



Vlaanderen
is wetenschap

Bosvitaliteitsinventaris 2020

Resultaten uit het bosvitaliteitsmeetnet (Level 1)

Geert Sioen, Pieter Verschelde, Peter Roskams

INSTITUUT
NATUUR- EN BOSONDERZOEK

Auteurs:

Geert Sioen, Pieter Verschelde, Peter Roskams
Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek

Reviewer:

Luc De Geest

Het INBO is het onafhankelijk onderzoeksinstituut van de Vlaamse overheid dat via toegepast wetenschappelijk onderzoek, data- en kennisontsluiting het biodiversiteitsbeleid en -beheer onderbouwt en evalueert.

Vestiging:

INBO Geraardsbergen
Gaverstraat 4, 9500 Geraardsbergen
www.inbo.be

e-mail:

geert.sioen@inbo.be
pieter.verschelde@inbo.be
peter.roskams@inbo.be

Wijze van citeren:

Sioen G., Verschelde P., Roskams P. (2021). Bosvitaliteitsinventaris 2020. Resultaten uit het bosvitaliteitsmeetnet (Level 1). Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2021 (20). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.
DOI: doi.org/10.21436/inbor.34283136

D/2021/3241/153

Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2021 (20)

ISSN: 1782-9054

Verantwoordelijke uitgever:

Maurice Hoffmann

Foto cover:

Kwijnende beuken met ernstig bladverlies als gevolg van droogte (Pulle, september 2021)

Dit onderzoek werd uitgevoerd :

In samenwerking met het Agentschap voor Natuur en Bos
en kadert in het ICP Forests programma van de Verenigde Naties

AGENTSCHAP
NATUUR & BOS

BOSVITALITEITSINVENTARIS 2020

Resultaten uit het bosvitaliteitsmeetnet (Level 1)

Geert Sioen, Pieter Verschelde, Peter Roskams

doi.org/10.21436/inbor.34283136

Dankwoord

Verschillende collega's van het INBO willen we bedanken voor hun medewerking aan de inventarisatie en de rapportering:

- Luc De Geest en Arthur De Haeck voor de kroonbeoordelingen in de bosvitaliteitsproefvlakken
- Jo Loos en Tom De Boeck voor de aanpassingen aan de databank
- Nicole De Groof en Herwig Borremans voor de lay-out en de publicatie van het rapport
- Lieve Vriens voor de natuurindicatorenwebsite en de afspraken met de Vlaamse statistische autoriteit (website Statistiek Vlaanderen)

De bosvitaliteitsproefvlakken situeren zich in privé-bossen en openbare domeinen. Wij danken de beheerders voor de medewerking en de toelating voor het betreden van de bospercelen.

Graag ook een woord van dank aan het Agentschap Natuur & Bos (ANB) voor de samenwerking, zowel aan Leen Govaere (Vlaamse bosinventaris) als aan de regiobeheerders en de boswachters.

Samenvatting

Het bosvitaliteitsmeetnet is gebaseerd op een systematisch raster van 4 bij 4 kilometer en telt 73 proefvlakken met 1474 steekproefbomen. Er zitten 826 loofbomen en 648 naaldbomen in de inventaris, met als belangrijkste boomsoorten grove den (n=486), zomereik (n=390), Corsicaanse den (n=155), beuk (n=116) en Amerikaanse eik (n=93). De groep 'overige loofboomsoorten' bestaat onder andere uit tamme kastanje, wintereik, ruwe berk, es, zwarte els, gewone esdoorn en populier (n=227). Er zijn weinig overige naaldbomen (n=7).

Het gemiddeld bladverlies bedraagt 24,1% en het aandeel beschadigde bomen 25,3%. Het aandeel beschadigde bomen is hoger bij beuk, zomereik, Corsicaanse den en de groep 'overige loofbomen'. Het aandeel beschadigde bomen is lager bij grove den en Amerikaanse eik. Het sterftcijfer bedraagt 0,7%.

In 9 proefvlakken verdwenen bomen uit de steekproef na stormschade. Er was opnieuw een neerslagtekort, met droge perioden in het voorjaar en de zomer en een langdurige hittegolf in augustus. 2020 was een zaadjaar voor beuk en inlandse eik. Het aandeel bomen met matige tot sterke zaadzetting bedroeg 20,5% bij zomereik en 14,7% bij beuk.

De vaakst aangetroffen symptomen waren bladvraat, verkleuring, kroonsterfte, wonden en hars- of slijmuitvloei. In vergelijking met het voorgaande jaar was er een duidelijke afname van bladverkleuring en een beperkte afname van insectenvraat. 7,1% van de bomen vertoonde ernstige verkleuring en op 6,6% van de bomen was er opvallende vraat. Het aandeel eiken met bladvraat bleef hoog. In 2020 was er wel minder infectie door eikenmeeldauw. Er was geen ernstige vraat door eikenprocessievlinder maar de soort kwam wel in meer eikenproefvlakken voor.

De kroontoestand verslechterde in vergelijking met 2019. Het bladverlies nam significant toe voor beuk (+4,6 procentpunten), de groep 'overige loofboomsoorten' (+2,0 procentpunten), het totaal van alle loofbomen (+1,1 procentpunten), het totaal van alle naaldbomen (+0,9 procentpunten) en het algemeen totaal (+1,0 procentpunt). Alleen voor Amerikaanse eik daalde het bladverlies beduidend (-3,6 procentpunten).

Ten opzichte van het nog drogere jaar 2018, steeg het bladverlies significant voor zomereik, grove den en de groep ‘overige loofboomsoorten’. Het aandeel beschadigde bomen nam enkel bij zomereik twee jaar na elkaar toe.

Tussen 1995 en 2020 is er een significant toenemende trend van het bladverlies. Dat is het geval voor het algemeen totaal, het totaal van alle loofbomen en beuk. Alleen Corsicaanse den vertoont op 25 jaar tijd een beduidende afname van het naaldverlies.

De afgelopen jaren waren warm en (te) droog. Sterfte van fijnspar, den, beuk en gewone esdoorn werd vanaf 2018 opgemerkt, maar vooral buiten de proefvlakken. Veel problemen werden veroorzaakt door droogte in combinatie met andere factoren (schimmels, insecten...).

Sinds 2014 wordt een afzonderlijke inventarisatie van de gezondheidstoestand van es uitgevoerd. Een deel van de steekproefbomen situeert zich in de bosvitaliteitsproefvlakken. Het vals essenvlieskelkje, *Hymenoscyphus fraxineus*, veroorzaakt de essenziekte of essentaksterfte. Op een totaal van 252 essen is ondertussen 60,3% beschadigd en 20,6% afgestorven. Het gemiddeld bladverlies bedroeg in 2020 49,6%, inclusief dode bomen.

English abstract

The Level I survey was performed on 73 plots and 1474 sample trees (4x4 km-grid). 826 broadleaves and 648 conifers were assessed. The main tree species are *Pinus sylvestris* (n=486), *Quercus robur* (n=390), *Pinus nigra subsp. Laricio* (n=155), *Fagus sylvatica* (n=116) and *Quercus rubra* (n=93). Other broadleaved species, like *Castanea sativa*, *Quercus petraea*, *Betula pendula*, *Fraxinus excelsior*, *Alnus glutinosa*, *Acer pseudoplatanus* and *Populus sp.*, are gathered in the subset 'other broadleaves' (n=227). There are almost no other conifer species in the sample (n=7).

In Level I, mean defoliation was 24.1% and 25.3% of the trees were considered as being damaged. The mortality rate was 0.7%. The share of trees showing more than 25% defoliation was high in *Fagus sylvatica* (33.7%), *Quercus robur* (30.1%), *Pinus nigra* (30.3%) and 'other broadleaves' (32.2%). The share of trees in defoliation classes 2-4 was lower in *Pinus sylvestris* (16.2%) and *Quercus rubra* (16.1%).

In 9 plots trees were removed from the sample after storm (n=20). Weather circumstances were warm and dry during spring and summer, with a long lasting heat wave in August. Seed production was successful in *Quercus robur* and *Fagus sylvatica*. The proportion of trees with moderate to high fructification was 20.5% in *Quercus robur* and 14.7% in *Fagus sylvatica*.

On 7.1% of the trees, more than 10% of the crown showed discoloration. Damage due to defoliators was observed on 6.6 % of the sample trees, most frequent on *Quercus robur*. Defoliators caused more than 10% defoliation on 22.8% of the *Q. robur* trees. The number of plots with caterpillar nests of *Thaumetopoea processionea* on *Q. robur* increased.

Crown condition deteriorated compared to previous year. Mean defoliation increased significantly in *Fagus sylvatica* (+4.6 percentage points) and 'other broadleaves' (+2.0 percentage points). Significant changes were also detected for the total of broadleaves (+1.1 percentage points), conifers (+0.9 percentage points) and the overall total (+1.0 percentage points). *Quercus rubra* was the only species with a significant improvement of the crown condition (-3.6 percentage points).

A precipitation deficit during the vegetation period in 2018, 2019 and 2020 caused drought symptoms. Crown deterioration and tree death was observed, often in combination with symptoms of insect damage or fungal infection, but mostly in forest stands outside the Level I survey. Damage was observed both in conifers (*Picea sp.*, *Pinus sp.*) and broadleaved species (*Fagus sylvatica*, *Acer pseudoplatanus*).

Compared to the very dry year 2018, defoliation was significantly higher in *Quercus robur*, *Pinus sylvestris* and the 'other broadleaves'. The share of trees with more than 25% defoliation increased yearly in *Quercus robur*.

In 2014 a survey on the condition of *Fraxinus excelsior* was started, partly on Level I plots. A high proportion of trees is affected by *Hymenoscyphus fraxineus*. The share of trees with signs of *Armillaria* sp. or other wood rotting fungi increased every year. On a sample of 252 ash trees, 60.3% were classified as damaged, including 20.6% dead trees. Mean defoliation was 49.6%, dead trees included.

Dankwoord	2
Samenvatting	3
English abstract	4
Lijst van figuren	7
Lijst van foto's	7
Lijst van tabellen	8
1 Inleiding	10
2 Gegevens over meetnet, proefvlakken en steekproefbomen	12
2.1 Meetnet en steekproefbomen	12
2.2 Afgestorven bomen	17
2.3 Uit de steekproef verwijderde bomen	19
2.4 Nieuwe steekproefbomen	21
2.5 Gemeenschappelijke steekproefbomen	23
2.6 Leeftijd van de steekproefbomen	24
3 Methodiek	25
3.1 Jaarlijkse beoordeling	25
3.1.1 Blad-/naaldverlies	25
3.1.2 Symptomen van aantasting, infectie	25
3.1.3 Zaadzetting en waterscheutvorming	29
3.2 Verwerking van de gegevens	30
3.2.1 Algemeen	30
3.2.2 Statistische verwerking	31
4 Resultaten	32
4.1 Kroontoestand 2020	32
4.1.1 Blad-/naaldverlies	32
4.1.1.1 Totale steekproef	32
4.1.1.2 Loofbomen	32
4.1.1.3 Naaldbomen	34
4.1.1.4 Gegevens per proefvlak	36
4.1.1.5 Bespreking per proefvlak voor de hoofdboomsoorten (min. 5 ex. per soort)	39
4.1.2 Symptomen en oorzaken	43
4.1.2.1 Algemeen	43
4.1.2.2 Verkleuring	47

Pagina 5 van 109

Lijst van figuren

Figuur 1	Bosvitaliteitsinventaris 2020 - Vlaamse Gewest: situering van de proefvlakken (INBO)	15
Figuur 2	Bosvitaliteitsinventaris 2020 - gemiddeld blad-/naaldverlies per proefvlak (INBO)	41
Figuur 3	Overzicht van het aandeel proefvlakken met een gemiddeld blad-/naaldverlies van de hoofdboomsoort in de categorieën 0-10%, >10-25%, >25-40% en >40% (minimumaantal bomen van de soort per proefvlak = 5)	42
Figuur 4	Percentage beschadigde gemeenschappelijke bomen in de periode 2019-2020	75
Figuur 5	Percentage bomen in de verschillende bladverliesklassen in de periode 2018-2020 (beschadigd vanaf schadeklasse 26-60% bladverlies) - totaal van alle bomen	84
Figuur 6	Percentage bomen in de verschillende bladverliesklassen in de periode 2018-2020 (beschadigd vanaf schadeklasse 26-60% bladverlies) - loofbomen, naaldbomen, beuk, zomereik	85
Figuur 7	Percentage bomen in de verschillende bladverliesklassen in de periode 2018-2020 (beschadigd vanaf schadeklasse 26-60% bladverlies) - Amerikaanse eik, overige loofboomsoorten, grove den, Corsicaanse den	86
Figuur 8	Gemiddeld blad-/naaldverlies in de bosvitaliteitsinventaris van 1995 tot en met 2020	89
Figuur 9	Gemiddeld bladverlies van alle loofbomen in de periode 1995-2020	90
Figuur 10	Gemiddeld naaldverlies van alle naaldbomen in de periode 1995-2020	91
Figuur 11	Gemiddeld bladverlies van beuk in de periode 1995-2020	92
Figuur 12	Gemiddeld bladverlies van zomereik in de periode 1995-2020	93
Figuur 13	Gemiddeld bladverlies van Amerikaanse eik in de periode 1995-2020	94
Figuur 14	Gemiddeld naaldverlies van grove den in de periode 1995-2020	95
Figuur 15	Gemiddeld naaldverlies van Corsicaanse den in de periode 1995-2020	96
Figuur 16	Percentage beschadigde bomen in de periode 1995-2020 (totaal, loofbomen, naaldbomen)	98
Figuur 17	Percentage beschadigde beuken in de periode 1995-2020	99
Figuur 18	Percentage beschadigde zomereiken in de periode 1995-2020	100
Figuur 19	Percentage beschadigde Amerikaanse eiken in de periode 1995-2020	101
Figuur 20	Percentage beschadigde grove dennen in de periode 1995-2020	102
Figuur 21	Percentage beschadigde Corsicaanse dennen in de periode 1995-2020	103

Lijst van foto's

Foto 1	Proefvlak met zomereik in Beerse (domein Luisterborg, proefvlak 611, juli 2020)	13
Foto 2	Corsicaanse den in het Pijnven (proefvlak 903, juli 2020)	23
Foto 3	Oude zomereiken naast jonge esdoorns en essen in het Walenbos (Tielt-Winge, proefvlak 415, augustus 2020)	31
Foto 4	Zwarte els met bladverkleuring en -vervorming in Mol-Rauw (proefvlak 604, juli 2020)	39
Foto 5	Beschadigde zomereik in Beerse (Luisterborg, proefvlak 611, juli 2020)	42

1 INLEIDING

De bosuitbreidingsplannen van de Vlaamse regering en de Europese Green Deal hebben het bos bij ons en in het buitenland in een sterk positief licht gezet. De huidige gezondheidscrisis heeft de belangstelling voor het bos ook sterk aangewakkerd. De bossen zijn echte trekpleisters geworden, met enorme bezoekersaantallen tot gevolg.

Bossen worden geprezen voor hun breed gamma aan ecosystemendiensten. Door de coronamaatregelen kwam de recreatieve functie van de bossen het meest naar voor. Het bos helpt echter ook in de strijd tegen klimaatverandering: bossen slaan koolstof op en produceren de duurzame grondstof hout. Ze zijn bovendien een belangrijk habitat voor planten en dieren. Bomen en bossen hebben ook een bufferend vermogen, ze filteren de lucht en beschermen hun omgeving tegen wind en erosie.

Ondanks die positieve aandacht zijn bossen nog steeds bedreigd. Veel bosgebieden zijn zonevreemd en daardoor onvoldoende beschermd. De gezondheidstoestand van bomen en bossen staat ook onder druk, vaak ten gevolge van menselijke activiteit, rechtstreeks of onrechtstreeks.

Luchtverontreiniging, met name depositie van verzurende en vermestende stoffen, verstoort al decennia het evenwicht in bos- en natuurgebieden. De gevolgen van klimaatverandering komen daar bovenop, met droogte en hittegolven, overstroming, storm en bos- of natuurbrand. Verstoring door die zogenaamde abiotische factoren brengt andere, secundaire schade met zich mee. In de extreme gevallen leidt dit tot boomsterfte. Dat werd in de zomer van 2018 duidelijk toen droogte gepaard ging met massale schorskeveraantastingen op fiinspar.

In Vlaanderen werd het bosvitaliteitsmeetnet in 1987 opgericht (Level 1, uitvoering EC Verordening 3528/87). De jaarlijkse inventarisatie gebeurt zowel in Vlaanderen als in de rest van Europa. Het aandeel beschadigde bomen is een indicator voor de boskwaliteit (www.natuurindicatoren.be). Deze indicator wordt ook de bosvitaliteitsindex genoemd en is een van de statistieken van de Vlaamse statistische autoriteit (Vlaamse Statistieken, www.statistiekvlaanderen.be). De indicator wordt ook in het meest recente natuurrapport van het INBO besproken (Schneiders et al., 2020).

De resultaten worden aan het ICP Forests gerapporteerd (www.icp-forests.net). Het ICP Forests, of International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests, werd in 1985 opgericht. Het programma ontstond onder de VN Conventie over grensoverschrijdende luchtverontreiniging, bekend als 'Air Convention'. Eind de jaren 1970 was er nog geen sprake van de impact van klimaatverandering op het bos. De bosvitaliteitsmeetnetten werden opgericht om de gevolgen van luchtverontreiniging te monitoren. Zure neerslag veroorzaakte grootschalige bossterfte, vooral in Centraal- en Oost-Europa. Door talrijke maatregelen is de zwaveldepositie nu sterk verminderd maar hoge stikstofdeposities veroorzaken nog steeds bodemverzuring en vermessing. De kritische last voor vermessing wordt in Vlaanderen in 2017 in alle bosgebieden overschreden (Schneiders et al., 2020).

Het ICP Forests werkte mee aan het recente rapport over de toestand van de bossen in Europa 'Forest Europe 2020: State of Europe's Forests'. Dit rapport is een uitgave van de Ministeriële Conferentie over de bescherming van de bossen in Europa (www.foresteurope.org). De indicatoren over bosvitaliteit vallen onder rubriek C.2 Maintenance of Forest Ecosystem Health and Vitality (Potočić N, Ferretti et al., 2020).

Het verder monitoren van de boomsoorten blijft in elk geval noodzakelijk om te zien of er kansen zijn voor klimaatadaptatie. De verontrustende berichten doen bij terreinbeheerders vragen rijzen, niet in het minst de vraag welke boomsoorten opgewassen zijn tegen het veranderende klimaat. Over de positie van de beuk werd door INBO-collega's een artikel in Bosrevue gepubliceerd (De Keersmaecker & Vandekerckhove, 2020). In 2020 werd ook het advies over Klimaatslim bosbeheer door het INBO uitgebracht (Vandekerckhove et al., 2020). De belangrijkste raadgevingen zijn dat bovenop de boomsoortenkeuze vooral andere maatregelen een rol spelen. Bodemeigenschappen kunnen verbeterd worden maar vooral de beheeringrepen kunnen bijgestuurd worden: meer menging van boomsoorten, meer structuur in het bos, geen grootschalige kappingen maar kleine ingrepen... Zeker voor gevoelige boomsoorten als beuk wordt aanbevolen om sterke ingrepen te beperken. Er wordt ook aangeraden om niet overhaast te werk te gaan. In het verleden is nog gebleken dat bomen weerbaarder zijn dan gedacht. Zo ontstond er na het extreem droge jaar 1976 ook beukensterfte, maar dat betekende niet het einde van de soort (Bomennieuws, 1977).

2 GEGEVENS OVER MEETNET, PROEFVLAKKEN EN STEEKPROEFBOMEN

2.1 MEETNET EN STEEKPROEFBOMEN

Het bosvitaliteitsmeetnet werd in Vlaanderen in 1987 opgericht. Alle Europese lidstaten werden toen verplicht om de gezondheidstoestand van de bossen op te volgen, aan de hand van een internationaal vastgelegd meetnet (Level 1). Dat meetnet was gebaseerd op een systematisch raster van 16 bij 16 km. Overal waar hoekpunten van dit raster in bos vielen, werd een proefvlak ingericht.

In Vlaanderen leverde dit vanwege de kleine bosoppervlakte en de versnippering van de bossen, weinig proefvlakken op. Daarom werd het meetnet meteen verdicht tot 8 bij 8 km. Dit leverde in Vlaanderen 42 meetpunten op. Van de 10 internationale proefvlakken die daar toen deel van uitmaakten, worden er nog 8 jaarlijks bezocht (tabel 1).

Het meetnet werd in 1995 opnieuw verdicht. Aan de hand van een raster van 4 bij 4 km werden 30 loofboomproefvlakken aan het meetnet toegevoegd. Jarenlang bleef het aantal proefvlakken stabiel, met 42 oude en 30 recentere proefvlakken. De 8 internationale meetpunten worden ook bij het regionale meetnet gerekend.

In de loop der jaren verdwenen een aantal proefvlakken. Ondertussen startte het Agentschap voor Natuur en Bos met de Vlaamse bosinventaris, gebaseerd op een dicht meetnet van 1 x 0,5 km. Vanaf 2019 werd gestart met het toevoegen van nieuwe bosvitaliteitsproefvlakken uit dit meetnet, om de terugval van het aantal steekproefbomen te compenseren. In 2019 werden twee bosinventarisatieproefvlakken toegevoegd, in Ravels en in Wachtebeke. In 2020 werden opnieuw twee bosinventarisatieproefvlakken toegevoegd, ditmaal in Brecht (provincie Antwerpen) en in Zuurbemde (Glabbeek, Vlaams-Brabant).

De bosvitaliteitsinventaris is nog steeds een internationaal gebeuren. Het ICP Forests rapporteert over de cijfers in het internationale meetnet. Bovendien worden jaarlijks bijdragen uit de deelnemende landen gepubliceerd, met resultaten van de regionale inventarissen. Aan het ICP Forests programma nemen 42 landen deel. In 2020 werden door 27 Europese landen gegevens van bosvitaliteitsinventarissen uit 2019 verleend. In 5798 internationale proefvlakken werden in totaal 103831 kroonbeoordelingen uitgevoerd (Michel, Prescher & Schwärzel, 2020).

Er is een variabel aantal steekproefbomen per proefvlak. In 2012 werd in elk proefvlak een steekproefcirkel met een straal van 18 meter aangeduid (Sioen et al., 2012). Binnen de cirkel werden alle overheersende en medeheersende bomen geselecteerd. De steekproefbomen situeren zich enkel binnen deze cirkel. Voor 2012 was er geen steekproefcirkel. Er werden in elk proefvlak 4 groepjes van 6 steekproefbomen aangeduid. Per proefvlak lag het aantal steekproefbomen vast maar er was geen vastgelegde oppervlakte van het proefvlak (Sioen & Roskams, 2007).

Het aantal bomen is het kleinst in het internationaal proefvlak in Maldegem (3 ex.) en het grootst in het Pijnven (proefvlak 910, 54 exemplaren). In jonge bossen is de dichtheid van de

////////////////////////////////////

bomen het grootst. In verschillende naaldboomproefvlakken groeien tientallen steekproefbomen in de steekproefcirkel.

In totaal zijn er 73 proefvlakken met 1474 steekproefbomen (tabel 1, figuur 1, tabel 2). Meer dan de helft van de steekproefbomen zijn loofbomen (826 ex. of 56,0%). Naaldbomen maken een kleinere groep uit en er zitten ook minder naaldboomsoorten in de steekproef (648 ex. of 44,0%).

Binnen de groep loofboomsoorten is zomereik veruit het best vertegenwoordigd (26,4%). Daarna volgen beuk en Amerikaanse eik (7,9% en 6,3%). De groep 'overige loofboomsoorten' telt 227 bomen die tot 14 verschillende boomsoorten behoren (15,4%). Daarvan vertegenwoordigen 7 soorten elk meer dan 1% van de steekproef: tamme kastanje (3,1%), wintereik (2,9%), ruwe berk (2,1%), es (2,0%), zwarte els (1,6%), gewone esdoorn (1,3%) en populier (1,2%).

Grove den is de belangrijkste naaldboomsoort in de inventaris (33,0%), gevolgd door Corsicaanse den (10,5%). De groep 'overige naaldboomsoorten' telt te weinig bomen om de resultaten van de kroonbeoordelingen afzonderlijk te behandelen (0,5%). Er zitten 6 Japanse lorken en 1 Douglasspar in de steekproef. Andere naaldboomsoorten, zoals fijnspar, komen niet in de inventaris voor.

De jaarlijkse kroonbeoordelingen werden in 2020 op 6 juli gestart. De inventarisatie werd op 11 september afgerond.



Foto 1 Proefvlak met zomereik in Beerse (domein Luisterborg, proefvlak 611, juli 2020)

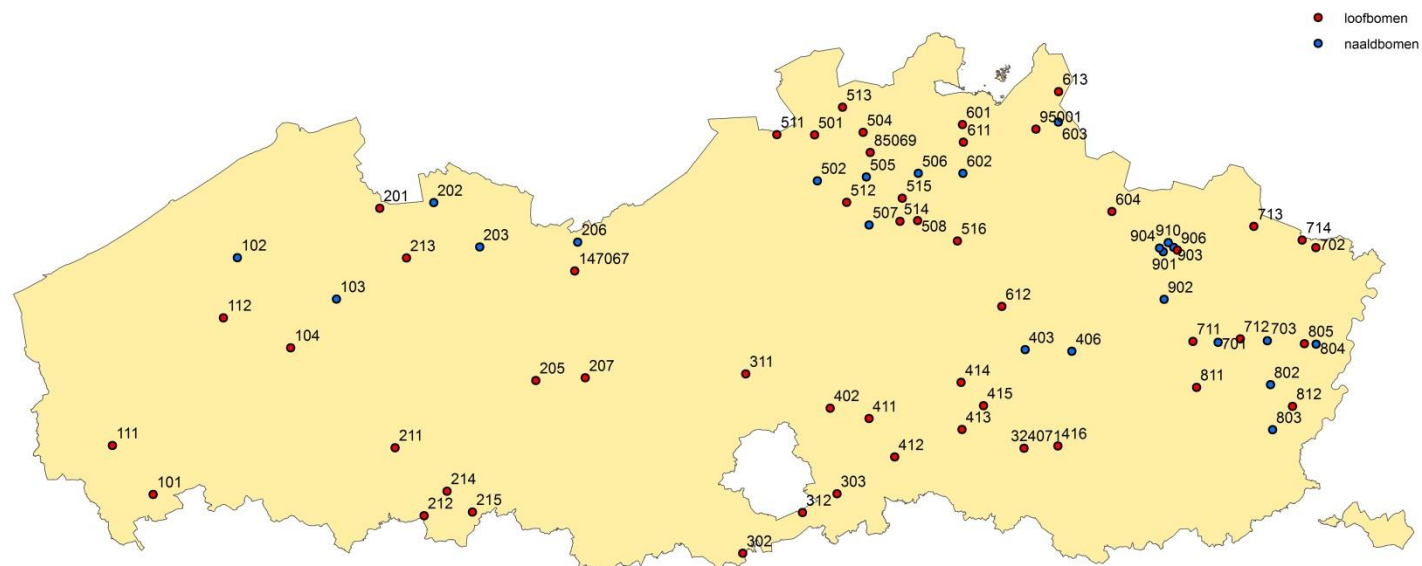
Tabel 1 De proefvlakken in het bosvitaliteitsmeetnet (vet: internationaal meetnet)

nr. proefvlak	plaats	naam/toponiem	eigendom	boomsoort(n ≥ 3)
101	Wijtschate	Diependaal	privé	tamme kastanje, zomereik
102	Zerkegem	De Os en den Ezel	privé	grove den, zomereik
103	Hertsberge	Hendriksberg	privé	grove den
104	Zwevezele	Jobeekbosje	privé	populier
111	Ieper	Galgebossen	openbaar	zomereik
112	Torhout	Wijnendalebos	openbaar	zomereik
201	Maldegem	Paddepoelbos	privé	zomereik
202	Sint-Laureins	Kommer	privé	grove den
203	Oosteeklo	Heide	privé	grove den
205	Gontrode	Aelmoeseneiebos	openbaar	zomereik, Japanse lork, es
206	Moerbeke	Heidebos	privé	grove den
207	Serskamp	De Zandputten	privé	zomereik
211	Wortegem-Petegem	Oud Moregembos	privé	zomereik
212	Kluisbergen	Feelbos	privé	beuk
213	Maldegem	Krayeloo	privé	ruwe berk, zomereik
214	Maarkedal	Koppenbergbos	openbaar	es
215	Ronse	St.-Pietersbos	privé	beuk
147067	Wachtebeke	Puyenbroeck	openbaar	zomereik, ruwe berk
302	Halle	Hallerbos	openbaar	wintereik, zomereik
303	Tervuren	Zoniënwood	openbaar	beuk
311	Meise	Leefdaalbos	privé	zomereik
312	Hoeilaart	Zoniënwood	openbaar	beuk
402	Perk	Hellebos	openbaar	zomereik, es
403	Averbode	Haecbos	privé	grove den
406	Deurne	Kenisberg	openbaar	grove den
411	Herent	Kareelbos	openbaar	Amerikaanse eik, beuk
412	Leuven	Egenhovenbos	openbaar	zomereik
413	Lubbeek	Collegebos	privé	zomereik, Amerikaanse eik
414	Aarschot	's Hertogenheide	privé	Amerikaanse eik
415	Tielt-Winge	Walenbos	openbaar	gewone esdoorn, zomereik
416	Zoutleeuw	Tienbunders	privé	es, zomereik, tamme kastanje
324071	Zuurbeemde	Zuurbeemden	openbaar	zomereik, es
501	Kapellen	Kapellenbos	privé	zomereik, Amerikaanse eik, tamme kastanje
502	Brasschaat	Peerdsbos	openbaar	grove den
504	Brecht	Groot Schietveld	openbaar	zomereik
505	Schilde	Het Kamp	privé	grove den
506	Oostmalle	Wolfschot	openbaar	grove den
507	Oelegem	Loddershoek	openbaar	grove den
508	Pulle	Krabbels	privé	zomereik, es
511	Putte	Moretusbos	openbaar	beuk
512	Schilde	Hof ter Linden	privé	beuk
513	Wuustwezel	Pastoorbos	openbaar	beuk
514	Zandhoven	Bosloop	privé	zomereik
515	Zoersel	Zoerselbos	privé	zomereik
516	Herentals	Peertsbos	openbaar	zomereik
85069	Brecht	Merelbos	openbaar	zomereik, ruwe berk
601	Merksplas	Kolonie	openbaar	zomereik
602	Beerse	Smalbroek	openbaar	grove den
603	Arendonk	Lusthoven	openbaar	grove den, Corsicaanse den
604	Mol-Rauw	Verkallerbos	openbaar	zwarte els
611	Beerse	Luisterborg	openbaar	zomereik
612	Herselt	Kaaibeekbos	privé	zomereik, beuk
613	Ravels	Krombusseltjes bos	privé	tamme kastanje, zomereik
95001	Ravels	Domeinbos Ravels	openbaar	beuk
701	Houthalen	Kelchtherhof	openbaar	grove den
702	Kinrooi	Grootbroek	openbaar	zomereik
703	Opglabbeek	Heiderbos	openbaar	grove den
711	Houthalen-Helchteren	Tenhout	privé	zomereik
712	Meeuwen-Gruitrode	Masy	openbaar	zomereik, robinia, Amerikaanse eik
713	Bocholt	Lozerheide	openbaar	zomereik
714	Bocholt	Stamprooiersbroek	openbaar	zwarte els
802	Zutendaal	Grote Heide	openbaar	grove den, Amerikaanse eik
803	Gellik	De Hoefaart	openbaar	grove den
804	Dilsen	Kalerheide	openbaar	grove den
805	Dilsen	Dilserbos	openbaar	Amerikaanse eik
811	Genk	Bokrijk	openbaar	zomereik
812	Lanaken	Molenberg	openbaar	wintereik, grove den
901	Eksel	Pijnven	openbaar	Corsicaanse den
902	Leopoldsburg	Kamp van Beverlo	openbaar	grove den
903	Eksel	Pijnven	openbaar	Corsicaanse den
904	Lommel	Pijnven	openbaar	Corsicaanse den
906	Eksel	Pijnven	openbaar	Amerikaanse eik
910	Overpelt	Pijnven	openbaar	Corsicaanse den

////////////////////////////////////

Bosvitaliteitsinventaris - Vlaamse Gewest

Situering van de proefvlakken



Figuur 1 Bosvitaliteitsinventaris 2020 - Vlaamse Gewest: situering van de proefvlakken (INBO)

Tabel 2 Absolute en procentuele samenstelling van de steekproef

soort		aantal	percentage
zomereik		390	26,4
beuk		116	7,9
Amerikaanse eik		93	6,3
overige loofbomen	tamme kastanje	47	3,1
	wintereik	43	2,9
	ruwe berk	31	2,1
	es	29	2,0
	zwarte els	24	1,6
	gewone esdoorn	19	1,3
	populier	17	1,2
	valse acacia	6	0,4
	grauwe abeel	4	0,3
	haagbeuk	2	0,1
	witte els	2	0,1
	zoete kers	1	0,1
	zachte berk	1	0,1
	gladde iep	1	0,1
	totaal overige loofbomen		227
loofbomen		826	56,0
grove den		486	33,0
Corsicaanse den		155	10,5
overige naaldbomen	Japanse lork	6	0,4
	douglas	1	0,1
totaal overige naaldbomen		7	0,5
naaldbomen		648	44,0
totaal		1474	100,0

AFGESTORVEN BOMEN

In 8 bosvitaliteitsproefvlakken werd sterfte vastgesteld (tabel 3). In totaal gaat het om 10 steekproefbomen of 0,7% van de steekproef. Er zijn 4 grove dennen, 3 zomereiken, 2 zwarte elzen en 1 Japanse lork afgestorven. Het mortaliteitscijfer is iets lager dan de vorige jaren (1,1% in 2018; 1,2% in 2017 en 2019). De afgestorven bomen worden vanaf 2021 niet meer in de inventaris opgenomen. In 2020 worden ze een laatste keer meegeteld, allen met 100% blad-/naaldverlies.

In Gontrode (proefvlak 205) is de volledige kroon van een **Japanse lork** door storm uitgebroken. De boom vertoonde tot en met 2019 een goede kroontoestand. Het toegekende naaldverlies bedroeg nooit meer dan 20%. In 2018 was er ook een afgestorven lork in dit proefvlak. Bij die boom was een kleiner stuk van de kroontop al jaren voordien afgebroken.

De sterfte van **zwarte els** in het proefvlak in Bocholt (proefvlak 714) komt jaarlijks terug. De proefvlakcirkel werd in 2012 ingericht en het aantal steekproefbomen daalde jaar na jaar door sterfte en stormschade. Er werd in het gebied van de Aa-beek een vernattingsproject opgestart en sindsdien staat het perceel voor een groot deel onder water. Een klein deel van de steekproefbomen overleeft maar de schade is heel groot. In 2006 werd *Phytophthora alni* op de bomen ontdekt. Deze schimmel infecteert de bomen en versnelt het aftakelingsproces. De schimmelsporen worden via het water verspreid. In 2020 stierven opnieuw twee elzen. Beide bomen waren in 2014 nog niet beschadigd maar vertoonden vanaf 2017 sterk bladverlies (beiden 70% in 2017). In 2018 en 2019 volgde de verdere aftakeling. Een van de bomen behield in 2019 alleen nog wat levende waterscheuten aan de stamvoet.

Ook in Sint-Laureins (proefvlak 202), Oosteeklo (proefvlak 203), Moerbeke (proefvlak 206) en Averbode (proefvlak 403) werden eerder al afgestorven bomen opgemerkt. In deze vier proefvlakken stierf het laatste jaar telkens één **grove den**. Het proefvlak in Moerbeke maakt deel uit van het natuureservaat Heidebos, de andere proefvlakken liggen in privé-bos. Alle steekproefbomen in deze proefvlakken zijn grove dennen. In Averbode werd sinds de start van het meetnet in 1987 nog nooit een dunning uitgevoerd. In Oosteeklo dateert de laatste dunning van 15 jaar geleden. In Moerbeke zijn nu voor het eerst een aantal te kappen bomen aangeduid. In Sint-Laureins was er jarenlang een fazantenkwekerij gevestigd. Daar werden in het verleden enkel afgestorven bomen weggenomen. De dichtheid is in alle proefvlakken hoog, met 38 tot 49 steekproefbomen binnen de steekproefcirkel. De kans bestaat dat de afgestorven bomen in deze proefvlakken in het verleden concurrentie van omringende bomen ondervonden. De afgestorven dennen takelden snel af. De afgelopen droge jaren kunnen dit proces nog versneld hebben. De grove den in Sint-Laureins vertoonde vanaf 2017 tot en met 2019 telkens 30% à 35% naaldverlies. In Moerbeke was dat van 2017 tot en met 2019 telkens 30% naaldverlies. Ook in Averbode bleef het naaldverlies beperkt tot en met 2019 (30% naaldverlies vanaf 2015, in 2019 25%). Alleen in Oosteeklo was er in 2019 al duidelijk een ernstige achteruitgang. De grove den in dit proefvlak vertoonde in 2018 nog 15% naaldverlies maar dat werd in 2019 plots 60%. De boom was in 2019 al duidelijk aan het wegwijnen, met naaldverkleuring, kroonsterfte en losgekomen boomschors. Op de stam werden boorgangen en boorgaten van dennenscheerder (*Tomicus piniperda*) waargenomen. Op de andere dennen werd in 2019 nog geen biotische schade vastgesteld.

Tot slot stierven er drie **zomereiken**, twee in het Hallerbos en één in Merksplas. In Halle bestaat het proefvlak hoofdzakelijk uit een menging van zomereik en wintereik. Het perceel ligt in bosreservaat en er worden geen dunningen uitgevoerd. De dichtheid van het bestand is

De eik in Merksplas is ouder en al veel langer aan het aftakelen. In dit proefvlak zijn al eerder oude zomereiken afgestorven. De afgestorven boom werd sinds 2012 jaarlijks als beschadigd beschouwd. Vanaf 2015 werd jaarlijks een bladverlies van 50% of meer toegekend. In 2018 bedroeg het bladverlies 55% en in 2019 75%. De kwijnende boom vertoonde al jaren symptomen zoals scheuren, vervormingen (ribbels), slijmuitvloei en spechtenholten in en op de stam, twijg- en taksterfte, bladverkleuring... De oorzaak van eikensterfte wordt bij ons vaak als onbekend beschouwd. De kans bestaat dat verschillende factoren een rol spelen (droogte, luchtverontreiniging, insecten, schimmels, standplaats, beheer...).

proefvlak	plaats	afgestorven boom	nr.
202	Sint-Laureins	grove den	137
203	Oosteeklo	grove den	8
205	Gontrode	Japanse lork	140
206	Moerbeke	grove den	147
302	Halle	zomereik	106
302	Halle	zomereik	127
403	Averbode	grove den	120
601	Merksplas	zomereik	28
714	Bocholt	zwarte els	209
714	Bocholt	zwarte els	214

UIT DE STEEKPROEF VERWIJDERDE BOMEN

34 bomen verdwenen uit de steekproef na kapping of stormschade (tabel 4). In vier proefvlakken werden tijdens dunningen bomen in de steekproefcirkels gekapt. In drie van de vier proefvlakken ging het om beuken. In Tervuren werden 4 beuken gekapt en in Kluisbergen 3 exemplaren. In Wuustwezel werd een beuk geveld die bij een vorige dunning (winter 2017-2018) gemerkt was maar toen niet gekapt werd. In een proefvlak met oude Corsicaanse dennen in het Pijnven werden 6 bomen geveld (proefvlak 903).

Er verdwenen ook bomen door niet-reguliere kappingen. Het betreft kappingen die niet voorzien waren maar door de stormen van de afgelopen jaren uitgevoerd werden. Soms wordt stormschade (windval, windbreuk) opgeruimd maar moeten er extra bomen gekapt worden om door het bestand te kunnen passeren. Ook schuin gewaaide bomen worden soms gekapt. Dit gebeurde in proefvlakken in het Pijnven (proefvlak 904), Schilde (proefvlak 512) en Herselt (proefvlak 612). In totaal werden 18 bomen gekapt en afgevoerd, al dan niet na stormschade.

In 9 proefvlakken werden de gevolgen van storm opgemerkt. Het betreft één proefvlak met een afgestorven boom (zie 2.2) en 8 proefvlakken met stambreuk of kroonbreuk. In 3 proefvlakken werden door storm beschadigde bomen gekapt en afgevoerd.

21 bomen werden na stormschade uit de steekproef gehaald, al dan niet na kapping (1,4%). Dat is minder dan in 2019, toen 24 bomen uit de steekproef verdwenen na storm. In 2018 werden 6 bomen na storm uit de steekproef gehaald. In 2020 was er vooral stormschade na hevige stormen in februari (zie 4.1.5 Weersomstandigheden). Er werd in alle Vlaamse provincies stormschade waargenomen.

In een proefvlak in Bocholt (proefvlak 714) werd het meest stormschade vastgesteld. Van 9 kwijnende zwarte elzen brak de stam. Veel bomen hadden al afgestorven kroontoppen en vertoonden alleen nog wat levende waterscheuten op de stam. Het bosperceel ligt in een moerasherstelproject en de elzen zijn door elzenphytophthora geïnfecteerd.

In de andere proefvlakken verdwenen minder steekproefbomen door stormschade. In Moerbeke (proefvlak 206) was meer dan 50% van een grove dennenkroon afgebroken. Ook deze boom werd niet meer beoordeeld. De andere proefvlakken waar naaldbomen stormschade opliepen, werden eerder al besproken (proefvlak 205 en proefvlak 904).

Naast zwarte els, werden nog verschillende boomsoorten door storm getroffen. Er was ook schade bij beuk, populier, es, valse acacia en ruwe berk.

De door storm getroffen beuken werden gekapt en afgevoerd (proefvlak 512, proefvlak 612). Van de andere boomsoorten bleven de omgewaaide of afgebroken stammen in het bos. Dat was het geval in Zwevezele (proefvlak 104 - 3 populieren), Aarschot (proefvlak 414 - 1 valse acacia), Pulle (proefvlak 508 - 1 es) en Dilsen (proefvlak 805 - 1 ruwe berk).

Het is het derde opeenvolgende jaar dat er veel bomen uit de steekproef verdwijnen. In 2018 werden 50 bomen uit de steekproef gehaald (kappingen en stormschade) en in 2019 nog eens 30 exemplaren. Op drie jaar tijd verdwenen zo 114 steekproefbomen, zonder rekening te houden met de sterfte.

2.4 NIEUWE STEEKPROEFBOMEN

In 2020 werden twee nieuwe proefvlakken aan het meetnet toegevoegd. Beide proefvlakken behoren tot het meetnet van de Vlaamse bosinventaris (ANB). Het proefvlak in Zuurbemde (Glabbeek, nr. 324071) werd in 2014 geselecteerd voor de inventarisatie van de gezondheidstoestand van de essen in Vlaanderen (Sioen et al., 2020). Het proefvlak in Brecht situeert zich in het Merelbos in Brecht (nr. 85069).

Omdat er de laatste jaren tientallen bomen wegvielen door storm, kapping of sterfte, werd er voor gekozen om de steekproef aan te vullen met proefvlakken uit de bosinventaris. In 2019 werden er al proefvlakken in Ravels en Wachtebeke geselecteerd en daar werden opnieuw twee proefvlakken uit het bosinventarisatiemeetnet aan toegevoegd.

De geselecteerde bomen in de proefvlakken worden in tabel 5 opgesomd. In Brecht werden 22 bomen geselecteerd (13 zomereiken, 8 ruwe berken en 1 grove den) en in Zuurbemde 19 bomen (14 zomereiken, 3 essen en 2 populieren).

Verder werden in de bestaande proefvlakken nog 11 nieuwe steekproefbomen aangeduid. Deze bomen werden nu pas geselecteerd omdat ze vroeger onderdrukt waren en onvoldoende groei ruimte hadden. Door kapping, windval of sterfte van naburige bomen hebben deze bomen meer ruimte gekregen. Ze worden ondertussen als medeheersende bomen in de kroonetage beschouwd. Deze 11 bomen werden in 8 verschillende proefvlakken geselecteerd (tabel 5).

Tabel 5 Aan de steekproef toegevoegde bomen

proefvlak	plaats	boomsoort	nr.
324071	Zuurbemde	es	2
324071	Zuurbemde	es	3
324071	Zuurbemde	es	4
324071	Zuurbemde	zomereik	101
324071	Zuurbemde	zomereik	102
324071	Zuurbemde	zomereik	103
324071	Zuurbemde	zomereik	104
324071	Zuurbemde	zomereik	105
324071	Zuurbemde	zomereik	106
324071	Zuurbemde	populier	107
324071	Zuurbemde	zomereik	108
324071	Zuurbemde	zomereik	109
324071	Zuurbemde	zomereik	110
324071	Zuurbemde	populier	111
324071	Zuurbemde	zomereik	112
324071	Zuurbemde	zomereik	113
324071	Zuurbemde	zomereik	114
324071	Zuurbemde	zomereik	115
324071	Zuurbemde	zomereik	116

Tabel 5 Aan de steekproef toegevoegde bomen (vervolg)

proefvlak	plaats	boomsoort	nr.
104	Zwevezele	zwarte els	117
212	Kluisbergen	beuk	105
303	Tervuren	beuk	113
303	Tervuren	beuk	114
403	Averbode	grove den	146
604	Mol-Rauw	zwarte els	116
604	Mol-Rauw	witte els	117
714	Bocholt	zwarte els	231
714	Bocholt	zwarte els	232
803	Gellik	grove den	117
906	Eksel	Amerikaanse eik	12
85069	Brecht	zomereik	1
85069	Brecht	zomereik	2
85069	Brecht	grove den	3
85069	Brecht	zomereik	4
85069	Brecht	ruwe berk	5
85069	Brecht	ruwe berk	6
85069	Brecht	zomereik	7
85069	Brecht	ruwe berk	8
85069	Brecht	ruwe berk	9
85069	Brecht	zomereik	10
85069	Brecht	ruwe berk	11
85069	Brecht	zomereik	12
85069	Brecht	zomereik	13
85069	Brecht	zomereik	14
85069	Brecht	ruwe berk	15
85069	Brecht	ruwe berk	16
85069	Brecht	ruwe berk	17
85069	Brecht	zomereik	18
85069	Brecht	zomereik	19
85069	Brecht	zomereik	20
85069	Brecht	zomereik	21
85069	Brecht	zomereik	22

2.5 GEMEENSCHAPPELIJKE STEEKPROEFBOMEN

Gemeenschappelijke steekproefbomen zijn bomen die meerdere jaren na elkaar beoordeeld worden. Het aantal gemeenschappelijke bomen daalt omdat er bomen uit de steekproef verdwijnen door kappingen of (ernstige) stormschade. Ook verdrongen bomen worden niet meer in de steekproef opgenomen. Er is de laatste jaren veel stormschade in de proefvlakken (2018, 2019, 2020). Jaarlijks zijn tientallen bomen uit de steekproef verdwenen. Er waren 17 afgestorven bomen in 2018 en 18 dode bomen in 2019. Een jaar na afsterven worden die niet meer meegerekend.

Zowel in 2019 als in 2020 werd de gezondheidstoestand van 1474 bomen beoordeeld. Dat waren niet allemaal dezelfde bomen. De 18 afgestorven bomen uit 2019 werden in 2020 niet meer in de steekproef opgenomen. In 2020 werden nog eens 34 bomen uit de steekproef verwijderd na kapping of stormschade. De gemeenschappelijke steekproef voor 2019 en 2020 telt **1422 bomen** (1474-52). In 2020 werd de steekproef weer aangevuld met nieuwe bomen, waardoor het totaal op 1474 kwam.

In 2018 werden 1481 bomen beoordeeld. Daarbij waren 17 afgestorven bomen. Ook deze werden de jaren erna niet meer in de steekproef opgenomen. In 2019 werden nog eens 30 bomen uit de steekproef gehaald na kapping of stormschade. De gemeenschappelijke steekproef voor 2018 en 2019 telt **1434 bomen** (1481-47).

Voor de periode 2018-2020 blijven er nog minder gemeenschappelijke bomen over. De gemeenschappelijke steekproef bevat de gemeenschappelijke bomen van 2019-2020 (1422 ex.) zonder de toegevoegde bomen in 2020 (52 ex.). Voor deze periode telt de gemeenschappelijke steekproef **1382 bomen**.



Foto 2 Corsicaanse den in het Pijnven (proefvlak 903, juli 2020)

2.6 LEEFTIJD VAN DE STEEKPROEFBOMEN

De exacte leeftijd van de steekproefbomen is onbekend. Er worden geen leeftijdsbepalingen uitgevoerd met behulp van aanwasboren of aan de hand van stamschijvenonderzoek (jaarringanalyse/dendrochronologie). Normaal gezien wordt de leeftijd van een boom op het terrein geschat. In een aantal gevallen kan informatie uit de bosbeheerplannen gehaald worden. Daarin kan bijvoorbeeld het jaar van aanplanten vermeld staan.

De gemiddelde leeftijd van alle steekproefbomen bedraagt naar schatting 77 jaar (tabel 6). De loofbomen zijn gemiddeld ouder dan de naaldbomen. De leeftijd van loofbomen bedraagt gemiddeld 83 jaar, bij naaldbomen is dat 70 jaar.

De beuken in de steekproef zijn het oudst. Hun leeftijd wordt gemiddeld op 111 jaar geschat. Daarna volgen Amerikaanse eik en zomereik. De gemiddelde leeftijd van de eiken bedraagt respectievelijk 85 jaar en 83 jaar. Tot slot is er de groep 'overige loofboomsoorten'. In die groep zitten meer jonge bomen. De gemiddelde leeftijd van alle overige loofbomen bedraagt 67 jaar. De grove dennen zijn gemiddeld ouder dan de Corsicaanse dennen. De geschatte leeftijd bedraagt gemiddeld 72 jaar bij grove den en 64 jaar bij Corsicaanse den. De leeftijd van de weinige overige naaldbomen wordt gemiddeld op 88 jaar geschat.

Het ICP Forests maakt een onderscheid tussen jonge en oude steekproefbomen. Jonge steekproefbomen hebben een leeftijd van maximum 59 jaar. Oude steekproefbomen zijn bomen waarvan de leeftijd minstens 60 jaar bedraagt. Het gemiddeld blad- of naaldverlies en het percentage beschadigde bomen kan afzonderlijk voor jonge en oude steekproefbomen berekend worden. Momenteel is ongeveer 20% van de steekproefbomen jonger dan 60 jaar maar voor sommige substeekproeven is dat nog minder. Zo bedraagt het aandeel jonge beuken, grove dennen en Amerikaanse eiken zelfs minder dan 10%. Naast de onbetrouwbaarheid van de leeftijdsbepaling is ook de onevenwichtige leeftijdsverdeling een aanleiding om in Vlaanderen geen uitspraken over de gezondheidstoestand per leeftijdscategorie meer te doen.

Tabel 6 Gemiddelde leeftijd van de steekproefbomen

soort	leeftijd (gem.)
totaal	77
loofbomen	83
naaldbomen	70
beuk	111
zomereik	83
Amerikaanse eik	85
overige loofbomen	67
Corsicaanse den	64
grove den	72
overige naaldbomen	88

3.1 JAARLIJKSE BEOORDELING

De kroontoestand van de steekproefbomen wordt met een verrekijker beoordeeld. Het schatten van het bladverlies (of de bladbezetting) is het belangrijkste onderdeel van de kroonbeoordeling. Het bladverlies wordt in trappen van 5% geschat en de bomen worden in bladverliesklassen ondergebracht (tabel 7). Bij het bepalen van het naaldverlies van grove dennen wordt rekening gehouden met het bloei-effect. Naargelang het kroongedeelte dat bloei vertoont, wordt er een compensatie voor het schijnbaar naaldverlies uitgevoerd. Bij de verwerking van de gegevens wordt enkel met het netto-naaldverlies gewerkt. Het schijnbaar naaldverlies (bruto-naaldverlies) en het bloei-effect worden verder niet behandeld.

Klasse	blad-/naaldverlies (%)	mate van blad-/naaldverlies	toestand
0	0-10	geen	gezond
1	11-25	licht	risicoboorn
2	26-60	matig	licht beschadigd
3	61-99	sterk	ernstig beschadigd
4	100	dood	dood
2-4	26-100	matig-dood	beschadigd

De symptomen van aantasting of schade door biotische of abiotische factoren worden genoteerd en ingedeeld naargelang de plaats van voorkomen: naalden of bladeren, twijgen of takken, stam of wortelaanloop. Deze categorieën worden nog verder opgesplitst (tabel 8). Dode bomen en bomen zonder symptomen worden in een aparte categorie ondergebracht.

Tabel 8 Categorieën van mogelijk aangetaste delen van een boom

aangetast deel	specificatie van aangetast deel
bladeren/naalden	lopende naaldjaargang oudere naalden alle naaldjaargangen loofbomen (bladeren)
takken, scheuten, knoppen, vruchten	nieuwe jaarscheuten twijgen (diameter < 2 cm) takken (diameter 2 - < 10 cm) zware takken (diameter ≥ 10 cm) eindscheut knoppen vruchten
kroontop, stam, stambasis, wortelaanloop	top van de kroon / stam stamdeel in de kroon stam (deel tussen de stambasis en de kroon) wortelaanloop en stambasis (≤ 25 cm hoogte) volledige stam
<i>dode boom</i>	
<i>geen symptomen (op geen enkel deel)</i>	

Per categorie van aangetaste boomdelen zijn er verschillende symptomen die met een afzonderlijke code genoteerd worden (tabel 9). Bij de meeste symptomen wordt een omvang geschat. Voor de inschatting van verkleuring, insectenaantasting, schimmelinfectie... wordt telkens met dezelfde omvangklassen gewerkt. Ook de aanwezigheid van kroonsterfte (afgestorven twijgen, takken) en verwondingen (scheuren, exploitatieschade...) wordt op deze wijze genoteerd. Alleen voor het bladverlies worden andere klassen gehanteerd (zie 3.1.1).

Tabel 9 Symptomen en omvangklassen

aangetast deel	code	symptoom/teken	code	specificatie symptoom/teken	code	omvang	code
lopende naaldjaargang oudere naalden alle naaldjaargangen bladeren (loofbomen)	11	gedeeltelijk of totaal aangevreten/ontbrekend	01			0%	0
	12	(gaatjes, gedeeltelijk aangevreten, inkerving,				1 - 10%	1
	13	insnijding, totaal aangevreten, geskeletteerd,				11 - 20%	2
	14	gemindeerd, vroegtijdige bladval)				21 - 40%	3
						41 - 60%	4
		licht groene tot gele verkleuring	02			61 - 80%	5
		rood tot bruine verkleuring (incl. necrose)	03			81 - 99%	6
		bronskleurige verkleuring	04			100%	7
		ander kleur	05				
		kleinbladerigheid	06				
		vervorming (gekruld, gedraaid, golvend, kronkelende bladsteel, dichtgevouwen, gallen, verwelking, andere vervorming)	08				
		ander symptoom	09				
lopende jaarscheuten diameter < 2 cm (twijgen) diameter 2 - < 10 cm (takken) diameter >= 10 cm (zwarte takken) eindscheut knoppen vruchten	21	aangevreten/ontbrekend	01			0%	0
	22	gebroken	13			1 - 10%	1
	23	dood/afstervend	14			11 - 20%	2
	24	afgestoten/afgesneden	15			21 - 40%	3
		necrose (necrotische plekken)	16			41 - 60%	4
	26	wonden	17	ontschorsing	58	61 - 80%	5
	27	(ontschorsing, scheuren...)		scheuren	59	81 - 99%	6
	28			andere wonden	60	100%	7
		harsuitvloeï (naaldbomen)	18				
		slijmuitvloeï (loofbomen)	19				
		vervorming (verwelking, gedraaid, kanker, tumor, heksenbezem, andere vervorming)	08				
		ander symptoom	09				
top van de kroon / stam stam in kroongedeelte stamdeel onder de kroon stamvoet en geëxposeerde wortels volledige stam	30	necrose (necrotische plekken)	16			0%	0
	31	wonden	17	ontschorsing	58	1 - 10%	1
	32	(ontschorsing, scheuren...)		scheuren (vorstscheuren...)	59	11 - 20%	2
	33			andere wonden	60	21 - 40%	3
	34	harsuitvloeï (naaldbomen)	18			41 - 60%	4
		slijmuitvloeï (loofbomen)	19			61 - 80%	5
		rottend	20			81 - 99%	6
		vervorming	08	kanker	62	100%	7
				tumor	63		
				longitudinale ribbels (vorstlijsten...)	68		
				andere vervorming	52		
		gekateld (scheef)	21				
	gevallen (met wortels)	22					
	gebroken	13					
	ander symptoom	09				evt. omvang	0-7
	teken van aanwezigheid insecten (nest, boorgaten, boormeel, witte bedekking, eiafzetting, adulten, larven, nymfen, poppen)	10				geen omvang	
	teken van aanwezigheid schimmels (mycelium, vruchtlichamen, gele/oranje blazen)	11					
	ander teken	12					
dode boom	04					geen omvang	
geen symptomen (op geen enkel deel)	00					geen omvang	

Tijdens het veldwerk wordt de oorzaak van een symptoom genoteerd. De mogelijke oorzaken van symptomen worden ingedeeld in een aantal hoofdgroepen (tabel 10), die verder opgesplitst worden in subgroepen. Ook de subgroepen hebben een specifieke code. Indien een

schadeorganisme op naam gebracht kan worden, wordt de naam eveneens genoteerd. Bij een onbekende oorzaak wordt de code '999' gebruikt.

Tabel 10 Hoofdgroepen van schadeorganismen en schadefactoren

schadegroep	code
wild en begrazing	100
insecten	200
schimmels	300
abiotische factoren	400
verstoring door de mens	500
vuur	600
luchtverontreiniging	700
andere factoren	800
(onderzocht maar) niet geïdentificeerd	999

De omvang van een symptoom wordt geschat en in acht klassen gerapporteerd (tabel 11). Elke omvangklasse geeft een indicatie van de hoeveelheid van het aangetaste boomdeel dat het symptoom vertoont, te wijten aan een organisme of een andere schadefactor. De omvang van een symptoom dat zich in bladverlies vertaalt (bv. bladvraat door rupsen), geeft het percentage van het bladoppervlak weer dat verloren is door de beïnvloedende oorzaak of factor. Dit wil zeggen dat de omvang niet alleen rekening houdt met het percentage bladeren dat aangetast is, maar ook met de intensiteit van de aantasting op bladniveau.

Tabel 11 Schadeklassen en respectievelijke code

klasse	code
0%	0
1 - 10%	1
11 - 20%	2
21 - 40%	3
41 - 60%	4
61 - 80%	5
81 - 99%	6
100%	7

De verkleuring van bladeren of naalden wordt vanaf klasse 2 (> 10%) als abnormaal beschouwd. Bij insectenaantasting is er eveneens sprake van matige tot ernstige aantasting vanaf klasse 2 (> 10%). Ook bij het afsterven van twijgen en takken wordt vanaf een omvang van meer dan 10% over matige tot ernstige kroonsterfte gesproken.

Tekenen van de aanwezigheid van insecten en schimmels worden niet gekwantificeerd, net zoals ontwortelde bomen en afgekraakte stammen (tabel 9).

Als twee of meer gelijkaardige symptomen op hetzelfde boomdeel voorkomen en veroorzaakt worden door verschillende organismen of factoren, kan het zeer moeilijk zijn om hun

////////////////////////////////////

Een symptoom is nieuw of vers wanneer het tijdens de voorgaande inventaris nog niet opgemerkt werd. Wanneer de schade het jaar voordien ook al aanwezig was (bv. oude wonden op de stam), wordt die als oud beschouwd. Een combinatie van verse en oude schade wordt met een afzonderlijke code genoteerd (tabel 12).

leeftijd symptoom	code
nieuw/vers	1
oud	2
nieuw + oud	3

Van elke boom wordt de zaadproductie met behulp van een verrekijker beoordeeld. Naargelang de graad van zaadzetting worden de bomen in vier klassen ingedeeld (tabel 13). Bij naaldbomen wordt, wegens de beperkte zichtbaarheid van de pas gevormde kegels, de bezetting met jonge en oudere kegels samen geschat.

Tabel 13 Klassenindeling voor zaadzetting

klasse	zaadzetting	graad
0	geen zaad waarneembaar	geen
1	zaad of kegels met verreikijker zichtbaar	licht
2	zaad of kegels met blote oog zichtbaar	matig
3	volledige kroon met zaad of kegels bezet	sterk

klasse	waterscheuten
0	geen waterscheuten
1	enkel op de stam
2	enkel in de kroon
3	op de stam en in de kroon

3.2 VERWERKING VAN DE GEGEVENS

3.2.1 Algemeen

Na het afsluiten van het terreinwerk worden alle steekproefbomen in bladverliesklassen ondergebracht. De verschillende bladverliesklassen krijgen een nummer van 0 tot 4 (tabel 7). Bomen worden als gezond beschouwd wanneer het bladverlies maximum 10% bedraagt. Bomen met 11% tot en met 25% bladverlies zijn nog niet beschadigd maar verkeren evenmin in een optimale gezondheidstoestand. Deze bomen bevinden zich in een zogenaamde risico- of waarschuwingsklasse.

Bomen met meer dan 25% blad-/naaldverlies worden als beschadigd beschouwd, met een opsplitsing naargelang de mate van het bladverlies. Tot en met een bladverlies van 60% worden beschadigde bomen in een klasse met 'matig bladverlies' ondergebracht. Ernstig beschadigde bomen vertonen meer dan 60% blad- of naaldverlies.

Afgestorven bomen komen in een afzonderlijke klasse terecht (100% bladverlies). De afgestorven bomen worden nog één jaar in de inventaris opgenomen. Bij de volgende inventarisatie verdwijnen ze uit de steekproef. Gekapte bomen, verdrongen bomen en bomen met zware mechanische schade worden onmiddellijk uit de steekproef gehaald.

Bomen worden als abnormaal verkleurd beschouwd wanneer meer dan 10% van de kroon bladverkleuring vertoont.

De verwerking van de gegevens gebeurt afzonderlijk voor de volgende (sub)steekproeven:

- alle bomen: het totaal van alle soorten
- alle loofbomen
- alle naaldbomen
- enkele algemene boomsoorten: grove den, zomereik, Corsicaanse den, beuk, Amerikaanse eik en de ‘overige loofboomsoorten’ (er zijn te weinig bomen van de ‘overige naaldboomsoorten’ om afzonderlijk behandeld te worden)
- de verschillende proefvlakken

De volgende resultaten worden vermeld:

- gemiddeld blad-/naaldverlies
- verdeling over de verschillende blad-/naaldverliesklassen
- percentage beschadigde bomen
- percentage bomen met symptomen (verkleuring, insectenaantasting, schimmelinfectie...)
- evolutie van het bladverlies en het aandeel beschadigde bomen in 2019-2020, 2018-2020, 1995-2020

3.2.2 Statistische verwerking

De volgende toetsen worden gebruikt (berekeningen met het statistische pakket R):

-

4 RESULTATEN

4.1 KROONTOESTAND 2020

4.1.1 Blad-/naaldverlies

4.1.1.1 Totale steekproef

25,3% van de steekproefbomen wordt als beschadigd aanzien (tabel 15). Dat wil zeggen dat de schatting van het blad- of naaldverlies bij ongeveer een kwart van de bomen 30% of meer bedraagt. Het gemiddeld bladverlies van de bomen bedraagt 24,1% (mediaan 25, tabel 16).

De bomen worden in 5 bladverliesklassen ondergebracht. Klasse 0 en klasse 1 bevatten bomen die niet beschadigd zijn. 7,2% van de steekproefbomen wordt als gezond beschouwd (klasse 0). Het bladverlies van deze bomen bedraagt maximum 10%. Ongeveer twee derden van de bomen situeert zich in bladverliesklasse 1 (67,5%). Deze klasse is een soort overgangsklasse of waarschuwingsklasse. Ze bevat bomen die niet als gezond maar ook niet als beschadigd aanzien worden.

De beschadigde bomen komen in drie bladverliesklassen voor. 23,7% vertoont matig bladverlies, dat betekent meer dan 25% bladverlies en maximum 60% bladverlies. Ernstig bladverlies komt bij 0,9% van de bomen voor. Deze bomen zijn niet afgestorven maar vertonen meer dan 60% bladverlies. Tot slot is 0,7% van de bomen sinds de vorige inventaris afgestorven. Deze dode bomen werden eerder al besproken. Eerder afgestorven bomen komen niet meer in de inventaris voor.

Tabel 17 geeft de verdeling in gelijke 10%-bladverliesklassen weer. Daaruit blijkt duidelijk een scheve verdeling van de gegevens. Vooral de bladverliesklassen 11-20% en 21-30% tellen een groot aandeel bomen, respectievelijk 40,6% en 40,4%. Bij 3,9% van de steekproefbomen is het toegekende bladverlies groter dan 40%. Het aandeel bomen met meer dan de helft van de kroon zonder bladeren beperkt zich tot 2,1%. In de verdere bespreking van de resultaten worden enkel de 5 standaardklassen gebruikt.

4.1.1.2 Loofbomen

Voor het totaal van alle loofbomen ligt de score hoger dan voor het algemeen totaal. Het aandeel beschadigde loofbomen bedraagt 29,6% (tabel 15). Ook het gemiddeld bladverlies is hoger, namelijk 24,9% (tabel 16). De mediaan van het bladverlies is 25%, net als bij het totaal van alle bomen.

8,1% van de loofbomen is gezond. Opnieuw zit het grootste aandeel bomen in de waarschuwingsklasse, met een bladverlies van 11% à 25% (62,3%). Meer dan een kwart van de bomen vertoont matig bladverlies (27,5%). Het aandeel bomen met sterk bladverlies bedraagt 1,5%. Tot slot is 0,6% van de loofbomen afgestorven.

Wat het totaal van alle loofbomen betreft, is de toestand ongunstig in vergelijking met de naaldbomen. Zowel het aandeel beschadigde bomen als het gemiddelde en de mediaan zijn

Het hoogste aandeel aan beschadigde bomen wordt bij **beuk** vastgesteld (33,7%). Bijna alle beschadigde bomen vertonen matig bladverlies (32,8%). Er zijn geen beuken afgestorven en sterk bladverlies wordt zelden vastgesteld (0,9%). Het gemiddelde is hoog en vergelijkbaar met zomereik (24,8%). De mediaan van het bladverlies bedraagt 25%. De toestand is slechter in vergelijking met 2019 (zie verder). Tijdens jaren met sterke zaadsetting vertoont beuk een ijlere bladbezetting in de kroon. In 2020 werd verhoogde zaadproductie vastgesteld en dit heeft een impact op de cijfers. De laatste jaren hebben de beuken wel te lijden onder droogtestress. Dat vertaalt zich momenteel niet overal in sterk bladverlies of sterfte. Ook in proefvlakken van het Level II meetnet bleek de bladbezetting van de beuken vrij goed, bijvoorbeeld in het Zoniënwoud, het Wijnendalebos en het Aelmoeseneiebos. De grootste schade doet zich buiten de bosproefvlakken voor. Er werden in 2020 beuken gekapt en uit de steekproef genomen. Dit gebeurde na stormschade of bij dunningen. In enkele proefvlakken betrof het reeds beschadigde bomen (Schilde, proefvlak 512 en Herselt, proefvlak 612).

De mediaan van het bladverlies is bij beuk en zomereik hoger dan bij Amerikaanse eik en de groep 'overige loofboomsoorten'.

De kroontoestand van de groep '**overige loofboomsoorten**' blijft zorgwekkend. Bijna één boom op drie is beschadigd (32,2%) en het gemiddeld bladverlies bedraagt 26,6%. Daarmee is het gemiddelde het hoogst in deze substeekproef. Het hoge gemiddelde wordt veroorzaakt door een groot aandeel afgestorven bomen (0,9%) en vooral een groot aandeel bomen met sterk bladverlies (4,4%). Dit heeft een effect op de cijfers van het totaal van alle loofbomen. De sterfte is afgenomen in vergelijking met voorgaande jaren. Dat komt vooral door de afgenomen sterfte in het **zwarte elzenproefvlak** in Bocholt (proefvlak 714). Het aantal steekproefbomen daalde er door sterfte en stormschade van 132 in 2012 naar 15 in 2020. Twee steekproefbomen zijn het laatste jaar afgestorven en nog 7 andere vertonen meer dan 60% bladverlies.

Ook de gezondheidstoestand van een aantal andere ‘overige loofboomsoorten’ is niet goed. Door de droogte was er het afgelopen jaar opnieuw vroeg bladverlies, ondermeer bij **ruwe berk** en **tamme kastanje**. Matig tot sterk bladverlies van es was er onder andere in de

proefvlakken Gontrode (proefvlak 205), Zoutleeuw (proefvlak 416) en Zuurbemde (proefvlak 324071), van tamme kastanje in Wijtschate (proefvlak 101) en Ravels (proefvlak 613) en van ruwe berk in Maldegem (proefvlak 213) en Brecht (proefvlak 85069). De gezondheidstoestand van de essen gaat nog steeds achteruit door de essenziekte of essentaksterfte (zie verder).

4.1.1.3 Naaldbomen

Ongeveer één naaldboom op vijf is beschadigd (19,8%). Het gemiddeld naalddverlies van alle naaldbomen in de steekproef bedraagt 23.1% (mediaan 20).

De toestand is beter in vergelijking met de loofbomen, hoewel het aandeel gezonde bomen lager ligt (6,0%). Bijna drie kwart van de bomen vertoont licht naaldverlies (naaldverliesklasse 1: 74,2%).

Opnieuw situeert het grootste deel van de beschadigde bomen zich in de klasse met matig naaldverlies, dat betekent een naaldverlies van 26% à 60% (18,8%). Eén procent van de naaldbomen vertoont meer dan 60% naaldverlies: 0,2% van de bomen vertoont sterk naaldverlies en 0,8% is afgestorven. Van de vijf dode naaldbomen is er één na storm afgestorven. Er werden ook enkele naaldbomen uit de steekproef verwijderd ten gevolge van storm. Dat was het geval in Moerbeke (proefvlak 206) en Lommel (Pijnven, proefvlak 904). Er was stormschade bij grove den, Corsicaanse den en Japanse lork.

Ondanks vier afgestorven exemplaren (0,8%), blijft het aandeel beschadigde bomen bij **grove den** beperkt (16,2%). Er zijn geen bomen met sterk naaldverlies. Het gemiddeld naaldverlies bedraagt 22,6%. De mediaan van het naaldverlies is 20%. De afgestorven grove dennen komen uit verschillende proefvlakken: Sint-Laureins (proefvlak 202), Oosteeklo (proefvlak 203), Moerbeke (proefvlak 206) en Averbode (proefvlak 403).

Zowel het gemiddeld naaldverlies als de mediaan van het naaldverlies zijn hoger bij **Corsicaanse den**, respectievelijk 24,4% en 25%. Er zijn geen afgestorven Corsicaanse dennen en er is slechts één exemplaar met sterk naaldverlies (0,6%). Toch is het aandeel beschadigde bomen veel hoger in vergelijking met grove den (30,3%). Voor het tweede opeenvolgende jaar is er stormschade in het Pijnven (proefvlak 904). In 2019 waren de omgewaaide bomen blijven liggen. In 2020 werd alle stormschade in dit proefvlak opgeruimd.

De **overige naaldboomsoorten** worden niet in detail besproken wegens te weinig steekproefbomen. In 2019 en 2020 werden Japanse lorken door storm getroffen. In 2020 brak een kroon van een lork in Gontrode (proefvlak 205). Deze werd als afgestorven boom in de inventaris opgenomen

Tabel 15 Procentuele verdeling van de steekproefbomen per blad-/naaldverliesklasse

	klasse 0 (0-10%)	klasse 1 (11-25%)	klasse 2 (26-60%)	klasse 3 (61-99%)	klasse 4 (100%)	klasse 2-4 (beschadigd)
totaal	7,2	67,5	23,7	0,9	0,7	25,3
loofbomen	8,1	62,3	27,5	1,5	0,6	29,6
naaldbomen	6,0	74,2	18,8	0,2	0,8	19,8
zomereik	5,4	64,5	29,0	0,3	0,8	30,1
beuk	10,3	56,0	32,8	0,9	0,0	33,7
Amerikaanse eik	15,1	68,8	16,1	0,0	0,0	16,1
overige loofbomen	8,8	59,0	26,9	4,4	0,9	32,2
grove den	5,1	78,7	15,4	0,0	0,8	16,2
Corsicaanse den	8,4	61,3	29,7	0,6	0,0	30,3
overige naaldbomen	14,3	57,1	14,3	0,0	14,3	28,6

Tabel 16 Gemiddeld blad-/naaldverlies (%), standaardafwijking (s.a.) en mediaan, uitgesplitst naar type en soort

	gemiddeld bladverlies (%)	mediaan	s.a.
totaal	24,1	25	11,9
loofbomen	24,9	25	13,1
naaldbomen	23,1	20	10,1
zomereik	24,9	25	10,9
beuk	24,8	25	11,6
Amerikaanse eik	20,6	20	7,8
overige loofbomen	26,6	20	17,8
grove den	22,6	20	9,5
Corsicaanse den	24,4	25	9,9
overige naaldbomen	28,6	15	32,1

Tabel 17 Procentuele verdeling van de steekproefbomen in 10%-klassen (volgens blad-/naaldverlies)

blad-naaldverliesklasse	totaal	loofbomen	naaldbomen	zomereik	beuk	Am. eik	overige lbs.	grove den	Cors. den	overige nbs.
0-10%	7,2	8,1	6,0	5,4	10,3	15,1	8,8	5,1	8,4	14,3
11-20%	40,6	37,3	44,8	35,6	30,2	43,0	41,5	48,5	32,9	57,1
21-30%	40,4	39,6	41,5	44,1	44,0	35,4	30,8	40,9	44,6	14,3
31-40%	7,9	9,9	5,2	11,0	10,3	5,4	9,7	3,9	9,7	0,0
41-50%	1,8	2,3	1,2	2,3	3,4	1,1	2,2	0,6	3,2	0,0
51-60%	0,6	0,8	0,3	0,5	0,9	0,0	1,8	0,2	0,6	0,0
61-70%	0,1	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,6	0,0
71-80%	0,1	0,2	0,0	0,3	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0
81-90%	0,3	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	0,0	0,0	0,0
91-100%	1,0	1,2	0,8	0,8	0,9	0,0	2,6	0,8	0,0	14,3

Tabel 18 'Beschadigde' proefvlakken met gemiddeld bladverlies > 25%

In 20 proefvlakken ligt het bladverlies boven de 25%-grens maar blijft dit lager dan 30%.

Negen van de 20 proefvlakken met een bladverlies tussen 25% en 30% worden als eikenproefvlakken beschouwd. Daar zitten vier proefvlakken bij waar telkens verschillende steekproefbomen van andere boomsoorten beschadigd zijn. In **Brecht** (proefvlak 85069) zijn 7 zomereiken en 5 ruwe berken beschadigd, op een totaal van 22 bomen. In **Maldegem** (proefvlak 213) zijn dat 7 zomereiken en 4 ruwe berken, op een totaal van 24 bomen. In Zuurbemde en Ieper zijn nog andere soorten mee verantwoordelijk voor het hoge bladverlies. In **Zuurbemde** (proefvlak 324071) zijn 7 zomereiken en 2 essen beschadigd op een totaal van 19 bomen. In **Ieper** (proefvlak 111) gaat het over 4 zomereiken, 1 gewone esdoorn, 1 populier en 1 es. In het geval van zomereik is de schade niet het gevolg van de droogte. Dat geldt wel voor berk, populier en esdoorn.

Zandhoven (proefvlak 514) en **Zoersel** (proefvlak 515) zijn eikenproefvlakken met regelmatig terugkerende insectenvraat en meeldauwinfectie. De oorzaak van enkele kwijnende bomen in Zoersel is niet eenduidig vast te stellen. In Zoersel is er opvallende zaadzetting, dat is ook in **Torhout** (proefvlak 112) en **Genk** (proefvlak 811) het geval. In Zandhoven wordt dan weer geen zaadzetting waargenomen.

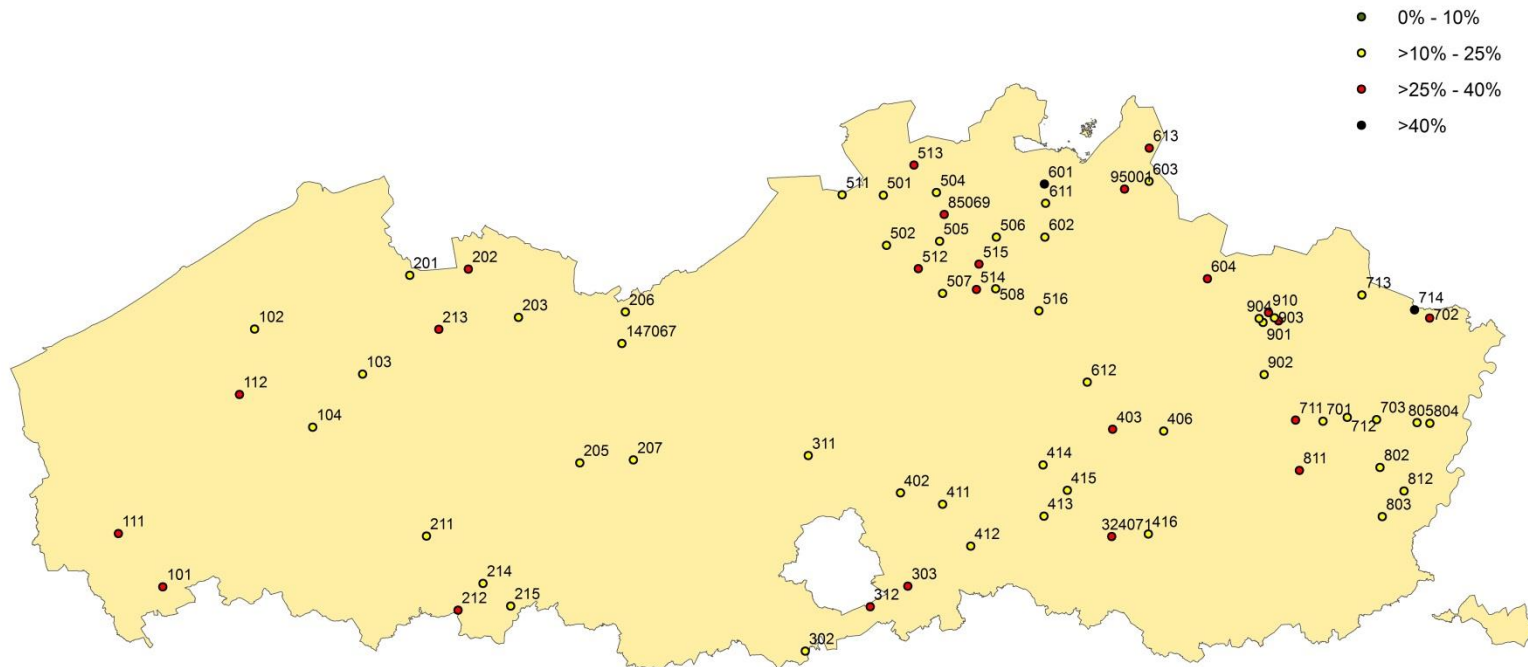
Behalve Ravels en Schilde, worden er nog verschillende beukenproefvlakken als beschadigd aanzien: **Kluisbergen** (proefvlak 212), **Tervuren** (proefvlak 303), **Hoeilaart** (proefvlak 312) en **Wuustwezel** (proefvlak 513). In Wuustwezel wordt het gemiddelde opgetrokken door een sterk kwijnende beuk. Deze boom is nog net niet afgestorven (95% bladverlies). In deze proefvlakken gaat een ijlere bladbezetting gepaard met een verhoogde zaadzetting. In Kluisbergen is er in vergelijking met de andere proefvlakken meer aantasting door beukenspringkever (*Rhynchaenus fagi*).

Ook wat **beuk** betreft, zijn er veel proefvlakken met een hoog gemiddelde. Deze beschadigde proefvlakken werden eerder besproken. Van de 8 proefvlakken met beuk zijn er slechts 2 niet beschadigd: Ronse (proefvlak 215) en Putte (proefvlak 511). 75% van de proefvlakken haalt een gemiddelde tussen 25% en 40%.

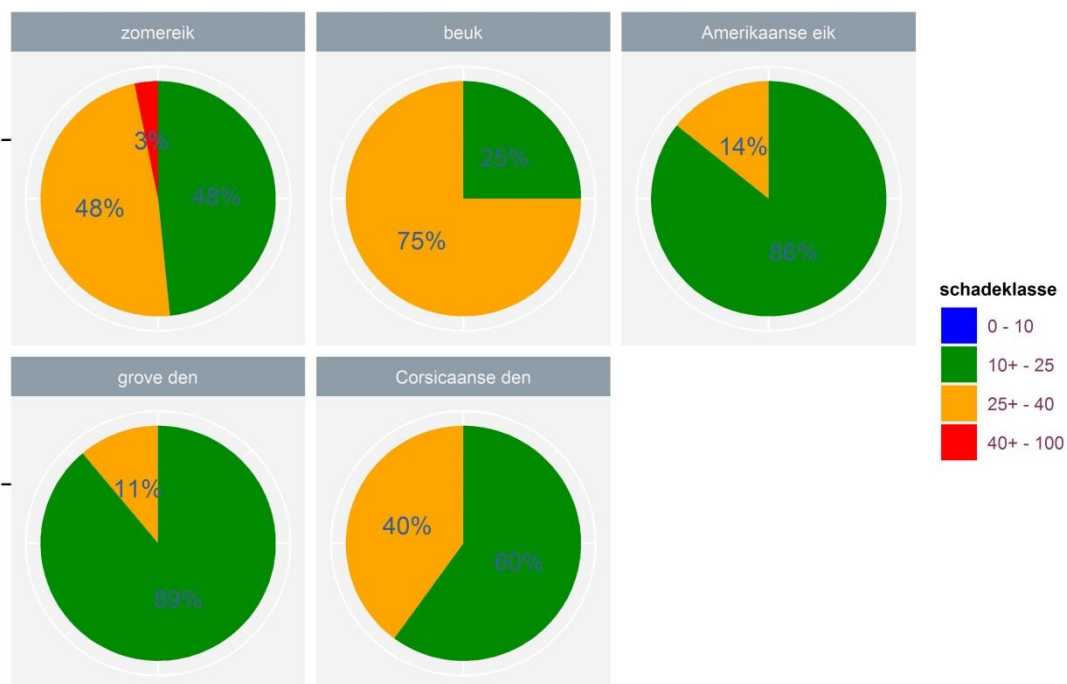
De kroontoestand van **Amerikaanse eik** is vrij goed. Dat blijkt ook uit de cijfers per proefvlak. In 6 van de 7 proefvlakken met Amerikaanse eik ligt het gemiddeld bladverlies tussen 10% en 25%. Enkel in het Pijnven (Eksel, proefvlak 906) ligt het gemiddelde daarboven (14%).

Bosgezondheidstoestand 2020

Gemiddeld blad-/naaldverlies per proefvlak



Figuur 2 Bosvitaliteitsinventaris 2020 - gemiddeld blad-/naaldverlies per proefvlak (INBO)



Figuur 3 Overzicht van het aandeel proefvlakken met een gemiddeld blad-/naaldverlies van de hoofdboomsoort in de categorieën 0-10%, >10-25%, >25-40% en >40% (minimumaantal bomen van de soort per proefvlak = 5)



Foto 5 Beschadigde zomereik in Beerse (Luisterborg, proefvlak 611, juli 2020)

4.1.2 Symptomen en oorzaken

4.1.2.1 Algemeen

Op alle delen van een boom kunnen symptomen van ziekte, aantasting of schade waargenomen worden (tabel 9). Hier wordt een overzicht gemaakt van de symptomen die het meest voorkomen. De omvang van een symptoom of de mate waarin een of andere vorm van schade voorkomt, komt later aan bod. Tijdens de waarnemingen wordt gezocht naar oorzaken van de aangetroffen symptomen. De diagnose is vaak moeilijk. Wanneer er bijvoorbeeld taksterfte optreedt of harsuitvloeï aangetroffen wordt, is het niet evident om de juiste oorzaak te vinden.

In tabel 19 worden de waargenomen symptomen weergegeven, samen met het aandeel bomen waarop de symptomen voorkomen. Een aantal symptomen komt regelmatig terug, zoals verkleuring, vraat, kroonsterfte en wonden.

Vraat aan **bladeren of naalden** komt op 41,2% van de bomen voor. De omvang van de **insectenvraat** kan variëren, van beperkt en nauwelijks zichtbaar tot volledige kaalvraat. Na vraat volgt **verkleuring** als tweede belangrijkste symptoom. Het gaat daarbij om gele of bruine blad- of naaldverkleuring (30,3%). Op 3,0% van de bomen wordt **bladvervorming** waargenomen. Andere symptomen komen op de bladeren of naalden weinig of niet voor.

Op **scheuten, twijgen en takken** komen nog verschillende andere symptomen voor. Bijna twee op de drie bomen vertoont **sterfte** van scheuten, twijgen of takken (65,5%). Kroonsterfte is daarmee het meest genoteerde symptoom. Daarnaast wordt bij 8,9% van de bomen **takbreuk** genoteerd. Dode en gebroken scheuten, twijgen of takken worden het meest opgemerkt. Daarna volgen **takvervorming** en **wonden**, met respectievelijk 2,5% en 1,9%.

Van elke steekproefboom wordt ook de **stam, de stamvoet en de wortelaanlopen** gecontroleerd. Op meer dan een kwart van de bomen worden kleine of grotere **wonden** aangetroffen (26,0%). Daarnaast wordt regelmatig **hars of slijm** op de stammen waargenomen (14,9%). Meer dan 5% van de steekproefbomen vertoont **vervorming** of de aanwezigheid van **insecten**, respectievelijk 9,5% en 7,3%. Andere symptomen zijn zeldzamer, zoals bijvoorbeeld houtrot (3,0%), necrose (2,1%) of een dode kroontop (2,0%).

Tabel 19 Percentage bomen met symptomen (totaal: 1474 bomen)

aangetast deel	symptoom	aantal bomen	%
bladeren/naalden	aangevreten	608	41,2
	verkleuring (geel, bruin)	446	30,3
	bladvervorming	44	3,0
	teken van aanwezigheid schimmels	1	0,05
takken/scheuten	dood/afstervend	966	65,5
	gebroken	131	8,9
	vervorming	37	2,5
	wonden (ontschorsing, scheuren...)	28	1,9
	teken van aanwezigheid insecten	11	0,7
	teken van aanwezigheid schimmels	3	0,2
	ander teken	2	0,1
	harsuitvloeï	1	0,05
stam	wonden (ontschorsing, scheuren...)	383	26,0
	harsuitvloeï of slijmuitvloeï	219	14,9
	vervorming (kanker, tumor, ribbels...)	140	9,5
	teken van aanwezigheid insecten	108	7,3
	kwijnend/rottend	44	3,0
	necrose (necrotische plekken)	31	2,1
	dode kroontop	29	2,0
	gekanteld (scheef)	24	1,6
	ander teken	21	1,4
	teken van aanwezigheid schimmels	11	0,7

Zoals eerder vermeld, is er in veel gevallen onzekerheid over de **oorzaak van de symptomen**. Bij een waargenomen symptoom wordt vaak een 'onbekende oorzaak' opgegeven (76,5%, tabel 20). Symptomen die door insecten zijn veroorzaakt, worden wel meestal herkend. 46,5% van de steekproefbomen vertoont symptomen afkomstig van insecten. Symptomen van schimmelinfecties worden minder genoteerd (23,0%). Op minder dan een vijfde van de bomen is er abiotische schade (18,9%). Er zijn ook heel wat symptomen die door menselijke activiteit veroorzaakt worden (11,5%). Bomen worden beschadigd door vandalisme of tijdens beheerwerken, door voertuigen, exploitatiemachines of andere middelen. Bomen die gemerkt zijn om gekapt te worden, worden ook meegeteld ('gehamerde' of 'geschalmde' bomen).

De invloed van luchtverontreiniging is moeilijk in te schatten omdat die in onze bossen zelden zichtbaar is aan bladeren, scheuten of andere boomdelen. Depositie van verzurende en vermestende pollutanten hebben vooral een negatieve invloed via de bodem en de wortels. Ze verzwakken de bomen onrechtstreeks. Er is zelfs interactie mogelijk tussen luchtverontreiniging en andere schadefactoren. Bomen kunnen bijvoorbeeld onder invloed van stikstof sneller groeien, maar tijdens droge perioden meer droogtestress ondervinden.

Abiotische factoren kunnen bomen ook gevoeliger maken voor ziekten en aantastingen. De invloed van luchtverontreiniging wordt in het Level 2 meetnet onderzocht. Dit meetnet voor intensieve opvolging van het bosesysteem telt in Vlaanderen 5 meetlocaties.

////////////////////////////////////

De verschillende symptomen worden hierna meer in detail per boomsoort besproken. Daarbij wordt ook gekeken naar de omvang en de mogelijke oorzaken van de symptomen.

boomsoort (n)	symptoom	aantal bomen	%
beuk (116)	dood/afstervend (takken, scheuten)	93	80,2
	bladvraat	59	50,9
	wonden (ontschorsing, scheuren,...)	53	45,7
	bladverkleuring (bruin)	37	31,9
	vervorming (bladeren, stam, takken)	23	19,8
zomereik (390)	bladvraat	342	87,7
	dood/afstervend (takken, scheuten)	264	67,7
	bladverkleuring (bruin)	95	24,4
	vervorming (bladeren, stam, takken)	69	17,7
	wonden (ontschorsing, scheuren,...)	68	17,4
Amerikaanse eik (93)	dood/afstervend (takken, scheuten)	73	78,5
	bladvraat	62	66,7
	wonden (ontschorsing, scheuren,...)	22	23,7
	vervorming (bladeren, stam, takken)	13	14,0
	houtrot	8	8,6
overige loofboomsoorten (227)	dood/afstervend (takken, scheuten)	154	67,8
	bladvraat	136	59,9
	wonden (ontschorsing, scheuren,...)	77	33,9
	vervorming (bladeren, stam, takken)	76	33,5
	bladverkleuring (bruin)	49	21,6
Corsicaanse den (155)	naaldverkleuring (geel)	80	51,6
	dood/afstervend (takken, scheuten)	79	51,0
	naaldverkleuring (bruin)	9	5,8
	harsuitvloeï	6	3,9
	wonden (ontschorsing, scheuren,...)	4	2,6
grove den (486)	dood/afstervend (takken, scheuten)	304	62,6
	wonden (ontschorsing, scheuren,...)	179	36,8
	harsuitvloeï	152	31,3
	gebroken (takbreuk)	64	13,2
	naaldverkleuring (bruin)	57	11,7

www.vlaanderen.be/inbo

4.1.2.2 Verkleuring

Tal van factoren zorgen er voor dat bladeren of naalden verkleuren. Door langdurige droogte kan er vroeger dan normaal herfstverkleuring optreden. Bladeren verkleuren dan geel of bruin en vallen vroegtijdig. De bladeren kunnen ook vervormd worden en opkrullen of verwelken. Ook schimmels, insecten of andere biotische factoren kunnen verkleuring van naalden of bladeren veroorzaken. Meeldauw (*Microsphaera alphitoides*) is een bladschimmel die zowel geel- als bruinverkleuring veroorzaakt (zie 4.1.2.4 'schimmels'). Rodebandjesziekte (*Dothistroma septosporum*, syn. *Scirrhia pini*) veroorzaakt bruine naaldverkleuring. De larven van beukenspringkever (*Rhynchaenus fagi*) vreten gangen binnenin het blad waardoor er bruine bladverkleuring optreedt. Ook luchtverontreiniging en een onevenwichtige voedingstoestand in bladeren of naalden kunnen oorzaken van verkleuring zijn.

30,3% van de bomen vertoont blad- of naaldverkleuring (tabel 19). Verkleuring wordt als ernstig aanzien wanneer meer dan 10% van de kroon verkleuring vertoont. Dat is in 2020 bij 7,1% van de steekproefbomen het geval (tabel 22). Er is ongeveer evenveel ernstige gele verkleuring als bruine blad- of naaldverkleuring (respectievelijk 3,7% en 3,4%). Ernstige bladverkleuring komt bij loofbomen vaker voor dan ernstige naaldverkleuring bij naaldbomen, respectievelijk bij 7,6% en 6,5%. Het grootste aandeel bomen met abnormale bladverkleuring komt in de groep 'overige loofboomsoorten' voor (12,8%). Ook bij beuk (9,5%) en zomereik (5,9%) vertoont meer dan 5% van de steekproefbomen opvallende bladverkleuring. Bij de naaldboomsoorten is het vooral Corsicaanse den die naaldverkleuring vertoont. 18,7% van de Corsicaanse dennen vertoont abnormale verkleuring in de kroon. Bij grove den is dat slechts 2,7%.

Bij de loofboomsoorten wordt bruine bladverkleuring het meest genoteerd. Zowel bij beuk, zomereik als de groep 'overige loofboomsoorten' is bladverkleuring één van de meest genoteerde symptomen. Bij grove den is dat bruine naaldverkleuring en bij Corsicaanse den gele naaldverkleuring (tabel 21). Voor het totaal van alle naaldbomen is het aandeel bomen met gele naaldverkleuring het grootst.

In de groep ‘**overige loofbomen**’ zijn meer dan de helft van de bomen met ernstige verkleuring elzen of tamme kastanjes. In Mol-Rauw (proefvlak 604) werd ernstige vraat door elzenhaantjes vastgesteld (*Agelastica alni*). De larven skeletteren het blad door enkel het bladmoes op te eten, waarna het blad met de resterende bladnerven bruin verkleurt en vervormt. In het proefvlak groeien zowel zwarte als witte elzen (*Alnus glutinosa* en *A. incana*) en beide soorten worden door de elzenhaantjes aangetast. In Ravels (proefvlak 613) wordt voor het derde opeenvolgende jaar ernstige bladverkleuring van tamme kastanje vastgesteld. De verkleuring is het gevolg van langdurige droogte en gaat gepaard met bladvervorming en vervroegde bladval. Bij andere ‘overige loofboomsoorten’ zijn er een beperkt aantal exemplaren met verkleuring, zoals wintereik en populier.

Bladverkleuring is bij **beuk** vaak het gevolg van abiotische factoren. Droogte, al dan niet in combinatie met ongunstige standplaatsfactoren veroorzaken bladverkleuring in verzwakte beukenpercelen. In Kluisbergen (proefvlak 212) werd in 2020 ook opvallende verkleuring door beukenspringkever vastgesteld. Bij **zomereik** valt het aandeel bomen met ernstige verkleuring mee omdat er op het tijdstip van de beoordelingen weinig meeldauwinfectie was (zie verder). Bij **Amerikaanse eik** werd geen abnormale bladverkleuring vastgesteld.

Op Amerikaanse eik worden veel minder tekenen van de aanwezigheid van insecten aangetroffen (4,3%). Er zijn iets meer beuken en 'overige loofboomsoorten' met sporen van insecten, respectievelijk 9,5% en 8,4%. In het geval van beuk betreft het in verschillende proefvlakken de aanwezigheid van wollige beukenstamluis (*Cryptococcus fagisuga*). Naast boorgaten van insecten, wordt in de inventaris ook de aanwezigheid van plakker (*Lymantria dispar*) vastgesteld. Het vrouwtje van deze nachtvlindersoort zet eipakketjes op de stam af en bedekt die met lichaamsharen. Dat gebeurt op verschillende loofboomsoorten. In tegenstelling tot 2019, werden in het Pijnven amper verse eipakketjes van plakker op Amerikaanse eik aangetroffen.

De laatste zomers waren gunstig voor warmteminnende insecten, zeker voor schorskevers, prachtkevers en eikenprocessievlinder. De inventaris van 2021 zal uitwijzen hoe het aandeel bomen met insectenaantasting verder verloopt.

aanwezigheid insecten op de stam (%)	
totaal	7,3
loofbomen	10,7
naaldbomen	3,1
zomereik	13,8
beuk	9,5
Amerikaanse eik	4,3
overige loofboomsoorten	8,4
grove den	4,1
Corsicaanse den	0,0

4.1.2.4 Schimmels

De meest opvallende schimmels zijn de soorten die paddenstoelen vormen, meestal op de stam of op de stamvoet. De vruchtlichamen kunnen ook op de takken of de wortels aangetroffen worden. Veel soorten leven enkel op dood hout, andere zijn parasitair. Sommige endofyten leven in de boom maar worden pas schadelijk als de boom stress ondervindt, bijvoorbeeld door droogte. Er zijn ook soorten die de gezondheidstoestand van een boom positief beïnvloeden en in symbiose met de boomwortels leven. Dat zijn de zogenaamde mycorrhiza-schimmels. Zij helpen de boom om via de wortels voldoende water op te nemen, inclusief de nodige voedingsstoffen.

Ziekteverwekkende schimmels zijn vaak onopvallend. Ze veroorzaken blad- of naaldverkleuring, vervorming of verwelking en verdorring. Dat kan resulteren in vroege bladval, scheutsterfte of taksterfte. Schimmelinfecties kunnen dus alle delen van een boom aantasten, van de wortels tot de bladeren. Sommige schimmels tasten zowel het blad als de scheuten en de takken aan, zoals essenziekte (*Hymenoscyphus fraxineus*) en elzenphytophthora (*Phytophthora alni*). Er zijn schimmels die kankers veroorzaken, bijvoorbeeld takkanker op beuk (*Nectria ditissima*). De kankers kunnen op zich weer aanleiding tot taksterfte geven. Zelfs hars- of slijmuitvloeï kan het gevolg van een schimmelinfectie zijn.

Bladschimmels veroorzaken enkel bladverkleuring en vroege bladval. Ze lijken onschuldig maar kunnen bomen verzwakken zodat ze gemakkelijker door andere organismen aangetast worden. Schimmels die vroege bladval veroorzaken, hebben samen met schimmels die kroonsterfte veroorzaken, een directe invloed op de kroonbeoordeling, met name op de schatting van het blad- of naaldverlies. Er zijn ook schimmels waarvan de relatie met het bladverlies niet eenduidig vast te leggen is. Wanneer aan de stamvoet rhizomorfen (gebundelde zwamdraden) van honingzwam (*Armillaria spp.*) aangetroffen worden, bestaat de kans dat de boom door deze schimmel geïnfecteerd wordt en na verloop van tijd kroonsterfte zal vertonen. Het kan ook dat een schimmelinfectie vooral de wortels aantast, en dat een boom omwaait terwijl de kroonsterfte nog beperkt is. De aanwezigheid van houtrottende schimmels wordt enkel genoteerd als 'teken van aanwezigheid van schimmels'. Wanneer meeldauwinfectie op eik enkel als witte bepoedering van het blad wordt waargenomen (mycelium), wordt dit ook als 'teken van aanwezigheid van schimmels' genoteerd. Wanneer eikenmeeldauw ook gele of bruine bladverkleuring veroorzaakt, wordt enkel deze verkleuring genoteerd. Eikenmeeldauw kan ook bladvervorming en in extreme gevallen scheutsterfte veroorzaken.

Omdat verkleuring en kroonsterfte door nog andere organismen veroorzaakt worden, is het vaak moeilijk om de juiste oorzaak exact vast te stellen. Op het terrein wordt daarom dikwijls 'onbekend' als schadefactor genoteerd. Toch vertoont 23,0% van de bomen symptomen die toegewezen worden aan schimmels (tabel 20). Dat is minder dan insecten maar meer dan abiotische of andere factoren.

10,9% van de bomen vertoont **verkleuring** die te wijten is aan schimmels (tabel 25). Op 9,3% van de bomen is er slechts lichte blad- of naaldverkleuring. Bij 1,6% van de boomkronen is meer dan 10% van de kroon verkleurd door schimmelinfectie.

Bladverkleuring door schimmelinfectie wordt het meest bij zomereik en beuk waargenomen. Ongeveer 30% van de **zomereiken** vertoont bladverkleuring die aan schimmels toegeschreven wordt. De verkleuring blijft meestal beperkt (24,9%). Ernstige verkleuring komt veel minder voor (5,4%). Gele of bruine bladverkleuring is meestal het gevolg van infectie door eikenmeeldauw (*Microsphaera alphitoides*), hoewel ook andere schimmels verkleuring kunnen veroorzaken (bv. *Discula umbrinella*). De mate van infectie houdt meestal verband met andere factoren. Voldoende vochtige weersomstandigheden verergeren de infectie. Wanneer er veel voorjaarsvraat is, neemt de kans op ernstige meeldauwinfectie ook toe. Dat komt omdat jonge scheuten die zich na de vraat ontwikkelen, gevoelig zijn voor meeldauw. In 2020 was er weinig infectiedruk. Droge weersomstandigheden beperken ook de infectiedruk van andere schimmels, zoals populierenroest (*Melampsora larici-populina*) en essenziekte.

Sphaeropsis-infectie veroorzaakt bruine naaldverkleuring die overgaat in scheutsterfte. Enkel de scheutsterfte wordt genoteerd (zie verder). Infectie door de rodebandjesziekte (*Dothistroma septosporum*, syn. *Scirrhia pini*) wordt wel als verkleuring genoteerd. Er ontstaat eerst een bandvormige verkleuring op de naalden, die later volledig bruin verkleuren en afsterven. Naaldverkleuring wordt bij grove den wel waargenomen, maar schimmels worden niet als mogelijke oorzaak opgegeven. Dat gebeurt wel bij Corsicaanse den. 5,8% van de Corsicaanse dennen vertoont naaldverkleuring te wijten aan schimmels. Ernstige naaldverkleuring komt niet voor. Bomen die geïnfecteerd zijn door rodebandjesziekte, verliezen de aangetaste naalden in het voorjaar. Tijdens de kroonbeoordelingen vertaalt deze infectie zich vooral in naaldverlies, minder in naaldverkleuring. Het zijn de oudste naalden die geïnfecteerd worden, vaak onderaan in de boomkroon.



Het aandeel bomen met lichte verkleuring neemt bij beuk toe. Bij de ‘overige loofboomsoorten’ is er eveneens een toename van verkleuring. Bij Corsicaanse den is er anderzijds een afname van het aandeel bomen met naaldverkleuring door schimmels.

verkleuring door schimmels (%)		
	licht	ernstig (> 10%)
totaal	9,3	1,6
loofbomen	15,5	2,8
naaldbomen	1,4	0,0
zomereik	24,9	5,4
beuk	19,8	0,0
Amerikaanse eik	0,0	0,0
overige loofboomsoorten	3,5	0,9
grove den	0,0	0,0
Corsicaanse den	5,8	0,0

Rhizomorfen van honingzwam worden op enkele essen en een zomereik waargenomen. Op een drietal zomereiken komen vruchtlichamen van echte tonderzwam (*Ungulina fomentaris*) voor. Er zijn ook waarnemingen van berkenzwam (*Piptoporus betulinus*) en waaiertje (*Schizophyllum commune*), respectievelijk op ruwe berk en zomereik.

4.1.2.5 Kroonsterfte

Sterfte van scheuten, twijgen of takken wordt veroorzaakt door abiotische en/of biotische factoren. In het geval van extreme weersomstandigheden en ongunstige standplaatseigenschappen is er sprake van primaire factoren die de gezondheidstoestand beïnvloeden. Daarna komen vaak secundaire factoren (vb. schorskevers) die de bomen verder aantasten en scheut-, twijg- of taksterfte doen toenemen.

Bekende schimmelinfecties die kroonsterfte veroorzaken zijn essenziekte of essentaksterfte (*Hymenoscyphus fraxineus*), elzenphytophthora (*Phytophthora alni*), beukentakanker (*Nectria ditissima*) of dennenscheutsterfte (*Sphaeropsis sapinea*). Droogte en vorst kunnen scheuten en takken doen afsterven. Hetzelfde geldt voor een aantal aantastingen door insecten, zoals tamme kastanjeswesp (*Dryocosmus kuriphilus*). Tijdens en na de droge zomer van 2018 veroorzaakten schorskevers heel wat sterfte, zoals in het geval van letterzetter op fijnspar (*Ips typographus*). De combinatie van één of meerdere ongunstige factoren zoals ongunstige weersomstandigheden, ziekten, aantastingen en depositie van verzurende en vermestende stoffen, kan bomen geleidelijk of snel doen aftakelen. De kroonsterfte neemt systematisch toe en leidt vaak tot het volledig afsterven van een boom. Eiken kunnen nog jarenlang met dode takken in de kroon blijven overleven. Bomen kunnen ook herstellen van kroonsterfte, door het ontwikkelen van nieuwe scheuten en takken. Dit kan bijvoorbeeld na jaren van droogteschade gebeuren.

Er wordt een opsplitsing gemaakt tussen scheutsterfte, twijgsterfte en taksterfte. Wanneer enkel de lopende jaarscheut sterft, is er sprake van scheutsterfte. Bij twijgsterfte beperkt de dikte van de afgestorven takjes zich tot 2 cm diameter. Vanaf 2 cm diameter is er sprake van taksterfte. Sterfte van zware takken houdt in dat de afgestorven takken een diameter van minstens 10 cm hebben. Er wordt rekening gehouden met de omvang van de sterfte. Wanneer maximum 10% van de scheuten, twijgen of takken afgestorven is, wordt dit als lichte schade beschouwd. Ernstige schade treedt op wanneer de 10%-grens overschreden wordt. De exacte oorzaak van kroonsterfte is vaak moeilijk te onderscheiden. Daarom wordt in veel gevallen aangegeven dat de oorzaak onbekend is.

Ongeveer twee derden van de steekproefbomen vertoont kroonsterfte (65,5%, tabel 19). Het aandeel bomen met ernstige kroonsterfte is beperkt. Bij beuk, Amerikaanse eik, de 'overige loofboomsoorten' en grove den is kroonsterfte het meest genoteerde symptoom (tabel 21). Sterfte van scheuten, twijgen of takken wordt bij 80,2% van de beuken, 78,5% van de Amerikaanse eiken, 67,8% van de 'overige loofbomen' en 62,6% van de grove dennen opgemerkt. In het geval van zomereik en Corsicaanse den wordt er respectievelijk nog vaker bladvraat en naaldverkleuring vastgesteld. Het percentage steekproefbomen met kroonsterfte bedraagt 67,7% bij zomereik en 51,0% bij Corsicaanse den.

8,4% van de steekproefbomen vertoont lichte **scheutsterfte** en op minder dan 1% van de steekproefbomen komt ernstige sterfte van de jongste scheuten voor (0,7%, tabel 26). Scheutsterfte wordt in 2020 enkel bij naaldboomsoorten opgemerkt. Ongeveer één naaldboom op vijf vertoont scheutsterfte (19,1% licht, 1,5% ernstig). Ernstige scheutsterfte komt iets meer bij grove den dan bij Corsicaanse den voor, respectievelijk op 1,6% en 1,3% van de bomen. Hoewel er verschillende oorzaken kunnen zijn, wordt in veel gevallen *Sphaeropsis*-scheutsterfte als oorzaak aangeduid. Deze schimmel kan zowel scheutsterfte als twijgsterfte en taksterfte veroorzaken. 18,7% van de grove dennen vertoont lichte kroonsterfte te wijten aan *Sphaeropsis sapinea*. Daarenboven zijn er 1,7% bomen met ernstige kroonsterfte. De

cijfers zijn hoger bij Corsicaanse den: 20,7% van de bomen vertoont lichte kroonsterfte door *Sphaeropsis sapinea* en bij 4,5% van de bomen wordt ernstige schade vastgesteld.

Twijgsterfte wordt bij alle boomsoorten opgemerkt. Ongeveer de helft van de bomen vertoont in lichte mate sterfte van twijgen (50,5%). Ernstige sterfte wordt bij 5,3% van de steekproefbomen vastgesteld. Ernstige sterfte van de twijgen, met een diameter kleiner dan 2 centimeter, wordt het vaakst bij beuk opgemerkt (19,8%). Bij Corsicaanse den en de groep 'overige loofboomsoorten' ligt dat aandeel tussen 5% en 10% (respectievelijk 7,7% en 5,7%). Opvallende twijgsterfte komt het minst bij grove den (4,1%), zomereik (2,1%) en Amerikaanse eik (1,1%) voor.

Taksterfte komt in vergelijking met twijgsterfte minder voor. In totaal vertoont 15,8% van de bomen lichte taksterfte en bij 2,7% van de steekproefbomen is de taksterfte ernstig. Sterfte van takken met een diameter van 2 tot 10 centimeter wordt meer bij loofbomen dan bij naaldbomen vastgesteld. Meer dan een kwart van de loofbomen vertoont taksterfte. De taksterfte beperkt zich bij 24,6% van de bomen tot maximum 10% van de kroon. Ernstige kroonsterfte is er bij 4,4% van de loofbomen. Bij naaldbomen is dat respectievelijk 4,6% en 0,6%. Op alle loofboomsoorten wordt taksterfte opgemerkt. Lichte taksterfte wordt het vaakst bij eik waargenomen, gevolgd door beuk en de overige loofboomsoorten. Wat ernstige taksterfte betreft, is het eerder omgekeerd. Bij 6,9% van de beuken en 7,0% van de 'overige loofbomen' is meer dan 10% van de takken in de kroon afgestorven. Bij zomereik en Amerikaanse eik is dat respectievelijk 2,6% en 2,2%. De groep 'overige loofboomsoorten' telt verschillende zwarte elzen met taksterfte in Bocholt (proefvlak 714). Door verdere aftakeling, sterfte en stormschade daalt het aantal steekproefbomen in dit proefvlak jaar na jaar. Als oorzaak wordt elzenphytophthora aangeduid.

Sterfte van zware takken, met een diameter van minstens 10 centimeter, komt weinig voor. Vaak komen dergelijke zware takken niet eens in de kroon voor. Er is enkel lichte kroonsterfte bij dit type takken (0,1%). Enkel bij Amerikaanse eik wordt sterfte van zware takken opgemerkt (1,1%).

De kroonsterfte is niet toegenomen in vergelijking met de voorgaande inventaris. In 2019 vertoonde 70% van de bomen afgestorven scheuten, twijgen of takken. Er is minder lichte sterfte van jonge scheuten maar het aandeel bomen met ernstige scheutsterfte is iets toegenomen. Opvallende scheutsterfte komt bij Corsicaanse den in 2020 minder voor maar er wordt wel een lichte toename bij grove den vastgesteld. Wat twijgsterfte betreft, blijft de toestand stabiel. Er is meer ernstige twijgsterfte bij beuk en grove den, maar minder bij Amerikaanse eik en Corsicaanse den. Het aandeel zomereiken en 'overige loofboomsoorten' met ernstige twijgsterfte blijft min of meer gelijk.

Er is een lichte afname van taksterfte in vergelijking met 2019, zowel wat lichte als zware takken betreft. Het aandeel bomen met lichte taksterfte daalt van 16,4% naar 15,8% en het percentage bomen met ernstige taksterfte van 3,9% naar 2,7%. Bij zomereik en Amerikaanse eik is de afname beperkt. Er is een duidelijke afname bij Corsicaanse den en de groep 'overige loofboomsoorten'. Anderzijds is er een toename bij beuk. In het geval van de 'overige loofboomsoorten' is de uitval van zwaar beschadigde en afgestorven zwarte elzen een mogelijke verklaring van het lagere percentage bomen met kroonsterfte. Beuk is de enige boomsoort die meer ernstige twijgsterfte en meer ernstige taksterfte vertoont.

Tabel 26 Percentage bomen met kroonsterfte (licht = omvang sterfte 1-10%, ernstig = omvang sterfte > 10%)

	lopende jaarscheuten		tweigen (diam. <2 cm)		takken (2-10 cm)		zware takken (≥ 10 cm)	
	licht	ernstig	licht	ernstig	licht	ernstig	licht	ernstig
totaal	8,4	0,7	50,5	5,3	15,8	2,7	0,1	0,0
loofbomen	0,0	0,0	55,8	5,4	24,6	4,4	0,1	0,0
naaldbomen	19,1	1,5	43,7	5,1	4,6	0,6	0,0	0,0
zomereik	0,0	0,0	54,1	2,1	29,7	2,6	0,0	0,0
beuk	0,0	0,0	57,8	19,8	19,8	6,9	0,0	0,0
Am. eik	0,0	0,0	67,7	1,1	33,3	2,2	1,1	0,0
overige lbs.	0,0	0,0	52,9	5,7	14,5	7,0	0,0	0,0
grove den	19,1	1,6	47,1	4,1	4,3	0,6	0,0	0,0
Cors. den	20,0	1,3	34,2	7,7	5,2	0,6	0,0	0,0

4.1.2.6 Stamwonden

Er worden drie soorten wonden onderscheiden: ontschorsing, scheuren en 'overige wonden'. Op de takken worden zelden verwondingen aangetroffen. Slechts 1,9% van de bomen vertoont een of andere soort wonde op de takken (tabel 19). Meer dan een kwart van de steekproefbomen vertoont echter wonden op de stam of aan de stamvoet (26,0%). De stamwonden kunnen tot in het kroongedeelte voorkomen.

Er zijn verschillende soorten oorzaken van wonden. Het bekendst zijn wonden die door menselijke activiteit veroorzaakt worden. Bij dunningen worden bomen geveld en uit het bos gehaald terwijl de omringende bomen moeten blijven staan. Het vellen en uitslepen kan schade aan andere bomen veroorzaken. Bovendien wordt met machines door het bos gereden, met gevaar voor schade aan stam en wortels. Ook voor andere werken wordt soms door bospercelen gereden en kan schade aan de stambasis of aan oppervlakkige wortels ontstaan. Een andere bron van verwondingen is vandalisme (inkervingen...) en vallende takken of bomen. Tijdens storm of warm zomerweer kunnen bomen takken verliezen. Die kunnen bij hun val ook ontschorsing veroorzaken. Ook bepaalde infecties kunnen scheurtjes in de schors veroorzaken. Zelfs door extreme zon kunnen scheuren ontstaan, zoals zonnebrand bij beuk. Af en toe worden bomen ook bewust ontschorst. Bomen die gekapt moeten worden, kan men met verf aanduiden maar het kan ook door 'hameren'. Bij het hameren wordt een stuk schors weggekapt om een merkteken te plaatsen.

De schors beschermt de boom tegen aantastingen en infecties. Als de beschermende schors ontbreekt, kunnen bomen gemakkelijker aangetast worden door schimmels, insecten of bacteriën. Ontschorste plekken, scheuren en andere wonden kunnen overgroeien maar dit gaat zeer traag of gebeurt niet. De wonden blijven in elk geval nog lang zichtbaar.

Zowel loofbomen als naaldbomen vertonen wonden. Het is één van de vaakst vastgesteld symptomen, bij alle hoofdboomsoorten (tabel 21). Wonden worden het meest bij beuk opgemerkt (45,7%), gevolgd door grove den (36,8%), de 'overige loofboomsoorten' (33,9%), Amerikaanse eik (23,7%), zomereik (17,4%) en Corsicaanse den (2,6%).

Ontschorsing komt het meest voor (17,6%). De schade komt in verhouding veel vaker bij naaldbomen voor (tabel 27). 12,5% van de loofbomen en 24,2% van de naaldbomen vertoont ontschorsing. Het hoog cijfer bij de naaldbomen wordt door grove den veroorzaakt. 31,5% van de grove dennen vertoont ontschorsing op de stam, soms tot hoog in de kroon. Veel

////////////////////////////////////

4.1.2.7 Hars- of slijmuitvloei

Bij het beoordelen van een boom wordt gezocht naar sporen van hars of slijm op de stam. Slechts zelden is er waarneembare hars- of slijmuitvloei op de takken.

Naaldbomen produceren hars. Dit hars is in verse toestand kleurloos en erg kleverig. Opgedroogd hars is hard en meestal nog herkenbaar door de witte kleur. Bij loofbomen is slijm in verse toestand ook kleverig maar opgedroogd vormt het zwarte vlekken op de stam.

Bij het beoordelen van de stam van een steekproefboom wordt genoteerd of de hars- of slijmuitvloeï vers of oud is, of de combinatie van beide. Wanneer er hars of slijm uit een wonde stroomt, wordt enkel de wonde genoteerd (zie 4.1.2.6).

De oorzaken van hars- of slijmuitvloeï zijn verscheiden. De belangrijkste zijn verwondingen en aantastingen of infecties. Bomen produceren hars of slijm als reactie op houtborende insecten, wanneer die tot onder de schors proberen binnen te dringen. Het kan ook als reactie op een schimmelinfectie zoals in het geval van *Sphaeropsis*-infectie op den. Ook bacteriële infecties kunnen slijmuitvloeï veroorzaken, zoals bacteriekanker (*Pseudomonas syringae*).

Op 14,9% van de bomen wordt slijm of hars aangetroffen (tabel 28). Ongeveer een kwart van de naaldbomen vertoont harsuitvloeï (24,4%). Bij loofbomen is er bij 7,5% slijmuitvloeï.

Harsdruppels of -vlekken worden het meest op **grove den** waargenomen. Bijna een derde van de dennen vertoont verse of oude harsuitvloeï (31,3%). Bij Corsicaanse den is dat veel minder het geval (3,9%).

Slijmuitvloeï wordt regelmatig op **zomereik** aangetroffen (11,0%). Er zijn weinig beuken of Amerikaanse eiken met slijm, respectievelijk 1,7% en 1,1%. Verschillende ‘**overige loofboomsoorten**’ vertonen slijmuitvloeï (7,0%). Dat valt op in Bocholt (proefvlak 714), waar zwarte elzen aangetast zijn door elzenphytophthora (*Phytophthora alni*). De schimmelinfectie veroorzaakt onder andere slijmuitvloeï. De zwarte vlekken blijven herkenbaar op de aangetaste bomen. Andere ‘overige loofbomen’ met slijm zijn wintereik, ruwe berk, esdoorn, es en boskers.

Omdat oud hars en slijm nog lang herkenbaar blijven, is het belangrijk het aandeel bomen met **vers hars of slijm** te onderscheiden. Vers hars of slijm kan wijzen op een recente aantasting of infectie.

7,9% van de steekproefbomen vertoont recent slijm of hars. Opnieuw wordt dit meer bij naaldbomen dan bij loofbomen opgemerkt, respectievelijk 12,3% en 4,5%. Op 16% van de grove dennen wordt vers hars waargenomen, al dan niet in combinatie met oud hars. Op Corsicaanse den is dat slechts 1,3%. Bij de loofbomen is dit opnieuw het vaakst bij zomereik het geval (6,7%), gevolgd door de groep 'overige loofbomen' (3,5%). Alle waargenomen slijm is bij beuk en Amerikaanse eik vers (respectievelijk 1,7% en 1,1%).

Het aandeel bomen met hars of slijm daalt licht in vergelijking met 2019. Toen werd op 16,6% van de bomen hars of slijm waargenomen. Op 8,5% van de bomen kwam vers slijm of hars voor. De grootste afname van vers slijm of hars wordt bij zomereik en Corsicaanse den opgemerkt. In 2019 was er slijm op 10,9% van de eikenstammen, met 8,2% bomen met vers slijm. 6.1% van de Corsicaanse dennen vertoonde toen harsuitvloei, waarvan 4,3% met vers

hars. Het aandeel grove dennen met vers hars verandert amper maar blijft hoog: 16,2% in 2019 en 16,0% in 2020.

Tabel 28 Percentage bomen met hars of slijm

	slijm-/harsuitvloeï (%)
totaal	14,9
loofbomen	7,5
naaldbomen	24,4
zomereik	11,0
beuk	1,7
Amerikaanse eik	1,1
overige loofboomsoorten	7,0
grove den	31,3
Corsicaanse den	3,9

4.1.2.8 Blad- en knopvervorming

3,0% van de bomen vertoont bladvervorming. Bladeren of naalden kunnen vervormen door droogte en hitte maar ook door insecten, schimmels of andere infecties. Veel insecten veroorzaken gallen, dat zijn vervormingen die de plant ontwikkelt als reactie op de aantasting. Een bekend voorbeeld daarvan is de beukengalmug (*Mikiola fagi*). Op esdoorns komen soms viltmijten voor (*Aceria pseudoplatani*). De gallen die de mijten op de onderzijde van de esdoornbladeren doen ontstaan, worden ook als bladvervorming genoteerd.

De laatste jaren was er regelmatig bladvervorming door droogte. Bladranden of volledige bladeren kunnen door droogte en hitte opkrullen. Vaak gebeurt dit in combinatie met bladverkleuring en vervroegde bladval. Sinds 2018 is dit jaarlijks het geval in het tamme kastanjeproefvlak in Ravels (proefvlak 613). In dit proefvlak is er bladvervorming door droogte en door aantasting van tamme kastanjejalwesp.

De invasieve exotische tamme-kastanjegalwesp *Dryocosmus kuriphilus* veroorzaakt niet alleen bladvervorming maar ook bladverkleuring, vervorming van de knoppen en dode twijgen. De gallen kunnen op knoppen en bladnerven ontstaan. De soort komt oorspronkelijk uit Zuid-China en is sinds 2015 in ons land aanwezig. De gallen werden in het bosvitaliteitsmeetnet het eerst in Ravels opgemerkt (proefvlak 613). In 2020 werden de gallen in verschillende proefvlakken waargenomen. Buiten het meetnet is er de laatste jaren een sterke uitbreiding van de galwesp. In het meetnet wordt aantasting door deze soort als knopvervorming genoteerd.

3,0% van de steekproefbomen vertoont bladvervorming en in 2,3% van de gevallen is de vervorming ernstig. Bladvervorming komt enkel op loofbomen voor (5,3%). Het symptoom wordt bij 18,9% van de 'overige loofboomsoorten' genoteerd. In de andere substeekproeven is dat minder dan 5%.

Ernstige bladvervorming komt in 2020 vooral op tamme kastanje voor, maar ook op es en beuk. In totaal zijn er 5 proefvlakken met ernstige bladvervorming. In Ravels (proefvlak 613) is er het meest bladvervorming. Het proefvlak telt 32 tamme kastanjes en 28 daarvan vertonen ernstige bladvervorming door droogte. Bovendien zijn 27 bomen door tamme kastanjesgalwesp aangetast. De bomen in het proefvlak vertoonden in 2018 en 2019 dezelfde droogtesymptomen. Het proefvlak wordt als een beschadigd proefvlak beschouwd.

In vergelijking met 2019 zijn er in totaal iets minder bomen met bladvervorming (toen 3,4%). Er zijn wel meer bomen met ernstige bladvervorming (toen 1,7%).

4.1.2.9 Vervorming van de stam

Vervorming van scheuten of takken komt minder voor dan bladvervorming (2,5%). Op de stam worden wel frequent vervormingen vastgesteld. 9,5% van de steekproefbomen vertoont kankers, tumoren of ribbels op de stam of aan de stamvoet (tabel 19). Het is een symptoom dat hoofdzakelijk bij loofbomen vastgesteld wordt. Hier worden enkel de vervormingen op de stam verder besproken.

Ribbelvorming wordt het vaakst genoteerd (tabel 29). Bij ribbelvorming ontstaan er langwerpige, verticale uitstulpingen op de stam. Ribbels zijn overgroeide wonden, bijvoorbeeld oude vorstscheuren. Scheuren kunnen overgroeien maar op dezelfde plaats opnieuw openscheuren. Door het herhaaldelijk scheuren en overgroeien ontstaan zogenaamde 'lijsten'.

4,1% van de steekproefbomen vertoont één of meerdere ribbels (tabel 29). Ribbelvorming komt bij naaldbomen amper voor (0,5%). 7,0% van de loofbomen vertoont ribbelvorming. Deze overgroeide wonden worden het meest bij eik genoteerd, namelijk bij 10,0% van de zomereiken en 4,3% van de Amerikaanse eiken. Bij de overige loofboomsoorten is dat 5,7%. Beuken vormen zelden ribbels (1,7%).

Kankers en tumoren worden door aantastingen of ziektes veroorzaakt. Ze ontstaan door woekering van cellen en zijn meestal bolvormig. Tumoren zijn dicht en egaal van vorm. Kankers zijn eerder grillig en vaak open. De schors is ter hoogte van kankers meestal gescheurd waardoor deze vervorming ook als wonde aanzien kan worden.

Kankers of tumoren worden het minst van alle vervormingen waargenomen (1,8%). Op naaldbomen zijn ze zeldzaam (0,2%). Op 3,1% van de loofbomen wordt minstens één kanker of tumor opgemerkt, bijna uitsluitend op eik en beuk. Het symptoom komt voor op 5,2% van de beuken, 4,3% van de Amerikaanse eiken en 3,8% van de zomereiken.

Alle vervormingen die niet als ribbel, kanker of tumor aanzien worden, komen in een categorie '**andere vervormingen**' terecht. 3,7% van de steekproefbomen vertoont één of andere 'overige vervorming' op de stam. Bij loofbomen en naaldbomen is dat respectievelijk 6,2% en 0,6%. Beuk is de boomsoort met het grootste aandeel 'overige vervormingen' op de stam (8,6%). Bij zomereik is dat 4,6% en bij Amerikaanse eik 6,5%. Dit symptoom wordt ook bij meer dan 5% van de overige loofboomsoorten genoteerd (7,5%).

Vervorming van bladeren, knoppen, stam of takken komt bij de loofboomsoorten in de top vijf van de meest voorkomende symptomen (tabel 21). Als alle mogelijke vervormingen samen beschouwd worden, komen deze symptomen het meest in de groep 'overige

////////////////////////////////////

Het aandeel bomen met stamvervorming blijft jaarlijks ongeveer gelijk (9,6% in 2019).

% bomen met vervorming van de stam			
	kanker/tumor	ribbel (vb. vorstlijst)	andere vervorming
totaal	1,8	4,1	3,7
loofbomen	3,1	7,0	6,2
naaldbomen	0,2	0,5	0,6
zomereik	3,8	10,0	4,6
beuk	5,2	1,7	8,6
Amerikaanse eik	4,3	4,3	6,5
overige loofboomsoorten	0,4	5,7	7,5
grove den	0,2	0,6	0,4
Corsicaanse den	0,0	0,0	1,3

Net als de voorgaande jaren verdwenen er steekproefbomen uit de inventaris door **stormschade**. De hevigste stormen kwamen tijdens de maand februari voor (zie 4.1.5. Weersomstandigheden). Bomen moesten vervangen worden na windval, stambreuk of ernstige beschadiging van de boomkroon. Dit was zowel voor naaldbomen (grove den, Corsicaanse den, Japanse lork) als voor loofbomen (zwarte els, beuk, es, valse acacia, ruwe berk, populier) het geval.

In 2018 werden 6 bomen uit de steekproef gehaald wegens stormschade, in een totaal van 6 proefvlakken. In 2019 verdwenen 25 bomen in 12 proefvlakken door storm. In 2020 betreft het in totaal 20 bomen in 9 proefvlakken.

Wat **takbreuk** betreft, is de schade in 2020 minder erg dan de voorgaande jaren. Er is minder verse takbreuk en de omvang van de takbreuk is beperkter. Takbreuk kan het gevolg zijn van storm wanneer takken door windstoten afkraken. De schade kan ook onrechtstreeks ontstaan, wanneer naburige bomen omwaaien en tijdens hun val schade aan andere bomen toebrengen. De schade kan ook ontstaan bij het vellen van bomen. Takbreuk door bosexploitatie ontstaat wanneer bomen gekapt worden en takken van omringende bomen afkraken. Ook sneeuw kan

8,9% van de bomen in de inventaris vertoont afgebroken scheuten, twijgen of takken (tabel 19). Alleen bij grove den is het één van de vaakst voorkomende symptomen (tabel 21). 13,2% van de grove dennen vertoont gebroken scheuten of takken. Vaak gaat het om oude schade. Dennentakken breken gemakkelijk door sneeuw of storm en kunnen nog jarenlang dood in de boomkroon blijven hangen. Ook bij andere boomsoorten blijven afgebroken dode takken soms lang zichtbaar in de kroon.

In 2020 is er zelfs geen ernstige recente takbreuk (tabel 30). 6% van de steekproefbomen vertoont wel lichte takbreuk.

De impact van de stormen is vooral merkbaar aan het aandeel bomen dat uit de steekproef gehaald werd. In 2019 en 2020 verdwenen veel meer bomen uit de steekproef dan de voorgaande jaren. De schade werd ook in een groot aantal proefvlakken vastgesteld.

In 2019 werd veel meer takbreuk vastgesteld. Het aandeel bomen met lichte takbreuk bedroeg toen 17,0%. Ernstige takbreuk werd bij 0,1% van de bomen vastgesteld. Bij zomereik, Amerikaanse eik, grove den en Corsicaanse den was takbreuk één van de meest waargenomen symptomen. In vergelijking met 2018 is er in 2020 minder ernstige takbreuk. Toen vertoonde 5,2% van de steekproefbomen lichte takbreuk en 1,3% ernstige takbreuk.

% bomen met takbreuk		
	licht ($\leq 10\%$)	ernstig ($> 10\%$)
totaal	6,0	0,0
loofbomen	7,0	0,0
naaldbomen	4,6	0,0
zomereik	10,8	0,0
beuk	4,3	0,0
Amerikaanse eik	4,3	0,0
overige loofboomsoorten	3,1	0,0
grove den	4,9	0,0
Corsicaanse den	1,9	0,0

www.vlaanderen.be/inbo

De zaadproductie wordt in vier klassen ingedeeld. Bij lichte zaadzetting is er met moeite zaad in de boomkroon te zien, enkel met behulp van een verrekijker. Matige zaadzetting betekent dat er met het blote oog zaad waarneembaar is. Bij sterke zaadzetting is de zaadproductie sterk opvallend, de volledige boomkroon is dan met kegels of zaden bezet.

Ongeveer 4 bomen op 5 dragen zaad of kegels (81,3%, tabel 31). Dat wil zeggen dat er op 18,7% van de bomen zelfs met de verrekijker geen zaad waargenomen wordt. De zaadzetting is bij een derde van de bomen licht (32,8%), dus enkel met de verrekijker waarneembaar. Bijna de helft van de bomen vertoont matige zaadzetting (47,9%). Sterke zaadzetting komt slechts zelden voor (0,6%).

Er zijn meer **loofbomen** zonder zaadzetting (31,4%). Lichte zaadzetting wordt bij de helft van de loofbomen opgemerkt (51,4%). Matige en sterke zaadzetting is er bij respectievelijk 16,1% en 1,1% van de bomen.

Van alle loofboomsoorten wordt in 2020 het meeste zaad op **zomereik** waargenomen. Meer dan drie kwart van de bomen vertoont zaadproductie (76,9%). De eikels zijn vaak enkel met de verrekijker waarneembaar (56,4%). Matige eikelpductie wordt bij 19,0% van de bomen waargenomen en sterke productie bij 1,5%. Met 20,5% matige tot sterke zaadproductie is 2020 duidelijk een goed zaadjaar voor zomereik. De zaden waren vroeg rijp en de zaadval begon op sommige locaties al in augustus. Toch was er niet in alle eikenproefvlakken zaadzetting. Dit jaar was er ook opvallende zaadzetting bij wintereik in het Hallerbos (proefvlak 302). Het vorige zaadjaar voor zomereik was 2018, met matige tot sterke zaadzetting op 22,0% van de bomen (78,3% bomen met lichte tot sterke zaadzetting).

Gedurende de afgelopen vier jaar, **van 2017 tot en met 2020, waren er te lange perioden met een neerslagtekort.** Van december 2016 tot en met augustus 2017 was er een maandelijks tekort en in 2018 was dat van mei tot en met november opnieuw het geval. Tijdens het vegetatiesseizoen van 2019 volgden er van april tot en met augustus weer maandelijks tekorten met uitzondering van de maand juni. En in 2020 viel er vanaf april tot en met augustus in Ukkel steeds minder neerslag in vergelijking met het 30-jarig gemiddelde. Alleen in juni kwam de neerslaghoeveelheid in de buurt van dat gemiddelde.



Foto 8 Spork met bladverkleuring door droogte (Pijnven, proefvlak 910, augustus 2020)

4.2 EVOLUTIE VAN HET BLADVERLIES IN VERGELIJKING MET 2019

4.2.1 Algemeen

Voor de vergelijking van het bladverlies met de voorgaande inventaris wordt een afzonderlijke dataset gemaakt. Er zijn in totaal 1422 bomen die twee jaar na elkaar beoordeeld werden. De afgestorven steekproefbomen uit 2019 worden niet in deze substeekproef opgenomen, de afgestorven bomen uit 2020 wel. Er werden in 2020 twee nieuwe proefvlakken aan het meetnet toegevoegd, namelijk Brecht (proefvlak 85069) en Zuurbemde (proefvlak 324071). De steekproefbomen uit deze nieuwe proefvlakken worden hier niet meegerekend.

Wat de gemeenschappelijke steekproefbomen betreft, is er een **duidelijke achteruitgang van de kroontoestand** in vergelijking met 2019. Er is een significante toename van het blad-/naaldverlies (tabel 33). Het gemiddeld bladverlies stijgt van 23,0% naar 24,0% en de mediaan stijgt eveneens, van 20% naar 25%. Het aandeel beschadigde bomen neemt met 3,3 procentpunten toe (tabel 34). De kroonconditie verslechtert zowel voor loofbomen als voor naaldbomen. De achteruitgang is het grootst bij het totaal van alle loofbomen.

De evolutie van het aandeel beschadigde bomen wordt weergegeven in figuur 4, zowel voor het totaal van alle bomen als voor de verschillende substeekproeven.

Tabel 33 Evolutie van het percentage blad-/naaldverlies in de periode 2019-2020 (gemeenschappelijke bomen, Wilcoxon rang test, $\alpha=0.05$, *= $p<0.05$, **= $p<0.01$, ***= $p<0.001$)

	2019 (%)		2020 (%)		verschil (%)
	gem. (s.a.)	mediaan	gem. (s.a.)	mediaan	
totaal	23,0 (10,4)	20	24,0 (12,0)	25	1,0 ***
loofbomen	23,6 (12,2)	20	24,7 (13,3)	25	1,1 **
zomereik	24,0 (9,0)	25	24,6 (11,1)	25	0,6 n.s.
beuk	20,2 (11,8)	20	24,8 (11,7)	25	4,6 ***
Am. eik	24,3 (7,7)	25	20,7 (7,9)	20	-3,6 ***
overige lbs.	24,4 (17,4)	20	26,4 (18,3)	20	2,0 ***
naaldbomen	22,3 (7,7)	20	23,1 (10,1)	20	0,8 *
grove den	21,8 (6,1)	20	22,7 (9,5)	20	0,9 n.s.
Cors. den	23,9 (11,3)	20	24,4 (9,9)	25	0,5 n.s.

////////////////////////////////////

Tabel 34 Evolutie van het aandeel beschadigde bomen in de periode 2019-2020
(gemeenschappelijke bomen)

	aandeel beschadigde bomen (%)		
	2019	2020	verschil
totaal	21,2	24,5	3,3
loofbomen	24,7	28,3	3,6
zomereik	25,9	28,4	2,5
beuk	21,2	33,6	12,4
Am. eik	28,3	16,3	-12,0
overige lbs.	23,0	30,6	7,6
naaldbomen	17,1	19,8	2,7
grove den	14,1	16,4	2,3
Cors. den	26,5	30,3	3,8

4.2.2 Loofbomen

Het gemiddeld bladverlies van de gemeenschappelijke loofbomen stijgt naar 24,7% en het aandeel beschadigde loofbomen neemt toe tot 28,3% (respectievelijk +1,1 en + 3,6 procentpunten). Met uitzondering van Amerikaanse eik is er een algemene achteruitgang van de gezondheidstoestand. De toename van het bladverlies is significant. De mediaan van het bladverlies gaat van 20% naar 25%.

Op soortniveau zijn er duidelijke verschillen. **Amerikaanse eik** is de enige boomsoort met een afname van het bladverlies. Het aandeel beschadigde Amerikaanse eiken zakt naar 16,3% (-12,0 procentpunten) en het gemiddeld bladverlies daalt met 3,6 procentpunten tot 20,7%. Ook de mediaan is gedaald, van 25% naar 20%.

Alle overige substeekproeven vertonen een negatieve evolutie. Die evolutie is het meest negatief voor **beuk**. Het gemiddeld bladverlies stijgt met 4,6 procentpunten, dat is de grootste toename van alle bomen. Het percentage beschadigde bomen maakt een grote sprong, van 21,2% naar 33,6% (+12,4 procentpunten). Het gemiddeld bladverlies is alleen bij de groep ‘overige loofboomsoorten’ nog groter. Beuk is de enige loofboomsoort met een toename van de mediaan van het bladverlies. Tijdens zogenaamde zaadjaren vertonen de beukenkronen een ijlere bladbezetting. Omdat er in 2019 amper zaadzetting was en in 2020 duidelijke zaadzetting, is de toename van het bladverlies daar zeker gedeeltelijk aan te wijten. De ijlere boomkronen kunnen ook het gevolg zijn van de opeenvolgende droge zomers. Verwacht wordt dat de zaadproductie in 2021 weer lager zal zijn en het is de vraag of de bladbezetting dan weer verbetert. Er zijn in elk geval in verschillende proefvlakken beuken met een ijle bladbezetting (Schilder, proefvlak 512; Wuustwezel, proefvlak 513; Ravels, proefvlak 95001; Herent, proefvlak 41; Pulle, proefvlak 508). In enkele proefvlakken werd een dunning

De gezondheidstoestand van **zomereik** gaat in 2020 slechts licht achteruit. Het aandeel beschadigde bomen is hoog en stijgt nog van 25,9% naar 28,4% (+2,5 procentpunten) en het gemiddelde van 24,0% naar 24,6%. De toename van het bladverlies is niet significant en de mediaan blijft dezelfde (25%). In vergelijking met beuk sterven er echter meer zomereiken. Sinds 2010 wordt er jaarlijks sterfte genoteerd. In 2020 werden er in twee proefvlakken in totaal drie afgestorven eiken waargenomen. Het aantal afgestorven eiken schommelt de laatste tien jaar tussen één (2011) en zes (2013). De laatste vijf jaar stierven er telkens drie steekproefbomen. Meerdere factoren liggen aan de oorzaak van de sterfte.

Wat de boomsoorten betreft is de conclusie dat enkel Amerikaanse eik een betere kroontoestand vertoont. Voor het overige is er sprake van een achteruitgang. **De slechtere kroontoestand is opvallend voor beuk, maar ook de groep ‘overige loofboomsoorten’ vertoont een toename van het bladverlies.** Wat zomereik betreft, is er min of meer sprake van een stabiele gezondheidstoestand in vergelijking met 2019. Bij zomereik moet er wel bij vermeld worden dat het gemiddeld bladverlies en het aandeel beschadigde bomen niet veel lager dan bij beuk en de ‘overige loofboomsoorten’ ligt. Er is ook sterfte van zomereiken in de proefvlakken, al 10 jaar aan een stuk.

Er is geen enkele substeekproef waarbij het gemiddeld bladverlies met meer dan 5 procentpunten verschilt van het voorgaande jaar. Beuk komt het dichtst in de buurt. Het aandeel beschadigde bomen stijgt met meer dan 5 procentpunten bij beuk en de groep 'overige loofboomsoorten'. Bij Amerikaanse eik daalt het aandeel beschadigde bomen met meer dan 5 procentpunten.



Samengevat kan gesteld worden dat de kroontoestand in vergelijking met 2019 een achteruitgang kent. **De grootste negatieve evolutie wordt bij beuk waargenomen.** De achteruitgang blijft beperkt bij zomereik, grove den en Corsicaanse den. De groep 'overige loofboomsoorten' situeert zich daartussen. Alleen Amerikaanse eik kent een verbetering van de kroontoestand.

De 1422 gemeenschappelijke bomen worden zowel in 2019 als in 2020 in een blad- of naaldverliesklasse ondergebracht. De kans is groot dat bomen in beide jaren in dezelfde bladverliesklasse ingedeeld worden. Maar evengoed bestaat de kans dat ze in een hogere of lagere bladverliesklasse terechtkomen. Dit noemen we een **klassensprong**. De sprong kan één of meerdere klassen bedragen, zowel in positieve als in negatieve zin. In positieve zin betekent dat de toestand verbeterd is, en de boom naar een lagere bladverliesklasse is opgeschoven. Een sprong in negatieve zin betekent een achteruitgang van de gezondheidstoestand. De boom is dan in een hogere bladverliesklasse terechtgekomen.

72,6% van de bomen wordt in 2019 en 2020 in dezelfde bladverliesklasse ingedeeld (tabel 35). **Er zijn meer bomen die naar een hogere bladverliesklasse opschuiven dan omgekeerd.** Dit stemt overeen met de evolutie van het aandeel beschadigde bomen en het gemiddeld bladverlies.

Ook bij de **loofbomen** zijn er meer bomen die in negatieve zin evolueren dan omgekeerd. Twee derden van de bomen blijft in dezelfde bladverliesklasse (66,8%). Sprongen van drie bladverliesklassen komen niet voor. Er zijn meer bomen met een afnemende vitaliteit dan omgekeerd. Het aandeel bomen dat een negatieve sprong van één of twee bladverliesklassen maakt, bedraagt respectievelijk 17,9% en 1,2%. Een positieve sprong van één of twee bladverliesklassen wordt bij 14,0% en 0,1% van de bomen opgemerkt.

Bij zomereik, beuk en de groep 'overige loofboomsoorten' zijn er telkens meer bomen die in een hogere klasse komen dan omgekeerd.

Tabel 35 Procentuele verdeling van de klassensprongen tussen 2019 en 2020

	vitaliteit sterk gestegen (2 klassen lager)	vitaliteit licht gestegen (1 klasse lager)	vitaliteit stabiel zelfde blad- of naaldverliesklasse	vitaliteit licht gedaald (1 klasse hoger)	vitaliteit sterk gedaald (2 klassen hoger)	vitaliteit zeer sterk gedaald (3 klassen hoger)
totaal	0,1	11,4	72,6	15,0	0,8	0,1
loofbomen	0,1	14,0	66,8	17,9	1,2	0,0
zomereik	0,3	14,9	67,2	16,5	1,1	0,0
beuk	0,0	12,4	53,1	32,7	1,8	0,0
Am. eik	0,0	26,1	69,6	4,3	0,0	0,0
overige lbs.	0,0	8,1	72,3	18,2	1,4	0,0
naaldbomen	0,0	8,2	79,5	11,5	0,5	0,3
grove den	0,0	7,2	81,9	10,1	0,6	0,2
Cors. den	0,0	11,6	72,3	16,1	0,0	0,0



Foto 9 Grove dennen in Oelegem (Ranst, proefvlak 507, juli 2020)

////////////////////////////////////

4.2.5 Evolutie per proefvlak

De evolutie van het gemiddeld bladverlies en het aandeel beschadigde bomen per proefvlak wordt in bijlage weergegeven. De vergelijking wordt gemaakt aan de hand van de gemeenschappelijke steekproef 2019-2020. Alle bomen werden twee jaar na elkaar beoordeeld. Bij een verbetering van de gezondheidstoestand wordt een negatief cijfer weergegeven. Een negatief cijfer voor ‘verschil aandeel beschadigde bomen’ of ‘verschil gemiddeld bladverlies’ betekent een afname of een daling van het gemiddelde of aandeel beschadigde bomen. Dat is dan positief wat de gezondheidstoestand van de boom betreft. Omgekeerd houden positieve cijfers een toename van het bladverlies in (of een toename van het aandeel beschadigde bomen). Een positief cijfer staat dan voor een achteruitgang van de gezondheidstoestand.

Het aantal bomen per proefvlak varieert. In een aantal proefvlakken zijn er minder dan 10 steekproefbomen. Het aandeel beschadigde bomen kan daardoor van jaar tot jaar sterk variëren. Daarom wordt meer aandacht aan de evolutie van het gemiddelde blad- of naaldverlies geschonken. Het gemiddelde maakt minder grote sprongen. Zo zijn er tussen 2019 en 2020 slechts twee proefvlakken waar het gemiddelde meer dan 10 procentpunten verschilt. Bij het aandeel beschadigde proefvlakken is dat in 23 proefvlakken het geval.

Ook de evolutie van het gemiddeld bladverlies en het aandeel beschadigde bomen per proefvlak wijst op een overwegend negatieve evolutie van de gezondheidstoestand tussen 2019 en 2020.

Het **gemiddeld bladverlies** neemt in 43 proefvlakken toe (60,6%). Omgekeerd is er een afname van het bladverlies in 25 proefvlakken (35,2%). Het gemiddelde blijft in drie proefvlakken constant (4,2%). Er zijn meer proefvlakken met een verminderde kroonconditie dan omgekeerd.

In 6 proefvlakken neemt het gemiddelde met meer dan 5 procentpunten toe: Wijtschate (proefvlak 101; 8,6 procentpunten), Kluisbergen (proefvlak 212; 14,5 procentpunten), Halle (proefvlak 302; 7,3 procentpunten), Tervuren (proefvlak 303; 9,5 procentpunten), Merksplas (proefvlak 601; 8,1 procentpunten) en Mol-Rauw (proefvlak 604; 10 procentpunten). In Kluisbergen bedraagt de toename zelfs meer dan 10 procentpunten. De toename is overal in deze proefvlakken statistisch significant, met uitzondering van Wijtschate (Wilcoxon test).

Er zijn 3 proefvlakken met een afname die meer dan 5 procentpunten bedraagt: Meise (proefvlak 311; -9,2 procentpunten), Beerse (proefvlak 611; -7,9 procentpunten) en Kinrooi (proefvlak 702; -14,4 procentpunten). Alleen in het laatste proefvlak bedraagt de afname meer dan 10 procentpunten. De afname van het bladverlies is overal significant.

Van de 6 proefvlakken met een grote toename van het bladverlies, komen er 5 in de lijst met beschadigde proefvlakken in 2020 voor. Dat zijn proefvlakken waar het gemiddeld bladverlies meer dan 25% bedraagt. Deze werden eerder al besproken. Alleen in Halle (proefvlak 302) blijft het gemiddeld bladverlies lager dan 25%. De ijlere bladbezetting gaat in dit proefvlak in 2020 gepaard met een sterke zaadsetting, zowel bij zomereik als bij wintereik.

De proefvlakken met een opvallende verbetering van de kroontoestand zijn allen eikenproefvlakken. In deze proefvlakken is er minder insectenvraat in vergelijking met de voorgaande jaren. In Kinrooi is er voor het eerst sinds jaren geen kaalvraat door

EVOLUTIE VAN HET BLADVERLIES SINDS 2018

De substeekproef met de gemeenschappelijke bomen voor de periode 2018-2020 telt 1371 bomen. De dode bomen uit de inventarissen van 2018 en 2019 zitten niet in deze steekproef, enkel de afgestorven bomen uit de laatste inventaris. De bomen die om andere redenen in 2019 of 2020 uit de steekproef gehaald werden, komen evenmin in deze substeekproef voor.

De bomen die pas in 2019 of 2020 aan de steekproef toegevoegd werden, worden ook uit de analyse geweerd. Enkel de bomen die drie jaar na elkaar beoordeeld werden, maken er deel van uit.

Per boomsoort wordt de evolutie van het gemiddeld bladverlies weergegeven (tabel 36). In een eerste kolom wordt het verschil tussen 2018 en 2019 weergegeven. Een positief cijfer staat voor een toename van het gemiddeld bladverlies, met andere woorden een negatieve evolutie van de kroontoestand. Een negatief cijfer staat voor een verminderd blad- of naaldverlies. Ook het significantie-niveau wordt weergegeven (Wilcoxon rang test). De vergelijking van het gemiddelde gebeurt eveneens voor de overgang tussen 2019 en 2020 en tot slot volgt een vergelijking tussen 2018 en 2020.

De evolutie van de bladverliesklassen wordt in de figuren 5 tot en met 7 weergegeven. Per bladverliesklasse wordt het aandeel bomen in de jaren 2018, 2019 en 2020 weergegeven. De klasse 0 (0-10% bladverlies) bevat de gezonde bomen. In bladverliesklasse 1 zitten de bomen met een bladverlies van 15% à 25%. Bladverliesklasse 2 bevat de bomen met een bladverlies van 30% tot en met 60%. In bladverliesklasse 3 zitten bomen met minstens 65% bladverlies en de laatste bladverliesklasse bevat de afgestorven bomen. In die laatste klasse zitten enkel bomen in het laatste jaar (100% bladverlies in 2020). De som van het aandeel bomen in de klassen 2 tot en met 4 vormt het aandeel beschadigde bomen.

Voor het **totaal van alle bomen** stijgt het gemiddeld bladverlies twee jaar na elkaar. Tussen 2018 en 2019 is er slechts een lichte toename (+0,1 procentpunt). In 2020 stijgt het gemiddelde nog eens met 1,1 procentpunten (tabel 36). De toename is in 2020 significant, zowel ten opzichte van 2018 als ten opzichte van 2019. Het aandeel beschadigde bomen blijft bijna stabiel tussen 2018 en 2019 (respectievelijk 20,8% en 20,9%). In 2020 stijgt het percentage beschadigde bomen tot 24,5%.

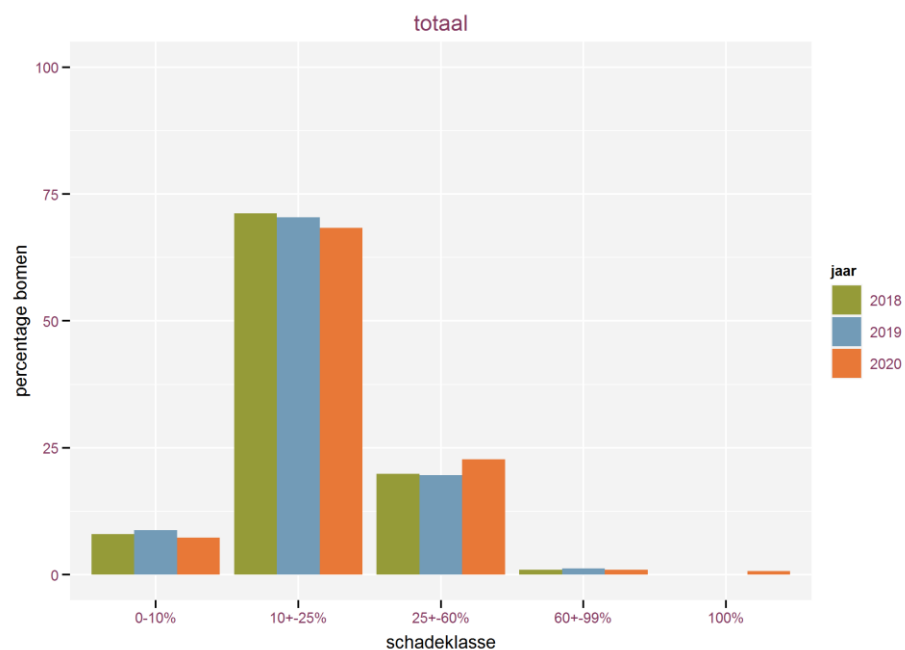
Bij de **loofbomen** is er een jaarlijkse toename van het bladverlies. De toename bedraagt 0,5% procentpunten in 2019. In 2020 volgt een bijkomende toename met 1,2 procentpunten. In 2020 is het bladverlies significant toegenomen ten opzichte van 2019 en 2020. Ook het percentage beschadigde bomen stijgt twee jaar na elkaar. Het aandeel bomen in de bladverliesklassen 2 tot en met 4 stijgt van 22,8% in 2018 over 24,3% in 2019 naar 28,6% in 2020.

De toename van het bladverlies is vooral het gevolg van de jaarlijkse achteruitgang bij **zomereik**. Twee jaar na elkaar wordt een hoger bladverlies vastgesteld. Zowel het gemiddelde als het aandeel beschadigde bomen stijgen jaarlijks. Bij de andere loofboomsoorten is dat niet het geval. Het gemiddeld bladverlies neemt in 2019 met 1,1 procentpunten toe en in 2020 nog eens met 0,8 procentpunten. De toename is in 2020 niet significant ten opzichte van 2019, maar zowel in 2019 als in 2020 ligt het bladverlies significant hoger dan in 2018. Het aandeel

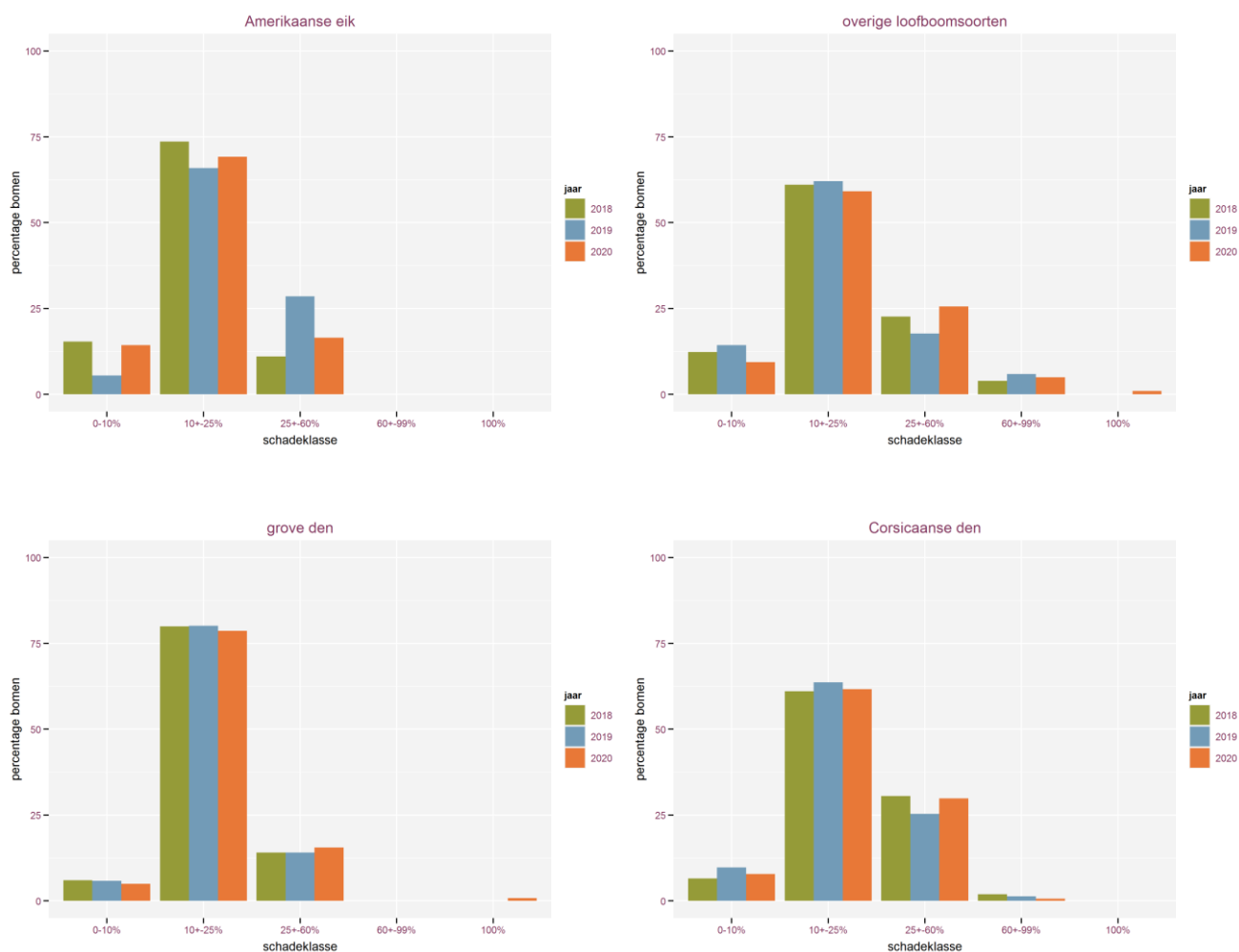
Bij **grove den** is er geen verbetering van de gezondheidstoestand, niet in 2019 en niet in 2020. Het gemiddeld naaldverlies en het aandeel beschadigde bomen is wel lager dan bij Corsicaanse den. In 2019 blijft de toestand van de grove dennen vrij stabiel. Het gemiddeld naaldverlies stijgt niet significant (+0,3 procentpunten) en het aandeel beschadigde bomen blijft status quo (14,1%). In 2020 volgt een toename van het naaldverlies. Het gemiddelde stijgt met 0,9 procentpunten en het aandeel beschadigde bomen evolueert naar 16,4%. Net als tussen 2018 en 2019 is er in 2020 geen beduidende toename van het naaldverlies ten opzichte van het voorgaande jaar. Over een periode van twee jaar is er wel een significante toename. Tussen 2018 en 2020 stijgt het gemiddelde met 1,2 procentpunten en die toename is significant.

Tabel 36 Evolutie van het gemiddeld bladverlies in de periode 2018-2020 (gemeenschappelijke bomen, Wilcoxon rang test, $\alpha=0.05$, *= $p<0.05$, **= $p<0.01$, ***= $p<0.001$)

	2019-2018	2020-2019	2020-2018
totaal	0,1	1,1***	1,2***
loofbomen	0,5	1,2**	1,7***
zomereik	1,1*	0,8	1,9***
beuk	-4,3***	4,9***	0,6
Amerikaanse eik	4,9***	-3,6***	1,3
overige l.b.s.	-0,1	2,1***	2,0**
naaldbomen	-0,3	0,9*	0,6
grove den	0,3	0,9	1,2**
Corsicaanse den	-2,1***	0,6	-1,5*



Figuur 5 Percentage bomen in de verschillende bladverliesklassen in de periode 2018-2020 (beschadigd vanaf schadeklasse 26-60% bladverlies) - totaal van alle bomen



Figuur 7 Percentage bomen in de verschillende bladverliesklassen in de periode 2018-2020 (beschadigd vanaf schadeklasse 26-60% bladverlies) - Amerikaanse eik, overige loofboomsoorten, grove den, Corsicaanse den

EVOLUTIE VAN HET BLADVERLIES SINDS 1995

Evolutie van het gemiddeld bladverlies

Er zijn te weinig steekproefbomen die sinds 1995 onafgebroken deel uitmaken van de steekproef om enkel met deze bomen de evolutie van het gemiddeld bladverlies te bekijken. Daarom wordt met het totaal aantal bomen per jaar gewerkt. Daar horen ook dode bomen bij, maar enkel het eerste jaar na afsterven. Voor de beginperiode (1995-2001) wordt beroep gedaan op de dataset die gebruikt werd voor een trendanalyse in 2005 (Sioen, Quataert & Roskams, 2005). Deze set werd vanaf 2002 aangevuld met de gegevens van de jaarlijkse kroonbeoordelingen.

Enkele proefvlakken verdwenen in de loop der jaren uit het meetnet, na stormschade of kappingen (proefvlakken 301, 404, 801, 813 en 814). Anderzijds werden in 2019 en 2020 nieuwe proefvlakken toegevoegd. Daarvoor werd een beroep gedaan op de Vlaamse bosinventaris. Er werden nieuwe proefvlakken ingericht in Wachtebeke (2019), Ravels (2019), Brecht (2020) en Zuurbemde (2020). In 2020 bestond het meetnet uit 73 proefvlakken en 1474 steekproefbomen. In 1995 waren er 72 proefvlakken met 1728 bomen.

Bomen verdwenen uit de inventaris door kapping, storm, sterfte of onderlinge concurrentie. Tot en met 2011 werden steeds vervangers aangeduid, waardoor het aantal steekproefbomen per proefvlak stabiel bleef. Er werd een vast aantal steekproefbomen van 24 exemplaren per proefvlak gehanteerd (4 x 6). Vanaf 2012 werd met steekproefcirkels met een vaste oppervlakte en een variabel aantal steekproefbomen gewerkt.

Omdat alle steekproefbomen per jaar in deze analyse gebruikt worden, kunnen de resultaten afwijken van de gemiddelden die bij de gemeenschappelijke bomen vermeld werden (zie 4.2 en 4.3, gemeenschappelijke bomen 2019-2020 en 2018-2020). De waarden van het gemiddeld bladverlies in de figuren 8 tot en met 15 komen niet exact overeen met de gemiddelden in de tekst. Om de figuren op te maken werden eerst de gemiddelden per proefvlak berekend, waarna het gemiddelde van alle proefvlakken berekend werd. Hiervoor wordt gekozen omdat de trend ook op deze data wordt berekend.

De evolutie van het bladverlies wordt getest met behulp van een Mann-Kendall Tau test en de Sen-helling wordt bepaald. Een positieve helling wijst op een toename van het bladverlies, een negatieve helling op een afname (en dus een verbetering van de kroontoestand). De Tau test geeft aan of de wijziging al dan niet statistisch significant is. De Sen-helling is een robuuste trendschatting. Voor ieder jaar wordt een trend berekend met alle andere jaren. Dit gebeurt door het verschil tussen elk mogelijk jaarpaar te delen door de afstand tussen de jaren. De mediaan van al deze verschillen vormt de Sen-helling.

In dit rapport wordt het gemiddeld bladverlies per proefvlak gebruikt als datapunt voor de berekening en wordt het proefvlak als blokeffect meegegeven aan de functie `rkt` uit het R pakket `rkt` (Marchetto, 2017). Om deze helling dan te gebruiken analoog aan een regressie wordt ook een Sen intercept berekend, wat gebeurt door het gemiddelde te nemen van het gemiddelde bladverlies per plot met daarvan `jaar * Sen-helling` afgetrokken.

$$BV_i = \text{Intercept} + \text{Sen} * \text{Jaar}_i$$

$$Intercept = mean(BV_i - Sen * Jaar_i)$$

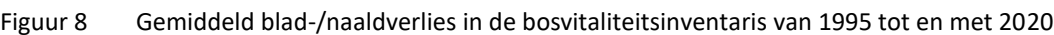
De betrouwbaarheidsintervallen rond deze helling worden berekend via een bootstrap procedure. Hierbij wordt de huidige steekproef als het ware de populatie beschouwd, en wordt hieruit dan 200 keer een nieuwe steekproef van plotnummers getrokken, even groot als de originele steekproef, met sampling replacement. De 2,5% en 97,5% kwantiel van de berekening van de Sen-helling in deze 200 steekproeven is dan een benadering voor het betrouwbaarheidsinterval.

De Mann-Kendall Tau test is een niet-parametrische correlatietest tussen het bladverlies en het jaartal, sterk gerelateerd aan de Sen-helling. De basis van de test is tellen hoeveel keer een waarde van jaar tot jaar stijgt, gelijk blijft of daalt in vergelijking met voorgaande jaren, dus in jaar 4, vergelijk je met jaar 1,2 en 3 en daarbij tel je nog de vergelijking van jaar 3 met de jaren 1 en 2 op en de vergelijking van jaar 2 met jaar 1.

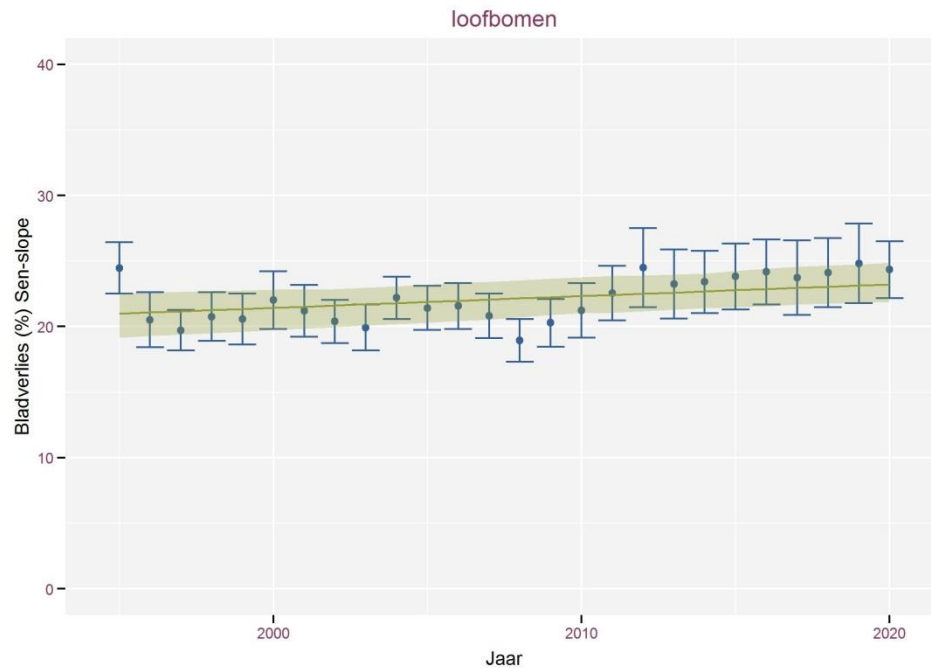
De p-waarde die in dit deel gebruikt wordt is de p-waarde op de Mann-Kendall tau test (dus niet rechtstreeks op de Sen-helling), in de grafieken worden daarentegen wel de betrouwbaarheidsintervallen op de Sen-helling gebruikt.



Foto 11 Beschadigde grove den (r.) in Zerkegem (proefvlak 102, augustus 2020)

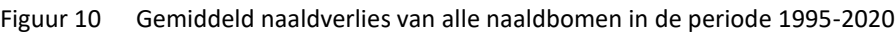


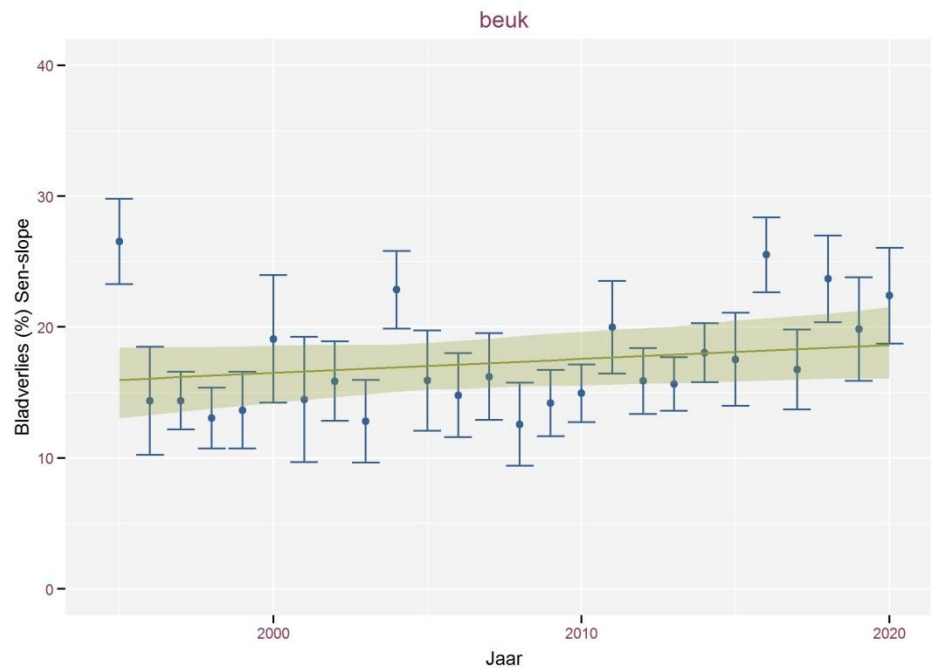
Van de laatste 13 meetjaren zijn er 7 met een gemiddelde dat boven de 24% uitreikt. Tijdens de eerste 13 meetjaren was dat slechts één keer het geval (in 1995). Het gemiddelde van alle steekproefbomen, inclusief de afgestorven exemplaren, bedraagt 24,6% in 2018, 24,4% in 2019 en 24,1% in 2020.



Figuur 9 Gemiddeld bladverlies van alle loofbomen in de periode 1995-2020

Voor het **totaal van alle loofbomen** vertoont het gemiddeld bladverlies op 25 jaar tijd eveneens een lichte toename (figuur 9). Tot en met 2008 worden perioden van toenemend bladverlies afgewisseld met perioden met een dalend gemiddelde. Het bladverlies neemt duidelijk af in 1995-1997, 2000-2003 en 2006-2008. Tussen 2008 en 2012 is er een jaarlijkse toename van het gemiddeld bladverlies. In 2008 wordt het laagste gemiddelde behaald en in 2012 volgt de hoogste score (respectievelijk 19,0% en 28,6%). De Sen-helling is positief (0,089) en de trend is significant ($p < 0,001$). Het gemiddeld bladverlies, inclusief de afgestorven bomen, ligt het laatste jaar wel lager dan de voorgaande jaren (2018 en 2019: 25,7%, 2020: 24,9%). Het is van 2011 geleden dat het gemiddeld bladverlies van alle steekproefbomen minder dan 25% bedroeg.



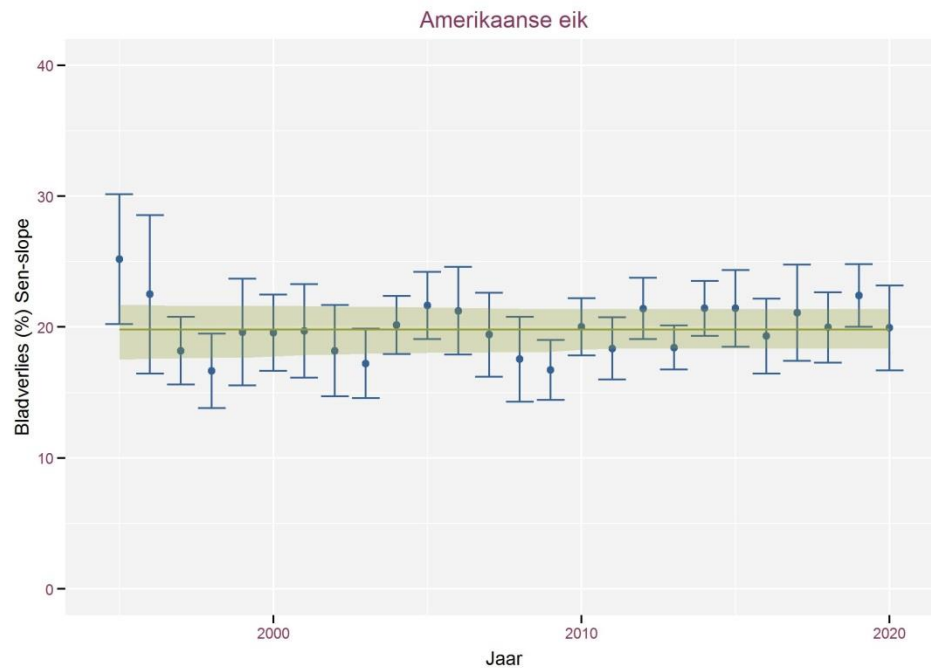


Figuur 11 Gemiddeld bladverlies van beuk in de periode 1995-2020

In vergelijking met andere boomsoorten vertoont het gemiddeld bladverlies bij **beuk** sterke schommelingen (figuur 11). Hoge waarden worden in 1995, 2000, 2004, 2011, 2016, 2018 en 2020 bereikt. De jaren met een hoog gemiddelde gaan steeds gepaard met een hogere zaadproductie. Na een zaad- of mastjaar volgt normaal gezien een jaar met weinig zaadproductie en een dichtere bladbezetting. In 2019 werd een beukenproefvlak in het domeinbos Ravels aan het meetnet toegevoegd. De gemiddelde kroontoestand van de beuken is zwak en dit heeft een invloed op het globale gemiddelde. Zonder dit proefvlak zou het gemiddelde bladverlies in 2019 18,7% bedragen en in 2020 23,5%. Nu is dat respectievelijk 20,2% en 24,8%.

In de loop van 25 jaar kroonbeoordelingen vertonen de beuken significant meer bladverlies (Sen-helling 0,106; $p < 0,001$). De hoogste cijfers worden in 1995 (26,6%), 2004 (23,8%) en 2016 (26,2%) bereikt. Het laagste gemiddelde wordt in 1998 en 2008 genoteerd (respectievelijk 13,9% en 14,0%).

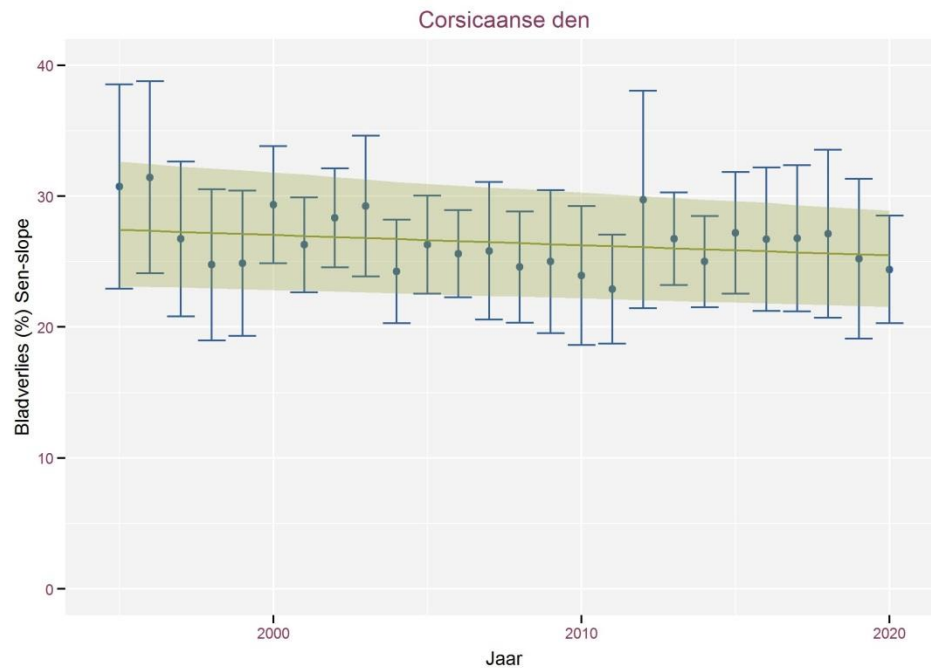
Het valt op dat er op vijf jaar tijd drie zaadjaren zijn: 2016, 2018 en 2020. 2020 was misschien niet een jaar met de meeste zaadproductie maar toch is het gemiddeld bladverlies hoog.



Figuur 13 Gemiddeld bladverlies van Amerikaanse eik in de periode 1995-2020

Het gemiddeld bladverlies van **Amerikaanse eik** vertoont geen trend (Sen-helling: 0). De waarden schommelen rond de 20% (figuur 13). Er is op 25 jaar tijd geen toename of afname van het bladverlies.

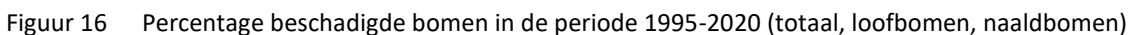
Het gemiddelde van alle steekproefbomen bereikt de hoogste waarde in 1995 (26,7%). In de jaren daarna bedraagt het gemiddelde vaak minder dan 20%. Dat is het geval in de perioden 1997-2000, 2003-2004, 2008-2011 en in de jaren 2013, 2016 en 2018. De laatste drie jaar bedraagt het gemiddeld bladverlies 19,5% in 2018, 24,3% in 2019 en 20,6% in 2020. Het laagst genoteerde gemiddelde is dat van 2011 (16,3%).



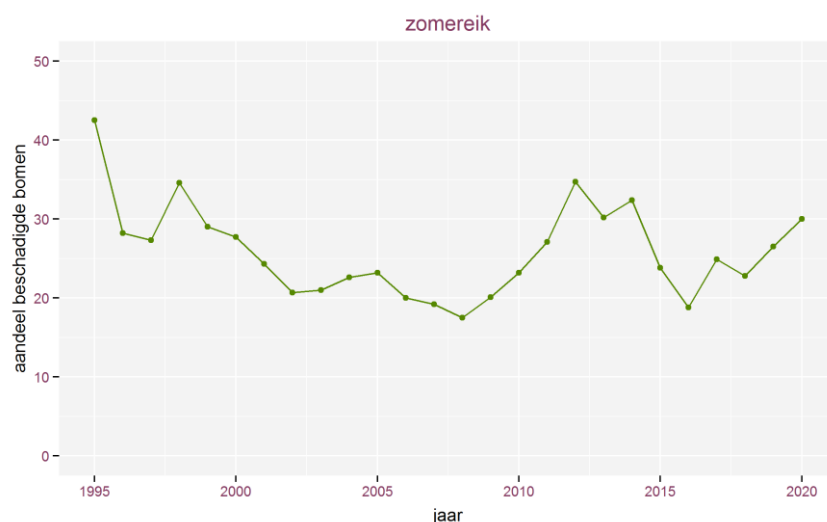
Figuur 15 Gemiddeld naaldverlies van Corsicaanse den in de periode 1995-2020

Corsicaanse den is de enige boomsoort met een significante afname van het naaldverlies (Sen-helling -0,078, $p < 0,05$).

Het gemiddelde is steeds hoger dan dat van grove den en de schommelingen tussen de jaren zijn ook groter. Het gemiddelde is zeer hoog in 1995-1996, 2000, 2002-2003 en 2012 (figuur 15). De laagste waarde wordt in 2011 genoteerd (21,7%). De hoogste waarde wordt in het begin bereikt, namelijk in 1996 (29,5%). De toestand verbetert voor Corsicaanse den vooral tussen 2003 en 2011. Daarna neemt het naaldverlies weer toe. Het gemiddeld naaldverlies van alle steekproefbomen bedraagt de laatste jaren 26,0% (2018), 23,8% (2019) en 24,4% (2020).



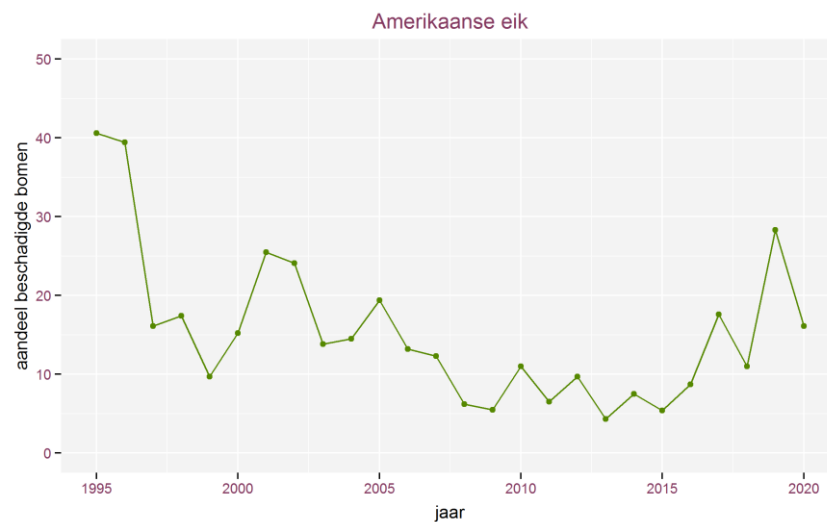
Het aandeel beschadigde naaldbomen maakt grotere sprongen in vergelijking met de loofbomen en het totaal van alle bomen (figuur 16). Voor het **totaal van alle naaldbomen** daalt en stijgt het aandeel beschadigde bomen sterk tussen 1995 en 2000. Tussen 2000 en 2010 volgt vooral een afname van het aandeel beschadigde bomen. Het hoogste percentage beschadigde naaldbomen wordt in 1996 genoteerd (29,1%) en het laagste aandeel in 2009 en 2010 (9,7%). Vanaf 2011 stijgt het naaldverlies opnieuw. Perioden van toename worden afgewisseld met betere perioden maar globaal gezien neemt het aandeel beschadigde naaldbomen tussen 2010 en 2020 toe. Het aandeel beschadigde bomen bedraagt de laatste vijf jaar 14,3% in 2016, 18,6% in 2017, 19,5% in 2018, 17,6% in 2019 en 19,8% in 2020. Het cijfer is tijdens acht inventarisatiejaren nog hoger vergeleken met 2020: 1995 (24,1%), 1996 (29,1%), 1999 (20,2%), 2000 (27,9%), 2001 (21,4%), 2002 (25,4%), 2003 (22,3%) en 2012 (20,0%).



Figuur 18 Percentage beschadigde zomereiken in de periode 1995-2020

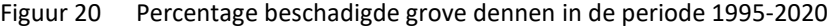
Tijdens de eerste helft van de periode 1995-2020 is er bij **zomereik** vooral een dalende trend van het aandeel beschadigde bomen (figuur 18). Het hoogste cijfer wordt in 1995 opgetekend (42,5%) en het laagste cijfer in 2008 (17,5%). Vanaf 2009 stijgt het aandeel beschadigde bomen jaarlijks tot in 2012 (34,7%). Tussen 2012 en 2016 volgt weer een betere periode maar na 2016 neemt het aandeel beschadigde bomen weer toe. In de beginperiode (1995-2000) is het aandeel beschadigde bomen steeds groter dan 25%. Verder is meer dan een kwart van de bomen beschadigd in de periode 2011-2014 en opnieuw in 2019-2020. In 2020 stijgt het percentage beschadigde bomen voor het eerst sinds 2014 weer boven de 30%.

De laatste vijf jaar bedraagt het percentage beschadigde zomereiken 18,8% in 2016, 24,8% in 2017, 22,8% in 2018, 26,4% in 2019 en 30,1% in 2020. Het cijfer in 2020 is hoog en wordt enkel in 1995 (42,5%), 1998 (34,6%), 2012 (34,7%), 2013 (30,2%) en 2014 (32,4%) overschreden.

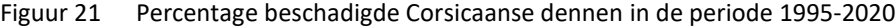


Figuur 19 Percentage beschadigde Amerikaanse eiken in de periode 1995-2020

Het percentage beschadigde bomen verloopt bij **Amerikaanse eik** grillig, met veel sprongen (figuur 19). Het hoogste cijfer wordt in 1995 bereikt (40,6%) en het laagste cijfer in 2013 (4,3%). Tussen 2013 en 2020 neemt het aandeel beschadigde bomen globaal gezien toe, opnieuw met afwisselende jaren van toename en afname. De laatste vijf jaar bedraagt het aandeel beschadigde bomen 8,7% (2016), 17,6% (2017), 11,0% (2018), 28,3% (2019) en 16,1% (2020).



Pagina 102 van 109 doi.org/10.21436/inbor.34283136 www.vlaanderen.be/inbo



Bij **Corsicaanse den** zijn er grote sprongen in het verloop van het aandeel beschadigde bomen (figuur 21). Tussen 2003 en 2011 is er een periode met een dalend aandeel beschadigde bomen. Daarna neemt het percentage weer toe, met grote schommelingen. De hoogste waarde wordt in 2002 en 2003 vastgesteld (47,5%), het laagste cijfer in 2011 (16,0%). De laatste vijf jaar bedraagt het cijfer 31,0% (2016), 35,1% (2017), 32,4% (2018), 26,4% (2019) en 30,3% (2020).

De score is hoger dan 35% in 1995, 1996, 2000, 2002, 2003, 2012, 2015 en 2017. De cijfers zijn hoog in vergelijking met grove den. Het aandeel beschadigde bomen blijft bij grove den altijd onder de 30%.

5 INVENTARISATIE GEZONDHEIDSTOESTAND ES

De es wordt in Europa bedreigd door het vals essenvlieskelkje, *Hymenoscyphus fraxineus*, beter bekend als de essenziekte of essentaksterfte. Om de gezondheidstoestand van de essen beter op te volgen, werd in 2014 een extra meetnet gestart. Ondertussen verscheen een rapport met een evaluatie van de waarnemingen in de periode 2014-2019 (Sioen et al., 2020). Ook de symptomen van de ziekte worden in dat rapport beschreven.

Van de 29 proefvlakken die sinds 2014 continu opgevolgd worden, maken er 9 deel uit van het bosvitaliteitsmeetnet (tabel 37). In deze proefvlakken werden in totaal 78 steekproefbomen geselecteerd. Een groot deel van de bomen staat buiten de proefvlakcirkel en behoort niet tot de steekproef van de jaarlijkse bosvitaliteitsinventaris.

Het aantal beoordeelde essen is met 20 exemplaren het grootst in Zoutleeuw (proefvlak 416). In Tielt-Winge (proefvlak 415) en Ieper (proefvlak 111) worden er slechts 4 bomen beoordeeld.

In tegenstelling tot de bosvitaliteitsinventaris, waar afgestorven bomen na een jaar uit de inventaris verdwijnen, blijven afgestorven essen in deze steekproef zitten. Ondertussen zijn 10 essen afgestorven (12,8%). In de totale essensteekproef, met 29 proefvlakken en 252 bomen, ligt het aandeel dode bomen hoger.

Het gemiddeld bladverlies van de essen in de proefvlakken bedraagt 38,2%. Meer dan de helft van de bomen is beschadigd (53,8%). Het aandeel bomen met meer dan 60% bladverlies bedraagt 17,9%. Het gemiddeld bladverlies is het hoogst in Pulle (proefvlak 508; 55,3%). In slechts drie proefvlakken bedraagt het gemiddeld bladverlies maximum 25%: Ieper (proefvlak 111; 25,0%), Gontrode (proefvlak 205; 23,3%) en Maarkedal (proefvlak 214; 16,9%).

De kroontoestand verslechtert ten opzichte van 2019. Het gemiddeld bladverlies neemt met 2,2 procentpunten toe en het aandeel beschadigde essen stijgt met 14,7 procentpunten. Het aandeel bomen met sterk bladverlies stijgt met 2,5 procentpunten. Er is op een jaar tijd één extra boom afgestorven (+ 1,3 procentpunten).

Het gemiddeld bladverlies neemt toe in Halle (proefvlak 302), Perk (proefvlak 402), Tielt-Winge (proefvlak 415), Zoutleeuw (proefvlak 416) en Pulle (proefvlak 508). In Ieper is er een status quo (proefvlak 111) en er is een afname van het gemiddelde in Wijtschate (proefvlak 101), Gontrode (proefvlak 205) en Maarkedal (proefvlak 2014). De verschillen blijven in de meeste gevallen beperkt tot minder dan 5 procentpunten. Alleen in Zoutleeuw is er een opvallende toename van het gemiddelde (+ 8 procentpunten).

De totale essensteekproef telt 252 bomen in 29 proefvlakken. In 2020 is 60,3% van de bomen beschadigd (+ 4,7 procentpunten). Het gemiddeld bladverlies bedraagt ondertussen bijna 50% (49,6%; +1,7 procentpunten). Ongeveer een derde van de bomen vertoont meer dan 60% bladverlies (34,5%; +2,4 procentpunten). Een vijfde van de bomen is afgestorven (20,6%; +4,3 procentpunten). Net als in de bosvitaliteitsproefvlakken, is de toestand in de volledige inventaris verder achteruitgegaan.

Een deel van de bomen is nog steeds niet beschadigd en de vitaliteit blijft op sommige plaatsen, zoals in het Koppenbergbos, vrij goed. Hopelijk blijven deze bomen hun tolerantie voor de essenziekte behouden.

Nummer	Naam	Plaats	Aantal essen	Aantal beschadigd
101	Diependaal	Wijtschate	5	3
111	Galgebossen	Ieper	4	1
205	Aelmoeseneiebos	Gontrode	6	2
214	Koppenbergbos	Maarkedal	8	0
302	Hallerbos	Halle	6	4
402	Hellebos	Perk	10	5
415	Walbos	Tielt-Winge	4	2
416	Tienbunders	Zoutleeuw	20	13
508	Krabbels	Pulle	15	12



6 BESLUIT

Het aandeel beschadigde bomen in de inventaris bedraagt 25,3% en het gemiddeld bladverlies 24,1%. 0,7% van de steekproefbomen is afgestorven. Er is in vergelijking met 2019 een toename van het gemiddeld bladverlies (+1 procentpunt) en een toename van het aandeel beschadigde bomen (+3,3 procentpunten). Enkel bij Amerikaanse eik neemt het bladverlies af. De trend tussen 1995 en 2020 is significant voor beuk (toename), Corsicaanse den (afname), het totaal van alle loofbomen (toename) en het algemeen totaal (toename).

Er wordt vaak aan droogte gedacht als verklaring voor de achteruitgang van de kroontoestand. Droogte speelt een rol, maar de invloed is boomsoortafhankelijk. Het kan zijn dat droogte zich (nog) niet in bladverkleuring, bladverlies of kroonsterfte vertaalt, maar misschien eerder onrechtstreeks via wortelsterfte een negatieve invloed heeft. Bomen kunnen herstellen van droogte maar het kan ook de start van een verdere aftakeling worden. Dat is zeker het geval wanneer bomen zich onvoldoende verdedigen tegen insecten of schimmels die de vitaliteit verder aantasten.

Luchtverontreiniging heeft in onze bossen nog vaker een onrechtstreeks effect op bomen. Verzuring en vermesting door stikstof werken in op de bodemchemie, de opname via de wortels en de mycorrhizerende schimmels. In het Level 2-meetnet worden chemische analyses uitgevoerd waarbij een beter beeld verkregen wordt van de stikstofinhoud in bladeren, strooisel en bodem.

Fijnspar en lork werden de laatste jaren het meest door droogte getroffen. Beide soorten komen in de Vlaamse inventaris niet of amper voor. De bosvitaliteitsinventaris bevat wel grove dennen en Corsicaanse dennen. Voorlopig houden beide soorten stand.

De eiken hebben op het eerste zicht weinig last van het extreme weer. Bij zomereik wordt al lang gesteld dat de gezondheidstoestand door een waaier van factoren bepaald wordt, zowel abiotisch (standplaats, luchtverontreiniging, weer, beheer) als biotisch (insecten en schimmels). De droogte bevordert aantasting door bladvreterende of houtborende insecten, zoals eikenprocessievlinder en andere nachtvlindersoorten, eikenprachtkever... Er zijn nog steeds veel eikenproefvlakken met een hoog gemiddeld bladverlies, vaak met insectenvraat. Er wordt ook jaarlijks sterfte van zomereiken vastgesteld.

Er was in 2020 veel zaadproductie bij beuk, zomer- en wintereik. Dat kan een rol gespeeld hebben bij de inschatting van het bladverlies of de bladbezetting. Zogenaamde mastjaren gaan zeker bij beuk gepaard met ijlere boomkronen. De snelle opeenvolging van zaadjaren is opvallend (2016, 2018, 2020). Momenteel valt het aandeel sterk kwijnende en stervende beuken in de inventaris mee. Er is schade door droogte, maar vooral buiten de proefvlakken. In percelen met een ondiepe bodem en/of een wisselende grondwaterstand is er het meest schade (soms te nat, vaak te droog). In sommige beukenproefvlakken is er al langer sprake van een zwakke gezondheidstoestand.

In de groep ‘overige loofboomsoorten’ duiken droogtesymptomen op bij tamme kastanje, esdoorn, berk, populier... In deze groep zitten ook steekproefbomen die al jaren achteruit gaan door ziekten als essentaksterfte (es, verschillende proefvlakken) en elzenphytophthora (zwarte els, één proefvlak). Daardoor is het aandeel beschadigde bomen in deze groep hoog.

Referenties

Bomennieuws. Oktober 1977, nr. 3. Bomenstichting, Zeist (NL.)

Bosvitaliteitsindex Statistiek Vlaanderen

<https://www.statistiekvlaanderen.be/bosvitaliteitsindex>

De Keersmaeker L., Vandekerkhove K., 2020. Schrijven we de beuk te snel af? Bosrevue 88.

<https://bosrevue.bosplus.be/bosrevue/editie/2020/11/05/Schrijven-we-de-beuk-te-snel-af>

Marchetto A., 2017. rkt: Mann-Kendall Test, Seasonal and Regional Kendall Tests. R package

version 1.5. <https://CRAN.R-project.org/package=rkt>

Michel A., Prescher A-K., Schwärzel K., editors, 2019. Forest Condition in Europe: 2019

Technical Report of ICP Forests. Report under the UNECE Convention on Long-range

Transboundary Air Pollution (Air Convention). BFW-Dokumentation 27/2019. Vienna: BFW

Austrian Research Centre for Forests. 104 p. <https://www.icp-forests.org/pdf/TR2019.pdf>

Michel A., Prescher A.-K., Schwärzel K., editors, 2020. Forest Condition in Europe: The 2020

Assessment. ICP Forests Technical Report under the UNECE Convention on Long-Range

Transboundary Air Pollution (Air Convention). Eberswalde: Thünen Institute.

<https://doi.org/10.3220/ICPTR1606916913000>

Natuurindicatoren [https://www.vlaanderen.be/inbo/indicatoren/aandeel-beschadigde-](https://www.vlaanderen.be/inbo/indicatoren/aandeel-beschadigde)

bosbomen

Potočić N., Timmermann V., Ognjenović M., Kirchner T. 2020. Indicator 2.3: Defoliation. In

Forest Europe 2020: State of Europe's Forests 2020. Criterion 2: Maintenance of Forest

Ecosystem Health and Vitality (Ferretti et al.). 394 p. [https://foresteurope.org/wp-](https://foresteurope.org/wp-content/uploads/2022/03/Forest-Ecosystem-Health-and-Vitality-Report-2022.pdf)

[content/uploads/2016/08/SoEF_2020.pdf](#)

Quataert P., Vandekerkhove K., De Vos B., Simoens I., Verheyen K., Ceulemans R., Muys B., Van

Acker J., 2018. Het bosonderzoek in Vlaanderen. Stand van zaken en toekomstverkenning.

Conclusies en aanbevelingen naar aanleiding van het Bossymposium “Kennis voor het bos van

de toekomst” op 12 mei 2017 in Brussel. Mededeling van het Instituut voor Natuur- en

Bosonderzoek 2018 (2). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

https://pureportal.inbo.be/portal/files/15714690/Quataert_etal_2018_BosonderzoekInVlaand

[erenStandVanZakenEnToekomstverkenning.pdf](#)

R Core Team, 2018. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for

Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>

Sioen G., 2020. Bosvitaliteit lijdt onder droogte van voorbije jaren. Nieuwsbrief INBO, mei

2020. https://purews.inbo.be/ws/portalfiles/portal/34099429/Mei_2020.pdf

Sioen G., Leyman A., De Geest L., Van de Kerckhove P., Esprit M., Christiaens B., Roskams P.,

2012. Inventarisatie van de proefvlakken in het bosvitaliteitsmeetnet. Dendrometrische

gegevens uit de steekproefcirkels. INBO.R.2012.42. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek,

Bijlage: bladverlies gemeenschappelijke bomen 2019-2020

proefvlak	aandeel beschadigd 2020	aandeel beschadigd 2019	verschil aandeel beschadigd	gem. bladverlies 2020	gem. bladverlies 2019	verschil gem. bladverlies
101	28,5	7,1	21,4	27,2	18,6	8,6
102	25	25	0	23,1	22,2	0,9
103	25	25	0	22,1	23	-0,9
104	9,1	9,1	0	17,3	18,2	-0,9
111	58,3	25	33,3	26,7	25	1,7
112	20	30	-10	25,5	24,5	1
201	0	0	0	16,7	16,7	0
202	37,5	35	2,5	28,1	25	3,1
203	13,2	15,8	-2,6	22,1	22,6	-0,5
205	18,8	6,2	12,6	24,7	20,3	4,4
206	15,2	10,9	4,3	22,1	21,6	0,5
207	14,8	7,4	7,4	21,3	19,8	1,5
211	13,3	13,3	0	23,3	22	1,3
212	20	0	20	25	10,5	14,5
213	45,9	29,2	16,7	26,9	25	1,9
214	0	0	0	17,7	18,6	-0,9
215	6,7	0	6,7	15,7	15	0,7
147067	4,5	18,1	-13,6	18,6	22,7	-4,1
302	13,5	8,1	5,4	24,5	17,2	7,3
303	45,5	0	45,5	25,9	16,4	9,5
311	8,3	41,6	-33,3	18,8	28	-9,2
312	44,4	22,2	22,2	26,7	22,8	3,9
402	23,1	30,8	-7,7	24,2	25	-0,8
403	27,1	12,5	14,6	26,2	21,8	4,4
406	6,6	3,3	3,3	22	19,5	2,5
411	5,6	11,2	-5,6	15,3	20	-4,7
412	16,7	25	-8,3	22,1	22,1	0
413	5,3	10,6	-5,3	18,7	20,5	-1,8
414	0	0	0	19,3	18,6	0,7
415	15	25	-10	22,5	24,5	-2
416	28,6	14,3	14,3	22,5	21,4	1,1
501	19	28,5	-9,5	18,8	23,6	-4,8
502	15,8	10,5	5,3	23,1	21,8	1,3
504	17,6	29,4	-11,8	23,2	27,3	-4,1
505	9,1	9,1	0	20,9	20,9	0
506	25	15	10	22	21,5	0,5
507	4,3	4,3	0	22	21,3	0,7
508	26,7	20	6,7	23	22,7	0,3
511	18,8	0	18,8	20	15	5
512	66,7	66,7	0	32,5	30	2,5
513	30	25	5	27,6	22,8	4,8
514	46,2	46,2	0	28,8	27,3	1,5
515	52,9	29,4	23,5	29,7	26,2	3,5
516	15	20	-5	21,2	22	-0,8
601	77	46,2	30,8	40,8	32,7	8,1
602	16,6	8,3	8,3	22	21,2	0,8
603	23,1	38,5	-15,4	23,1	25,8	-2,7
604	42,9	0	42,9	25,7	15,7	10
611	33,3	33,3	0	20,8	28,7	-7,9
612	25	75	-50	25	30	-5
613	55	37,5	17,5	29,3	25,9	3,4
95001	66,7	66,7	0	33,6	31,3	2,3
701	23,1	15,4	7,7	20,4	21,9	-1,5
702	50	100	-50	26,2	40,6	-14,4
703	7,7	11,5	-3,8	21,4	20,8	0,6
711	52	48	4	30,2	26,6	3,6
712	12,5	12,5	0	19,7	18,4	1,3
713	25	15	10	22,3	17,8	4,5
714	100	92,3	7,7	74,9	72,8	2,1
802	8,7	13	-4,3	21,3	22,4	-1,1
803	0	0	0	20,9	19,6	1,3
804	4,8	0	4,8	19	19,2	-0,2
805	7,1	0	7,1	18,9	19,6	-0,7
811	50	22,2	27,8	26,9	23,3	3,6
812	7,1	7,1	0	20,4	18,6	1,8
901	29,7	29,7	0	24,6	25,3	-0,7
902	16,7	26,2	-9,5	22	23,4	-1,4
903	5,9	0	5,9	17,1	15,3	1,8
904	30	35	-5	24,5	26,4	-1,9
906	38,7	61,3	-22,6	26,3	30,8	-4,5
910	37,1	20,4	16,7	25,8	22,4	3,4