

**Zapis zmian  
hydrologicznych i  
klimatycznych w  
obszarach krasowych  
polski południowej na  
podstawie badań  
izotopowych**

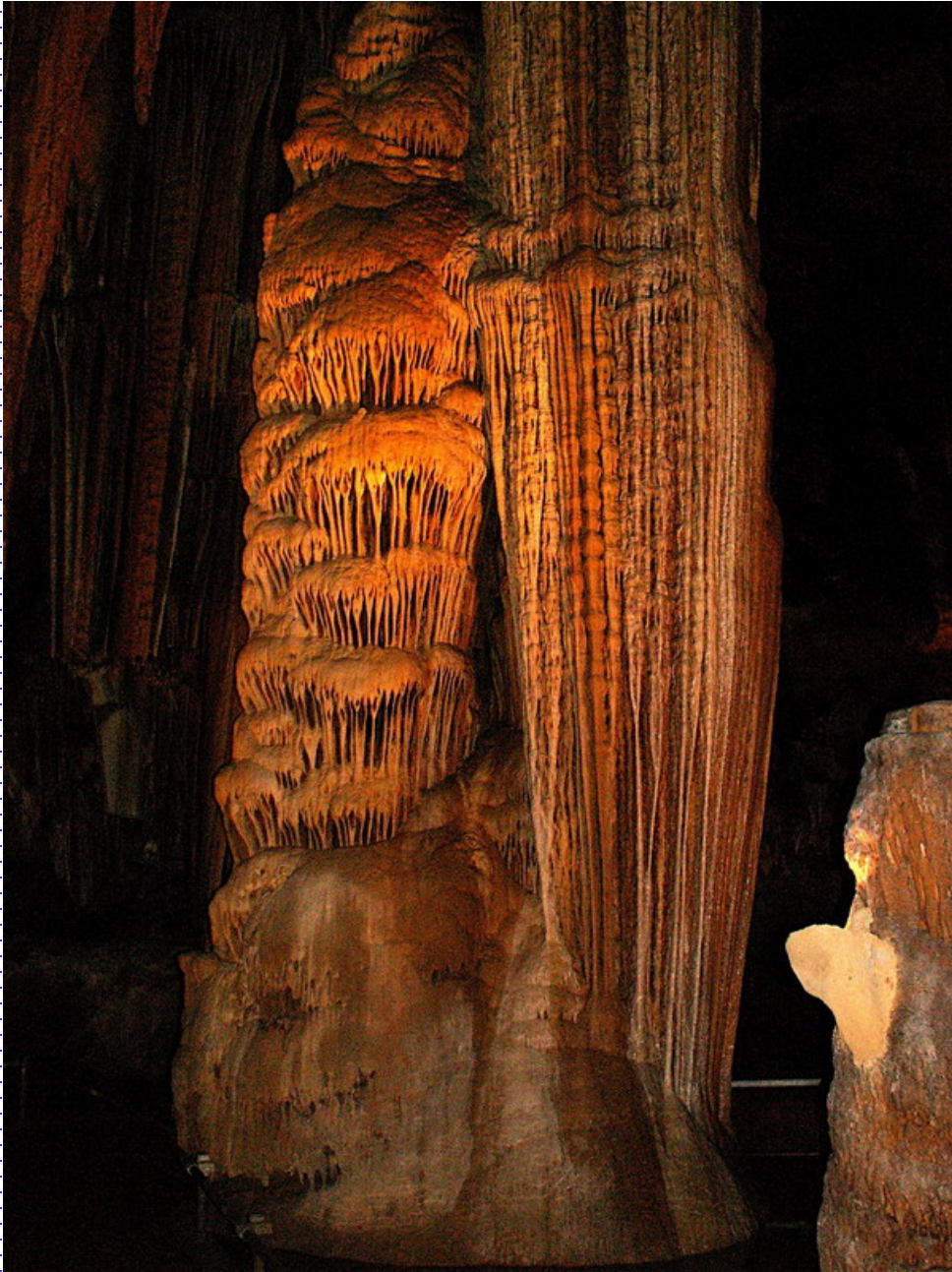


**Piotr Bałdys**

**Fizyka techniczna sem. IX**

# **Plan seminarium**

- **Wstęp**
- **Skład izotopowy węgla w różnych elementach współczesnego środowiska krasowego**
- **Zastosowanie datowania nacieków jaskiniowych**
- **Nacieki z ciemno zabarwionymi laminatami**



**Wstęp**

# Środowisko krasowe

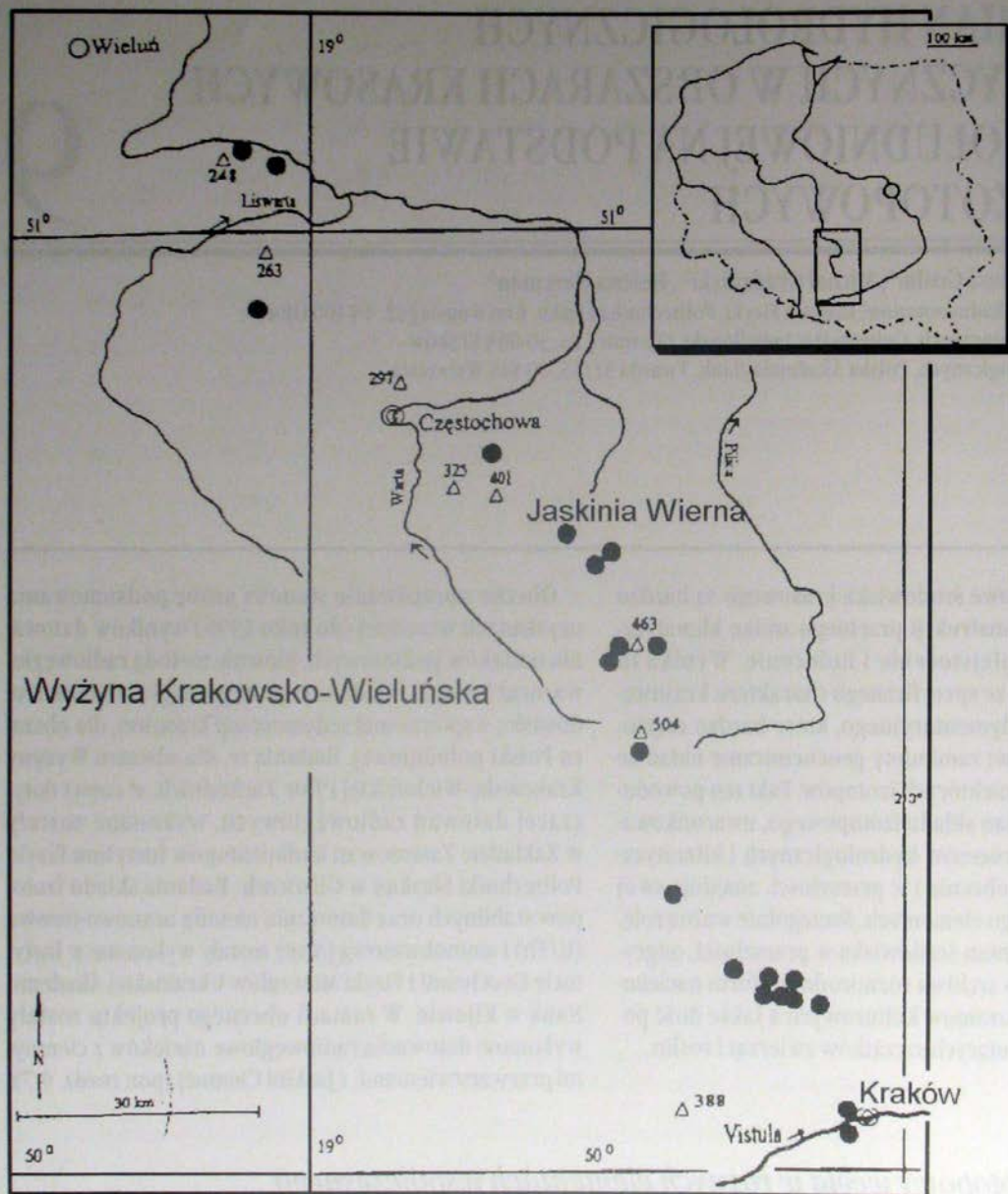
- Środowiska krasowe ze względu na specyficzny charakter sedymentacji, często tworzą zamknięte geochemicznie układy ze względu na obieg niektórych izotopów.
- Wahania zmian składu izotopowego uwarunkowane przebiegiem procesów hydrologicznych i klimatycznych znajdują swój zapis w różnych jego elementach.
- Bardzo ważną rolę w procesie rekonstrukcji zmian środowiska odgrywają jaskinie.

# Skład izotopowy węgla w różnych elementach współczesnego środowiska krasowego

			Stable Isotopes				
			99%	1%			
${}^9_6\text{C}$	${}^{10}_6\text{C}$	${}^{11}_6\text{C}$	${}^{12}_6\text{C}$	${}^{13}_6\text{C}$	${}^{14}_6\text{C}$	${}^{15}_6\text{C}$	${}^{16}_6\text{C}$
.13	19	20.6			5730	2.25	.74
sec.	sec.	min.			years	sec.	sec.
Positron decay				beta decay			

# Miejsce i zakres badań

- **Jura Krakowsko-Wieluńska (źródło w Dolinie Będkowskiej, Źródła Zygmunta oraz kilkanaście wypływów w Zdowie)**
- **Tatry (jaskinia Chochołowska)**
- **Pomiary koncentracji izotopów węgla  $^{14}\text{C}$  i  $^{13}\text{C}$  z praktycznie wszystkich stanowisk, w wodach, roślinach wodnych i lądowych oraz węglanach wytrąconych na roślinach wodnych**



Rys. 9.1. Mapa Wyżyny Krakowsko-Wieluńskiej z lokalizacjami największych jaskiń objętych badaniami.

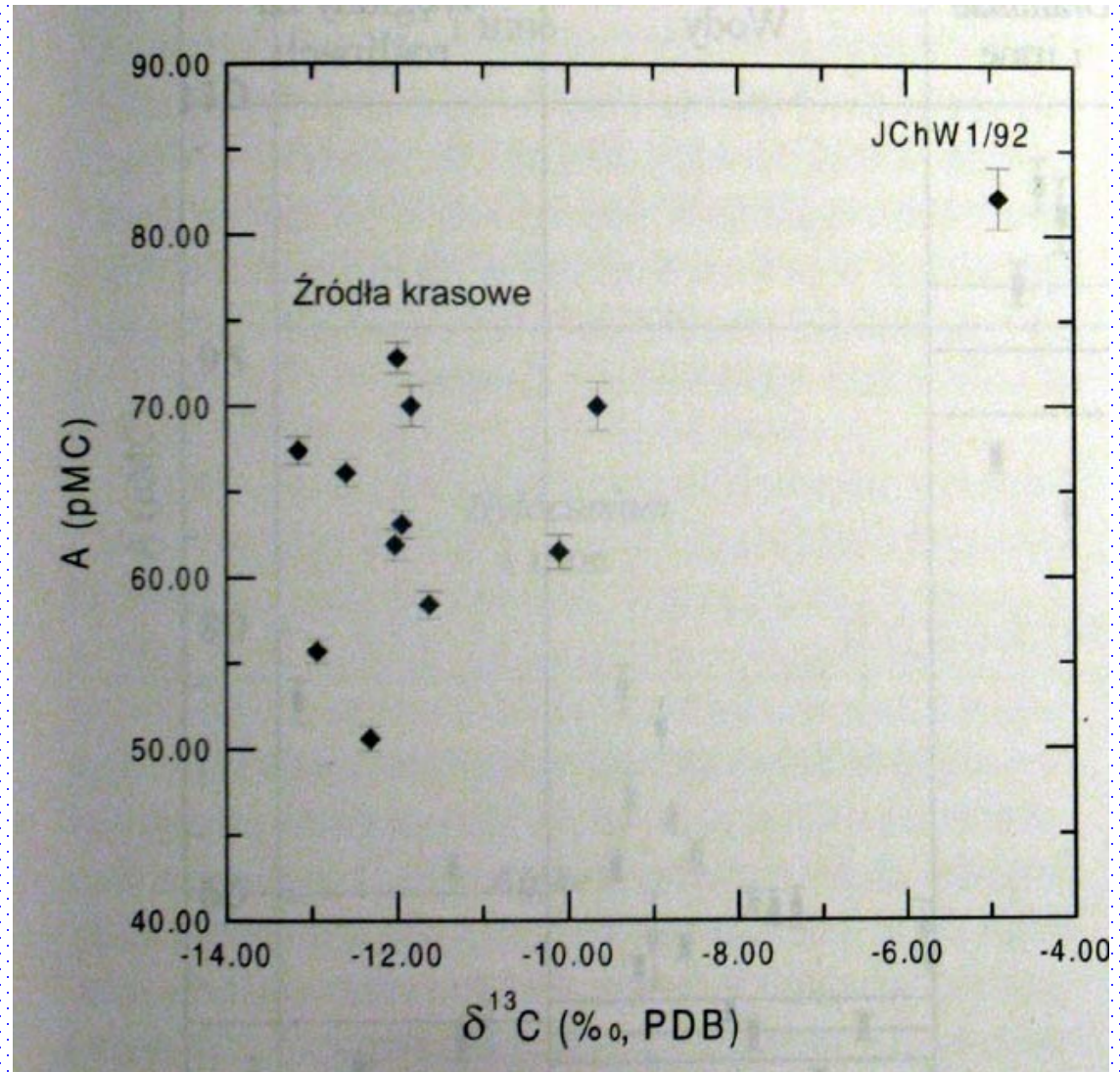
• - największe jaskinie, ○ - ważniejsze miasta, Δ - większe wzniesienia (liczby oznaczają wysokość wzniesienia w metrach nad poziomem morza).

- **Młode osady węglanowe z jaskiń w których wciąż zachodzi sedymentacja**
- **Badanie młodych węglanów ma na celu wyznaczenie współczynnika rozcieńczenia izotopowego węgla  $^{14}\text{C}$ , który to jest źródłem informacji o wielkości lokalnego efektu rezerwuarowego.**
- **Organizmy czerpiące węgiel ze środowiska wodnego mają z reguły mniejszy stosunek  $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$  niż w atmosferze. Wiek radiowęglowy szczątków takich organizmów jest zawyżony i powinien być skorygowany**



# Węgiel nieorganiczny w wodach

- Zmierzone wartości koncentracji radiowęglu i  $\delta^{13}\text{C}$  w wodzie ze źródeł krasowych Wyżyny Krakowsko-Wieluńskiej oraz z Jaskini Chochołowskiej
- Koncentracja radiowęglu podana jest w procentach koncentracji  $^{14}\text{C}$  we wzorcu współczesnej biosfery (percent of Modern Carbon)
- Nie obserwuje się żadnej wyraźnej korelacji między wartościami  $^{14}\text{C}$  i  $\delta^{13}\text{C}$

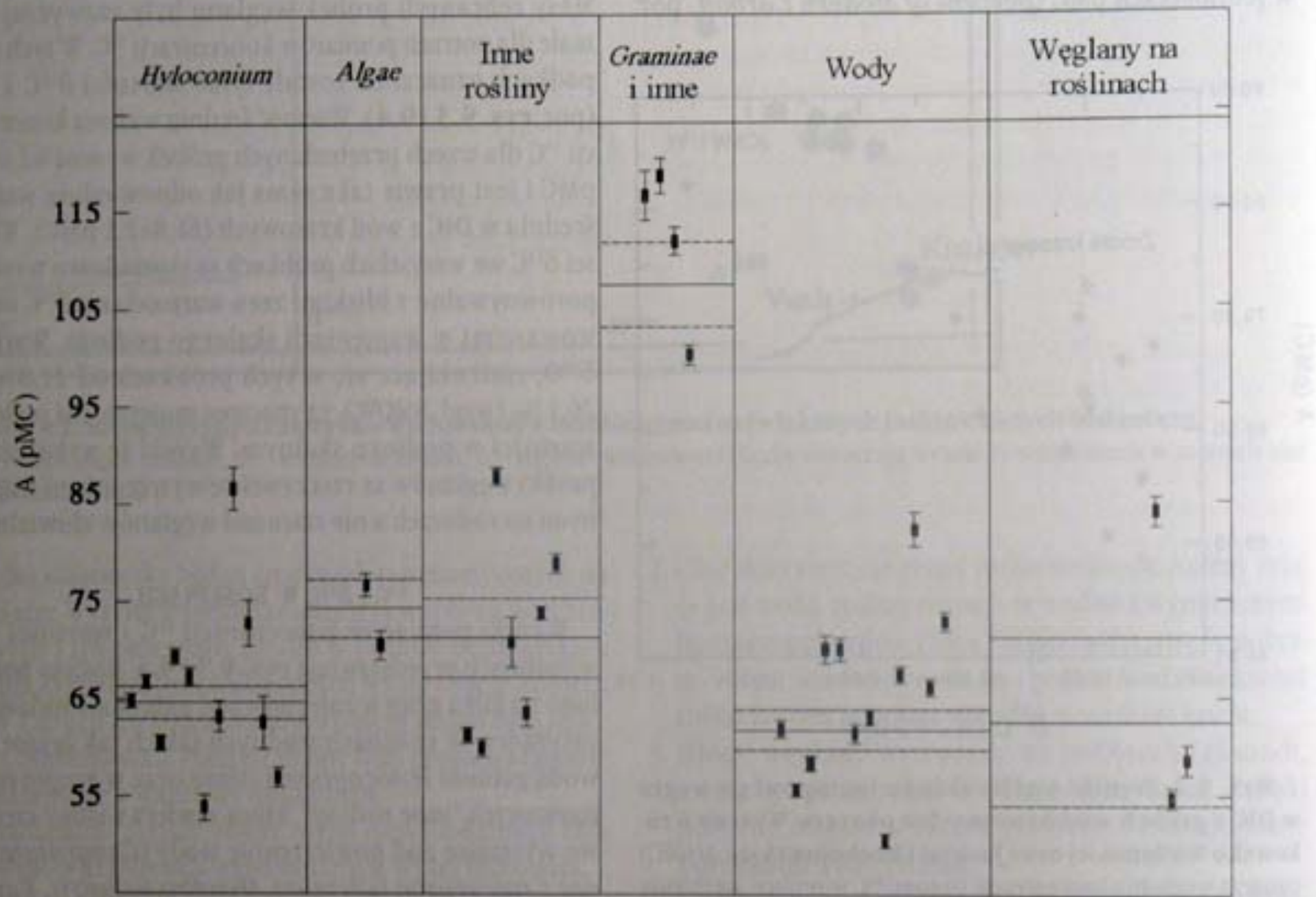


# Węglany wytrącone na roślinach

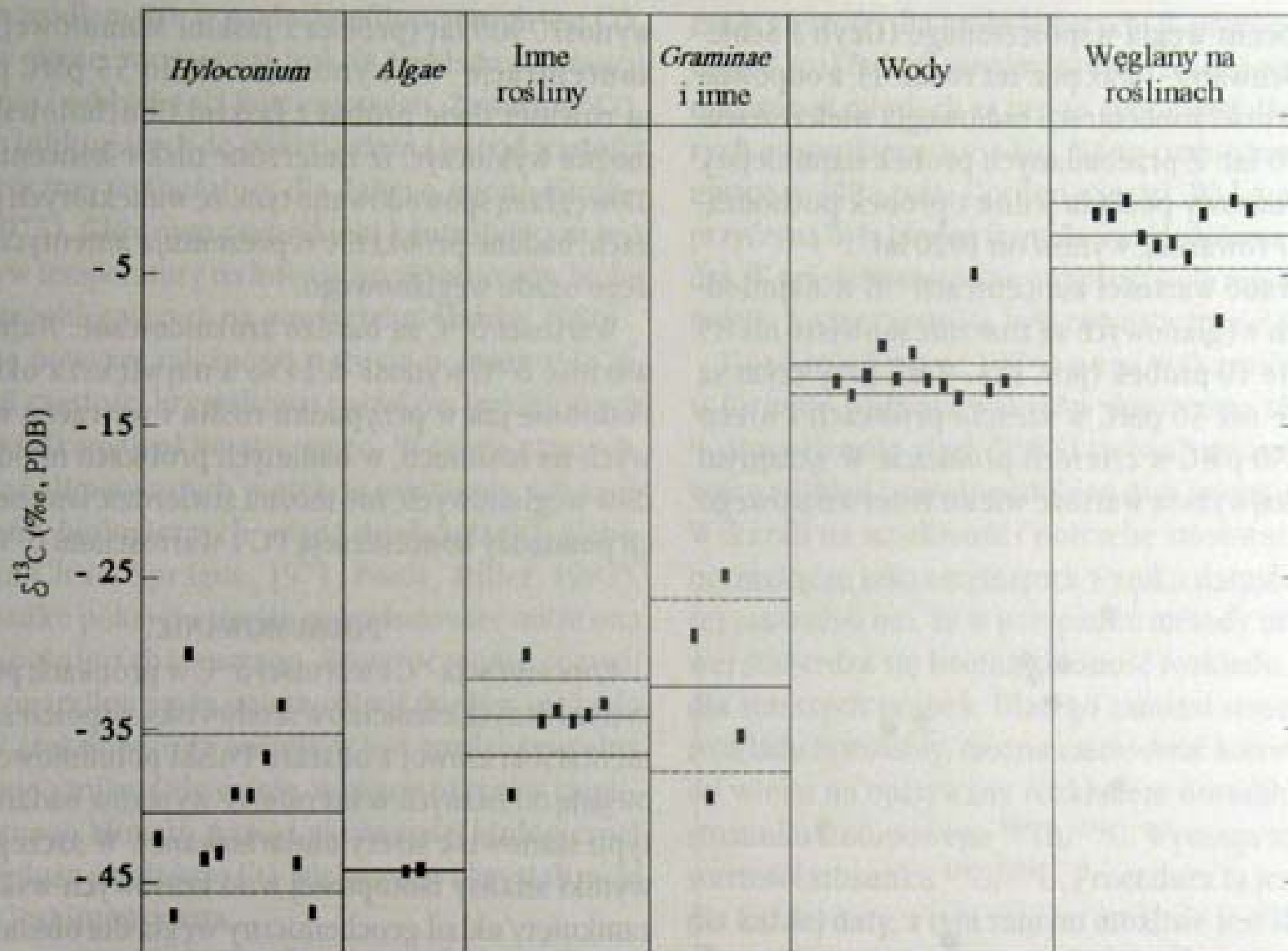
- Na niektórych algach i mchach rosnących w źródłach zaobserwowano duże ilości węglanu wapnia.
- Zbyt małe masy nie pozwoliły na pomiar koncentracji  $^{14}\text{C}$ . Oznaczenie jedynie wartości  $\delta^{13}\text{C}$  oraz  $\delta^{18}\text{O}$ .
- Wyniki jednoznacznie wskazują ( $\delta^{13}\text{C}$  bliskie 0,  $\delta^{18}\text{O}$  znacznie mniejsze niż w podłożu skalnym), iż próbki węglanów są rzeczywiście wytrąceniami wapiennymi, a nie ziarnami węglanów aluwialnych.

# **$^{14}\text{C}$ i $\delta^{13}\text{C}$ w roślinach**

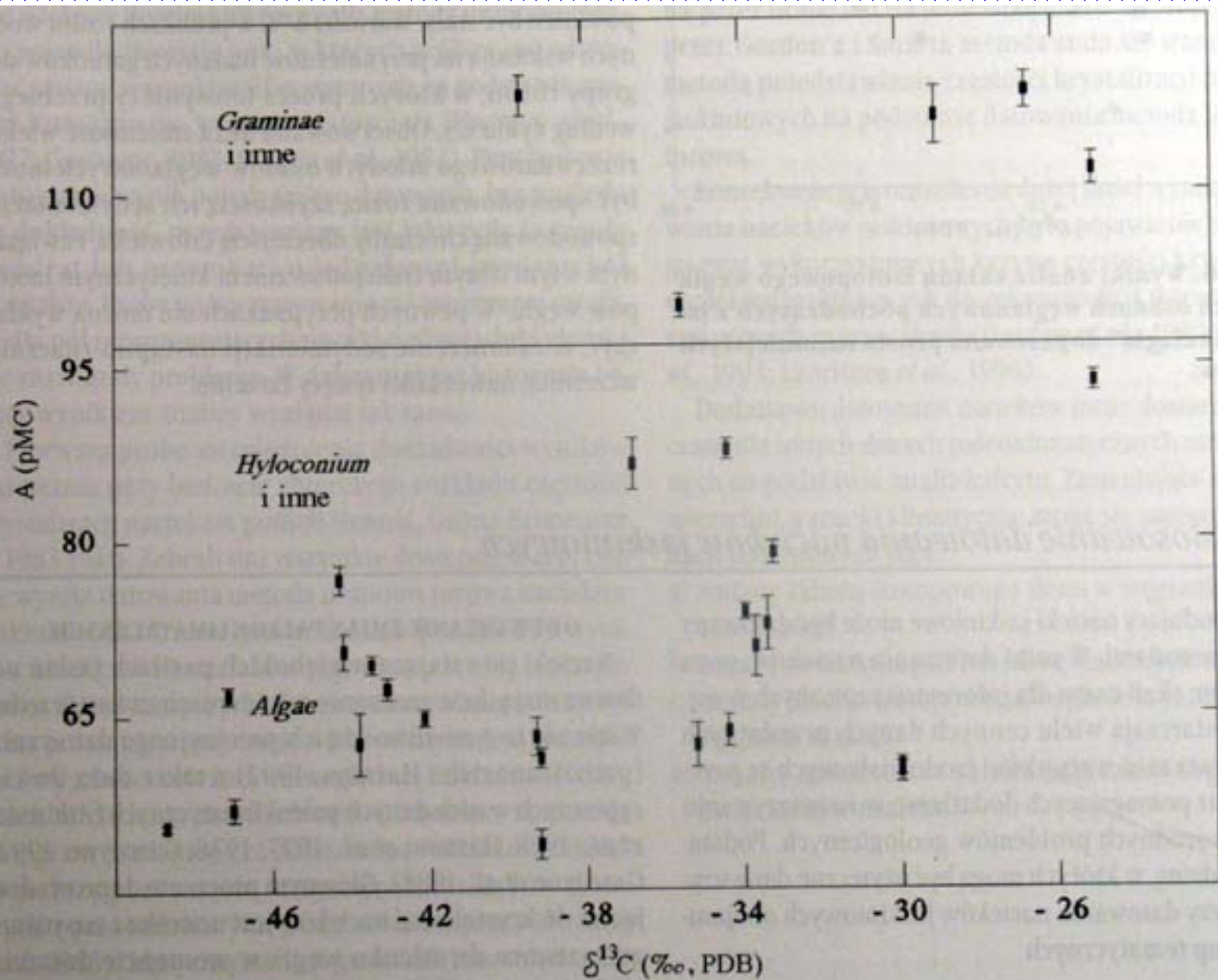
- **Rośliny podzielono na kilka grup w zależności od gatunku i rodzaju fotosyntezy:**
  - **Rośliny wodne (*Hyloconium* i *Algae*)**
  - **Inne rośliny (rośliny częściowo wystające na powierzchnię wody)**
  - ***Graminae* i inne (rośliny częściowo zanurzone, a częściowo wystające na powierzchnię oraz mchy lądowe)**



Rys. 9.3. Względna koncentracja radiowęgla, w pMC, w różnych elementach ekosystemu krasowego Wyżyny Krakowsko - Wieluńskiej.



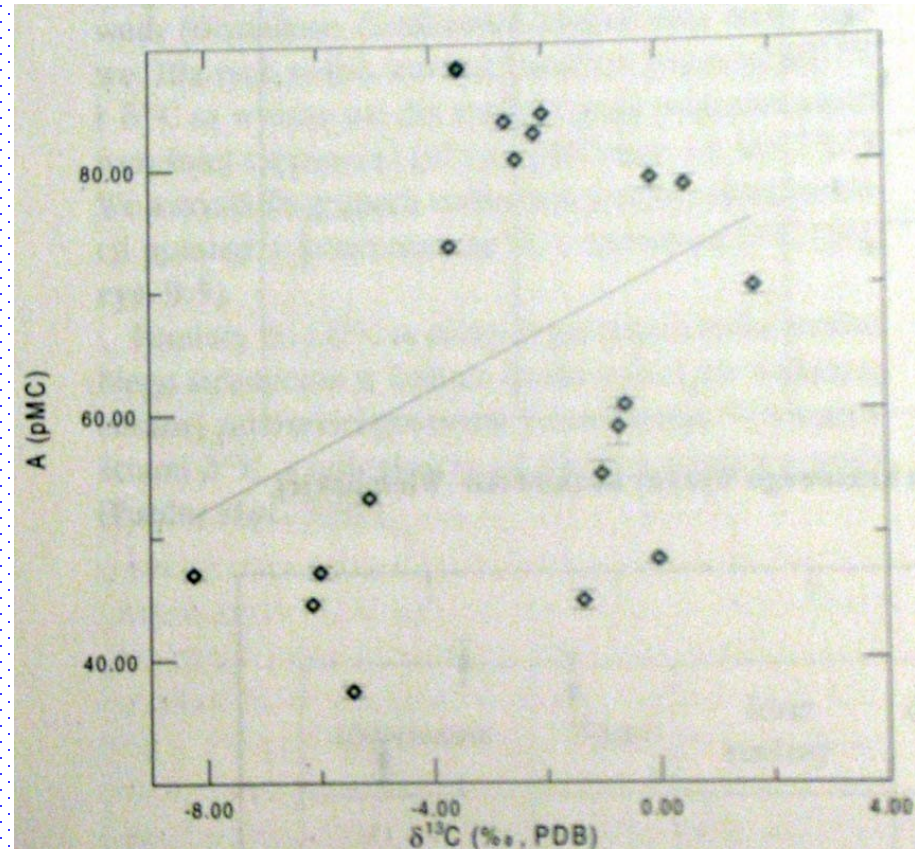
Rys. 9.4. Wartości  $\delta^{13}\text{C}$  w różnych elementach ekosystemu krasowego Wyżyny Krakowsko - Wieluńskiej.



Rys.9.5. Korelacje koncentracji  $^{14}\text{C}$  i wartości  $\delta^{13}\text{C}$  w różnych grupach roślin.

# Najmłodsze węglany pochodzące z jaskiń

- Większość próbek w tej grupie stanowiło mleko wapienne (polewa naciekowa).
- Przyjmując model sedymentacji węglanu wapnia w jaskiniach, w którym źródłem węgla są wapienie podłoża skalnego i biogeniczny  $\text{CO}_2$  wówczas koncentracja  $^{14}\text{C}$  powinna wynosić ok. 85% węgla współczesnego.
- Nie można wykluczyć, iż niskie koncentracje radiowęglu mogą być spowodowane tym, że badane próbki nie reprezentują autentycznie młodego osadu węglanowego.



Rys. 9.6. Wyniki analiz składu izotopowego węgla w młodych osadach węglanowych pochodzących z jaskiń. Linia ciągła - dopasowana prosta najmniejszych kwadratów.



# **Zastosowanie datowania nacieków jaskiniowych**



# Odtwarzanie zmian paleoklimatycznych

- **Głównym źródłem CO<sub>2</sub> w wodach przedostających się do jaskiń jest CO<sub>2</sub> zawarty w glebie, tworzony w trakcie rozkładu substancji organicznej i oddychania korzeniowego.**
- **Różnice zawartości są ściśle związane z temperaturą, która jest głównym czynnikiem wpływającym na intensywność procesów biologicznych.**
- **Powyższe zależności w połączeniu z dokładnymi metodami datowań nacieków, są podstawą do interpretacji częstości krystalizacji nacieków jaskiniowych jako wskaźnika paleoklimatycznego.**

# **Odtwarzanie etapu rozwoju systemu krasowego**

- **Datowanie nacieków i prawidłowa interpretacja stratygraficzna zdarzeń w jaskini pozwala na odtworzenie historii rozwoju systemu jaskiniowego (np. Demanowska Jaskinia Lodowa – datowania umożliwiły ustalenie chronologii zdarzeń w systemie krasowym, oraz skorygowanie wieku)**

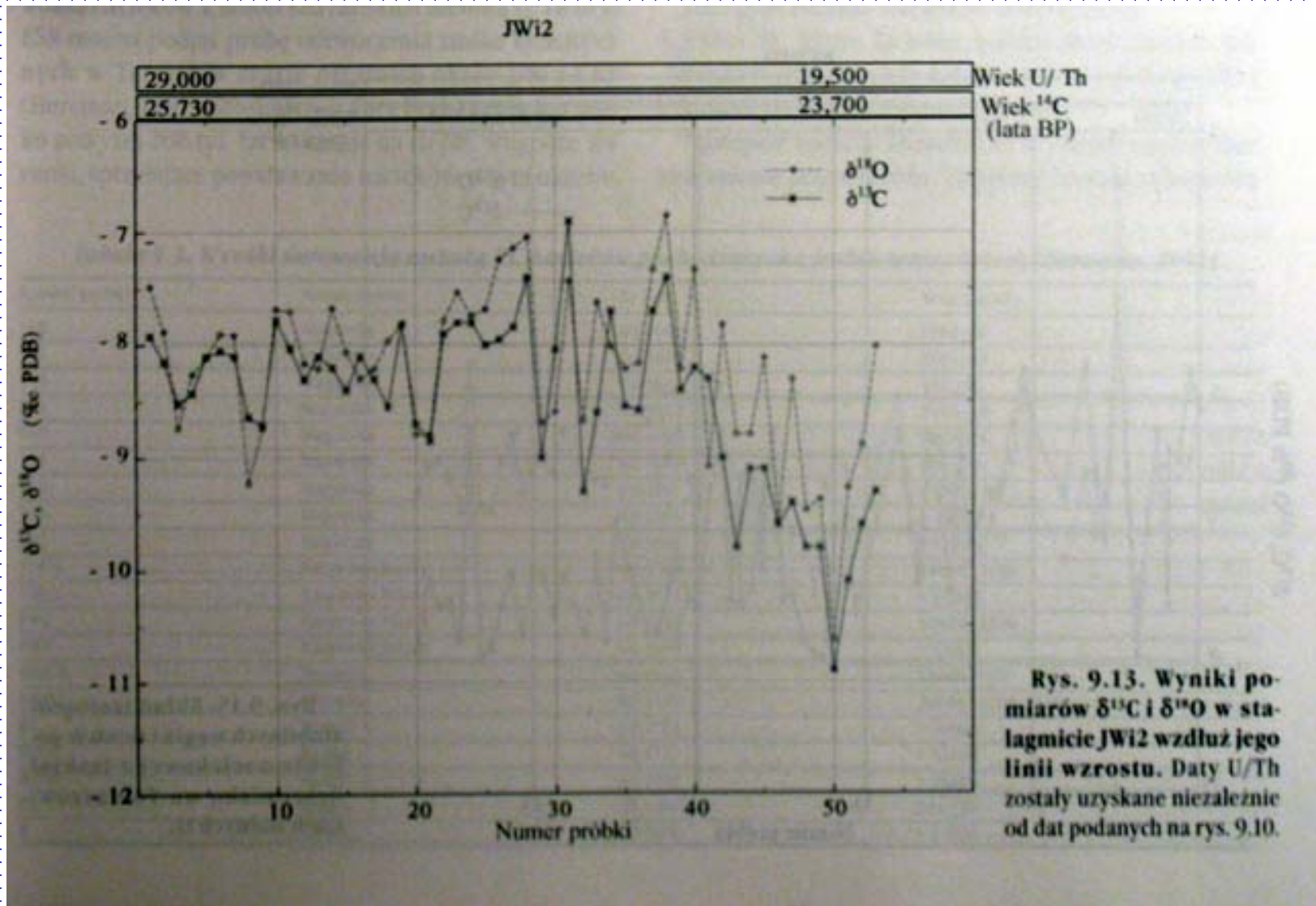
# **Datowanie znalezisk archeologicznych**

- **Jaskinie często były wykorzystywane przez naszych przodków jako schronienie, bądź jako miejsca kultu. Czasami datowanie nacieków z tych jaskiń pozwala na prawidłowe ustalenie wieku stanowisk archeologicznych.**

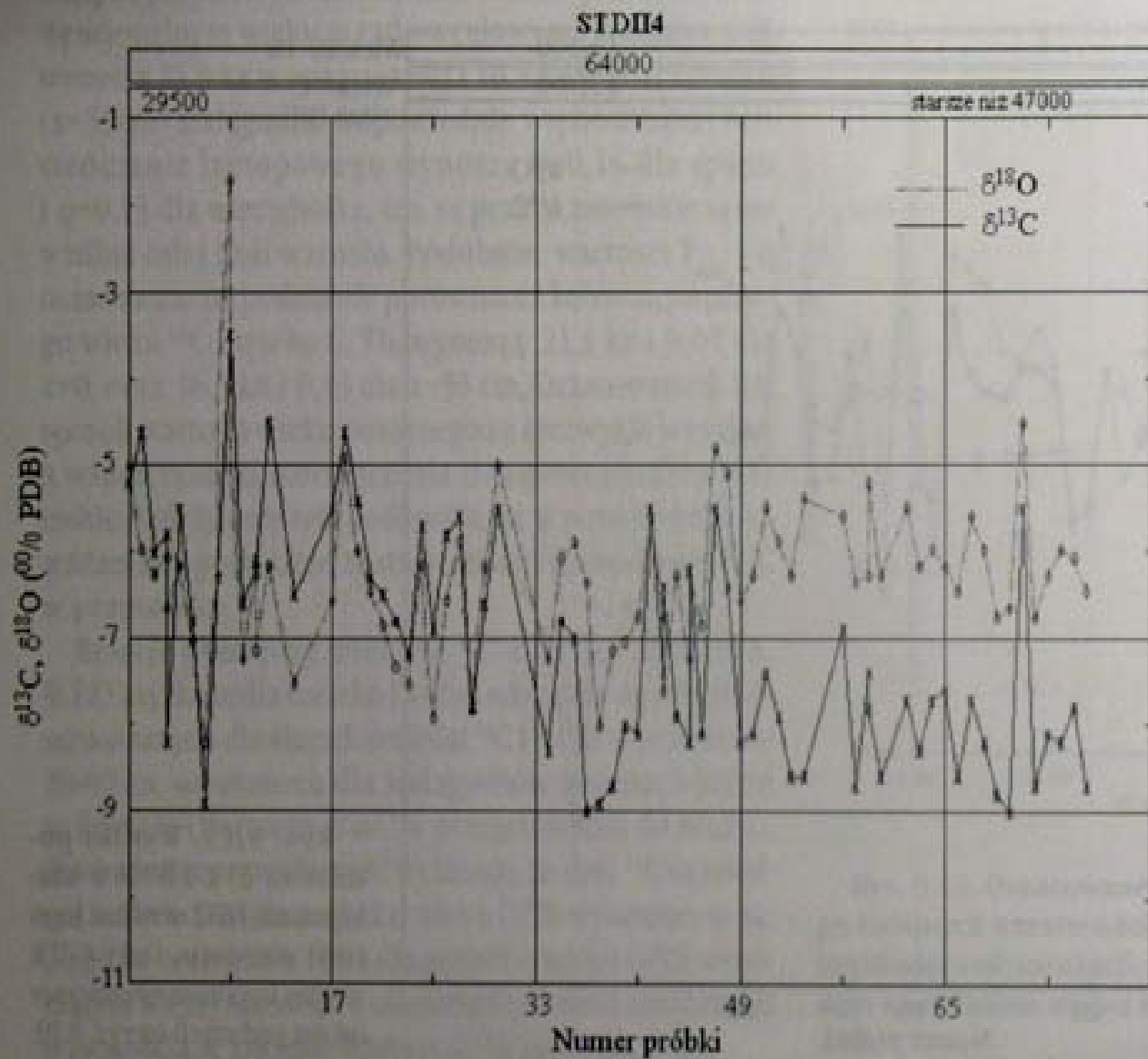
# **Zmiany poziomu oceanu**

- **Datowanie nacieków z jaskiń położonych poniżej dzisiejszego poziomu morza, umożliwia określenie czasu, w którym poziom morza był niższy niż obecnie.**
- **Powiązanie tych danych z danymi datowania koralu umożliwia odtworzenie historii zmian poziomu morza.**

# Izotopy stabilne węgla i tlenu



Rys. 9.13. Wyniki pomiarów  $\delta^{13}\text{C}$  i  $\delta^{18}\text{O}$  w stalagmicie JW12 wzdłuż jego linii wzrostu. Daty U/Th zostały uzyskane niezależnie od dat podanych na rys. 9.10.



**Rys. 9.15.** Skład izotopów stabilnych węgla i tlenu w polowie naciekowej z jaskini Schronisko na Tomaszówkach Dolnych II.

# **Nacieki z ciemno zabarwionymi laminami z okresu neolitu**

- **W niektórych naciekach z jaskiń Wyżyny Krakowsko-Wieluńskiej zostały stwierdzone ciemno zabarwione laminy. Analiza wykazała, że laminy te są zabarwione dzięki zawartości fragmentów węgla drzewnego i związków organicznych.**
- **Nieobecność ciemno zabarwionych lamin w równoległych naciekach z innych jaskiń w tym regionie świadczy, że zabarwienie jest skutkiem spalania drewna wewnątrz jaskini, czyli z obecnością człowieka.**
- **Wielokrotne powtarzanie się ciemnych lamin świadczy o ich intensywnym wykorzystaniu (m. in. Wierzchowska Góra, Nietoperzowa, Łokietka, Ciemna czy Towarna)**