



Vlaanderen
is omgeving



MONITORING VAN HET ORGANISCHE KOOLSTOFGEHALTE IN VLAAMSE BODEMS IN OPENBAAR DOMEIN EN PARTICULIERE TUINEN

 **Eindverslag 30-09-2020**

**DEPARTEMENT
OMGEVING**

omgevingvlaanderen.be

MONITORING VAN HET ORGANISCHE KOOLSTOFGEHALTE IN VLAAMSE BODEMS IN OPENBAAR DOMEIN EN PARTICULIERE TUINEN - VPO-OMG_VPO_2018_15-F02

Dit rapport bevat de mening van de auteur(s) en niet noodzakelijk die van de Vlaamse Overheid.

COLOFON

Verantwoordelijke uitgever

Peter Cabus
Departement Omgeving
Vlaams Planbureau voor Omgeving
Koning Albert II-laan 20 bus 8, 1000 Brussel
vpo.omgeving@vlaanderen.be
www.omgevingvlaanderen.be

Auteurs

Steven Sleutel – Universiteit Gent, Vakgroep Omgeving
Tommy D'Hose & Greet Ruyschaert – ILVO, Eenheid Plant
Suzanna Lettens & Bruno De Vos – INBO, team Milieu en Klimaat

Depotnummer

-

ISBN-nummer

-

Wijze van citeren

Sleutel S., D'Hose T., Lettens S., Ruyschaert G., De Vos B. 2020. MONITORING VAN HET ORGANISCHE KOOLSTOFGEHALTE IN VLAAMSE BODEMS IN OPENBAAR DOMEIN EN PARTICULIERE TUINEN (opdracht VPO-OMG_VPO_2018_15-F02) – Eindrapport. Vlaams Planbureau voor Omgeving, Brussel.

PARTNERS



MANAGEMENTSAMENVATTING

Hoofddoel van onderhavige opdracht is om betrouwbare kengetallen te bekomen van bodem organische koolstof voorraden voor verschillende subcategorieën vallende onder 'Ruimtebeslag'. Voor deze statistieken werden in totaal 127 terreinopmetingen uitgevoerd.

Dit Eindrapport bundelt twee voorgaande tussentijdse rapporten aangaande de gehanteerde methodiek voor selectie van de staalnamelocaties in verschillende subcategorieën van Ruimtebeslag in Vlaanderen (Deel I); en aangaande de statistische verwerking van alle meetdata (Deel II). Deel III bespreekt de implicaties voor het monitoren van koolstofvoorraden onder Ruimtebeslag.

We besluiten dat a.d.h.v. geoptimaliseerde allocatie van 558 proefvlakken over de strata 'Parken en wegbermen', 'Siertuinen en Gazons' en 'Moestuinen' een gemiddelde relatieve 0-100cm bodem koolstofvoorraadverandering à ratio 4‰ per jaar na 20 jaar kan worden waargenomen. Dit is een groter aantal dan voorzien in het C-MON koolstofmonitoringsnet ontwerp (studie OMG/VPO/BODEM/TWOL/2017/1). Indien het voorziene aantal C-MON proefvlakken behouden blijft (2535 in totaal met dan 442 voor Ruimtebeslag) dan zal dit monitoringnetwerk ons nog steeds in staat stellen om aanzienlijke OC-voorraadveranderingen onder 'Ruimtebeslag' te detecteren, behalve in moestuinen.

INHOUDSTAFEL

1	Algemene beschouwingen omtrent de onderzoeksaanpak.....	6
1.1	Inleiding & doelstelling	6
1.2	Ontwikkeling van een staalname strategie	7
1.3	Selectie van de meetpunten	7
2	Selectie van meetpunten.....	10
2.1	Parken, recreatiedomeinen en sportterreinen	10
2.2	wegbermen	12
2.2.1	Initiële selectie	12
2.2.2	Aanpassing selectieprocedure na stuurgroep-feedback	13
2.2.3	Finale Selectie wegbermen	15
2.2.4	Spoor- en waterwegen	16
2.3	Tuinen	18
3	Uitvoering staalname	22
3.1	Parken en recreatiedomeinen	22
3.1.1	Effectief bemonsterde proefvlakken	22
3.1.2	Uitvoering bemonstering	25
3.2	Bermen	28
3.3	Tuinen	34
3.3.1	Contacteren eigenaars tuinen	34
3.3.2	Eigenschappen tuinen	34
3.3.3	Staalname tuinen	39
4	Protocol: staalname, -voorbereiding en –analyse.....	41
4.1	Benodigd materiaal	41
4.2	Staalname	42
4.2.1	Locatie staalname	42
4.2.2	Vorbereiding grondoppervlak voorafgaand aan staalname minerale bodem	43
4.2.3	Staalname minerale bodem	43
4.2.4	Staalname ongestoord bodemonster voor de bepaling van de bodemdichtheid	49
4.2.5	Transport en bewaring van de bodemstalen	50
4.3	Analyse	50
4.3.1	Staalvoorbereiding minerale bodem	50
4.3.2	Staalvoorbereiding onverstoord ringmonsters	52
4.3.3	Labo-analyse	52
4.4	Archivering	53
4.5	benchmark tegenover andere internationaal gehanteerde protocollen	53
4.6	Bijlage	60
5	TOC, TN en TIC gehalte, bodemdichtheid en PH _{KCl}	62
5.1	kernstatistieken	62
5.1.1	Parken & recreatiedomeinen	62
5.1.2	Bermen & ruigten	64
5.1.3	Gazons	66
5.1.4	Siertuinen	68
5.1.5	Moestuinen	69
5.2	Vergelijking van TOC, TN, TIC, bodemdichtheid en pH _{KCl} tussen Ruimtebeslag subcategorieën	70
5.2.1	Vergelijking van de variantie	70
5.2.2	Vergelijking van gemiddelden	71
5.2.3	Vergelijking ‘Overig Hoog Groen’ en ‘Overig Laag groen’	75
5.3	Vergelijking van bemonsterde diepte-intervallen	78
5.3.1	‘Parken, Recreatiedomeinen en sportvelden’ en ‘Bermen en Ruigten’	78
5.3.2	Tuinen	79
5.4	bodemtextuur	80
6	Bodem OC voorraden	81

1.1 INLEIDING & DOELSTELLING

4° verdere **methodologische adviezen** aan te leveren aangaande inventarisatie van bodemkoolstof voorraden in de categorie ‘**Ruimtebeslag**’.

1.2 ONTWIKKELING VAN EEN STAALNAME STRATEGIE

Een maximale compatibiliteit met het nog in ontwikkeling BOC monitoring netwerk wordt nagestreefd. Aangaande selectie van de meetpunten stellen we voorop dat het dan cruciaal is dat:

- i. Proefvlakken volledig toevallig worden geselecteerd en
- ii. De methodiek van staalname overeenstemt met die onder ontwerp bij OMG/VPO/BODEM/TWOL/2017/1 (C-Mon).

I.v.m. i) zal het cruciaal zijn dat de steekproef aselekt gebeurt. Dit garandeert dan de best mogelijke vertegenwoordiging van een veelheid aan mogelijke combinaties van fysische en beheerfactoren. Een toevallige allocatie van de proefvlakken vergt steeds dat er een digitale basis kaartlaag bestaat waaruit pixels of vectoren random kunnen worden geselecteerd.

i.v.m. ii) In het huidige C-Mon project wordt uitgegaan van 10x10m vlakken. De ruimtelijke positionering van de meetpunten zal gebaseerd worden op basis van afgeleide kaartlagen uit het meest recente VITO-Ruimtemodel (nl. 2016). Ook voor deze opdracht wordt het VITO-Ruimtemodel als basis gebruikt voor toevallige selectie van proefvlakken binnen alle landgebruik vallende onder 'Ruimtebeslag'. Door de hoge ruimtelijke resolutie is het daadwerkelijk mogelijk om landschapselementen zoals tuinen, wegbermen enz. te onderscheiden. Conform het bestek van deze opdracht wordt uitgegaan van bemonstering van 20 meetpunten voor ieder van de hierboven 5 gedefinieerde subcategorieën. Beschouwingen rond meetpunt selectie volgen in sectie **1.3**. Een verder uitgewerkte methodiek per subcategorie wordt beschreven in **2**.

1.3 SELECTIE VAN DE MEETPUNTEN

Toevallige selectie van meetpunten uit specifiek aangemaakte kaartlagen per stratum gebeurde met het R-pakket GRTS, wat staat voor Generalized Random Tessellation Stratified sampling (Onkelinx, 2017; Theobald et al., 2007). Hierdoor wordt een representatieve ruimtelijke allocatie van steekproeftrekkingen bekomen voor alle meetpunten binnen elk stratum. De GRTS aanpak is een statistische benadering die een ruimtelijk gebalanceerde “random survey design” genereert voor “Natural resource applications”.

Binnen lopende opdracht OMG/VPO/BODEM/TWOL/2017/1 werd een GRTS-trekking uitgevoerd op een gebied passende aan het **VITO-Ruimtemodel** (Fig. 1). Aan ieder van de meer dan 1 miljard 10x10m inbegrepen cellen werd een unieke code gekoppeld. In eerste instantie werd uit dit globaal bestand een reeks sub-bestanden gemaakt voor afzonderlijke landgebruiksvormen. Van belang voor deze opdracht is onder meer GRTS-selectie landgebruikscategorie LUCMon5.

DEEL I Opmeting OC voorraden in bodems onder Ruimtebeslag

2.1 PARKEN, RECREATIEDOMEINEN EN SPORTTERREINEN

1° Op niveau 2 definieert het 10x10m VITO-Ruimtemodel reeds categorieën ‘Park’, ‘Sportterreinen’ en ‘Overige Recreatie’. In eerste instantie werd uit het 2016 VITO-Ruimtemodel een afgeleide rasterkaart gemaakt waarin alle pixels met Niv2 waarde 2-Park; 4-Golfterreinen; 6-Sportterreinen; 7-Campings; 8-Overige recreatie werden weerhouden (2837213 pixels = 28372 ha).

2° Uit een eerste inspectie bleek dat deze kaart nog niet meteen bruikbaar was voor verdere selectie van potentiële meetlocaties. Zo bleken bv. grote delen van waarde '8-Overige recreatie' in de praktijk gebouwen of parkings en bevond er zich nog heel wat oppervlaktewater binnen de waarde 2-Park. Door combinatie met de 10x10m Niv1 VITO-Ruimtemodel werden alle 10x10m pixels met Niv1 waarde 'Water', 'Gebouw', 'Weg' en enkele kleinere andere velden verwijderd van de selectie. Delen bos, natuur en landbouw (waarden 0-11 & 13-15) werden eveneens niet weerhouden.



Fig. 2 Voorbeeld van finaal weerhouden grid cells voor de subcategorie 'Parken, recreatiedomeinen en sportterreinen' rond de Gentse Blaarmeersen (links); en het Koning Albert Park & Muinpark (rechts)

Het resterend deel van de subcategorie 'Parken, recreatiedomeinen en sportterreinen' besloeg dan Niv1 '21-Overig Hoog Groen' (9360 ha), '20-Overig Laag Groen' (6685 ha), '12-Niet geregistreeerde Landbouw' (1048 ha) en '25-Overig' (1559 ha).

3^o Door overlay van deze kaart en de C-Mon GRTS-selectie landgebruikscategorie LUCMon5 bleken 116 GRTS-cellen voor te komen binnen subcategorie ‘Parken, recreatiedomeinen en sportterreinen’. In principe vormen de eerste 20 cellen met laagste LUCMon5 GRTS-rank de 20 te bemonsteren proefvlakken (Fig. 3). Gezien het beperkt aantal punten binnen de steekproef werd de selectie

aangepast tot een proportionele vertegenwoordiging van de Niv 1 strata 'Overig Hoog Groen' en 'Overig Laag Groen' (d.m.v. overlay met het VITO-Ruimtemodel Niv1).

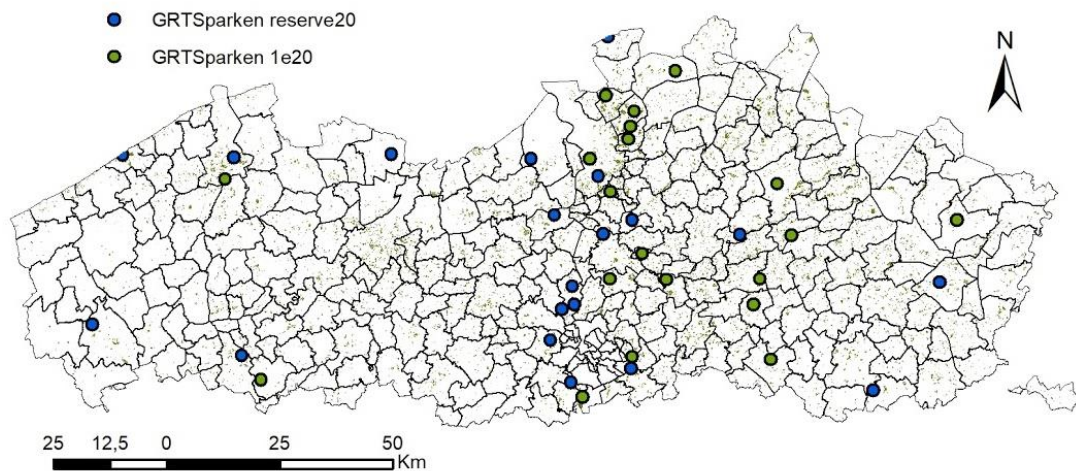


Fig. 3 Eerste GRTS selectie parken en recreatiedomeinen (20 punten en 20 reserve)

Op deze wijze werden 7 'Overig laag Groen', 11 'Overig Hoog Groen' en 2 'Niet-geregistreerde Landbouw' 10x10m cellen weerhouden. De spreiding van de punten binnen Vlaanderen bleek geconcentreerd in het centrum, conform de ruimtelijke spreiding van parken, recreatiedomeinen en sportterreinen in het VITO-landgebruikmodel (Fig. 4).

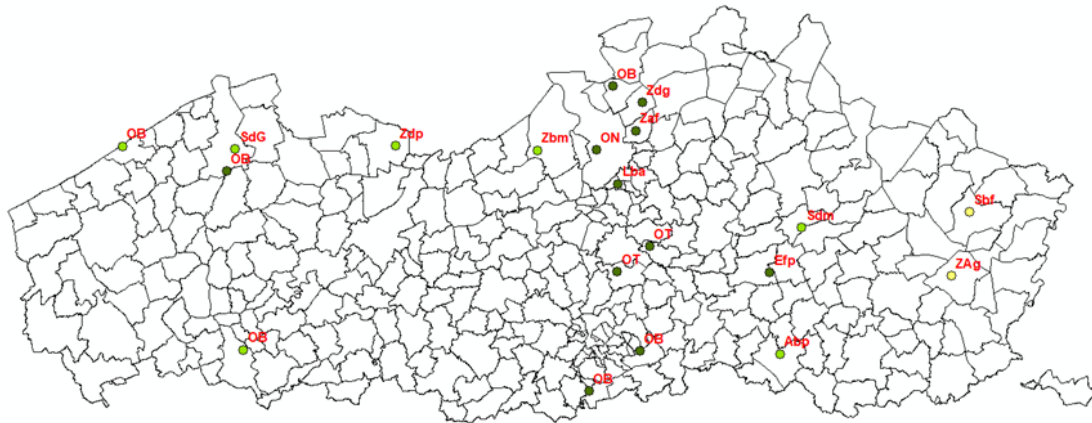


Fig. 4 Nadere selectie van 20 GRTS-cellen gelegen in parken en recreatiedomeinen en sportvelden met indicatie van Niv1 kwalificatie 'Overig Laag groen' - lichtgroen, 'Overig Hoog Groen' - donkergroen; en 'Niet-geregistreeerde Landbouw' - geel. De bodemserie-afkorting van iedere locatie wordt eveneens vermeld (rode tekst)

Een rapport werd gegenereerd met details van de eerste 40 punten met een orthofoto van de 90mx150m omgeving rond het centrale proefvlak, de bodemserie, de lambertcoördinaten en het kadastraal nummer (CAPAKEY) van het perceel waarin het proefvlak zich situeert (Fig. 5 Voorbeeld rapport van basisgegevens van de weerhouden proefvlaklocaties gelegen in parken, recreatiedomeinen en sportterreinen ter voorbereiding van de staalname campagne. Op de orthofoto wordt de VITO-Ruimtemodel Niv1 onderverdeling 'Overig Hoog Groen' of 'Overig Laag Groen' aangegeven voor alle gridcellen vallende binnen deze Ruimtebeslag subcategorie. Het 10x10m proefvlak betreft de centrale gridcel (aangegeven met donkerrode stip).).

PLOTNR

92230687

PLOTID

P57F541F

c_LB72X

155025

c_LB72Y

205095

GRTS_Rank

163

LUCMon

5

Residentia

4

Hoog/Laag Overig Groen

21

CAPAKEY

11472C0298/00A002

Bodemserie

Lba

Droge zandleembodem met textuur B horizont

Textuur

zandleem

Drainage

droog, niet gleyig

Profontw

met textuur B horizont of met weinig duidelijke kleur B horizont

PLOTNR

11476197

PLOTID

P6d720f5

c_LB72X

195005

c_LB72Y

195585

GRTS_Rank

814

LUCMon

5

Residentia

18

Hoog/Laag Overig Groen

20

CAPAKEY

13042B0138/00E000

Bodemserie

Sdm

Matig natte lemig zandbodem met dikke antropogene humus A

Textuur

lemig zand

Drainage

matig nat, matig gleyig

Profontw

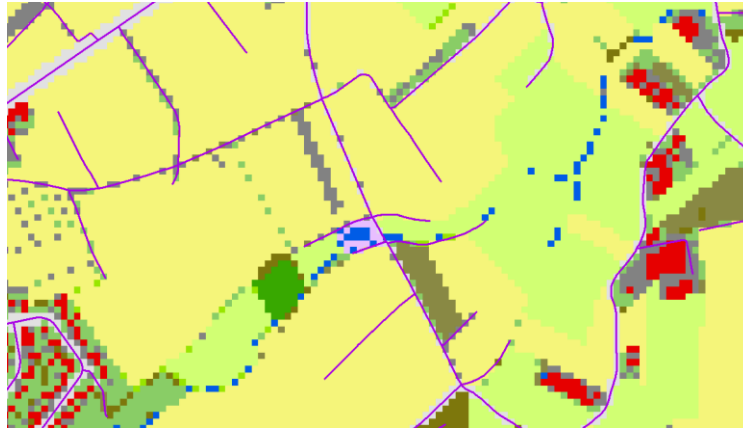
met dikke antropogene humus A horizont

Fig. 5 Voorbeeld rapport van basisgegevens van de weerhouden proefvlaklocaties gelegen in parken, recreatiedomeinen en sportterreinen ter voorbereiding van de staalname campagne. Op de orthofoto wordt de VITO-Ruimtemodel Niv1 onderverdeling ‘Overig Hoog Groen’ of ‘Overig Laag Groen’ aangegeven voor alle gridcellen vallende binnen deze Ruimtebeslag subcategorie. Het 10x10m proefvlak betreft de centrale gridcel (aangegeven met donkerrode stip).

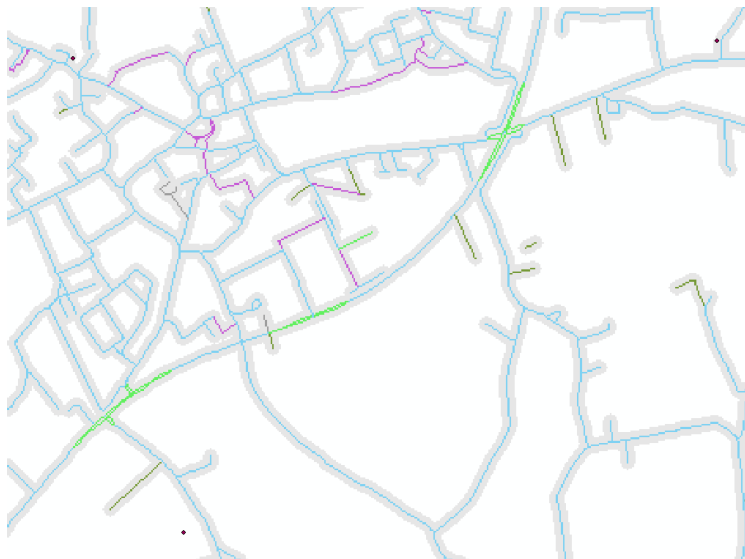
2.2 WEGBERMEN

2.2.1 Initiële selectie

Selectie van meetpunten voor wegbermen gebeurde niet enkel op basis van het VITO-Ruimtemodel aangezien er immers geen afzonderlijke categorie ‘wegberm’ bestaat. Bovendien zal een wegberm veelal maar een beperkt deel beslaan van een 10x10m gridcel. Selectie van gridcellen aangelegd aan cellen met VITO-Ruimtemodel Niv1 waarde ‘Weg’ zou tot selectief uitsluiten van smallere wegen en bermen leiden. De slechte voorstelling van smalle wegen in het VITO-Ruimtemodel wordt snel duidelijk na overlay met ‘Wegenregister, 21/09/2017’ (Fig. 6).



Het wegenregister is een middenschalgig referentiebestand (.shp) dat alle openbare wegen in Vlaanderen weergeeft met bijbehorende attributen tabel. Het Wegenregister omvat naast de 'snelle wegen' ook 'trage wegen'. Dit zijn bijvoorbeeld 'fiets- en wandelwegen' en 'aardewegen'. Deze trage wegen maken ongeveer 40% uit van alle in Vlaanderen geregistreerde wegen. GRTS-cellen die potentieel een wegberm bevatten werden in eerste instantie weerhouden door intersectie met een isotrope 20m-buffer rond alle in het Wegenregister opgenomen segmenten (uitgezonderd een beperkt aantal wegen met 'niet-gekende' morfologie) (Fig. 7).



Vervolgens werd nagegaan of geselecteerde GRTS-punten daadwerkelijk in een niet-afgedekt terrein voorkwamen. Uit de afdekkingskaart werd daarvoor een binaire gegeneraliseerde kaart aangemaakt van alle 10x10m cellen die tenminste één 5m x 5m pixel bevatten met een bodemafdeckingsgraad <80% (Fig. 8 10x10m kaart van alle VITO-Ruimtemodel gridcellen met ten minste één 5m x 5m cel met bodemafdeckingsgraad <80%).

wegen buiten de bebouwde kom (onder meer ook snelwegen) werden a priori uitgesloten. Daarom werd in samenspraak met de stuurgroep de selectie uitgebreid tot alle VITO-Ruimtemodel Niv1 klassen.

3° Ook na implementatie van aanpassingen 1° en 2° bleken na visuele inspectie van orthofoto's zeer veel GRTS-punten slechts fragmenten van wegbermen te bevatten. Ook bleek het onmogelijk om de perimeter van wegbermen af te bakenen op basis van orthofoto's. Omdat de meeste 10x10m vlakken slechts ten dele een wegberm bevatten moet eveneens worden beslist welke minimale afmetingen een bemonsterbare wegberm moet hebben. Hierbij is de 1x1m afdekkingskaart nuttig gebleken. Op de stuurgroepvergadering van 25/05/2019 werd besloten dat:

- i. Het GRB best gebruikt wordt om wegbermen te onderscheiden van overige niet-verharde oppervlakte aanliggend aan wegen. Een kadastraal perceel onderscheidt daarbij particulier bezit t.o.v. openbaar.
- ii. Een bemonsterbare wegberm een minimale breedte van 2m dient te hebben, exclusief voorkomende grachten. De oppervlakte moet ten minste 20m² zijn. Verificatie van de dimensie van het wegbermoppervlak binnen pre-geselecteerde proefvlakken was dan ook een noodzakelijke stap zijn bij de finale selectie.
- iii. De combinatie van het GRB met de afdekkingskaart op 1x1m resolutie in een GIS zou te veel rekenkracht vergen. Deze afdekkingskaart wordt dus niet automatisch ingezet bij pre-selectie van potentiële GRTS-cellen voor bemonstering van wegbermen. De finale selectie van een set potentiële proefvlakken zal daarom volgen na een visuele inspectie van pre-geselecteerde GRTS-cellen na overlay met het GRB en orthofoto's.
- iv. Ook bermen van water- en spoorwegen dienen te worden meegenomen in de steekproef. Door weer punten te selecteren op basis van hun GRTS-ranking kunnen beiden representatief en aselekt bepaald worden.

2.2.3 Finale Selectie wegbermen

Na preselectie van mogelijke proefvlakken (in een bufferzone nabij een wegsegment) werden de eerste tientallen weerhouden GRTS-cellen bekeken. Hierbij werd steeds bepaald of er een onverhard oppervlak gelegen in openbaar domein aangelegen aan de wegbaan van tenminste 20m² aanwezig was. Deze locaties worden in eerste instantie weerhouden. Zowel in deze procedure en in verder contact met beherende overheden moet de GRTS-rangschikking strikt gevolgd worden om subjectieve preferentiële selectie van proefvlakken uit te sluiten.

Er werd voor de subcategorie ‘wegbermen’ weer een rapport opgemaakt met een beschrijving van de eerste 40 weerhouden GRTS-cellen met bemonsterbaar wegbermproefvlak. Specifieke relevante informatie uit het wegenregister (Wegbaan morfologie, identificatie nummer van het aanliggende wegsegment, straatnaam, naam van de beheerder (b.v. gemeente Bornem; b.v. Agentschap Wegen en Verkeer - District Brecht) om verder contacteren van de beheerders mogelijk te maken. Een detail van de 10x10m GRTS-cel met overlay met de 1m resolutie bodembedekkingskaart werd bijgevoegd.

Deze eerste 40 weerhouden wegberm GRTS-cellen betroffen 3x een autosnelweg, 2x een op- en afrit van een secundaire weg of primaire weg type II, 1x een weg met gescheiden rijbanen die geen autosnelweg is, 1x een dienstweg en 33x een weg bestaande uit één rijbaan.

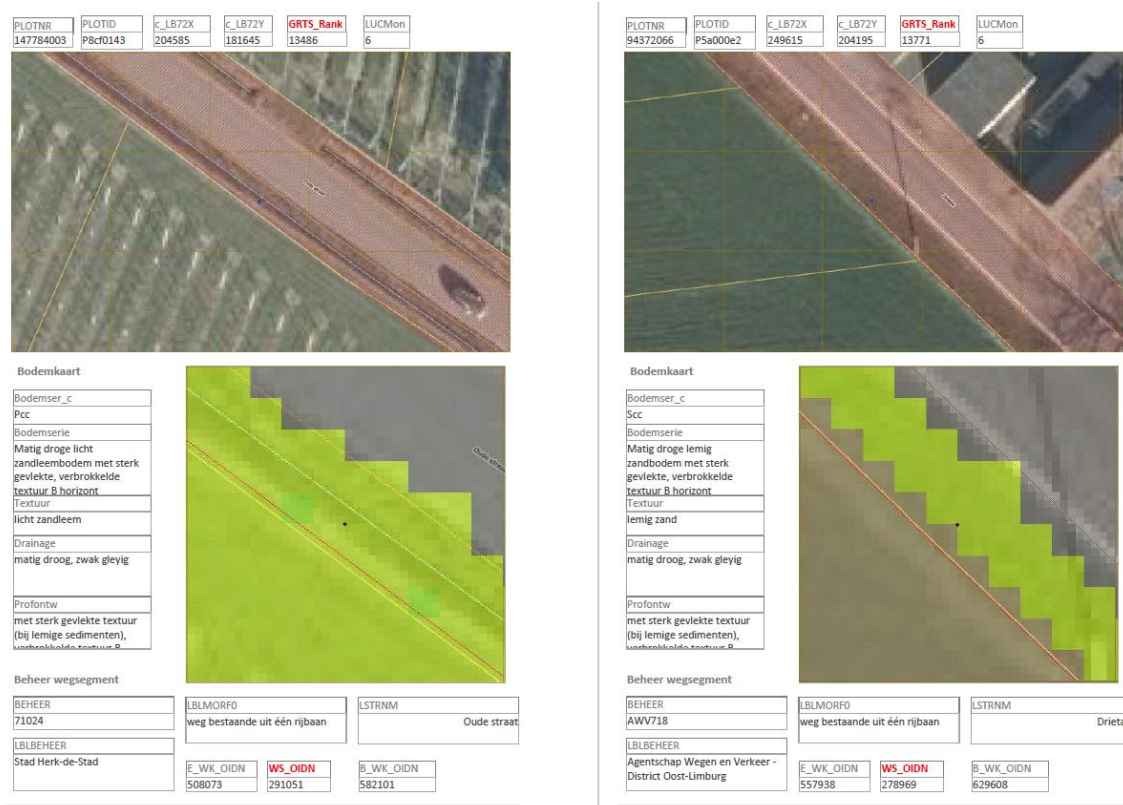


Fig. 10 Rapport van twee potentiële 10x10m GRTS-cellen met bemonsterbaar (>20m² in openbaar domein) subproefvlak in de wegberm. Bovenaan: inpassing met afbeelding van de GRB lagen Wbn = Wegbaan rood gearceerd; Onderaan: detail van de 10x10m GRTS-cel met overlay van de 1m resolutie bodembedekkingskaart.

2.2.4 Spoor- en waterwegen

Voor spoor- en waterwegen werd voor beide situaties een specifieke methodiek uitgewerkt:

GRTS-cellen gelegen in een 30m buffer rond watersegmenten VHA categorie 1 en 2 of bevaarbare waterlopen werden in eerste instantie weerhouden. Verdere selectie gebeurde door visuele inspectie van een overlay van orthofoto's en de GRB laag – SBN (spoorbaan).

Voor spoorwegbermen werden enkel GRTS-cellen gelegen in een 10m buffer rond de spoorbaan weerhouden. Finale selectie gebeurde door visuele inspectie van een overlay van orthofoto's en de GRB laag – SBN (spoorbaan).

Weer werd in beide gevallen de volgorde van de GRTS-rangschikking gevolgd en werden rapporten van de eerst gerangschikte GRTS-cellen aangemaakt (Fig. 11 Rapportage van potentiële 10x10m GRTS-cellen met bemonsterbaar subproefvlak in de berm van een spoorweg (links) en een waterweg (rechts). Bovenaan: inpassing met afbeelding van de GRB laag Sbn = Spoorbaan paars gearceerd en overige relevante GRB-lagen; Onderaan: detail van de 10x10m GRTS-cel met overlay van de 1m resolutie bodembedekkingskaart.). De eerste 9 bemonsterbare waterwegbermen betroffen 5x een bevaarbare waterloop, 1x een waterloop eerste categorie en 3x een waterloop tweede categorie.

De finale lijst van eerste 20 GRTS-cellen bevatte 1 spoorwegberm, 3 waterwegbermen en 16 wegbermen (Fig. 12 Rangschikking van de eerste 20 GRTS cellen met een bemonsterbare weg-, spoorweg- of waterwegberm. (PLOTNR en PLOTID: unieke identifiers van iedere GRTS-cel; C_LB72X en Y: Lambert72 coördinaten; LUCMon: Landgebruik (1: Forest; 3: Grassland; 6: Sealed; 7: Water; 8: Unclassified) ; GRTS_Rank: rangschikking volgens een GRTS trekking van 10000 random gridcellen

uit het 2016 VITO-Ruimtemodel)). Een uitgebreidere selectie (rekening houdende met uitvallen van mogelijk minstens de helft van de gerangschikte punten) is weergegeven in Fig. 13 en vertoont een tamelijk uniforme geografische spreiding.

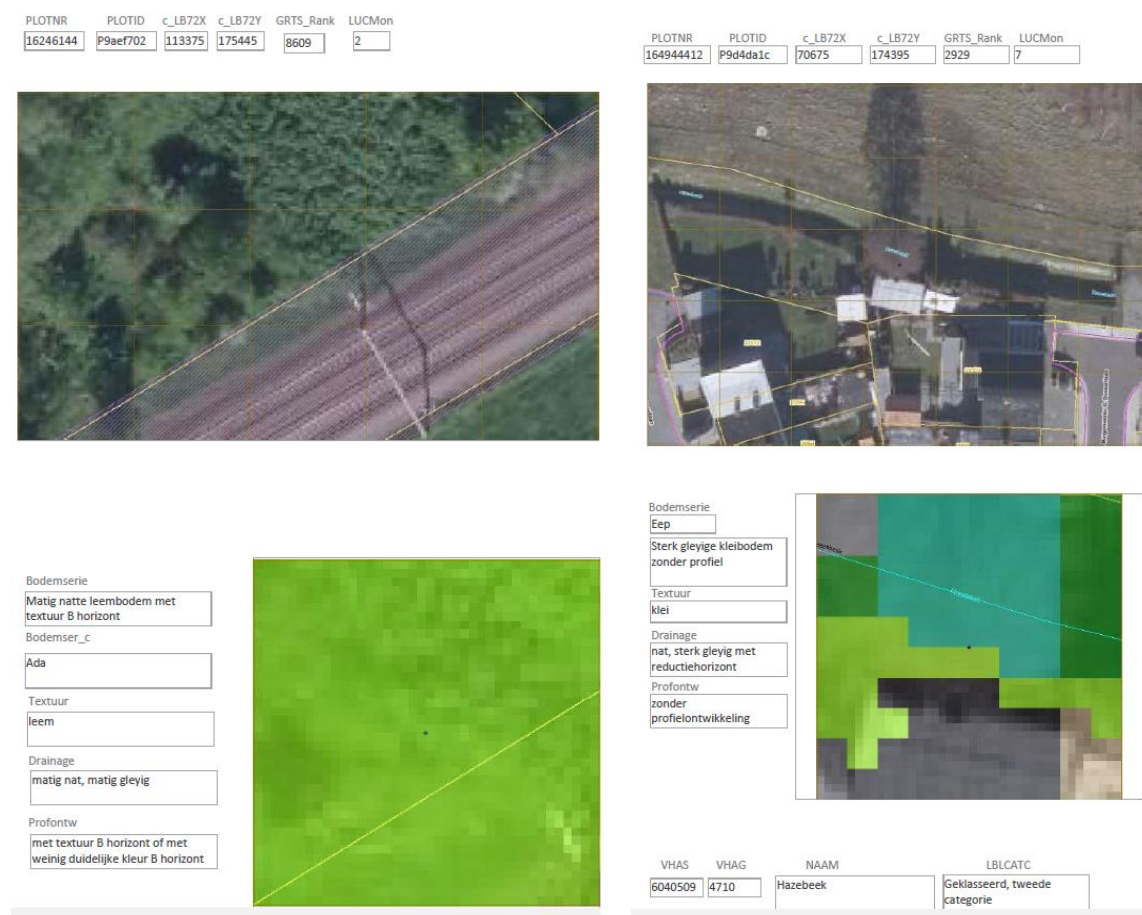


Fig. 11 Rapportage van potentiële 10x10m GRTS-cellen met bemonsterbaar subproefvlak in de berm van een spoorweg (links) en een waterweg (rechts). Bovenaan: inpassing met afbeelding van de GRB laag Sb_n = Spoorbaan paars gearceerd en overige relevante GRB-lagen; Onderaan: detail van de 10x10m GRTS-cel met overlay van de 1m resolutie bodembedekkingskaart.

De precieze wijze van selectie van tuinen werd uitgebreid besproken op het stuurgroep overleg van 25/05/2019. Daarbij werden volgende beslissingen genomen:

-

3 Binnen de perceelsgrens wordt a.d.h.v. de meest recente orthofoto bekeken welke van de binnen deze opdracht te karakteriseren tuindelen (gazon, siertuin, groentetuin) voorkomen. Op basis hiervan wordt beslist welke tuindelen bemonsterd zullen worden in deze tuin.

4 Een overlay met de bodembedekkingskaart bleek onvoldoende om de tuinperimeter zelf te identificeren (Fig. 15 Combinatie van het GRB met de bodembedekkingskaart blijkt niet afdoende om de precieze tuinperimeter te bepalen (zelfde perceel als Fig. 14). Een interne GRTS trekking wordt op de volledige perimeter van het kadastraal perceel uitgevoerd en verder gebruikt om achtereenvolgens aselekt staalnamepunten binnen de tuin vast te leggen (zie ook

An aerial photograph showing a residential area. A large green field is visible on the left, with a road running along its edge. Several houses with red roofs are visible on the right side of the image.A 3D perspective view of a terrain model. It shows a house with a red roof and white walls, a road, and a forested area. The terrain is green, and the house is brown. The road is grey. The forest is green. The terrain is shown in a 3D perspective view.[illegible]

pagina 21 van 109

3 UITVOERING STAALNAME

3.1 PARKEN EN RECREATIEDOMEINEN

3.1.1 Effectief bemonsterde proefvlakken

Wat meteen opviel bij de staalname in parken en recreatiedomeinen, was de grote heterogeniteit van de te bemonsteren terreinen (Fig. 18 Ligging van de 40 vooraf geselecteerde parken/recreatiedomeinen met laagste GRTS rank en het type landgebruik., Fig. 20). Een deel van de proefvlakken was in (grote) privé tuinen of parken gelegen. De grens tussen een tuin en een park is hier niet altijd duidelijk te maken. Er waren ook 7 voetbalvelden en 2 golfterreinen in de steekproef. Verder bestond de steekproef uit publieke parken, half-verwaarloosde stukjes groen en kleine bossen.

Voor een deel van de locaties kon de eigenaar via Google Maps achterhaald worden, het betrof hier de parken of groenzones die beheerd werden door steden en gemeenten, Agentschap Natuur en Bos of andere agentschappen van de Vlaamse overheid, universiteiten, scholen, voetbalclubs, golfclubs of Natuurpunt. In totaal werden 15 eigenaars in de periode oktober tot december gecontacteerd via mail en/of telefoon en nog eens 5 eigenaars in januari. Hierop kwam in 19 gevallen (95 %) een positief antwoord, slechts op één aanvraag kwam helemaal geen antwoord, dit was een gemeentelijk park. Van de twee gecontacteerde golfterreinen kwam (onverwacht) wel positieve reactie.

Voor de locaties waar de beheerder niet opzoekbaar was op internet moest een aanvraag ingediend worden om de adresgegevens en de naam van de privé-eigenaar te bekomen. Dit gebeurde op 20 september 2019 via de website van Coördinatiestructuur van Patrimoniuminformatie (CSPI www.scip-cspi.be). Hiervoor moesten behalve de gegevens van de aanvrager (INBO in dit geval), ook een motivatie van de rechtmatigheid van de vraag en een toelichting bij de finaliteit van de gegevens aangeleverd worden. Voor de rechtmatigheid werd het ‘algemeen belang’ ingeroepen. Als onderdeel van de Vlaamse overheid heeft INBO recht op kosteloze gegevensverstrekking. Het CSPI speelde de aanvraag door naar de Afdeling Informatieaflevering van de FOD Financiën. Voor een geldige aanvraag moest er vervolgens een “privacy protocol” worden opgemaakt tussen INBO en de Algemene Administratie van de Patrimoniumdocumentatie (AAPD) van de FOD Financiën. Hiervoor was het advies van de dienst Data Security nodig. De opmaak van dit privacy protocol was begin november nog steeds niet rond. Gezien de hoogdringendheid van de aanvraag is er dan een licentie aangemaakt in plaats van het privacy protocol. Deze bevatte een aantal voorwaarden aangaande de verwerking, de bewaring, en het delen van de data en diende door INBO ondertekend te worden. Op 12 november 2019 ontving INBO dan de kadastrale leggergegevens.

Eén eigenaar woonde in het buitenland, deze werd niet gecontacteerd. Drie percelen kregen de code 'CAPAKEY not found' van het CSPI, dus deze konden we ook niet contacteren. Eén locatie lag onder een atletiekpiste, deze werd geschrapt uit de lijst. In de loop van december en januari werden elf eigenaars per brief gecontacteerd. Hierop kwamen in totaal 8 positieve reacties. Bij alle 27 eigenaars die positief reageerden, werd een staalname uitgevoerd (Fig. 19). Meer uitleg omtrent het type park of recreatiegebied bevindt zich in Tabel 1.

De uitvoering van de staalnames verliep vlot. Alle bezochte locaties in parken en recreatiegebieden bleken effectief bemonsterbaar. In Kapellen in het Ertbrandbos werd wel munitie uit de Tweede

Wereldoorlog aangetroffen tijdens de bodemstaalname. Uit veiligheidsoverwegingen werden daarom minder boringen uitgevoerd. Op twee locaties kon niet tot 1m diep geboord worden omdat er stenig materiaal gestort was op geringe diepte. Tabel 1 geeft een overzicht van het bodemtype en het landgebruikstype van de bemonsterde locaties.

Tabel 1 Bodemserie en type landgebruik van de 27 bemonsterde locaties.

PlotId	Gemeente	Bodemserie	Landgebruik	WRB bodemkaart
P0a9b8df	Essen	Zdg	Publiek park/arboretum	Gleyic Podzols (Arenic)
P27cb70e	Kapellen	OB	Publiek park/bos	Technosols/Not Surveyed
P2fd0a28	Brasschaat	w-Zdgb	Privé park	Gleyic Podzols (Arenic, Abruptic)
P3587c9d	Brasschaat	Sepmz	Golfterrein	Dystric Fluvis Gleyic Cambisols (Loamic, Fluvis)
P3dbb0e0	Schoten	Zaf	Publiek park	Dystric Brunic Arenosols
P452e3c0	Assenede	Zdp	Privé park (klooster)	Eutric Gleyic Arenosols
P454f7b6	Oostende	OB	Golfterrein	Technosols/Not Surveyed
P4749240	Antwerpen	ON	Publiek park	Technosols/Not Surveyed
P500180e	Antwerpen	OB	Publiek park/bosje	Technosols/Not Surveyed
P51c294a	Brugge	OB	Privé park	Technosols/Not Surveyed
P57f541f	Edegem	w-Lba	Publiek park	Haplic Luvisols (Loamic, Ruptic)
P619c14b	Leopoldsburg	OB	Privé park (school)	Technosols/Not Surveyed
P6d08f1b	Willebroek	Eep	Privé park/vijvergebied	Eutric Fluvis Gleyic Cambisols (Loamic, Fluvis)
P6d322a9	Westerlo	Pepm	Privé park	Dystric Fluvis Gleyic Cambisols (Loamic, Fluvis)
P6d720f5	Laakdal	l-Sdm	Voetbalveld	Plaggic Anthrosols (Loamic, Ruptic)
P76e2a1d	Bonheiden	OT	Privé park (kasteel)	Technosols/Not Surveyed
P83665a7	Zemst	OT	Publiek park/bos	Technosols/Not Surveyed
P839b36c	Aarschot	Efp	Privé park/bosje naast voetbalveld	Fluvis Gleyic Phaeozems (Loamic, Fluvis)
P8553b48	Genk	ZAg1t	Voetbalveld	Albic Podzols (Arenic, Ruptic)
P873782f	Meise	Lhcz	Publiek park	Eutric Retic Stagnosols (Loamic, Ruptic)
P9029ac2	Meise	OT	Publiek park/arboretum	Technosols/Not Surveyed
P92830e9	Merchtem	Abp0	Privé park (kasteel)	Eutric Cambisols (Siltic, Colluvic)
Pa149f30	Leuven	Adp1	Privé park (universiteit)	Eutric Fluvis Gleyic Cambisols (Siltic, Fluvis)
Pa20245c	Dilbeek	Aep	Publiek park/bos	Fluvis Gleyic Phaeozems (Siltic, Fluvis)
Pa9cbcfcd	Kortrijk	OB	Publiek park	Technosols/Not Surveyed
Paa4d26b	Tervuren	OB	Publiek park	Technosols/Not Surveyed
Pafed294	Tervuren	Abc0	Publiek park/arboretum	Dystric Glossic Fragic Retisols (Siltic)

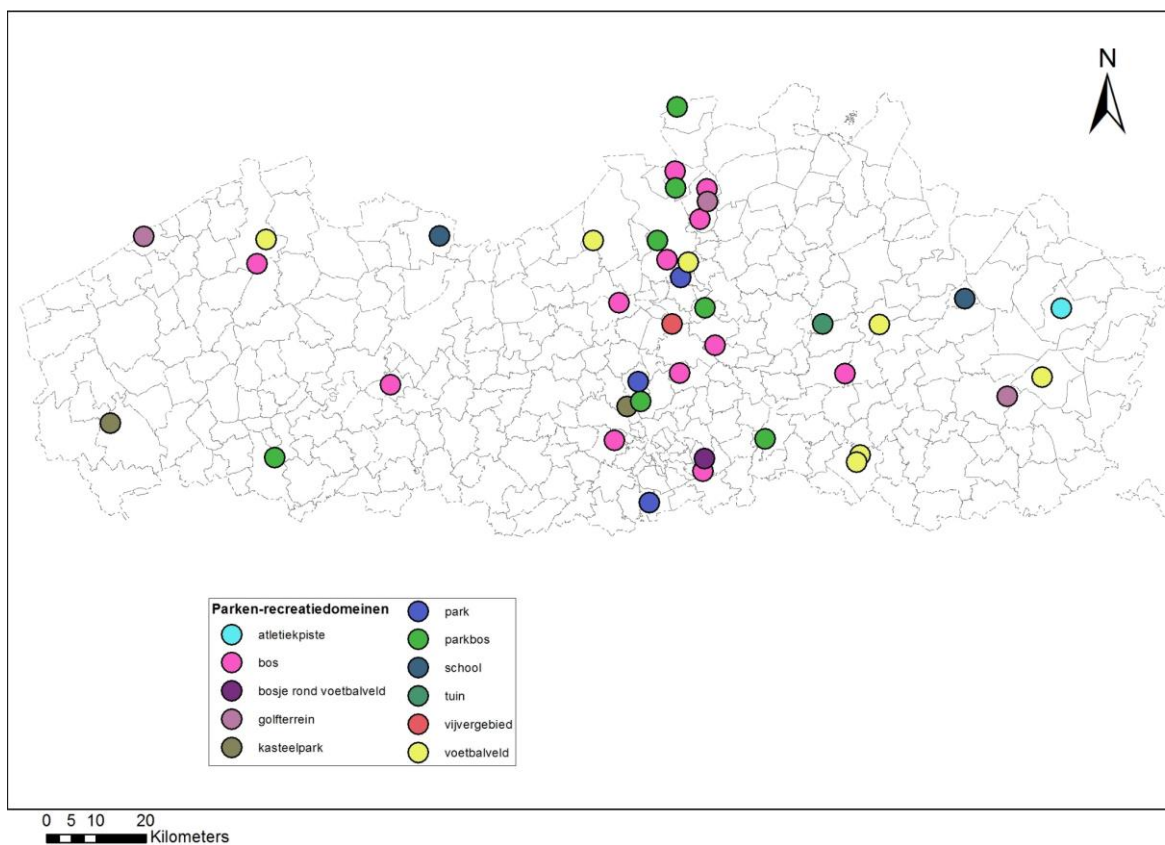


Fig. 18 Ligging van de 40 vooraf geselecteerde parken/recreatiedomeinen met laagste GRTS rank en het type landgebruik.

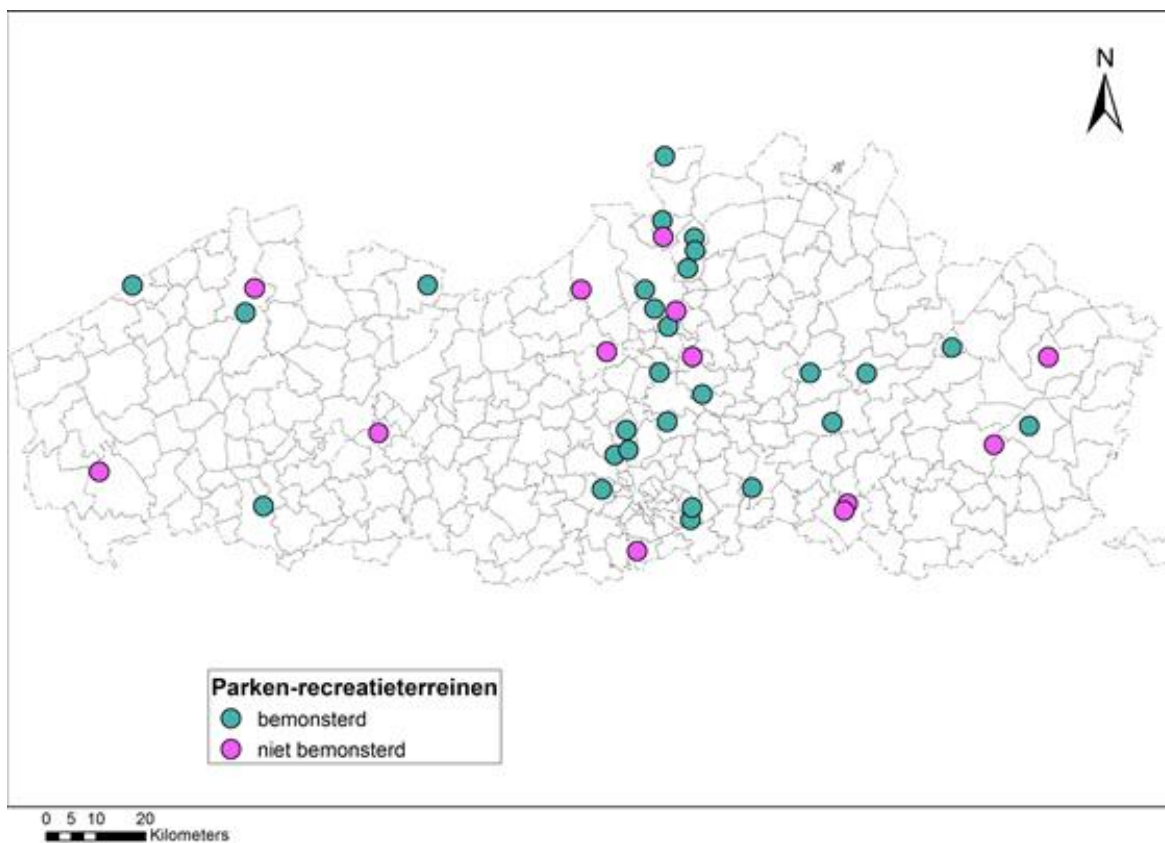


Fig. 19 Bemonsterde locaties (n = 27) voor de parken/recreatiedomeinen.



Fig. 20 Verschillende types staalnamelocaties: een verwilderde tuin bij een buitenverblijf (a), een gemeentelijk park (b), een bos beheerd door Natuurpunt (c), een bosje naast een voetbalveld (d).

3.1.2 Uitvoering bemonstering

In deze opdracht wordt de staalnamemethodiek voorgesteld door het C-Mon project in de praktijk uitgetest en verder verfijnd. Een belangrijk gegeven is dat alle informatie (formulieren, files, bodemonsters, foto-IDs, ...) gelinkt kan worden aan een uniek PLOTID. Dit PLOTID bestaat steeds uit 8 karakters en is opgebouwd uit de letter P (Proefvlak/Plot) gevolgd door een hexadecimale weergave (7-karakters) van het rastercel volgnummer in een wel-gedefinieerd 10x10m raster in Vlaanderen. Omdat rastercellen oplopen tot 218 miljoen is een hexadecimaal ID veel efficiënter en beter hanteerbaar.

Voorafgaand aan de staalname krijgen de staalnemers voor elk PLOTID: 1) een fiche van het staalnameplot met orthofoto en basisgegevens, (2) een sterplot met 16 staalnamelocaties binnen het 10x10m plot, (3) een csv-file met de Lambert72 coördinaten van hoekpunten en staalnamepunten om op te laden in hun GPS systeem, (4) een uitgebreide datafile met alle afstanden en hoekentov centrum proefvlak (backup indien plaatsbepalingssysteem faalt op het terrein).

Opnameformulier C-GAR Bemonstering volgens vaste diepte			
Algemene info			
Identificatiecode van het proefvlak:		Plaats (hoofdgemeente en/of toponiem):	
Landgebruik:		GRTS rank:	
Datum:		Beginuur:	
Steeknemer:			
GPS meetpunt en/of coördinaten:		Longitude/LambX	Latitude/LambY
WGS84 Lambert72			
Beschrijving bereikbaarheid en ligging proefvlak:			
FotoID's (4 foto's volgens windrichtingen):			
Terreinkenmerken <i>(Markering van wal aan)</i>			
Landgebruik zoals verwacht?		Ja/nee	
Landbedekking (weert, boomsoort, vegetatie)			
Weeromstandigheden tijdens monsterneming		Helder - Gedeeltelijk bewolkt - Bewolkt - Mist - Buien (wisselvallig) - Regen - Smeltende sneeuw - Sneeuw	
Voorafgaande weersomstandigheden		Geen regen in afgelopen maand Geen regen in afgelopen week Regen maar zonder hevige buien afgelopen week Hevige regenval afgelopen week Zeer natte periode of smelten van sneeuw	
Bodemtoestand		Normaal - Waterverzadigd - Bevoren - Overstroomd - Uitgedroogd	
Macrorelief:		Vlak - Depressie (droog/hat) - Helling - Top - Plateau	
Helling:		Convex - Lineair - Concaaf	
Positie:		Onder - Midden - Boven	
Bodemverstoring		Geen Betreding (door de mens) Begrazing Bodem bewerking (bv. ploegen, frezen,) Bodemvervonding (bv. plagen, bosexploratie,) Vergraving (bv. greppels, ophoging,) Natuurlijke verstoring (bv. windworp, vossenburcht, ligplaats reën,) woelactiviteit van everzwijnen Erosie Afzetting colluvium/alluvium	
Landbouwactiviteit		Stoppel aan weeg Recent gemaaid Recent bemest - Tuint meststof	

[illegible]

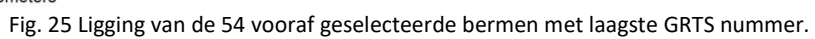
Fig. 24 Opnameformulier voor een C-Gar bemonstering

De technici voeren de staalname uit volgens het C-Mon staalnameprotocol (zie verder), en brengen de stalen naar het INBO labo. Daar worden ze gekoeld, voorbehandeld (drogen/zeven) en geanalyseerd.

3.2 BERMEN

De bermen werden bemonsterd in de periode september – oktober 2019. Van de lijst van 54 mogelijke staalnamelocaties waren er 32 niet bemonsterbaar (**Fig. 25**), vooral wegens te smal (smaller dan 2 m werd niet weerhouden), maar ook wegens afgedekt met stenig materiaal of worteldoek, geen toestemming van de eigenaar (indien in privé bezit), of te gevaarlijk/ontoegankelijk (middenberm van de snelweg). Er werden 1 spoorwegberm en 3 oevers langs waterlopen bemonsterd (**Fig. 26**).

Er werden regelmatig verhardingen aangetroffen op een deel van de berm (Fig. 27). De meeste bermen haalden maar net het minimum van 2 m breed (zie Fig. 27, Fig. 28). Er werd wel bemonsterd op bermen naast op- of afritten van snelwegen, maar niet langs de snelweg zelf of op de middenberm van de snelweg. Bermen langs spoorwegen waren vaak moeilijk bereikbaar (Fig. 29). Bermen langs waterwegen waren vaak wel eenvoudig bemonsterbaar en voldoende breed (Fig. 30). Tabel 2 geeft een overzicht van het bodemtype en het landgebruikstype van de bemonsterde locaties.



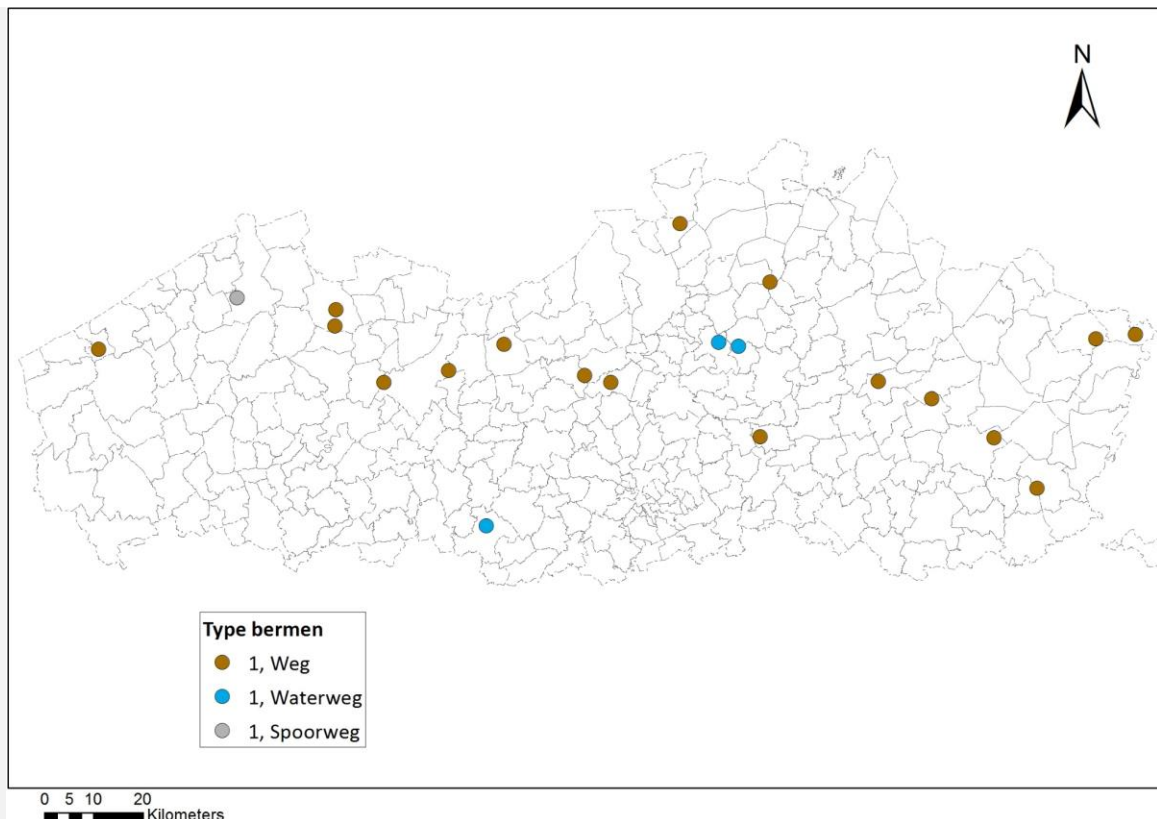


Fig. 26 Het bermtypen voor de 21 bermen die bemonsterd werden (langs een waterloop, spoorweg of geasfalteerde baan).



Fig. 27. Wegberm P6ff7606 in nevel langs een asfaltbaan die net 2 m breed is (foto a), een verharding heeft in de sloot (foto b), en nog een kleine bemonsterbare oppervlakte aan de overkant van de sloot (foto c). De staalname resulteert in 4 bodemstalen, namelijk 0-10cm, 10-30cm, 30-60 cm en 60-100 cm (foto d).



Fig. 28 Voorbeelden van smalle bermen (deze bermen werden allemaal bemonsterd).

3.3 TUINEN

3.3.1 Contacteren eigenaars tuinen

Aan de hand van de rapporten werden de eerste 75 gerangschikte GRTS-cellen voor bemonstering van tuinen aan een vlugge screening onderworpen. Een aantal GRTS-cellen bleken niet in aanmerking te komen voor bemonstering door bv. de aanwezigheid van een verharding over het gehele perceel (vb. handelszaak) of doordat enkel gazon kon geïdentificeerd worden. Voor de resterende tuinen werd aan de hand van de Lambertcoördinaten en met behulp van de GRB basiskaart het exacte adres (straatnaam, huisnummer, postcode en gemeente) bepaald. De eigenaars van de tuinen werden vervolgens op 8 oktober 2019 aangeschreven per brief (zie bijlage). 10 eigenaars reageerden spontaan op deze oproepingsbrief en stelden hun tuin ter beschikking voor staalname. Door de lage responsgraad werd getracht om via de witte gids (<https://www.wittegids.be/>) het telefoonnummer van de eigenaars te achterhalen. Herhaaldelijk contacteren van de eigenaars resulteerde uiteindelijk in 8 nieuwe staalnamelocaties. Net voor het jaareinde (23 december 2019) werd beslist om een tweede oproepingsbrief uit te sturen naar de eigenaars van de tuinen. Dit resulteerde uiteindelijk in één extra staalnamelocatie. Daar de 75 eerst gerangschikte GRTS-cellen niet volstonden om het nodige aantal tuinen te bereiken, werden de 50 volgende GRTS-cellen geselecteerd. Ook hier werden de adresgegevens achterhaald volgens hetzelfde stramien waarna een nieuwe oproepingsbrief vertrok op 22 januari 2020. Deze 50 extra tuinen resulteerden uiteindelijk in 2 extra staalnamelocaties waarmee zowel voor gazon als siertuin het vereiste aantal van 20 bereikt werd. Deze 50 extra tuinen volstonden echter niet om de nodige hoeveelheid moestuinen te bereiken waardoor beslist werd om een nieuwe oproepingsbrief te versturen naar de volgende 140 locaties in de GRTS-rangschikking op 27 februari 2020. Deze oproep resulteerde in 10 extra moestuinen. Door de corona-maatregelen werden de staalnames van half maart tot half mei on hold gezet. Op 15 mei werden tevens 117 extra staalnamelocaties geselecteerd waarna opnieuw een oproepingsbrief werd verstuurd. Deze laatste oproep leverde de 4 resterende tuinen aan waarna de staalnames op 17 juni 2020 werden afgerond.

Uiteindelijk werden 382 eigenaars aangeschreven waaruit 35 tuinen (9%) konden geselecteerd worden. 36 tuinen (9%) werden uiteindelijk niet weerhouden wegens geen interesse, een te kleine moestuin, de afwezigheid van een siertuin of moestuin of een reactie na het afronden van de staalnames. De overige 82% van de eigenaars kon niet bereikt worden.

3.3.2 Eigenschappen tuinen

De 35 tuinen die weerhouden werden voor staalname liggen geografisch verspreid over Vlaanderen (Fig. 31) doch met een concentratie in het noorden van de provincie Oost-Vlaanderen en de provincie Antwerpen.

geselecteerd op de aanwezigheid van een moestuin waardoor de verhouding niet meer representatief kan beschouwd worden voor de Vlaamse tuinen.

Fig. 32 Situering van de tuinen die bemonsterd werden in kader van het C-Gar project (●) en de eerste 35 gerangschikte GRTS-cellen die geselecteerd werden voor bemonstering (●)

Binnen het tuindeel gazon konden we 2 grote types onderscheiden: (i) recreatief gazon al dan niet met aanwezigheid van bomen en (ii) gras 'begrast' door ganzen, kippen, ezels,... Indien beide types voorkwamen in dezelfde tuin werden de stalen voor het tuindeel gazon verdeeld over beide types.

Fig. 33 Foto's ter illustratie van de 2 gazontypes 'recreatief (links)' en 'begraasd' (rechts).

3.3.3 Staalname tuinen

Voorafgaand aan de staalname werden binnen iedere tuin aan de hand van GRTS-trekking een groot aantal staalnamelocaties voorzien over het volledige perceel. Initieel werd dit aantal ingesteld op 100 maar door de vele obstakels die binnen een bebouwd perceel aanwezig zijn (vb. huis, pad, oprit, tuinhuis,...) bleek dit aantal onvoldoende om tot 16 locaties voor ieder tuindeel te komen. Daarom werd het aantal opgetrokken tot 500 (Fig. 36). De orthofoto werd vervolgens gescreend en staalnamelocaties die zich situeerden op een verharding/obstakel werden reeds geschrapt.



Fig. 36 Situering van de staalnamelocaties binnen het volledige perceel door middel van GRTS-selectie (links: 100 locaties, rechts: 500 locaties).

Bij aankomst in iedere tuin werden met behulp van de hand GPS de staalnamelocaties één voor één uitgezet volgens opklimmende GRTS-ranking en toegewezen aan één van de drie mogelijke tuindelen (gazon, siertuin of moestuin). De eerste 4 punten binnen ieder type werden bemonsterd tot 1m diepte en tevens werd de bodemdichtheid in de 4 bodemlagen bepaald. De overige 12 locaties werden bemonsterd tot op 30cm diepte. Los van een aanwezige verharding werd ook bij volgende situaties beslist om niet te bemonsteren op een bepaalde staalnamelocatie:

- een recente landgebruiksverandering (vb. van siertuin naar gazon)
- een ondoordringbare struik/haag
- een houtopslagplaats
- een composthoop

Na het toewijzen van de 16 locaties per tuindeel werd van start gegaan met de bemonstering. Indien daarbij op één van de vier '1m-punten' niet kon bemonsterd worden tot op 1m diepte door de aanwezigheid van bv. steenpuin, leidingen of afvoerbuizen, boomwortels,... werd een volgend GRTS-punt bemonsterd tot op 1m diepte.



Fig. 37 Foto's ter illustratie van de staalnamelocaties waarbij beslist werd om niet te bemonsteren (linksboven: ondoordringbare haag, linksonder: composthoop, rechtsboven: landgebruiksverandering, rechtsonder: houtopslagplaats).

4 PROTOCOL: STAALNAME, -VOORBEREIDING EN -ANALYSE

In het kader van het C-GAR project werd een protocol opgemaakt voor de bodemstaalname, -voorbereiding en –analyse. De werkbaarheid van dit protocol werd een eerste maal getest bij het nemen van de bodemstalen in de parken, wegbermen en tuinen binnen het huidige C-GAR project. Het protocol werd opgemaakt aan de hand van bestaande protocollen van INBO en ILVO en uitvoerig afgetoetst aan bestaande nationale en internationale richtlijnen en protocollen (zie 4.5). Het protocol staat hieronder stapsgewijs uitgeschreven en waar nodig werd een referentie voorzien naar bestaande protocollen en richtlijnen.

4.1 BENODIGD MATERIAAL

- Steekguts uit roestvrij staal met een nuttige lengte van 30 cm en een binnendiameter van 30 mm
- Steekguts uit roestvrij staal met een nuttige lengte van 30 cm en een binnendiameter van 25 mm met markering op 60 cm
- Steekguts uit roestvrij staal met een nuttige lengte van 40 cm en een binnendiameter van 20 mm met markering op 100 cm
- Hamer met kunststof slagkop
- Spatel
- LDPE plastic zakken van 32x42cm/40x60 cm
- Koelboxen en koelelementen
- Core sampler met aanduidingen op 16,5; 23,5; 41,5; 48,5; 76,5; 83,5 cm
- Metalen ringen (5cm diameter, 100 cm³)
- Kaarten, voorgedrukte etiketten en documenten
- Aardappelmes
- GPS logger (nauwkeurig tot op 10cm)
- Lijst GPS locaties subsamples
- Digitale hoekmeter
- Fototoestel (met correcte datum- en uurinstelling)
- lintmeters (minimum 25 meter)
- rode stokjes
- Vouwmeter met leesbare centimeteraanduiding en mm schaal
- Edelmanboor
- Veenboor
- Zuigerboor
- Schoonmaakdoek
- Voorgedrukte (zelfklevende) etiketten (met proefvlakcode)
- Opnameformulier Habnorm bodem vaste diepten (fase 1) en schrijfplank
- Schrijfpotloden
- Bij aanwezigheid strooisellaag (onder bos): Metalen strooiselbak, (vierkant 25 cm zijde)
- Determinatiesleutel strooisellaag (onder bos) (Jabiol et al. 1995)
- Sleutels met indeling van de klassen van de terreinkenmerken
- Veldweegschaal

4.2 STAALNAME

4.2.1 Locatie staalname

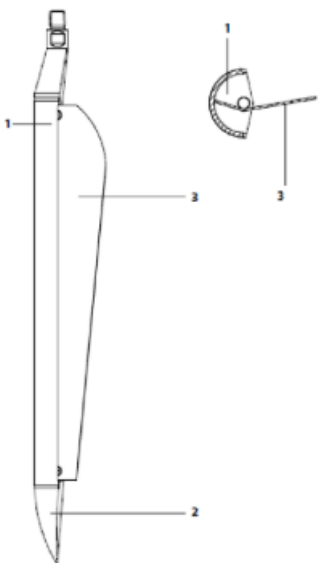
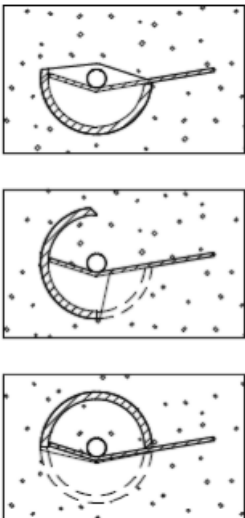
De staalname en metingen gebeuren binnen de perimeter van een proefvlak van 10x10m. De locaties van de proefvlakken zijn vooraf geselecteerd. Het proefvlak werd vooraf opgedeeld in $100 \times 100 = 10.000$ blokjes van 1 dm^2 en hieruit werden met behulp van het GRTS algoritme 16 random blokjes van 1 dm^2 geselecteerd voor het nemen van de subsamples.

1	De coördinaten van de subsamples worden op het terrein gezocht met behulp van een hand-GPS en worden gemarkeerd met een rood stokje.
2	Indien de ontvangst van de GPS onvoldoende blijkt (bvb. bos) om de locaties van de subsamples te achterhalen wordt gebruik gemaakt van een digitale hoekmeter (total station). De locaties voor het nemen van de 16 subsamples worden bepaald vanuit het centrum van de plot. Vanuit het centrum worden de geselecteerde cellen omgerekend in polaire coördinaten zodat elke locatie een hoek (t.o.v. het centrum) en een afstand krijgt. De punten worden op die manier gelokaliseerd en gemarkeerd met een rood stokje.

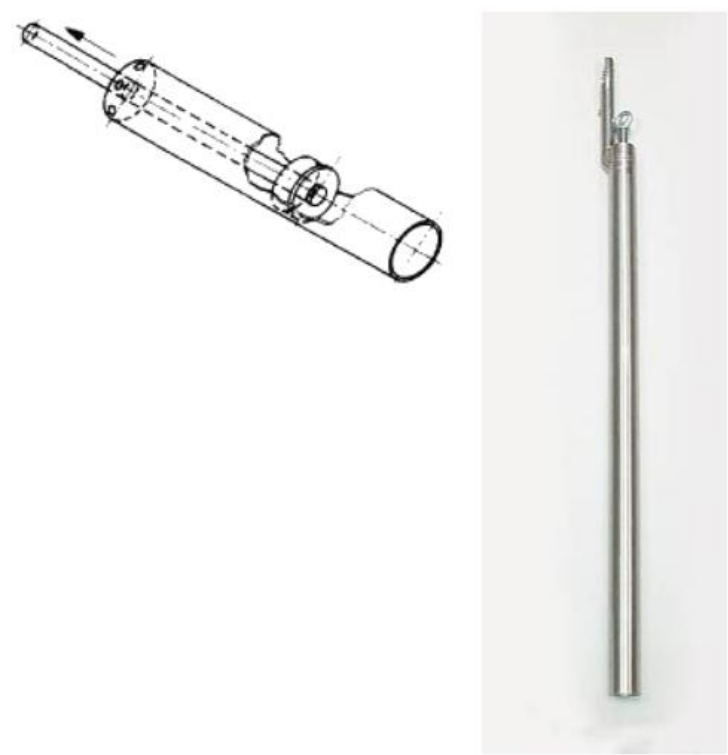
Let op

Indien één van de substalen niet kan bemonsterd worden omwille van de aanwezigheid van een 'extremiteit' (vb. (mest)opslagplaatsen, bietenhoop, boom, tuinhuis,...) wordt verdergegaan naar een volgend substaal op de GRTS-lijst met substaallocaties binnen hetzelfde proefvlak.

In venige bodems zal gebruik gemaakt worden van **de veenboor**.

5'	Draai de vin zodanig dat deze het gutsgedeelte volledig afsluit. De uitstekende zijde van de vin moet hierbij tegen de platte, niet-snijdende rand van het gutsgedeelte liggen. Steek de boor vervolgens rechtstandig, dus zonder te draaien, in de grond of onder water tot de gewenste diepte. De vin sluit het gutsgedeelte af zodat dit leeg blijft. De massieve punt duwt de (zachte) grond aan de kant. De snijdende kant van de vin snijdt daarbij door de grond (Figuur 5 bovenaan).  Figuur 4: Veenboor, zij aanzicht (links) en dwarsdoorsnede (rechts). (1) Half-cilindrisch bemonsteringsgedeelte; (2) Massieve punt; (3) Een om de booras schamierende gehoekte vin.  Figuur 5: Staalname met een veenboor
6'	Aangekomen op de gewenste diepte, wordt de boor een halve slag (180°) rechtsom gedraaid. Het gutsgedeelte draait hierdoor een halve cirkel, met als draaias de scharnierpunten van de vin. De vin blijft tijdens het draaien door zijn weerstand in dezelfde positie in de grond staan. Na een halve draai heeft het gutsgedeelte zich door de grond gesneden en is het volledig gevuld met grond (zie onderstaande figuren). De vin sluit het monster in de boor (Figuur 5 onderaan).
7'	Haal de volle boor rechtstandig omhoog. De vin sluit het volle gutsgedeelte volledig af, waardoor geen vermenging optreedt met de bovenliggende bodemlagen. Gebruik eventueel het trek-/drukstuk wanneer de handgreep op een ongunstige hoogte zit.
8'	Zodra het boorlichaam boven het maaiveld uitsteekt, wordt de boor zodanig gekanteld dat het gutsgedeelte onderop, en de vin bovenop komt te liggen. Houd de boor horizontaal. Om het monster bloot te leggen, wordt de vin een halve slag

In weinig cohesieve gronden zoals bvb. nat zand beneden de grondwaterspiegel of bodems met een permanente hoge grondwaterstand zal gebruik gemaakt worden van de **zuigerboor**.

5''	Plaats de boor op de bodem van het boorgat. De zuigerstang dient hierbij in de onderste stand te blijven! Door de zuigerboor enigszins te schudden zal de zuigerstang in de onderste stand zakken. Trek met het touw de zuigerstang licht schoksgewijs omhoog, zodat een lichte onderdruk onder de zuiger ontstaat. Druk tegelijkertijd de buis met constante druk omlaag. 
6'' 7'' 8''	Druk de volle buis even aan en trek hem weer uit het boorgat omhoog. Om het monster in de buis te houden, moet de zuigerstang in de bovenste positie blijven en het touw dus strak gehouden worden (knoop het eventueel aan de handgreep). Houd de zuigerstang altijd parallel met de boorstang om lekkage van de zuiger (en dus monsterverlies) tegen te gaan. Wanneer het hoogteverschil tussen maaiveld en waterspiegel in het boorgat te groot is, kan het monster uit de buis lopen. Vul het boorgat met extra water om dit te voorkomen.
9''	Los het monster door de zuigerboor op het maaiveld te leggen, met de zuigerstang het monster uit de buis te drukken en tegelijkertijd de zuigerboor naar je toe te trekken. Door de zuigerboor enigszins te schudden, wordt het uitdrukken vergemakkelijkt. Verzamel al het bodemmateriaal per diepte-interval in het daartoe bestemde mengemmertje/plastic bakje/plastic zakje. Het bodemstaal wordt ter plaatse manueel verkleind en gehomogeniseerd. Ook stenen, levende wortels of andere plantendelen worden verwijderd waarna het staal wordt overgebracht naar het labo.

Let op

Vermits de werkzame lengte van de boor 75 cm is, kunnen enkel de diepte-intervallen 0-10 cm, 10-30 cm, 30-60cm en 60-75cm bemonsterd worden.

4.2.4 Staalname ongestoord bodemmonster voor de bepaling van de bodemdichtheid

Na de staalname van de minerale bodem worden de stalen genomen voor de bepaling van de **bodemdichtheid** (bulk density). De **ongestoorte bodemmonsters** worden genomen in de **4 verschillende bodemlagen (0-10cm, 10-30cm, 30-60cm en 60-100cm)** en dit op **4 locaties**. Er wordt telkens bemonsterd in het midden van de laag, dit wil zeggen resp. op 2,5 cm, 17,5 cm, 42,5 cm en 76,5 cm diepte. De 4 locaties stemmen overeen met de 4 substalen waar de minerale bodem werd bemonsterd tot op een diepte van 1m. De ongestoorte bodemmonsters worden genomen met behulp van metalen ringen (5cm diameter) met een gekend volume (100 cm³).

10	Naast de boorschacht van de boring tot 1 m wordt opnieuw geboord, ditmaal met de riverside/edelman boor (foto rechts) en core sampler (foto links). Doel is een zo ongestoord mogelijk bodemonmonster in de metalen ring te krijgen en dat per vaste diepte.  
11	Voor het onverstoord bodemonmonster in de 0-10cm bodemlaag kan onmiddellijk gebruik gemaakt worden van de core sampler. Vooraleer de core sampler in de grond wordt geduwd, wordt de oppervlakte vrijgemaakt van organische resten zoals plantenresten (gras, oogstresten of resten groenbedekker), resten van organische bemesting (vb. compost, stalmest,...) en strooisellaag. Er mag nooit op een plant bemonsterd worden.
12	Steek een metalen ring in de steekhuls van de core sampler. Duw de core sampler in de bodem en hamer eventueel lichtjes

Let op

Laat de core sampler **niet verder dan 8cm in de bodem dringen (of laat niet meer dan 2cm bodem in de headspace van de core sampler dringen)**. Op die manier wordt vermeden dat er verdichting van de bodem optreedt in de core sampler en metalen ring.

13	De core sampler wordt 1 toer in wijzerzin omgedraaid en dan voorzichtig omhooggetrokken. Het is hierbij belangrijk om geen grondverlies te hebben
14	Haal voorzichtig de metalen ring uit de steekhuls en de ringhouder en verwijder het overtollig bodemmateriaal met een aardappelmes . Noteer tevens de diepte van de ondergrens van de gestoken ring in de boorschacht.
15	Duw alle (!) bodem uit de metalen ring en verzamel de inhoud van alle ringen per proefvlak en per diepte-interval in het bestemde plastic bakje/plastic zakje. Vermeld de proefvlakcode en diepte-interval op ieder recipiënt.
16	Voor de overige bodemlagen (10-30, 30-60 en 60-100cm) dient met behulp van de edelman/riverside of boor/core sampler de boorschacht voorgeboord en afgevlakt te worden tot op een diepte van ongeveer 4 à 5 cm boven het midden van de bemonsterde bodemlaag. Herhaal vervolgens stappen 12 tot en met 15.

4.2.5 Transport en bewaring van de bodemstalen

17	Bij warm weer worden de monsters tijdens de staalnamedag en het transport naar het labo bewaard in koelboxen met koelelementen om te vermijden dat de temperatuur in het monster significant zou stijgen t.o.v. de bodemtemperatuur.
18	De monsters worden afgeleverd in de ontvangstruimte of indien de registratie niet onmiddellijk kan gebeuren opgeslagen in de koelruimte bij <4°C. Stalen mogen maximaal 5 dagen in de koelruimte bij <4°C bewaard worden vooraleer ze naar de droogstoof kunnen verhuizen.

4.3 ANALYSE

4.3.1 Staalvoorbereiding minerale bodem

Eens de stalen aankomen in het labo kan de staalvoorbereiding aanvangen.

19	Een representatief deelstaal van tenminste 750g verse bodem wordt overgebracht in een recipiënt en in de droogstoof geplaatst bij 40°C. Het bodemmonster mag de dikte van 5 cm niet overschrijden. Indien dit wel het geval zou zijn, dan wordt het monster verdeeld over twee recipiënten teneinde een voldoende snelle droogtijd te bekomen. De droogtijd is afhankelijk van het initiële vochtgehalte, de dikte van de laag materiaal in het recipiënt, bodemtextuur en ventilatiesnelheid van de droogstoof. Om een voldoende droog bodemstaal te garanderen, dienen de stalen 7 dagen in de droogstoof te blijven.
----	---

Vervolgens worden aan de hand van de **hoeveelheid aanwezig organisch materiaal** (op volumebasis) de bodemstalen onderverdeeld in **3 categorieën** (gebaseerd op FAO 2006. Guidelines for soil description):

1. $< 1/6$ $\Rightarrow$ minerale bodem (ga verder naar stap 20)
2. $> 1/6$ en $< 1/3$ $\Rightarrow$ mineraal/organische bodem (ga verder naar stap 20')
3. $> 1/3$ $\Rightarrow$ organische bodem (ga verder naar stap 20'')

20	Het gedroogde staal wordt vervolgens gecrusht en gezeefd over een zeef van 2mm. Wat van bodem niet onmiddellijk door de zeef gaat, even voorzichtig mortieren om de bodemaggregaten te breken, en terug over 2mm zeven tot alle bodem door de zeef is gegaan. Steentjes groter dan 2mm en plantenresten/wortels langer dan 2mm die op de zeef blijven liggen worden verwijderd.
20'	Het gedroogde staal wordt vervolgens gecrusht en gezeefd over een zeef van 2mm. Wat van bodem niet onmiddellijk door de zeef gaat, even voorzichtig mortieren om de bodemaggregaten te breken, en terug over 2mm zeven tot alle bodem door de zeef is gegaan. Steentjes groter dan 2mm en duidelijk identificeerbare plantenresten/wortels langer dan 2mm die op de zeef blijven liggen worden verwijderd. Het organisch materiaal dat op de zeef blijft liggen wordt bewaard en verkleind in de snijmolen (2mm) en zal ook geanalyseerd worden.
20''	Het gedroogde staal wordt verkleind met behulp van de snijmolen ($\leq 2\text{mm}$).

21	Het staal kleiner dan 2 mm wordt verder opgesplitst in deelmonsters voor (i) analyse in het labo (minimaal 100g) en (ii) archivering. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van een statische spleetverdeler. Hierbij wordt het gedroogde bodemstaal verdeeld in twee even grote deelmonsters door het te spreiden over een verdeler met voldoende spleten (minimaal 6). Eén van de twee deelmonsters wordt aan de kant gehouden, het andere deelmonster moet indien nodig opnieuw op dezelfde manier worden verdeeld totdat een deelmonster van de gewenste grootte bereikt wordt.
----	--



22	Het deelmonster voor het labo wordt nogmaals onderverdeeld in 3 deelmonsters voor de bepaling van pH, TOC & TN en textuur.
22	Indien de testportie of analyseportie voor TOC en TN analyse kleiner is dan 2 g, wordt conform ISO11464 het ganse deelmonster gemalen tot een deeltjesgrootte < 250 µm met een kogelmaalmolen. Daarbij wordt gedurende 2 x 1 minuut (2 draairichtingen) vernalen bij 400 toeren per minuut. Met deze instellingen is het staal voldoende verkleind (< 250 µm).

4.3.2 Staalvoorbereiding onverstoorde ringmonsters

23	De ringmonsters worden overgebracht in een recipiënt en gedroogd bij 105°C voor een periode van 48h (ISO 11272:2017 – core method).
-----------	---

4.3.3 Labo-analyse

De labo-analyses en de bepaling van de verschillende parameters verlopen volgens onderstaande ISO-normen.

- **TOC:** ISO 10694:1995 Soil quality - Determination of organic and total carbon after dry combustion (elementary analysis) - drogen bij 40°C - vochtrest altijd bepalen
- **TN:** ISO 13878:1998 Soil quality — Determination of total nitrogen content by dry combustion - drogen bij 40°C
- **pH-KCl:** ISO 10390:2005 Soil quality - Determination of pH
- **Bodemtextuur:** ISO 13320-1:1999 Particle size analysis -- Laser diffraction methods -- Part 1: General principles en ISO 13320:2009 Particle size analysis -- Laser diffraction methods
- **Bodemdichtheid:** ISO 11272:2017 - Soil quality - Determination of dry bulk density (core method)

4.4 ARCHIVERING

Er wordt 400-500g oven gedroogd (40°C) en gezeefd (2mm) bodemstaal overgebracht in een plastic recipiënt met afsluitbaar deksel, correct gelabeld en bewaard in het bodemarchief.

4.5 BENCHMARK TEGENOVER ANDERE INTERNATIONAAL GEHANTEERDE PROTOCOLLEN

De verschillende stappen binnen het protocol werden getoetst aan bestaande nationale en internationale protocollen/richtlijnen. Hierbij werd vooral beroep gedaan op:

1. LUCAS 2018 - SOIL COMPONENT: Sampling Instructions for Surveyors

De LUCAS topsoil (0-20cm) survey monitort een groot aantal punten (20.000) verspreid over Europa. De punten werden geselecteerd op basis van een 2 x 2km grid en omvatten verschillende landgebruiksvormen (grasland, akkerland, bos,...). Iedere staalnamelocatie wordt driejaarlijks bemonsterd waarbij 0,5kg bodem wordt verzameld binnen een vlak met een straal van 2m (5 substalen). De bepaling van chemische, fysische en biologische parameters gebeuren volgens vastgelegde protocollen en in hetzelfde labo.

2. Compendium voor de monsterneming, meting en analyse in het kader van bodembescherming (BOC) – 2017

Voorgestelde bemonsterings- en analysemethoden voor onderstaande bodemanalyses, voorzien in het besluit van de Vlaamse Regering van 24 oktober 2014 tot vaststelling van de voorschriften voor de rechtstreekse betalingen aan landbouwers in het kader van de steunregelingen van het gemeenschappelijk landbouwbeleid:

- bepaling van de zuurtegraad;
- bepaling van het organische koolstofgehalte;
- bepaling van de bodemtextuur.

3. Manuel Réseau de Mesures de la Qualité des Sols (**RMQS**) – 2006

Het Franse nationale bodemonitoringnetwerk bestaat uit 2200 staalnamelocaties (16 x 16km grid) verspreid over alle landgebruiksvormen. Jaarlijks wordt 10% van de proefvlakken bemonsterd. Ieder proefvlak meet 20 bij 20m en wordt bemonsterd op 2 verschillende dieptes (0-30cm en 30-50cm). Aan de rand van ieder proefvlak worden tevens stalen genomen voor de bepaling van de bodemdichtheid. Alle staalnames en analyses gebeuren volgens een vastgelegd protocol.

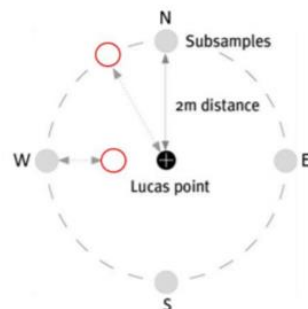
STAP 1 en 2

1. LUCAS 2018 - SOIL COMPONENT: Sampling Instructions for Surveyors – 2018

De coördinaten van het centrum van het proefvlak zijn gekend en dienen gezocht in het veld. Indien één van de 4 subsamples niet kan genomen worden, wordt binnen een straal van 2m van het centrale punt een nieuw subsample genomen.

1 <i>The sample is collected only if the point is reached!</i>	Go to one of the LUCAS points of the list provided. For the soil survey, you need to be able to reach the exact point (observation distance ≤ 100 m) in contrast to the rest of the survey where you can also make observations from a certain distance. Soil samples should be taken within a maximum of 100 m distance from the LUCAS point and, if possible, in the same field where the LUCAS point is located. Soil samples have to be taken always from the same land cover class as observed at the LUCAS point. If it is not possible to take the soil sample in one LUCAS point due to inaccessibility problems (e.g. forbidden zone, wetland, impenetrable forest, barriers, access denied by landowner), then no soil sample will be collected for that point.
--	---

If it is impossible to collect the subsample in the appropriate location, find a suitable location within 2m from the central point



If in one or more of the 4 subsample locations belonging to the LUCAS soil point (central, North, East, South or West) it is not possible to collect a topsoil sample for any reason (accessibility problems, hardness of the ground, coverage – trees, houses etc.), walk along the dotted line until you find a suitable location or walk less than 2m from central point to take the subsample (represented by the small red circles).

2. Compendium voor de monsterneming, meting en analyse in het kader van bodembescherming (BOC) - 2017

Bij de bemonstering wordt enkel een homogeen gedeelte van het deelperceel bemonsterd:

- graszones, zoals bijvoorbeeld grasgangen, grasbufferstroken of erosiepoelen, die op het perceel aangelegd zijn, mogen niet mee bemonsterd worden;
- om randeffecten te vermijden, moeten de bodemstalen steeds op een afstand van minstens 5 meter van de randen van het deelperceel genomen worden;
- **extremiteiten, zoals bijvoorbeeld de toegang tot het deelperceel, lokale schaduwrijke plaatsen, opslagplaatsen en wendakkers, moeten vermeden worden.**

3. Manuel Réseau de Mesures de la Qualité des Sols (RMQS) – 2006

Indien door onderstaande redenen het vooraf geselecteerde punt niet kan bemonsterd worden, wordt **binnen een straal van 1 km een nieuw punt geselecteerd** waarbij het nieuwe punt identiek moet zijn aan het originele punt qua geomorfologie, bodemtype en landgebruik.

- les « fourrières » agricoles,
- les lisières,
- les zones à cheval sur des parcelles remembrées ou sous cultures différentes,
- les bords de routes ou de chemins empierrés, les anciens chemins (légère éminence, cailloux allochtones),
- les bords de ruisseaux et de fossés (curages),
- les ronds de charbonniers (forêt), les anciens feux,
- les anciens habitats humains (signature dès la surface par des éclats de silex, tessons, briques, débris divers, charbons de bois et/ou couleur noire sur une épaisseur anormale),
- la proximité immédiate de fermes,
- les petites bosses ou petites dépressions localisées,
- les décharges sauvages, les ferriers,
- etc.

1. LUCAS 2018 - SOIL COMPONENT: Sampling Instructions for Surveyors – 2018

3 Remove residues from the surface



Vooraleer de gutsboor in de grond wordt geduwd, wordt de **oppervlakte vrijgemaakt van organische resten zoals plantenresten (vb. oogstresten of resten groenbedekker)** en resten van organische bemesting (vb. compost, stalmest,...). De grond wordt, indien nodig, lichtjes vastgetrapt op en rond de plaats waar de boring zal plaatsvinden. Er mag nooit op een plant bemonsterd worden.

Bij bodems waar een O-horizont aanwezig is (bos of weiland) wordt deze laag apart bemonsterd. Hiervoor wordt een metalen ring (diameter 5cm, volume 100 cm³) in de grond geduwd totdat de volledige laag (OF+OH) bemonsterd is. Met behulp van een mes wordt de ring uitgehaald en eventuele minerale bodemdeeltjes worden verwijderd. De dikte van de laag wordt vervolgens opgemeten (nodig voor de bepaling van de bulkdichtheid) waarna het materiaal in een recipiënt wordt verzameld.

The figure consists of four numbered panels illustrating the soil sampling process:

- Panel 1:** A metal cup is placed on the ground surface, which is covered with dry leaves and some green grass.
- Panel 2:** A person's hands are shown pushing the metal cup into the soil, displacing the surface litter.
- Panel 3:** The person lifts the metal cup, which now contains a core of soil and roots.
- Panel 4:** A knife is used to cut a section of the soil core. A yellow ruler is placed vertically next to the core for scale.

Vingt-cinq échantillons sont prélevés sur la surface d'échantillonnage selon la stratégie décrite au paragraphe 7.2.1. Cette méthode permet de prélever un échantillon composite volumétrique qui est utilisé pour la détermination de la masse volumique apparente des horizons O et pour les analyses physico-chimiques.

1 - Retirer la litière (OL) puis enfoncer verticalement le cylindre jusqu'à une profondeur suffisante pour traverser la totalité des horizons O (OF + OH). Un cylindre fait 9 cm de hauteur, si la couche organique est plus épaisse, prélever en deux fois. Utiliser un cylindre bien affûté et au besoin un maillet pour l'enfoncer

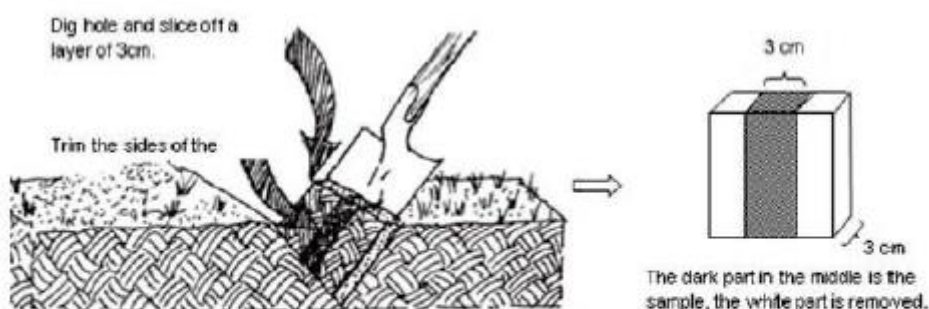
3 - Eliminer au besoin les fragments minéraux ou organo-minéraux provenant de l'horizon sous-jacent

4 - Mesurer l'épaisseur du prélèvement et la noter sur la fiche de relevé des épaisseurs des horizons organiques de surface (**Annexe 10**) et déposer l'échantillon dans un seau. Ces 25 échantillons élémentaires sont ensuite mélangés sur le terrain pour constituer un échantillon composite selon la méthode décrite au paragraphe 7.5.3.3. Cet échantillon doit ensuite être ensaché puis livré en totalité à Infosol.

pagina 56 van 109

1. LUCAS 2018 - SOIL COMPONENT: Sampling Instructions for Surveyors – 2018

Niet van toepassing. Enkel de toplaag (0-20cm) wordt bemonsterd met behulp van een spade.



Using the spade, dig a (V shaped) hole in the central point to a depth of approximately 15-20 cm (the depth of the spade) as shown in the image.

2. Compendium bemonsterings- en analysemethodes voor mest, bodem en veevoeder (BAM) – 2010

In hetzelfde boorgat worden in voorkomend geval ook de lagen 30-60 en 60-90 cm bemonsterd. Evenwel, om onderlinge vermenging van de verschillende bodemlagen te voorkomen wordt bij bemonstering van laag 2 (30-60cm) en 3 (60-90cm), wanneer die afzonderlijk bemonsterd worden, de **bovenste 2 cm uit de guts met een spatel verwijderd omdat dit toch meestal losse grond is van de ondiepere bodemlaag.**

3. Manuel Réseau de Mesures de la Qualité des Sols (RMQS) – 2006

Niet van toepassing aangezien de bemonstering wordt uitgevoerd met behulp van een edelmanboor.

STAP 9

1. LUCAS 2018 - SOIL COMPONENT: Sampling Instructions for Surveyors – 2018

Tijdens de staalname worden gewasresten, steentjes, etc. verwijderd uit het bodemstaal. De verschillende substalen worden ook ter plaatse verkleind en gemixt met behulp van een spade.

7 Use the trowel to mix the 5 sub-samples in the bucket

Use the trowel to mix the 5 soil subsamples together. By mixing the five subsamples, you get the required composite soil sample. In addition, clods and lumps are broken up.

Remove any extra vegetation residues and litter.

2. Compendium voor de monsterneming, meting en analyse in het kader van bodembescherming (BOC) – 2017

De inhoud van de gutsboor wordt voor het ledigen van de guts gescreend op de aanwezigheid van organische resten. Indien organische resten aanwezig zijn, worden deze zoveel mogelijk uit het staal

verwijderd. Dit **bodemmonster**, zoveel mogelijk ontdaan van zichtbare organische resten, wordt **daarna bij voorkeur rechtstreeks in het daartoe voorziene recipiënt verzameld**.

3. Manuel Réseau de Mesures de la Qualité des Sols (RMQS) – 2006

De bodemstalen worden ter plaatse verkleind en grondig gemengd.

STAP 20

1. **LUCAS Soil, the largest expandable soil dataset for Europe: a review – Orgiazzi et al. 2017**

Plantenresten/wortels **groter dan 2mm** worden verwijderd van de zeef.

2. Compendium voor de monsterneming, meting en analyse in het kader van bodembescherming (BOC) – 2017

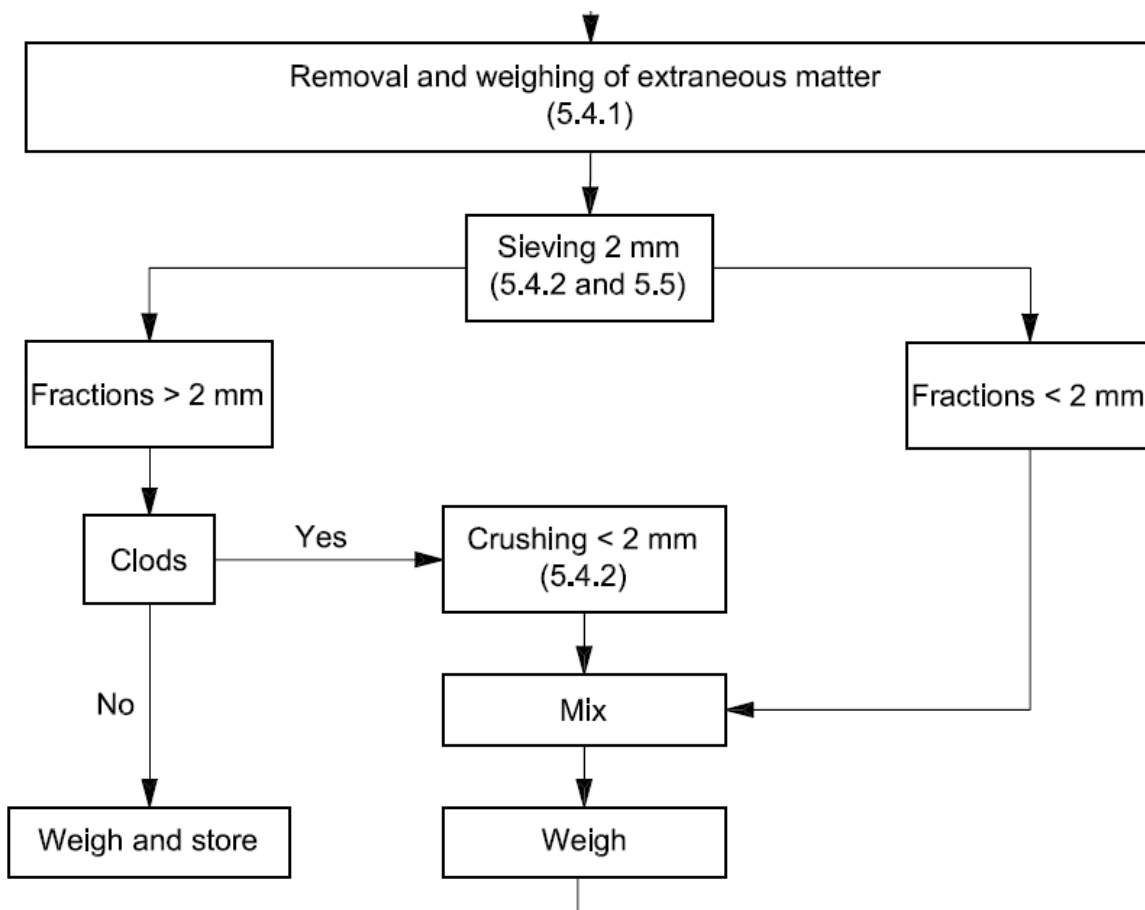
Het monster wordt gebroken en vervolgens gezeefd op 2 mm. Alleen de gezeefde bodem wordt gebruikt voor verdere analyse. Geen informatie over de wortels.

3. Manuel Réseau de Mesures de la Qualité des Sols (RMQS) – 2006

Het monster wordt gebroken en vervolgens gezeefd op 2 mm. Alleen de gezeefde bodem wordt gebruikt voor verdere analyse. Geen informatie over de wortels.

4. ISO11464 - Soil quality — Pretreatment of samples for physico-chemical analysis - 2006

Het gedroogde staal wordt vervolgens gezeefd over een zeef van 2mm. Wat van bodem niet onmiddellijk door de zeef gaat, even mortieren om de bodemaggregaten te breken, en terug over 2mm zeven tot alle bodem door de zeef is gegaan. De wortels komen niet ter sprake. Onderstaande figuur doet vermoeden dat wortels **groter dan 2mm** worden verwijderd van de zeef.



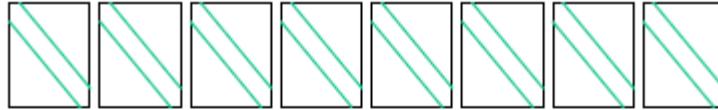
5. Compendium bemonsterings- en analysemethoden voor mest, bodem en veevoeder (BAM) – 2010

Na droging wordt het monster gebroken en vervolgens gezeefd op 2 mm. Alleen de gezeefde bodem, vrij van steentjes, plantenresten, e.d. wordt gebruikt voor verdere analyse.

STAP 21

1. Manuel Réseau de Mesures de la Qualité des Sols (RMQS) – 2006

Het volledige staal (5 à 10kg) wordt in verschillende recipiënten gedroogd aan de lucht bij 30°C. Vervolgens wordt een deelstaal van ongeveer 650g genomen voor verdere chemische analyse via onderstaande methode. De rest van het staal gaat rechtstreeks naar het archief.



1 - Prélever une diagonale de chacune des **n** barquettes d'échantillon, mettre le tout dans une nouvelle barquette propre et sèche



2 - Mélanger l'ensemble de manière à constituer un sous échantillon représentatif et suffisant pour obtenir environ 500g de terre fine.



3 - Si la quantité obtenue n'est pas suffisante pour préparer 500g de terre fine, procéder à nouveau à l'étape n°1

4.6 BIJLAGE



Instituut voor Landbouw,
Visserij- en Voedingsonderzoek

Plant
Burg-Van Gansbeke 109
9820 Merelbeke
T: 09 272 26 69
www.ilvo.vlaanderen.be

Betreeft: Oproep deelname onderzoeksproject

Hoeveel koolstof zit er in uw tuin?

Geachte heer, mevrouw,

Het klimaat verandert doordat er steeds meer CO₂ in de lucht zit. Maar wist u dat onze bodems een troef kunnen zijn in de strijd tegen de klimaatverandering? Na de oceanen is de bodem immers de grootste voorraadkast van koolstof. Als je één ton stabiele koolstof in de bodem opslaat, haal je bijna 4 ton CO₂ uit de lucht. Als particulier kan u hier uw steentje aan bijdragen door middel van uw tuin. Privétuinen nemen immers bijna één tiende van het Belgische grondoppervlak in en kunnen dus een aanzienlijke koolstofvoorraad vertegenwoordigen. Alleen is er over de voorraad van koolstof in tuinbodems heel weinig bekend. Dit komt omdat er een enorme variatie aan tuinen bestaat.

Het C-GAR project wil de koolstofvoorraad in Vlaamse tuinen daarom in kaart brengen. Het is een samenwerking tussen de Universiteit Gent, het Instituut voor Landbouw-, Visserij en Voedingsonderzoek (ILVO) en het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO) in opdracht van de Vlaamse Overheid (Departement Omgeving). De koolstofvoorraad zal bepaald worden in een dertigtal tuinen verspreid over Vlaanderen. Deze tuinen werden willekeurig geselecteerd aan de hand van het bestaande VITO landgebruiksbestand en met behulp van orthofoto's en/of het kadaster werden uw adresgegevens achterhaald.

Pagina-einde

Vlaanderen
(in landbouw & visserij)

Het onderzoek omvat een **éénmalige staalname in uw tuin tot 1 meter diep waarbij naast de koolstofvoorraad ook de zuurtegraad van de bodem wordt bepaald.** Zo weet u meteen of uw gazon of moestuin nood hebben aan een bekalking. Indien u graag meewerkt aan dit onderzoek vragen wij u **aan te melden via tommy.dhose@ilvo.vlaanderen.be**. Na de bevestiging van uw deelname nemen wij zo snel mogelijk contact met u op voor verdere afspraken.

U kan er van ons op aan dat alle gegevens, inclusief persoonsgegevens, op strikt vertrouwelijke wijze zullen behandeld worden volgens de Europese normen voor gegevensbescherming (GDPR).

Alvast bedankt

Met vriendelijke groet en hopelijk tot binnenkort!

Tommy D'Hose

T: 09 272 26 69 / GSM: 0499 234 234

DEPARTEMENT OMGEVING

ILVO
Instituut voor Landbouw,
Visserij en Voedingsonderzoek

UNIVERSITEIT GENT

INSTITUUT
NATUUR- EN
BOSONDERZOEK

Vlaanderen
(in landbouw & visserij)

DEEL II Statistische verwerking meetgegevens

verzameld voor bepaling van de schijnbare bodemdichtheid. Kernstatistieken van deze metingen worden gegeven in Tabel 5.

Tabel 5 Statistieken van het gehalte aan totale organische koolstof (TOC), totale stikstof (TN), totale anorganische koolstof (TIC), de schijnbare bulkdensiteit (BD) en pH gemeten in 27 proefvlakken in Parken, recreatiedomeinen en sportvelden.

diepte	statistiek	TOC (g kg ⁻¹)	TN (g kg ⁻¹)	TIC (g kg ⁻¹)	BD (g cm ⁻³)	pH _{KCl} (-)
0-10cm	N	27	27	27	27	27
	Minimum	22.65	1.40	0.00	0.43	2.84
	Maximum	78.45	4.62	6.61	1.32	7.42
	Mean	40.28	2.68	0.43	1.00	4.54
	Std. Deviation	15.10	0.70	1.35	0.20	1.48
	Skewness	1.16	0.69	4.11	-0.73	0.71
	Kurtosis	0.76	0.86	18.37	1.02	-0.97
10-30cm	N	27	27	27	27	27
	Minimum	6.74	0.59	0.00	1.01	3.28
	Maximum	76.83	5.73	16.67	1.55	8.01
	Mean	18.64	1.33	1.19	1.29	4.73
	Std. Deviation	14.40	1.01	3.64	0.12	1.56
	Skewness	3.19	3.64	3.69	-0.12	1.05
	Kurtosis	11.05	14.86	13.91	0.22	-0.40
30-60cm	N	27	27	27	27	27
	Minimum	4.10	0.38	0.00	1.10	3.43
	Maximum	44.19	1.95	23.62	1.63	8.26
	Mean	11.37	0.83	1.28	1.42	5.11
	Std. Deviation	8.56	0.40	4.57	0.12	1.64
	Skewness	2.47	1.67	4.84	-0.63	0.69
	Kurtosis	7.62	2.27	24.27	0.49	-1.17
60-100cm	N	26	26	26	26	26
	Minimum	1.62	0.27	0.00	1.19	3.41
	Maximum	27.46	2.19	20.88	1.78	7.92
	Mean	7.62	0.62	1.18	1.45	5.18
	Std. Deviation	7.49	0.47	4.11	0.13	1.55
	Skewness	1.60	2.29	4.76	0.26	0.73
	Kurtosis	1.57	4.97	23.47	0.47	-0.92

De skewness was steeds groter dan nul en regelmatig was de kurtosis groter dan 3 (Tabel 5). Beide bevindingen geven aan dat de meetgegevens mogelijk geen normale verdeling volgen, zoals vaak het geval voor bodemparameters. Een Kolmogorov-Smirnov test met Lilliefors correctie gaf aan dat de gehalten aan TOC, TN en TIC inderdaad niet normaal verdeeld waren (behalve TN op 0-10cm). Bodemdichtheid was wel normaal verdeeld op alle diepten. pH_{KCl} was niet normaal verdeeld. Er werd getracht de data te normaliseren a.d.h.v. een logaritmische transformatie. Zodoende kon de distributie van de observaties inderdaad grotendeels genormaliseerd worden, behalve van TN en pH op 10-30cm, pH op 30-60cm en TOC op 60-100cm. Enkel niet-parametrische toetsen kunnen dan

voor vergelijking van de gemiddelden per landgebruikscategorie van die variabelen gehanteerd worden.

TOC en TN gehalten nemen zoals verwacht gradueel af met de diepte. Het gehalte op 10-30cm diepte was ongeveer slechts de helft van het gehalte op 0-10cm diepte. Er was een wat minder sterke afname naar de diepere lagen toe (TOC en TN op 30-60cm nog zo'n twee-derde van gehalten op 10-30cm; TOC en TN op 60-100cm nog zo'n driekwart van gehalten op 30-60cm).

De gemiddelde bodemdichtheid in de top 10cm was erg laag (1.01 g cm^{-3}), allicht ten gevolge van het hoge organische stofgehalte ($\pm 8\%$ gemiddeld). Bodemdichtheid nam toe tot 1.41 g cm^{-3} op 30-60cm diepte en bleef verder nagenoeg constant met diepte.

5.1.2 Bermen & ruigten

In totaal werden 21 bermen van wegen (16), waterwegen (4) en één spoorweg bemonsterd. In de GRTS-selectie werd slechts één spoorwegberm weerhouden (Tabel 6 Bodemserie en wegtype van 21 bemonsterde Bermenproefvlakken.). Weer worden kernstatistieken van de gehalten aan TOC, TN en TIC weergegeven, alsook de pH_{KCl} en de BD (

Tabel 7).

Tabel 6 Bodemserie en wegtype van 21 bemonsterde Bermproefvlakken.

PlotId	Wegtype	bodemserie
P26e9f88	Weg	X
P41cc6db	Weg	Zcgb
P491b89a	Spoorweg	ZbG
P4e6b14d	Weg	(u)Shp
P55f6aac	Weg	Zcg
P5a000e2	Weg	Sc
P5c0858f	weg	t-Sdc
P5d842a3	Waterweg	s-Pgp
P5e7bc64	Weg	Zch
P5f52eaf	Waterweg	OB
P60aabb3	Weg	m,E1
P6a7a614	Weg	Zdb
P6cac071	waterweg	OB
P6f9d4e0	Weg	Sbm
P6ff2b91	Weg	Sch
P6ff7606	Weg	Ldp
P7774571	Weg	v-Pfpm
P890109a	Weg	Zag1t
P89816dc	Weg	Zdg
Pa098137	Weg	Aba0
Pb1fa67a	Waterweg	OB

diepte	statistiek	TOC (g kg ⁻¹)	TN (g kg ⁻¹)	TIC (g kg ⁻¹)	BD (g cm ⁻³)	pHKCl (-)
0-10cm	N	21	21	21	21	21
	Minimum	18.90	1.22	0.00	0.63	3.61
	Maximum	78.09	6.57	7.82	1.28	7.61
	Mean	33.31	2.51	1.09	1.04	5.91
	Std. Deviation	16.50	1.32	1.96	0.16	1.13
	Skewness	1.94	2.19	2.43	-0.90	-0.26
	Kurtosis	3.37	4.79	6.42	0.55	-0.79
10-30cm	N	21	21	21	21	21
	Minimum	5.82	0.54	0.00	0.65	3.64
	Maximum	52.39	4.07	9.52	1.63	7.97
	Mean	20.60	1.55	1.33	1.21	5.85
	Std. Deviation	12.04	0.98	2.78	0.26	1.18
	Skewness	1.48	1.62	2.36	-0.59	-0.14
	Kurtosis	1.99	2.04	4.72	0.27	-0.44
30-60cm	N	20	20	20	20	20
	Minimum	4.60	0.38	0.00	0.46	3.84
	Maximum	64.32	5.32	8.61	1.70	8.17
	Mean	18.51	1.40	1.28	1.31	5.74
	Std. Deviation	16.53	1.27	2.74	0.31	1.22
	Skewness	2.34	2.43	2.11	-1.55	0.20
	Kurtosis	5.03	5.60	3.04	2.64	-0.66
60-100cm	N	17	17	17	17	16
	Minimum	2.32	0.30	0.00	0.44	4.25
	Maximum	58.03	3.98	8.12	1.72	8.44
	Mean	11.81	0.86	1.61	1.35	5.74
	Std. Deviation	14.18	0.94	2.85	0.29	1.41
	Skewness	2.45	2.67	1.56	-1.97	0.89
	Kurtosis	6.86	7.74	1.02	5.44	-0.58

pagina 66 van 109

5.1.3 Gazons

In 35 tuinen toevallig verspreid over Vlaanderen werden proefvlakken gelegen in afzonderlijke tuindelen bemonsterd (Tabel 8). In 5 tuinen werden zowel de moestuin, siertuin als gazon bemonsterd. In 15 tuinen werden enkel gazon en moestuin bemonsterd. In 15 tuinen werden enkel gazon en siertuin bemonsterd. Hierdoor werden 35 gazons, 20 moestuinen en 20 siertuinen bemonsterd.

Tabel 8 Bodemserie, VITO-Ruimtemodel niv1 klassering en bemonsterde delen (G: Gazon, M: Moestuin, S: Siertuin) van 35 Tuinen verspreid over Vlaanderen.

PlotId	Tuindeel	VITO-Ruimtemodel niv1	bodemserie
P5749fd0	G,M,S	20	OB
P6cccd2f	G,S	20	SdP
P9ea5811	G,S	21	Lca0
P3e744e1	G,M,S	20	Zdmb(g)
P5b18df5	G,M	20	Ldp
P559677c	G,S	21	Zcf1x
P8c98b49	G,M,S	20	Sbp
P6d53699	G,S	20	Scm(g)
P4d05bf9	G,S	20	Scm
P6ad6678	G,S	20	Zcg
P41d2100	G,S	20	Zbgb
P55ac80e	G,S	20	ZdP
P3eb43cf	G,M,S	20	OB
P5a15eb3	G,S	21	Pepz
P5de4259	G,S	21	w-SdP
P2c9c22c	G,S	20	OB
P9cd4b53	G,M	20	Lep
P99aba1e	G,S	20	Adp(c)
P5029d24	G,S	20	SbP
P877c502	G,S	20	Lbaz
P56945a3	G,S	20	OB
P6b21df2	G,M,S	21	Sdc(h)
P466be41	G,M	12	ZdP
P32b4c93	G,M	12	Sfpz
P888740b	G,M	20	OB
P59f63d1	G,M	21	Sdh
P8e3c31d	G,M	21	Pdc
P5316412	G,M	12	Zcm(b)
P59274f8	G,M	20	ZcP
Pb7fc9d6	G,M	20	Aca1
P9444f46	G,M	20	Sbc
Pba3fd10	G,M	20	OB
P9262c56	G,M	20	Lbpy
P86fec85	G,M	20	wPDx
P6b3962e	G,M	20	Zch

Tabel 9 Statistieken van het gehalte aan totale organische koolstof (TOC), totale stikstof (TN), de schijnbare bulkdensiteit (BD) en pH gemeten in 20 proefvlakken in 'Gazons' van tuinen

Op 0-10cm waren alle veranderlijken normaal verdeeld, uitgezonderd het TOC gehalte in gazons. A.d.h.v. een logtransformatie konden de TOC-gegevens worden genormaliseerd. Op 10-30cm, 30-60cm en 60-100cm waren alle veranderlijken normaal verdeeld.

5.1.4 Siertuinen

In 20 tuinen toevallig verspreid over Vlaanderen werden proefvlakken bemonsterd in de siertuin. Kernstatistieken van de gehalten aan TOC en TN, de pH_{KCl} en de BD worden gegeven in Tabel 10.

Tabel 10 Statistieken van het gehalte aan totale organische koolstof (TOC), totale stikstof (TN), de schijnbare
bultdensiteit (BD) en pH gemeten in 20 proefvlakken in 'Siertuinen'

diepte	statistiek	TOC (g kg ⁻¹)	TN (g kg ⁻¹)	BD (g cm ⁻³)	pH _{KCl} (-)
0-10cm	N	20	20	20	20
	Minimum	20.50	1.47	0.73	3.09
	Maximum	47.50	2.90	1.26	7.02
	Mean	31.11	2.08	1.08	5.41
	Std. Deviation	8.04	0.42	0.14	1.12
	Skewness	0.87	0.27	-0.93	-0.31
	Kurtosis	-0.03	-0.92	0.65	-0.81
10-30cm	N	20	20	20	20
	Minimum	8.50	0.52	1.06	3.38
	Maximum	26.10	1.56	1.53	6.97
	Mean	15.71	1.07	1.29	5.26
	Std. Deviation	4.71	0.28	0.12	1.05
	Skewness	0.59	-0.22	-0.24	-0.11
	Kurtosis	0.10	-0.74	-0.10	-1.05
30-60cm	N	20	20	20	20
	Minimum	4.10	0.27	1.23	3.65
	Maximum	26.90	1.45	1.59	7.10
	Mean	12.68	0.85	1.47	5.15
	Std. Deviation	6.28	0.34	0.10	1.08
	Skewness	0.59	0.16	-0.68	0.53
	Kurtosis	-0.20	-0.61	-0.31	-0.90
60-100cm	N	20	20	20	20
	Minimum	1.50	0.14	1.17	3.62
	Maximum	19.20	1.12	1.63	7.62
	Mean	8.74	0.58	1.43	5.18
	Std. Deviation	5.35	0.29	0.13	1.20
	Skewness	0.34	0.27	-0.54	0.83
	Kurtosis	-0.98	-1.00	-0.42	-0.33

Op alle diepten waren alle veranderlijken normaal verdeeld.

5.1.5 Moestuin

In 20 tuinen toevallig verspreid over Vlaanderen werden proefvlakken bemonsterd in de moestuin. Kernstatistieken van de gehalten aan TOC en TN, de pH_{KCl} en de BD worden gegeven in Tabel 11.

Tabel 11 Statistieken van het gehalte aan totale organische koolstof (TOC), totale stikstof (TN), de schijnbare bulkdensiteit (BD) en pH gemeten in 20 proefvlakken in 'Moestuinen'

diepte	statistiek	TOC (g kg ⁻¹)	TN (g kg ⁻¹)	BD (g cm ⁻³)	pH _{KCl} (-)
0-10cm	N	20	20	20	20
	Minimum	1.10	0.30	0.85	5.46
	Maximum	78.10	6.60	1.32	7.29
	Mean	42.67	3.09	1.08	6.23
	Std. Deviation	17.41	1.41	0.14	0.46
	Skewness	0.89	0.45	-0.19	0.84
	Kurtosis	0.21	0.99	-0.85	2.34
10-30cm	N	20	20	20	20
	Minimum	9.30	0.80	0.86	3.38
	Maximum	52.70	3.91	1.65	7.34
	Mean	24.96	1.96	1.20	6.12
	Std. Deviation	10.87	0.88	0.18	1.04
	Skewness	0.83	0.65	0.42	-0.11
	Kurtosis	0.69	-0.41	1.00	-1.05
30-60cm	N	20	20	20	20
	Minimum	5.20	0.50	1.23	4.30
	Maximum	37.60	2.20	1.67	7.16
	Mean	15.25	1.12	1.48	5.87
	Std. Deviation	8.19	0.49	0.12	0.91
	Skewness	1.16	0.75	-0.26	-0.53
	Kurtosis	1.43	-0.21	-0.45	-0.75
60-100cm	N	20	20	20	20
	Minimum	1.10	0.16	1.21	4.19
	Maximum	41.70	2.80	1.64	6.63
	Mean	9.04	0.68	1.51	5.18
	Std. Deviation	9.32	0.59	0.10	1.20
	Skewness	2.50	2.71	-1.21	0.83
	Kurtosis	7.69	8.82	2.10	-0.33

Op 0-10cm, 10-30cm en 30-60cm waren alle veranderlijken normaal verdeeld, uitgezonderd de BD. De data konden niet worden genormaliseerd a.d.h.v. een log-transformatie. Op 60-100cm waren alle veranderlijken normaal verdeeld.

Tabel 14 Gemiddeld verschil in TOC, TN en TIC gehalte, bodemdichtheid en pH_{KCl} tussen 'Parken, Recreatiedomeinen en sportvelden' **min** 'Bermen en Ruigten'. Vetgedrukte waarden duiden op significante verschillen (onafhankelijke t-test)

Diepte	ΔTOC (g kg ⁻¹)	ΔTN (g kg ⁻¹)	ΔTIC (g kg ⁻¹)	ΔBD (g cm ⁻³)	$\Delta\text{pH}_{\text{KCl}}$ (-)
0-10cm	6.96^{a,b}	0.17	-0.67	-0.04	-1.38^{**}
10-30cm	-1.95	-0.22	-0.14	0.08	-1.12^{***}
30-60cm	-7.14[*]	-0.57[*]	0.00	0.11	-0.63
60-100cm	-4.19	-0.23	-0.43	0.09	-0.56

^a ***: $p < 0.001$; **: $p < 0.01$; *: $p < 0.05$

^b: cursief gedrukte waarden indiceren het resultaat van een t-test op de log-getransformeerde data

Het gemiddelde logaritme van de TOC gehalte verschilde voor de 0-10 en 30-60cm lagen tussen 'Parken, Recreatiedomeinen en sportvelden' en 'Bermen en Ruigten' (Tabel 14). Het logaritme van het TN gehalte verschilde op 30-60cm diep. Onder de 0-10cm laag leken de TOC en TN gehalten hoger in Parken, Recreatiedomeinen en sportvelden. De gemiddelde bodemdichtheid bleek steeds gelijk, ondanks het grote verschil in variantie tussen beide Ruimtebeslag subcategorieën. De pH_{KCl} in de 0-30cm laag bleek ongeveer één pH-eenheid lager te liggen in 'Parken, Recreatiedomeinen en sportvelden' dan in 'Bermen en Ruigten'.

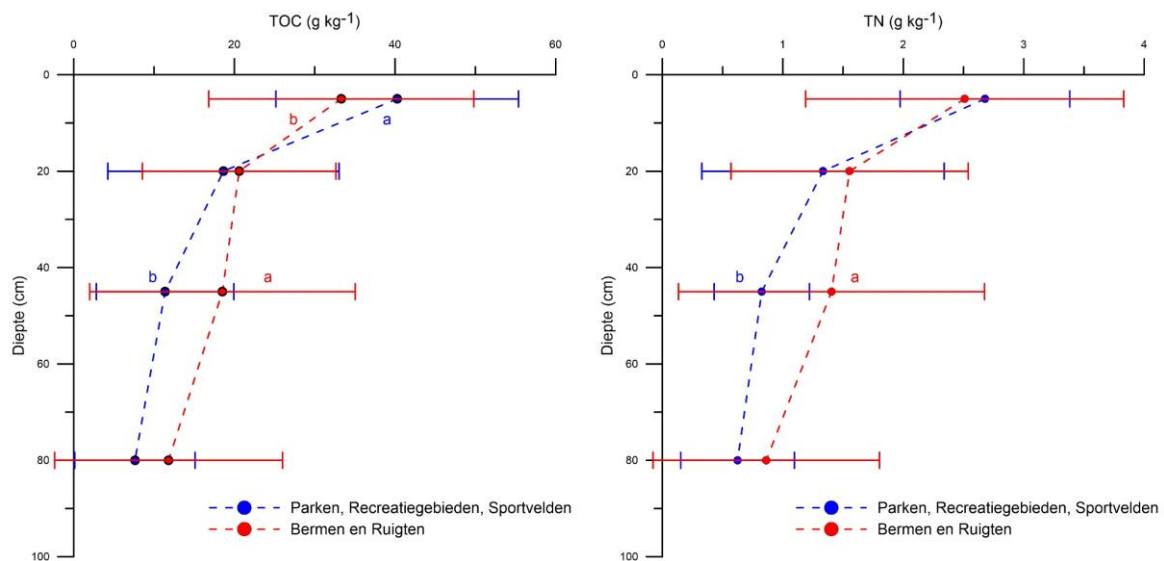


Fig. 38 Diepte profielen van het gemiddeld TOC gehalte (links) en TN gehalte (rechts) in 'Parken, recreatiegebieden en sportvelden' en in 'Bermen en Ruigten'. Foutenbalken geven de SD weer.

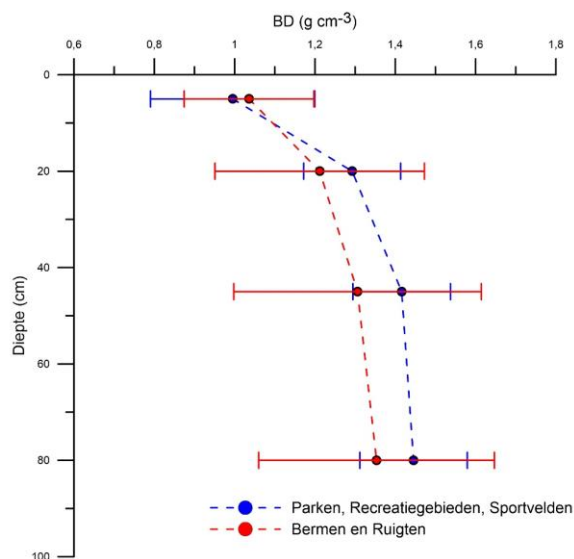


Fig. 39 Diepte profielen van de gemiddelde bodemdichtheid in 'Parken, recreatiegebieden en sportvelden' en in 'Bermen en Ruigten'. Foutenbalken geven de SD weer.

Het TIC-gehalte en de pH_{KCl} vertoonden geen duidelijke dieptegradiënt (

Fig. 40).

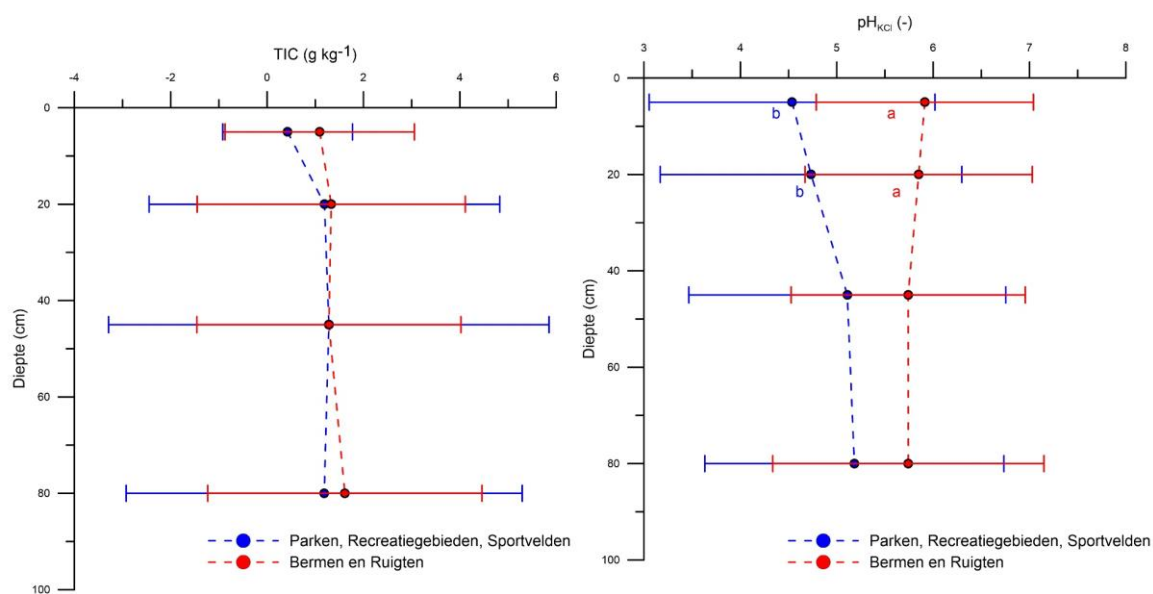
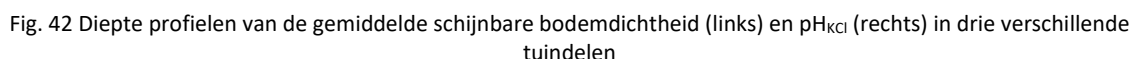


Fig. 40 Diepte profielen van het gemiddeld TIC gehalte (links) en de gemiddelde pH_{KCl} (rechts) in 'Parken, Recreatiegebieden en Sportvelden' en in 'Bermen en Ruigten'. Foutenbalken geven de SD weer.

Statistische power

Een belangrijke kanttekening bij bovenstaande analyse is dat met het gering aantal observaties de power van de statistische toets beperkt is. Zo bleek b.v. vergelijking van de gemiddelde TOC gehalten in de 0-10cm laag gepaard met een power ($1-\beta$) van 0.35. M.a.w. er is 65% kans dat de conclusie dat er geen verschil bestaat tussen het gemiddelde TOC-gehalte van 'Parken, Recreatiedomeinen en sportvelden' en van 'Bermen en Ruigten' foutief is. Voor daadwerkelijke uitrol van een monitoringsysteem werd in de C-Mon studie voorzien in 441 meetpunten voor monitoring van



In het doctoraat van Valerie Dewaelheyns werden eveneens cijfers gegeven voor het TOC gehalte en de pH_{KCl} , althans voor de bovenste 23 cm voor moestuinen en siertuinen en tot 6cm diep voor gazons. Het is dus niet meteen mogelijk om een directe vergelijking te maken met onze metingen, ook omdat Dewaelheyns (2014) slechts een verdeling van metingen over 7 bodemvruchtbaarheidsklassen meegeeft. Grofweg afgeleid uit Dewaelheyns (2014) is het mediaan OC gehalte van de 0-6cm laag in gazons $\pm 2\%$, t.o.v. eerder $\pm 2.5\%$ in moestuinen en $\pm 1.7\%$ in siertuinen. Het hogere OC gehalte van moestuinen volgt dus de trend beschreven door Dewaelheyns (2014). De 0-23cm TOC gehalten van siertuinen en gazons zijn ook vergelijkbaar met gemiddelden voor de 0-10cm en 10-30cm laag bekomen in dit onderzoek. De mediaan pH in moestuinen lag volgens Dewaelheyns (2014) ongeveer op 6.5 t.o.v. in gazons op ± 6.2 . Het lijkt er dus op dat systematisch lagere pH's gemeten werden in deze studie. De hogere pH van moestuinen werd wel bevestigd. De meest voor de hand liggende verklaring ligt in een regelmatigere bekalken van moestuinen en veelvuldig gebruik van compost. Ook Dewaelheyns (2014) haalde deze verklaringen aan maar vond in tegenstelling tot deze studie dat siertuinen een nog hogere pH hadden. Mogelijk is het verschil met deze studie te verklaren door het mee bemonsteren van heggen.

Binnen het kader van opmeting van bodem koolstofvoorraden en veranderingen daarin kan een groeperen van meetpunten volgens vegetatietype i.p.v. volgens administratieve status zinvoller zijn.

Tabel 17 TOC en TN gehalten, bodemdichtheid en pH_{KCl} van proefvlakken ingekleurd als 'Overig Hoog Groen' en 'Overig Laag Groen' binnen Ruimtebeslag subcategorieën 'Gazons, Siertuinen en moestuinen'. Vetgedrukte waarden indiceren significante verschillen (P<0.05) per diepte interval tussen gemiddelden (independent samples t-test) of tussen de varianties (Levene's test) (gemiddelde ± standaard afwijking)

Diepte	VITO-Ruimtemodel	TOC	TN	BD	pH _{KCl}
	Niveau 1 klasse	(g kg ⁻¹)	(g kg ⁻¹)	(g cm ⁻³)	(-)
0-10cm	<i>Overig Hoog Groen</i>	29.33±14.55	1.96±0.93	1.12±0.14	5.14±1.12
	<i>Overig Laag Groen</i>	31.51±11.75	2.36±0.98	1.13±0.14	5.64±0.85
10-30cm	<i>Overig Hoog Groen</i>	16.77±8.57	1.12±0.61	1.29±0.12	5.24±1.01
	<i>Overig Laag Groen</i>	17.91±8.08	1.33±0.65	1.31±0.15	5.52±0.94
30-60cm	<i>Overig Hoog Groen</i>	15.78± 9.72	1.05± 0.58	1.44±0.13	5.51±0.97
	<i>Overig Laag Groen</i>	12.39± 6.39	0.86± 0.32	1.48±0.10	5.45±1.02
60-100cm	<i>Overig Hoog Groen</i>	12.25±10.87	0.85± 0.71	1.45±0.13	5.41±0.98
	<i>Overig Laag Groen</i>	8.19±6.11	0.57± 0.31	1.49±0.11	5.39±1.05

5.3.1 'Parken, Recreatiedomeinen en sportvelden' en 'Bermen en Ruigten'

De pH_{KCl} en het TIC-gehalte bleken gelijk te zijn voor alle diepte-intervallen. Bodemdichtheid (BD) varieerde significant met de diepte. Zowel ANOVA als de meer robuuste niet-parametrische Brown-Forsythe test toonden aan dat gemiddelde TOC en TN-gehalte varieerde met de diepte. In een tweede stap bleken ook lineaire en kwadratische contrast testen in functie van de diepte van TOC of TN significant (Tabel 18). Uit de Games-Howell post-hoc test blijkt verder dat het gemiddelde TOC- en TN-gehalte van alle diepte intervallen verschilde.

Diepte	TOC (g kg ⁻¹)	TN (g kg ⁻¹)	TIC (g kg ⁻¹)	BD (g cm ⁻³)	pH _{KCl} (-)
0-10cm	37.23±15.95a	2.60±1.01a	0.72±1.66	1.01±0.19a	5.14±1.49
10-30cm	19.50±13.32b	1.43±0.99b	1.25±3.26	1.26±0.20ab	5.22±1.50
30-60cm	14.41±12.92c	1.07±0.92c	1.28±3.86	1.37±0.22bc	5.38±1.50
60-100cm	9.27± 10.69d	0.72±0.70d	1.35±3.63	1.41±0.21c	5.40±1.51
ANOVA-F-waarde					
One-way	38.2***a	37.0***	0.39	35.1***	0.32
Lineaire contrasten	83.5***	82.1***	0.63	75.2***	0.78
Kwadratische contrasten	15.5***	15.5***	0.27	14.9***	0.08

De F-waarde van het lineaire contrast model blijkt steeds hoger te zijn dan het ANOVA model zonder contrasten. M.a.w. er bestaat een significante trend met diepte in het TOC- en TN gehalte en in bodemdichtheid. Een kwadratisch model bleek geen betere fit te geven. Het testen van overige modellen (exponentiële daling met diepte) valt buiten deze opdracht.

Er werd niet voldaan aan de voorwaarde van homoscedasticiteit. Levene's test wees uit dat de varianties op het TOC-gehalte op 60-100cm significant lager zijn dan in de 30-60m laag. Gezien het al bij al beperkte verschil ($s = 12.92$ t.o.v. 10.69 g kg^{-1} voor 30-60 en 60-100cm, respectievelijk) lijkt het niet meteen aangewezen om te veronderstellen dat met minder observaties BOC-gehalten op 60-100cm diepte even betrouwbaar kunnen worden opgemeten als in de daarboven gelegen bodem. Er waren ook geen verschillen in de varianties van de 10-30cm en 30-60cm lagen.

Uit bovenstaande analyse kan besloten worden dat monitoren van veranderingen in TOC en TN in de 0-30cm laag een groter aantal meetpunten vereist voor moestuinen dan voor andere tuindelen. In diepere lagen zijn de varianties gelijkaardig en kan eenzelfde meetfrequentie worden gebruikt voor alle tuindelen.

6 BODEM OC VOORRADEN

6.1 KERNSTATISTIEKEN

6.1.1 'Parken, recreatiegebieden en sportvelden' en 'Bermen en Ruigten'

Uit de TOC-gehalten en bodemdichtheden werden vervolgens de OC-voorraden per diepte-interval en voor 0-30cm, 0-60cm en 0-100cm bepaald en omgerekend tot t OC ha⁻¹ (Tabel 22).

Tabel 22 Statistieken van de voorraad aan organische koolstof (uitgedrukt in t OC ha⁻¹) per ruimtebeslag subcategorie.

Ruimtebeslag subcategorie	diepte	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	Skewness	Kurtosis
<i>Parken, Recre...</i>	0-30cm	27	47.1	212.8	85.0	34.5	2.5	7.3
	0-60cm	27	73.7	334.0	131.6	60.3	2.2	5.2
	0-100cm	26	103.4	419.2	165.5	76.7	1.9	3.7
<i>Bermen, Ruigten</i>	0-30cm	21	39.9	134.2	78.9	26.7	0.6	-0.4
	0-60cm	21	59.3	251.2	130.4	55.7	0.1	1.1
	0-100cm	17	82.2	352.8	188.4	82.2	0.7	-0.8

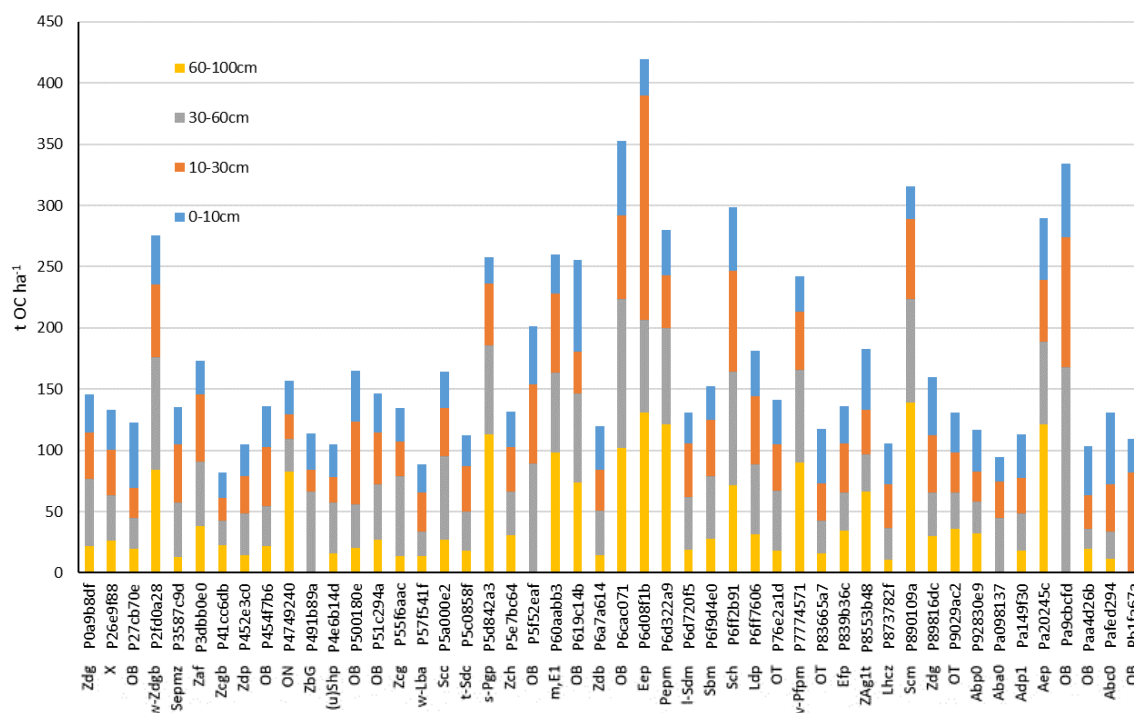


Fig. 43 Verdeling van bodem OC voorraden in 48 proefvlakken en verdeling over vier diepte intervallen; De bodemserie zoals aangegeven in de digitale Belgische Bodemkaart wordt steeds gegeven onder het plot-nummer

De gemiddelde OC voorraden benaderen OC-voorraden in graslanden. Enkele proefvlakken bevatten tot bijna 200 t OC in de 30-100cm laag. Hiervoor werd uit de bodemserie niet één vaste verklaring voor gevonden. B.v. Pa9cbcf en P6cac071 betroffen Technosols (OB). Anderzijds waren hoge OC voorraden ook typisch voor bodems met eerder beperkte drainage zoals Pa20245c, een

Fluvis Gleyic Phaeozem; P6d08f1b, een Eutric Fluvis Gleyic Cambisol (Loamic, Fluvis) (Eep) en P6d322a9, een Dystric Fluvis Gleyic Cambisol (Loamic, Fluvis) (Pepm).

6.1.2 Tuinen

Uit de TOC-gehalten en bodemdichtheden van de tuinen werden de OC-voorraden per diepte-interval en voor 0-30cm, 0-60cm en 0-100cm bepaald en omgerekend tot t OC ha⁻¹ (Tabel 23).

Tabel 23 Statistieken van de voorraad aan organische koolstof (uitgedrukt in t OC ha⁻¹) voor verschillende tuindelen.

Ruimtebeslag subcategorie	diepte	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum	Skewness	Kurtosis
<i>Gazons</i>	0-30cm	35	70.9	20.2	41.7	129.3	0.96	0.97
	0-60cm	35	123.2	44.8	58.2	275.5	1.64	3.36
	0-100cm	35	176.8	80.1	81.0	453.2	1.42	2.73
<i>Moestuinen</i>	0-30cm	20	98.4	31.8	25.3	150.5	-0.2	0.56
	0-60cm	20	165.5	46.0	93.1	246.3	0.17	-0.90
	0-100cm	20	220.4	94.5	100.2	485.0	1.27	1.94
<i>Siertuinen</i>	0-30cm	20	73.6	17.3	47.2	105.3	0.05	-1.01
	0-60cm	20	128.5	37.5	78.1	218.2	0.69	0.08
	0-100cm	20	177.2	63.1	97.7	287.6	0.32	-1.31

De gemiddelde OC voorraden in Gazons, Siertuinen en Moestuinen waren vergelijkbaar met metingen in 'Parken, Recreatiedomeinen en Sportvelden' en 'Bermen en Ruigten'. Gemiddelde OC voorraden in de 0-30cm laag zijn ook weer vergelijkbaar met OC-voorraden in beheerd grasland. De gemiddelde voorraden tussen 30 en 100cm diep blijken weer aanzienlijk want ze waren meestal nog groter dan de 0-30cm voorraden. Maar ten dele geven deze gemiddelde cijfers een vertekend beeld doordat ze worden opgetrokken door de bijzonder hoge 30-100cm OC voorraden (200 t OC ha⁻¹ en meer) van enkele proefvlakken.

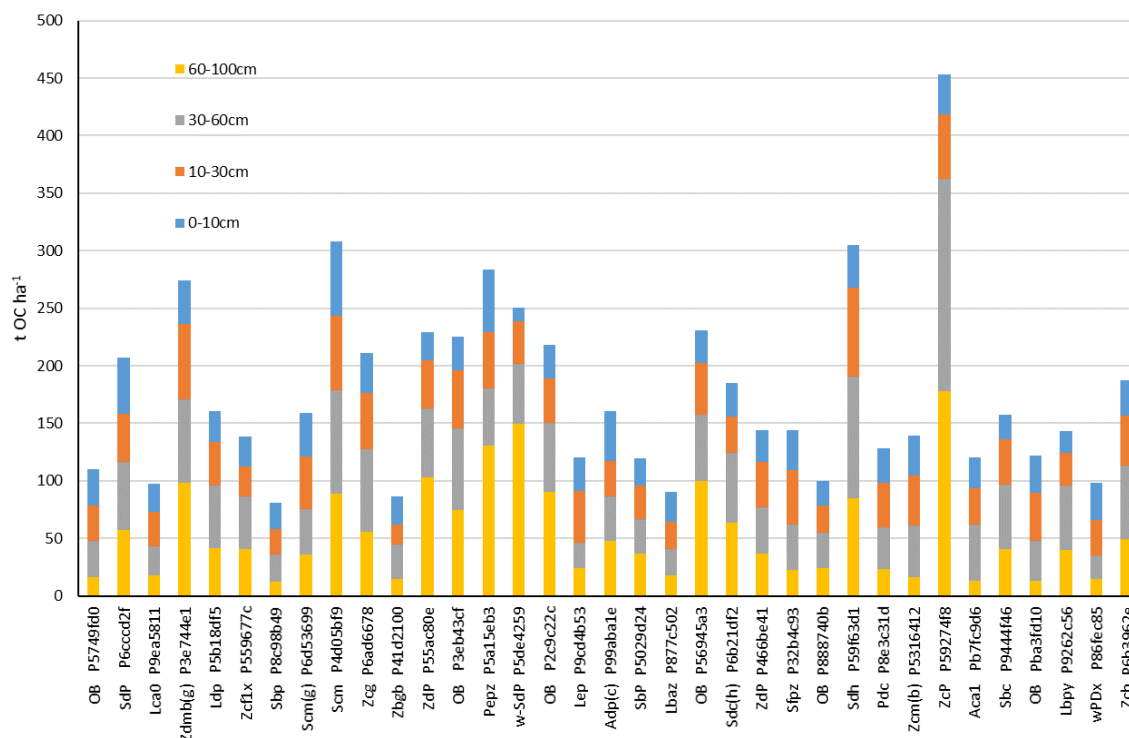


Fig. 44 Verdeling van bodem OC voorraden over vier diepte intervallen in 35 gazonproefvlakken; De bodemserie zoals aangegeven in de digitale Belgische Bodemkaart wordt steeds gegeven onder het plot-nummer

Doorgaans was er een eerder gelijkmatige verdeling van de OC voorraden over de vier onderscheiden diepte-intervallen. Deze uitzonderingen bevatten tot meer dan 200 t OC in de 30-100cm laag. Met name voor plots P3e744e1 (Zdm), P4d05bf9(Zcm) is het aannemelijk dat hoge diepere OC voorraden een gevolg zijn van antropogeen beheer (profielsymbool m = gronden met diepe antropogene humus A horizont (Plaggengronden, antropogene bodems). Proefvlak P59f63d1 is dan weer een post-podzol (Sdh), allicht in dit geval met nog deels aanwezige (verbrokkelde) humus-B horizont. Voor de meeste andere profielen met hoge begraven OC voorraad is een soortgelijke verklaring moeilijker te vinden aangezien zij bodemserie OB (bebouwde zone) of profielsymbool p (gronden zonder profielontwikkeling (alluviale en colluviale bodems) dragen.

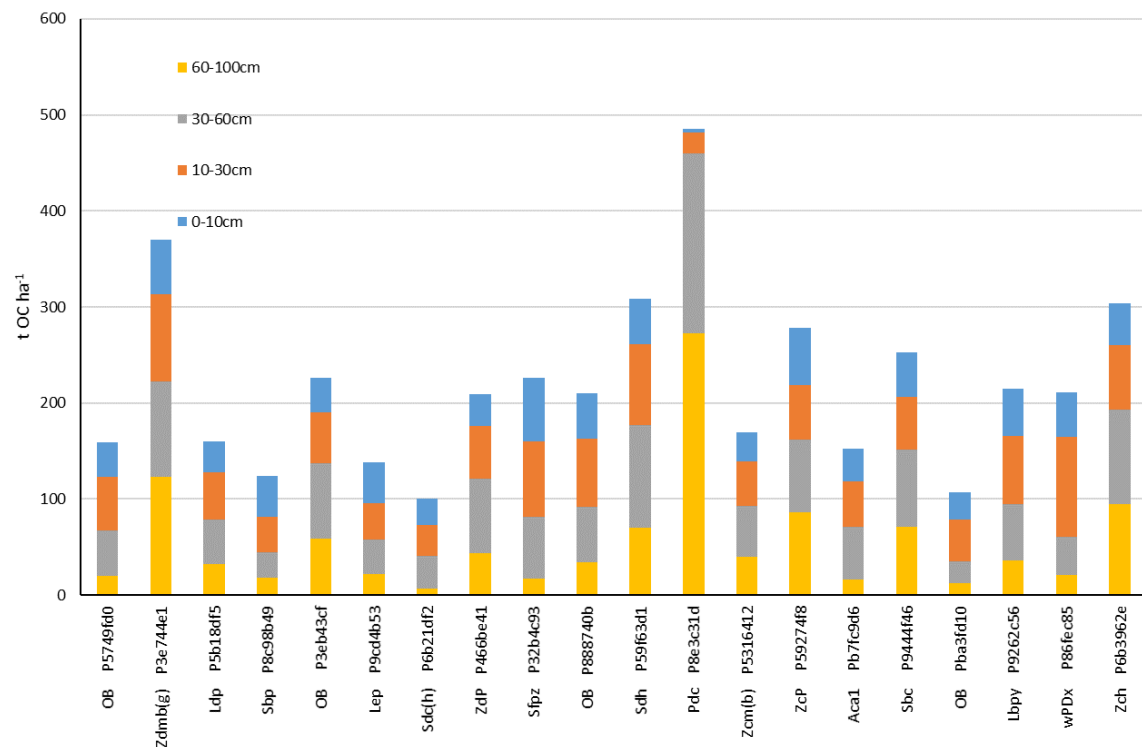


Fig. 45 Verdeling van bodem OC voorraden verdeling over vier diepte intervallen in 20 moestuin proefvlakken; De bodemserie zoals aangegeven in de digitale Belgische Bodemkaart wordt steeds gegeven onder het plot-nummer

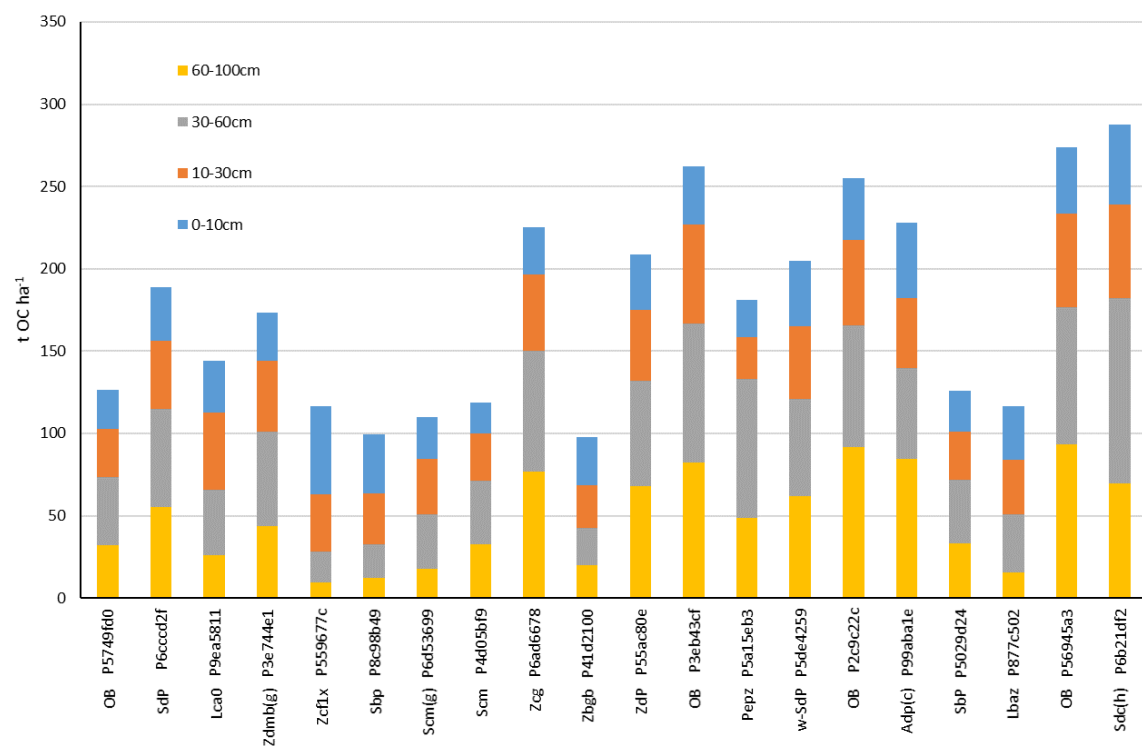


Fig. 46 Verdeling van bodem OC voorraden over vier diepte intervallen in 20 siertuin proefvlakken; De bodemserie zoals aangegeven in de digitale Belgische Bodemkaart wordt steeds gegeven onder het plot-nummer

0-30cm: 25.7 – 38.6 t OC ha⁻¹ (of 2.6 – 3.9 kg C m⁻²)
 0-60cm: 47.6 – 71.3 t OC ha⁻¹ (of 4.8 – 7.1 kg C m⁻²)
 0-100cm: 75.9 – 113.7 t OC ha⁻¹ (of 7.6 – 11.4 kg C m⁻²)

6.2.2 'Tuinen'

6.2.2.1 Gemiddelde en variantie

De OC-voorraden voor verschillende tuindelen werden in eerste instantie met ANOVA en vervolgens ook met gepaard de t-tests vergeleken. Op alle diepte intervallen (0-30cm, 0-60cm, 0-100cm) waren de observaties normaal verdeeld (Kolmogorov-Smirnov test) voor subcategorieën 'Moestuin' en 'Siertuin'. Ook de 0-30cm data voor gazons waren normaal verdeeld, maar niet voor de 0-60cm en 0-100cm intervallen. Aangezien het aantal observaties in gazons (35) voldoende hoog ligt zal deze afwijking van een normale verdeling echter nagenoeg geen impact hebben op het eindresultaat van de ANOVA. Steeds bleek ook voldaan aan de conditie van homoscedasticiteit voor deze drie Ruimtebeslag subcategorieën. Er werd dus verder gewerkt met een parametrische F-test en Tukey's post-hoc test (Tabel 24).

Tabel 24 Meervoudige vergelijking van de gemiddelde voorraad aan organische koolstof (uitgedrukt in t OC ha⁻¹) voor verschillende tuindelen.

	OC 0-30cm (t ha ⁻¹)	OC 0-60cm (t ha ⁻¹)	OC 0-100cm (t ha ⁻¹)
<i>Gazon</i>	70.9±20.2b	123.2±44.8b	176.8±80.1a
<i>Moestuין</i>	98.4±31.8a	165.5±45.9a	220.4±94.5a
<i>Siertuin</i>	73.6±17.3b	128.5±37.5b	177.2±63.1a
<i>Globaal gemiddelde</i>	78.9±25.8	135.8±46.4	188.5±81.5
ANOVA F-waarde	9.66***a	6.47**	NS
Gepaarde t-test	0.000***	0.001***	0.046*
Gazon/moestuין P-waarde			
Gepaarde t-test	0.782	0.410	0.429
Gazon/siertuin P-waarde			

a ***: $p < 0.001$; **: $p < 0.01$; *: $p < 0.05$

ANOVA toonde aan dat de bodem OC-voorraden op 0-30cm en op 0-60cm verschilden tussen de tuindelen, maar niet op 0-100cm ($P=0.124$) (Tabel 24). Tukey's post-hoc test toonde aan dat tot 60cm diep er net zoals bij het TOC gehalte geen verschil was in de OC voorraden van gazons en siertuinen, maar dat voor beide er wel een significant verschil was met subcategorie 'moestuin'. De gepaarde t-test tussen gazons en moestuinen bevestigde in tegenstelling tot de ANOVA toch analoge trends voor het 0-100cm diepte-interval: $\text{TOC}_{\text{st}0-100\text{cm}} \text{ gazon} = \text{TOC}_{\text{st}0-100\text{cm}} \text{ siertuin} < \text{TOC}_{\text{st}0-100\text{cm}} \text{ moestuin}$ (Tabel 24).

Het is dus zinvol om bij toekomstige monitoren strata te definiëren op basis van de subcategorieën 'Gazon + Siertuin' en 'Moestuin'. Voor een optimalisering van allocatie van puntenparen over de verschillende subcategorieën ruimtebeslag is het weer belangrijk om met name de varianties (en niet de gemiddelden) te vergelijken.

Aangezien Levene's test geen verschillende varianties aantoonde voor de TOC-voorraden in de 0-60cm en 0-100cm intervallen (gegevens niet getoond), zal het niet nodig zijn om disproportioneel punten toe te kennen voor bemonstering van hetzij moestuinen, hetzij gazons+siertuinen. Er bleek

wel een verschillende variantie te zijn in de 0-30cm OC voorraad, maar aangezien het C-MON netwerk opname van voorraden tot op 1m ambieert heeft dit naar alle waarschijnlijkheid geen implicaties voor allocatie van puntenaantallen.

6.2.2.2 Betrouwbaarheidsintervallen

Weer werden 95%-betrouwbaarheidsintervallen berekend van de gemiddelde OC-voorraden op 0-30cm, 0-60cm en 0-100cm diepte voor 'gazons+siertuinen':

0-30cm: 66.7 – 77.0 t OC ha⁻¹
0-60cm: 113.7 – 136.4 t OC ha⁻¹
0-100cm: 129.7 – 183.1 t OC ha⁻¹

en 'moestuinen':

0-30cm: 83.5 – 113.3 t OC ha⁻¹
0-60cm: 143.9 – 186.9 t OC ha⁻¹
0-100cm: 176.1 – 264.6t OC ha⁻¹

Ook werden 95%-betrouwbaarheidsintervallen berekend van de standaardafwijking van de OC-voorraden op 0-30cm, 0-60cm en 0-100cm diepte voor 'gazons+siertuinen':

0-30cm: 16.9 – 25.3 t OC ha⁻¹ (of 1.7 – 2.5 kg C m⁻²)
 0-60cm: 37.1 – 55.6 t OC ha⁻¹ (of 3.7 – 5.6 kg C m⁻²)
 0-100cm: 65.2 – 97.7 t OC ha⁻¹ (of 6.5 – 9.8 kg C m⁻²)

en 'moestuinen':

0-30cm: 26.0 – 39.0 t OC ha⁻¹ (of 2.6 – 3.9 kg C m⁻²)
 0-60cm: 40.5 – 60.7 t OC ha⁻¹ (of 4.1 – 6.1 kg C m⁻²)
 0-100cm: 84.3 – 126.3 t OC ha⁻¹ (of 8.4 – 12.6 kg C m⁻²)

Met deze betrouwbaarheidsintervallen wordt verder een inschatting gemaakt van de onzekerheid op de puntenparen allocatie voor verschillende stratificatie keuzes.

6.2.3 Vergelijking 'Overig Hoog Groen' en 'Overig Laag groen'

Analoog aan 5.2.3 (p 75) worden ook de gemiddelde OC voorraden vergeleken voor VITO Ruimtemodel niveau 1 categorieën 'Overig Laag Groen' en 'Overig Hoog Groen'. Klassering in deze categorieën was niet gekend voor 'Bermen en Ruigten' en dus werden deze proefvlakken niet meegenomen in de analyse. In totaal konden zo 34 proefvlakken 'Overig Hoog Groen' via een onafhankelijke t-toets vergeleken worden met 66 proefvlakken 'Overig Laag Groen'.

Tabel 25 OC voorraden per VITO Ruimtemodel klasse 1 'Overig Hoog Groen' en 'Overig Laag Groen' over alle Ruimtebeslag subcategorieën heen en resultaat van een onafhankelijke t-toets
OC voorraad (t OC ha⁻¹)

VITO-Ruimtemodel Niveau 1 klasse	OC voorraad (t OC ha ⁻¹)		
	0-30cm	0-60cm	0-100cm
<i>Overig Hoog Groen</i>	81.4±32.7	136.2±51.4	196.2±94.2
<i>Overig Laag Groen</i>	81.0±26.3	136.4±50.1	178.0 ±76.8
Onafhankelijke t-toets p-waarde	0.944	0.985	0.301

De gemiddelde OC voorraad verschilde voor geen enkel diepte-interval tussen klassen 'Overig Hoog Groen' en 'Overig Laag Groen' (Tabel 25). Er was evenmin een verschil in de variantie van beide groepen.

6.2.4 Meervoudige vergelijking van 'Parken & Bermen', 'Gazons & Siertuinen' en 'Moestuinen'

Uit voorgaande vergelijking van gemiddelden lijkt het zinvol om voor een vergelijking van de OC-voorraden in de 5 onderzochte ruimtebeslag subcategorieën uit te gaan van een groepering van de metingen in 'Parken & Bermen', 'Gazons & Siertuinen' en 'Moestuinen'. Aangezien de OC-voorraad gegevens niet normaal verdeeld waren voor 'Parken & Bermen' werd eerst getracht de data te normaliseren a.d.h.v. een log-transformatie. Hiermee konden de 0-30cm en de 0-60cm gegevens inderdaad worden genormaliseerd en bijgevolg wordt ANOVA voor 0-30cm en 0-60cm uitgevoerd op de log-getransformeerde data. Voor het 0-100cm interval was een dergelijke transformatie niet succesvol en wordt de niet-parametrische Welch-test gebruikt. De voorwaarde van homoscedasticiteit was steeds voldaan.

Tabel 26 Vergelijking van de gemiddelde voorraad aan organische koolstof (uitgedrukt in t OC ha⁻¹) in verschillende tuindelen.

	N	OC voorraad (t OC ha ⁻¹)		
		0-30cm	0-60cm	0-100cm
<i>Parken+Bermen</i>	48	82.4±31.2ab	131.1±57.7b	174.6±78.9a
<i>Gazon+Siertuin</i>	55	71.9±19.1b	125.1±42.0b	176.9±73.8a
<i>Moestuin</i>	20	98.4±31.8a	163.5±46.0a	220.4±94.5a
<i>Globaal gemiddelde</i>	123	80.2±27.9	134.0±50.9	183.4±80.5
ANOVA-F-waarde		6.23**a,b	5.90**b	2.61 ^c

^a ***: p<0.001; **: p<0.01; *: p<0.05

^b resultaat F-toets op log-getransformeerde gegevens & Tukey's post-hoc test

^c resultaat F-toets met Welch correctie op niet-getransformeerde gegevens & Games-Howell post-hoc test

Uit de meervoudige vergelijking van gemiddelden blijkt dat moestuinen tot op 60cm diep een significant hogere OC voorraad hebben dan 'Parken en Bermen' en 'Gazons en Siertuinen'. Tot op 100cm diep was dit verschil bijna significant (P=0.077). Met een wat groter aantal metingen was het allicht wel mogelijk om een hogere OC voorraad in moestuinen aan te tonen. Het lijkt evenwel toch aangewezen om moestuinen als nuttig afzonderlijk stratum verder te onderzoeken. Opvallend genoeg verschillen de gemiddelde OC voorraden van 'Gazons & Siertuinen' en 'Parken & Bermen' niet significant. De varianties verschillen evenmin. Het is dan mogelijk niet nuttig om 'Gazons', 'Siertuinen', 'Parken, Recreatiegebieden en Sportvelden', en 'Bermen en Ruigten' als afzonderlijke

6.2.5 Vergelijking van textuurklassen

Tabel 27 Vergelijking van de gemiddelde voorraad aan organische koolstof (uitgedrukt in t OC ha⁻¹) voor verschillende bodemtextuurklassen.

Er bleek geen significant verschil te zijn tussen de OC voorraden van de verschillende textuurklassen. Zeker voor de 0-30cm laag was de p-waarde van de Welch-test hoog wat er op duidt dat niet textuur, maar andere factoren de OC-voorraden bepalen. Opvallend neemt de p-waarde wel sterk af met de diepte; De invloed van textuur op de OC-voorraden lijkt dus wel toe te nemen. Inderdaad bleek er wel een significant verschil in OC voorraad op 30-100cm, met echter geen significante verschillen tussen de individuele textuurklassen.

De 0-100cm OC voorraad van de klassen L en A samen (150.2 ± 62.1 t OC ha⁻¹) was wel gemiddeld wel significant lager ($p=0.012$, one-way ANOVA) dan het gemiddelde van alle andere klassen samen (193.8 ± 80.5 t OC ha⁻¹). De varianties van beide groepen (L+A) en (Z+S+P+E+U) verschilden statistisch niet (Levene's test $p = 0.075$). Ook bleek de gemiddelde 0-100cm OC voorraad van de gegroepeerde Z+L+A texturen (159.7 ± 63.0 t OC ha⁻¹) significant ($p=0.003$) lager t.o.v. de groep S+P+E+U (201.5 ± 87.7 t OC ha⁻¹). Er was dan wel een verschil in hun varianties (Levene's test $p=0.035$). Het lijkt aangewezen om het nut van volgende strata L+A t.o.v. Z+S+P+E+U en L+A+Z t.o.v. S+P+E+U verder te onderzoeken.

pagina 91 van 109

7.1 ALGEMENE BESCHOUWINGEN

1. Is het noodzakelijk om onderdelen van tuinen als afzonderlijke strata te beschouwen bij koolstof voorraad monitoring in Vlaanderen?
2. Zo niet, kunnen we dan tuinen als geheel, grasvelden in parken en sportvelden en bermen als één stratum beschouwen voor doorrekening van vereiste puntenaantallen voor koolstofmonitoring in Vlaanderen?

Zoals ook reeds gesteld in de C-MON studie is volgens Saby et al. (2008) het aantal vereiste bemonsteringspunten n voor de detectie van verschil D in koolstofvoorraad:

met z_α de waarde van de standaard normale verdeling bij waarschijnlijkheid α . s^2 is hierin een schatter van de ruimtelijke variabiliteit van de OC-voorraad in Vlaanderen binnen de beschouwde ruimtebeslag subcategorie (s^2_r), die eveneens de binnen-perceel OC voorraad meetfout behelst (s^2_p), welke ook afhankelijk is van de fout op de OC en bulkdensiteit analyses (s^2_a). Hieruit blijkt dat een accurate inschatting van de standaardafwijking op de gemiddelde OC voorraad per stratum noodzakelijk is, want de impact op het aantal vereiste studiepunten is proportioneel aan het kwadraat daarvan. Kengetallen s^2_r en m worden aangeleverd uit 5.1 en 6.2.4.

7.2.1 Groepering van tuindelen 'gazons', 'siertuinen' t.o.v. 'moestuinen'

Volgens Ruimterapport Vlaanderen bedraagt de totale oppervlakte van tuinen 143686ha. De oppervlakte van verschillende tuindelen binnen Vlaanderen werd echter nog niet goed geïnventariseerd. Nochtans vereisen we dergelijke relatieve oppervlakten om de implicaties van gezamenlijke of gestratificeerde bemonstering van tuindelen te kunnen doorrekenen. Bij gebrek aan cijfers hanteren we voor deze opdracht bijgevolg een inschatting van tuinsamenstelling door VLACO

Plot	Gazon (t OC ha ⁻¹)	Siertuin (t OC ha ⁻¹)
P5749f60	110	125
P3e744e1	275	175
P8c58b49	80	100
P3e643cf	225	265
P6cccd2f	205	190
P9ea5811	95	145
P559677c	140	115
P6d53699	160	110
P4405b19	305	115
P6ad6678	210	225
P41d2100	85	100
P55ac80e	230	205
P5a15eb3	285	180
P5de4259	250	205
P2c9c22c	215	255
P99aba1e	160	225
P5029d24	120	125
P877c502	90	115
P56945a3	230	275

7.2.2 'Parken, Recreatiedomeinen en Sportvelden' en 'Bermen en Ruigten'

Tabel 29 Vereist aantal meetlocaties om een gemiddelde OC-voorraad verandering van 4‰ yr⁻¹ over 20 of 30 jaar te detecteren in 'Parken, Recreatiedomeinen en Sportvelden' en 'Bermen en Ruigten' met of zonder stratificeren

De variantie van 0-100cm voorraden blijkt groot te zijn in Parken en Bermen. Hierdoor hebben we een bijzonder groot aantal punten nodig om OC voorraad veranderingen op 20 jaar te detecteren. Dit lijkt bijgevolg een te ambitieuze doelstelling en het is dan evidenter om een toets op 30 jaar te beogen. Indien geen onderscheid meer wordt gemaakt tussen 'Parken, Recreatiedomeinen en

Stratum	s ² ((kg OC m ⁻²) ²)	Optimal spread (0-100cm)			
		4‰ 30yr		4‰ 20yr	
		N	MDD (kg OC m ⁻²)	n	MDD (kg OC m ⁻²)
Parken & Bermen	85.30	67	2.68	147	1.82
Gazons & Siertuinen	55.25	118	1.90	271	1.25
Totaal aantal vereiste meetpunten & MDD		186	2.115	417	1.410

De in 7.5 voorgestelde vereiste puntenaantallen voor detectie van een OC voorraadverandering zijn niet absoluut. Er is een bepaalde onzekerheid op de inputcijfers, met name 1° de oppervlaktegegevens van verschillende strata, 2° het steekproefgemiddelde, en vooral ook 3° de steekproefvariantie van de OC voorraadgegevens per stratum. Gezien de geoptimaliseerde allocatie van meetpunten over verschillende landgebruiken en strata niet-analytisch maar iteratief werd verkregen is het niet mogelijk om (semi)automatisch een volledige gevoeligheidsanalyse uit te voeren met gespecialiseerde software. We beperken ons hier bijgevolg slechts tot een ad hoc appreciatie van de impact van enkele onzekerheden op de OC-voorraadgegevens en oppervlakten op de finale allocatie van meetpunten.

In Tabel 30 werd berekend dat meting van een 4‰ MDD over 20 jaar met stratificeren van Ruimtebeslag over moestuinen, siertuinen+gazons, bermen+ruigten 556 punten zou vergen. Mits we bovenstaande cijfers voor moestuinen hanteren dan blijken 515 punten te volstaan voor detectie van een MDD van 1.424 kg OC m⁻². De globale impact op de geveerde puntenparen is dus positief, terwijl MDDs voor gazons en siertuinen bijna niet dalen. Vooral door het lagere aandeel van proefvlakken voor moestuinen kan dus een lager aantal punten volstaan. Dan zouden nog maar 49 proefvlakken worden toegekend aan moestuinen en verkrijgen we daarvoor een MDD van 3.78 kg

2^e Ten tweede lieten we de steekproefgemiddelden variëren. Stel dat we arbitrair het steekproefgemiddelde zouden gelijkstellen aan de bovengrens van een 70%-betrouwbaarheidsinterval. Dan wijken de 0-100cm OC voorraadgemiddelden 10, 8 en 14% af van de huidige steekproefgemiddelden voor ‘Parken en Bermen’, ‘Siertuinen en Gazons’ en ‘Moestuinen’ (respectievelijk 191.3, 191.4 en 252.1 t OC ha⁻¹). Mits geoptimaliseerde puntenallocatie vergen we dan 469 puntenparen voor detectie van een MDD corresponderende met het 4%-20jaar scenario. Aanzienlijk minder dan het in berekende aantal van 558. Analoog zouden we bij een scenario met de gemiddelde OC-voorraden gelijk aan de ondergrens van het 70%-betrouwbaarheidsinterval 671 puntenparen nodig hebben. Beide scenario’s zijn onwaarschijnlijk maar het is wel duidelijk dat een onzekerheid op de steekproefgemiddelden door propageert tot in puntenparen schattingen. Er bestaat dus wel degelijk een risico dat in de praktijk detecteerbaarheid van OC-voorraden onder ruimtebeslag moeilijker zal blijken dan verwacht; maar het is ook mogelijk dat omgekeerd dit net beter lukt dan voorzien.

Parken en Bermen:	$70.9 < \sigma < 87.8 \text{ t OC ha}^{-1}$
Gazons en Siertuinen:	$66.8 < \sigma < 81.5 \text{ t OC ha}^{-1}$
Moestuinen:	$80.0 < \sigma < 111.7 \text{ t OC ha}^{-1}$

7.4 ANDERE CRITERIA VOOR STATIFICATIE?

pagina 97 van 109

Voor de berekening van de vereiste puntenaantallen voor detectie van een bepaalde OC-voorraadverandering vergen we steeds oppervlakten van de onderscheiden strata. Er bestaat geen kaart die de verdeling van Ruimtebeslag geeft voor verschillende textuurklassen. Bovendien ontbreekt deze informatie ook voor heel wat gridcellen nabij de bebouwde kom, waar bij opmaak van de bodemkaart vaak bodemserie 'OB' of 'OT' werd toegekend. Daarom werden het aandeel van verschillende texturen geraamd door GIS-overlay van de C-Mon GRTS selectie 'Residentieel' en de digitale bodemkaart. De Ruimtebeslag oppervlakten werden aldus geraamd op Z+L+A: 130387 ha; S+P+E+U: 64171 ha; L+A: 73293 ha; Z+S+P+E+U: 121265 ha. De groep S+P+E+U blijkt variabelere dan Z+L+A, maar beslaat wel een kleiner deel van alle Ruimtebeslag.

Stratum	s^2 ((kg OC m ⁻²) ²)	Random spread n	Optimal spread n	MDD (kg OC m ⁻²)
Z+L+A (130387 ha)	40.50	283	147	1.17
S+P+E+U (64171 ha)	78.10	139	271	1.83
Totaal aantal vereiste meetpunten & MDD		422	406	1.388

Het blijkt dus niet zinvol om voor monitoren van OC-voorraadveranderingen onder Ruimtebeslag strata op basis van bodemtextuur te definiëren, ondanks de gemiddeld lagere OC voorraden in zandleem en leem. Tenslotte kan ook opgemerkt worden dat puntenallocatie op basis van textuurklasse strata in de praktijk bemoeilijkt wordt doordat veelal slechts bodemserie OB of OT werd toegekend voor Ruimtebeslag gridcellen in de digitale bodemkaart.

In de C-MON studie werd met toenmalig beschikbare cijfers berekend dat 2592 meetpunten vereist zouden zijn om over geheel Vlaanderen een gemiddelde OC-voorraadverandering à ratio 4‰ per jaar te detecteren over een periode van 20 jaar, uitgezonderd in bodems onder Ruimtebeslag waar de ambitie lager werd gezet op detectie over 40 jaar. In de praktijk betekende dit het C-MON meetnet slechts grote OC voorraadveranderingen onder Ruimtebeslag zou kunnen capteren. Nochtans werden in totaal 441 punten voorbehouden, maar door de grote verwachte variatie op

Uit deze studie (C-Gar) blijken de OC-voorraden onder Ruimtebeslag groter, maar tegelijk ook minder variabel te zijn dan aangenomen in de C-Mon studie. Opnieuw werd nagegaan in hoeverre geoptimaliseerde allocatie van meetpunten over verschillende strata én landgebruiken een efficiëntere detectie toelaat van OC-voorraadveranderingen in Vlaamse bodems t.o.v. volledig toevallige verdeling van de proefvlakken. Bij deze berekening (Tabel 33) worden de cijfers voor Akkerland, Permanent Grasland, Bos en Natuur integraal overgenomen uit het C-MON eindverslag van fase I (van 31/01/2019), maar aangevuld met geüpdatete cijfers voor Ruimtebeslag subcategorieën Parken & Bermen, Gazons & Siertuinen en Moestuinen uit Tabel 30.

Landgebruik	Oppervlakte (uit VITO Ruimtemodel) (ha)	Aantal meetlocaties	MDD (kg OC m ⁻²)	verhouding MDD t.o.v. 4% MDD scenario 0
Akkerland	540,214	794	0.361	0.84
Permanent Grasland	149,859	363	0.594	1.05
Bos	133,595	477	0.882	1.13
Natuur	68,801	459	1.636	1.29
Ruimtebeslag	203,014	442	0.534	0.87
Totaal Vlaanderen		2535	0.568	

Bemerk dat de in Tabel 33 Vereist aantal meetlocaties om een gemiddelde OC-voorraad verandering van 4‰ over 20 jaar te detecteren gespreid over alle Vlaamse bodems (0-30cm). gegeven MDDs (0-30cm) en vereiste puntenaantallen niet meteen kunnen vergeleken worden met Tabel 31, waarin een scenario voor metingen tot 1m diep werd voorgesteld. Er worden volgens de optimaliseringsoefening over alle landgebruiken heen nog 442 metingen voorbehouden voor monitoren van 'Ruimtebeslag'. Met dit aantal wordt de vooropgestelde 20-yr 4‰ MDD-doelstelling tot 1m diep niet geheel gerealiseerd, waarvoor in feite 556 meetpunten nodig waren. Deze uitkomst is evenwel optimistischer dan voordien ingeschat door de C-Mon studie waar zelf werd uitgegaan

Zoals reeds boven vermeld bleek de variatiecoëfficiënt op de OC voorraden toe te nemen met de omvang van het beoogde diepte interval: s/m was 0.35, 0.38 en 0.44 voor 0-30cm, 0-60cm en 0-100cm, respectievelijk. We verwachten niet noodzakelijk hetzelfde beeld voor OC-voorraden in akkerland, waar zich doorgaans een relatief beperkter deel van het OC zich op 60-100cm bevindt. Het is echter onmogelijk te voorspellen hoe de coëfficiënt van variatie zich finaal zal verhouden voor 0-30cm en 0-100cm OC voorraden in akkerland en de overige landgebruiken bij gebrek aan meetgegevens.

8 BESLUIT

Deze studie had tot doel om variatie van organische koolstof (OC) voorraden en enkele andere bodemparameters (totale N gehalte (TN), de schijnbare bodemdichtheid (BD) en de pH_{KCl}) in bodems onder 'Ruimtebeslag' in kaart te brengen. We bekeken met name of er verschillen bestaan in de gemiddelden en varianties van 5 onderscheiden subcategorieën van 'Ruimtebeslag', met name: 1° Parken, Recreatiedomeinen en Sportvelden, 2° Bermen en Ruigten, 3° Gazons in tuinen, 4° Siertuinen (incl. heggen) en 5° Moestuinen. Op basis van een gestandaardiseerde en representatieve steekproef en analyse van de meetgegevens trekken we een aantal besluiten met relevantie voor uitbouw van bodem OC monitoring netwerk voor Vlaams 'Ruimtebeslag'.

Ten eerste betreffende keuze voor een al dan niet gestratificeerde verdeling van meetlocaties:

- Er is slechts een onbeduidend verschil in de kernstatistieken van subcategorieën 'Parken, Recreatiedomeinen en Sportvelden' en 'Bermen en Ruigten'. In het licht van OC monitoring *an sich* heeft het dan ook weinig zin om deze subcategorieën afzonderlijk te gaan bemonsteren – tenzij het natuurlijk de specifieke wens zou zijn om OC voorraad veranderingen in één of beide subcategorieën te monitoren met detectie van een bepaald MDD voor ogen.
- Het zal niet nodig zijn om gazons en siertuinen afzonderlijk te bemonsteren. De gemiddelde OC voorraden van beide tuindelen zijn immers nagenoeg identiek. Dit vergemakkelijkt aanzienlijk bemonstering van particuliere tuinen waarin beide tuindelen vaak gespreid en gefragmenteerd voorkomen.
- De OC voorraden van moestuinen zijn groter en variabelere dan die van gazons en siertuinen. Het is dus wel zinvol om moestuinen als een afzonderlijk stratum te beschouwen. Ook zijn moestuinen relatief rijker aan stikstof en is de bodemdichtheid in de bovenste 30cm lager dan in gazons.
- Voor uitbouw van monitoring van 'Ruimtebeslag', blijken VITO-Ruimtemodel Niveau 1 klassen 'Overig Hoog Groen' en 'Overig Laag Groen' geen zinvol te onderscheiden strata.
- Bodemtextuur blijkt een ondergeschikte predictor te zijn van OC-voorraden, in vergelijking met het type ruimtebeslag. Er zijn ook geen systematische verschillen in de textuur van de onderscheiden subcategorieën. Tenslotte is de bodemtextuur van heel wat GRTS-cellen onbekend. Het is dus niet aangewezen om bodemtextuur nog verder als basis voor gestratificeerde bemonstering van Ruimtebeslag te beschouwen.

Ten tweede hernemen we nog de belangrijkste besluiten over staalname methodiek uit de tussentijdse verslagen:

- Een aanzienlijk deel van de 0-100cm voorraden bevindt zich in de 30-100cm laag. De OC gehalten op 30-60cm en 60-100cm verschillen ook binnen subcategorie 'Parken en Bermen'. Het zal dus steeds nodig zijn om OC metingen tot op 1m diep uit te voeren voor Ruimtebeslag monitoring.
- Het lijkt aangewezen om BD slechts te bepalen op 0-10cm, 10-30cm en 30-60cm. De BD van de 60-100cm laag kan worden gelijkgesteld aan die van de 30-60cm laag (geen statistisch verschil). Het heeft geen zin om minder stalen te meten op 30-60cm diepte dan op 0-10cm of 10-30cm, gezien BD op alle diepte even variabel is.
- In deze studie werden in tegenstelling tot vroegere bemonsteringscampagnes steeds bodemdichtheden en OC metingen uitgevoerd tot op 1m diep. De variantie op de 0-100cm

- Tot slot waren er indicaties dat de variantie op het OC gehalte daalde met de diepte. We vonden evenwel slechts een globaal significant verschil tussen de variantie van de 0-10cm laag enerzijds en die van overige lagen anderzijds; en voor Parken en Bermen ook tussen het OC gehalte op 10-30cm en 60-100cm. Dit suggereert dat voor de 60-100cm laag het lager aantal substalen (4) t.o.v. 16 tot 30cm diep op proefvlak niveau volstond. Tijdens het uitvoeren van de C-MON nul bemonstering kan bekeken worden of een beperkter aantal metingen van de 60-100cm laag aan de orde is bij herbemonstering na 10 jaar.

- Indien we 'Parken & Bermen' en Tuinen afzonderlijk wensen te monitoren - m.a.w. we willen uitspraken kunnen doen over de OC voorraadveranderingen in deze subcategorieën - dan vergt dit 248 of 558 punten om een gemiddelde 4‰ yr⁻¹ OC voorraad verandering te meten over 30 en 20 jaar.
- Indien we de ambitie laten varen om Parken & Bermen en Tuinen afzonderlijk te monitoren dan zijn nog maar 104 en 234 punten vereist om een gemiddelde 4‰ yr⁻¹ OC voorraad verandering te meten over 30 en 20 jaar.
- Door de relatief grotere variatie van OC-voorraden in moestuinen vergt detectie van veranderingen daarin vrij veel meetpunten. De onderzochte scenario's om allocatie van proefvlakken te optimaliseren over gazon, siertuin en moestuin gaan steeds uit van een disproportioneel hoog aantal punten voor de slechts 13778 ha moestuinen. De vraag kan gesteld worden of het dan misschien loont om moestuinen niet te betrekken in het C-MON meetnet. Zonder moestuinen volstaan 417 proefvlakken voor monitoring van een OC voorraadverandering van 4‰ yr⁻¹ over 20 jaar, een aantal dat aanleunt bij het in de C-MON studie voorziene puntenaantal voor 'Ruimtebeslag', nl. 441. Echter daarbij werd noodgedwongen uitgegaan van detectie van OC-voorraadveranderingen onder Ruimtebeslag over 40 jaar. Uit deze studie blijkt dat er minder variatie dan voorheen gedacht bestaat op OC-voorraden onder Ruimtebeslag, met als resultaat een betere mogelijkheid tot detectie van OC-voorraad veranderingen.
- In samenspraak met de stuurgroep werd besloten dat het opportuun is om sowieso alsnog een beperkt aantal meetvlakken te voorzien voor opvolging van moestuinen. Voor selectie van deze proefvlakken kan de GRTS trekking gevolgd worden
- In 7.5 werd de volledige scenario-analyse voor Vlaanderen uit de C-Mon studie hernomen. Indien zoals voorzien in de C-MON studie 2535 proefvlakken worden voorzien, dan slagen we er daadwerkelijk in om globaal over alle landgebruiken heen de 20 jaar 4‰ MDD doelstelling gemiddeld te halen. 159, 215 en 68 punten worden dan toegekend aan Parken+Bermen, Gazons+Siertuinen en Moestuinen (totaal 442). De MDDs zijn dan 1.74, 1.41 en 3.20 kg OC m⁻².

pagina 103 van 109

9 REFERENCES

Dewaelheyns, V. 2014. The garden complex in strategic perspective: the case of Flanders. Doctoraatsproefschrift nr. 1218 aan de faculteit Bio-ingenieurswetenschappen van de KULeuven. KULeuven, Leuven, pp. 326.

Theobald, D., D. Stevens, D. White, N. Urquhart, Anthony Olsen, and John Norman. 2007. "Using GIS to Generate Spatially Balanced Random Survey Designs for Natural Resource Applications." *Environmental Management* 40 (1): 134–46. doi:10.1007/s00267-005-0199-x.

Saby, N.P.A., Bellamy, P., Morvan, X., Arrouays, D., Jones, R.J.A., Stephens, M., Verheijen, F.G.A., Kibblewhite, M., Verdoodt, A., Berény Üveges, J., Freudenschuss, A., Simota, C. 2008. Will European monitoring networks be able to detect changes in topsoil organic carbon content? *Glob. Change Biol.* 14, 2432-2442.

Referenties staalname en analyse protocollen:

ISO (2006). ISO 11464. Soil quality: Pretreatment of samples for physico-chemical analysis. Second edition 2006-07-01.

Compendium voor monsterneming en analyse (CMA): Ministerieel goedgekeurde versie van 4 maart 2016. Deel 5: Monstervoorbehandeling. CMA/5/B.4 en CMA/5/A.

Bemonsterings- en analysemethodes voor bodem in het kader van het mestdecreet. Versie 3.1 juni 2010.

Compendium Voor Monsterneming, Meting En Analyse In Het Kader Van Bodembescherming (BOC)
VERSIE 2.1. 2017

LUCAS 2018 - SOIL COMPONENT: Sampling Instructions for Surveyors – 2018

Jolivet C., Boulonne L., Ratié C., 2006. Manuel du Réseau de Mesures de la Qualité des Sols, édition 2006, Unité InfoSol, INRA Orléans, France, 190p.

ISO 11272:2017 - Soil quality — Determination of dry bulk density

Compendium bemonsterings- en analysemethodes voor mest, bodem en veevoeder (BAM) – 2010

Emis. Ministerieel besluit van 29 januari 2015. Belgisch Staatsblad van 18 februari 2015. Compendium voor monsterneming en analyse in uitvoering van het Materialendecreet en het Bodemdecreet. Versie november 2013. Vaste deel van de aarde CMA/1/A.1

NEN-EN 16179:2012 - Slib, behandeld bioafval en bodem - Richtlijn voor monstervoorbehandeling

DEEL IV Bijlagen

Bijlage 1. Bodemanalysen per dieptelaag

In het bestand '**Bijlage 1 C-Gar meetdata per diepteinterval.xlsx**' worden de meetdata uitgesplitst per bemonsterd diepteinterval gegeven, alsook berekende OC en N voorraden.

Het bestand is opgebouwd uit volgende kolommen:

PlotID	unieke identificatiecode van het proefvlak uit GRTS-trekking Vlaanderen
LUCMon	Landgebruik (5 = Residentieel; 6 =)
subcategorie	type Ruimtebeslag (1 = Gazons; 2 = moestuinen; 3 = siertuinen; 4 = Parken, Recreatiedomeinen en Sportvelden; 5 = Bermen en Ruigten)
specificatie	nadere bepaling van het type proefvlak
diepteint	diepte interval (M01: 0-10cm; M13: 10-30cm; M36: 30-60cm; M61: 60-100cm)
MinupperLim	diepte bovengrens diepte interval (cm)
MinlowerLim	diepte ondergrens diepte interval (cm)
pHKCl	pH bepaald in 1M KCl extract (-)
BD	schijnbare bodemdichtheid (g cm-3)
TN	totale stikstof gehalte (g N kg-1)
TOC	totale organische koolstof gehalte (g C kg-1)
TOCstock	totale organische koolstof voorraad (in t OC ha-1) binnen het diepte interval
TNstock	totale stikstof voorraad (in t N ha-1) binnen het diepte interval

B.v.

ID	PlotID	LUCMon	Typeall	specificat	diepteint	Minupper	Minlower	pHKCl	BD	TN	TOC	TOCstock	TNstock
1	P0a9b8df	5	4		M01	0	10	2,874	0,428	3,689	71,17	30,44	1,58
2	P0a9b8df	5	4		M13	10	30	3,766	1,180	1,036	16,03	37,84	2,44
3	P0a9b8df	5	4		M36	30	60	3,907	1,476	0,824	12,46	55,18	3,65
4	P0a9b8df	5	4		M61	60	100	4,498	1,530	0,341	3,58	21,91	2,09
5	P26e9f88	6	5 Weg		M01	0	10	4,739	1,156	1,665	28,62	33,07	1,92
6	P26e9f88	6	5 Weg		M13	10	30	4,082	1,422	0,693	13,05	37,11	1,97
7	P26e9f88	6	5 Weg		M36	30	60	4,149	1,492	0,522	8,20	36,73	2,34
8	P26e9f88	6	5 Weg		M61	60	100	4,569	1,473	0,382	4,48	26,39	2,25
9	P27cb70e	5	4		M01	0	10	3,161	1,029	2,869	52,03	53,51	2,95
10	P27cb70e	5	4		M13	10	30	3,378	1,389	0,612	8,86	24,61	1,70
11	P27cb70e	5	4		M36	30	60	3,705	1,626	0,411	5,21	25,40	2,01
12	P27cb70e	5	4		M61	60	100	3,670	1,779	0,281	2,74	19,48	2,00
324	P2c9c22c	5	1 G		M01	0	10	6,560	1,356	1,420	21,20	28,75	1,93
325	P2c9c22c	5	1 G		M13	10	30	6,850	1,345	0,930	14,60	39,27	2,50
326	P2c9c22c	5	1 G		M36	30	60	6,970	1,524	0,730	13,00	59,44	3,34
327	P2c9c22c	5	1 G		M61	60	100	6,950	1,482	0,870	15,30	90,70	5,16
328	P2c9c22c	5	3 S		M01	0	10	6,670	1,235	1,770	30,30	37,42	2,19
329	P2c9c22c	5	3 S		M13	10	30	5,980	1,292	1,070	20,10	51,94	2,76

Bijlage 2. Bodem OC en N voorraden

In het bestand '**Bijlage 2 C-Gar OC en N voorraden per proefvlak.xlsx**' worden de berekende OC en N voorraden voor de 0-30cm, 0-60cm en 0-100cm lagen gegeven. Het gemiddelde klei, leem en zand percentage en afgeleid bodemtextuur symbool worden ook gegeven.

Het bestand is opgebouwd uit volgende kolommen:

PlotID	unieke identificatiecode van het proefvlak uit GRTS-trekking Vlaanderen
bodemserie	bodemserie volgens Digitale bodemkaart
VITO Niv-1	klasse volgens VITO Niv-1 Ruimtemodel (20 = Overig Hoog Groen; 21 = Overig Laag Groen)
subcategorie	type Ruimtebeslag (1 = Gazons; 2 = moestuinen; 3 = siertuinen; 4 = Parken, Recreatiedomeinen en Sportvelden; 5 = Bermen en Ruigten)
TOC030	totale organische koolstof voorraad (in t OC ha-1) tot 30cm diep
TN030	totale stikstof voorraad (in t N ha-1) tot 30cm diep
TOC060	totale organische koolstof voorraad (in t OC ha-1) tot 60cm diep
TN060	totale stikstof voorraad (in t N ha-1) tot 60cm diep
TOC100	totale organische koolstof voorraad (in t OC ha-1) tot 100cm diep
TN100	totale stikstof voorraad (in t N ha-1) tot 100cm diep
klei(%)	kleigehalte uitgedrukt als gravimetrisch percentage
leem(%)	leemgehalte uitgedrukt als gravimetrisch percentage
zand(%)	zandgehalte uitgedrukt als gravimetrisch percentage
textuursymbool	volgens het Belgische classificatie systeem (Z= zand, S = lemig zand, P = licht zandleem, L = zandleem, A = leem, E = klei, U = zware klei)
textuurcode	verdere specificering volgens textuurdriehoek Belgische classificatie

B.v.

PlotID	bodemserie	VITO Niv-1	subcateg	TOC030	TN030	TOC060	TN060	TOC0100	TN0100	klei(%)	leem(%)	zand(%)	textuursy	textuurcode
P0a9b8df	Zdg	21	4	68,28	4,02	123,46	7,67	145,37	9,76	3,80	12,49	83,71	Z	1
P26e9f88	X	22	5	70,18	3,89	106,91	6,23	133,30	8,48	4,19	5,89	89,93	Z	1
P27cb70e	OB	21	4	78,12	4,65	103,52	6,66	123,00	8,66	4,61	8,20	87,19	Z	1
P2c9c22c	OB	20	1	68,02	4,43	127,45	7,76	218,13	12,92	8,225	33,85	57,9	P	4
P2c9c22c	OB	20	3	89,34	4,95	162,96	8,16	254,87	12,37	5,7	25,625	68,675	S	3
P2fd0a28	w- Zdgb	21	4	99,08	5,14	191,24	10,10	275,39	14,53	4,05	13,41	82,55	S	3
P32b4c93	Sfpz	12	1	81,94	5,92	121,99	8,28	144,36	9,59	1,90	2,80	95,30	Z	1
P32b4c93	Sfpz	12	2	144,66	12,22	208,40	16,84	226,01	18,10	3,575	6,075	90,35	Z	1
P3587c9d	Sepmz	20	4	78,55	5,07	122,54	8,03	135,70	9,47	6,65	10,94	82,41	Z	1
P3dbb0e0	Zaf	21	4	82,97	3,81	135,21	6,61	173,54	9,07	3,55	6,16	90,28	Z	1
P3e744e1	Zdmb(g)	20	1	103,25	6,51	175,96	11,22	274,16	16,87	5,975	18,725	75,275	S	3
P3e744e1	Zdmb(g)	20	3	72,53	4,81	129,45	8,42	173,39	11,22	6,975	13,6	79,375	S	3
P3e744e1	Zdmb(g)	20	2	147,55	10,77	246,34	17,63	369,65	26,35	6,2	19,95	73,875	S	3
P3eb43cf	OB	20	1	79,86	5,51	150,41	9,41	225,22	13,23	3,125	10	86,875	Z	1
P3eb43cf	OB	20	3	95,67	5,81	180,09	10,55	262,22	15,02	4,225	9,6	86,15	Z	1
P3eb43cf	OB	20	2	88,89	6,05	167,41	10,66	226,35	13,95	3,625	8,5	87,85	Z	1
P41cc6db	Zcgb	22	5	39,88	3,40	59,33	5,02	82,18	7,00	7,93	6,80	85,27	Z	1
P41d2100	Zbgb	20	1	41,76	2,84	71,53	4,78	86,20	5,93	3,7	12,2	84,1	Z	1
P41d2100	Zheg	20	3	55,37	3,38	78,08	4,82	97,74	5,99	0,95	5,2	83,875	Z	1

Bijlage 3. Infofiches Parken en Bermen

In het bestand '**Bijlage 3 Infofiches parken bermen.pdf**' wordt de situering van de bemonsterde proefvlakken (in Parken, Recreatiedomeinen en Sportvelden & Bermen en Ruigten) gegeven op de topografische kaart en op een orthofoto met overlay van het VITO-Ruimtemodel grid. Ook worden steeds twee foto's van de omgeving van het proefvlak gegeven. B.v.

P619c14b – Leopoldsburg



De infofiches worden gevolgd door een tabel met bijkomende informatie over de terreinopname. B.v.

PlotId	Date	Weather Condition Current	Weather Condition Past	Soil Condition	Soil Disturbances	Drain Presence	Obstacle Depth	Obstacle Description	General Info
P0a9b8df	10/01/2020	OV	WC5	NO	TR				
P26e9f88	3/10/2019	RA	WC4	NO	DI	Yes			
P27cb70e	28/11/2019	RA	WC5	NO	IN				
P2fd0a28	29/01/2020	VA	WC4	NO	TR				
P3587c9d	29/01/2020	VA	WC4	NO	TR				
P3dbb0e0	30/10/2019	OV	WC4	NO	ND				Fox burrows
P41cc6db	3/10/2019	RA	WC4	NO	DI	Yes			
P452e3c0	8/01/2020	VA	WC4	NO	TR				
P454f7b6	22/01/2020	OV	WC4	NO	TR				
P4749240	11/12/2019	OV	WC4	NO	TR				
P491b89a	24/09/2019	RA	WC4	NO	TR				

Bijlage 4. Infofiches Tuinen

In het bestand '**Bijlage 4 Infofiches tuinen.pdf**' wordt de situering van de bemonsterde proefvlakken in tuinen gegeven op een orthofoto van de omgeving met overlay van de GRTS-punten binnen het kadastrale perceel. Ook worden steeds twee foto's van het proefvlak gegeven alsook bijkomende opmerkingen van de toestand tijdens opname.

1. P5749fd0 – Kinrooi4/12/2019

<u>Orthofoto</u> 	<u>Opmerkingen</u> Type: G+M+S Weersomstandigheden tijdens monsternamen: mistig/zonnig Voorafgaande weersomstandigheden: regen maar zonder hevige buien afgelopen week Bodemtoestand: normaal Bodemverstoring: geen Extra opmerkingen: Geen
<u>Overzichtsfoto 1</u> 	<u>Overzichtsfoto 2</u> 