en de tractor bovendien voorzien was van lage drukbanden (en op het land reed en niet in een voor zoals bij ploegen), lijkt de ploegzool geen gevolg te zijn van de bodembewerking in oktober. Ondanks de sterke omslag in de penetrogrammen op 30 cm diepte bij raaigras, gaat dit slechts om een toename van 0,5 MPa in vergelijking met de indringingsweerstand op dezelfde diepte bij het EAG-mengsel.

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



Figuur 1-1: De gemiddelde indringingsweerstand en gravimetrisch vochtgehalte (\pm standaardfout) van de 4 proefveldvlakken. 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 bepaald.

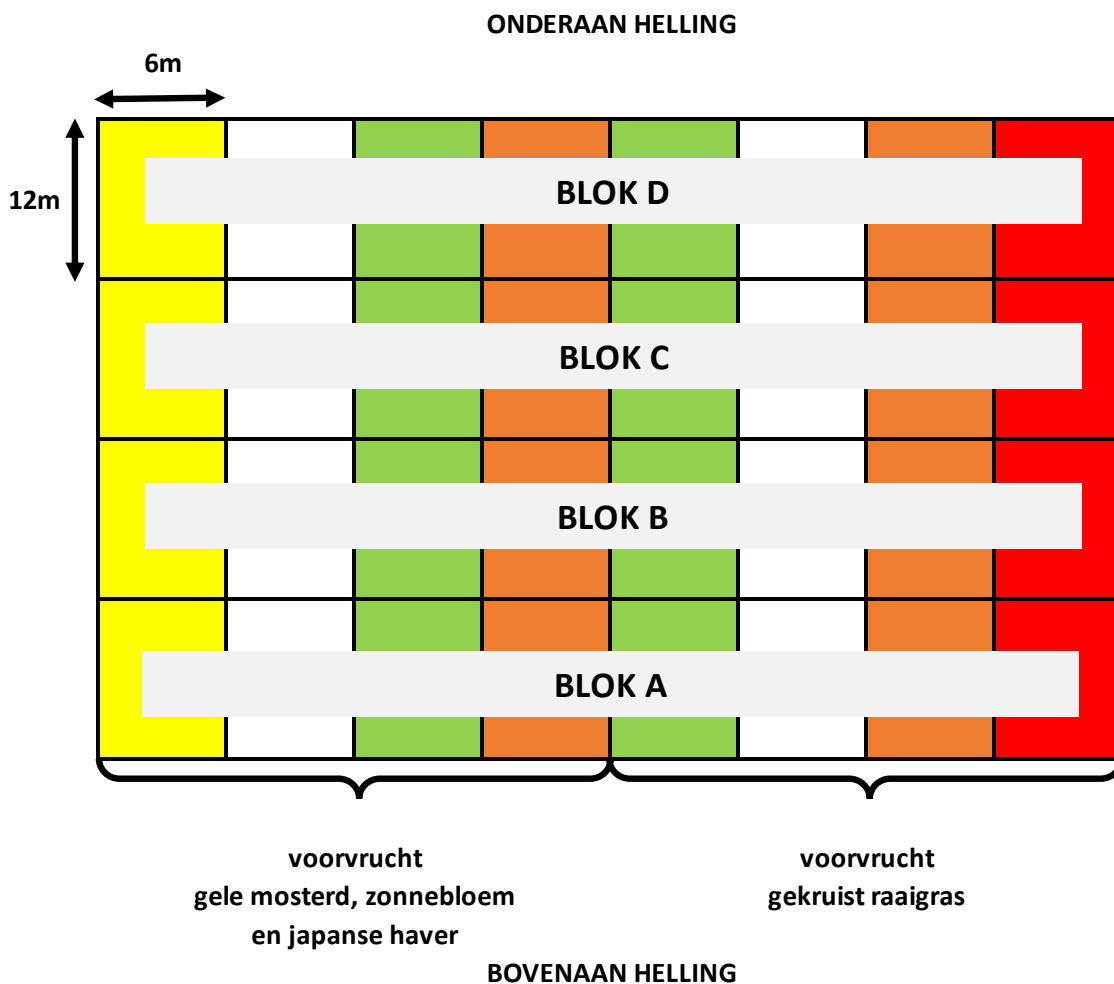
Op basis van deze metingen kan worden besloten dat de bodemtoestand op vlak van organische stof, en zuurtegraad in goede conditie is en dat de hoofdnutriënten (op Na na) in voldoende mate aanwezig zijn.

Doorheen heel het bodemprofiel tot 80 cm diepte, bleef de indringingsweerstand <3 MPa en wordt dus geen beperking op de wortelgroei verwacht.

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). Onderaan blok D, liepen de stroken verder door tot op de akkerwendes van het perceel. Hier werden bakken ingegraven om run-offwater en sediment op te vangen en zo een inschatting te geven van de erosie.



Legende:

Vol: Vollevelds zaaien (15cm) na ploegen
P: Ploegen
NKB: Niet-kerende bodembewerking
S25: Strip-till (25cm)
S25g: Strip-till na een snede gras

Figuur 1-2: Proefplan van de veldproef kuilmaïs te Horebeke, 2017. De proef bestaat uit 8 stroken van 6 m breedte. Er werden 4 blokken langsheen de helling gedefinieerd voor de verschillende observaties. Onderaan het proefvlak werden de stroken doorgetrokken tot op de akkerwendes van het perceel. In dit gedeelte van het perceel werden bakken ingegraven om run-offwater en sediment van de verschillende behandelingen op te vangen.

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

Tabel 1-2: Chronologisch overzicht van de activiteiten op de veldproef.

2016		
Datum	Behandeling	Activiteit
augustus		Zaaien EAG-mengsel Limagrain-Humus (gele mosterd, japanse haver en zonnebloem, zaaidichtheid: 20 kg/ha) met zaai combinatie (diepgronder met 4 tanden op 1 balk-Kuhn DC 25-30 cm werkdiepte, rotopeg en zaaimachine) over heel het perceel
12 oktober		Zaaien gekruist raaigras (ras: Melauris, zaaidichtheid: 20 kg/ha) met zaai combinatie (diepgronder met 6 micheltanden op 1 balk 25 cm werkdiepte, rotopeg met kooirol en zaaimachine) op de helft van het perceel
2017		
17 februari	Alle	Bodemstaal ter bepaling van de chemische bodemtoestand en indringingsweerstand
29 maart		Gekruist raaigras doodspuiten (4 l/ha Glyphosaathoudend totaalherbicide), behalve in behandeling S25g
5 april	Alle	Gewasresten van het EAG-mengsel klepelen
	Vol, NKB en P	Gewasresten van geklepelde EAG-mengsel en dood gespoten raaigras ondiep inwerken met vaste tandcultivator + pinrol (±10 cm werkdiepte)
12 april	S25g	Maaien en afvoeren van het gekruist raaigras
13 april	S25 en S25g	Bodembewerking met strip-tillmachine (Carré INRO, 25 cm diepte, tand voorzien van vleugels, 6 km/h) met injectie van 45 m ³ /ha runderdrijfmest*
	Vol, P en NKB	Vollevelds toedienen van 45 m ³ /ha runderdrijfmest*
	P	Ploegen (±30 cm)
	NKB	NKB met diepgronder met 4 tanden op 1 balk-Kuhn DC 25-30 cm werkdiepte + klaarleggen met rotopeg met kooirol (±8 cm)
14 april	P	Zaaibedbereiding met vorenpakker vooraan op de tractor en met rotopeg met pakkerrol (±8 cm)
	P, NKB, S25 en S25g	Zaaien met klassieke maïsplanter op 75 cm rijafstand (ras: Severeen, zaaidichtheid: 105 000 zaden/ha, diepte 5-6 cm) rijbemesting bij zaaien: 200 kg/ha 20-7-0(-5)(-7)+0,05 B (40 kg N/ha, 14 kg P ₂ O ₅ /ha, 10 kg MgO/ha en 14 kg SO ₃ /ha)
	Vol	Zaaien met Horsch pneumatische zaaimachine opgebouwd op een schijveneg op 15 cm rijafstand (ras: Severeen, zaaidichtheid: 110 000 zaden/ha, diepte 5-6 cm) volleveldsbemesting net voor zaai klaar leggen 200 kg/ha 20-7-0(-5)(-7)+0,05 B (40 kg N/ha, 14 kg P ₂ O ₅ /ha, 10 kg MgO/ha en 14 kg SO ₃ /ha)
18 april		Bepaling bulkdensiteit en indringingsweerstand loodrecht op de zaai lijn
26 mei	Alle	Onkruidbestrijding: 0,8 l/ha Frontier elite, 0,75 l/ha Samson 600D, 0,7 l/ha Sudoku en 1 l/ha Laudis
22 september	Alle	Opbrengstbepaling

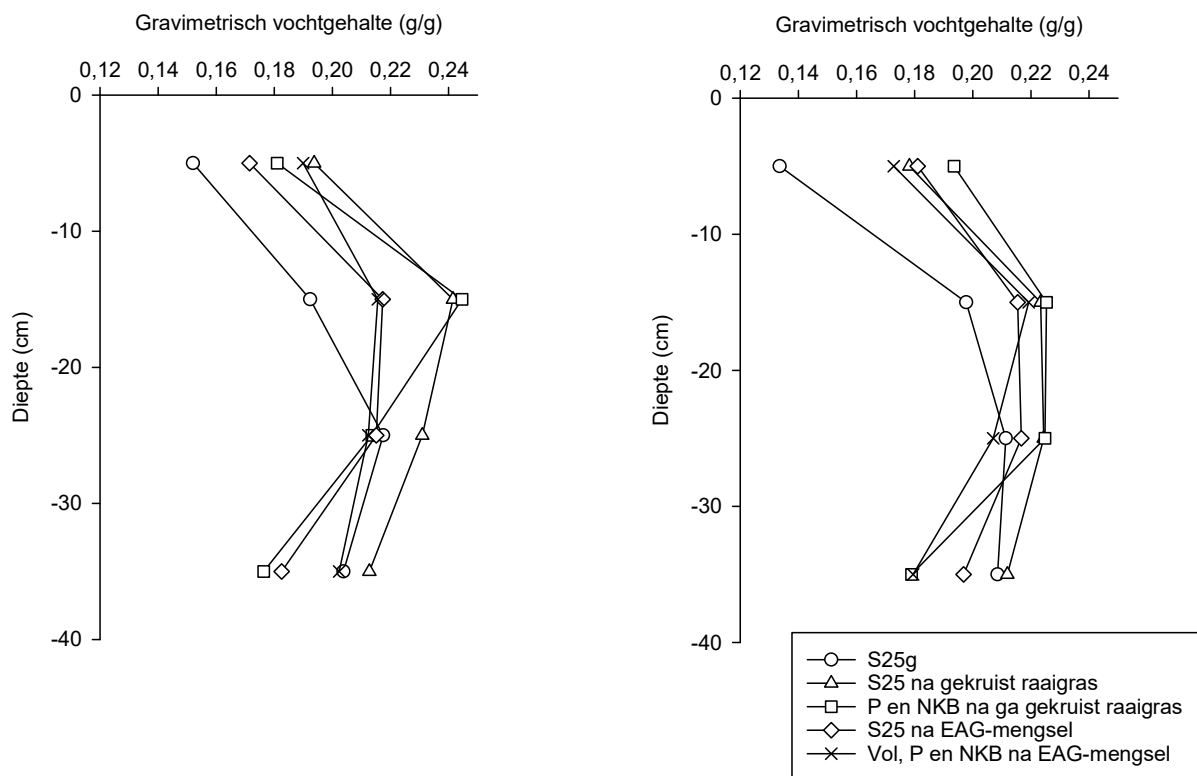
*De drijfmest die gebruikt werd is runderdrijfmest afkomstig van het landbouwbedrijf van de proefveldhouder. In alle behandelingen werd een dosis toegediend van 45 m³/ha met een debietmeter op het drijfmestvat. De samenstelling van deze drijfmest is terug te vinden in Tabel 1-3.

Tabel 1-3: Gemiddelde samenstelling van de 2 vaten runderdrijfmest die in de veldproef werd gebruikt. Er werd een mengstaal genomen bij het uitrijden van ieder vat.

Parameter	Eenheid	Runderdrijfmest
Droge stof	%/vers	7,1
Organische koolstof	%/vers	3,0
N-totaal	kg N/ton vers	4,3
NH ₄ ⁺ -N	kg N/ton vers	2,5
Werkzame N	kg N/ton vers	2,6*
Fosfor	kg P ₂ O ₅ /ton vers	1,5
Kalium	kg K ₂ O/ton vers	4,8
Magnesium	kg MgO/ton vers	1,2
Calcium	kg CaO/ton vers	2,36
Natrium	kg Na ₂ O/ton vers	0,70

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

In Figuur 1-3 wordt het vochtgehalte van het bodemprofiel tot 40 cm weergegeven bovenaan de helling en onderaan de helling in het proefvlak, net voor de aanleg van de proef. Op dit moment was S25g gemaaid, S25 na gekruist raaigras was doodgespoten, S25 na het EAG-mengsel was geklepeld, P en NKB na gekruist raaigras waren doodgespoten en ingewerkt en P, NKB en Vol waren geklepeld en ingewerkt. Zowel onderaan als bovenaan het proefvlak is de bodem zoals verwacht droger bij het gemaaide gras in het bovenste 20 cm van het profiel. Dit is op zich verwacht aangezien er door de groei van het gras, meer water werd verdampt. Het vochtgehalte van de andere stroken verschilt minder en wisselt van positie naargelang de plaats op de helling en de diepte in het profiel.



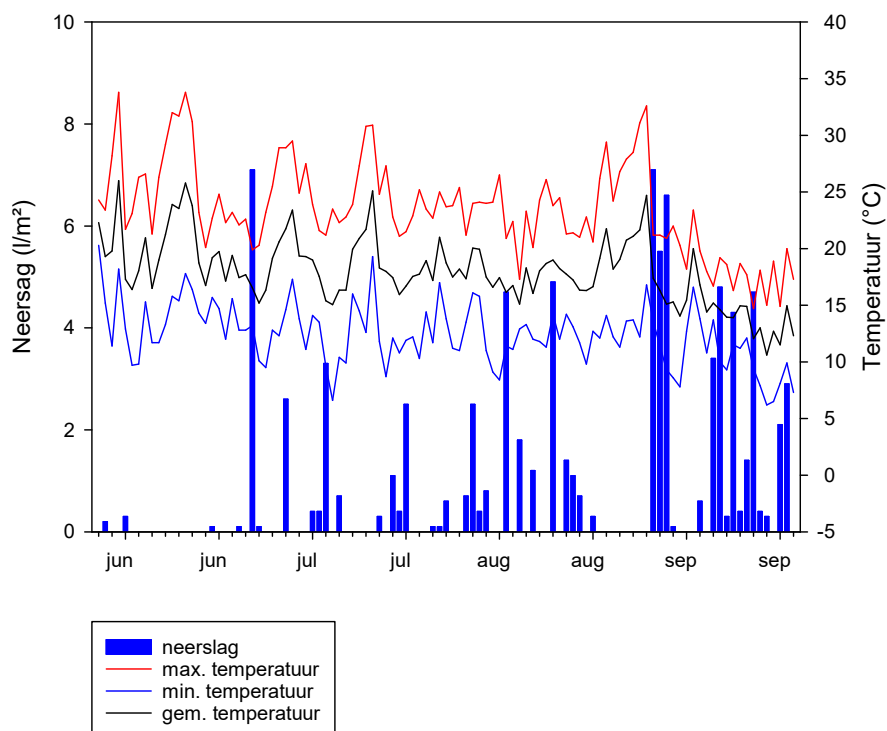
Figuur 1-3: Gemiddeld gravimetrisch vochtgehalte in de bodem op 13 april net voor aanleg van de proef bovenaan het perceel (grafiek links) en onderaan het perceel (grafiek rechts).

In Tabel 1-4 wordt een overzicht gegeven van de normale gemiddelde temperatuur (periode 1981-2010) en de normale totale neerslag (1981-2010), en de afwijking die vastgesteld werd in 2017 per maand in de regio Horebeke. Deze cijfers werden gebaseerd op de maandelijkse verslaggeving van het KMI. Door het droge weer, konden in 2017 de voorjaarswerkzaamheden snel starten en kon maïs op lege percelen of na groenbedekkers snel worden ingezaaid. Zo ook op dit proefveld. In de maand april viel minder dan de helft van de normale neerslag. Hoewel de temperatuur iets milder was in de tweede helft van april, volgde een koudere periode rond 1 mei. Hierdoor werd de opkomst en jeugdgroei van de vroeg gezaaide maïs vertraagd. Door de hogere temperaturen in de rest van de maand mei, was de gemiddelde temperatuur toch hoger dan normaal (Tabel 1-4). In de maanden april tot en met juni was de maandelijkse gemiddelde neerslag steeds de helft van normaal of lager. Hoewel dit in veel percelen duidelijk gevolgen had voor de ontwikkeling van de maïs, vooral de laat gezaaide dan, werden geen gevolgen opgemerkt in dit proefveld. Door de vroege zaai en het goede groeiseizoen, was de bloei en afrijping vroeger dan in een gemiddeld jaar.

Tabel 1-4: Overzicht van de gemiddelde maandelijkse temperatuur en neerslag in de periode 1981-2010 in de regio van het proefveld en de maandelijkse afwijking hiervan in 2017 in de maanden van aanleg tot oogst van de veldproef. De range van temperatuur en neerslag van 2017 is gebaseerd op KMI-kaarten en geeft de boven en ondergrens weer van het gebied waarin het proefveld zich bevindt op deze kaarten (bron: KMI).

Maand	Gemiddelde temperatuur		Neerslag	
	Jaar 2017 (°C)	Afwijking (°C) t.o.v. 1981-2010	Jaar 2017 (mm)	Verhouding (%) t.o.v. normaalwaarde 1981-2010
April	9,0-10,0	0,0	5-10	15-20
Mei	15,0-15,5	2,5	20-30	20-30
Juni	19,0-19,5	3,5	30-40	40-50
Juli	18,0-18,5	0,5	40-60	40-60
Augustus	17,5-18,0	0,0	60-80	80-100
September	13,5-14,0	-1,0	60-80	80-100

In Figuur 1-4 wordt een overzicht gegeven van het temperatuursverloop en de neerslag in de periode van 8 juni tot 20 september. Op geen enkele dag werd er een neerslag van meer dan 8 mm gemeten. Deze gegevens zijn afkomstig van een weerstation op het proefveld zelf. Er werd om de minuut gemeten, zodat intense regenbuien –met kans op erosie- konden worden geregistreerd. Op geen enkel tijdstip waren er echter intense en langdurige regenbuien.



Figuur 1-4: Verloop van de dagtemperatuur en neerslag in de periode 8 juni 2017 tot 20 september 2017. Deze waarden werden gemeten in het weerstation dat werd geplaatst op het proefveld zelf.

1.3.2 Beschrijving van de behandelingen

1.3.2.1 *P en Vol: klassieke maïszaai en volleveltszaaien na ploegen*

Zowel na het klepelen van het EAG-mengsel als het tijdig (29 maart) doodspuiten van het gekruiste raaigras en inwerken van de gewasresten in beide stroken, werd op 13 april een strook geploegd als referentieobject P voor de veldproef. De runderdrijfmest als basisbemesting werd vollevelts toegediend zonder inwerken en net voor het ploegen. Zoals werd verwacht, lag de structuur na ploegen iets losser bij de strook na het EAG-mengsel dan bij de strook doodgespoten raaigras (Figuur 1-5). Bij het ploegen werd er op gelet om niet te diep te ploegen (25 tot 30 cm). Op 14 april werd de bodem bewerkt met een tractor vooraan voorzien van een vorenpakker en achteraan een rotoreg met pakkerrol (werkdiepte 8 cm). De bodem verfijnde makkelijk, waardoor het zaaibed klaar was met 1 werkgang. Op dezelfde dag werd gezaaid en werd kunstmest in de rij bij gelegd (zie logboek).



Figuur 1-5: Ploegwerk na doodgespoten gekruist raaigras als groenbedekker (boven links) en na het geklepelde en ingewerkte EAG-mengsel (bovenrechts). Onderaan zaaibedbereiding van geploegde stroken.

In de veldproef werd ook een object aangelegd met volleveltszaai van maïs (Vol). Dit object werd aangelegd na het klepelen en inwerken van het EAG-mengsel, het vollevelts uitrijden van drijfmest, ploegen en klaarleggen met vorenpakker en rotoreg (zie behandeling P). Uit de veldproef te Vollezele 2016, bleek er een sterke reductie te zijn van de erosie door het vollevelts zaaien van de maïs in plaats van de klassieke zaai in rijen op 75 cm. Doordat de machine (klassieke mechanische graanzaaimachine) in 2016 niet voldoende

was aangepast, werd het zaad nogal ondiep geplaatst en niet aangedrukt. Ook de verdeling kon beter. Daarom werd in de behandeling Vol, gebruik gemaakt van een Horsch express TD zaaimachine (Figuur 1-6). Dit is een pneumatische zaaimachine opgebouwd op een schijveneg (2 rijen schijven en een rubber rol) en kan ingezet worden voor het zaaien van een breed scala aan gewassen zoals winter- en zomergranen, gras, koolzaad, hennep, allerhade groenbedekkers, erwten, quinoa e.a.. De machine legt zaden af in zaailijnen op 15 cm uit elkaar. Iedere zaaipijp is voorzien van schijven en een aandrukwieltje voor een goede plaatsing en aandrukking van het zaad. De diepte van de zaaikouters kan ook aangepast worden. Dit maakt dat bij de volleldszaai de diepte van zaaien ook naar 6 cm kon gebracht worden zoals bij de klassieke zaai. De machine is zo ontworpen dat aan een hoge werksnelheid kan gezaaid worden (10 km/h en meer). Met deze machine kunnen geen meststoffen in de rij worden afgelegd. Dit heeft ook weinig zin, aangezien de rijen slechts 15 cm uit elkaar staan. Dezelfde dosis meststoffen als bij de andere objecten werd hier vollelds gegeven voor zaaibedbereiding.



Figuur 1-6: Zicht op de Horsch zaaimachine (links) en detail van een zaaikouter (rechts).

1.3.2.2 NKB: niet-kerende bodembewerking

Net zoals bij behandeling P, werd een strook na het EAG-mengsel en een strook na gekruist raaigras niet-kerend bewerkt. Het gras werd op 29 maart doodgespoten en ingewerkt op 5 april. Het EAG-mengsel werd op 5 april gepklepeld en ingewerkt. Voor de niet-kerende bodembewerking werd de drijfmest vollelds uitgereden, welke direct met de niet-kerende bodembewerking werd ingewerkt. Dit gebeurde met een diepgronder van het type Kuhn cultisol DC301, die werd ingesteld op ongeveer 30 cm diepte en werd gevolgd voor zaaibedbereiding met een Amazone rotoreg met kooirol die ongeveer 8 cm diep werkte (Figuur 1-7). De Kuhn cultisol DC301 heeft 4 tanden over een breedte van 3 m en deze staan gelijk verdeeld. De tand zelf bestaat uit een beitel en een vlakke plaat van 45 cm breedte. De tanden heffen de volledige bouwvoor op, waardoor deze ook breekt. Daarna bezakt de bodem en gaat deze de rotoreg in. De bodem lag voldoende fijn voor zaai na deze bewerking. Het bodemoppervlak was bezaaid met kleine stukjes van de groenbedekker.



Figuur 1-7: Bodembewerking in de behandeling NKB (links boven), detail van de tand van de Kuhn cultisol DC301 (rechts boven) en detail van het bodemoppervlak bij zaai in behandeling NKB na het EAG-mengsel (onder).

1.3.2.3 S25: Strip-till met drijfmestinjectie

Er werden 2 stroken met strip-till (S25) aangelegd in deze veldproef, een strook na doodgespoten gekruist raaigras en een strook na het geklepelde EAG-mengsel. Het raaigras was volledig afgedood en reeds gedeeltelijk afgebroken. Het EAG-mengsel werd bewust niet doodgespoten om de haalbaarheid van strip-till te testen zonder een bespuiting met glyfosaat vooraf. Na de winter was het EAG-mengsel volledig afgevroren, maar er was duidelijk veel tarweopslag aanwezig. Hoewel het klepelen de tarweplanten in hun groei heeft geremd, waren deze groen en in groei op het moment van de aanleg van de proef. Andere onkruiden werden niet opgemerkt bij proefaanleg. Al was voor het klepelen zeker pleksgewijs wat vogelmuur aanwezig.



Figuur 1-8: Geklepde EAG-mengsel voor de strip-till (boven links) en na de strip-tillbewerking (boven rechts) en de strip-tillbewerking met drijfmestinjectie (onder).

Er werd met de strip-tillmachine tot 25 cm diep gewerkt, met beitels voorzien van vleugeltjes, gezien dit in de proeven van 2016 waar opbrengstverschillen werden vastgesteld, de beste resultaten gaven. Samen met de bodembewerking werd de drijfmest geïnjecteerd aan dezelfde dosis ($45 \text{ m}^3/\text{ha}$) als de volleveldstoepassing in de objecten Vol, P en NKB. Dit verliep goed. De drijfmest kwam niet boven en werd mooi ingewerkt in de stroken. De stroken werkten op zichzelf goed op en de bodem werd voldoende verkleind. Bij strip-till na het EAG-mengsel was het iets moeilijker om de gewasresten uit de bewerkte strook te houden dan in de proeven van 2016 (Figuur 1-8) De bodem leek iets makkelijker samengedrukt te worden door berijden met het drijfmestvat bij het EAG-mengsel dan na het doodgespoten raaigras (meer draagkracht). Na het raaigras bleven soms grotere kluiten liggen op de bewerkte strook (Figuur 1-9); kluiten samengehouden door graszoden. Deze waren echter gemakkelijk te verkrumelen en vormden geen probleem voor de zaai.



Figuur 1-9: Doodgespoten raaigras voor de strip-till (links) en na de strip-tillbewerking (rechts).

1.3.2.4 S25g: Strip-till met drijfmestinjectie na het nemen van een snede gras

Het telen van kuilmaïs na het nemen van een snede raaigras is niet evident. De graszode is sterk ontwikkeld en de bodem laat zich daardoor moeilijk bewerken. Een bewerking met frees, schijveneg of een bewerking met meerdere andere machines is noodzakelijk om de zode voldoende los te maken en te verdelen. Bovendien heeft het gras veel reserve om gewoon door te groeien bij niet-kerende bodembewerking. Bij ploegen wordt dit probleem verholpen door de zode te 'begraven'. Wanneer de zode zou kunnen doodgespoten worden tussen maaien en bodembewerking, zou de zode voldoende kunnen afbreken om weinig problemen te vormen bij installatie van de kuilmaïs. Gezien de tijdstippen van maaien en kuilmaïs inzaaien, is er meestal geen tijd te verliezen tussen beide acties. Bovendien geeft iedere dag later op het voorjaar kans op lagere maïsofbrengsten in een droog voorjaar.



Figuur 1-10: Behandeling S25g net na bodembewerking.

Bij wijze van experiment werd een behandeling met strip-till aangelegd onmiddellijk na het nemen van een eerste snede raaigras. De bodem werd tot 25 cm diep bewerkt (beitels voorzien van vleugeltjes) met directe injectie van drijfmest in de bewerkte strook (45 m³/ha) (Figuur 1-10). De strip-tillmachine kon de zoden niet uit de bewerkte strook ruimen. Daardoor werd er geen echt zaaibed gecreëerd en verliep de zaai bijzonder slecht. Er was onvoldoende losse aarde beschikbaar rondom het afgelegde zaad en aandrukking was eveneens slecht. De gewasopkomst was hierdoor zo slecht en vertoonde zoveel lege plekken dat geen tellingen werden uitgevoerd (zie verder). De zode werd expliciet niet te diep gemaaid om genoeg blad te

laten voor het doodspuiten, dat werd uitgevoerd de dag van de zaai. Het doodspuiten lukte met enig succes tussen de stroken, maar onvoldoende op de bewerkte stroken of er net naast. Hier werd de graszode gedeeltelijk bedekt door grond en het blad afgeschermd van de herbiciden. Het gras begon vrijwel onmiddellijk op deze plaatsen terug te groeien en kon zelfs niet meer afgedood worden met de herbicidebespuiting in de maïs. Het gehele seizoen was raaigras zeer sterk aanwezig in behandeling S25g.

1.3.3 Bemesting en zaai

Door combinatie van 45 m³/ha drijfmest en een rijbemesting met kunstmest, werd voldoende N aangebracht en was geen extra kunstmestgift noodzakelijk (Tabel 1-5). Kuilmaïs heeft behoefte aan 205 kg werkzame N/ha, te verminderen met de N in het bodemprofiel 0-30 cm voor zaaien en de N-mineralisatie uit de groenbedekker¹. Hoewel stalen werden genomen van het bodemprofiel ter bepaling van het minerale N-gehalte, werd dit twee maanden voor zaaien uitgevoerd en was het EAG-mengsel wel doodgevroren maar nog niet ingewerkt en was het raaigras nog in groei en niet doodgespoten. Hierdoor is het moeilijk om met deze gegevens rekening te houden. Er werd 115 kg werkzame N/ha toegediend via de drijfmest en 40 kg werkzame N/ha onder de vorm van rijbemesting. Door de 1,25 keer hogere efficiëntie van de rijbemesting, mag dit als 50 kg werkzame N/ha worden gerekend¹. Dit maakt dat er nog nood is aan (205-115-50 =) 40 kg werkzame N/ha. Aangezien de N-nalevering van de groenbedekkers¹ wordt ingeschat op 40 kg werkzame N/ha, gaan we er van uit dat de maïs weinig of geen N gebrek had.

Tabel 1-5: Overzicht van de bemesting van de veldproef.

Meststof	N-totaal	N werkzaam	P-totaal	K-totaal
	kg N/ha	kg N/ha	kg P ₂ O ₅ /ha	kg K ₂ O/ha
Minerale N-voorraad (0-60 cm) voorjaar ⁽¹⁾	28 tot 38	28 tot 38	-	-
Runderdrijfmest	191	115	69	214
Rijbemesting 20-7-0(-5)(-7)+0,05 B	40	40	14	0
Totaal bemest	231	155	83	214
Bemestingsnorm niet-zandgrond P-klasse III		150	70	-
Overschrijding norm		+5	+13	

(1) Dit is de hoeveelheid die gemeten werd in het bodemprofiel 0-60cm op 17 februari 2017. Het EAG-mengsel was toen al doodgevroren, het raaigras was nog niet doodgespoten. De groei van het raaigras en het inwerken van de gewasresten van de groenbedekkers tussen staalname en aanleg van de proef in april, zal zeker nog invloed hebben gehad op het minerale N-gehalte van het profiel. Deze cijfers zijn dus louter illustratief.

De zaai in de behandelingen S25, S25g, P en NKB werd op 14 april uitgevoerd met een 4-rijige Kuhn zaaimachine met schijfkouters, aangepast voor proefvelden en met een tractor, uitgerust met een Trimble GPS systeem. Aangezien dit een andere GPS systeem is dan datgene op de tractor die de strip-tillbewerking uitvoerde, betekende dit dat de AB-lijn opnieuw moest uitgezet worden met deze GPS op de bewerkte stroken. Aangezien er een technisch probleem was met de GPS, werd verschillende keren overgeschakeld op zaaien op het zicht. Onvermijdelijk gaf dit lichte afwijkingen op de afstand tussen sporen van de tractor. In de strip-tillbehandelingen werd de maïs wel steeds in de bewerkte strook gezaaid, maar soms werd het

¹ 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).

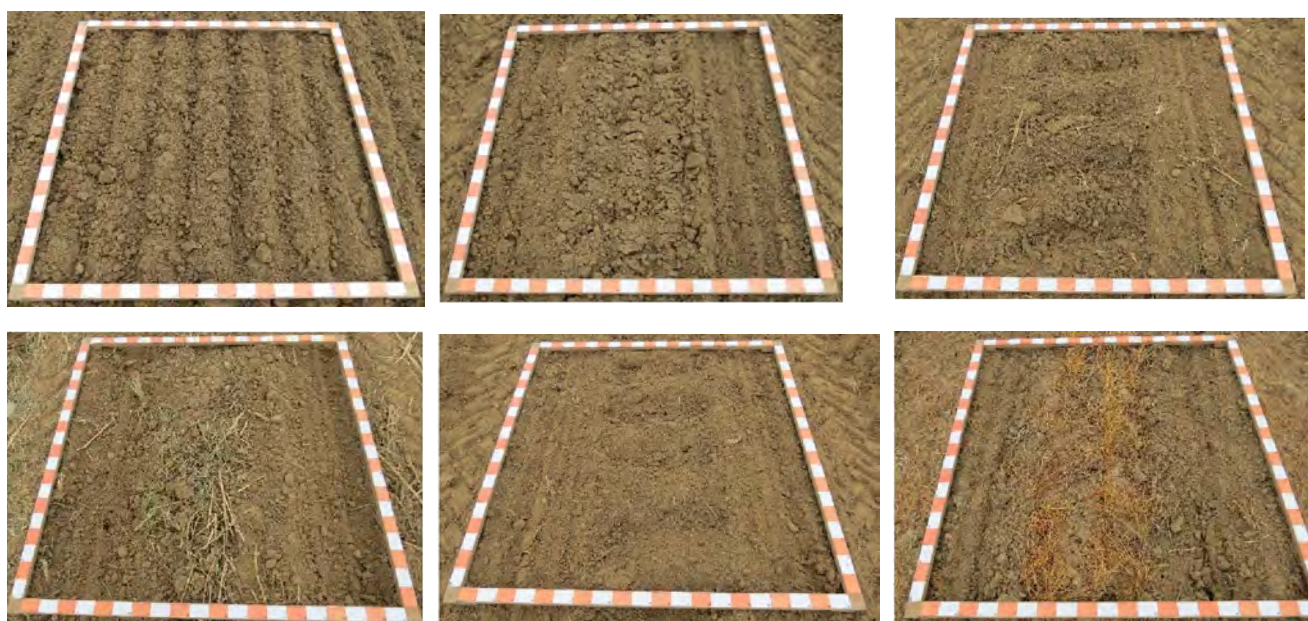
zaad afgelegd in de kant van de bewerkte strook i.p.v. in het midden. Er werd aan 110 000 zaden/ha en 6 cm diep gezaaid. De extra hoge zaaidichtheid werd gekozen om uitval door vroege zaai te voorkomen. Er werd niet te ondiep gezaaid, om de opkomst iets uit te stellen en koudestress bij kiemplanten te voorkomen. Het zaad was ook dermate klein dat regelmatig 2 zaden werden opgenomen door de zaaischijven, maar alle 2 werden afgestreken door de afstrijkers. Hierdoor werden regelmatig geen zaden afgelegd en was het opkomst% kunstmatig lager (zie verder). Dit was tijdens de zaai zelf niet opgevallen aangezien de sensoren geen lege plaatsen op de zaaischijven detecteerden, maar was te merken bij opkomst van het gewas. Bij controle bleken geen zaden aanwezig te zijn op de plekken waar 2 tot 4 planten ontbraken in de rij. In Behandeling S25g, hinderde de aanwezigheid van graszoden een goede zaai en aandrukking van het zaad. Zaden werden regelmatig slecht afgelegd, of niet aangedrukt in de bodem.

1.4 Bodembedkking en bodemruwheid (14 april 2017)

1.4.1 Bodembedkking

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

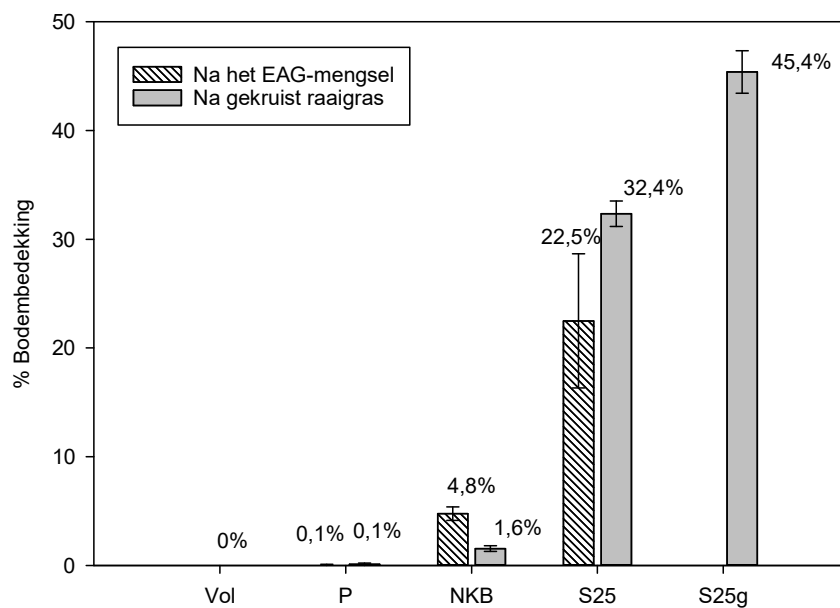
Vlak na de zaai van de korrelmaïs werd de bodembedkking bepaald. Hiervoor werd een foto van 1 m op 1 m genomen van het bodemoppervlak, met behulp van een kader. Op dit kader werden zowel in horizontale als verticale richting om de 5 cm lijnen getrokken. Er werd geteld hoeveel snijpunten tussen een horizontale en verticale lijn samen vallen met een stukje gewasrest of onkruid. Door dit procentueel uit te drukken kan een bedekkingsgraad van het bodemoppervlak worden berekend. In Figuur 1-11 wordt van 3 behandelingen een voorbeeldfoto gegeven. De bodembedkking werd éénmaal bepaald in de blokken A, B, C, D en in de strook waar later de bakken werden ingegraven voor sedimentbepaling (5 herhalingen).



Figuur 1-11: Enkele voorbeelden van de bodembedkking op 14 april 2017. Bovenaan van links naar rechts behandelingen Vol (0% bedekking), P na het EAG-mengsel (0% bedekking) en NKB na het EAG-mengsel (3,6% bedekking). Onderaan

van links naar rechts behandelingen S25 na het EAG-mengsel (14,7% bedekking), NKB na doodgespoten raaigras (1,7% bedekking) en S25 na doodgespoten raaigras (35,7% bedekking). Het kader in de foto is 1x1m² groot.

In Figuur 1-12 wordt het percentage bodembedekking weergegeven van de verschillende behandelingen. Zoals verwacht zijn in de geploegde behandelingen P en Vol, alle gewasresten weggewerkt en is er dus geen bodembedekking. Door niet-kerend te werken in de behandelingen NKB, worden wel wat gewasresten behouden, maar de bodembedekking is toch beperkt tot <5%. Door het inwerken van de gewasresten met de vaste tandcultivator en verder verfijnen van de bodem met de rotoreg, werden de gewasresten verkleind en in de bovenste centimeters van de bouwvoor gemengd.



Figuur 1-12: Gemiddelde bodembedekking (\pm standaardfout) voor alle behandelingen op 14 april 2017 (n=5).

In de behandelingen met strip-till S25 na het EAG-mengsel en vooral na gekruist raaigras blijft 1/4 tot 1/3 van de bodem bedekt met gewasresten. Het EAG-mengsel werd wel verkleind met de klepelmaaier, maar slechts weggeruimd uit de bewerkte stroken. Hoewel het gekruist raaigras werd doodgespoten, verdorde en reeds gedeeltelijk werd afgebroken, waren de individuele grasplantjes in de dode zode nog intact aanwezig. Hierdoor vormden ze een goed verdeelde dode plantenlaag die enkel werd geruimd uit de bewerkte stroken. Naar erosie toe is dit een interessant gegeven, aangezien de bodem dus homogeen en goed bedekt is in de tussenrij en dus ook beschermd tegen inslaande regen en afstromend water dat bodemdeeltjes meesleurt. Behandeling S25g was een levende graszode met bewerkte stroken, waarbij bovendien de graszoden maar slecht uit de stroken werden geruimd. De bedekking benadert daardoor bijna de helft van het bodemoppervlak. Gemiddeld 43,6% van de 45,4% bodembedekking was door een levende zode. Naar erosie toe is dit eveneens interessant, maar gezien de slechte zaai (zie eerder) en moeilijke bestrijding van de zode (zie verder) is dit eigenlijk geen praktijkoptie in huidige vorm.

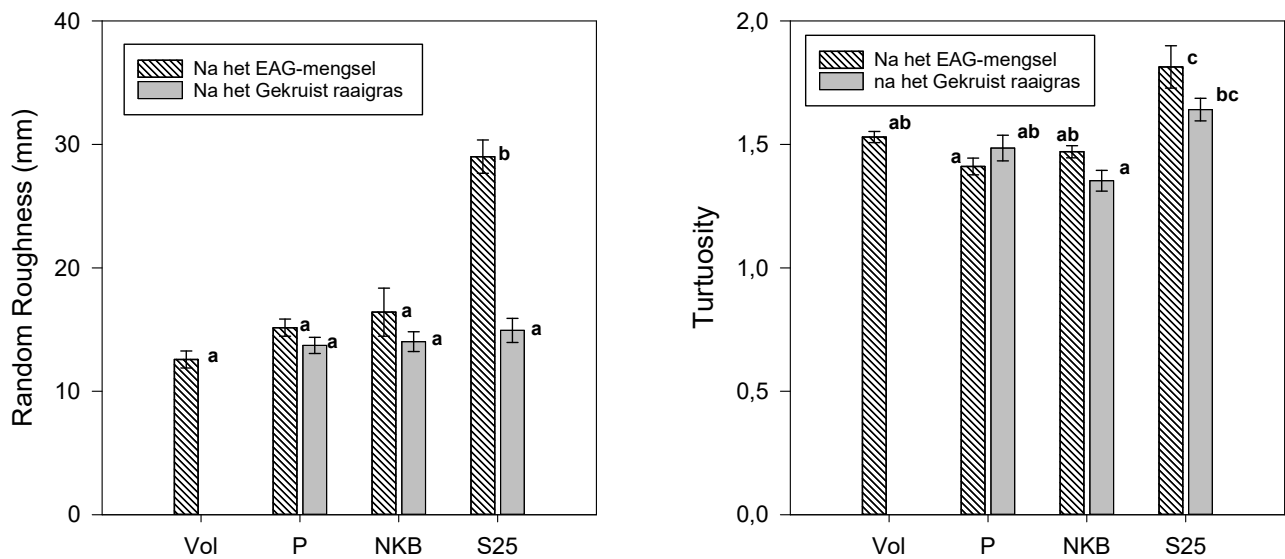
1.4.2 Bodemruwheid

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

De ruwheid van het bodemoppervlak is visueel goed in te schatten, maar een score is niet altijd objectief. Daarom werd hier gebruik gemaakt van een pinmeter (KU Leuven: Langhans et al., 2011¹) en beeldverwerking met het programma ImageJ om de parameters 'random roughness' en 'tortuosity' op te meten. De random roughness is uitgedrukt in mm en geeft aan in welke mate de posities op het bodemoppervlak verticaal van een perfect rechte lijn (gemiddeld) afwijken. De tortuosity heeft geen eenheid en geeft de afstand aan tussen aan tussen een punt A en een punt B aan het bodemoppervlak indien men het (micro)reliëf van het bodemoppervlak zou volgen, in plaats van in 1 rechte lijn van punt A naar punt B te gaan. Bij een tortuosity van bv. 1,4 en een afstand van 1 m tussen punt A en punt B, zal men 1,4 m moeten afleggen indien het bodemoppervlak wordt gevolgd. Wanneer het bodemoppervlak perfect vlak is, liggen alle zwarte punten op 1 lijn en is er geen ruwheid. De random roughness is dan 0 mm en de tortuosity is gelijk aan 1. Hoe hoger beide waarden, hoe ruwer het oppervlak. De pinmeter bestaat uit een bord met staafjes die we laten zakken tot het bodemoppervlak. Bovenaan het staafje is een zwart plastic hoesje bevestigd. Door een foto te nemen van de positie van deze zwarte punten op een witte achtergrond en de nodige beeldcorrecties uit te voeren, kan via ImageJ een berekening gemaakt worden van de individuele positie van ieder zwart punt en dus ieder punt op het bodemoppervlak ten opzichte van elkaar. Op basis van deze posities worden random roughness en tortuosity uitgerekend.

In Figuur 1-13 wordt een overzicht gegeven van de gemiddelde random roughness en tortuosity van het bodemoppervlak per behandeling. De bodemruwheidsmeting werd éénmaal uitgevoerd per behandeling en per blok (4 herhalingen). De metingen in behandeling S25g werden te sterk gehinderd door het gras en worden hier niet weergegeven.

¹ Langhans, C., Govers, G., Diels, J., Leys, A., Clymans, W., Van den Putte, A., Valckx, J., 2011. Experimental rainfall-runoff data: Reconsidering the concept of infiltration capacity. *Journal of Hydrology* 399: 255-262



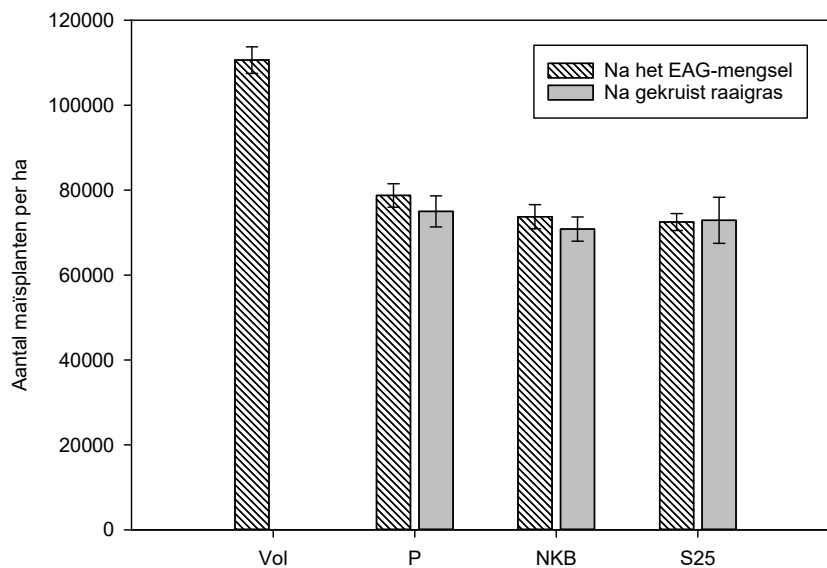
Figuur 1-13: Gemiddelde random roughness (\pm standaardfout) en gemiddelde tortuosity (\pm standaardfout) na zaai op 14 april van de 7 behandelingen ($n=4$). De significante verschillen worden aangegeven met een verschillende letter (Tukey HSD, $p<0,05$)

Op basis van zowel de random roughness als de tortuosity, kunnen we besluiten dat 1 behandeling sterk uitspringt, namelijk S25 na het EAG-mengsel. Dit kon visueel ook min of meer worden vastgesteld. Bij behandelingen Vol, P en NKB waren de kluiten goed verkleid met de rotoreg en was de bodem meteen ook gelijkmatig aangedrukt door de rollen die gebruikt werden bij de zaaibedbereiding. In behandeling S25 na gras, was de bodem tussen de bewerkte stroken ongemoeid gelaten. De bodem lag nog steeds vlak van bij het zaaien van het gekruist raaigras. Bij S25 na het EAG-mengsel was de ruwheid afkomstig van resterend reliëf van tijdens de groei van de groenbedekker en de heterogene verdeling van gewasresten aan het bodemoppervlak.

1.5 Teeltverloop

1.5.1 Gewasopkomst en onkruidontwikkeling (19 mei 2017)

Doordat de maïs vroeg op het voorjaar werd gezaaid en er nog een koude periode volgde eind april (zie eerder), was de opkomst traag. Om de maïs niet te snel te laten opkomen werd op 6 cm diepte gezaaid. Bovendien werd ook een verhoogde dosis van 110 000 zaden/ha gehanteerd om eventuele uitval door koude te compenseren. Op 19 mei 2017 bevond de maïs zich in alle behandelingen in het 3^e tot 4^e bladstadium. Op dit moment werd de opkomst geteld. Door het technische probleem bij de klassieke zaai, dat te laat werd opgemerkt (zie eerder), werden op heel wat plaatsen in de behandelingen P, NKB, S25 en S25g geen zaden afgelegd. Hierdoor werd het opkomst% kunstmatig naar beneden gehaald. Bij de volleeldszaai in behandeling Vol, waren geen problemen en werd de beoogde 110 000 zaden/ha effectief gezaaid. In Figuur 1-14 wordt een overzicht gegeven van het gemiddelde aantal planten/ha dat werd geteld in de behandelingen. In de behandelingen P, NKB en S25 werd het aantal planten in 4 rijen over een lengte van 2 m geteld in de 4 blokken van de proef. In behandeling Vol werd 4 m² per blok geteld. Omdat de opkomst zodanig slecht en heterogeen was in behandeling S25g, werd hier geen opkomststelling uitgevoerd.



Figuur 1-14: De gemiddelde plantenaantal (± standaardfout) per behandeling op 19 mei 2017 (n=4). Het gewas bevond zich in het 3^e-4^e bladstadium. Enkel behandeling Vol is significant verschillend van de andere (Tukey-HSD-test, p<0,05)

In Figuur 1-14 is duidelijk te zien dat het plantenaantal van de behandelingen P, NKB en S25 een pak lager liggen dan deze van Vol. Naargelang de behandeling waren slechts 64 tot 72% van de planten effectief aanwezig bij P, NKB en S25. Onderling is er echter weinig verschil op te merken tussen deze behandelingen. Dit maakt dat de opbrengst van deze behandelingen nog steeds relatief kan vergeleken worden.

Bij behandeling Vol was de opkomst gemiddeld 100% en dus goed. Vermits aan dezelfde dichtheid werd gezaaid, van hetzelfde ras en bij dezelfde diepte als de behandelingen van de klassieke zaai, nemen we aan dat de lagere plantenaantallen bij klassieke zaai louter te wijten zijn aan het eerder vermeld technische probleem. In het proefveld te Vollezele 2016 met volleldszaai, bleek het gemiddelde plantenaantal wel goed te zitten, maar waren grote verschillen in zaaidichtheid over het perceel; met name veel lege plekken en veel plekken met meerdere planten te kort op elkaar. In het proefveld Horebeke 2017, bleek de verdeling visueel beter te zijn. De tellingen wezen uit dat het plantenaantal schommelde tussen 10 en 12 per m² indien per vlak van 4 m² werd geteld. Indien per vlak van 1 m² werd geteld schommelde het plantenaantal echter wel tussen de 7 en 16 per m². Dit wijst er op dat de verdeling van de planten toch verder dient geoptimaliseerd te worden bij volleldszaai.



Figuur 1-15: Overzicht over de maïs in 3^e bladstadium (19 mei) voor behandeling Vol (boven links), P na het EAG-mengsel (boven rechts), NKB na het EAG-mengsel (2^e rij links), S25 na het EAG-mengsel (2^e rij rechts), NKB na het doodgespoten gekruiste raaigras (3^e rij links), P na het doodgespoten gekruiste raaigras (3^e rij rechts), S25 na het doodgespoten gekruiste raaigras (onder links) en S25g (onder rechts).

In Figuur 1-15 wordt een overzicht gegeven van de verschillende behandelingen op het moment van de telling. Hierbij valt op dat de verdeling van de planten in behandeling Vol beter zou kunnen en dat in de behandelingen met klassieke zaai, er plekken zijn waar zaden ontbreken. Bij controle bleek hier ook effectief geen zaad afgelegd te zijn. In de behandelingen NKB en S25 is het bodemoppervlak duidelijk bezaaid met gewasresten die gedeeltelijk zijn afgebroken.



Figuur 1-16: Detail op behandeling S25 na het EAG-mengsel (links) en S25g (rechts) op 19 mei 2017.

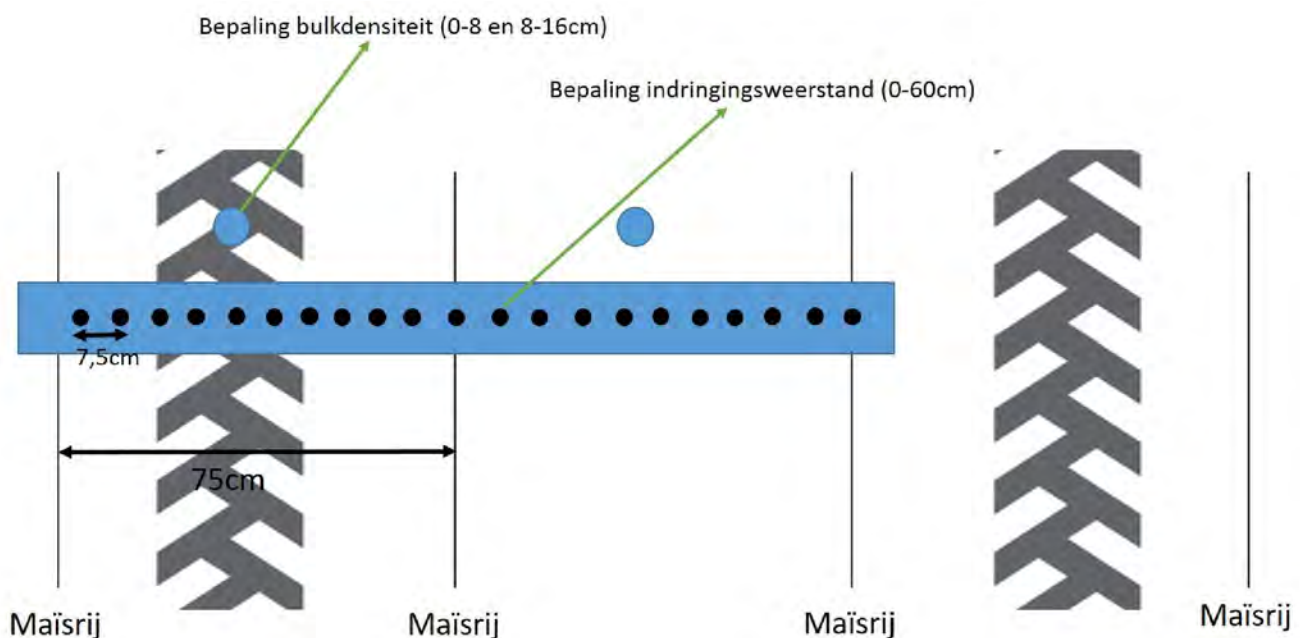
In de behandelingen Vol, P, NKB en S25 na doodgespoten gekruist raaigras was kiemend onkruid aanwezig en sporadisch aardappelopslag. Bij de behandeling S25 na het EAG-mengsel, werd bewust geen glyfoaat ingezet om de haalbaarheid te testen van strip-till zonder voorafgaand doodspuiten. Ondanks het verkleinen van de gewasresten en levende planten met de klepelmaaier, bleek dat er op 19 mei zich toch nog heel sterk tarweopslag en vogelmuur had kunnen ontwikkelen. Deze was danig sterk aanwezig dat de onkruidbestrijding best snel gebeurde (Figuur 1-16). Een behandeling met bodemherbicide in vooropkomst van de maïs zou weinig effect hebben gehad, gezien zowel de vogelmuur als tarweopslag reeds aanwezig waren voor aanleg van de proef en dat de periode half april-half mei droog was (zie eerder). Het doodspuiten van de graszode op 14 april na de zaai in behandeling S25g, bleek totaal onvoldoende te zijn, zodat grote stukken van de zode terug sterk ontwikkelden. De herbicidebehandeling van de maïs op 26 mei was voldoende om alle onkruiden te bestrijden in alle behandelingen, op S25g na. In S25g kon het gras onvoldoende afgedood worden, zodat pleksgewijs grote pollen gras in de maïs aanwezig bleven.

Indien het onkruid wordt aangepakt vóór de bodembewerking in de strip-tilltechniek (zoals bij S25 na doodgespoten raaigras), lijken er geen grote problemen te verwachten met onkruiden. Bij niet-kerende bodembewerking was er geen grotere onkruiddruk dan bij ploegen, en dit zowel na het niet doodgespoten EAG-mengsel als het doodgespoten gras. De graszode doodspuiten in strip-till na het nemen van een snede en inzaai van de maïs is in huidige vorm geen haalbare optie.

1.5.2 Bulkdensiteit en indringingsweerstand na zaai (18 april 2017)

In de veldproeven van 2016, bleek dat bij strip-till de bouwvoor soms danig gecompacteerd wordt en/of onvoldoende wordt losgemaakt zo dat de maïswortels het moeilijk hebben om uit de bewerkte strook te groeien. In dit proefveld werd de volledige bouwvoor gebroken met de diepe niet-kerende bewerking in droge omstandigheden op een tarwestoppel in het voorgaande najaar. Aansluitend werden de groenbedekkers gezaaid. Verdichting kon zo opgeheven worden in de bouwvoor en de bodem kon geconsolideerd worden met de wortelgroei van de groenbedekkers. Bij aanleg van de proef werd bodem opnieuw bereiden met het drijfmestvat (16 000l), wat ondanks droge omstandigheden toch tot verdichting kan zorgen. Bij de behandeling P en NKB werd de volledige bouwvoor opnieuw losgemaakt bij de

bodembewerking, maar bij strip-till enkel de bewerkte stroken. Omdat in dit proefveld met een 4-rijige strip-tillmachine en zaaimachine wordt gewerkt, wordt de bodem op dezelfde plaats bereiden door het drijfmestvat en de zaaiende tractor. Om op te volgen welk effect dit heeft op de compactie van de bouwvoor werden bulkdensiteit en indringingsweerstand bepaald in de behandelingen P, NKB en S25 na het EAG-mengsel en S25 na doodgespoten gekruist raaigras. In Figuur 1-17 staat schematisch weergegeven hoe bulkdensiteit en indringingsweerstand werden bepaald. De bulkdensiteit van de laag 0-8 cm en de laag 8-16 cm in hetzelfde boorgat werd bepaald met kopeckyringen;. Deze ringen zijn 5 cm hoog en worden in een klokboor gemonteerd. Door de boor 8 cm in de bodem te duwen, wordt van een laag van 5 cm, ongeveer in het midden van de laag 0-8 cm en laag 8-16 cm een monster genomen. dit zowel in het midden van een bandenspoor als in het midden tussen 2 maïsrijen die niet werden bereiden. Er werden loodrecht op de maïsrijen 20 metingen verricht met de penetrologger tot 60 cm diepte, zodat een 2D kaart kon gemaakt worden (diepte Y-as, horizontale afstand X-as). De metingen werden verricht in 4-voud, volgens de blokken A, B, C en D.

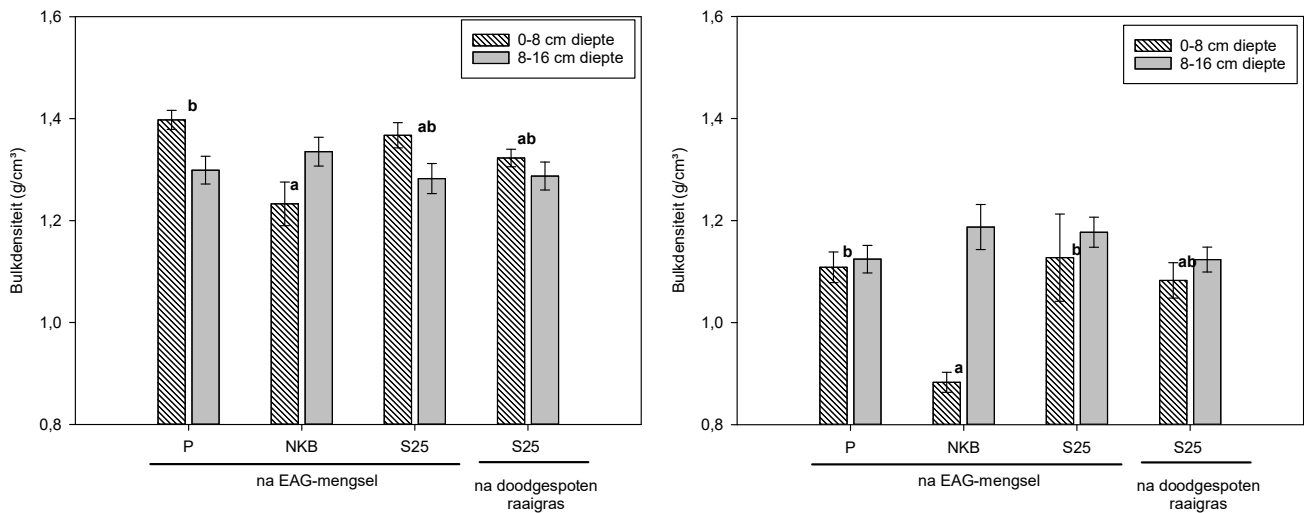


Figuur 1-17: Schematisch overzicht van de posities waar de indringingsweerstand en de bulkdensiteit werden bepaald.

In Figuur 1-18 wordt de bulkdensiteit van de verschillende behandelingen weergegeven. De bulkdensiteit in het tractorspoor was zowel in de laag 0-8 als 8-16 cm hoger dan buiten het tractorspoor in alle behandelingen. Dit geeft aan dat de bodem door het drijfmestvat en tractor bij zaai werd samengedrukt over een diepte van 16 cm of meer. Zowel in tractorspoor als buiten het tractorspoor zijn er geen significante verschillen tussen de behandelingen in bulkdensiteit in de laag 8-16 cm. In de laag 0-8 cm zijn die er wel.

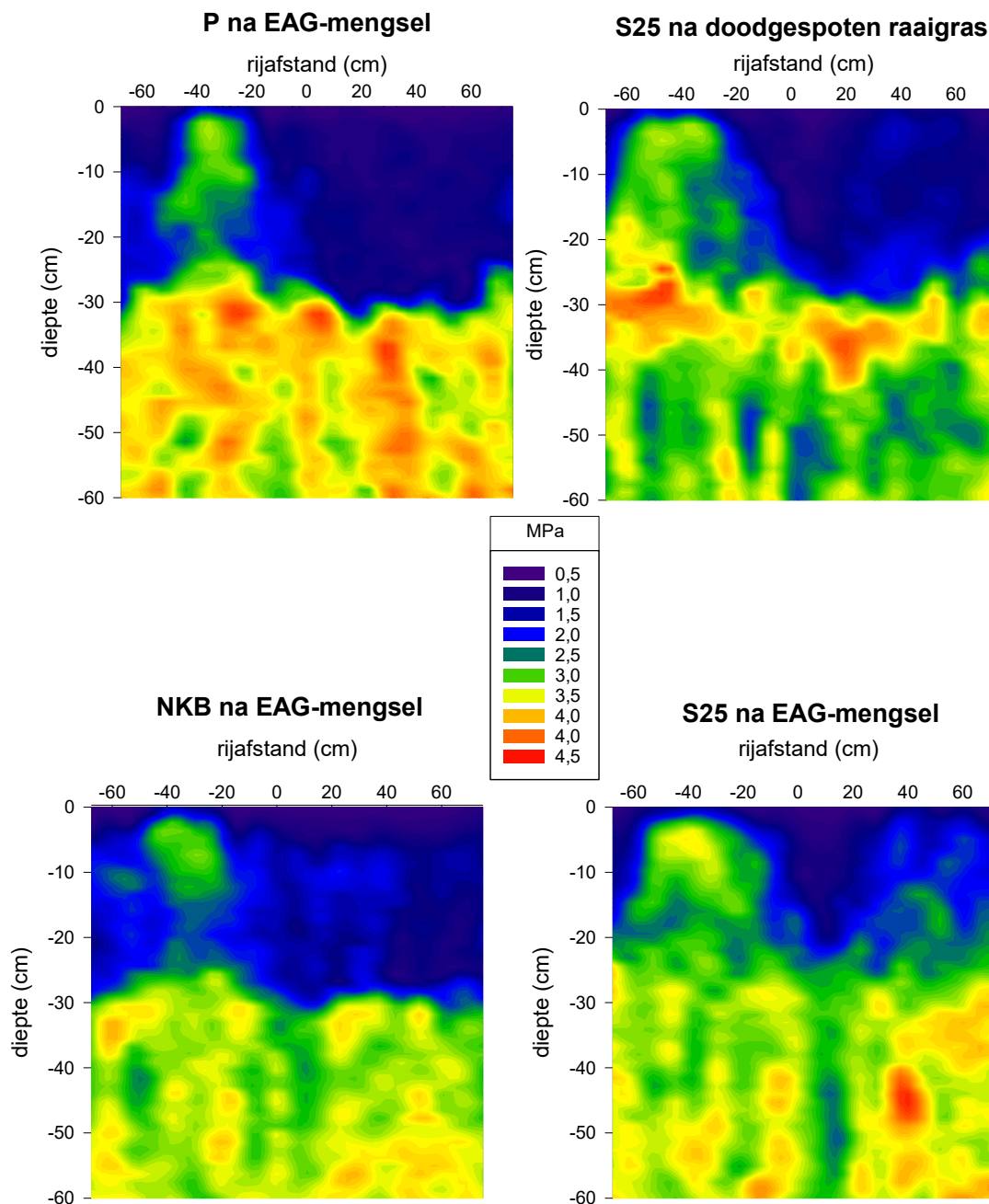
In het tractorspoor ligt de bulkdensiteit in de laag 0-8 cm in behandeling P, significant hoger dan in behandeling NKB. Vermoedelijk werd de verdichting van het drijfmestvat door ploegen zowel als met de diepe niet-kerende bodembewerking opgeheven. Door het ploegen wordt de bodem echter luchtiger gelegd (meer luchtholtes) en wordt vochtige grond naar boven gebracht. Bij de niet-kerende bewerking is dit niet het geval. Bij het zaaien was er in behandeling P iets diepere insporing dan in behandeling NKB. Dit werd niet opgemeten, maar was wel visueel zichtbaar. Behandelingen S25 hebben een bulkdensiteit in de laag 0-8 cm tussen deze van P en NKB in, zowel na het EAG-mengsel als het doodgespoten gekruist raaigras. De verdichting veroorzaakt door het drijfmestvat werd enerzijds niet opgeheven omdat op deze positie geen

bodembewerking volgde, anderzijds was er daardoor ook meer draagkracht voor de tractorwielen bij zaaien.



Figuur 1-18: Bulkdensiteit in de laag 0-8 cm en de laag 8-16 cm in het midden tussen 2 maïsrijen, samenvallend met een tractorspoor (links) en in het midden tussen 2 maïsrijen waar geen tractorspoor aanwezig is (rechts). Significante verschillen in de laag 0-8 cm worden aangegeven met een verschillende letter (Tukey HSD-test, $p < 0,05$). In de laag 8-16 cm werden, geen significante verschillen gevonden.

Op de positie die niet werd bereiden door drijfmestvat en tractor met zaaimachine (Figuur 1-18), was de bulkdensiteit in de laag 0-8 cm significant lager in behandeling NKB in vergelijking tot P en S25 na het EAG-mengsel. Vermoedelijk is bij NKB de bodem erg los gelegd door de diepe niet-kerende bodembewerking en weinig aangedrukt door de rotoeg met kooirol. In behandeling P, was de zaai- en bedbereiding in vochtiger omstandigheden en hebben de voren- en pakkerrol de bodem sterker aangedrukt. Bij S25 werd de bodem niet losgemaakt zoals bij NKB.



Figuur 1-19: De gemiddelde indringingsweerstand in de behandelingen P, NKB en S25 na het EAG-mengsel en S25 na doodgespoten gekruist raigras (n=4). Er werd gemeten tot een diepte van 60 cm. De grafieken zijn zo geschaald dat op -75, 0 en 75 cm zich een maïsrij bevindt, met een tractorspoor in het midden tussen de maïsrij op -75 en 0 cm. Deze 2-dimensionele kaart werd gemaakt door op elke meetplaats met de penetrologger te meten over een lijn van -75 tot 75 cm met intervallen van 7,5 cm.

In Figuur 1-19 wordt een 2D kaart weergegeven van de indringingsweerstand tot 60 cm diepte, loodrecht over 3 maïsrijen, waarbij zich tussen -75 cm en 0 cm het wielspoor van het drijfmestvat en de tractor met zaaimachine bevindt. De kleuren zijn gebaseerd op het gemiddelde van 4 metingen per behandeling (1 per blok).

In alle behandelingen is heel duidelijk het effect van het bandenspoor in de laag 0-30 cm merkbaar. Op het bandenspoor na is in behandeling P deze laag wel volledig los (<1 MPa). In behandeling NKB is de indringingsweerstand buiten het bandenspoor iets hoger in vergelijking met ploegen, wat eventueel kan te wijten zijn aan een verschil in bodemvochtgehalte. Bij S25 na het EAG-mengsel is duidelijk te merken waar de bewerkte strook van de strip-tillmachine zich bevindt. Dit is minder het geval bij S25 na het doodgespoten gekruiste raaigras. Beneden de 30 cm zijn regelmatig plekken tot 4 MPa weerstand op te merken. Dit is vooral het geval in behandeling P over de laag 30-60 en in behandeling S25 na doodgespoten raaigras in de laag 30-40 cm. Gezien steeds in droge en goede omstandigheden werd gewerkt, verwachten we weinig verband tussen de bodembewerking en de indringingsweerstand beneden de 30 cm. De voorgeschiedenis van alle behandelingen voor het najaar 2016 is ook dezelfde. Er werd steeds geploegd als hoofdbewerking, wat tot een beperkte ploegzool leidde (zie eerder). Door het ploegen in het voorjaar 2017, kan de bodem in de ploegvoor toch wat zijn aangedrukt. In S25 na het EAG-mengsel kon de diepwortelende groenbedekker gele mosterd eventueel de in de zomer diep losgemaakte bodem (25-30 cm) gestabiliseerd hebben op 30 cm diepte, terwijl deze meer bezakte in behandeling S25g waar in oktober minder diep werd bewerkt en ondiep wortelend raaigras werd ingezaaid. Gezien er droogte heerste tussen zaaitijdstip van het EAG-mengsel en het gekruiste raaigras, was de bodem ook niet natter op het zaaitijdstip van het raaigras en was er vermoedelijk ook niet meer versmering.

1.5.3 Beworteling van het profiel (0-60 cm)

In het kader van een masterthesis, werden profielputten tot 60 cm diepte gegraven in de behandelingen P, NKB en S25 na het EAG-mengsel en S25 na doodgespoten raaigras. Op de zijwand van de profielputten werd met behulp van een rooster, de verdeling van de maïswortels in kaart gebracht. De resultaten zijn echter nog niet volledig verwerkt en zullen in een volgend rapport worden medegedeeld.

1.6 Erosie

Op 24 mei werden onderaan het perceel bakken ingegraven in de stroken van de behandelingen Vol, NKB, P en S25 na het EAG-mengsel. Deze bakken werden zo ingegraven dat het run-offwater en sediment konden opvangen van een strook van 75 cm breed en 12 m lang. Er werden daartoe veldjes afgebakend met plastic schotten. De helling van de veldjes was hier 8-8,5% en homogeen voor alle behandelingen. Per behandeling werd een veldje afgebakend in een bandenspoor en een veldje buiten een bandenspoor. Met het bandenspoor wordt de strook bedoeld waarin de wielen van het drijfmestvat en de tractorwielen bij zaai hebben gereden. De bakken werden verwijderd enkele dagen voor oogst van de kuilmaïs.

Op 12 september na enkele zware regenbuien (zie eerder), werd in de bakken onderaan behandeling P, run-offwater en sediment opgevangen. Dit ging om een zeer minieme hoeveelheid van 0,34 l/m² run-off en 5,5 g/m² sedimentverlies in het tractorspoor. Op geen enkel ander tijdstip en geen enkele andere behandeling werd run-off en erosie vastgesteld. Er waren ook geen sporen merkbaar van verslepte bodem of beginnende run-off aan het bodemoppervlak. Door de aanhoudende droogte in het voorjaar en de afwezigheid van intensieve regenbuien, waren er geen buien in de meest kwetsbare periode (mei-juni) die konden leiden tot erosie en run-off.

Op dit proefveld werden geen metingen uitgevoerd met de regenvalsimulator.

1.7 Opbrengstbepaling

Op 22 september 2017 werd de opbrengst bepaald van de veldproef met een proefveldhakselaar met automatische staalname en weging. Per behandeling werden in de 4 blokken telkens 4 maisrijen over een lengte van 11 m geoogst voor opbrengstbepaling. Deze 4 rijen werden steeds zo gekozen dat het om de 2^e, 3^e, 6^e en 7^e maïsrij van het veldje ging. Dit om randeffecten te voorkomen en eventuele verschillen in het afleggen van meststoffen in de rij door de zaaimachine. De 2^e en 3^e rij worden immers gelijk gezaaid in dezelfde werkgang, maar bemest uit een andere kunstmestbak op de zaaimachine. Dit geldt ook voor de 6^e en 7^e maïsrij. Bij de behandeling Vol, werd de opbrengstbepaling telkens uitgevoerd door 2 subvlakken van 2,20 m op 11 m uit te rijden per blok. Het DS-gehalte werd bepaald door een staal van ±1 kg gehakselde maïs 72 uur te drogen in een droogstoof bij 70°C.

De resultaten van de droge stof-opbrengst van de behandelingen P, NKB en S25 werden statistisch verwerkt in een factoriële ANOVA met hoofdfactoren "groenbedekker", "bodembewerking" en "blok" en interactietermen "groenbedekker x bodembewerking", "groenbedekker x blok" en "bodembewerking x blok". Aan de voorwaarden van normaliteit en homoscedasticiteit werd voldaan. Uit deze ANOVA bleek dat de hoofdfactor "groenbedekker" en de interactieterm "groenbedekker x bodembewerking" significant waren ($p < 0,01$). Hieruit blijkt dat de droge stof-opbrengst van de kuilmaïs dus bepaald wordt door de combinatie van de bodembewerking en de groenbedekker en dat dus geen uitspraak kan gedaan worden over de 2 hoofdfactoren afzonderlijk. In Tabel 1-6 wordt een overzicht gegeven van de droge stof-opbrengst en het droge stof-gehalte van de kuilmaïs. De statistisch verschillende groepen werden bepaald met de Tukey-HSD test ($p < 0,05$).

Tabel 1-6: Overzicht van de gemiddelde gewasopbrengst (\pm standaardfout; $n=4$) per behandeling op 22 september 2017. De behandelingen die significant verschillend zijn van elkaar (Tukey HSD, $p < 0,05$) zijn aangeduid met een verschillende letter.

Bodembewerking	Groenbedekker	Drogestof-gehalte %	Drogestof-opbrengst kg DS/ha	
P	EAG-mengsel	39,6 ($\pm 0,2$)	18 468 (± 395)	bcd
NKB	EAG-mengsel	41,6 ($\pm 0,6$)	17 068 (± 358)	ab
S25	EAG-mengsel	40,5 ($\pm 0,1$)	16 157 (± 462)	a
P	Doodgespoten raaigras	41,9 ($\pm 0,2$)	19 216 (± 279)	cd
NKB	Doodgespoten raaigras	40,5 ($\pm 0,2$)	17 842 (± 381)	abc
S25	Doodgespoten raaigras	41,7 ($\pm 0,2$)	20 064 (± 204)	d

Het verschil in gewasopbrengst tussen S25 na het EAG-mengsel (laagste opbrengst) en na het doodgespoten raaigras (hoogste opbrengst) is opvallend. Bij observatie van de veldproef doorheen de zomer was er een lichte achterstand merkbaar bij S25 na het EAG-mengsel in vergelijking met de andere behandelingen. Hoewel dit gedeeltelijk werd bijgebeend, was de maïs in deze behandeling bij oogst nog steeds enkele centimeters kleiner dan bij de andere behandelingen. Bij opzet van de proef was net het omgekeerde verwacht, aangezien de graszode de werking van de strip-tillmachine moeilijker maakte dan in de situatie na het geklepelde EAG-mengsel. Hoewel de strook met het EAG-mengsel 1x meer werd bereiden (klepelen van

de gewasresten van de groenbedekker) en de draagkracht vermoedelijk iets lager was dan bij het raaigras, bleek er weinig effect te zijn op de metingen van bulkdensiteit en indringingsweerstand in beide strip-tillbehandelingen net na zaai (zie eerder). Bij het doodspuiten van het raaigras werd ook onkruid verdelgd, dit in tegenstelling tot bij de strip-tillbehandeling na het EAG-mengsel waar duidelijk heel wat onkruid aanwezig was (zie eerder) en er dus vermoedelijk ook wel competitie was tussen de maïs in jeugdfase (voor de onkruidbestrijding van de maïs) en het onkruid. Het is echter onduidelijk of dit alleen de gewasgeving in deze behandeling kan verklaren.

In Tabel 1-7 wordt de gewasopbrengst van de behandelingen Vol en S25g in vergelijking met hun respectievelijke referentie weergegeven. In beide gevallen werd niet voldaan aan de voorwaarden van normaliteit en werd niet-parametrisch getest. De drogestof-opbrengst bij behandeling Vol was niet verschillend van deze van de klassieke zaai bij behandeling P. Dit wijst er op dat met beide technieken, dezelfde opbrengst kan gehaald worden. Er dient wel op gewezen te worden dat de gewasopkomst door problemen bij de zaai een stuk lager lag bij behandeling P, dan bij behandeling Vol (zie eerder). Ofwel hebben de resterende planten in behandeling P volledig gecompenseerd voor de ontbrekende planten, ofwel is er een lagere gewasopbrengst bij behandeling P gehaald dan de potentieel haalbare. In het eerste geval zijn volleveldszaai en klassieke zaai als gelijkwaardig te beschouwen. In het laatste geval doet de volleveldszaai het minder goed dan de klassieke zaai.

Tabel 1-7: Overzicht van de gemiddelde gewasopbrengst (\pm standaardfout; n=4) voor de behandelingen Vol en S25g in vergelijking met hun respectievelijke referentie op 22 september 2017 (S: significant verschillend van de referentie, NS: niet significant verschillend van de referentie, $p < 0.05$).

Bodembewerking	Groenbedekker	Drogestof-gehalte %	Drogestof-opbrengst kg DS/ha	
P	EAG-mengsel	39,6 ($\pm 0,2$)	18 468 (± 395)	
Vol	EAG-mengsel	40,7 ($\pm 0,3$)	18 176 (± 204)	NS
S25	Doodgespoten raaigras	41,7 ($\pm 0,2$)	20 064 (± 204)	
S25g	Na 1 snede gras	41,4 ($\pm 0,2$)	12 839 ($\pm 1 444$)	S

De sterk lagere gewasopbrengst bij S25g in vergelijking met S25 na doodgespoten raaigras was verwacht en is het gevolg van een combinatie van factoren. Door het tijdig doodspuiten van het gras in S25, was het gras nog beperkt in groei, was weinig water verdampt uit de bouwvoor, en was er dus ook geen nadelig effect van een vochttekort in het droge voorjaar van 2017. Bij S25g was wel al meer water verdampt door de graszode bij aanvang van de proef. Bovendien mislukte zowel het doodspuiten van het raaigras als de onkruidbestrijding van de maïs, waardoor er sterke concurrentie was tussen het gras en de maïs. Door de sterke ontwikkeling van de graszode, was de strip-tillbewerking ook weinig kwalitatief uitgevoerd en verliep de zaai slecht, met veel ontbrekende planten als gevolg. Op basis van deze ervaring, lijkt het duidelijk dat de combinatie van het nemen van een snede raaigras, gevolgd door maïs onder strip-till een erg risicovolle combinatie is en beter wordt vermeden.

1.8 Conclusies

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

1. In welke mate kan vollelds zaaien van maïs erosie beperken in vergelijking met klassieke zaai na ploegen?
2. In welke mate wordt erosie beperkt door strip-till of niet-kerende bodembewerking toe te passen?

Op basis van deze veldproef kunnen we geen uitspraak doen over deze vragen. Er werd slechts op 1 tijdstip in 1 behandeling run-offwater en sediment geobserveerd (bij ploegen na het inwerken van het EAG-mengsel). De hoeveelheid was echter beperkt. Op dit perceel werden verder ook geen regenvalsimulaties uitgevoerd.

3. Wat is de invloed van de voorgaande groenbedekker op de gewasopbrengst bij strip-till en niet-kerende bodembewerking?

Bij ploegen en niet-kerende bodembewerking had de voorafgaande groenbedekker geen significante invloed op gewasopbrengst. Bij strip-till werd wel een significant lagere opbrengst na het EAG-mengsel opgetekend dan na het doodspuiten (2 weken voor bodembewerking) van raaigras als groenbedekker. Dit is net het omgekeerde van de verwachting vooraf. Op basis van de gemeten parameters en de observaties kan geen sluitende verklaring worden gegeven voor dit resultaat. De dode graszode gaf vermoedelijk wel meer draagkracht bij de bemesting, maar er werd bij het EAG-mengsel geen grotere verdichting geobserveerd in de bouwvoor dan bij de dode graszode. Op 30 cm diepte vertoonde de bodem zelfs iets meer indringingsweerstand na raaigras dan na het EAG-mengsel. Er was bij strip-till na het EAG-mengsel een duidelijk onkruidprobleem, maar het onkruid werd volledig bestreden bij de onkruidbestrijding van de maïs. Hoewel dit laatste misschien een beperkte negatieve invloed had op de gewasopbrengst (cocurrentie tijdens de jeugdgroei), lijkt het sterk dat dit alleen het grote verschil in opbrengst tussen beide strip-till behandelingen kan verklaren.

4. Is het haalbaar om nog een snede gras te nemen voor het inzaaien van maïs onder strip-till?

Op basis van deze veldproef (en eveneens de veldproef te Vollezele 2017), raden we dit sterk af. Door het nemen van de snede gras, wordt het afdoden van het gras uitgesteld en is de zode meer ontwikkeld. De bodem laat zich daardoor slecht bewerken. De strip-tillmachine is niet geschikt om de stroken goed te bewerken in deze omstandigheden en er wordt te weinig een zaaibed gecreëerd in de stroken, zodat de zaai ook zeer slecht verloopt. Veel zaden worden onvoldoende bedekt met aarde en kiemen niet in droge omstandigheden zoals in het voorjaar 2017 en met uitputting van het bodemvocht door het raaigras, is de droogte nog sterker dan bij vooraf ingewerkte of afgedode groenbedekkers. Daarenboven mislukten zowel het doodspuiten van het raaigras na het nemen van de snede als de onkruidbestrijding van de maïs, met als gevolg dat het raaigras op enige remming na, kon doorgroeien en voor sterke concurrentie van de maïs zorgde.

2 Kuilmaïs Vollezele: strip-till, niet-kerende bodembewerking, drempels, delta- en vollevels zaai

Thijs Vanden Nest en Greet Ruysschaert (ILVO)

2.1 Doelstelling van de veldproef

Dit proefveld met kuilmaïs werd aangelegd om het effect op bodemerosie van alternatieve bodembewerkingen (strip-till en niet-kerende bodembewerking), alternatieve zaaiwijzen (vollevelszaai, deltazaai) en drempels te onderzoeken en dit in vergelijking met een klassiek systeem van ploegen en zaai op rijen met 75 cm afstand. De proef werd specifiek aangelegd op een perceel waar voor de maïszaai 1 snede Italiaans raaigras diende geoogst te worden. Deze moeilijke situatie werd gekozen omdat ze veelvuldig voorkomt in de praktijk op melk- en vleesveebedrijven en omdat de haalbaarheid van niet-kerende bodembewerking en strip-till sterk in vraag wordt gesteld onder deze omstandigheden. De volgende onderzoeksvragen werden vooropgesteld:

1. Is het haalbaar om kuilmaïs te telen na het nemen van een snede gras onder omstandigheden van niet-kerende bodembewerking of strip-till?
2. Kunnen in geploegde systemen vollevels zaaien, het aanleggen van drempels en deltazaai erosie beperken?
3. Wat betekenen vollevels zaaien, het aanleggen van drempels en deltazaai voor de gewasopbrengst?
4. Wordt bij vollevelszaai best geopteerd voor een rijafstand van 15 cm of 30 cm?

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 Vollezele. Het bedrijf omvat leem en zandleempercelen rondom Vollezele. Het landbouwbedrijf is in hoofdzaak een melkveebedrijf, gecombineerd met pluimvee en akkerbouw. Tot de teelten behoren kuilmaïs, gras, wintertarwe en suikerbiet. Het areaal bevat enkele hoog erosiegevoelige percelen.

Op het bedrijf werd reeds regelmatig geëxperimenteerd met niet-kerende bodembewerking in suikerbieten, wintergranen en kuilmaïs, maar wordt normaal wel de ploeg als hoofdbodembewerking ingezet. Het gros van het areaal kuilmaïs wordt gezaaid na het oogsten van een snede raaigras eind april. Om geen gebruik hoeven te maken van chemische bestrijdingsmiddelen om de zode te vernietigen en het gras voldoende af te doden, wordt standaard geploegd.

2.2.2 Bodemkenmerken en bodemverdichting (31 maart 2017)

Regio: Pajottenland

Bodemtextuur: Leem

Bodemkaart: Bovenaan proefvlak: Aca1 (matig droge leembodem met textuur B horizont)

Onderaan proefvlak: Acp (matig droge leembodem zonder profiel)

Erosieklasse: Perceel: oranje

Proefvlak: rood

Helling proefvlak: 5,5 tot 8,5%

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



Op 31 maart 2017, werden bodemstalen genomen ter bepaling van de chemische bodemvruchtbaarheid, het vochtgehalte van het bodemprofiel en de indringingsweerstand. Het perceel werd daarvoor in 4 gelijke vlakken gedeeld: 2 vlakken bovenaan het perceel (kwadrant I en II) en 2 vlakken onderaan het perceel (kwadrant III en IV). De akkerwendes en buitenkanten van het perceel werden niet mee bemonsterd. 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.

In Tabel 2-1 wordt een overzicht gegeven van de chemische bodemtoestand op 31 maart 2017. Op dit moment was reeds een zware snede italiaans raaigras aanwezig op het perceel. Uit de bepaling van de minerale N-voorraad van de bodem is te zien, dat nog niet alle N die werd bemest in februari-maart werd opgenomen door het raaigras. Tussen het moment van staalname en de aanleg van de proef werd het gras niet meer bemest. Het koolstofgehalte ligt rond de ondergrens van de streefzone, de bodemzuurtegraad ligt net onder de streefzone. Het P-gehalte is verschillend naargelang het kwadrant, maar zit overal ofwel in ofwel boven de streefzone. Het K-gehalte ligt rond de bovengrens van streefzone en het Mg-gehalte ligt overal boven de streefzone. Van beide zijn er dus voldoende aanwezig. De verhouding K/Mg zou best 2 benaderen, maar is hier overal niet veel meer dan 1. Het Ca-gehalte ligt in de streefzone, maar overal aan de ondergrens. Met

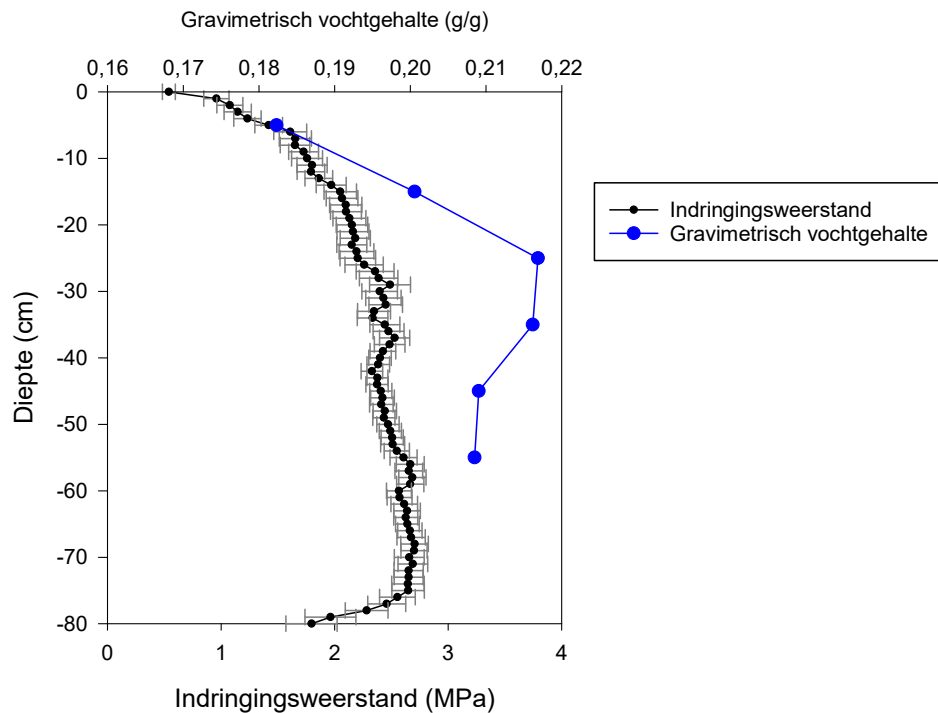
een beperkte bekalking kan de bodemzuurtegraad in de streefzone worden gebracht en tegelijk de voorraad Ca worden aangevuld. Het Na-gehalte is verschillend per kwadrant.

Tabel 2-1: Overzicht van de hoeveelheid minerale N in het bodemprofiel (0-60 cm) en de algemene chemische bodemtoestand voor de bouwvoor (0-30 cm). P, K, Mg, Ca en Na werden gemeten in een ammoniumlactaat-extract. De streefwaarden voor leemgrond werden overgenomen van Maes et al. 2012¹.

Positie	Minerale N-voorraad kg N/ha	C %	pH-KCl	Ntot %	C/N	mg/100g				
						P	K	Mg	Ca	Na
Kwadrant I	32	1,3	6,4	0,12	11	26	20	17	190	<1,9
Kwadrant II	27	1,1	6,1	0,11	10	20	20	17	177	2,3
Kwadrant III	28	1,2	6,3	0,11	11	20	16	16	191	1,9
Kwadrant IV	30	1,1	6,2	0,11	10	17	19	17	191	3,1
Streefzone	-	1,2-1,6	6,7-7,3	-	-	12-18	14-20	9-14	160-350	3,1-6,0

Bij de bepaling van de indringingsweerstand van de 4 verschillende kwadranten werd op 10 plaatsen in ieder vlak, de indringingsweerstand tot 80 cm diep bepaald in kruisverband. Voor deze 4 kwadranten werd ook het gravimetrisch vochtgehalte tot 60 cm diep bepaald (één steek per blok). Gezien het verschil in indringingsweerstand en het vochtgehalte op elke diepte minimaal verschillend was tussen de 4 kwadranten, werden de metingen van alle 4 de kwadranten samengevoegd. In het penetrogram (Figuur 2-1) is te zien dat de indringingsweerstand in de bovenste 10 cm van het profiel snel toeneemt tot 2 MPa. Dieper dan 10 cm neemt de indringingsweerstand nog iets verder toe, maar op geen enkele diepte wordt de 3 MPa overschreden. Er wordt ook geen ploegzool of gecompacteerd laag geobserveerd. Er zijn dus geen tekenen dat de wortelgroei wordt gehinderd. De sterke toename in indringingsweerstand in de bovenste laag van het profiel is mogelijk te wijten aan de graszode in combinatie met droge omstandigheden. De maand maart was relatief droog (zie verder) en het raaigras zal de voorraad bodemvocht zeker sterk hebben uitgeput. Het vochtgehalte neemt scherp toe tot de laag 20-30 cm. Vanaf deze laag en dieper blijft het vochtgehalte constant.

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



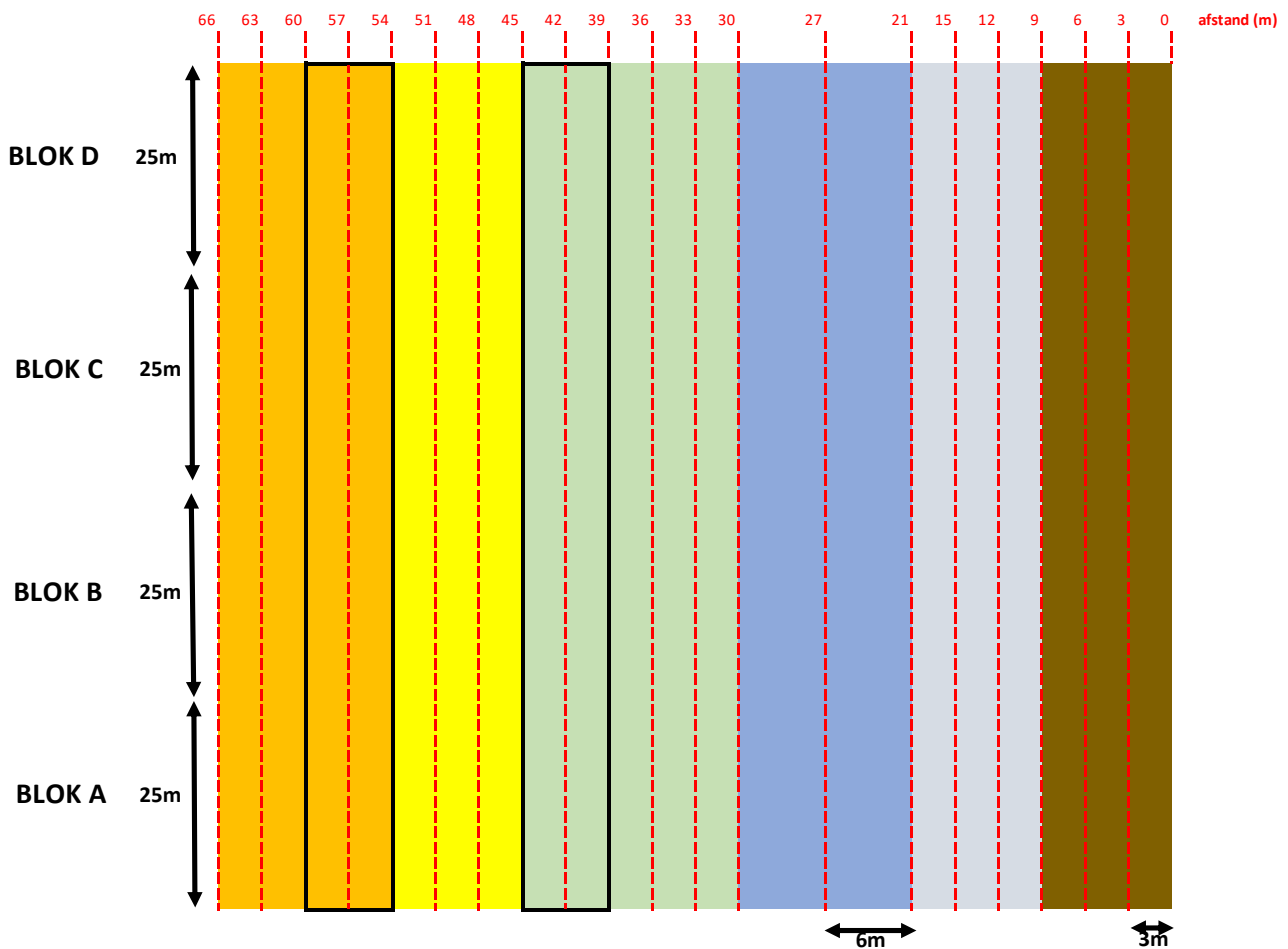
Figuur 2-1: De gemiddelde indringingsweerstand en gravimetrisch vochtgehalte (\pm standaardfout) van de 4 proefveldvlakken samen. De indringingsweerstand werd gemeten met een penetrologger (10 steken in kruisverband per vlak) tot 80 cm diepte. Het gravimetrisch vochtgehalte werd per laag van 10 cm bepaald. De standaardfout op de vochtmetingen is klein en niet zichtbaar op de grafiek ($n=4$).

Op basis van deze metingen kan worden besloten dat de bodemtoestand in goede conditie is en dat de hoofdnutriënten in voldoende mate aanwezig zijn. Doorheen heel het bodemprofiel tot 80 cm diepte, bleef de indringingsweerstand <3 MPa en wordt dus geen beperking op de wortelgroei verwacht.

2.3 Beschrijving veldproef

2.3.1 Opbouw en logboek

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



Legende:

Vol 15: Volleveldszaai 15cm: ploegen + meststoffen vollevelds + rotoereg + vollevelds zaaien
Vol 30: Volleveldszaai 30cm: ploegen + meststoffen vollevelds + rotoereg + vollevelds zaaien
DR: Drempels: ploegen + meststoffen vollevelds + rotoereg + zaaien met rotoereg en drempels
Ref: Referentie zonder rijbemesting: ploegen + rotoereg + meststoffen vollevelds + zaaien met klassieke planter
Ref+RB: Referentie met rijbemesting: ploegen + rotoereg + zaaien met klassieke planter (meststoffen in de rij)
Delta: Deltazaai met Azurit-Lemken: ploegen + rotoereg + meststoffen in de rij + zaaien met Azurit
NKB: niet-kerende bodembewerking: diepgronder + rotoereg + zaaien met klassieke planter (meststoffen in de rij)
S25: Strip-till: strip-till in combinatie met drijfmestinjectie + zaaien met klassieke planter (meststoffen in de rij)

Figuur 2-2: Proefplan van de veldproef kuilmais te Vollezele, 2017. De proef bestaat uit 8 stroken van 6, 9 of 12 m breedte, afhankelijk van de behandeling. Er werden 4 blokken langsheen de helling gedefinieerd voor de verschillende observaties.

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

Tabel 2-2: Chronologisch overzicht van de activiteiten op de veldproef.

Datum	Behandeling	Activiteit
31 maart	Alle	Bodemstaal ter bepaling van de chemische bodemtoestand en indringingsweerstand
18 april	Alle	Italiaans raaigras maaien
21 april	Alle	Snede gras oprapen
26 april	Alle	Zode raaigras doodspuiten (4 l/ha Glyphosaathoudend totaalherbicide)
2 mei	S25	Bodembewerking met strip-tillmachine (Carré INRO, 25 cm diepte, tand voorzien van vleugels, 6 km/h) met injectie van 45 m ³ /ha runderdrijfmest*
	Vol 15, Vol 30, DR, Ref, Ref +RB, Delta en NKB	Vollevelds toedienen van 45 m ³ /ha runderdrijfmest* Onmiddellijk inwerken van de zode en de drijfmest met een schijveneg (2 werkgangen, 5 cm werkdiepte)
	Vol 15, Vol 30, DR, Ref, Ref +RB en Delta	Ploegen (±30 cm)
	NKB	NKB met diepgronder-cultivator met 6 tanden (vergelijkbaar met micheltanden) op 2 balken + kooirol (merk Bipoutre)- 25-30 cm werkdiepte
	Vol 15, Vol 30, DR en Ref	Vollevelds toediening van minerale meststoffen met pneumatische strooier: 200 kg/ha 16-6-23(-2)(-5) (32 kg N/ha, 12 kg P ₂ O ₅ /ha, 46 kg K ₂ O/ha, 4 kg MgO/ha en 10 kg SO ₃ /ha)
	Ref, Ref +RB en NKB	Zaaibedbereiding met rotoleg met pakkerrol (±8 cm)
	Ref, Ref +RB, NKB en S25	Zaaien met klassieke maïsplanter op 75 cm rijafstand (ras: LG31.233, zaaidichtheid: 105 000 zaden/ha, diepte 5-6 cm) + rijbemesting in Ref +RB, NKB en S25 Rijbemesting: 200 kg/ha 16-6-23(-2)(-5) (32 kg N/ha, 12 kg P ₂ O ₅ /ha, 46 kg K ₂ O/ha, 4 kg MgO/ha en 10 kg SO ₃ /ha)
Door regenval in de avond en nacht dienden zaaibedbereiding en zaai van de andere behandelingen uitgesteld te worden		
8 mei	Vol 15, Vol 30, DR en Delta	Zaaibedbereiding met rotoleg met pakkerrol (±8 cm)
	DR	Zaaien met combinatie rotoleg (5-6 cm werkdiepte) + kooirol, klassieke maïsplanter op 75 cm rijafstand en drempelmachine (ras: LG31.233, zaaidichtheid: 105 000 zaden/ha, diepte 5-6 cm)

9 mei	Delta	Zaaien met Lemken Azurit delta-zaaimachine (afstand tussen dubbele rijen: 75 cm, α en β rij 12,5 cm uit elkaar, met rijbemesting afgelegd in het midden tussen de dubbele rij (ras: LG31.233, zaaidichtheid: 105 000 zaden/ha, diepte 5-6 cm) Rijbemesting: 200 kg/ha 16-6-23(-2)(-5) (32 kg N/ha, 12 kg P ₂ O ₅ /ha, 46 kg K ₂ O/ha, 4 kg MgO/ha en 10 kg SO ₃ /ha)
	Vol 15	Zaaien met Horsch pneumatische zaaimachine opgebouwd op een schijveneg op 15 cm rijafstand (ras: Severeen, zaaidichtheid: 105 000 zaden/ha, diepte 5-6 cm)
	Vol 30	Zaaien met Horsch pneumatische zaaimachine opgebouwd op een schijveneg op 30 cm rijafstand (ras: Severeen, zaaidichtheid: 110 000 zaden/ha, diepte 5-6 cm)
2 juni	Alle	Onkruidbestrijding: 0,8 l/ha Frontier elite, 0,75 l/ha Samson 600D, 0,7 l/ha Sudoku en 1 l/ha Laudis
15, 16 en 27 juli		regenvalsimulaties
27 september	Alle	Opbrengstbepaling

*De gebruikte drijfmest is 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 2-3.

Tabel 2-3: Gemiddelde samenstelling van de runderdrijfmest op basis van het putstaal in het vroege voorjaar en de drijfmest die werd aangewend bij aanleg van de proef.

Parameter	Eenheid	Runderdrijfmest Mestkelder winter	Runderdrijfmest drijfmestvat
Droge stof	%/vers	8,2	5,1
Organische koolstof	%/vers	3,7	2,0
N-totaal	kg N/ton vers	4,1	2,7
NH ₄ ⁺ -N	kg N/ton vers	2,7	1,5
Werkzame N	kg N/ton vers	2,5*	1,6*
Fosfor	kg P ₂ O ₅ /ton vers	1,3	1,1
Kalium	kg K ₂ O/ton vers	3,8	3,3
Magnesium	kg MgO/ton vers	0,8	0,7
Calcium	kg CaO/ton vers	1,8	1,3
Natrium	kg Na ₂ O/ton vers	0,6	0,5

*De theoretische N-werking wordt geschat op 60% van de totale N. In de realiteit zal de werking hier hoger zijn, aangezien het minerale N gehalte alleen al hoger is.

Er werd vooraf berekend dat met een combinatie van 45 m³/ha drijfmest en een rijbemesting met kunstmest, voldoende N kon worden bemest. De drijfmest die op de dag zelf werd aangewend, bevatte volgens de analyse (in duplo) echter heel wat minder N (Tabel 2-3). Hierdoor werd dus onderbemest. De proef was reeds volledig aangelegd toen het resultaat van de laatste analyse bekend was.

Een hogere rijbemesting (200 kg/ha) wordt zeker niet aangeraden wegens zoutschade (zie ook verder). Een hogere dosis drijfmest was mogelijk ook niet werkbaar in de strip-tillbehandeling. Een andere optie was het toedienen van N-kunstmest breedwerpig na aanleg van de proef. Gezien de efficiëntie wegens het niet onderwerken en de sterke droogte marginaal zou geweest zijn, werd beslist om geen bijkomende bemesting uit te voeren.

In de behandelingen S25, NKB, Delta en Ref + RB werd de rijbemesting effectief in de rij geplaatst met de zaaimachine. In de behandelingen Vol 15, Vol 30 en DR, waren de zaaimachines niet voorzien om meststoffen in de rij bij te leggen. Daarom werd dezelfde dosis en type meststof breedwerpig gestrooid met een pneumatische strooier net voor zaaibedbereiding. Om een juiste referentie te hebben voor deze bemesting werd een bijkomende behandeling Ref aangelegd die volledig gelijk is aan Ref + RB maar waarbij zoals in de behandelingen Vol 15, Vol 30 en DR geen rijbemesting werd toegediend.

Kuilmaïs heeft een behoefte van 205 kg werkzame N/ha, te verminderen met de N in het bodemprofiel 0-30 cm voor zaaien en de N-mineralisatie uit de groenbedekker¹. Na de bodemstaalname voor minerale N, werd nog een opname verwacht van N door het Italiaans raaigras dat pas 2 weken later werd gemaaid. Hierdoor is het moeilijk om met deze gegevens rekening te houden. Er werd 73 kg werkzame N/ha toegediend via de drijfmest en 32 kg werkzame N/ha onder de vorm van rijbemesting (Tabel 2-4). Door de 1,25 keer hogere efficiëntie van de rijbemesting, mag dit als 40 kg werkzame N/ha worden gerekend². Dit maakt dat er nog nood is aan (205-73-32 =) 100 kg werkzame N/ha. Gezien Italiaans raaigras werd geteeld tijdens de winter, werd na maaien maar een beperkte zode ingewerkt die slechts 5-10 kg N/ha zou naleveren². Dit geeft aan dat er dus een duidelijke onderbemesting was voor N voor de hier geteelde kuilmaïs.

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

Meststof	N-totaal	N werkzaam	P-totaal	K-totaal
	kg N/ha	kg N/ha	kg P ₂ O ₅ /ha	kg K ₂ O/ha
Minerale N-voorraad (0-60 cm) voorjaar ⁽¹⁾	29	29	-	-
Runderdrijfmest ⁽²⁾	122	73	50	149
Rijbemesting 16-6-23(-2)(-5)	32	32	12	46
Totaal bemest.	154	105	62	195
Bemestingsnorm niet-zandgrond P-klasse III		150	70	-
Overschrijding norm		-45	-8	

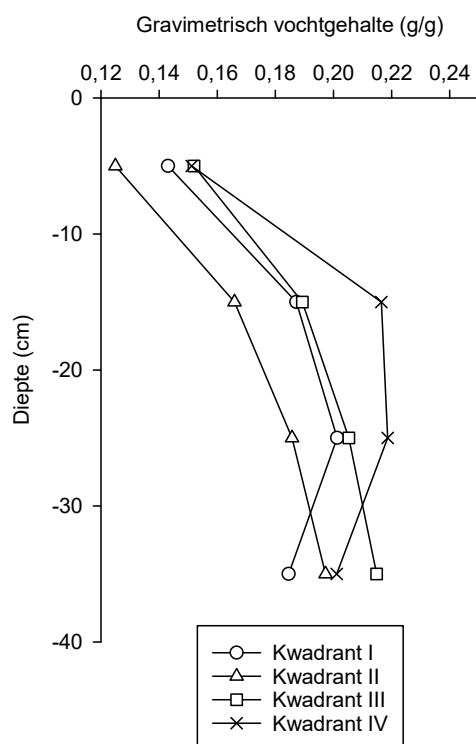
(1) Dit is de hoeveelheid die gemeten werd in het bodemprofiel 0-60cm op 31 maart 2017. Het raaigras zal hier nog een gedeelte van hebben opgenomen in de periode tussen staalname en maaien. ook het inwerken van de zode na maaien, zal zeker nog invloed hebben gehad op het minerale N-gehalte van het profiel. Deze cijfers zijn dus louter illustratief.

(2) Dit is op basis van de runderdrijfmest die werkelijk werd toegediend en NIET op basis van de dosis die werd beoogd.

¹ volgens van Dijk, W. en van Geel, W. (2010). Adviesbasis voor de bemesting van akkerbouw en vollegroondsgroentengewassen. WageningenUR, Praktijkonderzoek Plant en omgeving B.V. (Nederland).

² Volgens Commissie Bemesting Grasland en Voedergewassen (2012). Bemestingsadvies. WageningenUR Livestock Research (Nederland).

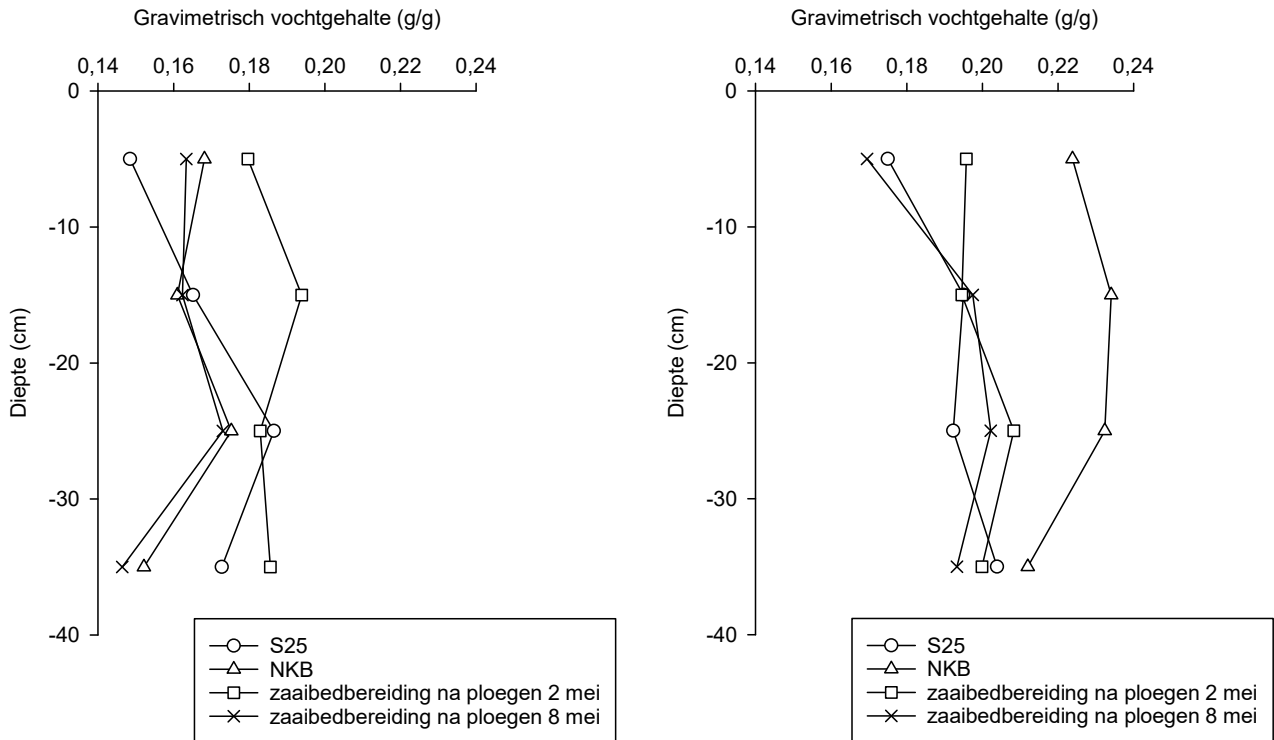
In Figuur 2-3 wordt het gravimetrisch vochtgehalte over het profiel 0-40 cm weergegeven per kwadrant. Dit zijn dezelfde kwadranten als bij de bodemstaalname op 31 maart. Kwadrant I en II, bevinden zich in de bovenste helft van het perceel, kwadranten III en IV in de onderste helft. De stalen werden genomen net voor aanvang van de bodembewerkingen in de graszode. Het is goed te zien dat op alle plaatsen in het proefvlak de bodem sterk droger is in de bovenste 20 cm van het profiel, dan in de diepere lagen. Dit is het gevolg van het droge voorjaar (zie verder) in combinatie met het aanhouden van het italiaans raaigras dat het bodemvocht uitputte. Verder is ook merkbaar dat de 2 kwadranten onderaan het perceel vochtiger zijn over de volledige diepte, dan de kwadranten bovenaan het perceel.



Figuur 2-3: Gravimetrisch vochtgehalte in de bodem op 2 mei net voor aanleg van de proef.

Door regenval op 2 mei 's avonds en de daaropvolgende nacht (+ enkele buien in de dagen nadien), kon de volledige proef niet worden aangelegd op 2 mei. Op 2 mei om 23:00, waren de behandelingen Ref, Ref + RB, NKB en S25 afgewerkt. Alle andere behandelingen waren reeds bemest en geploegd, maar nog niet zaaiklaar gelegd. Op 8 mei werden de behandelingen Vol 15, Vol 30, DR en Delta klaar gelegd met de rotoreg. De zaai gebeurde op 8 en 9 mei. Vlak na de zaai werd een bodemstaal genomen in de behandelingen S25, NKB, Ref + RB en Vol 30 en dit zowel in de bovenste helft van het proefvlak als de onderste helft van het proefvlak (Figuur 2-4). Het staal in Ref + RB is representatief voor alle behandelingen die werden geploegd, klaar gelegd en gezaaid op 2 mei (Ref en ref + RB). Het staal in Vol 30 is representatief voor alle behandelingen die werden geploegd, klaar gelegd en gezaaid op 8-9 mei (Vol 15, Vol 30, DR en Delta). Door de regenbuien in combinatie met de bodembewerkingen, was het vochtgehalte in de bovenste lagen nu meer gelijk aan deze van de diepere lagen dan op 2 mei. Het is duidelijk merkbaar dat over het gehele profiel de bodem vochtiger was in het onderste deel van het proefvlak. Door het droge voorjaar en de droge zomer heeft deze vochtverdeling vermoedelijk een sterke invloed gehad op de gewasgroei, welke aan het eind van het groeiseizoen afhankelijk was van de positie in het veld (zie verder bij de opbrengstbepaling).

In het onderste deel van het perceel valt het op dat het vochtgehalte duidelijk hoger is over het gehele profiel in behandeling NKB.



Figuur 2-4: Gravimetrisch vochtgehalte in de bodem bovenaan het perceel (grafiek links) en onderaan het perceel (grafiek rechts) op 9 mei 2017. Er werd een staal genomen in de behandelingen S15, NKB, Ref + RB en Vol 30. Het staal in Ref +RB is representatief voor alle behandelingen die werden geploegd, klaar gelegd en gezaaid op 2 mei (Ref en ref + RB). Het staal in Vol 30 is representatief voor alle behandelingen die werden geploegd, klaar gelegd en gezaaid op 8-9 mei (Vol 15, Vol 30, DR en Delta).

In Tabel 2-5 wordt een overzicht gegeven van de normale gemiddelde temperatuur (periode 1981-2010) en de normale totale neerslag (1981-2010), en de afwijking die vastgesteld werd in 2017 per maand in de regio Galmaarden. Deze cijfers werden gebaseerd op de maandelijkse verslaggeving van het KMI. Door het droge weer, konden in 2017 de voorjaarswerkzaamheden snel starten en werd de snede raaigras tijdig geoogst (maaidatum 18 april). Doordat het raaigras reeds het bodemvocht uitputte en in de maanden april, mei, juni en juli droger waren dan normaal, werd de gewasgroei vermoedelijk bepaald door de beschikbaarheid van vocht. Dit was duidelijk te merken aan de gewashoogte in de buitenproef (hoger gelegen dan het proefvlak), die een stuk lager was dan normaal (2-2,5 m i.p.v. 2,5-3,0 m). In het proefvlak zelf was visueel goed te zien dat de maïshoogte bovenaan het perceel lager was dan onderaan het perceel in behandelingen S25 en in mindere mate ook in behandeling NKB. In de andere behandelingen was het verschil niet onmiddellijk visueel merkbaar. Door het droge groeiseizoen, was de bloei en afrijping vroeger dan in een gemiddeld jaar.

Tabel 2-5: Overzicht van de gemiddelde maandelijkse temperatuur en neerslag in de periode 1981-2010 in de regio van het proefveld en de maandelijkse afwijking hiervan in 2017 in de maanden van aanleg tot oogst van de veldproef. De range van temperatuur en neerslag van 2017 is gebaseerd op KMI-kaarten en geeft de boven en ondergrens weer van het gebied waarin het proefveld zich bevindt op deze kaarten (bron: KMI).

Maand	Gemiddelde temperatuur		Neerslag	
	Jaar 2017 (°C)	Afwijking (°C) t.o.v. 1981-2010	Jaar 2017 (mm)	Verhouding (%) t.o.v. normaalwaarde 1981-2010
April	9,0-10,0	-1,0	10-15	20-25
Mei	15,0-15,5	1,5	20-30	40-50
Juni	19,0-19,5	3,5	40-50	60-70
Juli	18,5-19,5	0,5	40-60	60-80
Augustus	18,0-18,5	0,5	80-100	100-120
September	14,0-14,5	-0,5	40-60	80-100

2.3.2 Beschrijving van de behandelingen

2.3.2.1 Voorafgaande werkzaamheden

Na het maaien op 18 april en oprapen van het raaigras op 21 april, werd de graszode enkele dagen ongemoeid gelaten om het raaigras de kans te geven opnieuw blad aan te maken en zo meer effect te verkrijgen van de bespuiting met glyfosaat op 26 april. Vervolgens werd nog een week gewacht om het herbicide zijn werk te laten doen. Bij aanvang van de aanleg van de proef op 2 mei 2017, werd duidelijk een effect waargenomen van het herbicide, maar de zode was toch nog niet volledig afgedood op dit moment.



Figuur 2-5: Zicht op het proefvlak op 6 april 2017 (Italiaans raaigras voor maaien (links) en zicht op het bodemoppervlak na oogst van het gras en net na uitspreiden van de runderdrijfmest op 2 mei 2017 (rechts).

Op 2 mei werd de drijfmest uitgereden in de behandelingen Vol 15, Vol 30, DR, Ref, Ref + RB, Delta en NKB met behulp van een drijfmestvat met sleepslangen (Figuur 2-5). De drijfmest werd vrijwel onmiddellijk ingewerkt met een schijveneg. Bij een eerste passage kon de schijveneg enkel de zode losschrapen van de bodem. Omdat de grote stukken graszode mogelijk problemen zou kunnen geven bij verdere

bodembewerking en de runderdrijfmest niet goed werd ondergewerkt, werd de bodem een tweede maal bewerkt met de schijveneg (Figuur 2-6).



Figuur 2-6: Zicht op het inwerken van de drijfmest en de graszode op 2 mei 2017 (boven) en zicht op het bodemoppervlak na 2x bewerken met de schijveneg (onderaan).

Na een tweede passage met de schijveneg, was de zode voldoende verkleind om de verdere bodembewerkingen uit te voeren. In behandeling S25 werd de schijveneg NIET ingezet.

2.3.2.2 S25: Strip-till

Op 2 mei 2017 werd in behandeling S25 de bodem tot 25 cm diep bewerkt met de strip-tillmachine (Carré INRO), gekoppeld aan een drijfmestvat (voorzien van GPS-RTK van John Deere) en met gelijktijdige drijfmestinjectie (op ongeveer 15 cm diepte). Ondanks de zware zode, kon de machine de bewerkte stroken voldoende lostrekken. Net als bij eerdere proeven met strip-till na een ontwikkelde zode werd echter vastgesteld dat op heel wat plaatsen de zode niet uit de bewerkte stroken werd geruimd of dat de bodem soms eerder werd gesneden dan gebroken (zie Figuur 2-7).



Figuur 2-7: Zicht op de strip-tillstroken, vlak na het bewerken van de bodem met de strip-tillmachine en gelijktijdige drijfmestinjectie op 2 mei 2017.

Enkele uren na de bodembewerking werd de maïs gezaaid met een Kuhn maïsplanter. De kouters waren voorzien van loopwielen en ijzeren aandrukwielen, geplaatst in V-stand ten opzichte van elkaar (Figuur 2-8). Er werden minerale meststoffen in de rij afgelegd. De gebruikte tractor was voorzien van een andere GPS-RTK (Trimble) systeem dan de tractor waarmee de strip-tillbewerking werd uitgevoerd. Dit gaf geen problemen. Het zaad werd mooi in de bewerkte strook afgelegd. Op sommige plaatsen waar de bodem eerder 'gesneden' werd met de strip-tillmachine i.p.v. opgewerkt, werd het zaad dan wel goed afgelegd, de ijzeren aandrukwielen waren niet in staat om de omliggende bodem voldoende op het zaad aan te drukken.



Figuur 2-8: Zicht op een zaaielement van de klassieke maïszaaimachine die werd gebruikt in de veldproef.

2.3.2.3 NKB: niet-kerende bodembewerking

Na inwerken van zode en drijfmest werd de bodem in behandeling NKB vrijwel onmiddellijk diep niet-kerend bewerkt met een machine van het type 3M/800/12 (zie Figuur 2-9). Deze machine bestaat uit 2 balken, met elk 3 rijen tanden, gelijkend op micheltanden. De diepte wordt bepaald met een kooirol, die de bodem ook terug aandrukt. De werkbreedte is 3 m. Met deze machine werd tot ongeveer ploegdiepte (mogelijk iets ondieper, 25-30 cm) gewerkt



Figuur 2-9: Zicht op de machine die werd gebruikt voor de diepe niet-kerende bodembewerking (boven) en zicht op het bodemoppervlak na de diepe niet-kerende bodembewerking en zaaibedbereiding met rotoleg + pakkerol.

Na de diepe niet-kerende bodembewerking werd het zaaibed bereid met een rotoleg met pakkerol. De kluiten en stukjes graszode waren voldoende verkleind voor een goede zaai. De zaai werd uitgevoerd met dezelfde machine als in behandeling S25. De zaai verliep goed. Na zaaibedbereiding en zaai was het bodemoppervlak nog steeds sterk bezaaid met grasresten (zie Figuur 2-9).

2.3.2.4 Ref + RB en Ref: Referentie ploegen + rijbemesting en referentie ploegen zonder rijbemesting

Na de voorbereidende werkzaamheden, werd de bodem geploegd (± 30 cm) in behandelingen Ref + RB en Ref. Hierbij viel op, hoe sterk uitgedroogd de bouwvoor reeds was op het moment van ploegen. De grond viel wel mooi open en kon makkelijk zaaiklaar gelegd worden met de rotoleg + pakkerol. Omdat rijbemesting niet bij alle behandelingen mogelijk was, werd zowel een referentiebehandeling aangelegd met (Ref + RB) als zonder rijbemesting (Ref). In behandeling Ref werd dezelfde meststof aan de dezelfde dosis toegediend net voor de zaaibedbereiding. Bij de zaaibedbereiding viel op dat er in blokken B en C van de

behandelingen Ref + RB en Ref, een sterke aanwezigheid was van wortelstokken van kweek. Enkele weken na de zaai, was duidelijk kweek aanwezig tussen de maïsplanten op deze plek. De onkruidbestrijding van 2 juni, was doeltreffend tegen de kweek zodat het gewas geen concurrentie ondervond van de kweek (Figuur 2-10).



Figuur 2-10: Ploegwerkzaamheden in het proefvlak (boven). Boven links is te zien dat de geploegde bodem bijna even droog was als de niet geploegde. Boven rechts toont dat de bodem mooi open viel, maar geeft een vertekend beeld van het vochtgehalte. Deze foto werd genomen net nadat een lichte bui (1 à 2 mm) was gevallen. Aanwezigheid van kweek in behandelingen Ref + RB en Ref (onderaan).

2.3.2.5 DR: Aanleg van drempels in klassieke maïszaai (systeem Marnik Van Mello)

Na het ploegen op 2 mei, viel in de nacht van 2 op 3 mei en de daarop volgende dagen te veel neerslag om verder te kunnen werken in deze behandeling. De zaaibedbereiding werd uitgesteld tot 8 mei (rotoreg + pakkerrrol). De zaai werd eveneens uitgevoerd op 8 mei. Omdat de zaaimachine geen meststoffen kan afleggen, werd eenzelfde dosis meststoffen als bij behandeling Ref pneumatisch vollevelds gestrooid op 2 mei.



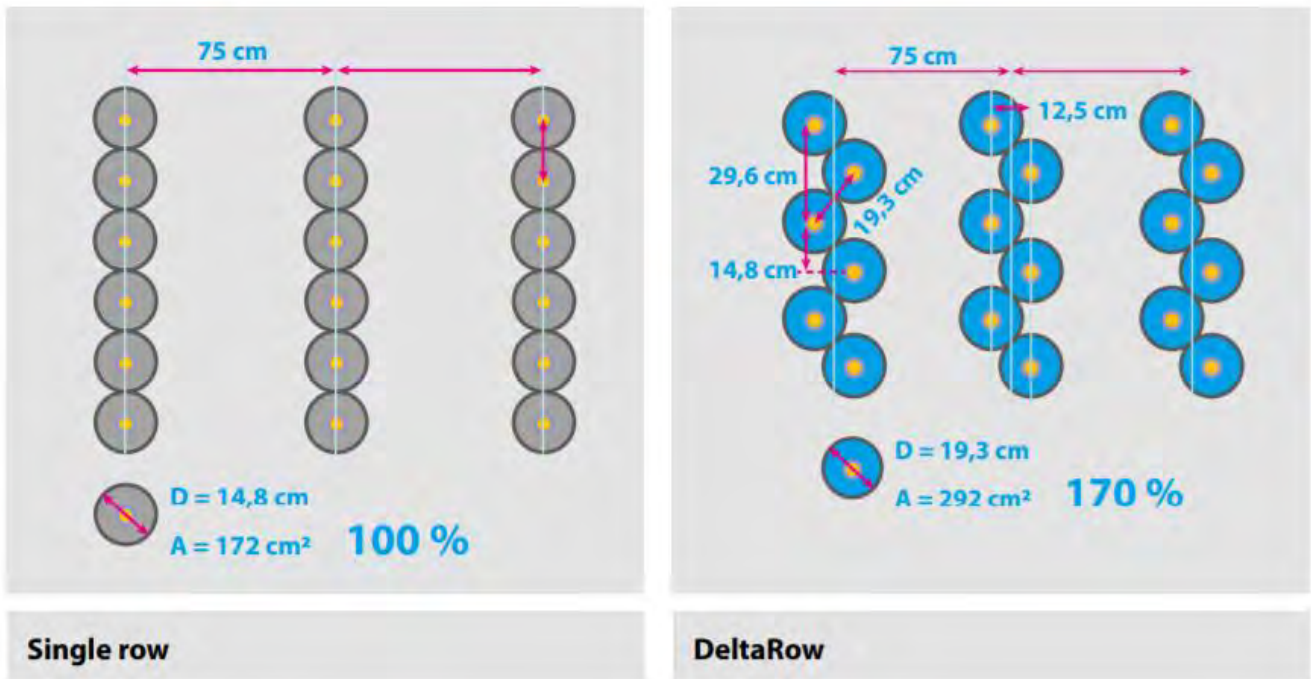
Figuur 2-11: Zicht op de zaaicombinatie met drempelmachine.

De zaaimachine bestaat uit een rotoleg gecombineerd met een 4-rijige klassieke maïszaaimachine. Achteraan de zaaimachine is een frame opgebouwd dat met concentrische wielen over de bodem loopt. Plaatjes trekken de grond aan het bodemoppervlak samen tot het punt waar het frame wordt opgeduwd en waar dus een drempel ontstaat (Figuur 2-11). De drempels liggen tussen de maïsrijen, maar zijn zodanig gevormd dat de drempels hoger zijn dan de rij en dat de rij geen aangedrukt spoor is (geen preferentiële weg voor afstromend water). Bij wijziging van de rijrichting (helling opwaarts of hellingafwaarts), worden de plaatjes hydraulisch gedraaid. Dankzij de combinatie rotoleg en zaaimachine zijn de bandensporen ook beter weggewerkt dan bij een gewone sporenwisser.

2.3.2.6 Delta: Deltazaai (na ploegen) met Lemken Azurit zaaimachine

De voorbereidende werkzaamheden en ploegen gebeurden in behandeling Delta ook op 2 mei. De zaaibedbereiding vond plaats op 8 mei en de zaai op 9 mei. Vermits rijbemesting bij deze machine werd uitgevoerd, werden vooraf geen meststoffen gestrooid.

In Figuur 2-12 wordt het principe getoond van Deltazaai in maïs. Er worden evenveel maïskorrels gezaaid dan bij de klassieke techniek (hier 105 000/ha). In plaats van rijen op 75 cm uit elkaar worden er dubbele rijen gezaaid, waarbij van midden tot midden van de dubbele rij ook een afstand zit van 75 cm. Op deze plek, tussen de ontdebeldde maïsrij, worden de meststoffen afgelegd. De tussenruimte tussen de α en β rij, bedraagt 12,5 cm. Op deze wijze wordt per plant meer ruimte gecreëerd per individuele plant voor licht, water en nutriënten. Omdat de planten geschrinkt moeten staan, wordt gebruik gemaakt van een dubbel zaaielement, dat elektrisch is aangedreven, om een grotere precisie te bekomen.



Figuur 2-12: Schema ter illustratie van het deltazaai principe (bron: Lemken).

De zaaiementen bestaan een kluitenruimer, gevolgd door een aandrukwiël, een schijf waarmee een gleuf wordt gemaakt om het zaad te plaatsen, een rubber aandrukwiël om het zaad aan te drukken en tenslotte 2 schuin gepositioneerde rubber aandrukwielen om het geheel aan te drukken (Figuur 2-13). De zaaimachine is voorzien van een klassieke sporenwisser.



Figuur 2-13: Zicht op de Lemken Azurit Deltarow zaaimachine (boven) en dubbel zaaiement (onder).

Deze behandeling werd opgenomen in de proef, om het effect ervan op de gewasgroei en opbrengst te meten. Het effect op erosie wordt verondersteld beperkt te zijn, aangezien het rijenpatroon niet wordt doorbroken met de dubbele rij.

2.3.2.7 Vol 15 en Vol 30: Volleveldszaai met rijafstand 15 en 30 cm (na ploegen) met Horsch Express TD zaaimachine

De voorbereidende werkzaamheden en ploegen gebeurden in behandeling Vol 15 en Vol 30 op 2 mei. De zaaibedbereiding vond plaats op 8 mei en de zaai op 9 mei. Rijbemesting bij deze machine is niet mogelijk, bovendien heeft bij zulke korte rijafstanden, rijbemesting weinig zin. Dezelfde meststoffen werden aan dezelfde dosis als in behandeling Ref op 2 mei pneumatisch gestrooid en ingewerkt met de zaaibedbereiding op 8 mei.

De Horsch Express TD is een pneumatische zaaimachine opgebouwd op een schijveneg (2 rijen schijven en een rubber rol). De machine legt zaden af in zaailijnen op 15 cm uit elkaar. Iedere zaaipijp is voorzien van schijven en een aandrukwieltje voor een goede plaatsing en aandrukking van het zaad. De diepte van de zaaikouters kan ook aangepast worden. Dit maakt dat bij de volleveldszaai de diepte van zaaien ook naar 5-6 cm kon gebracht worden zoals bij de klassieke zaai (Figuur 2-14).



Figuur 2-14: Zicht op de Horsch zaaimachine (links) en detail van een zaaikouter (rechts).

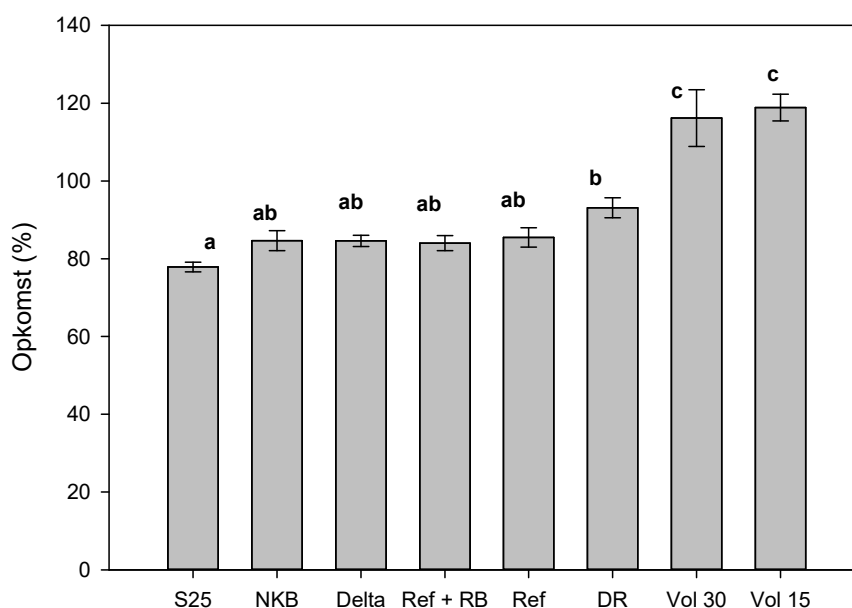
In behandeling Vol 15 werden de zaden verdeeld over alle zaaikouters van de machine, met een rijafstand van 15 cm tot gevolg. In deze situatie is het rijenpatroon in de maïsplanten volledig weg. In behandeling Vol 30, werden de helft van de zaaikouters uitgeschakeld. De zaden worden hier dus verdeeld op rijen 30 cm uit elkaar. In dit geval is zijn nog wel de verschillende rijen zichtbaar in de maïs, maar bij een homogene verdeling van de planten, is het patroon toch grotendeels gebroken. In beide behandelingen werd getracht aan dezelfde dosis te zaaien als alle andere behandelingen (105 000 zaden/ha). Doordat dit geen precisiezaaimachine is, werd ingesteld op basis van een afdraaioproef in 3-voud.

2.4 Teeltverloop

2.4.1 Gewasopkomst

Op 2 juni 2017 werden opkomststellingen verricht in het proefveld. In de behandelingen S25, NKB, Ref, Ref + RB en DR werden 3 rijen maïs per behandeling en per blok geselecteerd, en werd het aantal planten over

een afstand van 5 m geteld. Bij de behandelingen Vol 15 en Vol 30 werd per blok in een vlak van 1,5 m breed X 10 m lang het aantal planten geteld. In de behandeling Delta werden per blok 4 dubbele rijen geselecteerd en het plantenaantal over 5 m geteld. In deze behandeling (Delta) kwam af en toe voor (meer dan in de andere behandelingen) dat 2 of 3 zaadjes bovenop elkaar werden gezaaid. Dit is het gevolg van het opnemen van 2 of 3 zaden tegelijk uit de zaadtank i.p.v. 1 zaadje. Bij de telling van de opkomst werd hier 1 plant geteld i.p.v. 2 of 3. Het aantal zaden dat dubbel of tripel werd gezaaid was in deze behandeling aanzienlijk. Er werden gemiddeld 1,7 ($\pm 0,2$) zaden/m² teveel gezaaid op deze wijze. In Figuur 2-15 worden de resultaten van deze telling weergegeven.



Figuur 2-15: Gemiddelde opkomst (\pm standaardfout). Behandelingen met een verschillende letter zijn significant verschillend van elkaar (Tukey HSD, $p < 0.05$, na log-transformatie van de resultaten).

De opkomst schommelde gemiddeld tussen de 78 en de 93% voor de behandelingen S25, NKB, Delta, Ref, Ref + RB en DR. Enkel de opkomst in S25 was significant lager dan in DR. De slechtere zaaiqualiteit bij de strip-tillbehandeling (zie eerder), leidde dus tot een lager plantenaantal in S25. De hogere opkomst bij DR kan te wijten zijn aan een betere zaai, maar evengoed aan een lichte afwijking van de instelling van de zaaimachine.

De onverwacht hoge plantenaantallen (>100% opkomst) bij behandeling Vol 15 en Vol 30, kunnen enkel verklaard worden door het zaaien van een overmaat aan maïszaden. Dit ondanks de instelling van de machine op basis van een afdraaioproef.

2.4.2 Toestand op 31 mei 2017

Op 31 mei 2017 stond de maïs in 4^e tot 5^e bladstadium. De behandelingen Vol 15, Vol 30, DR en Delta die 8 en 9 mei werden gezaaid, hadden een lichte groeiachterstand ten opzichte van Ref, Ref + RB, NKB en S25 en stonden eerder in 4^e bladstadium. In alle behandelingen was de bodem erg droog en vertraagde de groei

door de droogte. Er was weinig onderscheid in de stand van de maïs tussen de behandelingen op dit moment (Figuur 2-16). In behandeling S25 was er op 31 mei een ernstige hergroei van het raaigras tussen de bewerkte stroken. De glyfosaatbehandeling heeft het gras enkel geremd en alleen in de met de strip-tillmachine bewerkte stroken was het gras effectief afgedood. Tussen de bewerkte stroken begon het gras opnieuw te groeien vanaf de 2^e helft mei. Op enkele dagen tijd ontwikkelde het gras zich sterk. Met de onkruidbehandeling van 2 juni kon het gras wel volledig worden afgedood.



Vol 30



DR



Ref



Delta



NKB



S25

Figuur 2-16: Overzicht over de maïs in 4^e-5^e bladstadium (31 mei). De behandeling staat vermeld onder de foto.

In de maanden juni en juli was visueel zichtbaar dat gewasgroei werd geremd door de droogte. Dit was vooral merkbaar in de behandelingen S25 en NKB. In beide behandelingen waren de maïsplanten kleiner dan normaal. Dit was vooral zo in blok A en B (bovenaan de helling, drogere bodem) en in veel mindere mate in blokken C en D (onderaan de helling, vochtigere bodem). Dit is een gevolg van de beschikbaarheid van vocht.

De foto in Figuur 2-16 van behandeling Vol 30 geeft een wat vertekend beeld van de verdeling van de maïsplanten. Daarom wordt in Figuur 2-17 nog een beeld gegeven van de maïs in behandelingen Vol 30 en DR op 15 juni 2017.



Figuur 2-17: Overzicht over de maïs op 15 juni. De behandeling staat vermeld onder de foto.

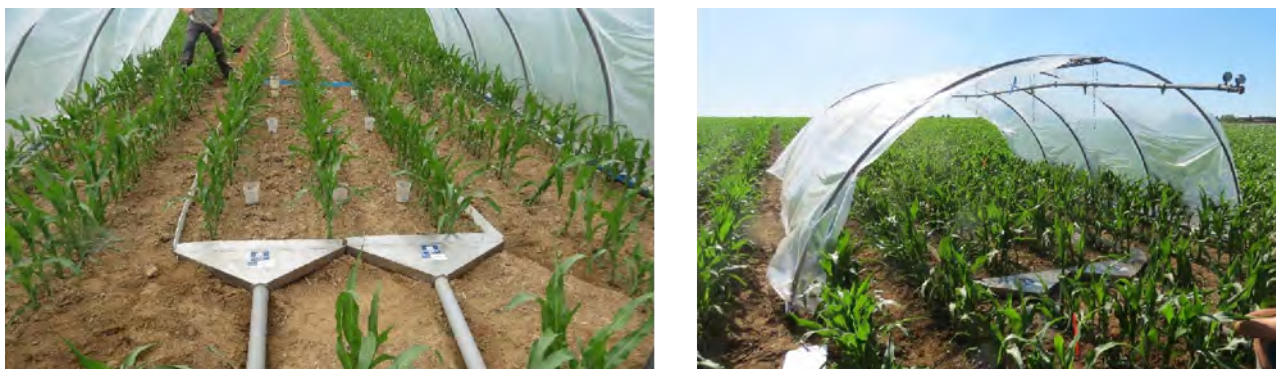
2.5 Erosie

2.5.1 Regenvalsimulatie 15-16 juni 2017

Om het effect van de behandelingen op run-off en erosie objectief te testen, werden op 15 en 16 juni 2017 erosiesimulaties uitgevoerd met de regenvalsimulator van UGent (Vermang, 2012¹; Figuur 2-18). Er werd in de behandelingen NKB, S25, Ref, Delta, DR en Vol 30, telkens 1 regenvalsimulatie uitgevoerd. Bij elke regenvalsimulatie werd een erosieveldje afgebakend van 2 m breed op 5 m lang. De veldjes werden steeds zo gepositioneerd dat ze 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 middelste rij maïs. De positie van de erosieveldjes werden ook zo gekozen dat tussen de maïsrij links en die in het midden geen bandenspoor aanwezig was en dat tussen de maïsrij in het midden en deze rechts een tractorband had gelopen van de tractor met de zaaimachine. Alle regenvalsimulaties werden uitgevoerd in Blok A op stukken met een homogene helling (6 tot 8%). Tijdens de erosiesimulaties werd gedurende 30 minuten beregend aan een gemiddelde intensiteit van 90 l/m².h. Deze beregening gebeurde met regenwater (leidingwater of putwater bevat dikwijls teveel kalk die het bodemoppervlak stabiliseert). Tijdens het beregenen werd de run-off per tijdseenheid opgetekend. Door telkens ook een staal te nemen voor sedimentconcentratie, kon ook de cumulatieve hoeveelheid erosie worden bepaald. Zowel run-off als cumulatieve erosie werden uitgezet tegen

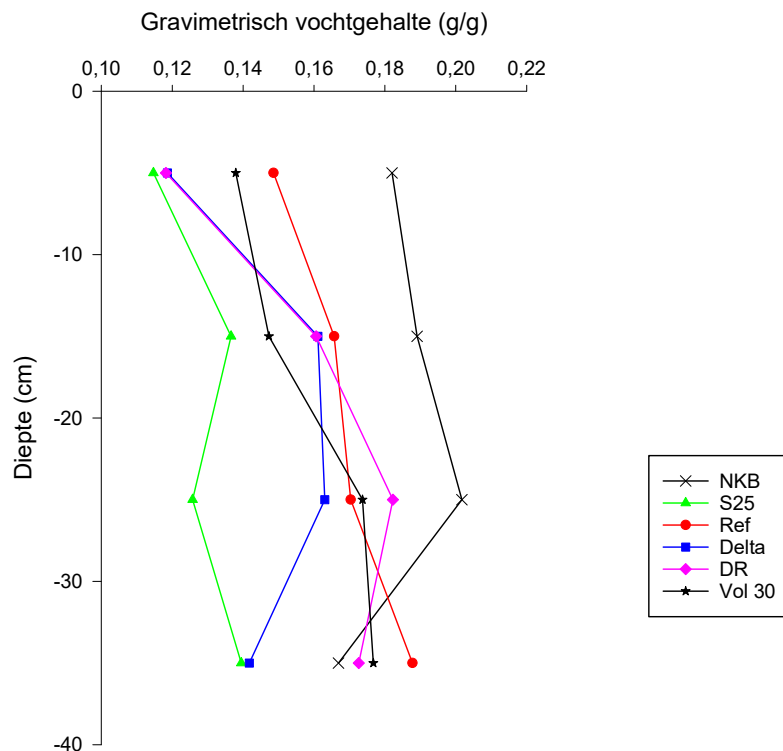
¹ Vermang, J. (2012). Erosion processes and physical quality of loamy soils as affected by reduced tillage. Ghent University. Faculty of Bioscience Engineering, Ghent, Belgium.

hoeveelheid neerslag (zie verder), omdat op deze wijze rekening wordt gehouden met de lichte schommelingen in neerslagintensiteit tussen de simulaties onderling.



Figuur 2-18: Zicht op de erosiesimulator van de UGent.

Voor aanvang van iedere simulatie werd een bodemvochtstaal genomen ter bepaling van het vochtgehalte in het profiel 0-40 cm (1 steek met een gutsboor). Ter bepaling van het vochtgehalte en bulkdensiteit van het bodemoppervlak (0-5 cm), werden per behandeling 3 Kopeckringen genomen in de ruimte tussen twee maïsrijen waar geen tractorspoor aanwezig was. In Figuur 2-19 en Tabel 2-6 worden de resultaten van de metingen weergegeven. In het dieptestaal is te zien dat het vochtgehalte het hoogste is over de volledige diepte in NKB en het laagste in S25. Bij beide behandelingen is het vochtgehalte bovenaan en onderaan het profiel ongeveer gelijk verdeeld. Bij de andere, geploegde behandelingen is de bodem bovenaan het profiel droger dan in NKB en neemt het vochtgehalte met de diepte toe (Figuur 2-19).



Figuur 2-19: Gravimetrisch vochtgehalte in het bodemprofiel 0-40 cm van de behandelingen waar een regenvalsimulatie werd uitgevoerd op 15 en 16 juni 2017.

Het bodemoppervlak (0-5 cm) was in alle behandeling erg droog (Tabel 2-6). Dit was nog extremer in behandelingen Delta en Ref. De hoogste bulkdensiteit werd gemeten in (de niet bewerkte stroken van) S25. Ook behandeling Vol 30 had een iets hogere bulkdensiteit. Mogelijk was dit het gevolg van de zware rubberen rol die de bodem aandrukt bij zaaien en de werkdiepte van de zaaimachine bepaalt.

Tabel 2-6: Overzicht van het gemiddelde gravimetrisch en volumetrisch vochtgehalte en de bulkdensiteit (\pm standaardfout) van de toplaag (0-5 cm) van het bodemprofiel, vlak voor aanvang van de regenvalsimulaties (n=3).

	Gravimetrisch vochtgehalte (g/g)	Volumetrisch vochtgehalte (g/cm ³)	Bulkdensiteit (kg/dm ³)
NKB	0,10 \pm 0,01	0,10 \pm 0,01	1,09 \pm 0,02
S25	0,11 \pm 0,03	0,15 \pm 0,04	1,35 \pm 0,03
Ref	0,07 \pm <0,01	0,07 \pm <0,01	1,10 \pm 0,03
Delta	0,07 \pm <0,01	0,08 \pm <0,01	1,18 \pm 0,03
DR	0,12 \pm 0,01	0,14 \pm 0,01	1,17 \pm 0,04
Vol 30	0,11 \pm 0,01	0,14 \pm 0,01	1,26 \pm 0,03

Opmerking:

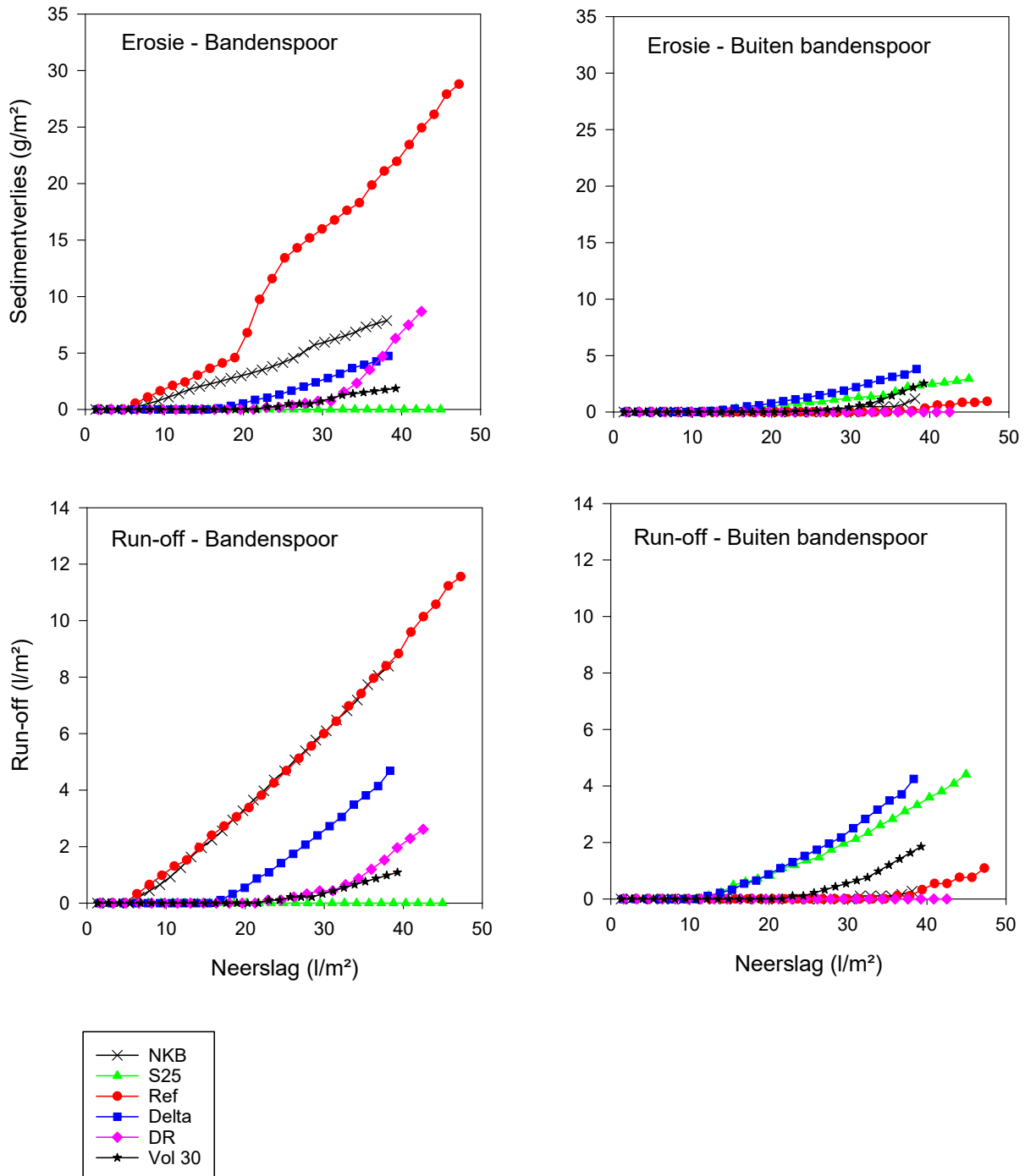
Run-off en erosie concentreren zich in de eerste plaats in de bandensporen omwille van de verdichting en meestal lagere ligging dan het omgevende bodemoppervlak. Gezien voor deze veldproef werd gebruik gemaakt van zaaimachines die 3 of 6 m breed konden zaaien, is het aantal oppervlaktebandensporen ongelijk voor de verschillende behandelingen. Door het gebruik van verschillende zaaimachines, zag het

bandenspoor er niet gelijk uit tussen de verschillende behandelingen. Bij de behandelingen S25, NKB en Ref was er geen sporenwisser gemonteerd op de zaaimachine. Bij behandeling Delta was wel een sporenwisser aanwezig, maar was het bandenspoor niet volledig weggewerkt en in de behandelingen DR en Vol 30 werd het bandenspoor weggewerkt met respectievelijk de rotoreg en schijveneg die gecombineerd werd met de zaaimachine. Om hier op een correcte wijze mee rekening te houden, wordt de run-off en erosie in en buiten het bandenspoor (positie waar tractorband gereden heeft bij de zaai) gescheiden gerapporteerd van de run-off en erosie die werd gemeten van het bodemoppervlak waar geen bandenspoor aanwezig was.

In Figuur 2-20 worden run-off en sedimentverlies van de regenvalsimulaties weergegeven. Volgende vaststellingen kunnen gedaan worden op basis van deze resultaten:

- In het bandenspoor vallen run-off voor Ref en NKB samen, maar is het sedimentverlies hoger voor Ref. Door niet-kerende bodembewerking wordt dus niet meer afstromend water opgehouden, maar worden de bodemdeeltjes wel beter ter plaatse gehouden.
- In het bandenspoor is de run-off en erosie in Delta een stuk kleiner dan bij NKB en Ref, maar gezien run-off en sedimentverlies wel het hoogste waren in behandeling Delta buiten de bandensporen kunnen we aannemen dat dit niet gerelateerd is aan de zaaiwijze. Het lagere sedimentverlies en run-off in het bandenspoor in vergelijking met NKB en Ref zijn het gevolg van het inzetten van de sporenwisser. Tijdens de regenvalsimulaties was ook goed te zien dat water zich concentreerde in steeds ofwel de α - ofwel de β -maïsrij van de dubbele rij. Op basis van deze resultaten wordt dus geen positief effect verwacht van de Deltazaai op erosie.
- Het is opmerkelijk dat in het bandenspoor bij behandeling S25 geen sediment en geen run-off werd vastgesteld, maar wel in het deel van het erosieveldje waar geen bandenspoor aanwezig was. Op het moment van de aanleg van de proef, gaf de zode en droge bodem veel draagkracht voor het drijfmestvast en de tractor bij zaaien. Er werd geen insporing vastgesteld. Mogelijk was de bodem in het erosieveldje buiten het bandenspoor bij een eerdere bodembewerking of berijding (bv. spoor bij bemesting gras) voor aanleg van de proef aangereiden, waardoor de bodem meer gecompacteerd was en water slecht kon indringen.
- Buiten het bandenspoor werd in behandeling DR geen run-off en erosie vastgesteld. Het water drong tijdens de regenvalsimulatie ook mooi in de bodem. Op de positie waar de banden gereden hadden werd het afstromende water achter de drempels gebufferd, maar drong dit veel minder in de bodem. Het water van de maïsrijen kon van de rij naar de drempel stromen. Na een neerslag van ongeveer 25 l/m² stroomden de drempels in het bandenspoor over en nam het sedimentverlies exponentieel toe.
- Bij volleldszaai in Vol 30 was er geen onderscheid in het run-offverloop en sedimentverlies tussen de posities in en buiten het bandenspoor. Het afstromende water en de erosie werden opgehouden tot een hoeveelheid van ongeveer 20 l/m². Tijdens de metingen viel op dat het water zich verzamelde in de rijen. Bij de zaai werd gebruik gemaakt van aandrukwieltjes om het zaad aan te drukken (zie eerder). Hoewel slechts de zaakouters op 30 cm uit elkaar zaden positioneerden, werkten de tussenin liggende zaakouters ook en drukten de wieltjes ook daar aan. Het regenwater verzamelde

in eerste instanties in de rijen waar effectief maïs werd gezaaid, maar vrijwel direct daarna ook in de rijen waar geen maïsplanten werden gezaaid. Deze erg beperkte aandrukking, vormden dus toch nog een preferentiële weg voor het afstromende water.



Figuur 2-20: Verloop van de run-off en sedimentverliezen in functie van de neerslag gesimuleerd op 15 en 16 juni 2017. Er werd onderscheid gemaakt tussen run-off en erosie in een bandenspoor van de zaaimachine en run-off en erosie waar geen bandenspoor heeft gelopen.

In Figuur 2-21 wordt van iedere behandeling een beeld gegeven op de regenvalsimulatie. In behandelingen NKB en ref is duidelijk te zien dat water zich concentreert in het bandenspoor en daar preferentieel afstroomt. Bij NKB is bodemoppervlak echter bedekt met resten gras en dat is waarschijnlijk de reden, waarom minder sedimentverlies is bij NKB dan bij Ref. Bij S25 is nog duidelijk levend graszode aanwezig (onvoldoende afgedood) en dringt het water maar moeilijk in de bodem. De concentratie van water in een van de 2 rijen in deltazaai is goed zichtbaar. Bij DR wordt er een zicht gegeven op de drempels in het bandenspoor. Er is te zien dat het water wordt gebufferd, maar moeilijk in de bodem dringt. In Vol 30 stroomt het water duidelijk af in de rijen die werden aangedrukt met de wieltjes op de zaaikouters.



NKB



S25



Delta



Ref



DR

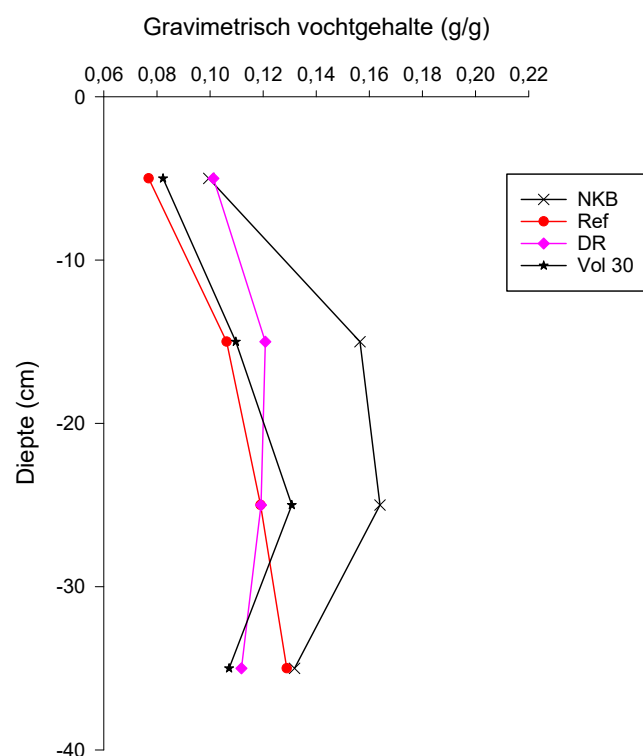


Vol 30

Figuur 2-21: Overzicht van de verschillende behandelingen tijdens de regenvalsimulaties (15 en 16 juni 2017). De behandeling staat vermeld onder de foto.

2.5.2 Regenvalsimulatie 27 juni 2017

Op 27 juni 2017 werd een regenvalsimulatie herhaald in de behandelingen NKB, Ref, DR en Vol 30, volgens dezelfde principes als op 15 en 16 juni 2017. De maïsplanten waren sterk gegroeid, maar omdat de simulatie nog mogelijk was zonder de planten af te knippen en de positie van de plant belangrijk was voor behandeling Vol 30, werd beslist om de maïsplanten toch te laten staan. Er werd gesimuleerd aan een regenintensiteit van 94 l/m².h, gedurende 20 minuten. Opnieuw werden er vooraf stalen genomen ter bepaling van het vochtgehalte in het profiel 0-40 cm (Figuur 2-22) en het vochtgehalte en bulkdensiteit van het bodemoppervlak 0-5 cm (Tabel 2-7).



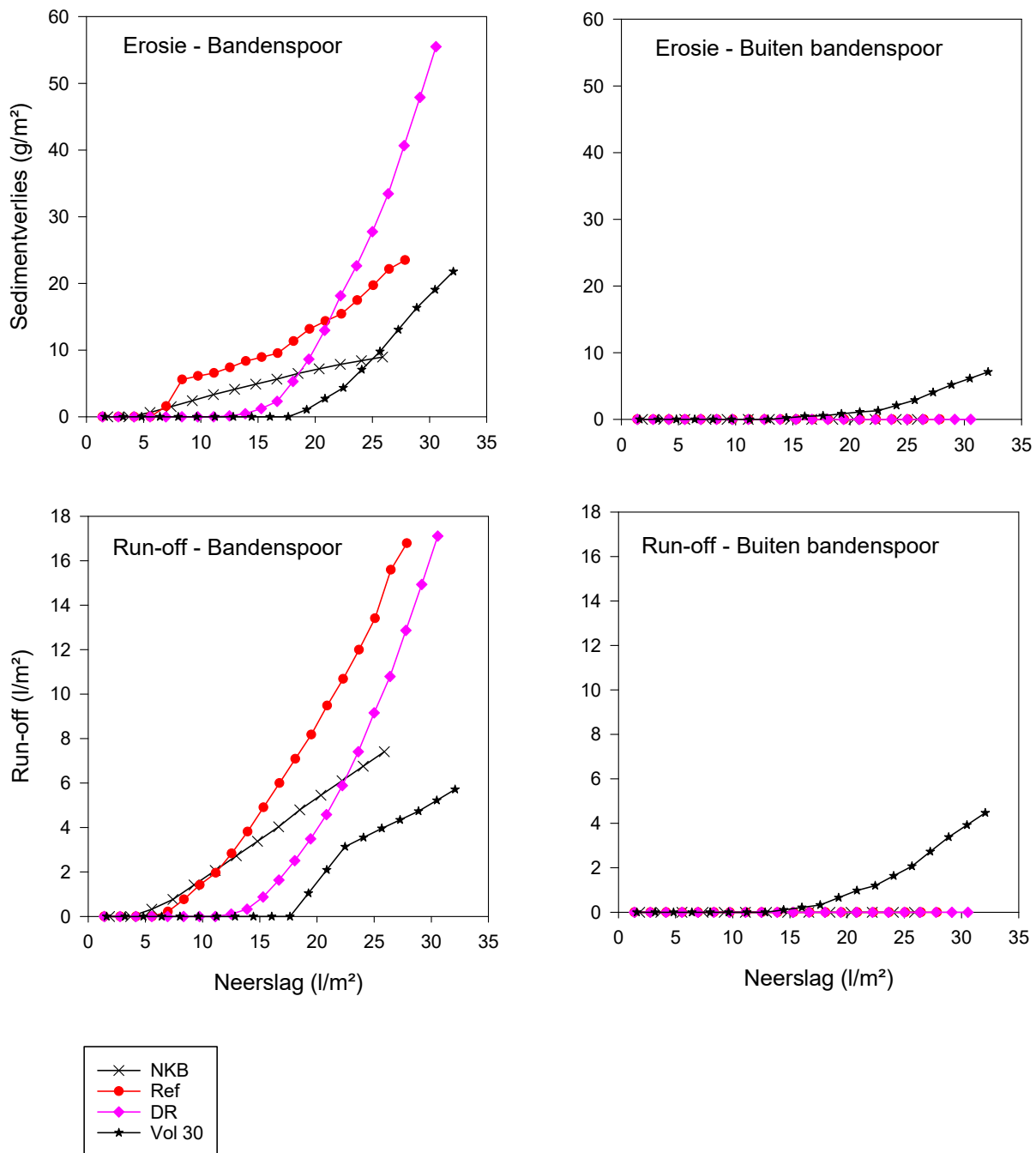
Figuur 2-22: Gravimetrisch vochtgehalte in het bodemprofiel 0-40 cm van de behandelingen waar een regenvalsimulatie werd uitgevoerd op 27 juni 2017.

De bodem was duidelijk nog een stuk verder uitgedroogd voor alle behandelingen. Aan het bodemoppervlak was geen verschil meer merkbaar tussen de behandelingen. Enkel in de laag 10-30 cm kon nog vastgesteld worden dat het vochtgehalte hoger was voor NKB, dan voor de andere behandelingen. De bulkdensiteit lag voor NKB een stukje lager aan het bodemoppervlak dan voor de andere behandelingen (Figuur 2-22 en Tabel 2-7).

Tabel 2-7: Overzicht van het gemiddelde gravimetrisch en volumetrisch vochtgehalte en de bulkdensiteit (\pm standaardfout) van de toplaag (0-5 cm) van het bodemprofiel, vlak voor aanvang van de regenvalsimulaties (n=3).

	Gravimetrisch vochtgehalte (g/g)	Volumetrisch vochtgehalte (g/cm ³)	Bulkdensiteit (kg/dm ³)
NKB	0,04 \pm <0,01	0,04 \pm <0,01	0,99 \pm 0,08
Ref	0,06 \pm 0,01	0,07 \pm 0,02	1,20 \pm 0,01
DR	0,06 \pm <0,01	0,07 \pm <0,01	1,16 \pm 0,05
Vol 30	0,05 \pm 0,01	0,06 \pm 0,01	1,17 \pm 0,03

In Figuur 2-23 wordt een overzicht gegeven van de resultaten van de regenvalsimulaties. Deze simulaties bevestigen de resultaten van de eerste simulaties. In de bandensporen is erosie lager voor niet-kerende bodembewerking (NKB) dan voor ploegen (Ref) bij klassieke zaai. Er werd buiten de bandensporen geen run-off en erosie vastgesteld in Ref en NKB. Dankzij het aanleggen van drempels in klassieke zaai (DR) kan afstromend water gebufferd worden, maar eenmaal de capaciteit van de drempels overschreden is, neemt de run-off en erosie exponentieel toe en wordt deze zelfs groter dan bij de referentie. De capaciteit is hier lager dan bij de eerste simulatie en bedraagt ongeveer 15 l/m². Buiten de bandensporen werd geen run-off en erosie vastgesteld voor behandeling DR. Volleveldszaai (Vol 30) vertoont een gelijkaardig verloop als bij de eerste simulaties. De buffercapaciteit is net als bij behandeling DR ongeveer 15 l/m². Bij Vol 30 is er echter wel run-off buiten het bandenspoor en deze is niet verschillend van deze in het bandenspoor. Het sedimentverlies is wel iets lager buiten het bandenspoor dan in het bandenspoor.



Figuur 2-23: verloop van de run-off en sedimentverliezen in functie van de neerslag gesimuleerd op 27 juni 2017. Er werd onderscheid gemaakt tussen run-off en erosie in een bandenspoor en run-off en erosie waar geen bandenspoor aanwezig is.

Op basis van de erosiesimulaties kunnen we besluiten dat:

- Niet-kerende bodembewerking niet noodzakelijk leidt tot minder run-off, maar wel tot minder erosie
- Sporenwissers zeer belangrijk zijn
- Er geen eenduidig besluit is voor het effect van strip-till (mogelijk door voorgaande niet-geregistreerde berijding)

- Dremfels een zeer effectieve maatregel zijn tegen erosie, met de kanttekening dat de dremfels ter hoogte van de bandensporen beperkt zijn in buffercapaciteit en dat bij overschrijding van deze buffer de sedimentverliezen nog hoger kunnen zijn dan bij het niet leggen van dremfels. Dit komt overeen met eerdere vaststellingen met dremfels in ruggenteelten.
- Volleveldszaai vertoont een gelijkaardige patroon als zaai met dremfels. Er is een bepaalde buffercapaciteit, maar als deze overschreden wordt, neemt het sedimentverlies sterk toe. Er is hier geen onderscheid tussen in en buiten het bandenspoor.

2.6 Opbrengstbepaling

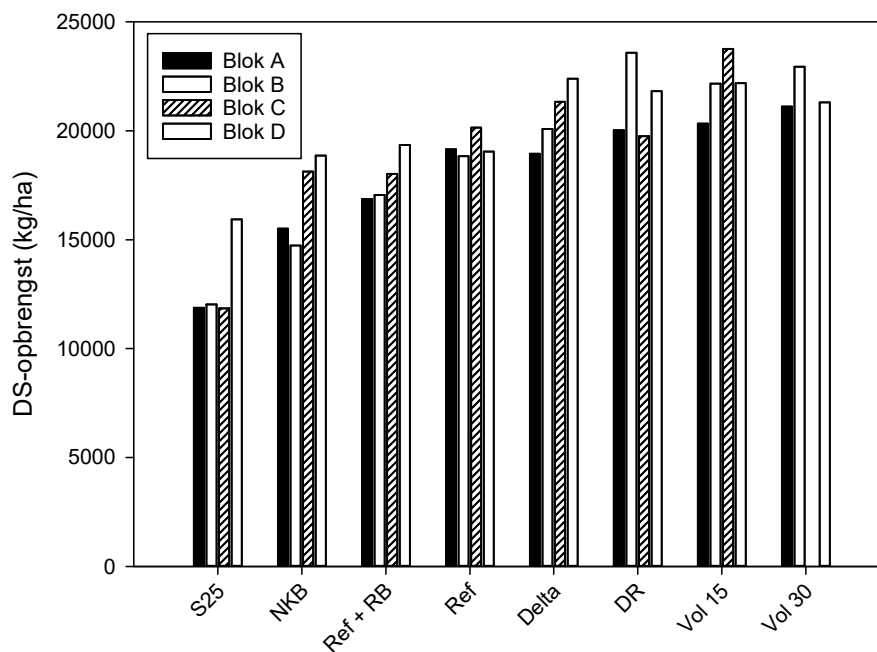
Op 27 september 2017 werd de opbrengst bepaald van de veldproef. Hiertoe werden de vlakken die werden geteld voor de opkomstbepaling (zie eerder), handmatig gekapt. Voor Vol 15, Vol 30 en Delta gaat dit om 15 m² per blok, voor alle andere behandelingen om 11,25 m² per blok. De totale biomassa werd gewogen en een substaal van 4 planten per behandeling en per blok werd gehakseld voor bepaling van het droge stofgehalte. Het DS-gehalte werd bepaald door het substaal gehakselde maïs 72 uur te drogen in een droogstoof bij 70°C.

Bij opzet van de proef werd uitgegaan van 2 referenties, zodat behandelingen met rijbemesting werden vergeleken met een referentie met rijbemesting en dat behandelingen zonder rijbemesting werden vergeleken met een referentie zonder rijbemesting. De resultaten waren enigszins onverwacht en een statistische verwerking van alle behandelingen samen leek meer aangewezen. De resultaten van de droge stof-opbrengst van **alle** behandelingen werden statistisch verwerkt in een factoriële ANOVA met hoofdfactoren "behandeling", "blok" en de interactieterm. Aan de voorwaarden van normaliteit en homoscedasticiteit werd voldaan. De interactieterm was niet significant, maar de blokfactor wel. Het significant effect van de blokfactor was vrijwel zeker het effect van de droogte. Hoe meer hellingafwaarts, hoe hoger de gemiddelde droge stofopbrengst: blok A (18,0 ton/ha) < blok B (18,9 ton/ha) < blok C (19,0 ton/ha) < blok D (20,0 ton/ha). In Tabel 2-8 worden de opbrengstresultaten van de veldproef weergegeven.

Tabel 2-8: Overzicht van de gemiddelde gewasopbrengst (\pm standaardfout; $n=4$) per behandeling op 27 september 2017. De behandelingen die significant verschillend zijn van elkaar (Tukey HSD, $p<0.05$) zijn aangeduid met een verschillende letter.

Bodembewerking	meststof	Drogestof- gehalte %	Drogestof-opbrengst kg DS/ha	Relatieve opbrengst t.o.v. Referentie %
S25	rijbemesting	36,8 ($\pm 0,6$)	12 925 a ($\pm 1 004$)	73
NKB	rijbemesting	37,7 ($\pm 1,1$)	16 812 b (± 998)	94
Delta	rijbemesting	36,8 ($\pm 0,7$)	20 690 cd (± 747)	116
Ref + RB	rijbemesting	38,6 ($\pm 0,6$)	17 827 bc (± 567)	Referentie rijbemesting
DR	vollevelds	36,1 ($\pm 0,7$)	21 297 cd (± 891)	110
Vol 30	vollevelds	37,1 ($\pm 1,6$)	21 788 cd (± 579)	113
Vol 15	vollevelds	36,3 ($\pm 0,8$)	22 112 d (± 702)	116
Ref	vollevelds	39,3 ($\pm 1,1$)	19 298 bcd (± 292)	Referentie volleveldsbemesting

Om rekening te kunnen houden met de blokfactor en de resultaten van de veldproef beter te kunnen interpreteren, wordt in Figuur 2-24 de droge stofopbrengst per behandeling en per blok weergegeven.



Figuur 2-24: Droge stofopbrengst van de kuilmaïs per behandeling en per blok op 27 september 2017.

Hoewel Ref en Ref + RB niet significant verschillend zijn van elkaar, is het erg opmerkelijk dat de rijbemesting tot een lagere opbrengst leidde (Tabel 2-8), zeker omdat de beoogde bemesting niet werd gehaald (zie eerder) en dat een hogere efficiëntie wordt verwacht van rijbemesting ten opzichte van volleveldsbemesting met minerale meststoffen. Gezien de sterke droogte, wordt er van uit gegaan dat de minerale meststoffen in de rij hebben geleid tot extra stress onder de vorm van fysiologische droogte en er dus sprake is van zoutschade. Bij het graven van een ondiepe kuil in de maïsrijen op 16 juni werden nog steeds meststofkorrels teruggevonden, wat er op wijst dat er te weinig vocht aanwezig was om de korrels te laten oplossen. Ook het verschil in droge stofopbrengst tussen beide behandelingen per blok, staft deze hypothese (Figuur 2-24). Onderaan het perceel in blok D waar de bodem vochtiger was (zie eerder), was de droge stofopbrengst in Ref + RB 305 kg hoger per hectare dan in Ref. In de drogere blokken A, B en C werd gemiddeld meer dan 2 ton droge stof/ha gewaserving vastgesteld door rijbemesting. Hoewel dit zeker ook een negatief effect zal gehad hebben bij behandelingen NKB en S25, is de opbrengst in deze behandelingen lager dan in Ref + RB en zijn ze dus aan meer te wijten dan de rijbemesting alleen. In de situatie van deze veldproef leidde ploegen dus duidelijk tot een beter resultaat dan niet-kerende bodembewerking en strip-till. De minderopbrengst bij NKB ten opzichte van Ref + RB, was vooral het gevolg van de duidelijk lagere opbrengst in de blokken A en B. In blokken C en D was er weinig verschil tussen NKB en Ref + RB. Deze vaststelling is opmerkelijk, want in blok A, waar de regenvalsimulaties plaatsvonden werd bij een dieptestaal half juni en eind juni (periode van extreemste droogte in 2017) vastgesteld dat het bodemvochtgehalte van het profiel hoger was in behandeling NKB, dan in alle andere behandelingen. In behandeling NKB was dus meer water ter beschikking van het gewas.

De Deltazaai (Delta) leidde tot een hogere opbrengst dan de klassieke zaai met rijbemesting (Ref + RB) (Tabel 2-8). Hoewel het verschil niet significant is, kan in Figuur 2-24 duidelijk geobserveerd worden dat de opbrengst per blok hoger was in behandeling Delta, dan in behandeling Ref + RB. Dit is dus geen toevallig effect. De deltazaai lijkt dus effectief tot een meeropbrengst te leiden. Gezien de rijbemesting bij de klassieke zaai op 5 cm en in de deltazaai in het midden tussen de 2 rijen op 6,25 cm naast de zaden wordt afgelegd, nemen we aan dat de invloed van eventuele zoutschade even groot was in behandeling Delta, dan in behandeling Ref + RB. En dat Ref + RB wel degelijk als referentie mag gebruikt worden. Deltazaai haalt ook in 3 van de 4 blokken (B, C en D) een meeropbrengst ten opzichte van de Referentie met volleveldsbemesting (Ref) (Figuur 2-24).

Met de volleveldszaai werden de hoogste opbrengsten gehaald, hoewel ze niet significant verschillend waren van de referentie zonder rijbemesting (Ref) (Tabel 2-8). Bij beide behandelingen met volleveldszaai, werden grotere hoeveelheden zaden gezaaid dan beoogd (zie eerder). Hoewel maïs een groot compensatievermogen heeft –zo waren in behandelingen Vol 15 en Vol 30 de kolven visueel duidelijk kleiner- kunnen we niet uitsluiten dat dit een effect had op de gewasopbrengst. Het opbrengstverschil tussen beide types volleveldszaai is te klein om te opteren voor 15 of 30 cm rijafstand.

Gezien het droge voorjaar en zomer, kon geen voordeel gedaan worden met de drempels om afstromend water op te houden. Er waren immers nooit intensieve buien. Toch haalt behandeling DR een duidelijk hogere opbrengst dan in behandeling Ref. De gemiddelde gewasopbrengst wordt voornamelijk naar boven getrokken door de opbrengst in blok B (Figuur 2-24). Hier is geen verklaring voor.

Het valt op dat de behandelingen die op 8 en 9 mei werden gezaaid, tot een hogere gewasopbrengst leidden dan de referenties die op 2 mei werden gezaaid. Dit kan louter toevallig zijn, maar kan niet met zekerheid worden bevestigd.

2.7 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. Is het haalbaar om kuilmaïs te telen na het nemen van een snede gras onder omstandigheden van niet-kerende bodembewerking of strip-till?

Hoewel er in deze veldproef een opbrengstderving was bij niet-kerende bodembewerking, achten we het telen van kuilmaïs na 1 snede gras met niet-kerende bodembewerking haalbaar. Er werden ook geen problemen met hergroei van de zode of andere onkruidproblemen vastgesteld.

De combinatie van strip-till na een snede gras, wordt op basis van deze veldproef afgeraden. De strip-tillmachine kon de zode niet voldoende ruimen en de bodem niet voldoende goed bewerken. De zaai was daardoor van slechtere kwaliteit, met een lagere opkomst tot gevolg. Ondanks het doodspuiten van het gras, was er toch een sterke hergroei van de zode tussen de maïsplanten met een te hoge concurrentie tussen gras en maïs tot gevolg. Het bleek heel duidelijk dat de maïs meer leed onder de droogte dan in de andere behandelingen. Dit is mogelijk een combinatie van de concurrentie met gras en het feit dat alle bemesting in de bewerkte stroken dient toegediend te worden (mogelijk zoutschade).

2. Kunnen vollevelds zaaien, het aanleggen van drempels in klassieke zaai en deltazaai erosie beperken in vergelijking met klassieke zaai?

Uit de regenvalsimulaties kwam duidelijk naar voor dat vollevelds zaaien en drempels effectief zijn in het beperken van erosie in geploegde bodem. Bij de drempels dient wel de kanttekening gemaakt te worden dat ze effectief zijn tot het moment dat de drempels overstromen. Indien dit gebeurt stijgt de run-off en sedimentverlies exponentieel. Dit punt ligt onder de bandensporen ongeveer tussen 15 en 25 l/m² neerslag, afhankelijk van de neerslagintensiteit. Uit de regenvalsimulaties blijkt dat deltazaai onvoldoende effect heeft op erosie.

3. Wat betekenen vollevelds zaaien, het aanleggen van drempels en deltazaai voor de gewasopbrengst?

Er werden geen statistisch significante verschillen ten opzichte van de referenties gevonden. Toch leidde de deltazaai tot een duidelijke meeropbrengst in vergelijking met de referentie. Het vollevelds zaaien en de zaai met drempels leidden eveneens tot een meeropbrengst. In het geval van de volleveldszaai, werden echter meer planten gezaaid. De invloed van dit gegeven op de gewasopbrengst is onduidelijk. Verder is er

in 2017 (constante droogte en nooit intensieve regenbuien) ook geen verklaring voor de meeropbrengst bij de drempels.

4. Wordt bij volleveldszaai best geopteerd voor een rijafstand van 15 cm of 30 cm?

Op basis van deze veldproef is er geen reden om aan te nemen dat zaai op rijafstand 15 cm, dan wel 30 cm te verkiezen is wat gewasopbrengst betreft.

3 Kuilmaïs Merelbeke: strip-till-techniek na diverse groenbedekkers

Thijs Vanden Nest, Greet Ruyschaert (ILVO)

3.1 Doelstelling van de veldproef

Uit het proefveld Scheldewindeke 2016 (zandleem), bleek dat de combinatie van een natter profiel en een grasachtige groenbedekker (rogge), zelfs na doodspuiten en klepelen, tot problemen leidde bij de strip-tillbodembewerking. De bodem werd in de strip-tillstroken slecht opgewerkt en soms zelfs eerder gesneden. Bij bepaling van de indringingsweerstand werd ook vastgesteld dat de zones tussen de bewerkte stroken erg hard waren. En bij het graven van ondiepe profielen (40 cm), bleken deze zones ook weinig beworteld met een sterke opbrengstderving tot gevolg, ondanks dat de bodem tot 20-25 cm in het voorgaande najaar werd losgemaakt met micheltanden voor de inzaai van de rogge. In het proefveld te Maarkedal 2016 (leem) werd de groenbedekker gele mosterd + japanse haver eveneens ingezaaid na het tot bouwvoordiepte losmaken van de bodem. Hier verliep de strip-tillbodembewerking goed en ondanks dat de zones tussen de bewerkte stroken eveneens hard waren, werden ze toch duidelijk doorworteld en werd geen verschil met de gewasopbrengst van de referentie vastgesteld. De gecombineerde omstandigheden maakten het niet mogelijk de slechte resultaten van de proef te Scheldewindeke te koppelen aan de bodemstructuur, groenbedekker, vochtgehalte van de bodem tijdens bodembewerking of een combinatie van deze.

Dit proefveld werd aangelegd als een extra veldproef binnen het GOMEROS-project om specifiek meer inzicht te krijgen in effecten van de groenbedekker op de gewasgroei van maïs en de uiteindelijke gewasopbrengst. Het perceel dat gebruikt werd, is geen erosiegevoelig perceel en werd dan ook niet opgevolgd naar erosie toe, maar louter naar het teeltechnische aspect. Bij aanvang van de veldproef werden een aantal onderzoeksvragen vooropgesteld:

1. Wat is de invloed van de groenbedekker op de uitvoering van de strip-tillbodembewerking?
2. Is er een opbrengsteffect van de groenbedekker op kuilmaïs in strip-till?
3. Hoe wordt de wortelgroei van kuilmaïs beïnvloed door de strip-tilltechniek en de voorafgaande groenbedekker?
4. Leidt strip-till tot bouwvoordiepte (25 cm) tot een hogere opbrengst dan een ondiepe strip-tillbodembewerking (16 cm)?
5. Is het nuttig om bij strip-till de bodem 2x te bewerken (diep met drijfmestinjectie en enkele dagen later ondiep voor zaaibedbereiding)?

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

3.2 Beschrijving van het perceel

Regio: Vlaamse zandstreek-Merelbeke

Bodemtextuur: Zandleem

Bodemkaart: Pbc (droge licht zandleembodem met sterk gevlekte, verbrokkelde textuur B horizont)

Erosieklasse: Lichtgroen

Voorvrucht: Wintertarwe

Groenbedekker/vanggewas: zie verder

Het perceel waar de veldproef werd uitgevoerd is vlak en heeft een zandleemtextuur. Het perceel is reeds geruime tijd in gebruik bij ILVO en kent een matig uitgebreide vruchtafwisseling met o.a. wintergranen, aardappelen, maïs en vlas. De ervaring leert dat het perceel erg nat is tijdens de wintermaanden (soms is uitstel van voorjaarswerkzaamheden nodig), maar ook kan droogvallen tijdens de zomermaanden. De onkruiddruk van straatgras, hanenpoot en melganzevoet is relatief hoog en moet in de gaten gehouden worden. In 2016 werd wintertarwe geteeld op dit perceel. Na oogst werd het stro geperst en afgevoerd. De proefopzet startte in augustus 2016 (zie verder).

De veldproef werd onderverdeeld in 4 blokken, nl. A, B, C en D (zie verder). Voor de aanvang van de veldproef werden bodemstalen genomen ter bepaling van de chemische bodemtoestand (Tabel 3-1) en werd de indringingsweerstand bepaald (Figuur 3-1).

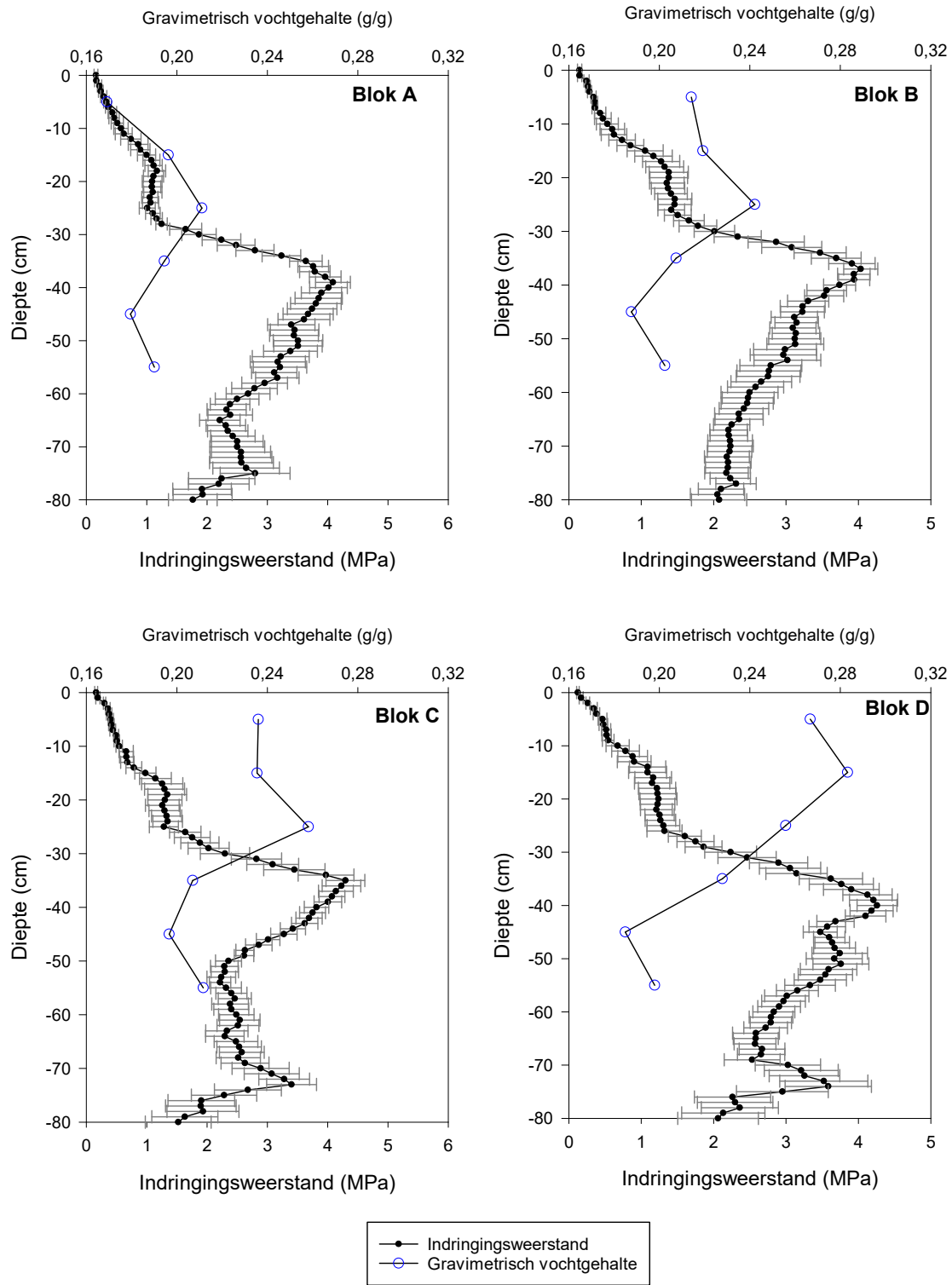
In Tabel 3-1 Wordt een overzicht gegeven van de chemische bodemtoestand op 20 maart 2017. De chemische voedingstoestand werd bepaald per blok. Het gehalte aan minerale N werd echter bepaald per groenbedekker. Op het moment van de staalname was de rogge sterk ontwikkeld en had deze vermoedelijk reeds veel N opgenomen. Het minerale N-gehalte van het profiel was bij rogge zoals verwacht lager dan bij braak. De gele mosterd, gele mosterd + bladrammenas en het Terra Life Vita Maxx mengsel waren op de bladrammenas na volledig dood gevoren tijdens de wintermaanden waardoor reeds een stukje van de N opnieuw vrijgesteld werd in het profiel. Het koolstofgehalte ligt binnen de streefzone en is naar Vlaamse normen hoog. De zuurtegraad ligt net beneden de streefzone, dit wordt best aangepakt via de onderhoudsbekalking. Tijdens het proefverloop werd evenwel geen kalk aangebracht. Het P-gehalte ligt boven de streefzone. Fosfor is dus in voldoende mate aanwezig in de bouwvoor. Het K-gehalte ligt in de streefzone en het Mg-gehalte ligt boven de streefzone. Hoewel beide dus in voldoende mate aanwezig zijn, zijn ze antagonisten en werken ze elkaar tegen bij opname door planten. De verhouding K/Mg verhoudt zich beter als 2/1, dan als 1/1 zoals hier het geval. Het Ca-gehalte flirt met de ondergrens van de streefzone en wordt best aangebracht via een bekalking. Het Na-gehalte ligt lager dan de streefzone.

Tabel 3-1: Overzicht van de hoeveelheid minerale N in het bodemprofiel 0-60 cm en de algemene chemische bodemtoestand van de bouwvoor (0-30 cm). P, K, Mg, Ca en Na werden gemeten in een ammoniumlactaat-extract. De streefwaarden voor zandleemgrond werden overgenomen van Maes et al., 2012¹ (R: rogge, GM, Gele mosterd, GM+B: gele mosterd + bladrammenas, TLMV: Terra Life Vita Maxx).

Minerale N-voorraad (kg N/ha)		Blok	C %	pH-KCl	N _{tot} %	C/N	mg/100g				
							P	K	Mg	Ca	Na
R	16	A	1,5	5,8	0,13	11	34	14	17	92	<1,9
GM	48	B	1,5	5,9	0,13	12	32	14	17	95	<1,9
GM+B	43	C	1,5	6,0	0,12	12	35	15	17	99	<1,9
TLVM	45	D	1,5	6,1	0,13	11	34	17	19	109	<1,9
Braak	26	Streefzone	1,2-1,6	6,2-6,6	-	-	12-18	14-20	9-14	100-240	3,1-6,0

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

Op 31 maart 2017 werd de indringingsweerstand tot 80 cm per blok bepaald, door op 10 posities per blok in kruisverband een penetrometing te verrichten. In Figuur 3-1 wordt de gemiddelde indringingsweerstand (\pm standaardfout) per blok afgebeeld. Voor de 4 blokken werd ook het gravimetrisch vochtgehalte tot 60 cm diep bepaald (Figuur 3-1).



Figuur 3-1: De gemiddelde indringingsweerstand (\pm standaardfout) en gravimetrisch vochtgehalte van alle metingen per blok. De indringingsweerstand werd gemeten met een penetrologger (10 steken in kruisverband per blok) tot 80 cm diepte. Het gravimetrisch vochtgehalte werd per laag van 10 cm tot 60 cm diepte bepaald.

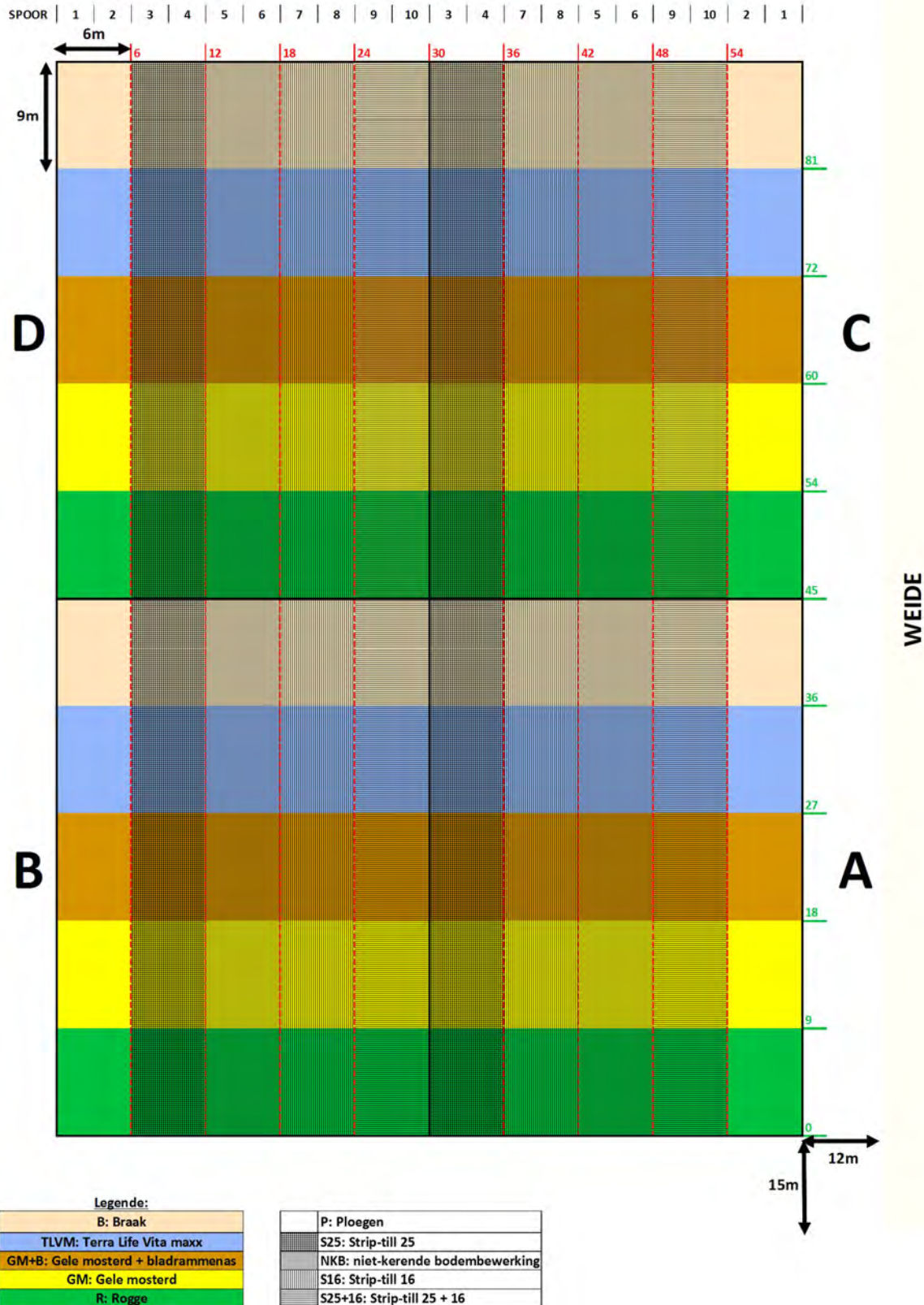
Uit het penetrogram blijkt dat op een diepte van 30 tot 45 cm een sterke ploegzool aanwezig is. De indringingsweerstand ligt voor alle blokken maximaal rond 4 MPa. Deze ploegzool kan een probleem zijn voor de wortelgroei van de gewassen, aangezien 3 MPa als maximale (theoretische) bovengrens wordt gehanteerd. Bovendien zit de ploegzool dieper dan 35 cm, zodat deze enkel kan opgeheven worden met een diepwoeler. De toestellen die voorzien werden in deze veldproef, werken niet tot deze diepte. Het idee dat de ploegzool hier mogelijk een probleem vormt, wordt versterkt door het feit dat het vochtgehalte in de bouwvoor boven de ploegzool in de blokken B, C en D duidelijk hoger ligt dan onder de ploegzool. Mogelijk kan het neerslagwater uit de winter niet voldoende naar de diepte dringen door de verdichting van de ploegzool. Het blijkt ook uit de vochtmetingen dat de bouwvoor in de blokken C en D, natter is dan deze in A en B. Dit stemt overeen met eerdere ervaringen met dit perceel. In het verleden werd al wel eens vastgesteld dat de kant van het perceel waar blokken C en D liggen, natter is dan de kant waar blokken A en B liggen.

Op basis van deze metingen wordt gesteld dat het humusgehalte en de voedingstoestand van de bodem goed zijn. De gecompacteerd laag, onder de vorm van een ploegzool kan de wortelgroei mogelijk belemmeren.

3.3 Beschrijving veldproef

3.3.1 Opbouw en logboek

De veldproef werd aangelegd in stroken met twee herhalingen. Horizontaal werden stroken van 9 m breedte aangelegd met de verschillende groenbedekkers in het najaar van 2016. Daar loodrecht op werden stroken van 6 m breedte met verschillende bodembewerkingen aangelegd in het voorjaar 2017. De proef is dus opgebouwd uit 2 strokenproeven op elkaar zodat elke combinatie (bodembewerking x groenbedekker) is aangelegd in vier herhalingen (zie blokken A, B, C en D in Figuur 3-2).



Figuur 3-2 Proefplan van de veldproef kuilmaïs te Merelbeke 2017. De proef bestaat uit 10 stroken van 9 m breedte voor de verschillende groenbedekkers, met daar 10 stroken van 6 m breedte voor de verschillende bodembewerkingen voorafgaand aan de maïs, loodrecht op.

In Tabel 3-2 **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** wordt het logboek van de activiteiten in deze veldproef weergegeven. De behandelingen worden verder in de tekst toegelicht.

Tabel 3-2: Chronologisch overzicht van de activiteiten op de veldproef.

2016		
Datum	Behandeling	Activiteit
24 augustus	Alle	Toediening 20 m ³ /ha varkensdrijfmest* met sleepslangen op de tarwestoppel Drijfmest en stoppel inwerken met vaste tandcultivator + pinrol (±10 cm werkdiepte) (2 werkgangen)
30 augustus	GM	Zaaien gele mosterd (ras: Chacha, zaaidichtheid: 20 kg/ha) met zaaicombinatie (6 micheltanden op 1 balk-25 cm werkdiepte, rotopeg zonder aftakas waarbij enkel de kooirol de bodem aandrukt en zaaimachine met schijfkouters-2 cm zaaidiepte)
	GM+B	Zaaien gele mosterd/bladrammenas (ras: Chacha/guillotine 50%/50%, zaaidichtheid: 20 kg/ha) met zaaicombinatie (6 micheltanden op 1 balk-25 cm werkdiepte, rotopeg zonder aftakas waarbij enkel de kooirol de bodem aandrukt en zaaimachine met schijfkouters-2 cm zaaidiepte)
	VLTM	Zaaien mengsel (tillage rammenas 6%, Ethiopische mosterd 4%, gele mosterd 11%, boekweit 18%, vlas 5%, japanse haver 45%, facelia 6%, deder 5%) (zaaidichtheid: 30 kg/ha) met zaaicombinatie (6 micheltanden op 1 balk-25 cm werkdiepte, rotopeg zonder aftakas waarbij enkel de kooirol de bodem aandrukt en zaaimachine met schijfkouters-2 cm zaaidiepte)
7 oktober	R	Zaaien rogge (ras: Jobaro, zaaidichtheid: 150 kg/ha) met zaaicombinatie (6 micheltanden op 1 balk-25 cm werkdiepte, rotopeg-8 cm werkdiepte en zaaimachine met schijfkouters-2 cm zaaidiepte)
	Braak	Bodembewerking met vaste tandcultivator + pinrol (±10 cm werkdiepte)
2017		
20 maart	Alle	Bodemstaal ter bepaling van de chemische bodemtoestand
29 maart	R en Braak	Zode en onkruid doodspuiten (4 l/ha Glyphosaathoudend totaalherbicide)
31 maart	Alle	Bepaling van de indringingsweerstand
5 april	Alle	Gewasresten klepelen
10 april	P en NKB	Toediening 45 m ³ /ha runderdrijfmest** met sleepslangen + inwerken met vaste tandcultivator + pinrol (±10 cm werkdiepte)
	S25+16	Bodembewerking met strip-tillmachine (Carré INRO, 25 cm diepte, tand voorzien van vleugels, 6 km/h) met injectie van 45 m ³ /ha runderdrijfmest**

20 april	S25	Bodembewerking met strip-tillmachine (Carré INRO, 25 cm diepte, tand voorzien van vleugels, 6 km/h) met injectie van 45 m ³ /ha runderdrijfmest**
	S16	Bodembewerking met strip-tillmachine (Carré INRO, 16 cm diepte, tand voorzien van vleugels, 6 km/h) met injectie van 45 m ³ /ha runderdrijfmest**
	S25+16	Bodembewerking met strip-tillmachine (Carré INRO, 16 cm diepte, tand voorzien van vleugels, 8-10 km/h)
	P	Ploegen (±30 cm) + klaarleggen met rotoreg met pakkerrrol (±8 cm)
	NKB	NKB met micheltanden (6 tanden op 1 rij van 3 m) (±25 cm) + klaarleggen met rotoreg met pakkerrrol (±8 cm)
20 april	Alle	Zaaien (ras: LG31.233, zaaidichtheid: 105 000 zaden/ha, diepte 5-6 cm) rijbemesting bij zaaien: 200 kg/ha 16-6-23(-2)(-5) (32 kg N/ha, 12 kg P ₂ O ₅ /ha, 46 kg K ₂ O/ha, 4 kg MgO/ha en 10 kg SO ₃ /ha)
27 april	Alle	Herbicidebehandeling met Basta (4 L/ha) omwille van sterke opkomst van straatgras en vogelmuur
26 mei	Alle	Onkruidbestrijding: 0,8 l/ha Frontier elite, 0,75 l/ha Samson 600D, 0,7 l/ha Sudoku en 1 l/ha Laudis
15-17 juli	P, NKB en S25	Worteltellingen via het graven van profielputten
7 september	Alle	Opbrengstbepaling

*De drijfmest die gebruikt werd is dunne varkensdrijfmest afkomstig van het ILVO-landbouwbedrijf. In alle behandelingen werd een dosis toegediend van 20 m³/ha met een debietmeter op het drijfmestvat. De samenstelling van deze drijfmest is terug te vinden in Tabel 3-3.

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

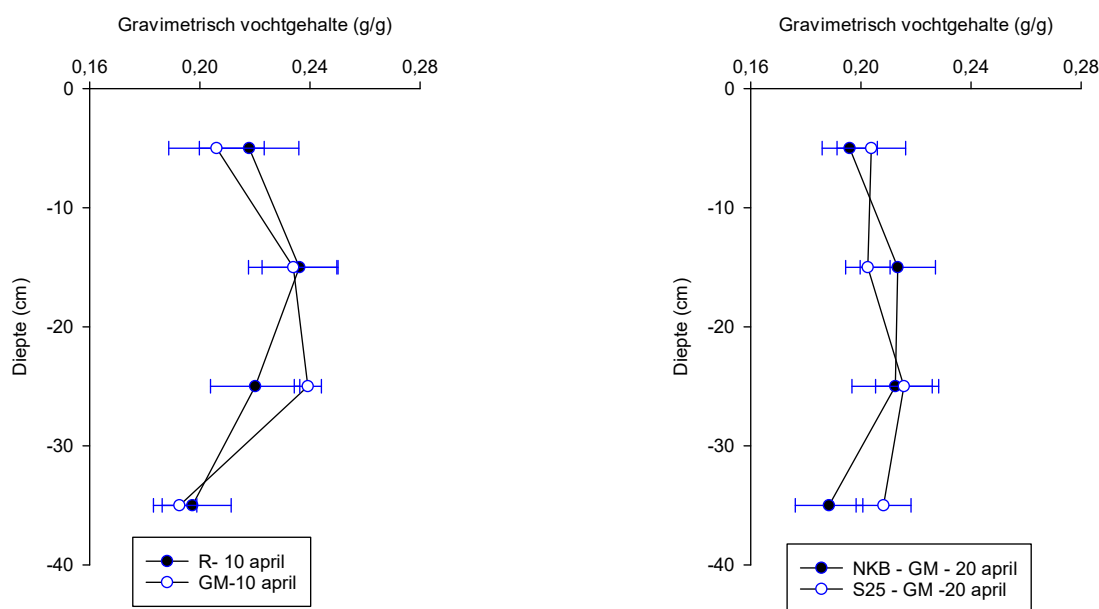
Tabel 3-3: Samenstelling van de varkens- en runderdrijfmesten die in de veldproef werd gebruikt. Er werd een mengstaal genomen bij het uitrijden.

Parameter	Eenheid	Varkensdrijfmest 24 augustus 2016	Runderdrijfmest 10 april 2017	Runderdrijfmest 20 april 2017
Droge stof	%/vers	1,16	7,5	7,7
Organische koolstof	%/vers	0,35	2,75	2,94
N-totaal	kg N/ton vers	1,91	4,0	4,1
NH ₄ ⁺ -N	kg N/ton vers	1,9	2,3	2,4
Werkzame N	kg N/ton vers	1,9*	2,4	2,5
Fosfor	kg P ₂ O ₅ /ton vers	0,26	1,17	1,53
Kalium	kg K ₂ O/ton vers	2,8	4,8	4,6
Magnesium	kg MgO/ton vers	0,193	3,0	3,0
Calcium	kg CaO/ton vers	0,333	4,4	4,5
Natrium	kg Na ₂ O/ton vers	0,31	1,06	1,07

*Gezien alle N in minerale vorm aanwezig was, nemen we aan dat de werking 100% is.

De aanleg van de veldproef in het voorjaar 2017 gebeurde op 2 tijdstippen, namelijk op 10 april en 20 april. Op beide tijdstippen werd een vochtstaal van de bodem genomen tot 40 cm diepte, per lagen van 10 cm

(Figuur 3-3). Op 10 april werden stalen genomen in de groenbedekker rogge (R) en gele mosterd (GM), net voor de bodembewerkingen en in alle blokken. Hoewel op 31 maart, blokken C en D nog duidelijk natter waren dan blokken A en B, was dit op 10 april niet meer het geval. Daarom werd hier gewerkt met het gemiddelde van de 4 blokken en de bijhorende standaardfout. Beide groenbedekkers waren op dit moment reeds afgedood en geklepeld. Er was dan ook geen effect op het vochtgehalte van het bodemprofiel. Op 20 april werd het vochtgehalte van de bodem gemeten in de behandelingen NKB en S25 op de plekken waar vooraf gele mosterd was ingezaaid (GM). Bij NKB gebeurde dit net voor de bodembewerkingen van 20 april, bij S25 gebeurde dit tussen de bewerkte strip-tillstroken. Ook hier waren de resultaten gelijklopend voor de verschillende blokken en wordt het gemiddelde van de 4 blokken en de bijhorende standaardfout getoond in Figuur 3-3. Opnieuw bleek er weinig invloed te zijn van de behandeling op het vochtgehalte. Er werd verwacht dat de bodem bij NKB (die reeds op 10 april was bewerkt met de cultivator) in de bovenste laag droger zou zijn dan de tussenstroken bij strip-till. Het verschil in vochtgehalte was echter verwaarloosbaar. Tussen 10 en 20 april daalde het vochtgehalte tussen 10 en 30 cm diepte een beetje.



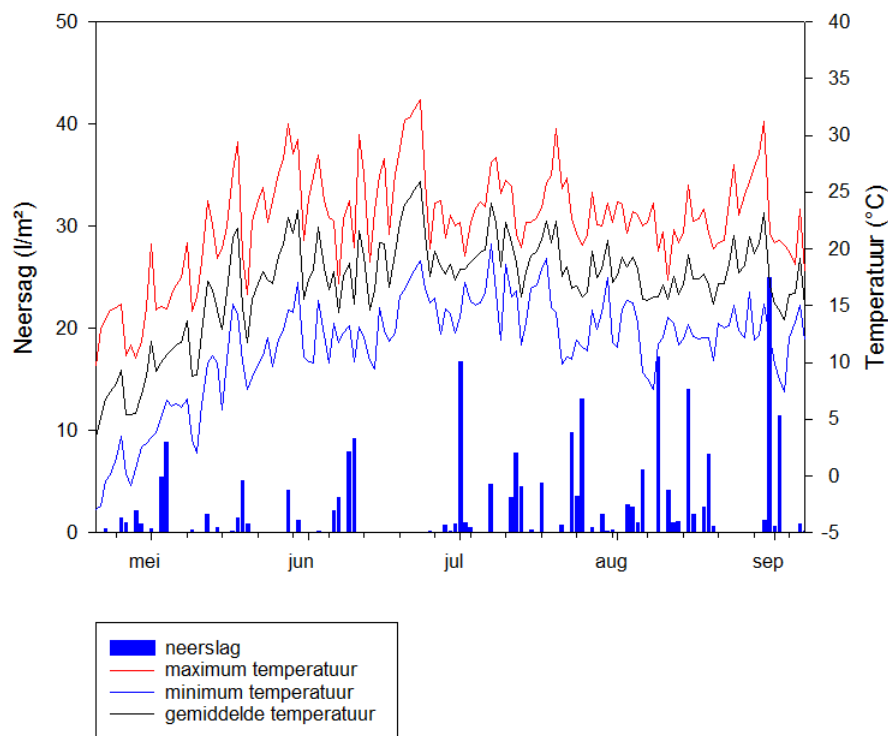
Figuur 3-3: Gravimetrisch vochtgehalte van het bodemprofiel tot 40 cm op 10 april (links) en 20 april 2017 (rechts) (\pm standaardfout; $n=4$). R=rogge; GM=gele mosterd

In Tabel 3-4 wordt een overzicht gegeven van de normale gemiddelde temperatuur (periode 1981-2010) en de normale totale neerslag (1981-2010), en de afwijking die vastgesteld werd in 2017 per maand in de regio Merelbeke. Deze cijfers werden gebaseerd op de maandelijkse verslaggeving van het KMI. In Figuur 3-4 wordt een overzicht gegeven van de dagelijkse neerslag, maximale, minimale en gemiddelde dagtemperatuur in de periode van aanleg tot oogst van de proef. Deze gegevens werden gelogd in het KMI-weerstation op de ILVO-site te Merelbeke (Lemberge) op 800 m in vogelvlucht van het proefperceel. Door het droge weer, konden in 2017 de voorjaarswerkzaamheden snel starten en kon maïs op lege percelen of na groenbedekkers, zoals op dit proefveld, snel worden ingezaaid. In de maand april viel minder dan de helft van de normale neerslag. De maand april was ook iets kouder dan gemiddeld. Hoewel het weer iets milder was in de tweede helft van april, volgde een koudere periode rond 1 mei (Figuur 3-4). Hierdoor werd de opkomst en jeugdgroei van de vroeg gezaaide maïs vertraagd. Door de hogere temperaturen in de rest van de maand mei, was de gemiddelde temperatuur toch hoger dan normaal (Tabel 3-4). In de maanden april tot en met juni schommelde de maandelijkse gemiddelde neerslag rond de helft van normaal. Hoewel dit in veel percelen duidelijk gevolgen had voor de ontwikkeling van de maïs, vooral de laat gezaaide dan,

werden weinig gevolgen opgemerkt in dit proefveld. Enkel de iets achterstallige groei in behandeling S16 in de maand juli (zie eerder) kan mogelijk te wijten zijn aan het minder aan water geraken van de plantenwortels. Door de vroege zaai, het zaaien van een vroeg kuilmaïsras en het goede groeiseizoen, was de bloei en afrijping vroeger dan in een gemiddeld jaar. Hoewel de plant nog groen was rond 1 september, was de kolf volledig volgroeid, werd 30% DS-gehalte bereikt begin september en was de kuilmaïs dus reeds oogstrijp de eerste week van september. In 2017 kon dus vroeger geoogst worden door een snellere groei en afrijping. In 2016 daarentegen was de oogst op veel percelen vroeger dan normaal doordat de maïs een beperkt wortelgestel had door slechtere omstandigheden waarin werd gezaaid (nat voorjaar) en de overmatige regenval van juni, gevolgd door een droge augustus en september, met het doodvallen van de plant tot gevolg. De sterke stijging in DS-gehalte in september 2016 was het gevolg van het volledig uitdrogen van de plant, de stijging in DS-gehalte in augustus-september 2017 was het gevolg van het afrijpen van de kolf.

Tabel 3-4: Overzicht van de gemiddelde maandelijkse temperatuur en neerslag in de periode 1981-2010 in de regio van het proefveld en de maandelijkse afwijking hiervan in 2017 in de maanden van aanleg tot oogst van de veldproef. De range van temperatuur en neerslag van 2017 is gebaseerd op KMI-kaarten en geeft de boven en ondergrens weer van het gebied waarin het proefveld zich bevindt op deze kaarten (bron: KMI).

Maand	Gemiddelde temperatuur		Neerslag	
	Jaar 2017 (°C)	Afwijking (°C) t.o.v. 1981-2010	Jaar 2017 (mm)	Verhouding (%) t.o.v. normaalwaarde 1981-2010
April	8,0-9,0	-0,5	15-20	35-45
Mei	15,0-15,5	2,5	20-30	40-50
Juni	19,0-19,5	3,5	30-40	50-60
Juli	18,0-18,5	0,5	40-60	60-80
Augustus	17,5-18,0	0,5	80-100	100-120



Figuur 3-4: Verloop van de dagtemperatuur en dagelijkse neerslag van aanleg (20 april 2017) tot oogst (7 september 2017) van de veldproef. Deze waarden werden gemeten in het KMI-weerstation gelegen op het ILVO (Lemberge) op 800 m in vogelvlucht van het proefveld.

3.3.2 Beschrijving van de behandelingen

3.3.2.1 De groenbedekkers: GM, GM+B, TLVM en R

In totaal werden 4 groenbedekkers ingezaaid en vergeleken met nog een behandeling die braak werd gelaten tijdens de winter. Er werd geopteerd voor de groenbedekkers rogge (R), gele mosterd (GM), gele mosterd + bladrammenas (GM+B) en het Terra life Vita Maxx mengsel (TLVM). Deze groenbedekkers werden doelbewust gekozen om haalbaarheid van strip-till in uit te proberen. Rogge is een geschikte groenbedekker om later in het najaar te zaaien, maar geeft mogelijk problemen bij strip-till omdat de zode de bodem aan elkaar rijgt en de bodembewerking daardoor bemoeilijkt. Gele mosterd is een groenbedekker die best nog in augustus wordt gezaaid om voldoende ontwikkeling te krijgen. Hij groeit echter snel, vriest relatief makkelijk dood, wordt gemakkelijk ingewerkt en laat een makkelijk te bewerken bouwvoor in het voorjaar na. In het kader van de vergroeningsmaatregelen, wordt dikwijls geopteerd voor een EAG-mengsel van gele mosterd met een andere soort. Hier werd voor gele mosterd en bladrammenas gekozen. De moeilijkheid bij dit mengsel is dat bladrammenas moeilijker doodvriest en daardoor de winter overleeft, en zelfs verdikte wortels (bietjes) vormt die lastig kunnen zijn bij niet-kerende bodembewerking. Het Vita Maxx mengsel van Terra life werd gekozen omdat (i) hier meerdere soorten worden gecombineerd, wat de biodiversiteit ten goede komt en omdat (ii) dit mengsel een bladrammenas variëteit ('tillage rammenas') bevat die diep wortelt en zich makkelijk laat afdoden omdat de groeipunt voldoende hoog boven het maaiveld uitkomt.








Figuur 3-5: Uitrijden van de varkensdrijfmest en inwerken met de vaste tandcultivator op 24 augustus 2016 (boven). Zaaien van de groenbedekkers GM, GM+B en TLVM op 30 augustus 2016 (onder).

Op 24 augustus 2016 werd 20 m³/ha varkensdrijfmest vollelds uitgereden met sleepslangen op de tarwestoppel en ingewerkt met de vaste tandcultivator (2x). Deze kleine drijfmestgift werd aangewend om een startgift N te bieden aan de groenbedekkers. Er werden vervolgens op 30 augustus 2016, 3 groenbedekkers uitgezaaid, namelijk: GM, GM+B en TLVM. De samenstelling van de mengsels en zaaidichtheid zijn terug te vinden in Tabel 3-2. Voor de inzaai werd gebruik gemaakt van een combinatie van micheltanden op 1 balk, een rotoreg met kooirol en een zaaimachine met schijfkouters. Aangezien de bodem meer dan voldoende fijn lag als zaabed zonder gebruik van de rotoreg, werd de rotoreg zo ingesteld dat enkel de kooirol de bodem aandrukte en de rotoreg niet werd aangedreven met de aftakas (Figuur 3-5). Op 7 oktober werd met dezelfde combinatie de rogge groenbedekker ingezaaid. Dit keer werd de rotoreg wel aangedreven. Op dit moment werd in de braakbehandeling, de bodem nog eens bewerkt met de vaste tandcultivator om ondertussen gekiemde onkruiden en tarweopslag gedeeltelijk in te werken. Alle

werkzaamheden verliepen goed en in voldoende droge omstandigheden. Eind december werd een biomassabepaling bij GM en TLVM uitgevoerd. Bij GM was er een biomassaproductie van 4 537 kg/ha (± 855) en bij het TLVM-mengsel een biomassaproductie van 4 030 kg/ha (± 115).

In de loop van de maand januari vrozen een aantal groenbedekkers dood. Bij GM, waren alle planten afgedood. Bij GM+B waren alle gele mosterdplanten afgedood, maar de meeste bladrammenas niet. Bij TLVM waren praktisch alle planten afgedood, op sporadisch een plant tillage bladrammenas na. De rogge doorstond de winter mooi en ontwikkelde goed in februari-maart. In alle groenbedekkers ontwikkelde zich pleksgewijs soms wat tarweopslag, vogelmuur en/of straatgras. In de braakbehandeling ontwikkelde zich opnieuw onkruid en was er tarweopslag.

Op 29 maart werd de rogge doodgespoten met een glyfosaathoudend totaalherbicide, zodoende had de zode tijd om langzaam af te breken voor de aanleg van de maïsproef. In de braakbehandeling was een bespuiting noodzakelijk om sterk ontwikkelend onkruid te stoppen. Er werd bewust geen glyfosaat gebruikt in de behandelingen GM, GM+B en TLVM om te bekijken hoe haalbaar dit is met strip-till. Op 5 april werden alle gewasresten geklepeld. Een overzicht van de evolutie van de groei van de groenbedekkers wordt weergegeven in Figuur 3-6.

Braak	GM	GM+B	TLVM	R
				
9 september 2016				
				
11 oktober 2016				



Figuur 3-6: Overzicht van de verschillende groenbedekkers doorheen de tijd.

3.3.2.2 S25+16: 2 strip-tillbewerkingen

Uit de veldproef te Bierbeek 2016, kwam naar voor dat het tweemaal bewerken met de strip-tillmachine van dezelfde strook met ongeveer een maand tussentijd, de gewasopbrengst positief beïnvloedde. In de behandeling S25+16 werd een strip-tillbodembewerking (Carré INRO) uitgevoerd tot 25 cm diepte (6 km/h, mest 8-10 cm ondieper geïnjecteerd als de werkdiepte, beitels van de strip-tillmachine voorzien van kleine vleugels) op 10 april. Hierbij werd onmiddellijk 45 m³/ha runderdrijfmest geïnjecteerd. Dit verliep goed en de bodem werd goed opgewerkt en voldoende verkruid. Er was nauwelijks onderscheid te merken bij de bodembewerking waar loodrecht op stroken braak, GM, GM+B en TLVM werd gewerkt. De gewasresten werden telkens ook mooi uit de strook gekuist. Loodrecht op de R-stroken, ging de bodembewerking iets stroever. De bodem werd voldoende opgewerkt en verkruid, maar er bleven steeds wat stukken zode met aanklevende aarde in de bewerkte stroken liggen. De vorming van gleuven zoals in 2016 werd vastgesteld in rogge als groenbedekker, werd nu nergens geobserveerd. Dit wijst er op dat het 'snijden' van de bodem en geulen trekken met de strip-tillmachine vooral een probleem is in een grasachtige groenbedekker in combinatie met een te vochtige bouwvoor (Figuur 3-7).

Op 20 april werd de bodem opnieuw bewerkt met dezelfde strip-tillmachine (Carré INRO) rechtsreeks gekoppeld aan de tractor (dus zonder drijfmestvat). Er werd slechts tot 16 cm diep gewerkt en aan een hogere snelheid (8 km/h). De bedoeling was op deze wijze met de strip-tillmachine een zaaibedbereiding in de stroken uit te voeren. Dit verliep echter niet goed. Wanneer de gewasruimers werden opgeheven, bleef snel aarde hangen tussen de tand en de zijplaten van de strip-tillmachine, met stropping tot gevolg. Nochtans was de bodem voldoende opgedroogd en waren in de bewerkte strook geen bijna geen gewasresten aanwezig. Wanneer de gewasruimers toch werden ingezet, werd een laagje aarde uit de stroken gekuist zodat de bewerkte stroken duidelijk 4-5 cm dieper lagen dan het omgevende bodemoppervlak. Er was hierbij geen onderscheid tussen de verschillende voorafgaande groenbedekkers. Alle plots werden bewerkt met gebruik van de gewasruimers. Het uiteindelijk bereikte zaaibed was niet in betere conditie, dan voor de bewerking.



Figuur 3-7: Zicht op behandeling S25 net na de bodembewerking met de strip-tillmachine en drijfmestinjectie op 10 april 2017. Boven links: Braak, boven rechts: GM+B, midden links: TLVM, midden rechts: GM en onderaan: R.

3.3.2.3 S25 en S16: Strip-till met 25 en 16 cm werkdiepte

Op 20 april werd in de behandelingen S25 en S16, de bodem respectievelijk bewerkt tot 25 en 16 cm werkdiepte met de strip-tillmachine gekoppeld aan het drijfmestvat. Hierbij werd onmiddellijk 45 m³/ha runderdrijfmest geïnjecteerd. De beitels van de strip-tillmachine waren voorzien van kleine vleugels. Net als in de behandeling S25+16 verliep de bodembewerking goed, waren alle gewasresten uit de bewerkte strook gekuist en was de bodem voldoende verkruid in Braak, GM, GM+B en TLVM. Opnieuw waren nog enkele stukjes zode met aanklevende aarde aanwezig in de bewerkte stroken loodrecht op R. Maar ook hier was de bodembewerking voldoende om goede zaai te garanderen.

3.3.2.4 P en NKB: Ploegen en niet-kerende bodembewerking

Op 10 april werd op de stroken van behandelingen P en NKB runderdrijfmest vollevelds uitgereden aan een dosis van 45 m³/ha en daarna onmiddellijk ingewerkt met een vaste tandcultivator met pinrol. Op 20 april werd P geploegd tot 25-30 cm diepte. Hierbij viel op dat sporadisch nog kleine stukjes maïsresten van 2 jaar terug werden boven geploegd. Bij NKB werd de bodem bewerkt met micheltanden (6 tanden op 1 balk, 3 m werkbreedte) tot 25 cm diepte. Het zaaibed werd bereid met een rotoeg met pakkerrol. In alle P en NKB veldjes verkruidde de bodem steeds goed en kon de bodem voldoende opdrogen (Figuur 3-8).



Figuur 3-8: Foto links: Zicht op de pas geploegde bodem van behandeling P. Foto rechts: Zicht op strip-tillbehandeling S25 enkele uren na de bodembewerking (links) en op de NKB behandeling net na zaaibedbereiding (20 april 2017).

3.3.3 Bemesting en zaai

Normaal wordt voor kuilmaïs op deze percelen 35 tot 50 m³ runderdrijfmest vollevelds toegediend (naargelang samenstelling van de drijfmest) en samen met de groenbemester ingewerkt met de vastetand cultivator, enkele dagen voor ploegen. Daarnaast wordt een rijbemesting gegeven tijdens de zaai. In het proefjaar 2016 werd gewerkt met een dosis drijfmest van 35 m³/ha uit vrees dat hogere hoeveelheden problemen konden geven in strip-till met het bovenkomen van mest in de bewerkte stroken of het plaatsen van maïszaden in de mest. Daardoor werd te weinig werkzame N gegeven en diende dit nog vollevelds onder de vorm van kunstmest toegediend te worden. De werking van deze kunstmestgift kan echter als zeer minimaal beschouwd worden. Daarom werd in het proefjaar 2017 beslist om de drijfmestdosis toch te verhogen naar 45 m³/ha. Ondanks de hogere dosis, werd in geen van de strip-tillbehandelingen vastgesteld

dat de drijfmest naar boven kwam in de bewerkte stroken. Aangezien de mest 8 tot 10 cm ondieper wordt geplaatst dan de werkdiepte van de strip-tillmachine, kan het maïszaad in de behandeling S16 in contact geweest zijn met de drijfmest (zaaidiepte 5-6 cm, mest geplaatst op 6-8 cm diepte). Dit gaf echter geen problemen bij opkomst (zie verder).

Door combinatie van de hogere dosis drijfmest en een rijbemesting met kunstmest, werd voldoende N aangebracht en was geen extra kunstmestgift noodzakelijk (Tabel 3-5). Kuilmaïs heeft behoefte aan 205 kg werkzame N/ha, te verminderen met de N in het bodemprofiel 0-30 cm voor zaaien en de N-mineralisatie uit de groenbedekker¹. Hoewel stalen werden genomen van het bodemprofiel ter bepaling van het minerale N-gehalte, werd dit een maand voor zaaien uitgevoerd en waren de vorstgevoelige groenbedekkers reeds doodgevroren maar nog niet ingewerkt, en was de rogge nog niet doodgespoten en ingewerkt, waardoor het moeilijk is om met deze gegevens rekening te houden. In de braakbehandeling was in de laag 0-30 cm, 13 kg N/ha onder minerale vorm terug te vinden. De maïs had dus een behoefte aan 192 kg werkzame N/ha. Hiervan werd 108 of 111 kg werkzame N/ha toegediend via drijfmest en 26 kg werkzame N/ha onder de vorm van rijbemesting. Door de 1,25 keer hogere efficiëntie van de rijbemesting, mag dit als 33 kg werkzame N/ha worden gerekend². In de braakbehandelingen was er dus een tekort van 48 tot 51 kg werkzame N/ha. De N-nalevering van de groenbedekkers² wordt ingeschat op 40 kg werkzame N/ha, waardoor in de plots na de groenbedekkers de maïs weinig of geen N-tekort had (8 tot 11 kg N/ha).

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

Meststof	N-totaal	N werkzaam	P-totaal	K-totaal
	kg N/ha	kg N/ha	kg P ₂ O ₅ /ha	kg K ₂ O/ha
Minerale N-voorraad (0-60 cm) voorjaar ⁽¹⁾	16 tot 48	16 tot 48	-	-
Runderdrijfmest ⁽²⁾	180/185	108/111	53/69	216/207
Rijbemesting 13-6-23(-2)(-5)	26	26	12	46
Totaal bemest	206/211	134/137	65/81	262/253
Bemestingsnorm niet-zandgrond P-klasse III		150	70	-
Overschrijding norm		-16/-13	-5/+11	

(1) Dit is de hoeveelheid die gemeten werd in het bodemprofiel 0-60cm op 20 maart 2017. De groenbedekkers in GM, GM+B en TLVM waren toen al doodgevroren, de rogge in R was nog niet doodgespoten. Er waren verschillen tussen de verschillende groenbedekkers (zie Tabel 3-1).

(2) Er zat een licht verschil op de drijfmestsamenstelling tussen de 2 data waarop drijfmest werd uitgereden. Beide gehalten worden aangegeven in de Tabel. Links van het streepje op 10 april, rechts van het streepje op 20 april.

De zaai werd op 20 april uitgevoerd met een 4-rijige Kuhn zaaimachine met schijfkouters, aangepast voor proefvelden en met een tractor, uitgerust met een Trimble GPS systeem. Aangezien dit een andere GPS systeem is dan datgene op de tractor die de strip-tillbewerking uitvoerde, betekende dit dat de AB-lijn opnieuw moest uitgezet worden met deze GPS op de bewerkte stroken. Dit werkte goed voor het perceel.

¹ 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).

Enkel bij de start en het einde van een GPS-lijn zat soms een klein verschil op de zaailijn en de bewerkte strook van de strip-tillmachine. Zodoende werd het maïszaad soms iets meer op de zijkant van een bewerkte strook gepositioneerd. Het zaaien verliep goed in alle behandelingen. Het zaad werd mooi gepositioneerd, toegedeukt en aangeduwd (Figuur 3-9).



Figuur 3-9: Zicht op strip-tillbehandeling S25 net na zaaien op een plot waar rogge (R) als groenbedekker werd geteeld.

3.4 Teeltverloop

3.4.1 Gewasopkomst (19 mei 2017)

Voor de opkomstbepaling werd het aantal planten geteld over een afstand van 2 m van één maïsrij per veldje. Alle getelde rijen werden gezaaid door hetzelfde zaaielement. In alle veldjes was er een waarneming. Er werd een two-way ANOVA uitgevoerd op het opkomst% met als factoren 'bodembewerking', 'groenbedekker' en een blokfactor. Geen enkele interactieterm tussen deze factoren was significant. Uit de two-way ANOVA zonder interactietermen, bleek dat er geen significant effect was van de groenbedekker en van de bodembewerking. Er was wel een blokeffect (blok A had een significant lagere opkomst dan blok D, $p < 0,05$). Het gemiddelde opkomst% was 88,9% ($\pm 0,9\%$).

3.4.2 Onkruiden

Zoals eerder aangegeven kampt het perceel met een vrij grote onkruiddruk en diende dit nauwlettend opgevolgd te worden. Bovendien was het ook gewenst te bekijken in hoeverre het haalbaar was om strip-till uit te voeren in groenbedekkers die dood vriezen, zonder een voorafgaande bespuiting met glyfosaat. Voor de aanleg van de proef werden de braakbehandeling en rogge (groenbedekker R) doodgespoten met glyfosaat, maar de groenbedekkers GM, GM+B en TLVM niet. Alles werd enkele dagen later geklepeld (zie eerder). In de braakbehandeling kwam voor doodspuiten duidelijk straatgras, vogelmuur en tarweopslag voor en in de rogge vogelmuur. Met de glyfosaatbespuiting werd alles goed afgedood en ontwikkelde zich

geen nieuw onkruid meer tot na de zaai van de maïs, zowel in de geploegde, niet-kerend bewerkte als strip-tillbehandelingen. In de groenbedekkers GM, GM+B en TLVM, ontwikkelde zich na klepelen vrijwel direct terug straatgras en vogelmuur, maar ook pleksgewijs wat tarweopslag. In GM + B ontwikkelde zich ook opnieuw heel wat bladrammenas. Dit was niet het geval met de bladrammenas ('tillage rammenas') in TLVM. In dit laatste mengsel was echter niet veel bladrammenas aanwezig. Het is dus niet duidelijk of deze vaststelling dus louter toevallig was of dat het klepelen voldoende was om de 'tillage rammenas' af te doden. Door de bodembewerking in de behandelingen met ploegen en niet-kerende bodembewerking, werden alle onkruiden afgedood en vormden ze geen verder probleem. In strip-till worden de onkruidplanten tussen de bewerkte stroken echter ongemoeid gelaten waardoor ze blijven groeien. De onkruidontwikkeling was in de strip-tillbehandelingen na GM, GM+B en TLVM te hoog een week na zaaien. Vooral straatgras was sterk ontwikkeld. Omdat er door het koude voorjaar nog geen hanenpoot was gekiemd, maar dat dit wel verwacht werd later op het voorjaar, werd geen Samson 600D ingezet op dit moment. Er werd geopteerd om de volledige dosis te kunnen inzetten wanneer dit noodzakelijk zou zijn tegen hanenpoot later op het voorjaar i.p.v. kort na zaai een halve dosis en in mei/juni een halve dosis. Door het vroege zaaien (20 april) en het koude voorjaar, was de maïs ook amper gekiemd en was deze nog niet opgekomen. Dit maakte een bespuiting met 'Basta' (bevat glufosinaat-ammonium als werkzame stof) op 27 april mogelijk. Dit product doodt niet selectief alle bovengrondse plantendelen af. Er werd voor dit product gekozen omdat het snel werkt, ook tegen gras. Alle onkruidplanten werden geraakt en geremd. Hoewel er geen totale afdoding van straatgras was, was dit voldoende geremd tot de later geplande herbicidebehandeling. De laatste jaren wordt meer ingezet op het 2x spuiten van de maïs. 1x voor-opkomst en vervolgens na opkomst van de maïs. In vooropkomst spuiten leek niet nuttig, aangezien het onkruid in de strip-tillbehandelingen reeds aanwezig was, en bodemherbiciden dus weinig nut hadden. Dit had wel gekund in alle geploegde en niet-kerende behandelingen en de strip-tillbehandelingen na GM, GM+B en TLVM, maar dit was praktisch niet haalbaar.



Figuur 3-10: Zicht op de maïs in 2^e-3^e bladstadium en de onkruidruk op 19 mei 2017. Boven links: geploegde behandeling, boven rechts niet-kerend bewerkte behandeling, midden links: strip-till na GM, midden rechts: strip-till na GM+B, onderaan strip-till na R en doodspuiten met glyfosaat.

Na opkomst van de maïs, begon al snel in alle behandelingen (na alle groenbedekkers en zowel in geploegde, niet-kerend bewerkte als strip-tillbehandelingen) nieuw onkruid te kiemen waaronder melganzevoet, vogelmuur en straatgras. Het straatgras dat werd afgeremd met de bespuiting op 27 april, begon rond de tweede week van mei terug groener te worden en te groeien. In Figuur 3-10 worden enkele foto's van 19 mei weergegeven. Op 26 mei werd een herbicidencocktail gebruikt van bodemherbiciden en middelen tegen monocotylen en dicotylen. Deze behandeling is goed gelukt, zodat de maïs vrijwel onkruidvrij was. Bij de

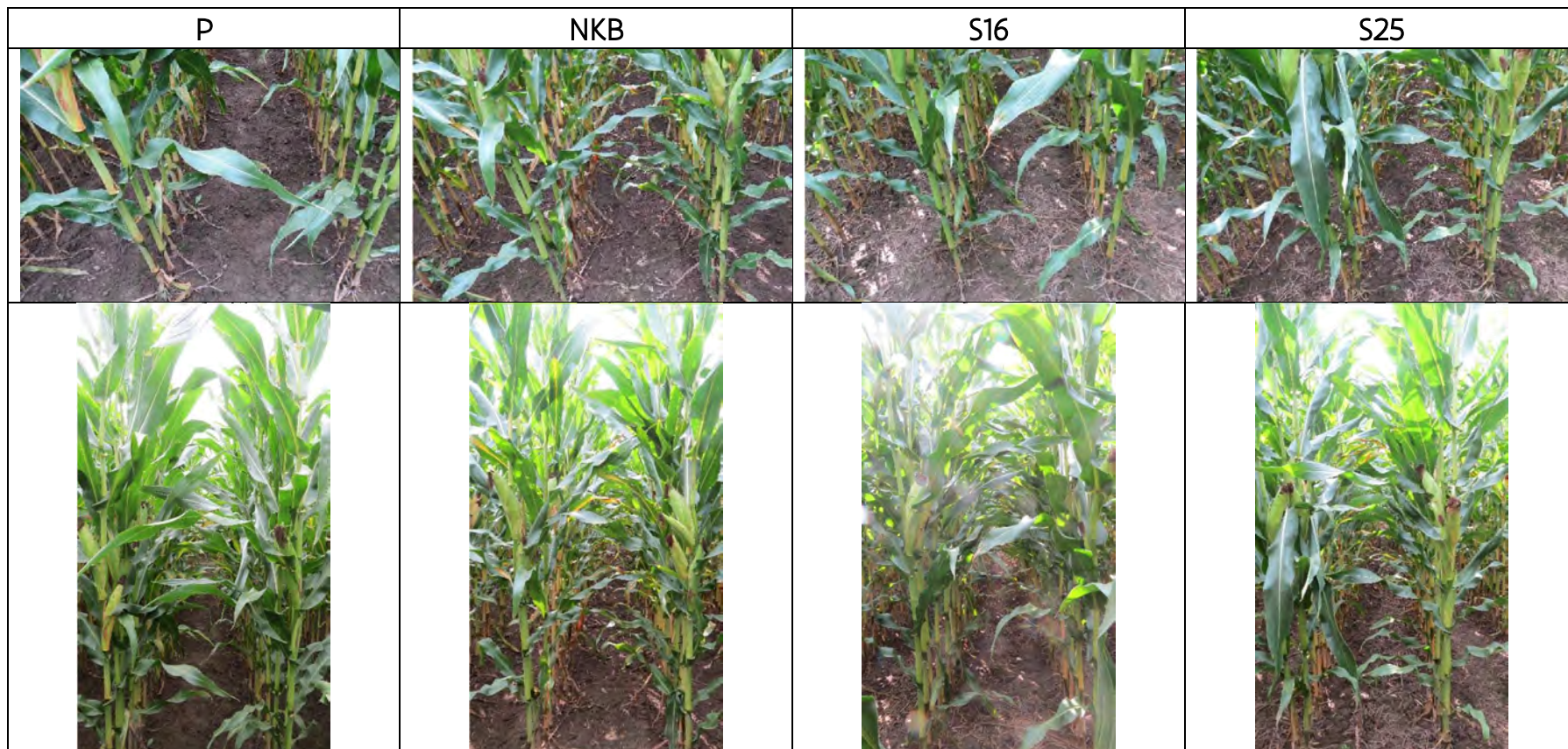
oogst van de kuilmaïs op 7 september viel het wel op dat in de meeste veldjes met strip-till op veel plaatsen grote weegbree terug te vinden was.

3.4.3 Beoordeling beworteling op basis van profielputten (0-60 cm)

In het kader van een masterthesis, werden profielputten tot 60 cm diepte gegraven in de behandelingen P, NKB en S25 na GM in de blokken B en D. Op de zijwand van de profielputten werd met behulp van een rooster, de verdeling van de maïswortels in kaart gebracht. De resultaten zijn echter nog niet volledig verwerkt en zullen in een volgend rapport worden medegedeeld.

3.5 Opbrengstbepaling

Gedurende het gehele groeiseizoen van de maïs werd nauwelijks verschil opgemerkt tussen de verschillende behandelingen van de veldproef. De voorafgaande groenbedekker had visueel geen effect op de stand van de maïs. In juli, was er visueel wel een kleine groeiachterstand merkbaar bij behandeling S16, onafhankelijk van de voorafgaande groenbedekker. Mogelijk had de maïs bij deze ondiepe bodembewerking meer last van de droogte. De groeiachterstand bij behandeling S16 was tegen de oogst volledig verdwenen. In Figuur 3-11 wordt een overzicht gegeven van de stand van de maïs in de groenbedekker GM+B in blok B op 1 september 2017. Op deze foto's is duidelijk te zien dat er weinig visuele verschillen merkbaar waren tussen de behandelingen en de kuilmaïs over het algemeen van goede kwaliteit was.



Figuur 3-11: Overzicht van de stand van de maïs in de groenbedekker GM+B in blok B op 1 september 2017.

Op 7 september 2017 werd de opbrengst van de veldproef bepaald met een proefveldhakselaar met automatische staalname en weging. In ieder veldje werden 4 maïsrijen over een lengte van 8 m geoogst voor opbrengstbepaling. Deze 4 rijen werden steeds zo gekozen dat het om de 2^e, 3^e, 6^e en 7^e maïsrij van het veldje ging. Dit om randeffecten te voorkomen en eventuele verschillen in het afleggen van meststoffen in de rij door de zaaimachine. De 2^e en 3^e rij worden immers gelijk gezaaid in dezelfde werkgang, maar bemest uit een andere kunstmestbak op de zaaimachine. Dit geldt ook voor de 6^e en 7^e maïsrij. Het DS-gehalte werd bepaald door een staal van 1 kg gehakselde maïs 72 uur te drogen in een droogstoof bij 70°C.

De resultaten van de DS-opbrengst van de veldproef werden statistisch verwerkt in een factoriële ANOVA met hoofdfactoren “groenbedekker”, “bodembewerking” en “blok” en interactietermen “groenbedekker x bodembewerking”, “groenbedekker x blok” en “bodembewerking x blok”. Aan de voorwaarden van normaliteit en homoscedasticiteit werd voldaan. Uit deze ANOVA bleek dat enkel de hoofdfactoren “bodembewerking” en “blok” en de interactietermen “groenbedekker x blok” en “bodembewerking x blok” significant waren ($p < 0,001$). Hieruit blijkt dat de DS-opbrengst van de kuilmaïs dus bepaald wordt door de bodembewerking en de positie in het proefveld. In Tabel 3-6 wordt een overzicht gegeven van de DS-opbrengst en het DS-gehalte van de maïs voor de hoofdfactoren bodembewerking en groenbedekker. De statistisch verschillende groepen voor bodembewerking werden bepaald met de Tukey-HSD test ($p < 0,05$). Gezien de interactietermen met de blokfactor ook significant waren, werd eveneens per blok gecheckt wat de invloed was van de bodembewerking en de groenbedekker op de DS-opbrengst (gegevens niet in dit rapport). Hieruit bleek dat voor zowel de factor groenbedekker als de factor bodembewerking de conclusies op basis van behouden kunnen Tabel 3-6 worden.

Tabel 3-6: Overzicht van de gemiddelde gewasopbrengst (\pm standaardfout; $n=20$) en DS-gehalte voor de hoofdfactoren bodembewerking en groenbedekker per behandeling op 7 september 2017. De behandelingen met verschillende bodembewerking die significant verschillend zijn van elkaar (Tukey HSD, $p < 0,05$) zijn aangeduid met een verschillende letter. Tussen de verschillende groenbedekkers werd geen significant verschil vastgesteld.

Bodembewerking	DS-opbrengst kg/ha	DS-gehalte %
S16	22 259 a (± 201)	33,3 ($\pm 0,3$)
NKB	22 480 ab (± 320)	35,0 ($\pm 0,3$)
P	22 582 ab (± 308)	34,4 ($\pm 0,5$)
S25+16	22 926 ab (± 231)	33,8 ($\pm 0,4$)
S25	23 294 b (± 244)	33,6 ($\pm 0,3$)
Groenbedekker	DS-opbrengst kg/ha	DS-gehalte %
Braak	22 387 (± 302)	34,7 ($\pm 0,4$)
R	22 571 (± 326)	35,2 ($\pm 0,5$)
GM	22 687 (± 308)	33,8 ($\pm 0,3$)
GM+B	22 935 (± 182)	33,3 ($\pm 0,3$)
TLVM	22 961 (± 216)	33,2 ($\pm 0,3$)

De DS-gehalten van de verschillende behandelingen liggen allemaal binnen het optimale oogstvenster voor kuilmaïs (32,0 tot 36,0%). Omdat zowel de factor “groenbedekker” als de interactieterm “groenbedekker x bodembewerking” niet significant was, kunnen we aannemen dat de groenbedekker geen effect had op de DS-opbrengst en dit in geen enkele van de types bodembewerkingen. Gezien de slechte ervaringen met strip-till na de groenbedekker rogge in 2016, was dit wat onverwacht. Hoewel de strip-till bodembewerking wat slechter verliep in de rogge, werd de bodem in 2017 toch goed opgewerkt en verliep de zaai evengoed dan in de andere groenbedekkerbehandelingen. Hieruit blijkt dat met (vooraf doodgespoten) rogge dus wel dezelfde opbrengst kan gehaald worden in strip-till dan bij de andere groenbedekkers, maar op voorwaarde dat de structuur van de bouwvoor optimaal is en het bodemvochtgehalte voldoende laag. Ondanks dat geen overmatige bemesting werd toegediend aan de kuilmaïs, had de nalevering van nutriënten uit de gewasresten van de groenbedekker geen significante invloed op de DS-opbrengst. Al is het zo dat de laagste DS-opbrengst werd gemeten bij de kuilmaïs na braak.

De DS-opbrengst voor de verschillende behandelingen was meer dan behoorlijk. Er was een significant verschil tussen behandeling S16 en S25. Dit geeft dus aan dat de diepere bewerking met de strip-tillmachine een beter resultaat geeft dan een ondiepere. Dit bevestigt de resultaten van 2016. Er werd geen significant verschil vastgesteld tussen de S25+16 en S25. De bijkomende bodembewerking net voor zaai in S256+S16, had dus geen toegevoegde waarde. Strip-till tot 25 cm diepte met drijfmestinjectie in de rij, niet-kerende bodembewerking en ploegen (de laatste 2 met vollevelds drijfmestbemesting) leidden tot een niet significant verschillende opbrengst van kuilmaïs in deze veldproef.

3.6 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.

1. Wat is de invloed van de groenbedekker op de uitvoering van de strip-tillbodembewerking?
2. Is er een effect van de groenbedekker op de opbrengst van kuilmaïs in strip-till?

Er werd geen effect vastgesteld van de groenbedekker op de gewasopbrengst, in geen enkele van de bodembewerkingstechnieken. Dit kan mogelijk te wijten zijn aan het feit dat de bodemstructuur overall goed was in het voorjaar 2017 en de groenbedekker niet voor extra structuur zorgde en/of de mineralisatie van nutriënten uit de gewasresten beperkt was door het droge voorjaar.

De strip-till bodembewerking na rogge was iets moeilijker dan na de andere groenbedekkers, maar verliep goed. De bodem werd voldoende opgewerkt en hoewel de gewasresten iets moeilijker uit de bewerkte strook werden weggeruimd, verliep de zaai achteraf goed. In vergelijking met de resultaten van de proefvelden 2016¹, geeft dit aan dat in een voldoende opgedroogde bodem, wanneer de rogge op tijd werd doodgespoten en de bodemstructuur goed was, rogge geen negatief effect hoeft te hebben op de bodembewerking met de strip-tillmachine. Als we de resultaten van de proefvelden 2016-2017 samen

¹ Vanden Nest, T., Van De sande, T., Horemans, D., De Boever, M., Ruysschaert, G. 2017. Brongerichte erosiebestrijdingstechnieken bij groenten en maïs. Proefveldresultaten van het GOMEROS-project in 2016. ILVO-mededeling 226, maart 2017, 252p.

bekijken, lijkt het risico op een negatief effect van rogge op de strip-tillbodembewerking en de uiteindelijke opbrengst wel groter dan bij groenbedekkers op basis van gele mosterd.

3. Hoe wordt de wortelgroei van kuilmaïs beïnvloed door de strip-tilltechniek?

Deze vraag kan nog niet beantwoord worden. Er werden stalen genomen en tellingen uitgevoerd, maar deze moeten nog verder verwerkt worden. De resultaten worden meegedeeld met het volgende rapport van de proefvelden.

4. Leidt strip-till tot bouwvoordiepte (25 cm) tot een hogere opbrengst dan een ondiepe strip-tillbodembewerking (16 cm)?

Het toepassen van strip-till tot 25 cm leidde tot significant hogere opbrengsten van kuilmaïs dan strip-till tot 16 cm diepte. Daarmee worden de resultaten van 2016 bevestigd waar dit ook in 2 van de 3 veldproeven werd vastgesteld.

5. Is het nuttig om bij strip-till de bodem 2x te bewerken (diep met drijfmestinjectie en enkele dagen later ondiep voor zaaibedbereiding)?

Hoewel er een positief effect werd vastgesteld in 2016, was dit in deze veldproef niet het geval. Zowel in 2016 als in 2017 leidde een 2^e bodembewerking met de strip-tillmachine tot stroken die dieper kwamen te liggen dan de niet bewerkte stroken. Dit is het gevolg van de gewasruimers die bij de 2^e bewerking grond uit de bewerkte strook ruimen. Deze ruimers uitschakelen leidt soms tot stroppen ter hoogte van de tand en wordt dus best niet gedaan. Hoewel het proefveld hier vlak was, vermoeden we dat de dieper liggende strook kan leiden tot meer erosie op hellende percelen, omdat het water van de hoger liggende tussenstroken zich hier zou kunnen verzamelen. Twee strip-tillbewerking in het voorjaar (met enkele weken tussen) worden daarom afgeraden op basis van onze veldproeven. Verder onderzoek moet uitwijzen of het nuttig is een bodembewerking voor en na de winter uit te voeren met de strip-tillmachine.

4 Erwt Zwalm: niet-kerende bodembewerking en verruwing van het zaaibed

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

4.1 Doelstelling van de veldproef

Dit proefveld met erwt 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 verschillende types zaaibedbereiding 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 zaaibedbereiding 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 de zaaibedbereiding hierbij?

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

4.2 Beschrijving perceel

4.2.1 Situering landbouwbedrijf

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

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

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

4.2.2 Bodemkenmerken en bodemverdichting op 25 april 2017

Regio: Vlaamse Ardennen

Bodemtextuur: Leem

Bodemkaart: Aba1 (onderaan perceel) en (x)Aba (bovenaan perceel): droge leembodem met textuur B horizont

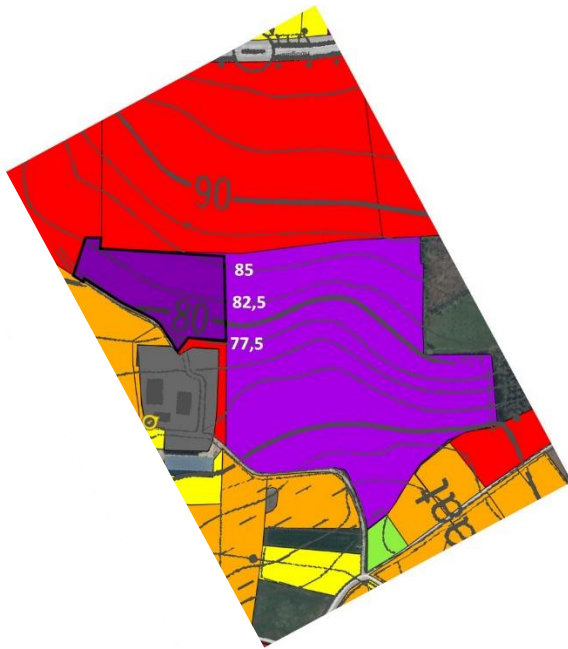
Erosieklasse: Paars

Voorvrucht: Wintergerst

Groenbedekker/vanggewas: Japanse haver en facelia

Helling proefveld: 8,3-11,6%

Kaartje hoogtelijnen (proefveld is zwart omrand):



Het perceel waar de veldproef werd uitgevoerd heeft een leemtextuur en is gecatalogeerd als een zeer hoog erosiegevoelig perceel (paars). Op dit perceel werd van 20 oktober 2015 tot 15 juli 2016 wintergerst geteeld. Na oogst werd bekalkt en ingewerkt met een rotoreg. Eind juli 2016 werd stalmest opgevoerd en met een combinatie Micheltand diepgronder (tot 15-20 cm diepte) en Lemken Smaragd ganzevoetbreker (tot 10-15 cm diepte) ingewerkt. Begin augustus 2016 werd een vanggewas ingezaaid van Japanse haver en facelia (Figuur 4-1).

De groenbedekker werd eind maart 2017 geklepeld en opkomend onkruid werd nadien doodgespoten met glyfosaathoudend totaalherbicide.

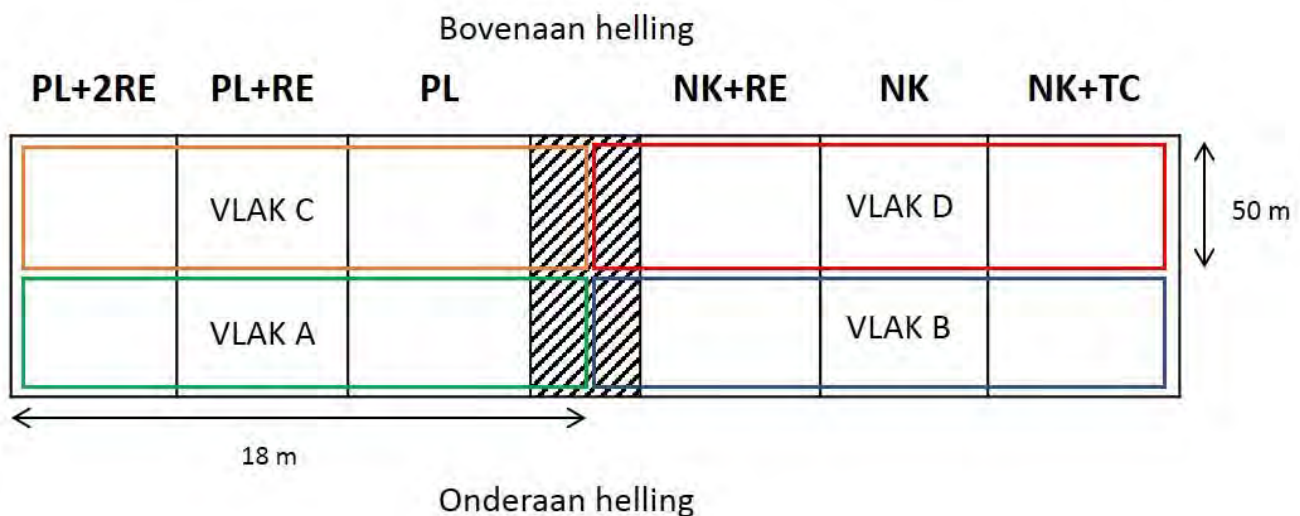


Figuur 4-1: Overzicht van het perceel (links) en detail van Japanse haver en facelia na klepelen (rechts).

De veldproef werd onderverdeeld in 6 behandelingsstroken van 4,5 m à 6 m 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

bodemstaalnames genomen ter bepaling van de chemische bodemtoestand en werd de indringingsweerstand bepaald op 25 april. Voor deze stalen en metingen werd het proefveld verdeeld in 4 verschillende vlakken, nl. vlak A, vlak B, vlak C en vlak D. In deze vlakken liggen meerdere blokken van meerdere behandelingsstroken (Figuur 4-2).

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



Figuur 4-2: Proefplan van de veldproef erwit te Zwalm, 2017. Voor de metingen met de penetrologger en voor staalnames voor de chemische bodemtoestand werd het proefveld onderverdeeld in 4 vlakken, nl. vlak A, vlak B, vlak C en vlak D.

In Tabel 4-1 wordt een overzicht gegeven van de chemische bodemtoestand op 25 april 2017. Het koolstofgehalte en bodemzuurtegraad bevinden zich net onder de streefzone. Merk op dat de minerale N inhoud vrij hoog is, door de bemesting kort voor staalname (zie logboek verder).

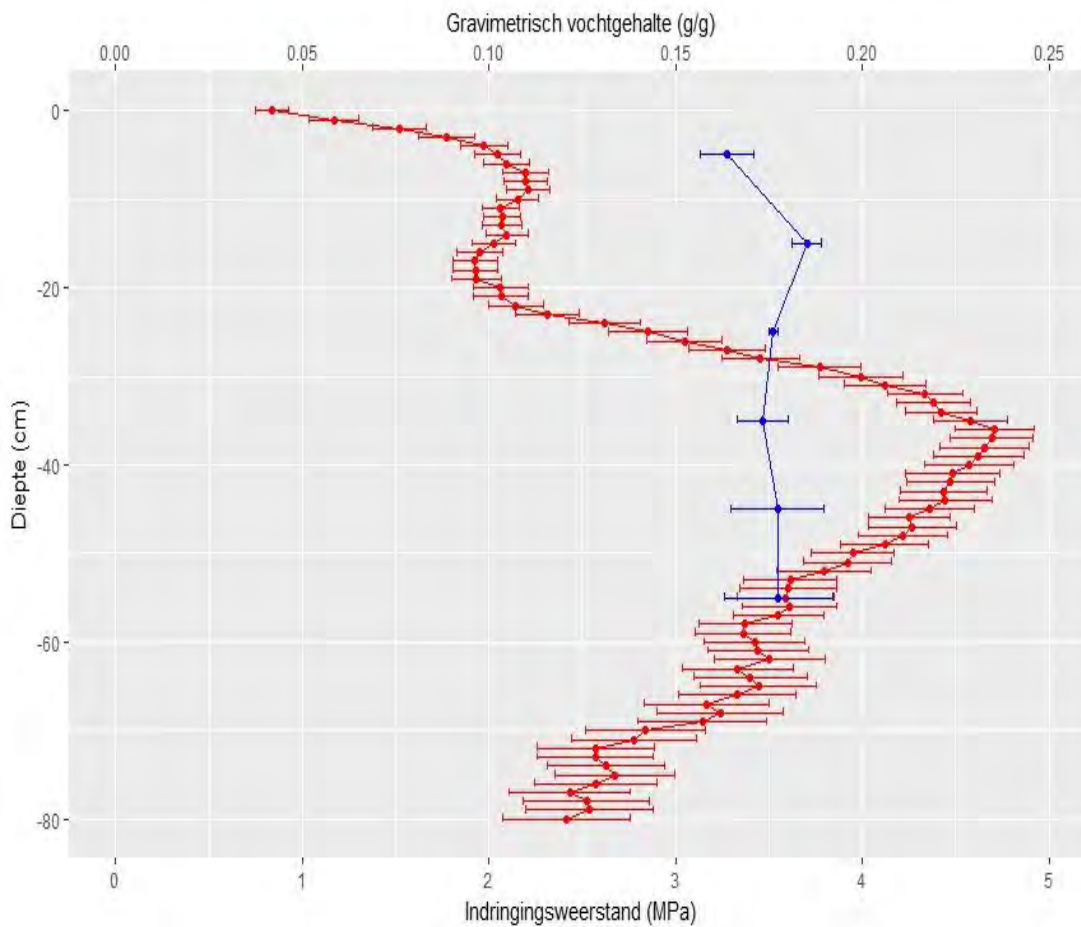
Tabel 4-1: Overzicht van de hoeveelheid minerale N (NO_3^- -N en NH_4^+ -N) in het bodemprofiel (0-60 cm) en de algemene chemische bodemtoestand voor de bouwvoor (0-30 cm) in vlak A, B, C en D. De streefwaarden voor leemgrond werden overgenomen van Maes et al. 2012¹.

Vlak	Diepte (cm)	N _{min} (kg/ha)	pH-KCl	OC ⁽¹⁾ (%)
A	30	60	6,6	1,1
	60	23		
B	30	52	6,7	1,1
	60	22		
C	30	64	6,4	1,0
	60	23		
D	30	46	6,5	1,0
	60	16		
Streefzone		-	6,7-7,3	1,2-1,6

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

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

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



Figuur 4-3: De gemiddelde indringingsweerstand (n=40) en gravimetrisch vochtgehalte (n=4) (\pm standaardfout) van alle metingen over de 4 vlakken samen. De indringingsweerstand werd gemeten met een penetrolgger (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 geleidelijk aan toeneemt tot 10 cm diepte. Op dit punt ligt de indringingsweerstand tussen 2,0 en 2,5 MPa. Tot 20 cm diepte is er geen verdere toename in de indringingsweerstand. Van 20 tot 40 cm neemt de indringingsweerstand verder geleidelijk aan toe tot iets meer dan 4,5 MPa. Van 40 tot 80 cm diepte neemt de indringingsweerstand opnieuw af tot ongeveer 2,5 MPa.

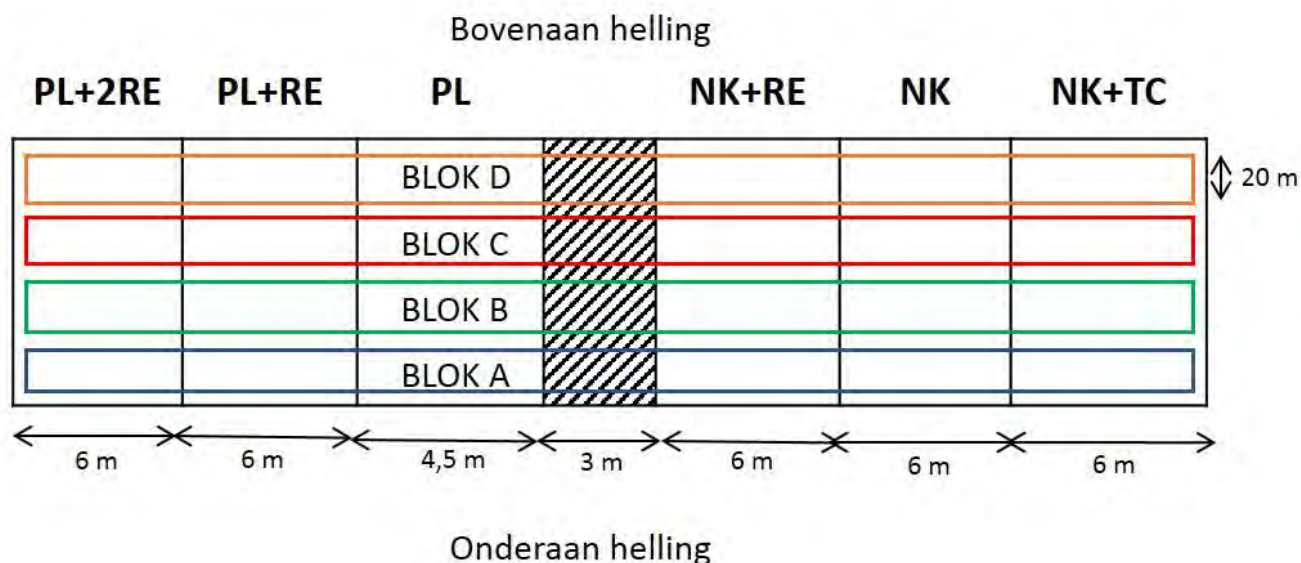
Er wordt aangenomen dat wortels moeilijk doorheen een laag kunnen breken als de indringingsweerstand meer dan 3 MPa bedraagt. In het bodemprofiel van het proefperceel overschrijdt de indringingsweerstand deze grens van 25 tot 70 cm diepte. Een verdichte laag op ploegdiepte of ploegzool komt dus voor. De wortelgroei van de gewassen zal echter niet gehinderd worden binnen de bouwvoor (0-25 cm diepte) gezien in dit deel de indringingsweerstand lager is dan 3 MPa. Het gravimetrisch vochtgehalte neemt gering toe in de bouwvoor met toenemende diepte. Beneden de 20 cm diepte blijft het vochtgehalte constant.

Op basis van deze metingen kan worden besloten dat de chemische bodemtoestand in bijna optimale conditie is. De bodemzuurtegraad bevindt zich net onder het optimale pH-gebied, zodoende dat de nutriënten quasi optimaal ter beschikking komen van de plant. Ook het organisch koolstofgehalte bevindt zich net onder de streefzone. In het bodemprofiel wordt een verdichte laag, met een indringingsweerstand groter dan 3 MPa, vastgesteld van 25 tot 70 cm diepte.

4.3 Beschrijving veldproef

4.3.1 Opbouw en logboek

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



Figuur 4-4: Proefplan van de veldproef erwit te Zwalm, 2017. De proef bestaat uit 6 stroken van 4,5 à 6m breedte. De lettercode geeft de verschillende behandelingen per strook aan (paragraaf 4.3.2). In blok B werden regenvals simulaties uitgevoerd op 31 mei en 1 juni 2017.

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

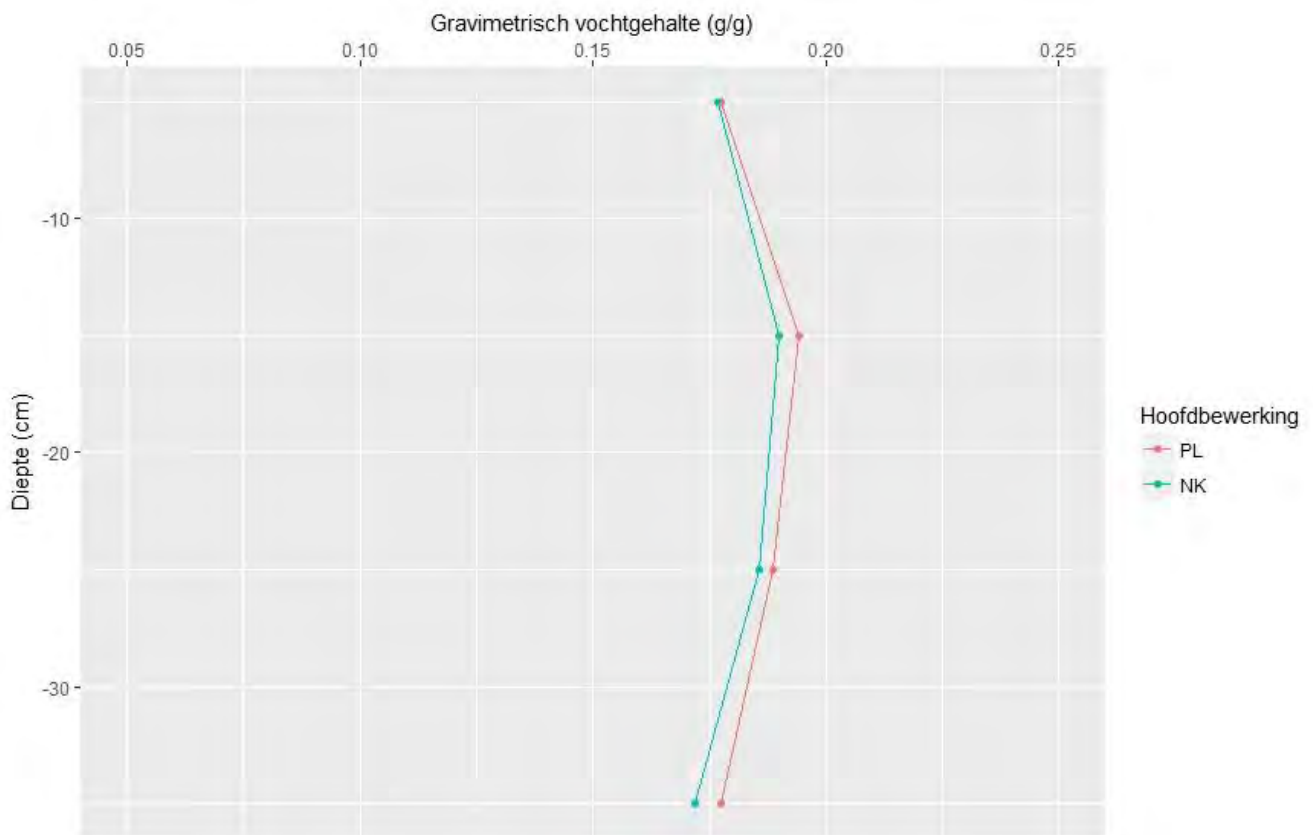
Tabel 4-2: Overzicht van de activiteiten op de veldproef per datum.

Datum uitvoering	Handeling	Opmerking
week van 20 maart	Bewerking	klepelen groenbedekker (Japanse haver + facelia)
week van 27 maart	Bewerking	doodspuiten opgekomen onkruid met glyfosaat
week van 10 april	Bemesting	door proefveldhouder (1000 kg/ha Haspargit NPK 5-0-18)
25/04/17	Staalname	metingen met penetrologger en bepaling grav. vochtgehalte (0-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm, 30-40 cm, 40-50 cm, 50-60 cm) in vlakken A, B, C en D (door ILVO)
25/04/17	Staalname	Nmin, pH, %C (0-30 cm) en Nmin (30-60 cm) in vlakken A, B, C en D
4/05/2017	Bewerking	proefperceel uitrijden met GPS
4/05/2017	Bewerking	plan proefperceel doorgeven aan proefveldhouder
8/05/2017	Bewerking	breken met Lemken Smaragd cultivator (10-15 cm diep) en diepgronden met Micheltand (15-20 cm diep) over volledige proefveld + ploegen (tot 30 cm diepte) volgens proefplan
9/05/2017	Bewerking	zaaibedbereiding volgens proefplan + nemen foto's met kader per behandeling voor bepaling bedekkingsgraad bodem door gewasresten groenbedekker

Datum uitvoering	Handeling	Opmerking
9/05/2017	Staalname	bepaling grav. vochtgehalte (0-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm, 30-40 cm) in behandelingen ploegen en niet-kerende bodembewerking
10/05/2017	Zaai	werkbreedte zaaimachine 3,6 m; ras: Pixia (Euroseeds); zaaidichtheid: 1.000.000 zaden/1,2 ha; rijafstand: 15 cm
10/05/2017	Beoordeling	bodembedekking en bodemruwheid direct na zaai (door ILVO)
24/05/2017	Beoordeling	opkomst (per plot tellen van 4 kaders van 1/8 m (3 rijtjes erwt per kader), 1/2 m in totaal) + visuele beoordeling bodembedekkingsgraad gewas, gewasontwikkeling/gewasstand, onkruidtelling en visuele erosie + foto per plot
31/05/2017	Beoordeling	bodembedekking, bodemverslapping en bodemruwheid voor regenvalsimulaties (door ILVO)
1/06/2017	Beoordeling	regenvalsimulatie na opkomst gewas (door ILVO)
20/06/17	Beoordeling	opkomst (per plot tellen van 4 kaders van 1/8 m (3 rijtjes erwt per kader), 1/2 m in totaal) + visuele beoordeling bodembedekkingsgraad gewas, gewasontwikkeling/gewasstand, onkruidtelling en visuele erosie + foto per plot
28/06/17	Beoordeling	opkomst (per plot tellen van 4 kaders van 1/8 m (3 rijtjes erwt per kader), 1/2 m in totaal) + visuele beoordeling bodembedekkingsgraad gewas, gewasontwikkeling/gewasstand, onkruidtelling en visuele erosie + foto per plot
13/07/17	Beoordeling	opkomst (per plot tellen van 4 kaders van 1/8 m (3 rijtjes erwt per kader), 1/2 m in totaal) + visuele beoordeling bodembedekkingsgraad gewas, gewasontwikkeling/gewasstand, onkruidtelling en visuele erosie + foto per plot
13/07/17	Oogst	specificaties: per plot 3 kaders van 1,225 m geoogst (3,675 m in totaal)
13/07/17	Staalname	per plot staalname voor Nmin (0-90). In blok A tot 60 cm diep genomen; in blokken C en D tot 30 cm wegens te hard
20/07/17	Beoordeling	bepalen versgewicht per plot: gewas totaal, peulen en oogstresten.
24/07/17	Beoordeling	Per plot staal maken voor bepaling droge stof van peulen en oogstresten. Planten beoordelen op ziekte en kwaliteit.

Na het ploegen en de zaaibedbereiding op 9 mei 2017, werd het gravimetrisch vochtgehalte van het bodemprofiel bepaald in behandelingen ploegen en niet-kerende bodembewerking (Figuur 4-5). Over het volledige bodemprofiel waren de verschillen tussen de geploegde en niet-kerende behandelingen zeer klein. Het vochtgehalte schommelde tussen 0,17 en 0,20 g/g van 0 tot 40 cm diepte.

Ten opzichte van 25 april (Figuur 4-3) is het vochtgehalte in de bouwvoor (0-30 cm) quasi gelijk gebleven.



Figuur 4-5: Gravimetrisch vochtgehalte ($n=1$; mengstaal van minstens 7 steken) in de bodem op het tijdstip van zaaibedbereiding in de behandelingen ploegen en niet-kerende bodembewerking (9 mei 2017).

In Tabel 4-3 wordt een overzicht gegeven van de gemiddelde maandelijkse temperatuur en totale maandelijkse neerslag in 2017 (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 2017 werd gekenmerkt door zeer droge en warme omstandigheden. De gemiddelde maandelijkse temperatuur in de periode april tot juli was 0,5 tot 4,1 °C hoger en de maandelijkse totale neerslag 31,0 tot 42,1 mm lager in vergelijking met de normalen.

Tabel 4-3: Overzicht van de gemiddelde maandelijkse temperatuur en maandelijkse totale neerslag in 2017 in Kruishoutem in de maanden van aanleg tot oogst van de veldproef en de afwijking van de maandelijkse normalen voor temperatuur en neerslag (bron: KMI).

Maand	Gemiddelde temperatuur		Totale neerslag	
	Jaar 2017 (°C)	Afwijking van normalen (°C)	Jaar 2017 (mm)	Afwijking van normalen (mm)
April	10,0	0,5	8,7	-39,4
Mei	16,6	3,3	19,2	-42,1
Juni	20,1	4,1	41,1	-31,0
Juli	19,3	1,1	36,9	-38,6

4.3.2 Beschrijving van de behandelingen

In alle behandelingen werd een niet-kerende bodembewerking uitgevoerd op 8 mei met een Lemken Smaragd cultivator (10-15 cm diepte) gevolgd door een diepgronder. Het diepgronden gebeurde met een Carré neolab-eco met 6 micheltanden op een 3 m brede balk. In het midden is tussen de 2 middelste tanden een grotere uitsparing gelaten (± 70 cm). De 3 tanden links en rechts staan ongeveer 35 cm uit elkaar. De bewerkingsdiepte van de Micheltanden was 15 à 20 cm diepte.

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

4.3.2.1 ***PL+2RE: ploegen - zaaibedbereiding met rotoleg + extra werkgang met rotoleg***

Op 8 mei werd na de niet-kerende bodembewerking geploegd tot een diepte van 25 à 30 cm. De zaaibedbereiding, uitgevoerd op 9 mei, bestond uit twee werkgangen met een rotoleg (telkens diep ingesteld op 4 à 5 cm aan 1000 tpm). Tijdens de eerste werkgang werd gebruik gemaakt van een verkruiemrol (Crosskill) vooraan gecombineerd met een rotoleg gevolgd door een prisma-rol achteraan de trekker. In de tweede (extra) werkgang werd achteraan de trekker een rotoleg gecombineerd met een prisma-rol en een gladde rol (Figuur 4-6). Dit resulteerde in een zeer fijn zaaibed. Deze behandeling kan beschouwd worden als referentieobject van de teler waarbij optimale teeltomstandigheden worden nagestreefd.



Figuur 4-6: Verkruiemrol (Crosskill) vooraan gecombineerd met een rotoleg gevolgd door een prisma-rol achteraan de trekker (links) en rotoleg gecombineerd met een prisma-rol en een gladde rol achteraan de trekker (rechts)

4.3.2.2 ***PL+RE: ploegen – zaaibedbereiding met rotoleg***

Op 8 mei werd na de niet-kerende bodembewerking geploegd tot een diepte van 25 à 30 cm. De zaaibedbereiding, uitgevoerd op 9 mei, bestond uit bewerking met een verkruiemrol (Crosskill) vooraan gecombineerd met een rotoleg (diep ingesteld op 4 à 5 cm aan 1000 tpm) gevolgd door een prisma-rol achteraan de trekker. Dit resulteerde in een fijn zaaibed (maar minder fijn dan bij de behandeling PL+2RE). Door vergelijking met PL+2RE kan de invloed van een extra werkgang op bodemerosie en gewasopbrengst worden nagegaan alsook de noodzaak ervan.

4.3.2.3 PL: ploegen zonder zaaibedbereiding

Op 8 mei werd na de niet-kerende bodembewerking geploegd tot een diepte van 25 à 30 cm. Deze bewerking zonder zaaibedbereiding resulteert in het ruwer achterlaten van de bodem. De bedoeling hiervan is dat de kluiten een rem vormen voor het afstromend water op het perceel. Merk op dat er zoals bij alle andere behandelingen wel nog een zaaibedbereiding was tijdens het zaaien (rotoreg geïntegreerd in de zaaicombinatie; zie verder).

4.3.2.4 NK+RE: 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.

De niet-kerende bodembewerking werd uitgevoerd op 8 mei. De zaaibedbereiding werd uitgevoerd op 9 mei met een verkruiemrol (Crosskill) vooraan gecombineerd met een rotoreg gevolgd door een prismarol achteraan de trekker. De rotoreg werd op dezelfde wijze (qua diepte en snelheid) ingesteld als bij de behandelingen PL+2RE en PL+RE.

4.3.2.5 NK: niet-kerende bodembewerking zonder zaaibedbereiding

De niet-kerende bodembewerking werd uitgevoerd op 8 mei. Deze bewerking zonder zaaibedbereiding werd in de proef opgenomen om het belang van de zaaibedbereiding na te gaan. Merk op dat er zoals bij alle andere behandelingen wel nog een zaaibedbereiding was tijdens het zaaien (rotoreg geïntegreerd in de zaaicombinatie; zie verder).

4.3.2.6 NK+TC: niet-kerende bodembewerking – zaaibedbereiding met Steketee triltandcultivator

De niet-kerende bodembewerking werd uitgevoerd op 8 mei. Voor de zaaibedbereiding, uitgevoerd op 9 mei, werd gebruik gemaakt van een verkruiemrol (Crosskill) vooraan gecombineerd met een Steketee triltandcultivator (diepte van 3 à 5 cm) achteraan de trekker. De Steketee zaaibedcombinatie is opgebouwd uit een rij ganzevoetbeitels (8 in totaal) gevolgd door een hoekijzerrol om de kluiten te breken, 2 egalisatieborden met tussenin 4 rijen triltanden (46 in totaal) met nadien 2 kleine verkruiemrollen (Figuur 4-7). Er wordt verwacht een iets grover zaaibed te verkrijgen in vergelijking met de rotoreg. Door vergelijking met behandeling NK+RE kan de invloed van de grofheid van het zaaibed nagegaan worden.



Figuur 4-7: Steketee tritandcultivator

4.3.3 Bemesting en zaai

Begin april werd het perceel bemest met 1000 kg/ha Haspargit 5-0-18 (Tabel 4-4). Er werd geen dierlijke mest in het voorjaar opgevoerd. Tijdens het groeiseizoen werd bladbemesting toegepast.

Tabel 4-4: Overzicht van de toegediende meststof en de samenstelling ervan binnen de proef erwten.

Datum	kg/ha	Meststof	Samenstelling meststof (%)			
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
Week van 10 april	1000	Haspargit	5	0	18	

Bij de zaai werd een Maschio Gaspardo Orso Rapido Plus Combi rotoreg met opbouwzaamachine van Herriau Turbosem P24 gebruikt (Figuur 4-8). De rotoreg werd diep ingesteld aan 1000 tpm. Deze zaaibedbereiding, in dezelfde werkgang als de zaai, komt dus voor alle behandelingen bovenop de zaaibedbereiding beschreven in paragraaf 4.3.2. De werkbreedte van de opbouwzaamachine is 3,6 m. De rijafstand bedraagt 15 cm en per werkbreedte werden bijgevolg 24 rijen erwten gezaaid.



Figuur 4-8: Herriau Turbosem P24 opbouwzaamachine.

4.4 Gewasopkomst, bodembedekkingsgraad en onkruidtellingen

4.4.1 Gewasopkomst

Per plot (uitgezonderd voor de plots in blok B) werd een schatting gemaakt van de opgekomen planten door vier kaders van 1/8 m (in totaal 1/2 m) met telkens 3 rijen per kader te tellen (

Tabel 4-5). Daarnaast werd op twee weken na zaai ook de uniformiteit van opkomst binnen de verschillende behandelingen beoordeeld. Ter ondersteuning van de visuele beoordeling werden er foto's van alle plots genomen.

Tabel 4-5: Opkomst in erwten ($n=3$) voor de behandelingen PL+2RE, PL+RE, PL, NK+RE, NK en NK+TC op 24 mei, 20 juni en 28 juni 2017, gemeten 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	Opkomst (aantal per 1/2 m ²)			Uniformiteit ^(*) 1=heterogeen; 9=homogeen
	24/05/2017	20/06/2017	28/06/2017	
PL+2RE	51 a	43 a	44 ab	8,0
PL+RE	46 a	40 a	43 ab	8,0
PL	47 a	39 a	42 ab	7,8
NK+RE	43 a	35 a	37 b	7,3
NK	48 a	43 a	53 a	7,3
NK+TC	48 a	41 a	39 b	6,8

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




Op 24 mei 2017, twee weken na zaai, werden geen significante verschillen in opkomst tussen de behandelingen vastgesteld. De grootste uniformiteit in opkomst werd waargenomen in de geploegde behandeling. De niet-kerende behandelingen vertoonden een iets meer heterogene opkomst. Ongeveer 1,5 maand na zaai, op 20 juni, werden opnieuw geen significante verschillen in opkomst vastgesteld tussen de geploegde en niet-kerende behandelingen. In vergelijking met 24 mei was het aantal planten bij alle behandelingen lager wat kan gerelateerd worden aan het droge voorjaar. Op 28 juni werd de grootste opkomst waargenomen in behandeling NK. Een mogelijke verklaring hiervoor is het behoud van de bodemstructuur resulterend in een langer vochtleverend vermogen en een betere doorwortelbaarheid. De overige behandelingen vertonen geen significante verschillen in lijn met de vorige waarnemingen.

4.4.2 Bodembedekkingsgraad

Per plot (uitgezonderd voor de plots in blok B) werd het percentage veldbedekking door erwt, de gewasstand en het volume van het gewas visueel ingeschat (Tabel 4-6). Ter ondersteuning van de visuele beoordeling werden er foto's van alle plots genomen (Figuur 4-9 en Figuur 4-10).

	24/05/2017	20/06/2017
PL+2RE		
PL+RE		
PL		
NK+RE		
NK		
NK+TC		

Figuur 4-9: Overzichtsfoto's (met gelijke schaal) van boven naar onder van behandelingen PL+2RE, PL+RE, PL, NK+RE, NK en NK+TC op tijdstippen 24 mei en 20 juni 2017. Bodembedekkingsgraad werd in blauwe kader (dimensies: 1m x 1m) bepaald.

	28/06/2017	13/07/2017
PL+2RE		
PL+RE		
PL		
NK+RE		
NK		
NK+TC		

Figuur 4-10: Overzichtsfoto's (met gelijke schaal) van boven naar onder van behandelingen PL+2RE, PL+RE, PL, NK+RE, NK en NK+TC op tijdstippen 28 juni en 13 juli 2017.

Tabel 4-6: Veldbedekking (n=3), gewasstand (n=3) en volume gewas (n=3) visueel ingeschat voor de behandelingen PL+2RE, PL+RE, PL, NK+RE, NK en NK+TC op 20 juni, 28 juni en 13 juli, gemeten 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	Veldbedekking erwt (%)		Gewasstand ^(a)	Volume gewas ^(a)
	20/06/2017	28/06/2017	(1=slecht; 9=goed)	(1=slecht; 9=goed) ^(a)
PL+2RE	82 a	83 a	7,7	6,3
PL+RE	76 a	79 a	6,7	6,0
PL	74 a	86 a	7,0	6,7
NK+RE	70 a	72 a	6,2	5,7
NK	81 a	79 a	7,5	6,3
NK+TC	79 a	78 a	7,0	-

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

Op 20 juni, ongeveer 1,5 maand na zaai, werden geen significante verschillen in veldbedekking door erwt vastgesteld. De gewasstand op dit tijdstip was in alle behandelingen vrij goed. De behandelingen PL+2RE en NK+RE scoren respectievelijk het best (7,7) en het slechtst (6,2). Op 28 juni 2017 werden opnieuw geen verschillen in veldbedekking door erwt vastgesteld. Net voor oogst, op 13 juni 2017, werd het volume van het gewas bepaald. De behandeling NK+RE scoorde het slechtst qua volume.

De bodembedekkingsgraad is visueel goed in te schatten, maar is niet altijd even objectief. Daarom werd gebruik gemaakt van orthogonale foto's en beeldverwerking met het programma ImageJ om de bodembedekkingsgraad door het gewas op te meten.

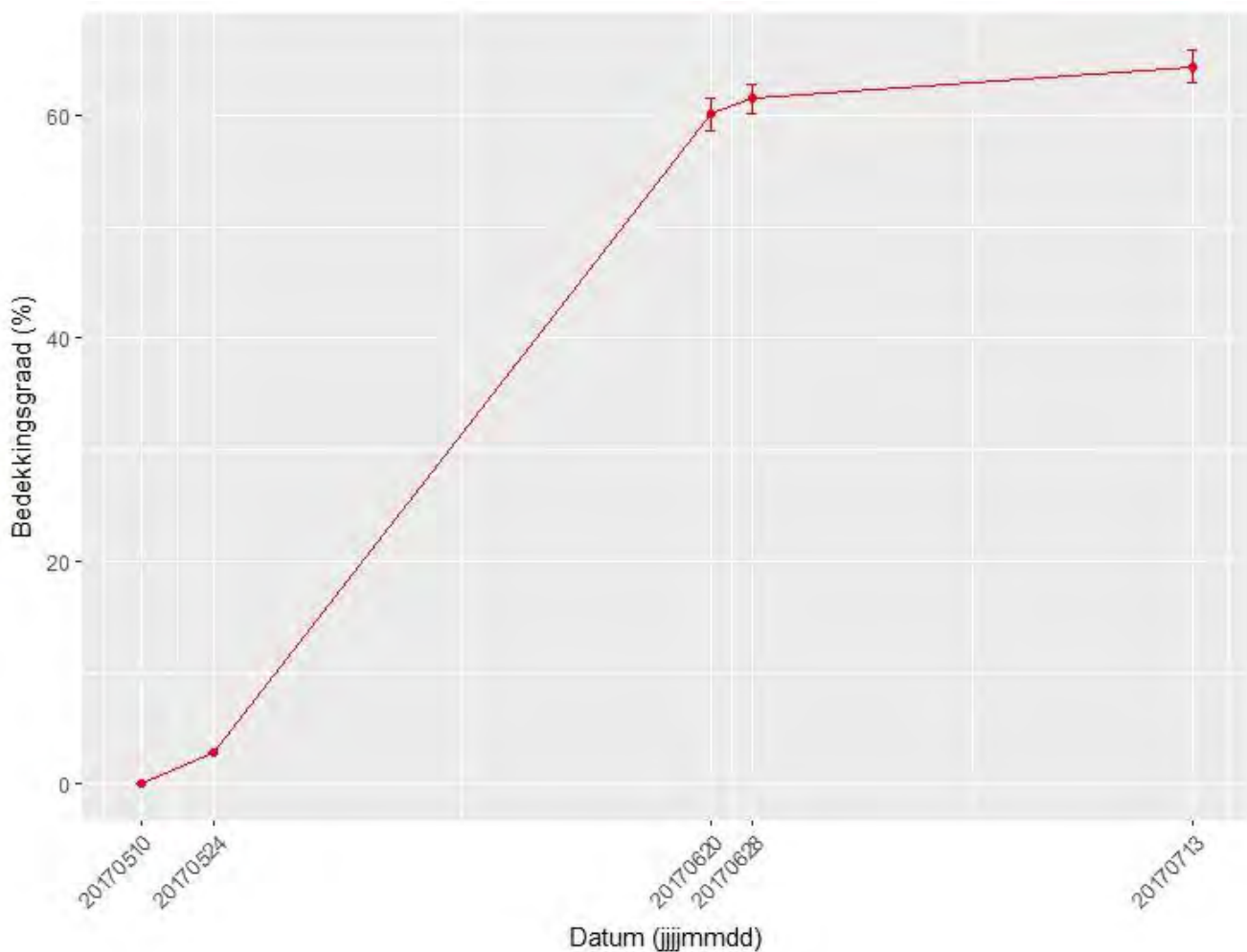
Per plot (uitgezonderd voor de plots in blok B) werden per opnametijdstip drie foto's gemaakt (telkens op dezelfde locatie). De foto's werden vervolgens geanalyseerd met behulp van ImageJ. Er werd een script geschreven dat toeliet om een hele reeks foto's automatisch op een zelfde manier te verwerken.

Eerst werden de foto's bijgesneden. De bekomen foto's kwamen overeen met een grondoppervlak van 1m². Voor het berekenen van de bodembedekking werden de foto's door dit script omgezet in binaire beelden: groene pixels kregen een waarde 1 en kleurden zwart, andere pixels kregen een waarde 0 en kleurden wit. Door de verhouding tussen het aantal zwarte en witte pixels te berekenen, kan de procentuele bodembedekking bepaald worden.

De classificatie van de pixels uit de originele beelden in deze twee categorieën gebeurde met de plug-in 'color-thresholder'. Via deze functie van ImageJ wordt de foto omgevormd tot het HSB-kleurensysteem. De foto is opgebouwd uit drie beelden bestaande uit 'Hue' (tint, wat we de kleur noemen), 'Saturation' (verzadiging, hoe fel of sterk het kleur is) en 'Brightness' (helderheid, de helderheid van het kleur).

Door handmatig gepaste waarden te vinden voor de HSB-waarden kon het gewas goed onderscheiden worden van de bodem. De grenswaarden voor het HSB-kleurensysteem werden per opnametijdstip aangepast om een goed resultaat te bekomen.

Op de verschillende tijdstippen doorheen het groeiseizoen werden geen significante verschillen in bedekkingsgraad tussen de behandelingen vastgesteld. Zowel de hoofdbewerking als de zaaibedbereiding vertoonden een minimale invloed op de bedekkingsgraad door het gewas. Bijgevolg werd het verloop van de procentuele bodembedekking voor alle behandelingen samengenomen (Figuur 4-11). Het duurde ongeveer 1,5 maand tot de maximale bodembedekkingsgraad werd bereikt. De bedekkingsgraad bedroeg op het eind van het groeiseizoen gemiddeld 65%. Dit was lager dan verwacht en kan gerelateerd worden aan het droge voorjaar van 2017.



Figuur 4-11: Procentuele bodembedekking door erwt (n=54) (\pm standaardfout) bepaald a.d.h.v. ImageJ voor alle behandelingen samen (PL+2RE, PL+RE, PL, NK+RE, NK en NK+TC) op 10 mei, 24 mei, 20 juni, 28 juni en 13 juli 2017.

4.4.3 Onkruidtellingen

Per plot (uitgezonderd voor de plots in blok B) werd het percentage veldbedekking door onkruid ingeschat (Tabel 4-7). 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 toegepast tegen onkruid (Centium 36 CS 0,2 l + Stomp Aqua 1,5 l op 11 mei 2017, Butyzil 1,3 l + Basagran SG 1 kg en Agil 0,75 l op 1 juni 2017) en bladluizen (Okapi 1,25 l op 31 mei 2017, Pirimor 0,3 l op 10 juni 2017 en Decis 2,5 EC 0,25 l op 20 juni 2017). Voor de praktische uitvoering ervan werd geen onderscheid gemaakt tussen de geploegde en niet-kerende behandelingen. Alle behandelingen kregen dezelfde gewasbeschermingsmiddelen toegediend.

Tabel 4-7: Bedekkingsgraad door onkruid (n=3) voor de behandelingen PL+2RE, PL+RE, PL, NK+RE, NK en NK+TC op 24 mei, 20 juni, 28 juni en 17 juli 2017, bepaald in blokken A, C en D.

Behandeling	Onkruid ^(*) (1=veel; 9=weinig)			
	24/05/2017	20/06/2017	28/06/2017	13/07/2017
PL+2RE	7,2	8,2	8,5	8,2
PL+RE	7,2	7,7	7,7	6,0
PL	7,3	8,3	8,3	8,2
NK+RE	6,2	5,7	6,3	4,5
NK	6,2	6,8	7,3	6,0
NK+TC	6,2	6,2	6,7	-

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

Algemeen kan gesteld worden dat de hoofdbewerking, ploegen of niet-kerend, een belangrijke invloed heeft op de bedekkingsgraad door onkruid. Op de verschillende waarnemingstijdstippen doorheen het groeiseizoen werd een lagere bedekkingsgraad door onkruid vastgesteld in de geploegde behandelingen. Van de niet-kerende objecten was de onkruiddruk het laagst in de behandeling NK. Naar ziektedruk en plagen toe werden geen verschillen vastgesteld tussen de verschillende behandelingen.

4.5 Erosie

4.5.1 Visuele beoordeling van verslempling en erosie op 20 en 28 juni 2017

Per plot (uitgezonderd voor de plots in blok B) werden de zichtbare erosiekenmerken zoals geultjes en verslempling beoordeeld met een score van 1=veel tot 9=geen (Tabel 4-8).

Tabel 4-8: Visuele erosie (n=3) voor de behandelingen PL+2RE, PL+RE, PL, NK+RE, NK en NK+TC op 20 juni en 28 juni 2017, bepaald in blokken A, C en D.

Behandeling	Visuele erosie ^(*) (1= veel; 9=geen)	
	20/06/2017	28/06/2017
PL+2RE	8,0	8,0
PL+RE	8,0	8,0
PL	8,0	8,0
NK+RE	8,0	8,0
NK	8,0	8,0
NK+TC	8,0	8,0

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

Op 20 juni, ongeveer 1,5 maand na zaai, werd de visuele erosie op het proefperceel beoordeeld. Er werd bijna geen verslempling of geulvorming vastgesteld en de verschillen tussen de behandelingen waren minimaal (Figuur 4-9).

Op 28 juni, wanneer de maximale bedekkingsgraad door erwt werd bereikt, werden opnieuw geen verschillen in visuele erosie tussen de behandelingen vastgesteld (Figuur 4-10).

4.5.2 Regenvalsimulaties op 31 mei en 1 juni 2017

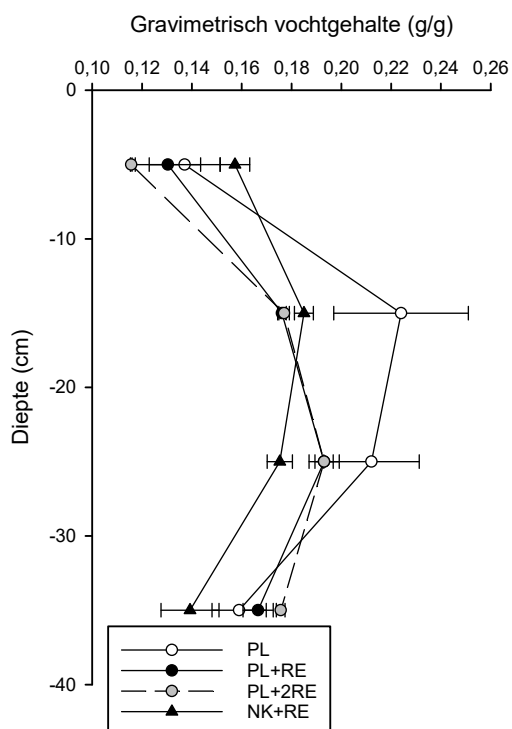
Om het effect van de behandelingen op run-off en erosie objectief te testen, werden op 31 mei en 1 juni 2017 regenvalsimulaties uitgevoerd met de simulator van KU Leuven (Figuur 4-12; Leys et al., 2007¹; sproeikop Lechler 460 788). Alle simulaties werden uitgevoerd in blok B. De helling in de erosieveldjes was homogeen en schommelde van 8,1 tot 12,0%. Voor iedere simulatie werd een erosieveldje van 0,8 m x 1,0 m afgebakend. De veldjes omvatten in de breedte 5 rijen erwten. Er werden in totaal 12 simulaties uitgevoerd. In de behandelingen PL+2RE, PL+RE, PL en NK+RE werden elk 2 simulaties uitgevoerd waarbij 75 minuten werd berekend aan een gemiddelde intensiteit van 37 l/m².h ($\pm 1,0$ l/m².h standaardfout). Dit is iets lager dan de gemiddelde intensiteit (45 l/m².h; Leys et al., 2007) die normaal met deze simulator wordt behaald. In de behandelingen PL+RE en NK+RE werd daarnaast ook 1 extra regenvalsimulatie en bij behandeling PL+2RE 2 extra regenvalsimulaties uitgevoerd bij een hogere intensiteit, nl. 55 l/m².h ($\pm 1,7$ l/m².h standaardfout) gedurende 75 minuten. Deze regenvalsimulaties gebeurden expliciet met regenwater (leidingwater of putwater bevat dikwijls teveel kalk die het bodemoppervlak stabiliseert). Tijdens het beregenen wordt de run-off per tijdseenheid opgetekend en worden ook stalen genomen van deze run-off. Deze stalen werden achteraf in het labo uitgedampt in de droogstoof, ter bepaling van het sedimentgehalte. Zowel run-off als cumulatieve erosie worden uitgezet tegen hoeveelheid neerslag (zie verder), omdat op deze wijze rekening wordt gehouden met de lichte schommelingen in neerslagintensiteit tussen de simulaties onderling.

¹ Leys, A., Govers, G., Gillijns, K., Poesen, J. 2007. Conservation tillage on loamy soils: explaining the variability in interrill runoff and erosion reduction. *European Journal of Soil Science* 58: 1425-1436



Figuur 4-12: Zicht op de regenvalsimulator van KULeuven

Bij iedere simulatie werd voorafgaand aan de simulatie een bodemvochtstaal genomen in het profiel 0-40 cm, per laag van 10 cm (Figuur 4-13). In de laag 10-30 cm is te zien dat de bodem in behandeling PL iets vochtiger is dan de andere behandelingen. Verder zijn de vochtgehalten op de verschillende dieptes weinig verschillend tussen de behandelingen.



Figuur 4-13: Gravimetrisch vochtgehalte (\pm standaardfout) (PL: n=2, PL+RE en NK+RE: n=3 en PL+2RE: n=4) in het bodemprofiel tot 40 cm diepte, per laag van 10 cm vlak voor aanvang van de simulaties.

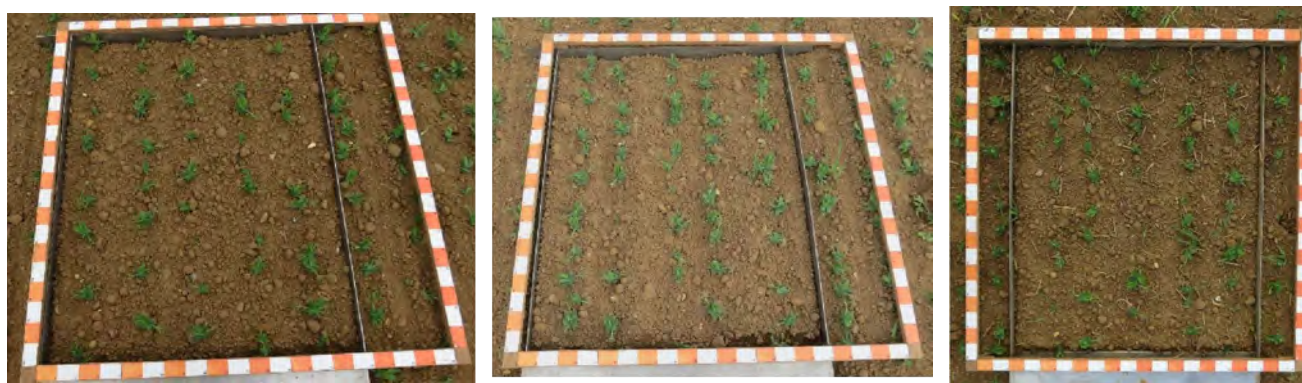
In Tabel 4-9 wordt het gravimetrisch en volumetrisch vochtgehalte en de bulkdensiteit van de toplaag (0-5 cm) van het bodemprofiel, voor de simulatie weergegeven. Voor deze bepalingen werd gebruik gemaakt van kopecky ringen (in 3 herhalingen per simulatie). Uit deze Tabel blijkt dat aan het bodemoppervlak het vochtgehalte hoger is bij niet-kerende bodembewerking dan bij ploegen. Hoewel er geen significant verschil was in bulkdensiteit, is bij de geploegde behandelingen merkbaar dat de bulkdensiteit afneemt met het aantal rotoregbewerkingen.

Tabel 4-9: Overzicht van het gemiddelde gravimetrisch en volumetrisch vochtgehalte en de bulkdensiteit (\pm standaardfout) van de toplaag (0-5 cm) van het bodemprofiel, vlak voor aanvang van de regenvalsimulaties (PL: $n=6 = 3$ herhalingen per simulatie $\times 2$ simulaties, PL+RE en NK+RE: $n=9 = 3$ herhalingen per simulatie $\times 3$ simulaties en PL+2RE: $n=12 = 3$ herhalingen per simulatie $\times 4$ simulaties). Significant verschillende behandelingen worden aangegeven met een verschillende letter. Als post-hoc test werd voor de Scheffé-test gekozen ($p < 0,05$), aangezien het aantal herhalingen niet gelijk was per behandeling.

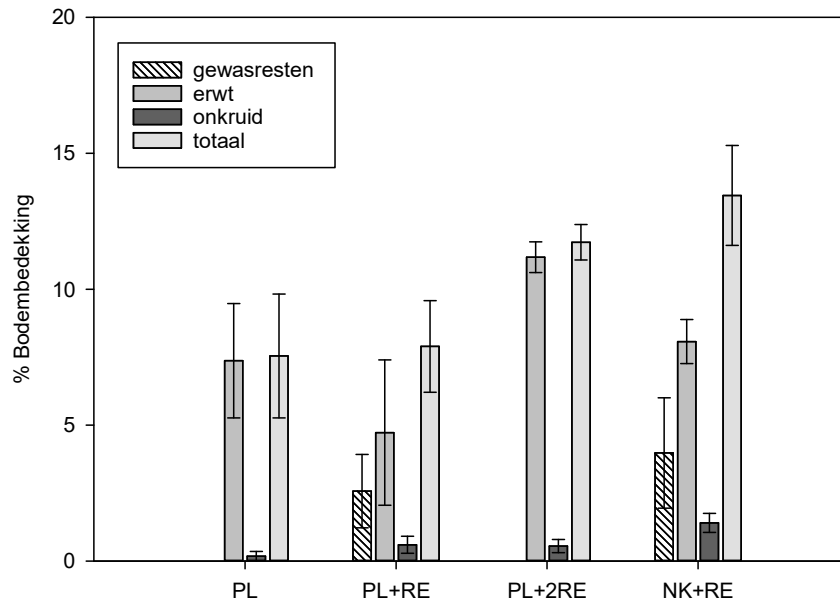
	Gravimetrisch vochtgehalte (g/g)	Volumetrisch vochtgehalte (g/cm ³)	Bulkdensiteit (kg/dm ³)
PL	0,12 \pm <0,01 ^a	0,16 \pm 0,01 ^{ab}	1,31 \pm 0,02 ^a
PL+RE	0,13 \pm <0,01 ^{ab}	0,17 \pm 0,01 ^{ab}	1,27 \pm 0,01 ^a
PL+2RE	0,12 \pm <0,01 ^a	0,15 \pm 0,01 ^a	1,25 \pm 0,02 ^a
NK+RE	0,15 \pm <0,01 ^b	0,18 \pm 0,01 ^b	1,25 \pm 0,02 ^a

Vlak voor de regenvalsimulaties werd de bodembedekking van het bodemoppervlak bepaald in de erosieveldjes. Erosie kan voorkomen worden door het bodemoppervlak voldoende te bedekken met gewasresten die bodemdeeltjes ophouden en de kracht van inslaand en afstromend water temperen. Indien het bodembedekkingspercentage verhoogd is dit dus positief ter voorkoming van erosie.

De bodembedekking werd bepaald op basis van 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 lijnen getrokken om de 5 cm. Er werd geteld hoeveel snijpunten tussen een horizontale en verticale lijn samen vallen met een stukje gewasrest, onkruid of erwtenplantje. Door dit procentueel uit te drukken kan een bedekkingsgraad van het bodemoppervlak worden berekend (Figuur 4-14). Deze telling werd uitgevoerd op ieder erosieveldje.



Figuur 4-14: Enkele foto's van het bodemoppervlak net voor het uitvoeren van de neerslagsimulaties. Van links naar rechts behandelingen PL+RE, PL+2RE en NK+RE.



Figuur 4-15: Gemiddelde bodembedekking (\pm standaardfout) door gewasresten, het gewas (erwt) en onkruid en de totale bodembedekking per behandeling (PL: ploegen zonder voorbereidende zaaibedbereiding, $n=3$, PL+RE: ploegen + rotoeg $(n=3)$, PL+2RE ($n=4$) en NK+RE ($n=3$)). Er werden geen significante verschillen geobserveerd in bodembedekking door gewasresten, erwt, onkruid en totale bodembedekking.

Er werden geen significante verschillen geobserveerd in bodembedekking door gewasresten, erwt, onkruid en totale bodembedekking tussen de objecten (Figuur 4-15). Er werden enkel gewasresten teruggevonden in PL+RE en NK+RE, maar in beide behandelingen eerder beperkt $<5\%$. Voor PL+RE is dit eerder onverwacht, aangezien de gewasresten van de groenbedekker werden ingeploegd zoals bij PL en PL+2RE, en mag dus wel als anomalie worden bekeken. De sterkste bodembedekking door het gewas was bij PL+2RE en dus bij ploegen met de meest intensieve zaaibedbereiding. Er was iets meer dekking door onkruid bij NK+RE, in vergelijking met de geploegde behandeling. De grootste totale bodembedekking werd bij NK+RE vastgesteld.

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

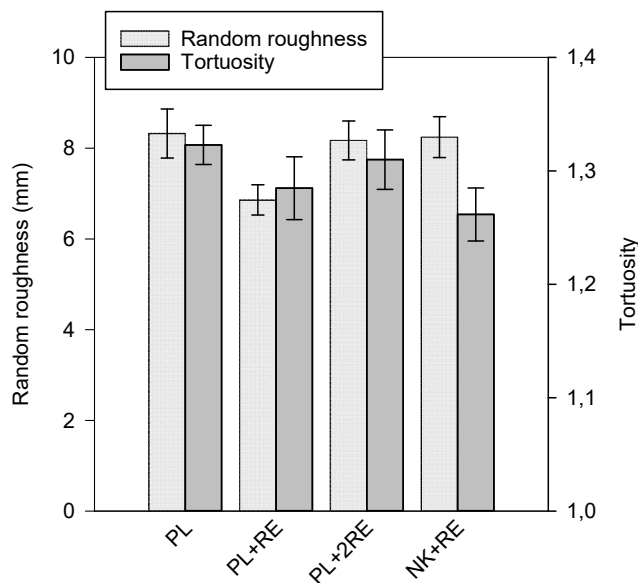
De ruwheid van het bodemoppervlak is visueel goed in te schatten, maar een score is niet altijd objectief en moeilijk te vergelijken buiten het proefveld. Daarom werd hier gebruik gemaakt van een pinmeter (KU Leuven: Langhans et al., 2011¹) en beeldverwerking met het programma ImageJ om de parameters 'random roughness' en 'tortuosity' op te meten. De random roughness is uitgedrukt in mm en geeft aan in welke mate de posities op het bodemoppervlak verticaal van een perfect rechte lijn (gemiddeld) afwijken. De tortuosity heeft geen eenheid en geeft de afstand aan tussen aan tussen een punt A en een punt B aan het bodemoppervlak indien men het (micro)reliëf van het bodemoppervlak zou volgen, in plaats van in 1 rechte lijn van punt A naar punt B te gaan. Bij een tortuosity van bv. 1.4 en een afstand van 1 m tussen punt A en punt B, zal men 1.4 m moeten afleggen indien het bodemoppervlak wordt gevolgd. Wanneer het

¹ Langhans, C., Govers, G., Diels, J., Leys, A., Clymans, W., Van den Putte, A., Valckx, J., 2011. Experimental rainfall-runoff data: Reconsidering the concept of infiltration capacity. *Journal of Hydrology* 399: 255-262

bodemoppervlak perfect vlak is, liggen alle zwarte punten op 1 lijn en is er geen ruwheid. De random roughness is dan 0 mm en de tortuosity is gelijk aan 1. Hoe hoger beide waarden, hoe ruwer het oppervlak.

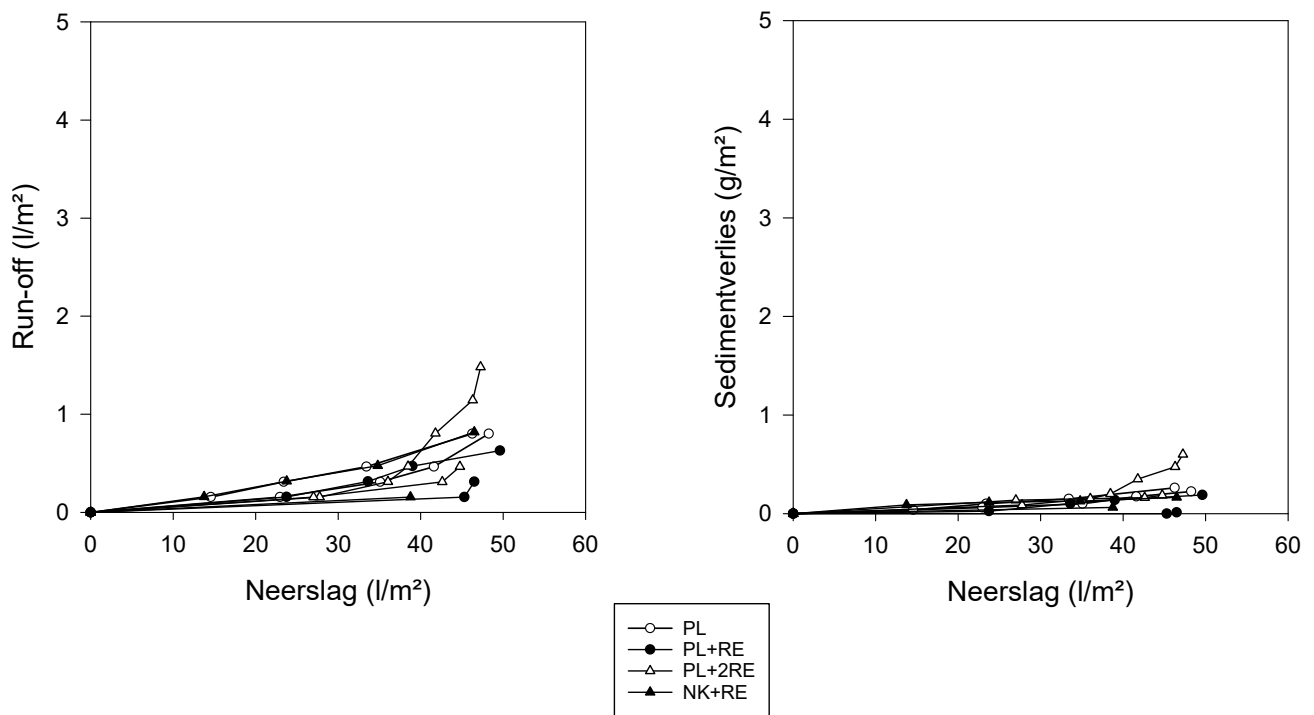
De pinmeter bestaat uit een bord met staafjes die we laten zakken tot het bodemoppervlak. Bovenaan het staafje is een zwart plastic hoesje bevestigd. Door een foto te nemen van de positie van deze zwarte punten op een witte achtergrond en de nodige beeldcorrecties uit te voeren, kan via ImageJ een berekening gemaakt worden van de individuele positie van ieder zwart punt en dus ieder punt op het bodemoppervlak ten opzichte van elkaar. Op basis van deze posities worden random roughness en tortuosity uitgerekend.

In Figuur 4-16 wordt een overzicht gegeven van de gemiddelde random roughness en tortuosity van het bodemoppervlak per behandeling. Er werd tussen de behandelingen met de pinmeter geen significante verschillen opgemeten in bodemruwheid aan het bodemoppervlak.

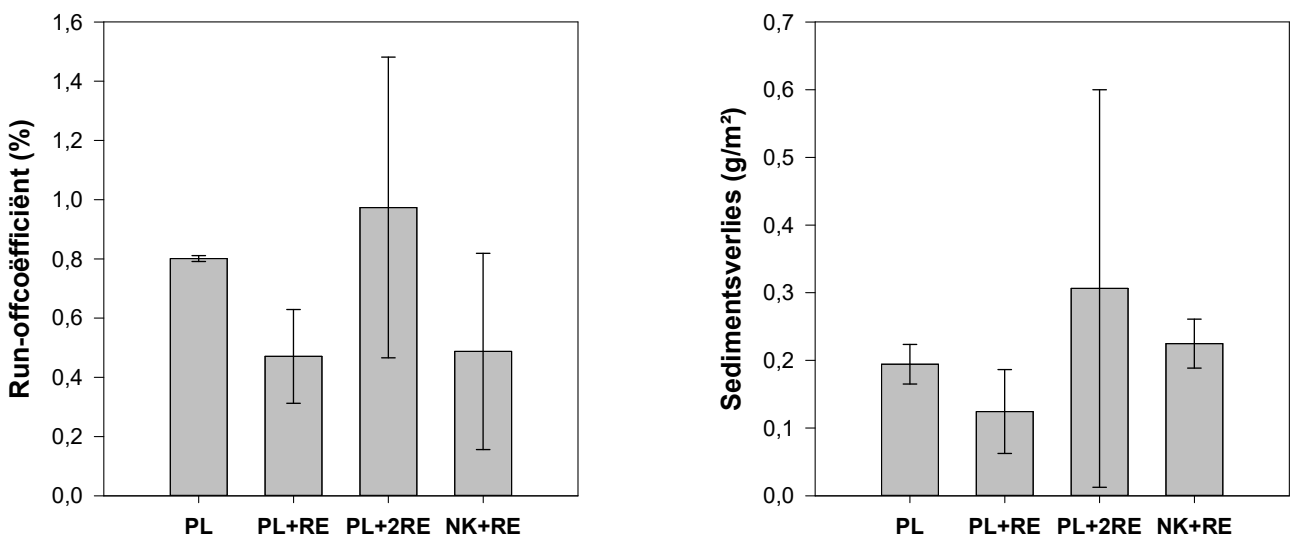


Figuur 4-16: Gemiddelde Random roughness (\pm standaardfout) en gemiddelde tortuosity (\pm standaardfout). Er werden geen significante verschillen gevonden tussen de behandelingen (PL: ploegen zonder voorbereidende zaaibedbereiding (n=9), PL+RE: ploegen + rotoreg (n=9), PL+2RE (n=12) en NK+RE (n=9)).

In Figuur 4-17 wordt het verloop van run-off en sedimentverlies in functie van de neerslag weergegeven per regenvalsimulatie waarbij aan een lage intensiteit werd berekend. Uit deze grafieken blijkt heel duidelijk dat de run-off en erosie die werden ontwikkeld voor alle behandelingen erg laag was (<1 l/m run-off en <1 g/m). Het is dan ook weinig nuttig om onderlinge verschillen te gaan vergelijken. Dit wordt ook weerspiegeld in Figuur 4-18.



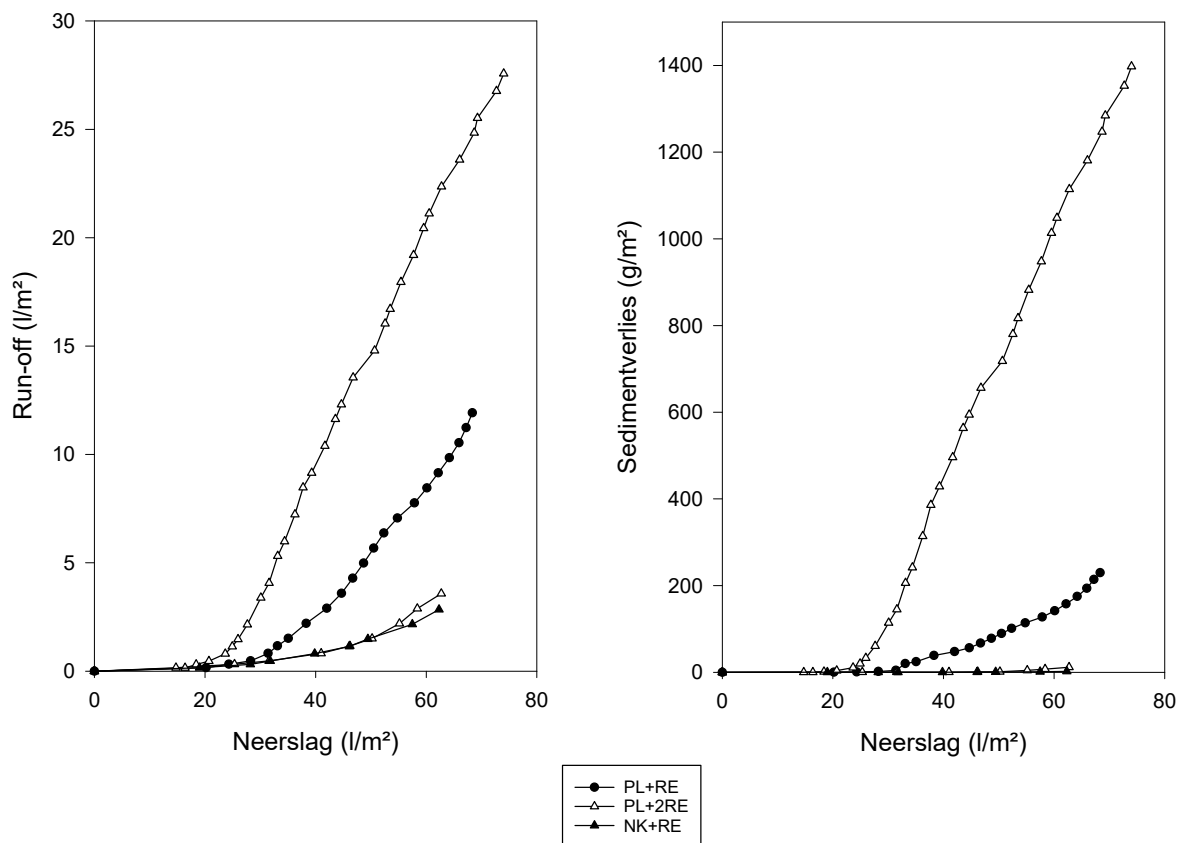
Figuur 4-17: Overzicht van het verloop van de run-off (links) en sedimentverlies (rechts) in functie van de hoeveelheid neerslag voor alle regenvalsimulaties afzonderlijk voor de regenvalsimulaties met een regenintensiteit van 37 l/m².h ($\pm 1,0$ l/m².h standaardfout).



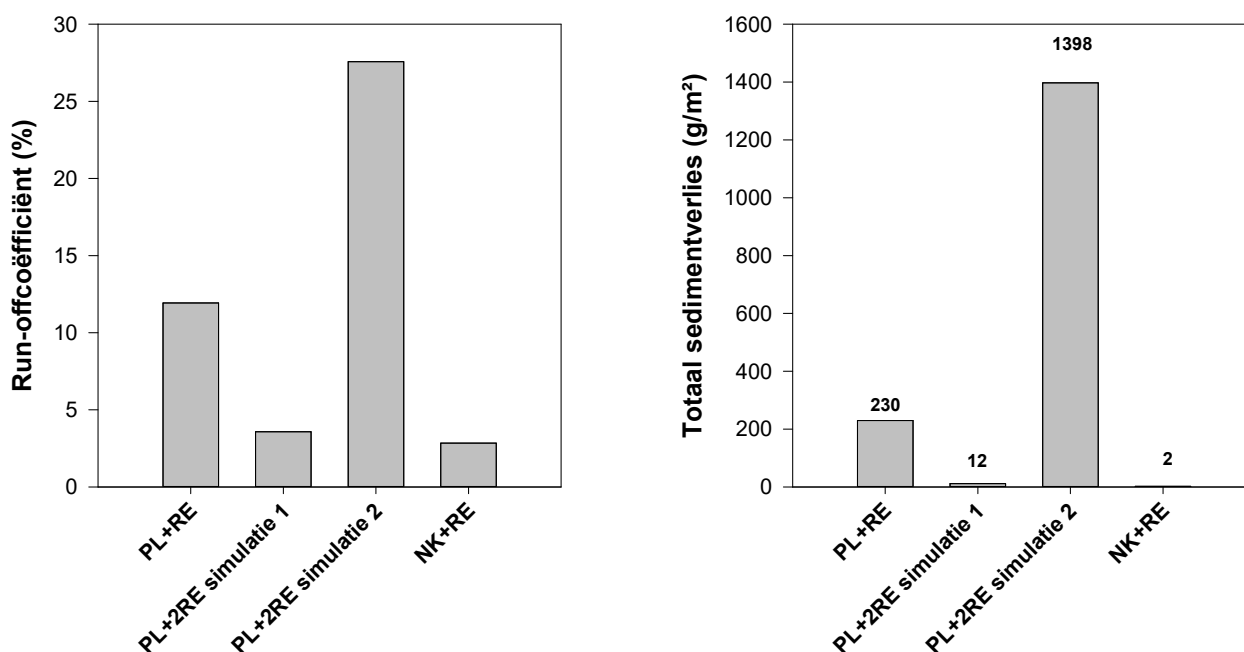
Figuur 4-18: Gemiddelde run-offcoëfficiënt (\pm standaardfout) (links) en gemiddeld sedimentverlies (\pm standaardfout) (rechts), per behandeling. (n=2) voor de regenvalsimulaties met een regenintensiteit van 37 l/m².h ($\pm 1,0$ l/m².h standaardfout).

In Figuur 4-19 wordt het verloop van run-off en sedimentverlies in functie van de neerslag weergegeven per regenvalsimulatie waarbij aan een hogere intensiteit werd berekend. In deze figuren is te zien dat door het intenser beregenen wel sterke run-off en erosie kan ontstaan. Op Figuur 4-20 is te zien dat PL+RE tot meer run-off en sedimentverlies leidt dan NK+RE. Dit is een indicatie dat bij niet-kerend werken i.p.v. ploegen en dezelfde zaaibedbereiding, sedimentverliezen kunnen beperkt worden. Bij behandeling PL+2RE is het erg opvallend dat er bij simulatie 1 ongeveer dezelfde sedimentverliezen werden opgetekend dan bij NK+RE, maar bij simulatie 2 een extreem veel hoger sedimentverlies. Dit wijst er op dat het intensiever bewerken

van het zaaibed na ploegen –hoewel dit geen effect had op de gemeten bodemruwheid (zie eerder)-, meer kans geeft op grote sedimentverliezen, maar dat dit afhankelijk is van positie tot positie in het veld.



Figuur 4-19: Overzicht van het verloop van de run-off (links) en sedimentverlies (rechts) in functie van de hoeveelheid neerslag voor alle regenvalsimulaties afzonderlijk voor de regenvalsimulaties met een regenintensiteit van 55 l/m².h ($\pm 1,7$ l/m².h standaardfout).



Figuur 4-20: Run-offcoëfficiënt (links) en sedimentverlies (rechts), per behandeling, voor de regenvalsimulaties met een regenintensiteit van 55 l/m².h ($\pm 1,7$ l/m².h standaardfout). In de grafiek rechts worden de waarden weergegeven per simulatie omdat sommige balkjes te klein zijn om zichtbaar te zijn op deze grafiek.

We kunnen concluderen dat bij een regenvalintensiteit van 37 l/m .h, in de teelt van erwten weinig of geen erosie hoeft verwacht te worden. Wanneer de regenintensiteit echter gaat toenemen naar 55 l/m .h, is er bij ploegen kans op hogere sedimentverliezen dan bij niet-kerende bodembewerking. Deze kans neemt verder toe, naarmate de zaaibedbereiding in de geploegde bodem ook intensiever wordt (meer passages met de rotoreg). Uit dit proefveld blijkt echter ook, dat zelfs bij ploegen gecombineerd met intensieve zaaibedbereiding de positie in het veld erg belangrijk is in het uiteindelijke sedimentverlies.

4.6 Opbrengstbepaling

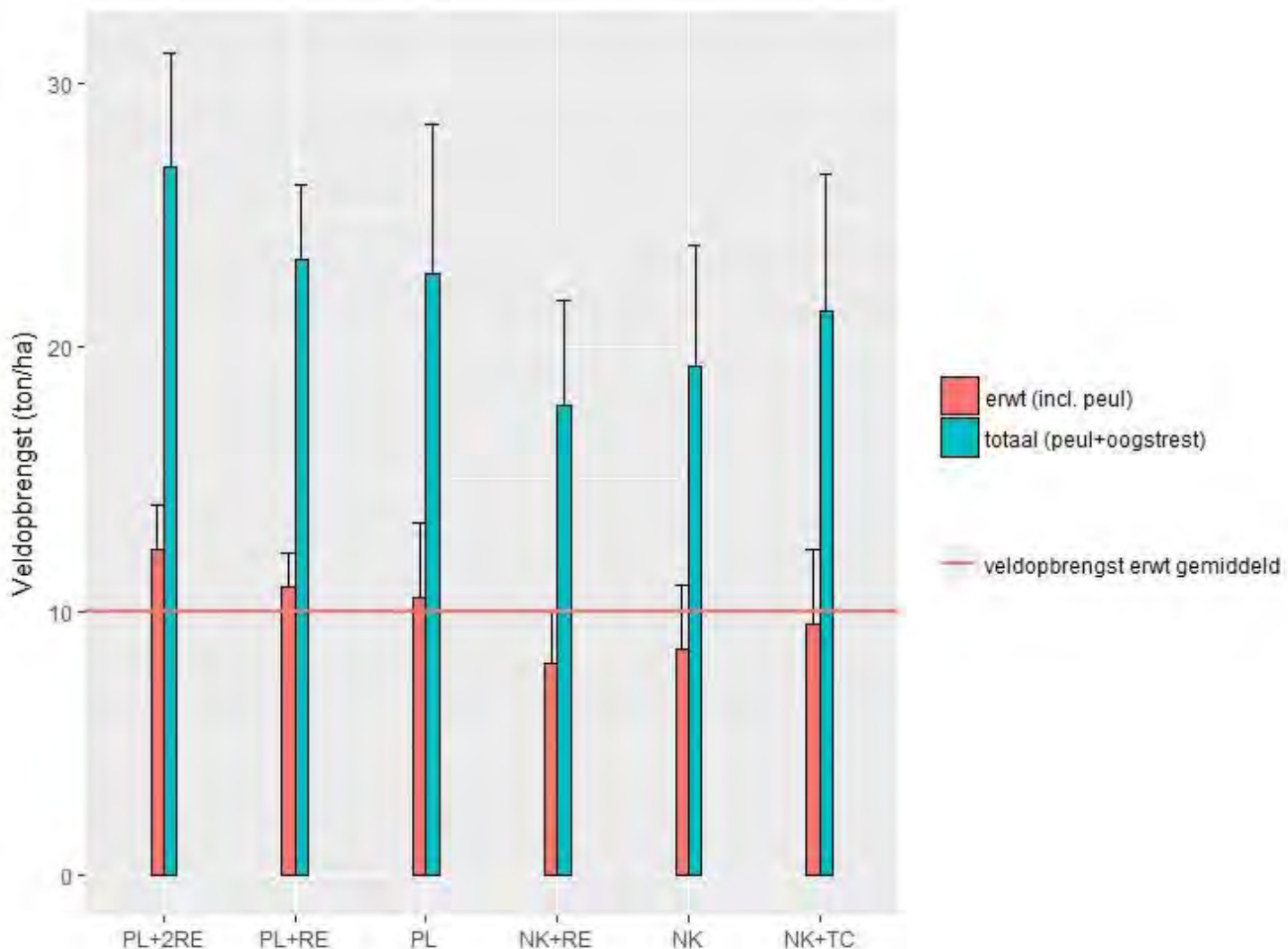
Per plot (uitgezonderd voor de plots in blok B) werden 3 kaders van 1,225 m geogst (3,675 m in totaal) . De veldopbrengst en droge stof opbrengst van zowel de oogstresten als de erwten (inclusief peulen) werden nadien bepaald (Tabel 4-10).

Tabel 4-10: Overzicht van veldopbrengst (n=3) en droge stofgehalte (n=3) van peul+oogstrest (totaal) en erwt (incl. peul) voor de behandelingen PL+2RE, PL+RE, PL, NK+RE, NK en NK+TC., 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 erwt incl. peul (ton/ha)	Droge stof gehalte totaal (%)	Droge stof gehalte erwt incl. peul (%)
PL+2RE	26,8 a	12,4 a	21,3 a	19,5 a
PL+RE	23,3 ab	10,9 ab	19,6 a	18,8 a
PL	22,8 ab	10,5 ab	20,9 a	19,3 a
NK+RE	17,8 b	8,0 b	21,2 a	18,4 a
NK	19,3 b	8,5 ab	21,8 a	21,0 a
NK+TC	21,4 ab	9,5 ab	21,0 a	18,1 a

De totale veldopbrengst van behandeling PL+2RE, het referentieobject van de teler, was met 26,8 ton/ha het hoogst. Bij behandelingen PL+RE, PL en NK+TC schommelde de totale veldopbrengst tussen 21,4 en 23,3 ton/ha. Deze was echter niet significant verschillend van behandeling PL+2RE. De behandelingen NK+RE en NK toonden de laagste totale veldopbrengsten significant verschillend van behandeling PL+2RE.

Voor de veldopbrengst van erwt (inclusief peul) werden analoog verschillen vastgesteld uitgezonderd dat enkel behandeling NK+RE significant verschillend was van PL+2RE. Voor droge stofgehalte totaal en erwt werden geen significante verschillen tussen de behandelingen vastgesteld.



Figuur 4-21: Veldopbrengst erwt (incl. peul) (n=3) en totale veldopbrengst (peul+oogstrest) (n=3) (+standaardfout) voor de behandelingen PL+2RE, PL+RE, PL, NK+RE, NK en NK+TC alsook de gemiddelde veldopbrengst erwt (n=18).

De geploegde behandelingen scoren tot 2,4 ton/ha beter dan de gemiddelde veldopbrengst erwt (incl. peul) van 10 ton/ha (Figuur 4-21). De niet-kerende behandelingen scoren tot 2 ton/ha lager dan de gemiddelde veldopbrengst erwt hoewel behandeling NK+TC van 9,5 ton/ha hier dicht bij aanleunt.

Tussen de behandelingen werden significante verschillen in veldopbrengst vastgesteld. Zowel de hoofdbewerking als de zaaibereiding hadden een effect. De veldopbrengst is duidelijk groter in de geploegde behandelingen in vergelijking met de niet-kerende. Ook de fijnheid van het zaaibed heeft een belangrijke invloed op de veldopbrengst. De behandeling NK+TC kan qua veldopbrengst echter als een volwaardig alternatief voor de geploegde behandelingen beschouwd worden. Tenslotte hebben de behandelingen geen invloed op het droge stofgehalte van het gewas.

4.7 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 speelt zaaibedbereiding hierin?

Op basis van de regenvalsimulaties, blijkt bij ploegen meer kans op hogere sedimentverliezen dan bij niet-kerende bodembewerking. Deze kans neemt verder toe, naarmate de zaaibedbereiding in de geploegde

bodem ook intensiever wordt (meer passages met de rotoreg), maar dit is ook afhankelijk van de positie in het veld.

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

De gewasopkomst alsook de bodembedekkingsgraad vertonen een gelijkaardig verloop bij ploegen en niet-kerende bodembewerking. Na ongeveer 1,5 maand na zaai wordt bij alle behandelingen de maximale bodembedekkingsgraad door erwt bereikt. De onkruiddruk is duidelijk groter bij niet-kerende bodembewerking dan bij ploegen.

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

De veldopbrengst is duidelijk lager bij niet-kerende bodembewerking in vergelijking met ploegen. In de geploegde bodem neemt de opbrengst toe naarmate de zaaibedbereiding intensiever wordt (meer passages met de rotoreg). Bij de niet-kerende bodembewerking is de invloed van de zaaibedbereiding minder duidelijk. De veldopbrengst neemt toe bij het gebruik van een triltandcultivator. Niet-kerende bodembewerking heeft geen invloed op het droge stofgehalte.

5 Erwt Riemst: niet-kerende bodembewerking en verruwing van het zaaibed

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

5.1 Situering en doelstelling

Op vraag van telers uit de regio Zuid- Limburg werd een proef opgezet om uitsluitsel te brengen over een aantal teelttechnische vragen met betrekking tot het telen van erwt met niet-kerende bodembewerking.

In eerste instantie wou men graag weten in hoeverre het rendabel is om erwten niet-kerend te telen in vergelijking met ploegen, waarbij naast opbrengst ook naar alle andere aspecten gekeken wordt. Hiervoor werd de teler bevraagd over alle behandelingen die tijdens de proef uitgevoerd werden, waarna een summiere kostenberekening uitgevoerd werd.

Een tweede vraag die gesteld werd had betrekking op de diepe bodembewerking in een systeem van niet-kerende bodembewerking (NKB), uitgevoerd om storende lagen in de bouwvoor zoveel mogelijk te doorbreken. Het is gebruikelijk in de regio om in het najaar al een diepe tandbewerking uit te voeren. In het voorjaar wordt dan meestal nog een diepe tandbewerking uitgevoerd omdat men denkt dat de bodem 's winters terug bezakt. In deze proef wordt onderzocht in hoeverre dat noodzakelijk is.

Met betrekking tot de zaaibedbereiding werd ook onderzocht in hoeverre het klaarleggen dient te gebeuren met een rotoreg (intensief, legt de bodem – naar erosie toe – soms te fijn, en brengt meer vochtige grond naar boven) of met een oppervlakkige vaste tandbewerking (grover, er kan ook veel vlugger gereden worden).

Er werd op de vergadering geopperd dat erwten zeer snel volledige bodembedekking bereiken en erwt daarom geen erosiegevoelige teelt zou zijn. Om dat objectief vast te stellen werd een fotoreeks met orthogonale foto's aangelegd. Der foto's werden op regelmatige tijdstippen genomen op exact dezelfde plaatsen op het perceel. Op alle foto's werd dan de bodembedekking bepaald.

Ten slotte werden ook alle mogelijke randeffecten met betrekking tot ziektedruk, onkruidddruk etc nauwgezet opgevolgd.

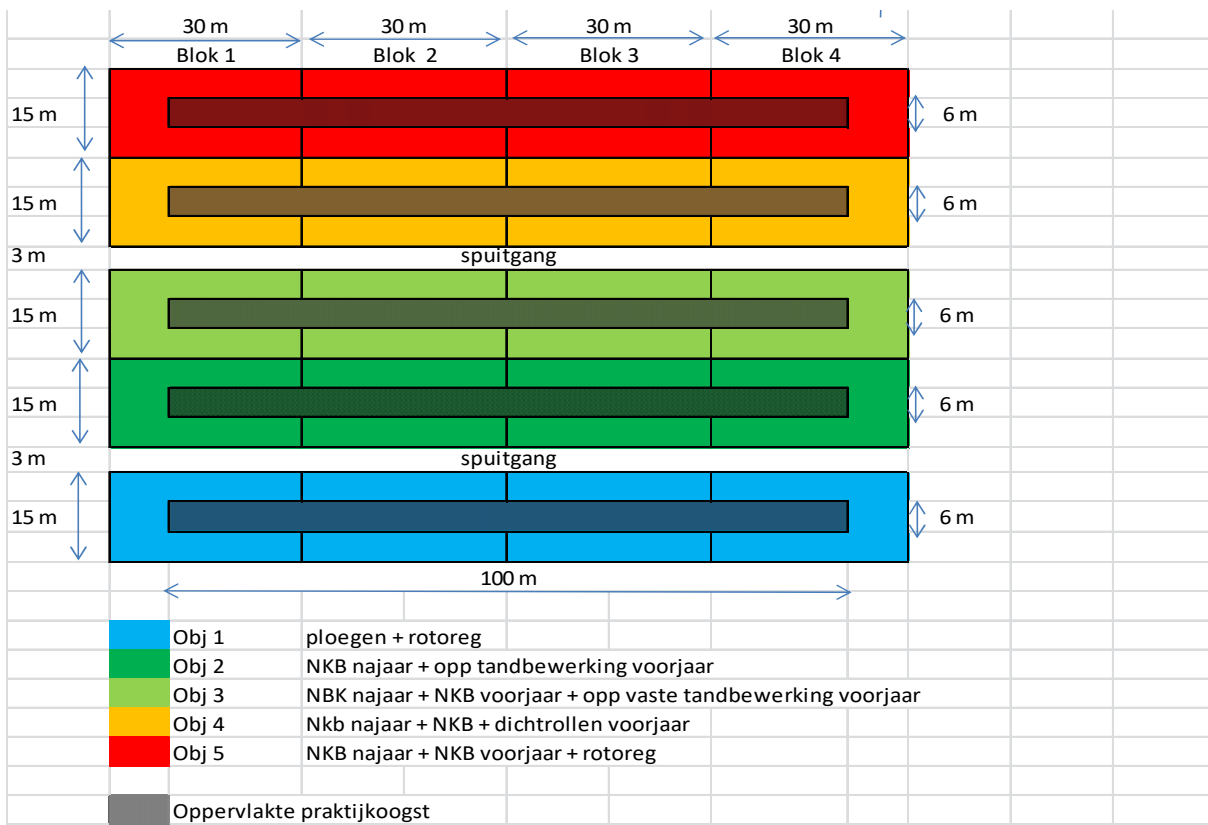
5.2 Beschrijving van het perceel

5.2.1 Kenmerken proefperceel

De kenmerken van het proefperceel zijn de volgende:

- Regio: Haspengouw
- Bodemtextuur: Leem
- Bodemtype (bodemkaart) : Aba1 (Droge leembodem met textuur B horizont)
- Erosieklasse : Rood
- Teelt 2016: tarwe; Teelt 2015: bieten; Teelt 2014 : tarwe; Teelt 2013: vlas
- Groenbedekker : gele mosterd + bladrammenas, goed ontwikkeld, volledig doodgevroren en vernietigd (schijveneg + kooirol in combinatie met uitvoeren van de grondwerkzaamheden) bij proefaanleg;
- Helling van het perceel: 6,5 tot 8 %

Een schematische voorstelling van het proefplan wordt hieronder gegeven:



Ploegen en niet kerende bodembewerkingen werden uitgevoerd op een diepte van 30 cm, de oppervlakkige tandbewerking werd uitgevoerd op een diepte van 12 cm.



Figuur 5-1: Proefplan en situatieschets.

Het perceel wordt al minstens 7 jaar niet kerend beteeld. Op het perceel worden voornamelijk akkerbouwteelten geteeld, afgewisseld met akkerbouwmatige groenten. Wanneer mogelijk wordt een groenbedekker ingezaaid. Voor aanvang van de proef stond er een goed ontwikkeld, maar doodgevroren mengsel van gele mosterd en bladrammenas op het perceel die tijdens de proefaanleg vernietigd werd. In het najaar van 2016, voor inzaaien van de gele mosterd werd het perceel niet kerend bewerkt met een vaste tandcultivator type Kuhn-mixer 100. Er werd bewerkt tot een diepte van 25 – 30 cm.



Figuur 5-2: Vaste tandcultivator gebruikt tijdens de proefaanleg en doodgevroren gele mosterd + bladrammenas onmiddellijk voor de proefaanleg.

5.2.2 Bodemkarakteristieken

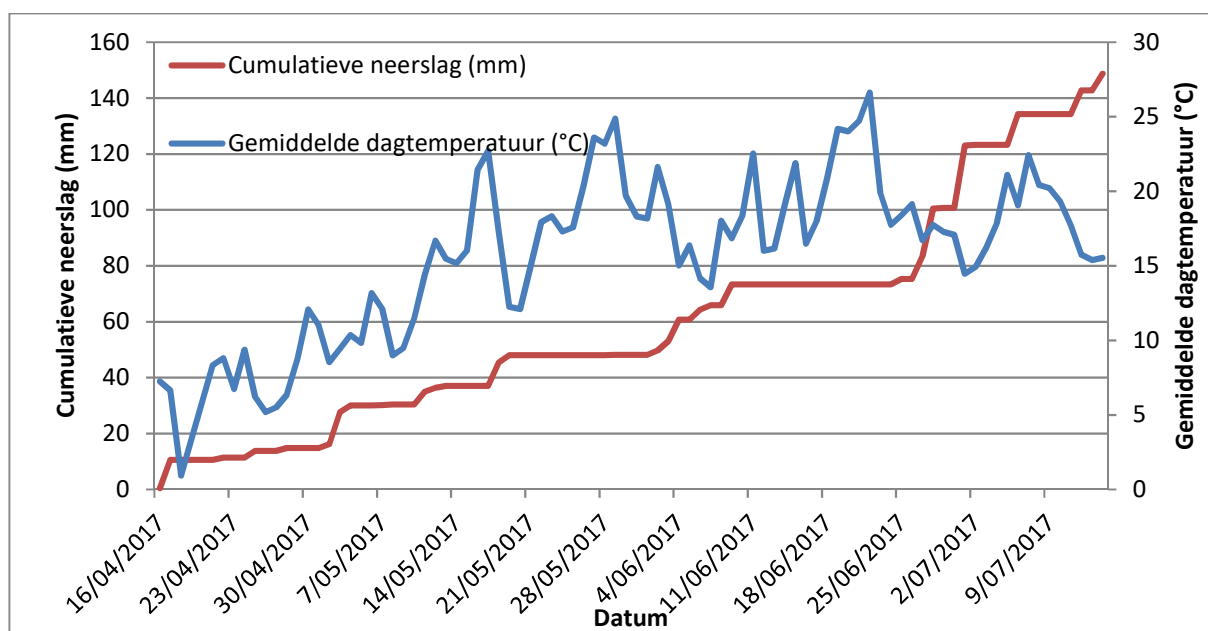
De algemene chemische bodemvruchtbaarheid is in orde. Het % C ligt hoog, en door de opeenvolgende niet kerende bodembewerkingen kan verwacht worden dat het % C in de bovenste bodemlaag (waar het, het nuttigste is) nog hoger is. De concentraties van de belangrijkste voedingselementen liggen in of dicht tegen de streefzone. In normale omstandigheden kan een goede nalevering van de meeste elementen verwacht worden.

Tabel 5-1 : resultaten van de bouwvooranalyse (labo Inagro 10/05/2017)

Parameter	eenheid	resultaat	streefzone
Textuur		leem	
pH (KCl)		6,73	5,5 - 6,0
Organische koolstof	% C op droge grond	1,24	1 - 1,5
Fosfor	mg/100 g droge grond	12,40	12 – 20
Kalium	mg/100 g droge grond	20,56	14 – 23
Magnesium	mg/100 g droge grond	15,61	9 – 16
Calcium	mg/100 g droge grond	447	102 – 268
Natrium	mg/100 g droge grond	2,57	3,1 – 6,7
Zwavel	mg/100 g droge grond	<2	2,3 - 3

5.2.3 Weersomstandigheden

Vooral tijdens de maanden mei en juni was het zeer droog. De temperaturen lagen toen ook aan de hoge kant. Dit heeft z'n effect gehad op de gewasontwikkeling. Er werd minder biomassa gevormd, wat z'n effect had op de vorming van de peulen en op de uiteindelijke opbrengst. Op 21/06 werd beslist om te beregenen (20 L/m²), en vanaf begin juli viel er weer wat meer neerslag. Tijdens de teelt werd een dubbele bloei waargenomen. De eerste bloei begon al rond 20/06, misschien gedeeltelijk onder invloed van droogtestress. Begin juli kwam het gewas opnieuw in bloei door de neerslag die toen viel. Op dat ogenblik waren al redelijk wat peulen gevormd. De onderste peulen bepalen het tijdstip van de oogst.



Figuur 5-3 : Weersomstandigheden tijdens de proef (Data meetstation Gingelom, berekening op 21/06 niet meegerekend)

Op 14/06/2017 werden per object bodemstalen genomen om het gravimetrisch vochtgehalte te bepalen. De resultaten hiervan worden hieronder gegeven. Omstandigheden waren toen aan de droge kant. Er zijn minieme verschillen merkbaar tussen de objecten. Deze kunnen te wijten zijn aan de verschillende behandelingen, maar op grond van 1 enkel staal is het moeilijk hierover uitspraken te doen. In alle objecten was het droog.

OBJECT	Behandeling	Staalnamediepte	Gravimeterisch vochtgehalte
			<i>g/g</i>
01	Pl + rotoreg	30	11,89
02	NKBn* + tand***	30	12,01
03	NKBnv** + tand***	30	10,89
04	NKBnv***	30	12,41
05	NKBnv *** rotoreg	30	11,38

* NKBn = Diepe niet kerende bodembewerking in het najaar

** NKBnv = Diepe niet kerende bodembewerking in zowel het voorjaar als het najaar

*** tand = Oppervlakkige vaste tandbewerking

Mede op basis van de staalnameresultaten werd beslist om op 21/06/2017 te beregenen (20 l/m²).

5.3 Beschrijving van de veldproef

5.3.1 Beschrijving van de behandelingen

Bodembewerkingen werden uitgevoerd op 3 tijdstippen. In het najaar van 2016 werd na de voorgaande teelt een diepe bodembewerking (± 30 cm, vaste tand type ganzevoetcultivator) uitgevoerd over het ganse perceel. Daarna werd een gele mosterd ingezaaid. De mosterd ontwikkelde zich goed, en vroom 's winters volledig dood. In het voorjaar stonden enkel nog wat broze stengels op het veld. Die konden vernietigd/ingewerkt worden door de gewone proefwerkzaamheden. Er was geen extra bewerking nodig om de gele mosterd te verkleinen. In het voorjaar (eind april/begin mei 2017) werd, afhankelijk van de

behandeling, een tweede diepe bodembewerking uitgevoerd. Tenslotte werden kort voor het zaaien een aantal oppervlakkige zaaibedbereidingen uitgevoerd. Een overzicht van de behandelingen wordt gegeven in Tabel 5-2. Figuur 5-4 geeft een beeld van het zaaibed in de verschillende objecten onmiddellijk voor inzaaien. Bij het inzaaien zelf wordt nog een beperkte bodembewerking uitgevoerd door de rotoeg die gecombineerd is met de zaaimachine van greenyard-foods/noliko. Dit is echter een rotoeg met beperkt vermogen ingezet aan een relatief laag toerental die de bodem slechts beperkt fijn legt.

Tabel 5-2 : Overzicht van de objecten.

Obj		Diepe bodembewerking najaar	Diepe bodembewerking voorjaar	Zaaibedbereiding*
1	PI + rotoeg	Vaste tand (30 cm)	Ploegen (30 cm)	Rotoreg
2	NKBn + tand	Vaste tand (30 cm)	Niets	Vaste tand (12 cm)
3	NKBnv + tand	Vaste tand (30 cm)	Vaste tand (30 cm)	Vaste tand (12 cm)
4	NKBnv	Vaste tand (30 cm)	Vaste tand (30 cm)	Niets
5	NKBnv+ rotoeg	Vaste tand (30 cm)	Vaste tand (30 cm)	Rotoreg

*Het zaaien zelf gebeurt in combinatie met een rotoeg (aan laag toerental). Ervoor wordt het zaaibed eerst nog eens voorbereid.



Object 1 voor inzaai : proefveld na ploegen (L) en na ploegen + passage van de rotoeg (aan hoog toerental). Bij inzaai wordt (in alle objecten) nog eens klaargelegd met de rotoeg van de zaaimachine (aan laag toerental).



Object 2 voor inzaai: gele mosterd, vernietigd en ingewerkt door passage van vaste tandcultivator (type Kuhn mixer 100) op een diepte van 12 cm.



Object 3 voor inzaai: gele mosterd vernietigd bij vaste tandbewerking (Kuhn mixer 100) in het voorjaar. Erna nog zaaibedbereiding met vaste tandcultivator (kuhn mixer 100).



Object 4 voor zaaien : gele mosterd vernietigd door diepe vaste tandbewerking (Kuhn mixer 100) en bodem dichtgerold door de kooirol.



Object 5 : Diepe vaste tandbewerking (Kuhn mixer 100) + zaaibedbereiding met de rotoreg (aan hoog toerental).

Figuur 5-4: Zaaibed in de verschillende objecten voor inzaaien van de erwten.

5.3.2 Teelt – en proefverloop

Teelt : Erwt (*Pisum sativum* L.)

Cultivar : Cher (Agroseeds)

Zaadichtheid : 100 zaden/m²

Bemesting :

- op de tarwestoppel in 2016 : Digestaat ± 10 ton/ha (60 kg N/ha)
- Bij inzaai erwt : 160 L/ha Urean (48 kg N/ha)

Tabel 5-3: Overzicht van teelt – en proefverloop

Tijdstip	Activiteit
24/04/2017	Diepe tandbewerking + dichtrollen perceel (obj 3,4 en 5)
8/05/2017	Ploegen (obj 1) + ondiepe vaste tandbewerking (obj 2 en3) + rotoreggen (Obj 1 en 5)
8/05/2017	Bodemstaalname + penetrometermetingen
9/05/2017	Zaaien
22–23/05/2017	Neerslagsimulaties
14/06/2017	Bodemstaalname gravimetrisch vochtgehalte
21/06/2017	Beregend 20 L/m ²
11/07/2017	Gewasstaalname
12/07/2017	Oogst

Tabel 5-4: Overzicht van de uitgevoerde gewasbeschermingen.

Datum	Productnaam	Dosis	Aard middel	Werkzame stof
10/05/2017	Centium 36 CS	0,2 l/ha	Herbicide	clomazon
10/05/2017	Stomp 400 SC	2 l/ha	Herbicide	pendimethalin
24/05/2017	Basagran SG	0,5 kg/ha	Herbicide	bentazon
24/05/2017	Butizyl	1,2 l/ha	Herbicide	MCBP
01/06/2017	Primor	0,4 kg/ha	Insecticide	pirimicarb
18/06/2017	Acrobat extra WG	2 kg/ha	Fungicide	dimethomorf & mancozeb
18/06/2017	Topsin M 500 SC	1,5 l/ha	Fungicide	thiofanaat - methyl
18/06/2017	Raptol	3 l/ha	Insecticide	cypermethrin

5.4 Waarnemingen bij proefaanleg

5.4.1 Bodemvochtgehalte bij inzaaien.

Bij proefaanleg (9/05/2017) werden bodemstalen genomen ter bepaling van het bodemvocht in objecten 1 (ploegen + rotoreg), 2 (NKB najaar + tand ondiep) en 4 (NKB najaar + NKB voorjaar). Bovenaan de helling (in blok 1) en onderaan de helling (in blok 4) werd een bodemstaal genomen. Dit gebeurde na de diepe bodembewerking maar voor de oppervlakkige zaaibedbereiding. Voor elk staal werden 15 steken uitgevoerd in kruisverband met een gutsboor met diameter van 20 mm. De staalnamediepte was 60 cm. Elk staalnamepunt werd onderverdeeld in 6 substalen per bodemlaag van 10 cm. De resultaten worden hieronder gegeven in tabel 5-5.

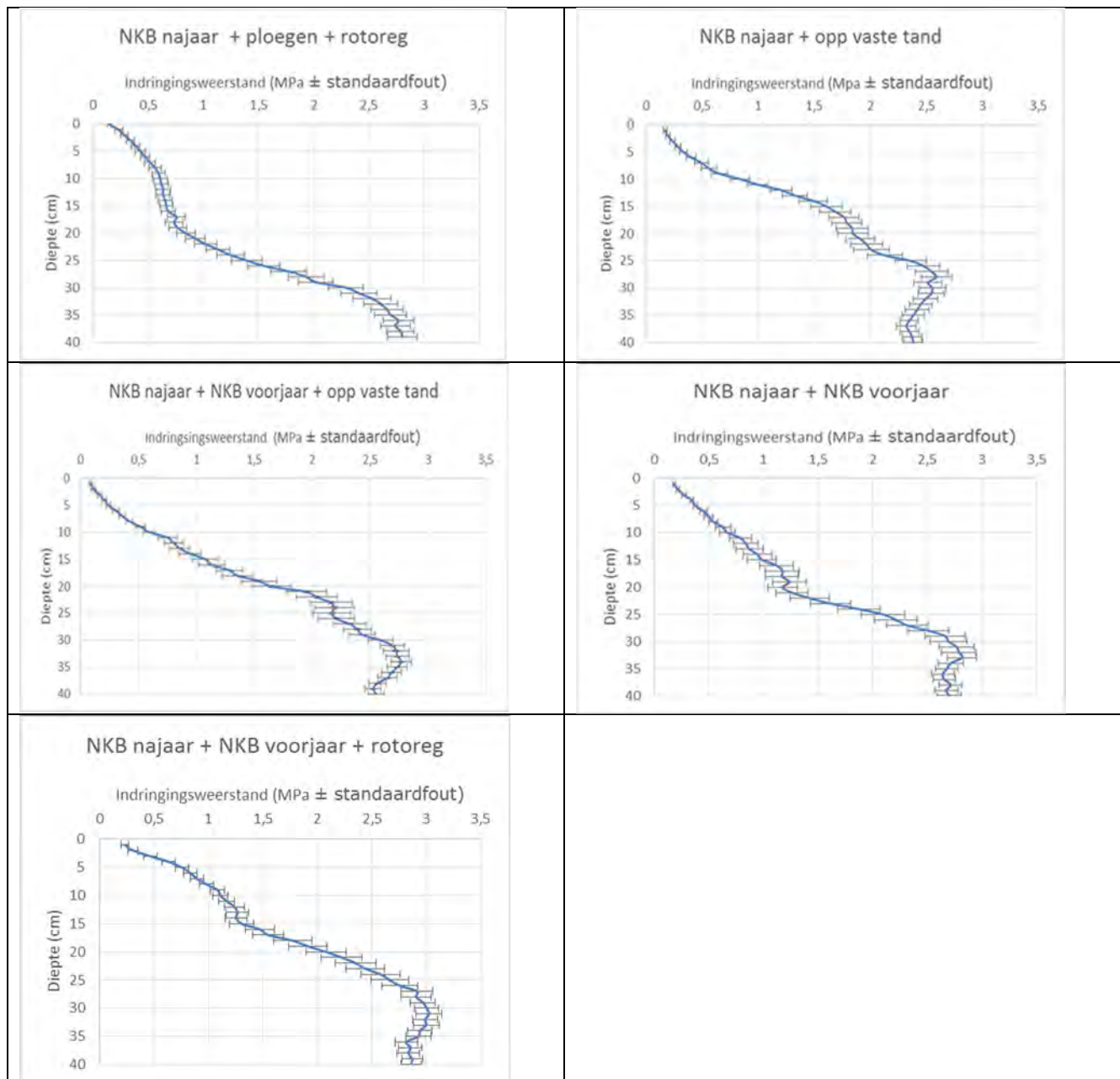
Tabel 5-5: Resultaten van de bepalingen van het vochtgehalte in object 1, 2 en 4.

Diepte	Gravimetrisch vochtgehalte bovenaan de helling (g/g)			Gravimetrisch vochtgehalte onderaan de helling (g/g)		
	Obj 1	Obj 2	Obj 4	Obj 1	Obj 2	Obj 4
0 – 10 cm	17,35	16,01	16,11	16,30	16,01	16,11
10 – 20 cm	16,67	15,87	15,96	16,35	15,87	15,96
20 – 30 cm	16,83	15,38	15,77	15,62	15,38	15,77
30 – 40 cm	16,77	15,08	15,65	14,60	15,08	15,65
40 – 50 cm	16,66	13,81	15,65	13,60	13,81	16,02
50 – 60 cm	16,75	12,42	13,45	13,74	12,42	13,45

5.4.2 Penetrometermetingen

Bij de proefaanleg (net voor zaai; 8/05/2017) werd de indringingsweerstand van de bodem bepaald in de verschillende objecten met een penetrologger. Elk object werd opgedeeld in 4 blokken met een lengte van 25 m (zie Figuur 5-1). Blok 1 ligt bovenaan de helling, blok 4 ligt onderaan de helling. In elke blok werden 10 steken met de penetrometer uitgevoerd. Onderstaande figuren geven de resultaten van de metingen per object. De oppervlakte van de gebruikte conus was 1 cm².

Figuur 5-5 geeft de gemiddelde indringingsweerstand per object (n=40). In geen enkel object ligt de indringingsweerstand hoger dan 3 Mpa, de (theoretische) drempel voor beworteling. Op het ganse perceel werd een hardere laag waargenomen op een diepte van ongeveer 25 cm. In object 1 werd deze laag wellicht omgeploegd. De indringingsweerstand in de bouwvoor in het laagste in object 1. Ook objecten 3 tot 5, waar in het voorjaar nog een vaste tandbewerking uitgevoerd werd, hadden een lage indringingsweerstand in de bouwvoor. In object 2 (geen diepe tandbewerking in het voorjaar) konden op geringe diepte al hogere indringingsweerstand waargenomen worden. Dit had geen enkele invloed op de gewasproductie. In tegendeel, dit object had de hoogste opbrengst. Een verklaring zou de vochtvoorziening (van belang in het droge voorjaar van 2017) kunnen zijn, omdat de capillariteit door de ondiepe bewerking wellicht minder was gebroken. Uit Figuur 5-7 (zie verder) kunnen we inderdaad opmaken dat de toplaat (0-10 cm) eind mei effectief vochtiger was in object 2 dan in object 1. Object 5 was echter over de hele bouwlaag iets vochtiger dan object 2.



Figuur 5-5: Gemiddelde indringingsweerstand ($n = 40$) i.f.v. diepte per object.

5.5 Waarnemingen tijdens de proef

5.5.1 Regenvalsimulaties

Om het effect van de behandelingen op run-off en erosie objectief te testen, werden op 22 en 23 mei 2017 erosiesimulaties uitgevoerd met de simulator van KU Leuven (Figuur 5-6; Leys et al., 2007¹; sproeikop Lechler 460 788). Alle simulaties werden uitgevoerd in blok 4. Er werden simulaties uitgevoerd in object 1 (Ploegen + rotoereg), object 2 (NKB najaar + opp tandbewerking voorjaar) en object 5 (NKB najaar + NKB voorjaar + rotoereg), telkens in 3 herhalingen. De helling in de erosieveldjes schommelde tussen 6 en 7%. De posities van de erosieveldjes (0,8 m breed x 1 m lang) werden zo gekozen dat een erosieveldje steeds 5 rijen erwten

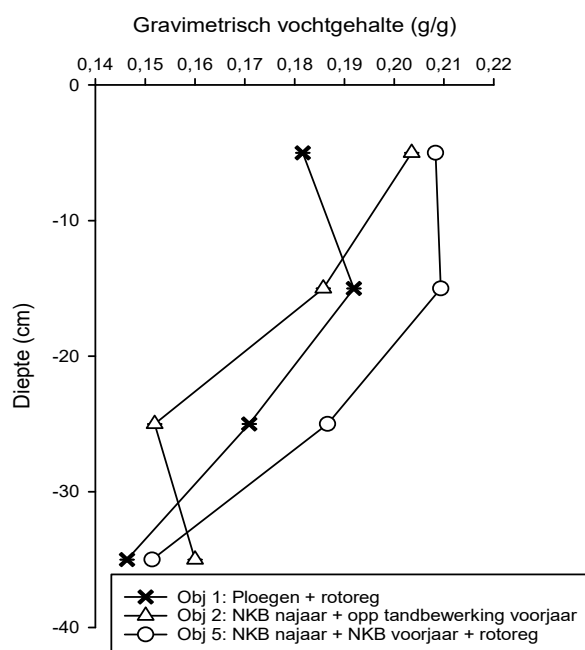
¹ Leys, A., Govers, G., Gillijns, K., Poesen, J. 2007. Conservation tillage on loamy soils: explaining the variability in interrill runoff and erosion reduction. *European Journal of Soil Science* 58: 1425-1436

omvatte. Tijdens de erosiesimulaties werd gedurende 75 minuten beregend aan een gemiddelde intensiteit van $34\text{ l/m}^2\cdot\text{h}$. Hier zat een afwijking op van $1,8\text{ l/h}\cdot\text{m}^2$. Deze berekening gebeurde met regenwater (leidingwater of putwater bevat dikwijls teveel kalk die het bodemoppervlak stabiliseert). Tijdens het beregenen werd de run-off opgevolgd door het tijdstip te noteren wanneer telkens 100 ml van het erosieveldje afstroomde. Vermits bij alle regenvalsimulaties weinig run-off werd vastgesteld, werd al het opgevangen run-offwater meegenomen naar het labo, ter bepaling van het sedimentgehalte via uitdampen in een droogstoof. Bij alle simulaties bereikte een deel sediment wel de goot, maar door het weinige run-offwater werd dit niet mee getransporteerd tot in de staalnamepotjes. Daarom werd ook bepaald wat de hoeveelheid sediment was in de goot na afloop van de metingen. Dit maakt dat er geen juiste grafiek van het erosieverloop kon gemaakt worden en enkel het totale sedimentverlies kon berekend worden.



Figuur 5-6: Zicht op een erosieveldje in object 5 (NKB nv + rotoreg) tijdens de regenvalsimulatie.

Bij iedere simulatie werd voorafgaand aan de simulatie een bodemvochtstaal genomen in het profiel 0-40 cm, per laag van 10 cm (Figuur 5-7). In de laag 0-10 cm is de bodem het droogste in het geploegde object en over de diepte 0-30 cm, is Object 5 het vochtigste. Object 5 (NKB najaar + NKB voorjaar + rotoreg) biedt dus over het profiel het meeste vocht aan, aan het gewas.



Figuur 5-7: Gravimetrisch vochtgehalte (\pm standaardfout) ($n=3$) in het bodemprofiel tot 40 cm diepte, per laag van 10 cm vlak voor aanvang van de simulaties. De standaardfout is laag voor alle metingen, waardoor deze moeilijk is zichtbaar is op de grafiek.

In Tabel 5-6 wordt het gravimetrisch en volumetrisch vochtgehalte en de bulkdensiteit van de top laag (0-5 cm) van het bodemprofiel, voor de simulatie weergegeven. Voor deze bepalingen werd gebruik gemaakt van kopecky ringen (in 3 herhalingen). Uit Tabel 5-6 blijkt dat aan het bodemoppervlak het verschil in volumetrisch vochtgehalte klein is. Het gravimetrisch vochtgehalte is opnieuw het hoogste voor object 5 (NKB nv + rotoreg), maar niet verschillend tussen object 1 (ploegen + rotoreg) en 2 (NKBn+ tand). De bulkdensiteit is het hoogst bij ploegen (object 1), gevolgd door niet-kerende bodembewerking in het najaar (object 2) en het laagste bij de combinatie van niet-kerende bodembewerking in het najaar en voorjaar (object 5). Mogelijk is dit het gevolg van de vele harde kluiten aan het bodemoppervlak bij object 1, terwijl de bodem losser en fijner lag in objecten 2 en 5.

Tabel 5-6: Overzicht van het gemiddelde gravimetrisch en volumetrisch vochtgehalte en de bulkdensiteit (\pm standaardfout) van de top laag (0-5 cm) van het bodemprofiel, vlak voor aanvang van de regenvalsimulaties ($n=9 = 3$ herhalingen per simulatie x 3 simulaties).

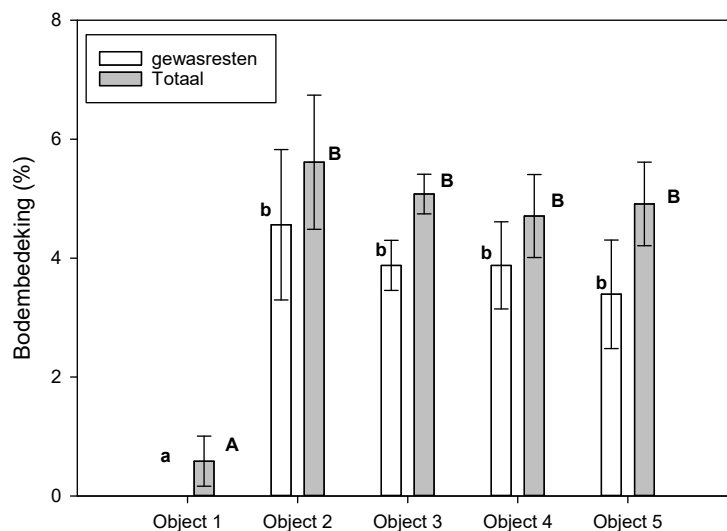
	Gravimetrisch vochtgehalte (g/g)	Volumetrisch vochtgehalte (g/cm ³)	Bulkdensiteit (kg/dm ³)
Object 1 (Ploegen + rotoreg)	0,17 \pm 0,01	0,20 \pm 0,01	1,17 \pm 0,02
Object 2 (NKBn + tand)	0,17 \pm <0,01	0,19 \pm <0,01	1,13 \pm 0,03
Object 5 (NKBnv + rotoreg)	0,20 \pm <0,01	0,20 \pm 0,01	1,05 \pm 0,02

Vlak voor de erosiesimulaties werd de bodembedekking en de bodemruwheid van het bodemoppervlak bepaald in de erosieveldjes. De bodembedekking werd bepaald op basis van 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 en het gewas. Door dit procentueel uit te drukken kan een bedekkingsgraad van het bodemoppervlak worden berekend. In Figuur 5-8 worden enkele foto's getoond. In Figuur 5-9 worden de resultaten weergegeven van de telling.



Figuur 5-8: Enkele foto's van het bodemoppervlak die werden gebruikt ter bepaling van de bodembedekking. Van links naar rechts Objecten 1 (Ploegen), 2 (NKB ondiep) en 5 (NKBdiep + rotoreg).

In object 1 werden met het ploegen alle gewasresten weggewerkt. Tussen de andere niet-kerende bewerkte objecten werd geen significant verschil in bodembedekking door gewasresten vastgesteld. Ondanks de goed ontwikkelde groenbedekker, werd in geen enkel object meer dan 5% van de bodem gemiddeld bedekt met gewasresten. Op het moment van de meting, was geen onkruid aanwezig en begonnen de erwten nog maar goed op te komen. De bedekking door erwten en het verschil in bedekking door erwten tussen de objecten was dan ook minimaal.

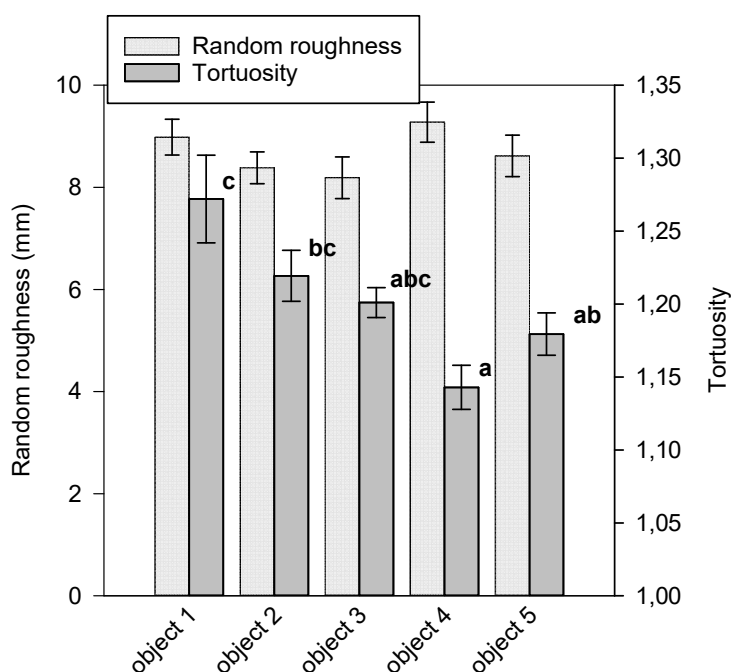


Figuur 5-9: Gemiddelde bodembedekking (\pm standaardfout) met gewasresten van de voorgaande groenbedekker en de gemiddelde totale bodembedekking (\pm standaardfout) (=gewasresten + gewas) van alle objecten (n=3). De kleine en hoofdletters geven significante verschillen aan tussen respectievelijk de bodembedekking met gewasresten en de totale bodembedekking (Tukey HSD, $p < 0,05$). (object 1: ploegen + rotoreg; object 2: NKB najaar + opp tandbewerking voorjaar; object 3: NKB najaar + NKB voorjaar + opp tandbewerking voorjaar; object 4: NKB najaar + NKB voorjaar; object 5: NKB najaar + NKB voorjaar + rotoreg)

De ruwheid van het bodemoppervlak werd bepaald met een pinmeter (Langhans et al., 2011) in de erosieveldjes net voor de erosiesimulaties (n= 9 = 3 herhalingen per simulatie x 3 simulaties). In de objecten waar geen erosiesimulatie werd uitgevoerd, werd de bodemruwheid ook bepaald in 9 herhalingen. Door beeldverwerking met het programma ImageJ werden de parameters 'random roughness' en 'tortuosity' berekend. De random roughness is uitgedrukt in mm en geeft aan in welke mate de posities op het

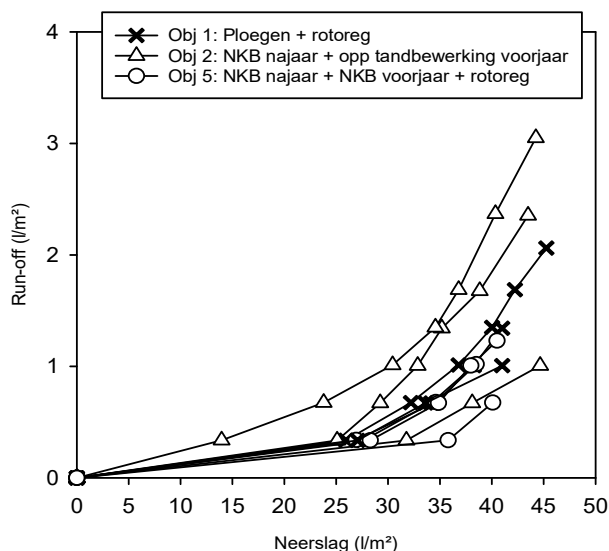
¹ Langhans, C., Govers, G., Diels, J., Leys, A., Clymans, W., Van den Putte, A., Valckx, J., 2011. Experimental rainfall-runoff data: Reconsidering the concept of infiltration capacity. Journal of Hydrology 399: 255-262

bodemoppervlak verticaal van een perfect rechte lijn (gemiddeld) afwijken. De tortuosity heeft geen eenheid en geeft de afstand aan tussen een punt A en een punt B aan het bodemoppervlak indien men het (micro)reliëf van het bodemoppervlak zou volgen, in plaats van in 1 rechte lijn van punt A naar punt B te gaan. Bij een tortuosity van bv. 1,4 en een afstand van 1 m tussen punt A en punt B, zal men 1,4 m moeten afleggen indien het bodemoppervlak wordt gevolgd. Wanneer het bodemoppervlak perfect vlak is, liggen alle zwarte punten op 1 lijn en is er geen ruwheid. De random roughness is dan 0 mm en de tortuosity is gelijk aan 1. Hoe hoger beide waarden, hoe ruwer het oppervlak. De pinmeter bestaat uit een bord met staafjes die we laten zakken tot het bodemoppervlak. Bovenaan het staafje is een zwart plastic hoesje bevestigd. Door een foto te nemen van de positie van deze zwarte punten op een witte achtergrond en de nodige beeldcorrecties uit te voeren, kan via ImageJ een berekening gemaakt worden van de individuele positie van ieder zwart punt en dus ieder punt op het bodemoppervlak ten opzichte van elkaar. Op basis van deze posities worden random roughness en tortuosity uitgerekend. In figuur 5-10 worden random roughness en tortuosity van de verschillende objecten weergegeven op het moment van de regenvalsimulaties. Er werden geen significante verschillen in random roughness geobserveerd. De tortuosity van object 1 was significant hoger dan deze van object 4 en 5. En eveneens gemiddeld hoger dan deze van object 2 en 3. De visueel vastgestelde hogere ruwheid van het bodemoppervlak in het geploegde object (object 1), wordt hiermee bevestigd met de metingen met de pinmeter.

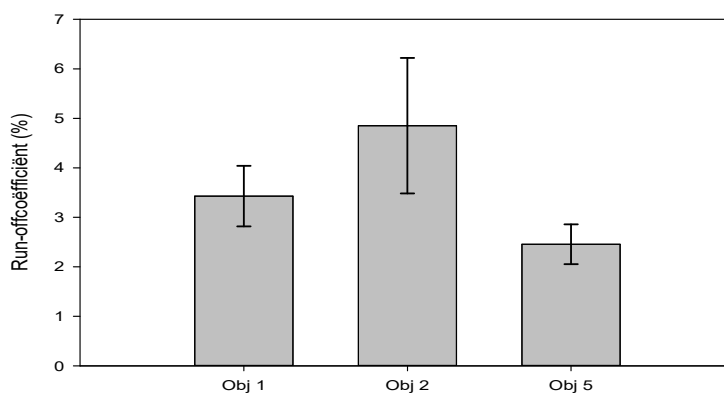


Figuur 5-10: Gemiddelde bodemruwheid (\pm standaardfout). De letters geven significante verschillen aan in tortuosity tussen de objecten van de proef ($n=9$; Tukey HSD, $p<0,05$). Er werden geen significante verschillen in random roughness vastgesteld. (object 1: ploegen + rotoreg; object 2: NKB najaar + opp tandbewerking voorjaar; object 3: NKB najaar + NKB voorjaar + opp tandbewerking voorjaar; object 4: NKB najaar + NKB voorjaar; object 5: NKB najaar + NKB voorjaar + rotoreg)

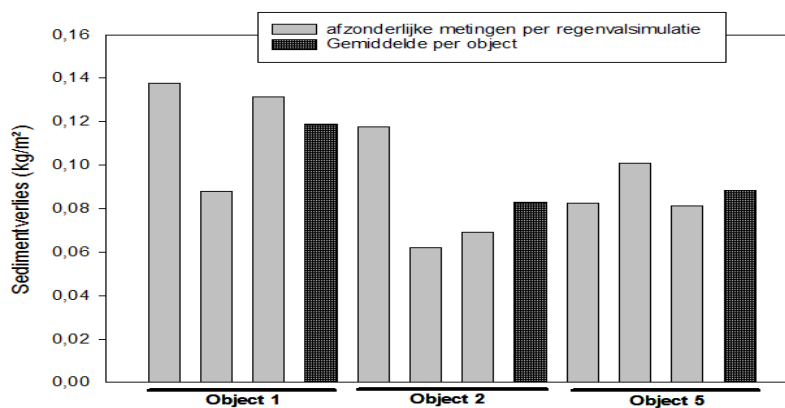
In Figuur 5-9, 5-10 en 5-11 worden respectievelijk het run-offverloop, de run-offcoëfficiënt en het totale sedimentverlies weergegeven. Gezien er zeer weinig run-off was in alle simulaties, van alle objecten (run-offcoëfficiënt $<6\%$), heeft het weinig zin de onderlinge verschillen te bespreken. Het verschil in sedimentverlies tussen de objecten was eveneens relatief beperkt, toch kan wel aangegeven worden dat dit lager lag in de niet-kerende objecten (2 en 5) dan in het geploegde object (1).



Figuur 5-11: Run-offverloop van de verschillende regenvalsimulaties in functie van de gesimuleerde neerslag.



Figuur 5-12: De gemiddelde run-offcoëfficiënt (\pm standaardfout) ($n=3$) van de Objecten 1, 2 en 5. De run-offcoëfficiënt is het aandeel gesimuleerde neerslag dat van het erosieveldje oppervlakkig afstroomt.



Figuur 5-13: Het sedimentverlies per regenvalsimulatie en het gemiddelde sedimentverlies per object van de Objecten 1, 2 en 5.

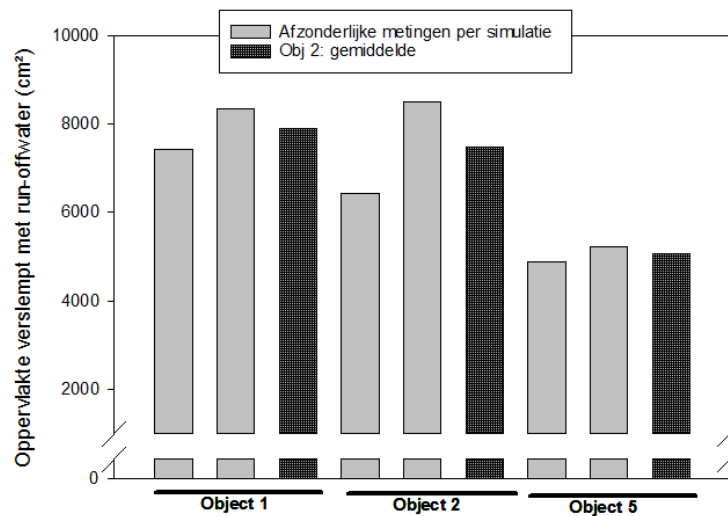
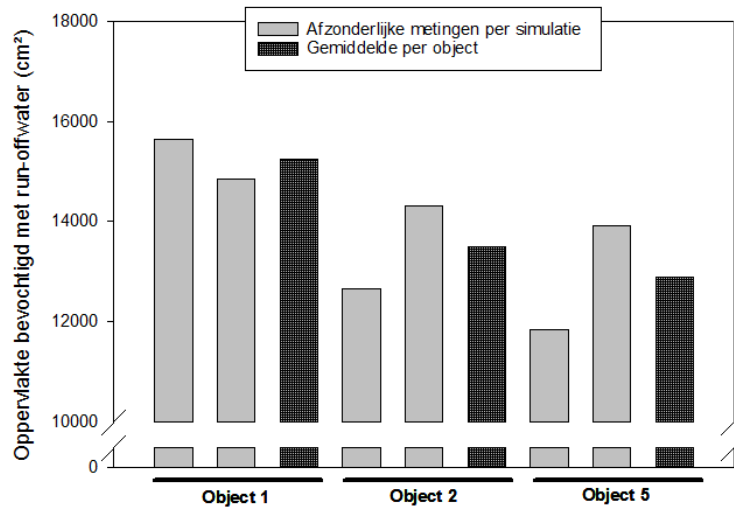
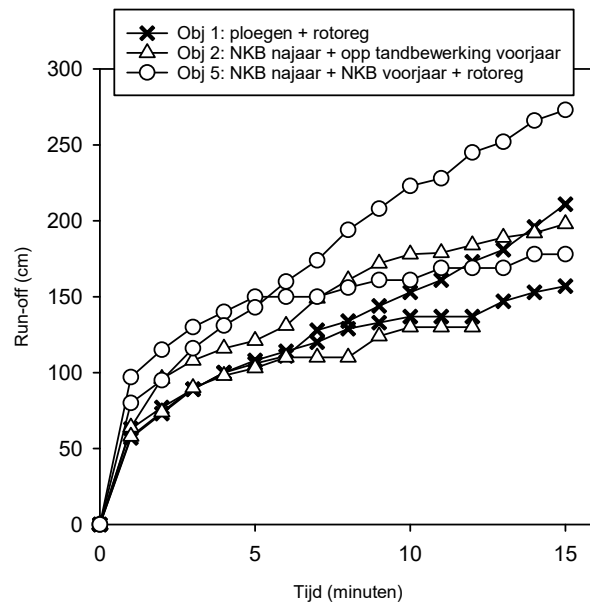
5.5.2 Simulatie van run-off

Op 29 mei 2017 werden in de objecten 1 (ploegen +rotoreg), 2 (NKB najaar + oppervlakkige tandbewerking voorjaar) en 5 (NKB najaar + NKB voorjaar + rotoreg) simulaties van run-off uitgevoerd. Dit is in dezelfde objecten als waar de regenvalsimulaties werden uitgevoerd. Per object werd met plastic schotten een veldje afgebakend van 80 cm (breedte) op 5 m (lengte), met de lengte langsheen de helling. De helling van deze veldjes schommelde tussen de 6 en 7%. De veldjes werden steeds zo gepositioneerd dat 5 rijen erwten opgenomen werd (Figuur 5-14). Bovenaan de helling werd een spuitkarretje gepositioneerd dat gedurende 15 minuten regenwater spoot op de bodem aan een debiet van 10,8 l/min. Het water werd hierbij gelijkmatig verdeeld over een lengte van 1,5 m (35 cm aan beide zijden buiten het veldje en 80 cm in het veldje). Iedere minuut van de meting werd bepaald hoever het run-offwater was gelopen in het veldje. Na afloop van de simulatie werd de oppervlakte gemeten van het veldje dat werd bevochtigd met afstromend water en de oppervlakte die verslemp was door het afstromende water. De gegevens uit deze run-offbepaling kunnen NIET vergeleken worden met deze van de run-offbepaling uit de regenvalsimulaties. Bij de regenvalsimulaties wordt regen gesimuleerd, gelijk verdeeld op een bepaalde oppervlakte en is de run-off de hoeveelheid water die van dit oppervlak afstroomt. Bij de bepaling met een spuitkar wordt bekeken hoe het afstromende water zich gedraagt hellingafwaarts.



Figuur 5-14: Zicht op een veldje voor de simulatie van run-off (links) en tijdens de meting (rechts).

In Figuur 5-15 wordt een overzicht gegeven van de resultaten van de run-offmetingen per meting, evenals een gemiddelde per object. De lengte die het run-offwater aflegde in 15 minuten is niet verschillend voor object 1 (ploegen + rotoreg) en 2 (NKBn + tand). Het water stroomde in 1 van de 2 metingen in object 5 (NKB nv + rotoreg) duidelijk sneller stroomafwaarts dan in de andere metingen. Tussen alle andere metingen was er weinig verschil in run-off-snelheid. De bodemoppervlakte die werd bevochtigd door run-offwater was weinig verschillend tussen de niet-kerende objecten, maar duidelijk lager dan bij het geploegde object. De hoeveelheid bodemoppervlak die verslempte tijdens deze metingen was nauwelijks verschillend tussen object 1 (ploegen + rotoreg) en 2 (NKBn + tand), maar duidelijk wel lager bij object 5 (NKB nv + rotoreg). Dit is onverwacht aangezien het bodemoppervlak in object 5 intensiever werd bewerkt dan in object 2. Bij de simulaties viel op dat bij object 1 en 2 het run-offwater eerder langzaam over de volledige breedte van het veldje hellingafwaarts stroomde en daardoor meer oppervlak kon verslempen. Dit in tegenstelling tot in object 5 waar het run-offwater eerder concentreerde langsheen 1 of meerdere zaailijnen en daar hellingafwaarts stroomde.



Figuur 5-15: Resultaten van de run-offsimulatie: het uiterste punt van run-off per tijdseenheid (boven), de oppervlakte bodem bevochtigd met run-offwater (midden) en de oppervlakte verslepte bodem met run-offwater (onder).

5.5.3 Opkomsttellingen

Na ploegen lag de opkomst van de erwten significant lager dan in de andere objecten. Dit had te maken met het tijdstip van ploegen. Normaalgezien wordt in de streek – met een relatief zware leembodem – 's winters geploegd. De kluiten worden na ploegen dan nog opgebroken door opeenvolgende vorst en dooi waardoor je in het voorjaar uiteindelijk een makkelijk te verkleinen bodem krijgt. In deze proef werd – omwille van praktische redenen – geploegd op hetzelfde ogenblik als de behandeling van de andere objecten (begin mei). Hierdoor was het moeilijk om na ploegen de kluiten voldoende te verkleinen (er werd 2 x gepasseerd met de rotoeg). Bij zaaien lag het perceel onvoldoende fijn waardoor na ploegen minder diep gezaaid kon worden (1 à 1,5 cm t.a.v. 3 à 4 cm in de andere objecten) met meer uitval tot gevolg.

Tabel 5-7: Resultaten van de opkomsttelling uitgevoerd op 22/05/2017 op 3 x 1 m² per plot.

Opkomsttelling, 3 x 1 m ² / blok							
Obj	Blok	1 gem #pl/m ²	2 gem #pl/m ²	3 gem #pl/m ²	4 gem #pl/m ²	gemiddeld gem# pl/m ²	
1	Pl + rotoeg	62,00	63,67	55,33	58,33	59,83	b
2	NKBn + tand	75,33	67,00	66,00	69,67	69,50	a
3	NKBnv + tand	70,00	63,00	65,33	71,33	67,42	ab
4	NKBnv	71,00	62,67	72,67	70,67	69,52	a
5	NKBnv+ rotoeg	66,67	66,67	70,00	64,67	67,00	ab
Gemiddelde		69,00	64,60	65,87	66,93	66,65	
Variantiecoëfficiënt						5,53	
P-waarde						0,017	*

Waarden gevolgd door eenzelfde letter zijn niet significant verschillend (Tuckey, P=0.05)

5.5.4 Ziekten en plagen

Er werden waarnemingen uitgevoerd op 6/06/2017, en de dag voor de oogst, op 6/07/2017. Omwille van de zeer droge omstandigheden tijdens de teelt was de ziekte – en plaagdruk minimaal. Alle behandelingen werden ook op de zelfde manier (preventief) behandeld tegen ziekten en plagen tijdens de teelt (praktijk behandeling). In deze omstandigheden konden geen verschillen in ziekte en plaagdruk waargenomen worden. Er werden geen ziektenen/of plagen waargenomen in het algemeen.

5.5.5 Gewasstand, onkruid

Bij de oogst werd een visuele beoordeling uitgevoerd van de onkruiddruk op de verschillende plots. Hierbij werd een score van 1 tot 9 gebruikt. Voor de gewasstand werd eenzelfde visuele score uitgevoerd. De belangrijkste onkruiden waren eenjarige dicotyle onkruiden zoals tuinbingelkruid, perzikkruid, akkerwinde.

Op het perceel werd relatief weinig onkruid waargenomen in het geploegde object. Bij NKB was de onkruiddruk over het algemeen iets groter. Niet-kerend bewerken geeft een grotere onkruiddruk. Bij het ploegen worden onkruidzaden immers diep ondergewerkt. Er werd bovendien al 7 jaar aan niet kerende bodembewerking gedaan op het perceel waardoor het minder waarschijnlijk is dat bij het ploegen oude zaden terug naar boven geploegd zouden worden.

Ondanks de inzet van bodemherbiciden kregen onkruiden bij NKB toch een kans door de droge weersomstandigheden. De werking van veel bodemherbiciden vraagt een zekere vochtigheid in de bodem. Door de zeer droge omstandigheden is het niet uitgesloten dat de gebruikte herbiciden – ondanks voldoende frequente en intensieve bespuiting – onvoldoende gewerkt hebben. Anderzijds was er door het droge weer ook beduidend minder kiemend onkruid. Bovenaan de helling werd in het algemeen ook minder onkruid waargenomen dan onderaan de helling. Hiervoor is het zoeken naar een verklaring.

Tabel 5-8: Visuele inschatting van onkruiddruk en gewasstand bij de oogst.

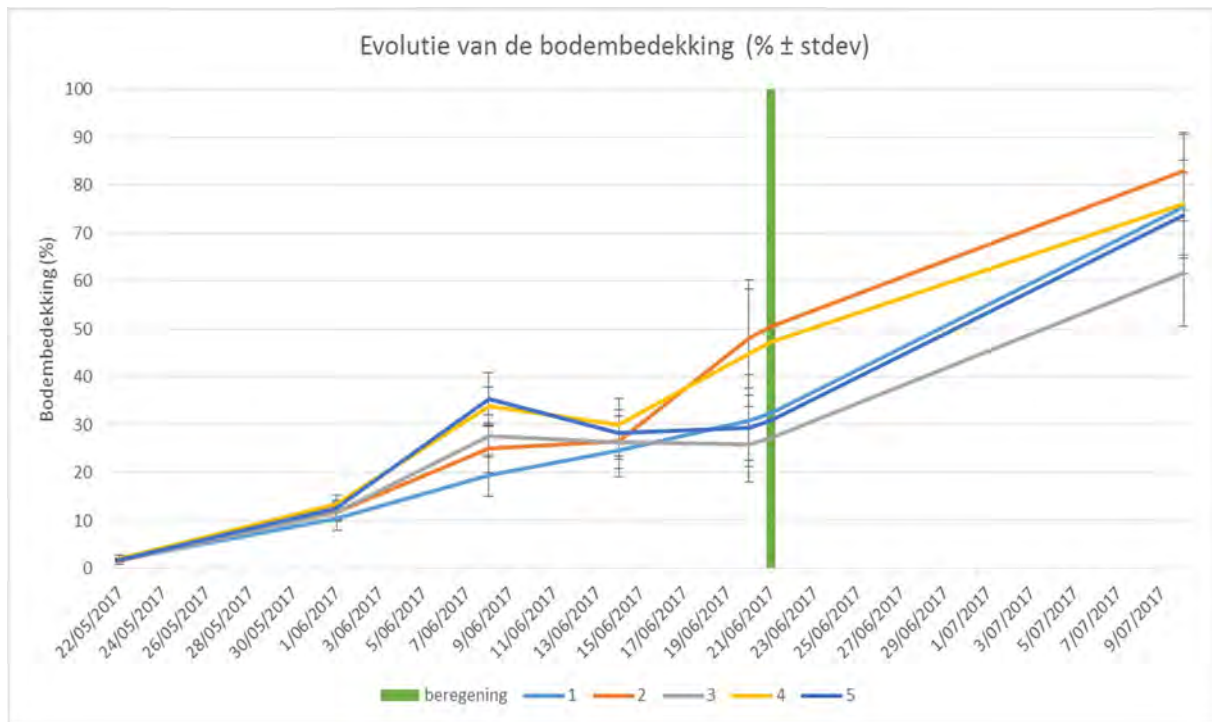
Onkruiddruk (11/07/2017)					Gewasstand (11/07/2017)				
Obj	blok				Obj	blok			
	1	2	3	4		1	2	3	4
1	9	9	8,5	8	1	7	6,5	8	8,5
2	8,5	9	8	8	2	6	5	8,5	7
3	6	6,5	6	5	3	7	5	5	6,5
4	6,5	7	6	6	4	6	6	8	6
5	8	8	7,5	7	5	5	6,5	7	6,5
1 = veel onkruid 9 = geen onkruid					1 = slechte gewasstand 9 = goede gewasstand				

5.6 Evolutie van de bodembedekking

Op 6 tijdstippen tijdens de teelt werd een inschatting gemaakt van de bodembedekking door de erwten. Dit gebeurde door met een camera op een vast statief telkens op dezelfde plaats een foto te nemen van het bodemoppervlak. Dit werd bij elke waarneming uitgevoerd in 12 herhalingen (3 per blok) per object. De genomen foto's werden achteraf via beeldverwerkingssoftware (imagej) verwerkt. Kleur, contrast en helderheid werden op elk ogenblik van fotograferen afzonderlijk gewijzigd om een zo goed mogelijke opsplitsing te krijgen tussen blad – en stengeloppervlakte enerzijds en bodem anderzijds (afhankelijk van het tijdstip van fotograferen (wel/geen schaduw, 's middags of 's avonds...)) kunnen andere settings de opsplitsing beter maken. Voor elke fotoreeks werden wel dezelfde settings gebruikt. In Figuur 5-15 wordt de evolutie van de gemiddelde bodembedekking per object gedurende het teeltseizoen weergegeven.

De resultaten van de foto's genomen op 8/06/2017, 14/06/2017 en 20/07/2017 zijn op het eerste zicht onlogisch. De locatie waar de foto's genomen werden was gemarkeerd, en elke opeenvolgende foto werd op exact dezelfde plaats genomen. Het is dus onlogisch dat de bodembedekking in de meeste objecten afneemt tussen 8/06/2017 en 14/06/2017. We vermoeden dat de verklaring hiervoor terug te vinden is in het feit dat de foto's niet altijd op hetzelfde tijdstip genomen werden. Figuur 5-26 geeft de foto's weer die genomen werden in object 5, herhaling 12. Telkens op exact dezelfde plaats op 8/06/2017, 14/06/2017 en 20/06/2017. De foto genomen op 8/06/2017 werd 's avonds genomen waardoor het aandeel schaduw beduidend groter is dan op de andere foto's. Voor het softwareprogramma is het zeer moeilijk om een onderscheid te maken tussen beschaduwde bodem en beschaduwde blad. De bodembedekkingcijfers van 8/06/2017 zijn dus wellicht een overschatting van de werkelijke bodembedekking.

De periode van begin juni tot 21/06 was extreem droog waardoor de ontwikkeling van het gewas mogelijk wat achterbleef. Bovendien werd een fijnzadig ras (Cher, agroseeds) ingezaaid met dat zeer kort schakelde en zeer weinig bladmassa vormde. De bekomen bodembedekkingcijfers zijn dus eerder een inschatting van de minimale snelheid waarbij erwten de bodembedekking vormen en zeker niet representatief voor de teelt van erwten in z'n geheel.



Figuur 5-16 : Evolutie van de bodembedekking (%) per object tijdens de teelt (n = 12).

	<p>8/06/2017 obj 5 herhaling 12 Foto genomen rond 19.00 u 's avonds.</p>
	<p>14/06/2017 obj 5 herhaling 12 Foto genomen kort na de middag.</p>



Figuur 5-17: Foto's gebruikt als basis voor de beeldverwerking. Foto's genomen op exact dezelfde plek, maar op 3 verschillende datums. Het tijdstip van fotograferen (hoeveelheid schaduw) heeft een invloed op de gemeten bodembedekking.

In Tabel 5-9 worden de gemeten bodembedekkingen op elk tijdstip onderling met elkaar vergeleken. Wat opvalt is dat de bodembedekking bij oogst vrij goed de behaalde opbrengsten volgt. Ook wordt duidelijk dat de erwten in object 1 (ploegen) bij het begin van de teelt duidelijk een groeiachterstand hadden die naar het eind van de teelt weggewerkt werd (naar bodembedekking, de opbrengst zelf viel nog altijd tegen in object 1; zie verder).

Tabel 5-9: Vergelijking van de gemeten bodembedekkingen per object op 6 verschillende tijdstippen tijdens de teelt.

object	22/05/2017	1/06/2017	8/06/2017	14/06/2017	20/06/2017	20/07/2017
1 Pl + rotoleg	1,83 a	10,39 b	19,36 c	24,65 a	30,90 b	75,34 a
2 NKBN + tand	2,10 a	11,67 ab	25,15 b	26,56 a	48,01 a	82,96 a
3 NKBNv + tand	1,67 a	11,78 ab	27,66 b	26,36 a	25,96 b	61,54 b
4 NKBNv	1,93 a	13,40 a	33,83 a	30,05 a	44,87 a	76,02 a
5 NKBNv+ rotoleg	1,90 a	12,53 ab	35,42 a	28,30 a	29,39 b	73,60 ab
Gemiddelde	1,84	11,95	28,28	27,19	35,82	73,89
Variantiecoëfficiënt	30,25	15,75	16,82	19,06	27,64	14,81
P-waarde	0,496	0,005	0,000	0,129	0,000	0,000

Waarden gevolgd door eenzelfde letter zijn niet significant verschillend (Tuckey, P=0.05)

5.7 Oogst en opbrengstbepaling

In tabel 5-10 worden de resultaten van een beknopte verkennende proefveld-opbrengstbepaling weergegeven. Deze opbrengstbepaling gebeurde op de volledige plant zodat hieruit ook een idee gevormd kan worden van de totale hoeveelheid geproduceerde biomassa. De manuele opbrengstbepaling uitgevoerd op 2 x 1 m² per object (1 x bovenaan de helling en 1 x onderaan de helling) de dag voor de machinale oogst. Naast deze plots werd tevens de gewashoogte gemeten op 2 plaatsen. Aangezien dit om een beperkt aantal metingen gaat op (bijna) dezelfde plaats is deze meting niet representatief voor het volledige proefvlak, maar het geeft wel extra informatie bij de resultaten van de manuele proefveldopbrengstbepaling.

Tabel 5-10: Resultaten van een verkennende opbrengstbepaling op 2 x 1 m² per object.

Obj j	totale biomassa (kg)		biomassa plant (kg)		Biomassa peul (kg)		Dors- rendeme nt	Biomassa erwten (kg)		Gewashoogte bovenaan de helling*	Gewashoog te onderaan de helling*
	2 x1m ²	per ha	2 x1m ²	per ha	2 x 1m ²	per ha	%	2 x 1m ²	per ha	(cm)	(cm)
1	5,48	27400	3,30	22627	2,18	10900	43,78	0,95	4772	26,0	31,5
2	4,82	24100	2,24	16529	2,58	12900	58,68	1,51	7570	18,5	29,5
3	4,58	22900	2,80	18581	1,78	8900	48,52	0,86	4318	20,5	18,0
4	5,54	27700	3,08	22482	2,46	12300	42,42	1,04	5217	21,0	25,0
5	4,62	23100	2,42	18020	2,20	11000	46,18	1,02	5079	20,5	22,5
*Gemiddelde van 2 metingen uitgevoerd in de onmiddellijke nabijheid van de geoogste vierkante meter.											

De opbrengstbepaling zelf werd uitgevoerd door Noliko. Met de dorsmachine van Noliko werd telkens in het midden van elk object een strook van 6 m x 100 m geoogst waarbij dan telkens machinaal de opbrengst gemeten werd (het tonnage erwten na dorsen, de totale geproduceerde biomassa werd niet gemeten). Op een staal uit deze geoogste strook werd dan ook telkens de hardheid bepaald.

Tabel 5-11: Resultaten van de praktijkopbrengstbepaling uitgevoerd door Greenyard-foods (Noliko).

Obj	Opbrengst (erwt)		Hardheid (tu)
	kg/plot*	kg/ha	
1	355	5917	128
2	420	7000	141
3	335	5583	152
4	380	6333	148
5	395	6583	160

*In elk object werd in het midden van de strook een strook van 6 x 100 m geoogst. Hiervan werd de opbrengst machinaal bepaald.

De totale opbrengst lag het hoogste in object 2, het object dat het minst intensief behandeld werd in het voorjaar. Dit heeft wellicht te maken met de onderbreking van de capillaire werking van de bodem in de andere objecten. Object 3, waar anderhalve week voor de inzaai een diepe tandbewerking uitgevoerd werd, gaf de slechtste opbrengst. Wellicht speelde droogte hier ook een rol. De bouwvoor kon gedurende anderhalve week voor zaaien nog wat uitdrogen. De lagere opbrengst in object 1 (ploegen) heeft naast de verstoring van de capillariteit wellicht ook te maken met de lage opkomst door het gebrekkige zaaibed.

De kwaliteit (hardheid) van de erwten lag het laagste in object 1, waar geploegd werd. De hardheid van de erwten in de andere objecten was relatief gelijklopend. Hoewel opvalt dat in object 2 – met de hoogste opbrengst en (wellicht) minder droogtestress – ook een redelijk lage hardheid gehaald wordt.

De lagere hardheid in object 1 heeft wellicht te maken met de tragere weggroei van de erwten na zaaien. Hierdoor kwam ook de bloei en de peulvorming iets achter en hadden de peulen dus minder tijd om af te rijpen. Het viel ook op dat de gewashoogte in object 1 (slechts 2 metingen) het hoogste was. De planten vertoonden hier het minste legering.

5.8 Economische berekening

De economische berekening heeft als doel het financieel saldo na aftrek van alle mogelijke kosten te berekenen per object. Hiervoor werd uitgegaan van de situatie op het terrein. Alle kosten die tijdens deze teelt gemaakt werden, werden in rekening gebracht. Ook kosten die niet gangbaar zijn voor de teelt van erwten. Informatie werd bekomen via bevraging van de teler zelf of via eigen bronnen. In een aantal gevallen

moesten aannames gemaakt worden om de zaak niet onnodig te compliceren. In dat geval wordt dit in de verdere berekening vermeld.

5.8.1 Berekening van de vaste kosten

Tabel 5-12: Overzicht van de vaste kosten.

Kostenpost	Prijs (EUR/ha)	Bron	Opmerkingen
Beregenen 20 l/ha	500	Teler	Uitgevoerd via loonwerk (duur), geen beregeningsinstallatie aanwezig op het perceel
Bemesting 160 L/ha Urean	48	Eigen info	Via bevraging verschillende telers m.b.t. prijzen meststoffen
Zaaizaad 1.000.000 zaden/ha	370	Contracten Ingro 2016	
Pacht	400	Teler	Volgens Vilt ligt de gemiddelde pachtprijs in Vlaanderen rond 250 EUR. De teler verklaart dat de gemiddelde pachtprizen in de regio op ongeveer 400 EUR/ha liggen. Voor erwtten wordt in uitzonderlijke gevallen soms tot 1100 EUR/HA betaald. In de regio rond Roeselare loopt de pacht makkelijk op tot 2000 EUR/ha.
Gewasbescherming	95	Prijzlijst Sanac 2015	Berekend op basis van doorgegeven bespuitingen. Prijzen kunnen variëren naargelang aangekocht volume.
Totaal	1413		

Tabel 5-13: Berekening van de kosten voor gewasbeschermingsmiddelen (Bron : Sanac 2015).

	Prijs/l* (EUR)	Dosis (l of kg/ha)	Prijs (EUR)/ha
Centium 36 SC	187,00	0,2	37,40
Stomp 400 SC	3,38	2,0	6,76
Basagran SG	21,31	0,5	10,66
Butizyl	1,05	1,2	1,26
Pirimor	12,76	0,4	5,10
Acrobat extra WG	7,70	2,0	15,40
Topsin M 500 SC	4,11	1,5	6,16
Raptol	4,10	3,0	12,29
TOTAAL			95,13

*Er werd telkens gerekend met de prijs van de grootst mogelijke verpakking

5.8.2 Berekening van de variabele kosten per handeling

Voor de economische berekening wordt gerekend met gemiddelde loonwerkersprijzen. De werkelijke kost voor de teler berekenen is moeilijk omdat daar zeer veel bij komt kijken. Afschrijvingskosten zijn voor elk bedrijf anders, ook de kosten voor niet bedrijfseigen arbeid kunnen verschillen van bedrijf tot bedrijf. Afhankelijk van de afstand tussen de percelen van de teler zijn er ook verplaatsingskosten. Het monteren en afstellen van de verschillende machines vraagt ook tijd. Dit werd niet in de berekening opgenomen omdat dit verschilt van bedrijf tot bedrijf en van perceel tot perceel. Ook loonwerkers rekenen een extra toeslag als ze van ver moeten komen. Zaai - en oogstwerkzaamheden worden dikwijls in opdracht van een

fabriek uitgevoerd waarbij de loonwerker de mogelijkheid heeft om met een minimum aan verplaatsingen de opeenvolgende percelen te zaaien of te oogsten.

Tabel 5-14: Berekening van de kostprijs per handeling op basis van de duur van elke handeling

Handeling	Arbeidsbehoefte		Brandstofbehoefte	
	uur/ha	Eur/ha*	l/ha	Eur/ha**
Ploegen	1,33	66,67	30,00	16,50
Diepe tandbewerking najaar	0,83	41,67	15,00	8,25
Diepe tandbewerking voorjaar	0,83	41,67	15,00	8,25
Ondiepe tandbewerking	0,40	20,00	10,00	5,50
Rotoreggen	0,77	38,46	15,00	8,25
Bespuiten (gelijk over alle objecten, 4 x per proef)	0,33	16,67	10,00	5,50
zaaien	0,83	41,67	25,00	13,75

Bron: Bevraging teler

*Er wordt gerekend met gangbare loonwerkersprijzen per uur (bron: eigen kennis) voor alle uitgevoerde behandelingen. Een gemiddelde loonwerkersprijs van 50 EUR/uur wordt gebruikt.

**Brandstofbehoefte louter informatief, brandstofkosten zijn inbegrepen in de prijzen van de loonwerker. Rode diesel aan 55 cent/L (bron : Statbel, 2017).

5.8.3 Berekening van de omzet per object

Uitbetaalde prijzen worden bepaald door het type erwt en de hardheid van de geoogste erwten. De hardheid wordt bepaald aan de hand van gestandaardiseerde tenderometers. Het type erwt is afhankelijk van de cultivar. Hier werd de cultivar Cher(Agroseeds) ingezaaid die fijnzadige erwten geeft. Voor fijnzadige erwten worden doorgaans hogere prijzen uitbetaald.

Tabel 5-15: Berekening van de omzet/ha per object

	Opbrengst	Hardheid	Prijs/ton i.f.v. hardheid*	Omzet
Obj	Ton/ha	(tu)	EUR	EUR/ha
1	5,917	128	299	1769
2	7,000	141	279	1953
3	5,583	152	267	1491
4	6,333	148	273	1729
5	6,583	160	259	1705

*Bron: Contractprijzen Ingro 2016. Fijnzadige erwten i.f.v hardheid.

5.8.4 Saldo per object

Tabel 5-16: Berekening van het saldo/ha per object.

Obj	Vaste kosten	Variabele kosten	Omzet/object	Inkomen bedrijfsleider
	EUR/ha	EUR/ha	EUR/ha	EUR/ha
1	1413,03	171,79	1769	184
2	1413,03	128,33	1953	412
3	1413,03	170,00	1491	-92
4	1413,03	150,00	1729	166
5	1413,03	188,46	1705	104

5.9 Bespreking van de resultaten en besluit

5.9.1 Proefomstandigheden

Indringingsweerstand bodem

Op het ganse perceel werd een harde laag teruggevonden op een diepte van ongeveer 25 cm. In object 1 werd deze laag wellicht omgeploegd. Na ploegen blijft de indringingsweerstand in de bodem laag tot een diepte van 25 – 30 cm. Daarna neemt ze snel toe. Wanneer niet kerend bewerkt werd nam de indringingsweerstand geleidelijker toe met de diepte. In object 2, waar in het voorjaar geen diepe bodembewerking uitgevoerd werd kon op geringe diepte al een hoge indringingsweerstand waargenomen worden. In het algemeen verschilde de indringingsweerstand in object 2 weinig van die in objecten 3-5, waar ook in het voorjaar een diepe niet kerende bodembewerking uitgevoerd werd.

Opkomst

Na ploegen lag de opkomst van de erwten significant lager dan in de andere objecten. Dit kwam door de slechte inzaai die dan weer het gevolg was van het feit dat pas in het voorjaar, kort voor de proefaanleg geploegd wordt. Bij zaaien lag het perceel onvoldoende fijn waardoor na ploegen minder diep gezaaid kon worden (1 à 1,5 cm t.a.v. 3 à 4 cm in de andere objecten) met meer uitval tot gevolg.

Onkruid

Op het perceel werd relatief weinig onkruid waargenomen in het geploegde object. Bij NKB was de onkruiddruk over het algemeen iets groter.

Ondanks de inzet van bodemherbiciden kregen onkruiden bij NKB toch een kans door de droge weersomstandigheden. Door de zeer droge omstandigheden is het niet uitgesloten dat de gebruikte herbiciden – ondanks voldoende frequente en intensieve bespuiting – onvoldoende gewerkt hebben. Anderzijds was er door het droge weer ook beduidend minder kiemend onkruid. Bovenaan de helling werd in het algemeen ook minder onkruid waargenomen dan onderaan de helling.

Bodembedekking

Er werd een ras ingezaaid dat zeer kort schakelde en zeer weinig bladbiomassa vormde en weinig bodembedekking gaf. In combinatie met de zeer droge omstandigheden waren de opgemeten bodembedekkingen zeker niet representatief voor de teelt van erwt in het algemeen. In bepaalde omstandigheden was het ook zeer moeilijk om beschaduwde bodem en beschaduwde erwtenplanten digitaal van elkaar te kunnen onderscheiden waardoor niet op alle waarnemingstijdstippen accurate bodembedekkingen berekend konden worden. In het algemeen zijn de bekomen bodembedekkingscijfers een onderschatting voor de erwteenteelt./ De behaalde opbrengsten worden wel redelijk goed weerspiegeld in de opgemeten bodembedekkingen.

5.9.2 Opbrengst en kwaliteit

Opbrengst

De totale opbrengst lag het hoogste in object 2, het object dat het minst intensief behandeld werd in het voorjaar. Dit heeft wellicht te maken met de onderbreking van de capillaire werking van de bodem in de andere objecten. De lagere opbrengst in object 1 (ploegen) heeft naast de verstoring van de capillariteit wellicht ook te maken met de lage opkomst door het gebrekkige zaaibed (zie hoger).

Kwaliteit

De kwaliteit (hardheid) van de erwten lag het hoogste (laagste) in object 1, waar geploegd werd. De hardheid van de erwten in de andere objecten was relatief gelijklopend. Hoewel opvalt dat in object 2 – met de hoogste opbrengst en (wellicht) minder droogtestress – ook een redelijk lage hardheid gehaald wordt.

De lagere hardheid in object 1 heeft wellicht te maken met de tragere weggroei van de erwten na zaaien. Hierdoor kwam ook de bloei en de peulvorming iets achter en hadden de peulen dus minder tijd om af te rijpen. Het viel ook op dat de gewashoogte in object 1 (slechts 2 metingen) het hoogste was. De planten vertoonden hier het minste legering.

5.9.3 Financieel rendement

Bij de berekening van het rendement per behandeling valt op dat de vaste kosten zeer zwaar doorwegen in het kostenplaatje. De vaste kosten bedragen 1413 EUR/ha. Voor sommige behandelingen is dit bijna gelijk aan de totale omzet. Vooral de berekening van 500 EUR/ha bleek zwaar door te wegen bij de vaste kosten. Op de vraag of die berekening zichzelf terugverdiend heeft kan hier niet geantwoord worden. Wel is het zo dat sommige afnemers erwten met een hardheid die hoger is dan 160 weigeren. Niet beregen zou dus een groot risico geweest zijn.

De variabele kosten per object (tabel 5-16) liggen een stuk lager dan de vaste kosten en verschillen ook weinig van object tot object. Het verschil tussen de duurste en de goedkoopste behandeling is 60 EUR/ha.

Het uiteindelijke rendement wordt in zeer grote mate bepaald door de opbrengst. Zowel de tonnages als de hardheid spelen hier een rol, maar gezien de sterk hogere opbrengst in object 2 zijn de tonnages hier doorslaggevend. Uiteindelijk is er een verschil in omzet van meer dan 450 EUR/ha tussen het best presterende en het slechtst presterende object. Enkel in object 3 - waar de opbrengst het laagste was – is het saldo negatief.

5.9.4 Effect op erosie

Tijdens de regenvalsimulaties was de hoeveelheid oppervlakkig afstromend water (run-off) zo beperkt in alle objecten dat er geen betekenisvolle verschillen konden worden aangetoond tussen de verschillende bodembewerkingen. Hoewel ploegen (object 1) tot een iets hoger sedimentverlies leidde dan niet-kerende bodembewerking in object 2 en 5, is het verschil klein. We kunnen besluiten dat in alle objecten, de kans op erosie heel klein was. Mogelijk is het zo dat in het geploegde object erosie werd voorkomen door een ruw oppervlak en in de niet-kerend bewerkte objecten door de gewasresten in combinatie met een mogelijke concentratie van de organische stof bovenaan in de bouwvoor door reeds meerdere jaren niet-kerend te bewerken. Bij simulatie van run-off werd vastgesteld dat een groter oppervlakte werd bevochtigd met run-offwater in het geploegde object dan in de niet-kerend bewerkte objecten. In het geploegde object werd ook meer bodemoppervlak verslempd door run-offwater dan in object 5 (NKB najaar + NKB voorjaar + rotoereg). Het is echter onverwacht dat er minder verslemping was in object 5, dan in object 2 (NKB najaar + tandbewerking), aangezien het bodemoppervlak in object 5 intensiever werd bewerkt dan in object 2.

6 Zaai-ui Zwalm: niet-kerende bodembewerking en verruwing van het zaaibed

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

6.1 Doelstelling van de veldproef

Dit proefveld 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 verschillende types zaaibedbereiding 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 zaaibedbereiding hierin?
2. Zijn er verschillen in gewasopkomst en onkruiddruk tussen de teelttechnieken?
3. Is er een opbrengstderving te verwachten bij niet-kerende bodembewerking? Wat is de rol van de zaaibedbereiding hierbij?

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

6.2 Beschrijving perceel

6.2.1 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 Rozebeke (deelgemeente van Zwalm).

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

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

6.2.2 Bodemkenmerken en bodemverdichting op 27 maart 2017

Regio: Vlaamse Ardennen

Bodemtextuur: Leem

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

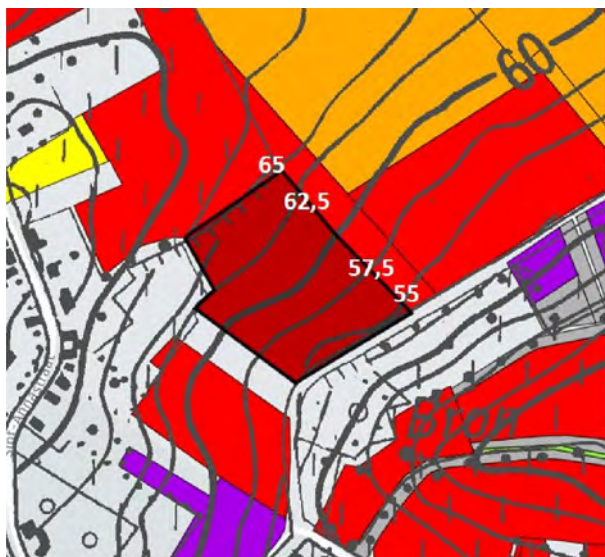
Erosieklasse: Rood

Voorvrucht: savooikool (geogst in september 2016)

Groenbedekker/vanggewas: -

Helling perceel: 7,2-10,5%

Kaartje hoogtelijnen (proefperceel is aangeduid met zwarte rand):



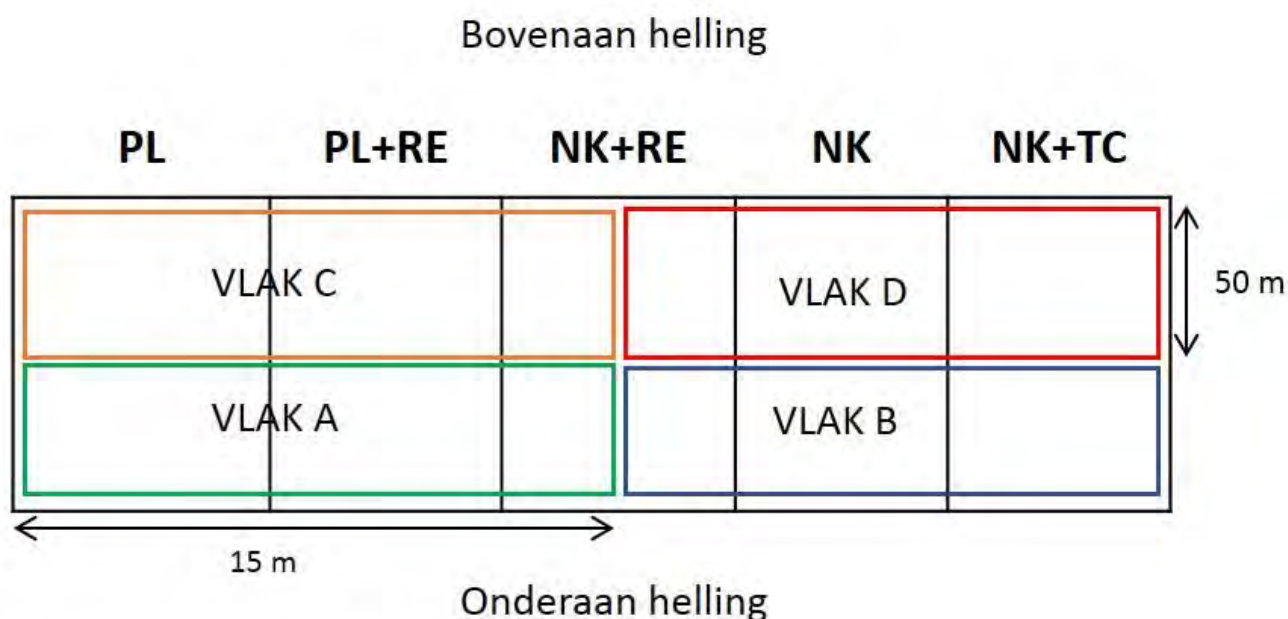
Het perceel waar de veldproef werd uitgevoerd heeft een leemtextuur en is gecatalogeerd als hoog erosiegevoelig perceel (rood). Op dit perceel stond in 2016 savooikool welke geoogst werd in september 2016. De stoppel bleef in het najaar op het veld achter en er werd geen vanggewas ingezaaid. Op 30 maart werd de stoppel, die reeds aan het opschieten was, geklepeld en ondiep gefreesd (5 cm diep) met een bakfrees (Figuur 6-1).



Figuur 6-1: Overzicht van het perceel (links) en klepelen van opschietende stoppel savooikool op 30 maart 2017 (rechts).

De veldproef werd onderverdeeld in 5 behandelingsstroken van 6 m breedte en loodrecht daarop 4 blokken, nl. blok A, blok B, blok C en blok D (zie verder). Voor de aanvang van de veldproef werden bodemstaalnames genomen ter bepaling van de chemische bodemtoestand en werd de indringingsweerstand bepaald. Voor deze stalen en metingen werd het proefvlak verdeeld in 4 verschillende vlakken, nl. vlak A, vlak B, vlak C en vlak D. In deze vlakken liggen meerdere blokken van meerdere behandelingsstroken (Figuur 6-2).

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



Figuur 6-2: Proefplan van de veldproef zaaiui te Rozebeke, 2017. Voor de metingen met de penetrologger werd het proefveld onderverdeeld in 4 vlakken, nl. vlak A, vlak B, vlak C en vlak D.

In Tabel 6-1 wordt een overzicht gegeven van de chemische bodemtoestand op 27 maart 2017. Het koolstofgehalte en bodemzuurtegraad bevinden zich onder de streefzone.

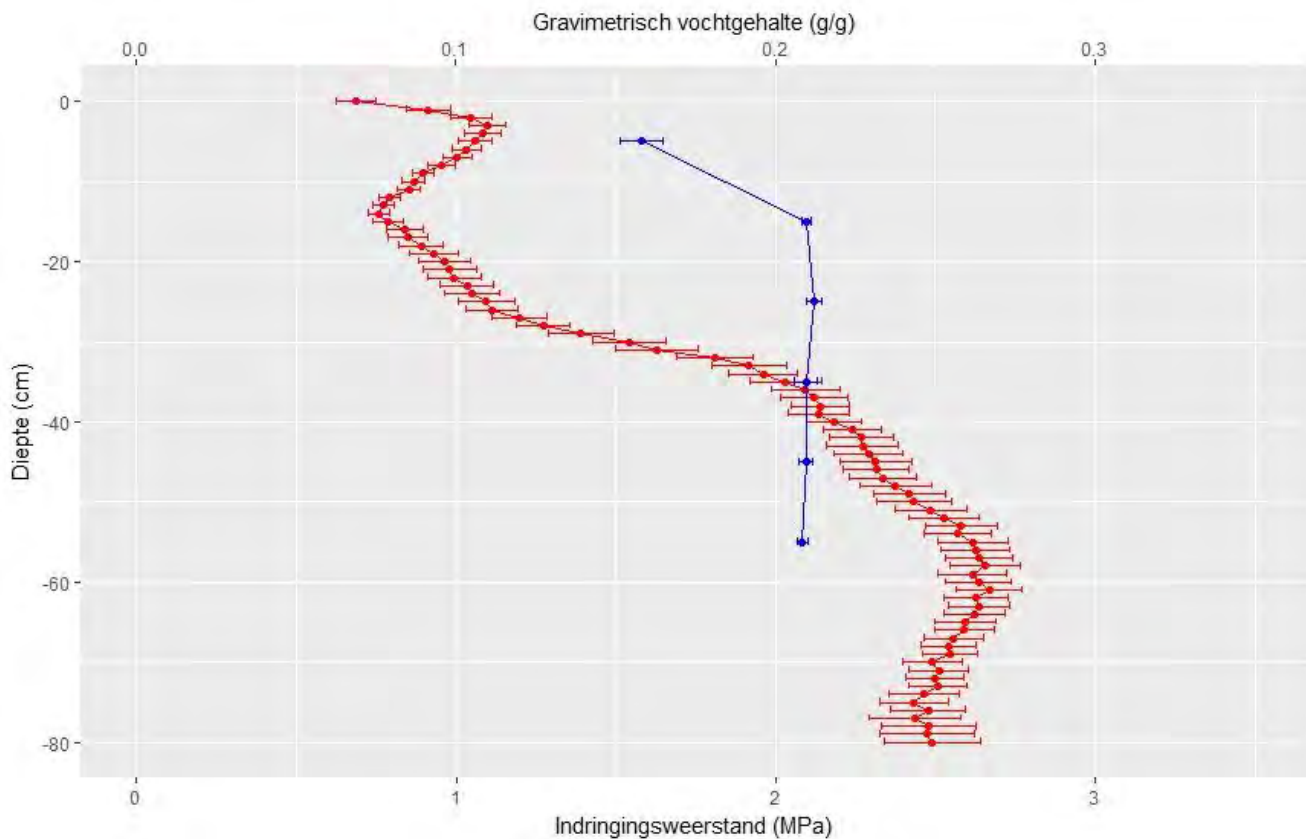
Tabel 6-1: Overzicht van de hoeveelheid minerale N (NO_3^- -N en NH_4^+ -N) in het bodemprofiel (0-60 cm) en de algemene chemische bodemtoestand voor de bouwvoor (0-30 cm) in vlakken A, B, C en D. De streefwaarden voor leemgrond werden overgenomen van Maes et al. 2012¹.

Vlak	Diepte (cm)	N_{min} (kg/ha)	pH-KCl	OC ⁽¹⁾ (%)
A	30	15	5,0	1,0
	60	23		
B	30	13	4,5	0,8
	60	21		
C	30	10	5,1	0,8
	60	18		
D	30	14	5,3	0,8
	60	19		
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 4 vlakken werden voor indringingsweerstand en gravimetrisch vochtgehalte een gelijkaardig verloop in functie van de diepte opgetekend. Bijgevolg werd in Figuur 6-3 de gemiddelde indringingsweerstand en het gemiddeld gravimetrisch vochtgehalte van alle metingen samen weergegeven.



Figuur 6-3: De gemiddelde indringingsweerstand (n=40) en gravimetrisch vochtgehalte (n=4) (\pm standaardfout) van alle metingen over de 4 vlakken samen. De indringingsweerstand werd gemeten met een penetrometer (10 steken in kruisverband per vlak) tot 80 cm diepte. Het gravimetrisch vochtgehalte werd per laag van 10 cm tot 60 cm diepte bepaald.

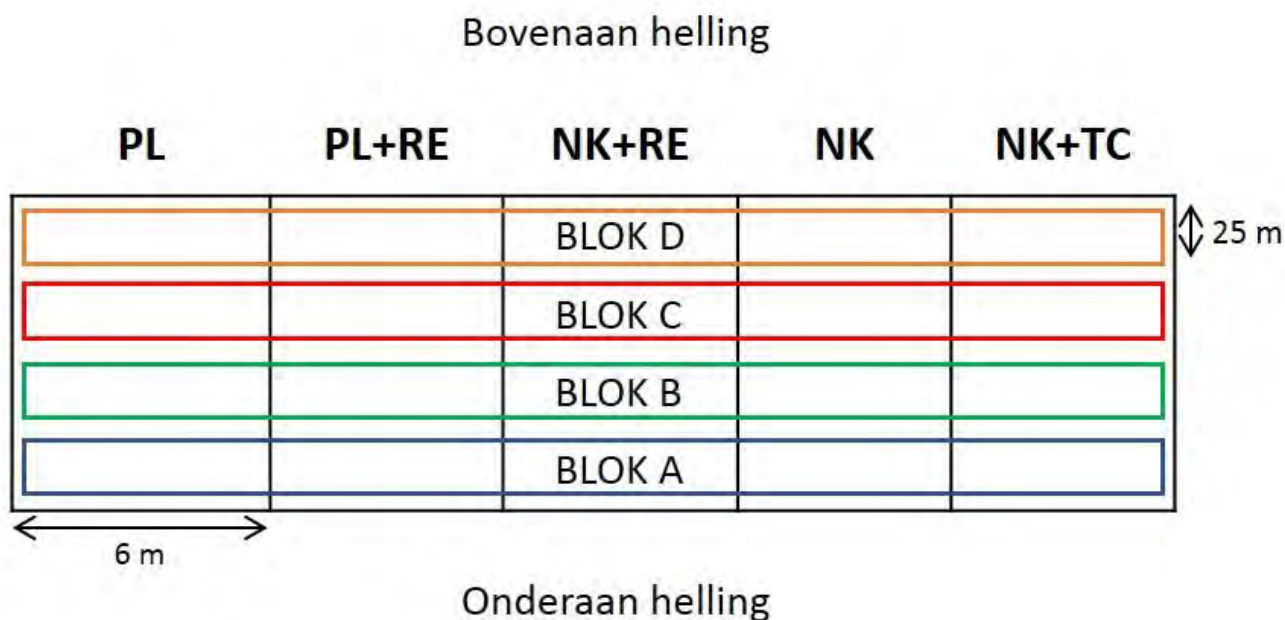
Uit het penetrogram blijkt dat de indringingsweerstand geleidelijk aan toeneemt tot 60 cm diepte. Op dit punt ligt de indringingsweerstand tussen 2,5 en 2,7 MPa. Een verdichte laag op ploegdiepte of ploegzool komt niet voor. Van 60 tot 80 cm neemt de indringingsweerstand niet verder toe. Er wordt aangenomen dat wortels moeilijk doorheen een laag kunnen breken als de indringingsweerstand meer dan 3MPa bedraagt. Hier blijft de indringingsweerstand over de gehele diepte van het profiel beneden deze grens, de wortelgroei van het gewas zou dus niet gehinderd mogen zijn. Het gravimetrisch vochtgehalte neemt sterk toe in de bouwvoor met toenemende diepte. Beneden de 20 cm diepte blijft het vochtgehalte constant.

Op basis van deze metingen kan worden besloten dat de chemische bodemtoestand in suboptimale conditie is. De bodemzuurtegraad bevindt zich meer dan één eenheid onder het optimale pH-gebied, zodoende dat de nutriënten niet optimaal ter beschikking komen van de plant. Ook het organisch koolstofgehalte bevindt zich onder de streefzone. Doorheen het volledige bodemprofiel tot 80 cm diepte, bleef de indringingsweerstand kleiner dan 3 MPa. Er werden geen verdichte lagen vastgesteld.

6.3 Beschrijving veldproef

6.3.1 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 B (Figuur 6-4).



Figuur 6-4: Proefplan van de veldproef zaaiui te Rozebeke, 2017. De proef bestaat uit 5 stroken van 6m breedte. De lettercode geeft de verschillende behandelingen per strook aan (paragraaf 6.3.2). In blok B werden regenvalsimulaties uitgevoerd op 15 en 16 mei 2017.

In Tabel 6-2 wordt het logboek van de activiteiten in deze veldproef weergegeven. De behandelingen worden verder in de tekst toegelicht onder paragraaf 6.3.2.

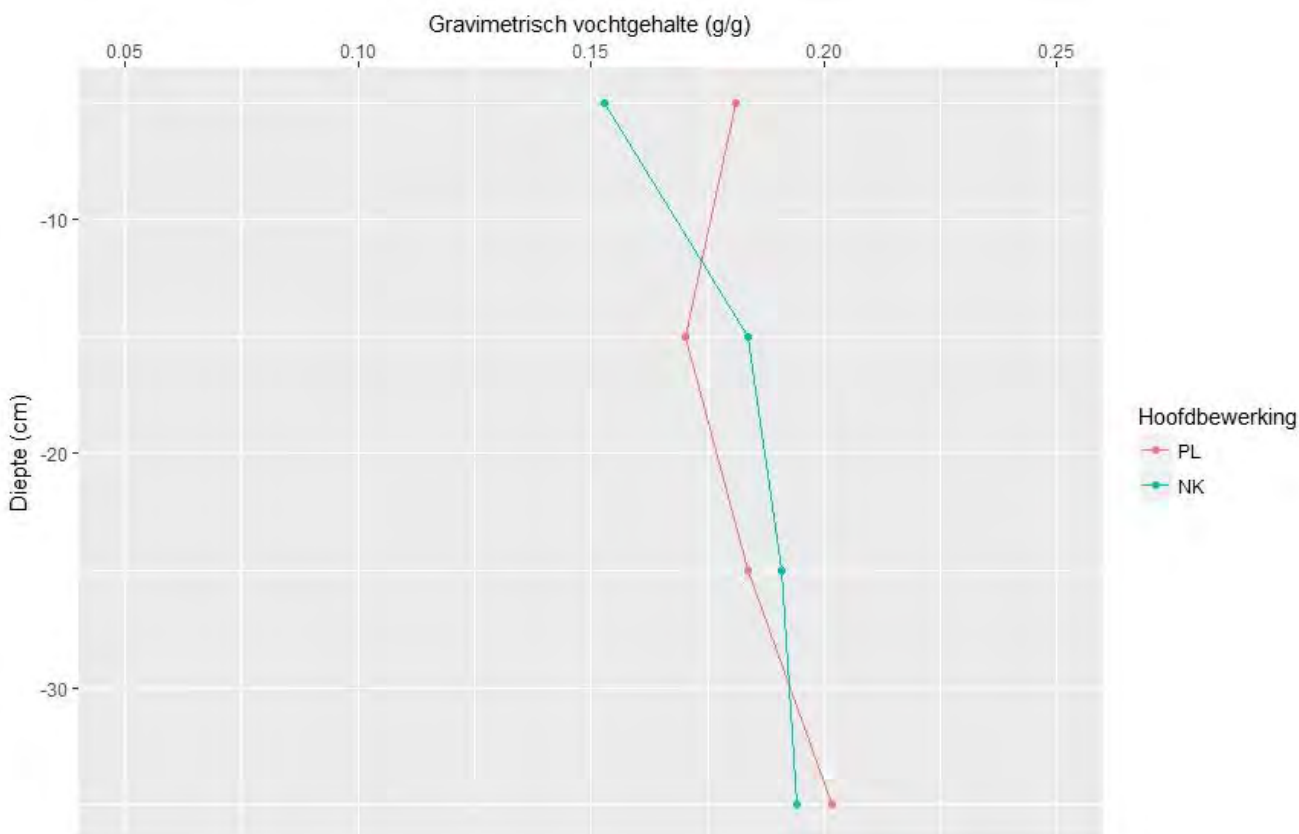
Tabel 6-2: Overzicht van de activiteiten op de veldproef per datum.

Datum uitvoering	Handeling	Opmerking
24/03/2017	Bemesting	door proefveldhouder (1000 kg/ha Haspargit NPK 5-0-18)
25/03/2017	Bemesting	bekalken door proefveldhouder (2000 kg/ha CaO 54%)
27/03/2017	Bemesting	door proefveldhouder (400 kg/ha Haspargit NPK 15-0-13)
27/03/2017	Staalname	metingen met penetrologger en bepaling grav. vochtgehalte (0-10, 10-20, 20-30, 30-40, 40-50, 50-60) in vlakken A, B, C en D (door ILVO)
27/03/2017	Staalname	Nmin, pH, %C (0-30) en Nmin (30-60) in vlakken A, B, C en D
30/03/2017	Bewerking	klepelen en ondiep frezen met bakfrees (5 cm diepte) stoppel savooikool
10/04/2017	Uitzetten proef	volgens proefplan
10/04/2017	Bewerking	breken met Lemken Smaragd cultivator (10-15 cm diep) en diepgronden met Micheltand (15-20 cm diep) over volledige proefveld + ploegen (tot 30 cm diepte) volgens proefplan
12/04/2017	Bewerking	zaaibedbereidingen, volgens proefplan
13/04/2017	Staalname	bepaling grav. vochtgehalte (0-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm, 30-40 cm) in behandelingen ploegen en niet-kerende bodembewerking

Datum uitvoering	Handeling	Opmerking
13/04/2017	Zaai	werkbreedte zaaimachine: 3 m; ras: Paradiso (Hazera); zaaidichtheid: 800.000 zaden/ha (3,1 eenheden/ha), rij afstand: 8 cm
19/04/2017	Beoordeling	bodembedekking en bodemruwheid na zaai (door ILVO)
16/05/2017	Beoordeling	bodembedekking, bodemverslapping en bodemruwheid voor regenvalsimulaties (door ILVO)
16/05/2017	Bewerking	regenvalsimulatie na opkomst gewas (door ILVO)
17/05/2017	Beoordeling	per plot: opkomst (telling: 2x2m over halve zaaibreedte (1,5m)) + onkruidtelling + visuele erosie
9/06/2017	Beoordeling	per plot: opkomst (telling: 2x2m over halve zaaibreedte (1,5m)) + onkruidtelling + visuele erosie
28/06/2017	Beoordeling	per plot: opkomst (telling: 2x2m over halve zaaibreedte (1,5m)) + onkruidtelling + visuele erosie
13/07/2017	Beoordeling	per plot: gewasbeoordeling + visuele erosie + foto
26/07/2017	Beoordeling	per plot: gewasbeoordeling + visuele erosie + foto
18/08/2017	Beoordeling	per plot: gewasbeoordeling + visuele erosie + foto
1/09/2017	Beoordeling	per plot: gewasbeoordeling + visuele erosie + foto
18/09/2017	Beoordeling	foto per plot
18/09/2017	Oogst	per plot: 2x2m over volledige zaaibreedte (3m)
18/09/2017	Staalname	Nmin (0-30 en 30-60)
19/09/2017	Beoordeling	veldgewicht
20/09/2017	Beoordeling	veldgewicht (zonder loof)
10/10/2017	Beoordeling	opbrengst/kwaliteit en caliber + telling (bepalen standdichtheid)

Op het tijdstip dat de zaai werd uitgevoerd (13 april 2017), werd het gravimetrisch vochtgehalte van het bodemprofiel bepaald in de behandelingen ploegen en niet-kerende bodembewerking (Figuur 6-5). Over het volledige bodemprofiel waren de verschillen tussen de geploegde en niet-kerende behandelingen klein. Het vochtgehalte nam gradueel toe van gemiddeld 0,17 tot 0,20 g/g tot 40 cm diepte.

Ten opzichte van 27 maart (Figuur 6-3) werd een beperkte daling in het vochtgehalte in de bouwvoor (0-30 cm) vastgesteld.



Figuur 6-5: Gemiddeld gravimetrisch vochtgehalte ($n=1$; mengstaal van minstens 7 steken) in de bodem op het tijdstip van zaai in behandelingen ploegen en niet-kerende bodembewerking (13 april 2017).

In Tabel 6-3 wordt een overzicht gegeven van de gemiddelde maandelijkse temperatuur en totale maandelijkse neerslag in 2017 (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 2017 werd gekenmerkt door zeer droge en warme omstandigheden. De gemiddelde maandelijkse temperatuur in de periode maart tot september was 0,5 tot 4,1 °C hoger en de maandelijkse totale neerslag 8,5 tot 52,3 mm lager in vergelijking met de normalen.

Tabel 6-3: Overzicht van de gemiddelde maandelijkse temperatuur en maandelijkse totale neerslag in 2017 in Kruishoutem in de maanden van aanleg tot oogst van de veldproef en de afwijking van de maandelijkse normalen voor temperatuur en neerslag (bron: KMI).

Maand	Gemiddelde temperatuur		Totale neerslag	
	Jaar 2017 (°C)	Afwijking van normalen (°C)	Jaar 2017 (mm)	Afwijking van normalen (mm)
Maart	10,1	3,4	54,2	-9,2
April	10,0	0,5	8,7	-39,4
Mei	16,6	3,3	19,2	-42,1
Juni	20,1	4,1	41,1	-31,0
Juli	19,3	1,1	36,9	-38,6
Augustus	19,0	0,9	65,2	-8,5
September	18,4	3,4	17,9	-52,3

6.3.2 Beschrijving van de behandelingen

In alle behandelingen werd een niet-kerende bodembewerking uitgevoerd op 10 april met een Lemken Smaragd cultivator (10-15 cm diepte) gevolgd door een diepgronder. Het diepgronden gebeurde met een Carré neolab-eco met 6 micheltanden op een 3 m brede balk. In het midden is tussen de 2 middelste tanden een grotere uitsparing gelaten (± 70 cm). De 3 tanden links en rechts staan ongeveer 35 cm uit elkaar. De bewerkingsdiepte van de Micheltanden was 15 à 20 cm diepte.

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

6.3.2.1 ***PL: ploegen zonder zaaibedbereiding***

Op 10 april werd na de niet-kerende bodembewerking geploegd tot een diepte van 25 à 30 cm. Deze bewerking zonder zaaibedbereiding resulteert in het ruwer achterlaten van de bodem. De bedoeling hiervan is dat de kluiten een rem vormen voor het afstromend water op het perceel. Merk op dat er zoals bij alle andere behandelingen wel nog een zaaibedbereiding was tijdens het zaaien (rotoreg geïntegreerd in de zaaicombinatie; zie verder).

6.3.2.2 ***PL+RE: ploegen - zaaibedbereiding met rotoreg***

Op 10 april werd na de niet-kerende bodembewerking geploegd tot een diepte van 25 à 30 cm. De zaaibedbereiding, uitgevoerd op 12 april, bestond uit bewerking met een rotoreg (diep ingesteld op 4 à 5 cm aan 1000 tpm) gevolgd door een kooirol en een Cambridgerol (Figuur 6-6). Dit resulteerde in een fijner zaaibed. Deze behandeling kan beschouwd worden als referentieobject van de teler waarbij optimale teeltomstandigheden worden nagestreefd.



Figuur 6-6: Rotoreg gecombineerd met kooirol en Cambridgerol

6.3.2.3 ***NK+RE: 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.

De niet-kerende bodembewerking werd uitgevoerd op 10 april. De zaaibedbereiding werd uitgevoerd op 12 april met een rotoreg gevolgd door een kooirol en een Cambrigderol in een aparte werkgang. De rotoreg werd op dezelfde wijze (qua diepte en snelheid) ingesteld als bij de behandeling PL+RE.

6.3.2.4 NK: niet-kerende bodembewerking zonder zaaibedbereiding

De niet-kerende bodembewerking werd uitgevoerd op 10 april. Deze bewerking zonder zaaibedbereiding werd in de proef opgenomen om het belang van de zaaibedbereiding na te gaan. Merk op dat er zoals bij alle andere behandelingen wel nog een zaaibedbereiding was tijdens het zaaien (rotoreg geïntegreerd in de zaaicombinatie; zie verder).

6.3.2.5 NK+TC: niet-kerende bodembewerking - zaaibedbereiding met Steketee triltandcultivator

De niet-kerende bodembewerking werd uitgevoerd op 10 april. Voor de zaaibedbereiding, uitgevoerd op 12 april, werd gebruik gemaakt van een verkruiemrol (Crosskill) vooraan gecombineerd met een Steketee triltandcultivator (diepte van 3 à 5 cm) achteraan de trekker. De Steketee zaaibedcombinatie is opgebouwd uit een rij ganzevoetbeitels (8 in totaal) gevolgd door een hoekijzerrol om de kluiten te breken, 2 egalisatieborden met tussenin 4 rijen triltanden (46 in totaal) met nadien 2 kleine verkruiemrollen (Figuur 6-7). Er wordt verwacht een iets grover zaaibed te verkrijgen in vergelijking met de rotoreg. Door vergelijking met behandeling NK+RE kan de invloed van de grofheid van het zaaibed nagegaan worden.



Figuur 6-7: Steketee triltandcultivator.

6.3.3 Bemesting en zaai

Eind maart werd het perceel bemest met 1000 kg/ha Haspargit 5-0-18 en 400 kg/ha Haspargit 15-0-13 (Tabel 6-4). Er werd geen dierlijke mest opgevoerd. Op 25 maart 2017 werd er bekalkt met 2000 kg/ha CaO 54%. Tijdens het groeiseizoen werd bladbemesting toegediend, nl. 10 kg/ha K-LEAF (op 1 juli 2017) en 1 kg/ha Foliplus (op 13 juli 2017).

Tabel 6-4: Overzicht van de toegediende meststoffen en de samenstelling ervan binnen de proef zaaiui.

Datum	kg/ha	Meststof	Samenstelling meststof (%)			
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
24/03/2017	1000	Haspargit	5	0	18	
27/03/2017	400	Haspargit	15	0	13	5

Bij de zaai werd een Kuhn rotoreg met opbouwzaamachine van Kverneland Accord Miniair Nova gebruikt (Figuur 6-8). De rotoreg werd net zoals bij de andere zaaibedbereiding diep ingesteld aan 1000 tpm. Deze zaaibedbereiding, in dezelfde werkgang als de zaai, komt dus voor alle behandelingen bovenop de zaaibedbereiding beschreven in paragraaf 6.3.2.

De werkbreedte van de opbouwzaamachine is 3 m. Hierin worden over 1,4 m 5 rijen gezaaid, met 2 enkele rijen (E) dikker en dieper gezaaid aan de buitenkant en drie dubbele rijen (D) dunner en ondieper gezaaid in het midden. Dan is er 10 cm tussen en komen de volgende 5 rijen met configuratie EDDDE. Per plot (6 m breed) worden in totaal 20 rijen uien gezaaid.



Figuur 6-8: Detail van Kverneland Accord Miniair Nova opbouwzaamachine.

6.4 Bodembedkking en bodemruwheid

6.4.1 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 verhoogd is dit dus positief ter voorkoming van erosie.

Kort na de zaai werd op 19 april de bodembedkking bepaald, aan de hand van tellingen. Hierbij werd een foto van 1 m op 1 m genomen van het bodemoppervlak, aan de hand van een kader. Op dit kader werden zowel in horizontale als verticale richting lijnen getrokken om de 5 cm. Er werd geteld hoeveel snijpunten tussen een horizontale en verticale lijn samen vallen met een stukje gewasrest. Door dit procentueel uit te drukken kan een bedekkingsgraad van het bodemoppervlak worden berekend (Figuur 6-9). Er werd een waarneming gedaan in alle objecten. De observatie werd uitgevoerd in de 4 blokken.



Figuur 6-9: Enkele voorbeelden van de bodembedekking op 19 april 2017. Van links naar rechts foto's van behandelingen PL, PL + RE en NK + TC in blok A. Er werden nergens gewasresten geobserveerd. Het kader in de foto's meet 1 m op 1 m.

In de geploegde behandelingen (PL en PL+RE) werden nergens gewasresten geobserveerd. In de niet-kerende bewerkte behandelingen (NK, NK+RE en NK+TC) was de bodembedekking gemiddeld <math><0,5\%</math> en dus ook quasi gelijk aan nul. In wezen was er dus geen verschil tussen de behandelingen.

6.4.2 Bodemruwheid

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

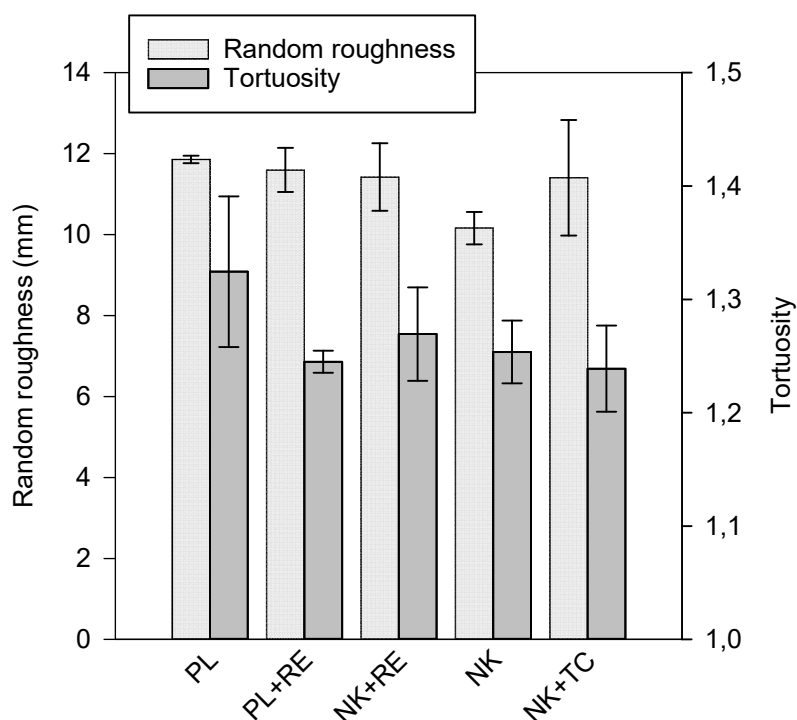
De ruwheid van het bodemoppervlak is visueel goed in te schatten, maar een score is niet altijd objectief en moeilijk te vergelijken buiten het proefveld. Daarom werd hier gebruik gemaakt van een pinmeter (KU Leuven: Langhans et al., 2011¹) en beeldverwerking met het programma ImageJ om de parameters 'random roughness' en 'tortuosity' op te meten. De random roughness is uitgedrukt in mm en geeft aan in welke mate de posities op het bodemoppervlak verticaal van een perfect rechte lijn (gemiddeld) afwijken. De tortuosity heeft geen eenheid en geeft de afstand aan tussen een punt A en een punt B aan het bodemoppervlak indien men het (micro)reliëf van het bodemoppervlak zou volgen, in plaats van in 1 rechte lijn van punt A naar punt B te gaan. Bij een tortuosity van bv. 1,4 en een afstand van 1 m tussen punt A en punt B, zal men 1,4 m moeten afleggen indien het bodemoppervlak wordt gevolgd. Wanneer het bodemoppervlak perfect vlak is, liggen alle zwarte punten op 1 lijn en is er geen ruwheid. De random roughness is dan 0 mm en de tortuosity is gelijk aan 1. Hoe hoger beide waarden, hoe ruwer het oppervlak.

De pinmeter bestaat uit een bord met staafjes die we laten zakken tot het bodemoppervlak. Bovenaan het staafje is een zwart plastic hoesje bevestigd. Door een foto te nemen van de positie van deze zwarte punten op een witte achtergrond en de nodige beeldcorrecties uit te voeren, kan via ImageJ een berekening gemaakt worden van de individuele positie van ieder zwart punt en dus ieder punt op het bodemoppervlak ten opzichte van elkaar. Op basis van deze posities worden random roughness en tortuosity uitgerekend.

In Figuur 6-10 wordt een overzicht gegeven van de gemiddelde random roughness en tortuosity van het bodemoppervlak per behandeling. Er werd voor random roughness geen significant verschil opgemerkt tussen de behandelingen. De tortuositeit was de hoogste in behandeling PL, waar het minst intensief het zaaibed werd bereid. Het was ook visueel goed merkbaar dat in deze behandeling iets grotere kluiten aan het bodemoppervlak aanwezig waren, in vergelijking met alle andere behandelingen. Door de grote standaardfout is het effect niet significant. Er was visueel geen enkel onderscheid tussen de behandelingen

¹ Langhans, C., Govers, G., Diels, J., Leys, A., Clymans, W., Van den Putte, A., Valckx, J., 2011. Experimental rainfall-runoff data: Reconsidering the concept of infiltration capacity. *Journal of Hydrology* 399: 255-262

PL+RE, NK, NK+RE, NK+TC. De verschillende bodembewerkingen en zaaibedbereiding hebben dus relatief weinig verschil gemaakt naar ruwheid van het bodemoppervlak toe.



Figuur 6-10: Gemiddelde Random roughness (\pm standaardfout, ;n=4) en gemiddelde tortuositeit (\pm standaardfout). Er werden geen significante verschillen gevonden tussen de behandelingen (Tukey HSD, $p < 0,05$).

6.5 Gewasopkomst en onkruidtellingen

6.5.1 Gewasopkomst

Per plot (uitgezonderd voor de plots in blok B) werd een schatting gemaakt van de opgekomen planten door ofwel 2m van twee dubbel gezaaide rijen ofwel het percentage opgekomen zaailingen in te schatten (Tabel 6-5). Ter ondersteuning van de visuele beoordeling werden er foto's van alle plots genomen.

Tabel 6-5: Opkomst in zaaiui (n=3) voor de behandelingen PL, PL+RE, NK+RE, NK en NK+TC op 17 mei, 9 juni en 28 juni 2017, 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	Opkomst (aantal per 2x 2m geteld over halve werkbreedte van 1,5 m)	Opkomst (%)	Opkomst (aantal per 2x 2m geteld over halve werkbreedte van 1,5 m)
	17/05/2017	9/06/2017	28/06/2017
PL	357 ab	91 b	330 a
PL+RE	399 a	97 a	386 a
NK+RE	350 ab	84 c	369 a
NK	295 b	78 d	292 a
NK+TC	357 ab	86 bc	336 a

Op 17 mei 2017 werd na iets meer dan een maand na zaai de grootste opkomst zaailingen in de behandeling PL+RE vastgesteld. In vergelijking met de andere behandelingen werd enkel een significant verschil met behandeling NK vastgesteld. Tijdens de beoordeling op 9 juni 2017 werden het hoogste en laagste opkomstpercentage opgetekend in respectievelijk de behandelingen PL+RE en NK in lijn met wat eerder geobserveerd werd. Op 28 juni 2017 na ongeveer 2,5 maand na zaai werden nog steeds duidelijke maar niet-significante verschillen in opkomst tussen de behandelingen geobserveerd.

Het belang van de zaaibedbereiding in relatie tot de opkomst van zaaiui wordt hiermee duidelijk onderlijnd. Het verschil in opkomst in de behandelingen met of zonder zaaibedbereiding was het grootst bij niet-kerend. Verder kan de zaaibedbereiding met een triltandcultivator als volwaardig alternatief voor de rotoeg beschouwd worden.

6.5.2 Bodembedekkingsgraad

Per plot (uitgezonderd voor de plots in blok B) werd het percentage veldbedekking door zaaiui visueel ingeschat (op plotniveau zonder gebruik kader) (Tabel 6-6). Ter ondersteuning van de visuele beoordeling werden er foto's van alle plots genomen.

Tabel 6-6: Bedekkingsgraad door zaaiui (n=3) voor de behandelingen PL, PL+RE, NK+RE, NK en NK+TC op 9 juni, 28 juni, 13 juli, 26 juli, 18 augustus en 1 september, 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	Veldbedekking zaaiui (%)					
	9/06/2017	28/06/2017	13/07/2017	26/07/2017	18/08/2017	1/09/2017
PL	18 a	34 ab	76 ab	89 ab	87 a	86 a
PL+RE	22 a	38 a	81 a	90 a	89 a	87 a
NK+RE	12 b	26 b	70 ab	85 ab	80 b	82 b
NK	8 c	17 c	56 b	77 b	81 b	79 bc
NK+TC	11 b	25 b	70 ab	86 ab	78 b	78 c

Het duurde ongeveer 3,5 maand tot de maximale bodembedekkingsgraad werd bereikt. Gedurende de volledige waarnemingsperiode werd een significant hogere bodembedekkingsgraad vastgesteld in de behandeling PL+RE in vergelijking met de behandeling NK.

Gedurende de eerste 1,5 maand na zaai werd een significant hogere bedekkingsgraad bij behandeling PL+RE in vergelijking met NK+RE vastgesteld. De hoofdbewerking speelt dus een belangrijke rol in de graad van bodembedekking. Bovendien is het percentage bodembedekking gedurende de eerste maanden na zaai vrij beperkt waardoor het toepassen van een geschikte hoofdbewerking cruciaal is om een optimale bodembedekkingsgraad te garanderen.

6.5.3 Onkruidtellingen

Per plot (uitgezonderd voor de plots in blok B) werd het percentage veldbedekking door onkruid visueel ingeschat (op plotniveau zonder gebruik kader) (Tabel 6-7). 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 (Stomp Aqua 2,5 l op 15 april 2017; Aliacine 0,8 l + Starane Forte 0,1 l op 29 april, 8 mei en 13 mei 2017; Lentagran WP 0,3 kg + Xınca 0,3 l op 21 mei; Select Prim 1 l op 29 mei 2017; Xınca 0,3 l + Lentagran WP

0,3 kg op 5 juni 2017 en Xınca 0,3 l + Basagran SG 0,4 kg op 15 juni 2017) en fungiciden/insecticiden (Movento 0,75 l + Valbon 1,6 kg op 1 juli 2017; Valbon 1,6 kg + Patriot 0,4 l op 8 juli 2017; Fandango 1 l + Mesurool SC 1 l + Dequiman WG 2 kg op 25 juli 2017; Fandango 1 l + Crown 8 l + Signum 0,9 kg op 6 augustus 2017 en Shirlan 0,4 l op 15 augustus 2017). Voor de praktische uitvoering ervan werd geen onderscheid gemaakt tussen de geploegde en niet-kerende behandelingen. Alle behandelingen kregen dezelfde gewasbeschermingsmiddelen toegediend.

Tabel 6-7: Bedekkingsgraad door onkruid (n=3) voor de behandelingen PL, PL+RE, NK+RE, NK en NK+TC op 9 juni, 28 juni, 13 juli, 26 juli, 18 augustus en 1 september, 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	Veldbedekking onkruid (%)					
	9/06/2017	28/06/2017	13/07/2017	26/07/2017	18/08/2017	1/09/2017
PL	6 a	3 ab	3 ab	3 ab	3 a	4 a
PL+RE	5 a	2 a	2 a	2 a	1 a	2 a
NK+RE	10 a	6 ab	6 bc	4 ab	4 a	8 a
NK	19 a	7 b	10 c	11 b	8 a	14 a
NK+TC	16 a	7 b	5 abc	6 ab	8 a	15 a

Algemeen kan gesteld worden dat de hoofdbewerking, ploegen of niet-kerend, een grote invloed heeft op de bedekkingsgraad door onkruid. Op de verschillende waarnemingstijdstippen doorheen het groeiseizoen werd een lagere bedekkingsgraad (al dan niet significant) door onkruid vastgesteld in de geploegde behandelingen. Van de niet-kerende objecten was de onkruiddruk het laagst in de behandeling NK+RE. Naar ziektedruk en plagen toe werden geen verschillen vastgesteld tussen de verschillende behandelingen.

6.6 Erosie

6.6.1 Beschrijving van de toestand doorheen het groeiseizoen

Per plot (uitgezonderd voor de plots in blok B) werden de zichtbare erosiekenmerken zoals geultjes en verslemping beoordeeld met een score van 1=veel tot 9=geen (Tabel 6-8).



Tabel 6-8: Visuele erosie (n=3) voor de behandelingen PL, PL+RE, NK+RE, NK en NK+TC op 9 juni, 28 juni, 13 juli, 26 juli, 18 augustus en 1 september, bepaald in blokken A, C en D.

Behandeling	Visuele erosie ^(a) (1= veel, 9=geen)					
	9/06/2017	28/06/2017	13/07/2017	26/07/2017	18/08/2017	1/09/2017
PL	7,3	7,7	7,7	7,5	7,0	7,0
PL+RE	6,0	7,8	8,0	7,5	7,2	6,7
NK+RE	4,3	5,5	7,3	6,8	7,3	6,8
NK	4,3	5,0	7,3	5,5	7,0	6,8
NK+TC	4,5	5,7	7,3	7,0	6,7	6,8
















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

Gedurende de eerste 1,5 maand na zaai, wanneer de bodembedekkingsgraad minimaal was, werd meer visuele erosie vastgesteld in de niet-kerende behandelingen (Figuur 6-11). In de geploegde behandeling PL, met een ruwer bodemoppervlak, trad er in vergelijking met de andere behandelingen beduidend minder verslemping en geulvorming op in de eerste twee maanden na zaai. In de behandeling PL werd een ruw bodemoppervlak gecreëerd door na het ploegen een minimale zaaibedbereiding toe te passen (enkel gebruik van rotoreg bij zaai) waardoor meer kluiten aan het bodemoppervlak aanwezig bleven.

Vanaf 3 maanden na zaai, met het bereiken van de maximale bodembedekkingsgraad, werden geen grote verschillen in visuele erosie tussen de geploegde en niet-kerende behandelingen vastgesteld (Figuur 6-12).

	9/06/2017	28/06/2017	13/07/2017
PL			
PL+RE			
NK+RE			
NK			
NK+TC			

Figuur 6-11: Overzichtsfoto's van boven naar onder van behandelingen PL, PL+RE, NK+RE, NK en NK+TC op waarnemingstijdstippen 9 juni, 28 juni en 13 juli 2017.

	26/07/2017	18/08/2017	1/09/2017
PL			
PL+RE			
NK+RE			
NK			
NK+TC			

Figuur 6-12: Overzichtsfoto's van boven naar onder van behandelingen PL, PL+RE, NK+RE, NK en NK+TC op waarnemingstijdstippen 26 juli, 18 augustus en 1 september 2017.

6.6.2 Regenvalsimulaties op 15-16 mei 2017

Om het effect van de behandelingen op run-off en erosie objectief te testen, werden op 15 en 16 mei 2017 regenvalsimulaties uitgevoerd met de simulator van KU Leuven (Figuur 6-13; Leys et al., 2007¹; sproeikop Lechler 460 788). Alle simulaties werden uitgevoerd in blok B. Er werden in totaal 11 simulaties uitgevoerd. In de behandelingen PL+RE, NK en NK+RE werden elk 3 simulaties uitgevoerd. In behandeling PL werden 2 simulaties uitgevoerd. De helling in de erosieveldjes was homogeen en schommelde van 7,2 tot 10,5%. Voor iedere simulatie werd een erosieveldje van 0,8 m x 1,0 m afgebakend. De veldjes omvatten in de breedte 5 rijen zaaiui (2 dubbele rijen en 1 enkele rij). Tijdens de regenvalsimulaties werd 45 minuten beregend aan een gemiddelde intensiteit van 38 l/m².h ($\pm 0,6$ l/m².h standaardfout). Deze regenvalsimulaties gebeurden expliciet met regenwater (leidingwater of putwater bevat dikwijls teveel kalk die het bodemoppervlak stabiliseert). Tijdens het beregenen wordt de run-off per tijdseenheid opgetekend en worden ook stalen genomen van deze run-off. Deze stalen werden achteraf in het labo uitgedampt in de droogstoof, ter bepaling van het sedimentgehalte. Zowel run-off als cumulatieve erosie worden uitgezet tegen hoeveelheid neerslag (zie verder), omdat op deze wijze rekening wordt gehouden met de lichte schommelingen in neerslagintensiteit tussen de simulaties onderling.

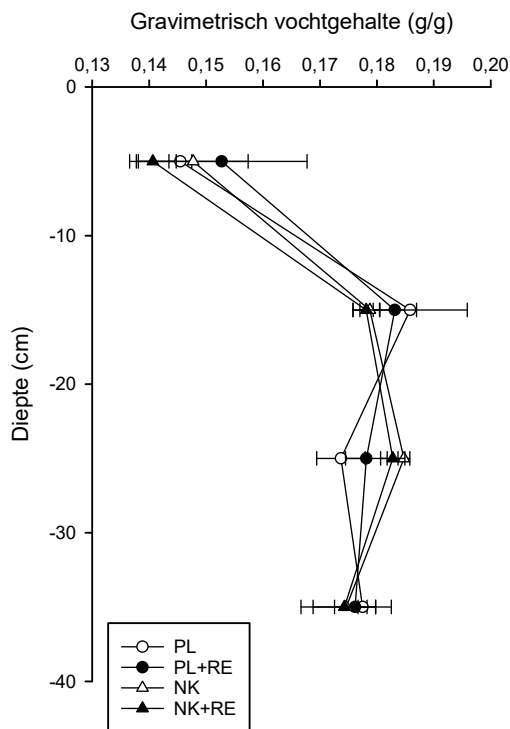


Figuur 6-13: Zicht op de regenvalsimulator van KULeuven

Bij iedere simulatie werd voorafgaand aan de simulatie een bodemvochtstaal genomen in het profiel 0-40 cm, per laag van 10 cm (Figuur 6-14). Op geen enkele diepte werd er een verschil in gravimetrisch

¹ Leys, A., Govers, G., Gillijns, K., Poesen, J. 2007. Conservation tillage on loamy soils: explaining the variability in interrill runoff and erosion reduction. *European Journal of Soil Science* 58: 1425-1436

vochtgehalte tussen de behandelingen vastgesteld. In de laag 0-10 cm was de bodem duidelijk droger dan dieper in het profiel. In de laag 10-40 cm was er weinig tot geen verschil in vochtgehalte i.f.v. de diepte.



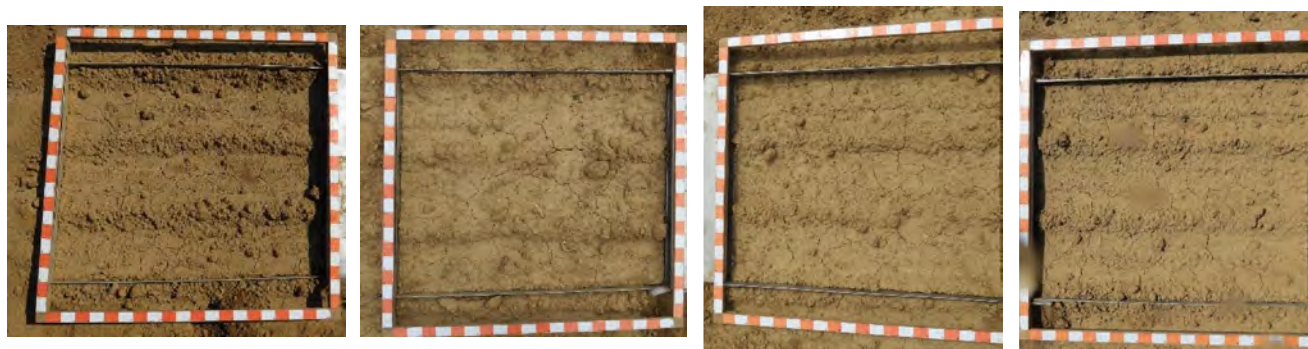
Figuur 6-14: Gravimetrisch vochtgehalte (\pm standaardfout) (PL+RE, NK, NK+RE: $n=3$ en PL: $n=2$) in het bodemprofiel tot 40 cm diepte, per laag van 10 cm vlak voor aanvang van de simulaties.

In Tabel 6-9 wordt het gravimetrisch en volumetrisch vochtgehalte en de bulkdensiteit van de toplaag (0-5 cm) van het bodemprofiel, voor de simulatie weergegeven. Voor deze bepalingen werd gebruik gemaakt van kopecky ringen (in 3 herhalingen per simulatie). Uit deze Tabel blijkt dat aan het bodemoppervlak het vochtgehalte hoger is bij ploegen dan bij niet-kerende bodembewerking. Hoewel er geen significant verschil was in bulkdensiteit, zorgde de extra zaai- en bereiding met rotoeg voor een lagere bulkdensiteit.

Tabel 6-9: Overzicht van het gemiddelde gravimetrisch en volumetrisch vochtgehalte en de bulkdensiteit (\pm standaardfout) van de toplaag (0-5 cm) van het bodemprofiel, vlak voor aanvang van de regenvalsimulaties (PL+RE, NK, NK+RE: $n=9 = 3$ herhalingen per simulatie $\times 3$ simulaties en PL: $n=6 = 3$ herhalingen per simulatie $\times 2$ simulaties). Significant verschillende behandelingen worden aangegeven met een verschillende letter. Als post-hoc test werd voor de Scheffé-test gekozen ($p < 0,05$), aangezien het aantal herhalingen niet gelijk was per behandeling.

	Gravimetrisch vochtgehalte (g/g)	Volumetrisch vochtgehalte (g/cm ³)	Bulkdensiteit (kg/dm ³)
PL	0,15 \pm 0,01 ^{ab}	0,20 \pm 0,01 ^a	1,27 \pm 0,02 ^a
PL+RE	0,16 \pm <0,01 ^a	0,20 \pm <0,01 ^a	1,22 \pm 0,02 ^a
NK	0,14 \pm <0,01 ^b	0,18 \pm <0,01 ^b	1,26 \pm 0,02 ^a
NK+RE	0,14 \pm <0,01 ^b	0,18 \pm <0,01 ^b	1,22 \pm 0,02 ^a

Vlak voor de regenvalsimulaties werd de bodembedekking en de bodemruwheid van het bodemoppervlak bepaald in de erosieveldjes. De bodembedekking werd bepaald op basis van een foto van 1 m op 1 m genomen van het bodemoppervlak, met behulp van een kader (zie eerder). Er werden bij geen enkel erosieveldje gewasresten opgemerkt en de zaaiui kwam nog maar net op. De bodembedekking was dan ook quasi nul in alle behandelingen (Figuur 6-15).

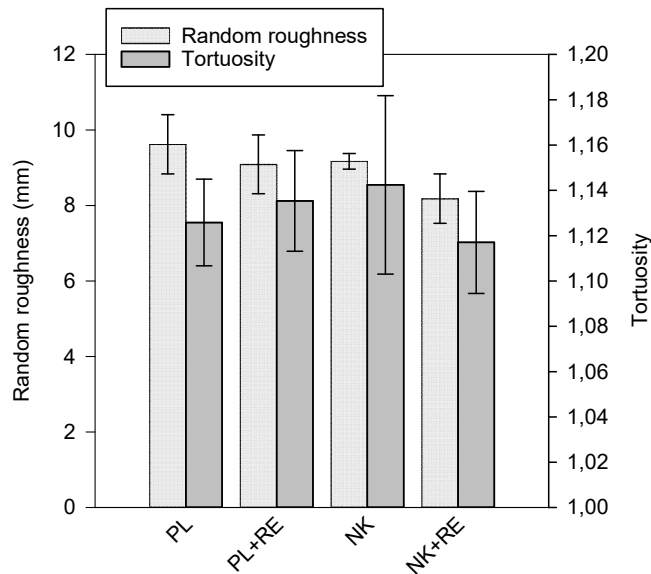


Figuur 6-15: Enkele foto's van het bodemoppervlak net voor het uitvoeren van de neerslagsimulaties. Van links naar rechts behandelingen PL, PL+RE, NK en NK+RE (bodembedekking overal 0%).

Opmerking:

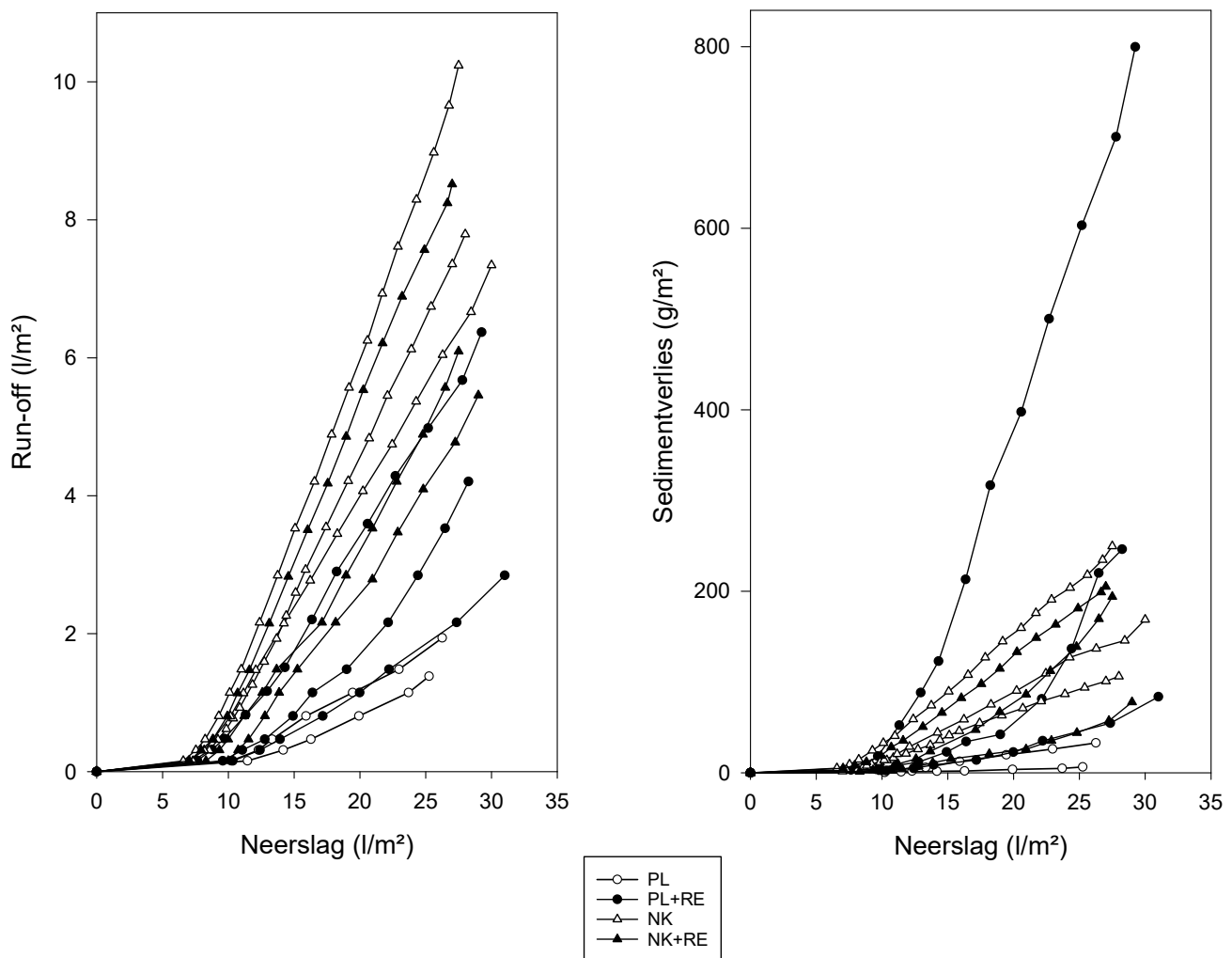
Bij de start van de neerslagsimulaties viel op dat er sterke verslemping was opgetreden tussen zaai (ongeveer een maand eerder) en het moment van de neerslagsimulaties. Doordat het zaaibed sterk verfijnd is, er geen gewasresten aanwezig waren aan het bodemoppervlak en de zaaiui, maar heel traag opkomt, hebben regenbuien het bodemoppervlak volledig verslempd (ook al waren er geen intensieve buien). Bij uitdrogen van het bodemoppervlak is er uiteindelijk een korst ontstaan die ging barsten. Dit was het geval over heel het oppervlak en alle behandelingen. Net als vlak na aanleg van de proef waren behandelingen PL+RE, NK en NK+RE visueel niet te onderscheiden (Figuur 6-15). In behandeling PL waren visueel iets grotere kluiten aanwezig vlak na zaai (zie eerder), dit was nog gedeeltelijk merkbaar op het moment van de regenvalsimulaties, maar ook deze kluiten waren voor een groot stuk uit elkaar gevallen en samengevloeid met de korst aan het bodemoppervlak.

De ruwheid van het bodemoppervlak werd nogmaals bepaald vlak voor de regenvalsimulatie met een pinmeter (zie eerder). Hierbij werden 3 metingen uitgevoerd per erosieveldje. In Figuur 6-16 wordt een overzicht van de bodemruwheid per behandeling gegeven. Opnieuw werden, net als vlak na de zaai, geen verschillen in bodemruwheid vastgesteld met de pinmeter. Dit was te verwachten, aangezien bij de metingen vlak na de zaai ook geen verschillen werden vastgesteld en in de periode tussen zaai en erosiesimulaties het bodemoppervlak sterk verslempde. Dat de bodem erg slemp gevoelig is, is te wijten aan de fijnheid van het zaaibed, gecombineerd met een periode >maand waarin de bodem zo goed als niet bedekt is (ui komt slechts zeer traag op). Bovendien is het koolstofgehalte van de bodem erg laag (zie eerder: 0,8-1,0% in de laag 0-30 cm). Het is echter net als vlak na de zaai zo, dat visueel behandeling PL ruwer lijkt te liggen dan alle andere behandelingen. Dit verschil was dus niet op te meten met de pinmeter. Mogelijk waren er meer grove kluiten bij PL, maar leidde dit niet tot een groter verschil in reliëf van het bodemoppervlak. PL+RE, NK en NK+RE zijn visueel niet te onderscheiden.



Figuur 6-16: Gemiddelde Random roughness (\pm standaardfout) en gemiddelde tortuosity (\pm standaardfout) (PL+RE, NK, NK+RE: $n=9= 3$ simulaties $\times 3$ metingen per simulatie; PL: $n=6= 2$ simulaties $\times 3$ metingen per simulatie) vlak voor de erosiesimulaties. Er werden geen significante verschillen gevonden tussen de behandelingen.

In Figuur 6-17 is een overzicht gegeven van het verloop van run-off en sedimentverlies in functie van de neerslag, per simulatie. Uit deze grafieken blijkt dat in alle simulaties, de run-off op hetzelfde tijdstip start, nl. tussen 5 en 10 l/m neerslag. Uit de run-offcurves blijkt verder dat er duidelijk het minste run-off was bij behandeling PL en dat er minder run-off is na ploegen (PL en PL+RE), dan na niet-kerende bodembewerking (NK en NK+RE). Bij het sedimentverlies is op te merken, dat PL leidt tot het laagste verlies aan sediment, en dat de curves van de andere behandelingen op 1 simulatie van PL+RE na, meer over elkaar liggen. Bij 1 simulatie van PL+RE is er dus een veel sterker sedimentverlies dan bij alle andere behandelingen.

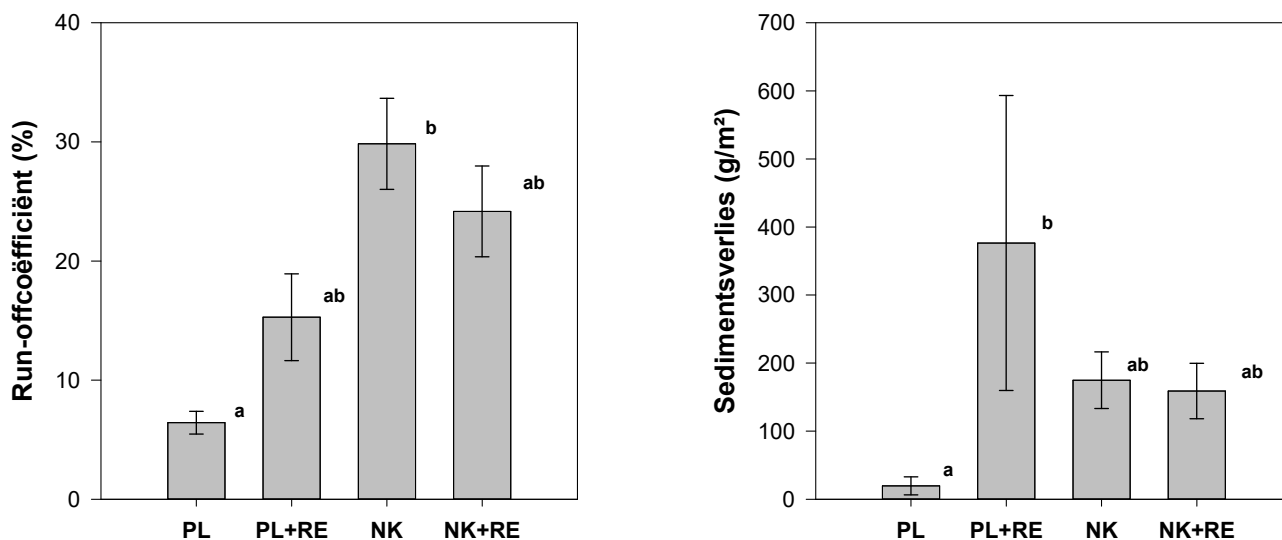


Figuur 6-17: Overzicht van het verloop van de run-off (links) en sedimentverlies (rechts) in functie van de hoeveelheid neerslag voor alle regenvalsimulaties afzonderlijk.

Omdat er weinig tot geen verschil was in de hoeveelheid neerslag die werd gesimuleerd in 45 minuten (zie eerder), kunnen de run-offcoëfficiënt en het totale sedimentverlies aan het einde van de simulaties worden berekend. Hier bij is de run-offcoëfficiënt het percentage van de gesimuleerde regen die oppervlakkig afspoelde. De gemiddelde run-offcoëfficiënt en het gemiddelde totale sedimentverlies wordt per behandeling in Figuur 6-18 weergegeven. Ploegen (PL) leidt tot een significant lagere run-off dan niet-kerende bodembewerking (NK). Wanneer in een extra zaaibedbereiding, de rotoeg wordt ingezet, vervagen de verschillen. Het totale sedimentverlies was het laagste in behandeling PL, maar nam significant toe door de extra zaaibedbereiding met de rotoeg (PL+RE).

Vermoedelijk zijn de vastgestelde verschillen, een combinatie van factoren. Ploegen leidde op zich tot minder run-off, dan de niet-kerende bodembewerking. In behandeling PL waren de kluiten aan het bodemoppervlak na zaai visueel ook groter (ook al leidde dit niet tot een significant hogere bodemruwheid zoals gemeten met de pinmeter, zie eerder) dan in de andere behandelingen waar geen onderling verschil in kluiten zichtbaar was. Deze grovere kluiten hebben vermoedelijk geholpen in het ophouden van oppervlakkig afstromend water en ook erosie. Door deze kluiten te breken met de rotoeg (PL+RE), neemt niet alleen de run-off toe, maar neemt het totale sedimentverlies ook sterk toe. Al is het gemiddelde totale

sedimentverlies echter zoveel hoger, omdat 1 simulatie een veel hoger sedimentverlies had dan de andere 2 simulaties bij deze behandeling.



Figuur 6-18: Gemiddelde run-offcoëfficiënt (\pm standaardfout) (links) en gemiddeld sedimentverlies (\pm standaardfout) (rechts), per behandeling. Verschillende letters duiden op een significant verschil tussen behandelingen. Er werd gebruik gemaakt de Scheffé-test omdat deze rekening houdt met een oneven aantal herhalingen (PL: n=2, PL+RE, NK en NK+RE: n=3) ($p < 0,05$). De statistiek op het sedimentverlies werd uitgevoerd na log-transformatie (om aan voorwaarden van een ANOVA te kunnen voldoen).

Als conclusie kunnen we stellen dat het iets ruwer leggen van het zaaibed wel degelijk helpt (in geploegde bodem), om run-off te beperken en de kans op grote hoeveelheden sedimentverlies te beperken. In deze veldproef, leidde niet-kerende bodembewerking tot een hogere run-off. Het sedimentverlies bleek echter meer beïnvloed door de hoeveelheid en grootte van de kluiten in het zaaibed (zelfs al kon dit niet significant worden opgemeten met de pinmeter), dan door de hoofbodembewerking.

6.7 Opbrengstbepaling

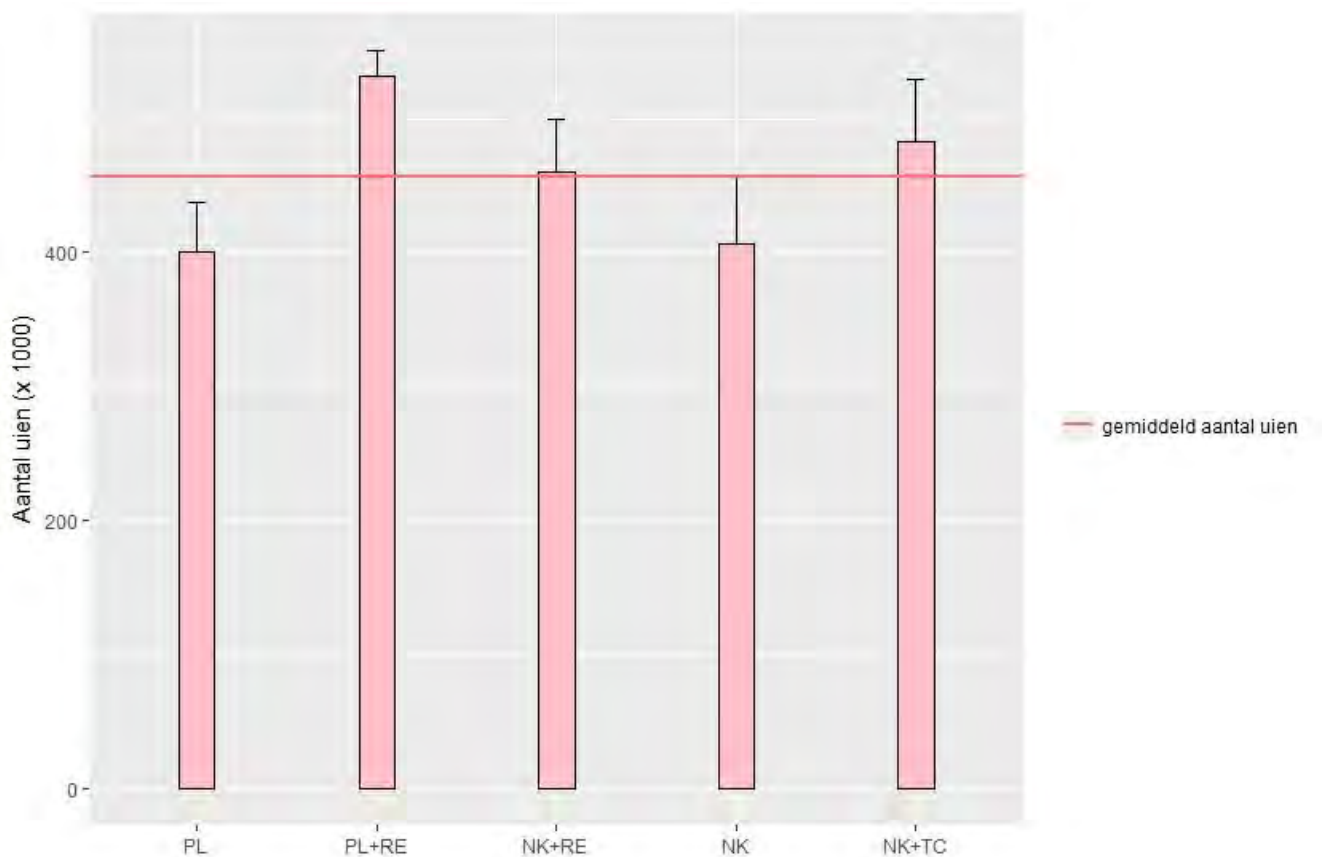
Per plot (uitgezonderd voor de plots in blok B) werd gedurende de twee weken voor oogst het percentage gestreken uien bepaald (Tabel 6-10). Op 19 september werd per plot 2 maal 2 lopende meter over volledige zaaibreedte (3m) geoogst en gewogen (12 m in totaal). Op 20 september werden de uien opnieuw gewogen (na verwijdering loof en tarra) voor bepaling van de veldopbrengst en nadien werden ze bewaard. Op 10 oktober werden de uien gewogen en werd de netto opbrengst bepaald alsook het aantal (Figuur 6-19) en de verdeling van de calibers (Figuur 6-20).

Tabel 6-10: Percentage gestreken uien (n=3) bij behandelingen PL, PL+RE, NK+RE, NK en NK+TC op 18 augustus en 1 september 2017 alsook de veldopbrengst (n=3) bepaald op 20 september en het aantal uien per ha (n=3) bepaald op 10 oktober, in blokken A, B en D. De behandelingen die significant verschillend zijn van elkaar (Tukey, $p < 0.05$) zijn aangeduid met een verschillende letter.

Behandelingen	Gestreken (%)		Veldopbrengst (ton/ha)	Aantal per ha (*1000)
	18/08/2017	1/09/2017	20/09/2017	10/10/2017
PL	50 ab	90 ab	45,2 ab	401 a
PL+RE	63 a	95 a	52,9 a	531 a
NK+RE	13 bc	70 abc	45,6 ab	460 a
NK	4 c	48 c	41,6 b	407 a
NK+TC	10 c	65 bc	47,1 ab	482 a

Op 18 augustus 2017, een maand voor oogst, werd het hoogste percentage gestreken uien waargenomen in de behandeling PL+RE (referentieobject van de teler). Het percentage uien waarvan het loof gestreken is vormt een belangrijke maat voor het inschatten van de afrijping ervan. In de niet-kerende behandelingen was dit percentage beduidend lager en significant verschillend van de geploegde behandelingen (uitgezonderd voor behandeling NK+RE). De afrijping verloopt dus minder snel in de niet-kerende behandeling. Op 1 september 2017, ongeveer 2 weken voor oogst, was 90 tot 95% van het loof gestreken in de geploegde objecten. Dit tegenstelling tot de niet-kerende behandelingen waar maximaal 70% van het loof gestreken was. De hoofdbewerking heeft dus een belangrijke invloed op het tijdig afrijpen van de uien.

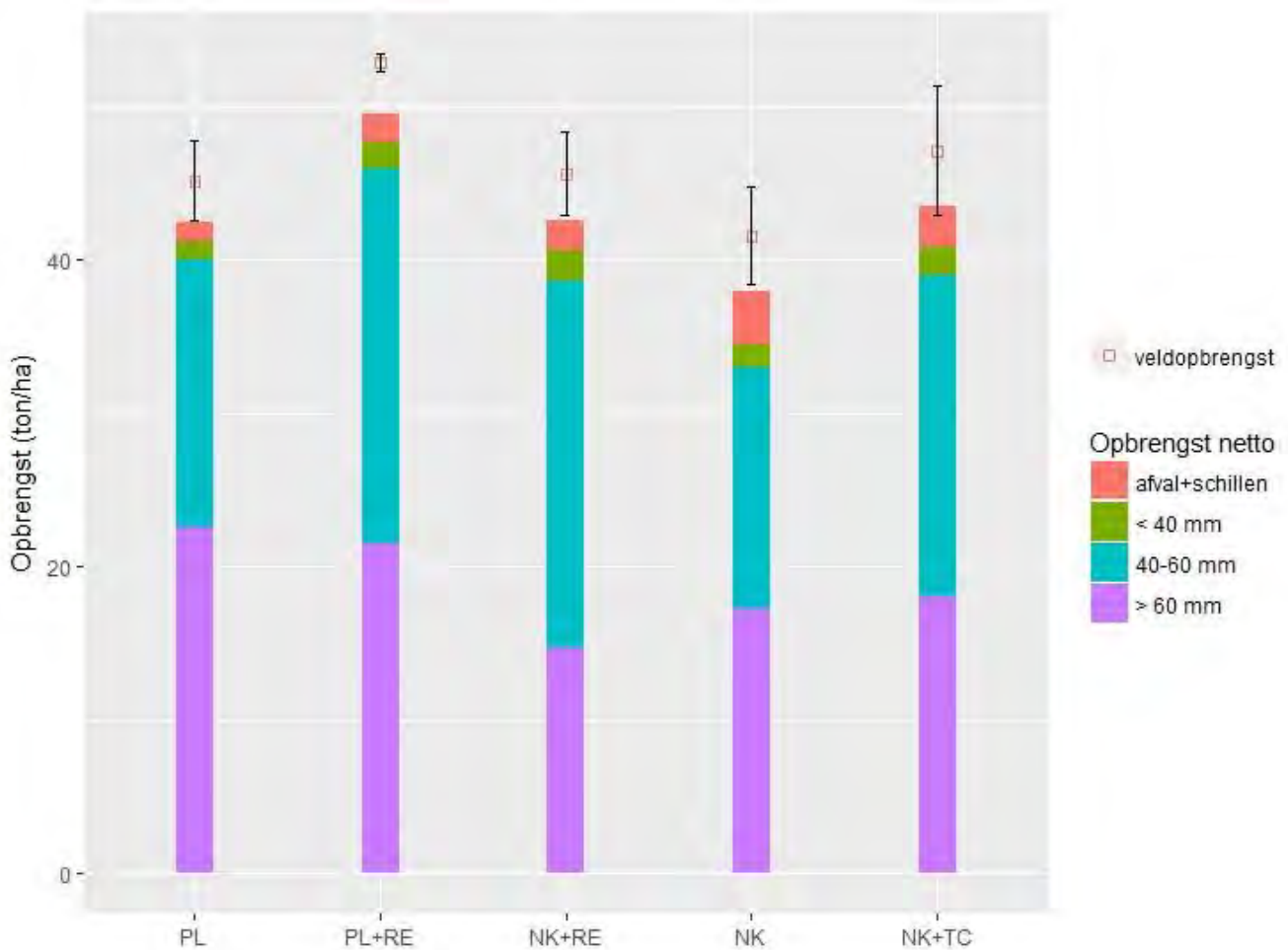
De veldopbrengst van behandeling PL+RE, het referentieobject van de teler, was met 52,9 ton/ha het hoogst. Voor behandelingen PL, NK+RE en NK+TC schommelde de veldopbrengst tussen 45,2 en 47,1 ton/ha. Deze was echter niet significant verschillend van behandeling PL+RE. De behandelingen NK toonde de laagste veldopbrengst, significant verschillend van behandeling PL+RE. De hoofdbewerking en zaaibedbereiding hadden beide een belangrijk effect. Ploegen zorgde voor een grotere veldopbrengst in vergelijking met niet-kerend. Verder werd een duidelijke toename in veldopbrengst zowel binnen de geploegde als niet-kerende behandelingen vastgesteld na toepassen van rotoreg of triltandcultivator.



Figuur 6-19: Aantal uien (x 1000) (n=3) (+standaardfout) voor de behandelingen PL, PL+RE, NK+RE, NK en NK+TC alsook het gemiddeld aantal uien (n=18).

Het aantal uien per hectare was niet significant verschillend tussen de behandelingen. Het gemiddeld aantal uien bedroeg 456 x 1000 per ha (Figuur 6-19). De behandelingen PL+RE, NK+TC en NK+RE scoorden beter dan het gemiddelde met respectievelijk 531, 482 en 460 x 1000 per ha.

De hoogste netto-opbrengsten werden, in lijn met de veldopbrengst, waargenomen in de behandelingen PL+RE en NK+TC (Figuur 6-20). Uit de maatsortering kon vastgesteld worden dat de behandelingen een gelijkaardig aandeel uien met een caliber >60 mm bezitten schommelend rond 20 ton/ha uitgezonderd de behandeling NK+RE. Deze calibers zijn bestemd voor de verwerkende industrie en hebben de grootste marktwaarde. Het aandeel uien met een caliber tussen 40-60 mm, bestemd voor de versmarkt, is het grootst voor de behandelingen PL+RE en NK+RE. Qua aandeel uien met een caliber <40 mm en afval+schillen worden geen noemenswaardige verschillen tussen de behandelingen vastgesteld.



Figuur 6-20: Netto opbrengst 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 veldopbrengst (n=3) (\pm standaardfout) voor de behandelingen PL, PL+RE, NK+RE, NK en NK+TC.

6.8 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 zaaibedbereiding hierin?

Op basis van de regenvals simulaties en de waarnemingen in het veld, blijkt dat niet-kerende bodembewerking tot een hogere run-off leidt in vergelijking met ploegen.

Het sedimentverlies blijkt voornamelijk beïnvloedt door de ruwheid van het zaaibed en slechts in mindere mate door de hoofdbodembewerking. Het ruwere zaaibed in de behandeling ploegen zonder extra zaaibedbereiding zorgde duidelijk voor minder sedimentverliezen.

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

De gewasopkomst wordt voornamelijk bepaald door de zaaibereiding en in mindere mate door de hoofdbodembewerking. Hoe fijner het aangelegde zaaibed hoe beter de gewasopkomst. Bij niet-kerende bodembewerking kan de zaaibedbereiding met een triltandcultivator als een volwaardig alternatief voor de rotoreg worden beschouwd.

Na ongeveer 3,5 maand na zaai wordt de maximale bodembedekkingsgraad bereikt. Ploegen leidt tot een hogere bodembedekkingsgraad dan niet-kerende bodembewerking doorheen het teeltseizoen. De verschillen zijn het meest uitgesproken tot 3 maanden na zaai.

De onkruiddruk is duidelijk groter bij niet-kerende bodembewerking dan bij ploegen.

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

De veldopbrengst is lager bij niet-kerende bodembewerking in vergelijking met ploegen. De zaaibedbereiding heeft een duidelijke invloed op de veldopbrengst bij ploegen en niet-kerende bodembewerking. Hoe fijner het zaaibed hoe groter de veldopbrengst.

Niet-kerende bodembewerking kan qua netto opbrengst uien met een geschikt caliber voor de verwerkende industrie, nl. diameter > 60 mm, als een volwaardig alternatief voor ploegen worden beschouwd op voorwaarde dat het zaaibed voldoende fijn wordt gelegd.

7 Knolselder Heuvelland: drempels

Tomas Van De Sande (INAGRO), Thijs Vanden Nest, Donald Dekeyser, Greet Ruysschaert (ILVO)

7.1 Situering en doelstelling

Knolselder voor industriële verwerking is een veel voorkomende teelt in Heuvelland. Omwille van de lange teeltduur en de beperkte bodembedekking in de periode mei – juli is dit een teelt die erosiegevoelig is. De teelttechniek is sterk vergelijkbaar met de teelt van kolen, maar een van de belangrijkste verschillen is dat in de teelt van knolselder nauwelijks geschoffeld wordt.

Dit heeft deels te maken met de eigenschappen van de teelt. Knolselder wortelt oppervlakkig, en veel telers melden dat het schoffelen van knolselder een negatieve invloed heeft op de opbrengst. Of dit effectief zo is werd door Inagro nog niet onderzocht. Anderzijds wordt in de teelt van knolselder een grote variatie aan plantafstanden gebruikt. Elke teler heeft zo z'n eigen plantafstand waarop hij liefst werkt. De afstanden tussen de rijen kunnen variëren van 55 cm tot 75 cm. Hierdoor, en omdat de teelt op de meeste bedrijven minder belangrijk is dan kolen, werden er nooit schoffelmachines aangekocht/gebruikt om in knolselder te gaan schoffelen. Bovendien is het risicovol om knolselderplanten die al een beginnende knol gevormd hebben op te hogen of in contact te brengen met aarde. Hierdoor neemt het risico op schurft (*Phoma apiicola*) sterk toe.

Omdat er niet geschoffeld wordt in knolselder is het mogelijk om tussen de plantrijen drempeltjes aan te leggen zodat tenminste de neerslag die tussen de plantrijen valt maximaal vastgehouden wordt. Aangezien de aangedrukte zone in de plantrij een breedte heeft van ongeveer 20 cm en de plantafstand in knolselder varieert van 55 cm tot 75 cm, wordt zo op minstens 63% van het bodemoppervlak run-off tegengegaan. De drempels werden in deze proef gerealiseerd door op de kooirol van de plantmachine tussen de plantrijen hoekige uitstulpingen (metalen kokers) te lassen. Op deze manier kunnen die drempeltjes in dezelfde werkgang als het aanplanten aangelegd worden.

7.2 Proefomstandigheden

7.2.1 Kenmerken proefperceel

De kenmerken van het proefperceel zijn de volgende:

- Regio: Heuvelland
- Bodemtextuur: Leem
- Bodemtype (bodemkaart) : Aba1 (Droge leembodem met textuur B horizont)
- Erosieklasse : onbekend (ligt net over de grens met Wallonië)
- Teelt 2016: tarwe
- Groenbedekker : geen groenbedekker
- Helling van het perceel : 5 % - 8,5 %
- Tussenrijafstand : 65 cm
- Bemesting :Bij aanplant knolselder : 750 kg/ha Ammoniumnitraat (202 kg N/ha) bandbemesting.



Figuur 7-1 : Proefplan en situatieschets.

7.2.2 Bodemkarakteristieken

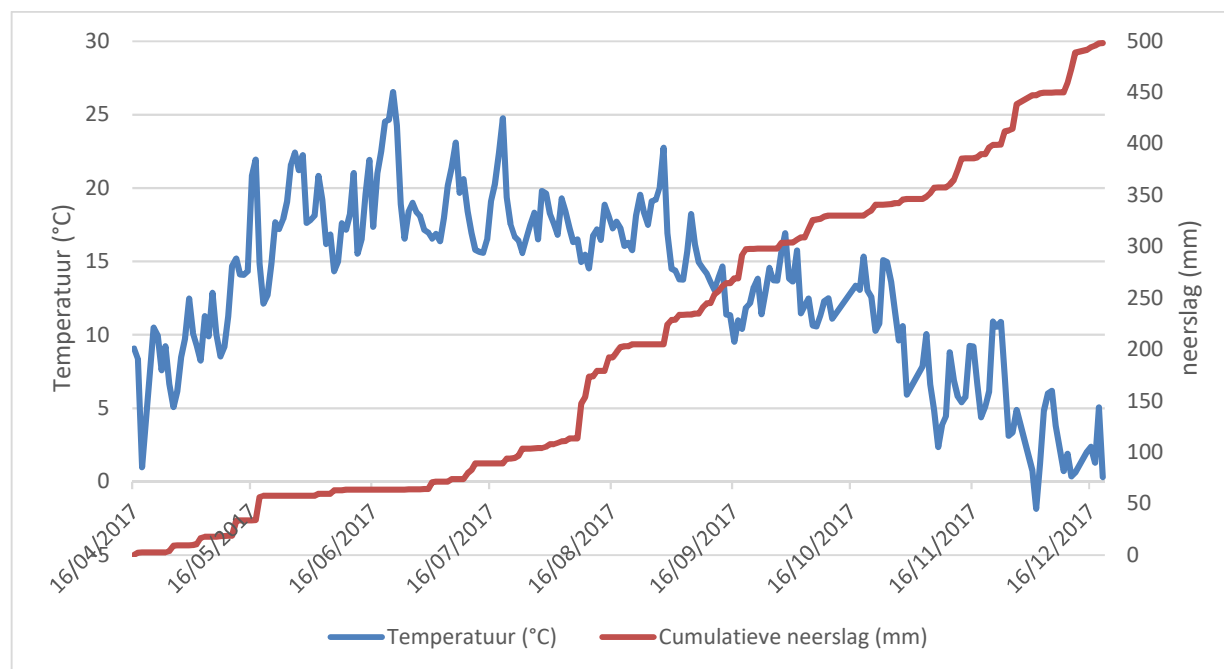
Op 24/05/2017 werd een bodemstaal genomen op het proefveld. Hierbij werd bemonsterd tot een diepte van 30 cm. Er werden 15 steken genomen. De bemonstering gebeurde in kruisverband.

Tabel 7-1: resultaten van de bouwvooranalyse (labo Inagro 24/05/2017)

Parameter	eenheid	resultaat	streefzone
Textuur		leem	
pH (KCl)		6,22	5,5 - 6,0
Organische koolstof	% OC op droge grond	1,07	1 - 1,5
Fosfor	mg/100 g droge grond	38,33	12 – 20
Kalium	mg/100 g droge grond	16,70	14 – 23
Magnesium	mg/100 g droge grond	12,23	9 – 16
Calcium	mg/100 g droge grond	231,84	102 – 268
Natrium	mg/100 g droge grond	2,02	3,1 – 6,7
Zwavel	mg/100 g droge grond	6,28	2,3 - 3

7.2.3 Weersomstandigheden

De regenlogger op het proefveld vertoonde een defect en de geregistreerde data gingen verloren. Om toch een beeld van de weersomstandigheden te geven worden de data van de meest nabije beschikbare weerpaal (Ieper, 11 km in vogelvlucht) gegeven.



Figuur 7-2: Weersomstandigheden in de regio, op basis van weerpaal in Ieper (11 km van proefperceel).

Het voorjaar van 2017 was extreem droog waardoor structuurverschillen in de bovenste bodemlaag of onregelmatigheden bij aanplant onmiddellijk een zeer sterk effect hadden op de weggroei van de teelt. Halverwege augustus (vanaf begin augustus al beperkt) viel voldoende neerslag om de teelt verder zonder problemen te laten ontwikkelen. Vanaf 10 november werd het nat.

7.3 Overzicht van teelt – en proefverloop

Tabel 7-2: Overzicht van teelt – en proefverloop

Tijdstip	Activiteit
4/05/2017 (voormiddag)	Ploegen
4/05/2017 (15u–18 u)	Rotoreggen en aanplant object 1 (drempeltjes; rotoeg, drempels en planten in 1 werkgang)
5/05/2017 (voormiddag)	Rotoreggen en aanplant object 2 (referentie; planten zonder rotoeg)
10/05/2017	Neerslagsimulaties in object 1 en object 2
10/08/2017	Visuele evaluatie erosie
19/12/2017	Waarnemingen kort voor oogst

7.4 Overzicht van de objecten

De gehanteerde tussenrijafstand in de proef was 65 cm. De afstand van de planten in de rij was 38 cm.

7.4.1 Object 1: drempels

7.4.1.1 *Beschrijving van de gebruikte plantmachine*

De gebruikte plantmachine van Inagro was een machine van het merk Perdu. Voor de plantelementen is op de plantmachine zelf nog een kooirol geïnstalleerd die via een ketting voor de aandrijving van de plantelementen zorgt. Voor de plantmachine was op de trekker nog een rotoeg gemonteerd waarachter standaard een tweede kooirol bevestigd was (Figuur 7-4).

Door op de kooirol van de plantmachine vierkante stalen kokers (8x8cm) te lassen die zo geplaatst zijn dat ze de plantelementen niet raken - en er nog een aantal cm van blijven – kunnen indrukken gemaakt worden in de tussenrij die fungeren als drempeltjes voor run-off. De metalen kokers blijven – langs beide zijden – een aantal centimeter van de planrij en de strook die ingedrukt wordt door de aandrukwielen. De gemaakte putten lopen dus niet tot tegen de planrij. Bovendien werpt de kluitenruimer voor de plantkouter een dam op tussen de planrij en de putten. Die dam heeft ongeveer dezelfde hoogte als de gevormde drempeltjes. Water vanuit de gevormde putten kan dus niet wegstromen via de planrij (Figuur 7-6). De gehanteerde tussenrijafstand in de proef was 65 cm. De afstand van de planten in de rij was 38 cm. De planrij zelf en de door de aandrukwielen verdichte strook had een breedte van 20 cm. Er bleef dus een strook van 45 cm over tussen de rijen waar het afstromend water tegengehouden werd door de drempeltjes.

Omdat de drempels worden gemaakt in dezelfde werkgang als het planten is het aanleggen van de drempeltjes niet noodzakelijk extra werk voor de teler. Ook het monteren van de metalen kokers is zeer goedkoop en kan zelf uitgevoerd worden. Een nadeel is wel dat de elementen moeilijk terug verwijderd kunnen worden indien de kooirol voor een andere toepassing gebruikt zou worden. Een systeem waarbij de metalen elementen tijdelijk gemonteerd en gedemonteerd kunnen worden is wellicht wenselijk.



Figuur 7-3: Beeld van de aangepaste kooirol op de plantmachine (L) en het resultaat na planten van de knolselder (R).



Figuur 7-4: Overzicht van de gebruikte combinatie rotoreg – plantmachine met 2 kooirollen.

7.4.1.2 Aanleg Object 1: drempels

De strook van object 1 werd in de voormiddag van 4/05/2017 geploegd en klaargelegd met de rotoreg door de teler. Rond 11u noodzaakte een lichte regenbui (3 l/m^2) een uitstel van de aanplant met de plantmachine van Inagro (zie hierboven: rotoreg + kooirol + kooirol met metalen kokers + plantmachine). Rond 15u00 werd begonnen met de aanplant, dat gebeurde in iets te natte omstandigheden, zeker bovenaan de helling (de bodem werd door de rotoreg (2 de maal passage van een rotoreg) tot een pap vermalen die dan bezonk met een slechte bodemstructuur in de bovenste bodemlaag tot gevolg). Onderaan de helling (anderhalf uur later) was de bodem verder opgedroogd (Figuur 7-5) en verliep de aanplant in betere omstandigheden. Doordat 2 x gepasseerd werd met de rotoreg lag de bodem wel zeer los, grote kluiten werden verkleind.

7.4.2 Object 2: Referentie

De teler had al een deel van het veld aangeplant net voor aanleg van object 1 met drempels. Het was de bedoeling om de net aangeplante strook van de teler naast object 1 te gebruiken als referentie, maar omdat dit een spuitgang bleek te zijn, werd beslist om de referentie te verplaatsen en de strook links van object 1 te gebruiken als referentie. Deze strook werd op hetzelfde ogenblik geploegd als de strook in object 1, maar er werd pas de volgende dag in de late voormiddag klaargelegd met de rotoreg en daarna in een tweede werkgang geplant. Omdat de geploegde grond kon opdrogen was de bodem na rotoreggen nog vrij ruw, er waren veel grove kluiten aanwezig aan het oppervlak. Voor aanplant werd de plantmachine van de teler gebruikt. Hierop stond geen rotoreg, waardoor er in de referentie dus maar 1 keer een rotoreg was gebruikt ten opzichte van 2 keer in object 1. De bodem lag dus veel minder fijn dan in object 1.



Figuur 7-5: Object 1: drempels. Beeld van de (te natte) bodem bij aanvang van de proefaanleg (L) en drogere bodem (R) tegen het einde van de proefaanleg.



Figuur 7-6: Object 1: drempels. Beeld van de kluitenruimer voor de kouter die een aarden dammetje aflegt langs de planrij die voorkomt dat water vanuit de tussenrij in de planrij stroomt.

7.5 Waarnemingen en resultaten

7.5.1 Proefaanleg

Bij proefaanleg werden weinig praktische bezwaren waargenomen voor het bevestigen van metalen kokers op de kooirol. Omdat de kokers geschrant werden bevestigd werd de kooirol en de plantmachine niet periodiek opgeheven zoals sommigen vreesden. Er kon vlot geplant worden. De beperkende factor voor de rijnsnelheid was de snelheid waarmee de planters de knolselderplantjes in de plantcilinders konden droppen (plantmachine zonder carrousel). Uiteindelijk werd geplant aan een rijnsnelheid van ongeveer 1 a 2 km/u. Bij een plantmachine met carrousel was dit aanzienlijk sneller geweest.

Een tweede bezorgdheid van enkele telers was het ophopen van aarden kluiten in de kooirol. Veel telers monteren omwille van deze reden een rubberen rol rond de kooirol. Dit is niet mogelijk wanneer metalen profielen aan de kooirol bevestigd worden.

In deze proef werd uiteindelijk geplant zonder rubber rol, en in (te) natte omstandigheden op een relatief zware bodem. Bij afloop van de plantwerkzaamheden (er werden 2 werkgangen van elk een kleine 500 m geplant) zaten er geen kluiten in de kooirol.

Een derde waarneming die gemaakt werd - en die wellicht een effect kan hebben op het al dan niet voorkomen van erosie - had te maken met de intensiteit waarmee het bodemoppervlak bewerkt werd voor planten. Object 1 werd 2 x bewerkt met de rotoreg, terwijl object 2 maar 1 x bewerkt werd. In object 2 gebeurde die bewerking bovendien in drogere omstandigheden (op 5/05/2017) terwijl de bodem voor beide objecten geploegd werd in de voormiddag van 4/05/2017. Hierdoor kan verwacht worden dat de bodem ruwer lag na aanplant van de knolselders in object 2. In Figuur 7-7 wordt een afbeelding gegeven van de bodem op het ogenblik van de neerslagsimulaties (10/05/2017). Metingen van de bodemruwheid werden evenwel niet uitgevoerd.



Figuur 7-7: Bodemruwheid in object 1 (L), dat voor aanplant 2 x bewerkt werd met de rotoreg, en object 2 (R) waar de bodem slechts 1 x bewerkt werd met de rotoreg.

7.5.2 Regenvalsimulaties

Om het effect van de behandelingen op run-off en erosie objectief te testen, werden op 10 mei 2017 regenvalsimulaties uitgevoerd met de regenvalsimulator van UGent (Vermang, 2012). Er werden in beide behandelingen, telkens 2 regenvalsimulaties uitgevoerd. Bij elke regenvalsimulatie werd het erosieveldje zo afgebakend dat de run-off en erosie van 2 plantenrijen en 3 tussenliggende stroken (breedte 1,8 m) over een lengte van 5 m werd opgevangen. De erosieveldjes werden afgebakend met schotten, zodat enkel run-off en sediment uit het veldje zelf werd opgevangen. Alle regenvalsimulaties werden uitgevoerd in de 50 m onderaan de helling van het proefperceel. De 4 erosieveldjes lagen niet meer dan 20 m uit elkaar. De hellingsgraad schommelde tussen 5,6 en 6,7% voor het referentieobject en tussen 6,4 en 6,6% voor het

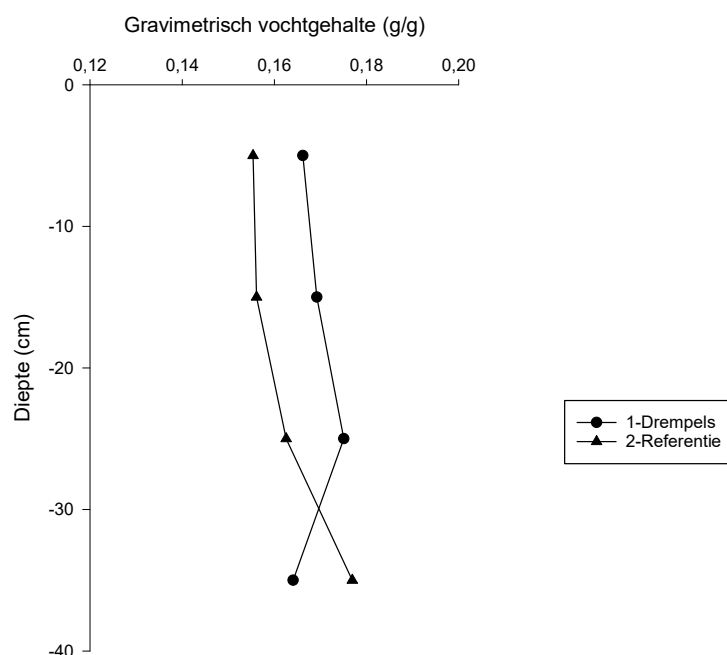
¹ Vermang, J. (2012). Erosion processes and physical quality of loamy soils as affected by reduced tillage. Ghent University. PhD thesis, Faculty of Bioscience Engineering, Ghent, Belgium.

object met drempels. Tijdens de erosiesimulaties werd gedurende 25 minuten beregend (dit werd zo gekozen omdat omstreeks die tijd de drempels doorbraken) aan een gemiddelde intensiteit van $92 \text{ l/m}^2 \cdot \text{h}$. Deze berekening gebeurde met regenwater (leidingwater of putwater bevat dikwijls te veel kalk die het bodemoppervlak stabiliseert). Tijdens het beregenen werd de run-off per tijdseenheid opgetekend. Door telkens ook een staal te nemen voor sedimentconcentratie, kon ook de cumulatieve hoeveelheid erosie worden bepaald. Zowel run-off als cumulatieve erosie werden uitgezet tegen hoeveelheid neerslag (zie verder), omdat op deze wijze rekening wordt gehouden met de lichte schommelingen in neerslagintensiteit tussen de simulaties onderling. Figuur 7-8 geeft een beeld van de simulaties.



Figuur 7-8 Zicht op de regenvalsimulatie in behandeling 1-Drempels (links) en behandeling 2-Referentie (rechts).

Voor aanvang van iedere simulatie werd een bodemvochtstaal genomen ter bepaling van het vochtgehalte in het profiel 0-40 cm (1 steek met een gutsboor). Ter bepaling van het vochtgehalte en de bulkdensiteit van het bodemoppervlak (0-5 cm), werd een staalname uitgevoerd met Kopecky-ringen (3 herhalingen per simulatie). De stalen werden genomen tussen de planrijen voor beide behandelingen en op het diepste punt tussen 2 drempels voor behandeling 1-Drempels. In Figuur 7-9 en Tabel 7-3 worden de resultaten van de metingen weergegeven.



Figuur 7-9 Gravimetrisch vochtgehalte (0-40 cm) tussen de plantrijen op de posities waar regenvalsimulaties werden uitgevoerd (10 mei 2017).

In behandeling 1-Drempels is het vochtgehalte in de laag 0-30 cm iets hoger dan in 2-Referentie. In de laag 30-40 cm is dit andersom (Figuur 7-9). Het verschil in vochtgehalte in het profiel is echter klein. Ondanks de erg kleine verschillen, is het gravimetrisch vochtgehalte van de toplaag in 2-referentie toch significant hoger dan in 1-Drempels (Tabel 7-3). Dit is meer uitgesproken in het volumetrisch vochtgehalte, als gevolg van een significant hogere bulkdensiteit en dus kleiner poriënvolume in 2-referentie. Mogelijk is het verschil aan het bodemoppervlak te wijten aan de verschillende omstandigheden (vochtig-droog, fijne-grove kluiten) waarin beide behandelingen werden geplant (zie eerder).

Tabel 7-3 Overzicht van het gemiddelde gravimetrisch en volumetrisch vochtgehalte en de bulkdensiteit (\pm standaardfout, $n=3$) van de toplaag (0-5 cm) van het bodemprofiel. Verschillende letters geven significant verschillende groepen aan ($p < 0,05$, Tukey-HSD).

Behandeling	Gravimetrisch vochtgehalte (g/g)	Volumetrisch vochtgehalte (g/cm ³)	Bulkdensiteit (g/cm ³)
1-Drempels	0,162 \pm <0,01 ^a	0,17 \pm 0,01 ^a	1,09 \pm 0,05 ^a
2-Referentie	0,164 \pm <0,01 ^b	0,19 \pm 0,01 ^b	1,20 \pm 0,01 ^b

Het was de bedoeling om net voor de regenvalsimulaties de drempelhoogte te bepalen in 1-Drempels met de pinmeter en beeldverwerking. Omdat het om vele kort achter elkaar liggende kleine drempels ging, werd i.p.v. de drempelhoogte de bodemruwheid gemeten loodrecht op de hoogtelijnen (in de richting van afstromend water). De pinmeter werd daarvoor tussen de plantrijen geplaatst (Figuur 7-10). Ter hoogte van de plantrijen werd immers geen verschil verwacht tussen 1-Drempels en 2-Referentie. De bodemruwheid van het bodemoppervlak werd ingeschat op basis van de 'random roughness' en de 'turtuositeit' (KU Leuven: Langhans et al., 2011). De random roughness is uitgedrukt in mm en geeft aan in welke mate de posities op het bodemoppervlak verticaal van een perfect rechte lijn (gemiddeld) afwijken. De turtuosity heeft geen eenheid en geeft de afstand aan tussen een punt A en een punt B aan het bodemoppervlak indien men het (micro)reliëf van het bodemoppervlak zou volgen, in plaats van in 1 rechte lijn van punt A naar punt B te gaan. Bij een turtuosity van bv. 1,4 en een afstand van 1 m tussen punt A en punt B, zal men 1,4 m moeten afleggen indien het bodemoppervlak wordt gevolgd. Wanneer het bodemoppervlak perfect vlak is, liggen alle zwarte punten op 1 lijn en is er geen ruwheid. De random roughness is dan 0 mm en de turtuosity is gelijk aan 1. Hoe hoger beide waarden, hoe ruwer het oppervlak. De pinmeter bestaat uit een bord met staafjes die we laten zakken tot het bodemoppervlak. Bovenaan het staafje is een zwart plastic hoesje bevestigd. Door een foto te nemen van de positie van deze zwarte punten op een witte achtergrond en de nodige beeldcorrecties uit te voeren, kan via de software ImageJ een berekening gemaakt worden van de individuele positie van ieder zwart punt en dus ieder punt op het bodemoppervlak ten opzichte van elkaar. Op basis van deze posities worden random roughness en turtuosity uitgerekend.

¹ Langhans, C., Govers, G., Diels, J., Leys, A., Clymans, W., Van den Putte, A., Valckx, J., 2011. Experimental rainfall-runoff data: Reconsidering the concept of infiltration capacity. Journal of Hydrology 399: 255-262



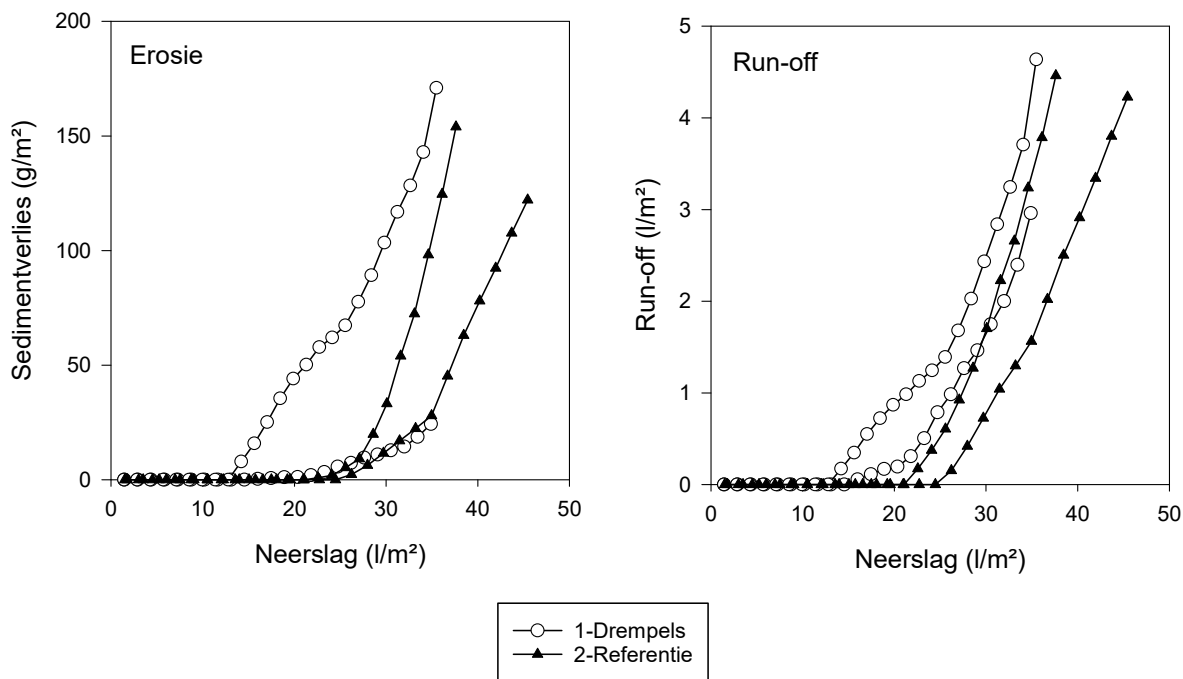
Figuur 7-10 Zicht op de pinmeter bij bepaling van de bodemruwheid in 1-Drempels (links) en 2-Referentie (rechts).

De random roughness is significant hoger bij 1-Drempels in vergelijking met 2-Referentie. Er is geen significant verschil in turtuositeit. De turtuositeit van 2-Referentie is zelfs iets hoger dan deze van 1-Drempels (Tabel 7-4). Dit geeft aan dat door het aanleggen van de drempels kommetjes worden gevormd in het bodemoppervlak die water kunnen bufferen, maar dat het oppervlak zelf vlakker is geduwd tijdens plantbedbereiding en uitplanten dan in de referentie. In 1-Referentie zijn dus ondanks het vlakke oppervlak meer kluiten aanwezig die afstromend water kunnen afremmen. Dit komt overeen met de inschatting bij aanleg van de proef (zie eerder).

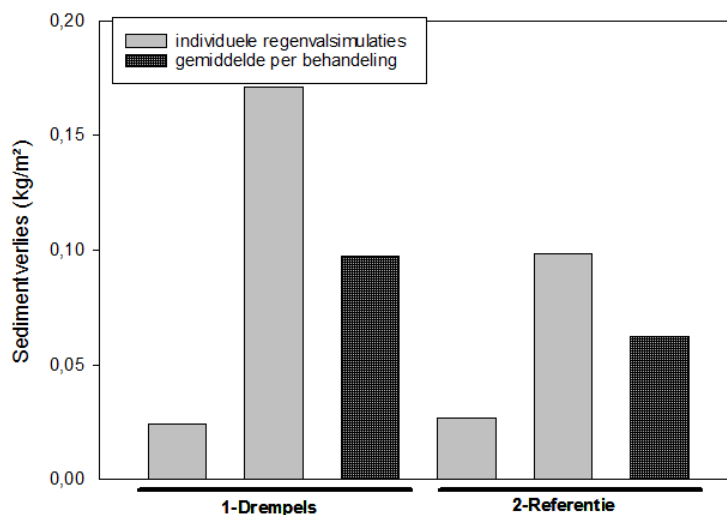
Tabel 7-4 Overzicht van de gemiddelde random roughness en turtuositeit (\pm standaardfout, $n=4$) als maateenheden van de bodemruwheid in de ruimte tussen de planrijen, loodrecht op de hoogtelijnen (richting van afstromend water). Deze bepalingen gebeurden op basis van een pinmeter en beeldanalyse. Behandelingen met een verschillende letter zijn significant (Tukey HSD, $p<0,05$) verschillend van elkaar.

Behandeling	Random roughness (mm)	Turtuositeit
1-Drempels	20 ± 1^b	$1,61 \pm 0,04^a$
2-Referentie	9 ± 1^a	$1,70 \pm 0,07^a$

In Figuur 7-11 worden de resultaten van run-off en sedimentverlies (erosie) weergegeven van alle regenvalsimulaties. Figuur 7-12 geeft per simulatie en per behandeling weer, wat het totale sedimentverlies was na 35 l/m^2 gesimuleerde regenval. In deze grafieken is merkbaar dat de eerste simulatie van het referentieobject samenvalt met de eerste simulatie van het object met drempels. De tweede simulatie in het referentieobject is een stuk hoger dan de tweede simulatie in het object met drempels. De gemiddelde sedimentverliezen van 1-Drempels en 2-Referentie zijn daardoor beperkt verschillend. Het effect van de drempels is dus minimaal.



Figuur 7-11 Verloop van de run-off en sedimentverliezen in functie van de neerslag gesimuleerd op 10 mei 2017.



Figuur 7-12 Totaal sedimentverlies na 35 l/m² neerslag op 20-25 minuten voor de neerslagsimulaties afzonderlijk van elkaar en gemiddeld per behandeling.

Het beperkte effect van de drempels op run-off en sedimentverlies is vermoedelijk te wijten aan het feit dat de plantlijn zelf de belangrijkste weg is van sedimentverlies en run-off. Dit wordt bevestigd door de waarnemingen tijdens de regenvalsimulaties. Naargelang de plaats van observatie in het erosieveldje en de simulatie, kan gesteld worden dat run-off in de plantlijn startte vanaf een regenval van 13-20 l/m² in 1-Drempels en vanaf 17-19 l/m² in 2-Referentie. De run-off in de plantrij is dus zoals verwacht volledig losstaand van de drempels. In de tussenruimte tussen de plantrijen konden de drempels regenwater

bufferen tot 25 l/m², daarna stroomden ze over. Omdat dit geleidelijk aan gebeurde en op dit moment reeds water afstroomde van de plantlijnen zelf, is er geen knik waar te nemen in de grafiek van Figuur 7-11. Bij 35 l/m² braken sommige drempels door. In 2-Referentie begon tussen de plantenrijen run-off bij 19-26 l/m². Dit is dus nauwelijks eerder dan bij drempels. Vermoedelijk is dit omdat in 2-Referentie, meer kluiten aan het bodemoppervlak lagen (slechts 1 passage rotoreg en drogere bodem bij passage rotoreg)..

7.5.3 Erosiewaarnemingen

Op 10/08/2017 werd – na een nattere periode - een visuele beoordeling van voorkomende erosie op het perceel uitgevoerd. Op 09/08 en 10/08 tot kort voor de beoordeling viel er in totaal een neerslag van ongeveer 40 l/m² (volgens de weerpaal in Ieper). Sporen van relatief hevige regenval kort voor de waarnemingen waren in elk geval nog waarneembaar.



Object 1 (drempels): In de gemaakte putten zijn duidelijk sporen merkbaar van infiltrerend water; De drempeltjes zijn nog niet doorbroken en er zijn geen

Object 2 (referentie): In de tussenrij zijn sporen van verslemping en afstromend water waarneembaar. De grove bodemstructuur en grote kluiten zorgen

(duidelijke) visuele sporen van afstromend water merkbaar tussen de plantrijen. In de plantrij zien we wel verslemping en sporen van afstromend water. De bodem van de putjes tussen 2 drempeltjes in was ook overal verslempd.

wel nog enigszins voor een ruw bodemoppervlak. In de plantrij is de verslemping iets minder uitgesproken in vergelijking met object 1 en spoelde wellicht minder water af.

7.5.4 Gewasstand

Een visuele evaluatie van de gewasstand werd uitgevoerd op 10/08/2017. Dit gebeurde kort na een periode van intensievere neerslag (enkele dagen). Vanaf aanplant (5/05/2017) tot eind juli was het extreem droog. Dit heeft z'n effect gehad op de weggroei van de teelt. Door de drogere omstandigheden waren effecten van structuurgebrek – hoe miniem ook – zeer goed merkbaar. De gewasstand in object 1 – in sub optimale omstandigheden geplant omdat kort voor planten een bui viel en er onvoldoende lang gewacht kon worden vooraleer te beginnen met planten – was na die droge periode dan ook ondermaats.



Object 1 (drempels), foto genomen bovenaan de helling: Omwille van de aanplant (vnl. bewerking met de rotoreg) in te natte omstandigheden was de bodemstructuur in de bovenste bodemlaag ondermaats en werd de capillariteit onderbroken. Dit was door de droge omstandigheden nefast voor de weggroei van de teelt tijdens de eerste twee maanden.



Gewasstand op 10/08/2017: de plantjes in object 1 waren duidelijk minder ontwikkeld; Dit effect was maximaal bovenaan de helling, waar eerst geplant werd, en waar de omstandigheden bij planten slechtst waren. De gewasstand was vrij heterogeen (foto = slecht stuk). Slechte stukken wisselden zich af met iets betere stukken.



Object 2 (referentie) aangeplant in betere omstandigheden (en met een minder intensieve verwerking van de toplaag). Het gewas was duidelijk beter ontwikkeld. De capillaire werking werd niet onderbroken waardoor de weggroei beter was.



Object 2 : gewasstand op 10/08/2017. De gewasstand was minder heterogeen.

Ondanks de lange teeltperiode kon deze achterstand door het gewas niet meer ingehaald worden. Eind december (19/12/2017) waren de knollen in object 1 ongeveer de helft kleiner dan de knollen in object 2 of de knollen elders op het perceel. Op dat ogenblik waren de gevormde drempeltjes in object 1 ook nog beperkt zichtbaar.

	
<p>Knolselder uit object 1 (19/12/2017)</p>	<p>Knolselder in object 2 (19/12/2017)</p>
	<p>Foto van object 1 op 19/12/2017. De gevormde drempeltjes zijn nog aanwezig, maar te klein om nog veel erosiebestrijdende werking te hebben. Aanwezige onkruiden en mossen houden afstromend water wellicht meer tegen.</p>

7.6 Besluit

Omstandigheden bij aanplant:

Omwille van de weersomstandigheden en de spuitgang in de oorspronkelijke referentie was het niet mogelijk om de referentie (obj 2) en het object met de drempeltjes (obj 1) op hetzelfde ogenblik aan te leggen. Dit zorgde ervoor dat de bodem al sterker uitgedroogd was bij aanleg van object 2 en de rotoereg de grond minder goed kon verkruimelen. Bovendien was object 2 minder fijn dan object 1 omdat in object 2 maar 1 passage van de rotoereg was geweest en object 1 2 passages. Het ruwere bodemoppervlak in object 2 (referentie) had wellicht een negatief effect op het voorkomen van run-off.

Technische/praktische haalbaarheid:

De metalen elementen zijn goedkoop en makkelijk te monteren op de kooirol. Er moet wel op gelet worden dat ze enkele centimeters minder breed zijn dan de afstand tussen de plantelementen. Om 'bokken' van de plantmachine te vermijden worden de elementen ook best geschrinkt gemonteerd. In de open kooirol bleven geen kluiten zitten.

Een nadeel van de open metalen elementen is wel dat ze zich makkelijk vullen met aarde en er dus wel wat kuiswerk aan is achteraf. Als de metalen elementen op de kooirol gelast worden is de kooirol ook niet meer bruikbaar voor andere doeleinden. Een eenvoudig systeem waarbij de elementen vlot gemonteerd en gedemonteerd kunnen worden is wenselijk.

Neerslagsimulaties:

De aangelegde drempeltjes konden de neerslag tot ca 25l/m² goed bufferen, maar doordat de plantrijen het snelst voor run-off en erosie zorgden waren er geen aantoonbare verschillen qua run-off en erosie tussen de behandelingen. Bij het aandrukken van de persblokjes wordt immers een geultje gemaakt loodrecht op de helling waarlangs gemakkelijk water kan afstromen. Voor een effectieve erosiereductie zou deze preferentiële weg doorbroken moeten worden. Een tweede reden waarom geen verschillen gevonden werden tussen de behandeling is vermoedelijk het ruwere oppervlak tussen de plantrijen in de referentiebehandeling (object 2). Dit ruwer bodemoppervlak werd veroorzaakt omdat er in drogere omstandigheden werd klaargelegd en er maar één passage was van de rotoreg in plaats van twee passages in de behandeling met drempels.

Waarnemingen tijdens de teelt:

Omwille van het intensief bewerken (rotoreg aan hoog toerental) van de bovenste 15 centimeter bij aanplant in te vochtige omstandigheden was de bodemstructuur in de bovenste bodemlaag suboptimaal in object 1 (drempels). Dat had effect op de capillaire opstijging en dus op de weggroei van de knolselders de eerste maanden (in extreem droge omstandigheden).

De drempeltjes tussen de rijen bleven zichtbaar tot het einde van de teelt. Tijdens een nattere periode in augustus viel op dat de drempeltjes wel overstromden maar dat in de depressies ertussen er duidelijk water bleef staan. Waar geen drempeltjes aangelegd werden waren duidelijke sporen van run-off aanwezig.

8 Ruggenteelt prei Heuvelland: drempels en tandbewerkingen tussen de ruggen

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

8.1 Situering en doelstelling

Op basis van een gelijkaardige proef in prei aangelegd in 2017 kon geconcludeerd worden dat elke behandeling (tandbewerking of drempel) van de tussenrug een groot effect had op het voorkomen van runoff en erosie. Er was wel nog een vermoeden dat het effect van een tandbewerking verschilde van dat van drempeltjes.

Een tandbewerking verruwt het oppervlak en zorgt daarnaast ook voor een sterk toegenomen infiltratiecapaciteit in de bovenste bodemlaag. Het aanleggen van drempeltjes daarentegen heeft weinig effect op de infiltratiecapaciteit, maar achter de drempel kan veel water opgehouden worden waarna het langzaam infiltreert.

In deze proef wordt nagegaan of er een meerwaarde verbonden is aan het combineren van drempeltjes met een aantal tandbewerkingen, en wat de praktische implicaties zijn van zo'n combinatie van drempeltjes en een tandbewerking. Daarnaast wordt ook het effect van een vaste tand zonder drempeltjes onderzocht.

8.2 Proefomstandigheden

8.2.1 Kenmerken van het proefperceel

- Regio: Heuvelland
- Bodemtextuur: Leem
- Bodemtype (bodemkaart): Aba1 (Droge leembodem met textuur B horizont)
- Erosieklasse: Paars (2016); rood (2018), stroomt af naar de Kleine Kemmelbeek
- Teelt 2016: aardappel
- Groenbedekker: geen groenbedekker
- Helling perceel: 13,5 %

Het perceel (paars) helt zeer sterk af. Omdat vermoed werd dat er -door runoff – verschillen zouden zijn in C-gehalte en P⁻-toestand van de bodem afhankelijk van de plaats op het perceel, werd een bodemstaal genomen en geanalyseerd bovenaan de helling, in het midden van de helling en onderaan de helling (Tabellen 8-1 ; 8-3).

Staalname gebeurde tot een diepte van 30 cm. Per staal werden 15 steken genomen, telkens in kruisverband.

Tabel 8-1: Resultaten van de bouwvooranalyse (31/08/2017), staal genomen bovenaan de helling

Parameter	eenheid	resultaat	streefzone
Textuur		leem	
pH (KCl)		6,53	5,5 - 6,0
Organische koolstof	% OC op droge grond	1,01	1 - 1,5
Fosfor	mg/100 g droge grond	36,58	12 – 20
Kalium	mg/100 g droge grond	35,28	14 – 23
Magnesium	mg/100 g droge grond	19,18	9 – 16
Calcium	mg/100 g droge grond	268,76	102 – 268
Natrium	mg/100 g droge grond	5,62	3,1 – 6,7
Zwavel	mg/100 g droge grond	4,07	2,3 - 3

Tabel 8-2 : resultaten van de bouwvooranalyse (labo Inagro 31/08/2017), staal genomen in het midden van de helling.

Parameter	eenheid	resultaat	streefzone
Textuur		leem	
pH (KCl)		6,75	5,5 - 6,0
Organische koolstof	% OC op droge grond	0,92	1 - 1,5
Fosfor	mg/100 g droge grond	31,66	12 – 20
Kalium	mg/100 g droge grond	25,54	14 – 23
Magnesium	mg/100 g droge grond	18,72	9 – 16
Calcium	mg/100 g droge grond	270,00	102 – 268
Natrium	mg/100 g droge grond	6,47	3,1 – 6,7
Zwavel	mg/100 g droge grond	2,93	2,3 - 3

Tabel 8-3 : resultaten van de bouwvooranalyse (labo Inagro 31/08/2017), staal genomen onderaan de helling.

Parameter	eenheid	resultaat	streefzone
Textuur		leem	
pH (KCl)		7,03	5,5 - 6,0
Organische koolstof	% OC op droge grond	1,06	1 - 1,5
Fosfor	mg/100 g droge grond	38,92	12 – 20
Kalium	mg/100 g droge grond	32,85	14 – 23
Magnesium	mg/100 g droge grond	17,21	9 – 16
Calcium	mg/100 g droge grond	289,17	102 – 268
Natrium	mg/100 g droge grond	3,85	3,1 – 6,7
Zwavel	mg/100 g droge grond	4,20	2,3 - 3

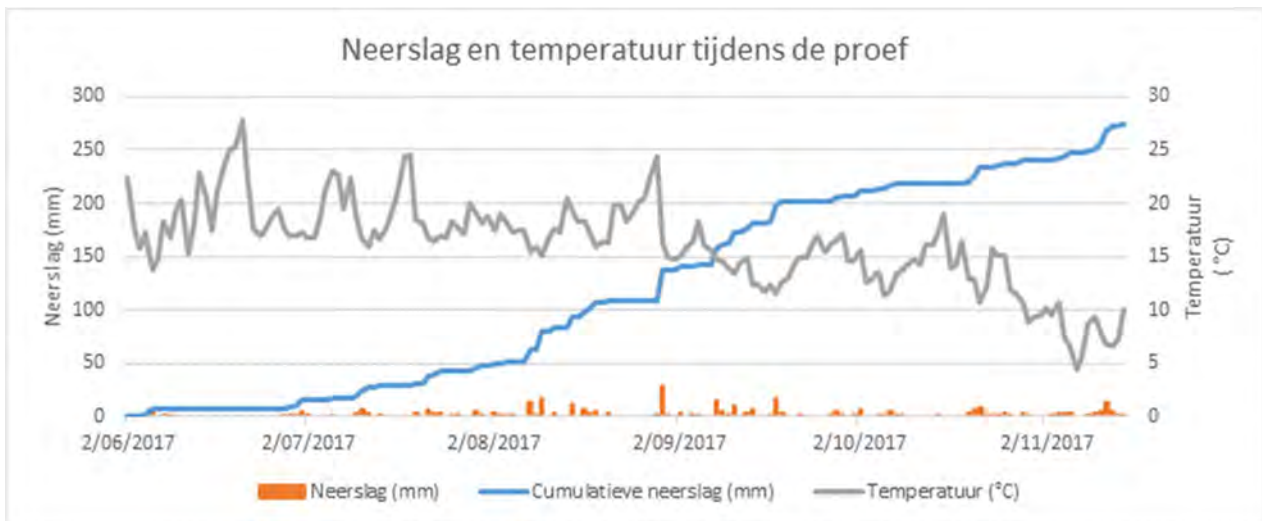
Er werd geplant in een zeer droge periode (aanplant op 11/06, sinds het begin van de maand mei had het nauwelijks nog geregend). Bij proefaanleg (2 dagen na ploegen en trekken van de ruggen werden stalen genomen bovenaan en onderaan de helling ter bepaling van het gravimetrisch vocht gehalte (Tabel 8-4). Omdat er geen voordeel op het perceel stond werd het aanwezige bodemvocht toch vrij goed bewaard.

Tabel 8-4: Gravimetrisch vochtgehalte in de bodem (%) bovenaan en onderaan de helling bij aanvang van de proef (12/06/2017).

Diepte	Vochtgehalte (g/g) bovenaan de helling	Vochtgehalte (g/g) onderaan de helling
0 – 30 cm	16,31	16,22
30 – 60cm	18,61	20,36
60 – 90 cm	19,23	20,39

8.2.2 Weersomstandigheden

De temperatuur en neerslag werden opgemeten op het proefperceel en worden weergegeven in Figuur 8-1. De periode voorafgaand aan het planten was zeer warm en droog. Omdat voorafgaand aan de prei geen groenbedekker geteeld werd, kon toch begonnen worden met een voldoende vochtige bodem. Het gravimetrisch vochtgehalte in de bodem bij aanplant wordt gegeven in Tabel 8-4. Ook de eerste teeltmaanden waren zeer droog. Op 31/07/2017 werd beregend door de teler (20 L/m²), en vanaf de tweede helft van augustus viel er enige neerslag van betekenis. De maanden september – november waren droog maar er viel net voldoende neerslag voor de teelt. Bij de laatste waarnemingen en opkuis van het perceel (17/11/2017) waren de omstandigheden nog altijd droog. Het proefveld werd uiteindelijk geoogst op 13/12/2017 (dit gebeurt in functie van marktprijzen en beschikbaarheid van arbeid bij de proefveldhouder) na een natte maand (tussen 17/11/2017 en 13/12/2017 viel ongeveer 140 l/m² neerslag (data van de meest nabije logger (leper)). Ondanks deze natte omstandigheden verliep de oogst – misschien met uitzondering van de zone onderaan de helling – niet in te drassige omstandigheden.



Figuur 8-1: Neerslag en temperatuur opgemeten op het proefperceel tijdens het verloop van de proef (datalogger op het perceel zelf).

8.3 Overzicht van teelt – en proefverloop

Tabel 8-5: Overzicht van teelt – en proefverloop

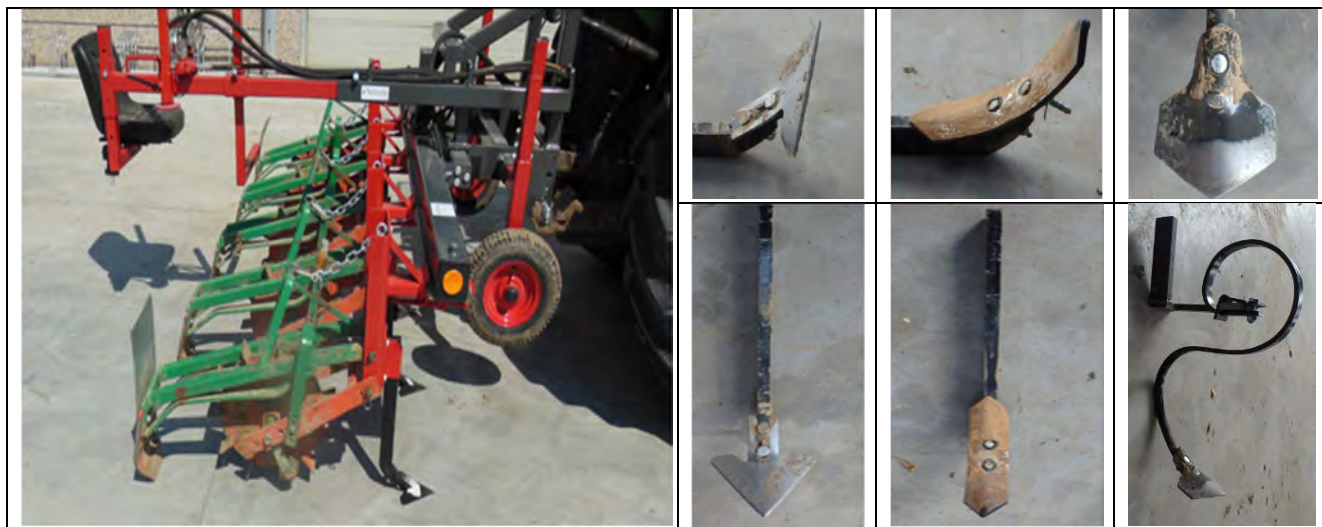
Tijdstip	Activiteit
11/06/2017	Ploegen, ruggen trekken en aanplant prei, aanrijden van alle tussenruggen met een zware tractor (6 000 kg)
11/06/2017	Aangieten van de prei
12/06/2017	Aanleggen van de verschillende behandelingen
31/07/2017	Beregend 20 l/m ²
10/08/2017	Staalname sediment
11/08/2017	Neerslagsimulaties
31/08/2017	Staalname sediment
15/09/2017	Staalname sediment
14/11/2017	Staalname sediment
13/12/2017	Oogst van het proefveld

8.4 Overzicht van de objecten

8.4.1 Bespreking van de gebruikte machines

De gebruikte machine bestond uit elementen van de Barbutte van Cottard die vroeger op aardappelpoters gemonteerd werd. De elementen werden op een afzonderlijke schoffelbalk gemonteerd en de tussenrijafstand werd aangepast aan de prei (65 cm). Omdat de metalen bladen die de drempeltjes vormen te breed waren voor de tussenruggen in prei werden de zijkanen van de bladen afgesneden. De breedte van de bladen was 28 cm. Dit is tevens de smalste breedte die mogelijk is met deze machine. De as van het loopwiel dat de drempels opheft is even breed.

De afstand tussen de drempeltjes wordt bepaald door de omtrek van het loopwiel dat de drempels opheft (op het wiel is een rubberen dop gemonteerd). De afstand tussen de drempeltjes kan dus groter of kleiner zijn naarmate het wiel dieper in de bodem zakt. Normaalgezien ligt de afstand tussen 2 drempeltjes op ongeveer 1,5 m. Voor het loopwiel konden tanden gemonteerd worden. De diepte kon ook eenvoudig aangepast worden. Drie verschillende tanden werden in deze proef gebruikt, met name een brede (vaste, 10 cm) ganzevoet, een (relatief smalle, 5 cm) vaste tand, en een triltand met een kop die ongeveer 7 cm breed was.








Figuur 8-2: Gebruikte machine (Barbutte van Cottard) + de verschillende tanden die voor de drempelmachine gemonteerd werden (v.l.n.r.: ganzevoet, vaste tand, triltand).

8.4.2 Aangelegde objecten

Kort voor aanplant werd het perceel klaargelegd, er werd geploegd en daarna werden de ruggen getrokken (gecombineerd met een passage van de rotoeg) en pongaten gemaakt. Dit gebeurde in 1 bewerking. Voor aanplanten werd over het ganse perceel gereden met de aangiettractor zonder aan te gieten (zware tractor 6 000 kg, zie A1 in Figuur 8-3). De teler doet dit standaard. Enerzijds om de bodem voldoende effen te leggen om te kunnen planten met de lichte ligbedden. Anderzijds wil hij de bodem dichtrijden zodat hij bij het oogsten nog voldoende grip vindt zodat de rooier niet te diep wegzakt.

Er werd manueel geplant in pongaten, maar hierbij werd wel gebruik gemaakt van een ligbed op wielen (licht, veroorzaakt geen compactie). Hiervoor moet de bodem voldoende effen liggen. Na planten werd de prei nog eens aangegoten. Hierbij werd de helft van de tussenruggen nog eens bereiden door de aangiettractor (zie A2 in Figuur 8-3). Bij de proefaanleg (drempels/tandbewerkingen) zelf werd ook nog eens over het perceel gereden. Hierbij werd een lichte tractor gebruikt (ongeveer 2000 kg). Een schematische weergave wordt gegeven in Figuur 8-3.

Tabel 8-6: Aangelegde objecten.

Object	Bewerking	Diepte tandbewerking	Rijsnelheid	
1	Barbutte + vaste tand met ganzevoet (± 10 cm breed)	± 2 cm	± 2 km/u	
2	Barbutte + triltand en brede beitel (± 6 cm)	± 5 cm	± 6 km/u	
3	Barbutte + vaste tand met smalle beitel (± 4 cm)	± 7 cm	± 2 km/u	
4	Vaste tand	± 7 cm	± 5 km/u	
5	Referentie	nvt	nvt	

Bovenkant helling															
referentie			Vaste tand			Barbutte + vaste tand			Barbutte + triltand			Barbutte + ganzevoet			spuitgang
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1
	A2		A2		A2		A2		A2		A2		A2		A2
			L		L	L		L	L		L	L		L	
	P	P		P	P		P	P		P	P		P	P	
	S		S				S			S		S			

1 - 16: Nummers tussenrijen

A1: wielsporen van de aangiettractor voor planten

A2: Wielsporen van de aangiettractor bij aangieten

L: Wielsporen van de lichte tractor gebruikt bij proefaanleg

P: penetrologgermetingen (10 steken / meting, 8/08/2017), bovenaan de helling, er werd nooit in de drempeltjes zelf gestoken.

S: ingegraven sedimentkuipen.

Figuur 8-3: Overzicht van de proef met de verschillende behandelingen en passages per tussenrij.

8.5 Waarnemingen en resultaten

8.5.1 Proefaanleg

De verschillende behandelingen werden aangelegd kort na aanplant en aangieten. De pas opgewerkte grond was nog vochtig en lag relatief los waardoor bij alle behandelingen veel grond meegenomen werd door de tanden en de Barbutte. In een aantal gevallen werd zodanig veel grond meegenomen dat de rijsnelheid van de machine eraan aangepast moest worden. De meegesleepte hoop aarde begon de preiruggen te beschadigen en de aangelegde drempeltjes waren zeer hoog. Ook de diepte van de verschillende

bewerkingen moest aangepast worden om te vermijden dat al te veel grond meegenomen werd. Bij een aantal behandelingen (voornamelijk objecten 1, 3 en 4) was de juiste instelling van de machine pas na 20 a 30 meter gevonden.

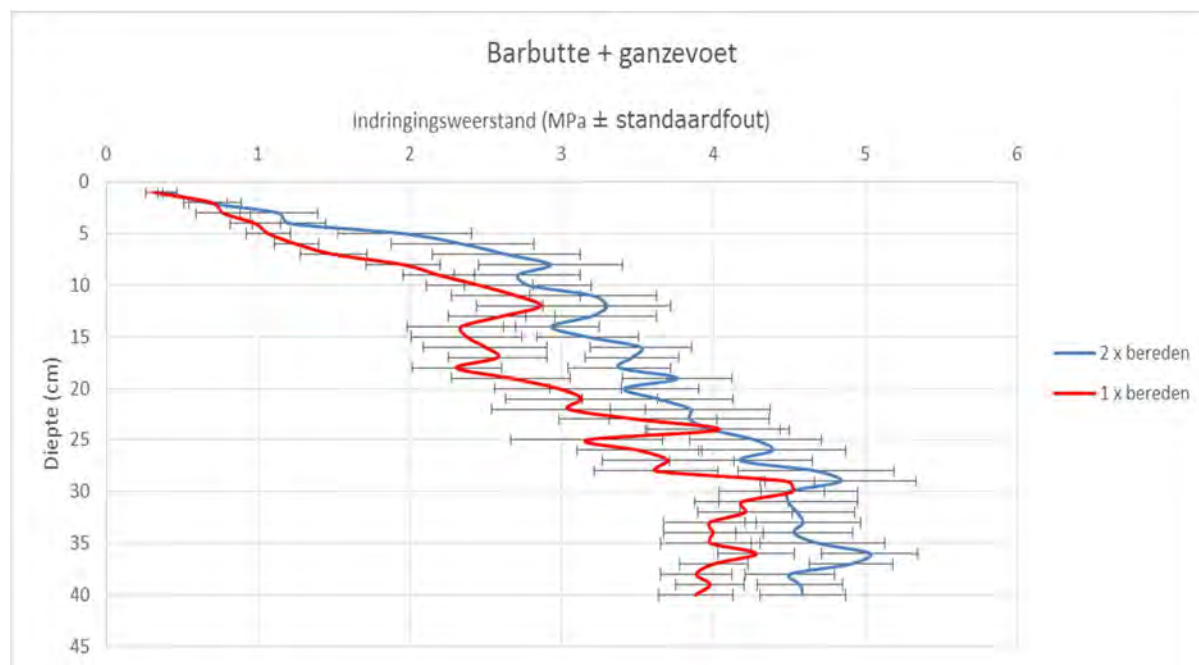
Tabel 8-7: Bevindingen per object.

Object	
1 BB + ganzevoet	De ganzevoet nam zeer veel aarde mee, ondieper instellen dan 2 cm was niet mogelijk omdat de bodem van de tussenruggen niet overal even diep was. In sommige tussenruggen (voornamelijk de sporen waar door aan te gieten 2x in gereden werd) en op sommige plaatsen werd duidelijk minder aarde meegenomen door de ganzevoet waardoor de grootte van de afgelegde drempeltjes vrij heterogeen was. Op andere plaatsen werd dan weer zodanig veel aarde meegenomen door de ganzevoet dat de preiruggen beschadigd werden. Om al te grote beschadigingen te vermijden kon niet sneller gereden worden dan 1 a 2 km/u.
2 BB + triltand	De triltand ondervond geen moeite om de bovenste bodemlaag los te maken. Er kon gewerkt worden tot een diepte van ongeveer 5 cm. Omdat de tand sterk trilde werden de kluiten verkleind. Er werd enkel losse aarde meegenomen. Daardoor kon tijdens de proefaanleg snel gereden worden. De aangelegde drempeltjes waren mooi homogeen en de ruggen zelf werden niet beschadigd.
3 BB + vaste tand	De vaste tand nam zeer veel aarde mee, zonder de kluiten te verkleinen, waardoor de Barbutte grote kluiten meesleepte en deze soms zelfs bovenop de rug - op de preiplanten - wierp. Het risico op beschadigen van de rug was groot. Uiteindelijk kon niet dieper gewerkt worden dan 7 cm. Er moest ook zeer traag gereden worden (1 a 2 km/u).
4 Vaste tand	De vaste tand zonder Barbutte nam veel grote kluiten mee (omdat de bovenste laag van de bodem dichtgereden was werden bij het openbreken grote platte kluiten losgetrokken die door de tand verder meegesleept werden). Omdat de Barbutte niet achter de vaste tand gemonteerd was werden de kluiten niet bovenop de rug geworpen en was het risico op beschadigen van de rug kleiner. Er kon relatief snel gereden worden (4 a 5 km/u) maar de bewerkingsdiepte mocht niet dieper zijn dan 7 cm, anders kwam de meegesleepte hoop aarde/kluiten tot boven de ruggen.
5 Referentie	Er werden geen behandelingen uitgevoerd. Er werd in sommige sporen wel 2x gereden, 1x met de aangiettractor voor het planten (in alle tussenruggen) en 1x bij aangieten na het planten (in de helft van de ruggen). Hierdoor is er een meer uitgesproken bandenpatroon te zien in de bodem die 2x bereiden werd.

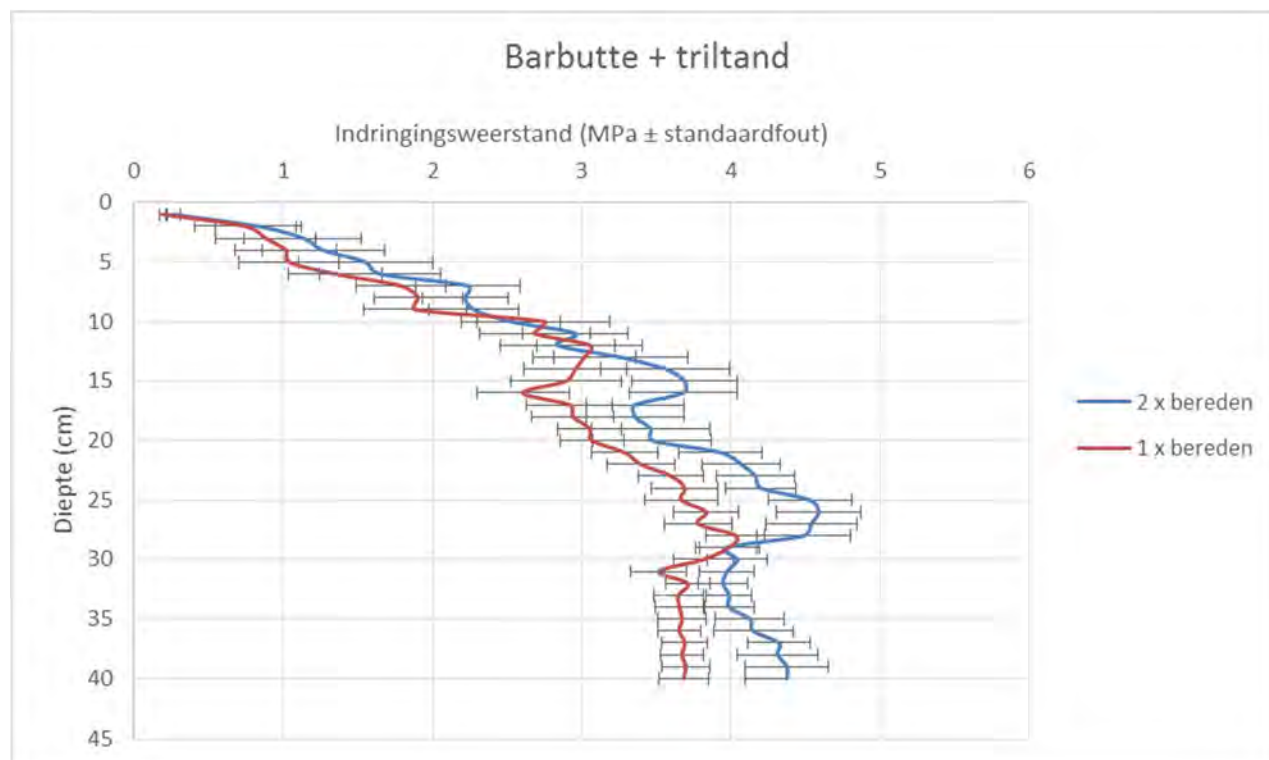
8.5.2 Indringingsweerstand in de tussenrug

Voor uitvoeren van de neerslagsimulaties op 13/08/2017, werd met een penetrologger de indringingsweerstand van de bodem bepaald (op 8/08/2017) in de verschillende objecten. In elk object werden 2 metingen uitgevoerd (2x 10 steken), telkens in de tussenrug om na te gaan in hoeverre de tandbewerkingen de verdichte laag door aanrijden terug opgeheven hebben. Er werd telkens een meting uitgevoerd in een tussenrug waarin 1x gereden werd (met de aangiettractor voor planten, A1 in Figuur 8-3), en een meting in een tussenrug waarin 2x gereden werd (met de aangiettractor voor planten en tijdens het aangieten zelf, A1 en A2 in Figuur 8-4). De metingen werden uitgevoerd in het midden van de helling.

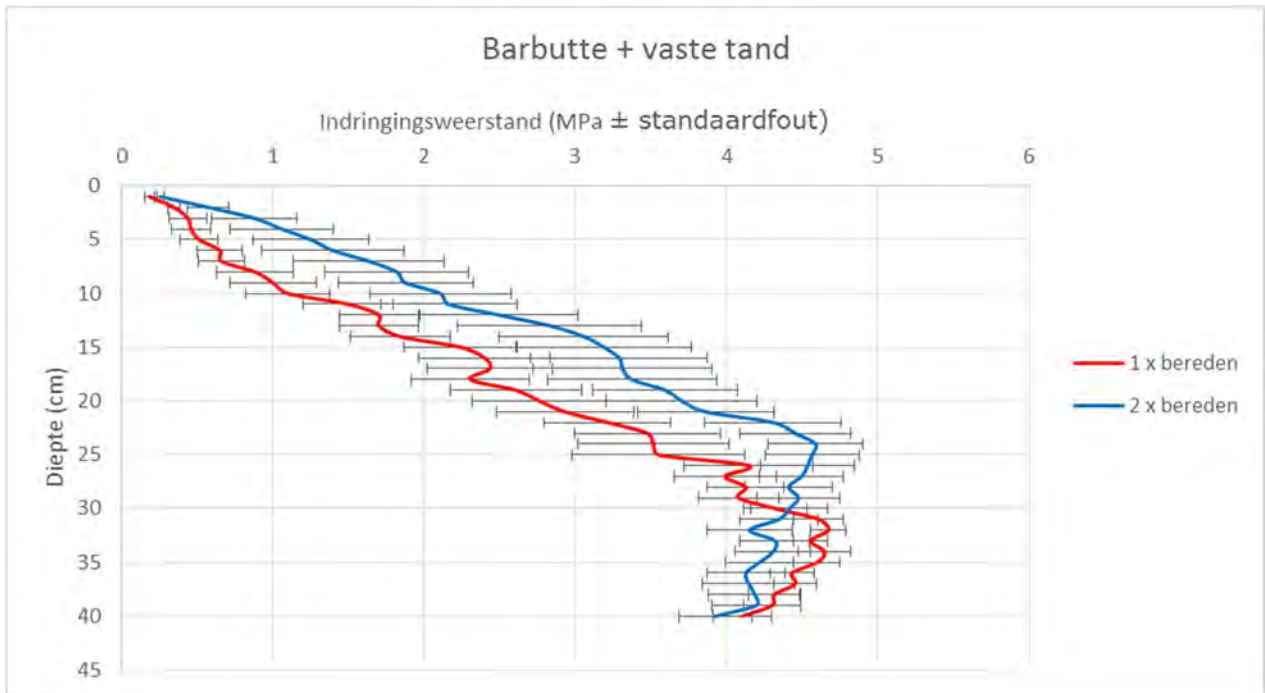
Onderstaande figuren geven de resultaten van de metingen per object. De oppervlakte van de gebruikte conus was 1 cm².



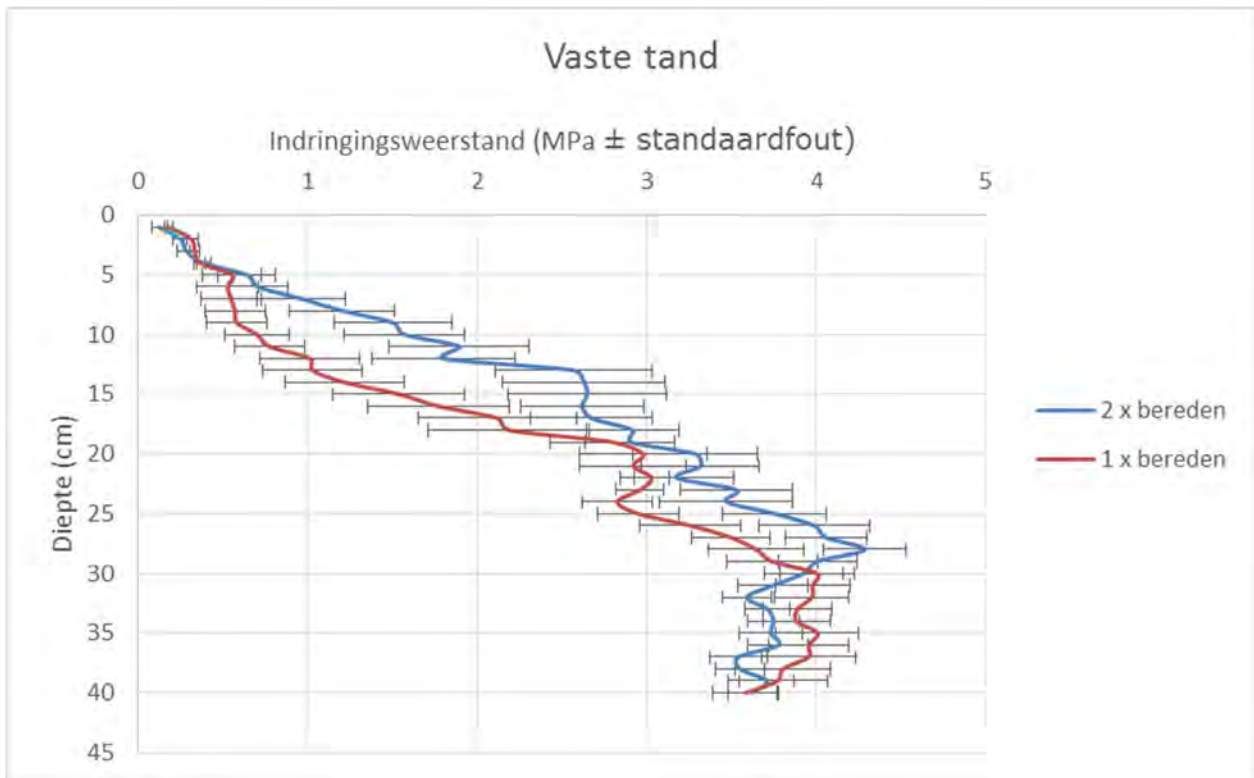
Figuur 8-4: Gemiddelde indringingsweerstand in object 1 (2 x 10 steken).



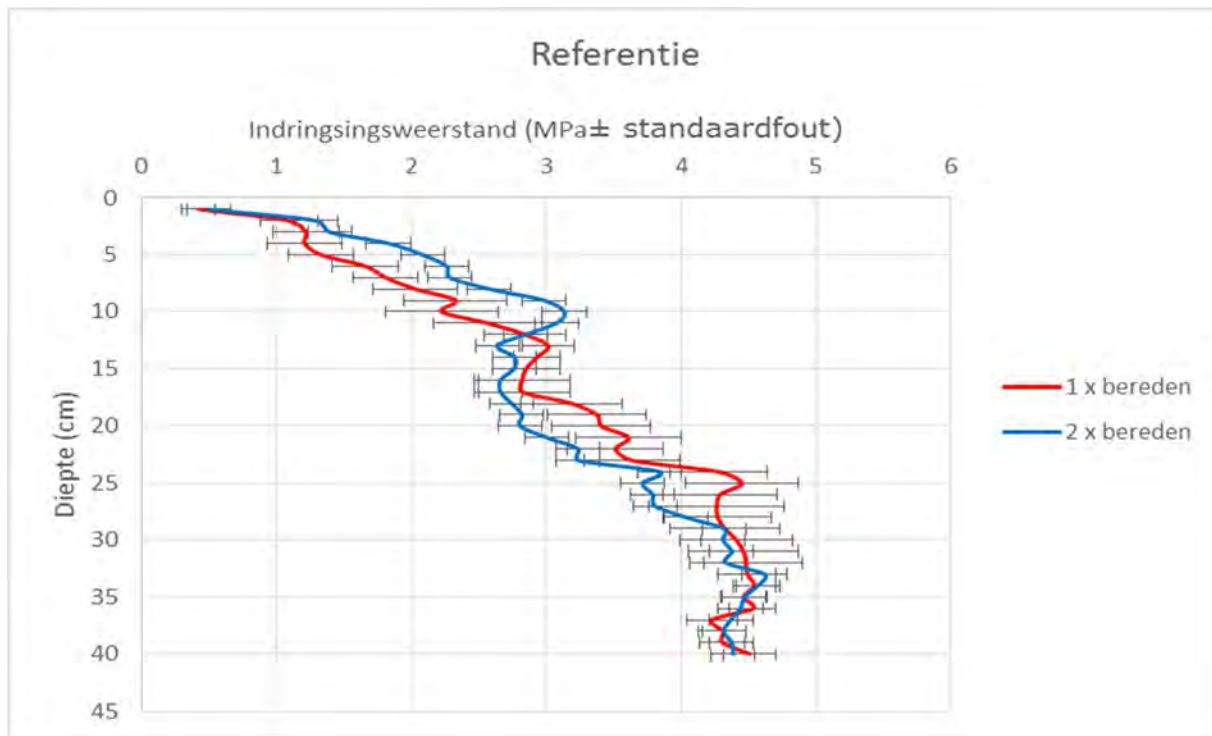
Figuur 8-5: Gemiddelde indringingsweerstand in object 2 (2 x 10 steken).



Figuur 8-6 : Gemiddelde indringingsweerstand in object 3 (2 x 10 steken).



Figuur 8-7 : Gemiddelde indringingsweerstand in object 4 (2 x 10 steken).



Figuur 8-8: Gemiddelde indringingsweerstand in object 5 (2 x 10 steken).

Figuren 8-4 tot 8-8 geven de gemiddelde indringingsweerstand per object gemeten tot een diepte van 40 cm (dieper werden geen verschillen t.a.v. de behandelingen verwacht). Wat direct opvalt is dat de tweede passage met de aangiettractor (dan is hij het zwaarst, gewicht tractor + 1200 L water + aangietvat en sproeiboom) bij alle metingen een hogere indringingsweerstand veroorzaakt.

In objecten 1, 2 en 5 (Barbutte + ganzevoet, Barbutte + triltand en referentie) stijgt de indringingsweerstand vrij snel in de bovenste centimeters. Dit zijn dan ook de objecten waarin de tandbewerking slechts oppervlakkig of niet uitgevoerd werd. Vooral in object 2 (triltand) is dit verrassend. Tijdens de proefaanleg hadden we immers de indruk dat de triltand tot ongeveer een diepte van 5 cm de bodem losmaakte. Waar 1x bereiden werd zien we dat de indringingsweerstand laag blijft tot een diepte van ongeveer 5 cm. Waar 2x bereiden werd was dit niet het geval. Wellicht werkte de triltand minder diep in de dichter aangereden tussenruggen. De tand moet voldoende robuust zijn om ook wielsporen open te werken.

Objecten 3 en 4 (Barbutte + vaste tand en vaste tand) geven een lagere indringingsweerstand in de bovenste bodemlaag. Dit is het effect van de tandbewerking met de vaste tand. Het valt in beide objecten op dat tot een diepte van ongeveer 30 cm, het 2x aanrijden met de aangiettractor tot een aanzienlijke stijging zorgt in de indringingsweerstand in vergelijking met 1x aanrijden. Het is echter opvallend dat dit veel minder of niet wordt vastgesteld in de andere objecten. Gezien het 1x of 2x aanrijden met de aangiettractor voor de aanleg van de proef plaats vond, werd verwacht dat het effect beneden de werkdiepte van de tanden, gelijk zou zijn tussen de objecten. Er is geen verklaring, waarom dit niet zo is.




In objecten 1 en 3 (Barbutte + ganzevoet en barbutte + vaste tand) werd in het spoor waar de aangiettractor maar 1x passeerde ook nog eens gepasseerd met de lichte tractor die gebruikt werd voor de proefaanleg (ongeveer 2000 kg). Gezien de opzet van de proef, kan de invloed van de passage van deze lichte trekker niet bekeken worden. Gezien alle sporen minstens 1x werden bereiden met een veel zwaardere tractor (zie



eerder), wordt verondersteld dat het effect van een passage met de lichtere tractor als verwaarloosbaar beschouwd.

8.5.3 Waarnemingen tijdens de teelt

Op 31 augustus, na een nattere periode (tussen 10/08 en 31/08 viel in totaal 50,4 l/m² neerslag waarvan er 24 l/m² viel op 30/08) werd een staalname uitgevoerd in de sedimentbakken. Deze ging gepaard met een visuele evaluatie van het al dan niet voorkomen van erosie op de verschillende proefvlakken. En overzicht van de waarnemingen wordt in onderstaande Tabel gegeven.







Tabel 8-8: Visuele waarnemingen op 31/08/2017.




<p>Barbutte + ganzevoet</p>		<p>Geen sporen van overstroomde drempeltjes merkbaar. Lichte verslemping.</p>
<p>Barbutte + triltand</p>		<p>Geen sporen van overstroomde drempeltjes merkbaar. Lichte verslemping.</p>
<p>Barbutte + vaste tand</p>		<p>Geen sporen van overstroomde drempeltjes merkbaar. Lichte verslemping. Zijkant van de ruggen duidelijk beschadigd door passage van de vaste tand (de rug werd niet geraakt maar er werd zeer veel grond meegesleept)</p>

Vaste tand		Geen zichtbare sporen van runoff.
Referentie		Duidelijk verschil tussen de rug waar 1x gereden werd (R) en de rug waar 2x gereden werd (L),(ruwer oppervlak door bandenspoor, in deze tussenrug werden de sedimentmetingen uitgevoerd). In beide tussenruggen werd runoff vastgesteld. De tussenrug waarin maar 1x gereden werd verslechte sterker, meer uitgesproken sporen van runoff.

Op 13/11/2017 werd een tweede maal een visuele evaluatie uitgevoerd over het proefveld. In de 48 u voor de waarnemingen viel er ongeveer 35 l/m² aan neerslag. Relatief verspreid over de 48 u, maar met af en toe een hevigere bui. 5 uur voor de waarnemingen viel op 2 uur tijd zo'n 6 l/m². Ongeveer 24 u voor de waarnemingen viel op ongeveer anderhalf uur zo'n 12 l/m². Tussendoor waren er frequent kleinere buien. Er werd voornamelijk gekeken naar het voorkomen van stilstaand water tussen de preiruggen. Omwille van besmetting met papiervlekkenziekte (*Phytophthora porri* L.) wordt geadviseerd om stilstaand water tussen de preiruggen zoveel mogelijk te vermijden. Deze schimmel verspreidt zich immers via opspattend water. Over de ganse lengte van het proefperceel werd gezocht naar plassen met stilstaand water, maar enkel op een korte strook bovenaan de helling (kopakker/strook waarop de oogstmachine keert bij het rooien van aardappelen/intensiever bereiden deel van het perceel) van in totaal ongeveer 5 m lente (op een totale lengte van meer dan 100m) werden plassen tussen de drempeltjes teruggevonden. Op het moment van de waarnemingen werd de prei in de nabijheid van de plassen grondig geïnspecteerd. Er werd nergens papiervlekkenziekte waargenomen. De weersomstandigheden tijdens de proef waren ervoor wel bovengemiddeld droog geweest.

Tabel 8-9: Waarnemingen op 13/11/2017.

	1x BEREDEN	2x BEREDEN
<p>Barbutte + vaste tand met ganzevoet:</p> <p>Relatief veel plassen (enkel bovenaan de helling), voornamelijk in de strook waar 2x gepasseerd werd met een tractorwiel. Er stonden ook plassen in de strook waar maar 1x gepasseerd werd, maar deze waren kleiner.</p>		
<p>Barbutte + triltand</p> <p>Enkel in de sporen waar 2x bereiden werd plasvorming (enkel bovenaan de helling). Duidelijk grotere plassen dan bij de vaste tand (maar kleiner dan de ganzevoet).</p>		
<p>Barbutte + vaste tand met smalle beitel.</p> <p>Waar 2x gereden werd heel beperkt kleine plassen.</p>		

<p>Vaste tand</p> <p>Geen stilstaand water, geen sporen van runoff.</p>		
<p>Referentie :</p> <p>Geen stilstaand water, duidelijke sporen van runoff.</p>		

8.5.4 Regenvalsimulaties

Om het effect van de behandelingen op run-off en erosie objectief te testen, werden op 11 augustus 2017 regenvalsimulaties uitgevoerd met de regenvalsimulator van UGent (Vermang, 2012¹). Er werd in alle behandelingen (BB + vaste tand met ganzevoet, BB + triltand, BB + vaste tand met beitel, vaste tand + beitel en referentie), telkens 1 regenvalsimulatie uitgevoerd. Bij elke regenvalsimulatie werd een erosieveldje afgebakend van 3 ruggen in de breedte (1,95 m) over een lengte van 5 m. In de behandelingen met drempels werden op deze manier steeds 3 drempels per tussenrug opgenomen in het erosieveldje. De veldjes werden steeds zo gepositioneerd dat per behandeling, run-offwater en sediment van een tussenrug die 2x werd bereiden en een tussenrug die 1x werd bereiden, gescheiden werd opgevangen. Per regenvalsimulatie en per object, werd er dus van 2 tussenruggen run-off en erosie opgemeten. Op deze manier kan ook telkens het effect van een extra berijding met de tractor in kaart gebracht worden. De erosieveldjes werden bovenaan van schotten voorzien, zodat enkel run-off en sediment uit het veldje zelf werd opgevangen. Alle regenvalsimulaties werden uitgevoerd in de 30 m bovenaan de helling van het proefperceel. De

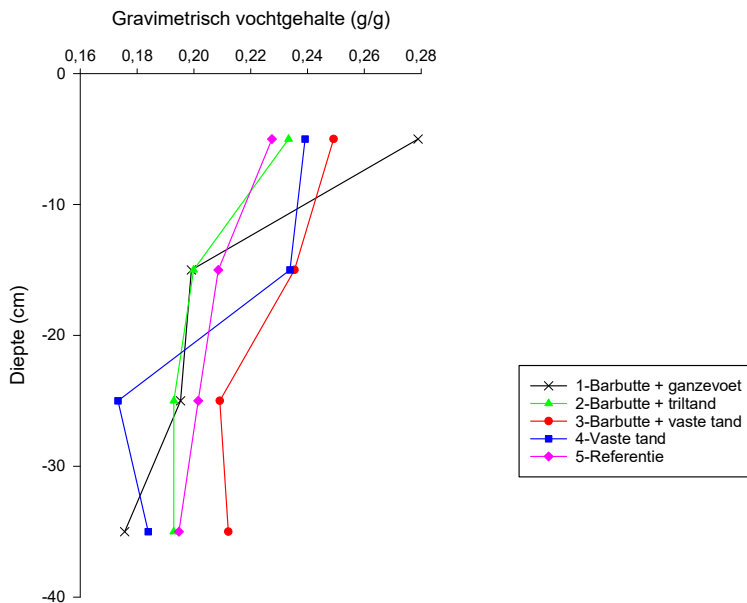
¹ Vermang, J. (2012). Erosion processes and physical quality of loamy soils as affected by reduced tillage. Ghent University. Faculty of Bioscience Engineering, Ghent, Belgium.

hellingsgraad was hier uniform, met name 13,5%. Tijdens de erosiesimulaties werd gedurende 7 tot 10 minuten beregend (naargelang het punt van doorbraak van de drempels) aan een gemiddelde intensiteit van 123 l/m².h. Deze beregening gebeurde met regenwater (leidingwater of putwater bevat dikwijls teveel kalk die het bodemoppervlak stabiliseert). Tijdens het beregenen werd de run-off per tijdseenheid opgetekend. Door telkens ook een staal te nemen voor sedimentconcentratie, kon ook de cumulatieve hoeveelheid erosie worden bepaald. Zowel run-off als cumulatieve erosie werden uitgezet tegen hoeveelheid neerslag (zie verder), omdat op deze wijze rekening wordt gehouden met de lichte schommelingen in neerslagintensiteit tussen de simulaties onderling. Figuur 8-9 geeft een beeld van de simulaties.



Figuur 8-9: Zicht op de regenvalsimulatie in behandeling 5-Referentie (links) en behandeling 2-Barbutte + tritand (rechts).

Voorafgaand aan de regenvalsimulaties viel er redelijk wat neerslag (8-10 augustus: 28,6 l/m²), zodat de het bodemoppervlak bij uitvoeren van de regenvalsimulaties al vrij verzadigd was. Voor aanvang van iedere simulatie werd een bodemvochtstaal genomen ter bepaling van het vochtgehalte in het profiel 0-40 cm (1 steek met een gutsboor). Ter bepaling van het vochtgehalte en bulkdensiteit van het bodemoppervlak (0-5 cm), werd eveneens een staalname uitgevoerd met Kopecky-ringen (in 3 herhalingen). De stalen werden genomen in het tussenspoor dat 1x werd bereiden. In Figuur 8-10 en Tabel 8-10 worden de resultaten van de metingen weergegeven. In het dieptestaal voor vochtgehalte zijn beneden de 10 cm geen grote verschillen op te merken. Het vochtgehalte is in de diepte duidelijk droger dan aan het oppervlak voor alle behandelingen.



Figuur 8-10: Gravimetrisch vochtgehalte (0-40 cm) in het tussenspoor tussen 2 preiruggen die 1x werden bereiden op de posities waar neerslagsimulaties werden uitgevoerd (11 augustus 2017).

Behandeling 4-Vaste tand met smalle beitel heeft het laagste gravimetrisch en volumetrisch vochtgehalte (0-5 cm), welk significant verschillend is van 2-Barbutte+triltand (Tabel 8-10). Vermoedelijk wordt de toplaag minder goed gebroken of terug toegestreden bij de behandelingen met drempels (1, 2 en 3), waardoor het regenwater minder gemakkelijk infiltreert naar de diepte dan bij 4-Vaste tand. Er werden geen significante verschillen gevonden in bulkdensiteit, maar de hoogste bulkdensiteit werd vastgesteld in 5-Referentie, waar de bodem op geen enkele wijze werd losgemaakt na berijden tijdens het planten.

Tabel 8-10: Overzicht van het gemiddelde gravimetrisch en volumetrisch vochtgehalte en de bulkdensiteit (\pm standaardfout, $n=3$) van de toplaag (0-5 cm) van het bodemprofiel in tussenruggen die 1x werden bereiden, vlak voor aanvang van de regenvalsimulaties. Verschillende letters geven significant verschillende groepen aan ($p<0,05$, Tukey-HSD).

Behandeling	Gravimetrisch vochtgehalte (g/g)	Volumetrisch vochtgehalte (g/cm ³)	Bulkdensiteit (g/cm ³)
1. Barbutte + ganzevoet	0,26 \pm 0,01 ^{ab}	0,35 \pm 0,01 ^{bc}	1,34 \pm 0,05
2. Barbutte + triltand	0,28 \pm 0,01 ^b	0,36 \pm 0,01 ^c	1,29 \pm 0,06
3. Barbutte + vaste tand	0,25 \pm 0,01 ^{ab}	0,32 \pm 0,01 ^{ab}	1,28 \pm 0,03
4. Vaste tand	0,23 \pm 0,01 ^a	0,31 \pm 0,01 ^a	1,33 \pm 0,03
5. Referentie	0,24 \pm 0,01 ^{ab}	0,33 \pm 0,01 ^{abc}	1,38 \pm 0,04

Net voor de regenvalsimulaties werd de drempelhoogte bepaald van alle drempels in de erosieveldjes van behandelingen 1, 2 en 3, met behulp van de pinmeter en beeldverwerking (ImageJ) (Figuur 8-11 en Tabel 8-11). In alle behandelingen werd op basis van de 'random roughness' en de 'turtuositeit', de bodemruwheid van het bodemoppervlak ingeschat (in 3 herhalingen per tussenrug, per regenvalsimulatie)(KU Leuven:

Langhans et al., 2011¹). De random roughness is uitgedrukt in mm en geeft aan in welke mate de posities op het bodemoppervlak verticaal van een perfect rechte lijn (gemiddeld) afwijken. De turtuosity heeft geen eenheid en geeft de afstand aan tussen een punt A en een punt B aan het bodemoppervlak indien men het (micro)reliëf van het bodemoppervlak zou volgen, in plaats van in 1 rechte lijn van punt A naar punt B te gaan. Bij een turtuosity van bv. 1,4 en een afstand van 1 m tussen punt A en punt B, zal men 1,4 m moeten afleggen indien het bodemoppervlak wordt gevolgd. Wanneer het bodemoppervlak perfect vlak is, liggen alle zwarte punten op 1 lijn en is er geen ruwheid. De random roughness is dan 0 mm en de turtuosity is gelijk aan 1. Hoe hoger beide waarden, hoe ruwer het oppervlak. De pinmeter bestaat uit een bord met staafjes die we laten zakken tot het bodemoppervlak. Bovenaan het staafje is een zwart plastic hoesje bevestigd. Door een foto te nemen van de positie van deze zwarte punten op een witte achtergrond en de nodige beeldcorrecties uit te voeren, kan via ImageJ een berekening gemaakt worden van de individuele positie van ieder zwart punt en dus ieder punt op het bodemoppervlak ten opzichte van elkaar. Op basis van deze posities worden random roughness en turtuosity uitgerekend.



Figuur 8-11: Zicht op de pinmeter bij bepaling van de drempelhoogte in de behandeling 1-Barbutte + ganzevoet (links) en bepaling van de bodemruwheid in behandeling 5-Referentie (rechts).

In Tabel 8-11 valt op dat het 2x berijden in alle behandelingen met drempels een duidelijk effect heeft op de drempelhoogte. Wanneer de tussenrug meer is bereiden, zullen de drempels dus lager zijn en minder water kunnen bufferen. De bodemruwheidsparameters random roughness en turtuositeit verschillen weinig of niet tussen 1-Barbutte + ganzevoet en 2-Barbutte + triltand, al zijn de drempels lager bij 2-Barbutte + triltand. Door het trillen van de tand werden grote kluiten verkleind en kon aan hoge snelheid gereden worden. Er werd als gevolg minder aarde meegenomen, maar de aanleg van de drempels gebeurde vlotter en gelijkmatiger. Bovendien was de gebruikte beitel hier smaller. De laagste drempels werden vastgesteld bij 3-Barbutte+vaste tand. Dit is onverwacht. Aangezien de vaste tand het diepste werkte, zou hier de meeste losse grond ter beschikking moeten zijn van de Barbutte en hoogste drempel moeten kunnen opgebouwd worden. Dit heeft wellicht te maken met de afstelling van de machine. Het duurde even vooraleer de juiste afstelling gevonden kon worden. Wellicht werden de metingen uitgevoerd in een stuk van de proef waar de tand te ondiep zat.

Er werd visueel bijna geen verschil geobserveerd in de bodemruwheid tussen 5-Referentie en 4-vaste tand. Toch was tortuositeit een stuk hoger bij de vaste tand bij 1x berijding dan bij de andere behandelingen.

¹ Langhans, C., Govers, G., Diels, J., Leys, A., Clymans, W., Van den Putte, A., Valckx, J., 2011. Experimental rainfall-runoff data: Reconsidering the concept of infiltration capacity. *Journal of Hydrology* 399: 255-262

Tabel 8-11: Overzicht van de gemiddelde random roughness en turtuositeit (\pm standaardfout, $n=3$) als maateenheden van de bodemruwheid en de gemiddelde drempelhoogte (\pm standaardfout, $n=3$) in de tussenporen die 1x en 2x werden bereiden op de posities waar de neerslagsimulaties werden uitgevoerd. Deze bepalingen gebeurden op basis van een pinmeter en beeldanalyse.

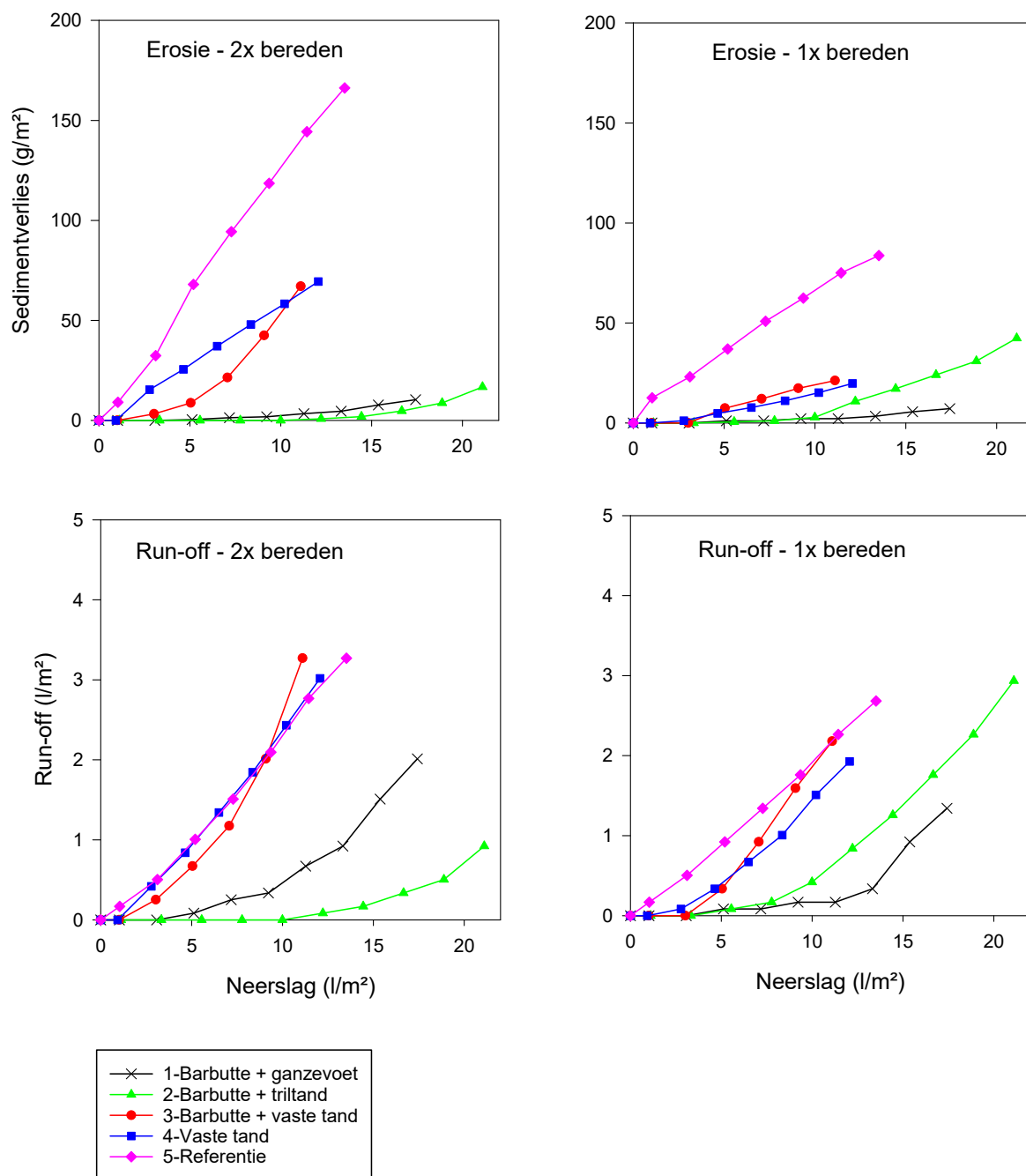
Behandeling	Random roughness (mm)		Turtuositeit		Drempelhoogte (cm)	
	1x bereiden	2x bereiden	1x bereiden	2x bereiden	1x bereiden	2x bereiden
1. Barbutte + ganzevoet	36 \pm 2	35 \pm 2	1,18 \pm 0,04	1,19 \pm 0,06	10,7 \pm 0,2	8,5 \pm 0,3
2. Barbutte + triltand	32 \pm 1	41 \pm 1	1,19 \pm 0,03	1,18 \pm 0,04	8,9 \pm 0,5	7,6 \pm 0,8
3. Barbutte + vaste tand	24 \pm 2	14 \pm 1	1,06 \pm 0,02	1,10 \pm 0,04	6,8 \pm 0,8*	2,8 \pm 0,6*
4. Vaste tand	11 \pm 3	9 \pm 2	1,31 \pm 0,01	1,12 \pm 0,01	-	-
5. Referentie	7 \pm 2	3 \pm <1	1,12 \pm 0,04	1,05 \pm 0,01	-	-

* Het aanleggen van de drempeltjes in combinatie met een vaste tandbewerking vereiste heel wat afstelling. De eerste 30 m van het proefveld waren de drempeltjes door die afstelling vrij heterogeen. De regenvalsimulaties werden (wegens plaatsgebrek) uitgevoerd op een deel van het proefveld waar de drempeltjes een stuk lager waren dan gemiddeld.

In Figuur 8-12 worden de resultaten van run-off en sedimentverlies (erosie) weergegeven van alle neerslagsimulaties, gescheiden voor tussenruggen die 1x en 2x werden bereiden bij planten.

Door een vaste tandbewerking werd bij intensieve regenval de run-off weinig (1x bereiden tussenrug) of niet (2x bereiden tussenrug) verlaagd in vergelijking met de referentie. Toch wordt het verlies aan sediment door de vaste tand bewerking verlaagd. Het water infiltreerde in 4-Vaste tand dus blijkbaar niet beter in de bodem, maar nam wel minder bodemdeeltjes mee. De behandelingen 1-Barbutte + ganzevoet en 2-Barbutte + triltand deden het zoals verwacht vrij goed. De drempels waren met 8 tot 11 cm hoog genoeg om het afstromend regenwater te bufferen tot een regenbui van ongeveer 10 l/m² in 5 minuten. Ondanks dat bij verder beregenen, de drempels overstroonden en dus de run-off exponentieel toenam, nam het sedimentverlies in veel mindere mate toe. Waarom er meer sedimentverlies was in behandeling 2-Barbutte + triltand na 1x berijden, dan na 2x berijden is niet duidelijk.

In behandeling 3-Barbutte + vaste tand, waren de drempels tot de helft lager dan in de andere behandelingen met drempels, als gevolg van een slechte afstelling van de machine op de positie waar de regenvalsimulaties dienden uitgevoerd te worden. Het gevolg is dat de run-off zowel na 1x als na 2x berijden nauwelijks lager is dan bij 5-Referentie. Het sedimentverlies is dan weer vergelijkbaar met dat bij gebruik van de vaste tand zonder drempels.



Figuur 8-12: Verloop van de run-off en sedimentverliezen in functie van de neerslag gesimuleerd op 11 augustus 2017. Er werd onderscheid gemaakt tussen run-off en erosie in een tussenspoor dat 2x en een tussenspoor dat 1x werd bereiden.

Soms wordt vooropgesteld dat door het aanrijden van de tussenrug met de tractorwielen, de bodem zo wordt aangedrukt dat het oppervlakkig afstromend regenwater weg kan stromen, maar dat bodemdeeltjes blijven liggen. Uit Figuur 8-12, blijkt echter dat door het meer berijden (2x i.p.v. 1x), er nauwelijks verschil is in run-off (behandeling 5-Referentie), maar dat het sedimentverlies bijna verdubbelt.

8.5.5 Sedimentmetingen via opvangbakken

Sedimentmetingen werden uitgevoerd door in elk object in 1 tussenrug een kuip met een volume van 90 L in te graven waarin afstromend water en sediment via een opvangstuk opgevangen werd. Na periodes van intense regenval werden de kuipen geïnspecteerd. Het volume aan runoff per kuip werd gemeten, en indien er water + sediment aanwezig was werden stalen genomen. De vloeistof werd opgeroerd zodat alle sediment in suspensie was. Op dat ogenblik werden 2 stalen van 1 L opgescheept uit de bak waarvan het drooggewicht bepaald werd om een beeld te vormen van het sedimentverlies. In elk object werd slechts 1 kuip ingegraven wegens plaatsgebrek. Ze werd telkens ingegraven in een tussenrug die 2x bereiden werd door de aangiettractor bij aanplant van de prei (Figuur 8-3).

30 meter hellingopwaarts van de kuipen werd de tussenrug afgezet en werd afstromend water van hogerop de helling afgeleid naar een naburige tussenrug. Zodat de afstand waarover de sedimentverliezen berekend werd voor alle kuipen dezelfde is. De breedte van de beschouwde strook was telkens 65 cm. Er wordt gerekend met de oppervlakte tussen het midden van 2 naburige preiruggen omdat water dat op de ruggen terecht komt ofwel infiltreert (beperkt) of afstroomt naar de tussenrug. Er werd nooit runoff waargenomen bovenop de preiruggen.



Figuur 8-13 : Opvangbak voor runoff

Een overzicht van de gemeten runoff en sedimentverliezen per object (cumulatief) wordt gegeven in Tabellen 8-12 en 8 -13. Over de ganse periode waarop metingen uitgevoerd werden viel in totaal 261,2 l/m² (20 L/m² hiervan is eigenlijk een berekening uitgevoerd door de teler). Deze neerslag viel zeer verspreid, over de ganse periode kwamen maar enkele regenbuien van meer dan 20 l/m².dag voor. Vooral eind augustus/ begin september kwamen enkele intensieve buien voor. Op 30/08/2017 viel in totaal 27.6 l/m². Op 8/09 werd een bui van 15 L/m² geregistreerd en op 14/09 werd een bui van 18 L/m² geregistreerd. Op

31/07/2017 werd door de teler bovendien berekend, er werd 20 L/m² gegeven in een korte tijd. In oktober en november kwamen frequent buien van een matige intensiteit voor (± 5 L/m²).

Tabel 8-12: Cumulatieve runoff opgemeten per object.

		Cumulatieve runoff			
		10/08/2017	31/08/2017	15/09/2017	14/11/2017
Obj		l/m ²	l/m ²	l/m ²	l/m ²
1	BB + vaste tand met ganzevoet	0,00	0,00	0,00	**
2	BB + triltand	0,00	0,00	0,00	0,00
3	BB + vaste tand met smalle beitel	0,00	0,00	0,00	**
4	Vaste tand met smalle beitel	0,00	0,48	0,48	1,75
5	Referentie	1,19	5,81	5,89	7,16
Neerslag (cumulatief sinds ingraven bakken)*		92,2	150,8	195,2	281,2

*op 31/07 werd door de teler berekend (20 l/m²) dit werd opgeteld bij de neerslag.

** geen meting mogelijk wegens beschadiging proefopzet.

Tabel 8-13: Cumulatieve erosie (g/m²) opgemeten per object.

		Cumulatieve erosie			
		10/08/2017	31/08/2017	15/09/2017	14/11/2017
Obj		g/m ²	g/m ²	g/m ²	g/m ²
1	BB + vaste tand met ganzevoet	0	0	0	**
2	BB + triltand	0	0	0	0
3	BB + vaste tand met smalle beitel		0	0	**
4	Vaste tand met smalle beitel	0	19	19	32
5	Referentie	237	409	414	506

** geen meting mogelijk wegens beschadiging proefopzet

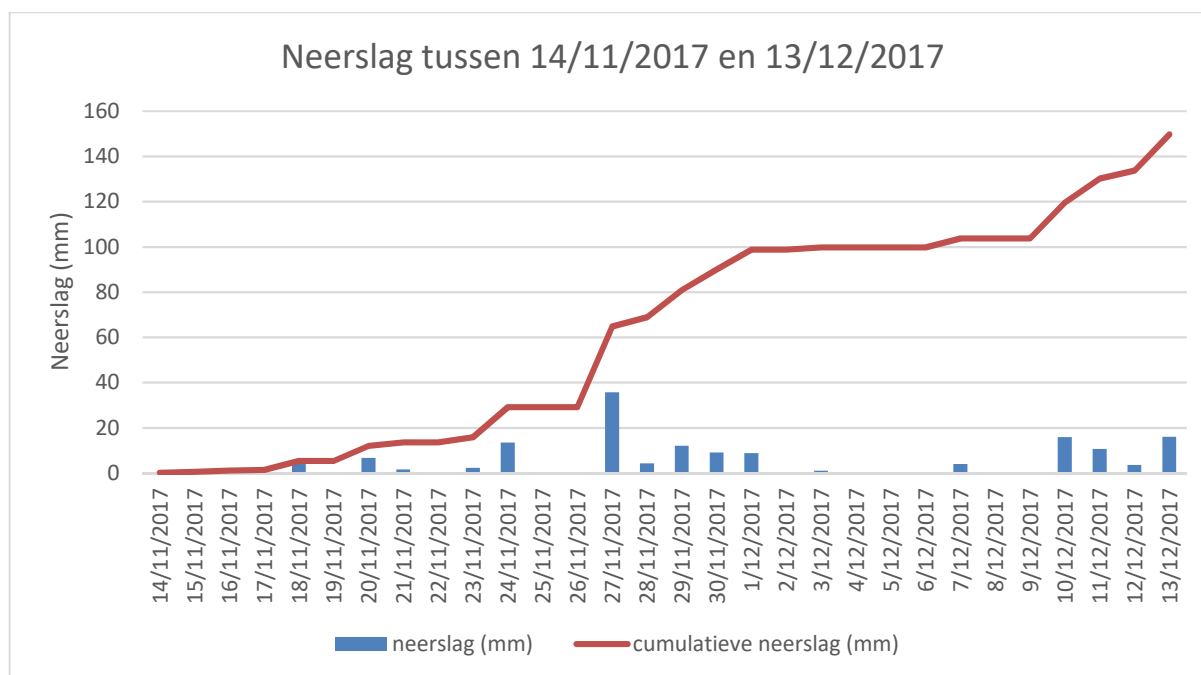
Op 14/11/2017 was het niet mogelijk om metingen uit te voeren in de objecten 1 en 3. Er was discussie ontstaan tussen een aantal telers naar aanleiding van een bespreking op de technische adviesraad op 9/11/2017. Men is de verschillende sedimentbakken komen bekijken na redelijke neerslag op 11 en 12 november. Bij het terugleggen van de deksels zijn de zandzakken die de deksels op hun plaats moeten houden in de putten gevallen. Bij inspectie op 14/11/2017 waren geen zichtbare sporen van runoff zichtbaar. Wellicht was er geen runoff te meer omdat in object 2 ook geen runoff of sediment teruggevonden werd.

8.5.6 Waarnemingen bij oogst.

Het belangrijkste argument van de teler om de drempeltjes of tandbewerkingen niet te gebruiken is de vrees dat – in natte jaren – de draagkracht van de bodem sterk afneemt door het loswoelen van de bovenste bodemlaag. De gangbare praktijk van de teler is om de bovenste bodemlaag dicht te rijden bij aanplanten (zoals in de referentie). Deze dichtgereden laag zou dan voldoende grip moeten geven aan de banden om de prei uit te rijden. Indien de bodem losgemaakt wordt zakt de band in theorie dieper weg in de bodem tot hij op een bepaalde diepte grip vindt.

De prei wordt geogst in etappes naargelang de prijs die ervoor gegeven wordt, de toegankelijkheid van het perceel, en de beschikbaarheid van arbeidskrachten om de prei te rooien en marktklaar te maken.

Bij de rooi wordt begonnen in het midden van het perceel. Er wordt zowel hellingafwaarts als hellingopwaarts gerooid. Zo krijg je een gerooide strook land in het midden van het perceel die naar de zijkanten van het perceel uitbreidt. Het is praktisch zo goed als onmogelijk om alle verschillende stroken in de proef op hetzelfde ogenblik te rooien. Op 14/12/2017 werd de prei gerooid in object 2 (drempeltjes + triltand) en object 3 (drempeltjes + vaste tand) (helling afwaarts), en kon een inschatting gemaakt worden van de diepte van de insporing. Dit kon vergeleken worden met een strook waar de teler de bodem dichtgereden had bij aanplant (hellingopwaarts). In de maand voorafgaand aan de rooi viel zeer veel neerslag (Figuur 8-14). In totaal ongeveer 140 l/m². De 4 dagen voorafgaand aan de rooi waren goed voor 45 l/m² (Data afkomstig van de meest nabije datalogger (Ieper), bevestigd door de teler).



Figuur 8-14 : Gevallen neerslag in de maand voorafgaand aan de rooi van de prei.

Figuur 8-15 geeft een beeld van de insporing gemaakt door de trekker + klembandrooier (in totaal 13 ton) bij het rooien van de prei op de helling. De diepte van insporing is in beide stroken (drempeltjes+vaste tand en referentie teler) een 10-tal centimeter. De strook waar drempeltjes en een vaste tandbewerking uitgevoerd werd, werd wel hellingafwaarts gerooid terwijl de strook die dichtgereden werd bij aanplant hellingopwaarts gerooid werd. Figuur 8-16 geeft een beeld van de insporing onderaan de helling. Daar kon

wel vastgesteld worden dat de draagkracht van de bodem lager was (insporing tot 20 cm diep, in de referentie was dit 10 a 15 cm) wanneer de bodem bij aanplant losgewoeld werd met een vaste tand (+drempeltjes).

De omstandigheden onderaan de helling waren wel natter in de strook met drempeltjes in vergelijking met de omstandigheden onderaan de dichtgereden strook (terwijl er geen runoff was). De zwaarste insporing gebeurt onderaan de helling door het keren van de trekker + klembandrooier. Een beeld van de kopakker onderaan de helling na keren van de trekker wordt gegeven in Figuur 8-17.

Wellicht kunnen de nattere omstandigheden onderaan de helling in de strook met drempeltjes verklaard worden door 2 factoren. Enerzijds wordt – voornamelijk in object 3 (Barbutte + vaste tand) – een deel van de dichtgereden harde bodemlaag aan de oppervlakte terug opengebrouwen waardoor de wielen van de trekken dieper wegzinken vooraleer ze grip vinden.

Anderzijds zijn de omstandigheden er wellicht natter door sub-surface flow. De drempeltjes voorkwamen runoff. Dat water infiltreerde en zakte langzaam de helling af (in heuvelland wordt bovendien op een diepte van 60 cm tot 1 m meestal een laag ieperiaanse klei aangetroffen). Onderaan de helling raakt de bodem zo verzadigd met water. In object 5 (referentie) stroomde een groot deel van de neerslag van de voorbije maand gewoon de helling af en kwam zo in de beek terecht waardoor de omstandigheden onderaan de helling dus droger waren.

Tenslotte moet nog vermeld worden dat bij het rooien van de prei geen enkele hinder ondervonden werd van de resten van de aanwezige drempeltjes (die toch nog hoger dan 5 cm waren). De drempeltjes worden open gewoeld door de klembandrooier vooraleer de wielen van de rooier of de trekker passeren. In de tussenruggen met drempeltjes werd ook na de intensieve neerslag in de periode november – december geen stilstaand water aangetroffen.



Figuur 8-15: Vergelijking van de insporing op de helling tussen een strook met drempeltjes + vaste tandbewerking (L) en een strook dichtgereden bij aanplant (R).



Figuur 8-16: Vergelijking van de insporing onderaan de helling tussen een strook met drempeltjes + vaste tandbewerking (L) en een strook dichtgereden bij aanplant (R).



Figuur 8-17: Kopakker onderaan de helling na keren van de klembandrooier.

8.6 Bespreking en besluit

8.6.1 Aanleg van de drempeltjes.

De drempeltjes werden aangelegd in goede omstandigheden. De bodem lag los en was vochtig maar niet te vochtig. Voor aanlag van de verschillende behandelingen werd de bodem in de tussenruggen over het

ganse perceel dichtgereden door de teler (soms 2x bij aangieten). Deze dichtgereden bovenste laag verklaart het voorkomen van grote kluiten wanneer de bodem opengebrouwen wordt.

Enkel de behandeling van de barbutte + triltand kon vlot, zonder al te veel afstelwerk en aan hoge snelheid aangelegd worden. Er kon niet dieper dan 5 cm gewerkt worden omwille van het risico op breuk. Een iets stevigere maar niet te robuuste triltand zou misschien nog beter geweest zijn voor de aanleg van drempeltjes.

Een vaste tand zonder Barbutte is een tweede optie die relatief vlot werkt. Deze behandeling vroeg wel wat meer afstelwerk. De drempelhoogte was te laag op de positie waar de regenvalsimulaties dienden uitgevoerd te worden, met een slechtere score op vlak van erosie tot gevolg. Een betere afstelling, zorgde voor hogere drempels. Er kon ook niet al te diep gewerkt worden (maximaal 7 cm) omdat anders te veel grote kluiten meegesleept werden en tot bovenop de ruggen geworpen werden.

8.6.2 Neerslagsimulaties en sedimentmetingen.

Het aanleggen van drempeltjes (8 – 11 cm) was voldoende om in dit seizoen geen runoff waar te nemen in de sedimentbakken. Uit de neerslagsimulaties bleek bovendien dat de drempeltjes bij intensieve neerslag niet doorbreken maar eerder overstromen. Elke drempel vormt zo een kleine sedimentvang en het afstromende water bevat verhoudingsgewijs minder sediment.

Ook een behandeling met een vaste tand zonder drempeltjes kan erosie beperken. Bij de regenvalsimulaties, waarbij hevige regen wordt gesimuleerd, had de tandbewerking weinig effect op de run-off, maar werd de erosie wel verlaagd. Op basis van de sedimentbakken in een periode van verspreide regen en geen intense buien, werd vastgesteld dat run-off en erosie werden verlaagd door de tandbewerking, maar niet volledig tot nul werd herleid zoals bij de drempeltjes.

Samengevat zijn de drempeltjes de beste optie naar beperking van erosie toe bij zowel intensieve buien als gespreide regen. De vaste tandbewerking is minder efficiënt, maar kan eveneens de erosie beperken. Compactie van de bovenste bodemlaag dient vermeden te worden. In de tussenruggen die 2x bereiden werden door de aangiettractor werd bij de regenvalsimulaties gemiddeld genomen dubbel zoveel erosie waargenomen als in de tussenruggen die maar 1x bereiden werden, ook al was de run-off gelijklopend.

8.6.3 Waarnemingen

Uitvoering van penetrologgermetingen kort na de proefaanleg toont aan dat enkel een behandeling met een vaste tand + smalle beitel (met of zonder drempeltjes) met een diepte van ongeveer 7 cm voldoende was om de dichtgereden laag van aanplant en aangieten te doorbreken. Ondiepere bewerkingen in combinatie met voldoende grote drempeltjes slaagden er echter ook in om de meeste runoff en erosie tegen te gaan.

Tussen de drempeltjes werd nauwelijks stilstaand water aangetroffen. Enkel bovenaan de helling (waar wellicht problemen zijn dieper in de bodem) werd – onmiddellijk na een periode van intensieve neerslag – een beperkte hoeveelheid stilstaand water aangetroffen. De plassen waren groter in de sporen die 2x

bereden werden en in object 1 (Barbutte + beitel met ganzevoet) waar de bewerking met de tand het minst diep was.

8.6.4 Oogst en bevindingen van de teler.

Bij oogst – in natte omstandigheden – was de invloed van het verbreken van de aangedrukte bodemlaag tussen de ruggen al bij al beperkt. Op de helling zelf bleef de insporing beperkt tot ongeveer 10 cm, en was ze vergelijkbaar voor object 3 (barbutte + beitel met vaste tand) en een door de teler dichtgereden strook. Onderaan de helling was de insporing wel duidelijk dieper in object 3. De omstandigheden waren daar ook duidelijk natter (hoewel er hier geen runoff was). Dit kan wellicht verklaard worden door sub – surface flow. Over de volledige lengte van de helling kon water infiltreren dat dan onderaan de helling terug aan de oppervlakte kwam.

De aanwezigheid van drempeltjes tussen de ruggen hinderen de oogstwerkzaamheden niet.

De teler vermoedde achteraf dat de opbrengst in de stroken met drempeltjes hoger lag door de betere beschikbaarheid van water tijdens het – zeer droge – teeltseizoen. Een aantal telers gaven aan dat dit een belangrijke reden kan zijn om drempeltjes te gaan gebruiken. Dit kan een belangrijk argument zijn bij het promoten van de praktijk in prei.

9 Ruggenteelt witloofwortelen Merchtem: drempels en tandbewerkingen tussen de ruggen

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

9.1 Doelstelling van de veldproef

Bij de ruggenteelten kan een drempelmachine worden ingezet om erosiedrempeltjes te maken tussen de ruggen, die afstromend water bufferen en zo erosie voorkomen. In de teelt van witloofwortelen, vormen deze drempeltjes een teelttechnisch probleem. Omdat ruggen trekken, zaaien en schoffelen op verschillende tijdstippen gebeuren, dienen drempeltjes na iedere bewerking opnieuw aangelegd te worden. Bovendien kunnen de drempeltjes ook problemen vormen bij iedere nieuwe bewerking (schokken van de tractor) en mogelijk ook bij oogst. De diepte van ontbladeren is erg belangrijk en wordt bepaald door een voeler of steunwiel, die mogelijk hinder ondervindt van de oneffenheden in het terrein. Een alternatief voor drempeltjes kan een vaste tand bewerking zijn. Door een vaste tand bewerking kan de verdichte laag in de tussenrij worden gebroken, zodat water beter naar de diepte kan sijpelen. Bovendien zou een vaste tand minder storend reliëf veroorzaken.

Witloof wordt in het late voorjaar gezaaid, een periode waarin veelal droogte kan voorkomen. Omdat het zaad zeer ondiep ligt (1-1,5 cm) is een regenbui net na zaaien ideaal om de kieming op gang te brengen. Bij aanhoudende droogte blijft de kieming achter. Bij een sterke droogte na hevige regenbuien, kan er een korst ontstaan waar niet alle kiemplantjes door breken. Ontbrekende planten, betekent minder wortels, maar ook dat de naburige wortels te dik kunnen gaan worden. Niet-kerend werken zal de capillariteit in theorie niet of minder onderbreken in vergelijking met ploegen. Het is echter niet zeker dat na de intensieve bodembewerking en ruggen trekken er nog een effect is op het vochtgehalte vlak na zaai.

Hieruit volgen volgende onderzoeksvragen:

1. In welke mate wordt bodemerosie beperkt door het uitvoeren van een diepe tandbewerking en het aanleggen van drempels tussen de ruggen?
2. Wat is het belang van de type tand (zowel voor de drempels als voor een tandbewerking op zichzelf) en werkdiepte?
3. Kan er een verschil gedetecteerd worden in vochtvoorziening van de ruggen tussen winterploegen en diepe niet-kerende bodembewerking?

9.2 Beschrijving perceel

9.2.1 Situering landbouwbedrijf

De hoofdzetel van het landbouwbedrijf waar deze veldproef werd aangelegd, is gelegen te Merchtem. De percelen van dit bedrijf bevinden zich ook in en rondom Merchtem. Merchtem behoort tot de zandleemstreek. De meeste percelen hebben dan ook een zandleemtextuur, maar sommige (zoals het proefperceel) hebben een leemtextuur. De hoofdtak van het bedrijf is de teelt van (baby)witloof op hydrocultuur. Voor de wortelproductie wordt jaarlijks ongeveer 40 tot 60 ha witloof op ruggen uitgezaaid (2 rijen per rug en ruggen op 75 cm). De teelt van witloofwortelen gebeurt gedeeltelijk op eigen percelen, gedeeltelijk op percelen in seizoenpacht. Dit is voornamelijk om een ruime vruchtafwisseling te realiseren.

Witloofwortelen worden best slechts om de 5 à 7 jaar op dezelfde plek geteeld. Een aantal van de eigen percelen of percelen in seizoenpacht zijn groot naar Vlaamse maatstaven (>10 ha en >20 ha). Een aantal van deze grote percelen zijn op de erosiegevoeligheidskaart rood ingekleurd. Seizoenpacht op percelen met een zeer hoge erosiegevoeligheid (paars) worden vermeden. Naast de witlooftak, heeft het bedrijf ook een akkerbouwtak, met o.a. de gewassen wintergerst, wintertarwe, korrelmaïs en aardappelen. De hoofdbodembewerking wordt in hoofdzaak met de ploeg uitgevoerd, maar er werden reeds enkele positieve resultaten bereikt in experimenten met niet-kerende bodembewerking, ook in de ruggenteelt van witloofwortelen.

9.2.2 Beschrijving van het proefperceel

Regio: Merchtem

Bodemtextuur: Leem

Bodemkaart: Aca1 (matig droge leembodem met textuur B horizont)

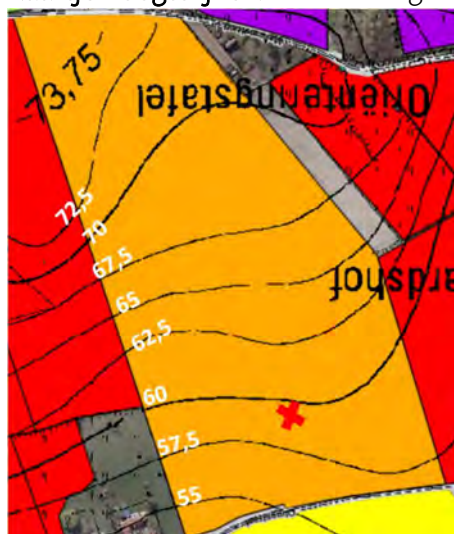
Erosieklasse: Oranje

Voorvrucht: wintergraan

Groenbedekker/vanggewas: facelia en Japanse haver

Helling proefvlak: 4,5-5,5%

Kaartje hoogtelijnen: rood kruis geeft positie van het proefvlak aan



Het veldexperiment omvat enkel het aanleggen van verschillende types drempels en tandbewerkingen tussen de ruggen. Het teelttechnisch verloop van de witloofteelt werd nergens aangepast en ook niet verder opgevolgd. Dit rapport omvat dan ook geen gegevens van ras, bespuitingen en andere teeltaspecten.

De groenbedekker (facelia en Japanse haver) ontwikkelde zich goed. De landbouwer verdeelde het perceel op eigen initiatief in 4 stroken met verschillende bodembewerking: winterploegen, voorjaarsploegen, diepe niet-kerende bodembewerking in het voorjaar en spitfrozen in het voorjaar. De proef werd gedeeltelijk aangelegd in de strook winterploegen en gedeeltelijk in de strook diepe niet-kerende bodembewerking in het voorjaar. Hiervoor werden een aantal ruggen over de volledige lengte geselecteerd. Drempels en tandbewerkingen werden ook uitgevoerd over de volledige lengte van het perceel, maar voor de opvolging van de erosie werd 1 plek uitgekozen voor alle behandelingen (zie rood kruis op kaartje hierboven).

De ruggen werden rond 1 mei getrokken in alle stroken van het perceel. In de ruggen na winterploegen werden geen gewasresten van de groenbedekker geobserveerd. In de ruggen na de diepe niet-kerende bodembewerking waren soms stukjes gewasresten zichtbaar, maar dit was ondanks de goede ontwikkeling van de groenbedekker zeer beperkt. Vermoedelijk zijn door de bodembewerkingen, de gewasstukjes reeds grotendeels gemineraliseerd, maar ook sterk versneden en in de bodem ingewerkt (zeker bij het aanfrezen van de ruggen)

9.3 Beschrijving veldproef

Het voorjaar van 2017 was gekenmerkt door sterke droogte. Gezien witloof een fijnzadige teelt is en erg ondiep wordt gezaaid, is dit gewas in de fase van kieming erg gevoelig. Bij droogte is er geen kieming of een onregelmatige kieming en bij droogte na regen, kan het kiemplantje soms niet doordringen door de oppervlakkige korst. Op zich is het verlies van enkele planten niet erg, maar waar uitval is, worden de planten in de omgeving te groot en dus de wortels te dik voor de forcerie. In afwachting van regen werd de zaai uitgesteld tot begin juni. Na een zeer beperkte regenval van 5 juni, werd beslist om toch te zaaien en over te gaan tot beregening. Tussen 5 en 14 juni werd daartoe 5 keer met vaten water over het perceel gereden. Een tractor op sproeiwielen trok hierbij een watervat ($\pm 5\ 000$ l) met gestuurde as op sproei banden. Het vat brengt met een sproei boom water precies op de plek waar de zaden zich bevinden bovenop de rug (2 rijen per rug). Ondanks de droogte, de grote draagkracht van de bodem en dat de tussenruimte tussen de ruggen niet nat werd gemaakt, werd met het grote gewicht per eenheid oppervlakte de bodem in de bovenste 10 cm sterk gecompacteerd. Bij deze beregening werd 50% van de tussenruggen bereden (steeds dezelfde). De beregeningen in combinatie met de regen van 9 juni (± 15 mm) waren voldoende om het witloof te laten opkomen.

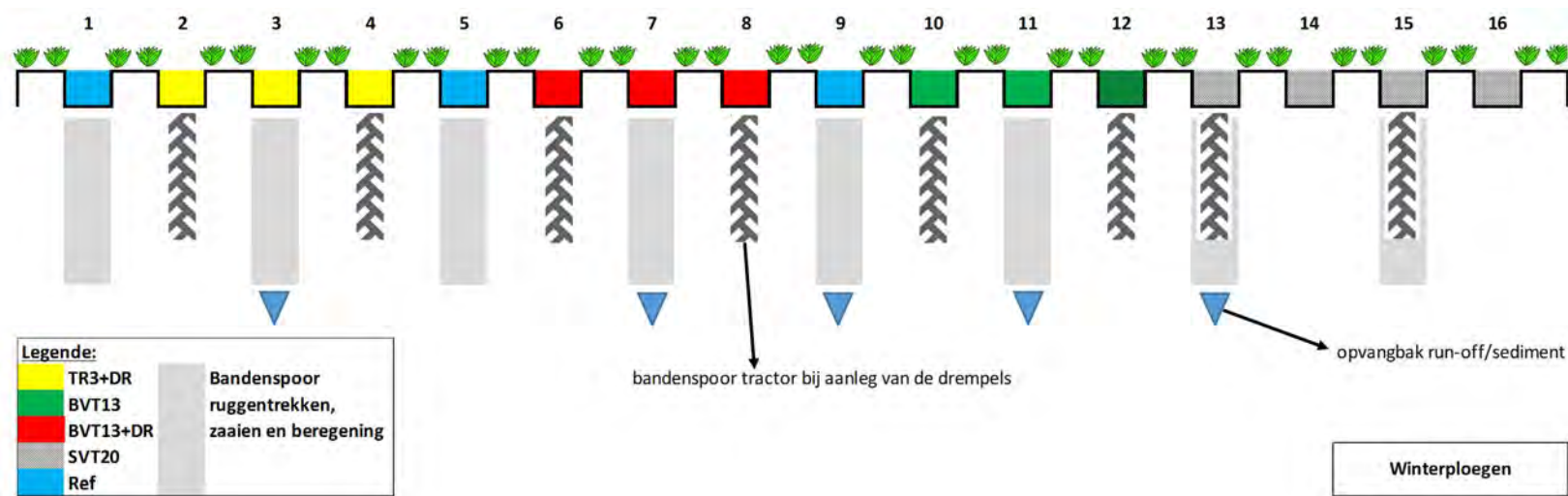
Op 14 juni werden de verschillende behandelingen aangelegd met drempels en vaste tandbewerkingen. In de strook met winterploegen werden volgende behandelingen aangelegd:

- TR3+DR: triltand met ganzenvoetbeitel (3 cm werkdiepte) + drempels aangelegd met Barbutte
- VT13+DR: vaste tand met brede beitel (13 cm werkdiepte) + drempels aangelegd met Barbutte
- VT13: vaste tand met brede beitel (13 cm werkdiepte)
- SVT20: vaste tand met smalle beitel (20 cm werkdiepte)
- Ref: referentie (= geen bewerking)

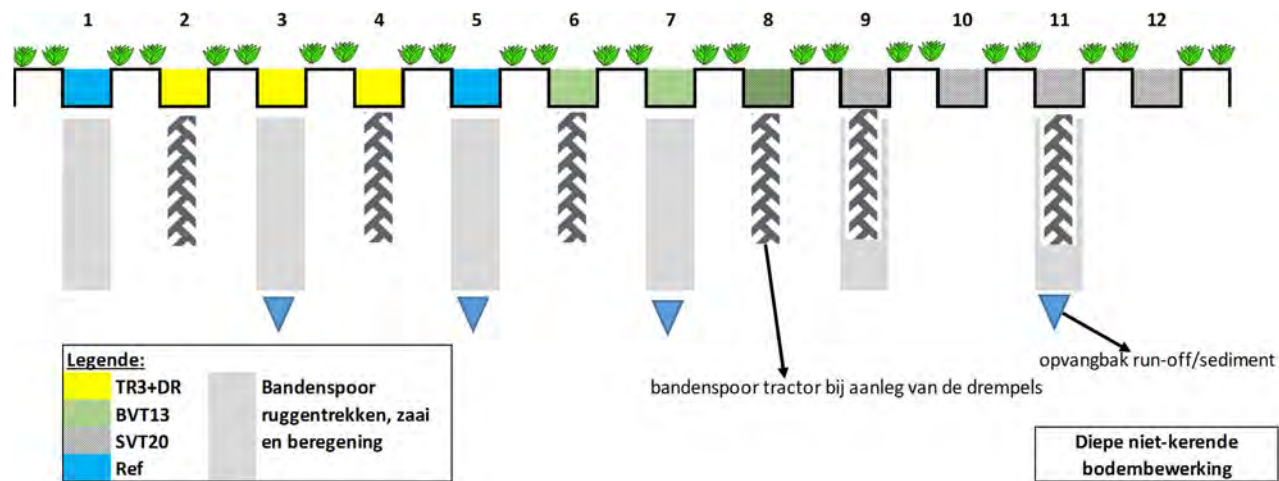
In de strook met de diepe niet-kerende bodembewerking in het voorjaar werden de behandelingen TR3+DR, VT13, SVT20 en Ref aangelegd. Er was geen plaats genoeg voor alle behandelingen zoals bij winterploegen. In Figuur 9-1a en 9-2b wordt een schematisch overzicht gegeven van de proefopstelling na winterploegen en diepe niet-kerende bodembewerking. De aanleg van de behandelingen TR3+DR, VT13 en VT13+DR gebeurde met een machine die 3 tussenruggen bewerkt. Bij SVT20 wordt een machine gebruikt die 5 tussenruggen bewerkt. In de referentie werd niets uitgevoerd. Gezien bij witloof de bodem in de tussenrug sterk wordt aangereden bij aanleg van ruggen, zaai en schoffelen, is de bodem in 50% van de tussenruggen meestal verdicht. Het zijn ook op deze plaatsen dat het water moeilijk infiltreert en afstroomt. Daarom werd bij de proef specifiek gekeken naar de tussenruggen die werden bereden met de beregening. Deze werden ook bereden bij ruggentrekken en zaai. Het zijn ook in deze tussenruggen dat bakken werden ingegraven om het run-offwater en sediment op te vangen. Er werden bakken ingegraven in de tussenstroken 3, 7, 9, 11 en 13 bij winterploegen en in de tussenstroken 3, 5, 7 en 9 bij diepe niet-kerende

bodembewerking. Gezien de dimensies van de stroken en de aanbouw van de machines, dienden bandensporen van de tractor bij aanleg van SVT20 en bandenspoor van het beregenen samen te vallen. Er wordt van uit gegaan dat een extra tractorspoor bovenop het tractorspoor van ruggentrekken, zaaien en meervoudig beregenen, tot geen extra verdichting zal geleid hebben, omdat het bodemoppervlak reeds sterk verdicht was en door de droogte was er ook geen insporing. Merk dus op dat bij de behandelingen TR3+DR, BVT13 en BVT13+DR tussenruggen voorkomen die werden bereiden bij het ruggentrekken, zaaien en meermaals beregenen en tussenruggen die slechts 1x werden bereiden bij het aanleggen van de drempels of de vaste tandbewerking. Bij de behandelingen SVT20 zijn enkel tussenruggen die ofwel niet werden bereiden ofwel tussenruggen die werden bereiden tijdens ruggentrekken, zaaien, meermaals beregenen en het uitvoeren van de tandbewerking. Bijkomstig dient ook opgemerkt te worden dat bij winterploegen tussenrug 12 en bij diepe niet-kerende bodembewerking, tussenrug 8 overlappen in 2 behandelingen. Deze tussenrug wordt verder buitenbeschouwing gelaten.

Gezien het sterke belang van de vochtvoorziening werden in behandeling SVT20 op 3 posities in de strook met winterploegen en de strook met de diepe niet-kerende bodembewerking, vochtsensoren geplaatst die het vocht in de rug op 3,5 cm en 10 cm diepte continu meten.



Figuur 9-1a: Proefplan van de veldproef ruggenteelt witloofwortelen na winterploegen. Per rug werden 2 rijen witloofwortels geteeld. De cijfers verwijzen naar het nummer van de tussenrug.



Figuur 9-1b Proefplan van de veldproef ruggenteelt witloofwortelen na diepe niet-kerende bodembewerking. Per rug werden 2 rijen witloofwortels geteeld. De cijfers verwijzen naar het nummer van de tussenrug.

In Tabel 9-1 worden de belangrijkste activiteiten in deze veldproef weergegeven. Bemesting en het gebruik van fytoproducten was gelijk voor alle behandelingen en worden niet in het logboek opgenomen. Het is belangrijk op te merken dat dit perceel werd geschoffeld op 7 juli. Om te kunnen opvolgen hoe lang er effect is van de verschillende behandelingen, werd beslist om in de proef zelf niet te schoffelen. Er was daardoor een iets hogere aanwezigheid van aardappelopslag, melganzevoet en zwarte nachtschade tijdens de zomermaanden.

Tabel 9-1: Overzicht van de activiteiten op de veldproef per datum

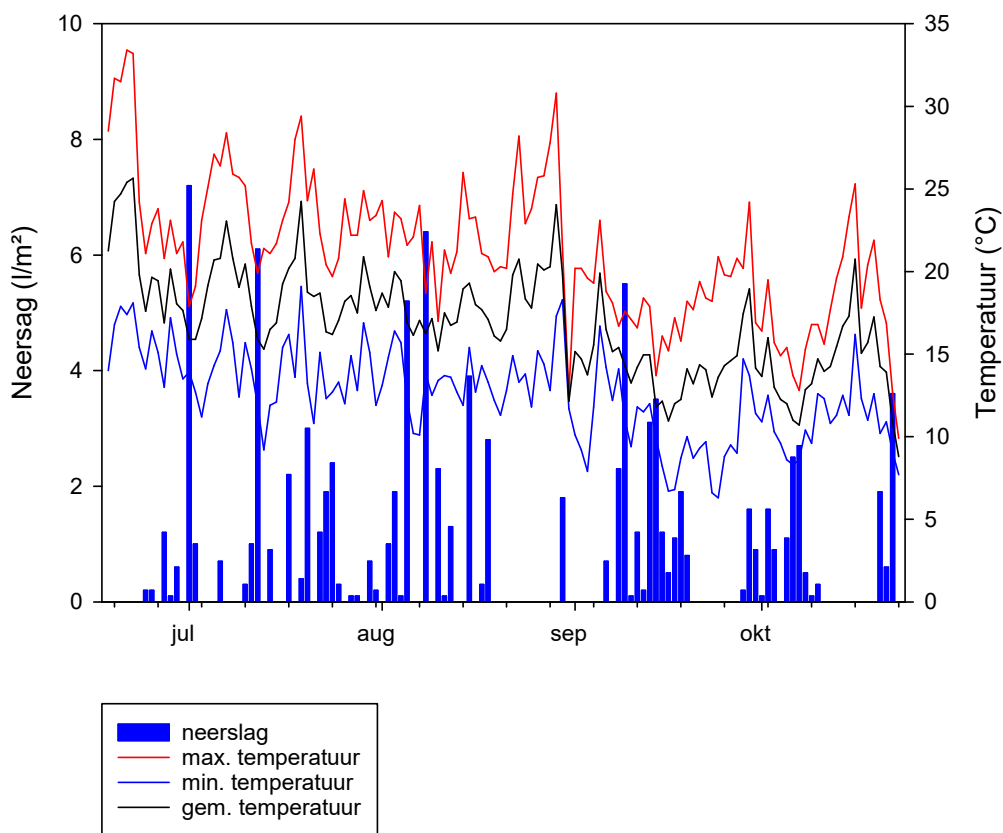
Datum	Activiteit
Rond 1 mei	Ruggen trekken
5 juni	Witloof zaaien
5-14 juni	Berekening
14 juni	Aanleg proef Begin opvolging bodemvochtgehalte
23 juni	Begin opvolging erosie
7 juli	Tijdstip waarop normaal werd geschoffeld (in de proef zelf werd niet geschoffeld)
3 november	Einde opvolging erosie en bodemvochtgehalte

In Tabel 9-2 wordt een overzicht gegeven van de gemiddelde en normale gemiddelde maandelijkse temperatuur (periode 1981-2016) en de maandelijkse en normale maandelijkse neerslag (1981-2015) te Ukkel op 17 km afstand in vogelvlucht van het proefperceel. De gegevens geven een weerslag van de weersomstandigheden in de periode van de veldproef. Gedurende de maanden juni en juli was er minder neerslag dan normaal. Gecombineerd met de reeds drogere maanden maart, april en mei, was kunnen we spreken van een structureel vochtgebrek in het late voorjaar en het begin van de zomer.

Tabel 9-2: Overzicht van de gemiddelde maandelijkse temperatuur en neerslag en de normaal in de periode 1981-2016 voor de regio van het proefveld. Deze gegevens zijn gebaseerd op het KMI-weerstation te Ukkel (17 km in vogelvlucht van het proefveld verwijderd) (bron: KMI).

Maand	Gemiddelde temperatuur		maandelijkse neerslag	
	Jaar 2017 (°C)	normaal 1981-2016 (°C)	Jaar 2017 (mm)	normaal 1981-2016 (mm)
Juni	19,2	16,2	50,8	71,8
Juli	18,6	18,4	58,3	73,5
Augustus	18,1	18,0	70,8	79,3
September	14,1	14,9	77,5	68,9
Oktober	13,3	11,1	43,1	74,5

Op het proefveld zelf werd ook een weerstation geplaatst waarbij temperatuur en neerslag om de minuut werden geregistreerd (Figuur 9-2). Dit was vooral om momenten van intensieve regen te kunnen bepalen. Een overzicht van de cumulatieve neerslag wordt verder gegeven bij rapportering van run-off en erosie.



Figuur 9-2 Overzicht van de minimum, maximum en gemiddelde temperatuur en de dagelijkse neerslag in de periode 23 juni - 3 november 2017 op basis van gegevens geregistreerd door een weerstation op het proefveld..

9.4 Beschrijving van de behandelingen

Bij de ruggenteelt van witloof worden eerst ruggen gefreesd, vervolgens wordt witloof op de ruggen gezaaid en ten slotte wordt een of meerdere keren geschoffeld. De tijdstippen waarop deze werkzaamheden worden uitgevoerd en het aantal weken dat verloopt tussen deze 3 acties is afhankelijk van de weersomstandigheden. Gewoonlijk worden ruggen gefreesd in de periode half april-half mei, wordt gezaaid in de 2^e helft van mei en geschoffeld in de 1^e helft van juli. Er werd beslist om de proef aan te leggen na de zaai en het schoffelen over te slaan in het proefvlak. Hieronder volgt de bespreking van de verschillende behandelingen. De bewerkingen die werden uitgevoerd in de stroken met winterploegen en diepe niet-kerende bodembewerking, vertoonden geen visuele verschillen, noch tijdens de aanleg, noch na de aanleg. Daarom worden ze hier samen besproken. De referentiebehandeling (Ref) omvat tussenruggen waar geen drempels en/of tandbewerking werden uitgevoerd.

9.4.1 TR3+DR: triltand met ganzenvoetbeitel en Barbutte drempelmachine

Bij deze behandeling werd gebruikt gemaakt van een Barbutte drempelmachine die ook gebruikt wordt in de aardappelteelt. Een klep trek aarde mee in de rijrichting over de breedte van de tussenrug en wordt op

regelmatige tijdstippen opgeheven doormiddel van een wiel. Hier blijft een hoopje aarde als drempel achter. Om de werking te verbeteren en om meer losse aarde te hebben voor de opbouw van de drempel, werd gebruik gemaakt van een triltand voorzien van een ganzenvoetbeitel. Deze werd ingesteld op een werkdiepte van 3 cm. De tand schraapte een laagje grond af, waarmee de drempel kon worden gevormd, maar was onvoldoende om de hard aangereden tussenrug los te maken. Zowel in de tussenruggen die enkel werden bereiden met de tractor waarmee drempels werden aangelegd, als de tussenruggen waar werd gereden bij beregening (zie Figuur 9-2) bestond de tussenrug daardoor uit een hard oppervlak met op regelmatige afstand een hoopje aarde. Deze hoopjes waren in de tussenrug na de tractorband met de drempelmachine ongeveer 6 cm hoog en na de tractorband bij beregening ongeveer 4 cm hoog.



Figuur 9-2 Zicht op de opbouw van de machine gebruikt in behandeling TR3+DR (boven) met detail van de gebruikte tand en het effect op de tussenrug (onder).

Bij wijze van test werd geprobeerd om de triltand dieper in te stellen en zo de harde laag in de tussenrug te breken. De tand kon diep genoeg ingesteld worden, maar was te zwak om dit uit te voeren. Op deze wijze werken had tot breuk van de triltanden geleid.

Doordat de drempels erg beperkt waren en de ondergrond niet gebroken, wordt verwacht dat deze drempels niet lang afstromend water kunnen ophouden. De buffercapaciteit achter de drempeltjes is klein en de infiltratie doorheen de harde laag zal maar traag verlopen.

9.4.2 VT13+DR: vaste tand met gekromde langwerpige beitel en Barbutte drempelmachine

Bij deze behandeling werd gebruik gemaakt van dezelfde machine als in behandeling TR3+DR, maar werd de triltand vervangen door een vaste tand met een gekromde langwerpige beitel (breedte 50 mm). De vaste tand werd zo ingesteld dat hij 13 cm diep werkte (Figuur 9-3). Dit was de werkdiepte waarbij het beste resultaat werd bereikt. De vaste tand kon de harde laag in alle tussenruggen goed breken. De drempelmachine bouwde met de losse aarde drempeltjes op van ongeveer 12 cm. Op deze wijze werd de harde laag gebroken, zodat regenwater makkelijk kan infiltreren en werd een hoge drempel opgebouwd. De drempel en tussenruimte tussen de drempeltjes is vrij kluitiger (Figuur 9-3).





Figuur 9-3 Zicht op de opbouw van de machine gebruikt in behandeling VT13+DR (Boven). Enkel de vaste tand en beitel zijn anders dan in de behandeling TR3+DR. De foto onderaan toont het resultaat (D= drempeltje).

De hoogte van de drempel zou een groot technisch probleem vormen bij schoffelen en bij oogst. Schoffelen gebeurt slechts een maand na de zaai en hoewel de bodem op die tijd mooi bezakt was, waren de drempeltjes nagenoeg onveranderd. Schoffelen in dergelijk oneffen terrein is onmogelijk. De drempels zouden eerst moeten verwijderd worden, om schoffelen mogelijk te maken. In het proefvlak is uiteindelijk niet geschoffeld, omdat we de evolutie van het effect van tand en/of drempeltjes tot aan de oogst wensten op te volgen. Bij oogst waren de drempeltjes weliswaar verkleind (ongeveer 8 cm), maar nog steeds aanwezig.

9.4.3 VT13: vaste tand met gekromde langwerpige beitel

Bij deze behandeling werd enkel gebruik gemaakt van de vaste tand, zoals in behandeling VT13+DR, zonder drempelmachine. De tand breekt de harde laag in de tussenrug en legt het bodemoppervlak kluitiger (Figuur 9-4). Op deze wijze kan regenwater makkelijk infiltreren en wordt run-off afgeremd door het ruwe oppervlak. De dimensies van de tand en beitel zorgen voor een echte breking van de bodem i.p.v. het doorsnijden van de bodem (zie verder). De rij snelheid dient wel voldoende laag gehouden te worden. Bij hoge snelheid worden immers kluiten en aarde van de tussenrug op de rug geworpen en worden kiemplantjes van witloof bedekt. De ideale snelheid is vermoedelijk afhankelijk van het bodemvochtgehalte en de bodemtextuur. We konden dit hier niet registeren vermits de tractor niet voorzien was van een snelheidsmeter.



Figuur 9-4 Zicht op de werking van de vaste tand in VT13 (links) en het resultaat in een tussenrug die werd bereiden tijdens de beregening (rechts) en een totaalbeeld (onder).

9.4.4 SVT20: Smalle vaste tand

De landbouwer paste in 2016 een schoffelmachine aan, om een vaste tandbewerking in de tussenrug uit te voeren. Daartoe werd op een zware stalen lat onderaan een zwaar betonijzer gelast. De machine werd zo ontworpen dat de tand tot 20 cm diep kan werken. Uit de veldproef van 2016¹, bleek dat deze tand makkelijk wordt getrokken en de verdichting in de tussenrug (diep) kon opheffen, zonder de ruggen te beschadigen. Bij nattere omstandigheden werd de bodem echter niet gebroken, maar veeleer gesneden. Het gevolg was

¹ Vanden Nest, T., Van De sande, T., Horemans, D., De Boever, M., Ruyschaert, G. 2017. Brongerichte erosiebestrijdingstechnieken bij groenten en maïs. Proefveldresultaten van het GOMEROS-project in 2016. ILVO-mededeling 226, maart 2017, 252p.

dat water wel naar de diepte kon infiltreren, maar dat de gleuf waar de tand was gepasseerd evengoed kon dienstdoen als preferentiële pathway voor oppervlakkig afstromend water.

Deze machine werd opnieuw gebruikt in de veldproef van 2017. Gezien de (erg) droge omstandigheden, werd verwacht dat de bodem goed zou opgewerkt worden. De tussenruggen die enkel werden bereiden met de tractor voor de tandbewerking werden inderdaad goed opgewerkt. Op veel plaatsen waar de tussenrug werd bereiden tijdens de beregening, werd opnieuw vastgesteld dat een gleuf werd gevormd (Figuur 9-5). Vermoedelijk ligt de bovenste bodemlaag zo hard, dat de smalle tand wel de laag kan breken in de rijrichting, maar niet over de volledige oppervlakte van de tussenrug. De dimensies en kromming van de beetel, zorgen er niet voor dat de bodem wordt opgewerkt zoals dat bij VT13 het geval was.



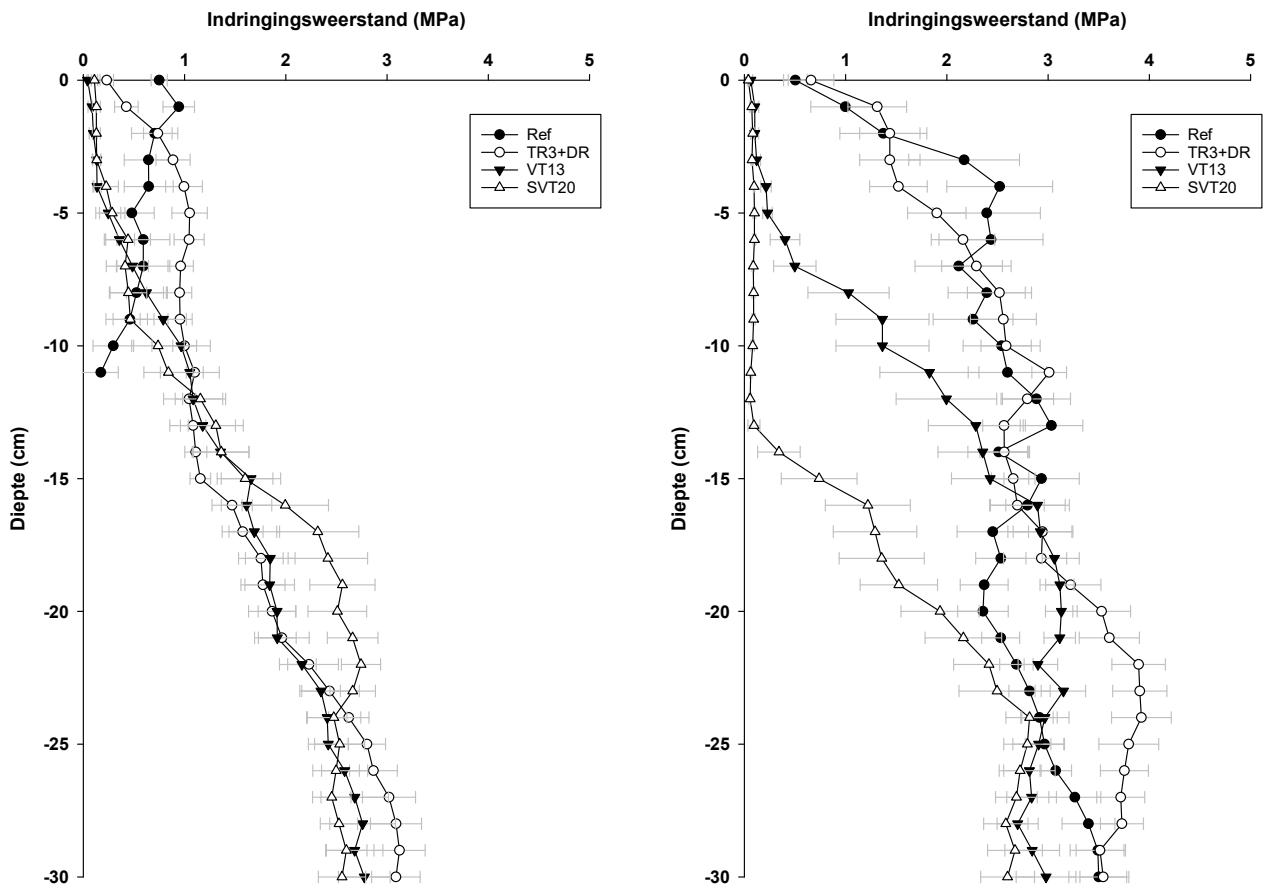
Figuur 9-5 Zicht op de smalle vaste tand die werd gebruikt in SVT20 (boven) en het resultaat in een tussenrug die werd bereiden door de tractor die de tandbewerking uitvoerde (links onder) en in een tussenrug die werd bereiden bij de beregening (rechts onder).

Gezien de positieve resultaten die vorig jaar toch konden gehaald worden in drogere omstandigheden en het feit dat de 'gleuf' enkel werd gevormd in de tussenruggen die (extreem) werden aangereden bij beregening, nemen we aan dat in normale omstandigheden deze tand wel degelijk werk kan leveren. De vaste tand in behandeling VT13 leverde in het proefveld 2017 echter altijd een goed resultaat. Het type tand in behandeling VT13 biedt dus meer kans op succes dan in SVT20.

9.5 Indringingsweerstand

Op 4 juli 2017 werd de indringingsweerstand bepaald in tussenruggen van de verschillende behandelingen van de veldproef. Hiertoe werd met een penetrologger op 10 punten in 1 tussenrug over een lengte van 75 m de indringingsweerstand bepaald. Voor de behandelingen TR3+DR, BVT13 en BVT13+DR werd dit in de tussenruggen die intens werden bereden tijdens de beregening en de tussenruggen die enkel werden bereden door de tractor voor de tandbewerking/aanleggen drempels, afzonderlijk uitgevoerd. In de behandelingen SVT20 en Ref werd een meting uitgevoerd in de tussenruggen die sterk werden bereden tijdens de beregening en tussenruggen die op geen enkel moment werden bereden sinds het ruggentrekken. Voor Ref in een tussenrug die niet werd bereden, werd gemeten in de eerste tussenrug buiten het opzet van de proef (zie Figuur 9-1a en b), maar binnen de grenzen van de geploegde of niet-kerend bewerkte strook van het perceel. Er werd gemeten tot ongeveer 70 cm diepte, maar gezien de behandelingen, zoals verwacht, enkel in de bouwvoor een effect hadden, worden hier enkel de resultaten van de laag 0-30 cm voorgesteld. We dienen er ook op te wijzen dat vooral naar de onderlinge verschillen en verdichte lagen dient gekeken te worden i.p.v. de absolute waarde van de indringingsweerstand. Een juiste bepaling dient immer te gebeuren in een vochtige bodem. Gezien de droogte, was dit hier niet het geval.

Diepe niet-kerende bodembewerking:



TR3+DR, BVT13 en BVT13+DR: Bereiden door tractor voor diepe tandbewerking/aanleg drempels

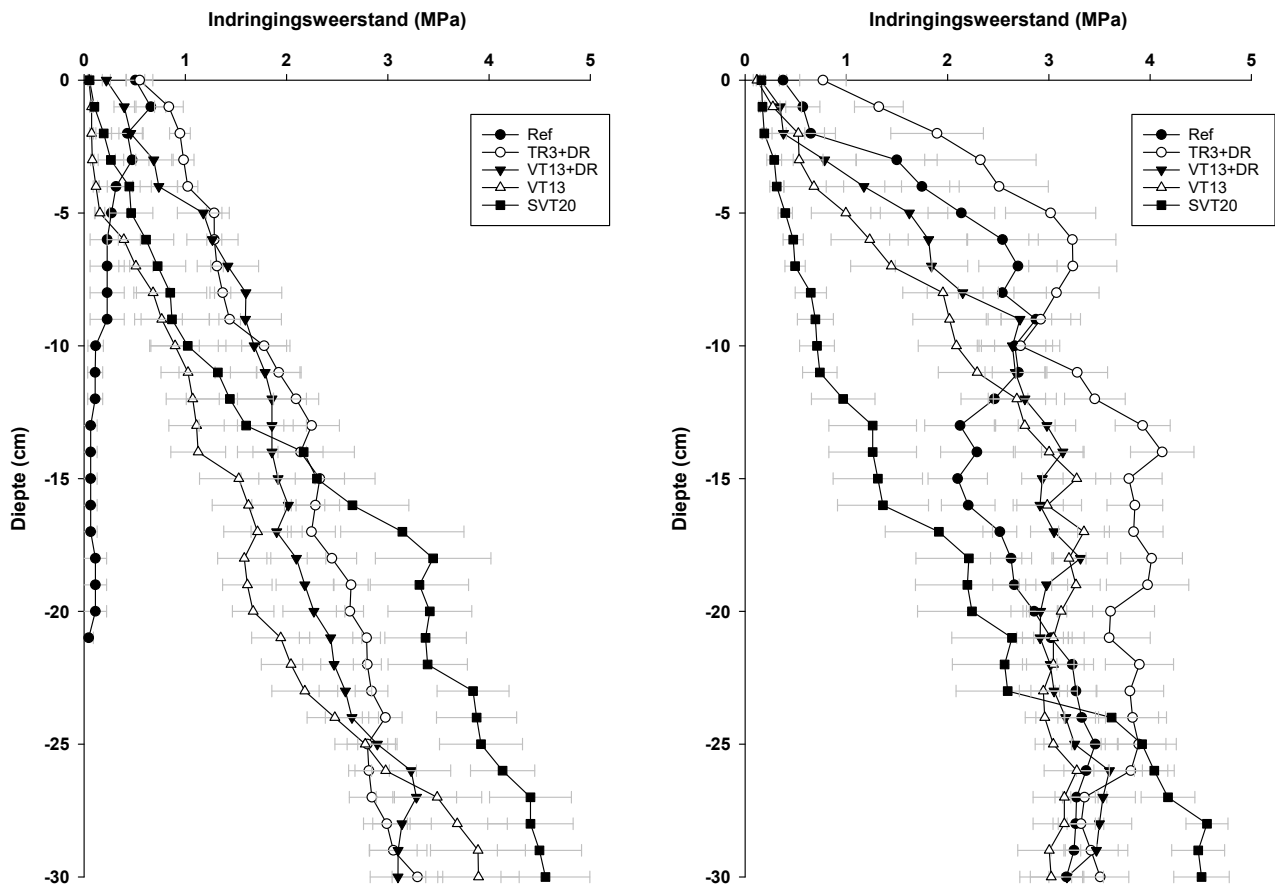
Bereiden tijdens de beregening

SVT20 en Ref: niet bereiden

Figuur 9-6 De gemiddelde indringingsweerstand (\pm standaardfout; $n=10$) in de laag 0-30 cm na diepe niet-kerende bodembewerking in de tussenruggen die enkele bereiden werden door de tractor voor diepe tandbewerking/aanleg drempels of niet werden bereiden (links) en de tussenruggen die werden bereiden tijdens de beregening (rechts). Bij de Figuur links zijn de metingen voor Ref, dieper dan 11 cm geschrapt wegens problemen bij de meting door het toestel.

In Figuur 9-6 is te zien dat de indringingsweerstand van de verschillende behandelingen in de tussenruggen die werden bereiden voor de diepe tandbewerking of drempeltjes, kort op elkaar liggen. In de bovenste 5 cm ligt de weerstand het hoogste voor Ref en TR3+DR. De weerstand ligt wel maar beperkt hoger, maar de triltand was dus niet in staat om deze op te heffen. In de tussenrug die werd bereiden bij beregening, was de indringingsweerstand in Ref tot 3x hoger dan in de tussenruggen die werden bereiden voor de diepe tandbewerking of drempeltjes. De diepe tandbewerking in VT13 en SVT20 konden in de tussenruggen bereiden bij beregening, de verdichting opheffen tot respectievelijk 7 en 14 cm diepte. Hoewel de tanden bij controle tot respectievelijk 13 en 20 cm diep werkten, was het effect van de tand tussen 7 en 13 cm voor VT13 en tussen 14 en 20 cm SVT20, beperkter. Mogelijk is de grond in de diepte reeds bezakt. In TR3+DR, werd geen effect ten opzichte van Ref vastgesteld in de tussenruggen die werden bereiden tijdens de beregening.

Winterploegen:



TR3+DR, VT13 en VT13+DR: Bereiden door tractor voor diepe tandbewerking/aanleg drempels

Bereiden tijdens de beregening

SVT20 en Ref: niet bereiden

Figuur 9-7 De gemiddelde indringingsweerstand (\pm standaardfout; $n=10$) in de laag 0-30 cm na winterploegen in de tussenruggen die enkele bereiden werden door de tractor voor diepe tandbewerking/aanleg drempels (links) en de tussenruggen die werden bereiden tijdens de beregening (rechts). Bij de Figuur links zijn de metingen voor Ref, dieper dan 21 cm geschrapd wegens problemen bij de meting door het toestel.

In Figuur 9-7 is te zien dat in de tussenruggen die werden bereiden door de tractor bij diepe tandbewerking/aanleg drempels, de indringingsweerstand kort op elkaar ligt. In de bovenste 5 cm is deze TR3+DR>VT13+DR>SVT20>VT13. In de tussenruggen die werden bereiden tijdens de beregening was de indringingsweerstand opnieuw sterk hoger voor alle behandelingen dan in de tussenruggen bereiden bij diepe tandbewerking/aanleg drempels. De verdichte lagen in het bovenste deel konden opnieuw het beste worden opgeheven in SVT20 en in iets mindere mate door VT13. Opnieuw is het effect groter in de lagen 0-7 en 0-15 respectievelijk voor VT13 en SVT20, dan over de volledige werkdiepte. Het valt op dat de indringingsweerstand nog hoger was voor TR3+DR dan Ref.

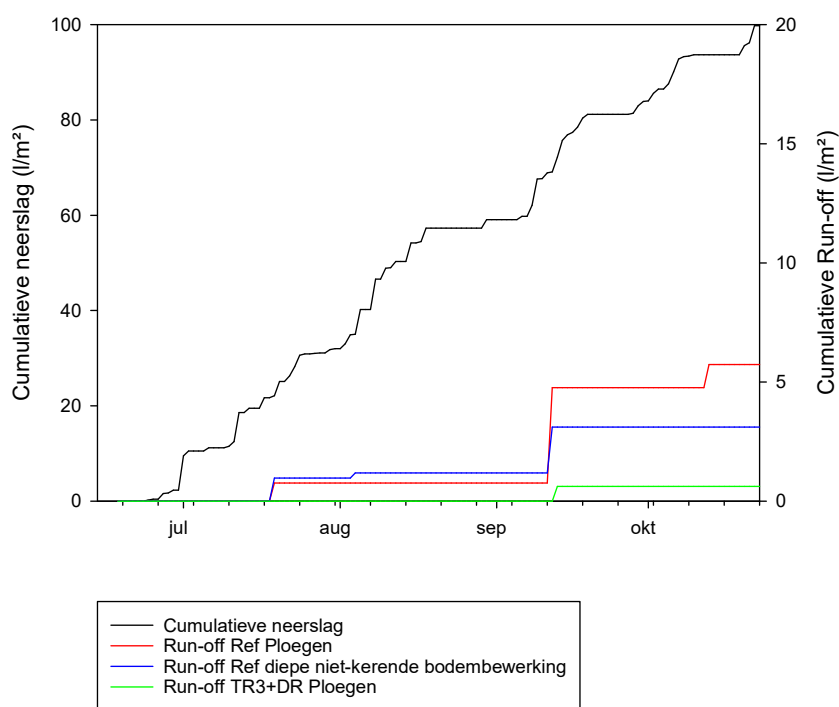
Op basis van deze metingen worden de visuele vaststellingen tijdens de proefaanleg bevestigd. De triltand leidt nergens tot het opheffen van verdichtingen in de tussenruggen. Zowel de vaste tand met brede beitel (VT13) als vaste tand met smalle beitel (SVT20) heffen de verdichtingen op. Zoals verwacht is het effect veel groter in de tussenruggen die werden bereiden bij de beregeningen, waar de verdichting voor aanleg van

de proef ook een pak groter was dan in de tussenruggen die enkel werden bereiden tijdens de diepe tandbewerking/aanleg drempels. Waarom het effect nog sterker was voor de diepe tandbewerkingen na diepe niet-kerende bodembewerking dan na ploegen is niet meteen duidelijk.

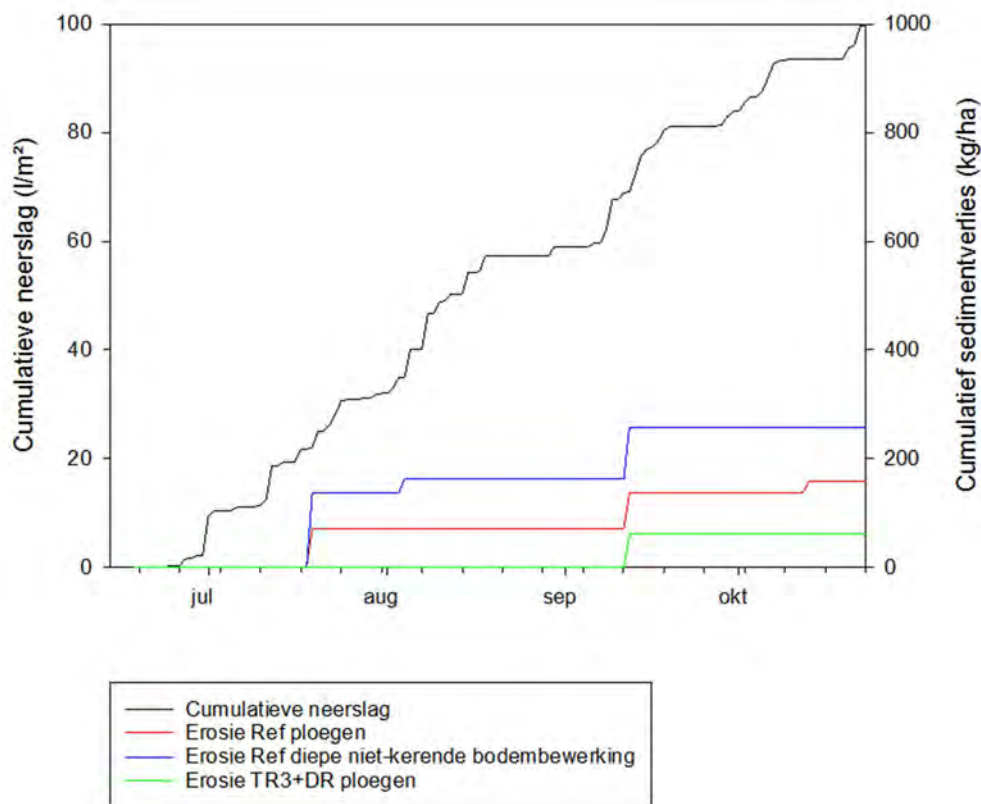
9.6 Erosie

Om run-off en sedimentverlies op te volgen in deze proef, werden bakken ingegraven in de tussenruggen van verschillende behandelingen zoals aangegeven in Figuur 9-1a en 9-1b. Iedere bak ving het water en sediment op van 1 tussenrug, 30 m hellingopwaarts. Dit komt overeen met een opvang van 22,5 m². Na regenbuien werden de bakken gecontroleerd en de hoeveelheid water in de bakken bepaald. Het sedimentverlies werd berekend op basis van het uitdampen van een mengstaal (±1 L) van het sediment en water in de bakken na sterk oproeren. Elk mengstaal werd in duplo genomen.

In Figuur 9-8 en 9-9 worden respectievelijk de geobserveerde run-off en sedimentverliezen per behandeling weergegeven. In de behandelingen SVT20, VT13 en VT13+DR werd op geen enkel moment run-off of sedimentverlies vastgesteld. Voor SVT20 en VT13 was dit het geval zowel in de strook met winterploegen, als de strook met diepe niet-kerende bodembewerking. Bij behandeling TR3+DR werd enkel run-off en sedimentverlies vastgesteld na winterploegen.



Figuur 9-8 Verloop van de cumulatieve neerslag en run-off in de verschillende behandelingen in de stroken geploegd en met diepe niet-kerende bodembewerking gedurende de volledige veldproef. Bij de behandelingen die niet op de grafiek staan, werd geen run-off geobserveerd.



Figuur 9-9 Verloop van de cumulatieve neerslag en sedimentverlies in de verschillende behandelingen in de stroken geploegd en met diepe niet-kerende bodembewerking gedurende de volledige veldproef. Bij de behandelingen die niet op de grafiek staan, werd geen sedimentverlies geobserveerd.

In het late voorjaar en eerste helft van de zomer, was er een sterke droogte. Vanaf de 2^e helft van de zomer was er wel meer neerslag, maar deze was nooit meer dan gemiddeld. Er werden ook nooit echt intensieve buien geobserveerd. De meest intensieve regen viel rond 13 september. Toen werd een keer 12 l/m².h geobserveerd, maar slechts gedurende een 2-tal minuten.

Ondanks de droogte in het begin van het groeiseizoen en het uitblijven van intense regenbuien, werd in Ref toch run-off en sedimentverlies opgemeten. Dit zowel na winterploegen als na diepe niet-kerende bodembewerking. Verliezen werden opgetekend begin augustus en vlak na de regen van 13 september. Dit geeft aan dat zelfs in droge seizoenen, ruggenteelten (met een aangereiden tussenrug) gevoelig kunnen zijn voor run-off en erosie. De verschillen in run-off en erosie tussen ref in winterploegen en diepe niet-kerende bodembewerking zijn klein. Dit was wel te verwachten aangezien de rugopbouw een zeer intensieve bewerking is, zodat er praktisch geen gewasresten door niet-kerende bodembewerking, meer aanwezig blijven aan het bodemoppervlak.

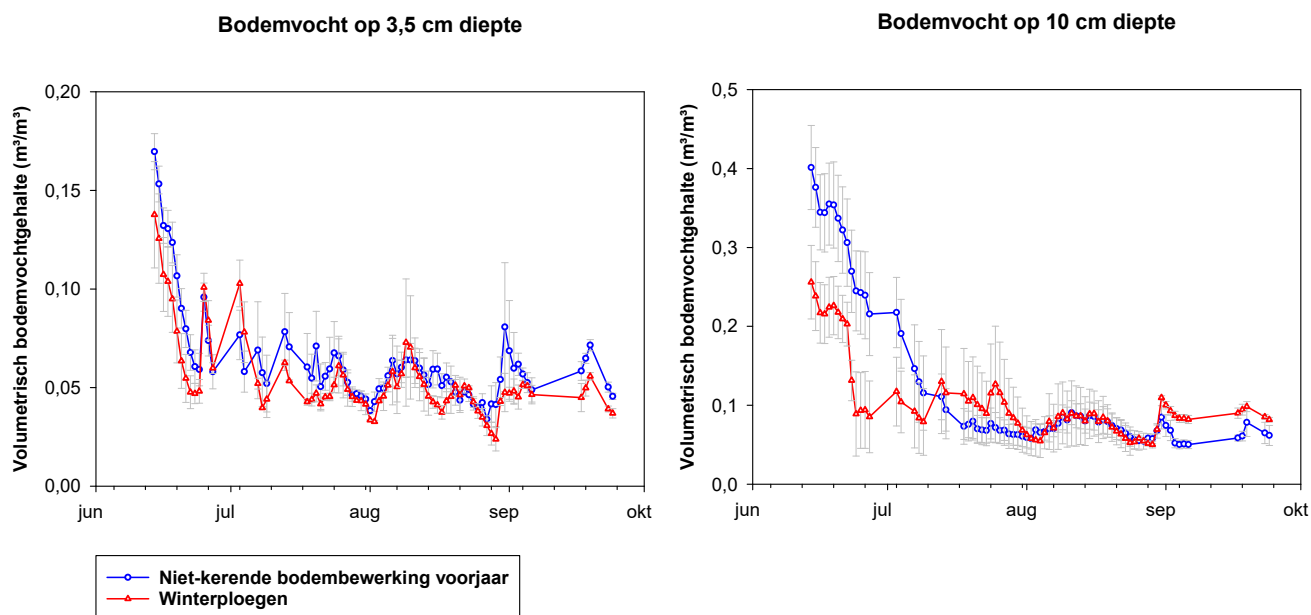
Het gebruik van de triltand in combinatie met de drempelmachine in TR3+DR werd beschouwd als minder geslaagd omdat de triltand, de verdichte bodemlaag niet kon breken en de drempels laag waren. Er kan dus weinig run-offwater gebufferd worden, en het kan ook nog eens moeilijk gaan indringen. In winterploegen werd dan ook run-off en sedimentverlies vastgesteld op 13 september.

Ondanks de iets minder geslaagde tandbewerking (gleufvorming) in behandeling SVT20, dan in behandeling VT13, werd in geen van beide run-off en erosie vastgesteld. Beide zijn goede maatregelen bij afwezigheid

van intense regenbuien. Herhaling van de proef is nodig in een seizoen met intense regen, om te kunnen observeren of VT13 het al dan niet beter doet dan SVT20 en of een tandbewerking evenwaardig is aan drempeltjes.

9.7 Opvolging van het bodemvochtgehalte

Het uitzonderlijk droge voorjaar van 2017 (zie eerder), leende zich tot het testen van het effect van de hoofdbodembewerking op de vochtvoorziening in de ruggen. De landbouwer testte in het perceel winterploegen, voorjaarsploegen, spitfrozen in het voorjaar en diepe niet-kerende bodembewerking in het voorjaar. Na de zaai werd het volledige perceel meermaals geïrrigeerd met watervaten waarbij specifiek de positie van de witloofzaadje werd bevochtigd. Na de laatste beregening van 14 juni en het aanleggen van de proef, werden bodemvochtsensoren (Sensoterra) geplaatst op 3 posities in de gewinterploegde strook en 3 in de strook met diepe niet-kerende bodembewerking. De 3 posities per strook werden zo gekozen dat ze langsheen de helling minder dan 100 m uit elkaar lagen en in 3 naast elkaar liggende ruggen. De 3 posities van de gewinterploegde strook en de strook met diepe niet-kerende bodembewerking lagen parallel naast elkaar langsheen de helling. Per positie werden 2 sensoren ingegraven in de rij witloofwortels, zodat per positie het volumetrisch vochtgehalte op 3,5 en 10 cm diepte kon worden bepaald. Deze gegevens werden continu opgeslagen in een datalogger voor de periode 14 juni-24 september. Door een technische storing, waren geen gegevens beschikbaar van 28 juni tot 2 juli en van 20 tot 22 september. In de grafieken van Figuur 9-10 worden de daggemiddelden weergegeven per diepte en per strook.



Figuur 9-10 Verloop van het gemiddelde volumetrische vochtgehalte (\pm standaardfout, $n=3$) in de witloofrij op 3,5 cm (links) en 10 cm (rechts), gemeten vanaf de bovenkant van de rug.

Op 14 juni waren de witloofplantjes net boven gekomen. Het bodemoppervlak was op dit moment nog vochtig van de irrigatie. Door de aanhoudende droogte in juni, nam het vochtgehalte zeer snel af, in zowel de strook met winterploegen als de diepe niet-kerende bodembewerking. Dit zowel op 3,5 als 10 cm diepte (Figuur 9-10). Tot 2 juli was het vochtgehalte zowel op 3,5 als 10 cm diepte, hoger bij de niet-kerende bodembewerking. Het verschil tussen niet-kerend en winterploegen was op 10 cm duidelijk groter. Dit geeft

aan dat er meer vocht wordt vastgehouden in de rug bij niet-kerende bodembewerking. In de laag tot 3,5 cm is het hoger vochtgehalte bij niet-kerend vermoedelijk te klein om een positief effect te hebben op het gewas. Het hangt er dus van af hoe snel en naar welke diepte de kiemwortels van het witloof zijn gegroeid in de maand juni, of er een positief effect was. We nemen aan dat in een zandleembodem het verwelkingspunt (punt waarop planten niet meer in staat zijn om water uit de bodem op te nemen) op pF 4,2 ligt wat grosso modo overeenkomt met een volumetrisch vochtgehalte van $0,10 \text{ m}^3/\text{m}^3$. Reeds enkele dagen na installatie van de sensoren, wordt deze grens overschreden op 3,5 cm en begin juli ook op 10 cm. De grens wordt ook sneller overschreden bij winterploegen dan bij de diepe niet-kerende bodembewerking. Vanaf begin juli, liggen de vochtcurves van winterploegen en diepe niet-kerende bodembewerking kort op elkaar en zijn soms samenvallend. In deze periode is er dus weinig effect van de bodembewerking op het vochtgehalte van de bovenste 10 cm. In juli-september hoeft een tekort aan vocht in deze laag ook geen probleem te zijn, aangezien de plant dieper wortelt en dus vocht ook dieper kan gaan halen. De piekjes van vocht op 3,5 cm diepte in juli-september vallen samen met regendagen.

9.8 Conclusies

Bij aanvang van de proef werden 3 onderzoeksvragen vooropgesteld:

1. In welke mate wordt bodemerosie beperkt door het uitvoeren van een diepe tandbewerking en het aanleggen van drempels tussen de ruggen?
2. Wat is het belang van de type tand (zowel voor de drempels als voor een tandbewerking op zichzelf) en werkdiepte?

Ondanks het uitblijven van intensieve regenbuien, gedurende het gehele seizoen werd in de referentie toch run-off en erosie vastgesteld. De drempels en tandbewerkingen hielpen om dit te voorkomen. Het verschil tussen de effectiviteit van de verschillende drempels en tandbewerkingen, kon maar tot uiting zijn gekomen indien er intense regenbuien zouden plaats gevonden hebben. Op basis van de visuele observaties kunnen we toch een aantal belangrijke punten aangeven:

- De combinatie triltand (ondiep, 3 cm) en drempelmachine is niet echt aan te raden. Harde lagen worden in de tussenrug niet gebroken en de drempeltjes zijn erg laag. Het weinige water dat gebufferd wordt, kan dus maar moeilijk infiltreren.
- Door gebruik van een vaste tand bij een grotere diepte (13 cm), wordt deze laag wel gebroken en zijn de drempels 3x zo hoog. Er kan dus veel afstromend water worden gebufferd en het kan bovendien makkelijk infiltreren. Door de hoogte van drempels worden schoffelen en rooien erg moeilijk tot onmogelijk kwalitatief uit te voeren.
- Met een diepe tandbewerking met smalle en brede beitel kunnen de harde lagen worden gebroken, en kan het water makkelijk infiltreren. Er zijn ook geen hinderende obstakels (drempels) bij schoffelen en rooien. Beide voorkwamen run-off en erosie in 2017. Bij intense regens is het echter de vraag of ze beiden wel evengoed zouden werken. Bij de brede beitel wordt de bodem over de volledige tussenrug gebroken en opgewerkt. Dit kan zonder de ruggen te beschadigen, maar de werksnelheid moet voldoende laag gehouden worden om het opwerpen van aarde naar de bovenkant van de rug te beperken. Met een smalle beitel wordt op de meest verdichte plaatsen,

zelfs onder droge omstandigheden, de bodem gesneden en een gleuf gevormd. Het regenwater kan dan wel infiltreren, deze gleuf vormt een preferentiële weg voor afstromend water.

3. Kan er een verschil gedetecteerd worden in vochtvoorziening van de ruggen tussen winterploegen en diepe niet-kerende bodembewerking?

Ja. Ondanks de sterke daling in vochtgehalte door de droogte, werd vastgesteld dat de ruggen na diepe niet-kerende bodembewerking meer en langer vocht vasthielden dan winterploegen in de 2-3 weken na kiemen van de witloofplantjes (gelijktijdig gestopt met irrigeren, 14 juni). Vermoedelijk was het effect op 3,5 cm te klein om van belang te zijn. Iets dieper, op 10 cm was het verschil groter. Het zal dus van de diepte van beworteling en de snelheid van beworteling afgehangen hebben, of de witloofplantjes voordeel konden doen met dit extra vocht. Na begin juli, was het effect van bodembewerking verdwenen in de laag 0-10 cm. Dit hoeft geen probleem te zijn, aangezien de wortels dan al water uit diepere lagen kunnen ophalen.

10 Dankwoord

De onderzoekers van het GOMEROS-project wensen een woord van dank te richten tot de organisaties en de leden van de gebruikersgroep die dit project ondersteunen. Het project wordt financieel gesteund door VLAIO, Boerenbond, ABS, Vegebe, INGRO, B.N.D., VEGRAS, PACKO en STEENO. De gebruikersgroep verzorgt de aansturing van het project en voorziet in waardevolle adviezen en kritieken. De gebruikersgroep bestaat uit Anne De Brabandere (VLAIO), Maarten Huybrechts, Tom Destoop, Kathleen D'Eer (BOERENBOND), Guy Depraetere (ABS), Romain Cools, Nele Cattoor, Yves De Vinck (Vegebe), Hilde Dhuyvetter (INGRO), Inge Clijsters (B.N.D.), Stefanie Mahieu, Jan Hanssens (VEGRAS), Maurice Malpas (PACKO), Kristof Borgenon (STEENO), Bart Debussche, Maayke Keymeulen, Hubert Hernalsteen, Annie Demeyere, Mathias Abts (Departement Landbouw&Visserij), Jan Vermang, Joost Salomez (Departement Omgeving), Mieke Vandermersch, Katleen Gillijns (Provincie, Vlaams-Brabant), Kaat Smis, Catherine Puype, Katrien Van Ongeval (PCM, Steunpunt erosie), Gert Van de Ven (LCV), Jill Dillen (BDB), Koen Willekens en Johan Van Waes (ILVO).

Ook een woord van dank voor de landbouwers die deelnamen aan de erosiecafés, vergaderingen en proefveldbezoeken te Heuvelland, Vlaamse Ardennen, Vlaams-Brabant en Haspengouw. Dankzij de open discussies en commentaren, kregen de onderzoekers een beter beeld van de knelpunten in de teelttechniek en werden mogelijke oplossingen aangereikt. Deze bijeenkomsten waren eveneens een forum voor de verspreiding van de proefveldresultaten.

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

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

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