

Rapporten Natuurwetenschappelijk Onderzoek, agentschap Onroerend Erfgoed

**RNO.OE.2020-005**

18 DECEMBER 2020

# Dendrochronologisch onderzoek van de bekisting van een Romeinse waterput – Reepstraat, Sint-Gillis-Waas (fase 3).

-  
KRISTOF HANECA

Agentschap  
Onroerend Erfgoed



**Vlaanderen**  
is erfgoed



Rapporten Natuurwetenschappelijk Onderzoek, agentschap Onroerend Erfgoed

**2020**

Kristof Haneca

Contactgegevens:

Kristof Haneca

e-mail: [Kristof.Haneca@vlaanderen.be](mailto:Kristof.Haneca@vlaanderen.be)

Onroerend Erfgoed  
Havenlaan 88, bus 5  
1000 Brussel

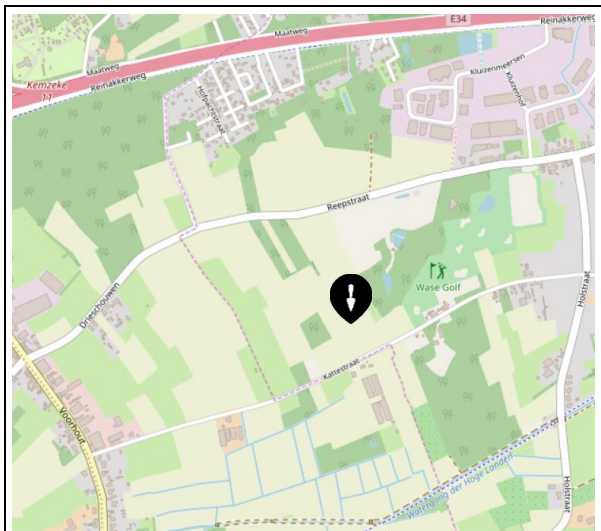
[www.onrorenderfgoed.be](http://www.onrorenderfgoed.be)

*De uitgaven uit de reeks 'Rapporten Natuurwetenschappelijk Onderzoek, Onroerend Erfgoed' bevatten de ruwe data en eerste resultaten van natuurwetenschappelijk onderzoek dat werd uitgevoerd aan het agentschap Onroerend Erfgoed. Ondertussen kan bijkomende informatie, die niet beschikbaar was bij de uitvoering van de natuurwetenschappelijke analyse, de resultaten en conclusies uit dit rapport hebben bijgestuurd of verfijnd. Wij raden de lezer dan ook aan om contact op te nemen met de auteur(s) om de meest recente bevindingen van het onderzoek na te vragen vooraleer naar dit rapport te verwijzen in eigen publicaties.*

## Context

Tijdens archeologisch terreinonderzoek aan de Reepstraat te Sint-Gillis-Waas, (van 25 mei tot en met 30 september 2020) naar aanleiding van een toevalsvondst, werd een waterput met houten bekisting aangetroffen<sup>1</sup>. Om de datering van de aanleg van de waterput scherp te stellen werd een dendrochronologisch onderzoek opgestart.

Het hout van de bekisting van de waterput werd overgebracht naar het depot van het agentschap Onroerend Erfgoed te Vilvoorde. Daar werd elk element geregistreerd en nadien van iedere plank of paal een dwarse doorsnede gezaagd voor verder onderzoek.



**Figuur 1:** Locatie van het archeologisch terreinonderzoek aan de Reepstraat te Sint-Gillis-Waas (51.221908 N, 4.080798 O).

Bij de aanvang van het onderzoek kreeg elke staal een uniek label toegekend. Een overzicht van deze labels en de beschrijving van de stalen is te vinden in **tabel 1**.

## Identificatie van de houtsoort

Voorafgaand aan het opmeten van de jaarringpatronen werd de houtsoort van elk ingezameld stuk hout bepaald. Na enkele houtanatomische observaties blijkt dat de onderzochte palen en planken van de bekisting van de waterput (S415) gemaakt zijn van inlands eikenhout, d.i. zomereik (*Quercus robur*) of wintereik (*Quercus petraea*). Het onderscheid tussen beide soorten, op basis van de houtanatomie, is moeilijk te maken. Er zijn wel degelijk houtanatomische verschillen tussen beide soorten<sup>2</sup>, maar deze zijn zodanig subtiel dat een sluitende soortidentificatie wetenschappelijk niet te verantwoorden is.

Een aantal kleinere of gefragmenteerde planken of stammetjes/takken die mogelijk ook deel uitmaakten van de bekisting zijn dan weer gemaakt van wilg (*Salix* sp.).

## Het dendrochronologisch onderzoek

Na een eerste visuele inspectie blijkt het onderzoekspotentieel van meerdere ingezamelde dwarse doorsnedes voldoende hoog te zijn: op de meeste stalen zijn naar schatting meer dan 60 à 70 jaarringen op te meten. Het betreft telkens stukken eikenhout. Op het kopse vlak van deze geselecteerde stukken hout werden één of meerdere leessporen aangebracht door met scheermesjes en scalpel het hout bij te snijden. Dit zorgt ervoor dat de groeiringgrenzen duidelijk van elkaar te onderscheiden

<sup>1</sup> Vander Cruyssen M. & Moens J. 2020. Sint-Gillis-Waas – Reepstraat fase 3 (Oost-Vlaanderen). Archeologierapport van een archeologisch onderzoek in het kader van een wetenschappelijke vraagstelling. Agentschap Onroerend Erfgoed, Brussel.

<sup>2</sup> Feuillat F., Dupouey J.L., Sciamia D. & Keller R. 1997. A new attempt at discrimination between *Quercus petraea* and *Quercus robur* based on wood anatomy, *Canadian Journal of Forest Research* 27: 343-351.

zijn. Daarna werd elke groeiringbreedte opgemeten met een precisie van 0.01 mm. Op een aantal van de onderzochte stukken hout zijn spinthoutringen<sup>3</sup> waar te nemen. Op één plank is ook de wankant (= laatst gevormde ring, net onder de schors) bewaard gebleven. Uiteindelijk is van 23 stalen het jaarringpatroon opgemeten (**tabel 1**).

De opgemeten groeiringreeksen werden daarna met elkaar vergeleken via *cross-dating*<sup>4</sup>. Groeiringreeksen die onderling een sterk gelijklopend patroon vertonen, kunnen samengevoegd worden tot één middelcurve SGW20\_RE\_m voor deze site (zie **tabel 1**, gekleurde rijen). In deze middelcurve van 358 jaar lang zijn 16 van de 23 opgemeten groeiringreeksen opgenomen. Een aantal daarvan is afkomstig van een zelfde boom. Deze reeksen werden voorafgaand aan het berekenen van de middelcurve samengevoegd tot één reeks per boom.

De middelcurve en alle individuele groeiringreeksen werden daarna vergeleken (cfr. *cross-dating*) met absoluut gedateerde referentiekalenders uit België, Nederland, Frankrijk, het Verenigd Koninkrijk, Polen, Denemarken en Duitsland.

**Tabel 1:** Overzicht van alle onbezochte houtstalen en de uitgevoerde metingen, met vermelding van de houtsoort (QUSP = *Quercus* sp./eik, SASP = *Salix* sp./wilg), het totale aantal opgemeten groeiringen (n), het aantal spintringen (n<sub>s</sub>) en de aanwezigheid van de wankant/schors. Geobserveerde, maar niet opgemeten jaarringen staan vermeld tussen haakjes.

spoor nr.	houtsoort	dendro-label	n	n <sub>s</sub>	wankant	eind-datering	opmerking
415	1386	QUSP	<20				
415	1388	QUSP	<50				
415	1389	QUSP	<30				
415	1390	QUSP	SGW20_08	117		120 AD	
415	1397	QUSP	SGW20_05	215	16	189 AD	SG20_T1
415	1398	QUSP	SGW20_07	105		46 AD	
415	1400	QUSP	<10				
415	1402	QUSP	SGW20_06	107	15	-	
415	1403	QUSP	<30				
415	1403	QUSP	SGW20_14	87		52 AD	SG20_T2
415	1403	QUSP	<20				
415	1404	QUSP	<50				
415	1406	QUSP	<30				
415	1407	QUSP	SGW20_23	326		157 AD	SG20_T1
415	1408	QUSP	>70				niet opgemeten
415	1409	QUSP	<10				
415	1409	SASP	<10				

<sup>3</sup> Spinthout bevindt zich tussen het verkernde deel van de stam en de schors van de boom. Het spinthout is het levende houtweefsel dat de sapstroom verzorgt in de stam en dient als opslagplaats voor voedingsstoffen. Het heeft exact dezelfde structuur als het kernhout, maar bij het spinthout zijn de transportkanalen (vaten) nog grotendeels vrij. Dit in tegenstelling tot het kernhout, dat dood houtweefsel is, en waar er geen actief transport van water en voedingsstoffen meer kan plaatsvinden. Het spinthout is bij eik, net zoals bij veel andere houtsoorten, gekenmerkt door een lichtere kleur dan het kernhout.

<sup>4</sup> *Cross-dating* is het basisprincipe van de dendrochronologie. Hierbij wordt er vanuit gegaan dat bomen die over een bepaalde tijdperiode gelijkaardige groeiomstandigheden ondervinden (klimaat, bodem, hoogteligging, ...), ook een gelijkaardig groeiringpatroon zullen ontwikkelen. Daardoor kunnen jaarringreeksen van een specifieke boomsoort uit een bepaalde regio onderling, tot op het kalenderjaar precies, gesynchroniseerd worden op basis van de unieke afwisseling van brede en smalle ringen.

415	1414	QUSP		<50			
415	1418	QUSP		<50			
415	1419	QUSP		<30			
415	1420	QUSP	SGW20_11	127		50 AD	SG20_T3
415	1421	QUSP		<50			
415	1421	QUSP	SGW20_16	121		45 AD	
415	1422	QUSP	SGW20_19	61		10 BC	SG20_T3
415	1423	QUSP	SGW20_21	53	9	52 AD	
415	1425	QUSP		<30			
415	1426	QUSP		<50			
415	1428	QUSP	SGW20_10m	68		-	
415	1429	QUSP	SGW20_15	66		138 AD	
415	1430	QUSP	SGW20_04m	143	17	188 AD	
415	1431	SASP		<20			
415	1432	QUSP		<20			
415	1435	SASP					
415	1438	QUSP		<20			
415	1439	QUSP		>70			niet opgemeten
415	1440	QUSP		<30			
415	1443	QUSP		>70			niet opgemeten
415	1444	QUSP		<50			
415	1445	QUSP		<30			
415	1445	QUSP	SGW20_13	101		-	
415	1445	QUSP	SGW20_17	83		-	
415	1447	QUSP	SGW20_03	141		151 AD	
415	1449	QUSP	SGW20_02	156		82 AD	
415	1450	QUSP	SGW20_01	166		-	
415	1457	QUSP	SGW20_22	65	18 wkl	(192 AD)	
415	1458	QUSP	SGW20_20			85 AD	
415	1460	QUSP	SGW20_12m	325	7	176 AD	SG20_T1
415	1461	QUSP	SGW20_18m	216		176 AD	
415	1464	QUSP	SGW20_09	89		55 AD	SG20_T2
415	1465	QUSP		>50			niet opgemeten

In **tabel 2** wordt een overzicht gegeven van de meest relevante correlaties van de middelcurve SGW20\_RE\_m met de geraadpleegde referentiekalenders en de daarmee overeenstemmende datering. Uiteindelijk werd voor de 16 groeiringreeksen die zijn opgenomen in deze middelcurve een duidelijke en betrouwbare overeenkomst gevonden met de geraadpleegde referentiekalenders (**tabel 1**).

De overige opgemeten reeksen konden niet gedateerd worden. Een aantal van deze jaarringreeksen is zeker lang genoeg (>80 ringen) om een betrouwbare datering mogelijk te maken, maar vertoont desondanks geen overeenkomst met de geraadpleegde referentiekalenders.

**Tabel 2:** Significante datering met absoluut gedateerde referentiekalenders.

dendro-label	einddatering	referentiekalender	OVL	%PV	%PV_sig	t_BP	t_Ho
SGW20_RE_m	189	FL_roman_1.0	358	66.2	###	10.7	10.8
	<i>id.</i>	GNT.SDW.m	246	66.9	###	8.0	7.8
	<i>id.</i>	MEK.WP21.m	285	65.9	###	8.7	8.1
	<i>id.</i>	DEHO09.m2	210	63.6	###	5.4	5.6
	<i>id.</i>	HA12.DEN.m	358	60.2	###	5.9	6.6
SGW20_22m	192	SGW20_T1	62	66	##	4.2	4.1

Toelichting bij de tabel:

dendro-label:	Code toegekend aan de opgemeten groeiringreeks of middelcurve.
OVL:	Overlapping tussen de jaarringreeks/middelcurve en de referentiekalender, uitgedrukt in aantal jaren.
kalender:	
FL_roman_1.0 =	Referentiekalender (237 BC – 379 AD) opgebouwd met groeiringpatronen van archeologisch eikenhout uit de Romeinse periode in Vlaanderen.
GNT.SDW.m =	Referentiechronologie (158 BC - 88 AD) opgebouwd met groeiringreeksen van archeologisch hout gevonden op The Loop, Gent ( 2007, zone 2 & 3) <sup>5</sup> .
MEK.WP21.m =	Referentiechronologie (171 BC - 116 AD) opgebouwd met archeologisch hout uit Menen (Kortewagstraat) <sup>6</sup> .
DEHO09.m2 =	Referentiechronologie (130 BC - 80 AD) opgebouwd met hout gevonden op de archeologisch site Hoogveld J te Dendermonde <sup>7</sup> .
HA12.DEN.m =	Referentiechronologie (193 BC - 212 AD) opgebouwd met groeiringreeksen van archeologisch hout uit Harelbeke <sup>8</sup>
t_BP:	Statistische maat die resulteert uit een Students t-test op de Pearson correlatie tussen de jaarringreeks/middelcurve en referentiekalender, na normalisatie en standaardisatie met een 5-jarig lopend gemiddelde <sup>9</sup> . Deze t-waarden zijn significant boven 3,5.
t_Ho:	Statistische maat die resulteert uit een Students t-test op de Pearson correlatie tussen de jaarringreeks/middelcurve en referentiekalender, na normalisatie en standaardisatie door het reduceren van de eerste graad autocorrelatie (lag 1) <sup>10</sup> . Deze t-waarden zijn significant boven 3,5.

<sup>5</sup> Haneca K. 2009. Verslag dendrochronologisch onderzoek. Waterputten Flanders Expo, Sint-Denijs Westrem, *Rapporten Natuurwetenschappelijk Onderzoek VIOE* 2009-003. VIOE, Brussel.

<sup>6</sup> Haneca K. 2007. Verslag dendrochronologisch onderzoek: Romeinse waterputten in Menen, Kortewagstraat (rapport HT07- 0907). Universiteit Gent, Laboratorium voor Houttechnologie, Gent.

<sup>7</sup> Haneca K. 2010. Verslag dendrochronologisch onderzoek: Hout van de archeologische site Hoogveld-J (Hoogveld – J'09), te Dendermonde. *Rapporten Natuurwetenschappelijk Onderzoek VIOE* 2010-019, Brussel.

<sup>8</sup> Haneca K. 2012. Verslag dendrochronologisch onderzoek: Romeinse waterputten van de archeologische site Dennenlaan (HAR-OCMW-11) te Harelbeke (prov. West-Vlaanderen), *Rapporten Natuurwetenschappelijk Onderzoek OE* 2012-009, Brussel.

<sup>9</sup> Baillie M.G.L. & Pilcher J.R. 1973: A simple crossdating program for tree-ring research, *Tree-Ring Bulletin* 33, 7-14.

<sup>10</sup> Hollstein E. 1980: *Mitteleuropäische Eichenchronologie*. Verlag Philipp von Zabern, Mainz am Rhein, 273p.



%PV: “Percentage of parallel variation” of “Gleichlaufigkeit”; d.i. het procentuele aantal van de jaarringen uit de opgemeten groeiringreeks of middelcurve die met de referentiekalender een gelijktijdige toename/afname vertonen t.o.v. het voorgaande jaar. Het significantieniveau  $p$  van het %PV wordt aangegeven door \*, \*\* of \*\*\*, resp.  $p \leq 0.05$ ,  $p \leq 0.01$ ,  $p \leq 0.001$ .

## Interpretatie van de dateringen

De vermelde dendrochronologische datering geeft tot nu toe aan wanneer de meest recente groeiring op de gedateerde stukken hout werd gevormd. Indien wankant aanwezig is, laat dit toe om de veldatum heel precies te bepalen. Indien geen spinhout meer aanwezig is, kan enkel de vroegst mogelijke veldatum berekend worden (*terminus post quem*).

Globaal gezien komen in West-Europa bij een eik gemiddeld 19 spinhoutringen voor<sup>11</sup>. In 95% van de gevallen zijn dit er minstens 8 en maximaal 38. Door rekening te houden met het aantal opgemeten spinhoutringen en het aantal te verwachten spinhoutringen kan men het interval bepalen waarbinnen de veldatum te situeren is, of de vroegst mogelijke veldatum indien geen spinhoutringen werden geobserveerd.

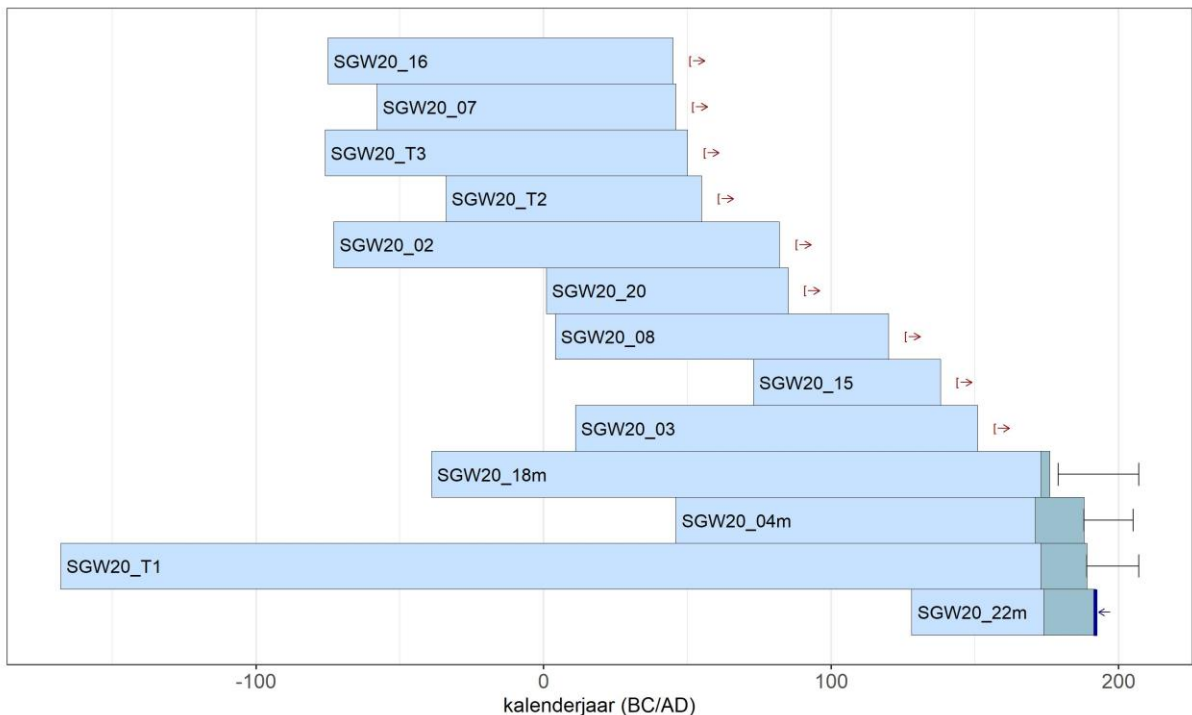
In **tabel 3** is de berekening terug te vinden van de veldatum voor elk gedateerd stuk hout. Bij de meeste kan enkel een vroegst mogelijke veldatum berekend worden. Op drie planken is nog een deel van het spinhout bewaard gebleven. Voor deze elementen kan dan de veldatum berekend worden. Uit deze berekening wordt duidelijk dat de veldatum voor deze houten elementen op het eind van de 2<sup>de</sup> eeuw AD te situeren zijn.

**Tabel 3:** De berekening van de veldatum voor elke gedateerde middelcurve of groeiringreeks.  $n_s$  = aantal spinhoutringen.

spoor	nr.	dendro-label	eind-datering	$n_s$	wankant	ontbrekend aantal spinhoutringen	veldatum
415	1421	SGW20_16	45	---	---	min. 6	na 51
415	1398	SGW20_07	46	---	---	min. 6	na 52
415	1422/1420	SGW20_T3	50	---	---	min. 6	na 56
415	1403/1464	SGW20_T2	55	---	---	min. 6	na 61
415	1449	SGW20_02	82	---	---	min. 6	na 88
415	1458	SGW20_20	85	---	---	min. 6	na 91
415	1390	SGW20_08	120	---	---	min. 6	na 126
415	1429	SGW20_15	138	---	---	min. 6	na 144
415	1447	SGW20_03	151	---	---	min. 6	na 157
415	1461	SGW20_18m	176	3	---	min. 3 - max. 31	tussen 179 en 207
415	1430	SGW20_04m	188	17	---	max. 17	tussen 188 en 205
415	1460/1397/1407	SGW20_T1	189	16	---	max. 18	tussen 189 en 207

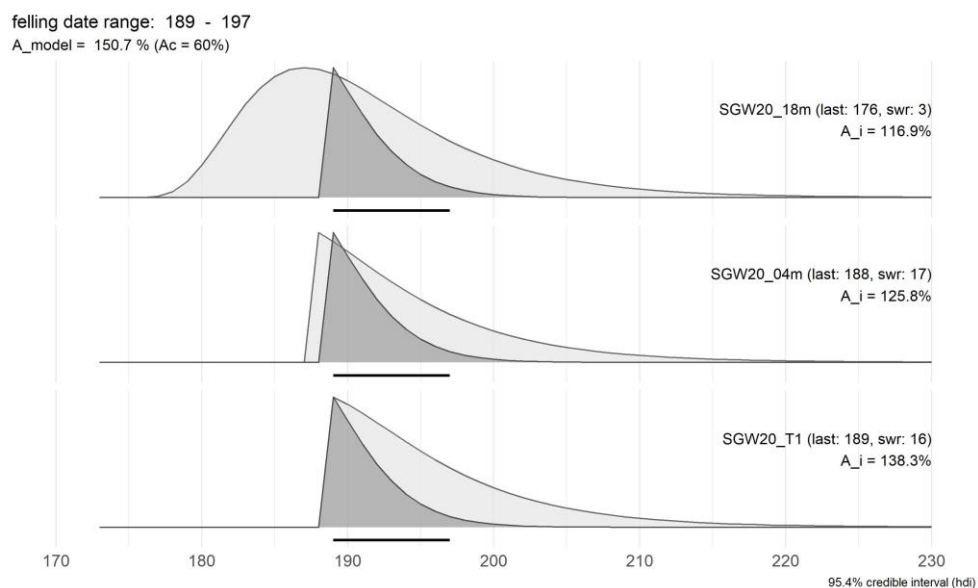
In **figuur 2** worden de gedateerde jaarringreeksen als staafdiagram voorgesteld op een tijdas, met de bijhorende inschatting van de veldatum.

<sup>11</sup> Haneca K., Čufar K. & Beeckman H. 2009: Oaks, tree-rings and wooden cultural heritage: a review of the main characteristics and applications of oak dendrochronology in Europe, *Journal of Archaeological Science* 36(1): 1-11; Hollstein E. 1980: *Mitteluropäische Eichenchronologie*. Verlag Phillipp von Zabern, Mainz am Rhein, 273p.



**Figuur 2:** Stafdiagram van alle gedateerde groeiringreeksen (jaar 0 = 1 BC). Indien geen spint aanwezig is, wordt de vroegst mogelijke veldatum aangegeven door [ →. Indien er wel spintringen werden opgemeten (donkere zones in de grafiek), kan een interval berekend worden waarbinnen de veldatum zich situeert (in de grafiek aangeduid door een —|— horizontale lijn —|—). Indien de wankant bewaard is gebleven kan de veldatum tot op het jaar (seizoen) worden bepaald (←).

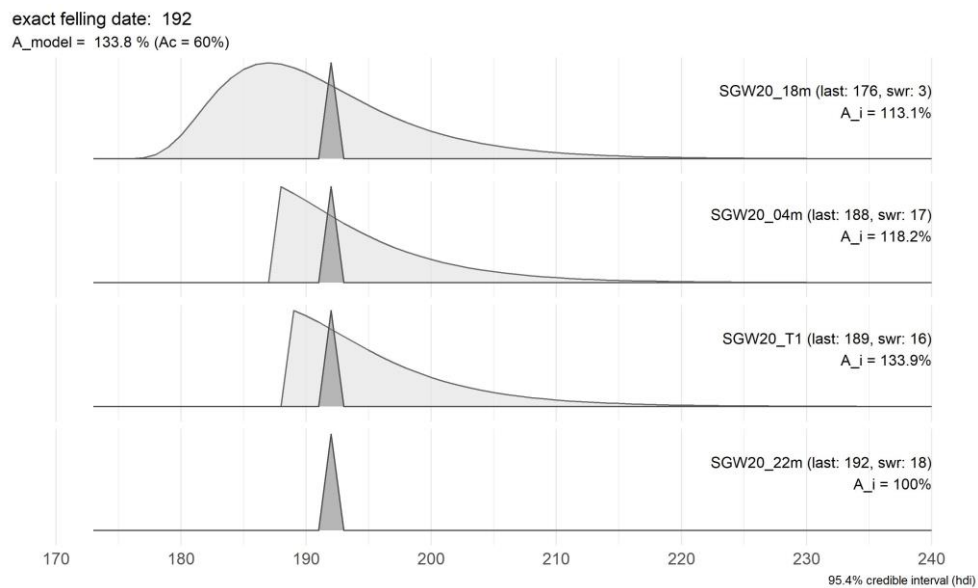
Alle gedateerde reeksen kunnen in principe een zelfde veldatum hebben. Gaan we ervan uit dat de bomen waaruit alle elementen van deze waterputbekisting op hetzelfde moment werden gekapt, dan kan er een gezamenlijke veldatum berekend worden (**figuur 3**). Deze veldatum is te situeren **tussen 189 en 197 AD** (95.4% betrouwbaarheidsinterval).



**Figuur 3:** Berekening van een gecombineerde, gezamenlijke veldatum voor de gedateerde reeksen uit spoor 415.



Eén plank, nr. 1457, heeft een relatief korte jaarringreeks van 67 jaar lang (SGW20\_22m). Deze kon niet met de geraadpleegde referentiekalenders gedateerd worden, maar met reeks SGW20\_T1 (samenvoeging van reeksen SGW20\_05, \_12m en \_23 uit dezelfde boom) werd wel een relatief goede overeenkomst gevonden (**tabel 2**). De visuele overeenkomst is eveneens behoorlijk en dateert de laatste ring in 192 AD. Aangezien de wankant aanwezig is op dit stuk, is dit ook het jaar waarin de laatst gevormde ring zich vormde vooraleer de boom werd geveld. Deze datering valt ook perfect binnen het interval waarbinnen de veldatum van de overige stukken met een betrouwbare datering is te situeren (tussen 189 en 197 AD) (**figuur 4**). Als we de datering van deze korte reeks aanvaardden, dan is de werkelijke veldatum te situeren tussen het **najaar van 192 AD en het vroege voorjaar van 193 AD**.



**Figuur 4:** Berekening van een gecombineerde, gezamenlijke veldatum voor de gedateerde reeksen uit spoor 415, inclusief reeks SGW20\_22m met wankant maar met een datering die statistisch niet sterk onderbouwd is.

## Houtgebruik en herkomst

Een dendrochronologische analyse kan naast een datering ook een duidelijker beeld geven van het oorspronggebied van het hout<sup>12</sup>. Daarbij wordt nagegaan met welke referentiekalenders de middelcurven de beste overeenkomst vertonen. De referentiekalenders zijn steeds opgebouwd met hout dat afkomstig is uit één welbepaalde regio. De omvang van een regio is wel sterk variabel. Zo bestaan er referentiekalenders die zijn samengesteld met gedateerde groeiringreeksen uit een groot gebied zoals Zuid-Duitsland, terwijl andere enkel hout uit één bepaalde kleine regio (bvb. Vlaanderen) vertegenwoordigen.

De gedateerde groeiringreeksen vertonen enkel een uitgesproken overeenkomst met de referentiekalender opgebouwd met jaarringreeksen van archeologisch eikenhout uit Vlaanderen (**tabel 2**). De overeenkomst met referentiekalenders uit de ons omringende regio's is beduidend lager of zelfs onbestaande. Voor de bekisting van deze waterput is dus duidelijk lokaal eikenhout gebruikt.

<sup>12</sup> Eckstein D. & Wröbel S. 2007. *Dendrochronological proof of origin of historic timber - retrospect and perspectives*. In Haneca K., Verheyden A., Beeckman H., Gärtner H., Helle G. & Schleser G. (eds.), TRACE - Tree Rings in Archaeology, Climatology and Ecology, Volume 5: 8-20.