



Verkenning van duurzaamheidsrisico's gerelateerd aan gebruik van tak- en tophout



CE Delft

Committed to the Environment

Verkenning van duurzaamheidsrisico's gerelateerd aan gebruik van tak- en tophout

Delft, CE Delft, mei 2016, versie 2

Publicatienummer:

Deze notitie is opgesteld door:
CE Delft

CE Delft
Committed to the Environment

CE Delft draagt met onafhankelijk onderzoek en advies bij aan een duurzame samenleving. Wij zijn toonaangevend op het gebied van energie, transport en grondstoffen. Met onze kennis van techniek, beleid en economie helpen we overheden, NGO's en bedrijven structurele veranderingen te realiseren. Al 35 jaar werken betrokken en kundige medewerkers bij CE Delft om dit waar te maken.



1 Conclusies met betrekking tot verkenning van duurzaamheidsrisico's gerelateerd aan gebruik van tak- en tophout

Verkende duurzaamheidsrisico's

In de voor Eneco voor de BWI Lage Weide uitgevoerde verkenning van risico's op gebied van duurzaamheid is vastgesteld dat zonder compensatiemaatregelen:

- De hoeveelheid koolstof vastgelegd in strooisel zal afnemen bij oogst van tak- en tophout voor gebruik als brandstof;
- Het risico bestaat dat oogst van tak- en tophout leidt tot afname van koolstofvoorraden in bodemorganische stof.

In beide gevallen betreft het een mogelijke afname van de gemiddeld in de tijd vastgelegde hoeveelheid koolstof ten opzichte van een situatie waarin tak- en tophout vrijkomend bij dunningen en eindkap in het bos worden achtergelaten.

Onzekerheden over de omvang van het risico

Er is echter ook vastgesteld dat de daadwerkelijke afname van de hoeveelheden koolstof in strooisel en eventueel ook in bodemorganische stof lastig te schatten zijn.

Modellen voor koolstofkringlopen in bos sluiten vaak niet goed aan bij praktijkmetingen, met name wat betreft de dynamiek van bodemorganische stof. De dynamiek van koolstof in strooisellaag en bodem is daarnaast sterk afhankelijk van locatiespecifieke waterhuishouding, bodemstructuur, bodemsamenstelling en klimaat en temperatuur.

Het was verder de vraag of (eventuele) afname van de gemiddelde koolstofvoorraden in strooisellaag en bodemorganische stof niet kunnen worden gecompenseerd of voorkomen door maatregelen in het beheer van het bos. De geraadpleegde literatuur geeft hierover geen informatie.

In de derde plaats kan afvoer van hout uit bos soms ook een wenselijke activiteit zijn, bijvoorbeeld wanneer:

- Het bos moet verschrallen en nutriënten moeten worden afgevoerd;
 - Invasieve vegetatie moet worden verwijderd in het kader van bosherstel.
- Risico's gerelateerd aan gebruik van tak- en tophout zouden met andere woorden misschien kunnen worden geminimaliseerd door

Uitgevoerde verkenning

Risico's en onzekerheden en mogelijkheden om die te minimaliseren of te compenseren zijn in een drietal gesprekken besproken met deskundigen van Alterra, Staatsbosbeheer en Probos, organisaties die in Nederland gezaghebbend zijn wat betreft hun kennis op gebied van bosbeheer en duurzaamheid.

Vooraf is steeds een notitie doorgestuurd waarin is omschreven welke risico's zijn geïdentificeerd en welke vragen Eneco graag zou willen voorleggen aan de gesprekspartners om een beeld te krijgen van de mogelijkheden van Eneco om deze risico's te kunnen managen.



Uitkomsten en conclusies

De belangrijkste uitkomsten van deze gesprekken zijn hieronder puntsgewijs aangegeven.

De gesprekspartners bevestigen allen dat er risico's op afname van in bodem en strooisel vastgelegde koolstof zijn. Ook bevestigen ze en dat de door CE uitgevoerde berekeningen voor het schatten van de afname correct - volgens geëigende rekenmethoden en met geëigende uitgangspunten - zijn uitgevoerd;

Ze geven echter ook aan dat de berekeningsresultaten zeer onzeker zijn en dat effecten in de praktijk zoals ook aangegeven in de notitie sterk zullen worden bepaald door lokale aspecten (waterhuishouding, bodemstructuur, bodemsamenstelling en klimaat en temperatuur).

De huidige stand van kennis is gewoonweg nog onvoldoende om de grote onzekerheid te kunnen wegnemen en advies te kunnen geven over mogelijkheden om van Eneco om deze risico's te kunnen managen.

Er zijn wel enkele suggesties gedaan voor risico minimaliserende maatregelen, maar deze zullen deels duur zijn (extra stekjes planten) en/of vallen deels buiten wat redelijkerwijs als verantwoording van Eneco kan worden gezien (predatoren beheer).

Vanwege het huidige beperkte wetenschappelijke inzicht in koolstofdynamiek in de bodem en de samenhang met andere bodemspecifieke aspecten heeft het weinig toegevoegde waarde dat Eneco verder aandacht besteed aan mogelijkheden voor het managen van deze risico's. Bovendien lijkt verschraling een relevanter probleem voor een aantal gesprekspartners.

Eneco wordt door de gesprekspartners ook niet gezien als probleemeigenaar en daarom ook niet als de meest logische partij om te komen met een oplossing voor het minimaliseren van de risico's op verschraling en afname van vastgelegde koolstof in strooisel en bodem.

Eneco wordt daarom door de gesprekspartners geadviseerd vooralsnog aan te sluiten bij het door SBB gevoerde beheer. Dit kan wat betreft minimaliseren van risico's op verschraling en afname van vastgelegde koolstof in strooisel en bodem worden beschouwd als de op dit moment beste praktijk voor beheer.

Uitkomsten en conclusies

De gesprekken geven een duidelijk advies voor Eneco voor wat betreft het omgaan met risico's gerelateerd aan gebruik van tak- en top hout op verschraling en afname van vastgelegde koolstof in strooisel en bodem.

Eneco kan daarnaast het risico op genoemde ongewenste effecten beperken door gebruik van tak- en top hout te beperken en meer biomassa uit andere bronnen te gebruiken. Eneco kan eventueel ook een actieve rol hebben in het beschikbaar maken van dit soort risicoarme biomassa bronnen - zoals mede initiëren van aanleg van landschapselementen als houtsingels, houtwallen, beboste bufferzones, etc.

Verder lezen

De door de gesprekspartners geaccordeerde verslagen (Bijlage A t/m Bijlage C) en de vooraf als discussiestuk aan de gesprekspartners toegestuurde notitie met twee daarin opgenomen bijlagen (Bijlage D t/m Bijlage F) zijn in deze notitie bijgevoegd.



Bijlage A **Gespreksverslag 1: Erwin Al en Henk Wanningen, Staatsbosbeheer**

Staatsbosbeheer levert houtsnippers voor energiedoelinden uit bos en uit landschappen en projecten in een verhouding van ongeveer 1 ÷ 2. Houtsnippers uit bos zijn afkomstig van tak- en tophout bij eindkap c.q. verjongingskap.

De organisatie beheert bos vanuit meerdere functies - houtproductie, biodiversiteit, recreatie en andere functie - waarbij de invulling van de functies per bosareaal verschilt. Sommige arealen worden hoofdzakelijk met oog op biodiversiteit beheert, bij sommige arealen ligt de nadruk meer bij houtproductie. Voor alle gebieden geldt echter een minimum standaard voor de verschillende functies, vervat in de zogenaamde bosvisie . Het bos onder beheer van Staatsbosbeheer is zowel FSC als NTA8080 gecertificeerd. SBB loopt voorop in beheer met oog op duurzaamheid en wordt door andere organisaties met bossen gevolgd.

In het beheersysteem vindt gemiddeld eens in de 100 jaar verjongingskap plaats - andersom: jaarlijks wordt ongeveer 1% van het onder beheer zijnde bosareaal gekapt om te verjongen. Het beheersysteem is gericht op een zo snel mogelijke kroonsluiting en op een eindsituatie met ongeveer 80 waardebomen per hectare en gericht op een snelle kroonsluiting. Kap vindt in loofbos en gemengd bos conform Flora en Fauna Wet alleen plaats wanneer de bomen bladvrij zijn met oog op de aanslag die anders op de bomen zou worden gedaan en met oog op bijvoorbeeld verstoring van het broedseizoen. Daarnaast bevatten bladeren een belangrijk deel van de nutriënten in de boom en wordt bij oogst altijd wel wat bladmateriaal meegenomen. De kap buiten het groeiseizoen sluit daarom ook nutriëntenafvoer zoveel uit. Staatsbosbeheer experimenteert met oog op minimalisering van nutriëntenafvoer ook met het een tijdlang in het bos laten liggen van geveld bomen om zo bladeren en naalden de kans te geven af te vallen.

Beheer van het bos door SBB is qua bodemkwaliteit niet zozeer specifiek gericht op nutriënten of bodemorganische stof maar op de combinatie van deze twee aspecten en de interactie met bodemstructuur en waterhuishouding.

Bij beheer van het bosareaal wordt alleen bij eindkap c.q. verjongingskap tak- en tophout geoogst . Bij dunningen blijft dit in het bos achter.

De mate waarin tak- en tophout wordt geoogst hangt af van de bodem en de mate waarin deze van nature in staat is om groei te ondersteunen:

- Op klei wordt maximaal 60% oogst, met oog op o.a. de bodemstructuur.
- Op arme zandgronden wordt 0% oogst omdat het groeipotentieel op dit soort gronden sterk wordt beïnvloed door de eventuele verwijdering van nutriënten met oogst van tak- en tophout.
- Op lemige bodems en lemige zandbodems is het geoogste percentage afhankelijk van de bodemsamenstelling en van omgevingsomstandigheden zoals depositie. Hier wordt een locatiespecifieke afweging gemaakt.

SBB is samen met enkele andere partijen bezig kaartmateriaal te maken waarop aangegeven is in welke mate tak- en tophout kan worden geoogst.

Bij meer gevoelige bodems is het ook het beheersysteem van belang, bijvoorbeeld de grootte van het gekapte areaal in relatie tot de hoogte van de



aangrenzende opstand. De mate waarin tak- en tophout wordt geoogst wordt in het beheersysteem mede bepaald door de mate waarin het nodig is om opwarming en verdroging te voorkomen.

SBB heeft onderzoek uitgezet dat moet leiden tot diepgaande verbetering in de kennis tussen bodemorganismen, stof, nutriënten kringlopen, sporenelementen en micro-organismen in de bodem. De Nederlandse bosbodems zijn door de relatief recente aanplant begin 20e eeuw nog relatief jong en kunnen nog veel koolstof vastleggen mits de processen in de bodem niet nadelig worden beïnvloed door processen als onduurzaam oogsten van tak- en tophout.

In het kader van duurzaam beheer wordt onder andere gedacht aan toepassing van steenmeel om verzuring door stikstofdepositie tegen te gaan. Hergebruik van as wordt als minder wenselijk gezien vanwege het relatief snel vrijkomen van de nutriënten - er is alleen de eerste 20 jaar afgifte. Inzet leidt tot een piek in nutriëntenbeschikbaarheid, die daarbij deels uitspoelen. De extra beschikbaarheid kan leiden tot verzuuring en opkomen van ondergroei die nauwelijks bijdraagt aan bodemvorming.

Het voorgelegde punt over het conform NTA8080 moeten handhaven van de koolstof vastgelegd in dood hout en bodem was nog niet helemaal op het netvlies bij Staatsbosbeheer - wel wat betreft bodem, niet wat betreft dood hout. Het punt past goed in de huidige verdieping van de kennis over koolstofcycli en nutriëntencycli, maar beide gesprekspartners hebben nog geen suggesties hoe hiermee in de praktijk en beheer mee om te gaan. De in de uitgevoerde berekeningen aangehouden verteringstijd is qua orde van grootte herkenbaar.



Bijlage B **Gespreksverslag 2: Joop Spijker en Anjo de Jong, WUR Alterra**

Alterra is samen met Probos en andere partijen betrokken bij het door Staatsbosbeheer uitgezette onderzoek naar verdieping van de kennis rond bodem en bosbeheer. In een kort gesprek is de volgende informatie uitgewisseld

De in de uitgevoerde berekeningen aangehouden modelmatige benaderingen zijn herkenbaar en worden als gangbaar aangemerkt. Mogelijk effect van oogst van tak- en tophout op bodemvorming nutriëntenhuishouding bodem wordt herkend. Er wordt aangegeven dat dit in de praktijk ook is vastgesteld.

Als mogelijke compensatiemaatregelen worden tijdens het gesprek genoemd:

- Aanpassen wildstand - wild doet zich met name te goed aan jonge planten waardoor teruggroei nadelig wordt beïnvloed. De hoge wildstand, de onbereikbaarheid van vruchtbare graslanden als uiterwaarden en het ontbreken van predatoren zorgt ervoor dat het wild op sommige plaatsen een significante invloed heeft op teruggroeibosverjonging. Er is weinig bekend over de exacte effecten er van op de bodemvruchtbaarheid
- Afstemmen van beheer op teruggroeiverjonging, bijvoorbeeld in de grootte van het te kappen areaal en de invloed van kap op microklimaat, bodemtemperatuur en beschikbaarheid van vocht in de bodem
- Toedienen van nutriënten
- Het verlengen van de rotatie
- Bevorderen teruggroei verjonging door bijvoorbeeld
 - Aanplant van al wat grotere jonge planten;
 - Waar nodig verwijderen van ontkieming belemmerende ondergroei vegetatie (bodembewerking)
 - Bestrijding van effecten van verzuring door en stikstofdepositie



Bijlage C Gespreksverslag 3: Jan Oldenburger en Martijn Boosten van Probos

Bij het gesprek waren aanwezig: Silvan de Boer van Eneco, Harry Croezen van CE Delft en Jan Oldenburger en Martijn Boosten van Probos.

Onderwerp van gesprek was de door CE Delft opgestelde notitie ‘Verkenning mogelijkheden in bosbeheer voor vermijden aantasting koolstofvoorraden bij gebruik van tak- en tophout’.

In deze notitie wordt middels rekenvoorbeelden aangegeven dat gebruik van tak- en tophout als brandstof in de BWI Lage Weide een risico geeft op afname van de het gehalte koolstof in bodem en strooisellaag. Ook wordt aangestipt dat gebruik van tak- en tophout een risico geeft op te hoge afvoer van nutriënten en bodemverschraling. Voor minimaliseren van beide risico’s worden beheersmaatregelen voorgesteld, terwijl met betrekking tot verdere praktische integratie in bijvoorbeeld contracten tussen Eneco en toeleveranciers van hout c.q. brandstof een aantal vragen is geformuleerd.

In het gesprek werd door Jan Oldenburger en Martijn Boosten aangegeven dat ze het in de notitie geschetste beeld herkenden. Ook gaven zij aan dat de in de notitie weergegeven berekeningen op zich correct zijn uitgevoerd. Maar er werden ook enkele kritische kanttekeningen geplaatst bij het streven van Eneco om te komen tot een managementplan om risico’s op afname van koolstof in strooisel en bodem te minimaliseren of afnames te compenseren middels beheersmaatregelen, vast te leggen in contracten met toeleveranciers.

1. Ze zien nutriëntendepletie als een groter risico dan afname van koolstof in strooisellaag en bodem. Met name vanwege het feit dat het meeste bos in Nederland is aangeplant op arme bodems die zich net beginnen te ontwikkelen.
2. Ze merken op dat koolstofbalansen zodanig specifiek zijn qua locatie, klimaat, bodemtype, beheer, etc. dat elke schatting van de verandering in voorraden onzeker is (de voor de BWI uitgevoerde analyse is qua aanpak correct, maar het resultaat is zeer onzeker?? - daarvoor zijn er teveel parameters met een significante invloed op de uitkomst).
3. Ze zien geen meerwaarde in een uitvoeriger bureaustudie met een model als CO2FIX of een ander bosbouwmodel. Een dergelijke analyse gaat geen beter/waarheidsgetrouwer resultaat geven gezien alle onzekerheden en gezien het ontbreken van informatie over de specifieke locaties waar-vandaan het tak- en tophout zou moeten worden betrokken.
4. Beide geven aan dat de werkwijze van Staatsbosbeheer vooral nog als ‘state-of-the-art’ kan worden beschouwd. Een betrouwbaardere manier om de risico’s op uitputting van de bodem en onevenredige afname van nutriënten- en koolstofvoorraden in de bodem te beperken is er vooral nog niet.
5. Men verwacht verder niet dat met name particuliere boscijgenaren genegen zullen zijn om beheersmaatregelen ter mitigering van het effect van de oogst van tak- en tophout op de nutriënten beschikbaarheid en de koolstofbalans te implementeren. Voor de meerderheid van hen is het bos geen commercieel belang, maar zijn andere functies van het bos veel belangrijker. Bovendien zal de investering in aanvullende mitigerende beheersmaatregelen niet opwegen tegen de beperkte of vaak zelfs negatieve financiële opbrengsten van tak- en tophout.
6. Er zal naar hun mening nog aanvullend onderzoek nodig zijn om beter zicht te krijgen op de mechanismen van bodemopbouw en de rol van strooisel daarin en het effect van het onttrekken van tak- en tophout



daarop. Alleen dan is het mogelijk om gefundeerde richtlijnen te kunnen opstellen. Er wordt door Alterra wel gewerkt aan het opzetten van een advies- en monitoringsysteem om de afvoer van nutriënten door tak- en top houtoogst in te schatten. Het is onduidelijk wanneer dit systeem operationeel wordt.

Meer algemeen werd de vraag gesteld waarom Eneco een managementplan om risico's op afname van koolstof in strooisel en bodem te minimaliseren of afnemen te compenseren middels beheermaatregelen, zou moeten uitwerken. Ten eerste wordt tak- en top hout slechts een beperkt deel van het hele brandstoffenpalet en wordt het slecht in zeer beperkte mate geoogst binnen regulier bosbeheer. Het meeste tak- en top hout uit bossen is afkomstig van omvormingen naar ander landgebruik. Als er al oogst van tak- en top hout binnen het reguliere bosbeheer wordt uitgevoerd dan vindt dit met name plaats vanwege de uitdrukkelijke wens van de eigenaar. Het risico kan dus op eenvoudige wijze worden vermeden. Ten tweede is dit eerder een verantwoordelijkheid van toeleverende partijen, zoals SBB. Gezien de positie en belangen van Eneco zou het logischer zijn wanneer deze de richtlijnen van SBB volgt en zich alleen actief laat informeren over het managen van risico's op afname van koolstof in strooisel en bodem, hoe dit te minimaliseren of welke maatregelen voor het compenseren van afnames in koolstofvoorraden er worden toegepast.

Een aanvullende optie is alleen tak- en top hout toe te passen dat afkomstig is uit Nederlandse FSC of PEFC gecertificeerde bossen. In zowel de (nieuwe) FSC-als PEFC-standaard zijn criteria opgenomen om de mogelijke negatieve effecten van de oogst van tak- en top hout op het bos en bosbeheer te beperken.



Bijlage D Toegestuurde notitie met bijlagen

D.1 Notitie

Kader

In een door CE Delft voor Eneco voor de BWI Lage Weide uitgevoerde verkenning van risico's op gebied van duurzaamheid is vastgesteld dat zonder compensatiemaatregelen:

- De hoeveelheid koolstof vastgelegd in strooisel zal afnemen bij oogst van tak- en tophout voor gebruik als brandstof;
- Het risico bestaat dat oogst van tak- en tophout leidt tot afname van koolstofvoorraden in bodemorganische stof.

In beide gevallen betreft het een (mogelijke) afname van de gemiddeld in de tijd vastgelegde hoeveelheid koolstof ten opzichte van een situatie waarin tak- en tophout vrijkomend bij dunningen en eindkap in het bos worden achtergelaten.

Er is echter ook vastgesteld dat de daadwerkelijke afname van de hoeveelheden koolstof in strooisel en eventueel ook in bodemorganische stof lastig te schatten zijn. Modellen voor koolstofkringlopen in bos sluiten vaak niet goed aan bij praktijkmetingen, met name wat betreft de dynamiek van bodemorganische stof. De dynamiek van koolstof in strooisellaag en bodem is daarnaast locatiespecifiek en sterk afhankelijk van locatiespecifieke waterhuishouding, bodemstructuur, bodemsamenstelling en klimaat en temperatuur.

Het is verder de vraag of (eventuele) afname van de gemiddelde koolstofvoorraden in strooisellaag en bodemorganische stof niet kunnen worden gecompenseerd of voorkomen door maatregelen in het beheer van het bos. De geraadpleegde literatuur geeft hierover geen informatie. Maar gezien de dynamiek van biomassa en koolstof in een bos lijkt het logisch dat compensatiemaatregelen kunnen worden genomen, bijvoorbeeld:

- Tijdelijke stimulering van ondergroei, die vervolgens wordt gekapt om als strooisel achter te blijven;
- Aanplant van meer stekken dan gebruikelijk, waarvan een deel na enkele jaren wordt gekapt en als strooisel wordt achtergelaten.

In de derde plaats kan afvoer van hout uit bos soms ook een wenselijke activiteit zijn, bijvoorbeeld wanneer:

- Het bos moet versralen en nutriënten moeten worden afgevoerd;
- Invasieve vegetatie moet worden verwijderd in het kader van bosherstel.

Voor reflectie op de koolstofdynamiek en modellen zouden wij graag volgende onderwerpen bespreken:

- Herkent men het in de notitie geschetste beeld en risico's;
- Wat vindt men van de uitgevoerde berekeningen, toegepaste modellen en aangehouden uitgangspunten;
- Wat zou er eventueel anders/beter kunnen in de berekeningen - welke effect heeft dit op de resultaten;
- Welke suggesties heeft men qua vuistregels, compensatiemaatregelen.

Voor vertaling van kennis naar vuistregels en protocollen zouden wij graag volgende onderwerpen bespreken:

- Herkent men het in de notitie geschetste beeld en risico's;
- Welke vuistregels zouden kunnen worden gehanteerd om te schatten hoe groot het risico op afname van koolstof in strooisel en bodemorganische stof is;



- Welke compensatiemaatregelen zouden kunnen worden genomen om risico op afname van vastgelegde koolstofvoorraden te minimaliseren;
- Wat zouden de daaraan gerelateerde kosten zijn;
- Hoe zouden vuistregels en compensatiemaatregelen in contracten en protocollen kunnen worden verwerkt;
- Hoe kan toepassing van vuistregels en compensatiemaatregelen worden gecontroleerd en gehandhaafd;
- Hoe kan Eneco inzicht krijgen in areaal en houtvolumes van invasieve vegetatie en in het kader van verschraling en bosherstel te verwijderen volumes aan hout.

D.2 Achtergrondinformatie, aantasten van koolstofreservoirs in bodem en vegetatie (NTA § 6.2.2)

Relevantie

Qua risico op aantasting zijn naar inschatting van CE Delft vooral de voorraden koolstof in bodem en strooisellaag/dood hout relevant. Tak- en tophout oogsten betekend feitelijk strooisel afvoeren en een afname van de hoeveelheid koolstof in de strooisellaag, tenzij mitigerende maatregelen worden genomen.

Afvoer van strooisel leidt tot minder vorming van bodemorganische stof en geeft een risico op afname van de netto hoeveelheid koolstof in bodemorganische stof. In diverse studies (zie Bijlage E) wordt echter gerapporteerd dat in de praktijk het achterlaten van tak- en tophout niet perse leidt tot meer vorming van bodemorganische stof. Er kan ook sprake zijn van het omgekeerde effect doordat de afbraak vermindert of stilvalt.

Volgens Principe 2 van de NTA8080 mag “Biomassaproductie niet ten koste van gaan belangrijke koolstofreservoirs in de vegetatie en in de bodem”. Omdat Eneco alleen hout afneemt van NTA8080 gecertificeerde toeleveranciers zou bereidstelling daarvan daarom in principe niet gepaard mogen gaan met afname van koolstofvoorraden in strooisellaag en bodem.

Vanwege het evidente risico dat dit wel optreedt wordt aanbevolen om met toeleveranciers te verkennen welke concrete beheersmaatregelen kunnen worden genomen om uitblijven van afname in koolstofvoorraden uit te sluiten. In paragraaf 0 wordt daarvoor een eerste suggestie gedaan. In paragraaf 0 wordt een indicatie gegeven van de mogelijke omvang van de afname aan koolstof in strooisellaag en bodem.

In deze globale toets gehanteerde benadering

Verandering van de hoeveelheid koolstof vastgelegd in de bodem en strooisellaag wordt ook meegenomen in de onder RED en NTA 8080 voorgeschreven broeikasgasbalans methodiek onder de factoren:

- e_{sca} = emissie of emissiereductie door verandering van koolstofaccumulatie in de bodem als gevolg van verandering in landbouwbeheer/landschapsbeheer.
- e_t = de op jaarbasis berekende emissies van wijzigingen in koolstofvoorraden door veranderingen in landgebruik.

Om een indruk te geven van de invloed van de mogelijke afname in deze voorraden is een proefberekening gemaakt voor tak- en tophout van grove den¹ voor een diameter van 7 cm. Voor de verandering in strooisel is de daarvoor gangbare relatie gehanteerd: $Y_t = Y_0 \cdot e^{-k \cdot t}$. Voor deze diameter bedraagt de

¹ Hout van grove den is de meest geoogste boom c.q. houtsoort in Nederland



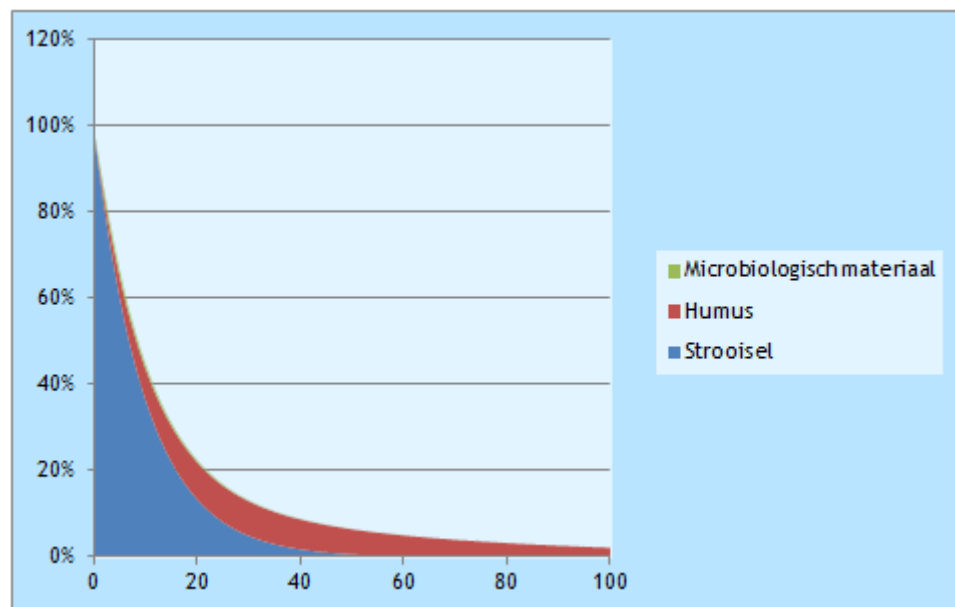
verteringsperiode ongeveer 20 jaar (18 - 23 jaar) en bedraagt de overeenkomstige afbraaksnelheid $k = 0,1 - 0,13$ 1/jaar. De verteringsperiode is hierbij de tijdsduur waarop nog 10% van het oorspronkelijke hout over is.

Voor twijgjes van 3 cm diameter zou de verteringsperiode 10 - 21 jaar bedragen ($k = 0,26 - 0,11$ 1/jaar).

Voor het schatten van de mogelijke afname van koolstof in bodemorganische stof is het gezaghebbende RothC model (zie Bijlage F voor korte introductie) toegepast.

De resulterende vastlegging van koolstof in strooisel en bodem in de tijd is gegeven in Figuur 1. De figuur heeft betrekking op de langste verteringsperiode.

Figuur 1 Vastlegging koolstof uit tak- en tophout in strooisel en bodem voor hout van 7 cm diameter.



Gemiddeld over 100 jaar wordt conform de modelmatige benadering 10% van de koolstof in het tak- en tophout vastgelegd in strooisel en maximaal 5% - 6% in bodemorganische stof.

Zoals uitgezet in Bijlage E wordt in de praktijk echter regelmatig vastgesteld dat de modelmatige benadering van de dynamiek van bodemorganische stof incongruent is met wat er in de praktijk gebeurt. In de praktijk leidt het achterlaten van tak- en tophout niet perse tot instandhouding of toename van de hoeveelheid bodemorganische stof. Er kan ook sprake zijn van het omgekeerde effect doordat de afbraak van bodemorganische stof versneld wordt.

Suggesties voor verder onderzoek

Op basis van de bestudeerde literatuur worden hieronder een aantal suggesties gedaan voor het beperken van de afname van de koolstofvoorraden in en bodem:

- Aanpassing van waterbeheer - verzuring en vernatting verlagen de afbraak van bodemorganische stof².
- Minder oogsten bij bossen op zandgronden - de afbraak bodemorganische stof is op zandgronden vaak hoger dan op kleigronden.

Deze suggesties zijn gebaseerd op richtlijnen voor behoud van bodemorganische stof in landbouwbodems.

Daarnaast kan worden gedacht aan het stimuleren van tijdelijke koolstofvastlegging in ondergroei of het terugplanten van een hoger aantal stekjes dan in regulier beheer, mits dit geen negatieve invloed heeft op andere duurzaamheidsaspecten zoals biodiversiteit. De extra in vegetatie vastgelegde koolstof kan beschikbaar worden gesteld aan bodem en strooisellaag door de ondergroei en extra stekjes na verloop van tijd om te hakken en achter te laten.

Desnoods zou extra en niet als brandstof bruikbaar organisch materiaal kunnen worden toegevoegd, bijvoorbeeld in de vorm van compost.

Het verloop van de afbraakconstante voor dood hout als functie van de diameter in Figuur 3 illustreert verder dat invloed op veranderingen in de hoeveelheden koolstof vastgelegd in strooisel en bodemorganische stof mede wordt bepaald door de diameter van het geogste tak- en tophout: Hoe dunner het materiaal, des te sneller verteerd het en des te minder draagt het bij aan vorming van bodemorganische stof.

Aan de andere kant bevat fijner materiaal meer nutriënten (zie ook paragraaf D.3), zodat een soort balans moet worden gevonden tussen keuze voor een zo klein mogelijke diameter met oog op koolstofvoorraden en een zo groot mogelijke diameter met oog op nutriëntenbalans.

Een derde optie kan zijn om tak en tophout te betrekken van bomen die in bepaalde bossen ongewenst zijn, bijvoorbeeld:

- Bomen die worden gerooid in het kader van herstel van de natuurlijke staat van een bos - bijvoorbeeld naaldbomen in wat een eiken-berken bos op zandgrond zou moeten worden.
- Invasieve soorten als Amerikaanse eik, douglasspar of robinia³;
- Hout van bosareaal waar bewust wordt geplagd om de bodem te verarmen.

Hout van dergelijke bomen wordt waarschijnlijk in de praktijk sowieso weggehaald om kans op teruggroei van de ongewenste vegetatie te minimaliseren.

Een technische optie is misschien om het tak- en tophout te pyrolyseren en daarbij gevormd char met koolstof en nutriënten terug te geven aan de bodem. Dit beheersysteem is in het verleden toegepast bij landbouwsystemen in Latijn Amerika, waar teruggave van houtskool aan de bodem leidde tot vorming van zeer vruchtbare Terra Preta.

Hoe waardevol en praktisch toepasbaar deze suggesties zijn dient als gezegd nader te worden onderzocht. Ze zijn gebaseerd op eigen inzicht, aangezien in

² Zie: <http://www.kennisakker.nl/kenniscentrum/document/30-vragen-en-antwoorden-over-bodemvruchtbaarheid>

³ Zie bijvoorbeeld: <http://www.vbne.nl/product/praktijkadvies-bestrijding-invasieve-exotische-planten>.



vakliteratuur en andere geraadpleegde bronnen geen vuistregels zijn gevonden hoe met dit aspect in de bosbouw
Bosbouwrichtlijnen in andere landen geven geen vuistregels voor beheer met oog op behoud van bodemorganische stof.

Samenvatting en conclusies

Gebruik van tak- en tophout uit beheerd bos zal zonder compenserende maatregelen een afname veroorzaken van de hoeveelheid koolstof opgeslagen in strooisel. Mogelijk treedt ook een afname in de hoeveelheid koolstof opgeslagen in bodemorganische stof op.

Eneco wordt geadviseerd na te gaan welke mogelijkheden er zijn in de vorm van wijzigingen in beheer van bos om afname in koolstofvoorraden te mitigeren of te compenseren. Daartoe kunnen bijvoorbeeld gesprekken worden geïnitieerd met kennishouders en beheerders als Alterra, Probos, Stichting. Bos en Hout, Staatsbosbeheer of INBO (Vlaanderen).
Daarnaast wordt aanbevolen om in gesprekken met potentiële toeleveranciers en met eigenaren van bebost areaal na te gaan of kan worden aangesloten bij landschapsbeheer waarbij vegetatie sowieso wordt afgevoerd.

D.3 Behoud en verbetering bodemkwaliteit (NTA § 6.5.1);

Conform het criterium 'behoud en verbetering' bodemkwaliteit dient - naast de koolstofvoorraden - ook het gehalte aan nutriënten in de bodem minimaal behouden te blijven.

Oogst van tak- en tophout voor energieproductie kan leiden tot afname van bodemvruchtbaarheid doordat met het hout ook nutriënten worden afgevoerd, die daardoor niet meer in de bodem terecht komen.

In principe kan ook voor dit criterium worden gesteld dat aan dit criterium wordt voldaan als Eneco alleen tak- en tophout betreft van NTA8080, FSC of PEFC gecertificeerde leveranciers betreft. De toeleveranciers moeten immers ook aan dit criterium voldoen en moeten dit ook kunnen aantonen.

Maar ook voor dit thema geldt dat:

- a) De praktijk minder rechttoe - rechtaan is als voorgesteld in modelmatige benaderingen
- b) Er duidelijke richtlijnen zijn voor een duurzaam beheer met oog op behoud van voldoende nutriënten.

Een deel van de afvoer van nutriënten in tak- en tophout wordt gecompenseerd door verwerking van minerale bodembestanddelen.
Effecten van de afvoer van tak- en tophout hangen mede af van de locatie van het bosperceel. In West Nederland is sprake van significante depositie via lucht van zouten en van stikstof vanwege de nabijheid van de zee en vanwege de regionale hoge emissie van stikstofdioxide. Er is in sommige percelen zelfs een te rijke bodem voor een gezond seminatuurlijk bos.
In deze regio zal afvoer van tak- en tophout wat betreft effecten op nutriëntengehalten in de bodem weinig effect hebben.

Andere mogelijke positieve effecten van gedeeltelijke afvoer van tak- en tophout worden genoemd in (Alterra, 2011):

- Hout dat in contact staat met de bodem kan voedingsstoffen vastleggen (vooral stikstof), waardoor deze niet beschikbaar is voor teruggroei van vegetatie. Door afvoer van tak- en tophout wordt dit effect vermeden.
- Takhout onderschept voedingsstoffen (uit depositie) die zonder bedekking met takhout op de bosbodem terecht zouden zijn gekomen.



- De bedekking met takhout onderdrukt in veel gevallen de ontwikkeling van bodemvegetatie. Hierdoor wordt concurrentie met eventuele bosverjonging beperkt. Aan de andere kant kunnen daardoor ook meer voedingsstoffen uitspoelen. De mate waarin dat laatste gebeurt hangt mede af van de mate waarin de bodem voedingsstoffen kan vasthouden.

Hoeveel bij duurzaam beheer kan worden geoogst afhankelijk van boomsoort, klimaatzone, locatie en bodemtype wordt aangegeven in de richtlijnen die in de meeste Europese landen hiervoor zijn opgesteld. Zie bijvoorbeeld ook (INBO, 2015).

Enkele praktische regels zijn bijvoorbeeld:

- Om het tak- en tophout eerst in het bos te laten drogen zodat de nutriëntenrijke bladeren en naalden afvallen en achterblijven;
- Alleen de dikkere delen van tak- en tophout (4-7 cm tot 4-10 cm) te gebruiken en de dunnere twijgen achter te laten.
- Minimale oogst op arme en uitspoelingsgevoelige bodems met beperkte hoeveelheid bodemorganische stof.
- Met het tak- en tophout niet meer fosfor af te voeren dan door natuurlijke verwerking van de bodem en door depositie jaarlijks vrijkomt.

Ook kan worden verkend of terugvoer van de bodemas kan bijdragen aan handhaven van de van voor vegetatie beschikbare nutriëntenvoorraden van met name kalium en calcium⁴. Door asbehandeling kan ook fosfor mogelijk beschikbaar worden gemaakt voor gewasgroei.

⁴ Stikstof in biomassa wordt normaliter bij verbranding omgezet in N₂ en gaat verloren als nutriënt, fosfor wordt vaak tijdens verbranding chemisch gebonden aan de in de as aanwezige calcium en is daardoor niet meer voor gewasgroei beschikbaar.



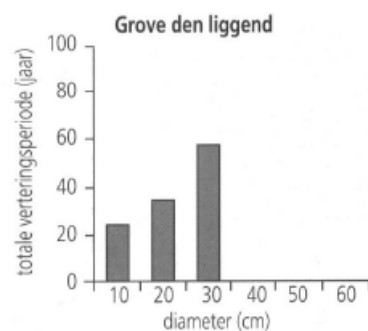
Bijlage E Bijlage bij notitie: bodemorganische stof

E.1 Tak- en tophout in de koolstofcyclus in modelmatige beschouwingen

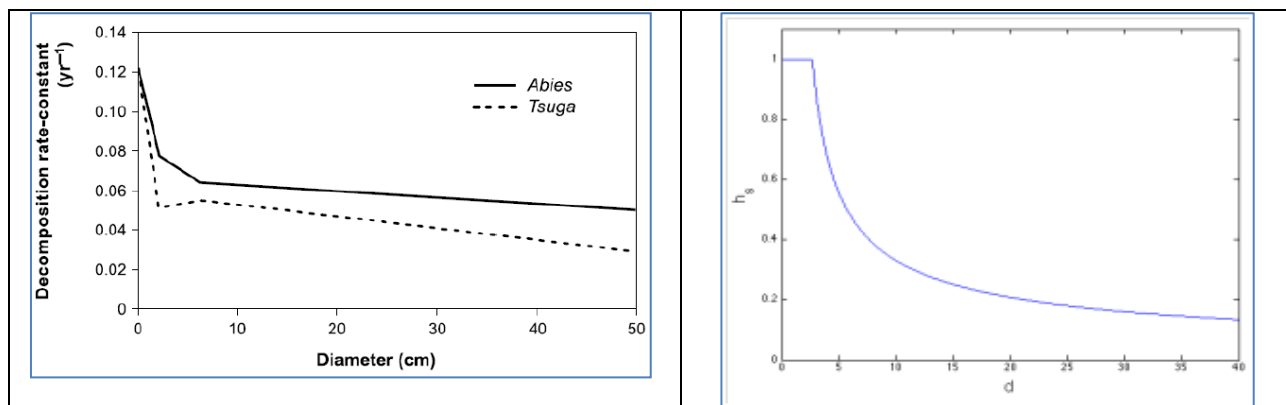
Conform modellen voor koolstofcycli in bossen zal tak- en tophout dat bij dunning of eindkap in een bos word achtergelaten als strooisel en dood hout deels worden omgevormd tot bodemorganische stof en humus. De snelheid van afbraak en de mate waarin het dode hout wordt omgezet in bodemorganische stof hangt af van aspecten als de houtsoort, de bodemsoort en de dikte van (zie ook Figuur 3) het houtachtige materiaal.

- Beukenhout en wilgenhout verteren snel, sparrenhout en elsenhout matig snel, hout van grove den langzaam en eikenhout of lindehout zeer langzaam.
- De verteringstijd voor dood hout van een grove den voor diameters van 10, 20 en 30 cm bijvoorbeeld bedraagt respectievelijk 25, 35 en 58 jaar⁵.

Figuur 2 Verteringstijd voor dood hout van grove den voor verschillende diameters



Figuur 3 Verandering in afbraakconstante voor dood hout als functie van de diameter



Bron: (INBO, 2015), (Staring_Centrum, 1990)

Toelichting: de bovenste figuur geeft de afbraakconstante als functie van de diameter, de onderste figuur geeft de relatieve grootte van de afbraakconstante, uitgedrukt ten opzichte van de waarde voor strooisel met diameter < 3 cm.

Bodemorganische stof en humus hebben afhankelijk van het klimaat een levensduur van enkele tientallen tot honderden jaren voordat afbraak tot CO₂ en H₂O plaatsvindt. De in bodemorganische stof en humus vastgelegde koolstof kan daarom net als koolstof in dood hout worden beschouwd als langdurig vastgelegd en opgeslagen en onttrokken aan de kortcyclische koolstofkringloop.

⁵ Zie: <http://natuurtijdschriften.nl/download?type=document&docid=495162>

Congruent hiermee mag volgens de IPCC-rapportagemethodiek toename van koolstof vastgelegd in bodemorganische stof en humus als een negatieve of uitgespaarde emissie in de koolstofbalans van een land worden meegenomen.

Omgekeerd zou afvoer van tak- en tophout voor gebruik in verbrandingsinstallaties volgens bovenstaand model moeten worden gerelateerd aan een additionele emissie van CO₂ naar de atmosfeer. Door afvoer van tak- en tophout kan geen vastlegging van een deel van de koolstof in het tak- en tophout in strooisel en bodem meer plaatsvinden, zoals in de referentiesituatie wel zou optreden.

Oogst van tak- en tophout voor energietoepassingen zal sowieso leiden tot een afname in de hoeveelheid koolstof vastgelegd in strooisel - er wordt immers strooisel geoogst.

Oogst van tak- en tophout zal volgens modellen voor koolstofcycli in bossen ook leiden tot een afname van de hoeveelheid koolstof in bodemorganische stof. In de praktijk blijkt dit niet altijd het geval, zie volgende subparagraaf.

E.2 Incongruentie tussen modellen en praktijk voor effecten op bodemorganische stof

In een literatuurstudie van Alterra voor het ministerie van Economie, Landbouw & Innovatie (Alterra, 2011) wordt echter gerapporteerd dat in de praktijk het achterlaten van tak- en tophout niet perse leidt tot meer vorming van bodemorganische stof. Er kan ook sprake zijn van het omgekeerde:

“Takhout onderschept ook regenwater, het beperkt verdamping en het isoleert de bosbodem waardoor de temperatuur onder takhout gelijkmatiger is en hoger kan zijn dan bij een onbedekte bosbodem. Het effect hiervan is dat in bepaalde situaties organische stof in de bodem onder takhout sneller mineraliseert dan bij een onbedekte bosbodem.”

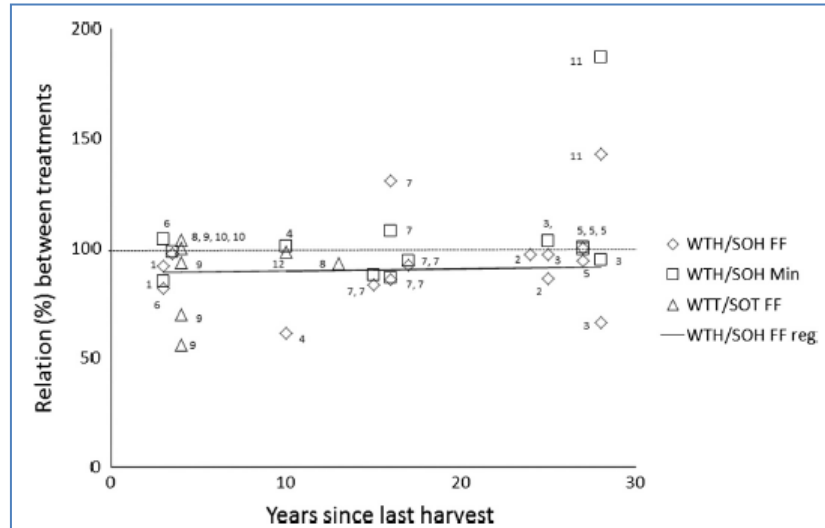
De studie betreft een analyse van verslagen van praktijkproeven, zoals gerapporteerd in vakliteratuur.

Ook in (Clarke, 2015) wordt op basis van verslagen van praktijkproeven aangegeven (zie Figuur 4) dat in de praktijk in boreaal bos en bossen in koel gematigd klimaat geen eenduidige relatie te vinden is tussen de mate waarin tak- en tophout wordt geoogst en een eventuele verandering in organische stof en humus in de bodem.

Welk effect oogsten van tak- en tophout heeft op de koolstofvoorraden in de bodem is daarom niet goed in te schatten en zou van locatie tot locatie moeten worden ingeschat en geëvalueerd.



Figuur 4 Effecten van oogstintensiteit op organische stof in de bodem in bossen in boreale en koele gematigde klimaatzones



Toelichting:

SOH = stem-only harvesting, SOT = stem-only thinning, WTH = whole-tree harvesting, WTT = whole-tree thinning

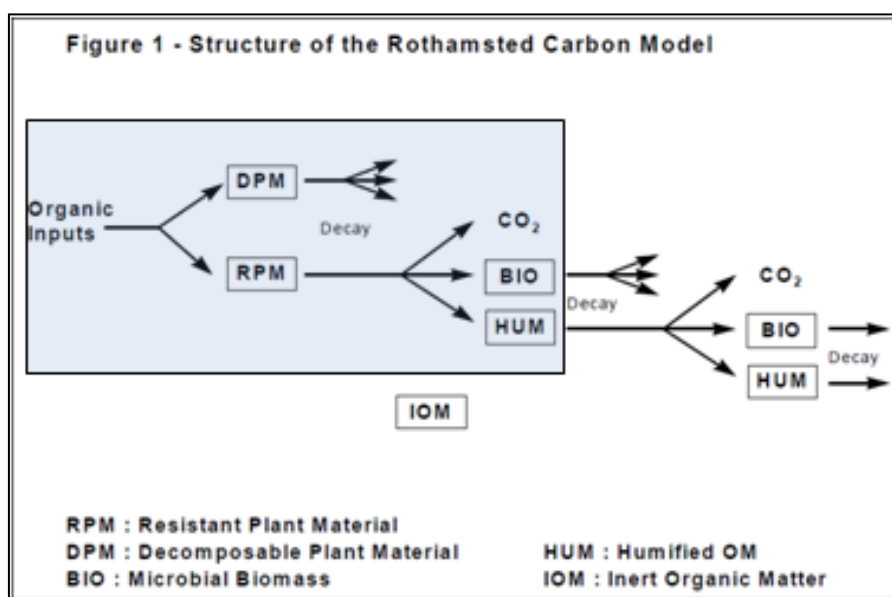


Bijlage F Bodem organische stof analyse

Het voor het benaderen van de bodemorganische stof dynamiek toegepast model is gebaseerd op het Roth-C model. Roth-C maakt het mogelijk effect van kleigehalte direct mee te nemen in afbraakberekeningen.

Roth-C is een gerenommeerd model voor het benaderen van de koolstof dynamiek in bodems dat onder andere wordt toegepast in de door de Vlaamse overheid uitgegeven Koolstofsimulator en Fullcam, het voor de Australische overheid ontwikkelde model voor de simulatie van koolstofkringlopen op het Australische continent.

Figuur 5 Opbouw Roth-C benadering:



Bron: (Coleman, 1999)⁶

In het Roth-C model wordt biomassa benaderd als een combinatie van makkelijk (DPM) en moeilijk (RPM) afbreekbaar organisch materiaal. Makkelijk afbreekbaar materiaal betreft bijvoorbeeld suikers en eiwitten, moeilijker afbreekbaar zijn met name lignine, wassen en fenolen (**Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**).

Beide soorten plantaardig materiaal worden afgebroken tot CO₂, microbiologisch materiaal (BIO) en humus (HUM). De verhouding tussen HUM en BIO is vastgezet in Roth-C op 46% ÷ 54%.

Beide afbraakproducten BIO en HUM worden weer omgezet in een mengsel van CO₂, microbiologisch materiaal (BIO) en humus (HUM).

Afbraak verloopt volgens de relatie: $C_t = C_{t=0} \cdot e^{-a \cdot b \cdot c \cdot k \cdot t}$

waarin:

⁶ K. Coleman, D.S. Jenkinson, ROTH-C-26.3, A model for the turnover of carbon in soil, IACR Rothamsted, Harpenden, Herts, 1999



- a,b,c factoren voor beschrijven van de invloed van temperatuur, vochtgehalte in de bodem en mate van begroeiing zijn, zie ook tekstvak 2;
- k een vaste afbraaksnelheid bepalende factor per type organische materiaal is,
 - k = 0,3 voor RPM;
 - k = 10 voor DPM;
 - k = 0,66 voor BIO;
 - k = 0,02 voor HUM.
- t de tijd (in jaren) na de start van het afbraakproces betreft.

Afbraak verloopt sneller:

- bij hogere temperatuur;
- bij aanwezigheid van voldoende vocht (> 70% van maximale waterbeschikbaarheid voor plant);
- afnemende bodembedekking door planten.

De verhouding tussen CO₂ en BIO + HUM wordt bepaald door het kleigehalte van de bodem volgens de relatie:

$$\frac{CO_2}{(BIO+HUM)} = 1,67 \cdot (1,85 + 1,60 \cdot e^{-(0,0786 \cdot \% \text{ klei})})$$

De relatie geeft aan dat klei biologisch materiaal ‘afschermt’ voor afbraak (zie ook (CSIRO, 2001)⁷).

Invloedfactoren

Factor a wordt gegeven door:

$$a = \frac{47,9}{106} \cdot \frac{1}{1 + e^{\frac{T}{18,3}}} \text{ met } T = \text{temperatuur in } ^\circ\text{C}.$$

Factor b varieert tussen 0,2 en 1,0:

- 0,2 wanneer de waterbeschikbaarheid 0 is;
- 1,0 wanneer de waterbeschikbaarheid in de bodem 70% van de veldcapaciteit of hoger is;
- $b = 0,2 + 0,8 \cdot \frac{f \cdot \text{veldcapaciteit}}{0,7 \cdot \text{veldcapaciteit}}$ met f de waterbeschikbaarheid uitgedrukt als fractie van de veldcapaciteit.

Factor c heeft twee waarden:

- 0,6 voor begroeid oppervlak;
- 1,0 voor braak.

⁷ E. Krull, J. Baldock, J. Skjemstad, Soil Texture Effects on Decomposition and Soil Carbon Storage, CSIRO, 2001

