

***Przyszłość akwakultury 26-27.09.2019***  
***Kudowa-Zdrój***

***ANAMALIA ROZWOJOWE OTOLITÓW U***  
***RYB NIE TYLKO***  
***POCHODZĄCYCH Z AKWAKULTURY***

Dr Magdalena Lampart- Kałużniacka  
Prof. dr hab. inż. Tomasz Heese



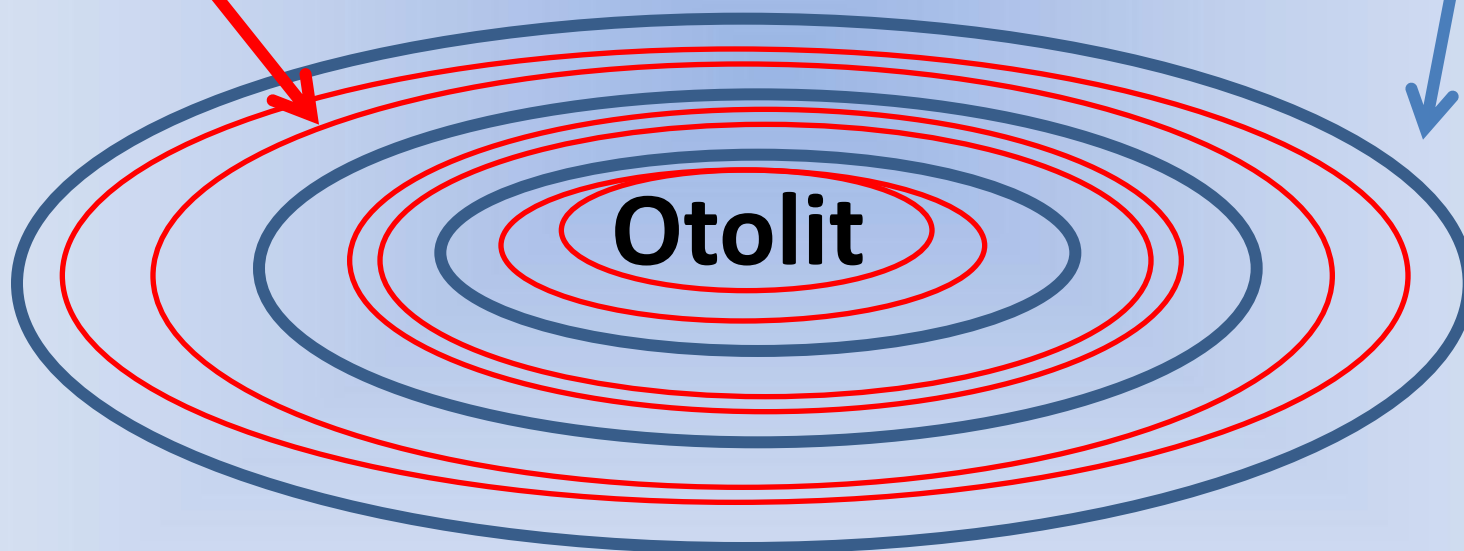
**Unia Europejska**  
Europejski Fundusz  
Morski i Rybacki



# Otolity lita skała

Kamyczki słuchowe – struktura zbudowana z węglanu wapnia i białek. Charakteryzują się ciągłym wzrostem.

Posiadają koncentrycznie ułożone pierścienie (roczne, dobowe, miesięczne) odzwierciedlające wzrost ryby.



Narząd równowagi



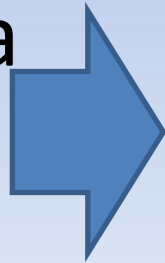
Otolity w czasie swojego ruchu, indukują w komórkach nabłonka sensorycznego impuls nerwowy, przekazywany następnie na VIII nerw czaszkowy.

Narząd słuchu



Fale dźwiękowe docierające do ryb są odbierane/ulegają wzmocnieniu przez: np., pęcherz pławny, kostki Webera a następnie docierają do otolitów (Popper & Lu, 2000).

Narząd wydawania  
dźwięku?



Ryby odbierają dźwięki oraz potrafią wydobywać je jednak do dnia dzisiejszego nie zdołano określić rejonu jego powstawania.

# Otolity

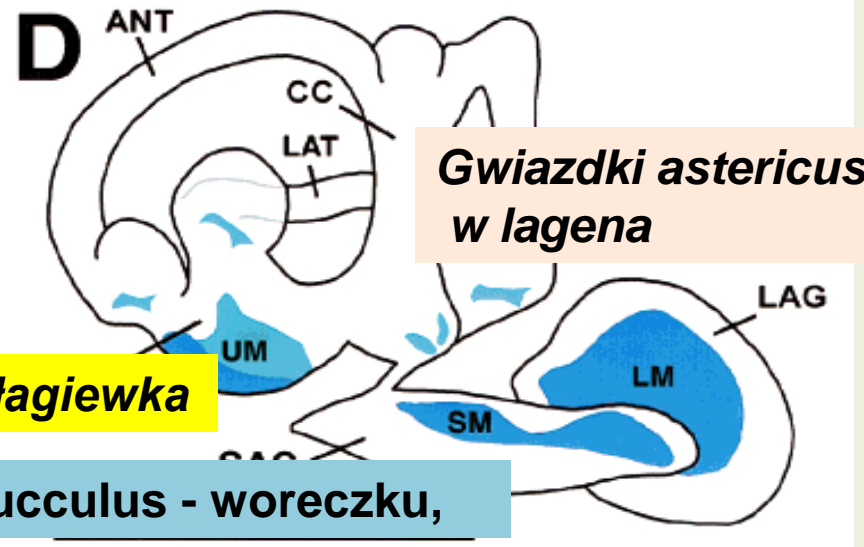
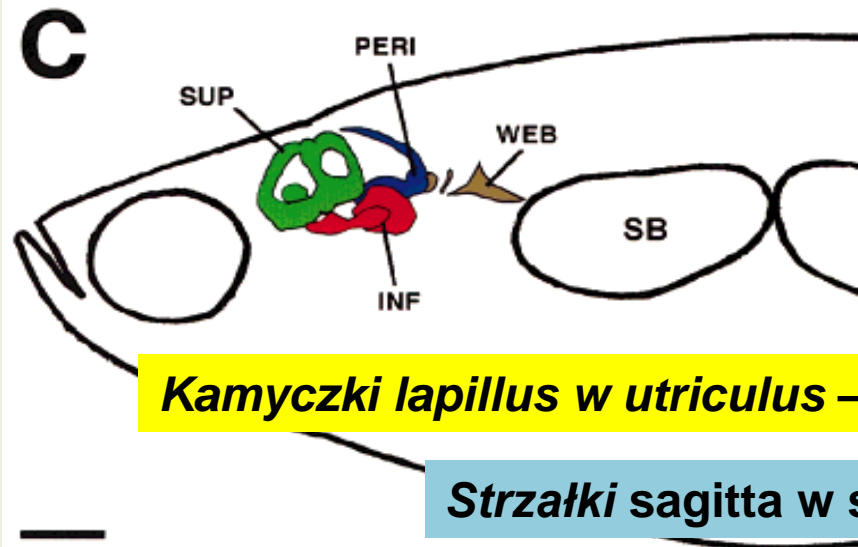
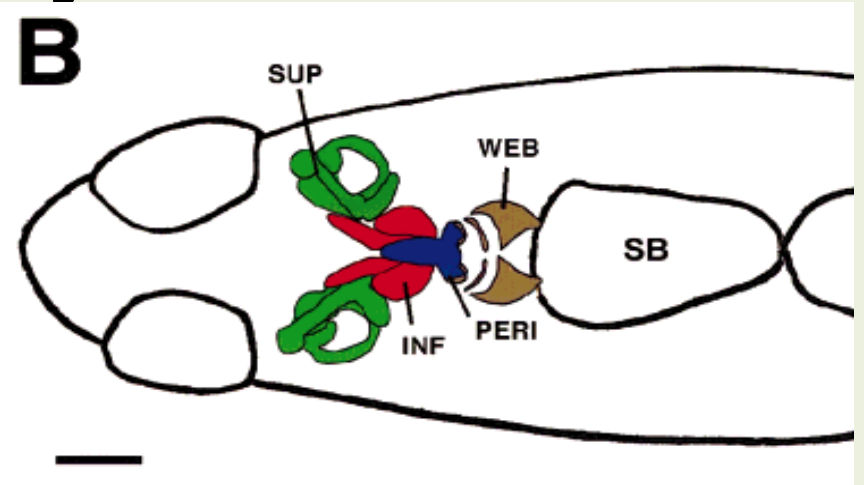
- Otolity mechanoreceptory, pełniące w organizmie rolę dwóch narządów: słuchu i równowagi.
- Otolity znajdują się w tzw. przedsionku, czyli u podstawy kanałów półkolistych.
- Wyróżniamy: kamyczki – *lapillus*, strzałki – *sagitta*, gwiazdki – *asteriscus*.



R-VER02 v5\_movie5.mpg



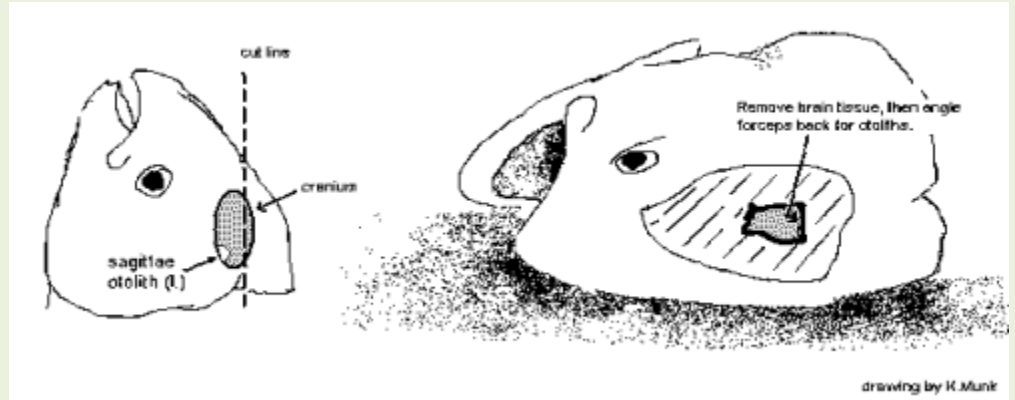
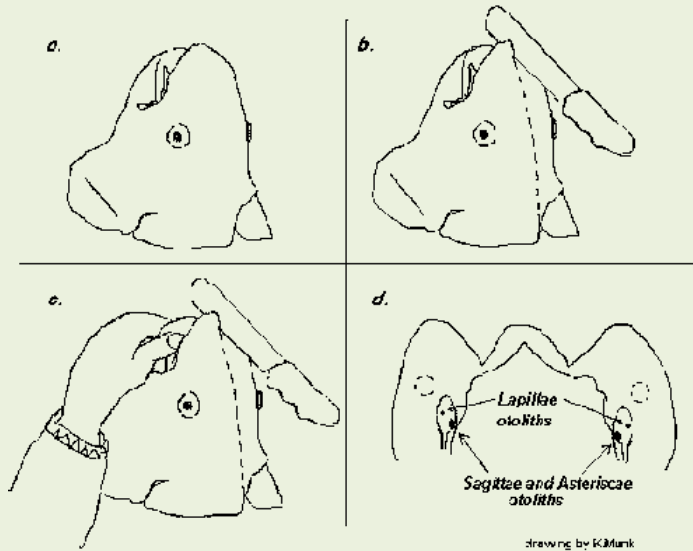
# Otolity



(BANG, SEWELL, MALICKI 2001)

# Otolity - tehnika preparacije

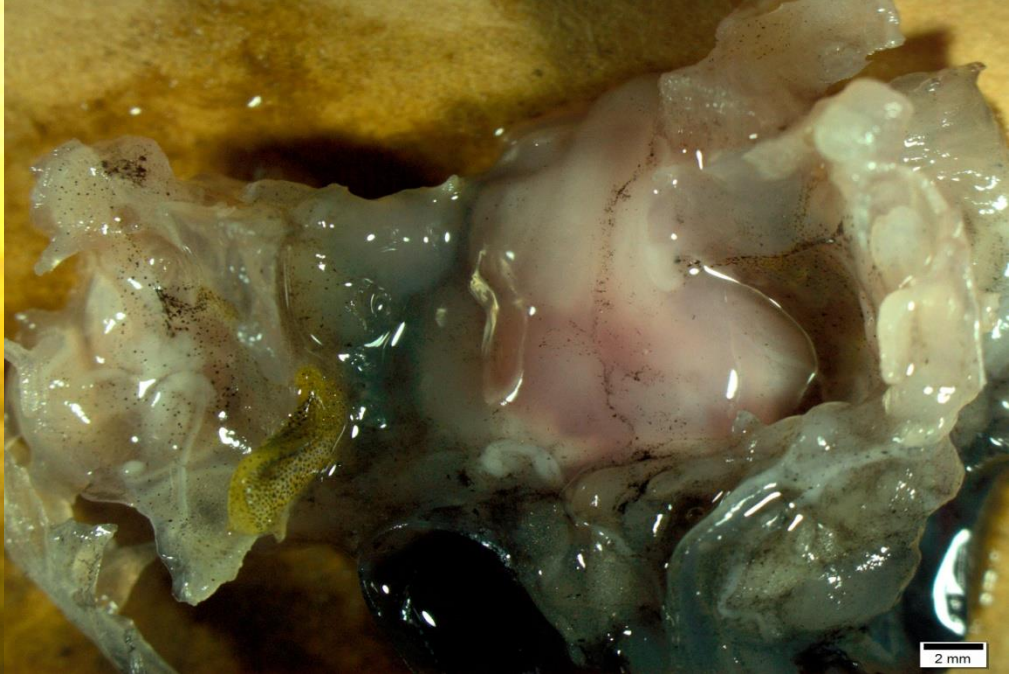
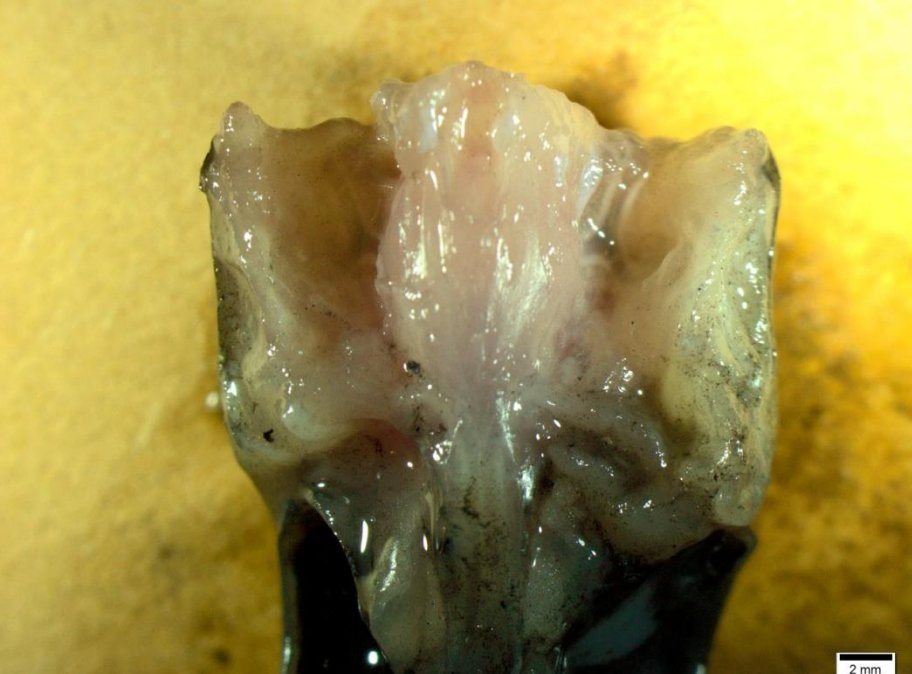
<http://tagotoweb.adfg.state.ak.us/ADU/OtolithRemoval.aspx>



## Generalized Fish Otolith Dissection















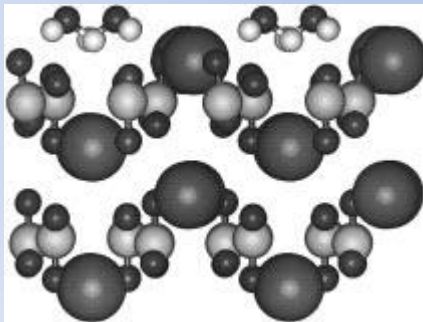
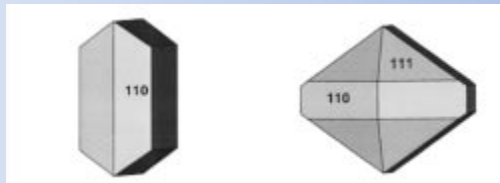
2 mm

# Strzałka, gwiazdka czy kamyczek

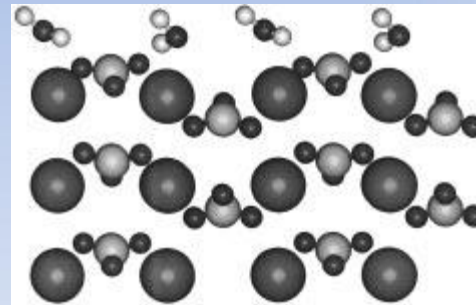
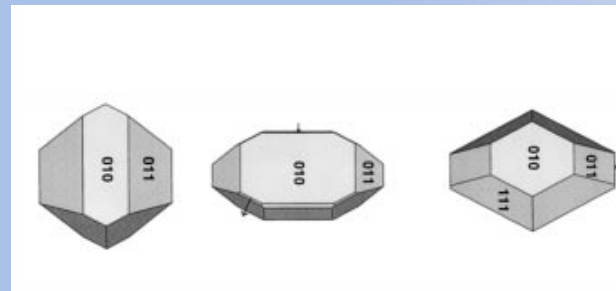
- wielkość elementu
- odmiana polimorficzna  $\text{CaCO}_3$



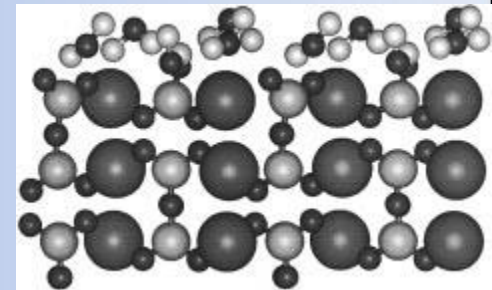
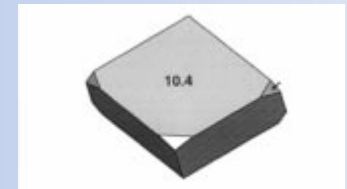
ARAGONIT



WTERYT



KALCYT



(de Leeuw & Parker 1998)

# Otolity i ich kształty

STRZAŁKA



KAMYCZEK



GWIAZDKA

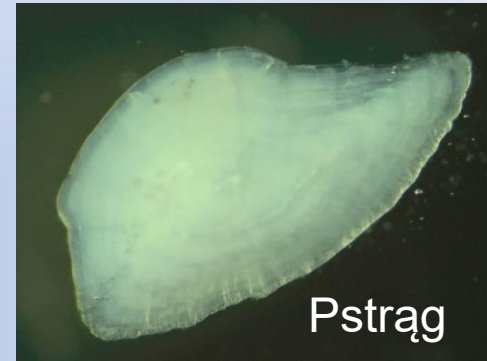
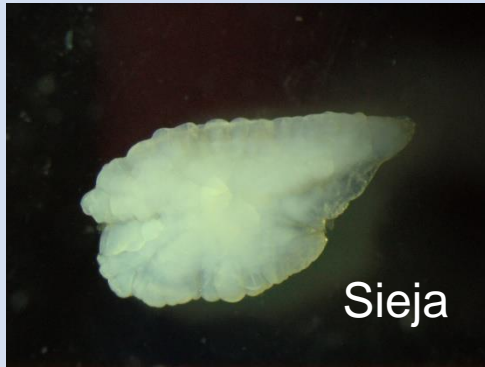


Typ: Strunowce  
Podtyp: Krągłouste  
Gromada: Kostnoszkieletowe  
Podgromada: Kostnopromieniste  
Nadrząd: Kościste (Teleostei)  
Rząd: Łososiokształtne  
Rząd: Dorszokształtne  
Rząd: Okoniokształtne  
Rząd: Karpiokształtne





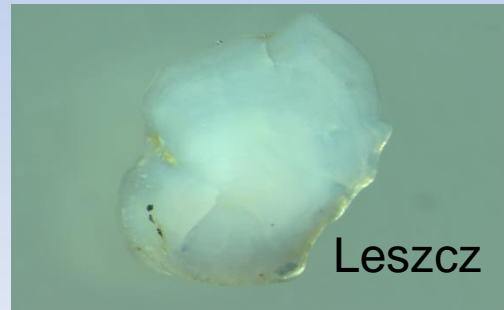
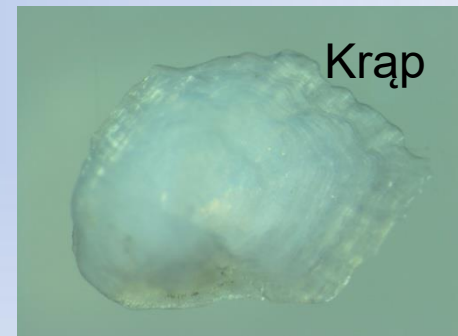
# Makrostruktura



Szacowanie wieku.

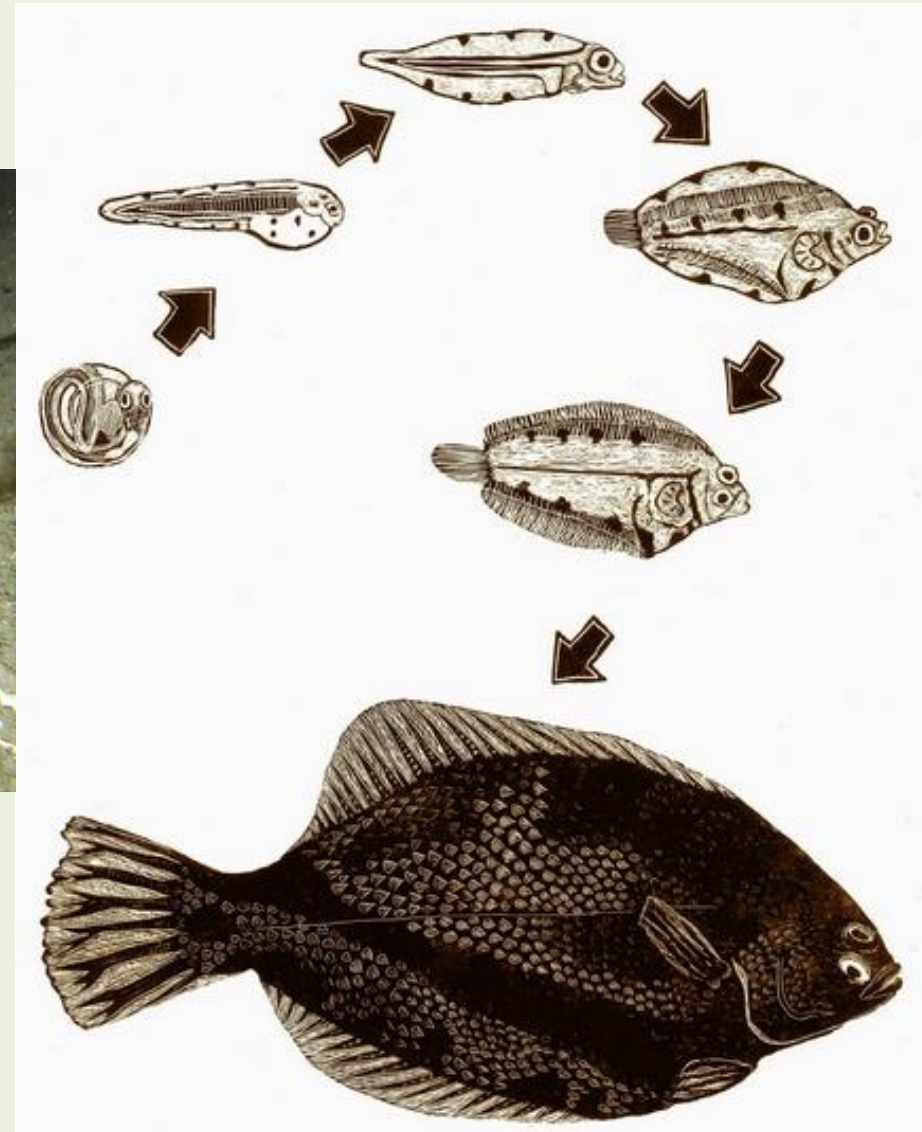
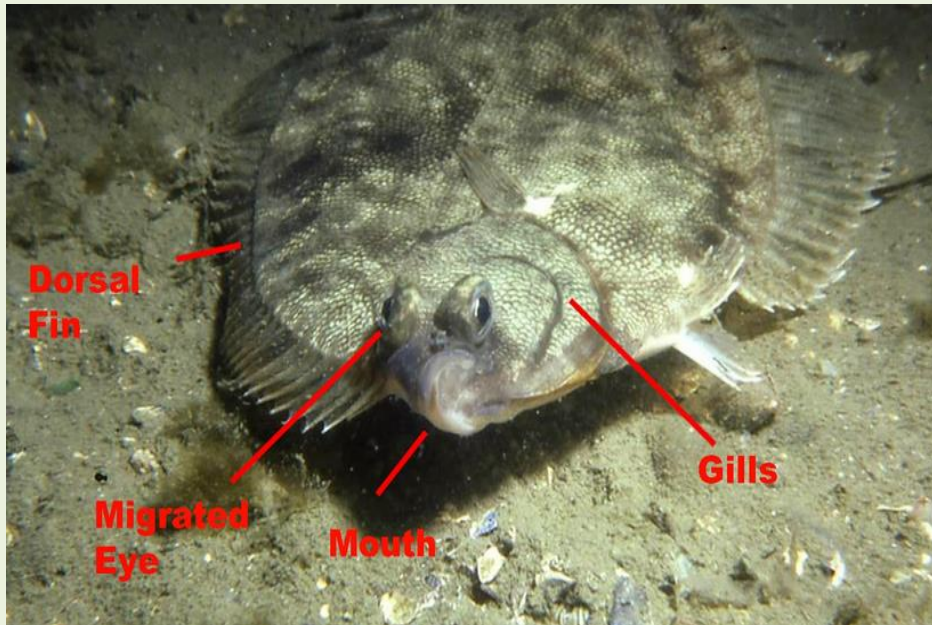
Obliczanie tempa wzrostu.

Określanie przynależności gatunkowej.

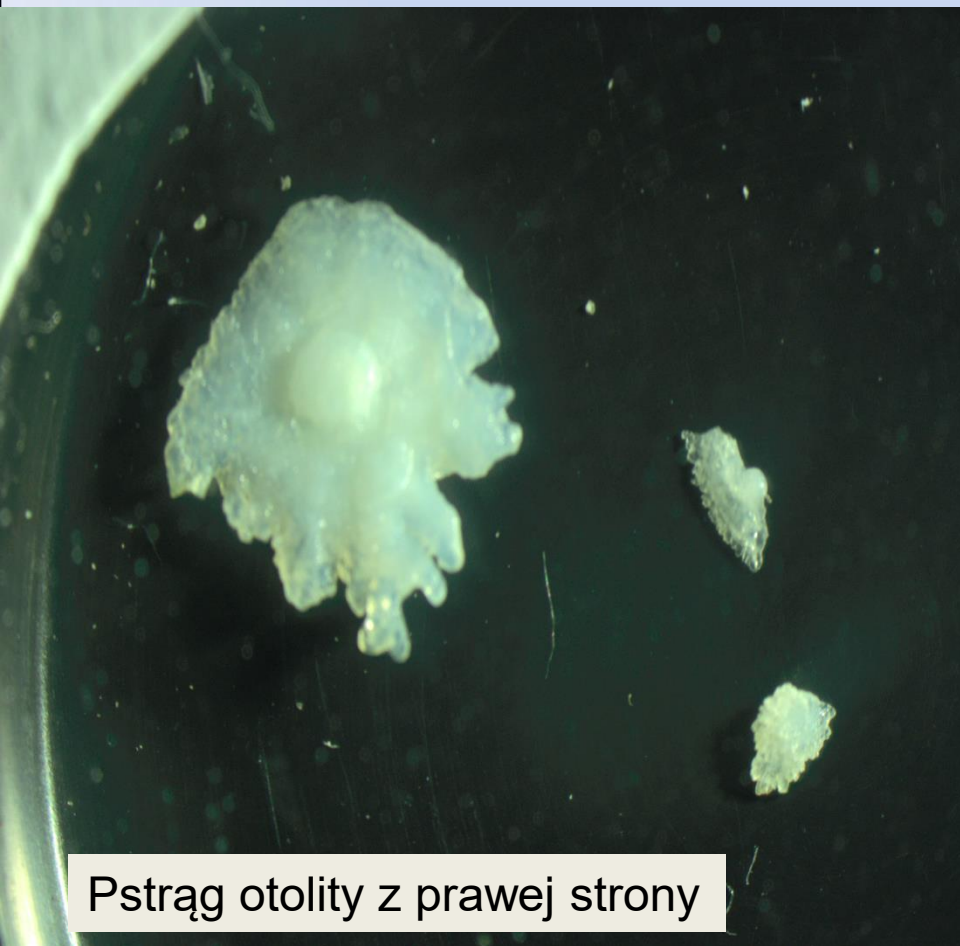




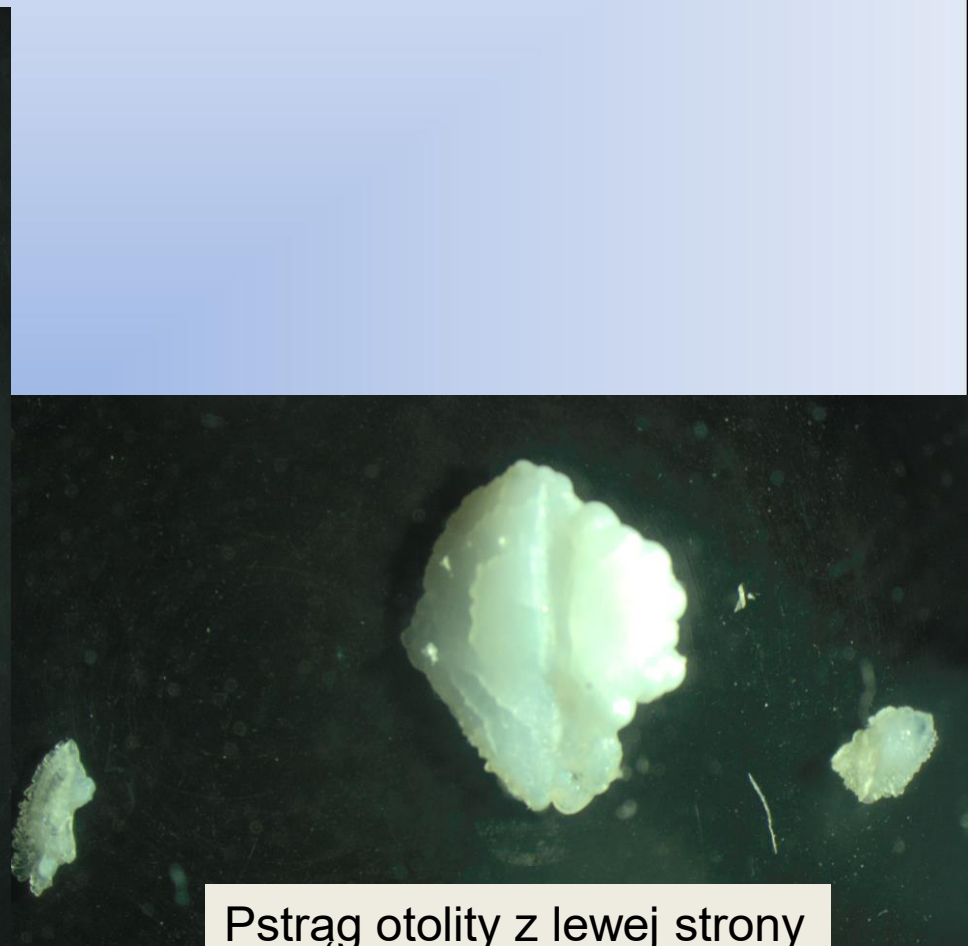
# Naturalna asymetryczność otolitów u „ryb płaskich”



# „Nabyta” asymetryczność otolitów u pstrąga



Pstrąg otolity z prawej strony



Pstrąg otolity z lewej strony

# „Nabyta” asymetryczność otolitów u pstrąga

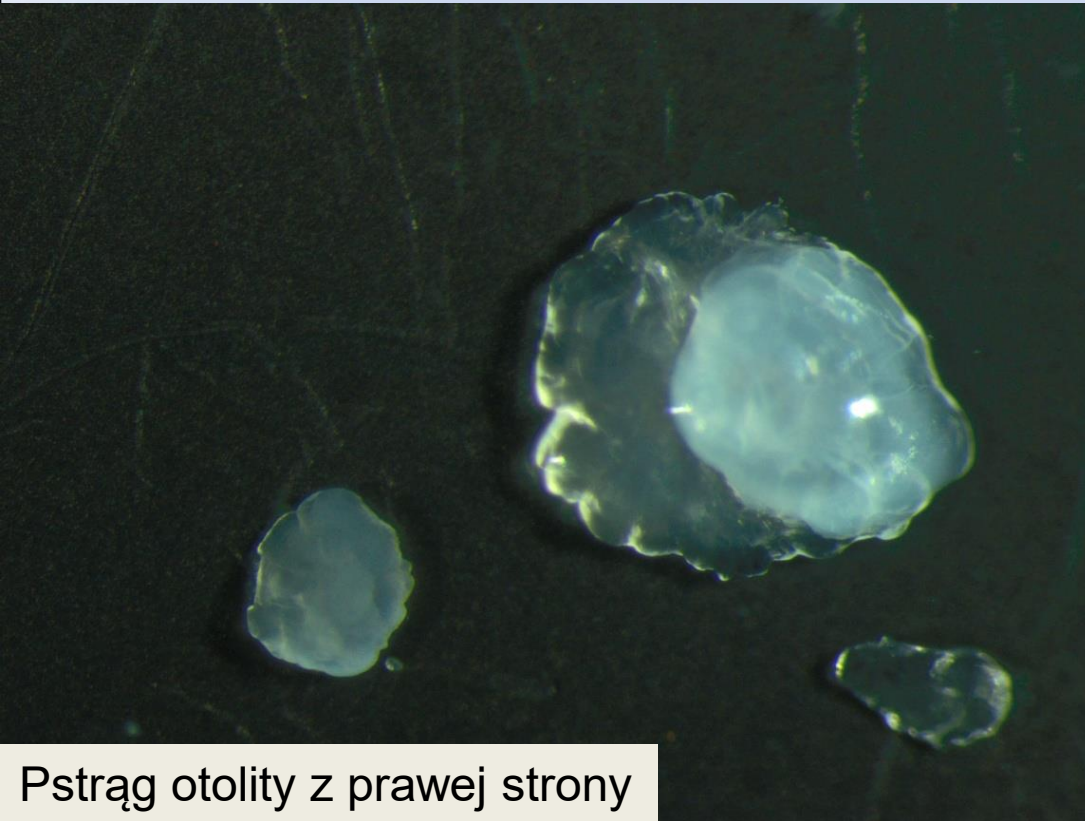
*Salmo trutta m. fario* -pstrąg





# „Nabyta” asymetryczność otolitów u pstrąga

*Salmo trutta m. fario* - pstrąg



Pstrąg otolity z prawej strony



Pstrąg otolity z lewej strony

# Morskie Oko

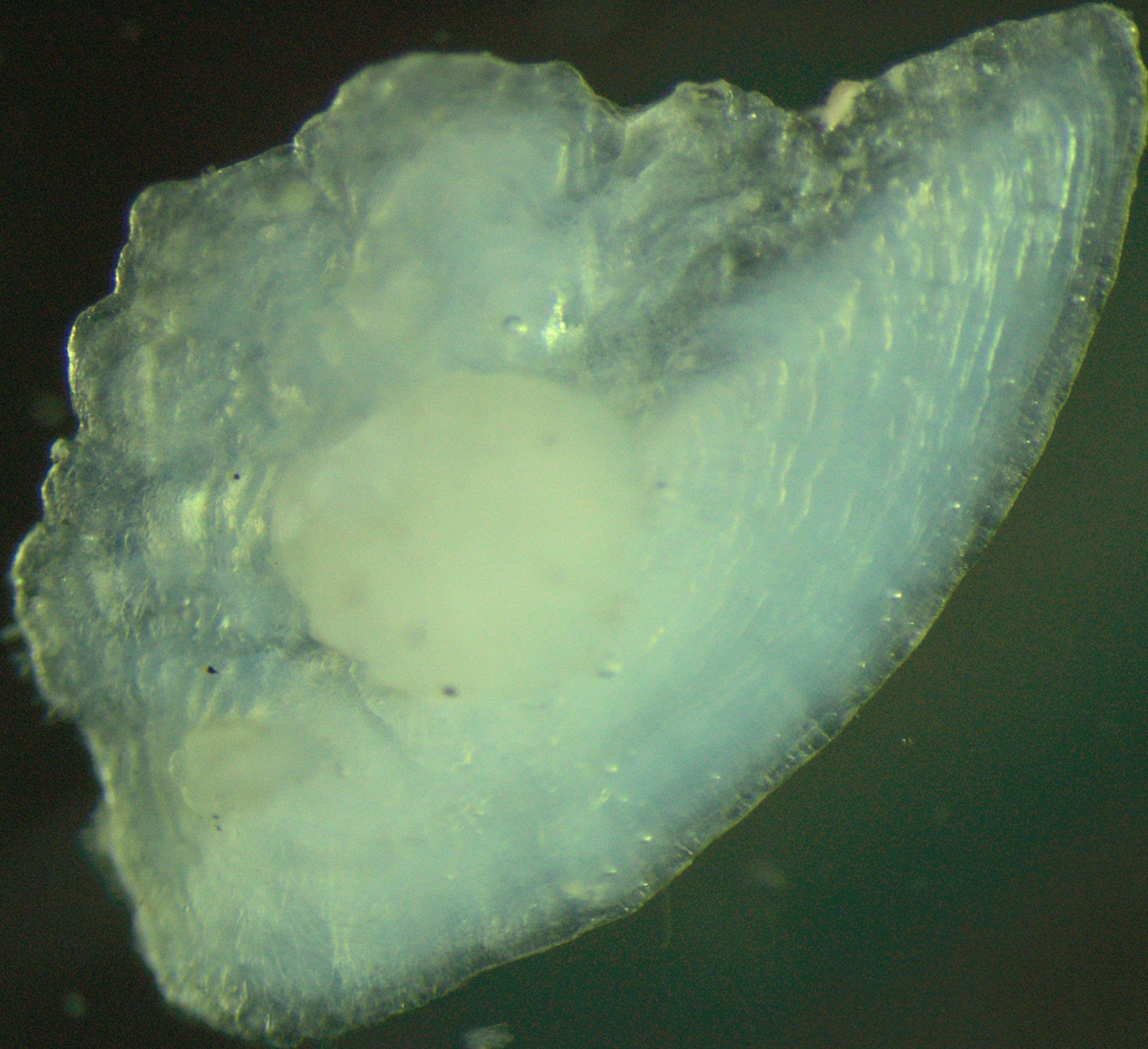
Symetryczność  
otolitów u pstrąga

*Salmo trutta m. fario* -pstrąg





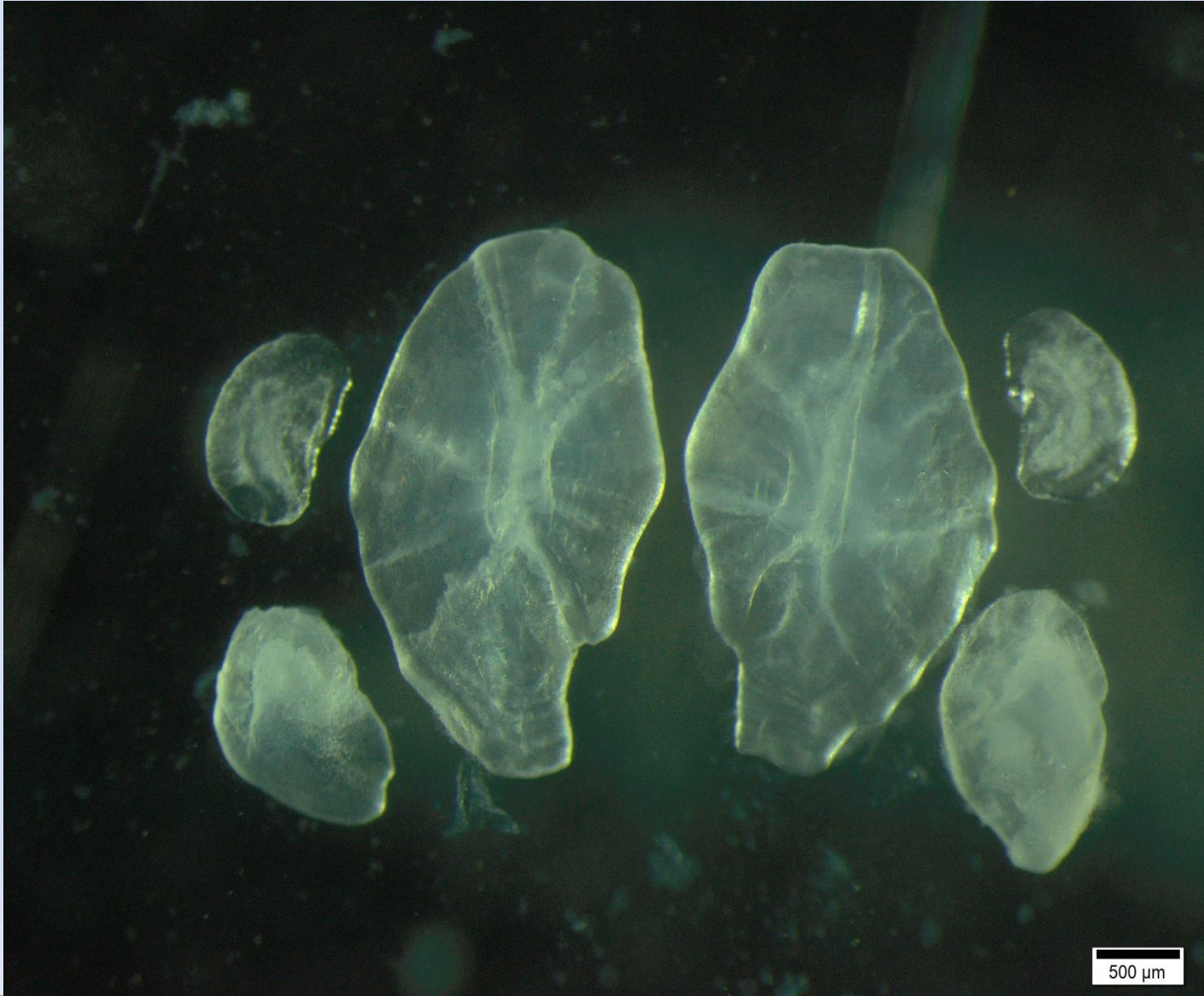
Morskie Oko otolit „zniekształcony”



200  $\mu\text{m}$

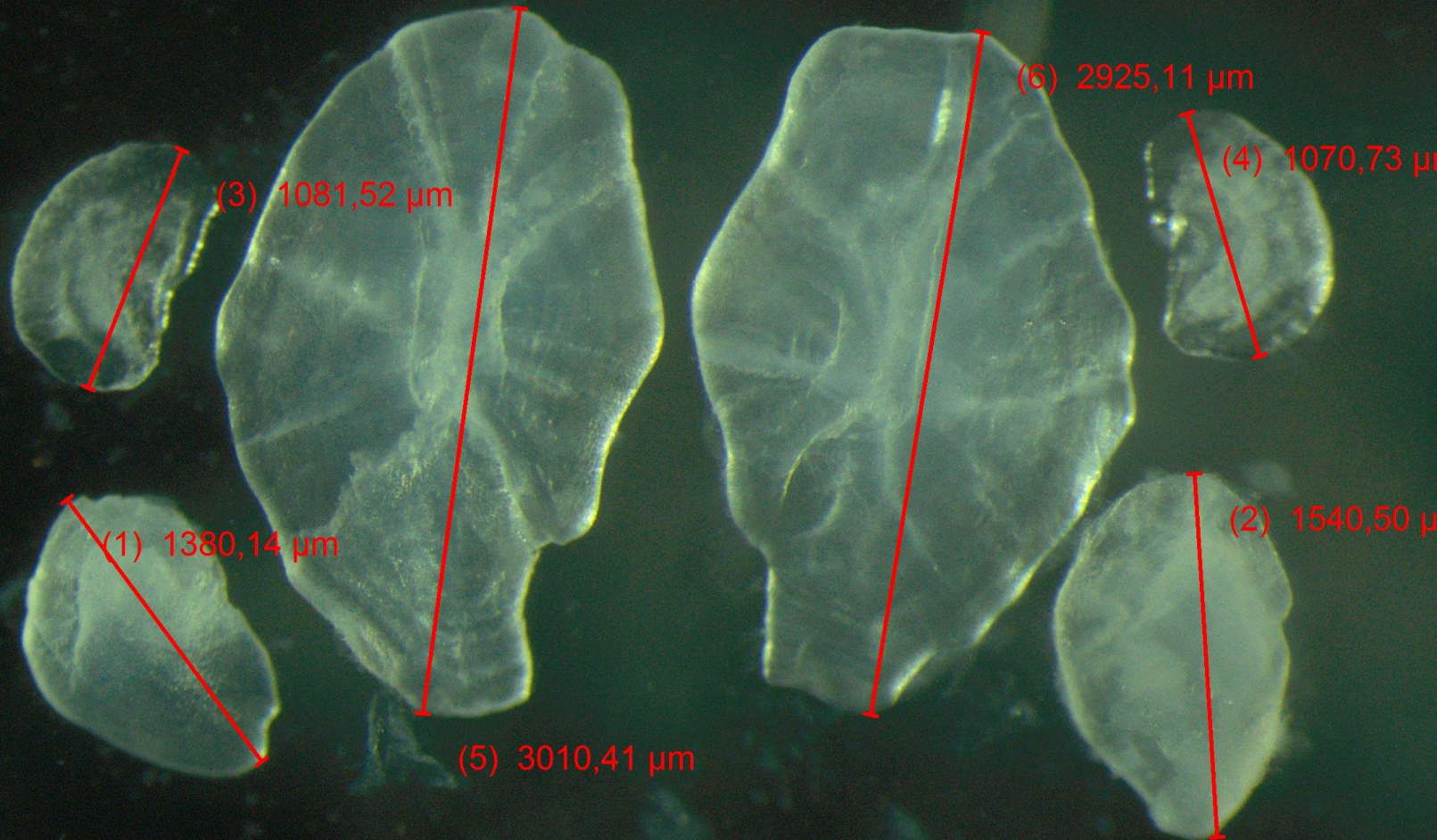


# „Nabyta” asymetryczność otolitów u skalara *Pterophyllum scalare*





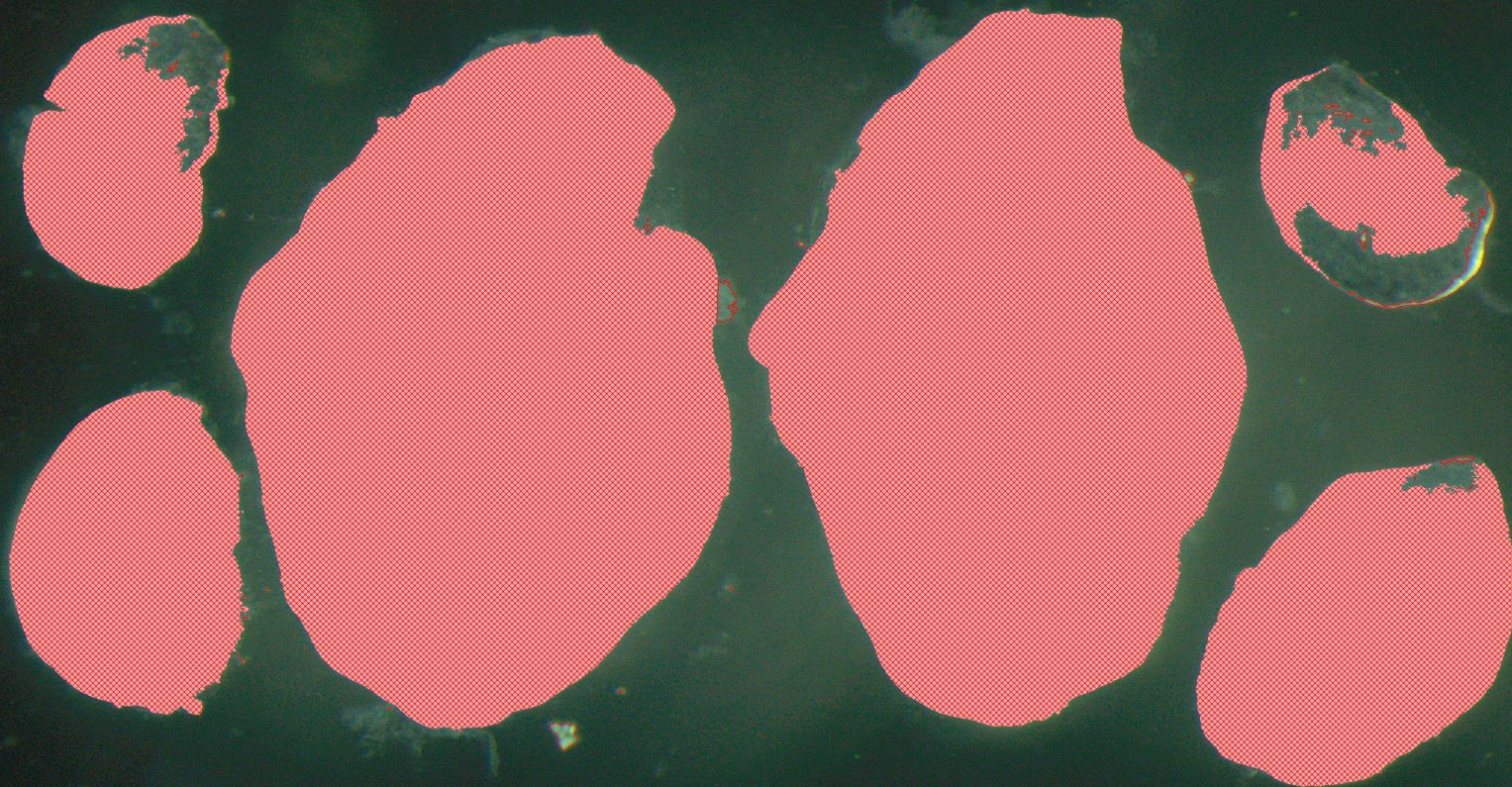
# Skalar lewoskrętny



500 μm



Skalar lewoskrętny

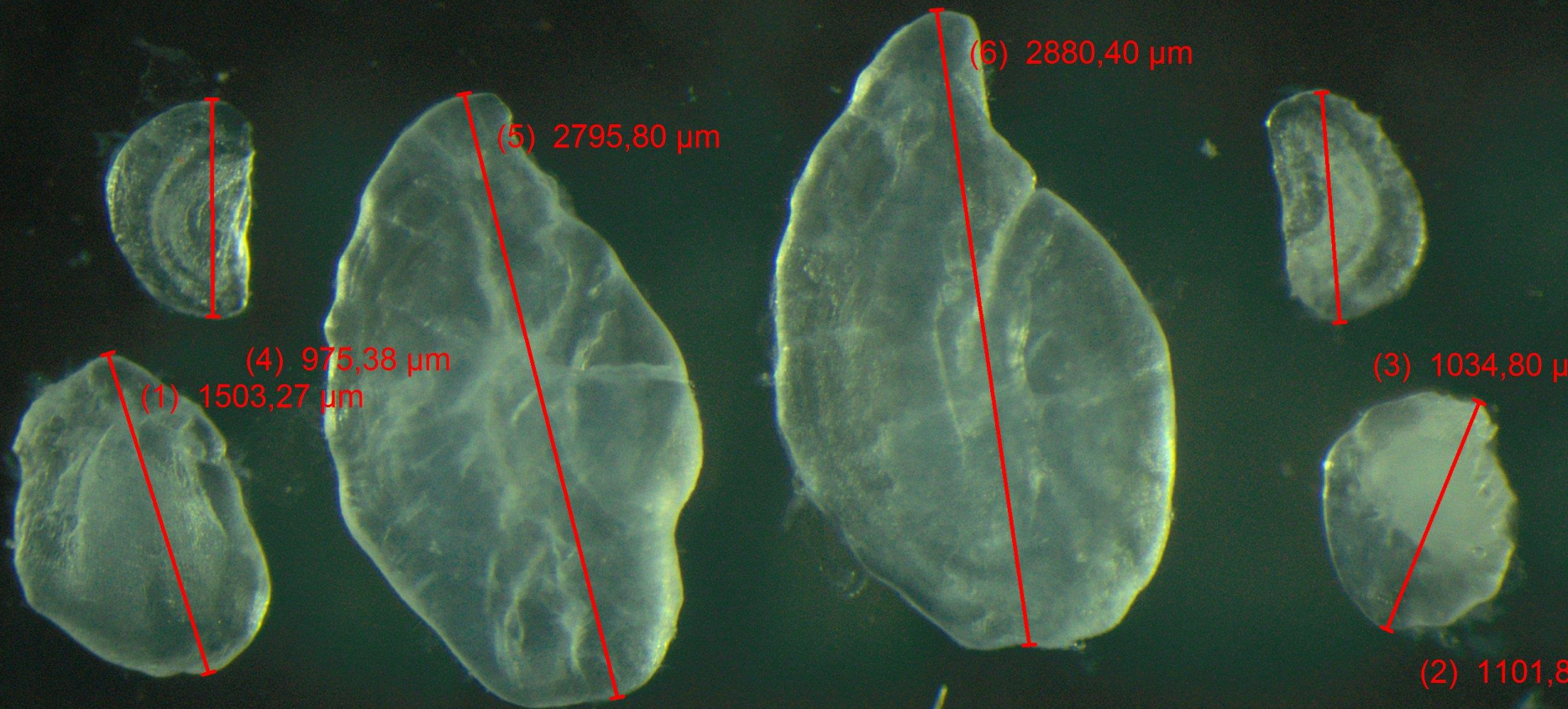


Magnification: 1 x

500  $\mu\text{m}$



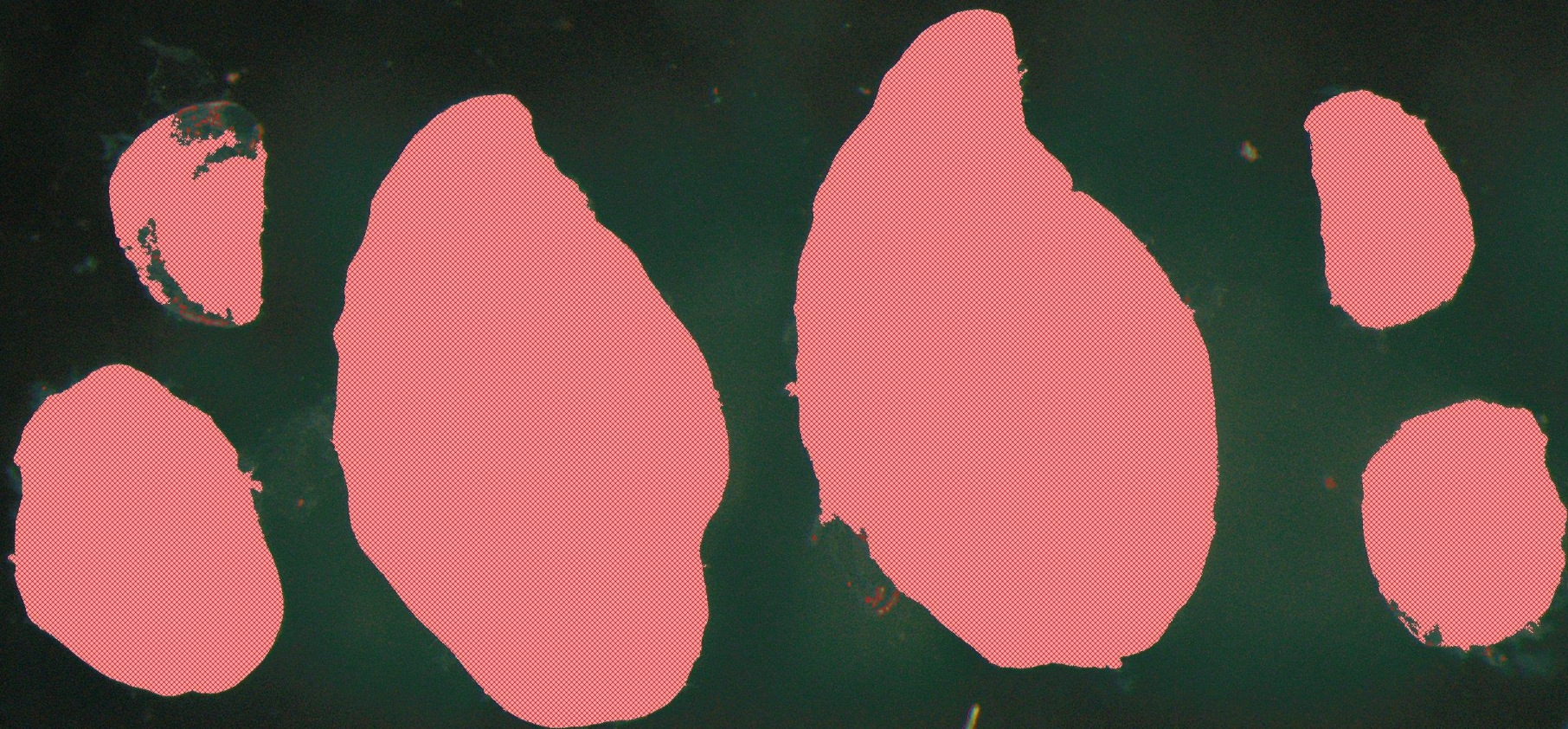
Skalar prawoskrętny



500 μm



Skalar prawoskrętny

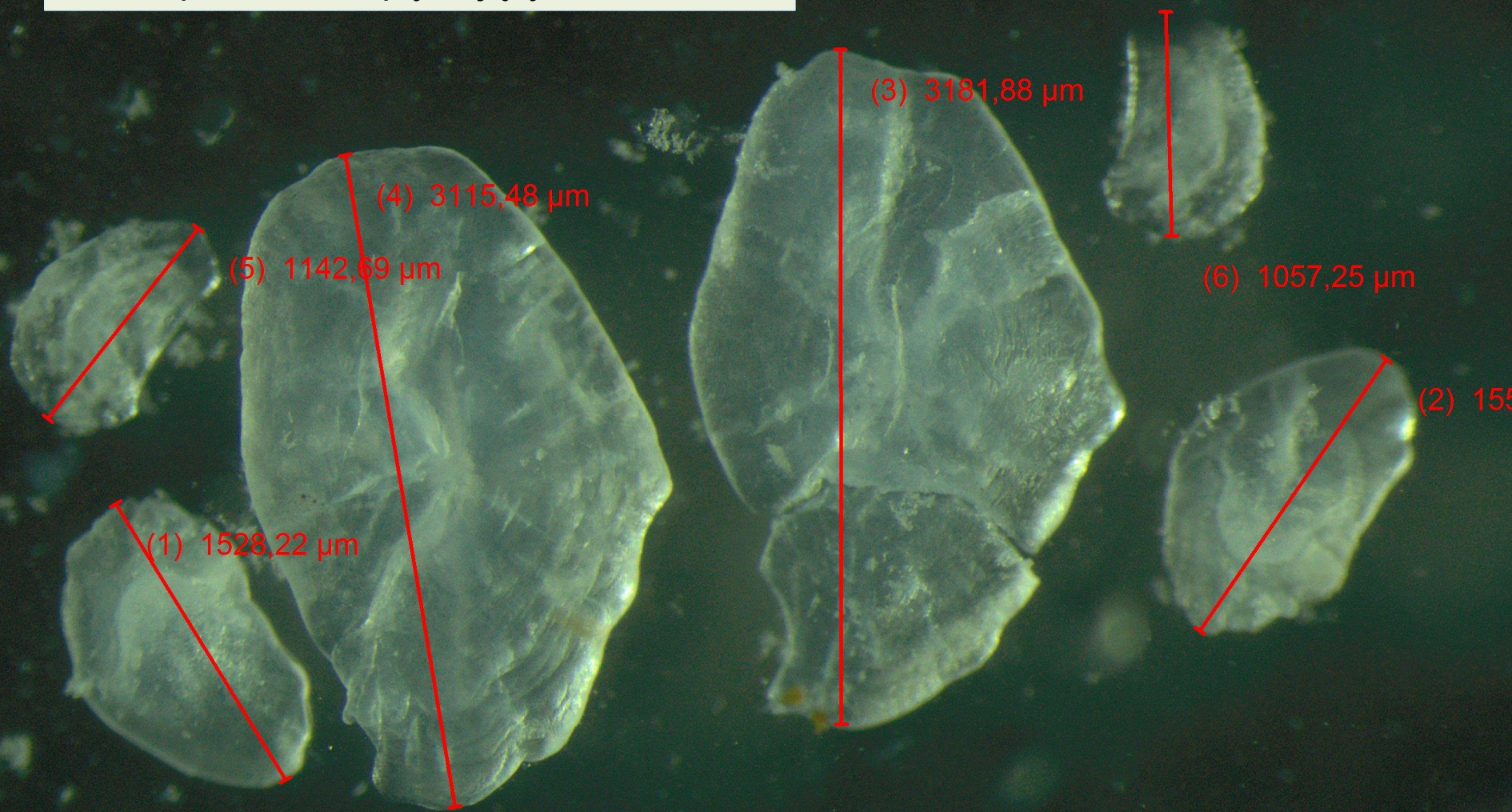


Magnification: 1 x

500  $\mu\text{m}$



# Skalar prawidłowo pływający



500 μm



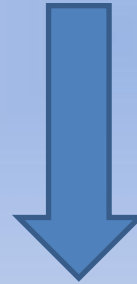
# Przyczyny asymetryczności otolitów



Genetyczne  
Ryby płaskie



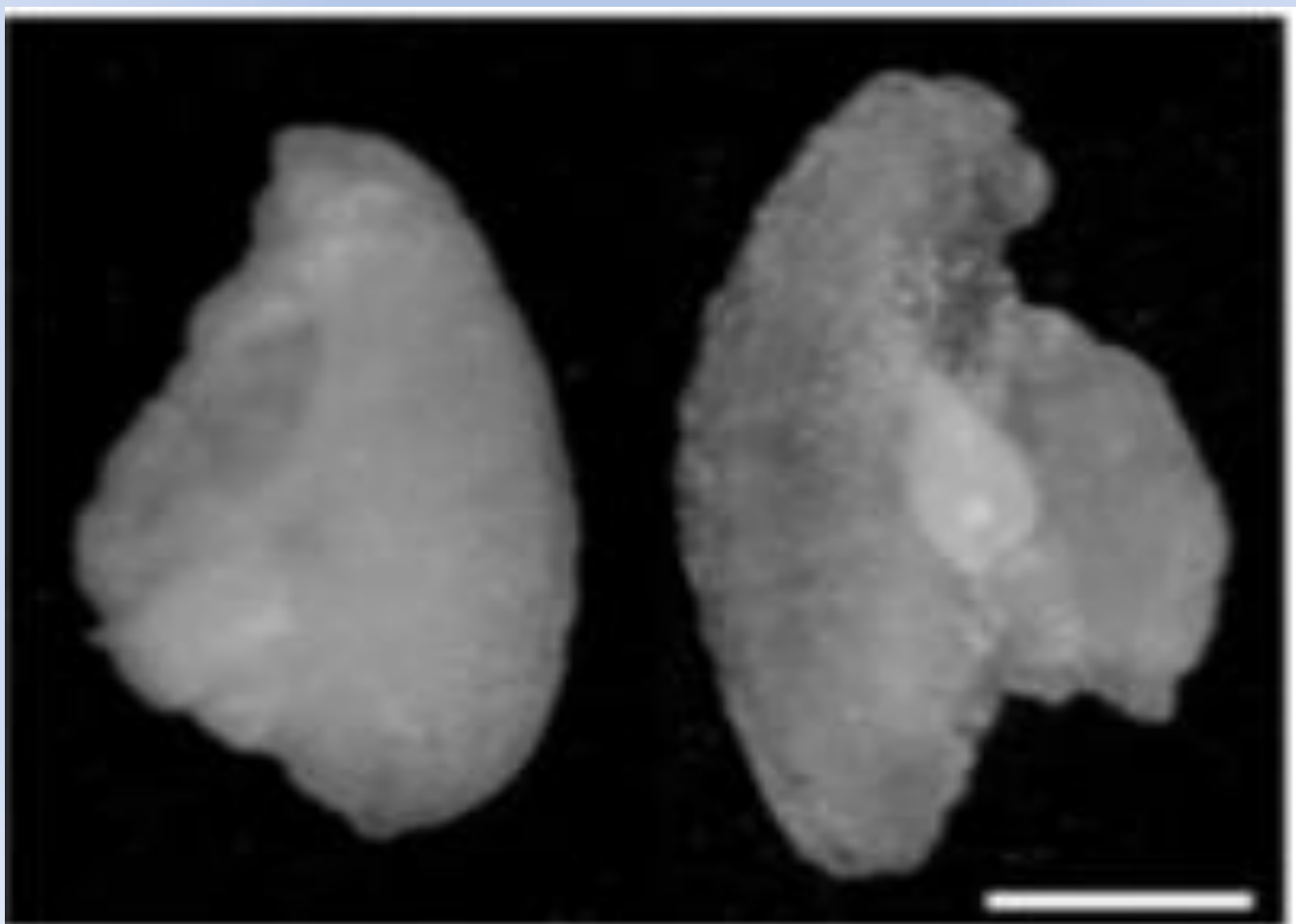
Środowiskowe/genetyczne  
Skalary kamyczki



Środowiskowe  
Pstrągi strzałki i  
mikrostruktura

# Informacje o asymetryczności otolitów w literaturze

Rapid growth causes abnormal Vaterite formation in farmed fish otoliths, 2017. *Reimer T. et al.*



# Skutki asymetryczności otolitów

Niedosłuch  
u łososi

Nieodpowiednie  
poruszanie się

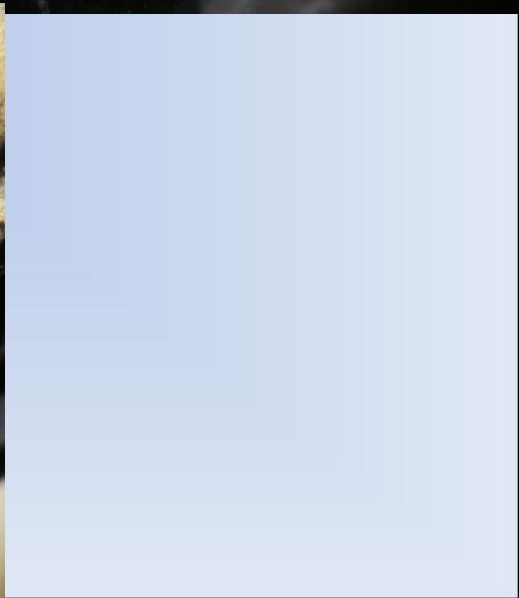
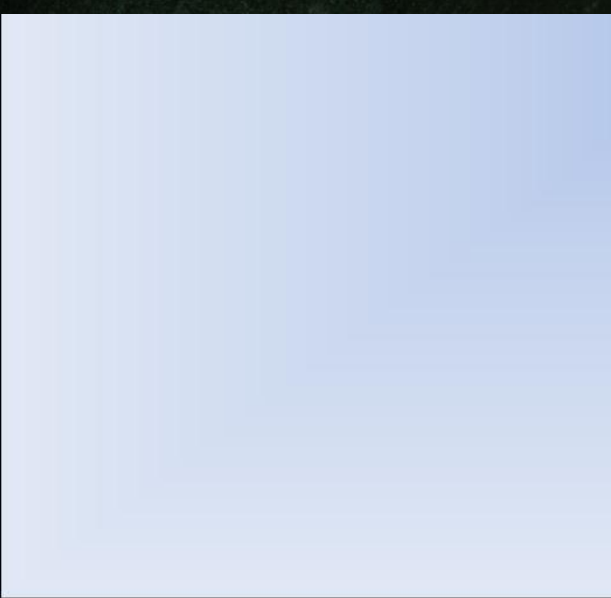
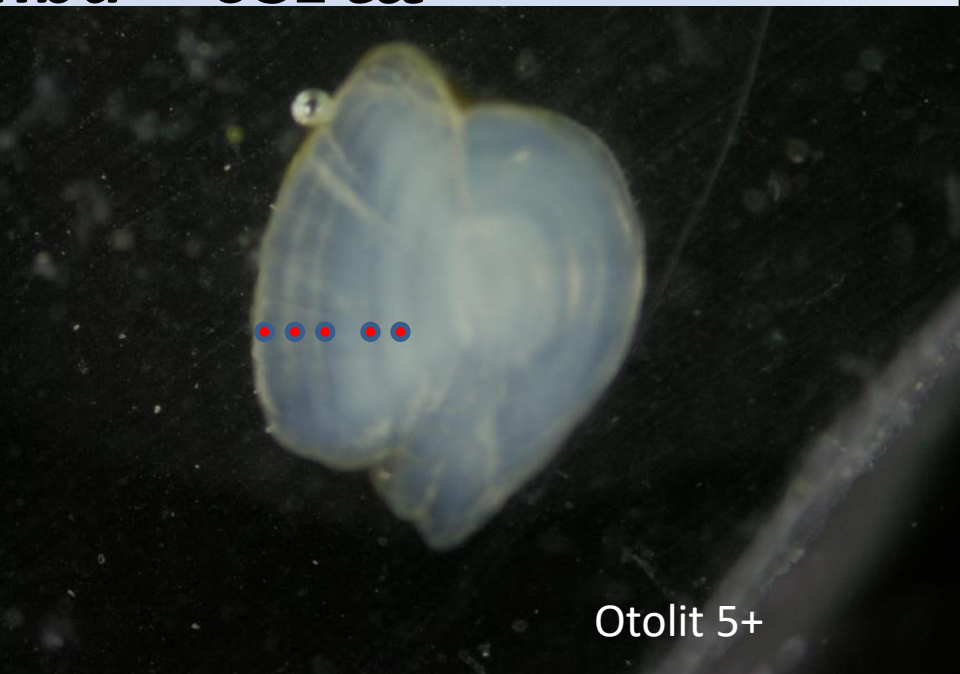
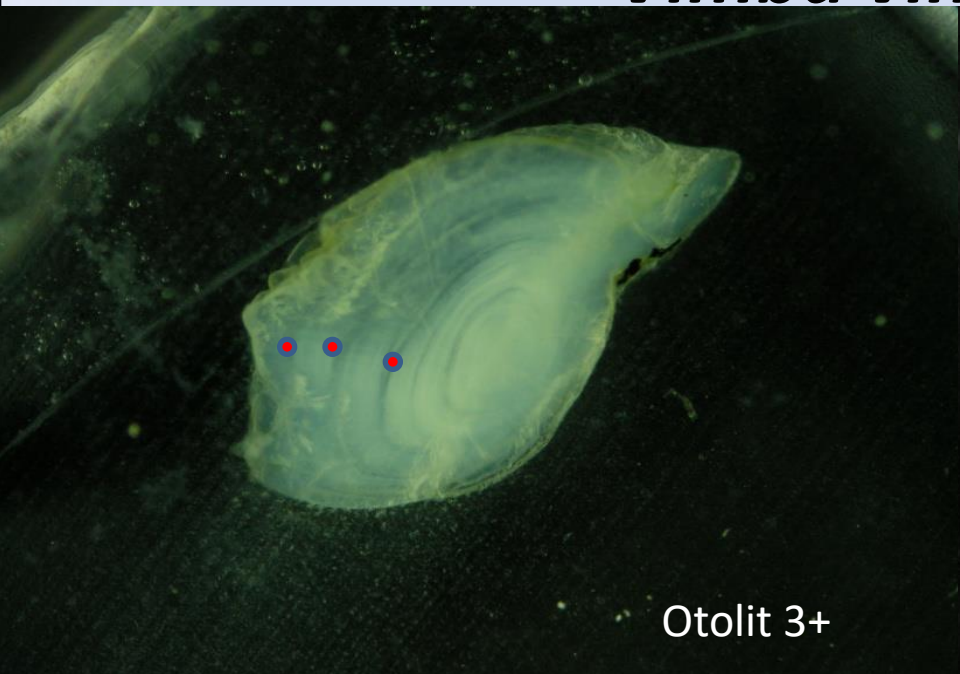
Trudności w  
pobieraniu pokarmu

Brak możliwości wykorzystania  
otolitu do szacowania wieku

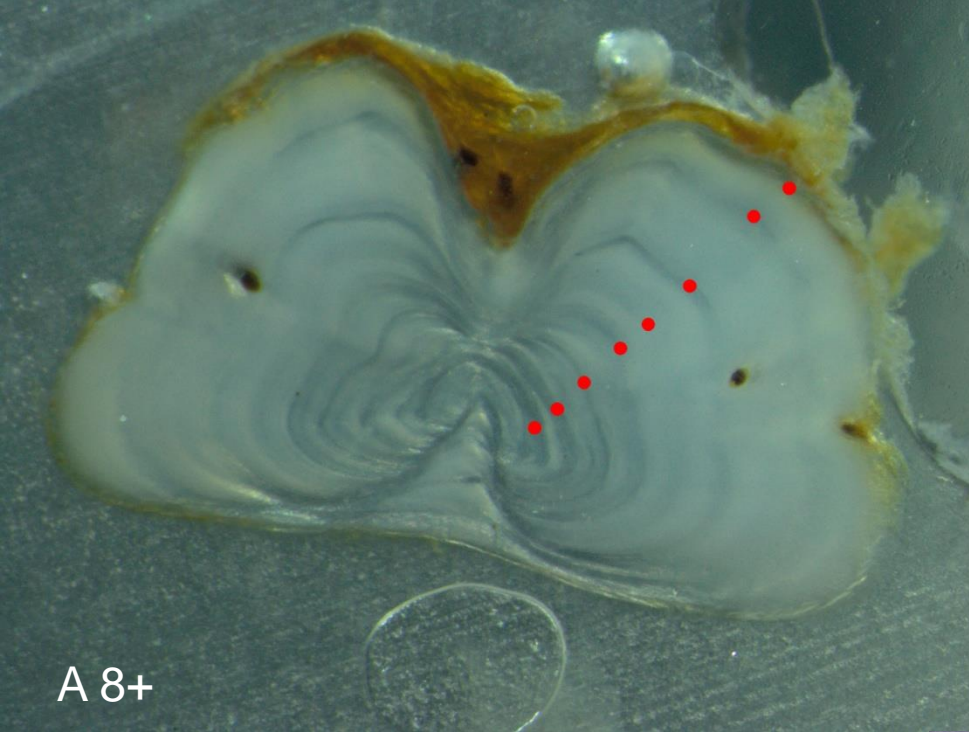
500  $\mu\text{m}$



# Czy wiek oszacowany jest wiekiem rzeczywistym ryby *Vimba vimba* - certa





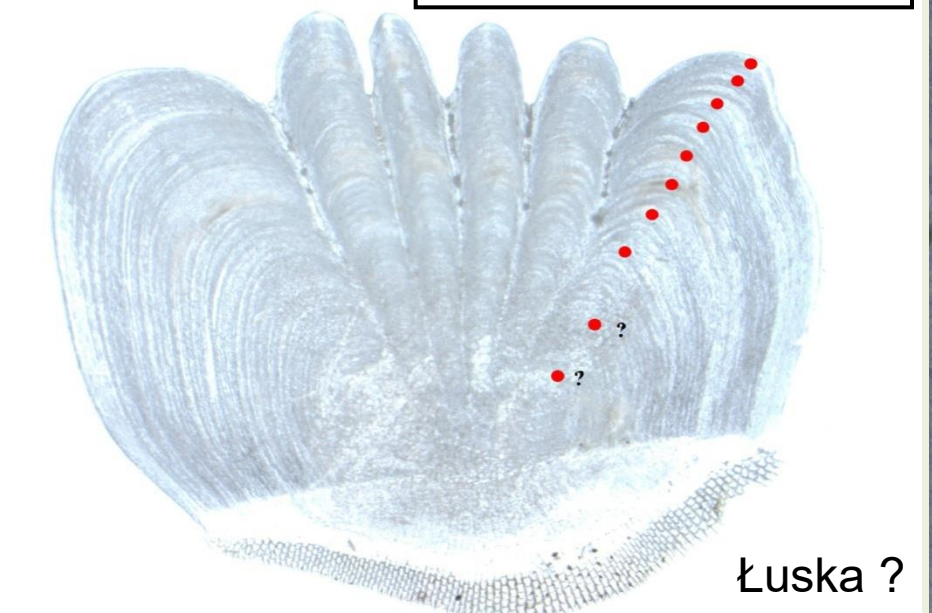


A 8+

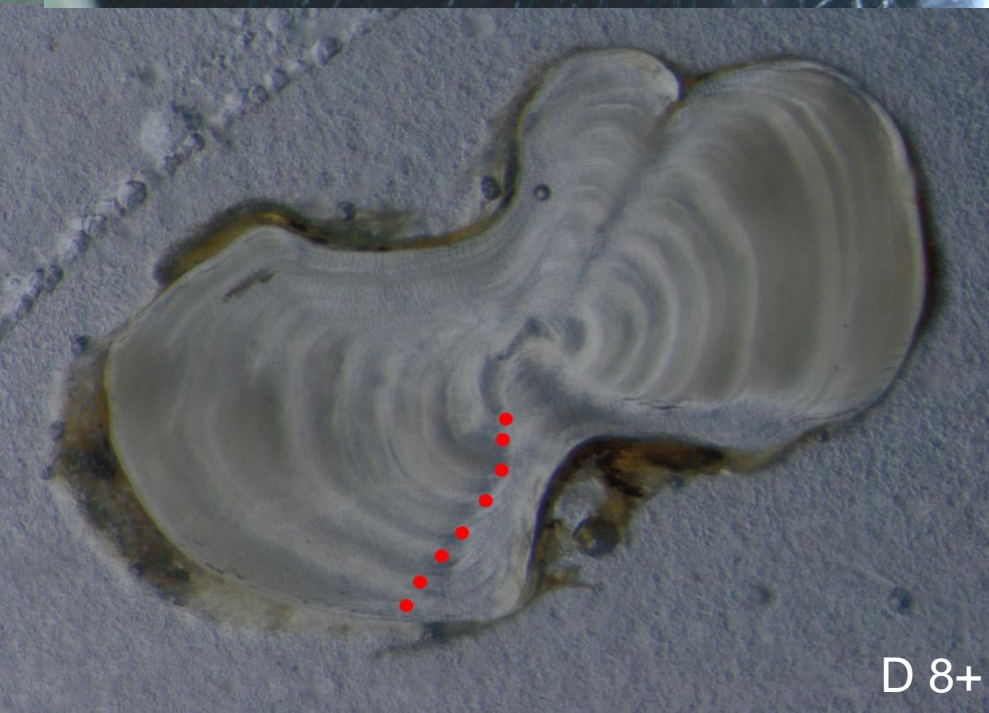


Otolit 8+

Okoń J. Trzeciecko

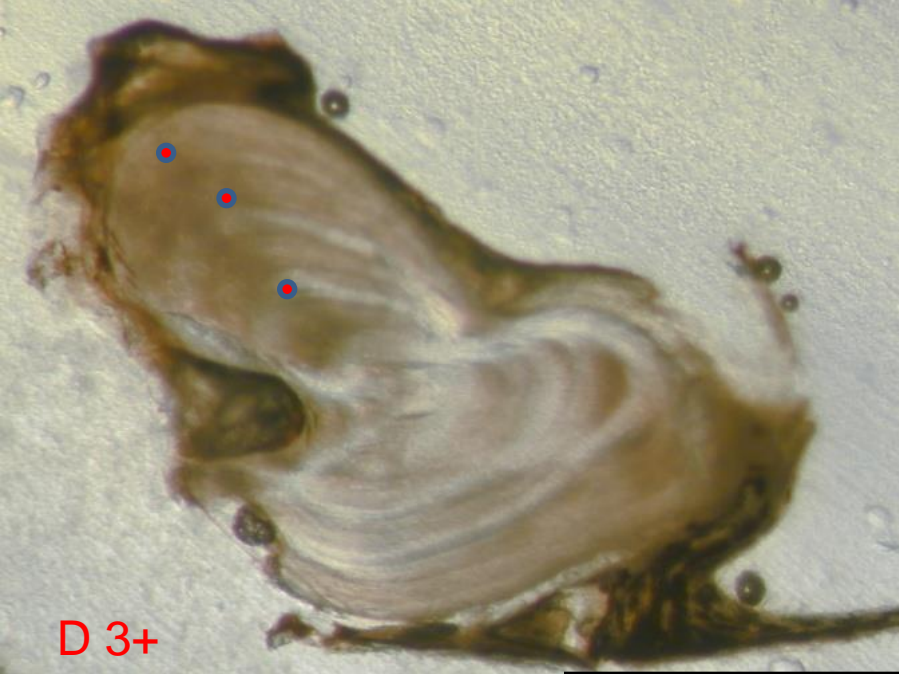


Łuska ?



D 8+





D 3+



D 3+

**Okoń J. Trzeciecko**



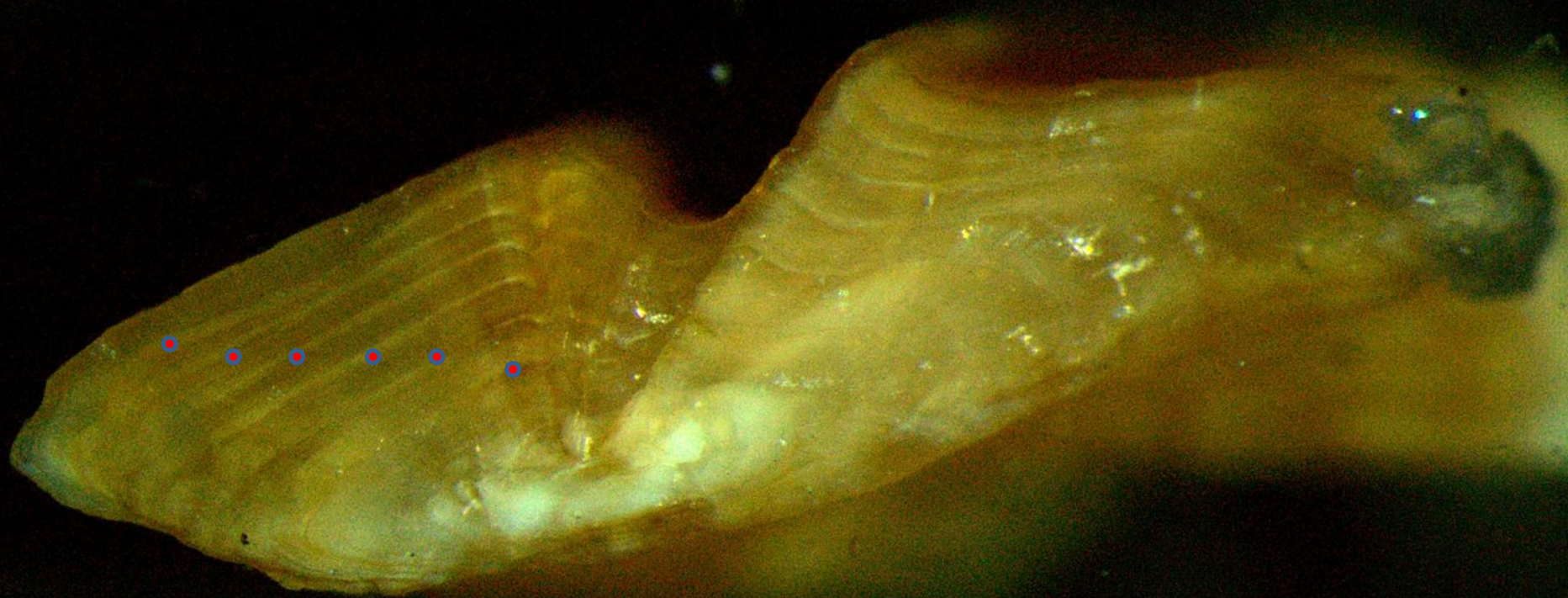
Otolit 3+



Otolit 4+

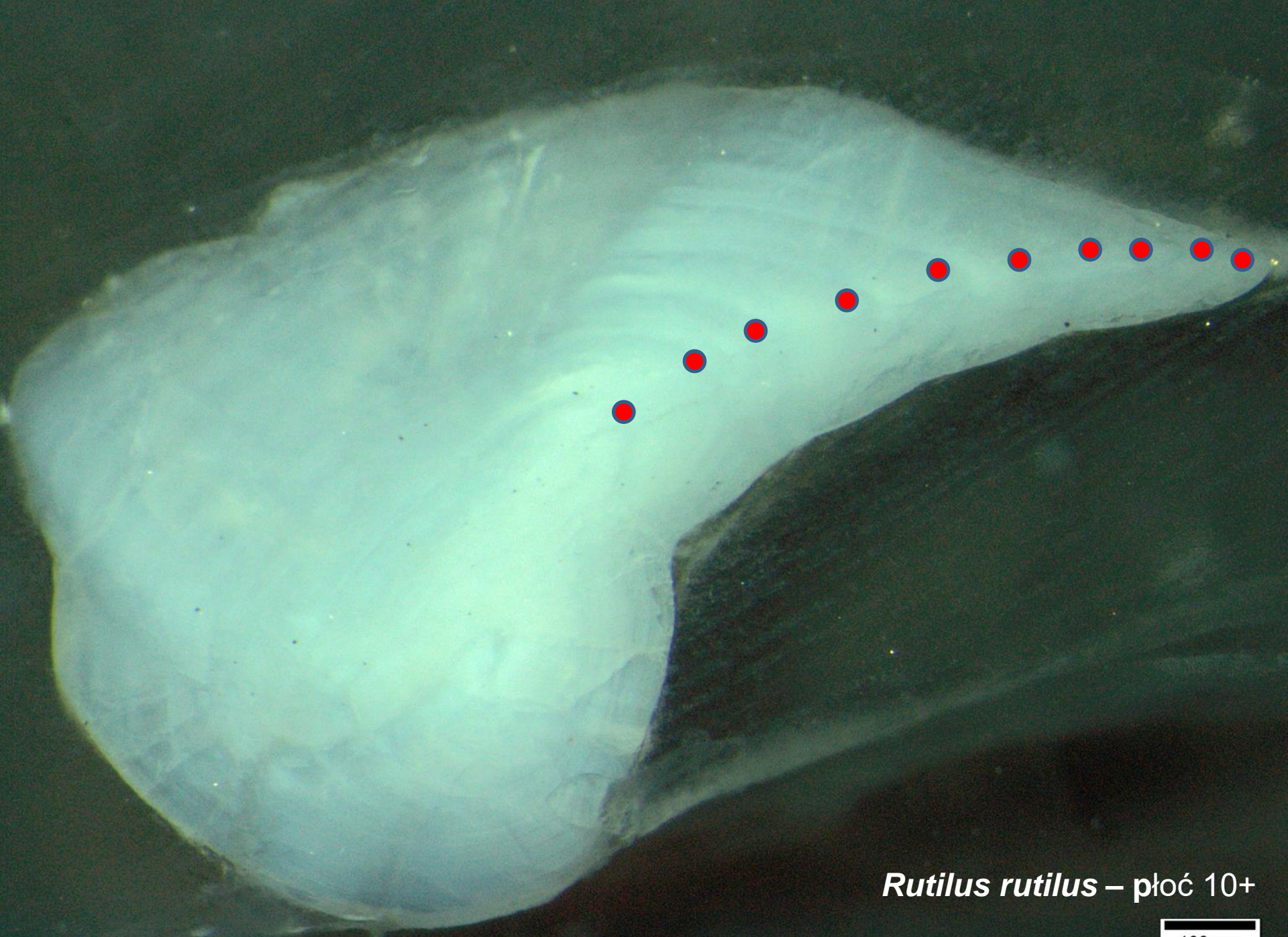


Okoń J.Trzesiecko 6+



500  $\mu$ m

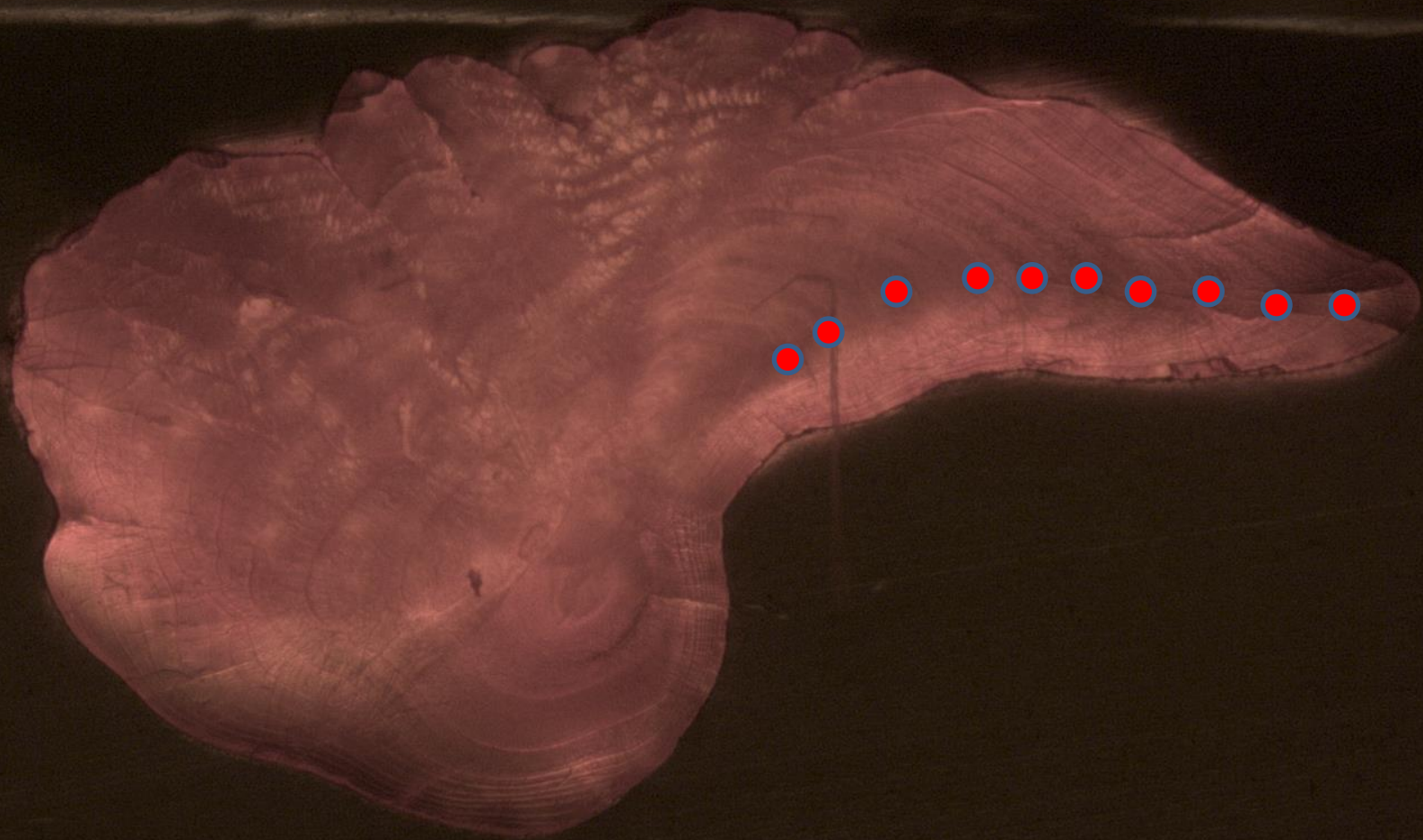




*Rutilus rutilus* – płoć 10+

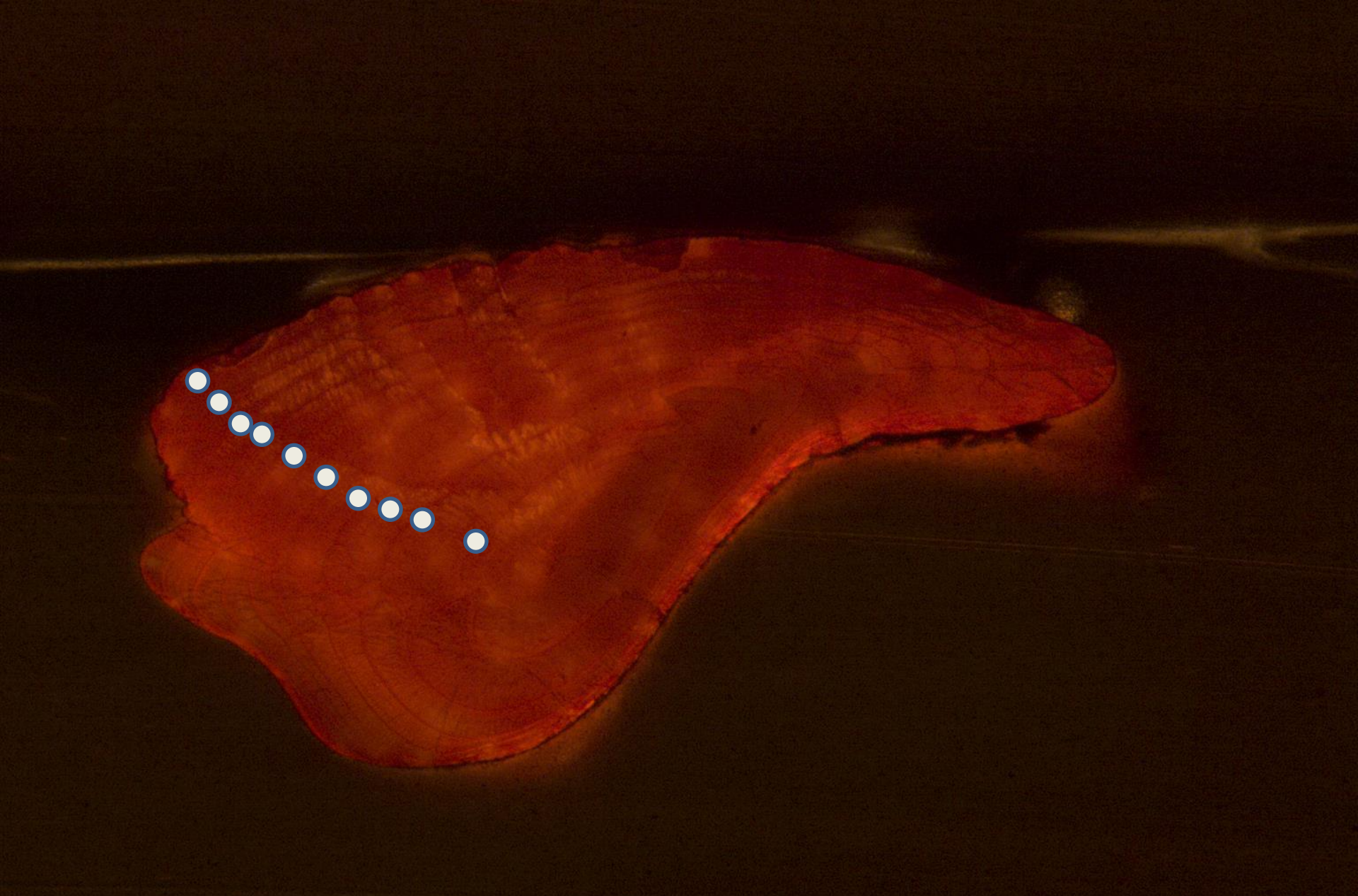
100  $\mu\text{m}$





*Rutilus rutilus* – płóć 10+





*Rutilus rutilus* – płóć 10+



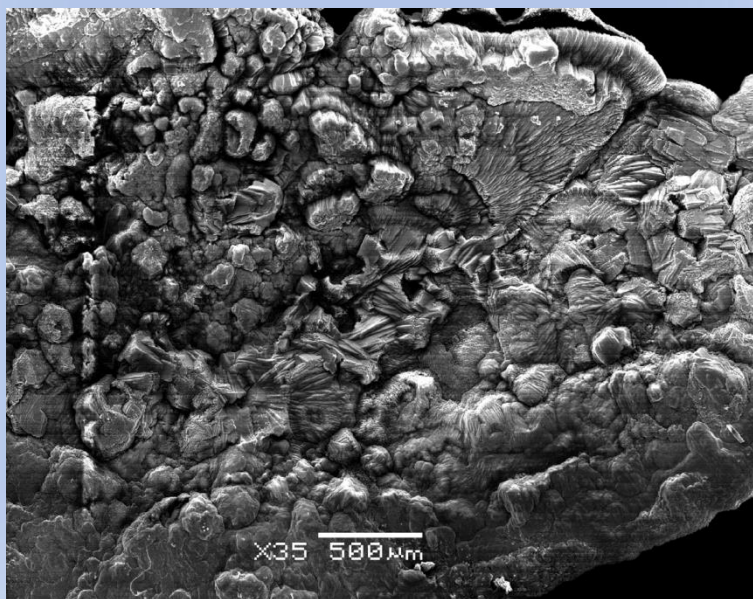


*Blicca bjoerkna* - krap 5+

# Mikrostruktura / nanostruktura

Badania przynależności genetycznej ryb wymarłych oraz współczesnych.

Analiza składu chemicznego.

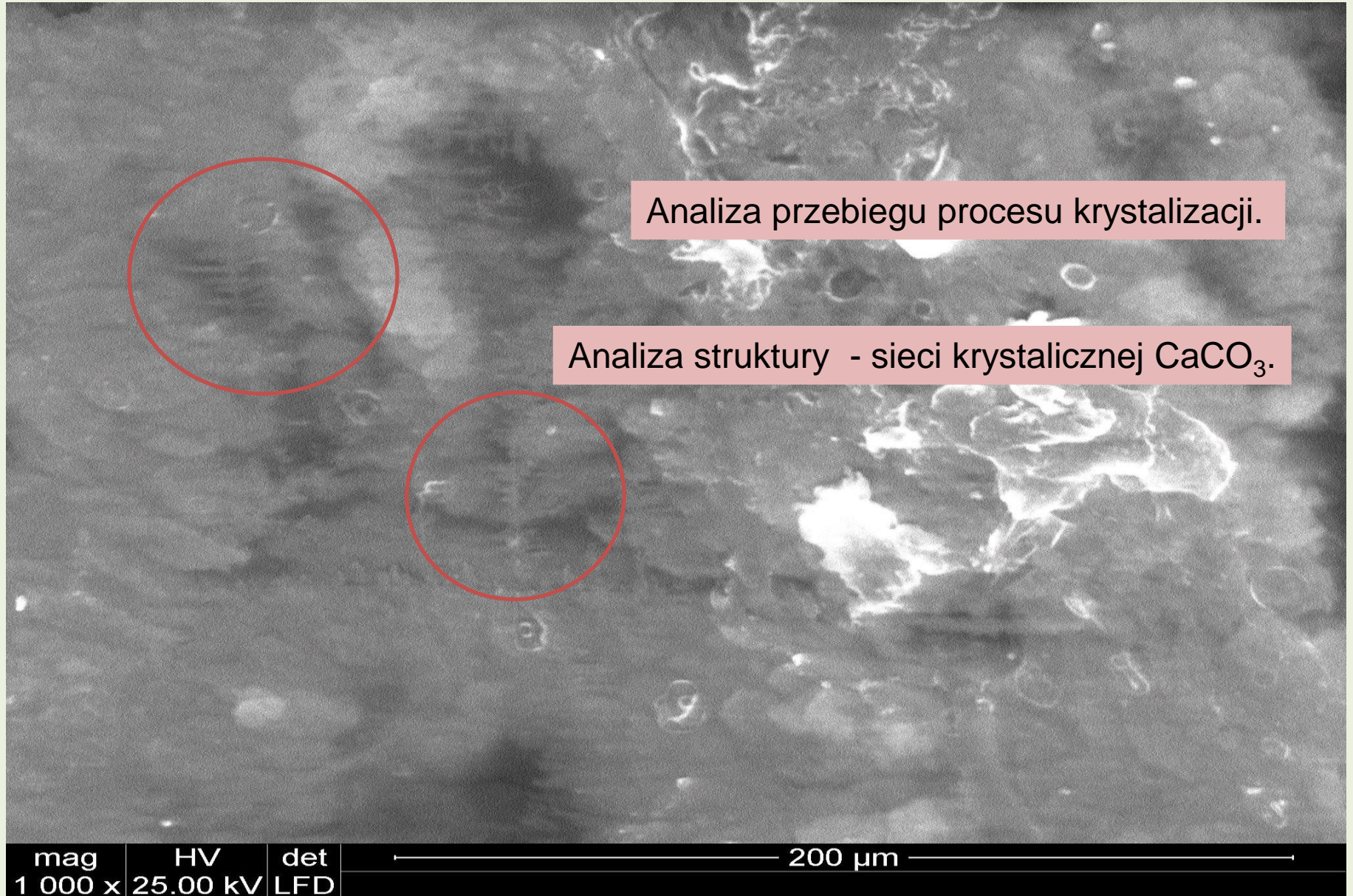


Obserwacji historii życia ryby, „odszukanie” różnic pomiędzy strefami przyrostu rocznego.

„Odtwarzanie” warunków klimatycznych panujących na Ziemi w przeszłości.

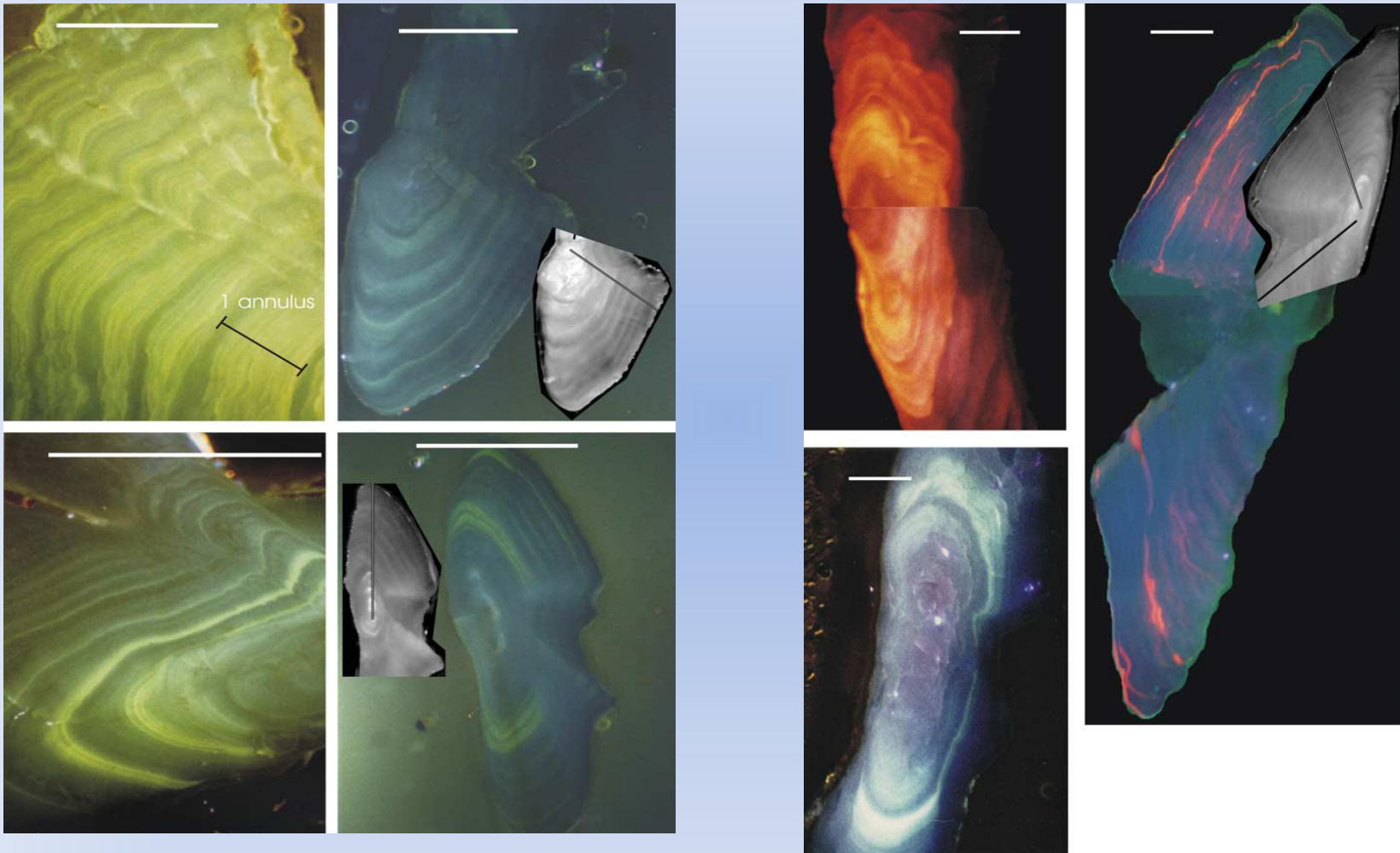


# Mikrostruktura / nanostruktura



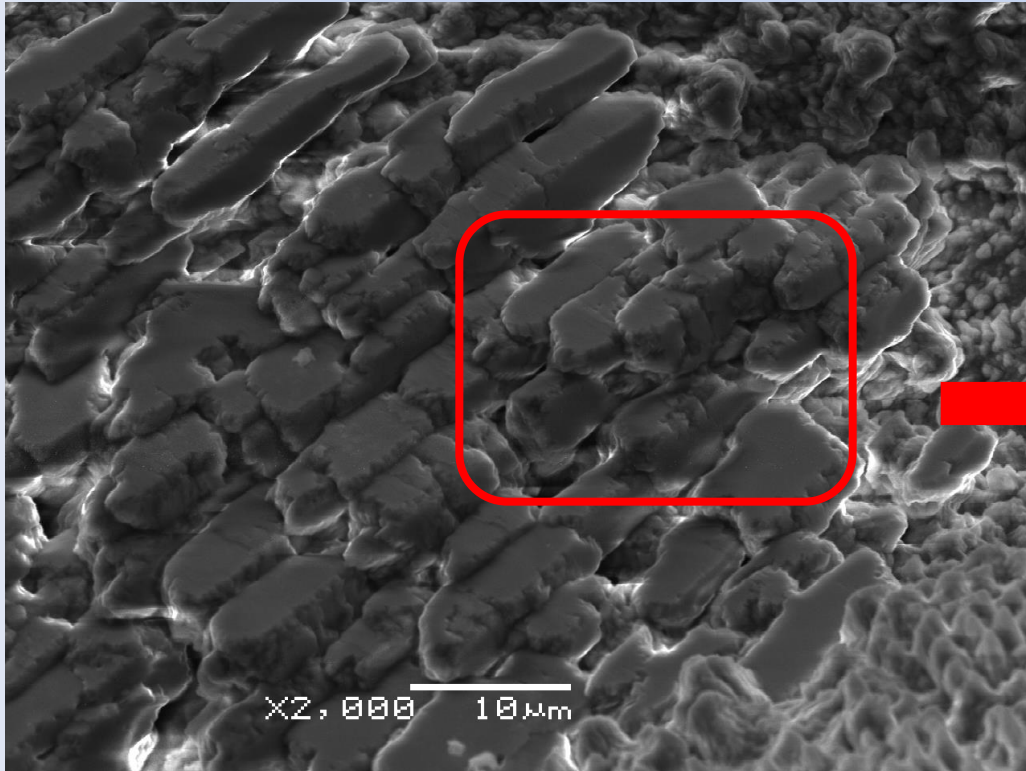


# Mikrostruktura



Cathodoluminescencja – badania składu chemicznego otolitów, na poziomie mikrostruktury.  
Badano Mn, Zn, Sr, Sm – badania odniesiona do skał otaczających jezioro (Halden et al. 2004).  
Barwa żółto-zielona to Mn powiązany z aragonitem a czerwona z Sm (samar) związanym z kalcytem

# Chemical Analysis by EDS



Element	Weight%	Atomic%
C K	21.24	27.51
N K	6.63	7.36
O K	63.46	61.68
Na K	0.30	0.20
Al K	0.10	0.05
Ca K	8.14	3.16
Mn K	0.06	0.02
Fe K	0.06	0.02
Co K	0.02	0.01
Totals	100.00	

Okoń z Jeziora Trzesiecko

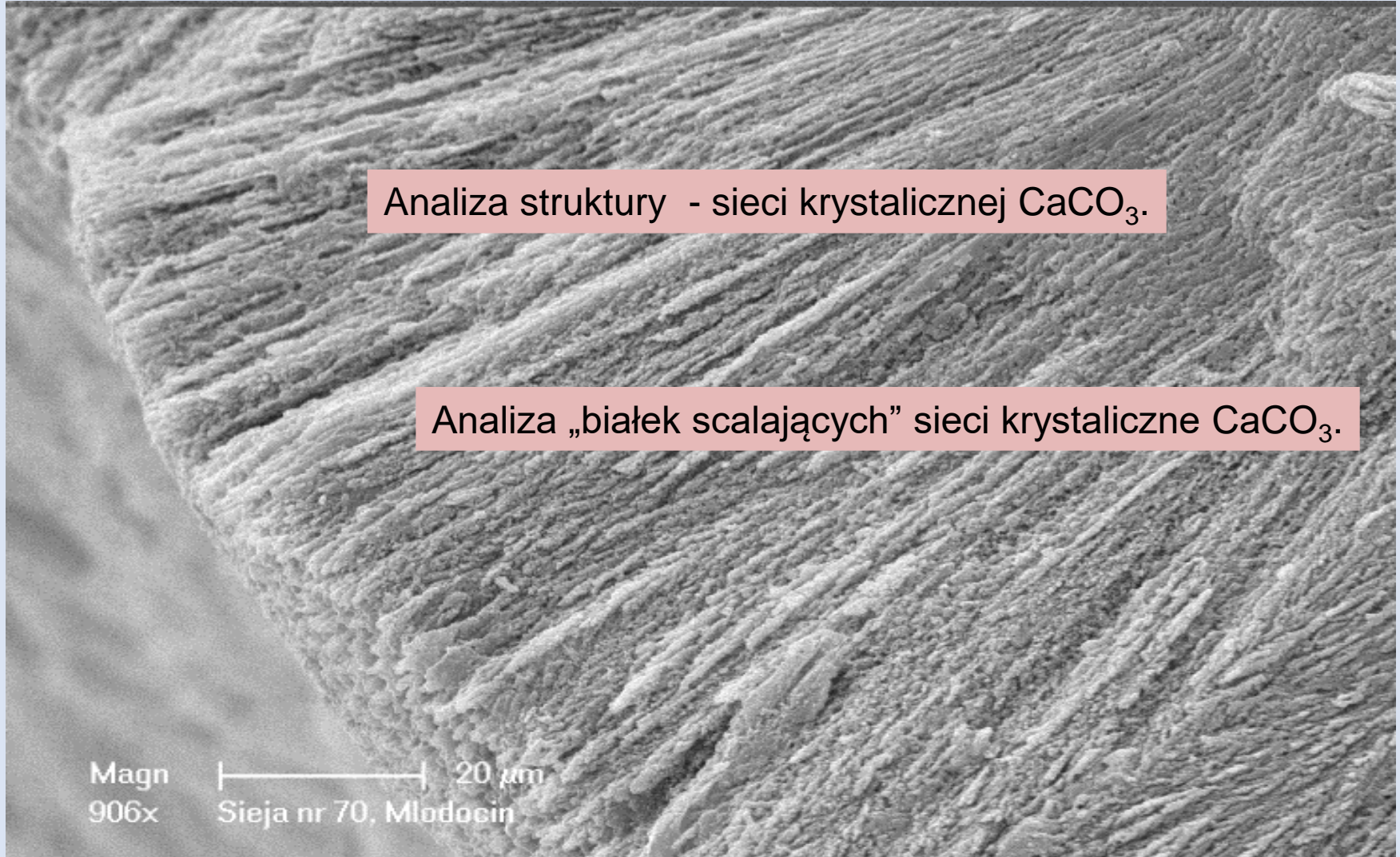


# Mikrostruktura / nanostruktura

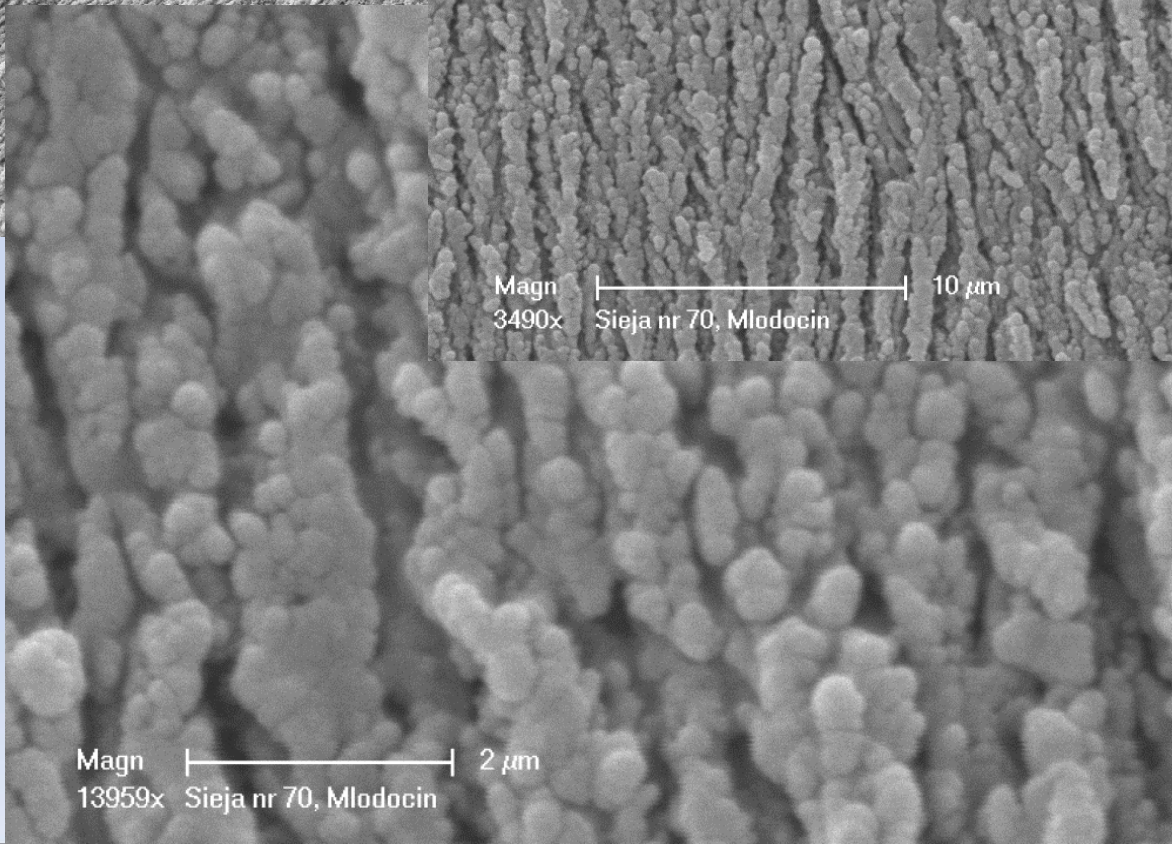
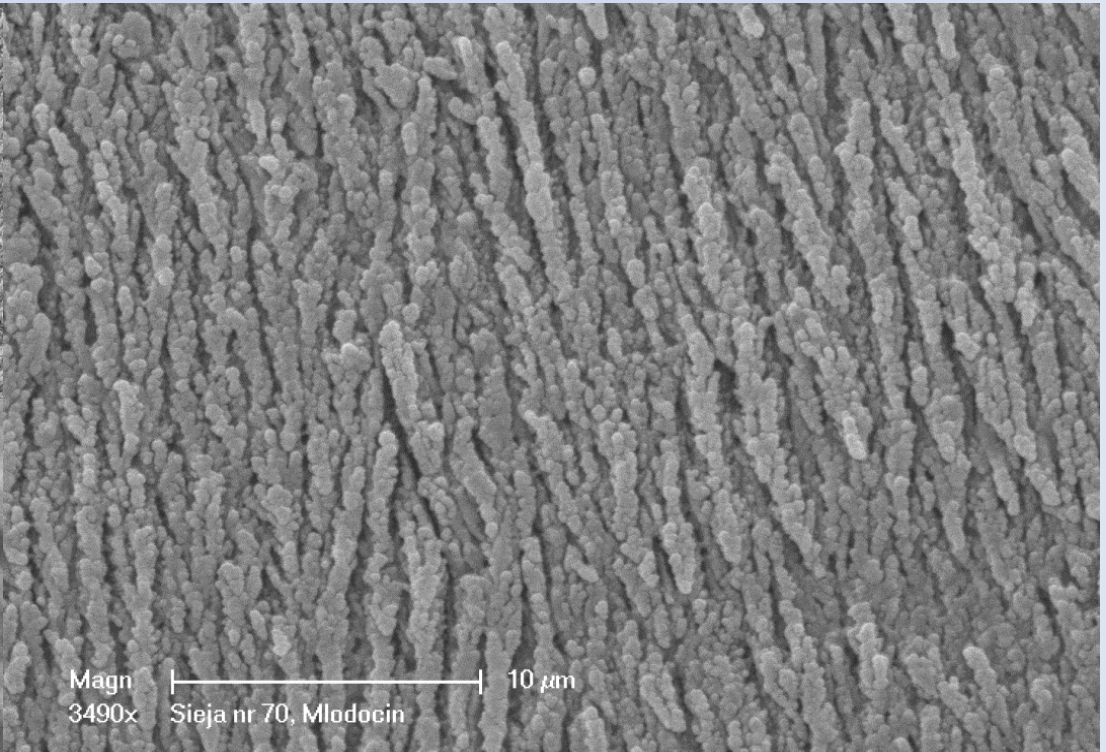
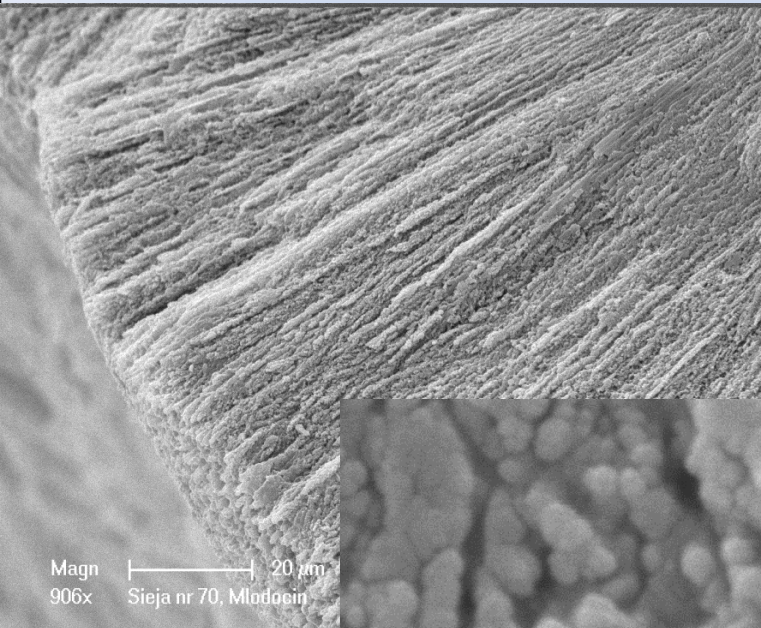
Analiza struktury - sieci krystalicznej  $\text{CaCO}_3$ .

Analiza „białek scalających” sieci krystaliczne  $\text{CaCO}_3$ .

Magn 906x  
|—————| 20  $\mu\text{m}$   
Sieja nr 70, Młodocin



# Scanning Electron Microscopy







# „Nabyta” asymetryczność otolitów u pstrąga

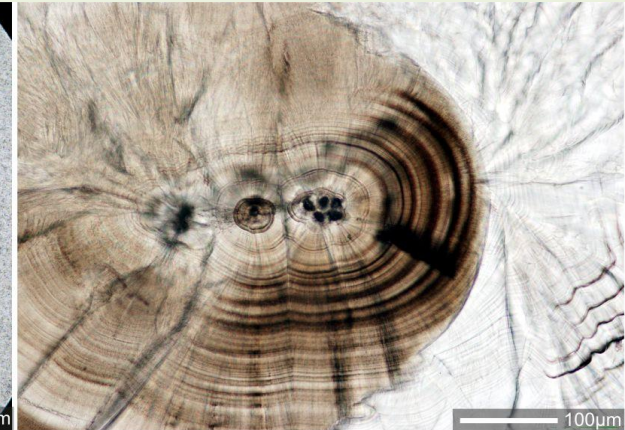
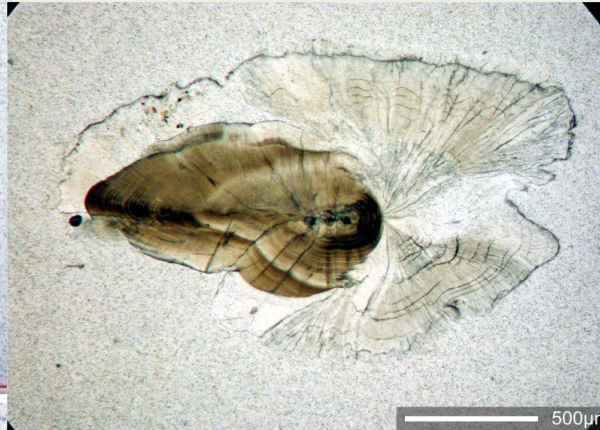
*Salmo trutta* m. *fario* -pstrąg





# Mikrostruktura Otolitów

*Salmo trutta m. fario* -pstrąg



Aut. Prof.. J. Stolarski PAN w Warszawie



Dziękuję za uwagę 😊



**Unia Europejska**  
Europejski Fundusz  
Morski i Rybacki

