



Vlaanderen
is wetenschap

Onderzoek naar de klimaat-adaptieve aanpak van homogene naaldbossen in de Zeeuws-Wase grensregio

Deelrapport 2 - Inschatting van de omvang van de aftakeling van
het naaldbos, de mogelijke oorzaken en toekomstverwachting

Stien Heremans, Arthur De Haeck, Bruno De Vos

INSTITUUT
NATUUR- EN BOSONDERZOEK

Auteurs:

Stien Heremans, Arthur De Haeck, Bruno De Vos
Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek

Reviewer:

Jan Wouters (INBO)

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
vlaanderen.be/inbo

e-mail:

stien.heremans@inbo.be, arthur.dehaeck@inbo.be, bruno.devos@inbo.be

Wijze van citeren:

Heremans,S., De Haeck,A. en De Vos,B. (2022). Onderzoek naar de klimaat-adaptieve aanpak van homogene naaldbossen in de Zeeuws-Wase grensregio. Deelrapport 2 - Inschatting van de omvang van de aftakeling van het naaldbos, de mogelijke oorzaken en toekomstverwachting. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2022(10). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.DOI: doi.org/10.21436/inbor.73679635

D/2022/3241/111

Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2022 (10)

ISSN: 1782-9054

Verantwoordelijke uitgever:

Maurice Hoffmann

Foto cover:

Sterfte van Grove den in Stekene (15 mei 2019) foto A. De Haeck

Dit onderzoek werd uitgevoerd in het kader van:

het project 'Onderzoek naar de klimaat-adaptieve aanpak van de homogene naaldbossen in de Zeeuws-Wase grensregio: onderzoek naar de bedreigingen en aanpak van het probleem via pilot', in opdracht van EGTS Linieland van Waas en Hulst en gefinancierd door Euregio Scheldemond en de provincies Oost-Vlaanderen, West-Vlaanderen en Zeeland.

Het project werd uitgevoerd door INBO, in samenwerking met het Zeeuwse Landschap en de Bosgroepen Houtland en Oost-Vlaanderen-Noord.



Dit werk valt onder een [Creative Commons Naamsvermelding-GelijkDelen 4.0 Internationaal-licentie](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

ONDERZOEK NAAR DE KLIMAAT-ADAPTIEVE AANPAK VAN HOMOGENE NAALDBOSSEN IN DE ZEEUWS-WASE GRENSREGIO

Deelrapport 2: Inschatting van de omvang van de aftakeling van het naaldbos, de mogelijke oorzaken en toekomstverwachting

Stien Heremans, Arthur De Haeck en Bruno De Vos – INBO

doi.org/10.21436/inbor.73679635

Dankwoord/Voorwoord

Dit rapport kwam tot stand met de hulp van verschillende collega's. Hartelijk dank aan: Nicole De Groof en Herwig Borremans voor de lay-out en de publicatie van het rapport. Wij danken de terreinbeheerders en eigenaars voor de medewerking en de toelating voor het betreden van de bospercelen, in het bijzonder Joris Goossens (Agentschap Natuur & Bos) en Simon Brandt (Bosgroep Oost-Vlaanderen-Noord) voor het delen van hun terreinkennis. Ook dank aan Leen Govaere en Anja Leyman (ANB, Vlaamse bosinventaris).



Samenvatting

Zowel in Oost-Vlaanderen, West-Vlaanderen als Zeeland wordt een groot gedeelte van de fijnsparren, maar ook meer en meer dennen, aangetast door schorskevers en andere ziekten en plagen. Daar heeft het veranderende klimaat veel mee te maken: door de hitte en droogte van de afgelopen jaren zijn veel bomen verzwakt. Deze problematiek doet zich in toenemende mate voor in Vlaanderen. EGTS Linieland (voluit: Europese Groepering voor Territoriale Samenwerking Linieland van Waas en Hulst) zette daarom, samen met de projectpartners Stichting Het Zeeuwse Landschap, Bosgroep Houtland en Bosgroep Oost-Vlaanderen Noord, een project op poten om toe te werken naar een klimaatadaptief bosbeheer in de grensregio. Dit gebeurt met steun van Euregio Scheldemondfonds. Doelstelling is het ontwikkelen van een gezamenlijke visie en aanpak voor de aantasting van bossen. In het kader van dit project rond klimaatadaptief bosbeheer werd een onderzoeksopdracht uitgeschreven om dit project wetenschappelijk te ondersteunen.

Dit deelrapport schetst aan de hand van remote sensing de omvang en de toename van de schade in de Zeeuws-Wase grensregio.

Aansluitend evalueren we de historische groei van een aantal bomen aan de hand van jaarringmetingen (dendrochronologie). Deze laten toe om in te schatten hoe de boomgroei evolueerde na eerdere incidenten zoals de historisch warme en droge zomer van 1976, de massieve storm van 1990, insectenschade en recentere warme en droge perioden. Deze metingen confronteren we met de bestaande informatie en terreinobservaties over de standplaatsfactoren zoals bodem, hydrologie en pathologie.

Ten slotte schetsen we een toekomstverwachting van het bos.



Inhoudstafel

- Dankwoord/Voorwoord 2
- Samenvatting 3
- Lijst van figuren 5
- Lijst van foto's 5
- Lijst van tabellen 6
- 1 MATERIAAL EN METHODE**..... 7
 - 1.1 Remote sensing 7
 - 1.2 Boomgroei 10
 - 1.2.1 Staalname 11
 - 1.2.2 Verwerking van gegevens 13
 - 1.3 Beïnvloedende factoren: bodem en -hydrologie 13
- 2 RESULTATEN** 16
 - 2.1 Remote sensing 16
 - 2.2 Boomgroei 18
 - 2.3 **BEÏNVLOEDENDE FACTOREN: BODEM EN HYDROLOGIE** 22
 - 2.3.1 Digitaal hoogtemodel en ecohydrologie van Stropersbos 22
 - 2.3.2 Bodem en hydrologie nabij de testbomen van grove den 23
 - 2.4 **BEÏNVLOEDENDE FACTOREN: ZIEKTEN EN PLAGEN** 28
- 3 TOEKOMSTVERWACHTING VAN HET BOS**..... 30
- Referenties 31
- Bijlage 32

Lijst van figuren

| | | |
|-----------|---|----|
| Figuur 1 | Kaart van de bestanden fijnspar (a) en grove den (b) in het studiegebied volgens de Bosreferentielaag 2000. | 9 |
| Figuur 2 | Voorbeeld van een ortho-tijdsreeks voor beschadigde fijnspar (boven, schadeklasse = totaal) en beschadigde grove den (onder, schadeklasse = verspreid). | 9 |
| Figuur 3 | Stekene, Stropersbos : locatie van de bomen bemonsterd voor analyse van de jaarringen (groene driehoekjes) | 11 |
| Figuur 4 | Bodemdata van bodemprofielen uit de databanken Aardewerk2010 (paars) en INBOdem (rood.) | 14 |
| Figuur 5 | Locaties van Watina+ en VMM peilbuizen en overlappende data | 15 |
| Figuur 6 | Op orthofoto ingeschatte schade in 2017-2020 voor fijnspar, voor de random geselecteerde percelen. Het aantal percelen per klasse staat tussen haakjes aangegeven. | 16 |
| Figuur 7 | Op orthofoto ingeschatte schade in 2017-2020 voor grove den, voor de random geselecteerde percelen. Het aantal percelen per klasse staat tussen haakjes aangegeven. | 17 |
| Figuur 8 | Verdeling van de ingeschatte schade over de verschillende schadeklassen, voor fijnspar en grove den. | 17 |
| Figuur 9 | jaarringbreedte in 1/10 mm voor de periode 1960-2021 | 18 |
| Figuur 10 | jaarringbreedte in verhouding tot de gemiddelde jaarringbreedte (=1); gemiddelde van alle gemeten bomen. | 19 |
| Figuur 11 | jaarringbreedte in verhouding tot de gemiddelde jaarringbreedte (=1); gemiddelde van de bomen op de 4 locaties. De blauwe pijlen tonen de jaren met een gelijke groeitrend. | 19 |
| Figuur 12 | evolutie van de gemiddelde jaarringbreedte in mm (bron VBI2: www.natuurenbos) | 20 |
| Figuur 13 | Het digitaal hoogtemodel toont mooi de hoogteverschillen tussen de dekzandrug (rond 13 m TAW) en de lager gelegen delen (groen en blauwe kleuren). De locaties van de testbomen en peilbuizen zijn duidelijk aangegeven binnen deze gradiënten. | 22 |
| Figuur 14 | Dalende trends (blauwe stippellijn) van grondwatertafel in de periode 2009-2021 in alle bodemtypes. Op tijdstippen aangeduid met oranje pijl volstaat de peilbuisdiepte niet meer om peilen te monitoren. Op zandbodems is dit vocht dan ook nog moeilijk bereikbaar voor bomen en zijn zij voor hun watervoorziening vooral afhankelijk van neerslag | 22 |

Lijst van foto's

| | | |
|--------|---|----|
| Foto 1 | aanwas- of Presslerboor (foto : A. De Haeck) | 12 |
| Foto 2 | houtstalen, klaar voor het opmeten van de jaarringbreedte (foto : A. De Haeck) | 13 |
| Foto 3 | Peilbuis STRP050 (foto: B. De Vos) | 15 |
| Foto 4 | Begraven Podzol profiel in wortelkluit van omgewaaide grove den (boom 1) met rechts een detailopname met vermelding van de pedogenetische horizonten. (foto: B. De Vos) | 27 |
| Foto 5 | Cascade-windworp van grove den op hoge grondwatertafel (foto B. De Vos) | 28 |



Lijst van tabellen

| | | |
|---------|---|----|
| Tabel 1 | Overzicht van de gebruikte winterbeelden met hun exacte opnamedatum voor het studiegebied 'Scheldemondbos'. | 7 |
| Tabel 2 | Inventaris en georeferentie van de bemonsterde bomen | 12 |
| Tabel 3 | gemiddelde jaarringbreedte in 1/10 mm / boom / periode 10-tal jaar voor locatie 1, 2 , 3 en 4 | 21 |
| Tabel 4 | Bodemtype en dichtstbijgelegen peilbuizen voor de bemonsterde bomen | 23 |
| Tabel 5 | Bodemprofielbeschrijving in de wortelkluit van Boom 1 | 26 |



1 MATERIAAL EN METHODE

1.1 REMOTE SENSING

Om de omvang van de schade op bestandsniveau in te schatten, werd gewerkt met de luchtopnames die aangeleverd worden door Digitaal Vlaanderen [1]. Elk jaar wordt over heel Vlaanderen een winterbeeld opgenomen met een ruimtelijke resolutie (pixelgrootte) van 25 cm, en om de drie jaar wordt ook een zomerbeeld opgenomen met een ruimtelijke resolutie van 40 cm. Om de schade in naaldboom bestanden in te schatten, gebruikten we vooral de winterbeelden, omdat er tijdens de winterperiode minder interferentie is met de ondergroei die vaak uit loofbomen bestaat én omdat deze beelden een hogere resolutie en dus een grotere mate van ruimtelijk detail hebben dan de zomerbeelden. Bovendien is er elk jaar een winterbeeld beschikbaar, zodat schade sneller en op een meer betrouwbare manier (als de schade op meerdere opeenvolgende winterbeelden zichtbaar is) ingeschat kan worden.

De huidige schade werd geschat op basis van een tijdreeks van winterbeelden opgenomen tussen 2017 en 2020. De historische schade werd geschat op het winterbeeld van 2002, omdat dit het enige beschikbare beeld is over de periode 2000-2005. De exacte opnamedatum van de beelden varieert doorheen de jaren. In Tabel 1 wordt de opnamedatum voor elk beeld weergegeven.

Tabel 1 Overzicht van de gebruikte winterbeelden met hun exacte opnamedatum voor het studiegebied 'Scheldemondbos'.

| Jaar | opnamedatum (DD/MM/JJJJ) |
|------|--------------------------------|
| 2002 | 28/03/2002 |
| 2017 | 16/03/2017 |
| 2018 | 19/04/2018 |
| 2019 | 10/04/2019 |
| 2020 | 31/03/2020 (stukje 05/04/2020) |

Schade werd in deze oefening gedefinieerd als een duidelijke afname in groenheid van individuele boomkruinen. Schade werd visueel ingeschat door operatoren in een ArcGIS



omgeving. Omdat het op orthofoto quasi onmogelijk bleek om het exacte percentage schade op bestandsniveau te schatten, werkten we met 7 kwantitatieve schadeklassen:

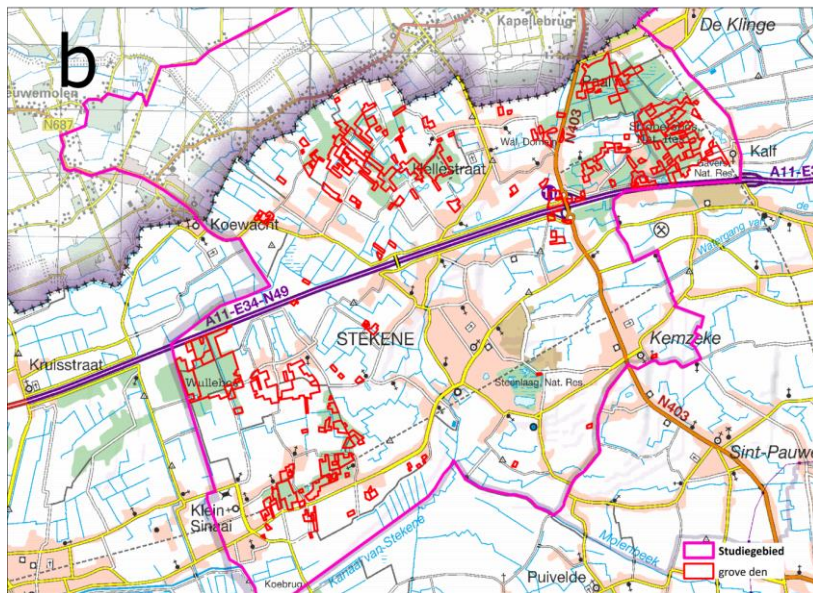
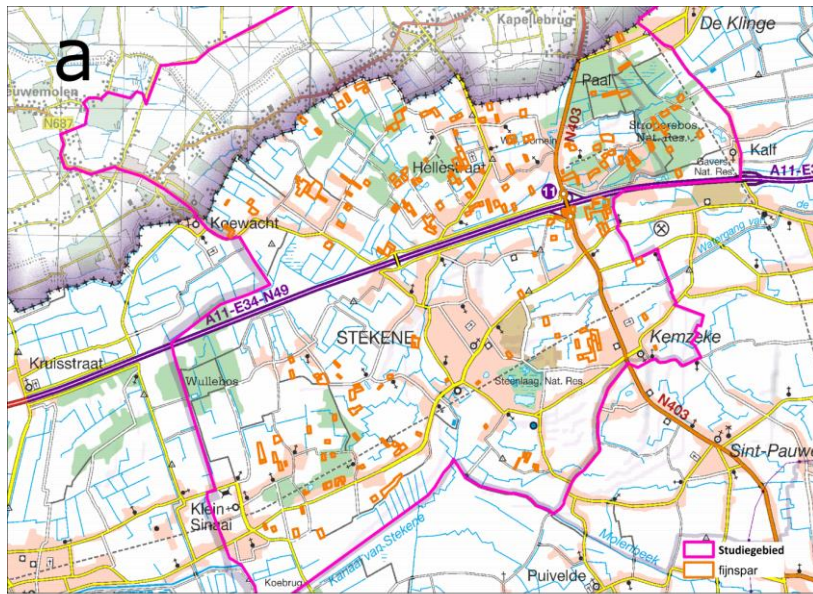
- **geen:** er kunnen geen beschadigde boomkruinen worden vastgesteld binnen dit bestand
- **lokaal:** op één of een beperkt aantal locaties binnen dit bestand zijn één of een paar boomkruinen beschadigd
- **verspreid:** boomkruinen doorheen het hele bestand zijn beschadigd, maar in totaal niet meer dan de helft van het bestand
- **heel algemeen:** boomkruinen doorheen het hele bestand zijn beschadigd, in totaal meer dan de helft van het bestand, maar niet meer dan 3/4 van het bestand
- **totaal:** boomkruinen doorheen het hele bestand zijn beschadigd, in totaal meer dan 3/4 van het bestand
- **gekapt:** alle bomen in het bestand werden gekapt tussen 2002 en 2020
- **omgezet:** er staan andere boomsoorten in 2020 dan in 2002.

Behalve de orthofoto's werd ook gebruik gemaakt van de Bosreferentiaag 2000. Dit is een kaart die in verschillende fases werd opgemaakt en de locatie van alle bossen in Vlaanderen, aangevuld met de soortensamenstelling in referentiejaar 2000, weergeeft. De basis was een eerste kartering uitgevoerd door een visuele interpretatie van kleur-infrarode luchtfoto's uit de periode 1978-1990, aangevuld met terreincontroles. Later werd een update gerealiseerd door visuele interpretatie van digitale zwart-wit orthofoto's van 1995. Aanvullende terreincontroles werden uitgevoerd door de afdeling Bos & Groen in de periode juli 1999-juli 2000 [2]. Deze kaart werd voornamelijk gebruikt voor het bepalen van de originele boomsoort.

In figuur 1 worden de zuivere fijnspar- en grove den bestanden volgens de Bosreferentiaag van 2000 weergegeven op kaart. Het totaal aantal zuivere fijnspar bestanden is gelijk aan 174 met een gemiddelde grootte van 0.81 ha . Dat betekent dat er in 2000 in het gebied 141 ha aan fijnspar in zuivere bestanden aanwezig was. Het totaal aantal zuivere grove den bestanden is gelijk aan 162 met een gemiddelde grootte van 2.33 ha . Dat betekent dat er in 2000 in het gebied 377 ha aan grove den in zuivere bestanden aanwezig was.

Telkens 20 % van de zuivere bosbestanden voor zowel fijnspar ($n_1 = 35$) als grove den ($n_2 = 33$) werd random geselecteerd. Voor de geselecteerde bestanden werd de schade in ArcGIS ingeschat volgens de methode die hierboven beschreven werd, zowel in 2002 als in 2020. Figuur 2 toont een tijdreeks van orthofoto's voor grove den en fijnspar, op basis waarvan een schadeklasse werd toegekend.

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



Figuur 1 Kaart van de bestanden fijnspar (a) en grove den (b) in het studiegebied volgens de Bosreferentielag 2000.



Figuur 2 Voorbeeld van een ortho-tijdsreeks voor beschadigde fijnspar (boven, schadeklasse = totaal) en beschadigde grove den (onder, schadeklasse = verspreid).

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



Foto 1 aanwas- of Presslerboor (foto : A. De Haeck)

De te bemonsteren bomen werden random op het terrein uitgekozen uit dezelfde omtrek-klasse. Van de staande bomen werd thv de staalname de stamomtrek gemeten. Indien de stamomtrek van de liggende bomen niet kon gemeten worden, werd deze afgeleid uit de diametermeting van de stam. Alle bomen krijgen een logisch nummer en zijn georeferereerd met hand-gps (Tabel 2).

Tabel 2 Inventaris en georeferentie van de bemonsterde bomen

| Boomnr | Soort | groep | Stamomtrek (cm) | Stamdiameter (cm) | Windworp | LAT | LONG | LB72X | LB72Y |
|--------|-------|-------|-----------------|-------------------|----------|-------------|------------|----------|----------|
| 1 | Pisy | 1 | 119 | 38 | ja | 51.2469314 | 4.06795495 | 128995.7 | 215266.4 |
| 2 | Pisy | 1 | 113 | 36 | ja | 51.24666052 | 4.06831013 | 129020.4 | 215236.1 |
| 3 | Pisy | 2 | 107 | | nee | 51.2403808 | 4.07882488 | 129751.9 | 214534.6 |
| 4 | Pisy | 2 | 88 | 28 | ja | 51.24057372 | 4.07880413 | 129750.5 | 214556 |
| 5 | Pisy | 2 | 107 | | ja | 51.2405732 | 4.07913063 | 129773.3 | 214555.9 |
| 6 | Pisy | 2 | 137 | | nee | 51.24050486 | 4.07909548 | 129770.8 | 214548.3 |
| 7 | Pisy | 3 | 125 | | ja | 51.24396503 | 4.07344443 | 129377.7 | 214934.8 |
| 8 | Pisy | 3 | 112 | | ja | 51.24391358 | 4.07368438 | 129394.4 | 214929 |
| 9 | Pisy | 4 | 124 | | nee | 51.24587623 | 4.07819275 | 129710.1 | 215146.1 |
| 10 | Pisy | 4 | 131 | | nee | 51.24599991 | 4.07813063 | 129705.8 | 215159.9 |

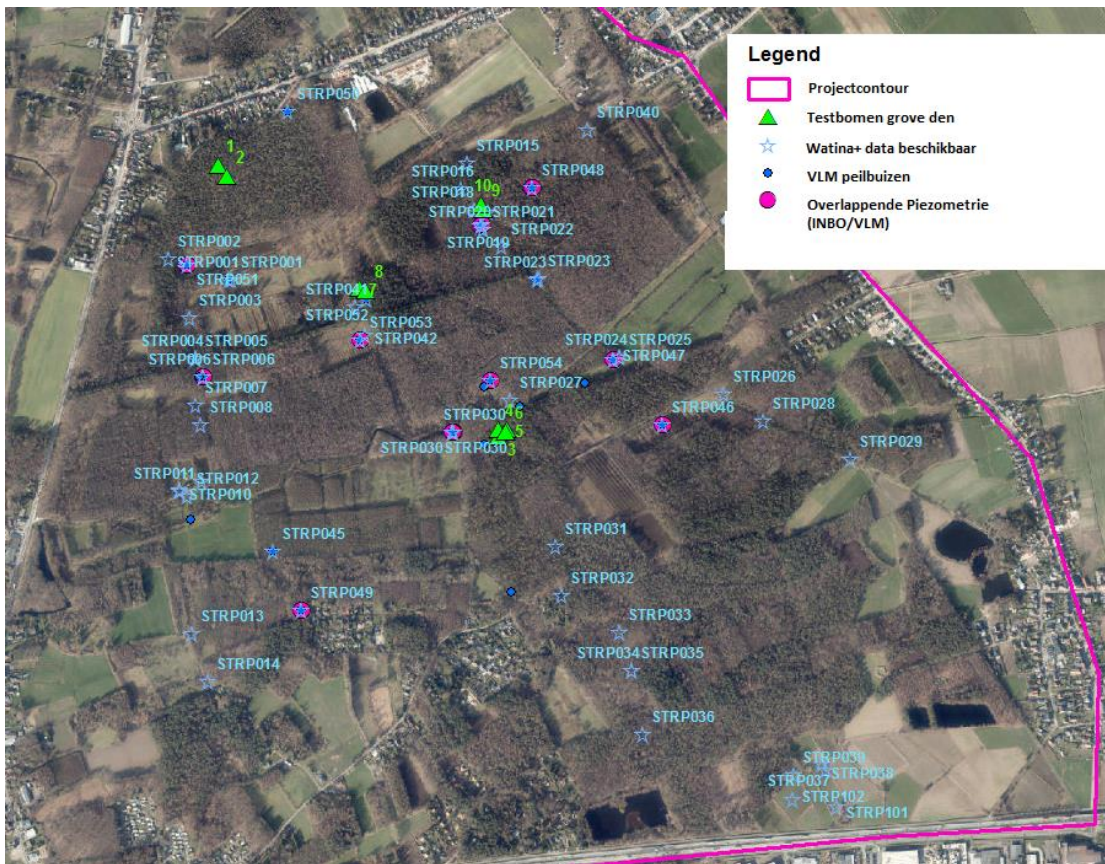
Pisy = Pinus sylvestris

Er werd bij het nemen van boorstalen maximaal getracht om de oudste jaarring - de fysiologische kern van de boom - mee te bemonsteren. De oriëntatie van de takaanzetten en de stamvorm gelden hierbij als belangrijkste leidraad. De houtstalen werden geklemd en het kopse hout werd met een scalpel glad gesneden en zo nodig bijgeschuurd (schuurpapier P1200) zodat de jaarringen duidelijk zichtbaar zouden zijn. Elk staal werd dan in een houten groef gekleefd (foto 2).

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



Foto 3 Peilbuis STRP050 (foto: B. De Vos)



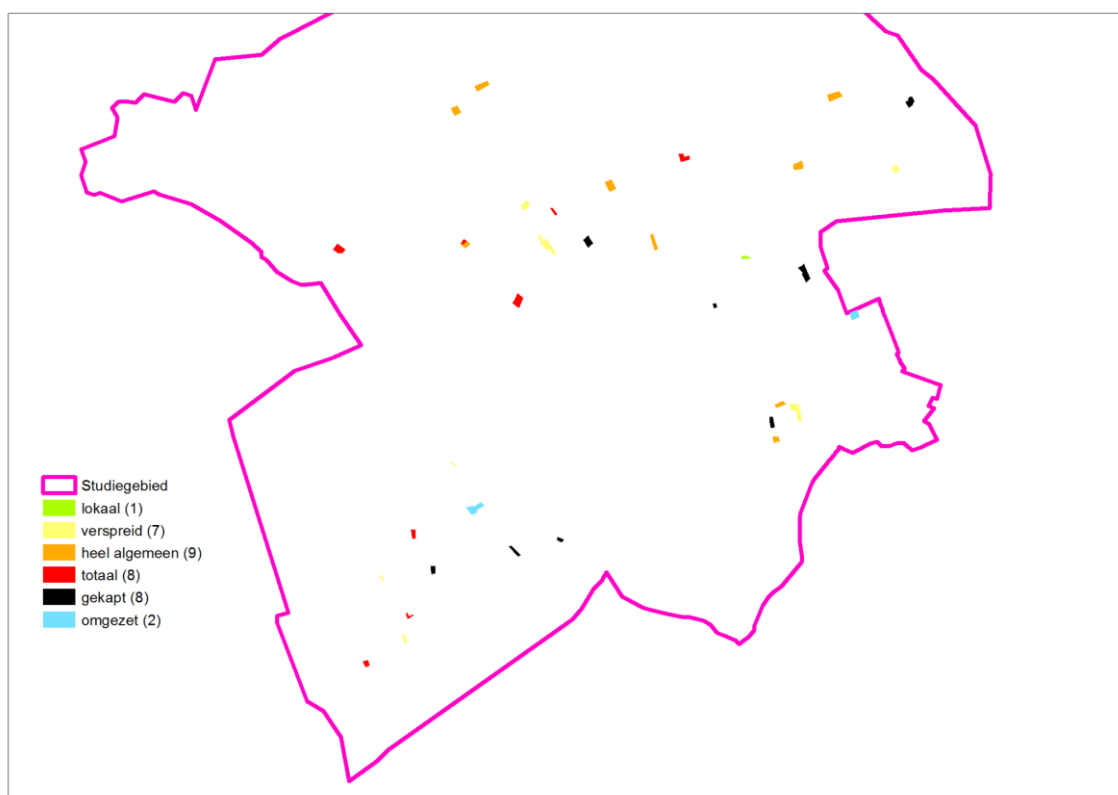
Figuur 5 Locaties van Watina+ en VMM peilbuizen en overlappende data



2 RESULTATEN

2.1 REMOTE SENSING

Figuur 6 toont de ingeschatte schade voor fijnspaar op kaart, voor de 20% random geselecteerde percelen, voor de huidige periode 2017-2020. Figuur 7 toont hetzelfde voor grove den. Voor het referentiejaar 2002 worden de resultaten niet visueel weergegeven, omdat in geen enkel perceel visuele schade gedetecteerd kon worden. De verdeling van de ingeschatte schade over de verschillende schadeklassen wordt weergegeven in Figuur 8 opnieuw voor de huidige periode 2017-2020.



Figuur 6 Op orthofoto ingeschatte schade in 2017-2020 voor fijnspaar, voor de random geselecteerde percelen. Het aantal percelen per klasse staat tussen haakjes aangegeven.

2000 en 17 ha gemengde fijnspar, kunnen we verwachten dat op korte termijn 140 - 160 ha aan fijnspar zal verdwijnen. Deze oppervlakte komt vrij voor het aanplanten van alternatieve boomsoorten.

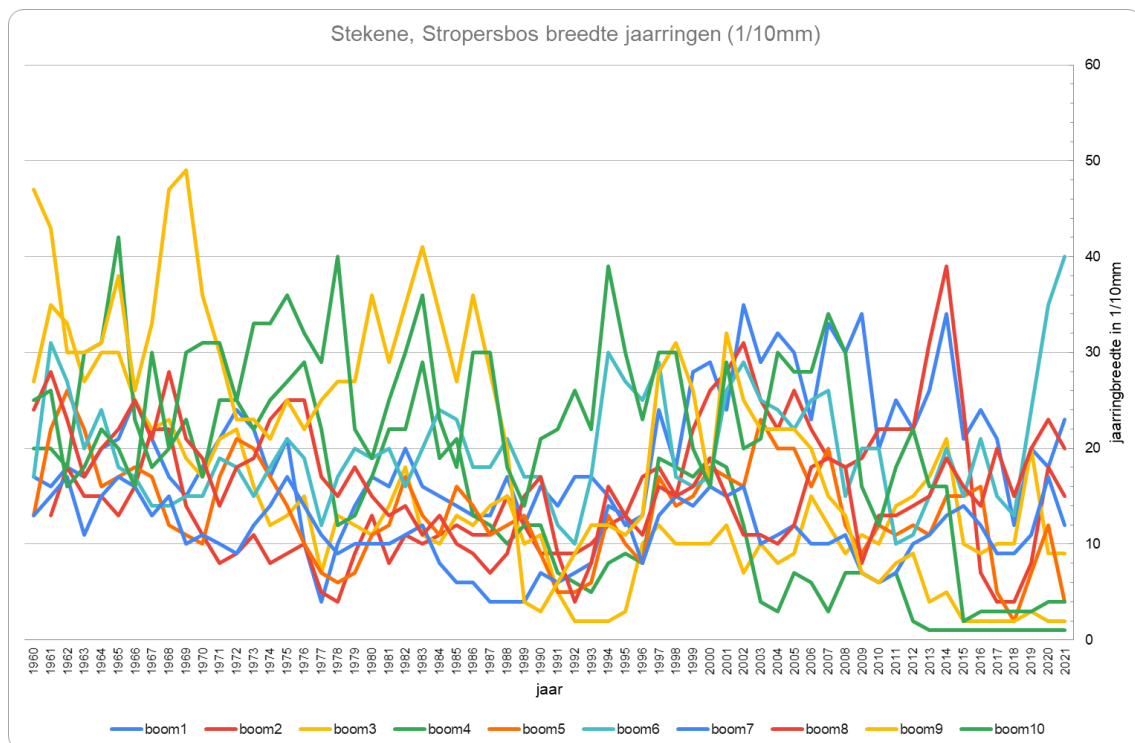
Voor grove den zien we dat 15% van de oppervlakte aan zuivere bestanden als verspreid beschadigd ($\leq 50\%$) en 71% als lokaal beschadigd ($\approx 10\%$) werd waargenomen op de orthofoto's. Aangezien er in het gebied 378 ha zuivere grove den voorkwam in 2000, zou dit betekenen dat ongeveer 50 ha aan grove den op dit moment visueel beschadigd is. Uit de resultaten in de volgende secties zal moeten blijken of we de komende jaren een aanzienlijke toename in zichtbare schade aan grove den kunnen verwachten.

2.2 BOOMGROEI

De jaarringbreedte van alle jaarringen van alle individuele bomen wordt gemeten (cijfers bijlage 1).

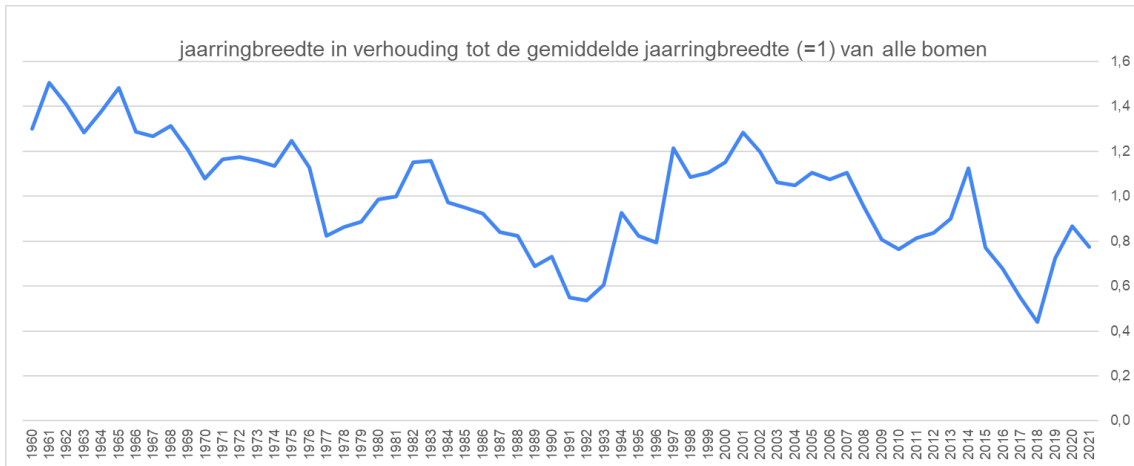
Bij 3 bomen werden respectievelijk 73 (boom1), 75 (boom 6) en 76 (boom 7) jaarringen geteld. Enkel ter hoogte van de stambasis komen alle jaarringen van een boom voor. Omdat de staalname op borsthoogte werd genomen moeten de jaren die de boom nodig heeft om deze hoogte te bereiken, worden bijgeteld met naar schatting 5 jaar. Zodoende wordt de leeftijd van deze bomen geschat tussen de 78 en 81 jaar.

De boorkern uit de overige bomen was te ver naast de feitelijke boorkern waardoor meer jaarringen ontbreken en een betrouwbare schatting van de leeftijd zonder meer onderzoek niet mogelijk is.



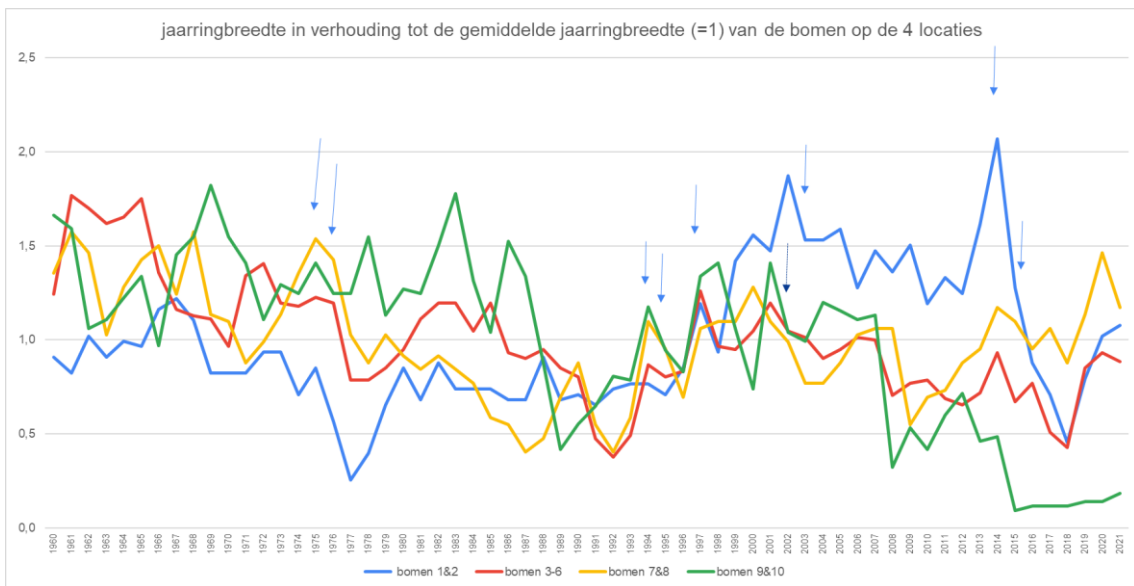
Figuur 9 jaarringbreedte in 1/10 mm voor de periode 1960-2021





Figuur 10 jaarringbreedte in verhouding tot de gemiddelde jaarringbreedte (=1); gemiddelde van alle gemeten bomen.

Merk in de bovenstaande grafiek het groeiverloop op na de droge zomer 1976 en de natte aansluitende seizoenen; een terugval tussen 1983 en 1993-1994, vanaf 2002, 2007 en 2014. De groei afname vanaf 2014 stemt overeen met de dalende trend van de waterpeilen vanaf deze periode. In 2018 wordt de laagste aangroei gerealiseerd. In de jaren na 2019 en 2020 wordt er een lichte groeitoename gerealiseerd. De totale jaarringreeks is te beperkt om een gedetailleerd antwoord te kunnen geven over het groeiverloop van de bomen. Zo kan het afsterven van verzwakte bomen een concurrentievoordeel opleveren aan resterende bomen waardoor deze dan plots sterker gaan groeien. Dit kan een tijdelijk effect zijn en een mogelijke verklaring voor de groeitoename vanaf 2018, '19 en '20.



Figuur 11 jaarringbreedte in verhouding tot de gemiddelde jaarringbreedte (=1); gemiddelde van de bomen op de 4 locaties. De blauwe pijlen tonen de jaren met een gelijke groeitrend.

In de periode 2011-2021 bedraagt de gemiddelde jaarlijkse diameteraangroei voor de diameterklasse 30-39 cm van grove den in het Stropersbos (meetpunten ten zuiden van de



Linie) 1,5 mm (Govaere, L.). Voor dezelfde boomsoort, periode en diameterklasse bekomen wij een jaarringbreedte van 1,2 mm voor de 10 bomen die ten noorden van de Linie staan. Gezien het beperkte aantal data zijn deze waarden slechts indicatief en moeten zij met de nodige voorzichtigheid worden geïnterpreteerd. Belangrijker is de dalende trend die in de beide metingen worden vastgesteld (figuur 12)

| gemiddelde jaarringbreedte in mm | | | |
|----------------------------------|------|----------------|-----|
| VBI2 1998-2011 Vlaanderen | 2,05 | INBO 2000-2011 | 1,8 |
| VBI3 2011-2021 Stropersbos | 1,5 | INBO 2011-2021 | 1,2 |

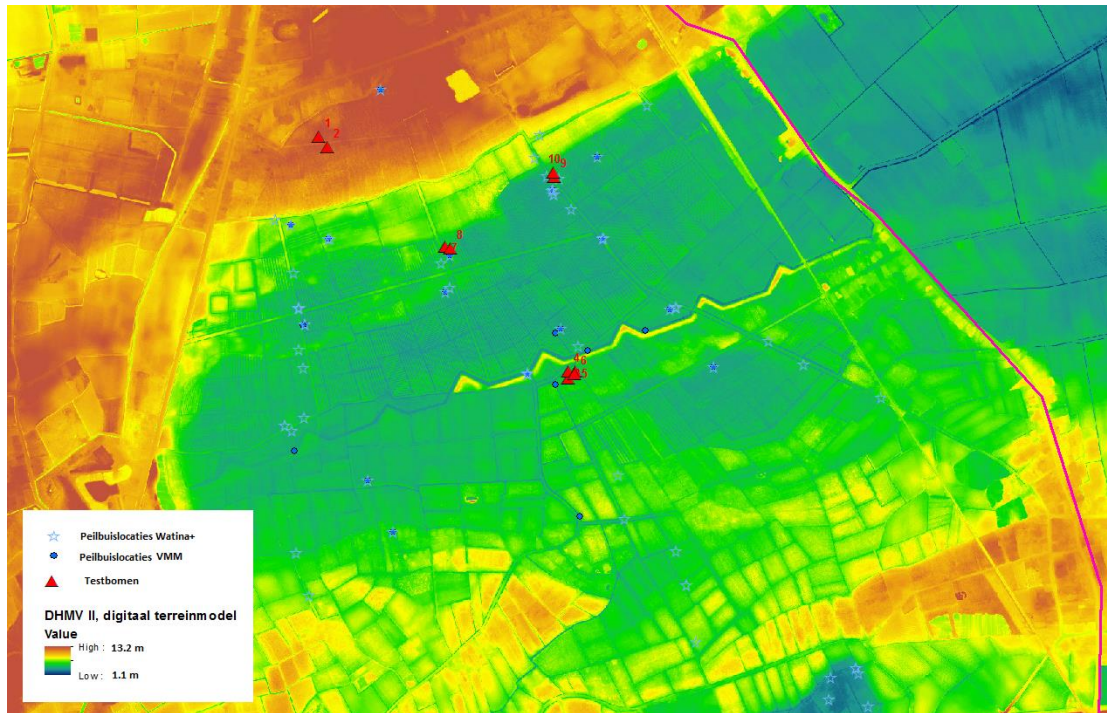
Figuur 12 evolutie van de gemiddelde jaarringbreedte in mm (bron VBI2: www.natuurenbos)

Het 10-jaars gemiddelde toont een terugval van de jaarringbreedte tussen 1991-1981 en 2021-2011 die aanzienlijk onder het Vlaamse gemiddelde scoort. Op het einde van de periode 1981-1990 is er zware stormschade (1990) gevolgd door aantasting van dennenscheerder, hagelstorm (juni 1991), gevolgd door o.a. infectie *Sphaeropsis sapinea*, andere secundaire schimmelinfecties en aantastingen door dennenscheerder. Begin de jaren 1990 werd een daling van het grondwater genoteerd met 30cm (Roskams,P. 1995). In de periode 2011-2021 zijn langdurige droge en warme periodes voorgekomen. De droogteperiodes die zich tussen 2001 en 2011 hebben voorgedaan tekenen zich vooral af op de locaties 2, 3 en 4 en minder op locatie 1. Dit kan op basis van deze meting niet verklaard worden. Vanaf 2014 doet zich een sterke groeivermindering voor bij alle gemeten bomen. $\frac{3}{4}$ van de peilbuismetingen bevestigen een progressieve daling van grondwaterstanden tijdens de vegetatieperiode.

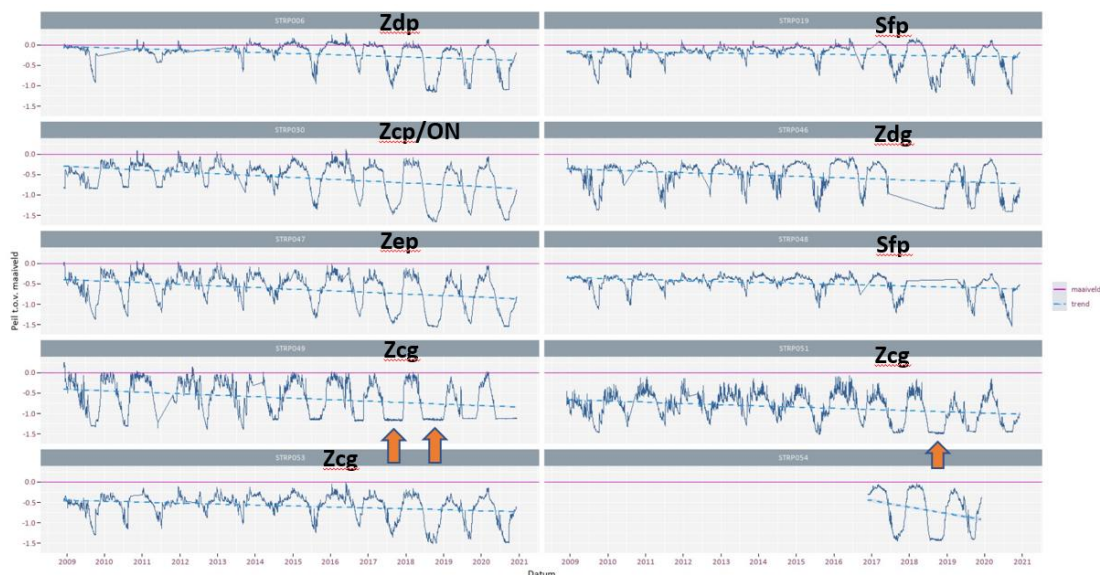


2.3 BEÏNVLOEDENDE FACTOREN: BODEM EN HYDROLOGIE

2.3.1 Digitaal hoogtemodel en ecohydrologie van Stroopersbos



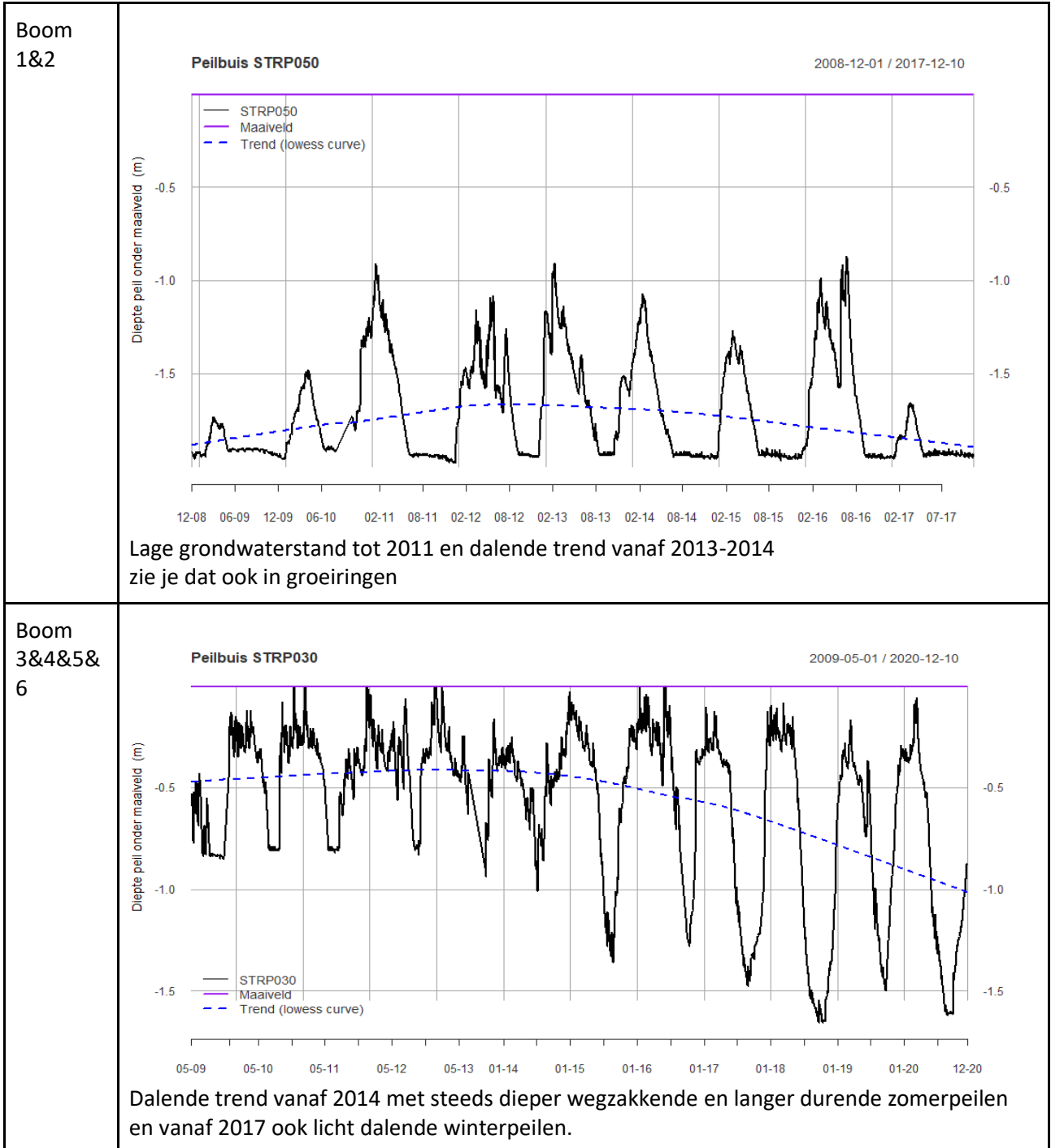
Figuur 13 Het digitaal hoogtemodel toont mooi de hoogteverschillen tussen de dekzandrug (rond 13 m TAW) en de lager gelegen delen (groen en blauwe kleuren). De locaties van de testbomen en peilbuizen zijn duidelijk aangeven binnen deze gradiënten.



Figuur 14 Dalende trends (blauwe stippellijn) van de grondwatertafel in de periode 2009-2021 in alle bodemtypes. Op tijdstippen aangeduid met oranje pijl volstaat de peilbuisdiepte niet meer om peilen te monitoren. Op zandbodems is dit vocht dan ook nog moeilijk bereikbaar voor bomen en zijn zij voor hun watervoorziening vooral afhankelijk van neerslag

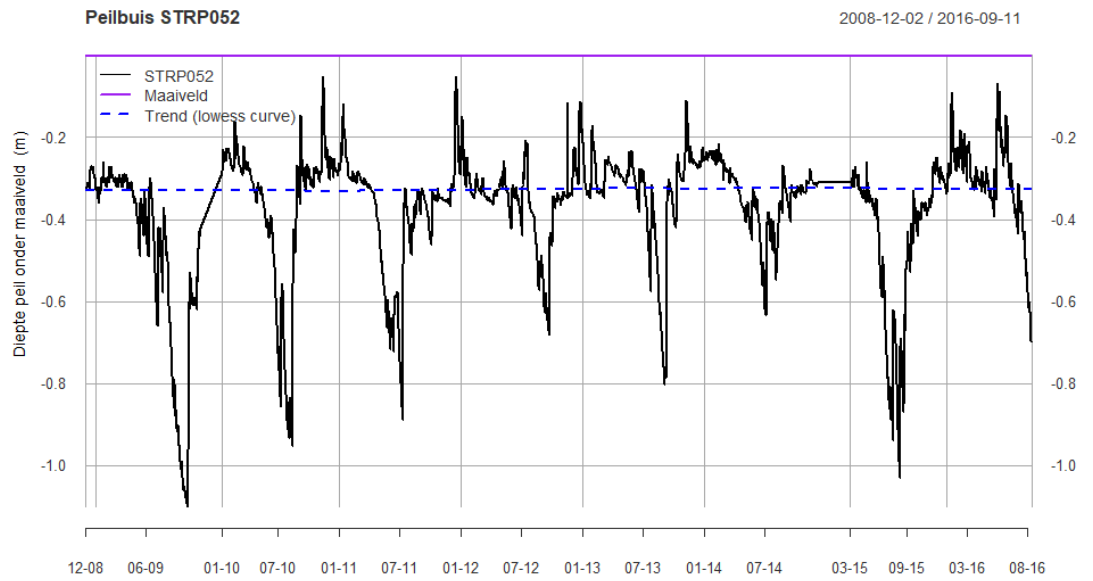
| | | | | |
|--|--|--|---------|----|
| | | | STRP019 | 53 |
| | | | STRP020 | 65 |
| | | | STRP021 | 66 |

Piëzometrie tijdsreeksen per boom : tijdsreeksen van meting staat rechts boven de grafieken.



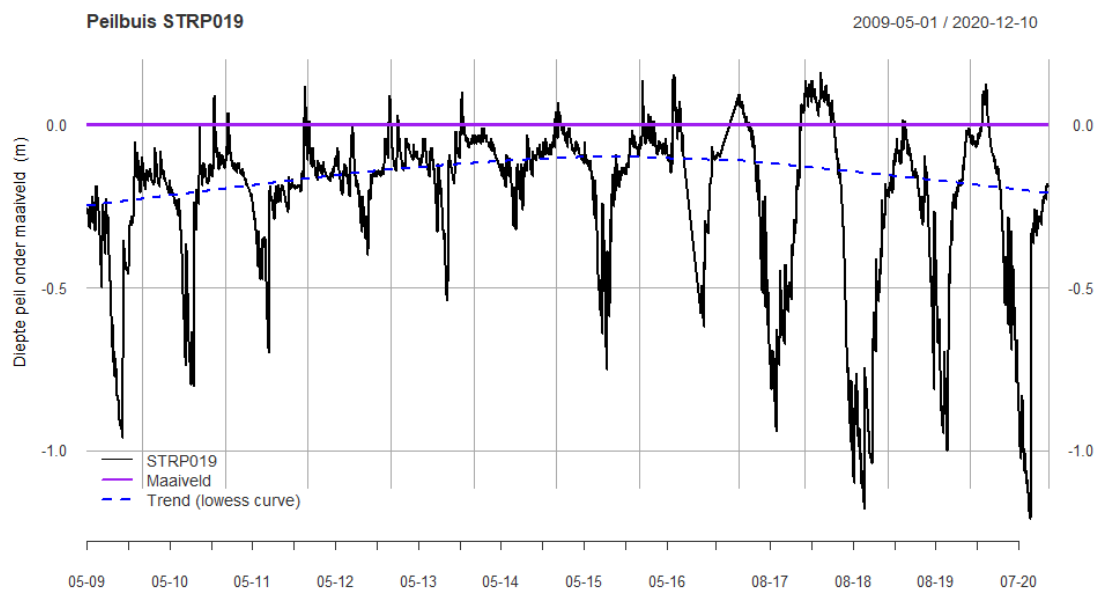
////////////////////////////////////

Boom 7
& 8



geen noemenswaardige trend op deze standplaats, althans tot 2016 - steeds hoge GWT (zie foto 5 : wortelplaat en cascade windworp) - vanaf 2012 grotere schommelingen. In 2009, 2010 en 2015 een langere periode van een laag zomerpeil.

Boom
9 & 10



Vanaf 2014 duidelijk dalende zomerpeilen, gemiddelde dalende trend vanaf 2016

Bodemprofielen in wortelkluit

Recente windworpboomen zijn interessante studieobjecten voor bosbouwers en bosbodemkundigen. Zonder dat een profielput moet gegraven worden exposeren zij het bewortelde bodemvolume, tonen hoe het wortelstelsel zich ontwikkeld heeft in elke bodemhorizont en wijzen zij op eventuele groeibeperkingen door bijvoorbeeld een hoge



grondwatertafel. In Foto 4 van ontwortelde boom 1 (Tabel 5) is de wortelkluit meer dan 1 m diep, en is het bodemprofiel opgebouwd uit volgende horizonten :

Tabel 5 Bodemprofielbeschrijving in de wortelkluit van Boom 1

| Horizont | Diepte (cm) | Omschrijving | Opmerking |
|----------|-------------|---------------------------------------|--|
| Ap | 0-55 | Bewerkte en/of vergraven bodem | De bodem is hier duidelijk vergraven (maken van panden) of ooit bewerkt |
| Ah | 55-56 | Rest van een humusaanrijkingshorizont | Dit is de oorspronkelijke Ah van een bos |
| E | 56-65 | Eluviatie horizont | Uit deze horizont zijn humus, Fe- en Al-oxiden uitgeloozd, vandaar witte zandkleur door cheluvatie |
| Bh | 65-69 | Humusaanrijkingshorizont | Dit is de top van de 'spodic horizon' met accumulatie van humus |
| Bs | 69-74 | Ijzeraanrijkingshorizont | Deel van de spodic horizon waar de uitgeloozde ijzeroxide uit E zich opstapelen |
| C | > 74 | Moedermateriaal | Dit is het oorspronkelijke bodemmateriaal waarin deze Podzol zich heeft ontwikkeld |

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



Foto 4 Begraven Podzol profiel in wortelkluit van omgewaaide grove den (boom 1) met rechts een detailopname met vermelding van de pedogenetische horizonten. (foto: B. De Vos)

Dit profiel geeft aan dat deze bodems oppervlakkig zeer sterk door de mens werden beïnvloed door bewerking (landbouwcultuur) en vergraving (panden/grachten) of zelfs aanvoeren van grond (aangegeven op de bodemkaart met (o)). Normaal is een Ap onder landbouwgebruik slechts 20-30 cm diep maar hier is dit dubbel zo groot. Diepspitten tot 2 spades diep was bij bosaanleg (vooral in de Kempen) gebruikelijk. Bij de windworp-profielen van de andere testbomen in Stropersbos was de bewerkte Ap horizont veel minder dik en meestal minder dan 30 cm.

De cascade windworp van de grove dennen 7 en 8 (locatie in Figuur 1) op ZdP bodem hebben een zeer brede wortelplaat door de hoge grondwaterstand (duidelijk zichtbaar op de foto), in duidelijke tegenstelling tot de bomen 1 en 2 op de droge dekszandrug (vergelijk met foto 4).

Bij hevig stormweer en zeker wanneer de expositie toeneemt door dunnen of kappen van omliggende bestanden hebben deze bomen te weinig wortelverankering in de diepte.

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



Foto 5 Cascade-windworp van grove den op hoge grondwatertafel (foto: B. De Vos)

2.4 BEÏNVLOEDENDE FACTOREN: ZIEKTEN EN PLAGEN

Eerder verzwakte bomen worden vaker en sterker aangetast door secundaire organismen zoals insecten en schimmels. De resultante hiervan is vaak een verhoogd blad- of naaldverlies. Een sprekend voorbeeld is de massale sterfte van fijnspar tijdens de afgelopen jaren : eerst verzwakt door droogte en warmte en secundair massaal aangetast door letterzetter (*Ips typographus*). Zo heeft de storm van 1990, gevolgd door meerdere insectenaantastingen tot gevolg gehad dat de bomen een duidelijk mindere groei vertoonden. Een relatief recent symptoom dat in Vlaanderen in toenemende mate wordt vastgesteld is harsuitvloeï (*Sioen, G.*). Dit symptoom is atypisch en kan meerdere oorzaken hebben zoals : aantasting schorskevers, exploitatieschade, schimmelaantasting. De schimmel *Sphaeropsis sapinea* (*Diplodia pinea*) is een gekende oorzaak van scheut-, twijg- en taksterfte bij dennen. Als gevolg van droogte en warmte kan deze schimmel een bijkomende pathologie ontwikkelen. Het gevolg hiervan is (massale) harsuitvloeï over de stam, vorming van stamkankers, kroon- en boomsterfte. In onze buurlanden wordt deze ziekte eveneens in toenemende mate vastgesteld (*Mette, T.*). Uit eigen observaties blijkt dat de ontwikkeling van uitgesproken stamkankers en -vergroeiingen meerdere jaren in beslag kan nemen met een progressieve groeivermindering van de bomen als gevolg. In de bestanden van het onderzoeksgebied worden deze symptomen in mindere of meerdere mate gezien. Het is zeker niet uit te sluiten dat de vaak extreem beperkte aanwas

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

die bij enkele bomen uit de steekproef blijkt, wijst op een verzwakking als gevolg van aantastingen door deze schimmel. Hij kan als endofiet gedurende jaren symptomloos aanwezig zijn en getriggerd worden indien de boom een stressperiode als gevolg van warmte en droogte doormaakt. In geval van aanhoudende droogte kan een boom een deel van het vocht uit het kernhout verplaatsen naar het spinhout om het alsnog te benutten voor zijn verdamping. Hierdoor zal het kernhout enkele percenten droger worden. Zuurstof kan de plaats van het vocht in het kernhout innemen waardoor schimmelgroei mogelijk wordt (Boddy,L).



3 TOEKOMSTVERWACHTING VAN HET BOS

De recente sterfte fijnspar tijdens de periode 2016-2019 in de regio was voor ingewijden geen verrassing, alleen was de vraag wanneer deze zich zou voordoen. Sinds de laatste jaren worden problemen vastgesteld in dennenbestanden in het onderzoeksgebied. Maar deze worden ook in Vlaanderen en de ons omringende landen gezien. Dat lag veel minder in de lijn van de verwachtingen. Temeer omdat grove den traditioneel als een heel droogteresistente soort wordt aanzien. Lange droge en warme periodes vormen de initiële verzwakking van de bomen waardoor zij vatbaarder worden voor aantastingen (Hunziker,S.).

In stabiele groeiomstandigheden is de kans op verstoring van de boomgroei minder uitgesproken omdat bomen en boomwortels zich in zekere mate kunnen ontwikkelen naar de voorkomende omstandigheden. Indien de groeiomstandigheden voor eenzelfde standplaats en binnen een relatief korte tijd van het ene naar het andere uiterste uitslaan, gaat dit meestal ten koste van de bosvitaliteit.

Een groot deel van het Stropersbos staat onder invloed van grondwater. De afname van de bosvitaliteit wordt grotendeels beïnvloed door de toenemende daling van de grondwatertafel. Dit tekort aan water wordt in droge periodes vaak niet aangevuld door neerslag. In de gegeven omstandigheden worden naaldbomen sterker benadeeld dan loofbomen. Loofhout neemt nu reeds meer en meer de plaats in van afgestorven naaldbos. Er zijn meer inheemse loofboomsoorten dan naaldboomsoorten beschikbaar waardoor een grotere diversiteit en hiermee een grotere risicospreiding mogelijk wordt en het bos klimaatrobuster wordt. Het 1e rapport van dit project geeft een overzicht van de 'goodpractises klimaatadaptieve herbebossing'. Een grondwaterhuishouding met minder extremen zal ook in de toekomst van belang zijn voor een gezond en duurzaam loofbos.



Bijlage

bijlage 1 : meting van de jaarringbreedte van alle aanwezige jaarringen in 1/10 mm

| jaar | nr jaarring | boom 1 | boom 2 | boom 3 | boom 4 | boom 5 | boom 6 | boom 7 | boom 8 | boom 9 | boom10 | gemiddeld alle bomen |
|------|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------------------|
| 2021 | 1 | 23 | 15 | 9 | 1 | 4 | 40 | 12 | 20 | 2 | 4 | 13 |
| 2020 | 2 | 18 | 18 | 9 | 1 | 12 | 35 | 17 | 23 | 2 | 4 | 13,9 |
| 2019 | 3 | 20 | 8 | 20 | 1 | 7 | 24 | 11 | 20 | 3 | 3 | 11,7 |
| 2018 | 4 | 12 | 4 | 10 | 1 | 2 | 13 | 9 | 15 | 2 | 3 | 7,1 |
| 2017 | 5 | 21 | 4 | 10 | 1 | 5 | 15 | 9 | 20 | 2 | 3 | 9 |
| 2016 | 6 | 24 | 7 | 9 | 1 | 16 | 21 | 12 | 14 | 2 | 3 | 10,9 |
| 2015 | 7 | 21 | 24 | 10 | 1 | 15 | 15 | 14 | 16 | 2 | 2 | 12 |
| 2014 | 8 | 34 | 39 | 21 | 1 | 15 | 20 | 13 | 19 | 5 | 16 | 18,3 |
| 2013 | 9 | 26 | 31 | 17 | 1 | 11 | 15 | 11 | 15 | 4 | 16 | 14,7 |
| 2012 | 10 | 22 | 22 | 15 | 2 | 12 | 11 | 10 | 14 | 9 | 22 | 13,9 |
| 2011 | 11 | 25 | 22 | 14 | 7 | 11 | 10 | 7 | 13 | 8 | 18 | 13,5 |
| 2010 | 12 | 20 | 22 | 10 | 6 | 12 | 20 | 6 | 13 | 6 | 12 | 12,7 |
| 2009 | 13 | 34 | 19 | 11 | 7 | 9 | 20 | 7 | 8 | 7 | 16 | 13,8 |
| 2008 | 14 | 30 | 18 | 9 | 7 | 12 | 15 | 11 | 18 | 13 | 30 | 16,3 |
| 2007 | 15 | 33 | 19 | 12 | 3 | 20 | 26 | 10 | 19 | 15 | 34 | 19,1 |
| 2006 | 16 | 23 | 22 | 15 | 6 | 16 | 25 | 10 | 18 | 20 | 28 | 18,3 |
| 2005 | 17 | 30 | 26 | 9 | 7 | 20 | 22 | 12 | 12 | 22 | 28 | 18,8 |
| 2004 | 18 | 32 | 22 | 8 | 3 | 20 | 24 | 11 | 10 | 22 | 30 | 18,2 |
| 2003 | 19 | 29 | 25 | 10 | 4 | 23 | 25 | 10 | 11 | 22 | 21 | 18 |
| 2002 | 20 | 35 | 31 | 7 | 12 | 16 | 29 | 16 | 11 | 25 | 20 | 20,2 |
| 2001 | 21 | 24 | 28 | 12 | 18 | 17 | 26 | 15 | 15 | 32 | 29 | 21,6 |
| 2000 | 22 | 29 | 26 | 10 | 19 | 18 | 17 | 16 | 19 | 16 | 16 | 18,6 |
| 1999 | 23 | 28 | 22 | 10 | 17 | 15 | 16 | 14 | 16 | 26 | 20 | 18,4 |
| 1998 | 24 | 18 | 15 | 10 | 18 | 14 | 17 | 15 | 15 | 31 | 30 | 18,3 |
| 1997 | 25 | 24 | 18 | 12 | 19 | 17 | 29 | 13 | 16 | 28 | 30 | 20,6 |
| 1996 | 26 | 13 | 17 | 10 | 8 | 8 | 25 | 8 | 11 | 13 | 23 | 13,6 |
| 1995 | 27 | 12 | 13 | 3 | 9 | 10 | 27 | 13 | 13 | 11 | 30 | 14,1 |
| 1994 | 28 | 15 | 12 | 2 | 8 | 13 | 30 | 14 | 16 | 12 | 39 | 16,1 |
| 1993 | 29 | 17 | 10 | 2 | 5 | 6 | 17 | 8 | 8 | 12 | 22 | 10,7 |
| 1992 | 30 | 17 | 9 | 2 | 6 | 5 | 10 | 7 | 4 | 9 | 26 | 9,5 |
| 1991 | 31 | 14 | 9 | 5 | 7 | 5 | 12 | 6 | 9 | 6 | 22 | 9,5 |
| 1990 | 32 | 16 | 9 | 11 | 12 | 9 | 17 | 7 | 17 | 3 | 21 | 12,2 |
| 1989 | 33 | 12 | 12 | 10 | 12 | 13 | 17 | 4 | 15 | 4 | 14 | 11,3 |
| 1988 | 34 | 17 | 15 | 15 | 10 | 12 | 21 | 4 | 9 | 20 | 18 | 14,1 |
| 1987 | 35 | 13 | 11 | 14 | 12 | 11 | 18 | 4 | 7 | 28 | 30 | 14,8 |
| 1986 | 36 | 13 | 11 | 12 | 13 | 14 | 18 | 6 | 9 | 36 | 30 | 16,2 |
| 1985 | 37 | 14 | 12 | 13 | 21 | 16 | 23 | 6 | 10 | 27 | 18 | 16 |

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

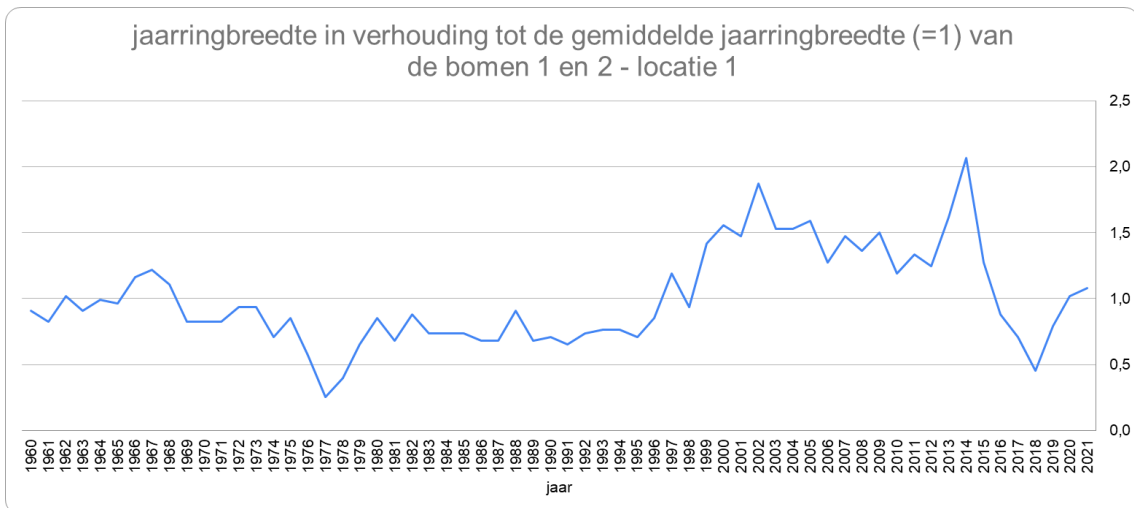
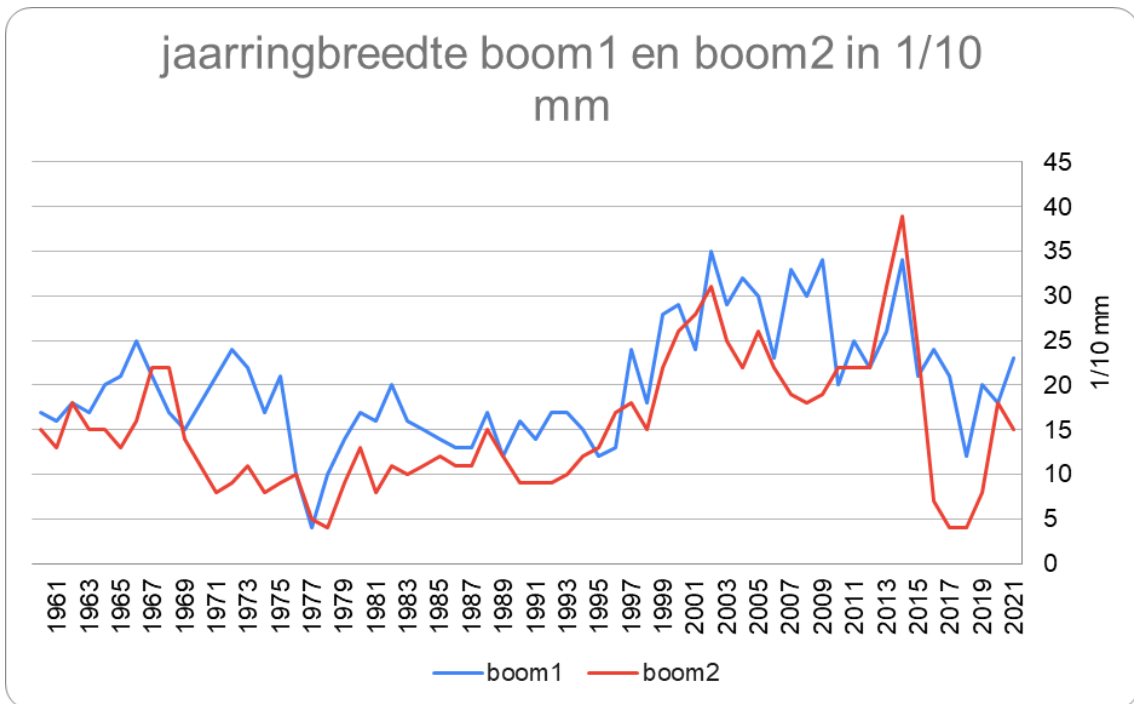
| jaar | nr jaarring | boo m1 | boo m2 | boo m3 | boo m4 | boo m5 | boo m6 | boo m7 | boo m8 | boo m9 | boom 10 | gemiddeld alle bomen |
|------|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|----------------------------|
| 2021 | 1 | 23 | 15 | 9 | 1 | 4 | 40 | 12 | 20 | 2 | 4 | 13 |
| 2020 | 2 | 18 | 18 | 9 | 1 | 12 | 35 | 17 | 23 | 2 | 4 | 13,9 |
| 2019 | 3 | 20 | 8 | 20 | 1 | 7 | 24 | 11 | 20 | 3 | 3 | 11,7 |
| 2018 | 4 | 12 | 4 | 10 | 1 | 2 | 13 | 9 | 15 | 2 | 3 | 7,1 |
| 2017 | 5 | 21 | 4 | 10 | 1 | 5 | 15 | 9 | 20 | 2 | 3 | 9 |
| 2016 | 6 | 24 | 7 | 9 | 1 | 16 | 21 | 12 | 14 | 2 | 3 | 10,9 |
| 2015 | 7 | 21 | 24 | 10 | 1 | 15 | 15 | 14 | 16 | 2 | 2 | 12 |
| 2014 | 8 | 34 | 39 | 21 | 1 | 15 | 20 | 13 | 19 | 5 | 16 | 18,3 |
| 2013 | 9 | 26 | 31 | 17 | 1 | 11 | 15 | 11 | 15 | 4 | 16 | 14,7 |
| 2012 | 10 | 22 | 22 | 15 | 2 | 12 | 11 | 10 | 14 | 9 | 22 | 13,9 |
| 2011 | 11 | 25 | 22 | 14 | 7 | 11 | 10 | 7 | 13 | 8 | 18 | 13,5 |
| 2010 | 12 | 20 | 22 | 10 | 6 | 12 | 20 | 6 | 13 | 6 | 12 | 12,7 |
| 2009 | 13 | 34 | 19 | 11 | 7 | 9 | 20 | 7 | 8 | 7 | 16 | 13,8 |
| 2008 | 14 | 30 | 18 | 9 | 7 | 12 | 15 | 11 | 18 | 13 | 30 | 16,3 |
| 2007 | 15 | 33 | 19 | 12 | 3 | 20 | 26 | 10 | 19 | 15 | 34 | 19,1 |
| 2006 | 16 | 23 | 22 | 15 | 6 | 16 | 25 | 10 | 18 | 20 | 28 | 18,3 |
| 2005 | 17 | 30 | 26 | 9 | 7 | 20 | 22 | 12 | 12 | 22 | 28 | 18,8 |
| 2004 | 18 | 32 | 22 | 8 | 3 | 20 | 24 | 11 | 10 | 22 | 30 | 18,2 |
| 2003 | 19 | 29 | 25 | 10 | 4 | 23 | 25 | 10 | 11 | 22 | 21 | 18 |
| 2002 | 20 | 35 | 31 | 7 | 12 | 16 | 29 | 16 | 11 | 25 | 20 | 20,2 |
| 2001 | 21 | 24 | 28 | 12 | 18 | 17 | 26 | 15 | 15 | 32 | 29 | 21,6 |
| 2000 | 22 | 29 | 26 | 10 | 19 | 18 | 17 | 16 | 19 | 16 | 16 | 18,6 |
| 1999 | 23 | 28 | 22 | 10 | 17 | 15 | 16 | 14 | 16 | 26 | 20 | 18,4 |
| 1998 | 24 | 18 | 15 | 10 | 18 | 14 | 17 | 15 | 15 | 31 | 30 | 18,3 |
| 1997 | 25 | 24 | 18 | 12 | 19 | 17 | 29 | 13 | 16 | 28 | 30 | 20,6 |
| 1996 | 26 | 13 | 17 | 10 | 8 | 8 | 25 | 8 | 11 | 13 | 23 | 13,6 |
| 1995 | 27 | 12 | 13 | 3 | 9 | 10 | 27 | 13 | 13 | 11 | 30 | 14,1 |
| 1994 | 28 | 15 | 12 | 2 | 8 | 13 | 30 | 14 | 16 | 12 | 39 | 16,1 |
| 1993 | 29 | 17 | 10 | 2 | 5 | 6 | 17 | 8 | 8 | 12 | 22 | 10,7 |

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

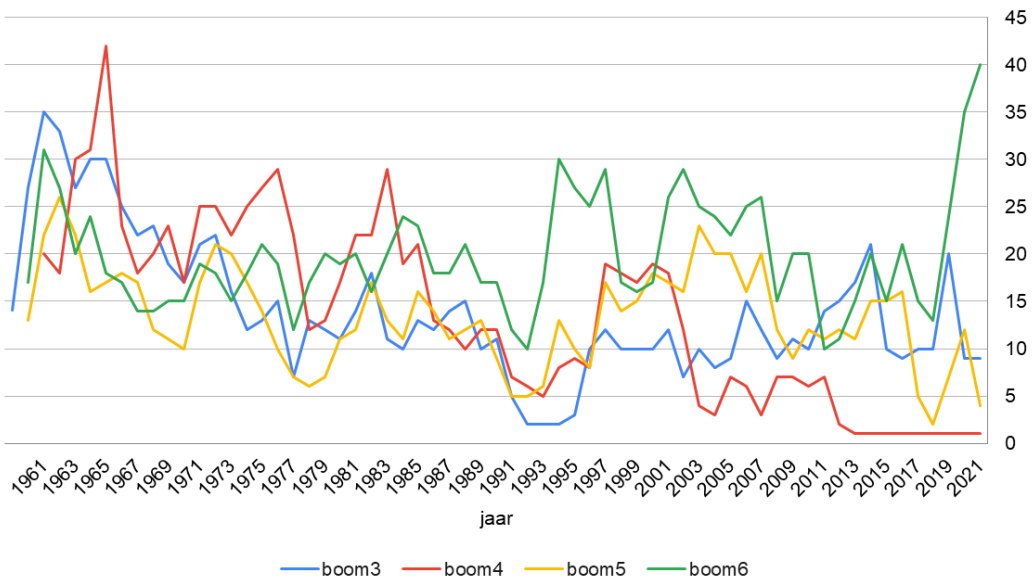
| | | | | | | | | | | | | |
|-----------|----|------|----|----|----|----|--------------------|------|----|----|----|------|
| 1961 | 61 | 16 | 13 | 35 | 20 | 22 | 31 | 15 | 28 | 43 | 26 | 24,9 |
| 1960 | 62 | 17 | 15 | 27 | 20 | 13 | 17 | 13 | 24 | 47 | 25 | 21,8 |
| 1959 | 63 | 8 | 19 | 30 | 20 | 12 | 16 | 12 | 22 | 50 | 17 | 20,6 |
| 1958 | 64 | 30 | 28 | 40 | 33 | 26 | 20 | 19 | 30 | | 18 | |
| 1957 | 65 | 13 | | 41 | 39 | 35 | 25 | 25 | 23 | | | |
| 1956 | 66 | 17 | | 34 | 26 | 30 | 30 | 18 | 18 | | | |
| 1955 | 67 | 24 | | 40 | 35 | | 30 | 22 | 25 | | | |
| 1954 | 68 | 11 | | 24 | 42 | | 36 | 24 | 25 | | | |
| 1953 | 69 | 28 | | 25 | 53 | | 30 | 19 | 30 | | | |
| 1952 | 70 | 42 | | 58 | 63 | | 33 | 30 | 50 | | | |
| 1951 | 71 | 48 | | 84 | 80 | | 42 | 45 | 60 | | | |
| 1950 | 72 | 52 | | | | | 72 | 60 | 78 | | | |
| 1949 | 73 | KERN | | | | | 59 | 73 | | | | |
| 1948 | 74 | | | | | | 60 | 54 | | | | |
| 1947 | 75 | | | | | | KERN | 50 | | | | |
| 1946 | 76 | | | | | | | KERN | | | | |
| | | | | | | | dominan te boom | | | | | |
| gemiddeld | | 21 | 16 | 18 | 18 | 14 | 22 | 13 | 19 | 22 | 22 | 18 |

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

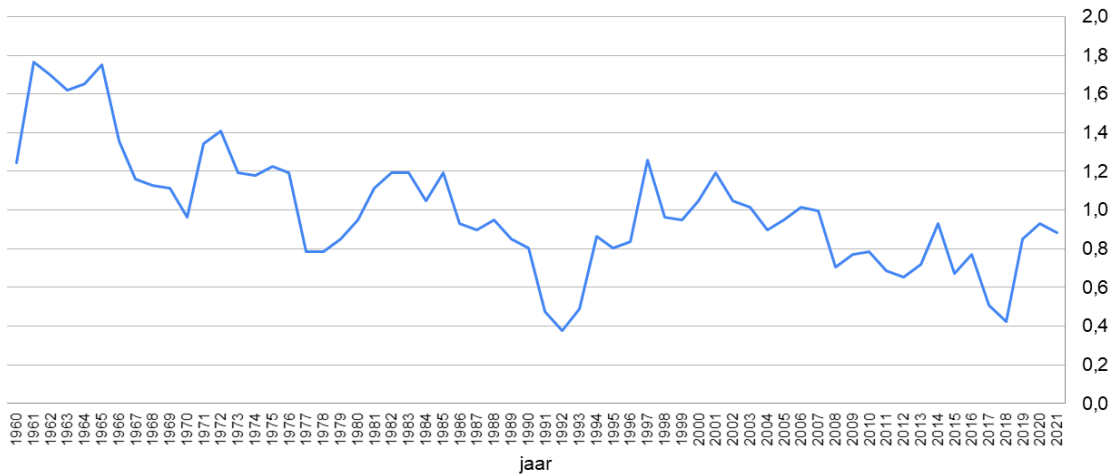
Bijlage 2 : tabellen absolute en relatieve jaarringbreedte per bomengroep (locatie 1, 2, 3 en 4)



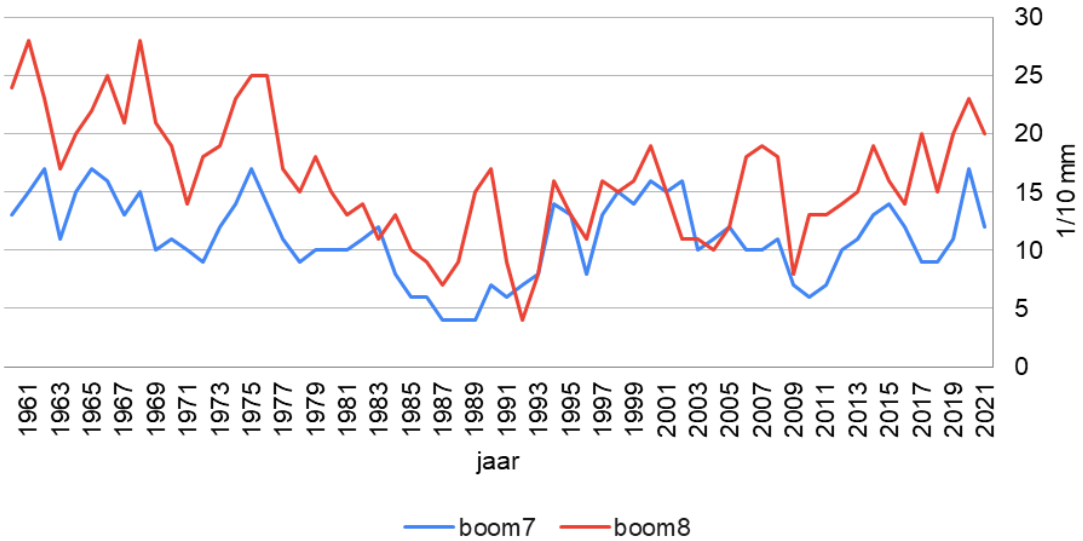
jaarringbreedte in 1/10 mm boom3, 4, 5 en 6



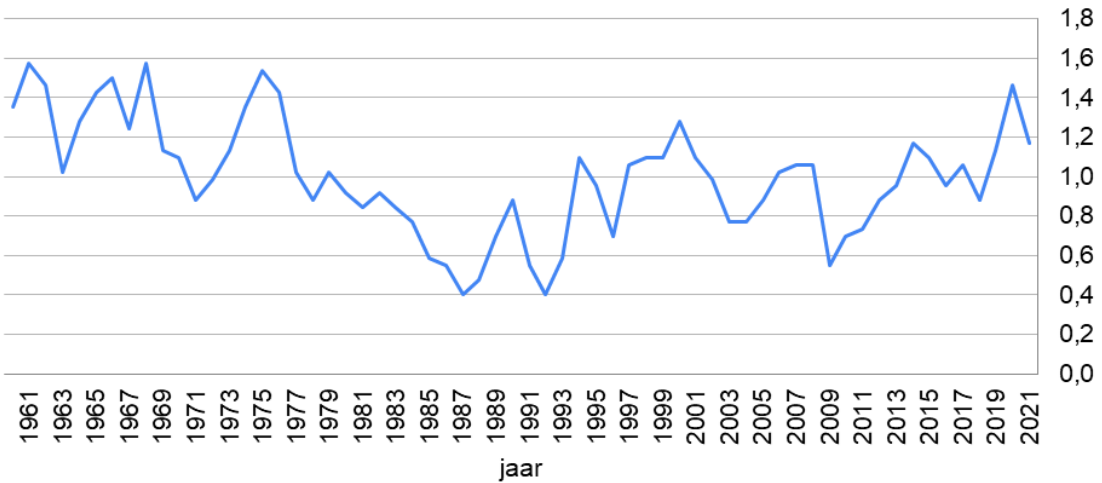
jaarringbreedte in verhouding tot de gemiddelde jaarringbreedte (=1) van de bomen 3, 4, 5 en 6 - locatie 2



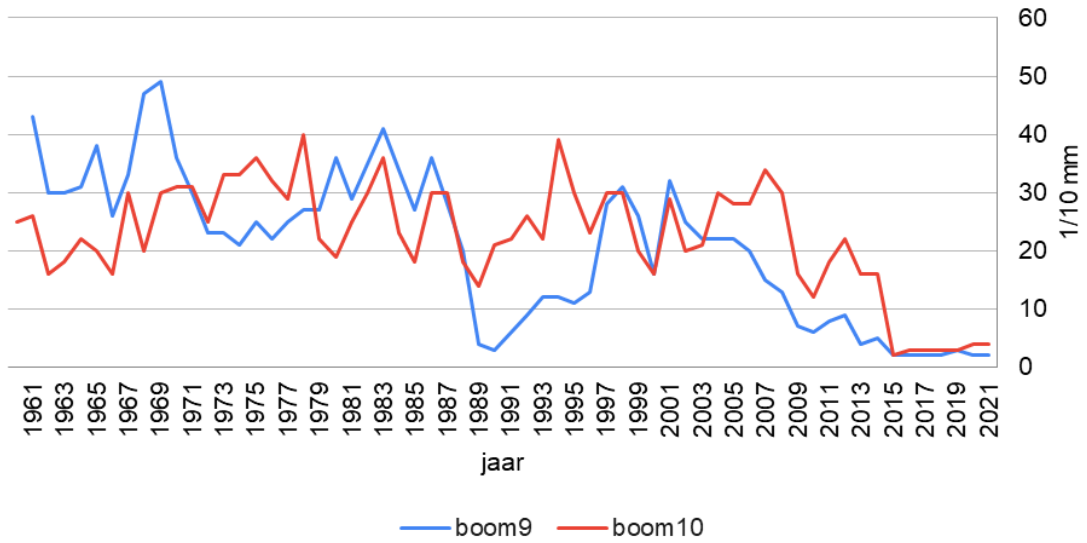
jaarringbreedte in 1/10 mm boom7 en 8



jaarringbreedte in verhouding tot de gemiddelde jaarringbreedte (=1) van de bomen 7 en 8 - locatie 3



jaarringbreedte in 1/10 mm boom9 en 10



jaarringbreedte in verhouding tot de gemiddelde jaarringbreedte (=1) van de bomen 9 en 10 - locatie 4

