

Vijftig tinten grijs: het belang van natuur(beheer) in de strijd tegen klimaatverandering

Koolstof-hotspots in Vlaamse natuurgebieden

Vlaanderen wil haar natuurterreinen klimaatbewust beheren en koolstoflekken uit de bodem vermijden, evenwel zonder dat dit ten koste gaat van biodiversiteitsdoelen en andere ecosysteemfuncties. Hiervoor is een accurate inschatting van de bodemkoolstofvoorraad, en de identificatie van locaties met een groot aandeel in opslag, een belangrijke eerste stap. Machine learning kan helpen wanneer er weinig gegevens beschikbaar zijn.

Door: Sam Ottoy, Ellen Truyers, Mario De Block, Suzanna Lettens, Bruno De Vos, Ward Swinnen, Rik Hendrix, Gert Verstraeten en Karen Vancampenhout

Over de auteurs:

Sam Ottoy is werkzaam bij Hogeschool PXL en KU Leuven,
✉ sam.ottoy@pxl.be
Ellen Truyers, Ward Swinnen, Gert Verstraeten en Karen Vancampenhout zijn werkzaam aan KU Leuven
Mario De Block is werkzaam bij Agentschap voor Natuur en Bos (ANB)
Suzanna Lettens en Bruno De Vos zijn werkzaam bij INBO – Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek
Rik Hendrix werkt bij Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek

De koolstofvoorraad in natuurterreinen bestaat uit een bovengrondse en een ondergrondse stock. De bovengrondse stocks zijn goed gekend en modelmatig te benaderen, maar voor de ondergrondse stocks bestaan er nog veel onzekerheden. Nochtans is de ondergrondse stock meestal meerdere malen groter dan de bovengrondse: in West-Europese bossen bijvoorbeeld is de ondergrondse stock 1.2 tot 3 maal groter dan de bovengrondse.^{1,2} In natte natuurgebieden in riviervalleien kan deze factor nog hoger zijn, enerzijds door de hogere lokale productie van organisch materiaal en de beperkte afbraak ervan, anderzijds ook door de betere bewaringsomstandigheden op lange termijn door de continue valleiopbouw via sedimentatie. Een ander voorbeeld zijn zandige gebieden die eeuwenlang gekenmerkt werden door antropogene impact (plaggen) of door podzolizatie, waardoor accumulatie van organisch materiaal de bodem tot op grotere diepte heeft aangevuld met koolstof. Het belang van veranderingen in de ondergrondse stocks voor klimaatverandering is dus enerzijds aanzienlijk, maar anderzijds ook letterlijk en figuurlijk veel minder zichtbaar. Er bestaan verschillende ruimtelijke modellen met als doel het inschatten van bodemkoolstofvoorraden in de bovenste 100 cm op landschapsschaal en het inschatten van de effecten van *Land Use, Land Use Change and Forestry* (LULUCF). Deze inschattingen zijn een belangrijke input voor het Europese klimaatbeleid. De ervaring van de auteurs leert echter dat deze studies niet voldoen voor het schaalniveau en de specifieke omstandigheden van (natuur)beheereenheden.³

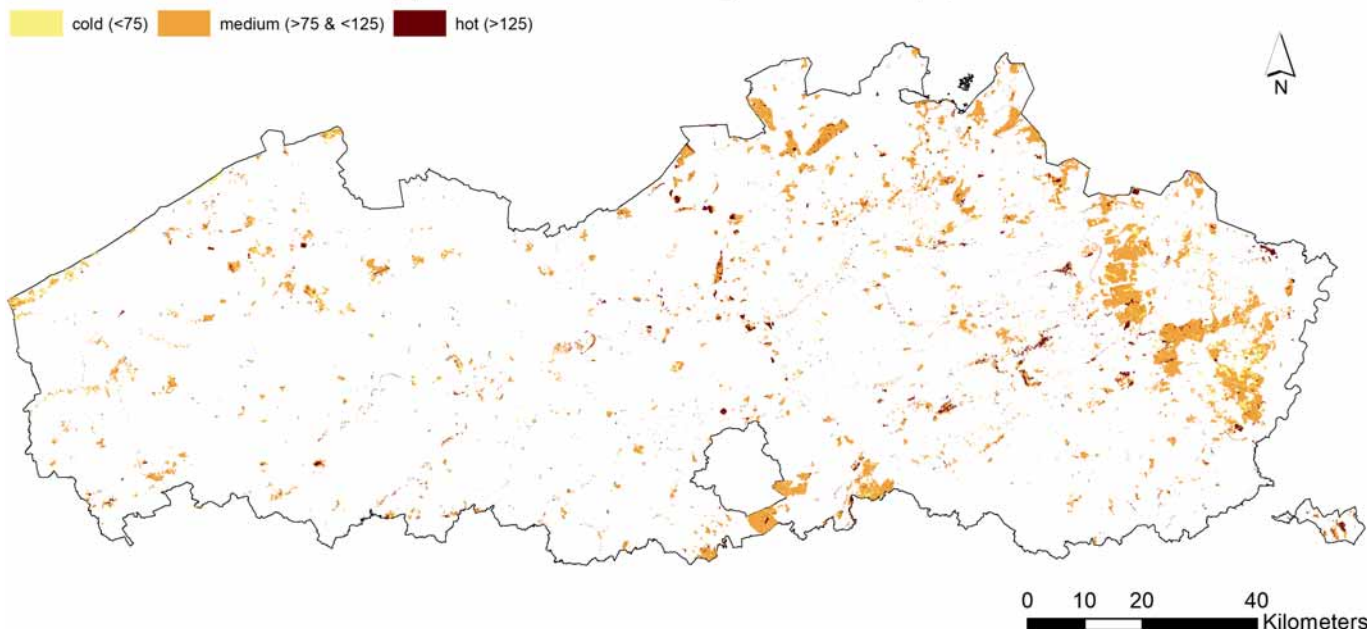
Bodemkoolstofstocks in natuurgebieden zijn vaak niet homogeen verdeeld, maar komen voor in zogenaamde hotspots. Dat zijn plaatsen die ondanks hun beperkte oppervlakte een groot deel van de koolstofstocks bevatten. Als we beter kunnen inschatten waar deze hotspots voorkomen binnen de terreinen van Natuur en Bos (ANB), dan kan deze informatie terreinbeheerders helpen bij het zoeken naar die delen van hun terrein die een belangrijke klimaatfunctie hebben. Dat kan dan op zijn beurt weer helpen bij het stellen van prioriteiten, of bij het nemen van beslissingen rond het aanpassen van het beheer of het minimaal houden van de impact ervan.

Een hogere grondwaterstand zorgt ervoor dat organische stof moeilijker afgebroken kan worden

WAT IS EEN HOTSPOT?

Een eerste uitdaging bij het zoeken naar hotspots was – u kan het al raden – beslissen vanaf welk niveau een landeenheid als een hotspot gezien kan worden. We kozen ervoor om hotspots relatief te definiëren, dit wil zeggen dat hotspots een grotere koolstofvoorraad hebben in vergelijking met de rest van het landschap. Hiervoor gebruikten we de verhouding van de stock van de landeenheid met het gemiddelde op schaal Vlaanderen en met de gemiddelde stock van het ecodistrict (i.e. ruimtelijke eenheid met gelijkende milieukeurmerken, in totaal zijn er in Vlaanderen 36 afgebakend) waarin de landeenheid gesitueerd is. Als grenswaarde voor een hotspot hanteerden we dat de koolstofstock meer dan 25 procent boven het gemiddelde niveau ligt voor Vlaanderen of het ecodistrict. Naast de in deze studie gehanteerde niveaus (Vlaanderen en ecodistrict) zouden ook an-

Ratio of the SOC stock in the upper 100 cm and the average of Flanders (%)



FIGUUR 1: DE VERHOUDING VAN DE KoolstofVOORRAAD (SOC-STOCK) IN DE BOVENSTE METER TEN OPZICHTE VAN DE GEMIDDELTE STOCK IN VLAANDEREN (OP BASIS VAN HET VERFIJND MODEL) (%)

dere schalen gebruikt kunnen worden. Dit kan nuttig zijn om zeer lokale, kleine hotspots te identificeren. Kleinere hotspots zijn over het algemeen moeilijker te beheren/te beschermen dan grotere, aangezien kleine hotspots veel meer onderhevig zijn aan invloeden van omringende percelen. Ook wordt aan kleinschalige hotspots vaak minder aandacht besteed. Toch kunnen deze gebieden enorme hoeveelheden ondergrondse koolstof bevatten (en ook vrijstellen) en is het dus aangeraden deze niet uit het oog te verliezen.

WAAR KUNNEN WE HOTSPOTS TERUGVINDEN?

Met de huidige best beschikbare gebiedsdekkende bodemkoolstof-data voor Vlaanderen (o.a. GSOC uit Databank Ondergrond Vlaanderen) kan voor heel wat open ANB-terreinen nog geen waarde worden berekend. Er zijn immers maar weinig beschikbare data voor open natuurgebieden. De bestaande modellen kunnen daardoor moeilijk tot een betrouwbare schatting komen. In deze studie maakten we gebruik van een nieuw model dat via machine learning wel een waarde kan berekenen ondanks de beperkte data. Bovendien konden we met 521 bijkomende bodemprofielen uit de datasets, aangeleverd door de projectpartners, het aantal observaties in natuurterreinen verdubbelen t.o.v. de bestaande inschattingen. Zo kwamen we tot een 'hotspotsignaalkaart', een kaart met locaties waar – althans volgens het model – de kans op het aantreffen van een vermoedelijke hotspot het hoogst is. Het berekende oppervlakteaandeel hotspots is hoger wanneer ze gedefinieerd worden op Vlaams niveau (11,3 procent, Figuur 1) in plaats van op het niveau van de ecodistricten (10,5 procent, figuur niet weergegeven in dit artikel). Zoals hierboven vermeld heeft de definitie van hotspot een belangrijk effect op de resultaten; met een andere definitie verandert het beeld uiteraard.

CONTROLE OP HET TERREIN

Tijdens veldonderzoek bleek dat het ontwikkelde model een meer dan behoorlijke voorspellingskracht heeft voor het oostelijke deel van Vlaanderen en voor sommige valleigebieden, waarvoor ook de meeste nieuwe datasets konden worden samengesteld. Daaruit blijkt dat machine learning een goede manier is om bijkomende

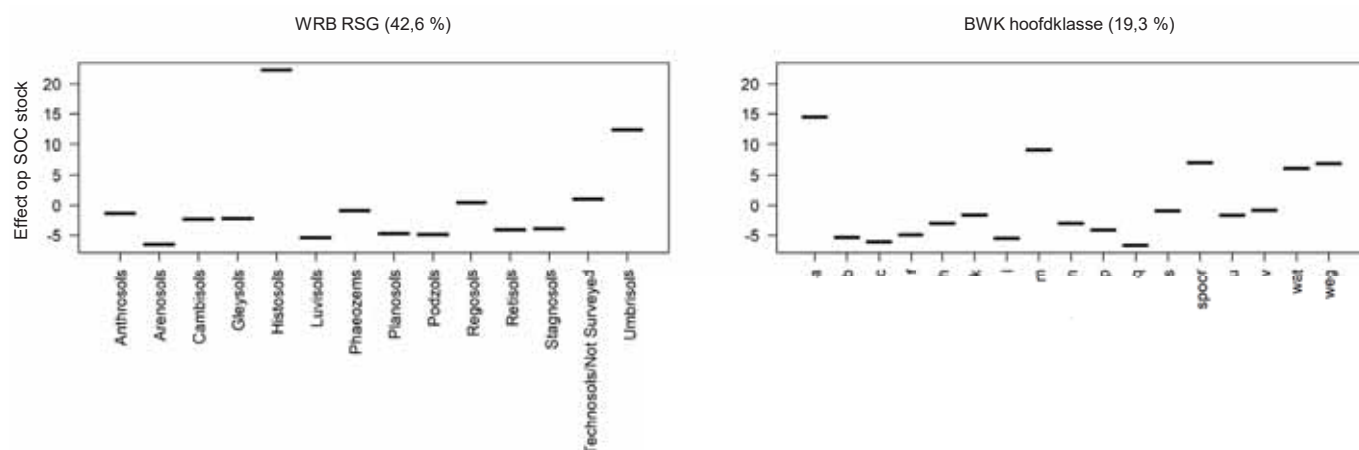
datasets in ruimtelijke kennis om te zetten, zelfs als deze datasets ruimtelijk erg beperkt zijn. In andere gebieden, bijvoorbeeld in sommige percelen in de IJzervallei, was de voorspellingskracht zeer klein en het model ontoereikend. Dat komt doordat in dat gebied de koolstofstocks sterk bepaald werden door niet of slecht gekarteerde factoren, zoals begraven veenlagen, met verveend of gefossiliseerd hout (Figuur 2), of verstoringen waarvan het effect nog steeds voelbaar is, zoals ophogingen met baggerslib. Deze staan op geen enkele (input)kaart en kunnen dus zonder bijkomende karteringen niet als verklarende variabelen in het voorspellingsmodel worden opgenomen.



FIGUUR 2: STAALNAME IN EEN NAT GRASLAND IN DE IJZERVALLEI. ONDER 45 CM BEVOND ZICH EEN VEENLAAG MET STUKKEN VEENHOUT, HETGEEN RESULTEEDE IN EEN GROTERE GEMETEN STOCK (109 KG C M⁻²) VERGELEKEN MET DE GESCHATTE STOCK DOOR HET MODEL (23.0 KG C M⁻²).

WELKE FACTOREN ZIJN KENMERKEND VOOR HOTSPOTS?

De meest bepalende factoren voor het bepalen van de bodemkoolstofvoorraad waren het bodemtype volgens het World Reference Base (WRB) classificatiesysteem, het vegetatietype volgens de Biologische Waarderingskaart (BWK), de bodemtextuur



FIGUUR 3: HET GEMIDDELD EFFECT VAN DE TWEE BELANGRIJKSTE VARIABLEN OP DE KOOLSTOFVOORRAAD, REKENING HOUDEND MET HET GEMIDDELD EFFECT VAN ALLE ANDERE VARIABLEN. DE RELATIEVE BELANGRIJKHEID VAN IEDERE VARIABLEE WORDT TUSSEN HAAKJES WEERGEGEVEN. ZIE HET EINDRAPPORT VAN DE STUDIE VOOR MEER INFORMATIE.⁴

en de grondwaterstand. In Figuur 3 wordt het gemiddelde effect van de twee belangrijkste variabelen op de koolstofstock weergegeven, hierbij rekening houdend met het gemiddeld effect van alle andere variabelen. Hieruit blijkt dat Histosols (veenbodems) en Umbrisols (bodems met een koolstofrijke toplaag) aanzienlijk grotere koolstofvoorraden bevatten. Arenosols, dit zijn zandige bodems met weinig of zonder profielontwikkeling, bevatten dan weer de kleinste koolstofvoorraden. De BWK-eenheden met hoofdklasse a (plassen en vijvers), m (moerassen), t (hoogveen), wat (waterlopen) en v (vallei-, moeras- en veenbossen) bevatten grotere koolstofvoorraden dan de rest van de BWK-eenheden. De droge types van heiden (c) en eikenbossen (q), die vaak op een zure, voedselarme zandgrond voorkomen, bevatten dan weer de kleinste stock. Voor de grondwaterstand (GHG) geldt: hoe hoger het grondwater, hoe groter de stock. Een hogere grondwaterstand, en dus minder zuurstof in de bodem, zorgt er immers voor dat organische stof moeilijker afgebroken kan worden. Dit effect is mogelijk ook de verklaring voor de grotere voorraden gevonden onder de nattere natuurtypes volgens de BWK. Een gelijkaardige redenering geldt voor de hoeveelheid klei in de bodem: hoe meer klei, hoe hoger het koolstofgehalte (tot op zeker niveau). Dit positieve effect kan verklaard worden door het beschermend effect van klei op de stabiliteit van organo-minerale complexen.

Aangezien het bodemtype en de textuur slechts bij zeer zware verstoringen kunnen wijzigen, en het vegetatietype een resultante is van de standplaats eigenschappen en het gevoerde beheer, is verdroging de standplaatsfactor die veruit het meeste risico inhoudt bij toekomstige klimaatveranderingen. De grote versnippering en kleinschaligheid van de ANB-percelen is daarbij een bijkomende uitdaging.

SLOTOPMERKINGEN

Bodemkoolstof-voorspellingsmodellen op basis van machine learning-technieken hebben veel potentieel om signaalkaarten voor hotspot-gebieden en risicokaarten voor koolstoflekken te produceren, mits voldoende data van relevante voorspellende factoren gebiedsdekkend beschikbaar zijn. In sommige gebieden bleek de voorspellende kracht van bodemkaartgegevens duidelijk ontoereikend en dienen bijkomende factoren gehaald te worden uit geomorfologische en hydrologische datasets enerzijds en landgebruikshistoriek anderzijds. Ook *remote sensing* kan een be-

langrijke meerwaarde bieden voor het verzamelen van bijkomende terreingegevens. Het gebruik van bovenstaande datasets vereist verder onderzoek naar opbouw en dynamiek van hotspots in relatie tot deze variabelen, en de nodige terreinverificaties. Laagdrempelige en goedkope protocols op basis van eenvoudige terreinobservaties kunnen daarin een belangrijke eerste stap zijn. Daarnaast kan langetermijn-monitoring van koolstofstocks, zowel ondergronds als bovengronds, van ANB-terreinen met een goed gedocumenteerd beheer, deze praktijk kennis substantieel verhogen. De resultaten uit deze (en gelijkaardige) studies kunnen terreinbeheerders helpen bij het selecteren van terreineenheden die een belangrijke klimaatbufferende functie hebben en om extra bescherming vragen. Deze informatie kan dan weer meegenomen worden bij (i) het selecteren van mogelijke hotspots voor de aankoop met het oog op natuurbehoud en -ontwikkeling, en (ii) het afwegen van beheerkeuzes rekening houdend met de diversiteit aan ecosysteefuncties en biodiversiteitsdoelen.

DANK

De auteurs willen graag Natuur en Bos bedanken voor de financiering van dit project. Daarnaast bedanken wij de verschillende terrein- en regiobeheerders van de betrokken studiegebieden in Kamp Beverlo, Zoniën, Scheldemeersen, IJzervallei en Ravels.

LITERATUUR

- De Vos, B., Cools, N., Ilvesniemi, H., Vesterdal, L., Vanguelova, E., & Carnicelli, S. (2015). Benchmark values for forest soil carbon stocks in Europe: Results from a large scale forest soil survey. *Geoderma*, 251, 33-46.
- Lal, R. (2005). Forest soils and carbon sequestration. *Forest Ecology and Management*, 220(1-3), 242-258.
- Ottoy, S., Vanierschot, L., Dondeyne, S., Vancampenhout, K., Hermy, M., Van Orshoven, J. (2019). The devil is in the detail: Discrepancy between soil organic carbon stocks estimated from regional and local data sources in Flanders, Belgium. *Soil Use and Management*, 35, 421-432. DOI: 10.1111/sum.12504
- Truyers, E., Ottoy, S., Lettens, S., De Vos, B., Swinnen, W., Hendrix, R., Verstraeten, G., Vancampenhout, K. (2019). Analyse van koolstof-hotspots in Vlaamse natuurgebieden en het beperken van koolstoflekken door natuurbeheer. Perceel 1: Analyse van koolstof-hotspots op ANB terreinen. Studie uitgevoerd in opdracht van het Agentschap voor Natuur en Bos van de Vlaamse overheid. (ANB/klim/18-001). Eindrapport.