

## Methode voor vaststelling van emissiereductie CO<sub>2</sub>-eq.

### Projecttype: Klimaatslim beheer van bestaande bossen

**Auteurs:** Martijn Boosten (Stichting Probos), Martijn Snoep (Face the Future), Henny Schoonderwoerd (Silve), Kars Riemer (Face the Future)

**Datum:** 3 juni 2021

**Kenmerk:** SNK-klimaatslimbos-001

**Status:** Vastgesteld

## Inhoud

1.	Inleiding.....	4
1.1	Noodzaak voor veerkrachtige bossen .....	4
1.2	Vergroten van de vastlegging.....	4
1.3	Klimaatslim bosbeheer .....	4
1.4	Deze methode .....	5
2.	Beschrijving projecttype .....	7
2.1	Voorwaarden.....	7
2.2	Projectbeschrijving .....	8
3.	Bepaling van additionaliteit van emissiereductie .....	10
4.	Bepaling projectgrens .....	13
4.1	Ruimtelijke begrenzing.....	13
4.2	Project periode.....	14
4.3	Startdatum .....	14
4.4	Sources en Sinks .....	14
5.	Vaststelling van baseline .....	19
5.1	Vaststellen baseline .....	19
5.2	Vernieuwen baseline .....	20
6.	Bepaling broeikasgas emissiereductie en verwijdering .....	21
6.1	Koolstofvoorraad boombiomassa .....	21
6.2	Afwenteling (leakage) .....	23
7.	Monitoring & uitgifte certificaten .....	24
7.1	Projectimplementatie .....	24
7.2	Vaststellen effectiviteit maatregelen en verstoring project .....	24
7.3	Koolstofopbouw in het bos .....	25
7.4	Uitgifte van CO <sub>2</sub> certificaten .....	27
7.4.1	Berekening Voortschrijdend Gemiddelde van de koolstof voorraad in boombiomassa .....	28
7.4.2	Ex-post uitgifte van CO <sub>2</sub> certificaten .....	29
7.4.3	Ex-ante uitgifte van CO <sub>2</sub> certificaten .....	29
8.	Risico's .....	31
8.1	Klimaatverandering .....	31
8.2	Organisatorische en financiële risico's .....	31
8.3	Gebrekkige uitvoering maatregelen of gebrekkige opvolging na de interventie .....	31
8.4	Ontbossing .....	31

8.5 Risicobuffer .....	32
Annex 1 Overzicht rijkstrooiselsoorten .....	33
Annex 2 Droogtetolerantie boomsoorten .....	34
Annex 3 Investeringskosten klimaatslim bosbeheer in relatie tot baten uit regulier bosbeheer .....	36
Annex 4 Voorbeeldberekeningen baseline- en projectscenario's .....	39
Voorbeeld baselinescenario's .....	39
Voorbeeld projectscenario's .....	41

## 1. Inleiding

Bossen spelen een belangrijke rol in de Nederlandse CO<sub>2</sub>-balans. In een gemiddeld Nederlands bos zit ongeveer 790 ton CO<sub>2</sub> per hectare opgeslagen in de boven- en ondergrondse biomassa, strooisel, dood hout en de bodem<sup>1</sup>. De bossen in Nederland nemen momenteel 60% van de totale CO<sub>2</sub> vastlegging voor hun rekening<sup>2</sup>.

### 1.1 Noodzaak voor veerkrachtige bossen

De capaciteit van het bos om CO<sub>2</sub> vast te leggen staat echter onder druk. Een belangrijk deel van de bossen staat op arme (gedegradeerde) bodems. Jarenlange stikstofdepositie heeft op veel plekken de nutriëntenbalans van de bodems nog verder verslechterd. Dit heeft negatieve invloed op de groei en vitaliteit van het bos (ecosysteem). Daarnaast ondervinden bossen in toenemende mate de gevolgen van klimaatverandering. De droge zomers van de afgelopen twee jaar hebben op verschillende plekken al tot een sterke afname van de groei geleid. Ook zijn veel bomen verzwakt door de droogte en daarom meer vatbaar voor ziekten en plagen. Voor bepaalde boomsoorten wordt zelfs (meer) grootschalige sterfte verwacht. De verwachting is dat het risico op (nieuwe) ziekten en plagen alleen maar groter wordt als gevolg van zachtere winters en drogere zomers. Klimaatverandering kan ook het risico op storm en brand vergroten. Kortom, het is van belang om de veerkracht van het Nederlandse bos te verhogen, zodat het bos de gevolgen van klimaatverandering en andere negatieve invloeden kan opvangen en de CO<sub>2</sub>-vastleggingscapaciteit wordt veilig gesteld.

### 1.2 Vergroten van de vastlegging

Bossen spelen ook een rol in het vastleggen van extra CO<sub>2</sub> om de doelen uit het Klimaatakkoord (juni 2019) te halen. In dit akkoord is afgesproken dat in 2030 met bomen, bos en natuur jaarlijks 0,4 tot 0,8 megaton CO<sub>2</sub> extra moet worden vastgelegd<sup>3</sup>. Hierbij wordt niet alleen gekeken naar vastlegging door aanplant van nieuw bos of bomen in het landschap. Ook de vastlegging in bestaande bossen moet worden verhoogd. De gemiddelde vastlegging van het Nederlandse bos is 4,7 ton CO<sub>2</sub> per hectare per jaar<sup>4</sup>. De vastlegging varieert echter sterk per bostype en gebied en kan uiteenlopen van 1 tot 25 ton CO<sub>2</sub> per hectare per jaar. Met name in bossen met een lage groei, een holle stand en weinig verjonging liggen kansen voor het verhogen van de vastlegging (zie bijvoorbeeld de voorbeeldberekeningen in Annex 4).

### 1.3 Klimaatslim bosbeheer

Klimaatslim bosbeheer richt zich op:

- 1) het behouden van de CO<sub>2</sub>-vastleggingscapaciteit van bos door het creëren van veerkrachtige bossen; en
- 2) het verhogen van de CO<sub>2</sub>-vastlegging in bossen en de houtketen.

Ad 1) Voor het verhogen van de veerkracht van bossen worden maatregelen genomen die gericht zijn op onder meer:

- a. Het verhogen van de boomsoortendiversiteit, zodat:
  - i. voldoende soorten overblijven wanneer soorten wegvallen als gevolg van klimaatsverandering;
  - ii. aanwezig licht, vocht en nutriënten optimaal worden gebruikt (nichecomplementariteit).

---

<sup>1</sup> In 2018 zat in het Nederlandse bos 80,6 miljoen ton C (= 296 miljoen ton CO<sub>2</sub>) opgeslagen op een oppervlakte van 373.480 ha. Bron: <http://www.bosenhoutcijfers.nl/nederlands-bos/bos-en-klimaat/>.

<sup>2</sup> Lof, M., S. Schenau, R. de Jong, R. Remme, C. Graveland, L. Hein. 2017. The SEEA EEA carbon account for the Netherlands. The Hague, Statistics Netherlands & Wageningen University, tabel 2.3.2 pag. 20.

<sup>3</sup> Zie

<https://www.klimaatakkoord.nl/binaries/klimaatakkoord/documenten/publicaties/2019/06/28/klimaatakkoord/klimaatakkoord.pdf>, tabel C4.2.1 pag. 119.

<sup>4</sup> Jaarlijks legt het Nederlandse bos 1,76 miljoen ton CO<sub>2</sub> vast. Bron: <http://www.bosenhoutcijfers.nl/nederlands-bos/bos-en-klimaat/>.

- b. Het gelaagder en gestructureerder maken van het bos zodat het bos beter bestand is tegen toenemende droogte en windworp (toenemende storm in de zomer).
- c. Het verhogen van de basenbeschikbaarheid op met name sterk verzuurde, arme bosbodems.
- d. Het verhogen van organische stof in de bosbodem zodat de bosbodem én de bomen beter bestand zijn tegen droogte.
- e. Het versterken vochtbeschikbaarheid.
- f. Het voorkomen van bodemverdichting.
- g. Het in standhouden van het bosklimaat.

Het aanplanten van mengboomsoorten is een belangrijke maatregel om de boomsoortbiodiversiteit te vergroten. Hierbij kunnen rijkstrooiselsoorten als linde, haagbeuk en esdoorn worden aangeplant die de strooiselkwaliteit van het bos verbeteren en daarmee de nutriëntenbalans versterken (zie ook Annex 1). Ook aanplant van klimaatadaptieve (meer droogtetolerante soorten) is mogelijk. Andere revitaliseringsmaatregelen zijn het toedienen van steenmeel om de basenbeschikbaarheid te versterken, het toepassen van kleinschalige kapsystemen om het bosklimaat in stand te houden en het beschermen van de bosbodem bij bosexploitatie door het gebruik van bijvoorbeeld vaste dunningspaden.<sup>5</sup>

Ad 2) Voor het verhogen van de CO<sub>2</sub>-vastlegging in bossen en de houtketen worden maatregelen genomen die gericht zijn op:

- a. Het verhogen van de boven en ondergrondse biomassa voorraad in het bos.
- b. Het verbeteren van de houtkwaliteit

In bosgebieden met een lage houtvoorraad en weinig verjonging is het stimuleren van natuurlijke verjonging een eenvoudige maatregel om de groei en biomassa voorraad van het bos te verhogen. Hiervoor kunnen bijvoorbeeld maatregelen worden genomen, zoals oppervlakkige bodembewerking om een kiembed te creëren. In gebieden met een hoge wilddruk kunnen rasters geplaatst worden of (ecologische) jacht worden toegepast om natuurlijke verjonging van de grond te krijgen. Daar waar natuurlijke verjonging achterblijft of waar in de omgeving niet de gewenste zaadbronnen aanwezig zijn, kan door middel van aanplant van (snelgroeiende) boomsoorten in groepen (kloempen) of vlakdekkende aanplant de (toekomstige) groei en biomassa voorraad van het bos worden verbeterd. Voor het verbeteren van de houtkwaliteit kan worden gedacht aan het aanplanten van soorten met een (potentieel) hoge houtkwaliteit en het opsnoeien van bomen, zodat er noestvrije stammen worden verkregen die na de oogst kunnen worden benut voor hoogwaardige houtproducten.<sup>6</sup>

#### 1.4 Deze methode

Deze methode heeft betrekking op het vaststellen van de CO<sub>2</sub>-emissiereductie door klimaatslimme beheermaatregelen in bestaande bossen. Deze methode richt zich primair op maatregelen die de CO<sub>2</sub>-vastleggingscapaciteit van het bos vergroten. Maatregelen die gericht zijn op het verbeteren van de veerkracht van het bos worden in deze methode niet meegenomen bij het bepalen van de CO<sub>2</sub>-emissiereductie, omdat de effecten van deze maatregelen lastig te kwantificeren zijn. Binnen deze methode worden maatregelen die de veerkracht van bossen versterken wel als een belangrijke randvoorwaarde gezien voor projecten, omdat ze bijdragen aan het behoud van de lange termijn CO<sub>2</sub>-vastleggingscapaciteit van bossen.

Deze methode is opgesteld door Stichting Probos, Face the Future en Silve in opdracht van de Unie van Bosgroepen, FSC Nederland en Staatsbosbeheer.

<sup>5</sup> Zie o.a.: <http://www.probos.nl/images/pdf/bosberichten/bosberichten2020-02.pdf> en <https://www.vbne.nl/klimaatslimbosennatuurbeheer/>

<sup>6</sup> Zie o.a.: <http://www.probos.nl/images/pdf/bosberichten/bosberichten2020-02.pdf> en <https://www.vbne.nl/klimaatslimbosennatuurbeheer/>

De methode dient na vaststelling periodiek te worden herzien, waarbij moet worden nagegaan of de uitgangspunten die ten grondslag liggen aan het vaststellen van de baseline (zie hoofdstuk 5) nog actueel zijn.

## 2. Beschrijving projecttype

De methode richt zich op bossen waar door middel van klimaatslim bosbeheer de CO<sub>2</sub> opslag op lange termijn wordt verbeterd.

### 2.1 Voorwaarden

Op het gebruik van deze methode zijn een aantal projectvoorwaarden van toepassing. De projecteigenaar dient aan te tonen dat het project aan deze voorwaarden voldoet.

1. Het projectgebied bestaat uit bos. Onder bos wordt verstaan land met:
  - a. Een oppervlakte van meer dan 0,5 hectare en een breedte van meer dan 30 meter;
  - b. Meer dan 20% kroonbedekking door bomen of waar deze kroonbedekking in ieder geval kan worden bereikt in de volwassen fase; en
  - c. Bomen die een minimale hoogte van 5 meter hebben of kunnen bereiken in de volwassen fase.<sup>7</sup>
2. Het projectgebied bestaat in de uitgangssituatie uit:
  - a. Bosopstanden met een lage kroonbedekking en weinig verjonging, zogenaamde holle opstanden. Dit zijn bosopstanden met:
    - i. Een kroonbedekking lager dan 60%; en
    - ii. Een verjonging met een dichtheid van minder dan 500 stuks per ha met een dbh<sup>8</sup> < 5 cm en een hoogte van > 50 cm<sup>9</sup>.En/of:
  - b. Bosopstanden met voldoende kroonbedekking waar de groei stagneert. Dit zijn bosopstanden met:
    - i. Een kroonbedekking van 60% of meer; en
    - ii. Een lopende volumebijgroei van minder dan 4 m<sup>3</sup>/ha/jr.
3. In het projectgebied heeft minimaal de afgelopen 6 jaar duurzaam bosbeheer plaatsgevonden. Dit kan worden aangetoond doordat het beschikt over een FSC- of PEFC-certificaat voor duurzaam bosbeheer<sup>10</sup>.
4. Met de projectinterventie wordt geen invulling gegeven aan verplichtingen voortvloeiend uit de herplantplicht in het kader van de Wet natuurbescherming of gemeentelijke en/of provinciale kapverordeningen. Hiermee wordt ook bedoeld het herplanten van bosopstanden die teniet zijn gedaan als gevolg van ziekten, plagen, storm, brand of andere calamiteiten.
5. In het baselinescenario wordt uitgegaan van de autonome ontwikkeling die optreedt in de bosopstanden bij het uitblijven van de projectinterventie (zie punt 8) en het voortzetten van het actuele beheer. De autonome ontwikkeling heeft betrekking op de:
  - a. Groei en ontwikkeling van de reeds aanwezige bomen; en
  - b. De verwachte vestiging en ontwikkeling van natuurlijke (spontane) verjonging onder de thans heersende wildstand.

---

<sup>7</sup> Hiermee wordt aangesloten op de definitie voor bos zoals die wordt gehanteerd in de Nederlandse LULUCF-rapportage, zie: Arets, E.J.M.M., J.W.H van der Kolk, G.M. Hengeveld, J.P. Lesschen, H. Kramer, P.J. Kuikman, M.J. Schelhaas. 2019. *Greenhouse gas reporting of the LULUCF sector in the Netherlands. Methodological background, update 2019. WOt-technical report 146*. Wageningen, Wageningen Environmental Research.

<sup>8</sup> dbh: diameter op borsthoogte, diameter van de stam gemeten op 1,3 m hoogte.

<sup>9</sup> Hiermee wordt aangesloten op de definitie die door Staatsbosbeheer wordt gehanteerd in het Systeem voor Houtmeetkundige Inventarisatie (SyHI) voor het vaststellen van de dichtheid van recente verjonging voor multifunctioneel bos.

<sup>10</sup> De FSC- of PEFC certificering mag ook kort voor aanvang van het project hebben plaatsgevonden, omdat bij de entree-audit bij deze systemen ook wordt beoordeeld of het beheer de afgelopen jaren duurzaam was.

6. De methode is van toepassing op bosaanleg op alle bodemtypen. Bij veenbodems mag het project per saldo niet leiden tot extra emissies van broeikasgassen uit de bodem, doordat er volveldse grondbewerking van meer dan 10% van het projectgebied of verlaging van de grondwaterstand plaatsvindt.
7. De projectinterventie is gericht op het verbeteren van de onder 2 genoemde punten teneinde de CO<sub>2</sub>-vastlegging te vergroten of te versnellen ten opzichte van de autonome ontwikkeling (baselinescenario) in de bosopstanden.
8. De projectinterventie bestaat uit:
  - a. Het aanplanten en of zaaien van bomen; en/of
  - b. Het nemen van maatregelen tegen wildschade (rasters, jacht) om de aanplant te beschermen of het van de grond komen van spontane vestiging van bomen (natuurlijke verjonging) te stimuleren; en/of
  - c. Oppervlakkige bodembewerking (creëren zaaibed) om het van de grond komen van spontane vestiging van bomen (natuurlijke verjonging) te stimuleren.
9. De aanplant of verjonging van bomen dient te voldoen aan de volgende voorwaarden om de veerkracht van het bos op lange termijn te verbeteren:
  - a. De aanplant of verjonging bestaat per hectare uit minimaal 3 soorten die ieder een minimaal aandeel in de menging hebben van 20%;
  - b. Op zandgronden bestaat de aanplant of verjonging uit minimaal 20% rijkstrooiselsoorten (zie Annex 1);
  - c. Op droogtegevoelige groeiplaatsen bestaat de aanplant of verjonging hoofdzakelijk uit soorten met een matige tot hoge droogtetolerantie (zie Annex 2);
  - d. Het aandeel experimentele boomsoorten (waar in het Nederlandse bos nog weinig ervaring mee is) beslaat maximaal 10% van het projectgebied<sup>11</sup>;
  - e. De aanplant of verjonging wordt voldoende beschermd tegen wildvraat.
10. Als onderdeel van de projectinterventie mag er kap plaatsvinden in het projectgebied, bijvoorbeeld het kappen van slecht groeiende bomen om plek te maken voor verjonging. De kap dient te worden meegenomen in het berekenen van de CO<sub>2</sub>-emissie-reductie.
11. In het projectscenario wordt na de projectinterventie geen grootschalige kap meer uitgevoerd. Dit wil zeggen dat er geen aaneengesloten vlakken van meer dan 0,5 hectare mogen worden gekapt. Dunningen en kleinschalige groepenkap zijn wel toegestaan als onderdeel van duurzaam bosbeheer. De kap van bomen mag niet leiden tot een verlies van meer dan 10% van de staande bovengrondse koolstofvoorraad van levende bomen in het projectgebied over een periode langer dan 5 jaar. Het beheer dient er op gericht te zijn dat het korte termijn verlies van koolstof weer wordt hersteld door de verjonging en bijgroei.
12. Na de projectinterventie worden de projectgebieden aantoonbaar duurzaam beheerd. Dit wil zeggen dat de projectgebieden gedurende de hele projectduur gecertificeerd blijven volgens de certificeringssystemen voor duurzaam bosbeheer: FSC of PEFC.

## 2.2 Projectbeschrijving

In het projectplan dient een beschrijving te worden opgenomen van het projectgebied en de projectinterventie. In de beschrijving worden in ieder geval de volgende elementen opgenomen:

- Een kaart met bosvakken waar de projectinterventie plaatsvindt<sup>12</sup>;
- De groeiplaats en actuele samenstelling van de bosvakken;

---

<sup>11</sup> Onder experimentele soorten worden alle boomsoorten verstaan die niet zijn opgenomen in de boomsoortenlijst in Annex 2.

<sup>12</sup> Een bosvak is een terreindeel dat homogeen is betreffende grondsoort, zuurgraad, grondwaterstand, boomsoortensamenstelling en beheerdoel.



- De kroonbedekking per bosvak
- Bij bosvakken met een kroonbedekking lager dan 60%: de dichtheid aan geslaagde verjonging;
- Bij bosvakken met een kroonbedekking van 60% of meer: de lopende volumebijgroei;
- Beschrijving uitvoeringsmaatregelen (terreinvoorbereiding, aanplant, wildbescherming etc) en planning;
- Bij aanplant en zaaien dienen per bosvak de aan te planten boom- en struiksoorten, inclusief de mengverhouding en aantallen per hectare te worden beschreven;
- Bij natuurlijke verjonging dient de verwachte boomsoortensamenstelling (mengverhouding, aantallen per hectare, etc.) te worden beschreven;
- Maatregelen die worden genomen om het slagen van de aanplant te bevorderen (onkruidbeheersing, inboet etc.);
- Beheermaatregelen op korte, middellange en lange termijn.

### 3. Bepaling van additionaliteit van emissiereductie

In overeenstemming met het SNK-Rulebook dienen projecten die gebruik maken van deze methode additioneel te zijn aan beleid. Hierbij gelden de volgende uitgangspunten:

1. Projectinterventies die invulling geven aan de herplantplicht in het kader van de Wet natuurbescherming of gemeentelijke en/of provinciale kapverordeningen worden als niet additioneel beschouwd. Hiermee wordt ook bedoeld het herplanten van bosopstanden die teniet zijn gegaan als gevolg van ziekten, plagen, storm, brand of andere calamiteiten. De herplant is immers een verplichting en moet worden gerealiseerd, ook zonder de aanwezigheid van klimaatfinanciering. Het leidt niet tot extra vastlegging van CO<sub>2</sub>.
2. Een project wordt als additioneel beschouwd als:
  - a. Het project geen invulling geeft aan beleid van de Rijksoverheid, de Europese Unie of regionale overheden gericht op het vastleggen van CO<sub>2</sub> in bossen dat via wetten of subsidies is geïnstrumenteerd (zie kader 'Nationale en provinciale Bossenstrategieën'). of
  - b. Het project wel invulling geeft aan beleid van de Rijksoverheid, de Europese Unie of regionale overheden gericht op het vastleggen van CO<sub>2</sub> in bossen, maar de projecteigenaar kan aantonen dat hij voor de realisatie:
    - i. geen gebruik wil of kan maken van de subsidieprogramma's die aan het beleid zijn gekoppeld, omdat de subsidieprogramma's bijvoorbeeld een gelimiteerd budget hebben of het project niet voldoet aan de subsidievoorwaarden en het project zelf geen of onvoldoende financiële baten zal genereren; of
    - ii. koolstofcertificaten nodig zijn als aanvullende financiering omdat er vanuit de subsidieprogramma's cofinanciering vereist is of de subsidies onvoldoende zijn om de kosten te dekken van het project.
3. Projecten die worden uitgevoerd in gebieden die onderdeel uitmaken van het actueel geldende Natuurbeheerplan van de provincie en die gebruik maken van het Subsidiestelsel Natuur en Landschap (SNL), maar geen invulling geven aan beleid zoals bedoeld onder punt 2, worden als additioneel gezien, omdat provinciale Natuurbeheerplannen en de bijbehorende instrumentaria niet leiden tot additionele CO<sub>2</sub>-vastlegging in bossen en ook de bijbehorende subsidiebedragen investeringen in klimaatslim bosbeheer niet of nauwelijks dekken (zie kader 'Natuurpact, Natuurbeheerplan en Subsidiestelsel Natuur en Landschap'). Hierbij dient de projecteigenaar wel aan te tonen:
  - a. Welke maatregelen hij in het projectgebied uitvoert in het kader van het Natuurbeheerplan en worden gefinancierd uit de SNL-bijdrage. Deze maatregelen bepalen mede de CO<sub>2</sub>-vastlegging in de baseline.
  - b. Welke maatregelen hij in het projectgebied additioneel uitvoert in het kader van klimaatslim bosbeheer en die niet worden gedekt uit de SNL-bijdrage..

De projecteigenaar dient aan te tonen dat het project voldoet aan de bovenstaande voorwaarden.

Ten alle tijde zijn de regels uit het SNK Rulebook item 'Additionaliteit van emissiereducties'<sup>13</sup> leidend bij het bepalen van additionaliteit van emissiereducties in projecten. Bij bijvoorbeeld verschil van inzicht over de interpretatie van regels zijn de SNK Rulebook regels t.a.v. additionaliteit bovengeschiedt aan de regels uit het methodedocument.

<sup>13</sup> <https://nationaleco2markt.nl/rulebook/>

Op 3 februari 2020 presenteerde minister Schouten van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, haar ambities en doelen voor de nationale Bossenstrategie. Het doel van de bossenstrategie is onder meer om de vitaliteit van het Nederlandse bos te versterken en om in het bosbeheer de komende decennia te werken aan een bijdrage aan klimaatadaptatie en klimaatmitigatie (klimaatslim bosbeheer)<sup>14</sup>. Momenteel worden deze ambities nader uitgewerkt in een Nationale Bossenstrategie. In de loop van 2020 wordt duidelijk hoe deze beleidsvoornemens vorm worden gegeven en geïnstrumenteerd.

In de uitwerking van de Nationale Bossenstrategie werkt het Rijk samen met de provincies. Vooruitlopend op de Nationale bossenstrategie hebben enkele provincies al eigen (deels geïnstrumenteerd) beleid ontwikkeld, zoals bijvoorbeeld de Brabantse Bossenstrategie<sup>15</sup>.

Het is op dit moment (30 september 2020) nog onbekend wat de exacte consequenties zijn van bovenstaande ontwikkelingen voor het bepalen van de additionaliteit van emissiereducties bij projecten.

#### **Natuurpact, Natuurbeheerplan en Subsiestelsel Natuur en Landschap**

De provincies zijn in Nederland verantwoordelijk voor het uitvoeren van het natuurbeleid. Het Rijk en de provincies hebben de afspraken hierover vastgelegd in het Natuurpact van september 2013. De provincies hebben het natuurbeleid vertaald naar provinciale Natuurbeheerplannen (NBP). Het Subsiestelsel Natuur en landschap (SNL) omvat de provinciale subsidieregelingen voor natuurbeheer en -ontwikkeling. In de NBP begrenzen en beschrijven provincies de gebieden waar beheerders subsidie kunnen krijgen voor het beheer van natuur (waaronder bos). De begrenzing is aangeduid op de beheertypenkaart.<sup>16</sup>

De SNL-beheervergoeding voor de natuurtypen met bos zijn bedoeld voor de instandhouding van het bos en de aanwezige natuurwaarden en de openstelling van het bos voor recreanten. De vergoeding is niet gericht op het klimaatslim beheer van het bos en het vastleggen van CO<sub>2</sub>. Het verschilt per provincie of een natuurtipe in aanmerking komt voor subsidiëring. De subsidiebedragen zijn gebaseerd op standaardkostprijzen, waarbij de subsidie maximaal 75% van de kostprijs bedraagt. In de standaardkostprijsberekening is geen rekening gehouden met maatregelen voor klimaatslim bosbeheer. Voor bijvoorbeeld bos met productiefunctie<sup>17</sup> is er wel een vergoeding voor een deel van de bosverjongingskosten. In de standaardkostprijsberekening wordt echter uitgegaan van een verjongingsfrequentie van eenmaal in de 100 tot 167 jaar op 20% tot 60% van de oppervlakte<sup>18</sup>. Dit sluit onvoldoende aan op de verjongingsopgave binnen klimaatslim bosbeheer. De subsidiebedragen voor bos met productiefunctie bedragen respectievelijk €26,88 (droog bos) en €46,45 (vochtig bos) per hectare per jaar<sup>19</sup>, van dit bedrag is 19% tot 21% bedoeld voor de verjongingskosten<sup>20</sup>. Deze

<sup>14</sup> Hoofdlijnen van de Bossenstrategie, februari 2020,

<https://www.rijksoverheid.nl/binaries/rijksoverheid/documenten/kamerstukken/2020/02/03/bijlage-hoofdlijnen-ambities-en-doelen-van-de-bossenstrategie-van-rijk-en-provincies/Bossenstrategie-def.pdf>

<sup>15</sup> <https://www.brabant.nl/-/media/e0050b653c4a4896a6af190d8e9afc92.pdf>

<sup>16</sup> <https://www.bij12.nl/onderwerpen/natuur-en-landschap/subsiestelsel-natuur-en-landschap/het-natuurbeheerplan/>

<sup>17</sup> Natuurbeheertypen N16.03 en N16.04

<sup>18</sup> <https://www.bij12.nl/wp-content/uploads/2019/10/Standaardkostprijzen-Natuur-en-Landschapsbeheer-2019-subsidie-2020.pdf#page=117>

<sup>19</sup> Peildatum 11-06-2020. <https://www.bij12.nl/onderwerpen/natuur-en-landschap/index-natuur-en-landschap/natuurtypen/n16-bossen-met-productiefunctie>

<sup>20</sup> <https://www.bij12.nl/wp-content/uploads/2019/10/Standaardkostprijzen-Natuur-en-Landschapsbeheer-2019-subsidie-2020.pdf#page=117>

vergoedingen dekken slechts een fractie van de investeringen die nodig zijn voor bosverjonging in het kader van klimaatslim bosbeheer (zie appendix 3).

## 4. Bepaling projectgrens

### 4.1 Ruimtelijke begrenzing

De begrenzing van het projectgebied omvat uitsluitend bosvakken die voldoen aan de projectvoorwaarden genoemd in hoofdstuk 2 en de additionaliteitscriteria uit hoofdstuk 3.

De fysieke projectgrens wordt bepaald door de grenzen van de bosvakken waar de projectinterventie plaats vindt. De begrenzing van het projectareaal moet zo veel mogelijk de oppervlakte bevatten waar de maatregelen zijn genomen ten behoeve van de additionele vastlegging van CO<sub>2</sub> (zie kader 'Bepalen projectgrens'). Het projectgebied is beschikbaar als kaart en als GIS bestand.

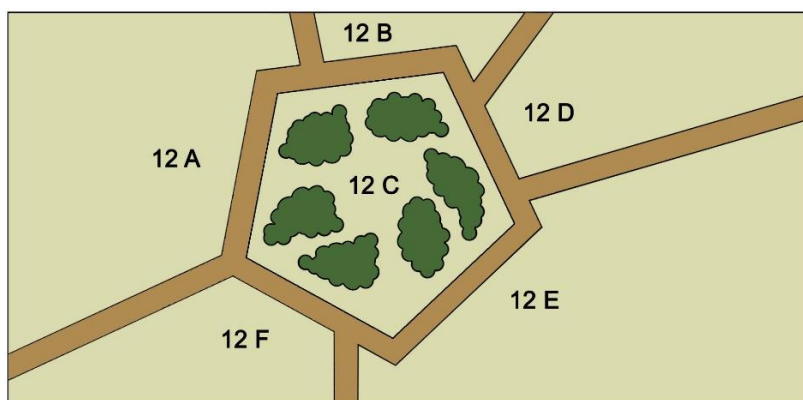
De projecteigenaar kan aantonen (door middel van een eigendomsbewijs, pachtcontract etc) controle te hebben over het projectgebied en kan aannemelijk maken dat die controle behouden wordt voor de duur van de project periode.

#### Bepalen projectgrens

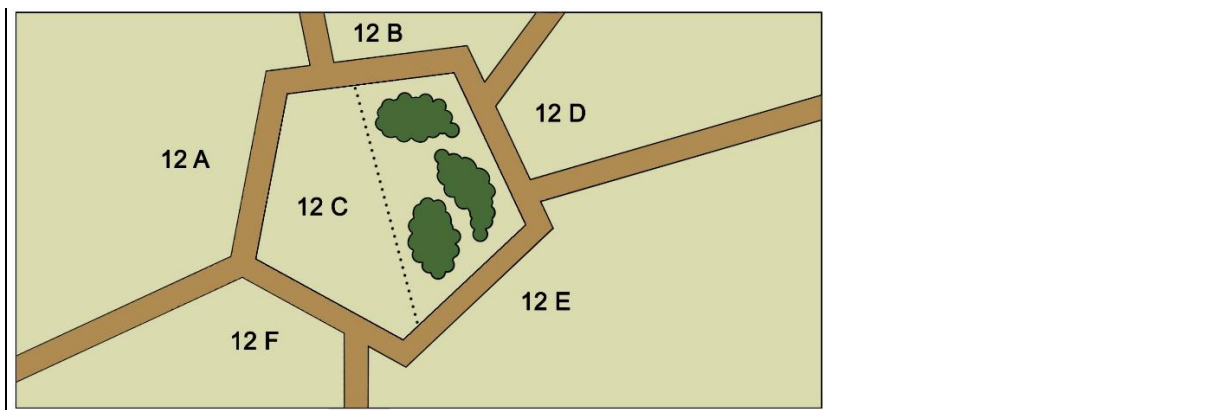
Er is een koppeling tussen de begrenzing van het projectareaal, de monitoring en de uiteindelijke schatting van de hoeveelheid vastgelegde CO<sub>2</sub>. De monitoring zal bestaan uit het meten van steekproefcirkels, waarvan de middelpunten (het 'steekproefpunt') ad random in het projectareaal worden gelegd. Die metingen resulteren in een schatting van de in de biomassa aanwezige hoeveelheid CO<sub>2</sub> per oppervlakte-eenheid. Vervolgens wordt deze schatting opgehoogd naar de totale hoeveelheid CO<sub>2</sub>-equivalenten in het projectareaal door te vermenigvuldigen met de oppervlakte van het projectareaal.

De begrenzing van het projectareaal moet zo veel mogelijk oppervlakte bevatten waar de maatregelen zijn genomen ten behoeve van de additionele vastlegging van CO<sub>2</sub>. Als er eenvoudig te begrenzen delen van opstanden zijn waar geen maatregelen zijn genomen dan dienen deze delen niet te worden opgenomen in het projectareaal. Als dat wel zou gebeuren wordt de variatie in het te inventariseren terrein (veel) groter en hebben we (veel) meer steekproefpunten nodig om een goede schatting van de CO<sub>2</sub>-equivalenten te kunnen maken. Dit drijft de kosten voor monitoring onnodig op.

Een voorbeeld ter verduidelijking van de te volgen methode: in afdeling 12C zijn de genomen maatregelen verspreid over de afdeling doorgevoerd. De hele afdeling kan tot het projectareaal worden gerekend.



In onderstaande situatie zijn de maatregelen beperkt tot het oostelijk deel van de afdeling en kan dat deel van de afdeling beter als projectareaal aangemerkt worden en het westelijke deel niet.



#### 4.2 Project periode

De additionele vastlegging van CO<sub>2</sub> na de klimaatgerichte maatregelen vindt plaats in een langdurige periode. De projectperiode beslaat minimaal 25 jaar en maximaal 100 jaar.<sup>21</sup>

#### 4.3 Startdatum

De startdatum van het project is het moment waarop de projectinterventie (aanplant en/of plaatsen wildbeschermingsmaatregelen) start. De start van de projectinterventie vindt maximaal 2 jaar voorafgaand aan de validatie van het projectplan door SNK plaats. Voor projecten die starten voordat de validatie door SNK heeft plaatsgevonden gelden de volgende regels:

1. Op het moment van aanmelden bij SNK is aantoonbaar dat het project is opgezet om koolstofcertificaten te krijgen;
2. Aannemelijk moet worden gemaakt waarom een project voortijdig start;
3. Het project is additioneel bij de projectstart en de validatie van het projectplan;
4. Tussen start van het project en de validatie van het project zit maximaal 2 jaar.

Voor meer informatie wordt verwezen naar het SNK Rulebook item "Regel uitgifte certificaten met terugwerkende kracht".

#### 4.4 Sources en Sinks

De onderstaande tabel geeft aan welke sources en sinks en welke broeikasgassen van toepassing zijn in deze methode.

**Tabel 4.1**

*Projectgrens voor sources en sinks*

GHG <sup>22</sup>	Source/Sink	Inbegrepen	Toelichting
CO <sub>2</sub>	Bos biomassa (levende boven en ondergrondse biomassa in het bos)	Ja	Primaire sink/source voor het project.
	Strooisellaag	Nee	De CO <sub>2</sub> -voorraad in de strooisellaag in bossen ligt naar schatting tussen de 20 en 100 ton CO <sub>2</sub> per ha <sup>23</sup> . Meer

<sup>21</sup> De keuzevrijheid voor het vaststellen van de lengte van de project periode is in het belang van de projecteigenaar die het daarmee kan afstemmen op de specifieke omstandigheden van het project.

<sup>22</sup> GHG: Greenhouse gas = broeikasgas

<sup>23</sup> Schatting op basis van ongepubliceerde data, bron: Wyngaert, I.J.J. van den, C. Verwer, G.J. Nabuurs, N. Schulp, R. de Waal. 2008. *The Dutch National System for greenhouse gas reporting of the LULUCF sector – revisions and updates after the 2007 review*. Wageningen, Alterra (Ongepubliceerd)

		gedetailleerde gegevens over koolstofvoorraden in strooisel in Nederlandse bossen ontbreken echter <sup>24</sup> . Ook monitoring van de strooiselopbouw is arbeidsintensief. Daarom wordt deze sink buiten beschouwing gelaten. <sup>25</sup> . Als gevolg van de projectinterventie kan de dikte van de strooisellaag veranderen. Bijvoorbeeld bij aanplant van boomsoorten met snelverterend strooisel kan de strooissellaag (en daarmee de C-voorraad in deze laag) op termijn minder worden. Er wordt aangenomen dat een verandering van de dikte van de strooisellaag niet leidt tot CO <sub>2</sub> -emissies, maar dat er hoogstens een verschuiving zal plaatsvinden richting de koolstof pool in de bodem.
Dood hout	Nee	Uit afbraak van dood hout kunnen CO <sub>2</sub> -emissies optreden. Gemiddeld bedraagt de hoeveelheid (staand en liggend) dood hout in het Nederlandse bos ca 6% van de totale houtvoorraad <sup>26</sup> . Hieruit kan worden geconcludeerd dat er ook significante hoeveelheden koolstof in dood hout zijn opgeslagen. De verteringssnelheid (afbraaksnelheid) van dood hout vertoont een exponentieel verloop en is onder meer sterk afhankelijk van de boomsoort. De verteringstijd en daarmee de snelheid van CO <sub>2</sub> -emissies kan sterk uiteenlopen van 10 tot meer dan 100 jaar. <sup>27</sup> . Er wordt aangenomen dat er onder het projectscenario geen significante toe- of afname optreedt van het aandeel dood hout ten opzichte van de baseline. Hiermee zijn de CO <sub>2</sub> -emissies in het projectscenario en het baselinescenario gelijk. Daarom worden in de berekeningen de emissies uit dood hout niet meegenomen.
Bodem	Nee	Voor Nederland zijn slechts algemene schattingen voorhanden van bodemkoolstofvoorraden per bodemtype die bovendien een grote onzekerheidsmarge kennen <sup>28</sup> . De veranderingen in de bodemkoolstofvoorraad van bossen zijn daarom lastig te kwantificeren. Eventuele effecten van de projectinterventie op de bodemkoolstof zijn daarom niet te kwantificeren of te meten. Er wordt aangenomen dat

<sup>24</sup> Zie pag. 43 in: Arets, E.J.M.M., J.W.H van der Kolk, G.M. Hengeveld, J.P. Lesschen, H. Kramer, P.J. Kuikman, M.J. Schelhaas. 2019. *Greenhouse gas reporting of the LULUCF sector in the Netherlands. Methodological background, update 2019. WOt-technical report 146*. Wageningen, Wageningen Environmental Research.

<sup>25</sup> Ook de nationale LULUCF-rapportage laat bij bos de verandering van de CO<sub>2</sub>-voorraad in de strooisellaag buiten beschouwing vanwege het ontbreken van accurate data (Arets *et al.*, 2019; pp. 40).

<sup>26</sup> Bron: Schelhaas et al. 2014, Tabel 10.1

<sup>27</sup> Wijdeven, S., L. Moraal, M. Veerkamp. 2010. Hoofdstuk 35. Dood hout. pp. 425-435. In: J. den Ouden, B. Muys, F. Mohren, K. Verheyen (Red.). *Bosecologie en Bosbeheer*. Leuven/Den Haag, Acco.

<sup>28</sup> Lesschen, J.P., H. Heesmans, J. Mol-Dijkstra, A. van Doorn, E. Verkaik, I. van den Wyngaert, P. Kuikman. 2012. *Mogelijkheden voor koolstofvastlegging in de Nederlandse landbouw en natuur. Alterra Rapport 2396*. Wageningen, Alterra, figuur 2 pag. 22.

			in het geval van het projecttype klimaatslim bosbeheer er geen vermindering in de bodemkoolstofvoorraad optreedt t.o.v. de baseline. Mogelijk treedt er wel een verhoging op t.o.v. de baseline. In dat geval is er sprake van een onderschatting van de CO <sub>2</sub> opbouw in het project op.
	Houtoogstproducten	Nee	De vastlegging van CO <sub>2</sub> in houtoogstproducten is nog onderwerp van discussie binnen de SNK. Houtoogstproducten worden vooralsnog als sink en source buiten beschouwing gelaten in de methode.
	Fossiele brandstoffen verbruik	Nee	De emissies uit fossiele brandstoffen als gevolg van de projectinterventie (aanplant, machine-inzet) worden als niet significant beoordeeld. De emissies bedragen afhankelijk van de werkzaamheden tussen de 0,035 tot 0,339 ton CO <sub>2</sub> /ha (zie tabel 4.2). Dit is een eenmalige emissie. De verwachte CO <sub>2</sub> -emissiereductie van klimaatslim bosbeheer projecten bedraagt naar verwachting enkele tientallen tot honderden tonnen CO <sub>2</sub> per hectare per project (zie bijvoorbeeld Annex 4). Voor emissies voortvloeiend uit beheerwerkzaamheden in het projectgebied wordt aangenomen dat in het geval van het projecttype klimaatslim bosbeheer er geen significante veranderingen in beheerwerkzaamheden zijn t.o.v. de baseline.
CH <sub>4</sub>	Biomassa verbranding	Nee	Er wordt aangenomen dat er geen biomassaverbranding (verbranding oogstresten) plaatsvindt binnen het projectgebied. Dit is geen gangbare praktijk in Nederland.  Een deel van de biomassa die vrijkomt bij de oogst van hout uit het projectgebied kan (al dan niet na eerst in producten te zijn toegepast) worden verbrand in installaties die warmte en/of elektriciteit opwekken. Het gecombineerde aandeel van CH <sub>4</sub> en N <sub>2</sub> O bedraagt 7% van de CO <sub>2</sub> emissies <sup>29</sup> bij verbranding van biomassa. Echter, omdat houtproducten vooralsnog in de methode niet zijn opgenomen, behoeven deze emissies ook niet te worden meegeteld.
	Directe emissie	Nee	Niet van toepassing
	Anaerobe afbraak	Nee	CH <sub>4</sub> -emissies kunnen optreden wanneer er anaerobe afbraak van hout op een vuilstortplaats optreedt. Er wordt in Nederland echter nauwelijks hout gestort. Van de totale hoeveelheid verwerkt afval bestond 0,015% uit hout dat is gestort <sup>30</sup> . De kans dat geogst hout uit een projectgebied op een stortplaats terecht komt wordt daarmee verwaarloosbaar klein geacht. De CH <sub>4</sub> -emissies

<sup>29</sup> UNFCCC. 2011. A/R Methodological Tool "Estimation of non-CO<sub>2</sub> GHG emissions resulting from burning of biomass attributable to an A/R CDM project activity". Version 04.0.0.

<sup>30</sup> Werkgroep Afvalregistratie. 2018. *Afvalverwerking in Nederland: gegevens 2017*. Utrecht, Rijkswaterstaat.



			uit anaerobe afbraak vormen daarmee geen significante source. Bovendien worden houtproducten vooralsnog niet meegenomen in deze methode.
	Fossiele brandstoffen verbruik	Nee	Zie boven
N <sub>2</sub> O	Biomassa verbranding	Nee	Zie boven
	Kunstmest	Nee	Niet van toepassing
	Fossiele brandstoffen verbruik	Nee	Zie boven

Voor alle sources en sinks geldt dat het niet verplicht is om de emissie(reductie) van de sink of source te berekenen als aangetoond is dat het niet meetellen van de sink of source bijdraagt aan een conservatieve inschatting van de GHG impact van het project.

Ook kunnen sources/sinks optioneel buiten beschouwen worden gelaten wanneer de impact niet significant is, dat wil zeggen dat het gezamenlijke aandeel van deze sources / sinks minder dan 5% van de totale GHG impact van het project bedraagt.

**Tabel 4.2**

*Berekende CO<sub>2</sub>-emissies per hectare bij het uitvoeren van 3 mogelijke projectinterventies bij klimaatslim bosbeheer*

Werkzaamheden	Tijdsbesteding (uur/ha) volgens Normenboek <sup>31</sup>	Dieserverbruik (l/uur) volgens Normenboek <sup>32</sup>	Dieserverbruik (l/ha)	CO <sub>2</sub> -emissie diesel (kg CO <sub>2</sub> /l) <sup>33</sup>	CO <sub>2</sub> -emissie (ton/ha)
Aanplant 20 kloempen (groepen) bomen per ha: bodembewerking op de plantplekken (m.b.v. trekker 35-45 /45-55 kW met frees) gevolgd door handmatige aanplant	0,69	15,8	10,9	3,23	0,035
Aanplant 40 kloempen (groepen) bomen per ha: bodembewerking op de plantplekken (m.b.v. trekker 35-45 /45-55 kW met frees) gevolgd door aanplant met een grondboor	1,1	15,8	17,4	3,23	0,056
Bodembewerking (m.b.v. trekker 45-55 kW met plantplekkenmaker) voor het creëren van een zaaibed voor natuurlijke verjonging	5,0	21*	105,0	3,23	0,339

<sup>31</sup> Raffe, J.K. van., J.J. de Jong. 2018. *Normenboek Natuur, Bos en Landschap 2018. Tijd- en kostennormen voor inrichting en beheer van natuurterreinen, bossen en landschapselementen*. Wageningen, Wageningen Environmental Research.

<sup>32</sup> Raffe, J.K. van., J.J. de Jong. 2018. *Normenboek Natuur, Bos en Landschap 2018. Tijd- en kostennormen voor inrichting en beheer van natuurterreinen, bossen en landschapselementen*. Wageningen, Wageningen Environmental Research.

<sup>33</sup> [https://www.co2emissiefactoren.nl/lijst-emissiefactoren/#totale\\_lijst](https://www.co2emissiefactoren.nl/lijst-emissiefactoren/#totale_lijst)

\* Geen specifiek diesilverbruik bekend in normenboek. Diesilverbruik is geschat op basis van vergelijkbare machines/werkzaamheden.

## 5. Vaststelling van baseline

### 5.1 Vaststellen baseline

De projecteigenaar stelt de baseline vast op basis van:

1. De huidige staande voorraad (spilhoutvolume in m<sup>3</sup>/ha) en boomsoortensamenstelling in het projectgebied;
2. De huidige dichtheid en samenstelling van de verjonging met een dbh < 5 cm en een hoogte van > 50 cm;
3. De verwachte ontwikkeling van de staande voorraad (spilhoutvolume in m<sup>3</sup>/ha) in het projectgebied gedurende de projectperiode bij het voortzetten van het actuele beheer op basis van de:
  - Verwachte groei van de aanwezige bomen (inclusief verjonging) op de betreffende groeiplaats;
  - Verwachte vestiging en groei van spontane verjonging op de betreffende groeiplaats;
  - Verwachte kap.
4. Op basis van de bovenstaande gegevens wordt de verwachte ontwikkeling van de CO<sub>2</sub>-voorraad gedurende de projectperiode bepaald die plaatsvindt bij het uitblijven van de projectinterventie.

#### Ad 1 en 2)

De onderdelen 1 en 2 dienen te worden vastgesteld door middel van metingen in het veld, waarbij de metingen een representatief beeld moeten geven van het totale projectgebied:

- a. Het meten van de huidige staande voorraad in het veld dient te gebeuren volgens de betrouwbaarheidseisen zoals beschreven in paragraaf 7.3.
- b. Voor het bepalen van de huidige dichtheid (# bomen/ha) en samenstelling van de verjonging wordt in steekproefcirkels met een straal van 5 meter het aantal bomen per hectare met dbh < 5 cm en hoogte > 50 cm geteld en het aantal van elke boomsoort genoteerd.

#### Ad 3

De vaststelling van de verwachte toekomstige ontwikkeling van de staande voorraad in het projectgebied (onderdeel 3) dient als volgt te worden vastgesteld:

- a. De verwachte ontwikkeling van de staande voorraad (spilhoutvolume in m<sup>3</sup>/ha) van de aanwezige bomen en verjonging op de betreffende groeiplaats wordt gemodelleerd voor de duur van de projectperiode. Voor het voorspellen van de verwachte groei wordt gebruik gemaakt van
  - Metingen (bijv. Syhi- of Woodstock) in het projectgebied of vergelijkbare bosgebieden; of
  - Actuele groei- en opbrengstcijfers van Nederlandse boomsoorten<sup>34</sup>, of
  - Internationale groeicijfers of een expertinschatting van de groei, indien er van bepaalde boomsoorten geen passende groeicijfers voorhanden zijn.
- b. De verwachte vestiging van spontane verjonging in het projectgebied bij het uitblijven van de projectinterventie wordt gebaseerd op:
  - Monitoringsgegevens in het projectgebied of vergelijkbare bosgebieden; of
  - Literatuur; of
  - Een expert inschatting<sup>35</sup>, indien monitoringsgegevens of literatuur niet voorhanden zijn of toepasbaar zijn op het projectgebied.

---

<sup>34</sup> Jansen, H., A. Oosterbaan (Red.). 2018. *Opbrengsttabellen Nederland 2018*. Wageningen, Wageningen Academic Publishers.

<sup>35</sup> Het inschatten van de spontane verjonging is afhankelijk van een groot aantal onzekere processen en factoren in de toekomst, zoals de wildstand, het klimaat, stikstofdepositie etc.. Deze ontwikkelingen zijn bovendien zeer sterk locatieafhankelijk en kunnen daarom vaak niet of nauwelijks worden gebaseerd op

De verwachte ontwikkeling van de staande voorraad (spilhoutvolume in m<sup>3</sup>/ha) van de bomen in de toekomstige spontane verjonging wordt gemodelleerd voor de duur van de projectperiode op basis van de bronnen zoals beschreven onder punt c.

- c. De verwachte kap wordt gebaseerd op een inschatting van de projecteigenaar van het volume aan spilhout dat hij periodiek zal oogsten in het projectgebied. De verwachte kap moet voldoen aan de eisen die FSC en PEFC stellen aan verantwoorde oogstniveaus voor bosbeheer<sup>36</sup>.
- d. De projecteigenaar houdt bij het vaststellen van de verwachte ontwikkelingen in het gebied rekening met de eventuele maatregelen die hij uit moet voeren in het kader van het actueel geldend Natuurbeheerplan en de verplichtingen vanuit de SNL-subsidie.

#### Ad 4)

Op basis van de gemodelleerde verwachte ontwikkeling van de staande voorraad (spilhoutvolume in m<sup>3</sup>/ha) in het projectgebied bij het uitblijven van de projectinterventie, wordt aan de hand van vergelijking 2 uit hoofdstuk 6 berekend hoe de CO<sub>2</sub> voorraad in de boven en ondergrondse levende biomassa zich ontwikkelt in het projectgebied gedurende de projectperiode.

Ter illustratie is de baseline voor een aantal scenario's met holle grove dennenbossen reeds berekend (zie Annex 4).

### 5.2 Vernieuwen baseline

Voor projecten die gebruik maken van deze methode is een vernieuwing van het baseline scenario niet van toepassing. Bij de start van het project wordt het baseline scenario vastgesteld voor de duur van de projectperiode en kan niet worden gewijzigd. De additionaliteit van een project wordt eveneens eenmalig vastgesteld tijdens de start van het project. De investering die op dat moment in het project wordt gedaan is op basis van de bij de start van het project geldende beleidsadditionaliteit. In tegenstelling tot energieprojecten is het voor bosprojecten noodzakelijk om de zekerheid te bieden van een onveranderlijke baseline, omdat de CO<sub>2</sub> vastlegging waarop in het beginjaar van het project wordt geïnvesteerd, pas op lange termijn wordt gerealiseerd in een periode van decennia en daarmee ook de koolstofcredits pas op lange termijn substantieel bijdragen aan het dekken van de investeringskosten. Ter illustratie worden hier twee rekenvoorbeelden gegeven:

- Bij aanplant van 25 kloempen per hectare met 25 stuks bosplantsoen per kloemp in bestaand bos bedraagt de investering gemiddeld €5.243,- per hectare (zie Annex 3). Na 100 jaar resulteert dit in een additionele CO<sub>2</sub>-vastlegging van 88 ton CO<sub>2</sub> (zie Annex 4). Bij een gemiddeld CO<sub>2</sub>-prijs van 25 euro per ton levert dit over een periode van 50 jaar ongeveer €2.200,- aan inkomsten op. Van deze inkomsten bovendien een substantieel deel moeten worden besteed aan registratie, validatie, verificatie en monitoring van de koolstofcredits<sup>37</sup>.
- Bij volveldse aanplant van 3375 stuks bosplantsoen per hectare in bestaand bos bedraagt de investering gemiddeld €16.163,- per hectare (zie Annex 3). Na 100 jaar resulteert dit in een additionele CO<sub>2</sub>-vastlegging van 398 ton CO<sub>2</sub> (zie Annex 4). Bij een gemiddeld CO<sub>2</sub>-prijs van 25 euro per ton levert dit over een periode van 50 jaar ongeveer €9.950,- aan inkomsten op. Van deze inkomsten bovendien een substantieel deel moeten worden besteed aan registratie, validatie, verificatie en monitoring van de koolstofcredits<sup>38</sup>.

---

literatuur of monitoringsgegevens uit andere gebieden. Daarom zal in veel gevallen een expert inschatting nodig zijn

<sup>36</sup> Deze eis is toegevoegd om te benadrukken dat de kap in het baselinescenario niet te hoog mag zijn en daarmee kan leiden tot een onderschatting van de CO<sub>2</sub>-vastlegging in de baseline.

<sup>37</sup> SNK. 2020. Notitie kosten opbrengsten projecten SNK (concept 22 oktober 2020).

<sup>38</sup> SNK. 2020. Notitie kosten opbrengsten projecten SNK (concept 22 oktober 2020).

## 6. Bepaling broeikasgas emissiereductie en verwijdering

De berekening van de verwijdering van broeikasgassen (GHG) uit de atmosfeer wordt beschreven in deze paragraaf. De verwijdering van broeikasgassen bestaat uit de netto vastlegging van CO<sub>2</sub> in biomassa en de netto reductie van emissies van broeikasgassen door realisatie van een project ten opzichte van de baseline. De berekening dient ex-ante en ex-post te worden uitgevoerd op basis van de rekenmethode die is beschreven in dit hoofdstuk:

- Ex-ante berekening: de netto verwijdering van broeikasgassen gedurende de looptijd van het project wordt vooraf aan de implementatie van het project berekend. De berekening dient te worden gemaakt op basis van gepubliceerde data, zoals actuele groei- en opbrengstcijfers van Nederlandse boomsoorten<sup>39</sup> of Syhi- of Woodstockmetingen. Aangetoond dient te worden dat de gebruikte data van toepassing zijn op het project en het projectgebied.
- Ex-post berekening: de werkelijke netto verwijdering van broeikasgassen wordt periodiek gemeten – zie Hoofdstuk 7 Monitoring.

Ter illustratie is voor een aantal projectscenario's de additionele CO<sub>2</sub>-vastlegging reeds bepaald (zie Annex 4).

De netto of totale GHG verwijdering door het project wordt beschreven door de volgende vergelijking, uitgedrukt in tonnen CO<sub>2</sub>-equivalenten:

$$C_{\text{totaal}} = \Delta C_{\text{bb\_prj}} - \Delta C_{\text{bb\_bsl}} \quad \text{Vergelijking (1)}$$

Waarbij:

Parameter	Eenheid	Beschrijving
C_totaal	tCO <sub>2</sub> -e	De netto of totale GHG verwijdering door het project gedurende de project periode of de monitoring periode.
ΔC_bb_prj	tCO <sub>2</sub> -e	Verandering in de koolstofvoorraad van boombiomassa (bb) in de project periode / monitoring periode in het project scenario binnen de grenzen van het projectgebied. Het betreft levende biomassa van bomen bovengronds (stam, takken, bladeren) en benedegronds (wortels).
ΔC_bb_bsl	tCO <sub>2</sub> -e	Verandering in de koolstofvoorraad van boombiomassa (bb) in de project periode / monitoring periode in het baseline scenario binnen het projectgebied. Het betreft levende biomassa van bomen bovengronds (stam, takken, bladeren) en benedegronds (wortels).

In hoofdstuk 4 is aangegeven dat GHG-emissies uit het projectgebied verder buiten beschouwing worden gelaten, omdat deze niet van toepassing zijn, er geen significante emissies optreden of er geen significante verandering optreedt in GHG-emissies in het projectscenario ten opzichte van het baselinescenario. Daarom worden de GHG-emissies ook niet meegenomen in de bovenstaande vergelijking.

### 6.1 Koolstofvoorraad boombiomassa

De koolstofvoorraad van boombiomassa kan op drie manieren worden bepaald:

- 1) Door het omrekenen van het volume van spilhout naar biomassa en koolstof – de Biomassa Expansie Factor methode;
- 2) Door gebruik te maken van een allometrische vergelijking voor het direct omrekenen van een meetvariabele (met name de stamdiameter van de boom) naar biomassa en vervolgens koolstof.

<sup>39</sup> Jansen, H., A. Oosterbaan (Red.). 2018. *Opbrengsttabellen Nederland 2018*. Wageningen, Wageningen Academic Publishers. Wanneer er van boomsoorten geen data voorhanden zijn, wordt er gebruik gemaakt van buitenlandse literatuur of een expertinschatting van de groei.

- 3) Door gebruik te maken van andere methoden die met voldoende statistische precisie (criterium: de helft van de 90% betrouwbaarheidsinterval is maximaal 10% van het steekproefgemiddelde) de koolstofvoorraad in een bos kunnen bepalen (zoals Lidar).

**Optie 1.** De Biomassa Expansie Factor methode berekent de koolstofvoorraad in bomen als volgt:

$$C\_bb = \text{Volume} \times \text{BCEF} \times (1+R) \times \text{KF} \times 44/12$$

Vergelijking (2)

Waarbij:

Parameter	Eenheid	Beschrijving
C_bb	tCO <sub>2</sub> -e	De koolstofvoorraad van boombiomassa (bb) in de project periode / monitoring periode. Het betreft levende biomassa van bomen bovengronds (stam, takken, bladeren) en benedengronds (wortels).
Volume	m <sup>3</sup>	Het stamvolume van bomen. Voor een ex-ante berekening kan dit worden verkregen uit gepubliceerde data, zoals uit de publicatie Opbrengstabellen Nederland 2018 <sup>40</sup> . Voor de monitoring van projectresultaten kan het volume worden berekend uit metingen van bijvoorbeeld boomdiameter en boomhoogte.
BCEF		Biomassa Conversie en Expansie Factor die de relatie tussen stamvolume en totale bovengrondse boombiomassa (inclusief kroon) uitdrukt. De BCEF factoren zoals gerapporteerd in de LULUCF rapportages van Nederland kunnen worden gebruikt. Deze waarden zijn gepresenteerd in de onderstaande tabel 6.1. Bron: tabel 4.1 van de Greenhouse gas reporting of the LULUCF sector in the Netherlands, Methodological background, update 2019: <a href="https://edepot.wur.nl/472433">https://edepot.wur.nl/472433</a> ). De projecteigenaar kan ook voor een onderouwd alternatief kiezen.
R		Root-Shoot ratio die de fractie van wortelbiomassa van bomen uitdrukt ten opzichte van de totale bovengrondse boombiomassa. De R waarden uit de onderstaande tabel 6.1 kunnen worden gebruikt. Het alternatief is om de gemiddelde R factor toe te passen (0,18) zoals gerapporteerd in de LULUCF rapportages van Nederland kan worden gebruikt (tabel 4.2 van de Greenhouse gas reporting of the LULUCF sector in the Netherlands, Methodological background, update 2019: <a href="https://edepot.wur.nl/472433">https://edepot.wur.nl/472433</a> ). De projecteigenaar kan ook voor een onderouwd alternatief kiezen.
KF		Koolstoffractie van biomassa. De fractie is 0,48 voor loofhout en 0,51 voor naaldhout (tabel 4.3 van de 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 4: AFOLU).
44/12		Massaverhouding van een C atoom en een CO <sub>2</sub> molecuul, voor het omrekenen van C naar CO <sub>2</sub> .

**Tabel 6.1**

*Te hanteren Biomassa Conversie en Expansie Factoren (BCEF) en Root-Shoot ratios (R) per boomsoort. (Referentie: Greenhouse gas reporting of the LULUCF sector in the Netherlands, Methodological background, update 2019)*

Boomsoort	BCEF (ton bovengrondse boombiomassa per m <sup>3</sup> stamvolume)	R
Acer spp.	0.80	0.25

<sup>40</sup> Jansen, H., A. Oosterbaan (Red.). 2018. *Opbrengstabellen Nederland 2018*. Wageningen, Wageningen Academic Publishers.

Alnus spp.	0.74	0.23
Betula spp.	0.68	0.23
Fagus sylvatica	1.18	0.25
Fraxinus excelsior	1.06	0.14
Larix spp.	0.53	0.21
Picea spp.	0.53	0.22
Pinus other	0.46	0.16
Pinus sylvestris	0.48	0.16
Populus spp.	0.53	0.20
Pseudotsuga menziesii	0.65	0.20
Quercus spp.	1.28	0.16
Robinia pseudoacacia	1.25	0.15
Tilia spp.	1.30	0.15
Broadleaved other	0.73	0.25
Coniferous other	0.55	0.24

**Optie 2.** Methode met allometrische vergelijking:

Selecteer een allometrische vergelijking die van toepassing is op Nederlands bos en het bostype waar de koolstofvoorraad van wordt bepaald. Aangeraden wordt om vergelijkingen te selecteren die het meest specifiek van toepassing zijn op de boomsoorten en / of bosypte en die de grootste statistische betrouwbaarheid hebben.

## 6.2 Afwenteling (leakage)

Redelijkerwijs kan worden aangenomen dat de projectinterventie niet leidt tot afwenteling, dat wil zeggen emissies die buiten de projectgrenzen optreden als gevolg van het project vanwege het verplaatsen van activiteiten of een markt effect. Klimaatslim bosbeheer leidt niet tot verplaatsing van activiteiten. Het type landgebruik verandert namelijk niet. Een markt effect is evenmin van toepassing op het type projectinterventie, omdat het niet leidt tot een verminderd aanbod van houtproducten in het projectscenario.

## 7. Monitoring & uitgifte certificaten

De volgende onderdelen worden meegenomen in de monitoring:

1. Vaststellen Project implementatie
2. Vaststellen effectiviteit uitgevoerde maatregelen en eventuele verstoring van het project
3. Vaststellen Koolstofopbouw in het bos

Onderdeel 1 wordt uiterlijk twee jaar na de startdatum (=moment van validatie van projectplan) van het project uitgevoerd. Is dat niet het geval dat moet een projectplan opnieuw ter validatie worden voorgelegd (en getoetst aan de actualiteit. Onderdeel 2 wordt uiterlijk 6 jaar na de startdatum van het project uitgevoerd. Onderdeel 3 wordt minimaal elke 12 jaar uitgevoerd. Een projecteigenaar mag ook kiezen voor een kortere interval.

Het Rulebook van de SNK schrijft voor dat het methodedocument maatregelen bevat voor betrouwbare monitoringresultaten indien geen gebruik gemaakt wordt van verzegelde monitoring apparatuur. De projecteigenaar kan gebruik maken van verzegelde monitoringapparatuur. Voor de monitoring vereisten in deze methode is het in veel gevallen waarschijnlijk niet haalbaar om met verzegelde apparatuur te werken. In die gevallen dient de projecteigenaar zorg te dragen voor een onafhankelijke controle van een selectie van de monitoringdata, bijvoorbeeld door een veldbezoek en controle meting van een deel van de steekproefpunten.

### 7.1 Projectimplementatie

De projecteigenaar legt de uitvoering van het project vast in een register. De volgende informatie wordt daarin minimaal vastgelegd:

1. De bosvakken die onderdeel uitmaken van het project, in ieder geval in de vorm van een GIS bestand met de ligging en grenzen van de houtopstanden (vakken en afdelingen).
2. Per bosvak:
  - a. De datum van de interventie
  - b. Een lijst van aangeplante boomsoorten, aantallen per boomsoort en plantafstanden;
  - c. Een overzicht van de gezaaide boomsoorten en de hoeveelheid uitgestrooid zaad per soort;
  - d. Genomen maatregelen om natuurlijke verjonging te stimuleren, zoals oppervlakkige bodemverwonding;
  - e. Genomen wildbeschermingsmaatregelen;
  - f. Overige maatregelen, zoals kap in de bestaande opstand.

### 7.2 Vaststellen effectiviteit maatregelen en verstoring project

De projecteigenaar dient in het veld vast te stellen of de aanplant en de andere genomen maatregelen, zoals wildbescherming voldoende effectief zijn geweest. De maatregelen worden als effectief beoordeeld als de uitval bij de aangeplante bomen minder dan 10% is.

Daarnaast legt de projecteigenaar in de administratie vast of er verstoring in het projectgebied is opgetreden:

1. De aard van verstoring (sterfte van bomen als gevolg van droogte, wildvraat, ziekten, plagen, storm, brand etc.) wordt beschreven.
2. Het moment waarop het heeft plaatsgevonden.
3. De omvang van de verstoring (zowel het oppervlakte als de mate van aantasting en het type aantasting).

De bovenstaande informatie wordt minimaal op het niveau van een bosvak vastgelegd.

De consequenties van een eventueel te hoge uitval en/of verstoring voor de CO<sub>2</sub> vastlegging worden bepaald tijdens het eerstvolgende monitoring en verificatie moment. In het geval ex-ante CO<sub>2</sub> certificaten zijn



uitgekeerd dienen de eventuele verliezen aan opgeslagen koolstof te worden verrekend zoals beschreven in paragraaf 7.4.3 (Ex-ante uitgifte van CO<sub>2</sub> certificaten).

### 7.3 Koolstofopbouw in het bos

Om de koolstofopbouw in de levende biomassa (bomen) in het projectgebied te monitoren, dienen er periodiek metingen te worden uitgevoerd waarbij de staande voorraad per boomsoort in m<sup>3</sup> per ha wordt bepaald. Aan de hand van vergelijking 2 uit hoofdstuk 6 wordt aan de hand van de in het veld verzamelde metingen van de staande voorraad de CO<sub>2</sub> voorraad in de boven en ondergrondse levende biomassa van het projectgebied berekend. De metingen dienen een representatief beeld te geven van het totale projectgebied. Hierbij is de toegestane foutenmarge van de metingen (schattingen) +/-10% met een betrouwbaarheidsniveau van 90%. Mochten de metingen niet voldoen aan de gestelde betrouwbaarheidseisen dan dienen er meer metingen verricht te worden in het projectgebied. Het minimum aantal benodigde metingen kan bepaald worden door gebruik te maken van Winrock's 'CDM A/R Sample Plot Calculator Spreadsheet Tool'.

Hieronder wordt een monitoringsopzet beschreven die kan worden gehanteerd. Andere meetmethodes zijn toegestaan mits ze voldoen aan de hierboven gestelde betrouwbaarheidseisen.

#### **Uitgangspunten**

1. In een monitoringproject wordt zorg gedragen voor een methode waarin op verantwoorde wijze de verandering van het bos (en in dit geval specifiek de veranderingen in de houtige bovengrondse biomassa) wordt vastgesteld. Verantwoord wil zeggen: geen subjectieve beoordelingen, geen oncontroleerbare metingen, geen subjectieve keuze van locaties en geen subjectieve keuze van te meten bomen.
2. Het bos in het projectareaal wordt steekproefsgewijs geïnventariseerd. Dat kan het best door binnen de grenzen van het projectareaal aselekt steekproefpunten te selecteren. Op de steekproefpunten worden steekproefcirkels geïnstalleerd waarbinnen de aanwezige bomen worden gemeten. De steekproefpunten liggen in een vierkant raster. De afstand tussen de punten bepaalt het aantal steekproefpunten in het projectareaal.
3. De uiteindelijke schatting van de hoeveelheid vastgelegde koolstof geldt voor het gehele projectareaal. De te verwachten betrouwbaarheid van deze schatting is bepalend voor het aantal steekproefpunten dat zal/moet worden gemeten. De oppervlakte van het projectareaal is van grote invloed op de kosten van de monitoring per oppervlakte-eenheid en dus ook per ton vastgelegde CO<sub>2</sub>. De meetkosten per ton vastgelegde CO<sub>2</sub> dienen zo laag mogelijk te zijn, maar de meetinspanningen moeten wel leiden tot een schatting met voldoende statistische betrouwbaarheid.
4. De statistische betrouwbaarheid wordt in hoge mate bepaald door het aantal steekproefcirkels, dat zal worden gemeten. Hoe meer, hoe beter. Het ligt dan voor de hand om te werken met kleine cirkels, omdat die snel gemeten kunnen worden. Een steekproefcirkel mag echter niet te klein zijn. Een te kleine cirkel levert in potentie onrealistische waardes op en die extreme waardes doen de eventuele winst door het snelle werken weer teniet. Omdat de variatie in uitkomsten zo groot wordt (door de te kleine cirkels) zijn er namelijk weer heel veel meer waarnemingen nodig om te compenseren voor die extra variatie.

#### **Vaststellen van het projectareaal**

Het projectareaal bestaat uit een of meerdere percelen bos, waarin de additionele maatregelen zijn genomen en waarvan gevolgd wordt hoe de CO<sub>2</sub>-vastlegging verloopt. Zie paragraaf 4.1 hoe de begrenzing van de percelen dient te worden vastgesteld.

#### **Bepalen aantal te meten steekproefpunten**

Het aantal te meten steekproefpunten (hier verder 'plots' genoemd) is afhankelijk van de betrouwbaarheidseisen die worden gesteld aan de schattingen. De schattingen betreffen hier de staande voorraad (in m<sup>3</sup>/ha) en de daarvan afgeleide hoeveelheid vastgelegde CO<sub>2</sub> in jonge bomen. We hanteren hier

de eis dat het 90%-betrouwbaarheidsinterval ligt tussen 90% en 110% van de gevonden hoeveelheid vastgelegde CO<sub>2</sub>. De interpretatie van deze bewering is dat je wilt dat als je 100 keer de steekproef herhaalt (random dus) dat de uitkomst dan in 90 van de 100 gevallen in het betrouwbaarheidsinterval ligt.

Om dan het benodigde aantal plots te kunnen bepalen zouden we de variatiecoëfficiënt (vc) moeten kennen. Dat is de standaardafwijking als percentage van het gemiddelde. De variatiecoëfficiënt is afhankelijk van een aantal factoren, waaronder de grootte van het projectareaal. Hoe groter het projectareaal, hoe groter de vc, omdat het onwaarschijnlijk is dat over het gehele areaal dezelfde variatie in hoeveelheid vastgelegde CO<sub>2</sub> wordt aangetroffen. We werken hier met de volgende waardes:

Project areaal (ha)	Variatie coëfficiënt (%)	Aantal te meten plots (n)	Lengte 90%- betrouwbaarheidsinterval (%)
>500	100	300	± 10
250-500	90	250	± 10
100-250	75	150	± 10
50-100	60	100	± 10
25-50	50	75	± 10
5-25	50	50	± 12
<5 ha	50	25	± 17

### Bepalen van de locaties van de steekproefpunten

De locaties van de te meten steekproefpunten worden bepaald door een raster van punten op de projectkaart te leggen. De punten van het raster liggen in een vierkantsverband. De punten van het raster die binnen de begrenzing van de projectpercelen vallen zullen worden gemeten in het veld. De afstand tussen de punten van het vierkanten raster bepaalt het aantal punten dat in de steekproef valt. De volgende stappen worden gevolgd:

- Bereken de totale bosoppervlakte van het project
- Bereken de afstand tussen de rasterpunten  $d$  (in meters) op basis van de plotoppervlakte  $O$  (in ha) en het aantal te meten steekproefpunten  $n_{\text{plots}}$  met  $d = 100 * \text{sqrt} ( O / n_{\text{plots}} )$
- Kies een willekeurig startpunt, dat zich zowel ten westen als ten zuiden bevindt van het project.
- Teken het volledige raster op basis van het startpunt en de berekende afstand tussen de punten en leg het raster op de kaart van het projectareaal. Selecteer alleen die punten die in het projectgebied liggen. De op deze wijze aselect gekozen punten vormen de steekproef die de basis vormt van de monitoring.
- De steekproefpunten krijgen een code op basis van de positie in het raster. Bijvoorbeeld punt C7 is het punt op de 3<sup>e</sup> kolom en op de 7<sup>e</sup> rij. Naast deze lokale code is ieder punt gedefinieerd door zijn Amersfoortse coördinaten.

### Meetprotocol

Het meten van een steekproefpunt gaat als volgt:

- Zoek het te meten punt op in het veld met behulp van de kaart en een goede GPS-ontvanger en markeer het punt.
- Installeer een cirkel rond het punt en bepaal de straal van de cirkel op basis van het bos ter plekke. De straal van de cirkel wordt zodanig gekozen dat er zich minimaal 15 bomen in bevinden.
- De gekozen straal van de cirkel is altijd in hele meters.

- d. De meetdrempel is 5 cm diameter op borsthoogte. Dunnere bomen worden dus niet gemeten en tellen ook niet mee in de bepaling van de straal van de steekproefcirkel.
- e. De straal van de cirkel is minimaal 4 meter. Deze minimale straal wordt toegepast in jong bos met een grote dichtheid aan jonge bomen met dunne diameter.
- f. De straal van de cirkel is maximaal 15 meter. Deze straal wordt toegepast in oud bos waar het stamtal nog maar gering is.
- g. In gelaagd bos met een duidelijke scheiding van een dichte jonge cohort aan bomen en een ruim staande oude cohort aan bomen worden 2 cirkels geïnstalleerd: een cirkel met straal 4 meter voor het jonge cohort en een cirkel met straal 15 meter voor het oude cohort.
- h. Als de cirkel volledig in het te monitoren bos ligt spreken we van een volledige cirkel. Een onvolledige cirkel ligt voor een deel buiten het projectgebied. Bijvoorbeeld aan de rand met een pad of weg. Deze rand wordt aangegeven via een zogenaamde deellijn. De deellijn wordt gekarakteriseerd door de afstand van het steekproefpunt tot de lijn (de grens dus) en de hoek die de loodlijn (de lijn die vanuit het steekproefpunt loodrecht op de deellijn staat) maakt.
- i. Van elke steekproefpunt worden de volgende aspecten genoteerd: positie in het raster (lokale coördinaten), datum van opname, opnemer, project deel (bijvoorbeeld eigenaar/vak/afdeling), aantal cirkels (1 of 2), eventuele opmerkingen. Van elke cirkel wordt genoteerd de straal en informatie over eventuele deellijn(en).
- j. Van elke boom binnen de cirkel wordt de soort genoteerd en de dbh gemeten.
- k. De bomen worden gemeten in de volgorde van voorkomen beginnend in het noorden en dan met de wijzers van de klok mee. In termen van poolcoördinaten (hoek en afstand): de volgorde is gelijk aan de rangorde van de hoek, ongeacht de afstand tot het middelpunt (maar de afstand is uiteraard wel kleiner dan de straal van de cirkel).
- l. De bomen worden geklemd in de richting die gelijk is aan de richting boom-middelpunt.
- m. Van de twee meest voorkomende soorten binnen de steekproefcirkel wordt een proefboom aangewezen. De proefboom van een soort is de eerste van de betreffende soort gerekend vanuit het noorden. Van de proefboom wordt de soort, de dbh en de hoogte genoteerd. De dbh van de proefboom wordt gemeten conform de standaard meting. De hoogte wordt genoteerd in hele meters.

#### 7.4 Uitgifte van CO<sub>2</sub> certificaten

Zoals in de inleiding van Hoofdstuk 6 is beschreven, dient voor elk project aan het begin een berekening te worden gemaakt van de netto verwijdering van broeikasgassen gedurende de looptijd van het project. De lengte van de projectperiode is van invloed op de hoeveelheid CO<sub>2</sub> certificaten die kan worden uitgekeerd. Vervolgens wordt tijdens de projectperiode periodiek gemeten wat de werkelijke netto verwijdering van broeikasgassen bedraagt door middel van een inventarisatie. Indien nodig wordt de oorspronkelijke berekening bijgewerkt aan de hand van de meetresultaten.

Voor de uitgifte van CO<sub>2</sub> certificaten kan worden gekozen voor een ex-post of een ex-ante benadering:

1. Ex-post: de uitgifte van CO<sub>2</sub> certificaten gebeurt na werkelijke vastlegging van de koolstof in het projectgebied – zie paragraaf 7.4.3. Deze certificaten krijgen in het SNK register de status ‘geverifieerd’ en de kopers ervan kunnen ermee klimaatcompensatie claimen.
2. Ex ante: de uitgifte van CO<sub>2</sub> certificaten is op basis van een verwachting, die altijd periodiek vergeleken en bijgesteld dient te worden aan de hand van de monitoringresultaten van de daadwerkelijke koolstofvastlegging in het projectgebied – zie paragraaf 7.4.4. Deze ex-ante certificaten krijgen in het SNK register de status ‘gevalideerd’, zodat duidelijk is dat de koper ermee geen klimaatcompensatie kan claimen. Wanneer de emissiereductie is geverifieerd als zijnde gerealiseerd, dan verandert de status van het certificaat in ‘geverifieerd’ en kan de koper er klimaatcompensatie mee claimen.

De ex-post uitgifte van de hoeveelheid CO<sub>2</sub> certificaten komt overeen met de netto verwijdering van broeikasgassen in het projectgebied in de monitoringperiode, namelijk C<sub>totaal</sub> (zie hoofdstuk 6). De monitoringperiode bestrijkt de periode tussen het laatste en het voor-laatste monitoring moment. Voor ex-ante uitgifte van certificaten geldt dat rekening gehouden dient te worden met een risicobuffer en wordt de hoeveelheid certificaten die wordt uitgekeerd, berekend met de volgende vergelijking:

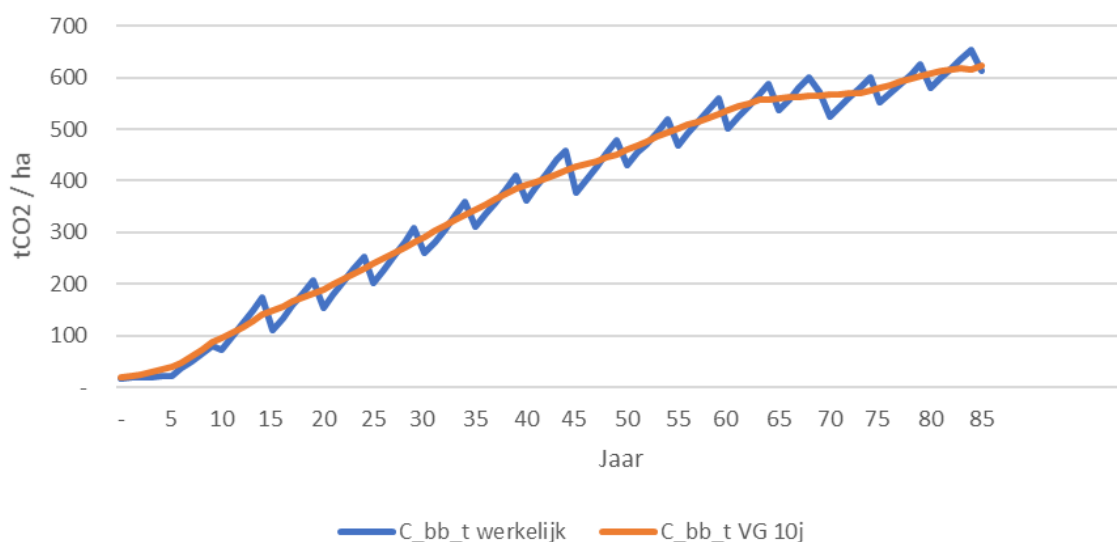
$$\text{Certificaten} = C_{\text{totaal}} \times (100\% - \text{risicobuffer } 15\%) \quad \text{Vergelijking (3)}$$

Waarbij C<sub>totaal</sub> de netto hoeveelheid verwijderde broeikasgassen in een bepaalde periode uitdrukt (in tCO<sub>2</sub>-e) en de risicobuffer het percentage is van de certificaten dat achtergehouden wordt in een buffer om toekomstige verliezen mee te compenseren (zie paragraaf 8.5).

In de berekening van de netto verwijdering van broeikasgassen kan gebruik gemaakt worden van de berekening van het voortschrijdend gemiddelde, beschreven in paragraaf 7.4.1. Dit is van toepassing indien het verloop van de CO<sub>2</sub> vastlegging in de biomassa van bomen een grillig verloop heeft als gevolg van dunningen en verjongingskap. Ook wordt het toegepast om de gemiddelde eindvoorraad in een projectgebied vast te stellen.

#### 7.4.1 Berekening Voortschrijdend Gemiddelde van de koolstof voorraad in boombiomassa

Het verloop van de CO<sub>2</sub> vastlegging in de biomassa van bomen (C<sub>bb</sub>) kan een grillig verloop hebben als gevolg van dunningen en verjongingskap. Om deze schommelingen op te vangen maakt deze methode gebruik van de berekening van een Voortschrijdend Gemiddelde (VG) van de CO<sub>2</sub> voorraad in boombiomassa over een periode van telkens 10 jaar. In jaar t wordt het gemiddelde berekend over de vijf voorafgaande jaren en de vijf toekomstige jaren. De onderstaande figuur toont een voorbeeld van de gemodelleerde opbouw van de koolstofvoorraad volgens werkelijke vastlegging en het voortschrijdende gemiddelde. De methode is niet van toepassing op projecten waar een kaalkap plaats vindt (dwz dat de koolstofvoorraad op enig moment na aanplant nul bedraagt). Wanneer gekozen wordt voor ex-ante uitgifte van CO<sub>2</sub> certificaten, wordt het voortschrijdend gemiddelde toegepast om korte termijn fluctuaties in de CO<sub>2</sub> vastlegging uit te middelen.



**Figuur 7.1**

Voorbeeld: koolstofvoorraad in boombiomassa: werkelijke voorraad en voortschrijdend gemiddelde van de voorraad.

De uitgifte van certificaten mag de gemiddelde eindvoorraad niet overschrijden. Het lange termijn beheer dient gericht te zijn op de blijvende instandhouding van het bos. Het beheer dient gericht te zijn op verjonging als het bos zich in de aftakelingsfase bevindt. De maximale hoeveelheid CO<sub>2</sub> certificaten die kan worden uitgekeerd is afhankelijk van de gemiddelde CO<sub>2</sub> voorraad in het volwassen bos, waarbij rekening wordt gehouden met eventuele (verjongings)kap in de berekening van het gemiddelde.

#### 7.4.2 Ex-post uitgifte van CO<sub>2</sub> certificaten

Indien de projecteigenaar kiest voor ex-post uitgifte van CO<sub>2</sub> certificaten, wordt alleen uitgekeerd op basis van reeds vastgelegde koolstof in het projectgebied. Met elk monitoringmoment van de koolstofopbouw (zie paragraaf 7.3) wordt de netto CO<sub>2</sub> vastlegging bepaald. Na verificatie van de monitoring resultaten wordt de netto CO<sub>2</sub> vastlegging sinds het laatste monitoring en verificatiemoment uitgekeerd in de vorm van CO<sub>2</sub> certificaten.

Ook wanneer gekozen wordt voor ex-post uitgifte van CO<sub>2</sub> certificaten, dient wel vooraf een berekening te worden gemaakt van de CO<sub>2</sub> vastlegging in het projectgebied gedurende de projectperiode. Daarmee wordt al bij validatie van het project duidelijk wat de verwachte CO<sub>2</sub> impact is van het project.

Tijdens elke verificatie dient deze berekening van de CO<sub>2</sub> vastlegging in het projectgebied gedurende de projectperiode te worden bijgewerkt. Zo wordt inzichtelijk gemaakt welke toekomstige CO<sub>2</sub> vastlegging nog kan worden verwacht. In het geval dat de maximale CO<sub>2</sub> vastlegging wordt bereikt tegen het einde van de projectperiode, en er mogelijk nog kap of dunningen plaatsvinden, kan op basis van het voortschrijdend gemiddelde (zie paragraaf 7.4.1) voorkomen worden dat CO<sub>2</sub> certificaten worden uitgekeerd boven de gemiddelde eindvoorraad. De gemiddelde eindvoorraad is het plafond waarboven geen CO<sub>2</sub> certificaten kunnen worden uitgekeerd. Het model voor de gemiddelde eindvoorraad dient altijd gebaseerd te zijn op de meest recente meetgegevens in het projectgebied.

#### 7.4.3 Ex-ante uitgifte van CO<sub>2</sub> certificaten

De projecteigenaar heeft de mogelijkheid om CO<sub>2</sub> certificaten vooraf (ex-ante) te laten uitkeren mits aan een aantal voorwaarden is voldaan, zoals hieronder staat uitgewerkt. De ex-ante certificaten krijgen binnen SNK de status van gevalideerde certificaten.

##### **Ex-ante uitgifte periode**

De CO<sub>2</sub> certificaten kunnen ex-ante worden uitgekeerd voor een periode van maximaal twaalf jaar<sup>41</sup>, op basis van de gemodelleerde resultaten voor de betreffende periode.

Zoals aangegeven in paragraaf 7.2 controleert de projecteigenaar maximaal 6 jaar na de start van het project of de uitgevoerde maatregelen voldoende effectief zijn en er een verstoring van het project is geweest. Indien de maatregelen onvoldoende effectief zijn geweest of er een verstoring heeft plaatsgevonden en dit heeft geleid tot meer dan 10% uitval bij de aangeplante bomen, dient de projecteigenaar aanvullende maatregelen te nemen (inboet, extra wildbescherming, etc.) om de uitval te compenseren.

##### **Ex-ante uitgifte na periodieke metingen**

Op maximaal 12 jaar na de start van het project wordt een meting uitgevoerd van de werkelijke netto CO<sub>2</sub> vastlegging en wordt dit vergeleken met de modelberekening die vooraf is gemaakt. Indien de werkelijke CO<sub>2</sub> vastlegging afwijkt van het model, dient het model te worden bijgesteld. De werkelijke CO<sub>2</sub> vastlegging wordt vergeleken met de ex-ante uitgekeerde certificaten. De uitgifte van certificaten is afhankelijk van de uitkomst:

---

<sup>41</sup> Hierbij wordt bewust gekozen voor een langere ex-ante periode omdat bij bosprojecten de CO<sub>2</sub>-vastlegging op langere termijn plaatsvindt en de CO<sub>2</sub>-voorraad van een bos relatief langzaam opbouwt.

1. Hogere vastlegging. Indien meer is vastgelegd dan dat eerder is uitgekeerd, dan wordt het verschil alsnog uitgekeerd.
2. Lagere vastlegging. Indien minder is vastgelegd dan dat eerder is uitgekeerd, dan wordt het tekort als volgt verrekend:
  - a. Indien de lagere vastlegging wordt veroorzaakt door een langzamere groei dan verwacht, wordt het tekort in mindering gebracht op de volgende ex-ante uitgifte;
  - b. Indien de lagere vastlegging wordt veroorzaakt door een verstoring of calamiteit, dan wordt het tekort eerst verrekend met de risicobuffer van 15% en als dat niet voldoende is vervolgens in mindering gebracht op de volgende ex-ante uitgifte.

Na elk monitoring en verificatiemoment is er de mogelijkheid tot een ex-ante uitgifte van certificaten voor een periode van telkens maximaal 12 jaar.

## 8. Risico's

Voor de lange termijn vastlegging van CO<sub>2</sub> in een project activiteit bestaan een aantal risico's die hieronder zijn weergegeven. Tevens wordt beschreven hoe groot de risico's zijn en wat gedaan kan worden om de risico's te beperken.

Kleine verliezen van vastgelegde koolstof ten opzichte van de ex-ante berekening moeten worden opgevangen door verrekening op het moment van monitoring en verificatie. CO<sub>2</sub> verliezen worden problematisch als het verlies niet meer binnen de looptijd van het project kan worden hersteld door het groeiende bos. Uit de onderstaande analyse blijkt dat een dergelijk risico zeer laag is voor dit type project. Voornamelijk wanneer rekening wordt gehouden met de juiste soortenkeuzen, een stabiel bossysteem en goed bosbeheer.

### 8.1 Klimaatverandering

Alg gevolg van klimaatverandering kunnen bossen lijden onder droogte, hogere temperaturen en intensieve neerslag. In paragraaf 2.1 zijn daarom al voorwaarden opgenomen die moeten leiden tot veerkrachtige bossen die beter bestand zijn tegen klimaatextremen en ziekten.

Het risico op windworp kan worden beperkt door het realiseren van stabiele bossystemen. Het creëren van een goede verticale gelaagdheid in het bos, een goede hoogte – diameter verhouding van bomen en het werken met kleinschalige groepenkappen (in tegenstelling tot grootschalige kap) zorgt voor een stabiel bossysteem.

### 8.2 Organisatorische en financiële risico's

Het risico op organisatorische problemen die leiden tot het verlies van opgeslagen koolstof uit bossen is laag. De bossector in Nederland wordt gekenmerkt door professionalisme; bosbeheerders hebben tenminste een goede basiskennis van duurzaam bosbeheer. Het risico op koolstofverliezen door slecht beheer wordt als laag ingeschat.

Het financiële risico voor de lange termijn vastlegging van CO<sub>2</sub> voor dit projecttype is laag. De hoogste kosten liggen aan het begin van het project bij de projectinterventie. Het financiële risico voor de overige projecttermijn is laag: het beheer van de aanplant maakt onderdeel uit van het reguliere beheer.

Het risico van faillissement of ontbinding van de projecteigenaar is laag. Zelfs als dat toch gebeurt, biedt de Wet Natuurbescherming en de FSC- en PEFC-certificering daarnaast nog aanvullende garantie voor de instandhouding van het bos.

### 8.3 Gebrekkige uitvoering maatregelen of gebrekkige opvolging na de interventie

Een vakkundige en correcte uitvoering van maatregelen, zoals aanplant en verzorging van bomen, is van groot belang voor een goede vestiging van de geplante soorten en voor een goede toekomstige groei. Verliezen die optreden in de aanplant en verzorgingsfase worden opgevangen door de monitoring van de CO<sub>2</sub> vastlegging in het project. Indien de aanplant en verzorging verkeerd wordt uitgevoerd, zal dit blijken tijdens de monitoringfase. Alleen de werkelijke hoeveelheid vastgelegde CO<sub>2</sub> wordt uitgekeerd als certificaten. Bij een ex-ante uitgifte van certificaten, worden de verliezen verrekend met de buffer. Indien de buffer niet toereikend is, moet toekomstige vastlegging eerst het verlies goedmaken voordat nieuwe certificaten worden uitgekeerd.

### 8.4 Ontbossing

Het omvormen van bos naar een ander type landgebruik of naar een ander natuurtype met minder biomassa, leidt tot verlies van vastgelegde CO<sub>2</sub>. De belangrijkste risico's zijn de ontwikkeling van infrastructuur en bebouwing en het aanleggen van heide en corridors met lage begroeiing. De projecteigenaar dient vast te leggen dat afgezien wordt van ontbossing, tenzij sprake is van overmacht. Als omvorming onvermijdelijk is, zal het verlies moeten worden gecompenseerd met bosaanplant elders en / of met andere CO<sub>2</sub> certificaten van de SNK. Dit kunnen CO<sub>2</sub> certificaten zijn die de project eigenaar nog beschikbaar heeft, of CO<sub>2</sub> certificaten uit

andere projecten. Voor het grootste deel van het Nederlandse bos is instandhouding en compensatie van het bos bovendien geborgd door de herplantplicht in het kader van de Wet natuurbescherming.

#### 8.5 Risicobuffer

Alleen wanneer gebruik wordt gemaakt van ex-ante uitgifte (zie paragraaf 7.4) is een risicobuffer van toepassing, in overeenstemming met het Rulebook SNK. Van de ex-ante CO<sub>2</sub> certificaten wordt 15% in een risicobuffer geplaatst. Als na minimaal vijf jaar na de start van de ex-ante periode blijkt dat de CO<sub>2</sub> vastlegging is verlopen conform de aannames bij ex-ante uitgifte van CO<sub>2</sub> certificaten, worden de CO<sub>2</sub> certificaten in de buffer uitgekeerd aan de project eigenaar.



## Annex 1 Overzicht rijkstrooiselsoorten

De introductie van boom- en struiksoorten met goed afbreekbaar strooisel – ofwel rijkstrooiselsoorten – kan arme, verzuurde bosbodems op zand met een lage biodiversiteit op termijn omvormen naar meer rijke gebufferde bosbodems met een hogere biodiversiteit. Hiermee wordt de veerkracht van bossen op zandgronden verbeterd. Rijkstrooiselsoorten dragen bij aan een hoger aandeel van plantopneembare basische kationen (Ca<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup> Mg<sup>2+</sup> en Na<sup>+</sup>) in de humuslaag en minerale bodem. Ze vormen hiermee de basis van de nutriëntenpomp in een rijk bossysteem. De hogere pH waarden die door het hogere aandeel basische kationen ontstaat, geeft bodemfauna de kans zich verder te ontwikkelen. Zij zorgen voor een goede afbraak en vermenging van het strooisel met de minerale bovengrond. Nutriënten in het rijke strooisel komen hiermee beschikbaar voor plantopname<sup>42</sup>.

In de onderstaande tabel staat een overzicht van rijkstrooiselsoorten die kunnen worden toegepast om de veerkracht van het bos op lange termijn te verbeteren.

**Tabel 1**

*Overzicht boom- en struiksoorten met rijk strooisel*

Wetenschappelijke naam	Nederlandse naam	Inheems
<i>Acer campestre</i>	Veldesdoorn	Ja
<i>Acer platanoides</i>	Noorse esdoorn	Nee
<i>Acer pseudoplatanus</i>	Gewone esdoorn	Ja
<i>Alnus glutinosa</i>	Zwarte els	Ja
<i>Alnus incana</i>	Grauwe els	Ja
<i>Betula pendula</i>	Ruwe berk	Ja
<i>Betula pubescens</i>	Zachte berk	Ja
<i>Carpinus betulus</i>	Haagbeuk	Ja
<i>Corylus avellana</i>	Hazelaar	Ja
<i>Fraxinus excelsior</i>	Gewone es	Ja
<i>Populus tremula</i>	Ratelpopulier	Ja
Populier spp.	Overige populierensoorten	/
<i>Prunus avium</i>	Zoete kers	Ja
<i>Prunus padus</i>	Vogelkers	Ja
<i>Prunus serotina</i>	Amerikaanse vogelkers	Nee
<i>Rhamnus frangula</i>	Vuilboom	Ja
<i>Salix area</i>	Boswilg	Ja
Salix spp	Overige wilgensoorten	/
<i>Sorbus aucuparia</i>	Gewone lijsterbes	Ja
<i>Tilia cordata</i>	Winterlinde	Ja
<i>Tilia platyphyllos</i>	Zomerlinde	Ja
<i>Ulmus glabra</i>	Ruwe iep	Ja
<i>Ulmus laevis</i>	Fladderiep	Ja
<i>Ulmus minor</i>	Gladde iep	Ja

<sup>42</sup> Bron: Thomassen, E., S. Wijdeven, M. Boosten, W. Delforterie & B. Nyssen. 2020. Revitalisering Nederlandse bossen. *Ede, Unie van Bosgroepen, Staatsbosbeheer & Probos*.

## Annex 2 Droogtetolerantie boomsoorten

**Tabel 1**

Overzicht droogtetolerantie van de in het Nederlandse bos meest voorkomende boomsoorten. Voor een uitgebreider overzicht van de droogtetolerantie van boomsoorten wordt verwezen naar Niinemets & Valladares, 2006<sup>43</sup>

Wetenschappelijke naam	Naam	Inheems	Droogte tolerantie (1: zeer intolerant, 2: intolerant, 3: matig tolerant, 4: tolerant, 5: zeer tolerant) <sup>43</sup>
Abies alba	Gewone zilverspar	Nee	2
Abies grandis	Reuzenzilverspar	Nee	2
Acer platanoides	Noorse esdoorn	Nee	3
Acer pseudoplatanus	Gewone esdorn	Ja	3
Alnus glutinosa	Zwarte els	Ja	2
Alnus incana	Grijze els	Nee	2
Betula pendula	Ruwe berk	Ja	2
Betula pubescens	Zachte berk	Ja	1
Carpinus betulus	Haagbeuk	Ja	3
Castanea sativa	Tamme kastanje	Nee	3
Chamaecyparis lawsoniana	Lawson cipres	Nee	2
Fagus sylvatica	Beuk	Ja	2
Fraxinus excelsior	Es	Ja	3
Larix decidua	Europese lariks	Nee	2
Larix kaempferi	Japanse lariks	Nee	3
Larix x eurolepis	Hybride lariks	Nee	3
Picea abies	Fijnspar	Nee	2
Picea omorika	Servische spar	Nee	3
Picea sitchensis	Sitkaspar	Nee	1
Pinus nigra	Corsicaance/Oostenrijkse den	Nee	4
Pinus pinaster	Zeeden	Nee	4
Pinus sylvestris	Grove den	Ja	4
Populus alba	Witte abeel	Nee	3
Populus nigra	Zwarte populier	Ja	2
Populus tremula	Ratelpopulier	Ja	3
Populus x canadensis	Euramerikaanse populier	Nee	2
Populus x canescens	Grauwe abeel	Nee	2
Prunus avium	Zoete kers	Ja	3
Prunus serotina	Amerikaanse vogelkers	Nee	3
Pseudotsuga menziesii	Douglas	Nee	3
Quercus petraea	Wintereik	Ja	3
Quercus robur	Zomereik	Ja	3
Quercus rubra	Amerikaanse eik	Nee	3
Robinia pseudoacacia	Valse Acacia	Nee	4
Salix alba	Schietwilg	Ja	2
Salix fragilis	Kraakwilg	Ja	1
Sorbus aucuparia	Lijsterbes	Ja	2

<sup>43</sup> Bron: Niinemets, Ü & F. Valladares. 2006. Tolerance to shade, drought, and waterlogging of temperate Northern Hemisphere trees and shrubs. *Ecological Monographs*. 76:521–547  
<http://www.esapubs.org/Archive/mono/M076/020/appendix-A.htm>

<i>Thuja plicata</i>	Reuzenlebensboom	Nee	2
<i>Tilia cordata</i>	Winterlinde	Ja	3
<i>Tilia platyphyllos</i>	Zomerlinde	Ja	3
<i>Tsuga heterophylla</i>	Westelijke hemlockspar	Nee	1
<i>Ulmus glabra</i>	Ruwe iep	Ja	2
<i>Ulmus laevis</i>	Fladderiep	Ja	1
<i>Ulmus minor</i>	Gladde iep	Ja	3

### Annex 3 Investeringskosten klimaatslim bosbeheer in relatie tot baten uit regulier bosbeheer

Klimaatfinanciering kan van groot belang zijn voor het financieren van klimaatslim bosbeheer. Maatregelen die genomen worden in het kader van klimaatslim bosbeheer kunnen forse investeringen vergen. Deze investeringen kunnen vaak niet worden gedekt uit de reguliere baten uit het bosbeheer. In de onderstaande tekst worden de kosten en baten aan de hand van voorbeelden toegelicht.

In tabel 1 en 2 worden de kosten getoond voor twee typen maatregelen die in het kader van klimaatslim bosbeheer kunnen worden genomen in bijvoorbeeld holle grove dennenbossen: groepsgewijze aanplant van bomen en volveldse aanplant van bomen. Uit deze voorbeeldberekeningen blijkt dat de kosten per hectare kunnen variëren van €5.243 tot €16.163.

**Tabel 1**

Voorbeeld kosten groepsgewijs aanplant bomen in bestaand bos <sup>44</sup>

Kostenpost	Kosten per hectare bij aanplant van 25 kloempen per hectare, met 25 stuks bosplantsoen per kloemp		Kosten per hectare bij aanplant van 50 kloempen per hectare, met 25 stuks bosplantsoen per kloemp	
	€	€	€	€
Vorbereiding, ontwerp, directievoering etc	€ 500	€ 1.400	€ 500	€ 1.400
gem.	€ 950		€ 950	
Terreinvoorbereiding (ruimen taken tophout, grondbewerking etc)	€ 0	€ 400	€ 0	€ 600
gem.	€ 200		€ 300	
Aanschaf plantmateriaal (gem. €1,25 p.st)	€ 781		€ 1.563	
Planten (€1,- tot €2 p.st)	€ 1.250		€ 2.500	
Aanschaf en plaatsen plantkokers als bescherming tegen wildvraat (gem. €2,50 p.st)	€ 1.563		€ 3.125	
Verzorging (maaïen concurrerende vegetatie, inboet, ...)	€ 0	€ 500	€ 0	€ 1.000
gem.	€ 250		€ 500	
Onvoorzien (5%)	€ 250		€ 447	
<b>Totaal</b>	<b>€ 5.243</b>		<b>€ 9.384</b>	

**Tabel 2**

Voorbeeld kosten volvelds aanplant bomen in bestaand bos <sup>44</sup>

Kostenpost	Kosten per hectare bij volvelds onderplanten van 2000 stuks bosplantsoen per ha	Kosten per hectare bij volvelds onderplanten van 3375 stuks bosplantsoen per ha
	€	€

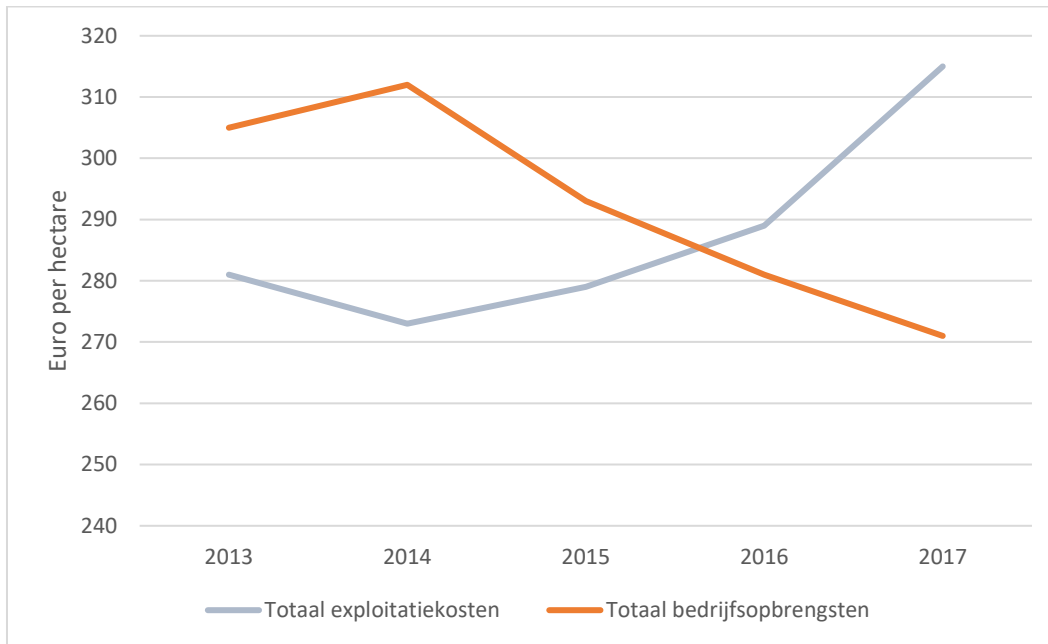
<sup>44</sup> Gebaseerd op:

- Raffe, J.K. van., J.J. de Jong. 2018. *Normenboek Natuur, Bos en Landschap 2018. Tijd- en kostennormen voor inrichting en beheer van natuurterreinen, bossen en landschapselementen*. Wageningen, Wageningen Environmental Research;
- Ervaringscijfers Probos en Bosgroepen.

Vorbereiding, ontwerp, directievoering etc	€ 500	€ 1.400	€ 500	€ 1.400
gem.	€ 950		€ 950	
Terreinvoorbereiding (ruimen tak- en tophout, grondbewerking etc)	€ 400	€ 1.000	€ 600	€ 1.500
gem.	€ 700		€ 1.050	
Aanschaf plantmateriaal (gem. €1,25 p.st)	€ 2.500		€ 4.219	
Planten (€1,- tot €2 p.st)	€ 2.000		€ 3.375	
Aanschaf en plaatsen raster als bescherming tegen wildvraat (€12 per meter)	€ 4.800		€ 4.800	
Verzorging (maaien concurrerende vegetatie, inboet, ...)	€ 0	€ 1.500	€ 0	€ 2.000
gem.	€ 750		€ 1.000	
Onvoorzien (5%)	€ 585		€ 770	
<b>Totaal</b>	<b>€ 12.285</b>		<b>€ 16.163</b>	

In Nederland worden langjarig bedrijfsuitkomsten van particuliere bosbedrijven verzameld en geanalyseerd<sup>45</sup>. Deze bedrijfsuitkomsten geven een goede illustratie van de rendabiliteit van bosbouw in Nederland. Figuur 1 geeft de totale exploitatiekosten en bedrijfsopbrengsten van particuliere bosbedrijven per hectare weer voor de periode 2013-2017. De nettoresultaten per ha van bosbedrijven varieerden in deze periode tussen de 16% verlies en 13% winst. Het gemiddelde bedrijfsresultaat over deze periode is 5 euro per hectare. In de bedrijfsuitkomsten zijn opbrengsten uit houtverkoop, subsidies, pacht en eventuele overige inkomsten meegenomen. Dit toont aan dat particuliere bossen niet of slechts in beperkte mate winstgevend zijn.

<sup>45</sup> Silvis, H.J., M.J. Voskuilen, 2019. *Bedrijfsuitkomsten in de Nederlandse particuliere bosbouw over 2017. Rapport 2019-048*. Wageningen, Wageningen Economic Research.



**Figuur 1**

*Overzicht gemiddelde exploitatiekosten en bedrijfsopbrengsten particuliere bosbedrijven in de periode 2013-2017 (Gebaseerd op data uit: Silvis & Voskuilen 2019)*

## Annex 4 Voorbeeldberekeningen baseline- en projectscenario's

### Voorbeeld baselinescenario's

Ter illustratie is voor een aantal scenario's met holle grove dennenbossen de baseline ex-ante berekend op basis van een standaardrekenmodel. In dit rekenmodel wordt de koolstofvoorraad berekend volgens de formules uit hoofdstuk 6 op basis van de volgende bronnen:

- Actuele groei- en opbrengstcijfers op basis van de meest actuele opbrengsttabellen van Nederlandse boomsoorten<sup>46</sup>;
- Standaardconversiefactoren om het spilhoutvolume om te rekenen naar koolstofvoorraad in de boven- en ondergrondse boombiomassa (zie hoofdstuk 6);
- De hoeveelheid hout die vrij komt uit dunningen en kap op basis van de opbrengsttabellen.

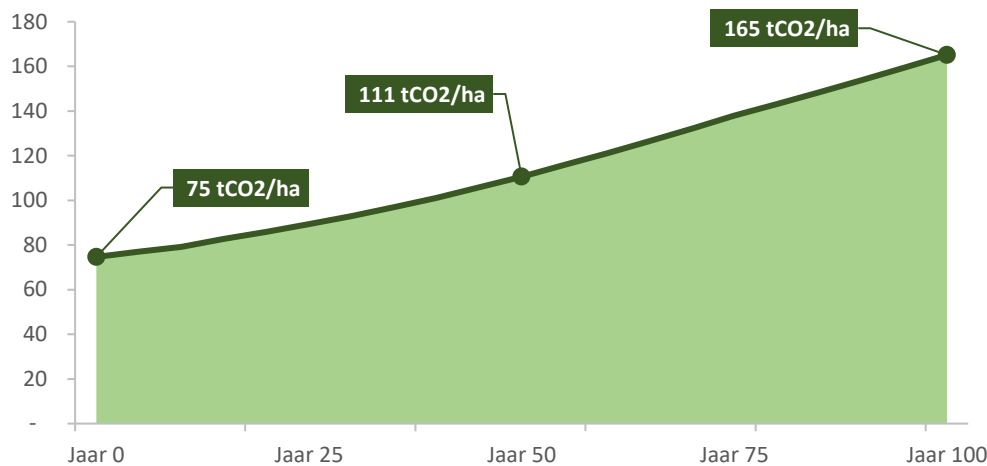
In alle scenario's wordt dunning uitgevoerd conform de gehanteerde opbrengsttabellen.

Baselinescenario 1: Bosvak op droge leemarme zandgrond met als hoofdboomsoort grove den met een kroonbedekking tussen de 20% en 40%, een zeer lage verjongingsdichtheid en een zeer hoge wildstand. Bij de berekening zijn voor dit scenario de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- De kroonprojectie is 30%
  - 28% van de oppervlakte bestaat uit grove den
  - 2% van de oppervlakte bestaat uit andere boomsoorten (inlandse eik, berk, beuk, douglas en lariks)
- De gemiddelde leeftijd van de grove den is 75 jaar. Voor de overige boomsoorten wordt uitgegaan van een leeftijd van 35 jaar.
- De dichtheid van de verjonging bedraagt gemiddeld 125 stuks per hectare. Deze verjonging beslaat ca 2,5% van de oppervlakte en heeft een gemiddelde leeftijd van 10 jaar. De verjonging bestaat uit de soorten inlandse eik, berk, beuk, Amerikaanse eik, douglas en lariks.
- Aanplanten, het bewerken van de bodem of het nemen van wildbeschermende maatregelen vindt niet plaats. Men is aangewezen spontane verjonging. De verwachte spontane verjonging komt nauwelijks op gang als gevolg van de aanwezigheid van wild en een dichte grasmat. De verwachting is dat de wildstand zeer hoog blijft en dat dit ook op lange termijn de ontwikkeling van spontane verjonging remt. De inschatting is dat er elke 10 jaar op 2,5% van de oppervlakte spontane verjonging bijkomt met de volgende soortensamenstelling: inlandse eik, berk, beuk, douglas en lariks.
- Voor alle boomsoorten wordt gerekend met een groei passend bij de groeiplaats.

---

<sup>46</sup> Jansen, H., A. Oosterbaan (Red.). 2018. *Opbrengsttabellen Nederland 2018*. Wageningen, Wageningen Academic Publishers. Wanneer er van boomsoorten geen data voorhanden zijn, wordt er gebruik gemaakt van buitenlandse literatuur of een expertinschatting van de groei.

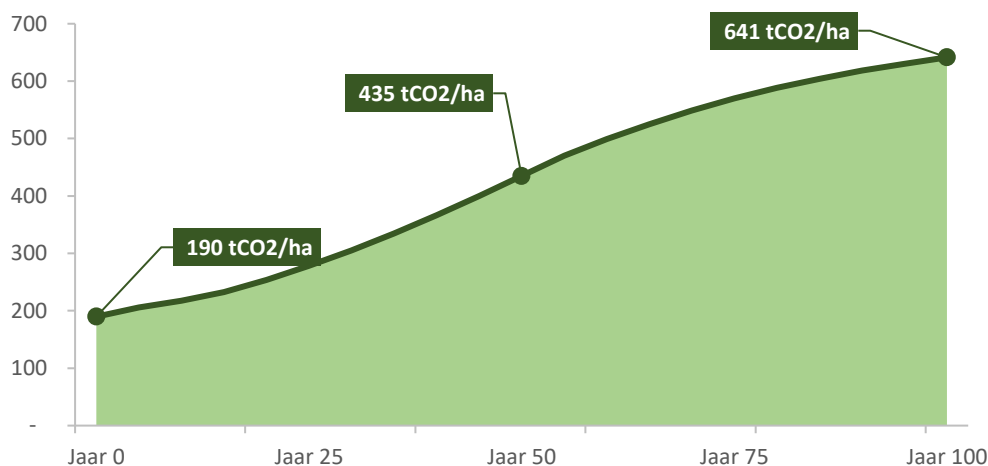


**Figuur 1**  
Ontwikkeling CO<sub>2</sub>-voorraad (ton CO<sub>2</sub>/ha) in baselinescenario 1.

Baselinescenario 2: Bosvak op lemige zandgrond met als hoofdboomsoort grove den met een kroonbedekking tussen de 40 en 60%, een lage verjongingsdichtheid en een hoge wildstand. Bij de berekening zijn voor dit scenario de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- De kroonprojectie is 50%
  - 45% van de oppervlakte bestaat uit grove den
  - 5% van de oppervlakte bestaat uit andere boomsoorten (inlandse eik, berk, beuk, douglas en lariks)
- De gemiddelde leeftijd van de grove den is 75 jaar. Voor de overige boomsoorten wordt uitgegaan van een leeftijd van 35 jaar.
- De dichtheid van de verjonging bedraagt ca. 500 stuks per hectare. Deze verjonging beslaat ca 10% van de oppervlakte en heeft een gemiddelde leeftijd van 10 jaar. De verjonging bestaat uit de soorten inlandse eik, berk, beuk, Amerikaanse eik, douglas en lariks.
- Aanplant of het nemen van wildbeschermende maatregelen vindt niet plaats. Men is aangewezen spontane verjonging. De verwachte spontane verjonging komt nauwelijks op gang als gevolg van de aanwezigheid van wild en een dichte grasmat. De verwachting is dat de wildstand hoog blijft en dat dit ook de ontwikkeling van spontane verjonging blijft beïnvloeden. De inschatting is dat er elke 10 jaar op 10% van de oppervlakte spontane verjonging bijkomt met de volgende soortensamenstelling: inlandse eik, berk, beuk, douglas en lariks.
- Voor alle boomsoorten wordt gerekend met een groei passend bij de groeiplaats.





**Figuur 2**  
Ontwikkeling CO<sub>2</sub>-voorraad (ton CO<sub>2</sub>/ha) in baselinescenario 2.

### Voorbeeld projectscenario's

Er zijn 6 projectscenario's waarvoor voorbeeldberekeningen zijn uitgevoerd.

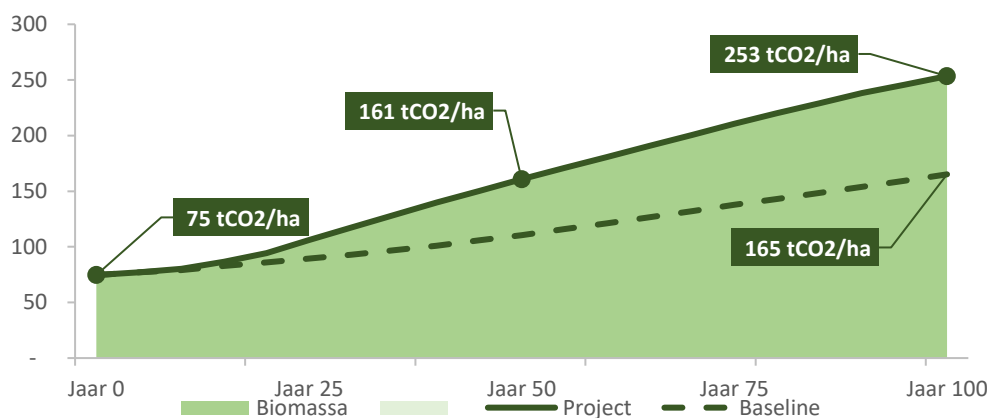
- Projectscenario 1 bestaat uit het aanplanten van 25 kloempen van esdoorn, haagbeuk, zomereik, ratelpopulier, kastanje en douglas met in totaal 625 stuks per hectare in een bos op droge leemarme zandgrond met als hoofdboomsoort grove den en kroonbedekking tussen de 20 en 40% (zie baseline scenario 1 voor de gedetailleerde beschrijving van de uitgangssituatie).
- Projectscenario 2 bestaat uit het aanplanten van 50 kloempen van esdoorn, haagbeuk, zomereik, ratelpopulier, kastanje en douglas met in totaal 1250 stuks per hectare in een bos op droge leemarme zandgrond met als hoofdboomsoort grove den en kroonbedekking tussen de 20 en 40% (zie baseline scenario 1 voor de gedetailleerde beschrijving van de uitgangssituatie).
- Projectscenario 3 bestaat uit het vlaksgewijs onderplanten van een bos op droge leemarme zandgrond met als hoofdboomsoort grove den en kroonbedekking tussen de 20 en 40% (zie baseline scenario 1 voor de gedetailleerde beschrijving van de uitgangssituatie). Bij het onderplanten wordt 67,5% van de oppervlakte beplant. Dit komt neer op een aanplant van in totaal 3375 stuks per hectare. De aanplant bestaat uit douglas (60%), esdoorn (20%) en ratelpopulier (20%).
- Projectscenario 4 bestaat uit het aanplanten van 25 kloempen van esdoorn, linde, haagbeuk, zomereik, kastanje en douglas met in totaal 625 stuks per hectare in een bos op lemige zandgrond met als hoofdboomsoort grove den en kroonbedekking tussen de 40 en 60% (zie baseline scenario 2 voor de gedetailleerde beschrijving van de uitgangssituatie).
- Projectscenario 5 bestaat uit het aanplanten van 50 kloempen van esdoorn, linde, haagbeuk, zomereik, kastanje en douglas met in totaal 1250 stuks per hectare in een bos op lemige zandgrond met als hoofdboomsoort grove den en kroonbedekking tussen de 40 en 60% (zie baseline scenario 2 voor de gedetailleerde beschrijving van de uitgangssituatie).
- Projectscenario 6 bestaat uit het vlaksgewijs onderplanten van een bos op lemige zandgrond met als hoofdboomsoort grove den en kroonbedekking tussen de 40 en 60% (zie baseline scenario 2 voor de gedetailleerde beschrijving van de uitgangssituatie). Bij het onderplanten wordt 40% van de oppervlakte beplant. Dit komt neer op een aanplant van in totaal 2000 stuks per hectare. De aanplant bestaat uit douglas (60%), esdoorn (20%) en ratelpopulier (20%).

Naast de aanplant wordt er in alle projectscenario's uitgegaan dat er op termijn spontane verjonging optreedt op de nog open plekken volgens het patroon beschreven in de baselinescenario's.

De projectscenario's zijn berekend op basis van een standaardrekenmodel. In dit rekenmodel wordt de koolstofvoorraad berekend volgens de formules uit hoofdstuk 6 op basis van de volgende bronnen:

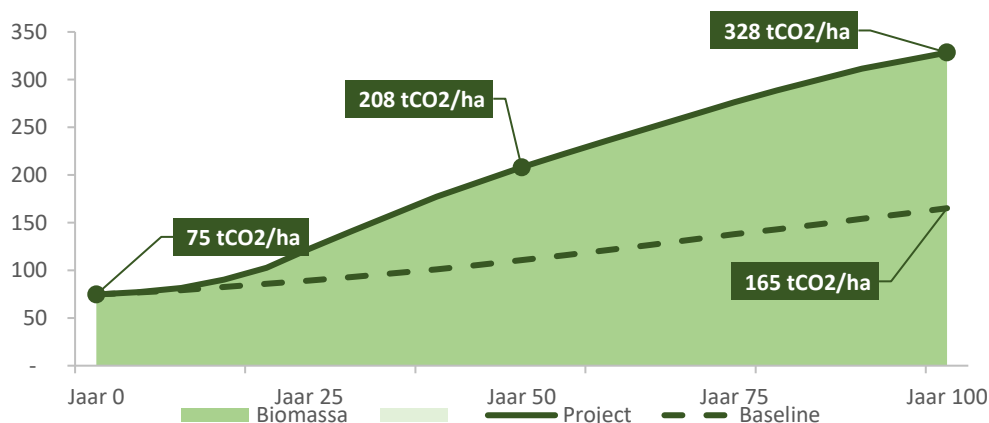
- Actuele groei- en opbrengstcijfers op basis van de meest actuele opbrengsttabellen van Nederlandse boomsoorten<sup>47</sup>;
- Standaardconversiefactoren om het spilhoutvolume om te rekenen naar koolstofvoorraad in de boven- en ondergrondse boombiomassa (zie hoofdstuk 6);
- De hoeveelheid hout die vrij komt uit dunningen en kap op basis van de opbrengsttabellen.

De resultaten worden weergegeven in figuur 3 t/m 8 en tabel 1.



**Figuur 3**

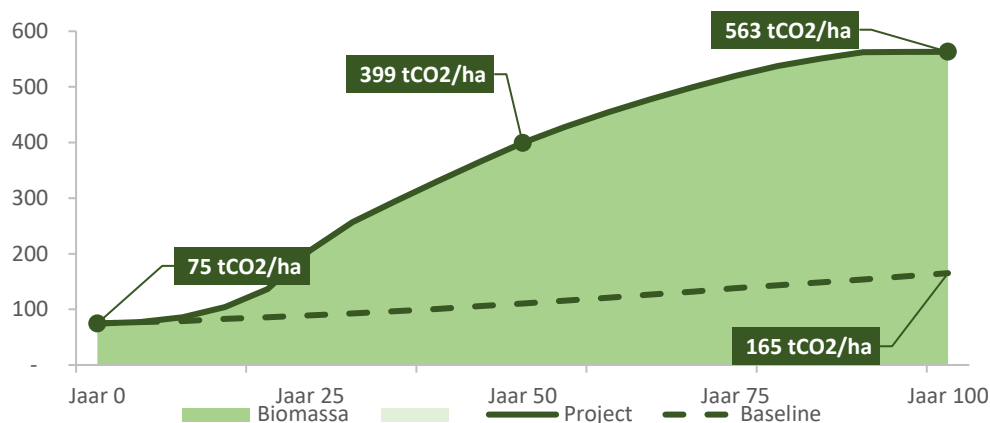
Ontwikkeling CO<sub>2</sub>-voorraad (ton CO<sub>2</sub>/ha) in projectscenario 1 t.o.v. baselinescenario 1 (groene stippellijn).



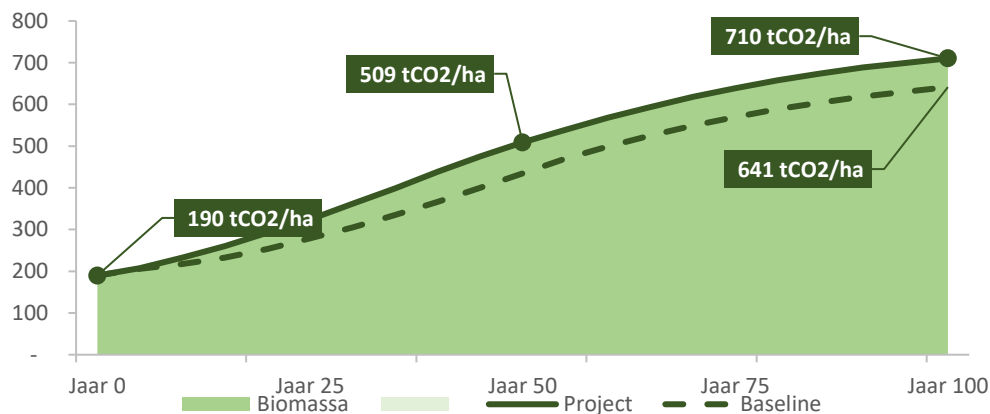
**Figuur 4**

Ontwikkeling CO<sub>2</sub>-voorraad (ton CO<sub>2</sub>/ha) in projectscenario 2 t.o.v. baselinescenario 1 (groene stippellijn).

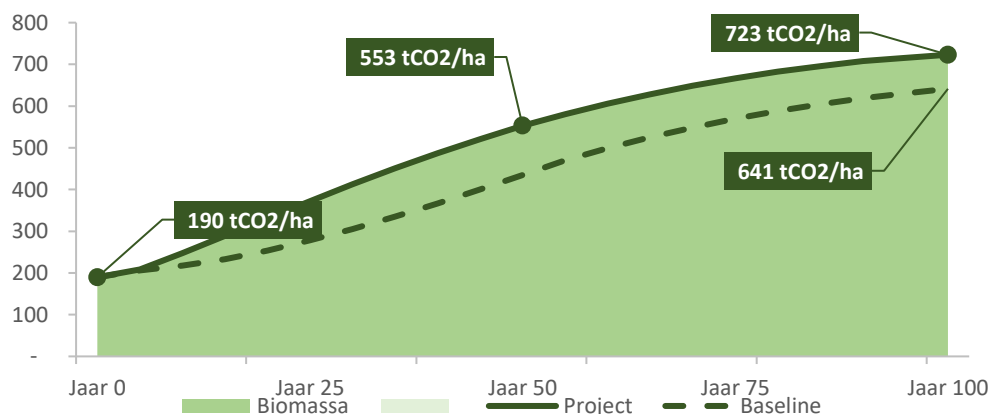
<sup>47</sup> Jansen, H., A. Oosterbaan (Red.). 2018. *Opbrengsttabellen Nederland 2018*. Wageningen, Wageningen Academic Publishers. Wanneer er van boomsoorten geen data voorhanden zijn, wordt er gebruik gemaakt van buitenlandse literatuur of een expertinschatting van de groei.



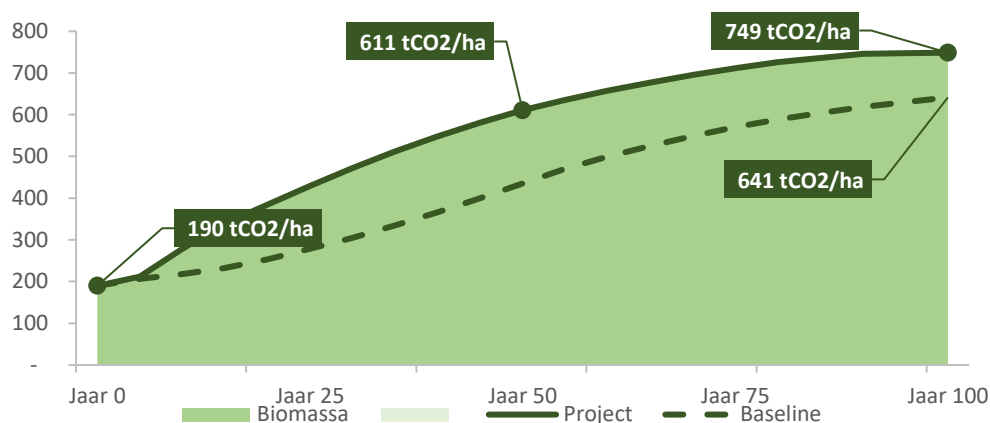
**Figuur 5**  
Ontwikkeling CO<sub>2</sub>-voorraad (ton CO<sub>2</sub>/ha) in projectscenario 3 t.o.v. baselinescenario 1 (groene stippellijn).



**Figuur 6**  
Ontwikkeling CO<sub>2</sub>-voorraad (ton CO<sub>2</sub>/ha) in projectscenario 4 t.o.v. baselinescenario 2 (groene stippellijn).



**Figuur 7**  
Ontwikkeling CO<sub>2</sub>-voorraad (ton CO<sub>2</sub>/ha) in projectscenario 5 t.o.v. baselinescenario 2 (groene stippellijn).



**Figuur 8**  
Ontwikkeling CO<sub>2</sub>-voorraad (ton CO<sub>2</sub>/ha) in projectscenario 5 t.o.v. baselinescenario 2 (groene stippellijn).

**Tabel 1**  
Additionele CO<sub>2</sub> vastlegging per projectscenario .

Projectscenario	Additionele CO <sub>2</sub> vastlegging (ton CO <sub>2</sub> /ha) na 100 jaar	Gemiddelde additionele CO <sub>2</sub> -vastlegging (ton CO <sub>2</sub> /ha/jr)
1. Aanplant van 25 kloempen in holle grove dennen bossen (met kroonbedekking 30%) op droge leemarme zandgrond	88 tCO <sub>2</sub> /ha	0,9 tCO <sub>2</sub> /ha/jr
2. Aanplant van 50 kloempen in holle grove dennen bossen (met kroonbedekking 30%) op droge leemarme zandgrond	163 tCO <sub>2</sub> /ha	1,6 tCO <sub>2</sub> /ha/jr
3. Vlaksgewijze aanplant in holle grove dennen bossen (met kroonbedekking 30%) op droge leemarme zandgrond	398 tCO <sub>2</sub> /ha	4,0 tCO <sub>2</sub> /ha/jr
4. Aanplant van 25 kloempen in holle grove dennen bossen (met kroonbedekking 50%) op lemige zandgrond	69 tCO <sub>2</sub> /ha	0,7 tCO <sub>2</sub> /ha/jr
5. Aanplant van 50 kloempen in holle grove dennen (met kroonbedekking 50%) bossen op lemige zandgrond	82 tCO <sub>2</sub> /ha	0,8 tCO <sub>2</sub> /ha/jr
6. Vlaksgewijze aanplant in holle grove dennen bossen (met kroonbedekking 50%) op lemige zandgrond	107 tCO <sub>2</sub> /ha	1,1 tCO <sub>2</sub> /ha/jr