

# Multifunctioneel beheer van ongelijkvormig hooghout: een analyse van 12 jaar dunningsoefeningen in de marteloscoop van Het Leen (Eeklo)

11 januari 2021 om 18:00 door Wim De Schuyter, Lotte Van Nevel, Kris Verheyen



Dunnen is een belangrijke beheermaatregel bij het beheer van bossen. Door te dunnen wordt het stamtal in de opstand verlaagd en wordt de aanwas geconcentreerd op een kleiner aantal bomen. Zonder dunningen is de productie van zwaar kwaliteitshout onmogelijk. Dit op voorwaarde dat de dunning op een doordachte manier gebeurt.

Dunnen is echter een complexe maatregel waarbij rekening moet worden gehouden met talrijke aspecten, zonder de beheerdoelstelling uit het oog te verliezen. Een zorgvuldige en doordachte aanduiding van de dunningsbomen is dus van cruciaal belang. Het is vanzelfsprekend dat dit geen eenvoudige klus is en al zeker niet in complexe gemengde, ongelijkjarige en ongelijkvormige opstanden ('ongelijkvormig hooghout'). Er bestaat niet zoiets als 'de juiste' dunning en er bestaat evenmin een overal toepasbaar recept. Gelukkig zijn er wel een aantal basisregels; de spelregels van het dunnen, zeg maar (Box 1). Om die regels in de vingers te krijgen, kunnen bosbeheerders (in spe) hun dunningsvaardigheden oefenen/trainen in een zogenaamde marteloscoop. In dit artikel worden de resultaten van de oefeningen aan het Labo Bos & Natuur van de Universiteit Gent sinds 2007 geanalyseerd.

Een marteloscoop is een (deel van een) bosopstand waarin iedere boom genummerd is en waar deelnemers een virtuele dunning kunnen aanduiden die achteraf met een computerprogramma geanalyseerd wordt. De naam is afgeleid van het Franse 'marteler', wat 'hameren' betekent en slaat op het aanduiden (schalmen) van de te kappen bomen. Dergelijke oefening heeft met name een grote meerwaarde in ongelijkvormig hooghout. Het beheer in dergelijke opstanden is immers erg uitdagend omdat men er tracht te streven naar het behoud van een complexe opstandstructuur die zowel de productie van kwaliteitshout als een hoge ecologische waarde waarborgt.

Spelregels of niet, een dunning is en blijft een menselijke ingreep, wat impliceert dat er doorgaans veel variatie zit op de selectie van de dunningsbomen (Pommerening et al., 2015, Vítková et al., 2016, Pommerening et al., 2018). Bij het aanduiden van een dunning spelen velerlei factoren een rol, die moeilijk apart beschouwd kunnen worden. Op die manier kan een marteloscoop ook nuttig zijn om het gedrag en de keuzes van deelnemers te analyseren/in kaart te brengen.

In 2007 installeerde het Labo Bos & Natuur van de Universiteit Gent een marteloscoop in het provinciaal domein Het Leen (Eeklo) om bosbouwstudenten te leren dunnen in ongelijkvormig hooghout. Sindsdien (2007-2019) voerden 46 groepjes studenten Bio-ingenieur Bos- en Natuurbeheer er een virtuele dunning uit. Er vonden geen echte beheeringrepen plaats tijdens deze periode; de dynamiek in de opstand was dus enkel te wijten aan natuurlijke processen. Elke student kreeg bij aanvang van de oefening gedetailleerde informatie over de marteloscoop: oppervlakte, boomsoortensamenstelling en -positionering, stamtal (N), grondvlak (G), volume (V), diameterverdeling, economische en ecologische waarde. Van elke individuele boom in de marteloscoop kregen de studenten informatie over hoogte (h), omtrek op borsthoogte (c130), periodieke aanwas (2007-2016), werkhoutvolume en houtkwaliteit van de stam. Ook de actuele verkoops waarde van de stammen werd meegedeeld. Daarnaast werden de basisregels voor dunnen in ongelijkvormig hooghout meegedeeld (Box 1). De opdracht die werd meegegeven was het uitvoeren van een dunning die resulteert in een maximaal financieel rendement (nu en in de toekomst) en een maximaal behoud van de ecologische waarde. De instructie was dus om een multifunctionele dunning uit te voeren, met het oog op productie van kwaliteitshout, houtoogst en behoud van ecologische waarde van het bestand.

Hoewel elke deelnemer dezelfde informatie kreeg bij aanvang van de oefening, werden zeer uiteenlopende strategieën waargenomen. In grote lijnen waren er de voorzichtige dunners versus de doorgedreven dunners. Ondanks de variatie in keuzes waren er zowel bomen die nooit gekapt werden als bomen die heel vaak tot bijna altijd gekapt werden. Aan de hand van een kwantitatieve analyse van de dataset 2007-2019 worden deze globale bevindingen verder uitgediept in dit artikel.

### **Box 1: Basisregels bij dunnen in ongelijkvormig hooghout**

1. De dunning beoogt een zo rendabel mogelijke productie van zwaar kwaliteitshout met behoud van de ecologische waarde van de opstand.
2. Economisch waardevolle bomen die de doeldiameter bereikt hebben en geen hoge waarde-aanwas meer vertonen, worden prioritair geoogst.
3. In tweede instantie worden kwaliteitsvolle bomen die de doeldiameter nog niet bereikt hebben vrijgesteld.
4. Ten derde wordt ervoor gezorgd dat het grondvlak na dunning maximaal 15 m<sup>2</sup>/ha bedraagt zodat er voldoende licht op de bodem valt om natuurlijke verjonging toe te laten.
5. Dode en kwijnende bomen en bomen met microhabitats worden maximaal gespaard bij de dunning en er wordt op gelet dat de menging behouden blijft.

Bron: Baar et al. 2010, Cosyns et al. 2019

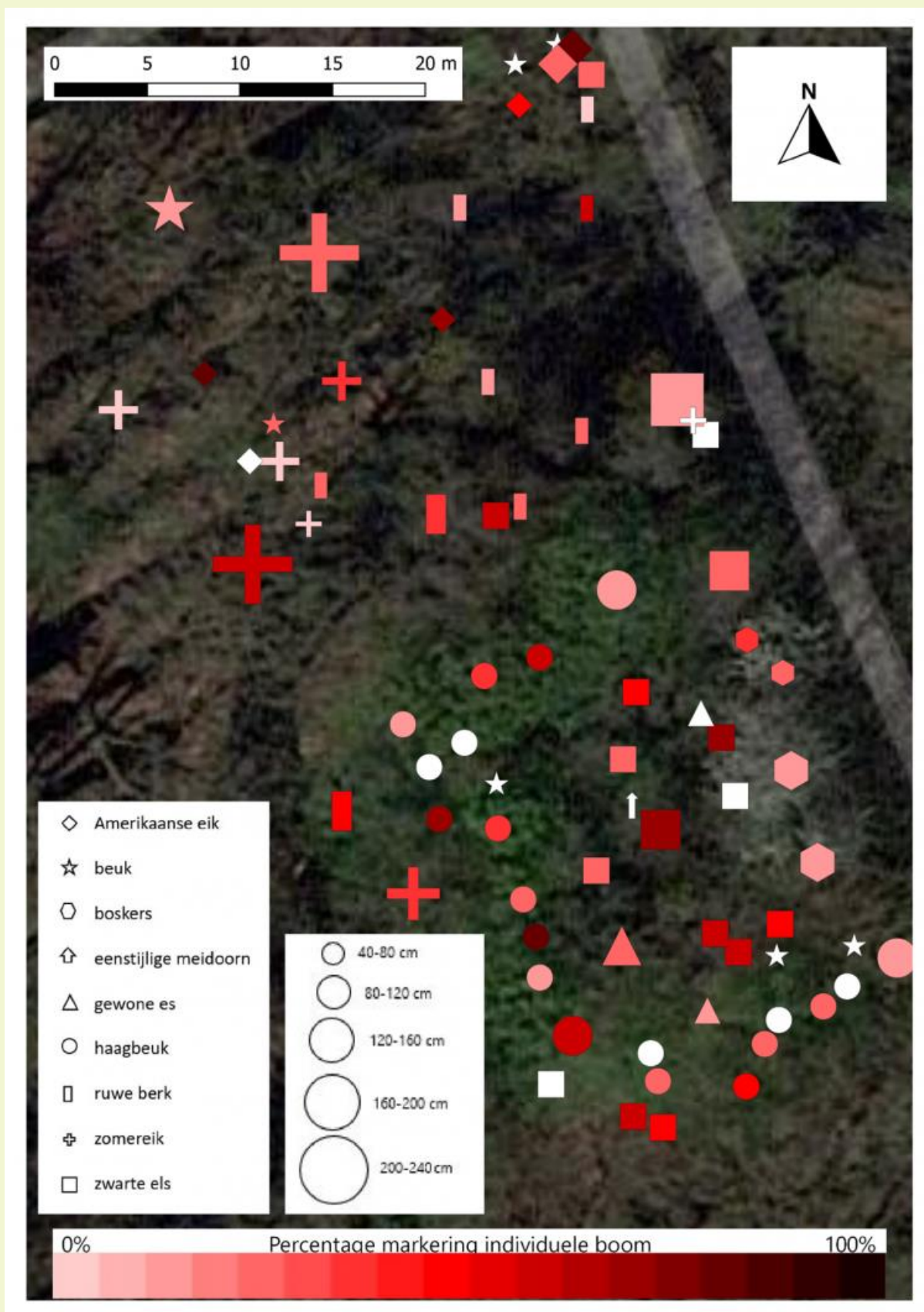
De doelstellingen van deze analyse waren (1) het kwantificeren van de overeenstemming tussen de teams bij het aanduiden van te kappen bomen, (2) het identificeren van de factoren (boomkarakteristieken) die de beslissing beïnvloeden om al dan niet te kappen, en (3) een economische analyse om de opbrengsten van zowel de dunning als de blijvende opstand in te schatten.

## 1. Marteloscoop Het Leen

De marteloscoop in het provinciaal domein 'Het Leen' (Eeklo) heeft een oppervlakte van 0,18 ha en is gelegen in een ongelijkjarige, gemengde opstand die momenteel een nulbeheer heeft. De basismeting vond plaats in april 2007. Alle bomen (dood en levend) met omtrek op borsthoogte ( $c_{130}$ ) > 40 cm werden genummerd, opgemeten en geïmponeerd. Van elke boom werden enkele variabelen bepaald: boomsoort, omtrek op borsthoogte ( $c_{130}$ ), hoogte ( $h$ ) en houtkwaliteit van de stam. Dit liet ook toe om de economische waarde van elke individuele boom in te schatten. De ecologische waarde op opstandsniveau werd bepaald o.b.v. de authenticiteitsindex van Van Den Meersschaut et al. (2001). In april 2011 en juli 2016 werden heropnames gedaan, waardoor de aanwas van de bomen en de opstand bepaald kon worden.

In 2007 en 2011 kwamen acht boomsoorten voor in de marteloscoop; in 2016 was één extra soort (eenstijlige meidoorn) ingegroeid (Fig. 1). Tabel 1 toont de belangrijkste dendrometrische karakteristieken (stamtal  $N$ , grondvlak  $G$  en volume  $V$ ) en de economische waarde, zoals opgemeten in 2007, 2011 en 2016. De aanwas van  $G$ ,  $V$  en van de economische waarde staat ook weergegeven in Tabel 1. Hieruit blijkt duidelijk dat de groei in de marteloscoop nog niet is stilgevallen. De omtrekverdelingscurve (Fig. 2) toont een omgekeerde J-distributie, typisch voor ongelijkvormig en ongelijkjarig hooghout. Naast deze curve wordt ook de grondvlakverdeling per boomsoort weergegeven. In Tabel 2 is de evolutie van de ecologische waarde over de jaren heen weergegeven. De ingroei van de extra boomsoort in 2016 zorgde voor een lichte stijging van de ecologische waarde t.o.v. de voorgaande meetjaren, maar algemeen scoort de marteloscoop eerder matig op ecologisch vlak. Voornamelijk het gebrek aan (zeer) dikke bomen ligt hiervoor aan de basis.

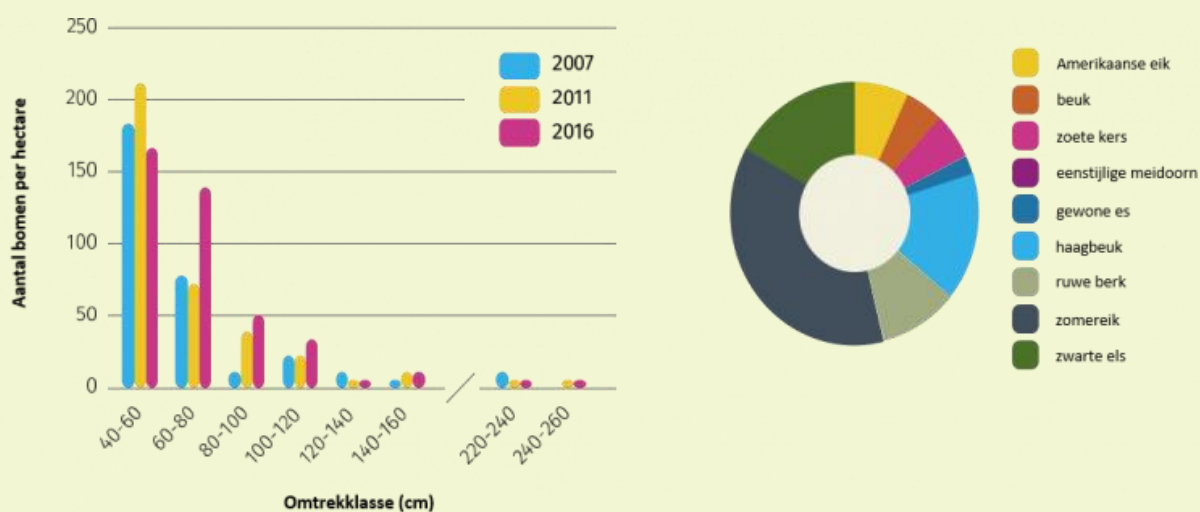




*Figuur 1: Positioneringskaartje van de bomen in de marteloscoop in Het Leen (2016). De vorm duidt de boomsoort aan, de grootte is proportioneel met de omtrek op borsthoogte en de intensiteit van de kleur duidt aan hoe vaak de boom geselecteerd werd als 'te kappen'.*

Tabel 1: Overzicht van de evolutie (2007-2016) van enkele dendrometrische karakteristieken en van de economische waarde in de marteloscoop. Het werkhoutvolume werd berekend volgens Leyman (2013).

	2007	2011	2016	Aanwas 2007-2016	
<b>Stamtal N (ha<sup>-1</sup>)</b>	322	372	417		
<b>Grondvlak G (m<sup>2</sup>/ha)</b>	16,3	19,1	22,2	dG (m <sup>2</sup> /ha/jr)	0,66
<b>Werkhoutvolume V (m<sup>3</sup>/ha)</b>	130,1	163,3	181,7	dV (m <sup>3</sup> /ha/jr)	5,74
<b>Economische waarde (€/ha)</b>	7278	8122	9022	(€/ha/jr)	194



Figuur 2: Links: Diameterverdelingscurves in de meetjaren 2007, 2011, 2016; Rechts: grondvlakverdeling per boomsoort in het meetjaar 2016 ( $G = 22.2 \text{ m}^2/\text{ha}$ ) (Visualisatie: Foret.Nature).

Tabel 2: Evolutie (2007-2016) van de ecologische waarde van de marteloscoop (naar Van Den Meersschaut et al., 2001).

	2007		2011		2016		max score
	score		score		score		
aantal boomsoorten	8	4	8	4	9	5	5
aantal dikke bomen (d = 40-80 cm)	4	1	4	1	5	1	5
aantal zeer dikke bomen (d > 80 cm)	0	0	0	0	0	0	5
stdev d levende bomen	12,5	1	12,0	1	11,5	1	6
G staand dood hout (m <sup>2</sup> /ha)	1,25	1	1,25	1	1,01	1	4
aantal dikke dode bomen (d= 40-80 cm)	1	0	1	0	0	0	5
stdev d dode bomen	13,8	1	13,8	1	10,4	1	6
<b>totaal scores</b>		8		8		9	36
<b>%</b>		22,2		22,2		25,0	100

## 2. Resultaten van de dunningsoefening (2007-2019)

De afgelopen 13 jaar hebben 46 groepjes van 2 tot 4 studenten de dunningsoefening voltooid. Deze groepjes worden verder aangeduid als 'rating teams'. De scores van deze rating teams vormen het basismateriaal voor deze studie. Alle rating teams ( $r$ ) gaven aan elke boom ( $n$ ) in de marteloscoop een binaire score: '0' voor behoud van de boom, '1' voor kap van de boom. De bomen die ingroeiden in 2011 en 2016 werden niet beschouwd in de analyse. Dit resulteerde in een datamatrix ( $n \times r$ ), met  $n = 58$  bomen en  $r = 46$  rating teams. Deze dataset werd in eerste instantie geanalyseerd op similariteit tussen de rating teams bij het aanduiden van de te kappen bomen en het algemene dunningsgedrag. Daarna werd nagegaan of de similariteitsmaat gerelateerd kon worden aan bepaalde boomkarakteristieken en als laatste werd een analyse van de financiële performantie van de dunning en blijvende opstand uitgevoerd. Hoewel de vraagstelling "wat is de overeenkomst tussen mensen die een object of case moeten beoordelen" zeer algemeen is in de domeinen geneeskunde, psychologie en sociologie, is dit nog maar zelden onderzocht binnen het domein van bosbeheer (Vítková et al., 2016, Pommerening et al., 2018).

### 2.1. Similariteit

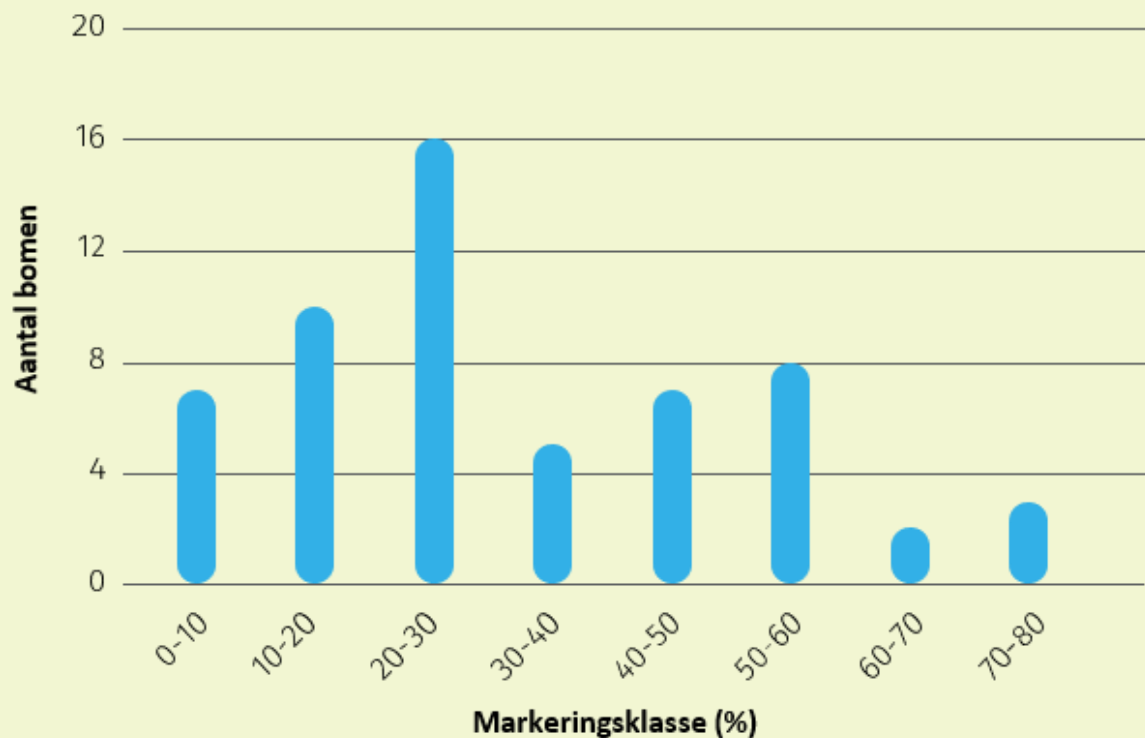
Het eerste doel in deze studie is om de similariteit of gelijkheid tussen de verschillende rating teams in kaart te brengen. Dit wordt gedaan aan de hand van de grafische voorstelling van de scoringsdistributie en het berekenen van een similariteitsparameter: de Fleiss' kappa.

#### 2.1.1. Scoringsdistributie

De scoring door de rating teams wordt beïnvloed door een actief en een passief aspect (Pommerening et al., 2018). Het actieve aspect kijkt vanuit het standpunt van de rating teams. De eenvoudigste indicator hiervoor is het aantal bomen dat door een rating team aangeduid wordt om te kappen. Er zullen rating teams zijn die veel bomen kappen (doorgedreven dunners) t.o.v. rating teams die weinig bomen voor kap aanduiden (voorzichtige dunners). Het passieve aspect kijkt vanuit het standpunt van de boom en zijn "aantrekkelijkheid" om al dan niet gekapt te worden. Een indicator hiervoor is het aantal keer dat een boom aangeduid wordt voor kap door de verschillende rating teams. Bij bepaalde bomen zal er duidelijkheid heersen onder de rating teams om deze te kappen of te behouden, terwijl er bij andere bomen veel onenigheid zal zijn.

Het actieve aspect kan gevisualiseerd worden door de berekening van de verhouding ( $n_i/n$ ) tussen het aantal geselecteerde bomen voor kap door een bepaald rating team en het totaal aantal bomen. Deze verhouding bedraagt gemiddeld 0,36. Dit duidt er op dat gemiddeld 36% van alle bomen in de marteloscoop aangeduid worden voor kap over alle teams heen.

Het passieve aspect kan eenvoudig gevisualiseerd worden door weer te geven hoeveel bomen binnen een bepaalde markeringsklasse zitten (Fig. 3). De markeringsklassen zijn klassen die het aantal markeringsklassen ten opzichte van het maximaal aantal markeringsklassen per boom (46) procentueel weergeven.



*Figuur 3: Het aantal bomen per markeringsklasse. De grote spreiding is hier zichtbaar: er worden weinig bomen quasi nooit (klasse [0-10]) of altijd (klasse [90-100]) aangeduid door de rating teams (Visualisatie: Foret.Nature).*

Uit Figuur 3 kan afgeleid worden welk aandeel van de bomen in de marteloscoop weinig aangeduid werden voor kap door de verschillende rating teams. Dit is een maat voor de ‘negative agreement’ (Pommerening et al., 2018). Matonis et al. (2016) toonden aan dat mensen veel gemakkelijker tot een consensus komen voor negatieve dan voor positieve keuzes. Anderzijds kan uit Figuur 3 ook afgeleid worden welk aandeel van de bomen vaak geselecteerd werd als dunningsboom (Pommerening et al., 2018). Hier is te zien dat er veel spreiding is in het aantal keer dat bomen worden aangeduid. Dit duidt op het feit dat er weinig consensus was tussen de rating teams: enerzijds relatief weinig bomen die door niemand aangeduid werden en anderzijds zeer weinig bomen die door (bijna) iedereen aangeduid werden.

### **2.1.2. Similariteitsparameter: Fleiss’ kappa**

Het kwantificeren van similariteit tussen een groot aantal rating teams is niet evident (Stoyan et al., 2017, Pommerening et al., 2018). Daarom zijn er een aantal metrieken ontwikkeld om dit aan het oppervlak te brengen.

Fleiss' kappa ( $\kappa$ ) is een voorbeeld van een metriek die vaak gebruikt wordt om de similariteit te meten tussen meer dan twee beoordelaars die een binaire scoring uitgevoerd hebben (Fleiss et al., 2003, Stoyan et al., 2017, Pommerening et al., 2018). In de medische en psychologische onderzoeksdomeinen is dit een gangbare methode (Fleiss et al., 2003), maar ook met onze gegevens kan Fleiss’ kappa gebruikt worden (cf. Pommerening et al., 2018).



$\kappa$  wordt berekend volgens Vergelijking 1.

$$\kappa = 1 - \frac{1/n \sum_{j=1}^n s_j(r - s_j)}{r(r-1)p(1-p)},$$

Vergelijking 1

met  $p = N_1 / n * r$ , waarbij  $N_1$  het totaal aantal '1' scores in de datamatrix weergeeft;  $s_j$  = aantal '1' scores van boom  $j$ ;  $r$  = het aantal rating teams ;en  $n$  = het aantal bomen

$\kappa$  neemt waarden aan tussen 0 en 1; hoe hoger  $\kappa$  is, hoe meer similariteit er is tussen de rating teams. Voor de interpretatie van de Fleiss'  $\kappa$  waarden, wordt verwezen naar Stoyan et al. (2017) (Tabel 3).

In tegenstelling tot vele toepassingen in medische en psychologische studies, scoort Fleiss' kappa doorgaans laag in marteloscoopstudies (Pommerening et al., 2015).

Tabel 3: Interpretatie van Fleiss'  $\kappa$  waarden volgens Stoyan et al. (2017)

Fleiss' $\kappa$	Interpretatie
< 0,10	Bijna geen overeenkomst
0,10 – 0,33	Weinig overeenkomst
0,33 – 0,50	Reële overeenkomst
0,50 – 0,67	Gemiddelde overeenkomst
0,67 – 0,90	Aanzienlijke overeenkomst
$\geq 0,90$	Bijna perfecte overeenkomst

Ook in deze analyse ligt Fleiss' kappa laag, met een score van 0,17. Er is dus weinig similariteit of gelijkheid tussen de rating teams bij het aanduiden van te kappen bomen in de marteloscoop (zie Tabel 3). Dit bevestigt wat al eerder gevisualiseerd werd door Figuur 3 (zie 2.1.1).

Zowel uit de scoringsdistributie als de berekende waarde voor Fleiss' kappa blijkt dat het identificeren van te kappen bomen een zeer abstract en moeilijk concept lijkt te zijn voor het menselijk brein. Er is een grote spreiding in het aanduiden van dunningsbomen en er is weinig overeenkomst tussen de verschillende rating teams.

Ook Pommerening et al. (2015, 2018) en Vítková et al. (2016) vonden een lage similariteitsmaat in marteloscoopstudies. De Fleiss' kappa gevonden in deze studie ligt in dezelfde grootteorde als deze in gelijkaardige marteloscoopstudies in het VK en Ierland, waar Fleiss'  $\kappa$  varieerde tussen 0,10 en 0,19 (Pommerening et al., 2015, 2018). Echter, wanneer dezelfde rating teams in dezelfde marteloscoop gevraagd werden om toekomstbomen i.p.v. dunningsbomen aan te duiden, steeg Fleiss'  $\kappa$  naar 0,31 (Pommerening et al., 2015). Hieruit blijkt dat het gemakkelijker is om een consensus te vinden bij de selectie van toekomstbomen.

Een verklaring voor deze grote spreiding en de lage similariteitsmaat wordt besproken in 2.3.

## 2.2. Dunningsgedrag van de rating teams

Naast de similariteit tussen de rating teams, is ook hun dunningsgedrag een interessant gegeven. Op basis van grondvlakgegevens kunnen we de dunningsintensiteit en het dunningstype in kaart brengen.

Dunningsintensiteit ( $rG$ ) zegt iets over het weggenomen grondvlak of volume en wordt bepaald door het gedrag van de dunners (cf. voorzichtige dunners versus doorgedreven dunners). Dit heeft een belangrijke impact op de structuur en toekomstige ontwikkeling van een opstand. Een grondvlak van 15 m<sup>2</sup>/ha wordt als richtwaarde gebruikt om natuurlijke verjonging optimaal te stimuleren in ongelijkvormige, gemengde opstanden zoals die in het Leen. Deze waarde werd ook als richtlijn meegegeven aan de deelnemers.

$rG$  wordt berekend volgens Vergelijking 2.

$$rG = \frac{G_i}{G_{tot}}$$

Vergelijking 2

Met  $G_i$  = weggenomen grondvlak;  $G_{tot}$  = totaal grondvlak

Gemiddeld namen de rating teams 1/3 ( $rG = 0,34$ ) van het grondvlak in de marteloscoop weg. In Figuur 4 is daarnaast te zien dat slecht een klein aandeel van de rating teams (13,04%) er niet in slaagt om onder de grenswaarde van 15m<sup>2</sup>/ha voor het overblijvende grondvlak te zakken.

De dunningsintensiteit  $rG$  vormt ook de basis voor het bepalen van het dunningstype. Immers, bij een laagdunning worden voornamelijk bomen met kleine dimensies weggenomen, terwijl bij een hoogdunning in de grotere dimensies wordt ingegrepen. Een toekomstbomendunning kan gezien worden als een intermediair type. Het dunningstype zal dus ook in belangrijke mate bepalen hoe een opstand evolueert. Om het dunningstype van afzonderlijke rating teams op een objectieve manier te kwantificeren, kan de  $SG$ -ratio berekend worden volgens Verg. 3.

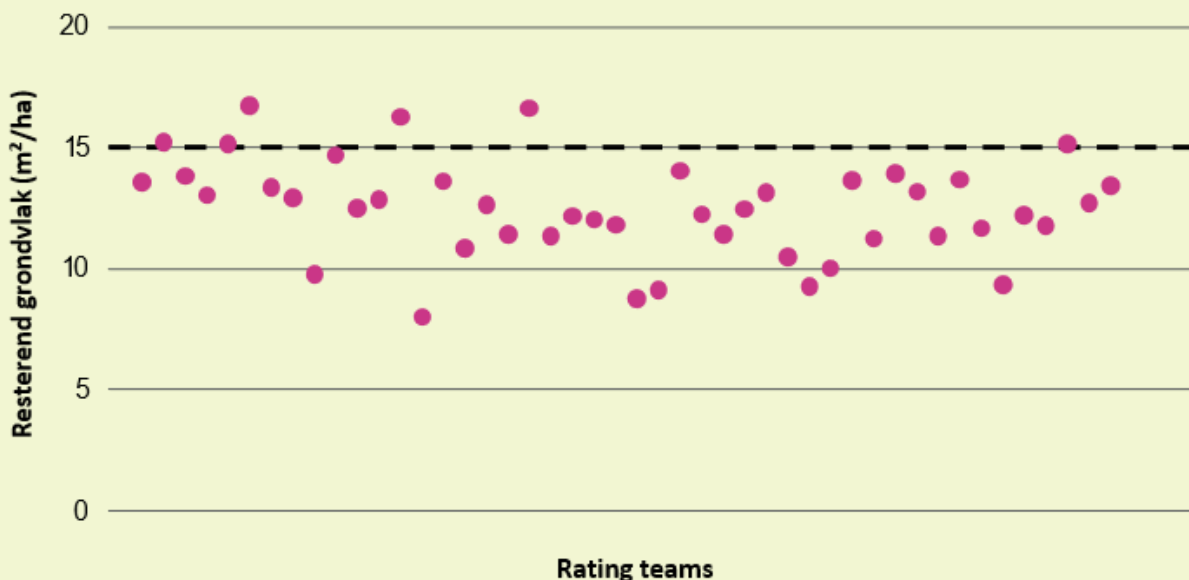
$$SG = \frac{N_i/N_{tot}}{G_i/G_{tot}}$$

Vergelijking 3

met  $N_i$  = weggenomen stamtaal;  $N_{tot}$  = totaal stamtaal;  $G_i$  = weggenomen grondvlak;  $G_{tot}$  = totaal grondvlak

Een hoge waarde (groter dan 1) voor  $SG$  duidt op het wegnemen van hoofdzakelijk kleine dimensies (eerder laagdunning) en dus een relatief geringe reductie van het grondvlak per hectare. Een lage waarde (kleiner dan 1) voor  $SG$  impliceert op zijn beurt een dunning van grote dimensies (eerder hoogdunning) en aanzienlijkere reductie van het grondvlak (Pommerening et al., 2015, Vítková et al., 2016). Hoe meer  $SG$  verschilt van 1, hoe meer uitgesproken het dunningstype zich manifesteert (Pommerening et al., 2015).  $SG = 1$  wordt omschreven als een neutrale dunning, en duidt meestal op

een natuurlijke verstoring, zoals windworp of plaksneeuw, waarbij elke boom een min of meer gelijke kans heeft om geëlimineerd te worden (Kerr & Haufe, 2011). Bij de rating teams werden gemiddeld gezien meer kleine dan grote stammen gedund (SG = 1,11). Deze waarde is echter niet zeer uitgesproken en kan dus geïnterpreteerd worden als een relatief intermediair dunningsregime. Figuur 5 toont de verwachte relatie tussen de SG-ratio en het resterende grondvlak.



Figuur 4: Distributie van het resterende grondvlak uitgedrukt in m<sup>2</sup>/ha voor de verschillende rating teams. Slechts 13,04% van de rating teams slaagt er niet in om met de aangeduide dunning onder de drempelwaarde van 15m<sup>2</sup>/ha te zakken (Visualisatie: Foret.Nature).



Figuur 5: Relatie tussen de SG-ratio en het resterende grondvlak. Bij grotere SG-ratio worden er meer kleinere dimensies gedund, waardoor het resterende grondvlak groter zal zijn. (Correlatiecoëfficiënt 0.55) (Visualisatie: Foret.Nature).

## 2.3 Identificatie van de boomkarakteristieken die selectie voor kap bepalen

Een tweede doelstelling van deze analyse was na te gaan of de similariteitsmaat gerelateerd kan worden aan boomkarakteristieken. Acht variabelen op boomniveau, opgemeten in 2016, werden hiervoor beschouwd: diameter op borsthoogte, hoogte, volume, boomsoort, dood vs. levend, economische waarde, waarde-aanwas (2007-2016) en de verwachte waarde-aanwas (2016-2024).

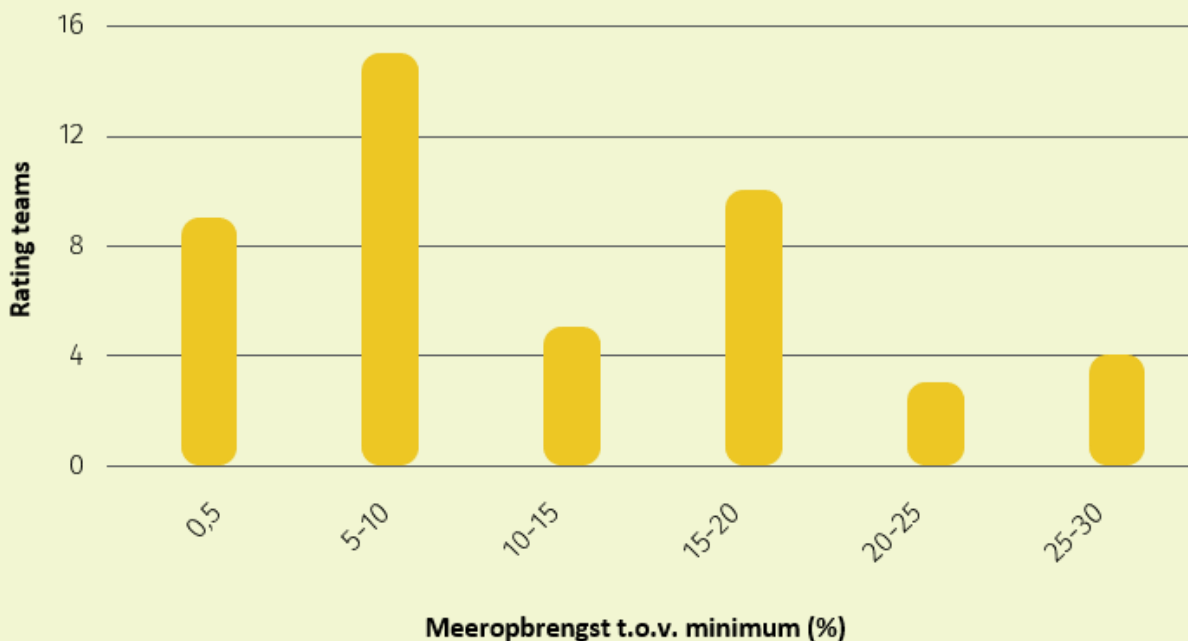
Op basis van een *General Linear Model*-analyse bleek er geen relatie te bestaan tussen een of meerdere bovengenoemde boomvariabelen en het aantal keer dat een boom geselecteerd werd als dunningsboom ( $k$ ). Dit verklaart de reeds geobserveerde spreiding van de scoringsdistributie en de lage waarde voor Fleiss' kappa. Waarom geen correlatie gevonden werd, moet gezocht worden in de verschillende aspecten van een multifunctionele dunning. Economisch gezien wordt een boom enerzijds aangeduid voor kap als deze kaprijp is, wat relatief *straight forward* is. Anderzijds kan een boom aangeduid worden om te kappen in functie van een andere boom met grote potentiële houtkwaliteit (economische toekomstboom). In dit geval is de te kappen boom een hinderlijke boom. Het is echter zo dat in de nabijheid van een toekomstboom verschillende, vaak gelijkaardig, hinderende bomen voorkomen. De keuze voor welke van deze hinderlijke bomen uiteindelijk gekapt wordt, is vaak arbitrair en dus verschillend voor vele rating teams. Ecologisch kan dezelfde redenering opgebouwd worden voor een ecologische toekomstbomen en de eventueel hinderende bomen in de nabijheid. De afweging om ecologische toekomstbomen, die vaak de doeldiameter reeds bereikt hebben, al dan niet te kappen uit economische overwegingen of om een grondvlakreductie te realiseren, zorgt voor extra variatie. Zoals reeds aangehaald in 2.1.2 zal bij het aanduiden van toekomstbomen makkelijker consensus gevonden worden tussen de verschillende rating teams en zal er vermoedelijk een significantere correlatie met bepaalde boomkarakteristieken gevonden worden.

### 2.3.1 Economische analyse

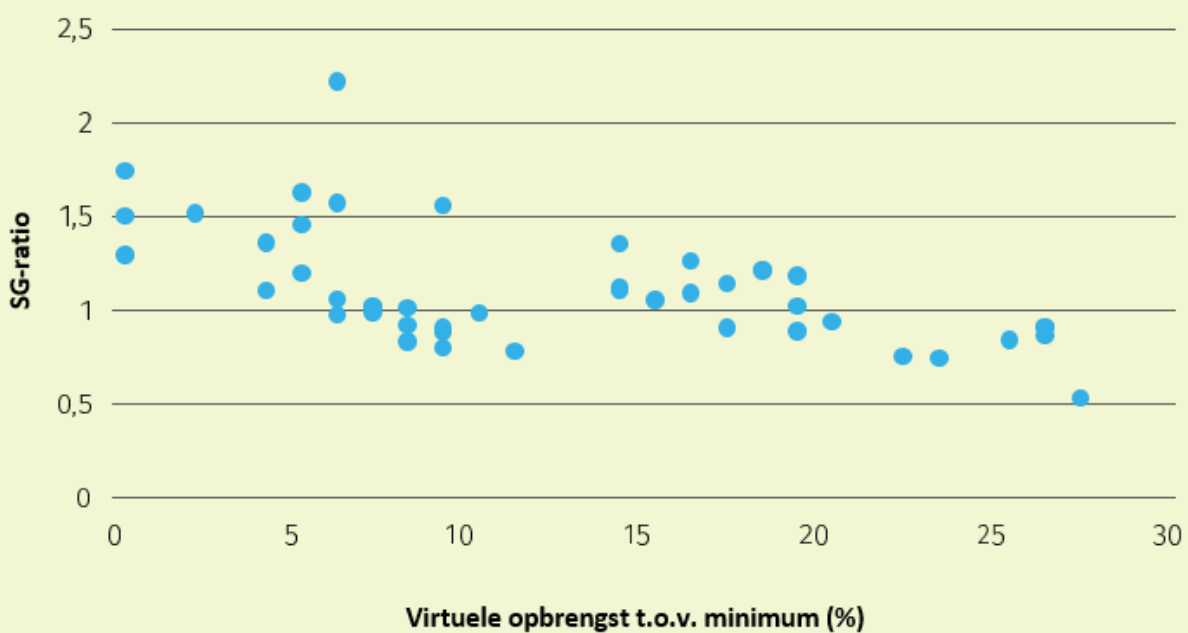
Als laatste aspect van deze studie wordt er gekeken naar de opbrengst gerelateerd aan de verschillende dunningen. Onder opbrengst wordt de monetaire waarde van zowel de aangetekende dunning als de blijvende opstand gerekend. Deze monetaire waarde werd berekend door per boom zowel het actuele werkhoutvolume te berekenen als een inschatting te maken voor het werkhoutvolume in 2024 (omlooptijd van 8 jaar). Deze volumes werden dan omgezet in monetaire waarde door gebruik te maken van de houtprijzen gepubliceerd door de Nationale Federatie van Bosbouwexperten. De toekomstige waarde werd door rekening te houden met een rente van 3% teruggerekend naar de waarde in 2016. Figuur 6 toont dat deze relatieve opbrengst tot 30% hoger kan liggen afhankelijk van de uitgevoerde dunning. Goed kiezen van dunningsbomen doet er dus toe! In Figuur 7 is te zien dat de hoogste relatieve opbrengsten gegenereerd worden door de meest doorgedreven dunningen.

De impact van de verschillende dunningen op de ecologische waarde van het bestand was steeds zeer gering. De lage score van het bestand op ecologisch vlak is vooral te wijten aan de afwezigheid van zeer dikke bomen, zowel dode als levende. De dunningen uitgevoerd door de verschillende rating teams hebben hier (op korte tot middellange termijn) geen invloed op en dus veranderde de ecologische waarde nauwelijks, ongeacht de dunningsintensiteit of het dunningstype.





Figuur 6: De relatieve meeropbrengst gegenereerd door de verschillende rating teams ten opzichte van het slechtst scorende rating team. De opbrengsten kunnen tot ongeveer 30% hoger liggen afhankelijk van de uitgevoerde dunning (Visualisatie: Foret.Nature).



Figuur 7: De relatie tussen opbrengst en grondvlak toont dat de hoogste opbrengsten gegenereerd worden bij de meest doorgedreven dunningen. Lagere SG-waarden geven een hogere relatieve opbrengst. (Correlatiecoëfficiënt = -0.56) (Visualisatie: Foret.Nature).

### 3 Conclusie

Het eerste doel van deze studie was het kwantificeren van de overeenstemming tussen de verschillende rating teams bij het aanduiden van te kappen bomen. Gemiddeld gezien werd 1/3 van het grondvlak weggenomen door de aangeduide dunning, wat in veruit de meeste gevallen voldoende was om onder de drempelwaarde voor natuurlijke verjonging van 15 m<sup>2</sup>/ha te zakken. Op basis van de scoringsdistributie en de Fleiss' kappa als similariteitsmaat kan geconcludeerd worden dat er weinig overeenkomst is tussen de verschillende rating teams bij deze aanduiding. Deze grote spreiding in het aanduiden van dunningsbomen en lage waarden voor similariteit worden ook teruggevonden in andere studies.

Het tweede doel van deze studie was om de boomkarakteristieken te identificeren die een invloed hebben op het al dan niet aangeduid worden van de boom voor kap. Na een GLM-analyse werden geen correlaties gevonden tussen de bestudeerde boomkarakteristieken en de aangeduide bomen voor kap. Dit bevestigt wat reeds geobserveerd werd in het eerste deel van de analyse: het is moeilijk om consensus te vinden bij het aanduiden van multifunctionele dunningen. Dit kan verklaard worden door het multifunctioneel karakter van de dunningen. Een boom kan gedund worden omdat hij kaprijp is, wat relatief *straight forward* is, maar kan ook gedund worden in functie van een andere boom. Hierbij is dikwijls een arbitraire keuze noodzakelijk tussen verschillende mogelijke dunningsbomen, wat leidt tot veel variatie bij de verschillende aangeduide dunningen. De economische en ecologische afwegingen die gemaakt worden door de verschillende rating teams bij het al dan niet aanduiden van een bepaalde boom voor kap zorgen voor extra variatie.

Het derde doel van deze studie was het uitvoeren van een economische analyse. Hieruit blijkt het grote belang van weldoordachte dunningen. Bepaalde groepen (de doorgedreven dunners) creëren door dunningen tot 30% meer opbrengst dan andere groepen (de voorzichtige dunners). Deze meeropbrengst wordt overigens gerealiseerd zonder in te boeten op de ecologische waarde van het bestand.

De 'juiste dunning' bestaat niet in een multifunctionele bosbeheercontext. Dit wordt geïllustreerd door de grote spreiding van de aangeduide dunningen, de lage overeenkomst in deze aanduidingen en het feit dat er geen boomkarakteristiek is die gecorreleerd kan worden aan het al dan niet aanduiden van een boom voor kap. Het is echter wel zo dat door een weloverwogen keuze, op basis van bosbouwkundige kennis, een grote meeropbrengst gegeneerd kan worden zonder in te boeten op ecologische waarde. De bekomen resultaten en opvattingen uit deze studie tonen het belang aan van marteloscoop oefeningen voor (toekomstige) bosbeheerders om inzichten te verwerven in het complexe gegeven dat multifunctioneel dunnen in ongelijkvormig hooghout is.

#### Referenties

Baar, F. (2010). Le martelage en futaie irrégulière feuillue ou résineuse. Service public de Wallonie, Liège.

Cosyns, H., Kraus, D., Krumm, F., Schulz, T., Pyttel, P. (2019). Reconciling the Tradeoff between Economic and Ecological Objectives in Habitat-Tree Selection: A Comparison between Students, Foresters, and Forestry Trainers. *Forest Science* (65)2:223-234.

Fleiss, J.L., Levin, B., Paik, M.C. (2003). *Statistical methods for rates and proportions*. 3rd edition. J. Wiley & Sons, Chichester.

Kerr, G., Haufe, J. (2011). *Thinning practice: A silvicultural guide, version 1.0*. Forestry Commission England, Bristol, 54 p.

Leyman A. (2013). *Meting na hamering - Alternatieven voor de actuele volumeschatting van houtloten na hamering*. KOBE-rapport van het Agentschap voor Natuur en Bos en Inverde.

Matonis, M.S., Binkley, D., Franklin, J., Johnson, K.N. (2016). Benefits of an 'undesirable' approach to natural resource management. *Journal of Forestry* 114, 658-665.

Pommerening, A., Pallarés Ramos, C., Kędziora, W., Haufe, J., Stoyan, D. (2018). Rating experiments in forestry: How much agreement is there in tree marking? *PLoS ONE* 13(3), 1-20.

Pommerening, A., Vítková, L., Zhao, X., Pallarés Ramos, C. (2015). Towards understanding human tree selection behaviour. *Forest Facts* 9, SLU.

Stoyan, D., Pommerening, A., Hummel, M., Kopp-Schneider, A. (2017). Multiple-rating teams kappas for binary data: Models and interpretation. *Biometrical Journal* 60(5).

Van Den Meersschaut, D., Vandekerckhove, K., Van de Kerckhove, P., Delbecq, F., Van Slycken, J. (2001). *Selectie en evaluatie van indicatoren en uitwerking van een praktisch bruikbare methodologie voor de beoordeling van biodiversiteit in bossen*. Eindrapport project Vlaams Impulsprogramma Natuurontwikkeling VLINA/C96/04. Rapport IBW Bb R.2001.009.

Vítková, L., Dhuháin, Á.N., Pommerening, A. (2016). Agreement in Tree Marking: What is the Uncertainty of Human Tree Selection in Selective Forest Management? *Forest Science* 62(3), 288-296.

von Gadow, K. (1996). Modelling growth in managed forests - realism and limits of lumping. *Science of the Total Environment* 183, 167-177.

Gelieve als volgt te citeren:

Wim De Schuyter, Lotte Van Nevel, en Kris Verheyen (2021) Multifunctioneel beheer van ongelijkvormig hooghout: een analyse van 12 jaar dunningsoefeningen in de marteloscoop van Het Leen (Eeklo). *Bosrevue* 91a, 1-15.

Coverfoto: Lotte Van Nevel

ISSN 2565-6953 – *Bosrevue* 91a