

Naar een geïntegreerd bodemkoolstof-meetnet voor Vlaanderen

Info moment voor Mina Raadsleden
en van de werkcommissie bosbeleid

Prof. Dr. ir. Steven Sleutel



**UNIVERSITEIT
GENT**

Dr. ir. Suzanna Lettens
Dr. ir. Bruno De Vos



**INSTITUUT
NATUUR- EN
BOSONDERZOEK**

Dr. ir. Tommy D'Hose,
Dr. ir. Greet Ruyschaert

ILVO

Instituut voor Landbouw-,
Visserij- en Voedingsonderzoek

Overzicht presentatie

- Belang van koolstof
- Data noden
- Naar een geïntegreerd C-meetnet
- Level I nulmeting en monitoring: **C-Mon project**
- Take home messages
- Suggesties ?

Belang van C

Bodemvruchtbaarheid

- Organisch materiaal
- Nutriënten (C/N)
- CEC
- Mineralisatie
- Organo-metaal complexen
- ...

Chemische
bodempfertiliteit

Fysische
bodempfertiliteit

C

Biologische
bodempfertiliteit

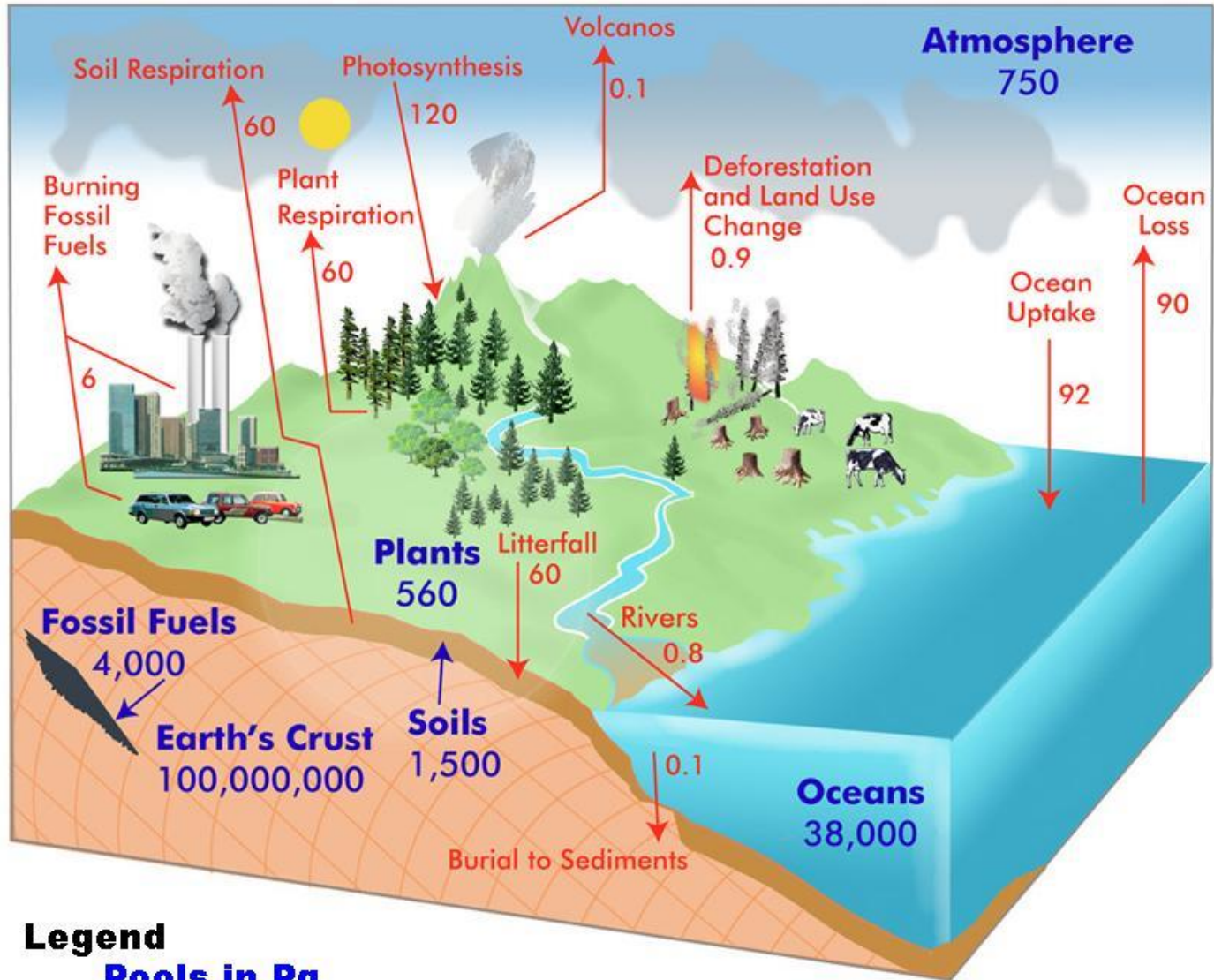
- Bodemdichtheid
- Waterretentie
- Erosiviteit
- Infiltratie
- Opwarming
- ...



Belang van C voor klimaatverhaal



Koolstof (C)



Legend

Pools in Pg
Fluxes in Pg yr⁻¹

$1 \text{ Pg} = 1 \text{ Gt} = 10^{15} \text{ g}$

Source: www.globe.gov

EU-ClimSoil report 2008

- Verlies van 0.1 % C uit EU bodems heeft zelfde emissie als 100 miljoen extra auto's op onze wegen (+36 %)

Bodemkoolstof speelt cruciale rol in het klimaatsverhaal



'4 per mille initiative' (4p1000.org)

- An annual growth rate of 0.4% in the soil carbon stocks (0-30 cm), or 4% per year, would halt the increase in the CO₂ concentration in the atmosphere related to human activities.
- This growth rate is not a normative target for each country, but is intended to show that even a small increase in the soil carbon stock (agricultural soils, notably grasslands and pastures, and forest soils) is crucial **to improve soil fertility and agricultural production** and to contribute to achieving the long-term objective of **limiting the temperature increase to the +2°C threshold**, beyond which the [IPCC](#) (Intergovernmental Panel on Climate Change) indicates that the effects of climate change are significant.
- The "4 per 1000" initiative is intended **to complement** those necessary efforts to reduce greenhouse gas emissions, globally and generally in the economy as a whole. It is voluntary; **it is up to each member to define how they want to contribute to the goals**.

Data noden

- Robuuste **referentiewaarden** voor koolstofstocks in diverse bodemtypes
- Kennis over het **sequestratiepotentieel** van bodems voor koolstofopslag ifv type landgebruik (sinks)
- Betrouwbare data voor **veranderingen** in koolstofstocks ter onderbouwing van Kyoto/LULUCF rapportering

Uit beleidsnota Omgeving 2014-2019 (minister Schouville):

- OD39. Actief de bodem beschermen tegen verlies van organische stof, erosie, verdichting en afdichting
 - *Begroten koolstofopslag*
 - *Probleem van lage organische stof gehalte in landbouwbodems (akkerland) aanpakken*
 - *“verder bouwen aan een beleid om het OS gehalte van bodems op peil te brengen”*

Beleidsdoelstellingen

- **Duurzame Ontwikkelingsdoelstellingen (VN 2015) SDG's 2015-2030**
 - SDG 15.3 'Landdegradatie Neutrale Wereld' : subindicator 'Organische Koolstof in de Bodem'
 - SDG 2.4 'Duurzame Voedselproductie'
- **Klimaatdoelstellingen (UNFCCC met IPCC, EU LULUCF, ...)**
 - C in de bodem 'high priority' toekomstige aanpassingen
 - AR6 aangepaste guidelines voor National Greenhouse Gas Inventories
 - LULUCF C-opslag in de bodem in rekening brengen
- **Vlaams Klimaat- en Energiepact - Bijlage 1 - Engagements leden Vlaamse Regering:**
 - **8.38:** *Zowel de ontwikkeling van het beleid op vlak van koolstofsequestratie in "natuur en bos" als het beheer ervan hebben nood aan bijkomende informatie over bestaande koolstofvoorraden en de trends daarin ... Het opzetten van een **goed bodemmeetnet** is daarvoor onmisbaar*

Knelpunten

Momenteel **geen** geconcentreerde en gestandaardiseerde aanpak in Vlaanderen wat betreft **bodemkoolstofmetingen**

Veel studies baseren zich op AARDEWERK databank met historische (= verouderde) gegevens

Geen centrale Vlaamse databank die recente bodemkoolstofgegevens samenbrengt

Wel: poging van ALBON/DOV Vlaanderen

“Commerciële” databank Belgische Bodemkundige Dienst

Andere ?

Procedures bodemstaalname **verschillen** naargelang opdracht en landgebruikstype

Mengstalen per landbouwperceel (georeferentie ?)

Bemonsteringsdiepte varieert per landgebruik

Bulk densiteit doorgaans niet bemonsterd

Analysemethode voor koolstof => bias BDB

Monitoring = meten is weten

Belgische engagement in internationale, al dan niet bindende,
klimaatdoelstellingen



Betrouwbare informatie over de **broeikasgasbalans** van onze terrestrische
ecosystemen

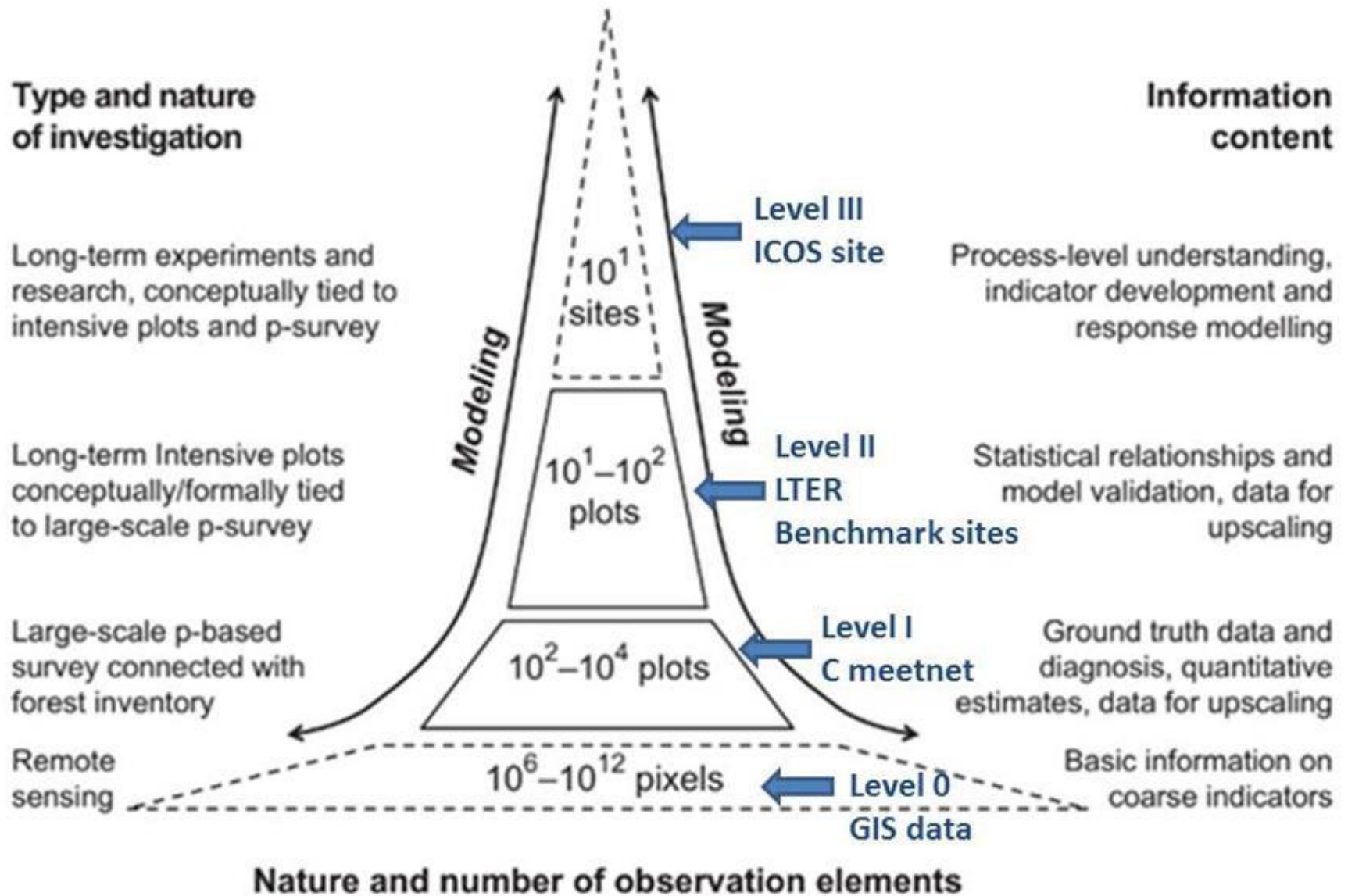


Objectieve data aangaande de **toestand en trends** van BOC voorraden
(**& evaluatie duurzaamheid beheer**)



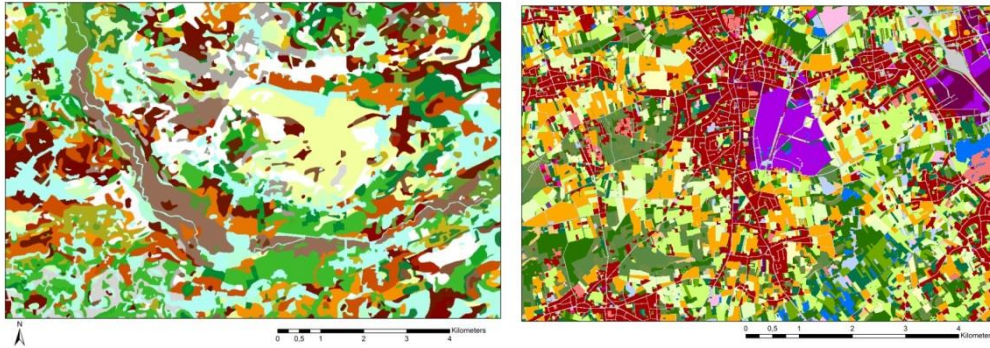
Uitbouw van **onvertekende en onderbouwde (=statistisch relevante)**
monitoring van BOC

Geïntegreerd multi-level C-meetnet



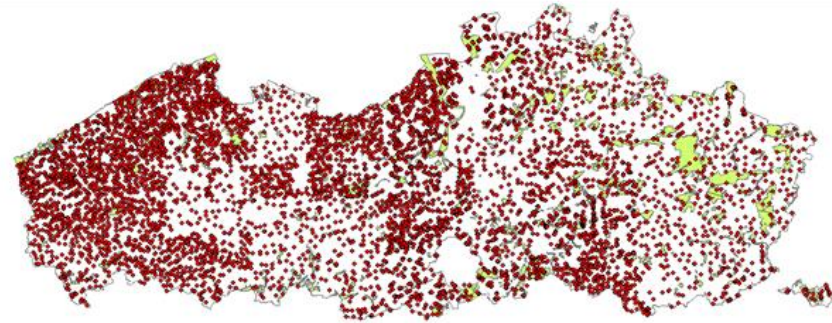
Geïntegreerd multi-level C-meetnet

Level 0



Belgische bodemkaart v2016 Landgebruik (VITO, 2014) 10 x 10 m²

Level I



Aardewerk locaties ~ Level I

Level II



LTER/ICP-Forests Level II plots (sinds 1991)

Level III



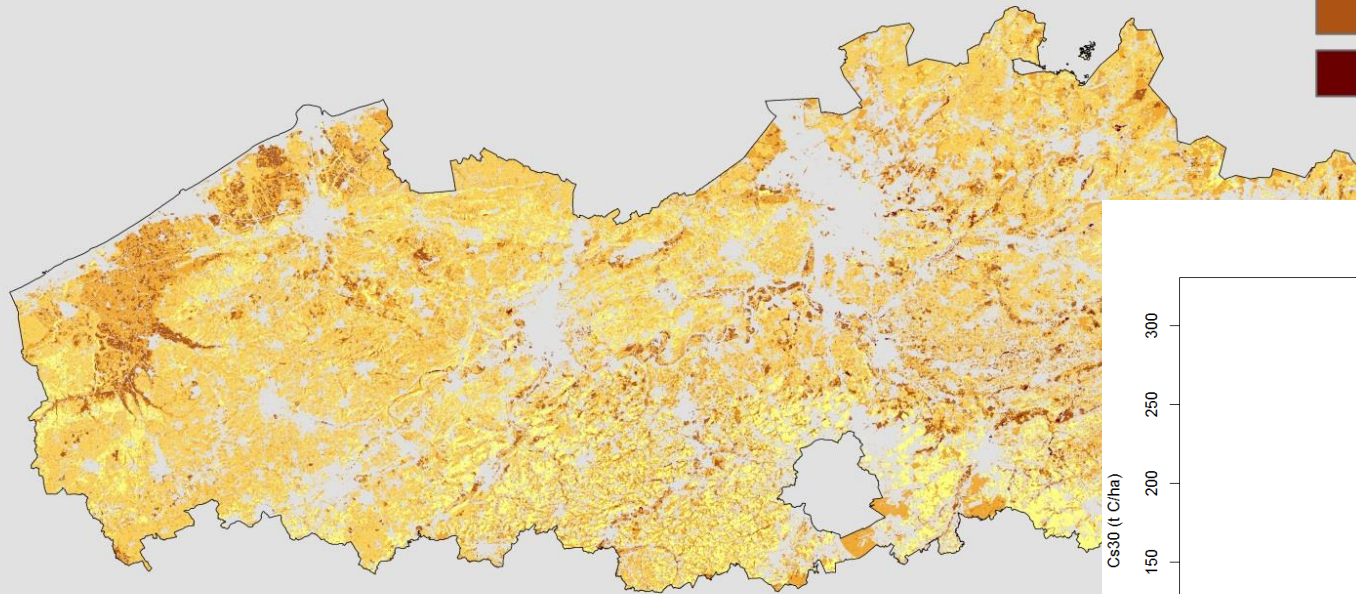
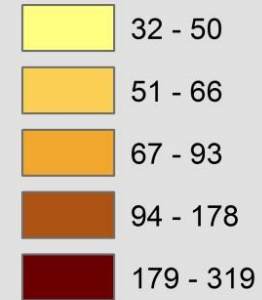
ICOS sites Belgium: integrated carbon observation system

Global Soil Partnership OC map

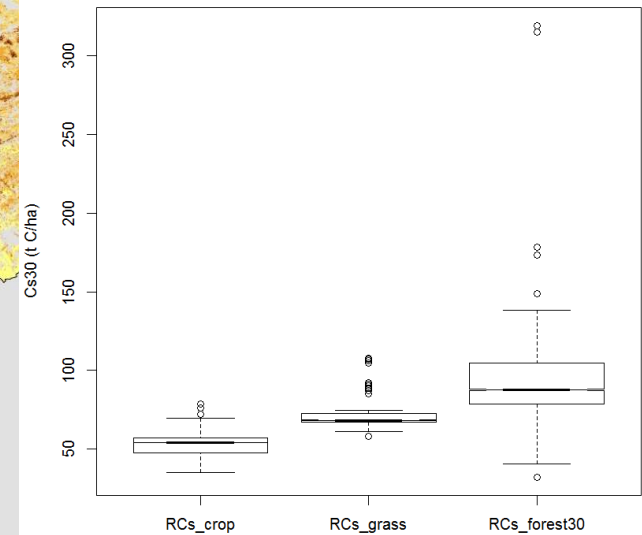


Koolstofstock voor bos, grasland & akker

Cs 0-30cm (t C/ha)



0 10 20 40 60 80 Kilometers



Oefening op basis van historische datasets en bodem-C-modellen

C-Mon studie

VPO-Bodem TWOL studie:

Actualisatie en verfijning van de onderbouwing van een methodiek voor de systematische monitoring van koolstofvoorraden in de bodem

Acroniem: **C-Mon** (lees Simon)

Looptijd: **3 jaar** (gestart 09/01/2018)

Uitvoerders: **Ugent, INBO, ILVO**

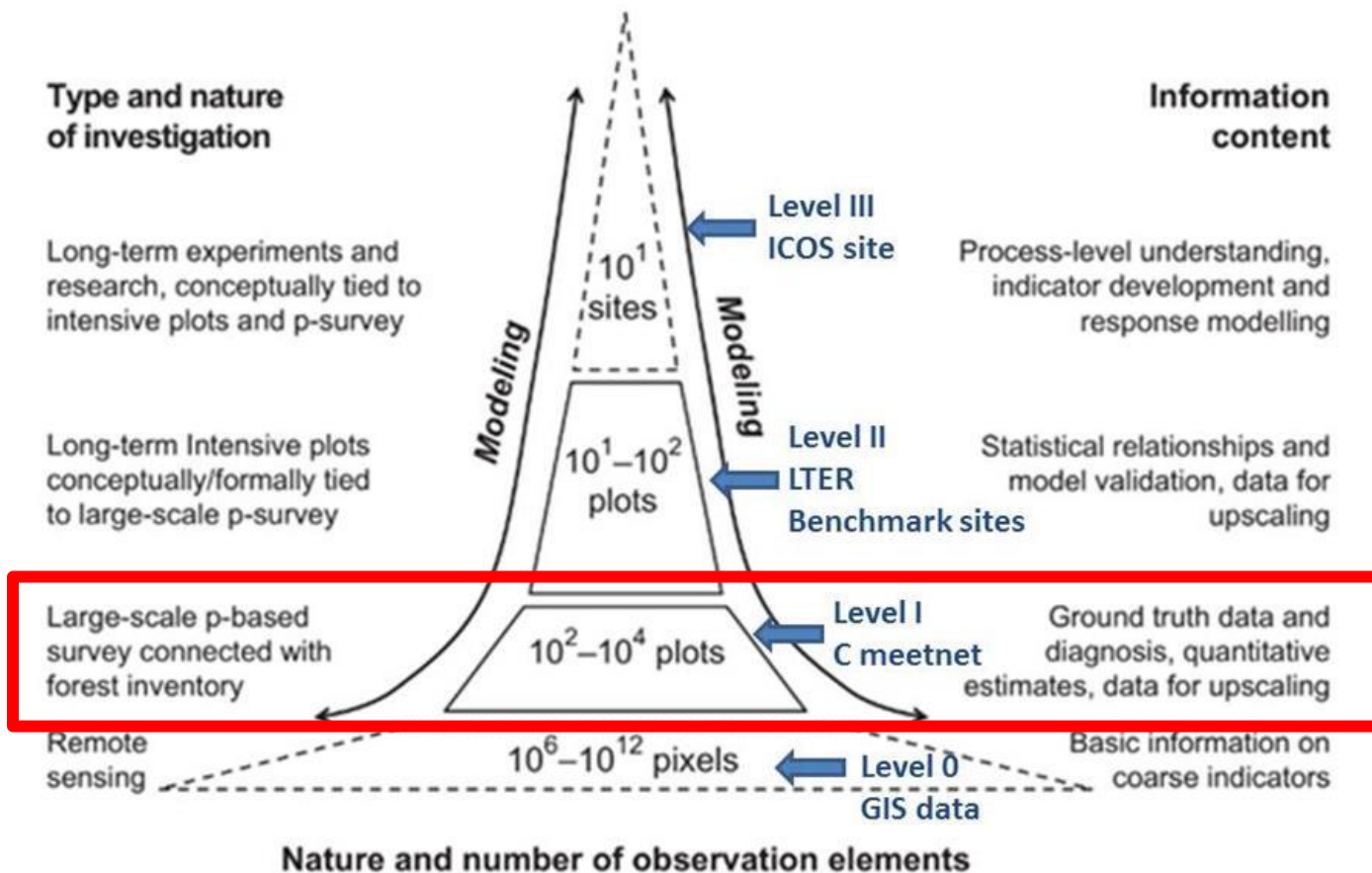
Hoofdopdracht: **Ontwerp van een monitoringsmeetnet voor C-voorraad**
Statistische onderbouwing
Kosten/baten berekening # scenario's
Geen staalnames en labo analyses

Projectindeling: **3 projectfasen, 10 werkpakketten**

C-Mon Level I

Focus op Level I nul-meting en trendmeting

Statistisch onderbouwde steekproef



Planning

FASE I – MONITORINGSTRATEGIE (M0-9 tot Aug/Sep 2018)

- Nul meting
- Trendmonitoring
- LULUCF submeetnet

FASE II - OPERATIONALISERING NULMETING (M9-16 Apr2019)

- Vastleggen & karakteriseren punten
- Protocols (staalname, analyse, archivering)

FASE III - ONDERSTEUNING BIJ CONTROLE EN VERWERKING MEETGEGEVENS (M26-36)

- Kwaliteitsopvolging (QA/QC)
- Ondersteuning effectieve monitoring en gegevensverwerking

FASE I - Monitoringsstrategie

- **1.1 Aftoetsen** van de bestaande studie aan **recente richtlijnen en ontwikkelingen**
- **1.2** De scope uitbreiden naar en afstemmen met **andere landgebruiksgroepen** (natuur en bos, residentieel)
- **1.3** Voor **bodemstaalnamecampagnes** uit het **verleden** nagaan of zij een rol kunnen spelen in de nieuw op te zetten monitoring
- **1.4** Een **strategie voor nulmeting** en monitoring uitwerken en het aantal meetpunten per landgebruiksgroep statistisch onderbouwen
- **1.5** Mogelijke **afstemming** met en/of aanpassingen aan **bestaande meetnetten** uitwerken (oa meetnetten natuurlijk milieu INBO, meetnetten VMM, ...)
- **1.6** De **kosten** voor (verschillende scenario's van) de nulmeting en monitoring berekenen

Level I koolstofmeetnet voor alle landgebruiksvormen



akker



grasland



sier- & moestuin



bos



open natuur



sport- en parkgebied

Een strategie voor nulmeting en monitoring uitwerken

Toevallige selectie, gepaarde waarneming, gebruik van stratificatie



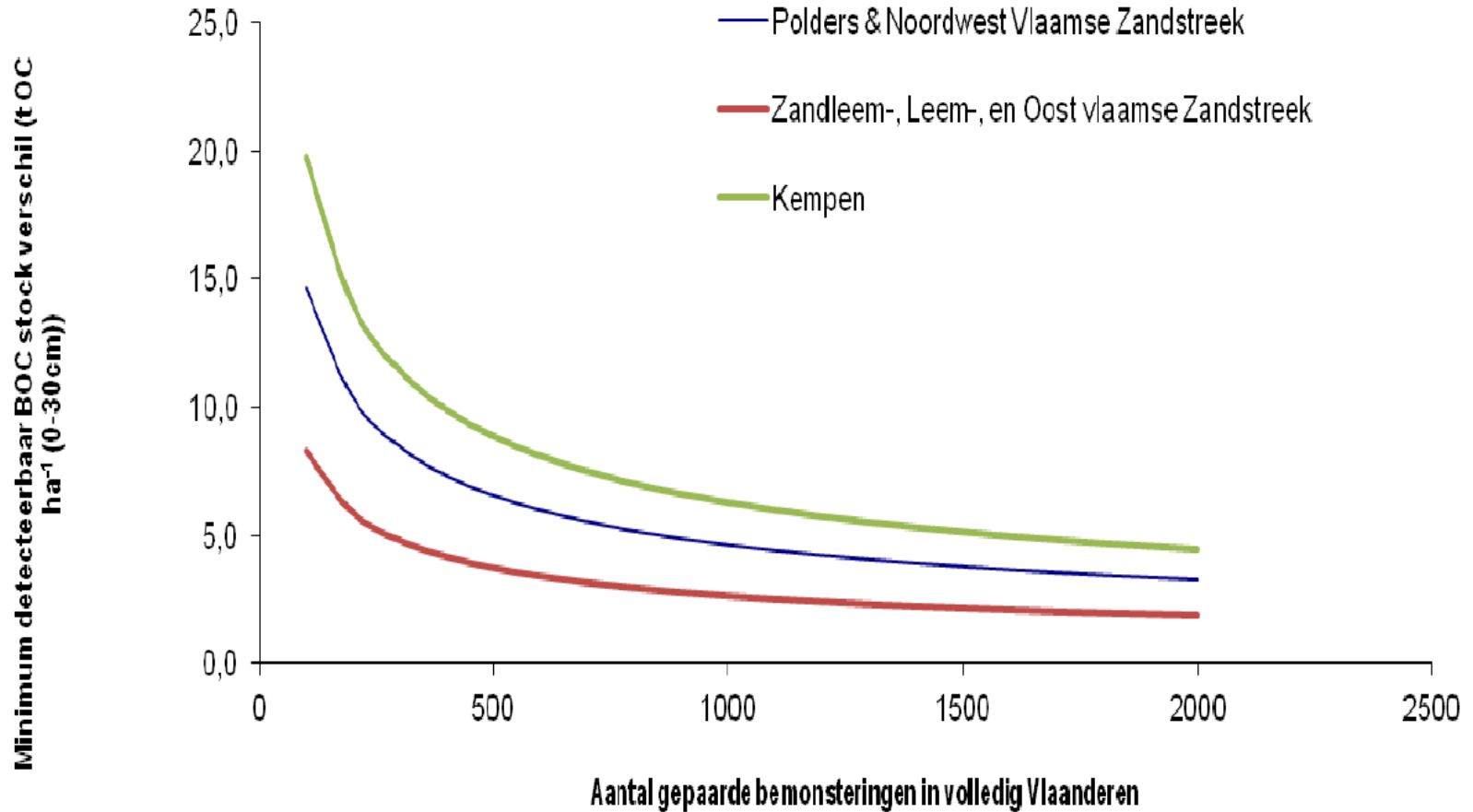
- **Hoeveel** meetpunten?
- Ruimtelijke verdeling?
- Minimum detecteerbaar verschil (MDV) ?
- Statistische **power**? (kans op Type-II fout β)

Verwachtingen MDV & statistische power

- Noodzakelijk voor berekeningen aantal vereiste meetpunten
- **'4 per mille initiative'** (4p1000.org) 4‰ \uparrow BOC countert toename CO_2 = **+0.1 à 0.2 t OC ha⁻¹ jr⁻¹**; Detectie na 10 jaar dan MDV **+1 a +2 t C ha⁻¹**
- Samen met stuurgroep (bv. $1-\beta=0.85$) & vgl. internationale initiatieven

MDV voor akkerland: staalnamepunten

Stratificatie-voorbeelden



Staalname en analyse scenario's ontwikkelen

- **Definiëren strata:** landgebruik/bodemtype combinatie
- **Staalname oppervlakte-eenheid:** plot/perceel/bestand
- **Schaal plot:** 10x10 m /100*100 m
- **Staalnameschema:** systematisch / at random binnen plot
- **Mengmonsters:** aantal steken per plot (evt in functie van diepte)
- **Diepteintervallen:** bvb 0-30, 30-60, 60-100 cm
- **Georeferentie:** GPS
- **Staalnemers:** VLM, VMM, INBO, ILVO, particulieren ?
- **Staalvoorbehandeling:** koelen / drogen/ crushen / zeven
- **Analyse variabelen:** protocols

Kunnen meetlocaties uit bestaande meetnetten meegenomen worden in het meetnet?

Oplijsten en analyseren van bestaande meetnetten die **milieuvariabelen** opvolgen:

- Meetnetten in **bos- en natuurgebieden**
 - Vlaamse bosinventarisatie (1VBI + 2VBI)
 - LTER sites/ICP F sites
 - KLIVEG sites open natuurgebieden
 - ...
- Meetnetten in **landbouwgebied**
 - VMM meetnet grondwater
 - Code goede praktijk bodembescherming
 - ...
- Meetnetten in **tuinen**
 - GARMON project



Antwoord bieden op volgende vragen:

- Bruikbaarheid bij **interpretatie** van BOC-metingen?
- **Overeenkomsten** tussen meetnetten en BOC monitoring netwerk?
- Mogelijkheid tot **afstemming of integratie** bij uitvoering?

Kosten/baten voor nulmeting en trendmonitoring



Kostprijsberekening voor:

- **Level I meetnet (nulmeting + trendmonitoring):** grondig – diverse scenario's
- **Level II plot** (installatie & nulmeting + werkingskost): raming / geen ontwerp
- **Level III plot** (installatie & nulmeting + werkingskost): raming / geen ontwerp

Level I: Nulmeting

Basisgegevens:

- Aantal meetlocaties (plots) per landgebruik/stratum
- Aantal mengstalen en dieptes per plot

Kosten/baten voor nulmeting en trendmonitoring



Berekening varianten nulmeting

- 3 varianten staalnameprotocol (aantal mengstalen en dieptes per plot)
- Vaste kostprijs voor staalname en transport per plot
- 3 varianten analyseparameters (set analysevariabelen per staal): **TOC, BD, CF,** TIC, TN, pH, TEX, HWC, Vocht%
- Kosten voor kwaliteitsborging, rapportering en staalarchivering
- 2 varianten voor dataverwerking en -opslag (DOV DB) en realtime rapportering (Online C-Mon DB)
- Met inachtnaem van alle varianten, kan de kostprijs voor $1 \times 3 \times 1 \times 3 \times 1 \times 2 = 18$ mogelijk scenario's worden berekend. => **stuurgroep weerhoudt beperkt aantal scenario's voor definitieve berekening**
- Berekening definitieve kostprijs ahv. aantal en locaties laboratoria, specifieke analysekost van elk laboratorium, locatie van bodemarchief, type van kwaliteitsborging, wijze van dataopslag, verwerking en rapportering) ingevuld worden.

Kosten/baten voor nulmeting en trendmonitoring



Level I: Trendmonitoring

Monitoringsfase begint als de plots van de nulmeting hermeten worden.

Hangt af van:

- **meetcyclus** (bvb om de 10 jaar)
- **meetinspanning**: aandeel plots dat jaarlijks bemonsterd **kan** worden

Verschillende scenario's zijn ook hier mogelijk:

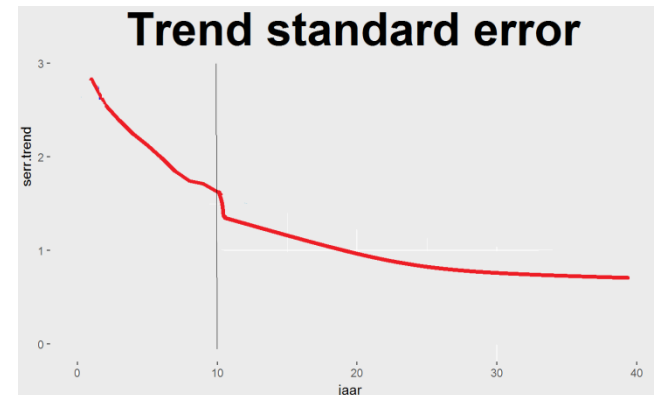
- 1) één staalnameteam jaarlijks 10 % plots afwerken en na 10 jaar met de hermeting beginnen
- 2) verschillende teams jaarlijks 20 % (of meer) plots afwerken => trendmonitoring reeds na 5 jaar

Voorbeeld van monitoringsaanpak

We ontwerpen een BOC monitoringsmeetnet voor een **minimumperiode van 20 jaar** met een **meetcyclus van 10 jaar**.

Elk jaar worden **10%** van de totaal benodigde plots per stratum effectief bemonsterd. Na jaar 1 kan voor elk stratum een gemiddelde BOC voorraad bepaald worden, maar zal de onzekerheid op dit gemiddelde vrij groot zijn. Na jaar 2 wordt een nieuw gemiddelde geschat en zal de onzekerheid op dit gemiddelde verkleinen en dit zal zo doorgaan tot jaar 10.

Bovendien is door de aselecte staalname voor elk stratum een trend te bepalen in BOC verandering die elk jaar sterker wordt aan statistische kracht.



Pas na jaar 11 worden de meetpunten 'gepaard' hermeten en zal de betrouwbaarheid van de BOC veranderingen sterk toenemen. **Na 20 jaar is het meetnet op volle kracht** en worden verdere metingen (zowel gemiddelden per stratum als de trends van BOC veranderingen) meer en meer statistisch gezekerd.

Dit betekent dat we, zeker op basis van **glijdende gemiddelden**, de BOC stocks en hun veranderingen in de tijd periodisch (bvb om de 3 tot 5 jaar) kunnen rapporteren aan regionale, nationale en internationale instanties.

FASE II – Operationalisering nulmeting

Vastleggen van meetpunten (INBO)

De **ruimtelijke positionering** van de meetpunten wordt gebaseerd op:

- de perimeters van de **strata** vastgelegd binnen elk landgebruik
- het **aantal meetpunten** zoals statistisch bepaald in WP 1.4 voor de onderscheiden landgebruik/strata
- de perimeters van zones met gedocumenteerde **landgebruiksveranderingen**

We bepalen **meetpuntlocaties** voor:

- de toestandsmonitoring (nul-meting + trendmonitoring) alle landgebruiken
- de monitoring van BOC veranderingen door landgebruikswijzigingen (bvb akker \Leftrightarrow weiland, weiland \Leftrightarrow bos, weiland \Leftrightarrow moestuin; **LULUCF noden**)

Ruimtelijke allocatie van steekproeftrekkingen gebeurt met:

R-pakket **GRTS** (*Generalized Random Tessellation Stratified sampling*)

Karakteriseren van meetpunten

- Eenmaal meetpunten ruimtelijk zijn vastgelegd => **statistieken**
- **Karakterisatie**
 - Via een **desk studie** (landgebruik, stratum, geografische spreiding, hoogteligging, meteo, bodemtype, hydrologie, eigendomsstatuut, historisch landgebruik en alle andere relevante kenmerken.
 - Via **veldobservaties** (staalnameformulier) vooral informatie die niet via GIS lagen kan verkregen worden (weerscondities bij staalname, waterverzadiging van de bodem, lokale perturbaties, recente bodembewerking, voorkomen van drainagesystemen, recente bemesting, etc.)

Protocollen

In situ

- Reden voor niet nemen staal, bv. net bemest; net geploegd
- Wijziging in vooropgesteld landgebruik
- Andere observaties? ook bekalking, rotatie,... invloed op evolutie BOC
- Haalbaarheid inschatten van gedetailleerd inventariseren van landgebruik en -beheer

Analyse

- ISO, EN, IPCC, JRC, Compendium -> *OC bepalingsmethode*
- Manieren om meetspreiding van inter- en intra laboratoriumresultaten tot een minimum te beperken (QA/QC – ringtesten)

Archivering bodemstalen

- *richtlijnen* uitwerken
- Bos- en Natuurbodems: bodemarchief INBO / Andere bodems => Geotheek Vlaanderen ?

Bodemarchief INBO



FASE III – Ondersteuning bij controle en verwerking meetgegevens

Controle en verwerking van meetgegevens

- Antwoorden op feedback, bv. alternatief onbeschikbare meetpunten
- Bepaling kenstatistieken BOC voorraden per stratum (*1^e t-test?*)
- Advies bij ringtesten (indien meerdere labo's nulmeting uitvoeren)


Uitdiepen monitoringsscenario's

- Nagaan of spreiding BOC-voorraad per stratum overeenstemt met veronderstelling -> aanpassing allocatie gefaseerde monsternamen
- Nagaan variatie BOC en bodemdichtheid onderliggende lagen -> noodzaak tot opmeting gefaseerde nulmeting en bij herbemonstering?

Take home messages

- Bodem-koolstof speelt een **Centrale** rol in fysische, chemische en biologische bodem**kwaliteit** en voor **mitigatie** van klimaatsverandering
- Vlaanderen heeft een **robust Level I monitoringsmeetnet** nodig om de **toestand en trends van de koolstofvoorraden** **accuraat** te begroten
- Het C-Mon project **ontwerpt** dit meetnet en berekent **de kosten** voor diverse meetnetscenario's
- We hebben de **steun nodig van alle stakeholders** om dit meetnet zo snel mogelijk uit te rollen **over alle landgebruiken** heen

Suggesties ?



Dank voor uw aandacht !

The nation that destroys
its soil destroys itself.

Franklin D. Roosevelt