

# Droogte-robuuste aanplantingstechnieken

Rapport voor het verkrijgen van vitaal en weerbaar (jong) bos

Oktober 2020

Eva Forceville

Onder begeleiding van prof. dr. ir. Jan Mertens, prof. dr. ir. Kris Verheyen,  
Rebecca Devlaeminck



Forceville, E., Mertens, J., Verheyen, K., Devlaeminck, R. (2020). *Droogte-robuuste aanplantingstechnieken. Rapport voor het verkrijgen van vitaal en weerbaar (jong) bos.*

## **INHOUDSOPGAVE**

<b>Inhoudsopgave</b>	<b>2</b>
<b>1 Inleiding</b>	<b>3</b>
<b>2 Literatuurstudie</b>	<b>4</b>
2.1 Boomsoorten- en herkomstenkeuze	4
2.1.1 Boomsoortenkeuze in een veranderend klimaat	4
2.1.2 Groeiplaatsanalyse	6
2.2 Technische maatregelen	7
2.2.1 Plantsoenkeuze	7
2.2.2 Bodemverbetering	7
2.2.3 Microklimaat	13
<b>3 Bevraging</b>	<b>16</b>
<b>4 Conclusie</b>	<b>22</b>
<b>Referenties</b>	<b>24</b>
<b>Bijlage A: Soorten beschikbaar in de groeiplaatsanalysetools</b>	<b>27</b>
<b>Bijlage B: Mogelijke rijkstrooiselsoorten en kwartiermakers</b>	<b>30</b>

## **1. INLEIDING**

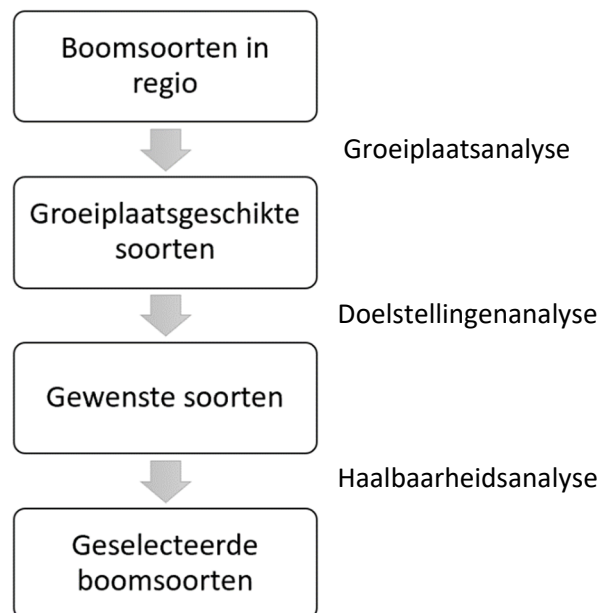
De afgelopen jaren merken bosbeheerders in Brugge een toenemende sterfte in recente bosaanplanten en bij zowel jonge als oudere bomen in dreven. De Brugse bossen bevinden zich op kleibodems in De Polders en, in de Zandstreek, op zandige bodems die van nature overwegend droog, maar soms ook vochtig kunnen zijn.

Om op zoek te gaan naar oplossingen voor dit probleem wordt door het Labo Bos & Natuur van de Universiteit Gent (prof. dr. ir. Jan Mertens en prof. dr. ir. Kris Verheyen) een klein, literatuurgebaseerd onderzoek gedaan in het kader van droogte-robuste aanplantingstechnieken voor zowel bosuitbreiding op voormalige landbouwgronden als verjonging in bestaand bos met focus op zandige bodems (Hoofdstuk 2). Daarbij wordt gezocht naar aangepaste boomsoorten, herkomsten en technische maatregelen om de overlevingskansen van jonge aanplantingen te maximaliseren. De nadruk ligt hierbij op het verkrijgen van vitaal en weerbaar (jong) bos dat bestand is tegen periodes met warm en – vooral – droog weer. Aanvullend werd een bevraging uitgevoerd bij een aantal mensen met praktijkkennis en -ervaring om een idee te krijgen over hoe wordt omgegaan met droogte (Hoofdstuk 3).

## **2. LITERATUURSTUDIE**

### **2.1 Boomsoorten- en herkomstenkeuze**

den Ouden et al. (2010) geven een stappenplan voor boomsoortenkeuze bij het bebossen van voormalige landbouwgronden en bij herbebossing (Figuur 1). Het stappenplan begint met het in kaart brengen van boomsoorten die reeds aanwezig zijn in de regio om daaruit, via een groeiplaatsanalyse, groeiplaatsgeschikte soorten te selecteren. Daaruit worden vervolgens soorten geselecteerd die beantwoorden aan de doelstellingen van het bosbeheer en soorten waarvan de verjonging technisch en economisch haalbaar is. Door het warmer en droger wordend klimaat is het echter aangewezen om de boomsoorten in de regio uit te breiden met soorten die hier beter tegen bestand zijn. Ook de groeiplaatsanalyse is een belangrijke factor voor het klimaatweerbbaar maken van bossen. Beide onderdelen worden verder toegelicht in paragraaf 2.1.1 en 2.1.2



*Figuur 1: Klassiek stappenplan bij boomsoortenkeuze (den Ouden et al., 2010).*

#### **2.1.1 Boomsoortenkeuze in een veranderend klimaat**

Millar et al. (2007) geven een aantal opties om het aanpassingsvermogen van bossen aan een veranderd klimaat te verhogen. Een van deze opties is het vestigen van zogenaamde 'neo-inheemse bossen'. Dit zijn bossen met soorten of herkomsten uit gebieden waarvan de klimaatcondities gelijkaardig zijn aan de voorspelde, toekomstige klimaatcondities in de doelregio. Deze kunnen buiten het huidige soortenspectrum van dat gebied vallen en worden momenteel dus als uitheems beschouwd. Demey et al. (2015) raden aan om het soortenspectrum uit te breiden met soorten waarvan de noordelijke areaalgrens Vlaanderen (nog) niet bereikt heeft. Deze soorten zijn de zogenaamde 'neo-inheemse soorten' en betreffen in de praktijk soorten uit Centraal- en Zuid-Europa. Bovendien raden ze aan om minder in te zetten op soorten waarvan de zuidelijke areaalgrens in onze contreien gelegen is. Het areaal van een aantal soorten kan geraadpleegd worden in de *European Atlas of Forest Tree Species*. In de literatuur worden enkele soorten aangereikt die bij ons beter zullen gedijen dankzij de klimaatverandering. Dit kunnen inheemse soorten zijn die beter zullen presteren of

‘neo-inheemse’ soorten (Tabel 1). Deze aanbevelingen dienen echter voorzichtig geïnterpreteerd te worden, o.a. omdat vaak geen rekening wordt gehouden met een mogelijk invasief karakter of gerelateerde ziektes en plagen. Daarnaast kunnen individuen van wijdverspreide soorten met een meer zuidelijke herkomst ook overgebracht worden naar noordelijke populaties omdat verondersteld wordt dat deze beter aangepast zijn aan een warmer en droger klimaat. Daardoor stijgt de kans dat de noordelijke populaties zich beter kunnen aanpassen aan het veranderend klimaat.

INBO is in zijn recent advies (A.3898) echter terughoudend over een actieve inbreng van zuidelijke en Centraal-Europese herkomsten en soorten. Ze nemen deze houding aan omdat klimaatverandering onvoorspelbaar is. Hoewel de temperaturen zullen toenemen en deze herkomsten en soorten hieraan aangepast zijn, kunnen ze in de problemen komen tijdens normale, koude vorstdagen in de winter. Problemen kunnen ook ontstaan door de fotoperiode die niet verandert, waar deze herkomsten en soorten niet aan aangepast zijn. Het gebruik van herkomsten en soorten uit Centraal- en Zuid-Europa brengt dus voor- en nadelen met zich mee. Daarom raadt INBO aan om verder aanbevelingen die voorbereid worden door EUFORGEN (*European Forest Genetic Resources Programme*) af te wachten die ze zullen doen op basis van een grondige pan-Europese evaluatie per boomsoort. Experimentele, wetenschappelijk opgevolgde aanplantingen kunnen wel uitgevoerd worden (Vander Mijnsbrugge et al., 2020).

*Tabel 1: Lijst van mogelijke soorten die beter aangepast zouden zijn aan het verwachte klimaat. De soorten worden ingedeeld volgens inheems of ‘neo-inheems’ (De Frenne et al., 2014; Nabuurs & Hommel, 2007; Thurm et al., 2018; Walentowski et al., 2017).*

<b>Soort</b>	<b>Status</b>	<b>Status</b>	<b>Type</b>
<i>Acer campestre</i>	inheems	<i>Sorbus aria</i>	neo-inheems
<i>A. platanoides</i>	neo-inheems	<i>S. torminalis</i>	inheems
<i>A. pseudoplatanus</i>	inheems	<i>Tilia cordata</i>	inheems
<i>Betula pendula</i>	inheems	<i>T. platyphyllos</i>	inheems
<i>Castanea sativa</i>	neo-inheems	<i>Ulmus laevis</i>	inheems
<i>Quercus cerris</i>	neo-inheems	<i>U. minor</i>	inheems
<i>Q. pubescens</i>	neo-inheems		

Onderzoekers zijn het er ook over eens dat de genetische diversiteit in onze bossen zo hoog mogelijk moet zijn om ze weerbaarder te maken tegen het veranderend klimaat. Daarbij speelt bosbouwkundig teelmateriaal een belangrijke rol. INBO heeft in datzelfde advies een terugvalscenario opgesteld voor boomsoortenkeuze in tijden van klimaatverandering. In dit scenario raden ze aan om zoveel mogelijk inheemse soorten te gebruiken met erkende en aanbevolen herkomsten. Dit biedt garantie dat de genetische basis voldoende breed is waardoor ze een grotere plasticiteit vertonen en dus weerbaarder zijn. Wanneer autochtone herkomsten beschikbaar zijn, krijgen deze ook de voorkeur. INBO is er zich echter van bewust dat de lijst met erkende en aanbevolen herkomsten vaak beperkend is voor bepaalde boomsoorten. Daarom zullen ze de lijst op korte termijn uitbreiden en daarbij bijzondere aandacht besteden aan herkomsten uit Noord-Frankrijk en Noordwest-Duitsland. Daarnaast wordt ook aangeraden om het plantsoen uit zaadboomgaarden te halen omdat daar de genetische diversiteit beter gewaarborgd is (Vander Mijnsbrugge et al., 2020) en om vooral in te zetten op inheemse soorten die robuust zijn en weinig gevoelig voor klimaatextremen en -veranderingen (Vandekerckhove et al., 2020).

Ten slotte is het aanbevolen om in te zetten op soortenrijke, gemengde bossen met opstanden die bestaan uit meerdere boomsoorten. Dit voorkomt dat o.a. volledige opstanden verloren gaan door

een soortspecifieke plaag en zorgt dus voor een betere risicospreiding (zie o.a. Thomassen et al., 2020). Binnen de boomsoorten kunnen ook verschillende herkomsten gehanteerd worden zodat een voldoende ruime diversiteit aan genenbronnen in het bos aanwezig is en kan gebruik gemaakt worden van verschillende leeftijdsklassen. Dit maakt het bos verder veerkrachtig tegen de gevolgen van het veranderend klimaat (Brang et al., 2014; Thomassen et al., 2020).

### 2.1.2 Groeiplaatsanalyse

Om een uiteindelijke boomsoortenkeuze te maken, moet een groeiplaatsanalyse uitgevoerd worden. Daarbij zijn bodemvruchtbaarheid en vochtvoorziening twee belangrijke variabelen. Voor de soortenkeuze zijn een aantal systemen ontwikkeld die de meest geschikte soorten bepalen aan de hand van de groeiplaatsanalyse.

- Voor Vlaanderen heeft het INBO 'BOBO' (Bodemgeschiktheid Bomen) ontwikkeld ([bobo.inbo.be](http://bobo.inbo.be)). Dit computerprogramma laat toe om een soortenkeuze te maken in functie van het bodemtype. Op basis van de bodemserie, die afgeleid kan worden van de Belgische bodemkaart, selecteert het programma soorten. De geselecteerde soorten krijgen een geschiktheidsscore toegekend gaande van 1 (zeer geschikt) tot 5 (niet geschikt). Soorten die zeer tot matig geschikt zijn (score 1 tot 3) kunnen aangeplant worden. Naast de bodemserie kunnen ook gegevens ingevoerd worden over voorkomende substraten, varianten in het moedermateriaal en profielontwikkeling, zuurtegraad en trofische eigenschappen van de bodem. Bij bebossing van voormalige landbouwgronden dient de trofiegraad ingesteld te worden op 5. Soorten kunnen ook geselecteerd worden door het gewenste perceel voor bebossing aan te duiden op de kaart (De Vos, 2000). De aanbevolen soorten door BOBO zijn echter eerder indicatief te beschouwen en kunnen op basis van ervaring verder uitgebreid worden.
- 'Fichier écologique des essences' is een hulpmiddel ontwikkeld door de Waalse overheid om bosbeheerders te ondersteunen in hun boomsoortenkeuze ([fichierecologique.be](http://fichierecologique.be)). Het programma bestaat uit vier modules die onderling met elkaar verbonden zijn (Petit et al., 2017):
  - o Cartografie: in deze module kan het gewenste perceel aangeduid worden op een kaart. Deze kaart is echter enkel uitgewerkt voor Wallonië waardoor de module minder bruikbaar is voor Vlaanderen.
  - o Bodemanalyse: deze module bestaat uit twee onderdelen. Enerzijds kunnen bodemeigenschappen bepaald worden op basis van het perceel geselecteerd in de module cartografie. Anderzijds kan de gebruiker zelf de bodemeigenschappen van het te bebossen perceel ingeven. Dit onderdeel is zeer gelijkaardig aan 'BOBO'. De module heeft als output een geschiktheidsmatrix die soorten rangschikt volgens een as die het klimaat representeert en een as die de water- en voedingstoestand van de bodem representeert. Soorten krijgen ten slotte een score optimaal, tolerant of beperkt tolerant voor elke as.
  - o Soorten vergelijken: de soorten die als resultaat van de bodemanalyse worden bekomen kunnen met deze module met elkaar vergeleken worden. Op deze manier kunnen hun plus- en minpunten vergeleken worden. Dit is een handige tool wanneer wordt getwijfeld tussen twee soorten om aan te planten.
  - o Boomfiche: deze fiches bevatten een uitgebreide beschrijving van alle beschikbare soorten. Deze module staat los van de andere en kan gebruikt worden om extra informatie over een specifieke soort in te winnen.

Beide tools houden echter niet of in beperkte mate rekening met de verwachte klimaatverandering. Eventuele wijzigingen die kunnen optreden in de bodem zijn niet opgenomen in de bodemanalyse en de soortenlijst bestaat hoofdzakelijk uit inheemse soorten. 'Fichier écologique des essences' is wel concreter uitgewerkt in vergelijking met 'BOBO'. Naast de tool voor de standplaatsgeschiktheidsanalyse bevat 'Fichier écologique des essences' een uitgebreide beschrijving van elke soort. 'BOBO' bevat informatie over een 70-tal boom- en struiksoorten die inheems zijn of al lange tijd ingeburgerd, 'Fichier écologique des essences' bevat informatie over een 50-tal soorten waarvan ook een aantal uitheemse soorten (Bijlage A). In het kader van klimaatverandering is er dus een noodzaak aan een verdere uitwerking van deze tools om bosbeheerders te helpen in hun boomsoortenkeuze.

## **2.2 Technische maatregelen**

Naast een goede soortenkeuze is het wenselijk om bossen verder klimaatweersbaar te maken aan de hand van een aantal technische maatregelen. Deze maatregelen starten met een goede plantsoenkeuze en gaan verder met technieken voor bodemverbetering en het creëren en behoud van een microklimaat.

### **2.2.1 Plantsoenkeuze**

Voor het aanplanten kunnen enkele technieken toegepast worden in de kwekerijen om de kwaliteit van het plantsoen te verhogen zodat het beter bestand is tegen drogere periodes. Het is aangeraden om hiermee rekening te houden bij aankoop van het plantsoen.

Momenteel wordt in de praktijk nog regelmatig voor naaktewortelplantsoen gekozen, maar in het kader van droogte gaat de voorkeur uit naar plugplantsoen opgekweekt in diepe containers (30 cm). Door gebruik te maken van diepe containers kunnen de zaailingen een dieper wortelstelsel ontwikkelen waardoor ze na aanplant gemakkelijker diepe bodemlagen kunnen bereiken. Dit is vooral van belang bij soorten die snel een lange penwortel moeten ontwikkelen zoals *Quercus* sp. Bovendien wordt voor het materiaal van de containers bij voorkeur gekozen voor HDPE (*High-Density Polyethylene*) in plaats van papier. Dit komt doordat een aantal nadelen verbonden zijn aan papieren containers in tegenstelling tot containers gemaakt uit HDPE zoals een beperkte ontwikkeling van de fijne wortels, een slechte verdeling van de wortels in de container en een hoog waterverlies door evaporatie uit het substraat (Chirino et al., 2009). Een andere techniek om de droogte-resistentie van zaailingen te verhogen is *drought preconditioning*. Door de zaailingen 3 tot 6 maanden bloot te stellen aan een verminderde waterbeschikbaarheid, zijn ze beter bestand tegen droge condities in het veld na aanplanten (Chirino et al., 2009; Vallejo et al., 2012).

### **2.2.2 Bodemverbetering**

Om de overlevingskansen van jonge aanplantingen tijdens drogere periodes te maximaliseren kunnen een aantal maatregelen genomen worden op vlak van waterbeschikbaarheid en bodemvruchtbaarheid zodat de omstandigheden op het terrein te verbeteren.

#### **Waterbeschikbaarheid**

Aangezien water steeds meer een limiterende factor zal worden door het droger en warmer wordend klimaat, is het belangrijk om een aantal maatregelen te nemen om het watervasthoudend vermogen

van de bodem te optimaliseren. In (semi-)aride gebieden zijn hiervoor een aantal zogenaamde *water harvesting*-technieken ontwikkeld. Deze technieken voorzien het plantgat van een soort dam dat de afvoer van het water van het perceel vertraagt zodat het water rond de aanplant kan infiltreren. Het succes van deze technieken is echter afhankelijk van een aantal variabelen waaronder de hoeveelheid neerslag en de verdeling ervan, bodemeigenschappen en topografie (Chirino et al., 2009). Drie van deze technieken, geschikt voor bosbouw, kunnen ook in onze contreien uitgetest worden. De technieken zijn echter minder toepasbaar voor doorlatende zandbodems wanneer de infiltratiesnelheid hoger is dan de neerslagintensiteit en voor zeer vlakke terreinen.

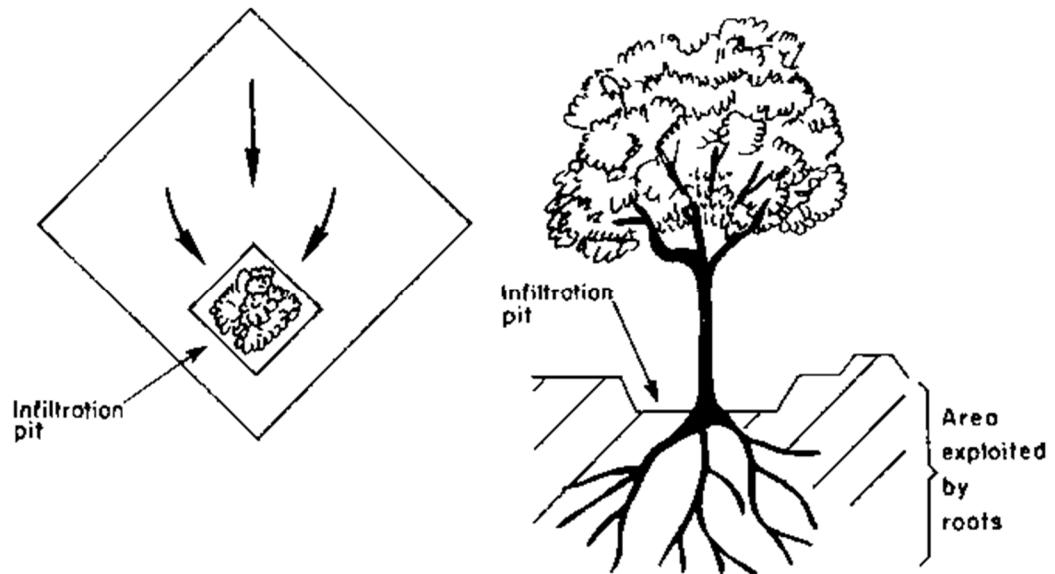
Onderstaande technische uitwerking wordt gegeven door Critchley et al. (2013):

- *Negarim microcatchment* (Figuur 2) is de meest toegepaste techniek. Het systeem bestaat uit vierkante eenheden die worden omgeven door een lage aardenwal. Elke eenheid bestaat uit een opvanggebied en een infiltratieput. De infiltratieput, waarin de boom wordt aangeplant, is gelegen in de laagst gelegen hoek van de eenheid. De techniek is geschikt voor bodems dieper dan 1,5 m, hellingen tot 5% en een effen ondergrond. Bij een oneffen ondergrond kan het systeem opgedeeld worden in kleinere subsystemen. Het grootste nadeel van deze techniek is dat achteraf niet met machines tussen de bomen gewerkt kan worden. Bovendien dient een grondige afweging gemaakt te worden tussen opbrengsten en kosten omdat het systeem initieel vaak niet rendabel is.

De grootte van het systeem wordt bepaald op basis van de waterbehoefte van de bomen die aangeplant worden of een schatting daarvan. Algemeen wordt gekozen voor een grootte tussen 10 en 100 m<sup>2</sup>. Voor de constructie van de aardenwallen wordt de hoogte bepaald in functie van de helling en de grootte van het systeem met een minimum van 25 cm. De bovenkant van de wal moet minimaal 25 cm breed zijn en de helling van de zijwanden moet zich in een 1:1 bereik bevinden om de kans op erosie te reduceren. Erosie kan verder onderdrukt worden door de zijwanden in te zaaien met gras. Ten slotte worden de afmetingen van de infiltratieput bepaald op basis van de grootte van het systeem. In het begin is het zeer belangrijk om het systeem grondig te controleren na elke regenval. De wallen zijn namelijk gevoelig voor erosie en schade kan leiden tot een 'domino' effect. De methode om de waterbehoefte te berekenen, tabellen met afmetingen en een stappenplan voor de plaatsing van het systeem zijn terug te vinden in de handleiding.

Wanneer het systeem volledig geïnstalleerd is, moeten de zaailingen na de eerste regenval aangeplant worden. Daarbij is het aangeraden om gebruik te maken van plantsoen met een minimale hoogte van 30 cm. Er wordt ook aangeraden om per eenheid twee zaailingen aan te planten waarvan een in de infiltratieput en de andere op een verhoog aan de achterkant van de put. Daarbij wordt verwacht dat de zaailing in de infiltratieput de hoogste overlevingskansen heeft en de andere eerder een verzorgende functie. Mochten beide zaailingen toch overleven, moet de zwakste verwijderd worden na de start van het tweede seizoen. Verder wordt aangeraden om mest of compost toe te voegen aan het plantgat om de vruchtbaarheid en het watervasthoudend vermogen te verbeteren en om regelmatig te wieden in de nabijheid van de put.



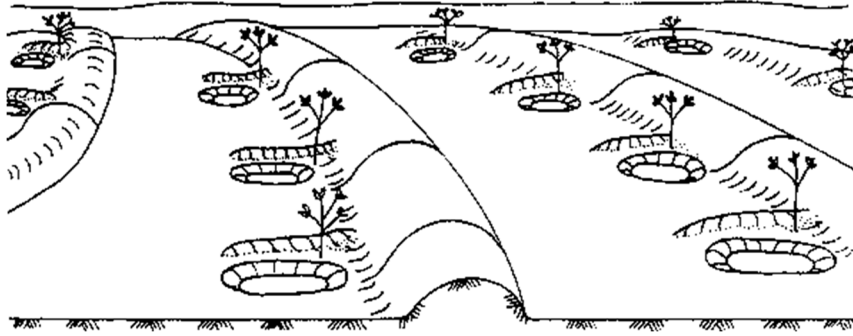


Figuur 2: Links: bovenaanzicht, rechts: zijaanzicht van een aparte eenheid van het Negarim microcatchment-systeem (Critchley et al., 2013).

- *Contour bunds* (Figuur 3) is een vereenvoudigde vorm van *microcatchment* en wordt toegepast voor het aanplanten van bomen op grote schaal. Het systeem bestaat uit aardenwallen evenwijdig met de hoogtelijnen en kleinere verbindingen loodrecht op de aardenwallen die het systeem in individuele eenheden verdelen. De infiltratieput bevindt zich op de kruising tussen de aardenwallen en de kleinere verbindingen. Dit systeem wordt minder toegepast dan *Negarim microcatchment*, maar blijkt wel economisch rendabeler te zijn. De voorwaarden om de techniek toe te passen, zijn dezelfde als deze voor *Negarim microcatchment*.

De grootte van het systeem wordt opnieuw bepaald op basis van de waterbehoefte van de gewenste soorten of een schatting daarvan. Bij dit systeem ligt de grootte algemeen tussen 10 en 50 m<sup>2</sup> en wordt veelal vastgelegd op 25 m<sup>2</sup>. Voor de constructie van de aardenwallen wordt een hoogte tussen 20 en 40 cm gekozen en een basis van minimaal 75 cm. De wallen liggen bij voorkeur 5 tot 10 m uit elkaar waarbij de afstand afneemt met de helling. Na constructie is het aangeraden om de wallen aan te drukken zodat ze enigszins beschermd zijn tegen erosie en om ze eventueel in te zaaien met gras. De kleinere verbindingen kunnen gemaakt worden met de aarde afkomstig uit de infiltratieput en liggen 2 tot 5 m uit elkaar met een basis van 75 cm en een hoogte van 25 cm. Afmetingen van de infiltratieput worden meestal vastgelegd op 80 x 80 cm en 40 cm diep. Ten slotte moet een laterale wal geconstrueerd worden van 25 tot 30 cm hoog om ervoor te zorgen dat water niet uit het systeem kan stromen.

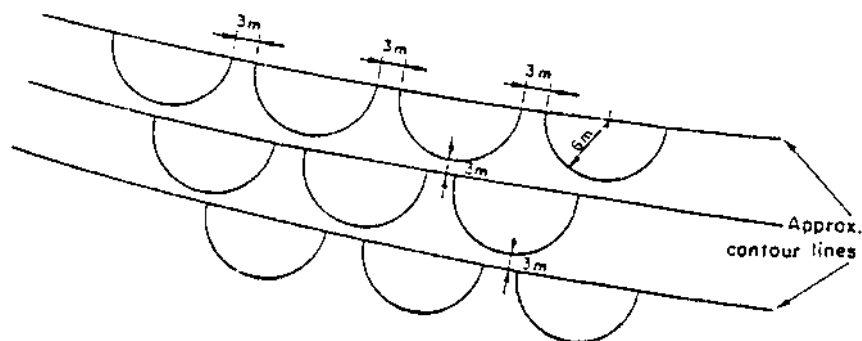
Net zoals bij *Negarim microcatchment* moeten de zaailingen vlak na de eerste regenval aangeplant worden en wordt een plantsoenhoogte van minimaal 30 cm aangeraden. Bij dit systeem wordt de zaailing aangeplant tussen de infiltratieput en de kleinere verbinding. Er kan eventueel een tweede zaailing aangeplant worden in de infiltratieput zelf om de overlevingskansen in een zeer droog jaar te maximaliseren. Verder dient ook hier mest of compost toegevoegd te worden.



Figuur 3: Schematische weergave van contour bunds (Critchley et al., 2013).

- *Semi-circular bunds* (Figuur 4) is een eenvoudige methode om het watervasthoudend vermogen van de bodem te verbeteren. Deze techniek is geschikt voor hellingen kleiner dan 2% met een effen ondergrond. Dit is een zeer efficiënte techniek, maar wordt traditioneel beperkt toegepast.

Het systeem bestaat uit halfcirkelvormige wallen met een doorsnede van 12 m waarvan de toppen op de hoogtelijn gelegen zijn. De toppen van twee naast elkaar liggende wallen, liggen 3 m uit elkaar. De wallen worden zodanig geconstrueerd zodat de hoogte 25 cm bedraagt en de helling van de zijwanden zich in een 1:1 bereik bevinden. De toppen van de wallen in onderliggende rijen zijn verschoven zodat het water dat afstroomt uit het bovenliggende gebied opgevangen kan worden. De afstand tussen twee onder elkaar liggende rijen bedraagt 3 m van basis tot top. Een stappenplan voor de constructie van de wallen is terug te vinden in de handleiding. Ook bij deze techniek is regelmatige controle van het systeem vereist om eventuele schade na regenval te herstellen. De zaailingen moeten binnen de wallen aangeplant worden, maar verdere aanbevelingen met betrekking tot de aanplant worden niet gedaan.



Figuur 4: Schematische weergave van het bovenaanzicht van semi-circular bunds (Critchley et al., 2013).

Vooraleer overwogen wordt om een van deze technieken toe te passen, dienen de karakteristieken van de gekozen boomsoort eerst onderzocht te worden. Zijn de wortels bijvoorbeeld gevoelig voor stagnerend water, dan is het niet aangewezen om een van deze technieken te gebruiken of moet gezocht worden naar een alternatieve positie om de boom aan te planten (Kefri, 2014).

Naast het gebruik van *water harvesting*-technieken kunnen ook een aantal puntsgewijze en vlakdekkende maatregelen genomen worden om het behoud van water in de bodem te garanderen. Daarnaast hebben ze ook invloed op de bodemeigenschappen en het voorkomen van onkruiden. De puntsgewijze maatregelen worden geconcentreerd rond het plantgat terwijl vlakdekkende maatregelen over het volledige perceel gebeuren.

- Puntsgewijze maatregelen

- Gebruik van diepere plantgaten (60 cm) zodat de wortels van de zaailingen diepere bodemlagen kunnen bereiken (Chirino et al., 2009).
- Mulching reduceert bodemevaporatie en competitie door onkruiden. Materialen die geschikt zijn voor mulching worden opgedeeld in organische en anorganische materialen. Over het algemeen krijgen organische materialen de voorkeur omdat ze afgebroken kunnen worden door bodemorganismen met als gevolg dat nutriënten in de bodem terecht komen. Dit heeft een positief effect op de bodemvruchtbaarheid (Ranjan et al., 2017).
  - Schors houdt lange tijd vocht vast waardoor het een positief effect heeft op de vochtvoorziening voor de zaailingen.
  - Gemaaid gras, hierbij wordt aangeraden om het gras te drogen aangezien het bij regen een eigen wortelstelsel kan vormen.
  - Droge bladeren, deze worden bij voorkeur gecomposteerd. Om te vermijden dat de bladeren wegwaaien worden takjes of schors op de bladeren gelegd.
  - Stro, dit is goed mulchmateriaal omdat het waterdoorlatend is en de competitie met onkruiden reduceert. Nadelig aan stro is dat het een stikstoftekort kan veroorzaken.
  - Compost verbetert fysische, chemische en biologische eigenschappen van de bodem.
  - Zaagsel heeft door zijn hoge C/N-verhouding een trage afbraaksnelheid waardoor minder nutriënten in de bodem terecht komen. Hierdoor kan een tekort aan stikstof optreden zodat bijkomende bemesting eventueel nodig zal zijn. Daarnaast kan zaagsel vocht voor een lange periode vasthouden.
  - Mulchplaten of boomplaten: dit zijn biologisch afbreekbare platen die rond de jonge boom gelegd worden waardoor concurrerende vegetatie niet kan opgroeien. Het is aangeraden om dit enkel te gebruiken in wijde plantverbanden of voor specifieke doelsoorten in menging omdat dit hoge kosten met zich meebrengt (den Ouden et al., 2010).

*Tabel 2: De optimale dikte in cm voor elk mulchmateriaal (Ranjan et al., 2017).*

<b>Mulchmateriaal</b>	<b>Dikte (cm)</b>
Schors	5 – 10,1
Gemaaid gras	5 – 7,6
Droge bladeren	7,6 – 10,1
Stro	15,2 – 20,3
Compost	7,6 – 10,1
Zaagsel	/

- Aanplanten van bodembedekkers om bodemevaporatie te reduceren. Planten met grote horizontale bladeren zijn hiervoor geschikt (Kefri, 2014).

- Wortels van onkruiden volledig verwijderen om competitie te reduceren en evaporatie ten gevolge van capillariteit te beperken. Dit brengt echter het risico op erosie en een verminderde nutriëntenbeschikbaarheid met zich mee (Kefri, 2014).
- Vlakdekkende maatregelen
  - Grondbewerkingen (o.a. ploegen) om de fysische eigenschappen van de bodem te verbeteren, evaporatie ten gevolge van capillariteit te reduceren en competitie door onkruiden te onderdrukken. Dit kan nadelige gevolgen hebben voor de nutriëntenbeschikbaarheid en het risico op erosie verhogen (Kefri, 2014).

Bovenstaande maatregelen spelen sterk in op de competitie door onkruiden, maar de invloed van spontane kruidgroei op jonge aanplantingen is tweezijdig. Enerzijds oefenen ze een negatieve invloed uit doordat ze concurrentie vormen voor licht, ruimte, water en nutriënten. Anderzijds kunnen ze een positief effect hebben doordat ze bodemevaporatie reduceren en bescherming bieden tegen o.a. zonnebrand (den Ouden et al., 2010). Het netto-effect is situatieafhankelijk en dient in de praktijk geëvalueerd te worden.

### **Bodemvruchtbaarheid**

Om maatregelen te nemen met betrekking tot bodemvruchtbaarheid dient een onderscheid gemaakt te worden tussen bosuitbreiding op voormalige landbouwgronden en bosverjonging in bestaand bos. Bij bosuitbreiding wordt verwacht dat er een teveel aan nutriënten aanwezig is, terwijl in een bestaand bos eerder bodemverzuring of een gebrek aan een aantal micro- en macronutriënten optreedt.

Mausolf et al. (2018) vonden in hun onderzoek dat de (a)biotische toestand van de bodem invloed heeft op de gevoeligheid van de aanplantingen voor droogte. Dit komt door een verschillende ontwikkeling van de fijne wortels waardoor verschillen in densiteit en morfologie ontstaan. Op voormalige landbouwgronden blijkt dit ervoor te zorgen dat de droogtegevoeligheid van bomen toeneemt. Het blijft echter onduidelijk welke (lange termijn) effecten deze verschillen in landgebruik hebben op de manier waarop boomsoorten reageren op het veranderend klimaat.

Bestaand bos op zandgronden wordt typisch gedomineerd door zuur-strooiselsoorten zoals eik (*Quercus* sp.), beuk (*Fagus sylvatica*) en grove den (*Pinus sylvestris*). Deze bossen worden geconfronteerd met bodemverzuring, een lage nutriëntenbeschikbaarheid en een laag vochthoudend vermogen in de minerale bodem waardoor ze een lage veerkracht vertonen tegenover klimaatverandering. De beheerder kan deze bossen laten ontwikkelen naar veerkrachtige bosesystemen door in te zetten op (menging met) rijkstrooiselsoorten zodat de nutriëntenbeschikbaarheid en het vochthoudend vermogen van de minerale bodem toenemen. Rijkstrooiselsoorten zorgen voor het herstel van de nutriëntenpomp. Dit doen ze enerzijds door het aandeel basische kationen in de humuslaag en minerale bodem te verhogen zodat bodemfauna zich beter kunnen ontwikkelen. Op die manier kunnen bodemfauna zorgen voor een goede afbraak en vermenging van het strooisel met de minerale bovengrond. Hierdoor komen de nutriënten beschikbaar voor plantopname. Anderzijds zorgen rijkstrooiselsoorten voor het efficiënter rondpompen en recycleren van deze basen waardoor ze snel opnieuw beschikbaar komen. Bijkomend dragen rijkstrooiselsoorten bij aan een betere bodemontwikkeling en bijgevolg aan een toename van het humusgehalte. Dit kan een invloed hebben op het vochthoudend vermogen van de bodem omdat de veldcapaciteit door absorptie zou kunnen toenemen. In de praktijk zijn de mogelijkheden voor rijkstrooiselsoorten echter beperkt omdat ze zelf een goede basenvoorziening vereisen. Als oplossing wordt daarom geopteerd om gebruik te maken van zogenaamde 'kwartiermakers'. Dit zijn soorten die

de bodemverbetering op gang brengen om later meer-eisende rijkstrooiselsoorten aan te planten (Thomassen et al., 2020). Een lijst van mogelijke rijkstrooiselsoorten en kwartiermakers wordt gegeven in Bijlage B.

De Vos et al. (2020) zijn echter minder enthousiast over de introductie van rijkstrooiselsoorten. Door hun strooiselkenmerken zouden ze in staat zijn om het proces van bodemverzuring te stoppen en de bodem van het Al- of Fe-bereik terug in het bufferbereik van basenuitwisseling te brengen, maar rijkstrooiselsoorten kunnen de bodem niet zomaar verbeteren aangezien ze zelf een hoge basebehoefte hebben en gevoelig zijn voor Al-toxiciteit. Door de betere strooiselkwaliteit zal het bodemleven weldegelijk geactiveerd worden en het organisch materiaal beter in de bodem ingewerkt worden, maar ze zullen slechts basen accumuleren in het bladstrooisel als deze ook in voldoende mate beschikbaar zijn in de bodem. Het is dus een utopie om zonder inbreng van kalk echte 'regeneratie' van de bodem te verkrijgen. Zelfs met bekalking (in de plantput) zal het effect op de bladvalkwaliteit relatief beperkt zijn. Bekalking kan op verschillende manieren gebeuren:

- Oppervlakkige bekalking (De Vos et al., 2020)
- Steenmeeltoediening: door verwerking van het steenpoeder komen langzaam kationen vrij. Dit zorgt ervoor dat de beschikbaarheid van verweerbare nutriënten wordt aangevuld (Thomassen et al., 2020). Dit gebeurt met een zeer kleine toename in pH. Het toevoegen van steenmeel heeft ook een significante toename van regenwormen en fijne wortels tot gevolg wat gunstig is voor de voedingshuishouding. Dit is echter nog geen bewezen herstelmaatregel en aanvullend onderzoek is dus nodig (De Vries et al., 2019).
- Alternatieve kalkproducten uit de industrie (o.a. marmerslijpsel, zuiveringslib ...): deze producten dienen echter voorzichtig gehanteerd te worden omdat er enkele ecologische nadelen mee verbonden zijn zoals contaminanten, sterke verandering van de kruidlaag van bossoorten naar meer ruderaal soorten en een sterke mineralisatie van de strooisellaag (De Vos et al., 2020).
- In het eco2eco project wordt geëxperimenteerd met een mengsel van lavagruis (1 kg), dolokal (250 g), thomaskali (50 g) en kieseriet (50 g). Dit werd toegediend in de plantpunt zodat het nut van plantputbemesting binnen enkele jaren geëvalueerd kan worden. Bijkomend werden ook 20 g hydraterende gelkorrels toegevoegd. Deze zouden het watervasthoudend vermogen van de bodem verhogen (De Vos et al., 2020).

Naast bekalking kunnen nog een aantal andere technieken toegepast om de voedingsbalans te herstellen:

- Takbemesting en/of groencompost bij voorkeur afkomstig van nutriëntenrijke soorten, gegroeid op rijke gronden. Door deze techniek wordt de bodem chemisch, fysisch en vooral biologisch voorbereid om andere boomsoorten te ontvangen (De Vos et al., 2020).
- Biochar: reduceert bodemcompactie en verbetert fysische eigenschappen van de bodem en opname van nutriënten (Parthiban & Seenivasan, 2017). Het effect van biochar is echter nog moeilijk te kwantificeren. Bovendien is het een dure maatregel en moeten de productie-emissies ook in rekening gebracht worden (Boosten et al., 2018).

Het bijmengen van rijkstrooiselsoorten, bekalking en andere technieken kunnen ook toegepast worden bij bosuitbreiding op voormalige landbouwgronden.

### 2.2.3 Microklimaat

Naast waterbeschikbaarheid is de aanwezigheid van een microklimaat ook een belangrijke factor om de overlevingskansen van nieuwe aanplantingen te maximaliseren. Een microklimaat zorgt ervoor dat

de luchtvochtigheid en het bodemvochtgehalte hoog blijven en temperatuurextremen gebufferd worden. Hierdoor kunnen klimaatextremen zoals drogere periodes beter gebufferd worden en hebben de aanplantingen hogere overlevingskansen (Vandekerckhove et al., 2020). Daarom is het creëren of het behoud van een zekere vorm van overscherming belangrijk.

Een microklimaat kan bij bosuitbreiding enerzijds op een kunstmatige manier gecreëerd worden door gebruik te maken van boomkokers en anderzijds op een natuurlijke manier door snelgroeïende bomen aan te planten.

- Een boomkoker beïnvloedt het microklimaat rond een individuele boom door een toename van de temperatuur, relatieve vochtigheid en CO<sub>2</sub>-concentratie en een afname van de rechtstreekse instraling. Bovendien biedt een boomkoker bescherming tegen de uitdrogende werking van de wind (Chirino et al., 2009). del Campo et al. (2006) onderzochten het effect van boomkokers op jonge aanplantingen waarbij ze zowel positieve als negatieve effecten vonden. Enerzijds zorgen hoge temperaturen voor een toename in VPD (*Vapor Pressure Deficit*) tussen de bladeren en de atmosfeer wat schadelijk kan zijn voor de jonge bomen. Anderzijds zorgt een temperatuurverschil tussen de lucht en de wanden van de boomkoker ervoor dat dauw kan condenseren wat leidt tot een extra bron van water. Het is dus belangrijk om een afweging te maken tussen deze effecten.

del Campo et al. (2006) gebruikten voor hun onderzoek twee types boomkokers:

- o Fast Protect, hoogte = 50 cm, buitendiameter = 7 cm, enkelwandig met 35 halfcirkelvormige microtubes met een straal van 2,5 mm zonder ventilatie
- o SETS, hoogte = 50 cm, buitendiameter = 10 cm, dubbelwandig met vierkante microtubes met een zijde van 2,5 mm zonder ventilatie

Uit hun onderzoek blijkt enerzijds dat het bodemvocht binnen de enkelwandige boomkokers hoger ligt hoewel het totale condensatieoppervlak van de dubbelwandige boomkokers groter is. Dit is te wijten aan de kleine doorsnede van de microtubes. Ook het gebogen binnenoppervlak van de enkelwandige boomkokers biedt een voordeel aangezien op die manier afstroomkanalen gecreëerd worden waarlangs het water naar beneden kan stromen. Anderzijds ontstaan hogere temperaturen en lagere CO<sub>2</sub>-concentraties in de enkelwandige boomkokers doordat de lucht niet kan circuleren ten gevolge van de kleinere diameters. Daarom suggereren del Campo et al. (2006) een aantal aanpassingen aan het design om de kenmerken van beide boomkokers te combineren. Een dubbelwandige boomkoker met microtubes met een doorsnede van 10 mm<sup>2</sup> en een gebogen oppervlak bieden voordelen voor dauwcollectie. Een grotere totale diameter en een vorm van ventilatie worden aangeraden voor luchtcirculatie zodat de binnentemperatuur niet te hoog wordt.

- Gómez-Aparicio et al. (2004) raden een tweefasige aanpak aan om snel een microklimaat te verkrijgen bij bosuitbreiding. In een eerste fase worden snelgroeïende lichtboomsoorten en pionierstruiken aangeplant en in een tweede fase schaduwboomsoorten die beschermt worden door het microklimaat ontstaan uit de eerste fase. Bovendien raden ze aan om struiken die reeds aanwezig zijn op het te bebossen perceel niet te verwijderen omdat deze ook een microklimaat vormen waarvan de jonge aanplantingen kunnen profiteren tijdens droge zomers. Om competitie van de struiken te vermijden, kunnen stroken verwijderd worden. Het plantsoen dient dan in het midden van de strook aangeplant te worden. Deze methode wordt steeds relevanter onder de verwachte klimaatverandering aangezien de faciliterende werking toeneemt met een toenemende abiotische stress.

In een bestaand bos is het belangrijk om het bosmicroklimaat te behouden door gebruik te maken van een scherm bij verjonging. Dit kan door kleinschalig bosbeheer toe te passen waarbij de kroonlaag zoveel en zo lang mogelijk gesloten blijft (Thomassen et al., 2020). Dit is vooral van belang voor een aantal climaxboomsoorten, waaronder beuk, die droogtegevoelig zijn. Bij extreme droogte speelt een gesloten bosverband een grote rol bij de overlevingskansen van deze soorten. Daarom is het belangrijk om sterke dunningen te vermijden en de eindkap kleinschalig uit te voeren. Daarnaast moet ook kleinschalig gewerkt worden in aansluitende bosbestanden. Een grote kapvlakte of een open plek kan namelijk een negatief effect hebben op het bosmicroklimaat tot 100 m diep in het bos. Om dit te verwezenlijken wordt best gebruik gemaakt van boomgerichte beheersystemen zoals uitkapsystemen of plenterbos. Ook kleinschalige groepenkappen kunnen toegepast worden (Vandekerckhove et al., 2020).

### **3. BEVRAGING**

Naast de literatuurstudie werden zes interviews afgenomen bij beheerders (Tabel 3), verspreid over heel Vlaanderen, om een idee te krijgen over hoe wordt omgegaan met droogte in de praktijk. Tijdens de interviews werden onderstaande vragen gesteld. De antwoorden die hier gegeven worden zijn een synthese van de antwoorden van alle beheerders. Naast elke vraag staat tussenhaakjes weergegeven hoeveel antwoorden werden gegeven op de desbetreffende vraag.

*Tabel 3: Naam, functie en regio van tewerkstelling van de geïnterviewden.*

<b>Naam</b>	<b>Functie</b>	<b>Regio</b>
Bart Backaert	Hoofdbrigadier	Stad Aalst, onderhoud groen
Jan Goris	Coördinator	Bosgroep Houtland
An Pierson	Diensthoofd	Bosgroep Limburg
Jan Seynaeve	Coördinator	Bosgroep Zuiderkempen
Thomas Van de Peer	Adjunct-coördinator	Bosgroep Kempen Noord
Klaartje Van Loy	Coördinator	Bosgroep Oost-Vlaanderen Midden

#### 1. Ervaren jullie nu al effecten van droogteperiodes? (6)

Alle beheerders geven aan dat ze de effecten van droogteperiodes ondervinden. De effecten zijn vooral voelbaar in het voorjaar en in de zomer. De vitaliteit van jonge aanplantingen gaat de laatste 2 à 3 jaar achteruit en er is ook veel uitval dat tot 2 jaar na aanplant kan optreden. Daarbij merken ze dat dit niet optreedt voor 1 à 2 boomsoorten, maar dat de vitaliteit van een volledige lijst aan soorten achteruit gaat. In stedelijke omgeving zijn deze effecten al langer voelbaar dan in bosverband.

Soorten waarmee de grootste problemen ondervonden worden zijn fijnspar (*Picea abies*), grove den, Corsicaanse den (*Pinus nigra subsp. laricio*) en beuk, maar ook boskers (*Prunus avium*), douglas (*Pseudotsuga menziesii*) en linde (*Tilia* sp.). Over het algemeen zijn boomsoorten met een oppervlakkig wortelstelsel gevoeliger voor droogte.

#### a. Welke terreinen/bossen zijn het meest gevoelig? (3)

Bodems die uitgeput zijn, zijn gevoeliger.

- Klei: lang vochtig, maar vanaf het droog is, zorgt het voor problemen en is de bodem moeilijk te herstellen
- Rijke zandgronden: meestal beter gebufferd
- Droge zandgronden met stuifduinen zijn enorm gevoelig
- Leembodems met organische laag zijn beter bestand

#### b. Zien jullie een onderscheid bij bosverjonging onder scherm – aanplant van nieuw bos op landbouwgrond – aanplant van dreven – behoud van oudere dreven? (5)

- Open veld: effect van droogte en hitte zijn zwaarder waardoor de kans op sterfte groter is en meer uitval optreedt.



- Dreven (beuk en linde): in open omgeving zien ze sterker af dan wanneer ze omgeven worden door een bos. De aanplantingen in open omgeving die zich op zonnige, droge plaatsen bevinden, ondervinden de meeste problemen.
- In oudere bossen treden vooral problemen op aan de randen en in dreven, zeker aan de oostzijde omdat daar een droge oostenwind kan optreden waar bomen onder lijden.
- Onder scherm zijn de effecten van droogte veel minder voelbaar. Wanneer een aanplant op open terrein gebeurt en een stukje beschaduwd wordt, zien ze dat minder uitval optreedt in dat ene stukje in vergelijking met de rest van het terrein.

Het is dus belangrijk om in te zetten op het behoud van een microklimaat, want hoe opener het bos is, hoe extremer de gevolgen van droogte zijn.

## 2. Hoe maken jullie een boomsoortenkeuze voor bosuitbreiding?

### a. Hoe voeren jullie een groeiplaatsanalyse uit en welke tools gebruik je hiervoor? (5)

De meeste beheerders baseren zich vooral op de traditioneel voorkomende soorten om een soortenkeuze te maken. Daarvoor kijken ze naar soorten die voorkomen in bossen uit de omgeving of soorten die zich spontaan vestigen via natuurlijke verjonging. Daarbij wordt ook gebruik gemaakt van de bodemkaart om de standplaatsgeschiktheid van de soorten na te gaan. De standplaatsgeschiktheid bepalen ze ook door op het terrein de vochthuishouding te evalueren, de aanwezigheid van een humuslaag na te gaan ...

BOBO: beheerders gebruiken de tools op verschillende manieren en hebben er elk hun eigen bedenkingen bij:

- Eerste verkennende stap, maar in de praktijk wijken ze ervan af
- Bevestiging om te kijken of geen soorten over het hoofd worden gezien
- Gebruik bij afwijkende bodemtypes om ideeën op te doen

BOBO wordt in de praktijk vooral gebruikt om te kijken welke soorten bijgemengd kunnen worden naast de traditioneel voorkomende soorten om op die manier variatie in de bossen te brengen.

### b. Houden jullie bij de soortenkeuze rekening met de toenemende droogte? Kiezen jullie enkel voor inheemse soorten of ook al voor soorten en herkomsten uit meer zuidelijke en Centraal-Europese gebieden? (6)

Alle beheerders zetten nog steeds in op traditionele soorten (afhankelijk van de regio: eik, beuk, grove den ...), maar gebruiken wel steeds meer mengingen. De keuze om traditionele, inheemse soorten te gebruiken wordt vooral gemaakt omdat bebossingen met subsidies verlopen.

Specifiek voor beuk zijn verschillen merkbaar tussen de beheerders. De ene beheerder adviseert geen beuk meer, tenzij de eigenaars er specifiek naar vragen. De andere plant wel nog beuk aan, maar dan vooral in bosverband omdat ze hier nog geen grote problemen mee ondervinden. Voor eik wordt de vraag gesteld of het beter is om wintereik (*Quercus petraea*) of zomereik (*Quercus robur*) aan te planten.

Bij het gebruik van soorten en herkomsten uit Centraal- en Zuid-Europa zijn ook verschillen merkbaar tussen de beheerders. Sommigen maken hier geen gebruik van, anderen voeren hierover discussies maar hebben nog geen consensus bereikt en nog anderen hebben reeds experimenten aangeplant

- De beheerders geven aan dat het aanplanten van andere herkomsten interessant zou zijn, zeker in menging, maar ze stuiten daarbij op een aantal problemen. Enerzijds maakt het gebruik van verschillende herkomsten de aanplant een stuk duurder en kunnen geen subsidies verkregen worden voor niet erkende en aanbevolen herkomsten. Anderzijds zorgt het aanbod van plantsoen voor problemen. De kwekerijen telen enkel de erkende en aanbevolen herkomsten en bovendien is er een groot tekort aan plantsoen waardoor de beheerders niet kieskeurig kunnen zijn op vlak van herkomsten.
- Het gebruik van niet-inheemse soorten wordt zeer beperkt toegepast. Vooral in stedelijke context, waar droogte een nog grotere impact heeft, wordt hiermee geëxperimenteerd. Een beheerder is ook bezig aan een kleinschalig experiment waarbij kloempen werden aangeplant met niet-inheemse soorten (o.a. boomhazelaar (*Corylus colurna*), elsbes (*Sorbus torminalis*), zwarte walnoot (*Juglans nigra*), lork (*Larix* sp.) ... die nauwlettend in de gaten worden gehouden. Op deze manier willen ze ervaring opdoen met alternatieve soorten om in de toekomst deze soorten te kunnen gebruiken voor risicospreiding. Het inbrengen van exoten in het landschap moet echter op doordachte wijze gebeuren. Daarbij moet rekening gehouden worden met mogelijke risico's en effecten op biodiversiteit. Er moet naar het groter plaatje gekeken worden en niet enkel naar de effecten op droogte.

3. Nemen jullie bijkomende maatregelen om het watervasthoudend vermogen en/of de voedingstoestand van de bodem te verhogen? Voegen jullie bepaalde additieven toe? (6)

De meeste beheerders doen dit niet of zijn verkennende. Op zich zijn ze geen tegenstanders, maar het is praktisch moeilijk haalbaar. Aanplanten moet snel gaan waardoor ze het zo eenvoudig mogelijk willen houden. Bovendien maakt het toevoegen van additieven de aanplant opnieuw zoveel duurder en is het ook moeilijk te realiseren door het wetgevend kader. Het is vaak goedkoper om alles te vervangen dan om voor elke boom individueel maatregelen te nemen. Een aantal beheerders neemt wel maatregelen voor specifieke, duurdere projecten wanneer het zonde is om grote uitval te hebben zoals bij voedselbossen, dreven of wanneer wildbescherming nodig is. Op kleine schaal wordt daarbij geen rekening gehouden met de effecten op de kruidlaag.

Een aantal technieken die toegepast worden zijn het toevoegen van gelkorrels of organisch materiaal in de plantput om het watervasthoudend vermogen van de bodem te verhogen, gebruik van kalk tegen bodemverzuring en toedienen van vulkaangruis om mineralen toe te voegen. De effecten blijken echter vaak niet visueel waarneembaar en mogen dus zeker niet overschat worden. Daarnaast begint het gebruik van mulchmateriaal opnieuw op te komen. Dit werd lange tijd niet toegepast, maar nu merken beheerders dat dit goed buffert tegen verdamping en aanplantingen op deze plaatsen succesvol zijn. Als mulchmateriaal kan bijvoorbeeld gebruik gemaakt

worden van takken die na de exploitatie blijven liggen en oppervlakkig geklepeld worden. Meststoffen mogen zeker niet toegevoegd worden, want dit kan een negatief effect hebben op de symbiose met mycorrhizae. Wanneer wortels voldoende meststoffen ontvangen, hebben ze geen nood aan deze samenwerking, maar dit kan op lange termijn leiden tot problemen.

Het is ook mogelijk om meer technische maatregelen te nemen om het watervasthoudend vermogen van de bodem te verhogen. Zo worden putten gegraven rond delicate bomen om water te bewaren. Op zandbodems blijkt dit in de praktijk ook te werken doordat na een warme, droge periode de bodem 'gebakken' lijkt te zijn. Dit heeft als gevolg dat het water na hevige regenval in de put blijft staan en tijd nodig heeft om te infiltreren.

4. Welk plantmateriaal gebruiken jullie?

- a. Merken jullie verschillen in vitaliteit/overleving tussen plantsoentypes na een droogteperiode? (6)

Hoe kleiner het plantsoen, hoe gemakkelijker ze zich kunnen vestigen en hoe groter, hoe minder verzorging ze nodig hebben. Ze merken echter dat de grootte van het plantsoen een beperkte invloed heeft op de overlevingskansen van de aanplant, maar vooral bepaald wordt door het bewortelingspatroon. Er wordt ook vooral gebruik gemaakt van naaktewortelplantsoen, maar dit eerder omwille van de kostprijs. De beheerders zijn wel op de hoogte van plugplantsoen en ze vermoeden ook dat het kan helpen om een kritieke periode te overbruggen, maar de meeste gebruiken het niet. Dit heeft naast de kostprijs ook grotendeels te maken met het beperkte aanbod in de kwekerijen. Plugplantsoen is te vinden voor een aantal naaldboomsoorten, maar niet voor loofboomsoorten. Beheerders die wel al geëxperimenteerd hebben met plugplantsoen merken nog geen duidelijke verschillen naar droogtetolerantie toe. Ze merken wel dat ook in deze aanplantingen uitval optreedt.

De beheerders hebben uiteenlopende ervaringen met het planttijdstip. Aanplanten in november/december is beter omdat de bomen in staat zijn om wortels te ontwikkelen zodat ze beter bestand zijn tegen droogte in het voorjaar. Soms merken ze dat deze aanplantingen het niet overleven terwijl aanplantingen uit maart/april dat wel doen. Vooral standplaats (vochtbeschikbaarheid ed.) blijkt een rol te spelen. Dreven worden wel enkel tot eind december aangeplant.

- b. Gebruiken jullie boomkokers? Hebben jullie daarbij positieve of negatieve effecten ondervonden bij aanslaan van het plantsoen? (5)

Nog niet alle beheerders hebben gebruik gemaakt van boomkokers en als ze dit doen is het met oog op wildbescherming. Ze merken dat de boomkokers ook een invloed hebben op het microklimaat rond de aanplantingen, maar de ervaringen zijn sterk uiteenlopend. Terwijl de ene beheerder eerder positieve effecten ondervindt op het aanslaan van het plantsoen, ondervindt de andere geen of zelfs negatieve effecten. Uit de ervaring blijkt dat positieve effecten vooral optreden wanneer het niet te warm is en voldoende vocht aanwezig is. De negatieve effecten ontstaan vooral door het optreden van het serre-effect, wat een uitdrogende werking heeft. Daarnaast worden

ook andere negatieve effecten waargenomen zoals achteruitgang van de stabiliteit van de jonge bomen door snellere groei en een snelle degradatie van de boomkokers. Dit laatste brengt een hoge kost met zich mee doordat de kokers vervangen moeten worden en dit zorgt bovendien voor een grote milieulast doordat microplastics in het bos terecht komen.

c. Hebben jullie ook ervaring met zaaien? (5)

Nog niemand geeft ervaring met zaaien, maar de techniek is wel aan een opmars bezig. Veel beheerders hebben recent een cursus gevolgd over dit thema of gaan dat in de nabije toekomst doen. De interesse voor deze techniek neemt toe omdat het een goedkope manier is van herbebossen en ze vermoeden dat het een goede techniek is naar weerbaarheid toe omdat het beter aansluit bij het natuurlijke proces. Sommige beheerders willen eerst pionierssoorten zoals berk (*Betula* sp.) zaaien om daarna de doelsoorten te kunnen aanplanten in een beschutte omgeving, andere beheerders kiezen ervoor om direct eiken te zaaien.

5. Merken jullie verschillen op in droogteresistentie tussen verschillende aanplantingstechnieken (groepen, kloempen/QD)? Welke krijgen de voorkeur? (5)

Er is geen duidelijk verschil zichtbaar tussen aanplantingstechnieken/plantverbanden. Verschillen in aanslaan zijn vooral te wijten aan microklimaat, locatie, bodem en wildbescherming. Kloempen zouden in theorie beter moeten aanslaan omdat ze elkaar ondersteunen doordat ze een microklimaat vormen. Ze merken echter dat de kloempen het niet altijd even goed doen en het bufferend effect op basis van een visuele beoordeling niet zichtbaar is.

6. Maken jullie gebruik van mengingen?

a. Snelgroeïende soorten om snel een microklimaat te creëren? (6)

Sommige beheerders doen dit wel, andere niet. Ze benaderen dit wel allemaal op een verschillende manier:

- Gebruik van natuurlijke verjonging en inzaaien van berk om daarna andere soorten aan te planten.
- Na kap bodembewerkingen uitvoeren zodat pionierssoorten kunnen groeien, gelijktijdig worden kloempen aangeplant zodat deze beschermd kunnen worden door de pionierssoorten. Daarbij wordt ook de vraag gesteld of het eventueel beter zou zijn om eerst de pionierssoorten te laten doorgroeien en later te onderplanten met halfschaduwsoorten.
- Aanplanting van populieren (*Populus* sp.), bij voorkeur oude klonen en niet in rijen, om een pseudopioniersbos te creëren. Onder het scherm dat ontstaat kunnen dan andere soorten aangeplant worden.
- Scherm van wilgen (*Salix* sp.), berk, abeel, trilpopulier (*Populus tremula*) ... om na een vijftal jaar een beschut microklimaat te verkrijgen dat zorgt voor schaduw en vochtigheid.

b. Rijkstrooiselsoorten voor bodemverbetering? (4)

De meeste beheerders maken hier gebruik van om de bosbodem te verbeteren aangezien het bos dan minder gevoelig is. Hiervoor gebruiken ze soorten zoals hazelaar (*Corylus avellana*), esdoorn (*Acer* sp.) en winterlinde (*Tilia cordata*) in menging.

c. Welke mengvormen? (3)

Alle beheerders mengen groepsgewijs in groepen van 25 à 50 individuen per boomsoort, struiken worden wel individueel gemengd. Dit doen ze om ontmenging te vermijden, ze denken hier minder aan het klimaataspect.

7. Welke bedrijfsoort krijgt de voorkeur voor verjonging in bestaand bos?

a. Is het hierbij beter om al dan niet een scherm te behouden voor microklimaat? In welke mate? (3)

Bij voorkeur voeren ze geen kaalkap uit, maar het moet ook praktisch haalbaar zijn. Ze proberen het bos steeds zoveel mogelijk gesloten te houden door gebruik te maken van systemen die bijdragen aan een microklimaat (uitkapsystemen, plenterkap, schermkap). Theoretische concepten zijn echter niet altijd uitvoerbaar in kleinere bossen. De uiteindelijke keuze zal dan ook afhangen van de doelstellingen en van wat verwacht wordt van de kappingen.

b. Kunstmatige vs. natuurlijke verjonging: welke voor- en nadelen merken jullie op? Of is er eerder een uitgesproken voorkeur? (6)

Natuurlijke verjonging sluit aan bij natuurlijke processen waardoor de vestiging gemakkelijker verloopt. Dit leidt tot een geschikt bos voor een bepaalde standplaats zodat de overlevingskansen van de jonge bomen groter zijn. De beheerders willen maximaal inzetten op natuurlijke verjonging aangezien aanplantingen grotendeels moeilijk van start gaan. Naast natuurlijke verjonging kan wel minimaal bijgeplant worden in groepjes. Toch hebben de beheerders geen uitgesproken voorkeur tussen natuurlijke en kunstmatige verjonging op vlak van droogte. Een combinatie van beide zal waarschijnlijk het beste zijn.

## **4. CONCLUSIE**

De effecten van de toenemende droogte zijn duidelijk voelbaar in de praktijk. Vooral op de drogere zandgronden en in stedelijke context, maar ook op rijkere groeiplaatsen lijden bossen steeds meer onder de klimaatverandering. Het is dus noodzakelijk om stappen te ondernemen om onze bossen veerkrachtiger te maken tegenover het veranderend klimaat.

Onderzoekers zijn het erover eens dat de vestiging van 'neo-inheemse bossen' in de toekomst belangrijk zal zijn om bossen klimaatweerbaar te maken. Daarbij wordt bijna uitsluitend rekening gehouden met de tolerantie voor hogere temperaturen en wordt beperkt gekeken naar andere effecten die deze soorten kunnen veroorzaken of gevolgen voor de soorten zelf. Daarom wordt dit momenteel nog niet aangeraden in Vlaanderen en is bijkomend onderzoek nodig. Op vlak van technische maatregelen kan veel inspiratie gehaald worden uit de literatuur over (semi-)aride gebieden en dan vooral met betrekking tot waterbeschikbaarheid. Bodemverbetering met het oog op klimaatweerbaarheid is een relatief nieuw terrein binnen de literatuur. Momenteel zijn veel experimenten lopende, maar de kennis, vooral op lange termijn, is nog steeds beperkt. Ook hier is bijkomend onderzoek nodig. Ten slotte zijn onderzoekers het er over eens dat een microklimaat essentieel is om de vitaliteit van de aanplantingen te waarborgen.

Uit de bevraging blijkt dat de beheerders ook volop bezig zijn aan het klimaatweerbaar maken van hun bossen. Ze zijn grotendeels op de hoogte van de mogelijkheden, maar botsen op een aantal obstakels om dit te kunnen toepassen. Zo brengen mengingen van verschillende herkomsten en het toepassen van een aantal technische maatregelen hoge kosten met zich mee. Bovendien kunnen geen subsidies verkregen worden voor aanplantingen van niet-inheemse soorten en herkomsten zodat de kosten verder oplopen. Daarnaast is de wetgeving een beperkende factor voor het toevoegen van bepaalde additieven voor bodemverbetering. Ondanks de kennis die de beheerders hebben, zijn de mogelijkheden dus beperkt.

Dit rapport is een eerste stap richting een advies om bossen klimaatweerbaar te maken. Het is belangrijk dat rekening wordt gehouden met alle vijf de onderdelen (Figuur 5) op het terrein, want in stressrijke omstandigheden worden de overlevingskansen van jonge aanplantingen slechts gemaximaliseerd als alle onderdelen geoptimaliseerd worden. Om dit te doen kunnen een of meerdere maatregelen binnen deze onderdelen getroffen worden afhankelijk van de huidige omstandigheden op het terrein.



*Figuur 5: De vijf essentiële onderdelen voor het verkrijgen van klimaatweerbaar bos. Per onderdeel worden de mogelijke maatregelen weergegeven die staan uitgewerkt in het rapport. De volgorde van de onderdelen zijn in overeenstemming met de volgorde van vermelding in de tekst. Deze moet niet aangehouden worden bij toepassing op het terrein.*

## **REFERENTIES**

Bolte, A., Ammer, C., Löf, M., Nabuurs, G. J., Schall, P., & Spathelf, P. (2009). Adaptive forest management: a prerequisite for sustainable forestry in the face of climate change. In *Sustainable forest management in a changing world* (pp. 115-139). Springer, Dordrecht.

Boosten, M., de Jong, A., Schelhaas, M.J., Nabuurs, G.J., Borgman, D. & Kremers, J. (2018). *Gereedchapskist klimaatlim bosbeheer. Voorstudie en projectplannen modules bosbeheer, bosaanleg, landschappelijke beplantingen, stedelijk groen en agroforestry*. Probos.

Brang, P., Spathelf, P., Larsen, J. B., Bauhus, J., Boncčina, A., Chauvin, C., ... & Lexer, M. J. (2014). Suitability of close-to-nature silviculture for adapting temperate European forests to climate change. *Forestry: An International Journal of Forest Research*, 87(4), 492-503.

Chirino, E., Vilagrosa, A., Cortina, J., Valdecantos, A., Fuentes, D., Trubat, R., ... & Penuelas, J. L. (2009). Ecological restoration in degraded drylands: the need to improve the seedling quality and site conditions in the field. *Forest management*. Nova Publisher, New York, 85-158.

Critchley, W., Siegert, K., Chapman, C., & Finkert, M. (2013). *Water harvesting: A manual for the design and construction of water harvesting schemes for plant production*. Scientific Publishers.

del Campo, A. D., Navarro, R. M., Aguilera, A., & González, E. (2006). Effect of tree shelter design on water condensation and run-off and its potential benefit for reforestation establishment in semiarid climates. *Forest ecology and management*, 235(1-3), 107-115.

De Frenne, P., Gruwez, R., Carón, M., De Schrijver, A., Demey, A., Hermy, M., & Verheyen, K. (2014). Klimaatverandering en Belgische bossen: een evaluatie van experimenten en langetermijnveranderingen. *NATUUR. FOCUS*, 13(3), 102-108.

Demey, A., De Frenne, P., & Verheyen, K. (2015). *Klimaatadaptatie in natuur-en bosbeheer: eindrapport*.

den Ouden, J., Muys, B., Mohren, G. M. J., & Verheyen, K. (2010). *Bosecologie en bosbeheer*. Acco.

De Vos, B. (2000). *Achtergrondinformatie bij de bodemgeschiktheidsprogramma voor boomsoorten BoBo*. Instituut voor Bos-en Natuuronderzoek, Brussel.

De Vos, B., De Keersmaeker, L. & Van der Aa, B. (2020) *Advies over duurzaam bosbeheer in de Kempen in het licht van verzuring en klimaatverandering*. INBO.A.3641

De Vries, W., Weijters, M.J., de Jong, J.J., van Delft, S.P.J., Bloem, J., van den Burg, A., van Duinen, G.A., Verbaarschot, E. & Bobbink, R. (2019). *Verzuring van loofbossen op droge zandgronden en herstel mogelijkheden door steenmeeltoediening*. Rapport OBN229-DZ. Vereniging van Bos- en Natuurterreineigenaren (VBNE), Driebergen.



- Gómez-Aparicio, L., Zamora, R., Gómez, J. M., Hódar, J. A., Castro, J., & Baraza, E. (2004). Applying plant facilitation to forest restoration: a meta-analysis of the use of shrubs as nurse plants. *Ecological applications*, 14(4), 1128-1138.
- Maes, B., Bastiaens, J., Brinkkemper, O., Deforce, K., Rövekamp, C., Van den Brecht, P., & Zwaenepoel, A. (2006). *Inheemse bomen en struiken in Nederland en Vlaanderen*. Boom, Amsterdam.
- Mausolf, K., Härdtle, W., Jansen, K., Delory, B. M., Hertel, D., Leuschner, C., ... & Fichtner, A. (2018). Legacy effects of land-use modulate tree growth responses to climate extremes. *Oecologia*, 187(3), 825-837.
- Millar, C. I., Stephenson, N. L., & Stephens, S. L. (2007). Climate change and forests of the future: managing in the face of uncertainty. *Ecological applications*, 17(8), 2145-2151.
- Nabuurs, G. J., & Hommel, P. W. F. M. (2007). Klimaatverandering en het Nederlandse bos: geen doemscenario's graag. *Vakblad Natuur Bos Landschap*, 4(8), 8-13.
- N.N. (2014). *Tree Planting and Management Techniques under Limited Water Availability. Guideline for Farmers and Extension Agents*. Kefri.
- Parthiban, K. T., & Seenivasan, R. (2017). *Forestry technologies-a complete value chain approach*. Scientific Publishers.
- Petit, S., Claessens, H., Vincke, C., Ponette, Q., & Marchal, D. (2017). Le Fichier écologique des essences, version 2.0. *Forêt. Nature*, (143), 12-19.
- Ranjan, P., Patle, G. T., Prem, M., & Solanke, K. R. (2017). Organic mulching-A water saving technique to increase the production of fruits and vegetables. *Current Agriculture Research Journal*, 5(3), 371-380.
- Thomassen, E., Wijdeven, S., Boosten, M., Delfoterie W. & Nyssen, B. (2020). *Revitalisering Nederlandse Bossen*.
- Thurm, E. A., Hernandez, L., Baltensweiler, A., Ayan, S., Rasztoivts, E., Bielak, K., ... & Büchsenmeister, R. (2018). Alternative tree species under climate warming in managed European forests. *Forest Ecology and Management*, 430, 485-497.
- Vallejo, V. R., Smanis, A., Chirino, E., Fuentes, D., Valdecantos, A., & Vilagrosa, A. (2012). Perspectives in dryland restoration: approaches for climate change adaptation. *New Forests*, 43(5), 561-579.
- Vandekerckhove, K., Verstraeten, A., Sioen, G., Cools, N., De Keersmaeker, L., De Vos, B., Lettens, S., Neiryneck, J., Steenackers, M., Thomaes, A., Vanden Broeck, A. & Vander Mijnsbrugge, K. (2020). *Klimaat-slim bosbeheer: van wetenschappelijke achtergrond naar aandachtspunten voor de praktijk (in voorbereiding)*
- Vander Mijnsbrugge, K., De Keersmaeker, L., Vandekerckhove, K., Vanden Broeck, A. (2020). *Advies over te gebruiken bosbouwkundig teeltmateriaal bij bosaanleg*. INBO.A.3898

Walentowski, H., Falk, W., Mette, T., Kunz, J., Bräuning, A., Meinardus, C., ... & Leuschner, C. (2017). Assessing future suitability of tree species under climate change by multiple methods: a case study in southern Germany. *Annals of Forest Research*, 60(1), 101-126.

## **BIJLAGE A: SOORTEN BESCHIKBAAR IN GROEIPLAATSANALYSETOOLS**

Tabel 4: Lijst van soorten opgenomen in 'BOBO' met telkens hun status weergegeven zoals opgenomen in Maes et al. (2006). Wanneer bij de status een ? staat, bestaat er twijfel over. Als er een \* staat, is de soort niet opgenomen in Maes et al. (2006). In de laatste kolom wordt aangeduid welke soorten ook zijn opgenomen in 'Fichier écologique des essences'

<b>Soort</b>	<b>Status</b>	<b>Fichier écologique des essences</b>
<i>Acer campestre</i>	inheems	X
<i>A. platanoides</i>	inheems ?	X
<i>A. pseudoplatanus</i>	inheems	X
<i>Alnus glutinosa</i>	inheems	X
<i>A. incana</i>	inheems	
<i>Amelanchier lamarckii</i>	*	
<i>Betula pendula</i>	inheems	X
<i>B. pubescens</i>	inheems	X
<i>Carpinus betulus</i>	inheems	X
<i>Castanea sativa</i>	*	X
<i>Cornus mas</i>	inheems	
<i>C. sanguinea</i>	inheems	
<i>Corylus avellana</i>	inheems	
<i>Crataegus laevigata</i>	inheems	
<i>Crataegus monogyna</i>	inheems	
<i>Cytisus scoparius</i>	inheems	
<i>Euonymus europaeus</i>	inheems	
<i>Fagus sylvatica</i>	inheems	X
<i>Fraxinus excelsior</i>	inheems	X
<i>Hippophae rhamnoides</i>	inheems	
<i>Ilex aquifolium</i>	inheems	
<i>Juniperus communis</i>	inheems	
<i>Ligustrum vulgare</i>	inheems	
<i>Malus sylvestris</i>	inheems	X
<i>Mespilus germanica</i>	inheems	
<i>Myrica gale</i>	inheems	
<i>Pinus sylvestris</i>	inheems	X
<i>Populus alba</i>	uitheems	
<i>P. canescens</i>	archeofyt ?	X
<i>P. nigra</i>	inheems	
<i>P. nigra var. Italica</i>	kweekproduct	
<i>P. tremula</i>	inheems	X
<i>Prunus avium</i>	inheems	X
<i>P. padus</i>	inheems	
<i>P. spinosa</i>	inheems	
<i>Prunus x fruticans</i>	archeofyt	
<i>Quercus petraea</i>	inheems	X
<i>Q. robur</i>	inheems	X
<i>Rhamnus cathartica</i>	inheems	
<i>R. frangula</i>	inheems	
<i>Ribes nigrum</i>	inheems	
<i>R. rubrum</i>	inheems	

---

<i>R. uva-crispa</i>	inheems	
<i>Rosa arvensis</i>	inheems	
<i>R. canina</i>	inheems	
<i>R. corymbifera</i>	inheems	
<i>R. pseudoscarbriuscula</i>	inheems	
<i>R. rubiginosa</i>	inheems	
<i>R. spinosissima</i>	inheems	
<i>R. tomentella</i>	inheems	
<i>Rubus caesius</i>	inheems	
<i>R. fruticosus</i>	*	
<i>R. idaeus</i>	inheems	
<i>R. ulmifolius</i>	inheems	
<i>Salix alba</i>	inheems	x
<i>S. aurita</i>	inheems	
<i>S. caprea</i>	inheems	
<i>S. cinerea</i>	Inheems	
<i>S. fragilis</i>	inheems	
<i>S. repens</i>	inheems	
<i>S. repens subsp. dunensis</i>	inheems	
<i>S. repens subsp. repens</i>	inheems	
<i>Salix x multinervis</i>	inheems	
<i>Salix x reichardtii</i>	inheems	
<i>Salix x rubens</i>	inheems	
<i>Sambucus nigra</i>	inheems	
<i>S. racemosa</i>	inheems	
<i>Sorbus aucuparia</i>	inheems	x
<i>Taxus baccata</i>	inheems	
<i>Tilia cordata</i>	inheems	x
<i>T. platyphyllos</i>	inheems	x
<i>Tilia x europaea</i>	inheems	
<i>Ulex europaeus</i>	inheems	
<i>Ulmus glabra</i>	inheems	
<i>U. laevis</i>	inheems	
<i>U. minor</i>	inheems	
<i>Vaccinium myrtillus</i>	inheems	
<i>Viburnum opulus</i>	inheems	

---

Tabel 5: Lijst met overige soorten opgenomen in 'Fichier écologique des essences'. Per soort wordt hun status aangeduid.

<b>Soort</b>	<b>Status</b>
<i>Abies alba</i>	niet inheems
<i>Abies grandis</i>	niet inheems
<i>Abies nordmanniana</i>	niet inheems
<i>Abies procera</i>	niet inheems
<i>Carya</i> sp.	niet inheems
<i>Cedrus atlantica</i>	niet inheems
<i>Chamaecyparis lawsoniana</i>	niet inheems
<i>Juglans x intermedia</i>	niet inheems
<i>Juglans nigra</i>	niet inheems
<i>Juglans regia</i>	niet inheems
<i>Larix decidua</i>	niet inheems
<i>Larix eurolepis</i>	niet inheems
<i>Larix kaempferi</i>	niet inheems
<i>Liriodendron tulipifera</i>	niet inheems
<i>Picea abies</i>	niet inheems
<i>Picea sitchensis</i>	niet inheems
<i>Pinus nigra</i> Arn. ssp. <i>nigra</i> var. <i>austriaca</i>	niet inheems
<i>Pinus nigra</i> Arn. ssp. <i>laricio</i> Maire var. <i>corsicana</i>	niet inheems
<i>Pinus nigra</i> subsp. <i>calabrica</i> cv. Koekelare	niet inheems
<i>Populus x euramericana</i>	niet inheems
<i>Populus trichocarpa</i>	niet inheems
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	niet inheems
<i>Pyrus pyraeaster</i>	inheems
<i>Quercus rubra</i>	niet inheems
<i>Robinia pseudoacacia</i>	niet inheems
<i>Sorbus torminalis</i>	inheems
<i>Thuja plicata</i>	niet inheems
<i>Tsuga heterophylla</i>	niet inheems

## **BIJLAGE B: MOGELIJKE RIJKSTROOISELSOORTEN EN KWARTIERMAKERS**

Tabel 6: Mogelijke rijkstrooiselsoorten en kwartiermakers op zandgronden (Thomassen et al., 2020).

<b>Soort</b>	<b>Type</b>
<i>Acer</i> sp.	rijkstrooiselsoort
<i>Betula pendula</i>	kwartiermaker
<i>Carpinus betulus</i>	rijkstrooiselsoort
<i>Corylus avellana</i>	kwartiermaker
<i>Fraxinus excelsior</i>	rijkstrooiselsoort
<i>Populus</i> sp.	rijkstrooiselsoort
<i>Populus x canescens</i>	kwartiermaker
<i>Populus tremula</i>	kwartiermaker
<i>Prunus avium</i>	rijkstrooiselsoort
<i>Prunus padus</i>	rijkstrooiselsoort
<i>Prunus serotina</i>	kwartiermaker
<i>Rhamnus frangula</i>	kwartiermaker
<i>Salix</i> sp.	rijkstrooiselsoort
<i>Salix caprea</i>	kwartiermaker
<i>Sorbus aucuparia</i>	kwartiermaker
<i>Tilia cordata</i>	rijkstrooiselsoort
<i>Ulmus</i> sp.	rijkstrooiselsoort