

ACADEMIA ROMÂNĂ

FILIALA TIMIȘOARA

Institutul de Cercetări Socio-Umane „Titu Maiorescu”



STUDIA BANATICA

SERIES HISTORIA

Anul II

2025

**ACADEMIA ROMÂNĂ-FILIALA TIMIȘOARA
INSTITUTUL DE CERCETĂRI SOCIO-UMANE
„TITU MAIORESCU”**

STUDIA BANATICA

SERIES HISTORIA

Anul II

**EDITURA MEGA
Cluj-Napoca
2025**

***Studia Banatica. Series Historia* este revista Institutului de Cercetări Socio-Umane „Titu Maiorescu”, publicată sub egida Academiei Române, filiala Timișoara.**

Comitetul științific

Prof. univ. dr. Sorin-Cristian AILINCĂI

Universitatea din București

CS I dr. Dan APARASCHIVEI

Academia Română, Institutul de Arheologie Iași

Dr. Ligia BOLDEA

Cercetător independent, Reșița

CS I dr. Vitalie BÂRCĂ

Academia Română, Institutul de Arheologie și Istoria Artei, Cluj-Napoca

Dr. Costin FENEȘAN

Cercetător independent, București

Prof. univ. dr. Mihai GLIGOR

Universitatea „1 Decembrie 1918”, Alba Iulia

CS I dr. habil. Florin GOGĂLTAN

Academia Română, Institutul de Arheologie și Istoria Artei, Cluj-Napoca

Prof. univ. dr. Rudolf GRÄF

Universitatea Babeș-Bolyai Cluj-Napoca/

Academia Română, Institutul de Cercetări Socio-Umane, Sibiu

Conf. univ. dr. Vasile RĂMNEANȚU

Universitatea de Vest din Timișoara

Prof. univ. dr. Wolfram SCHIER

Freie Universität Berlin, Germania

Colegiul de redacție

Prof. univ./CS I dr. Florin DRAȘOVEAN – director

CS I dr. habil. Adrian MAGINA – redactor-șef

CS III dr. Victor BUNOIU – secretar de redacție

CS II dr. Victor Cristian SAVA – membru

CS III dr. Cristian FLOCA – membru

Materialele trimise spre publicare în *Studia Banatica. Series Historia* sunt așteptate pe adresele de email: isbtm@academiatm.ro sau adimagina@gmail.com.

Revista *Studia Banatica* continuă publicația „Revista de Studii Banatice”, publicată în perioada 2010-2013.

ISSN 3090-9643

ISSN-L 3090-9643



STUDIA BANATICA

SERIES HISTORIA

Anul II

2025

CUPRINS

ARHEOLOGIE

- Marian-Bogdan CONDURĂȚEANU, Mihai GLIGOR, *Valurile timpului probabilistic și rolul evenimentelor Miyake în degradarea preciziei calibrărilor C¹⁴. Cu referire la platoul Hallstatt și datele din spațiul intracarpatic* 7
- Silviu ENE, Dorel MICLE, Silviu ILIUȚĂ, Alin DIACONU, *O posibilă așezare Vinča necunoscută în sudul orașului Ciacova* 41
- Victor Cristian SAVA, Adrian Cristian ARDELEAN, Daniela SAVA, Adriana SĂRĂȘAN, *Așezări fortificate și dinamici culturale în eneoliticul timpuriu din regiunea Mureșului de Jos* 57
- Victor BUNOIU, Sorin FORȚIU, Bogdan CRAIOVAN, Yobbágy – *redescoperirea unui castellum din Banatul medieval* 77
- Cristian FLOCA, *Arheologia bisericilor de lemn. Studiu de caz: biserica de lemn „Pogorârea Duhului Sfânt” din Sartăș, jud. Alba* 125

ISTORIE

- Adrian MAGINA, *Toponimie și limbaj vernacular în documentele latine privind Banatul medieval: identitatea etnică a celui care scrie sau identitatea etnică a teritoriului?* 149
- Alexandru FODOR, *Aspecte ale vieții culturale și artistice în banatul de Caransebeș-Lugoj* 159
- Sandra HIRSCH, *Sectoarele economiei urbane reflectate prin ocupațiile locuitorilor evrei din Timișoara (prima jumătate a secolului XVIII)* 167

Florin BOGDAN, <i>Cărți românești vechi din colecțiile bibliotecii metropolitane București. Tipăriturile de la Buda</i>	175
Constantin-Tufan STAN, <i>Dascăli români din Banat în perioada dualismului. Studiu de caz: învățătorul Ioan Marcu</i>	183
Vasile CRISTEA, <i>Alexandru Borza - cercetător și protecționist al naturii din Banat</i>	201
Mihăiță-Silviu BALUȚĂ, <i>Vizita studenților cehoslovaci în România (1927): un episod al cooperării academice interbelice</i>	215
Eusebiu NARAI, <i>Activitatea Micii Înțelegeri în primul trimestru al anului 1933, reflectată în paginile cotidianului „Vestul” din Timișoara</i>	223
Dumitru TOMONI, <i>Mărturii din arhiva C.N.S.A.S. privind rezistența anticomunistă din Banatul de nord-est. Cum a fost capturat maiorul Vasile Duma?</i>	245
Vasile RĂMNEANȚU, <i>Aspecte referitoare la exportul din întreprinderile județului Timiș din anul 1983 consemnate în rapoartele Securității și ale organelor județene și centrale</i> ..	257
Norme de redactare	267

SUMMARY

ARCHAEOLOGY

- Marian-Bogdan CONDURĂȚEANU, Mihai GLIGOR, *Probabilistic Time Waves and the role of Miyake events in the degradation of the precision of ¹⁴C calibrations. With reference to the Hallstatt Plateau and the data from the intracarpatic region* 7
- Silviu ENE, Dorel MICLE, Silviu ILIUȚĂ, Alin DIACONU, *A Possible Unknown Vinča Site South of Ciacova City* 41
- Victor Cristian SAVA, Adrian Cristian ARDELEAN, Daniela SAVA, Adriana SĂRĂȘAN, *Enclosed settlements and cultural dynamics in the Early Eneolithic of the Lower Mureș Region* 57
- Victor BUNOIU, Sorin FORȚIU, Bogdan CRAIOVAN, Yobbágy – *Rediscovery of a castellum from the Medieval Banat* 77
- Cristian FLOCA, *The Archaeology of wooden churches. Study case: Wooden church „Descent of the Holy Spirit” from Sartăș, Alba county* 125

HISTORY

- Adrian MAGINA, *Toponymy and vernacular language in Latin documents regarding medieval Banat: the ethnic identity of the scribe or the ethnic background of the territory?* 149
- Alexandru FODOR, *Aspects of cultural and artistic life in the banat of Caransebeș and Lugoj* 159
- Sandra HIRSCH, *Urban economy reflected by the occupations of Jewish residents of Timișoara (first half of the 18th century)* 167
- Florin BOGDAN, *Old Romanian books from the collections of Bucharest metropolitan library. Buda prints* 175
- Constantin-Tufan STAN, *Romanian teachers from Banat during the period of dualism. Case study: teacher Ion Marcu* 183

Vasile CRISTEA, <i>Alexandru Borza - researcher and nature conservationist in the Banat region</i>	201
Mihăiță-Silviu BALUȚĂ, <i>The visit of Czechoslovak students to Romania (1927): an episode of interwar academic cooperation</i>	215
Eusebiu NARAI, <i>The activity of the Little Antante in the first quarter of 1933, reflected in the pages of the daily <the West> from Timișoara</i>	223
Dumitru TOMONI, <i>Testimonies from the C.N.S.A.S. archive on the anti-communist resistance in northeast Banat. How was major Vasile Duma captured?</i>	245
Vasile RĂMNEANȚU, <i>Aspects related to exports from companies in Timiș County in 1983, as recorded in reports by the Securitate and county and central party authorities</i>	257
Editorial style	267

**VALURILE TIMPULUI PROBABILISTIC ȘI ROLUL
EVENIMENTELOR MIYAKE ÎN DEGRADAREA PRECIZIEI
CALIBRĂRILOR C¹⁴. CU REFERIRE LA PLATOUL HALLSTATT ȘI
DATELE DIN SPAȚIUL INTRACARPATIC**

Marian-Bogdan Condurățeanu , Mihai Gligor***

Cuvinte cheie: precizia calibrărilor radiocarbon, durate intervale σ_1 și σ_2 , probabilitatea medie anuală a intervalelor σ_1 și σ_2 , reprezentare 3D a timpului probabilistic, evenimente Miyake, platoul Hallstatt.
Keywords: precision of the radiocarbon calibrations, σ_1 and σ_2 interval durations, average annual probability of intervals σ_1 and σ_2 , 3D representation of probabilistic time, Miyake events, Hallstatt plateau.

Probabilistic Time Waves and the role of Miyake events in the degradation of the precision of ¹⁴C calibrations. With reference to the Hallstatt Plateau and the data from the intracarpatic region

Abstract: The average annual probability of the σ_1 and σ_2 ranges is introduced and used as a metric for the precision of the radiocarbon calibrations. The σ_1 and σ_2 ranges are computed for for all the years starting at 12,000 BP up to 0 BP with standard deviations ranking from 0 to 35 years in 5 year increments. Standard deviations of zero value display the real nature of the IntCal20 calibration curve, where advanced GIS visualization tools and techniques are used to get a novel insight of the core nature of probabilistic time. The average annual probability of the σ_1 and σ_2 ranges dynamic in this interval reveals a correlation between some Miyake events and the decrease of the precision of the radiocarbon calibrations, especially for the Hallstatt Plateau.

Introducere

Determinări C¹⁴ din platoul Hallstatt din spațiul intracarpatic.

Literatura arheologică românească s-a îmbogățit în ultima perioadă de timp cu o serie de determinări radiocarbon ale unor probe recoltate din complexe funerare din Transilvania încadrate cultural la finalul primei epoci a fierului. Avem în vedere probele ce provin din complexele arheologice de la Vlaha-Pad, CX 0375¹, Gligorești-Holoame, S2/1995², Simeria³, Sâncrai-Dâlma lui Candin⁴, precum și cea mai recentă de la Ariușd-Veczer⁵. Studiul de față reprezintă o continuare a cercetării inițiate în 2022⁶ în direcția studierii aprofundate a naturii intime a probabilităților radiocarbon, acum cu un focus asupra fenomenologiei generale care stă la baza calibrărilor datărilor radiocarbon și a celei specifice care afectează în mod particular datările C¹⁴ încadrabile în așa-numitul „Platou Hallstatt”.

* Universitatea „1 Decembrie 1918” din Alba Iulia, Alba Iulia, str. Gabriel Bethlen, nr. 5, e-mail: condurateanu.marian.sdi20@uab.ro.

** Universitatea „1 Decembrie 1918” din Alba Iulia, Alba Iulia, str. Gabriel Bethlen, nr. 5, e-mail: mihai.gligor@uab.ro.

¹ Gogăltan 2019, 59, fig. 10.

² Gogăltan 2019, 59, fig. 9.

³ Simion et al. 2019, 19.

⁴ Balteș et al. 2024, 41, fig. 5.

⁵ Măndescu, Moței 2025, 116, fig. 4.

⁶ Condurățeanu, Gligor 2022.

Cercetări în determinarea intervalelor de timp σ_1 cu variații ale preciziei calibrărilor C^{14} au fost publicate foarte recent⁷ pentru perioada Holocen 10200 – 90 BP la rezoluția de 1 an, cu precizii de la 0.01% la 0.5%, în incremente de 0.005%. Cele peste 1 milion de calibrări F^{14} rezultate din OxCal 4.4⁸ pentru intervalul σ_1 de nivel de probabilitate egal cu 95.4% au fost analizate în scripturi special create în Matlab⁹, versiunea R2022b, folosind pachetul Violin Plots¹⁰.

Observații despre durata intervalelor σ_1 și σ_2 .

Determinările C^{14} sunt efectuate în laboratoare specializate din întreaga lume care sunt în măsură prin tehnologia AMS să numere izotopii de carbon radioactiv din probele supuse examinării și să producă la final o pereche de cifre (μ, σ) reprezentând media, respectiv deviația standard, de obicei rotunjite la 1 an¹¹, a vechimii probei respective, exprimate în ani BP.

Comunitatea arheologică interpretează apoi rezultatele primite în softuri specializate, unul dintre cele mai populare fiind OxCal, care pe baza setului de date (μ, σ) primite și a unor parametri implicați sau definiți de utilizator – precum curba de calibrare, rezoluția datelor, etc. – produc 3 tipuri majore de rezultate:

a. Grafice. Aici sunt incluse deja arhicunoscutele reprezentări grafice ale funcției distribuție de probabilitate, de obicei cu culoare gri, ale distribuției normale (μ, σ), de obicei cu culoare roșie, cu sau fără curba de calibrare în fundal, de obicei cu culoare albastră, cu sau fără parametri suplimentari adăugați la aceasta.

b. Textuale. Aici sunt incluse descrierile *per se* ale intervalelor σ_1 și σ_2 sub forma unor înșiriri de intervale de ani exprimate în varii calendare și, respectiv, a probabilității cumulate a fiecăruia dintre intervale.

c. Tabelare. Aici sunt incluse datele de tip *raw* ale funcției distribuție de probabilitate, sub forma unui tabel care asociază fiecărui an calendaristic o probabilitate calculată.

De exemplu, pentru calibrarea radiocarbon a unei probe de os calcinat de la Ariușd – *Veczer* avem reprezentarea grafică din fig. 1 în care regăsim o combinație de informații grafice de tip a cu informații textuale de tip b; analiza Poz-145298, realizată de către laboratorul din Poznan, a determinat că vechimea probei este de $\mu = 2395$ BP cu $\sigma = 35$ ani, iar calibrarea acesteia în OxCal v4.4.4 folosind curba de calibrare IntCal20 are ca rezultat un interval σ_2 (68,3% probabilitate) de 516 (68,3%) 403 calBC și un interval σ_1 (95,4% probabilitate) compus din 3 subintervale: 742 (8,3%) 692 calBC, 665 (3,7%) 647 calBC și 550 (83,5%) 393 calBC.

⁷ Jędrzejowski et al. 2025, 2.

⁸ Bronk Ramsey 2009, <https://c14.arch.ox.ac.uk/oxcal/OxCal.html> accesat 06.12.2025

⁹ <https://uk.mathworks.com/products/matlab.html> accesat 08.12.2025

¹⁰ https://uk.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/23661-violin-plots-for-plotting-multiple-distributions-distributionplot-m?s_tid=srchtitle_site_search_2_Violin+Plots accesat 08.12.2025.

¹¹ Cu excepția notabilă a laboratorului de la Poznan, care, din motive neclare, rotunjește valorile calculate pentru ambii parametri μ și σ la 5 ani.

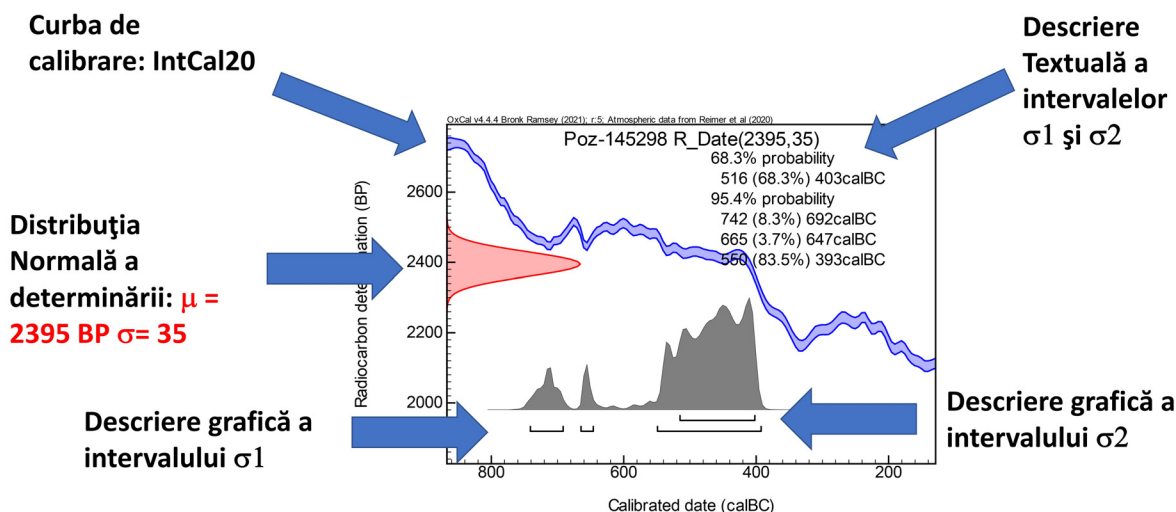


Fig. 1. Exemplu model informații furnizate de către OxCal 4.4. (apud Măndescu, Moței 2025, p. 116, fig. 4¹²).

Din această descriere textuală se pot deduce doi parametri importanți pentru ambele intervale σ_1 și σ_2 :

- Probabilitățile σ_1 și σ_2 efective, obținută prin însumarea probabilităților tuturor subintervalului care compun σ_1 și respectiv σ_2 .
- Duratele intervalului σ_1 și σ_2 , obținută prin însumarea duratelor tuturor subintervalului care compun σ_1 și respectiv σ_2 .

Niciunul dintre parametrii de mai sus nu este furnizat explicit de OxCal, dar se pot calcula foarte simplu pe baza datelor furnizate de acesta. Folosind exemplul de mai sus, probabilitatea σ_1 efectivă este de $8,3\% + 3,7\% + 83,5\% = 95,5\%$, probabilitatea σ_2 efectivă este de $68,3\%$, durata intervalului σ_1 este de $(742-692) + (665-647) + (550-393) = 50 + 18 + 157 = 225$ ani, iar durata intervalului σ_2 este de $(516 - 403) = 113$ ani.

Prima observație este așadar că probabilitatea efectiv calculată poate diferi, uneori semnificativ, de probabilitatea dorită, fiind o aproximație a acesteia, iar în cazul de aici avem o diferență de $0,1\%$ între σ_1 efectiv de $95,5\%$ și σ_1 teoretic de $95,4\%$. Aceasta poate avea mai multe cauze, putând fi cauzată de rotunjiri sau de o configurație aparte a funcției distribuției de probabilitate pentru perechea (μ, σ) .

Accesând datele brute (*raw*) oferite de platforma OxCal, obținem pentru Poz-145298, R_Date(2395,35) obținem: $68,3\%$ probabilitate 516BC ($68,3\%$) 402BC, iar $95,4\%$ probabilitate: 742BC ($8,3\%$) 692BC, 665BC ($3,7\%$) 646BC, 550BC ($83,5\%$) 393BC. A doua observație este așadar că există inconsistențe la capetele de intervale; aici, de exemplu, se observă diferențe la anii σ_2 : 402 în loc de 403, iar la anii σ_1 : 647 în loc de 646... Acestea sunt erori minore ale platformei OxCal rezultate cel mai probabil din modul de formatare al datelor și rotunjiri.

Există oare o cale de a măsura precizia calibrărilor C^{14} ?

Probabilitatea medie anuală pe intervalele σ_1 și σ_2 este definită ca raportul dintre probabilitatea efectiv calculată pe intervalele σ_1 și σ_2 și durata corespunzătoare acestora a intervalului σ_1 și σ_2 . Acest parametru poate fi folosit ca proxy pentru precizia oricăror calibrări radiocarbon. Pentru exemplul de mai sus probabilitatea medie anuală pe intervalul

¹² Autorii nu menționează, dar rezoluția este cea implicită, de 5 ani.

σ_1 este raportul dintre 95,5% / 225 ani = 0,42(4) %, iar probabilitatea medie anuală pe intervalul σ_2 este raportul dintre 68,3% / 113 ani = 0,60442 %.

Cu cât probabilitatea anuală medie este mai ridicată, cu atât precizia de măsurare a calibrărilor datelor C^{14} este mai bună și cu cât aceasta este mai scăzută, cu atât precizia de măsurare a calibrărilor datelor C^{14} este mai slabă.

Pentru o determinare (μ, σ) este de așteptat, la modul intuitiv, ca să existe o legătură direct proporțională între mărimea σ a datărilor radiocarbon și durata intervalelor σ_1 și σ_2 asociate acestora și, respectiv, invers proporțională cu probabilitatea medie anuală pe intervalele σ_1 și σ_2 . Ceea ce nu ne-am așteptat la momentul în care am început acest demers a fost să constatăm cât de mult depind acești parametri inclusiv de poziționarea μ pe scala timp.

Precizia calibrărilor C^{14} pentru intervalele de timp σ_1 și σ_2

Modul de calcul funcția distribuție de probabilitate.

Modul de calcul¹³ al funcției distribuție de probabilitate este explicitat în Figura 2.

$\text{ProbDistribNorm}(\text{An}_{\text{IntCal20BP}}[\text{An}_{\text{CE}}], \text{An}_{\text{BP}}, \sqrt{(\sigma_{\text{BP}})^2 + \sigma_{\text{IntCal20BP}}[\text{An}_{\text{CE}}]^2})$

Algorithm

```
{
  Date fiind o datare  $\text{An}_{\text{BP}}$  și o abatere standard  $\sigma_{\text{BP}}$ ;
  Pentru fiecare dată calendaristică  $\text{An}_{\text{CE}}$  repetă:
  {
    caută  $\text{An}_{\text{CE}}$  în  $\text{IntCal20.14c}$  și află  $\text{An}_{\text{IntCal20BP}}[\text{An}_{\text{CE}}]$  și  $\sigma_{\text{IntCal20BP}}[\text{An}_{\text{CE}}]$ ;
    calculează  $\text{ProbDistribNorm}(\text{An}_{\text{IntCal20BP}}[\text{An}_{\text{CE}}], \text{An}_{\text{BP}}, \sqrt{(\sigma_{\text{BP}})^2 + \sigma_{\text{IntCal20BP}}[\text{An}_{\text{CE}}]^2})$ 
  }
  Normalizează rezultatul.
}
```

Material realizat pe baza

https://maarten14c.github.io/wiggles/videos/calibrate_fast.webm

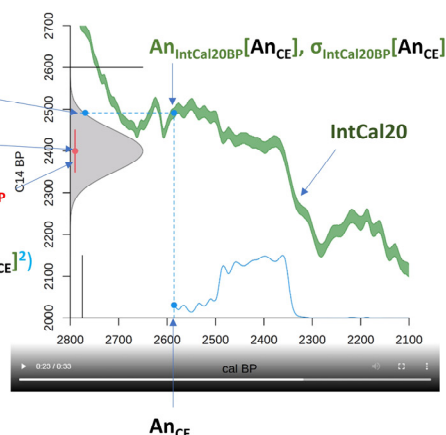


Fig. 2. Algoritmul de calcul al funcției distribuție de probabilitate.

Modul de calcul al intervalelor de timp σ_1 și σ_2 și al duratei acestora.

Pentru determinarea intervalelor de timp σ_1 și σ_2 , programele de tip OxCal caută o valoare a probabilității p_σ astfel încât integrala funcției distribuție de probabilitate pe intervalele generate de intersecția p_σ cu graficul funcției distribuție de probabilitate să aibe o valoare cât mai apropiată de σ_1 sau, respectiv, de σ_2 . În figura 3 este exemplificată situația pentru σ_1 , integrala funcției distribuție de probabilitate pentru Poz-145298 pe intervalele 742-692, 665-647 și 550-393 calBC, figurată cu suprafață de culoare albastră, este egală cu 0,955, adică 95,5%.

¹³ https://maarten14c.github.io/wiggles/videos/calibrate_fast.webm.

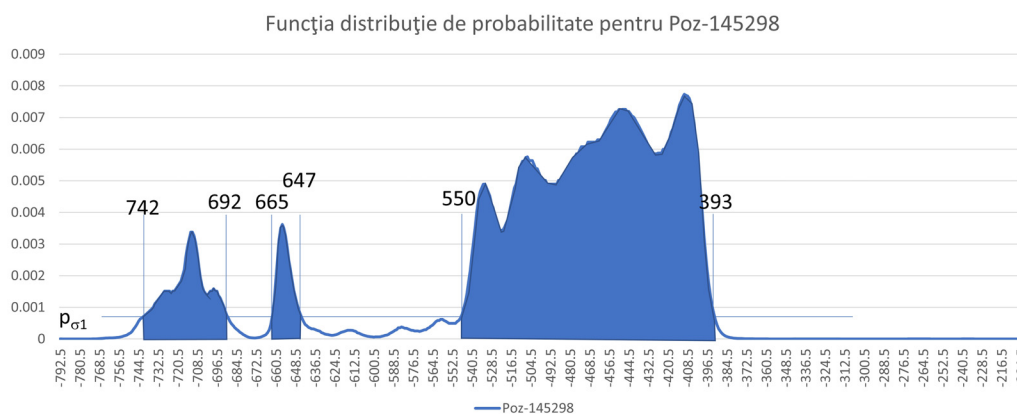


Fig. 3. Exemplificare grafică integrala funcției distribuție de probabilitate asociate σ_1 , 95,4%, pentru Poz-145298 și a sub-intervalelor de timp rezultate.

Evoluția duratelor de timp σ_1 și σ_2 cu incremente de 5 ani în σ în intervalul 10.000 BP-0 BP.

În aplicația Excel365, folosind capacitățile de programare VBA (Visual Basic for Applications), întâi s-a emulat și apoi îmbunătățit generarea funcției distribuție de probabilitate cu orice precizie de calcul dorită (am folosit 8, față de cele 6 zecimale exacte oferite de OxCal 4.4). Apoi s-a creat funcționalitatea de calcul a intervalelor σ_1 și σ_2 și s-a emulat modul de raportare al acestora din OxCal 4.4. În final s-au generat duratele σ_1 și σ_2 pentru fiecare an BP μ din intervalul de timp 12kBP – 0kBP, utilizând incremente σ de 5 ani, de la 0 la 35 de ani, iar rezultatul grafic al acestora pe subintervalul 10 kBP-0 kBP este prezentat în figurile 4 și 5, unde a fost utilizat PowerPoint 365 pentru afișarea celor 12.000 x 8 x 2 = 192.000 valori calculate. Subseturi din aceste date pe intervale de timp mai restrânse au fost folosite tot în PowerPoint 365 pentru vizualizarea datelor calculate de către Excel 365 în fig. 10, 11, 13, 14, 17, 17, 22 și 23.

Așa cum era de așteptat, durata pentru σ_1 și σ_2 crește pe măsură ce abaterile standard au valori din ce în ce mai ridicate, dar cel mai remarcabil este faptul că acestea prezintă o variație semnificativă funcție de poziționarea μ pe scara timp. Anumite intervale de timp sunt caracterizate de creșteri bruște urmate apoi de descreșteri la fel de abrupte, pentru ca ciclul să fie apoi reluat.

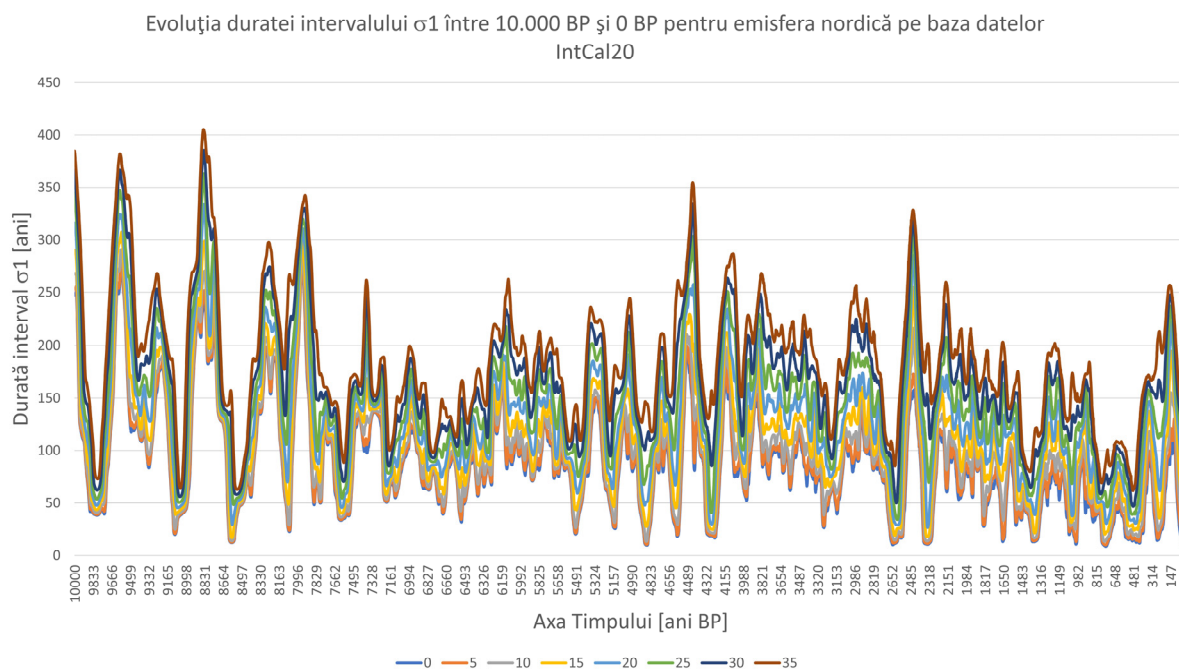


Fig. 4. Evoluția duratei intervalului σ_1 între 10.000 BP și 0 BP pentru emisfera nordică pe baza datelor IntCal20 pentru abateri standard σ de la 0 la 35 de ani în incremente de 5 ani.

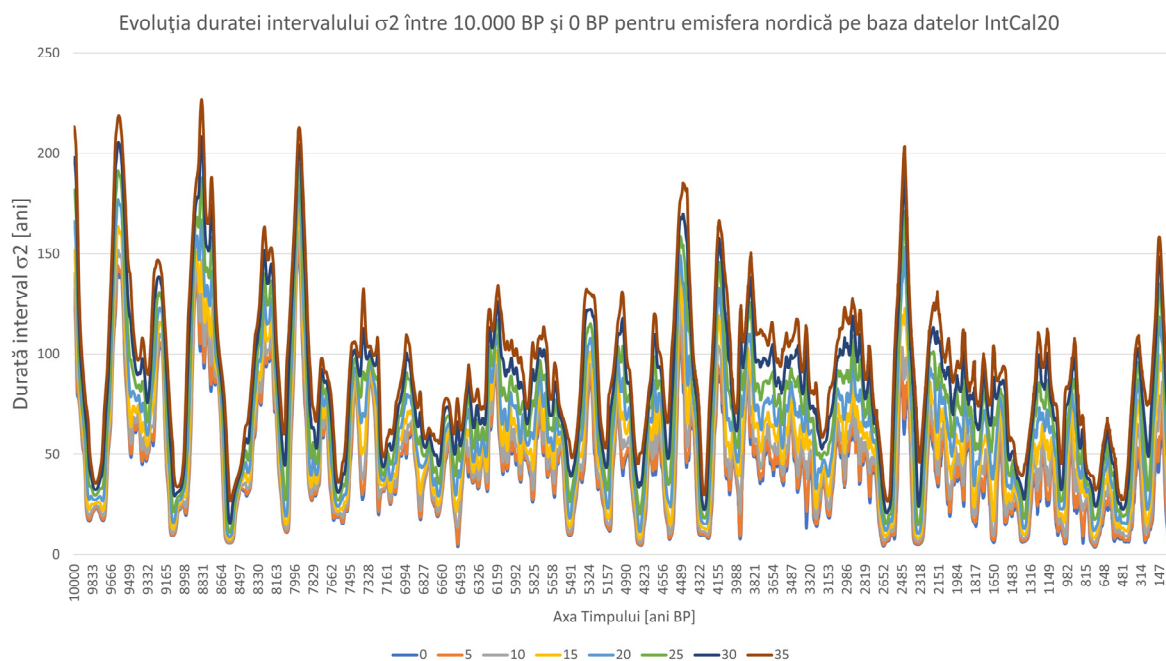


Fig. 5. Evoluția duratei intervalului σ_2 între 10.000 BP și 0 BP pentru emisfera nordică pe baza datelor IntCal20 pentru abateri standard σ de la 0 la 35 de ani în incremente de 5 ani.

Observații: Ce anume măsurăm atunci când σ este 0?

Presupunând cazul ideal în care am avea o determinare radiocarbon (μ, σ) în care σ are valoarea zero – cum ar veni o certitudine absolută asupra valorii μ - ce anume măsurăm mai exact atunci când calculăm duratele intervalelor σ_1 și σ_2 – figura 6 - și probabilitățile medii anuale asociate acestora – figura 7? Înlocuim în formula de calcul de la figura 2 σ_{BP} cu 0:

$\text{ProbDistribNorm}(\text{An}_{\text{IntCal20BP}}[\text{ANCE}], \text{An}_{\text{BP}}, \sqrt{(\sigma_{\text{BP}}^2 + \sigma_{\text{IntCal20BP}}[\text{ANCE}]^2)$
care devine astfel:

$\text{ProbDistribNorm}(\mathbf{An}_{\text{IntCal20BP}}[\mathbf{An}_{\text{CE}}], \mathbf{An}_{\text{BP}}, \boldsymbol{\sigma}_{\text{IntCal20BP}}[\mathbf{An}_{\text{CE}}])$
 care este chiar descrierea matematică a curbei de calibrare IntCal20! Răspunsul la întrebarea de mai sus este așadar chiar precizia structurii întime, a matricii de bază a timpului probabilistic radiocarbon, exprimată prin curba de calibrare IntCal20!

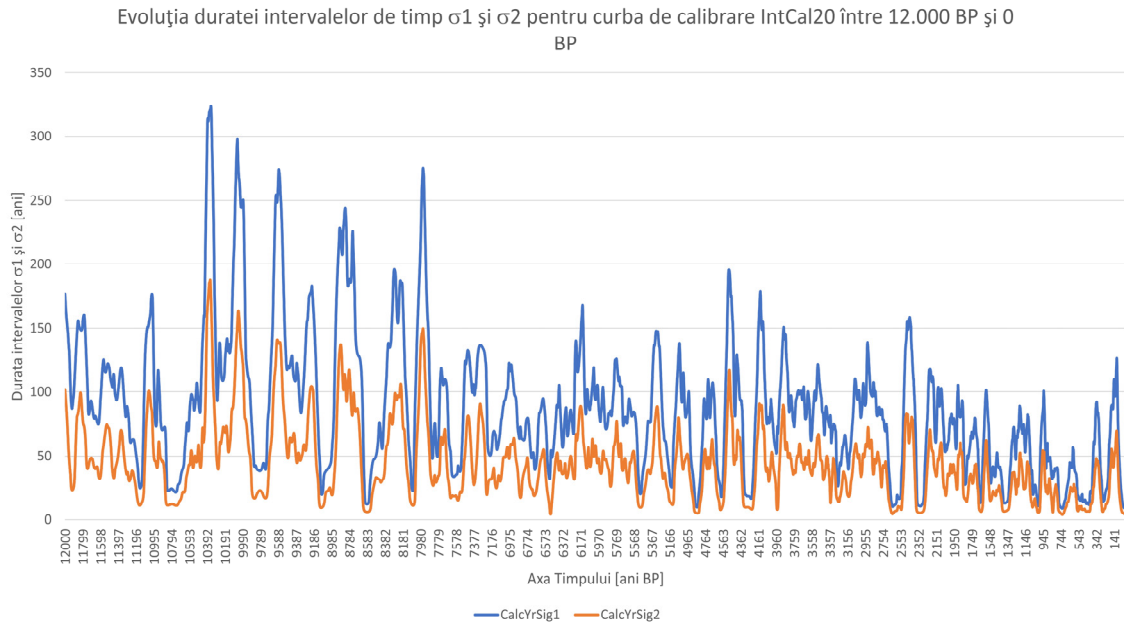


Fig. 6. Evoluția duratei intervalelor de timp σ_1 și σ_2 pentru curba de calibrare IntCal20 între 12.000 BP și 0 BP.

Probabilitatea medie anuală pe intervalele de timp σ_1 și σ_2 .

Probabilitatea medie anuală a intervalelor σ_1 și σ_2 devine în acest caz un proxy al preciziei de măsurare al acesteia.

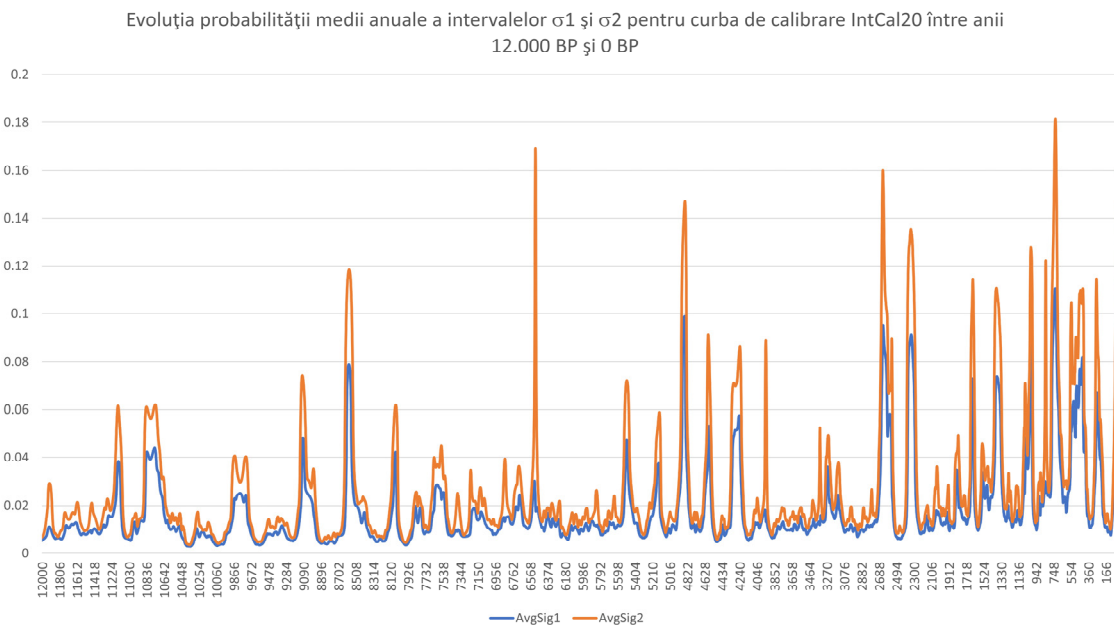


Fig. 7. Evoluția probabilității medii anuale a intervalelor σ_1 și σ_2 pentru curba de calibrare IntCal20 între anii 12.000 BP și 0 BP.

Valurile Timpului Probabilistic

Curba de calibrare IntCal20. Scurt istoric, cum este construită.

Există până acum publicate pentru segmentul nostru de interes (emisfera nordică, preistorie, suprafața pământului) nu mai puțin de 5 astfel de curbe: IntCal98¹⁴ (1998), IntCal04¹⁵ (2004), IntCal09¹⁶ (2009), IntCal13¹⁷ (2013) și IntCal20 (2020). Aceste curbe au înglobat, fiecare la vremea la care au fost publicate, totalitatea *corpus*-ului de măsurători C^{14} - provenite porțiunea terestră, din emisfera nordică, înainte de era nucleară - corelabile cu date calendar – majoritatea prin dendrocronologie – folosind o metodă statistică numită MCMC, Markov Chain Monte Carlo. Rezoluția datelor din curbele de calibrare IntCal este de un an.

În intervalul de timp scurs de la publicarea ultimei curbe IntCal acest corpus de măsurători a evoluat atât cantitativ cât și calitativ și se are în vedere pentru următoarea curbă de calibrare implementarea unei metode statistice îmbunătățite care să elimine o parte din neajunsurile ultimei versiuni.

Cum arată în realitate curba IntCal20 vs. reprezentarea simplificată din OxCal.

Reprezentarea simplificată a curbei IntCal20 este inclusă implicit în orice calibrare OxCal cu culoare albastră și sugerează implicit prin culoare și formă un râu care curge cu meandre dinspre trecutul din colțul stânga-sus către viitorul din colțul dreapta-jos al graficului funcției distribuție de probabilitate. Conform acestei reprezentări din OxCal, curba de calibrare IntCal20 ar fi atât limitată pe direcția sus-jos, cât și uniformă, atât pe direcția sus-jos, cât și direcția stânga-dreapta, pe axa timp. Nimic mai puțin adevărat!

Pentru a afla forma reală a acesteia am prelucrat fișierul IntCal20.14c, care conține expresia numerică a curbei de calibrare IntCal20 și care este un fișier de tip text, mai exact CSV (Comma Separated Values), care poate fi citit în orice editor de text sau program de calcul tabelar precum Excel. Acest fișier conține 55.001 rânduri de date, fiecare rând conținând, în ordine crescătoare, pornind de la anul -53.049,5 și până la anul 1950,5, valori exprimate în ani CE, corespondența dintre Anul Calendaristic CE, Anul BP și deviația standard a anului BP. Este o descriere sintetică extrem de elegantă a unui model matematic extrem de complicat la care au lucrat și lucrează încă¹⁸ specialiștii din grupul IntCal.

Anii calendaristici sunt toți aproximați la jumătatea acestora, cum ar veni la sfârșitul lui iunie în anii normali, respectiv începutul lui iulie în anii bisecți. Anii BP sunt aproximați cu o zecimală exactă, cum ar veni se cunoaște aproximativ luna anului BP modelat. La fel și deviația standard este aproximată tot cu o zecimală exactă.

Pentru a determina aspectul real al curbei IntCal20 pe intervalul 12.000 BP – 0 BP s-a generat efectiv în Excel365 matricea acesteia la rezoluția ei originală de 1 an X 0,1 an, începând de la -12.000,5 CE până la -0,5 CE pe axa X și de la 12.000 BP la 0 BP pe axa Y folosind capacitățile de programare VBA native din Excel365. Primele trei rânduri ale acestei matrici conțin informația transpusă din IntCal20.14c: primul rând conține anul calendaristic CE, al doilea rând conține anul BP corespunzător anului calendaristic și al treilea rând conține deviația standard a anului BP corespunzător anului calendaristic. Prima coloană a matricii conține anii BP de la 12.000 BP până la 0 BP în decremente de 0,1 ani. Fiecare celulă (x,y) - unde $x > 1$, $y > 3$ - a acestei matrici conține valoarea funcției probabilitate distribuție normală calculată pentru anul din linia y, media din rândul 2, coloana x și distribuția standard din rândul 3, coloana x. Ținând cont de limitările Excel365 care acceptă un număr maxim de 1.048.576 rânduri și 16.384 coloane și de durata de calcul

¹⁴ Stuiver et al. 1998.

¹⁵ Reimer et al. 2004.

¹⁶ Reimer et al. 2009.

¹⁷ Reimer et al. 2013.

¹⁸ Vezi discuția pe larg la Bronk Ramsey et al. 2023.

(foarte) mare de aproape 2 săptămâni, intervalul 12 kBP-0 kBP a fost spart în subintervalele 12 kBP-10 kBP, 10 kBP-8 kBP, 8 kBP-6 kBP, 6 kBP-5 kBP, 5 kBP-4 kBP, 4 kBP-3 kBP, 3 kBP-2 kBP, 2 kBP-1 kBP și 1 kBP-0 kBP. S-au prelucrat așadar $12.000 \times 100.000 = 1.200.000.000$ celule! Ulterior s-au procesat și datele din matricea $[0,5 \text{ CE} - 1950,5 \text{ CE}] \times [4000 \text{ BP} - 0 \text{ BP}]$, adică încă $1950 \times 40.000 = 7.800.000$ celule!

Fișierele rezultate au fost ulterior exportate într-un model virtual pentru vizualizare în formatul GIS xyz de tip text care conține 3 coloane: X – completat cu valoarea anului Calendaristic, Y – completat cu valoarea anului BP și Z – completat cu probabilitatea calculată pentru acesta exprimată în 10 ppm (adică înmulțită cu 100.000). S-au păstrat pentru eficiență în prelucrare și rațiuni de spațiu de stocare doar punctele al căror Z este mai mare sau egal cu 0,1 în valori exprimate în 10 ppm. Chiar și așa, numai datele rezultate în urma prelucrărilor din Excel 365 însumează 16,2 GB!

În felul acesta modelul virtual al curbei IntCal20 pe intervalul 12 kBP-0kBP a putut fi încărcat în software-ul de GIS GlobalMapper v24.1. Se poate folosi orice proiecție cartografică de tip cartezian, în cazul nostru am folosit în mod convențional Stereo70 pentru vizualizarea acestui model virtual. Coordonatele cursorului preluate în partea de jos a ecranului GlobalMapper vor afișa așadar la X (longitudine) anul CE exprimat în ani, la Y (latitudine) anul BP exprimat în ani și la Z (altitudine) probabilitatea anului CE exprimată în 10 ppm.

Curba de calibrare IntCal20 apare în acest spațiu virtual precum un „lanț muntos” (vezi Planșa 1) în care probabilitățile au elevații de peste 3500, cu clivaje câteodată bruște pe direcția sus-jos, extrem de diferită de imaginea sintetică a uniformității absolute oferită de OxCal... Asupra acestor „elevații” a fost aplicat shader-ul *Atlas Shader* și rezultatul este cel din Planșele 2-8, în care natura intimă a acestui relief tridimensional virtual se relevă sub forma acestor *valuri de timp probabilistic*, care au și inspirat titlul articolului.

Având în vedere modul de calcul al funcției distribuție de probabilitate explicat mai sus realizăm acum într-un mod mult mai intuitiv faptul că orice calibrare a unei datări radiocarbon (μ, σ) este în fapt o secțiune latitudinală transversală (pe direcția vest-est), în punctul de coordonate y egale cu valoarea μ , a modelului probabilistic IntCal20 subiacent, ponderată cu valoarea σ . Este echivalentul realizării unei operațiuni de calcul *Path Profile* pe modelul de elevații virtuale reprezentat de IntCal20 în orice software de GIS (vezi fig. 8).

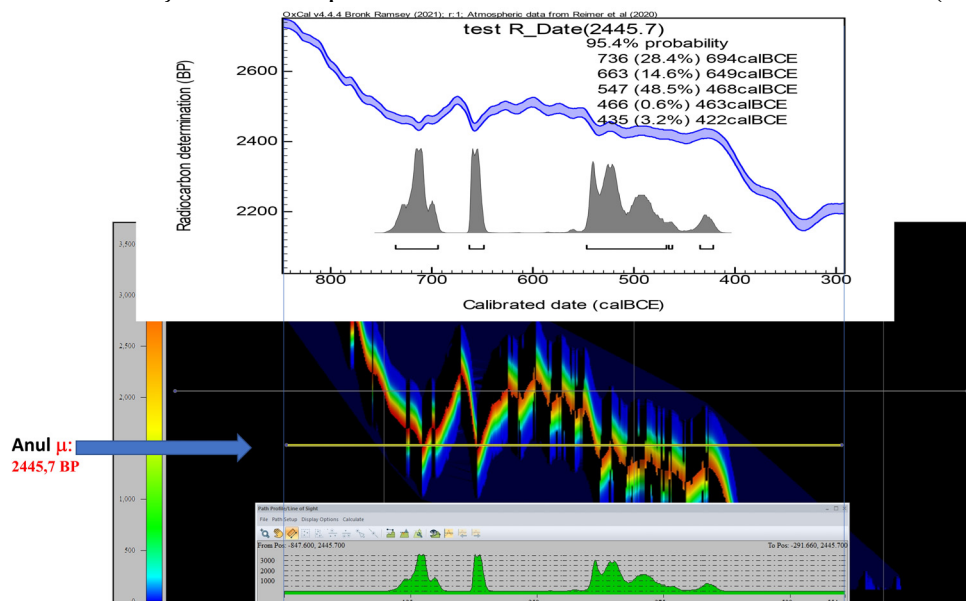


Fig. 8. Profil transversal al modelului virtual al curbei de calibrare IntCal20 în zona Platoului Hallstatt în anul 2445,7 BP pe intervalul $[-847,6 \text{ CE}, -291,7 \text{ CE}]$. Deasupra graficul funcției distribuție probabilitate

produs de OxCal 4.4 pentru același an 2445,7 BP, σ egal cu zero - adică pe curba IntCal20 - și același interval de afișare.

Aceasta explică de ce graficele funcțiilor distribuție de probabilitate la diferite valori σ pentru același μ au inflexiunile, atât cele superioare, cât și cele inferioare, în aceleași locuri (aceiași x reprezentând ani calendaristici CE), determinate de secțiunea latitudinală prin „coamele dealurilor”, respectiv prin „firul văilor” din acest model virtual. Este ca și cum s-ar folosi o hârtie de calc de grosime variabilă pentru a culege cu ajutorul unui creion cu mină moale modelul unei petroglife. Cu cât hârtia de calc este mai groasă (adică σ mai mare), cu atât modelul cules pe hârtie este mai slab imprimat, dar indiferent de grosimea hârtiei de calc va reprezenta întotdeauna aceeași realitate subiacentă (vezi fig. 9). Aceasta explică de ce maximum/maximalele probabilistice absolute ale funcției distribuție de probabilitate vor avea loc întotdeauna în același/aceiași ani calendaristici CE, care vor depinde absolut esențial de μ și absolut deloc de σ .

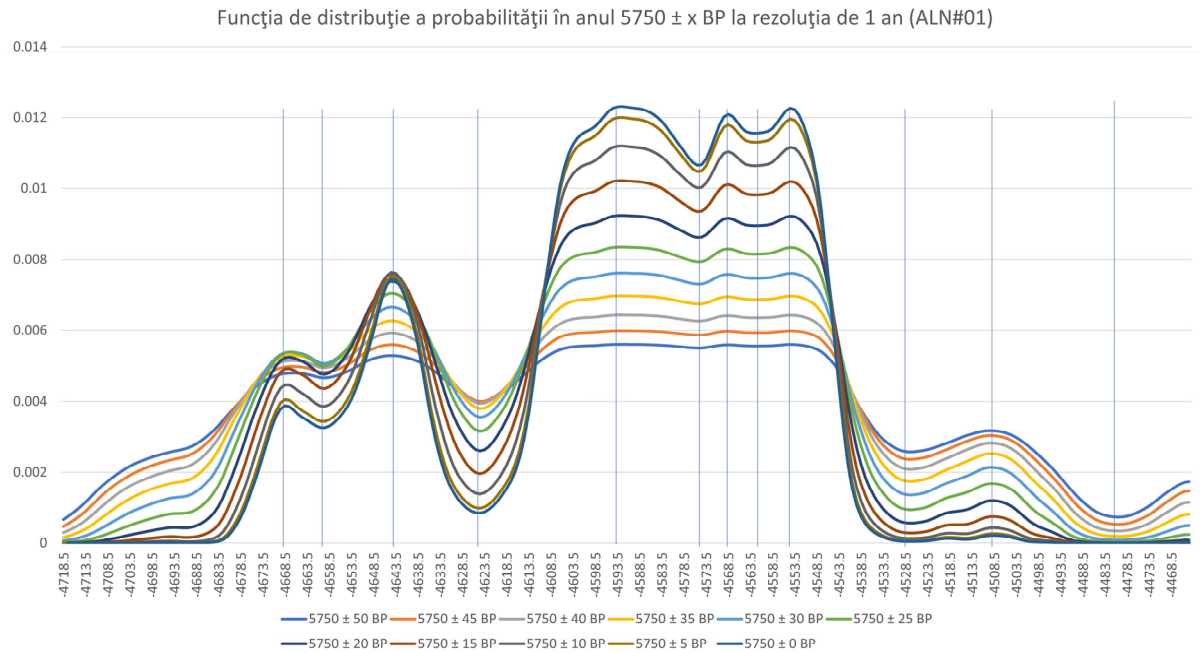


Fig. 9. Exemplificare comportament grafic al funcției de distribuție de probabilitate pentru prima determinare C^{14} de la Alba Iulia-Lumea Nouă, ALN#01¹⁹, cu σ în decremente de câte 5 ani.

Și mai realizăm un fapt important și anume că aceste calcule ar beneficia de precizie suplimentară dacă valorile (μ , σ) ar fi furnizate în viitor de către laboratoarele de măsurători AMS măcar cu o precizie de o zecimală exactă, care este precizia teoretică a modelului IntCal20!

Forma generală a acestui model urmează ca regulă de bază direcția NV-SE la un unghi de aproximativ -45 grade, nelipsind meandrări SV-NE, urmate de reveniri la direcția inițială. Cu cât „elevațiile” sunt mai ridicate, cu atât baza „muntelui” este mai strâmtă pe direcția N-S. Există însă zone, precum platoul Hallstatt, unde unghiul de „curgere” către SV se domolește brusc la cca. 0 - 10 grade, „altitudinile” scad mult, iar baza „dealurilor” se mărește mult pe direcția N-S (vezi Planșa 8). Lucrul acesta are de asemenea sens având în vedere că orice secțiune longitudinală, pe direcția nord-sud, relevă profilul funcției de distribuție normală, faimosul „clopot al lui Gauss”, cea care asociază anului respectiv calendaristic din IntCal20 un an BP și o abatere standard BP, iar integrala acesteia este întotdeauna 1 în IntCal20 și, respectiv, 100.000 în modelul nostru virtualizat al IntCal20.

¹⁹ Poz-19489, 5750 \pm 50 BP, *apud* Gligor 2007, 171, nota 63.

Suprafața fiind constantă, creșterile pe înălțime vor fi compensate corespunzător prin scăderi ale bazei și viceversa.

Ce ar putea cauza fluctuațiile pe care le observăm în structura acesteia?

Evenimentele Miyake

Definiție eveniment Miyake. Reamintim că datarea cu radiocarbon se bazează pe numărarea izotopilor de C^{14} prezenți într-o probă și raportarea acestuia la un etalon standard. La organismele vii influxul de C^{14} se oprește în momentul decesului și folosind timpul cunoscut de înjumătățire al atomilor radioactivi de carbon de cca. 5730 de ani se poate deduce anul în care a avut decesul respectivului organism. Principiul datării cu radiocarbon se bazează așadar în primul rând pe presupunerea existenței unei producții relativ constante de izotopi radioactivi de carbon în stratosfera Pământului de-a lungul timpului și în al doilea rând pe presupunerea unei difuzii relativ uniforme a acestuia în straturile atmosferice inferioare.

C^{14} se poate crea natural numai în straturile superioare ale atmosferei Pământului sub influența radiațiilor cosmice provenite de la Soare, stele și supernove din galaxii îndepărtate sau comete. Soarele însuși are un ciclu de activitate de 11 ani la sfârșitul căruia polii săi magnetici își interschimbă poziția, moment însoțit de activitate magnetică crescută, erupții și pete solare.

Măsurătorile de conținut de C^{14} din inelele anuale de creștere ale cedrilor din Japonia au arătat însă creșteri bruște ale acestor cantități în anumiți ani care nu aveau legătură cu ciclul solar. Aportul acesta brusc, semnificativ, de carbon radioactiv în atmosfera Pământului face ca probe de C^{14} provenind din anii imediat următori să nu poată fi deosebite de probe culese la câteva secole distanță după și poartă numele de *eveniment Miyake*, după numele descoperitoarei acestora în 2012²⁰.

Listă evenimente Miyake.

Sunt cunoscute până acum 6 astfel de evenimente Miyake care au lăsat urme la o scară globală, iar acestea au avut loc în anii 774 CE, 993 CE, 660 BCE, 5259 BCE, 5410 BCE și 7176 BCE (vezi planșa 9).

Influența evenimentelor Miyake asupra duratei anilor σ și preciziei medii a anilor σ

Aportul suplimentar de C^{14} în atmosferă și impactul său asupra calibrărilor C^{14} .

Exemple cu toate evenimentele Miyake.

O vedere de ansamblu a efectelor evenimentelor Miyake cunoscute asupra duratelor σ_1 și σ_2 în intervalul 12 kBP-0 kBP poate fi urmărită în planșele 10-11. Detalii despre efectele evenimentului Miyake din 7176 BCE pot fi vizualizate în fig. 10-11, iar despre efectele evenimentelor Miyake din 5410 BCE și 5259 BCE pot fi vizualizate în fig. 12-13. În general evenimentele Miyake sunt precursori unor scăderi bruște pe o perioadă foarte scurtă de timp, urmate de creșteri semnificative pe timp îndelungat a duratelor intervalelor σ_1 și σ_2 , un efect care s-ar putea descrie ca „o lovitură de bici” sau precum „un val provocat de un tsunami”.

²⁰ Pe larg în Zhang et al. 2022, 2-3.

Evenimentul Miyake din 7176 BCE

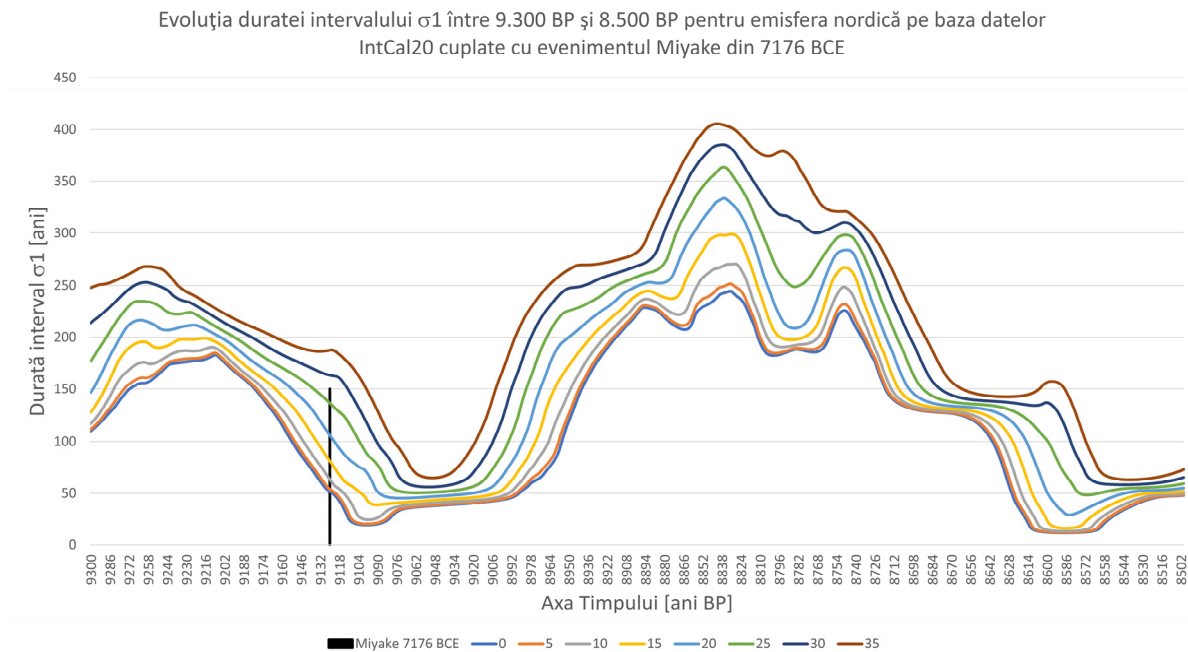


Fig. 10. Evoluția duratei intervalului σ_1 între 9.300 BP și 8.500 BP pentru emisfera nordică pe baza datelor IntCal20 cuplate cu evenimentul Miyake din 7176 BCE pentru abateri standard σ de la 0 la 35 de ani în incremente de 5 ani.

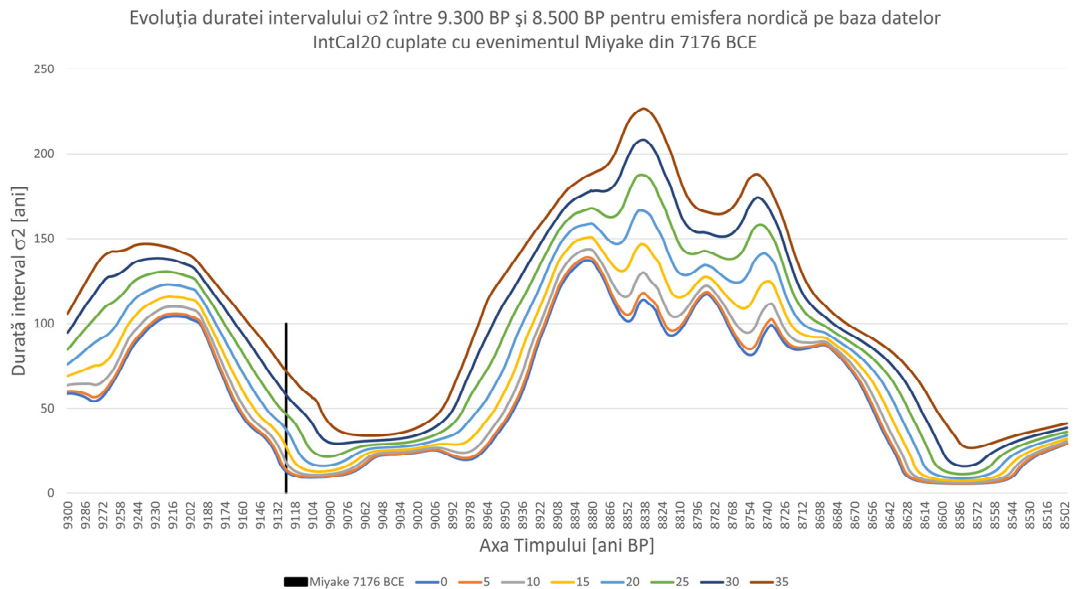


Fig. 11. Evoluția duratei intervalului σ_2 între 9.300 BP și 8.500 BP pentru emisfera nordică pe baza datelor IntCal20 cuplate cu evenimentul Miyake din 7176 BCE pentru abateri standard σ de la 0 la 35 de ani în incremente de 5 ani.

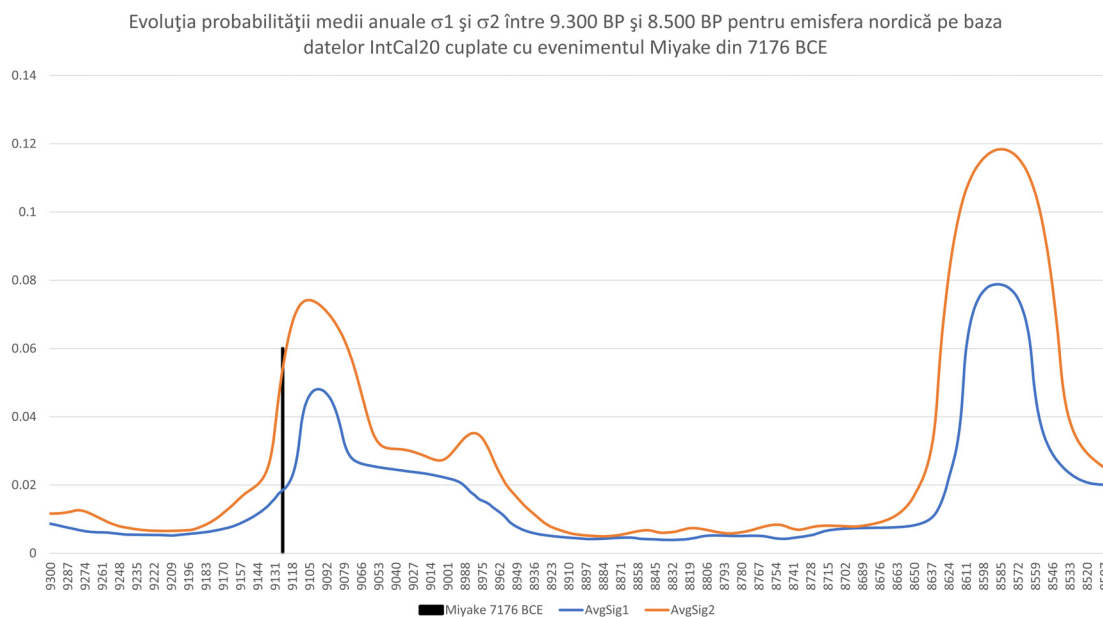


Fig. 12. Evoluția probabilității medii anuale σ_1 și σ_2 între 9.300 BP și 8.500 BP pentru emisfera nordică pe baza datelor IntCal20 cuplate cu evenimentul Miyake din 7176 BCE.

Se observă un platou de probabilități medii anuale σ_1 și σ_2 scăzute între 8950 BP și 8650 BP, iar acesta apare la un ecart temporal de aproape 200 de ani de la producerea evenimentului Miyake din 7176 BCE.

Evenimentele Miyake din 5410 BCE și 5259 BCE

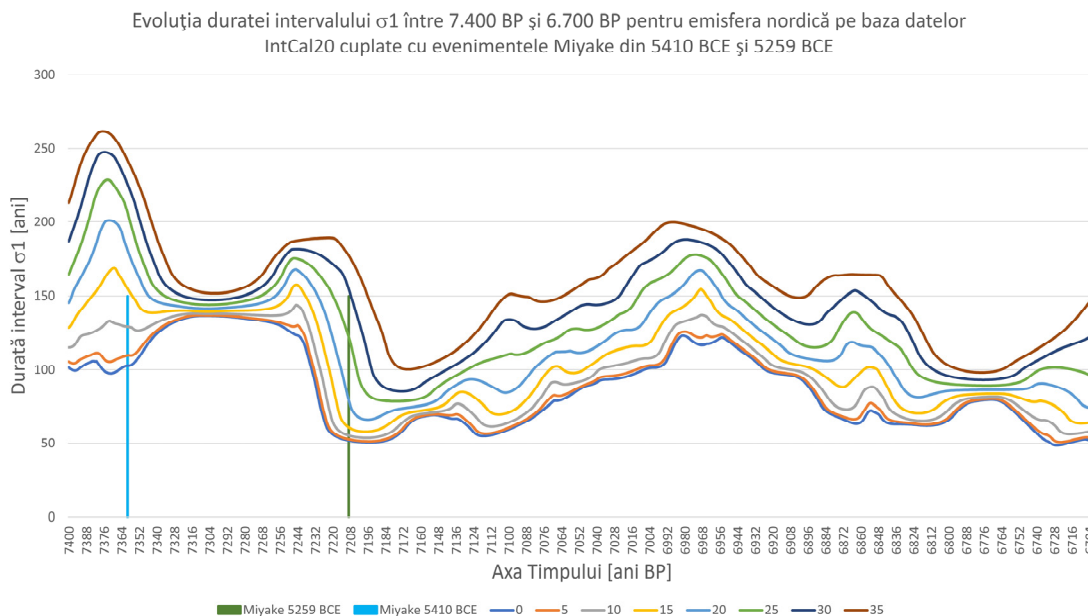


Fig. 13. Evoluția duratei intervalului σ_1 între 7.400 BP și 6.700 BP pentru emisfera nordică pe baza datelor IntCal20 cuplate cu evenimentele Miyake din 5410 BCE și 5259 BCE pentru abateri standard σ de la 0 la 35 de ani în incremente de 5 ani.

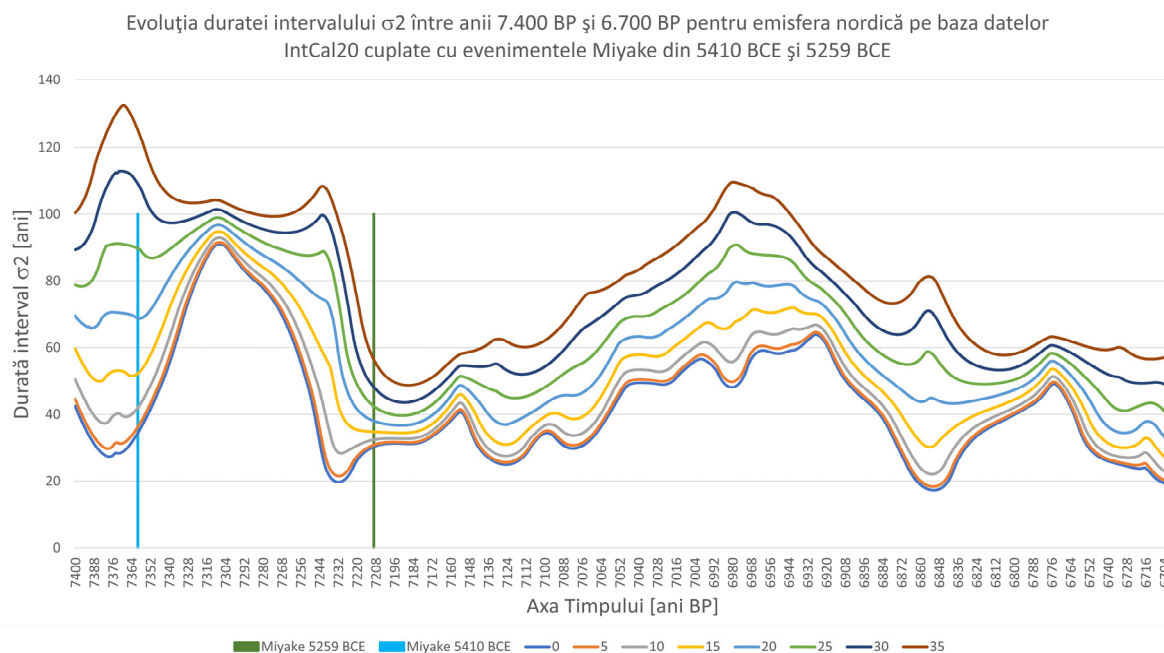


Fig. 14. Evoluția duratei intervalului σ_2 între anii 7.400 BP și 6.700 BP pentru emisfera nordică pe baza datelor IntCal20 cuplate cu evenimentele Miyake din 5410 BCE și 5259 BCE pentru abateri standard σ de la 0 la 35 de ani în incremente de 5 ani.

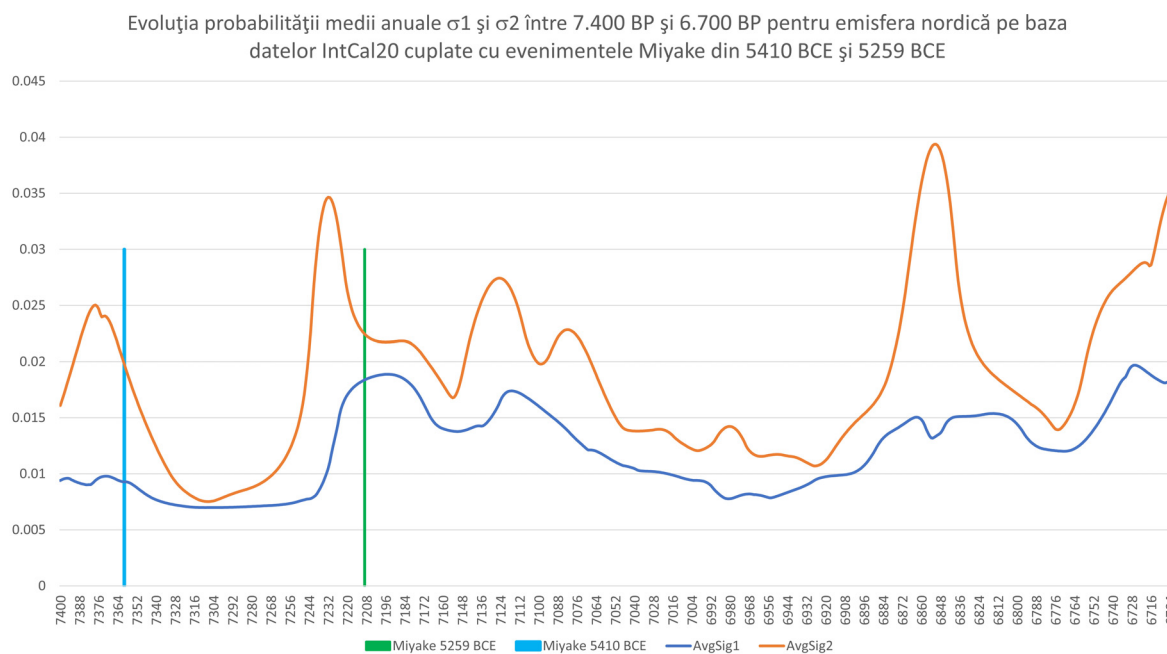


Fig. 15. Evoluția probabilității medii anuale σ_1 și σ_2 între 7.400 BP și 6.700 BP pentru emisfera nordică pe baza datelor IntCal20 cuplate cu evenimentele Miyake din 5410 BCE și 5259 BCE.

În urma evenimentului Miyake din 5410 se observă o scădere a probabilității medii anuale σ_2 pe platoul temporal cuprins între 7350 BP și 7250 BP.

Evenimentele Miyake din 774 CE și 993 CE

Evoluția duratei intervalului σ_1 între 1.200 BP și 700 BP pentru emisfera nordică pe baza datelor IntCal20 cuplate cu evenimentele Miyake din 774 CE și 993 CE

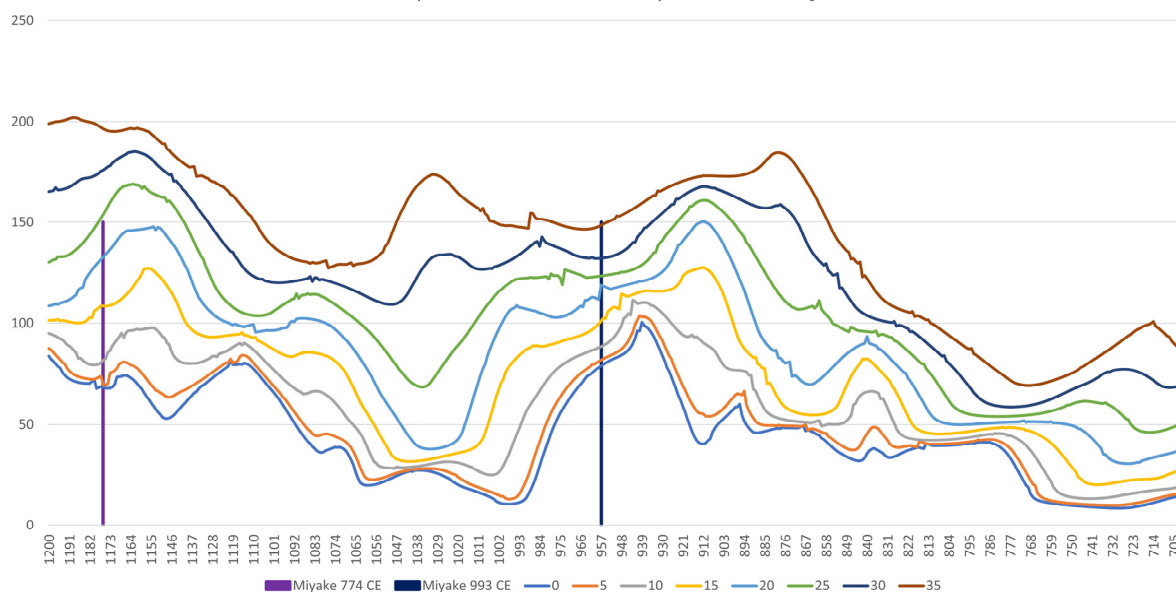


Fig. 16. Evoluția duratei intervalului σ_1 între 1.200 BP și 700 BP pentru emisfera nordică pe baza datelor IntCal20 cuplate cu evenimentele Miyake din 774 CE și 993 CE pentru abateri standard σ de la 0 la 35 de ani în incremente de 5 ani.

Evoluția duratei intervalului σ_2 între 1.200 BP și 700 BP pentru emisfera nordică pe baza datelor IntCal20 cuplate cu evenimentele Miyake din 774 CE și 993 CE

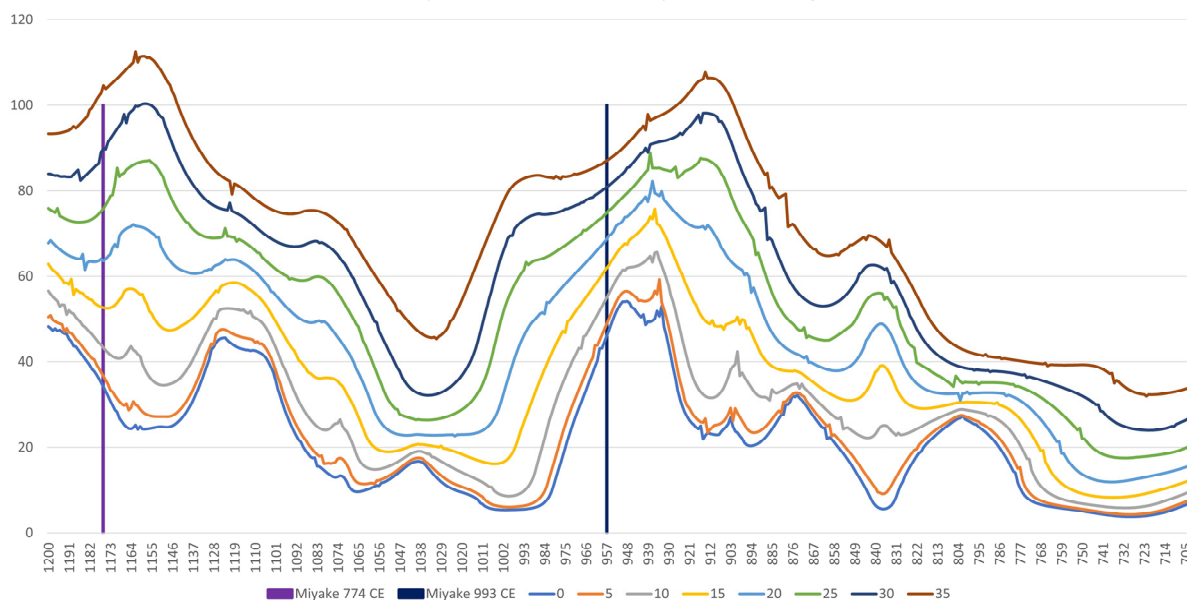


Fig. 17. Evoluția duratei intervalului σ_2 între 1.200 BP și 700 BP pentru emisfera nordică pe baza datelor IntCal20 cuplate cu evenimentele Miyake din 774 CE și 993 CE pentru abateri standard σ de la 0 la 35 de ani în incremente de 5 ani.

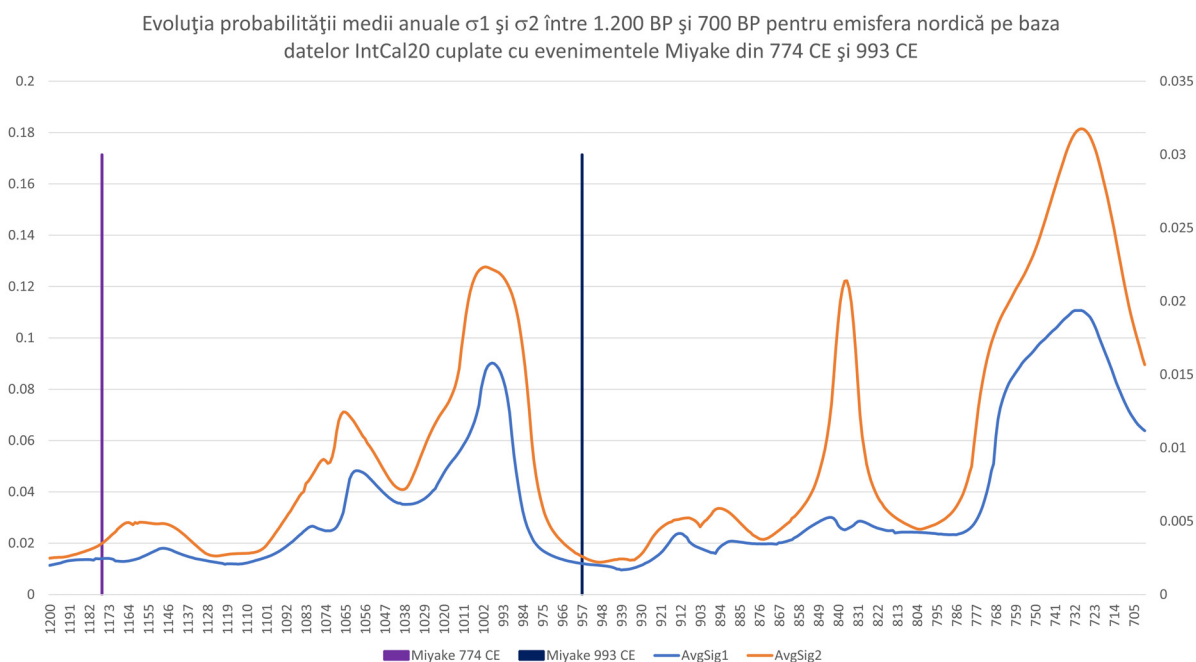


Fig. 18. Evoluția probabilității medii anuale σ_1 și σ_2 între 1.200 BP și 700 BP pentru emisfera nordică pe baza datelor IntCal20 cuplate cu evenimentele Miyake din 774 CE și 993 CE.

Evenimentul Miyake din 774CE este urmat de un platou de probabilități medii anuale σ_1 și σ_2 scăzute între anii 1.176 BP și 1.100 BP, iar evenimentul Miyake din 993CE este urmat de un platou de probabilități medii anuale σ_1 și σ_2 scăzute între anii 957 BP și 860 BP.

Evenimentul Miyake din 663BC. Cauze evenimente Miyake.

Unul dintre acestea a avut loc în 663 BCE²¹ (aprox. 2610 BP²²), când concentrația de C^{14} din atmosferă a suferit o creștere de 10‰ timp de 3-4 ani²³. Corelația între nivelurile crescute de C^{14} din inelele anuale de creștere ale copacilor și concentrațiile de izotopi de Be^{10} și Cl^{36} din calotele polare indica drept sursă a radiațiilor soarele²⁴. Evenimentul a fost o furtună solară enormă, cel mai probabil cauzată de 2 evenimente solare protonice²⁵ succedate la scurtă vreme²⁶ unul după celălalt, cu ejectare de masă coronară²⁷ cu un ordin de mărime mai puternică²⁸ decât orice eveniment solar cunoscut din epoca instrumentală.

²¹ Zhang et al. 2022, 9. În restul literaturii se vorbește de 660 BC, dar având în vedere că fenomenul a durat 3-4 ani faptul este explicabil.

²² O'Hare et al. 2019, 5961.

²³ Park et al. 2017, 1147, 1151-1152.

²⁴ Park et al. 2017, 1148; O'Hare et al. 2019, 5961; Zhang et al. 2022, 3.

²⁵ Engl. Solar Proton Event, SPE.

²⁶ Sakurai et al. 2020, 4.

²⁷ Engl. Coronary Mass Ejection, CME.

²⁸ O'Hare et al. 2019, 5961.

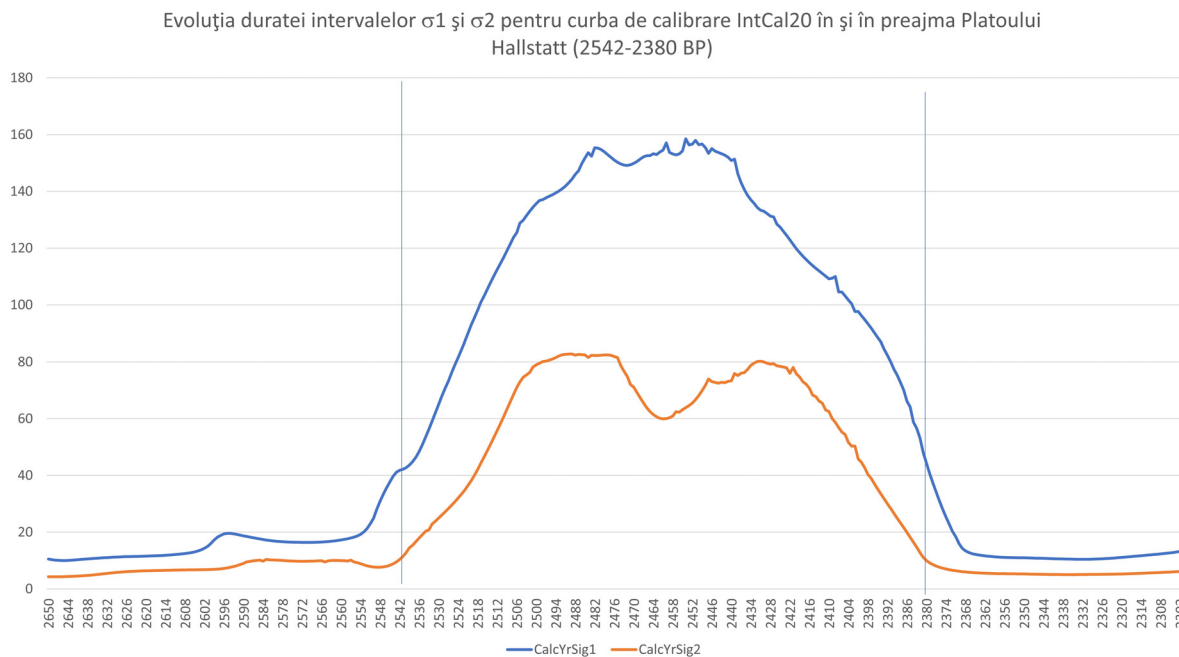


Fig. 19. Evoluția duratei intervalelor σ_1 și σ_2 pentru curba de calibrare IntCal20 în și în preajma Platoului Hallstatt (2542-2380 BP).

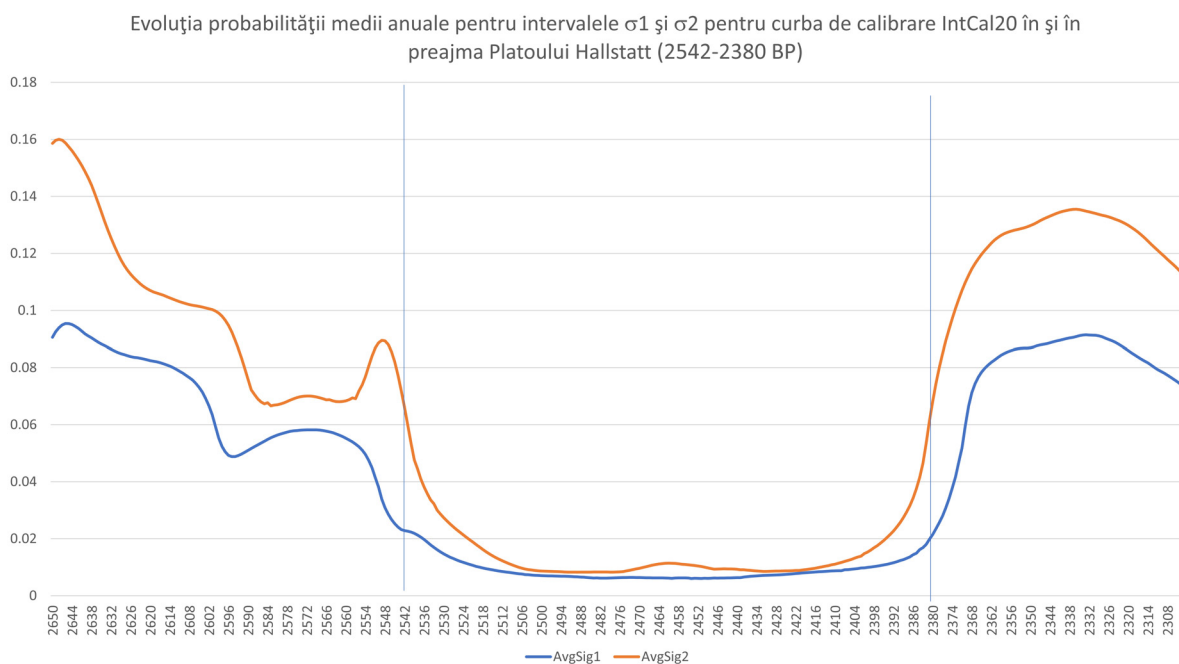


Fig. 20. Evoluția probabilității medii anuale pentru intervalele σ_1 și σ_2 pentru curba de calibrare IntCal20 în și în preajma Platoului Hallstatt (2542-2380 BP).

Manifestări observabile ale evenimentelor Miyake de-a lungul istoriei.

Fluxul de protoni astfel generat a fost deflectat de câmpul magnetic al pământului înspre latitudini sudice și a interacționat cu elementele chimice din atmosfera terestră pe măsură ce particulele de înaltă energie au pătruns în straturile joase ale atmosferei. Producția ulterioară de HO_x și NO_y (N , NO și NO_2) a dus la o scădere semnificativă²⁹ a conținutului de

²⁹ Evenimentul Miyake din 774 CE este estimat că a provocat o scădere de 8,5% a nivelului de ozon la nivel planetar (Zhang et al. 2022, 4).

ozon O₃ protector la nivelul întregii planete, cu efecte semnificative³⁰, dar nu catastrofice, asupra climei și biosferei.

Cea mai spectaculoasă manifestare a fenomenului ar fi fost însă apariția de aurore de culoare roșie³¹, purpurie, aurie, albă sau pe cinci culori³² pe cerul nocturn, vizibile chiar și la latitudini joase și pete pe discul solar³³ în timpul zilei. Ceea ce pentru societatea tehnologică de astăzi ar fi putut fi un eveniment catastrofal prin efectele sale asupra biosferei – expunere la radiații pentru călătorii din avioane și expunere sporită la radiații pentru biosfera de la nivelul solului - și rețelelor de transport date și energie, pentru oamenii care trăiau în acele timpuri trebuie să fi fost o amintire de neuitat³⁴.

Determinări C¹⁴ aparținând Platoului Hallstatt din spațiul intracarpatic.

Din arealul intracarpatic se încadrează în platoul Hallstatt (2542 BP – 2380 BP) următoarele determinări C¹⁴: Sâncrai-*Dălma lui Candin* (M25, Poz-95023³⁵: 2465 ± 35 BP; M68, Poz-95064³⁶: 2505 ± 35 BP; M53, Poz-95024³⁷: 2515 ± 35 BP; M32, MAMS- 35024³⁸: 2531 ± 19 BP; M91b, DeA-17506³⁹: 2523 ± 25 BP), *Vlaha-Pad*, CX 0375⁴⁰ (2521 ± 19 BP), *Simeria*⁴¹ (2516 ± 20 BP) și *Ariușd-Veczer*⁴² (Poz-145298: 2395 ± 35 BP).

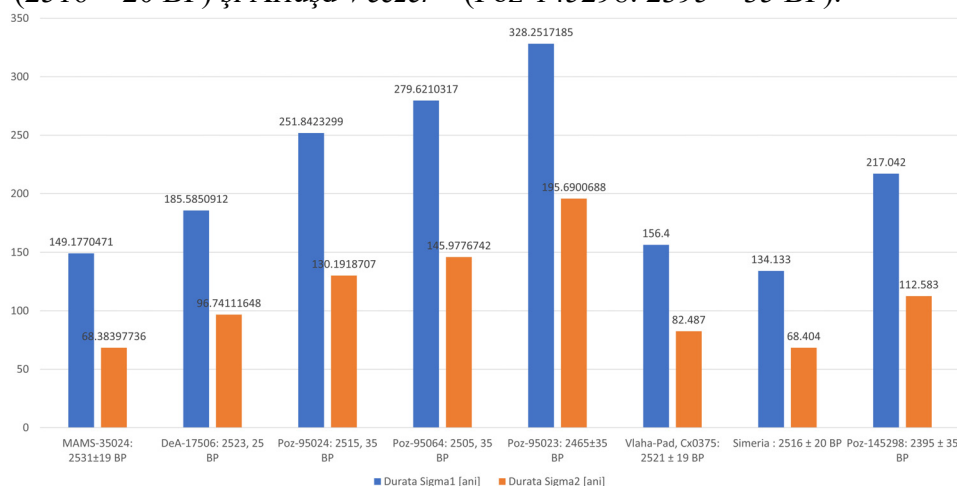


Fig. 21. Duratele intervalelor σ_1 și σ_2 la probele C¹⁴ prelevate din spațiul intracarpatic care se încadrează în platoul Hallstatt.

³⁰ Este estimată în cazul evenimentului Miyake din 775 CE o creștere cu 317% a radiației UV cu efecte serioase (eriteme) asupra pielii și o perturbare a creșterii plantelor (Airapetian et al. 2014, 265-266).

³¹ Cea mai veche descriere a unei aurore de culoare roșie data din timpul celui de-al 37-lea an al domniei lui Nabucodonosor al II-lea, în noaptea de 12-13 martie 567 BC (Stephenson et al. 2004, 6.15), la 96 de ani distanță de evenimentul Miyake în discuție. Cercetări de dată recentă (Hayakawa et al. 2016, 5) au surprins însă descrierea unei aurore de culoare roșie, “un foarte roșu curcubeu întins în est”, în 651 BCE, la doar 12 ani distanță.

³² Hayakawa et al. 2018, 3-7.

³³ O pată solară de dimensiuni impresionante este descrisă în 1770 CE și există 37 de observații astronomice referitoare la petele solare din 1730 CE. (Hayakawa et al. 2018, 2).

³⁴ Cronica Anglo-Saxonă descrie în 774 CE “un crucifix roșu după apusul soarelui” (Zhang et al. 2022, 4), iar surse descriu evenimentul din 15 februarie 1730 precum o “despărțire a cerurilor” (Hayakawa et al. 2018, 2), „o mare conflagrație”, „ca un foc între est și nord” (idem, 5).

³⁵ Balteș et al. 2024, 36.

³⁶ Balteș et al. 2024, 37.

³⁷ Balteș et al. 2024, 37.

³⁸ Balteș et al. 2024, 36.

³⁹ Rustoiu 2019, 58, fig. 9/2.

⁴⁰ Gogăltan 2019, 59, fig. 10.

⁴¹ Simion et al. 2019, 19.

⁴² Măndescu, Moței 2025, 116, fig. 4.

Efectul Platoului Hallstatt asupra calibrărilor datelor C^{14} cunoscute

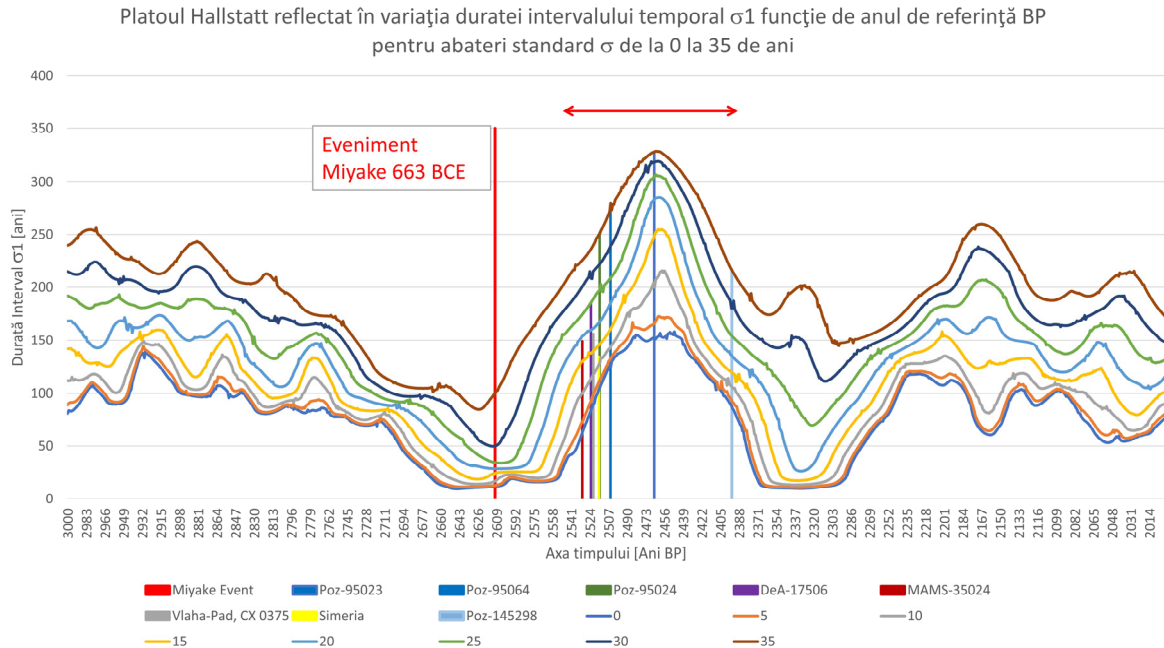


Fig. 22. Platoul Hallstatt reflectat în variația duratei intervalului temporal σ_1 funcție de anul de referință BP pentru abateri standard σ de la 0 la 35 de ani în incremente de 5 ani.

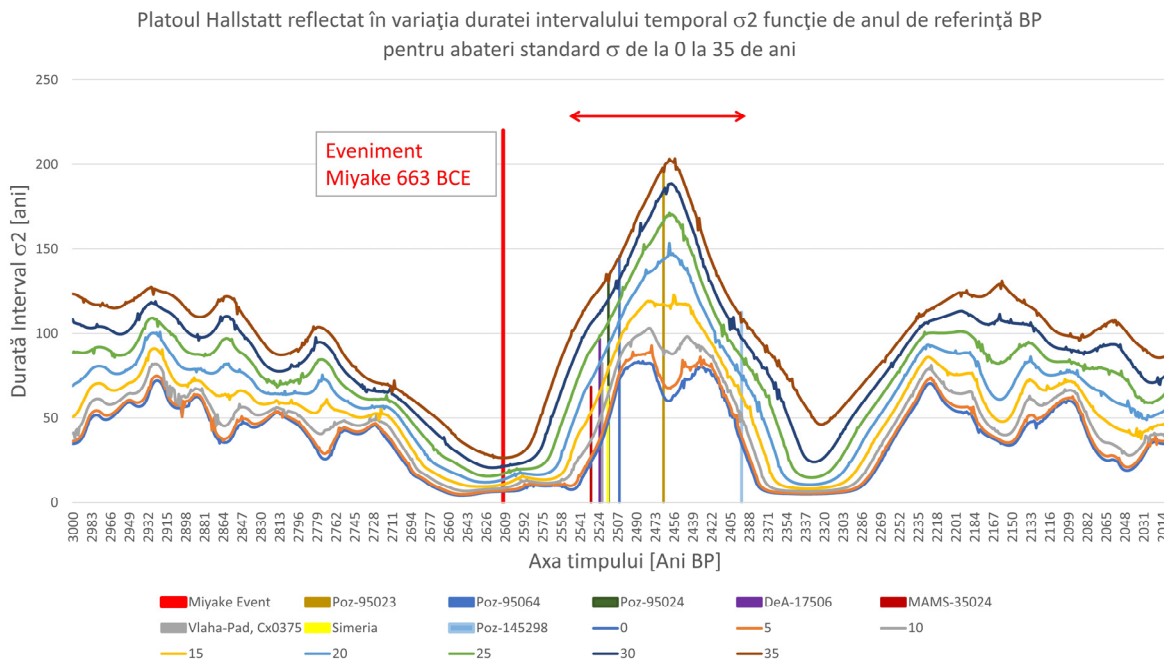


Fig. 23. Platoul Hallstatt reflectat în variația duratei intervalului temporal σ_2 funcție de anul de referință BP pentru abateri standard σ de la 0 la 35 de ani în incremente de 5 ani.

Concluzii

În această lucrare s-a introdus conceptul probabilității medii anuale a calibrărilor C^{14} pe intervalele σ_1 și σ_2 ca instrument pentru măsurarea preciziei calibrărilor radiocarbon, s-a explicat modul de calcul al acestora și s-a arătat influența anumitor evenimente Miyake în degradarea preciziei calibrărilor C^{14} . Instrumente și tehnici avansate de GIS au fost utilizate în premieră pentru explorarea naturii timpului probabilistic, așa cum este descris acesta de către ultima curbă de calibrare, IntCal20. Excel 365, care a beneficiat de suportul nativ Visual Basic, s-a dovedit un instrument extraordinar de puternic și valoros pentru toate prelucrările efectuate asupra datelor, care au fost apoi vizualizabile atât în PowerPoint365 (graficele) cât și în GlobalMapper (modelul virtual IntCal20).

Pentru toate perioadele de timp în care probabilitatea medie anuală σ_1 și σ_2 este foarte scăzută, indiferent că apare în urma unor evenimente Miyake sau nu, precizia calibrărilor C^{14} are de suferit sistemic, indiferent de câte eforturi se vor face în laboratoarele de determinare C^{14} pentru micșorarea abaterilor standard. Asemenea platouri de timp au fost constatate de către autori între 8950 BP și 8650 BP, între 7350 BP și 7250 BP, între 2542 și 2380 BP (Platoul Hallstatt), între 1176 BP și 1100 BP și între 957 BP și 860 BP, când ar putea fi corelate cu existența unor evenimente Miyake.

În aceste intervale de timp, presupunând cazul ideal al unor abateri standard nule, instrumentul matematic care stă la fundația acestora, cea mai nouă curbă de calibrare IntCal20, nu poate oferi mai mult întrucât presupunerea de bază pe care este fundamentată însăși teoria datărilor cu C^{14} , cea a uniformității generării și distribuirii izotopului de carbon în straturile superioare ale atmosferei, este contrazisă de măsurători.

Este posibil pe viitor ca revizuirea algoritmilor de construcție a datelor curbelor de calibrare, adăugarea de date noi sau revizuirea celor vechi să poată îmbunătăți marginal situația existentă pe areale regionale mai restrânse. Asupra noilor curbe IntCal se vor putea aplica la momentul respectiv același set de analize și criterii și se vor putea trage atunci concluzii asupra modificărilor rezultate.

BIBLIOGRAFIE

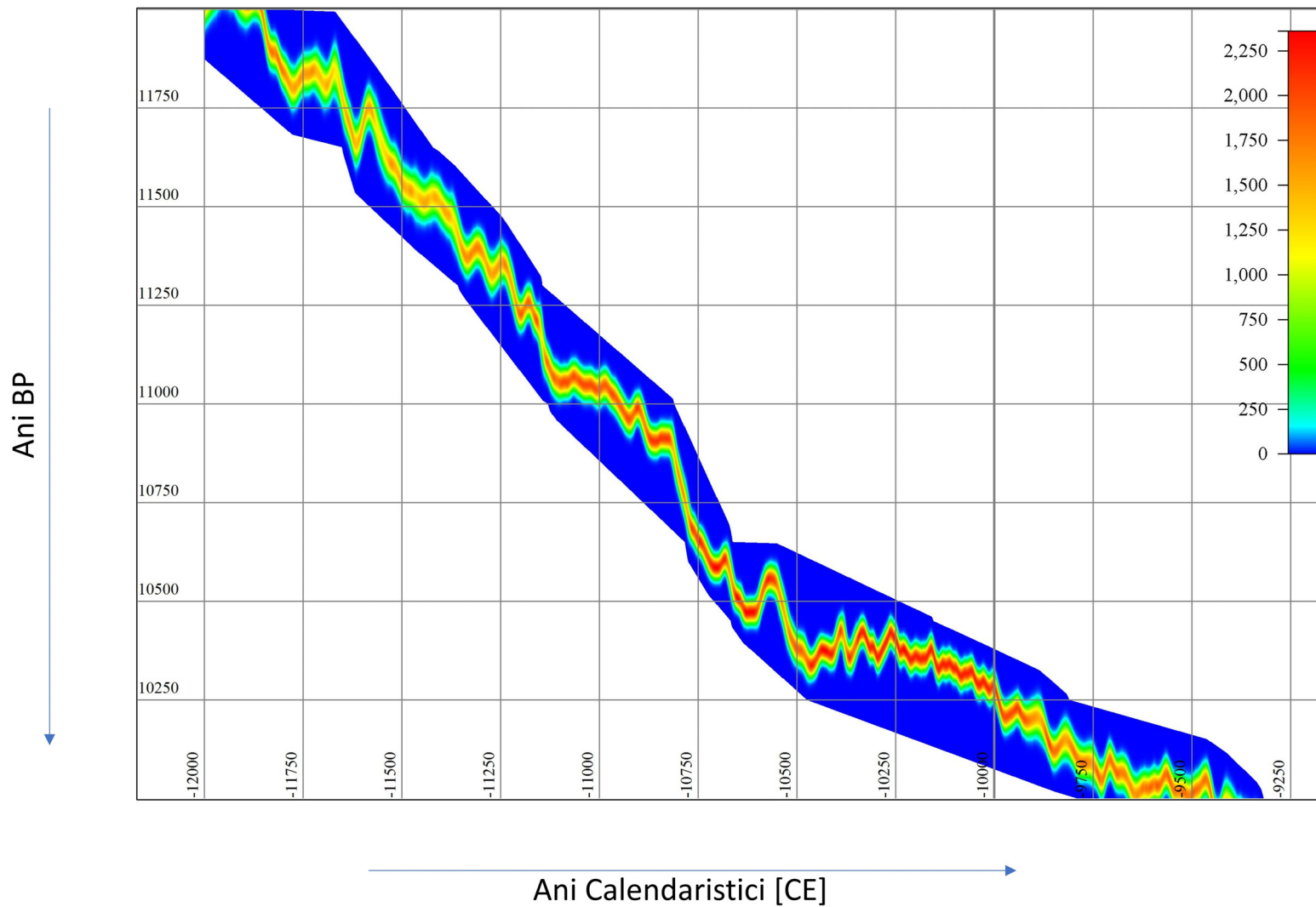
- Airapetian et al. 2014 V. S. Airapetian, A. Glocer, W. Danchi, *Magnetic Interaction of a Super-CME with the Earth's Magnetosphere: Scenario for Young Earth*. *Coolstars* 18, 2014, 257-268, http://www2.lowell.edu/workshops/coolstars18/articles/031-Airapetian+_CS18.pdf.
- Balteș et al. 2024 G.-D. Balteș, M. Gligor, M.-B. Condurățeanu, Cronologie relativă vs. cronologie absolută privitoare la orizontul Scitic din Transilvania. Necropola de la Sâncraii-Dâlma lui Candin (Jud. Alba). *Terra Sebus. Acta Musei Sabesiensis*, 16, 2024, 31-69, <https://doi.org/10.63578/terrasebus.2024.02>.
- Bronk Ramsey 2009 C. Bronk Ramsey. Bayesian Analysis of Radiocarbon Dates. *Radiocarbon*, Vol. 51(1), 2009, 337–360.
- Bronk Ramsey et al. 2023 C. Bronk Ramsey, F. Adolphi, W. Austin, E. Bard, A. Bayliss, M. Blaauw, H. Cheng, R. Lawrence Edwards, M. Friedrich, T. Heaton, A. Hogg, Q. Hua, K. Hughen, B. Kromer, S. Manning, R. Muscheler, J. Palmer, C. Pearson, P. Reimer, R. Reimer, D. Richards, M. Scott, J. Southon, C. Turney, L. Wacker. Development of the IntCal Database. *Radiocarbon*, 2023, 1–17 DOI:10.1017/RDC.2023.53.

- Condurăţeanu, Gligor 2022 M.-B. Condurăţeanu, M. Gligor. Modelarea peisajelor temporale probabilistice ale contextelor funerare eneolitice de la Alba Iulia-*Lumea Nouă*. *Studierea și interpretarea practicilor funerare din trecut. O perspectivă bioarheologică*, M. Gligor, A. Soficaru (eds.), Ed. Mega, Cluj-Napoca, 2022, 11-43.
- Gligor 2007 M. Gligor. Situl arheologic de la Alba Iulia-*Lumea Nouă*. Istoricul cercetărilor, *Annales Universitatis Apulensis*, Series Historica, 11(1), 2007, 161-178.
- Gogâltan 2019 Fl. Gogâltan. Despre cronologia absolută a Bronzului Târziu în Estul Bazinului Carpatic. *Tyragetia*, XIII [XXVIII], 2019, 1, 45-70.
- Hayakawa et al. 2016 H. Hayakawa, Y. Mitsuma, Y. Ebihara, A. D. Kawamura, H. Miyahara, H. Tamazawa, H. Isobe. Earliest Datable Records of Aurora-like Phenomena in the Astronomical Diaries from Babylonia. *Earth Planets and Space* 68(1), November 2016, 1-20, DOI: 10.1186/s40623-016-0571-5.
- Hayakawa et al. 2018 H. Hayakawa, Y. Ebihara, J. M. Vaquero, K. Hattori, V. M. S. Carrasco, M. de la Cruz Gallego, S. Hayakawa, Y. Watanabe, K. Iwahashi, H. Tamazawa, A. D. Kawamura, H. Isobe. A Great Space Weather Event in February 1730. *Astronomy, Astrophysics* 616, A177 (2018), 1-11, <https://doi.org/10.1051/0004-6361/201832735>.
- Jacobsson 2017 P. Jacobsson, W. D. Hamilton, G. Cook, A. Crone, E. Dunbar, H. Kinch, P. Naysmith, B. Tripney, S. Xu. Refining the Hallstatt Plateau: Short-Term 14C Variability and Small Scale Offsets in 50 Consecutive Single Tree-Rings from South West Scotland Dendro-Dated to 510–460 BC. *Radiocarbon*, 2017, 1–19, DOI:10.1017/RDC.2017.90.
- Jędrzejowski et al. 2025 M. Jędrzejowski, C. Hatté, M.-J.Nadeau, J. Pawlyta, AZ. Rakowski, D. Sieczkowska-Jacyna, A. Ustrzycka. How precise can the calibration of a single radiocarbon measurement be? *Radiocarbon*, 2025, 1–8, <https://doi.org/10.1017/RDC.2025.26>.
- O’Hare et al. 2019 P. O’Hare, F. Mekhaldi, F. Adolphi, G. Raisbeck, Al.Aldahan, E. Anderberg, J. Beer, M. Christl, S. Fahrni, H-A Synal, J. Park, G. Possnert, J. Southon, E. Bard., ASTER Team, R. Muschele. Multiradionuclide Evidence for an Extreme Solar Proton Event around 2,610 B.P. (~660 BC). *PNAS*, March 26, 2019, Vol. 116, no. 13, 5961–5966, <https://doi.org/10.1073/pnas.1815725116>.
- Park et al. 2017 J. Park, J. Southon, S. Fahrni, P. P. Creasman, R. Mewaldt. Relationship Between Solar Activity and $\Delta^{14}\text{C}$ Peaks in AD 775, AD 994, and 660 BC. *Radiocarbon*, Vol. 59, Nr 4, 2017, 1147–1156, DOI:10.1017/RDC.2017.59.
- Reimer et al. 2004 P. J. Reimer, M. G. Baillie, E. Bard, A. Bayliss, W. J. Beck, C. J. H. Bertrand, P. G. Blackwell, C. E. Buck, G. S. Burr, K. B. Cutler, P. E. Damon, R. L. Edwards, R. G. Fairbanks, M. Friedrich, T. P. Guilderson, A. G. Hogg, K. A. Hughen, B. Kromer, G. McCormac, S. Manning, C. Bronk Ramsey, R. W. Reimer, S. Remmele, J. R. Southon, M. Stuiver, S. Talamo, F. W. Taylor, J. Van Der Plicht, C. E. Weyhenmeyer. IntCal04 Terrestrial Radiocarbon Age Calibration, 0-26 cal kyr BP. *Radiocarbon*, Vol. 46, Nr. 3, 2004, 1029–1058.

- Reimer et al. 2009 P. J. Reimer, M. G. L. Baillie, E. Bard, A. Bayliss, J. W. Beck, P. G. Blackwell, C. Bronk Ramsey, C. E. Buck, G. S. Burr, R. L. Edwards, M. Friedrich, P. M. Grootes, T. P. Guilderson, I. Hajdas, T. J. Heaton, A. G. Hogg, K. A. Hughen, K. F. KAISER, B. Kromer, F. G. McCormac, S. W. Manning, R. W. Reimer, D. A. Richards, J. R. Southon, S. Talamo, C. S. M. Turney, J. Van Der Plicht, C. E. Weyhenmeyer. *IntCal09 and Marine09 Radiocarbon Age Calibration Curves, 0-50,000 Years cal BP. Radiocarbon*, Vol. 51, Nr. 4, 2009, 1111–1150.
- Reimer et al. 2013 P. J. Reimer, E. Bard, A. Bayliss, J. W. Beck, P. G. Blackwell, C. Bronk Ramsey, C. E. Buck, H. Cheng, R. L. Edwards, M. Friedrich, P. M. Grootes, T. P. Guilderson, H. Haflidason, I. Hajdas, C. Hatte, T. J. Heaton, D. L. Hoffman, A. G. Hogg, K. A. Hughen, K. F. Kaiser, B. Kromer, S. W. Manning, M. Niu, R. W. Reimer, D. A. Richards, E. M. Scott, J. R. Southon, C. S. M. Turney, J. Van Der Plicht. *IntCal13 and Marine13 Radiocarbon Age Calibration Curves, 0-50,000 Years cal BP. Radiocarbon*, Vol. 55, Nr. 4, 2013, 1869–1887.
- Reimer et al. 2020 P. J. Reimer, W.E.N. Austin, E. Bard A. Bayliss, P. G. Blackwell, C. Bronk Ramsey, M. Butzin, H. Cheng, R. L. Edwards, M. Friedrich, P. M. Grootes, T. P. Guilderson, I. Hajdas, C. Hatte, T. J. Heaton, A. G. Hogg, K. A. Hughen, B. Kromer, S. W. Manning, R. Muscheler, J. G. Palmer, C. Pearson, J. Van Der Plicht, R. W. Reimer, D. A. Richards, E. M. Scott, J. R. Southon C. S. M. Turney L. Wacker; F. Adolphi, U. Bunthen, M. Capano, S. M. Fahrni, A. Fogtmann-Schulz, R. Friedrich, P. Kohler, S. Kudsk, F. Miyake, J. Olsen, F. Reinig, M. Sakamoto, A. Sookdeo, S. Talamo. *The IntCal20 Northern Hemisphere Radiocarbon Age Calibration Curves, 0-55 cal kBP. Radiocarbon*, Vol 62, Nr. 4, 2020, 725–757.
- Rose et al. 2022 H. A. Rose, N. Müller-Scheeßel, J. Meadows, C. Hamann. *Radiocarbon Dating and Hallstatt Chronology: a Bayesian Chronological Model for the Burial Sequence at Dietfurt an der Altmühl ‘Tennisplatz’, Bavaria, Germany, Archaeological and Anthropological Sciences* (2022) 14:72, 1-18, <https://doi.org/10.1007/s12520-022-01542-1>.
- Rustoiu 2019 A. Rustoiu. *Archaeological Explorations of Magic and Witchcraft in Iron Age Transilvania*, Ed. Mega, Cluj-Napoca, 2019.
- Sakurai et al. 2020 H. Sakurai, F. Tokanai, F. Miyake, K. Horiuchi, K. Masuda, H. Miyahara, M. Ohyama, M. Sakamoto, T. Mitsutani, T. Moriya, *Prolonged Production of ¹⁴C during the ~660 BCE Solar Proton Event from Japanese Tree Rings, Scientific Reports*, 2020, 10:660, p. 1-8, <https://doi.org/10.1038/s41598-019-57273-2>.
- Simion et al. 2019 C. A. Simion, O. Gâza, T. Sava, C. Bonsall, A. Soficaru, A. Bălăşescu, C. Cristescu, I. Al. Bărbat. *Rezultate preliminare obținute din investigarea unor materiale osteologice umane de la sfârșitul Primei Epoci a Fierului din Sud-Vestul Transilvaniei. Cazul craniului de copil din necropola „scitică” de la Simeria, Simpozionul Național Mobilitate individuală și colectivă în Transilvania Epocii Fierului. Perspective interdisciplinare*, Cluj-Napoca, 2019, 18-20.

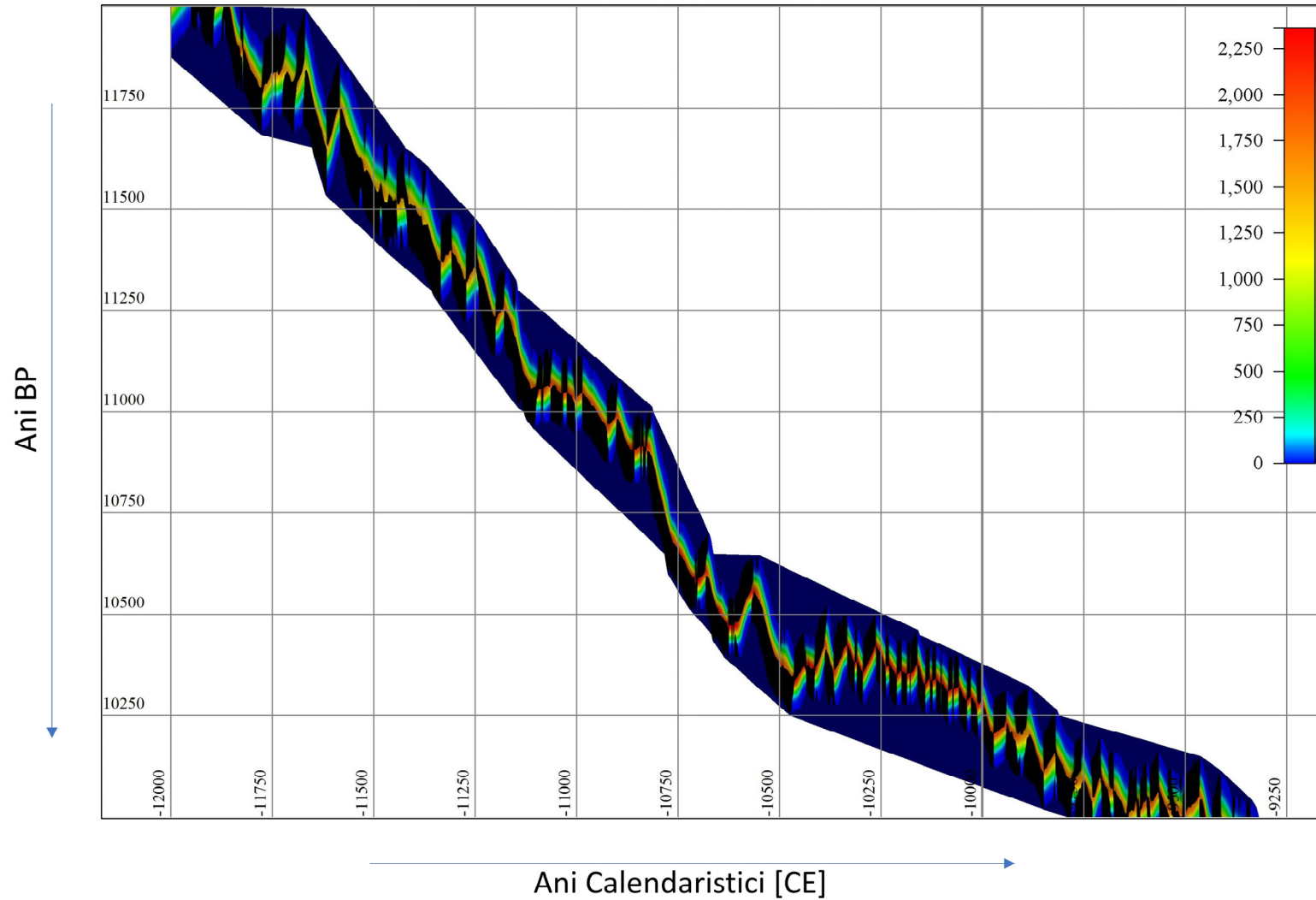
- Stephenson et al. 2004 F. R. Stephenson, D. M. Willis, T. J. Hallinan. The Earliest Datable Observation of the Aurora Borealis. *Astronomy, Geophysics*, Vol. 45, Issue 6, December 2004, 6.15–6.17, <https://doi.org/10.1046/j.1468-4004.2003.45615.x>.
- Stuiver et al. 1998 M. Stuiver, P. J. Reimer, E. Bard, W. J. Beck, G. S. Burr, K. A. Hughen, B. Kromer, G. McCormac, J. Van Der Plicht, M. Spurk, INTCAL98 Radiocarbon Age Calibration, 24,000--0 cal BP. *Radiocarbon*, Vol. 40, Nr. 3, 1998, 1041-1083.
- Zhang et al. 2022 Q. Zhang, U. Sharma, J.A. Dennis, A. Scifo, M. Kuitens, U. Büntgen, M. J. Owens, M. W. Dee, B. J. S. Pope. Modelling Cosmic Radiation Events in the Tree-Ring Radiocarbon Record. *Proceedings of the Royal Society A* 478: 20220497, 2022, 5961-5966. <https://doi.org/10.1098/rspa.2022.0497>.

Modelul virtual 2D al IntCal20 între 12 kBP – 10 kBP



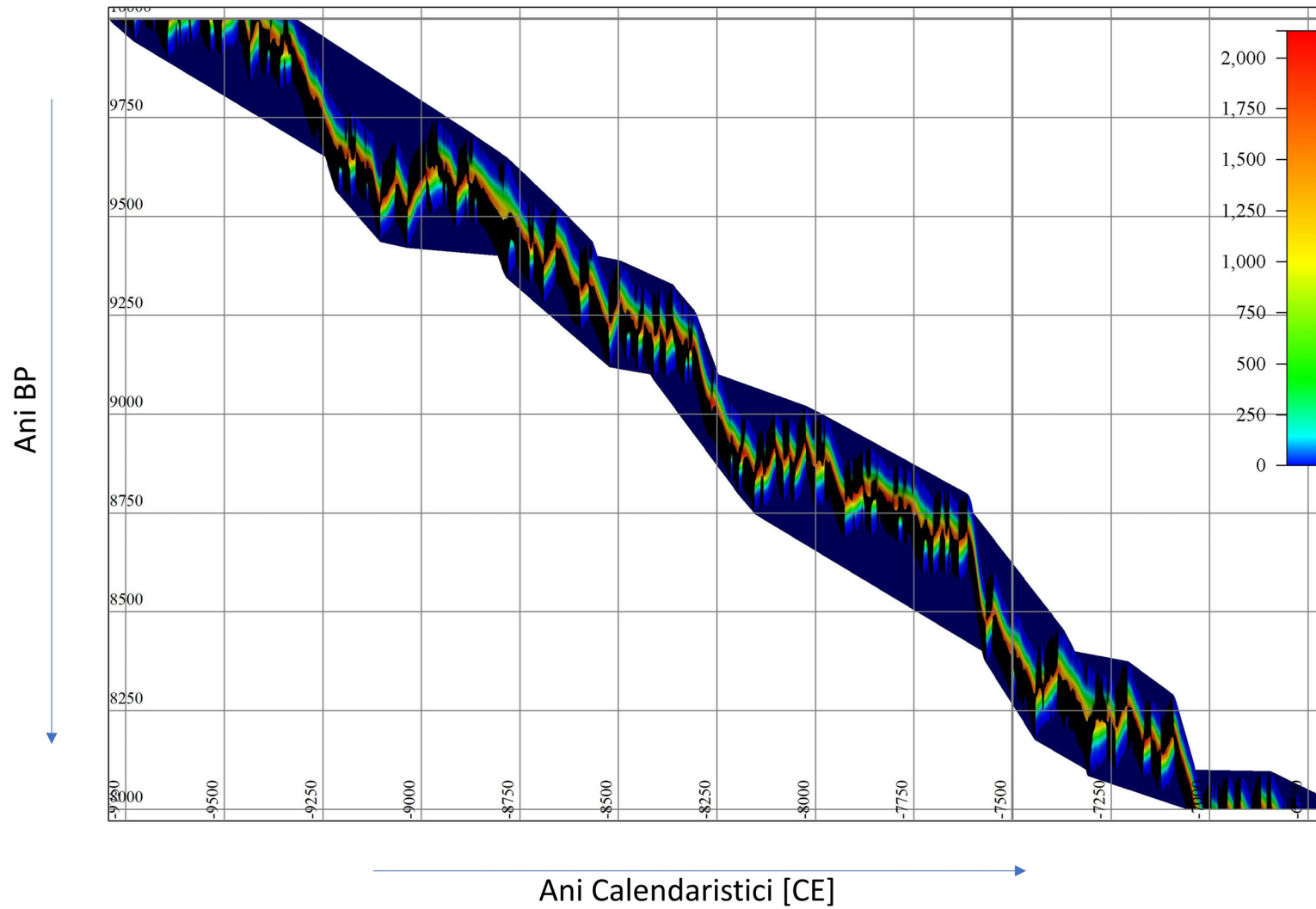
Plasa 1. Modelul virtual 2D al IntCal20 între 12 kBP – 10 kBP.

Modelul virtual 3D al IntCal20 între 12 kBP – 10 kBP



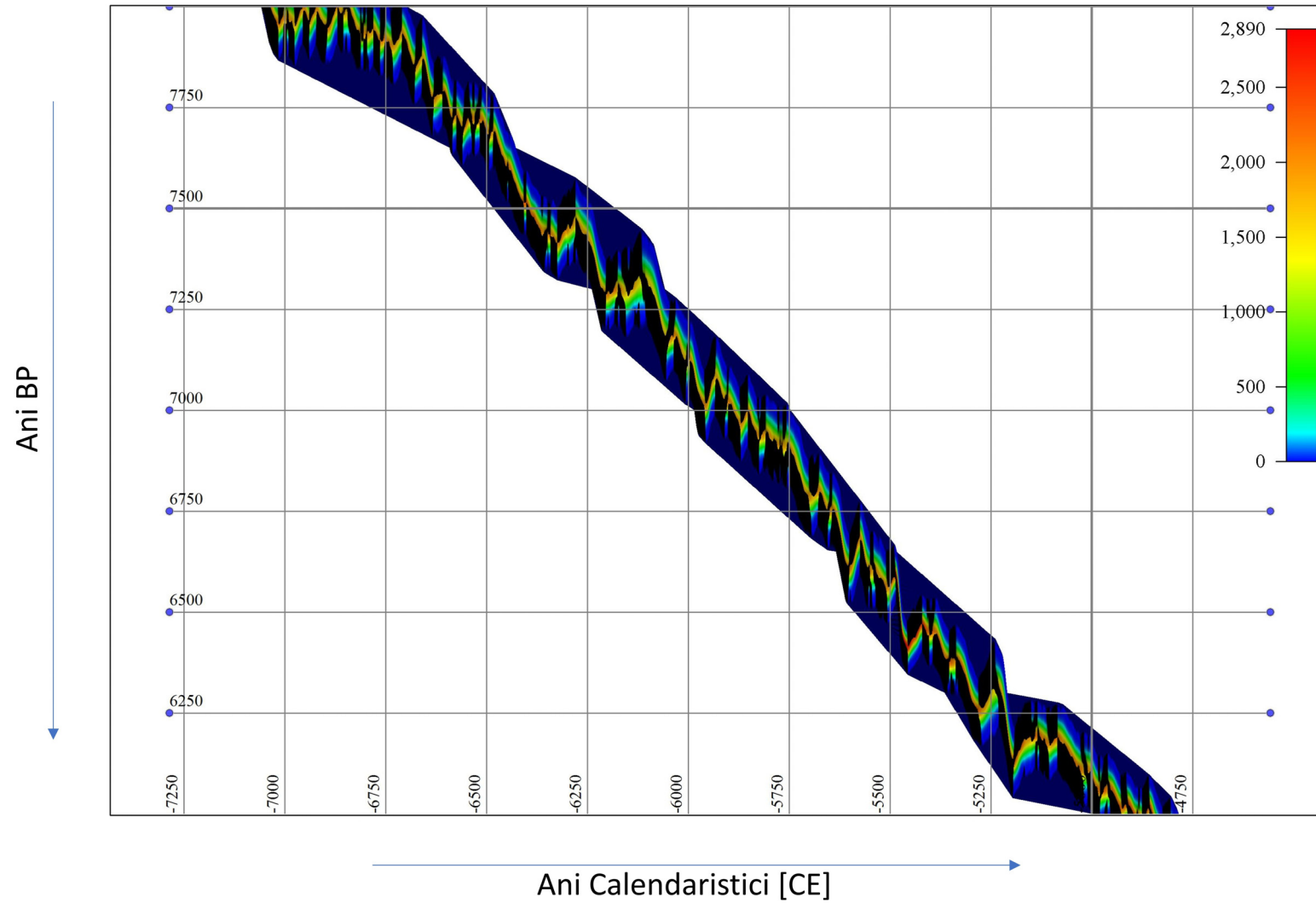
Plasa 2. Modelul virtual 3D al IntCal20 între 12 kBP – 10 kBP.

Modelul virtual 3D al IntCal20 între 10 kBP – 8 kBP



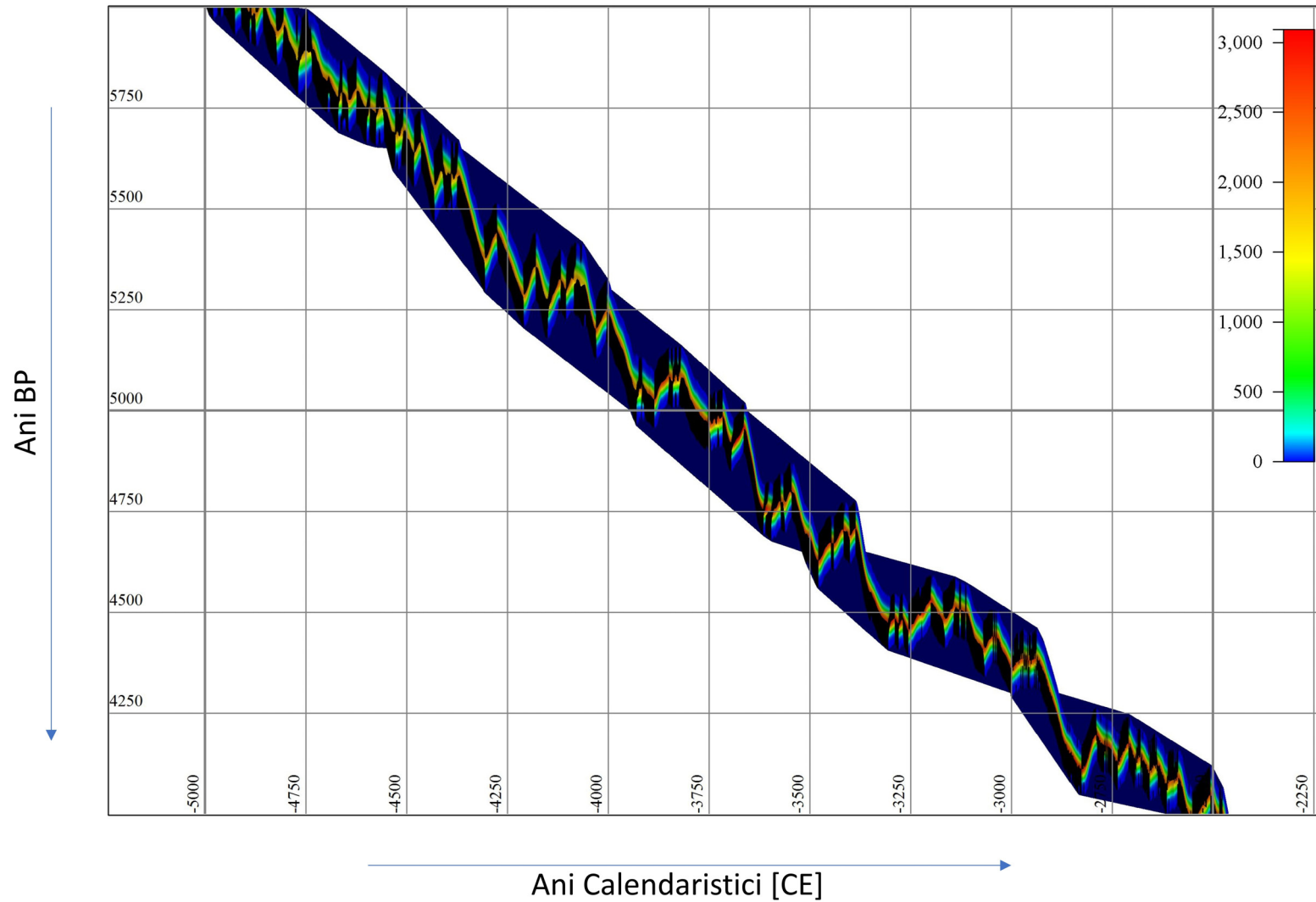
Planșa 3. Modelul virtual 3D al IntCal20 între 10 kBP – 8 kBP.

Modelul virtual 3D al IntCal20 între 8 kBP – 6 kBP



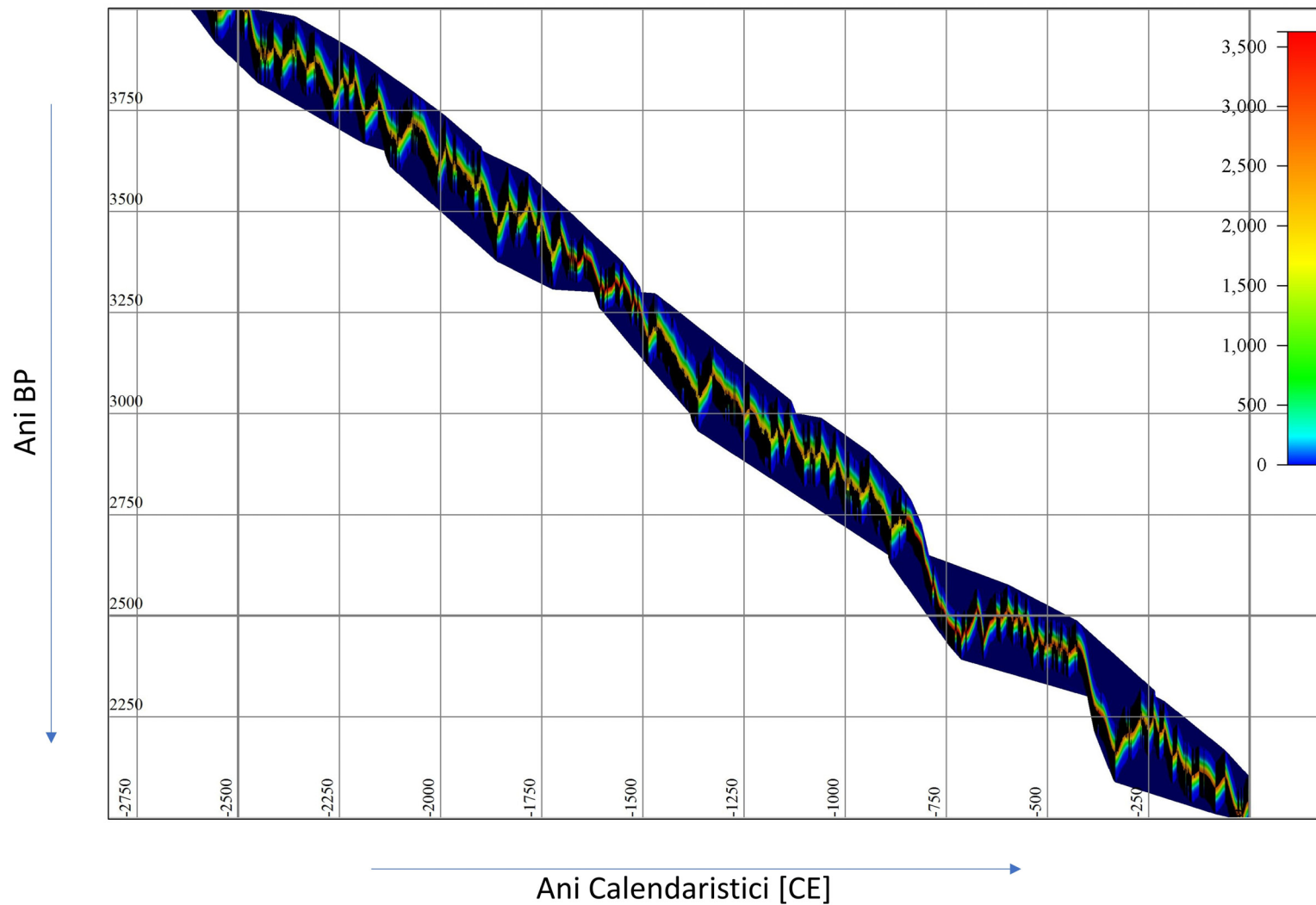
Plasa 4. Modelul virtual 3D al IntCal20 între 8 kBP – 6 kBP.

Modelul virtual 3D al IntCal20 între 6 kBP – 4 kBP



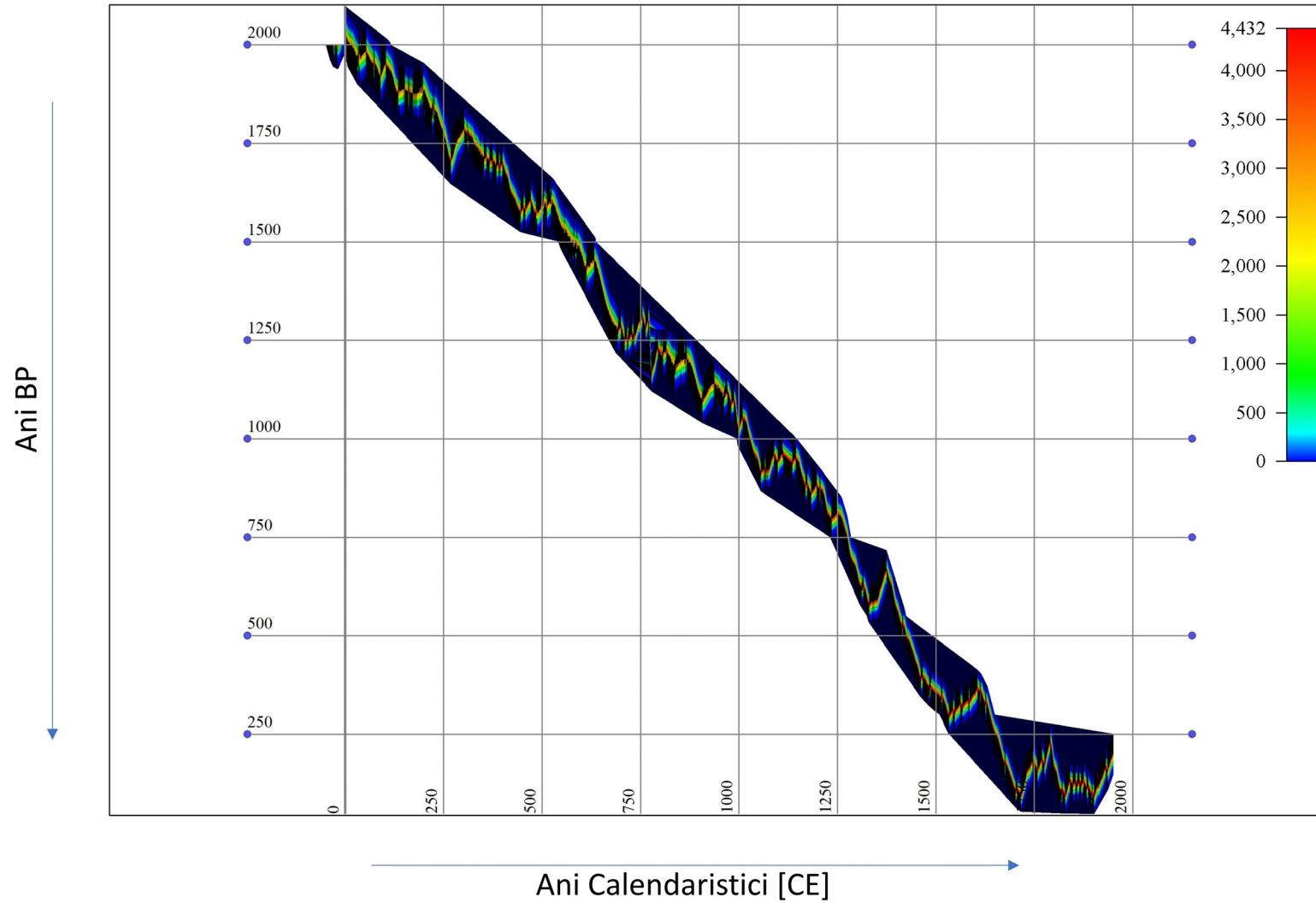
Planșa 5. Modelul virtual 3D al IntCal20 între 6 kBP – 4 kBP.

Modelul virtual 3D al IntCal20 între 4 kBP – 2 kBP



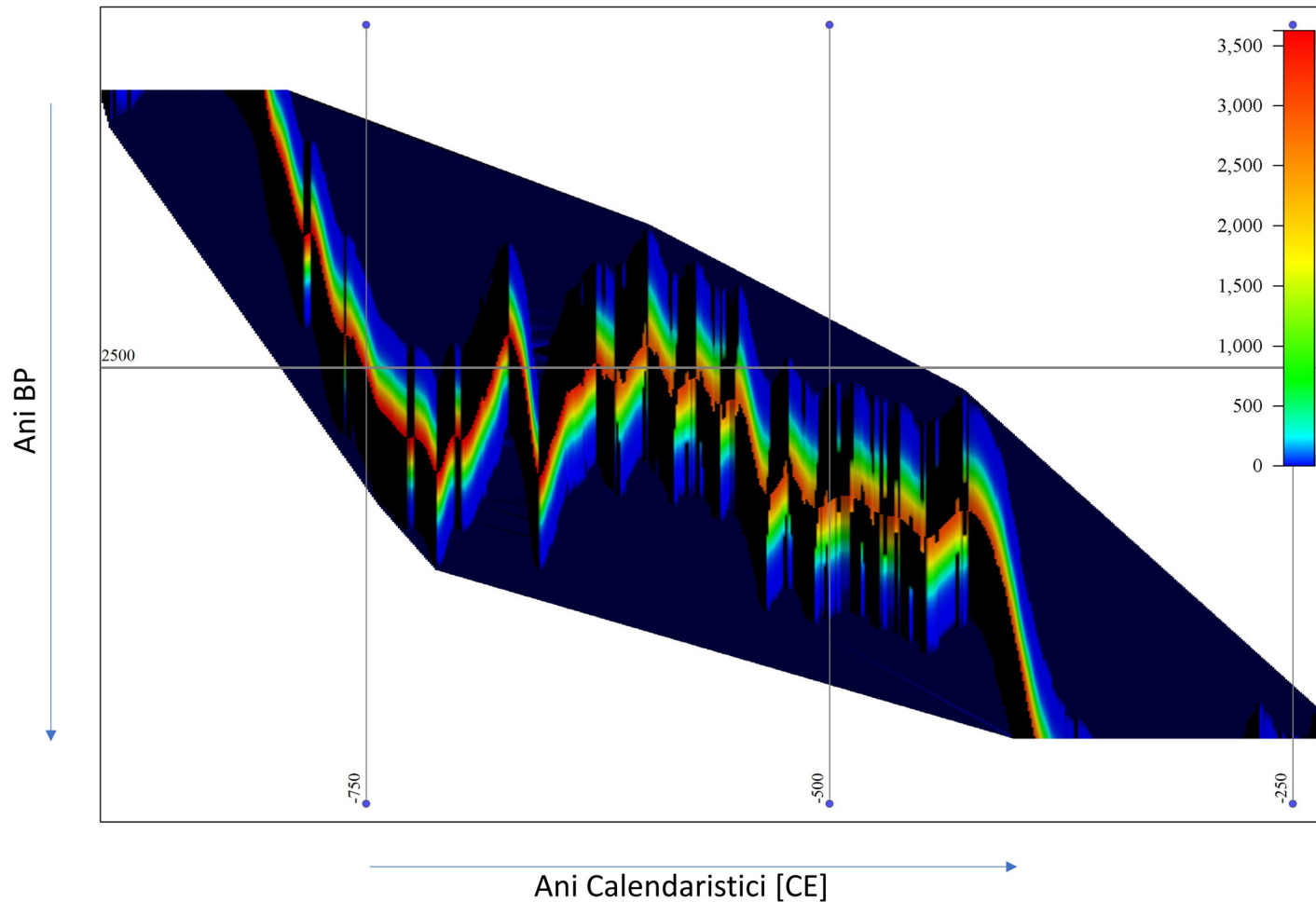
Planșa 6. Modelul virtual 3D al IntCal20 între 4 kBP – 2 kBP.

Modelul virtual 3D al IntCal20 între 2 kBP – 0 kBP și dincolo

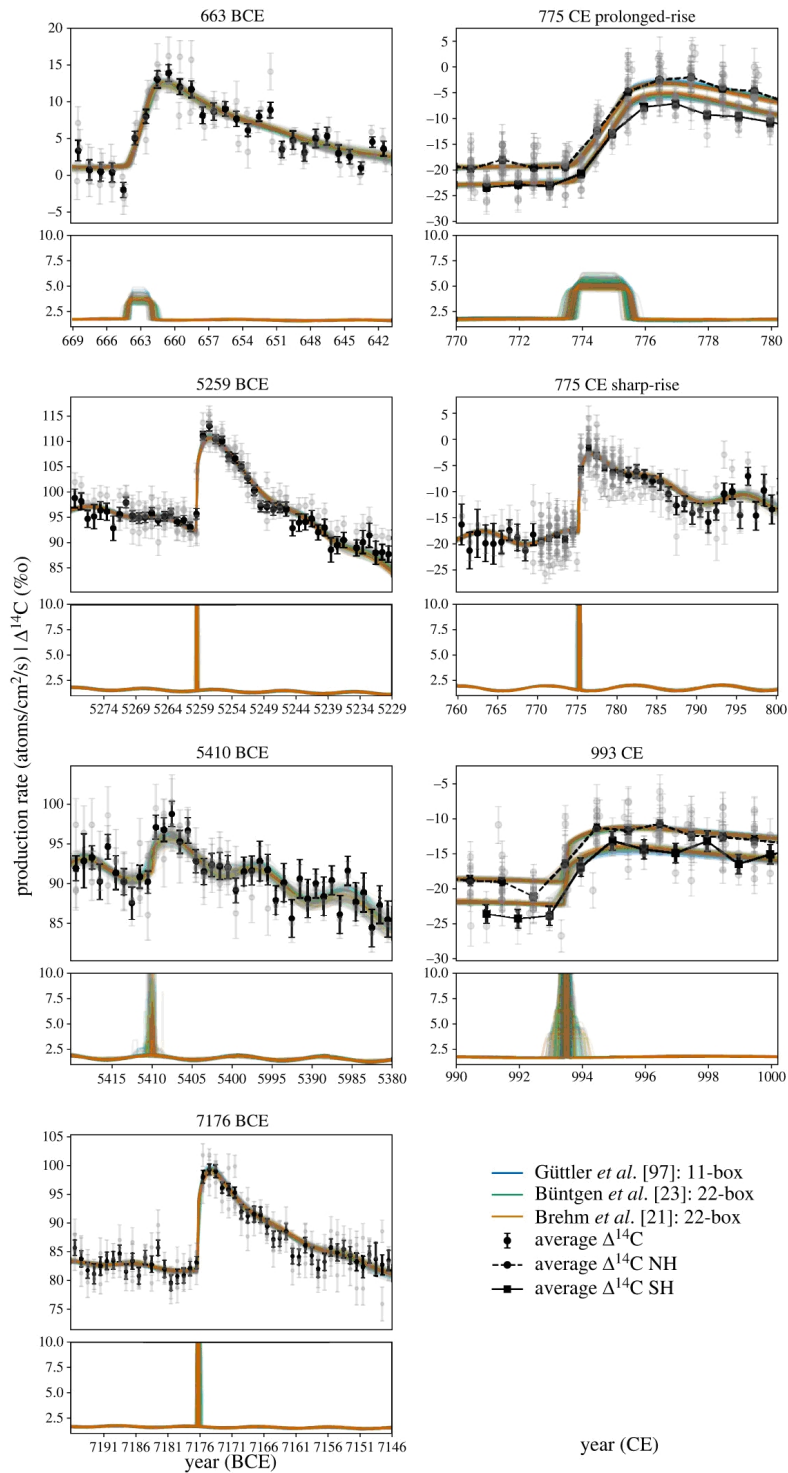


Planșa 7. Modelul virtual 3D al IntCal20 între 2 kBP – 0 kBP și dincolo.

Modelul virtual 3D al IntCal20 în și în preajma platoului Hallstatt



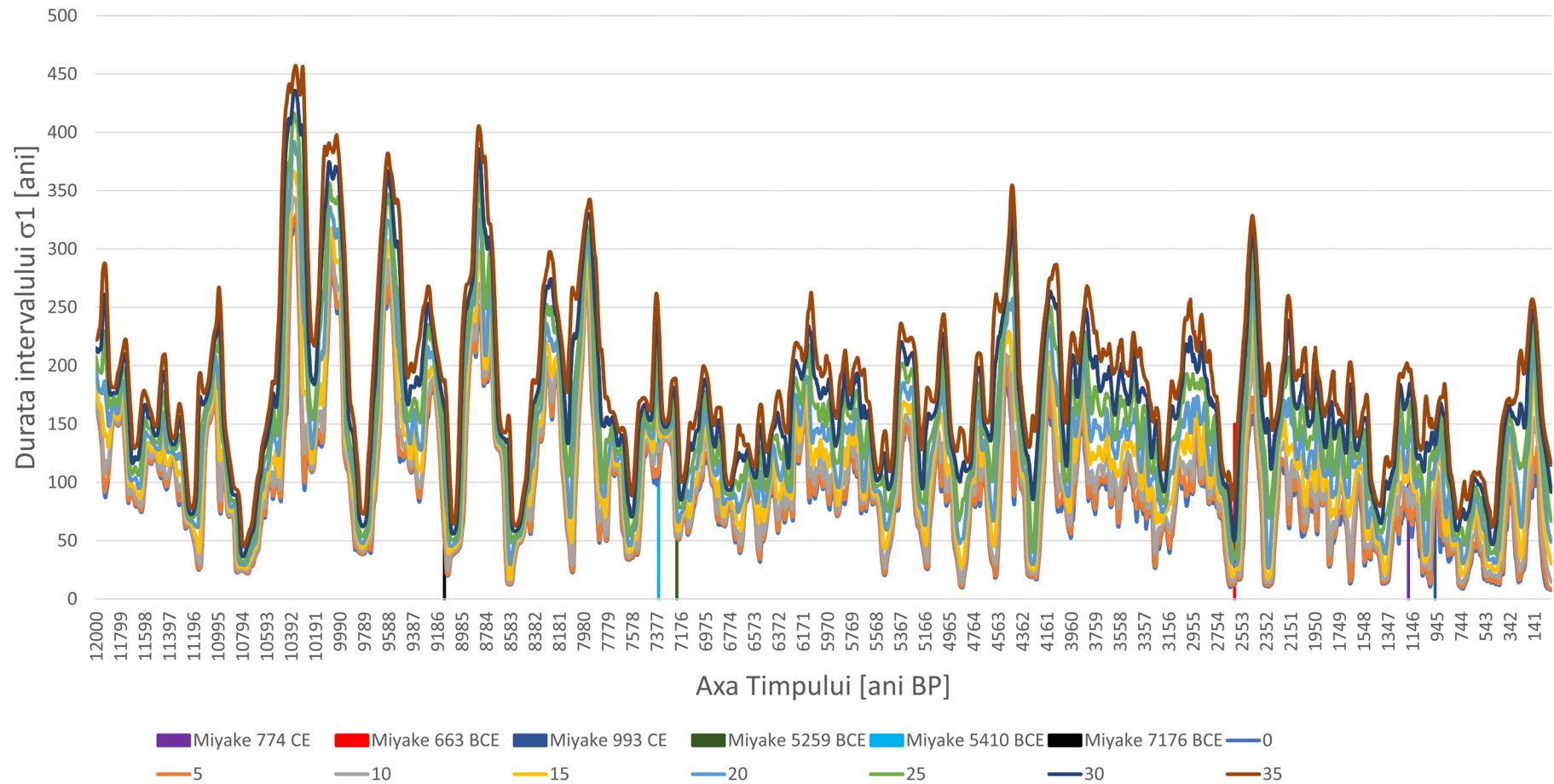
Planșa 8. Modelul virtual 3D al IntCal20 în și în preajma platoului Hallstatt.



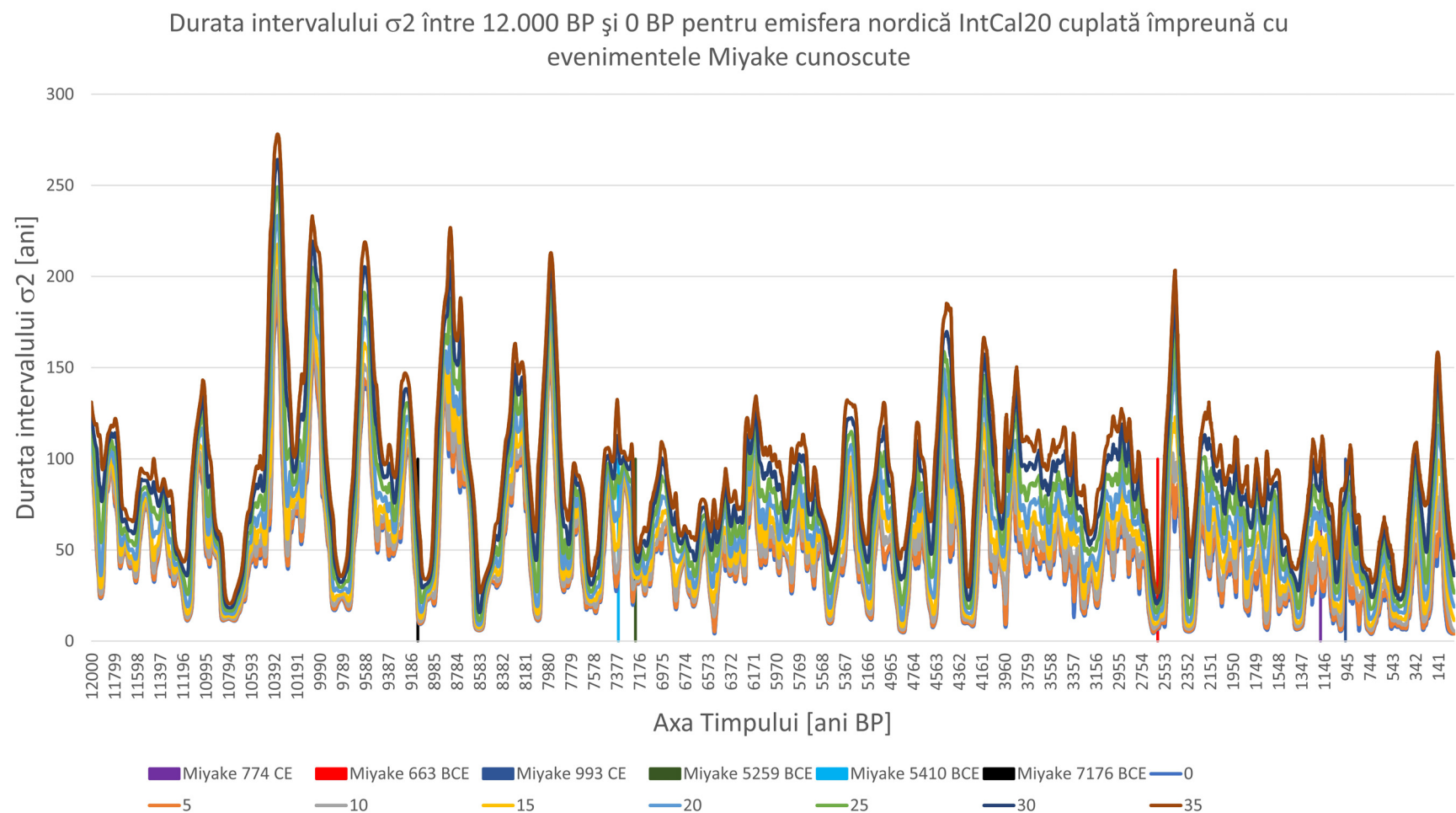
Planșa 9. Rezultatele ajustării MCMC ale modelului parametric al evenimentelor Miyake cunoscute.

La fiecare imagine sunt prezentate în partea de sus datele privind inelele arboricole (arbori individuali în gri, media în negru) și în partea de jos modelarea ratei de producție a radiocarbonului extrase din eşantioanele MCMC posterioare corespunzătoare, cu aceleași bare colorate. *Apud Zhang et al. 2022, p. 9, fig. 1.*

Durata intervalului σ_1 între 12.000 BP și 0 BP pentru emisfera nordică folosind curba de calibrare IntCal20 cuplată cu evenimentele Miyake cunoscute



Planșa 10. Durata intervalului σ_1 între 12.000 BP și 0 BP pentru emisfera nordică folosind curba de calibrare IntCal20 cuplată cu evenimentele Miyake cunoscute pentru abateri standard σ de la 0 la 35 de ani în incremente de 5 ani.



Plasa 11. Durata intervalului σ_2 între 12.000 BP și 0 BP pentru emisfera nordică IntCal20 cuplată împreună cu evenimentele Miyake cunoscute pentru abateri standard σ de la 0 la 35 de ani în incremente de 5 ani.