

**Wraz z klimatem zmienia się biogeochemia fjordów Spitsbergenu...**  
**...część dalsza**  
**...z punktu widzenia obiegu węgla**

**Karol Kuliński**

oraz:

Fernando Aguado Gonzalo, Laura Bromboszcz, Magdalena Diak, Katarzyna Koziarowska-Makuch,  
Przemysław Makuch, Izabela Palka, Piotr Prusiński, Seyed Reza Saghravani, Beata Szymczycha i  
Aleksandra Winogradow

**PROSPECTOR**

do permafrost-released organics amplify ocean  
acidification in the arctic?

IO PAN

Projekt finansowany przez Narodowe Centrum Nauki – mechanizm SONATA BIS  
2019/34/E/ST10/00167



**RAW**

"RAW – Retreat And Wither" – What is the influence of glaciers recession  
from tidewater to land-based on the marine biological production and  
biogeochemistry in the Arctic?

Projekt finansowany w ramach programu GRIEG  
przez Norweski Mechanizm Finansowy 2014–2021 (85%)  
i Narodowe Centrum Nauki (15%)  
2019/34/H/ST10/00504



Instytut Geofizyki  
Polskiej Akademii Nauk



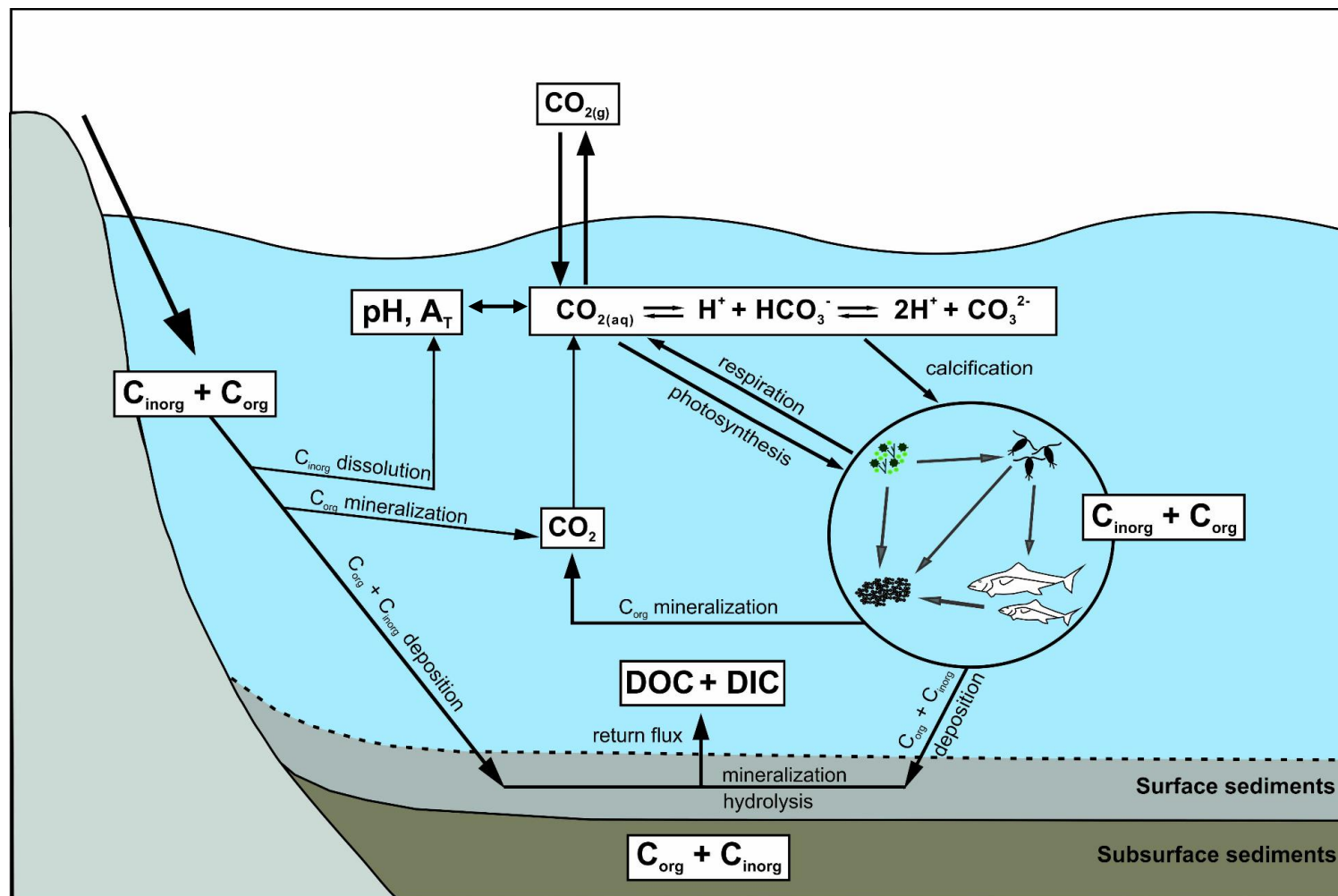
Western Norway  
University of  
Applied Sciences

### Mierzalne właściwości systemu węglanowego:

- **DIC,  $C_T$**  – stężenie węgla nieorganicznego
- **$A_T$**  – alkaliczność całkowita, miara przewagi zasad nad kwasami w wodzie morskiej i opisująca jej zdolność do buforowania zmian pH
- **$pCO_2$**  – ciśnienie cząstkowe  $CO_2$ , miara stężenia  $CO_2$  w wodzie morskiej
- **pH**

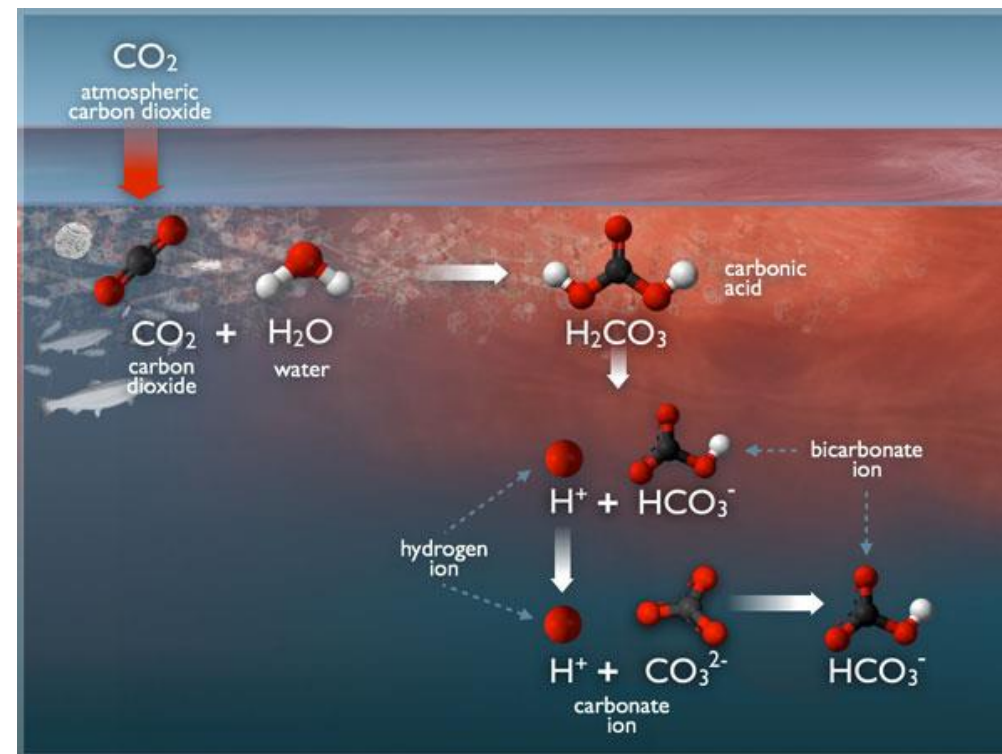
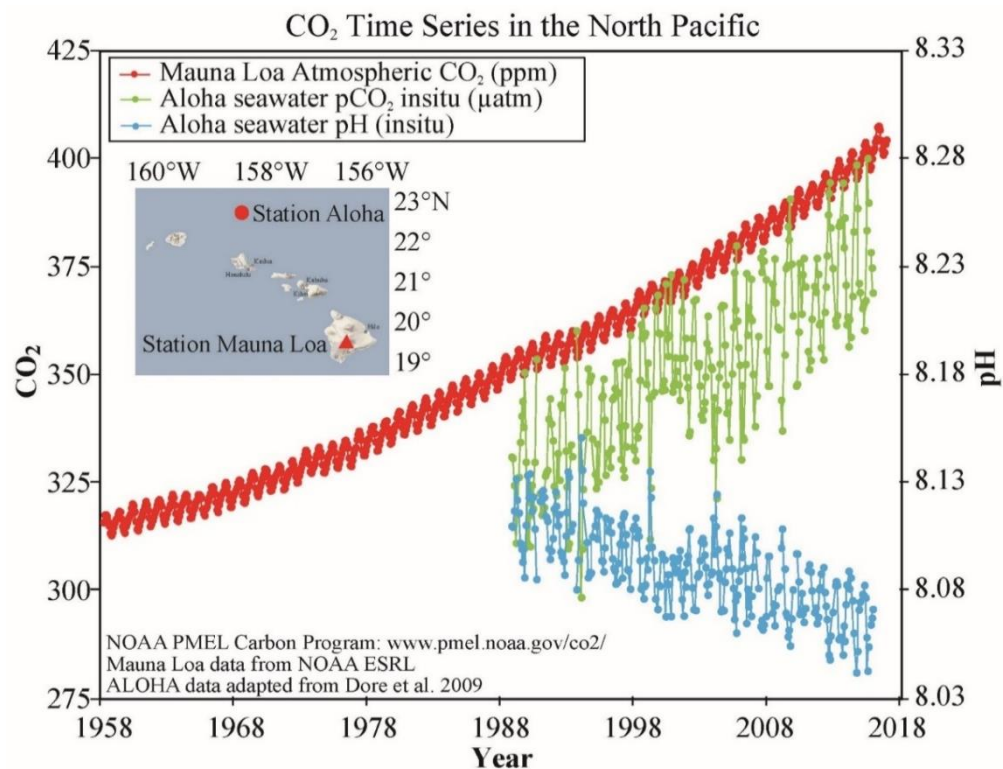
### Dodatkowo:

- **$\Omega$**  – stopień nasycenia wody  $CaCO_3$  (kalcytem lub aragonitem)



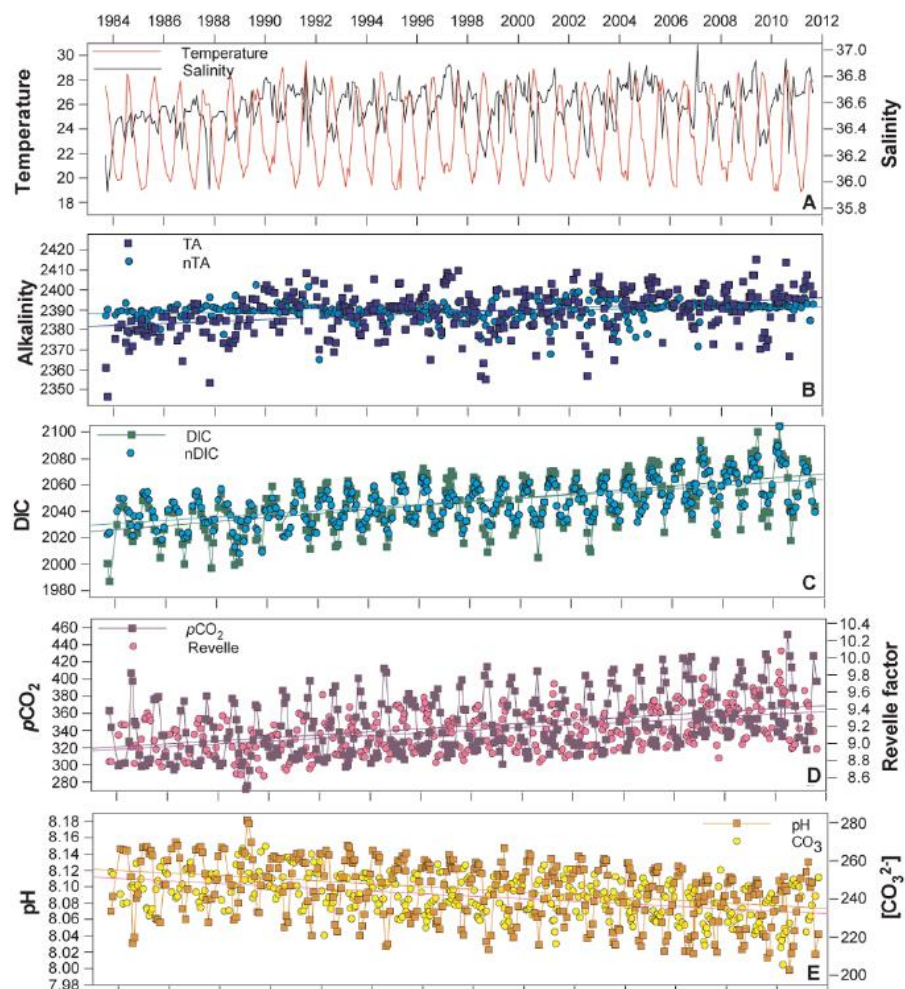
## Zakwaszanie wody morskiej (*Ocean Acidification*)

Wraz ze wzrostem stężenia CO<sub>2</sub> w atmosferze rośnie również stężenie CO<sub>2</sub> w wodzie morskiej  
CO<sub>2</sub> rozpuszczony w wodzie tworzy słaby, dwuprotonowy kwas węglowy, którego dysocjacja prowadzi do uwolnienia H<sup>+</sup>



## Zakwaszanie wody morskiej (*Ocean Acidification*)

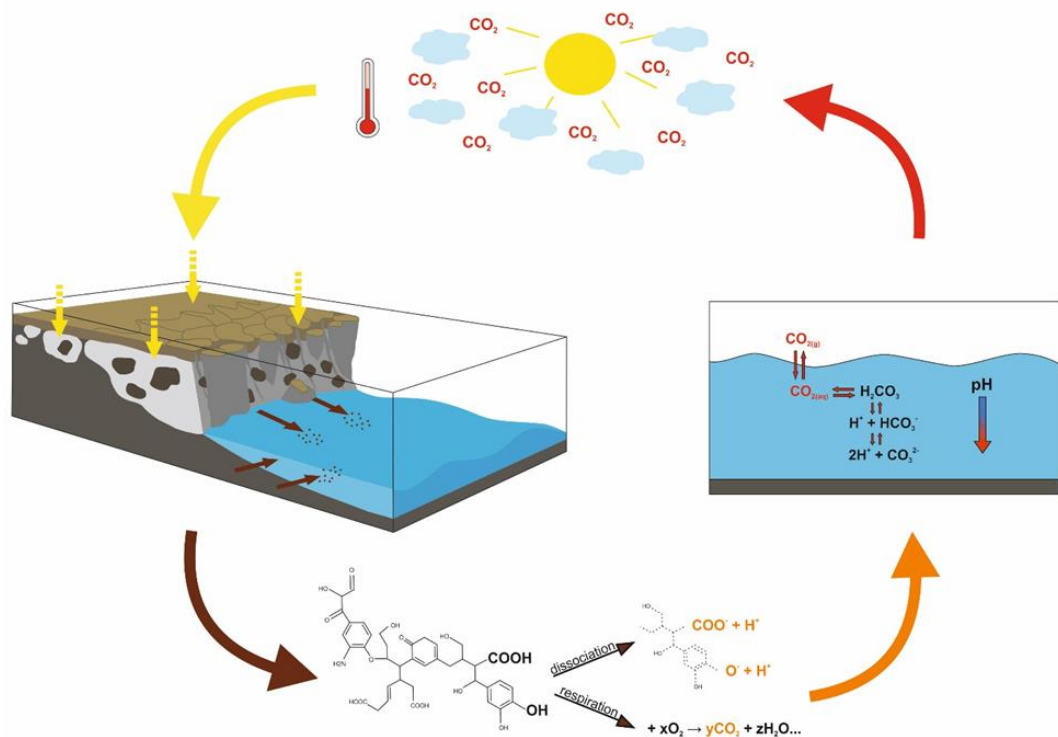
BATS - Bermuda Atlantic Time-series Study



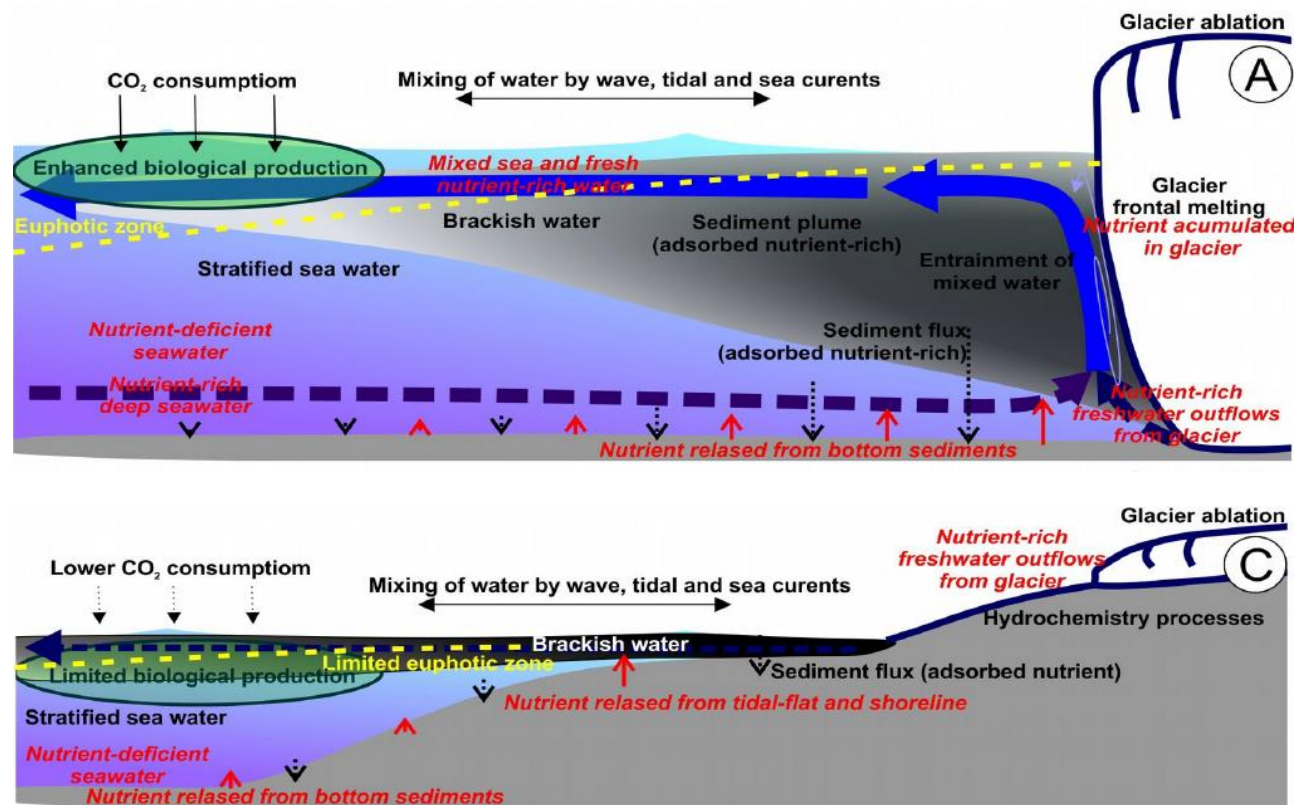
- W wyniku zakwaszania wody morskiej rośnie DIC ( $C_T$ ) oraz spada pH i stężenie jonów  $\text{CO}_3^{2-}$
- Ponieważ alkaliczność jest względnie stała w otwartym oceanie, mechanizm zakwaszania wody może być w pełni zrozumiany znając zmianę  $\text{CO}_2$  w atmosferze oraz wymianę  $\text{CO}_2$  przez powierzchnię morza



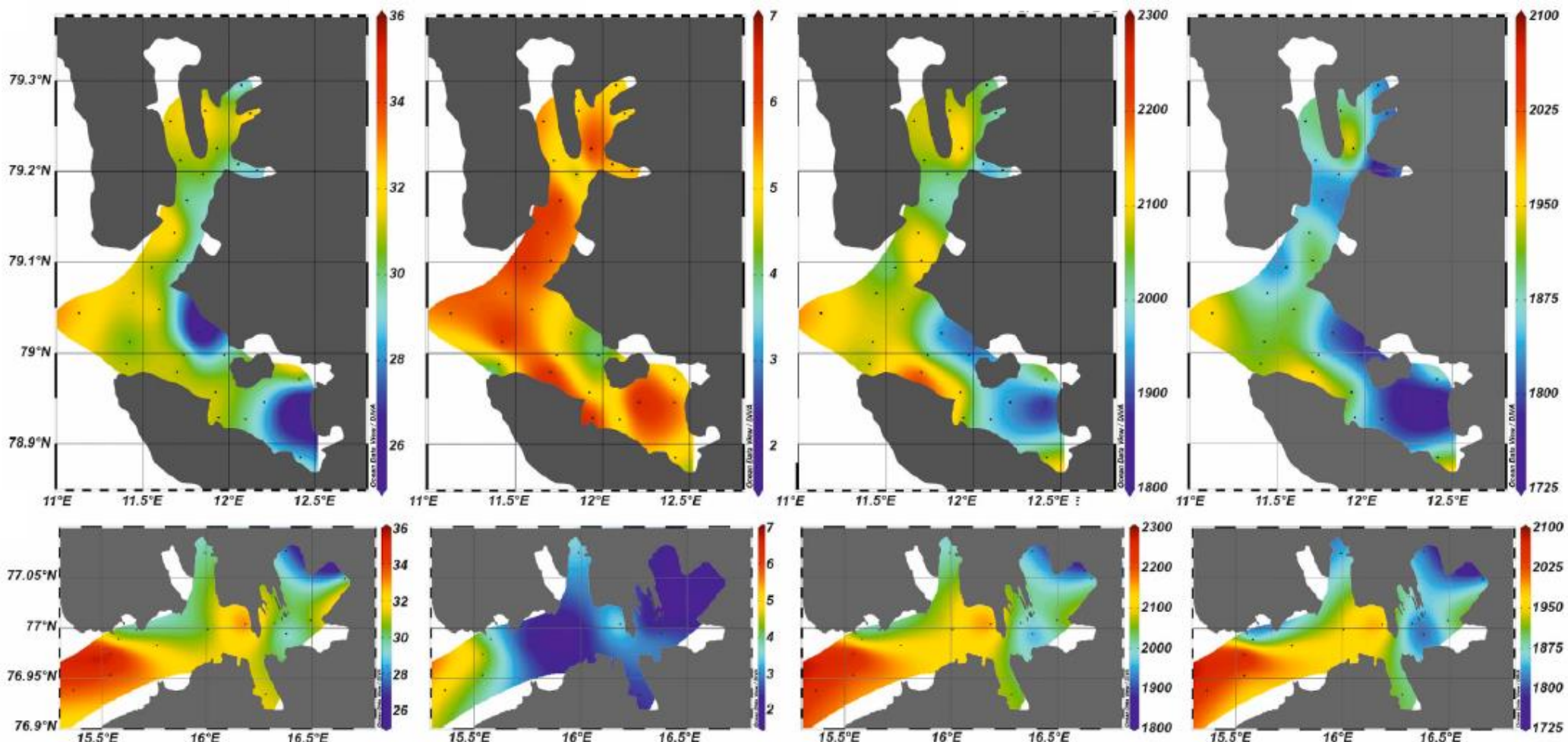
# PROSPECTOR



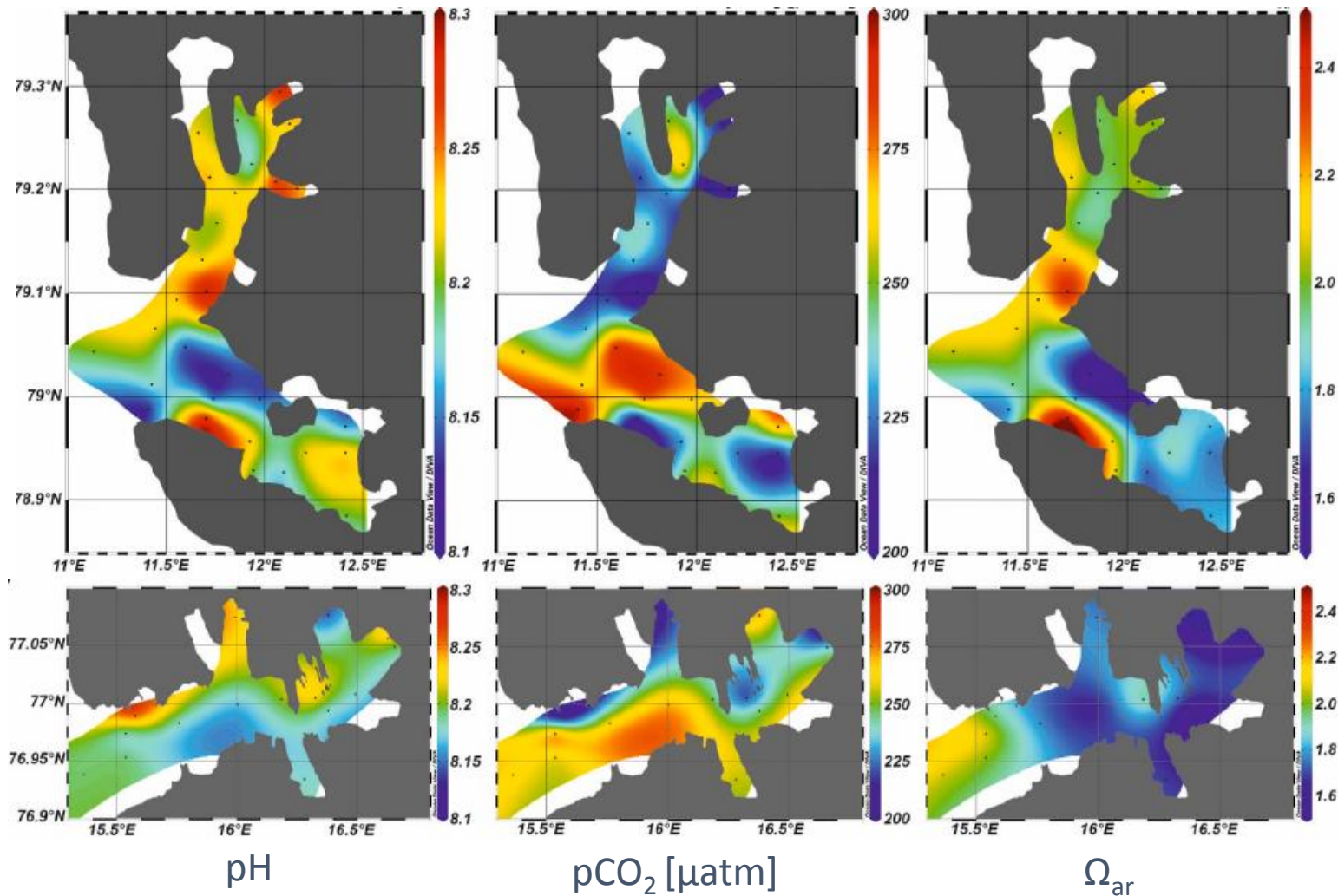
# RAW



## Zmienność przestrzenna S, T, $A_T$ i $C_T$ w fiordach Spitsbergenu

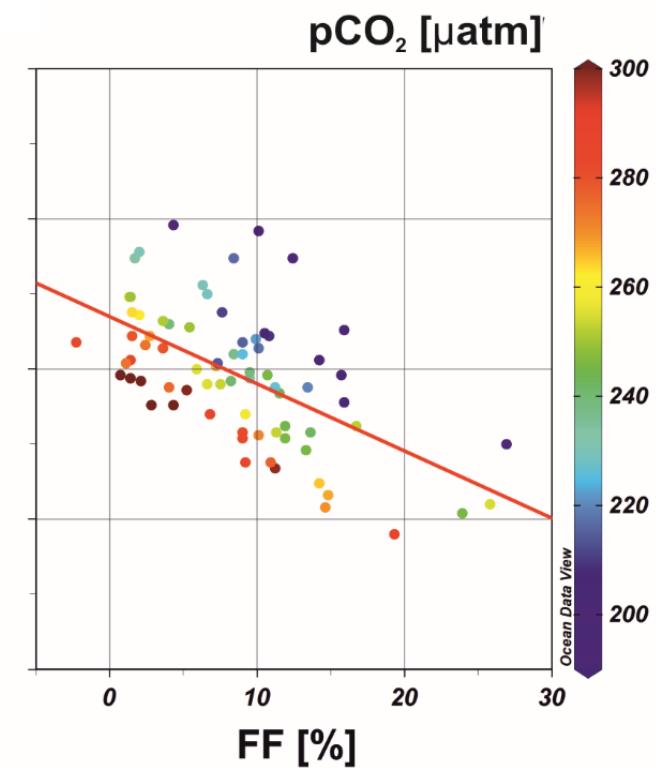
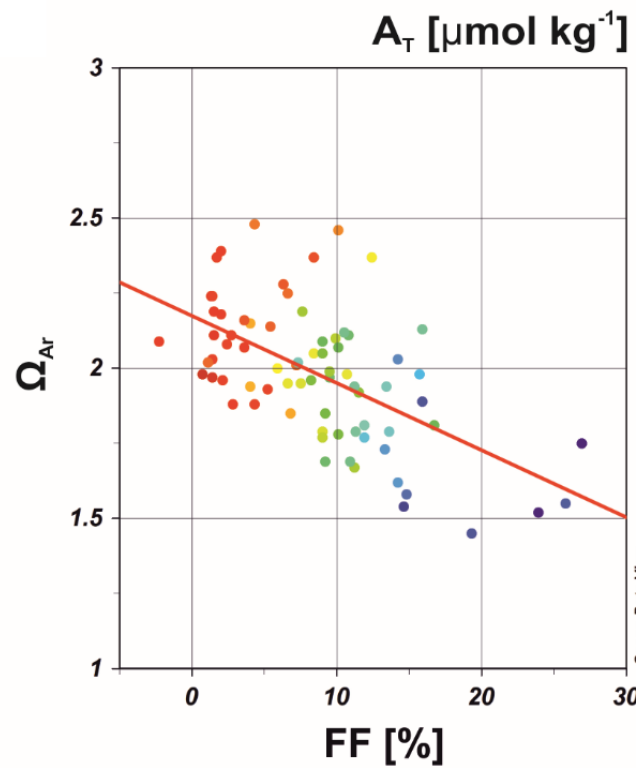
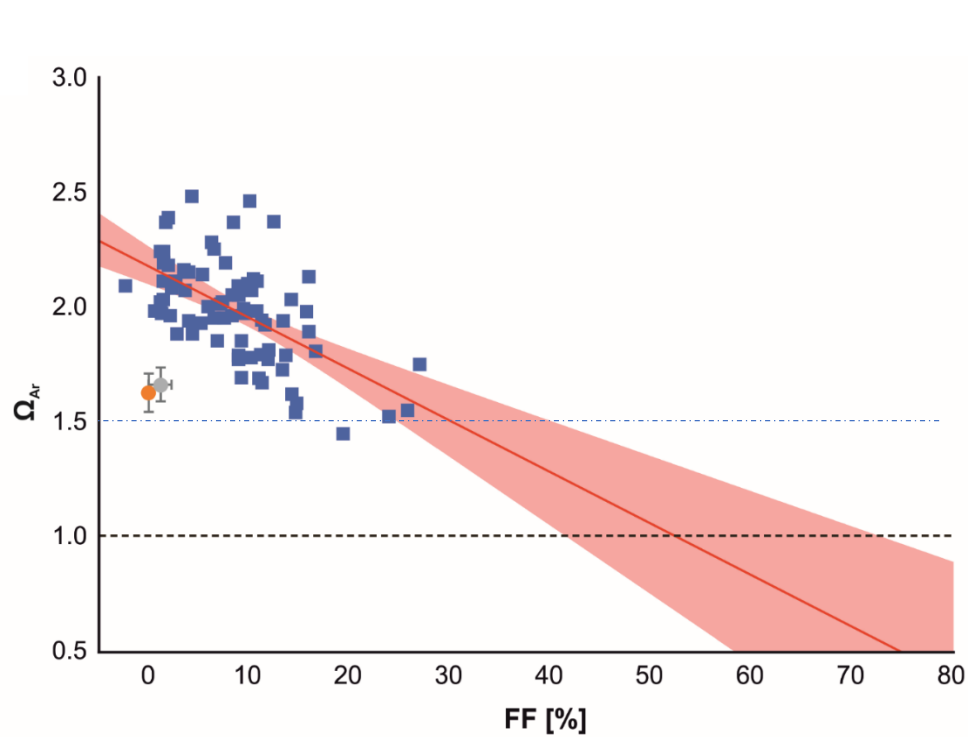


## Zmienność przestrzenna pH, pCO<sub>2</sub> i $\Omega_{ar}$ w fiordach Spitsbergenu

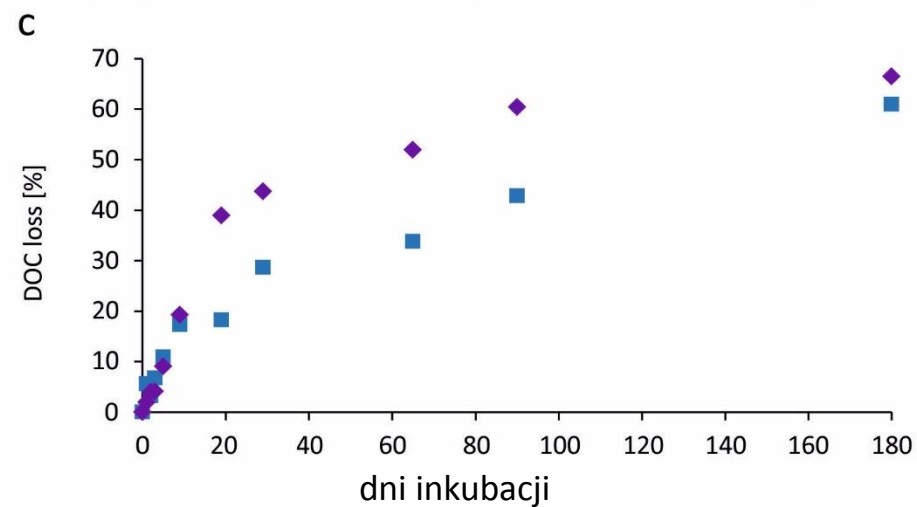
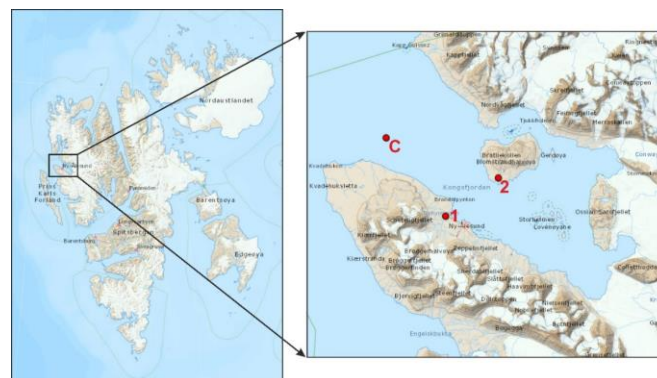
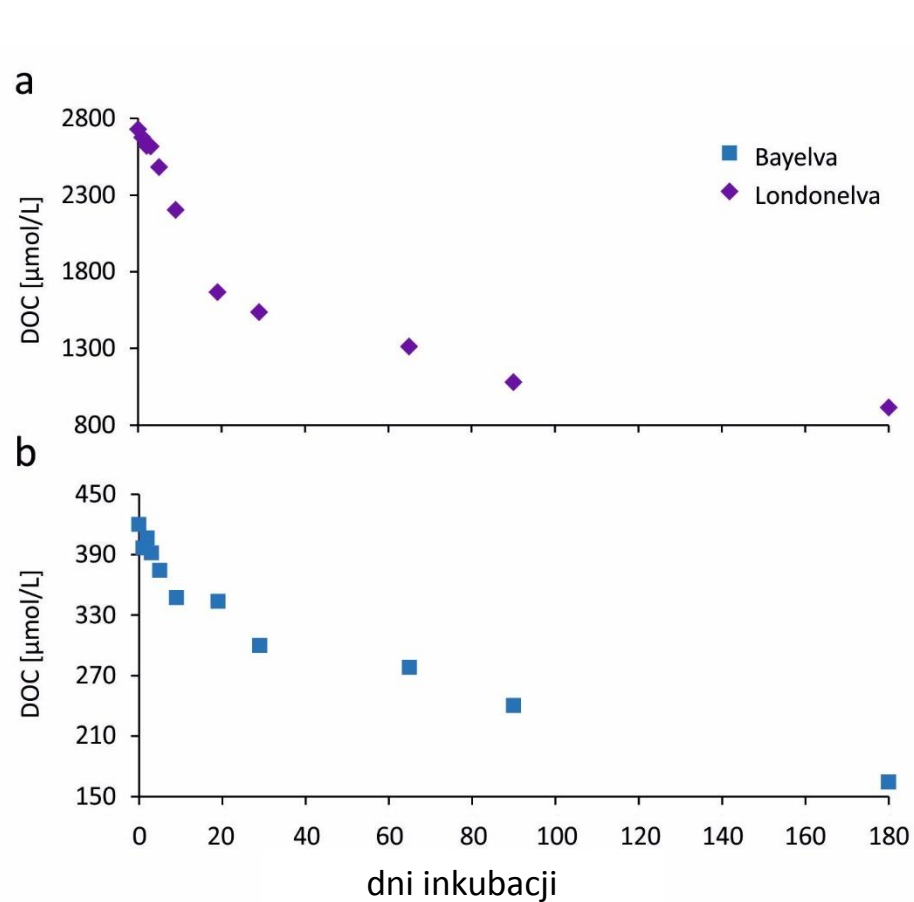




## Wystładzanie wody powoduje spadek $A_T$ i $\Omega_{Ar}$ w fiordach Spitsbergenu



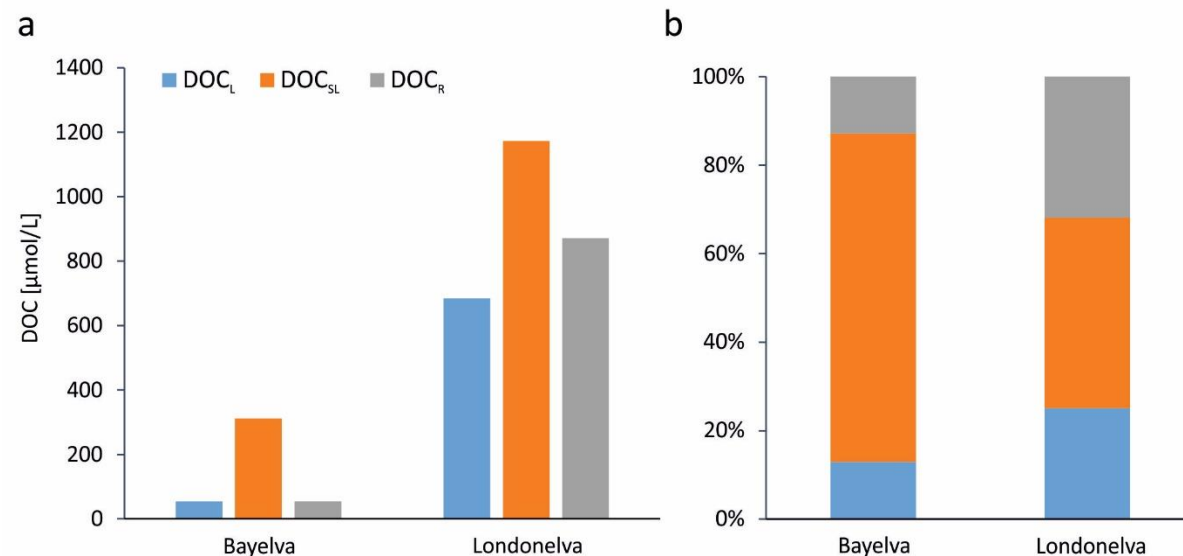
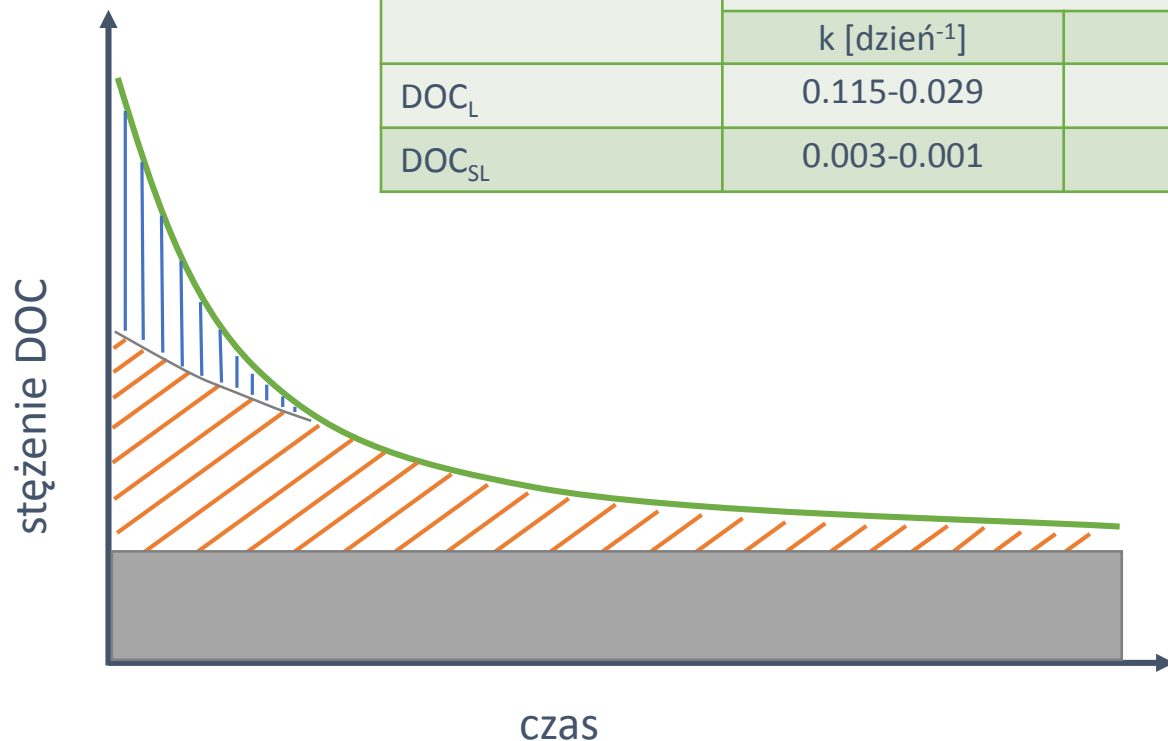
## Lądowa materia organiczna uwalniana do fiordów Spitsbergenu jest wysoce biodostępna



## Lądowa materia organiczna uwalniana do fiordów Spitsbergenu jest wysoce biodostępna

$$DOC_{(t)} = DOC_{L(t=0)} \cdot e^{-k_{(L)} \cdot t} + DOC_{SL(t=0)} \cdot e^{-k_{(SL)} \cdot t} + DOC_R$$

Fracja DOC	Bayelva		Londonelva	
	k [dzień <sup>-1</sup> ]	t <sub>1/2</sub> [dni]	k [dzień <sup>-1</sup> ]	t <sub>1/2</sub> [dni]
DOC <sub>L</sub>	0.115-0.029	6-24	0.046-0.012	15-60
DOC <sub>SL</sub>	0.003-0.001	206-422	0.011-0.003	65-260



## Podsumowanie:

- **Struktura systemu węglanowego w fiordach Spitsbergenu jest znacznie zróżnicowana w czasie i przestrzeni.**
- **Dopływ wody słodkiej zmniejsza alkaliczność w fiordach, co jest głównym powodem spadku wartości  $\Omega_{ar}$  i wzmocnienia efektu zakwaszania.**
- **Materia organiczna docierająca do fiordów jest wysoce biodostępna (68-87 %). Przeważa w niej frakcja semi-labilna, której czas półrozpadu mierzony jest w miesiącach.**
- **Fjordy Spitsbergenu wydajnie pochłaniają atmosferyczny  $CO_2$  – efekt produkcji ekosystemu netto.**



## Podsumowanie:

- **Struktura systemu węglanowego w fiordach Spitsbergenu jest znacznie zróżnicowana w czasie i przestrzeni.**
- **Dopływ wody słodkiej zmniejsza alkaliczność w fiordach, co jest głównym powodem spadku wartości  $\Omega_{ar}$  i wzmocnienia efektu zakwaszania.**
- **Materia organiczna docierająca do fiordów jest wysoce biodostępna (68-87 %). Przeważa w niej frakcja semi-labilna, której czas półrozpadu mierzony jest w miesiącach.**
- **Fjordy Spitsbergenu wydajnie pochłaniają atmosferyczny  $CO_2$  – efekt produkcji ekosystemu netto.**

Dziękuję