

„Naukowe znaczenie monitoringu zooplanktonu w Arktyce”

Działalność Pracowni Ekologii Planktonu
Zakładu Ekologii Morza IO PAN
na tle aktualnej tematyki badawczej
i działalności wiodących instytucji naukowych

Pracownia Ekologii Planktonu:

- Dr Jolanta Koszteyn
- Dr Katarzyna Błachowiak-Samołyk
- Dr Sławomir Kwaśniewski
- Dr Józef Wiktor
- Dr Wojciech Walkusz
- Mgr Katarzyna Dmoch
- Mgr Anna Olszewska
- Mgr Agnieszka Tatarek
- Mgr Agata Weydmann
- Mgr Katarzyna Wojciechowska

Temat I.5.

Badanie efektów zmian klimatycznych w ekosystemie pelagialu Arktyki

Monitoring - oznacza regularne jakościowe i ilościowe pomiary lub obserwacje **zjawiska** czy obecności np. **substancji**, przeprowadzane przez z góry określony czas.

Trzy zasady monitoringu:

- **cykliczność pomiarów,**
- **unifikacja sprzętu i metodyk wykorzystywanych do pomiarów i obserwacji,**
- **unifikacja interpretacji wyników.**

Programy monitoringu są często stosowane w celu **gromadzenia informacji** na temat stanu ilościowego oraz jakościowego atmosfery i hydrosfery lub rozprzestrzeniania się substancji (zanieczyszczeń) w czasie i przestrzeni.

Program Państwowego Monitoringu Środowiska na lata 2007-2009” stanowi wypełnienie przepisu art. 23 ust. 3 p.1 ustawy z dnia 20 lipca 1991 r. o Inspekcji Ochrony Środowiska

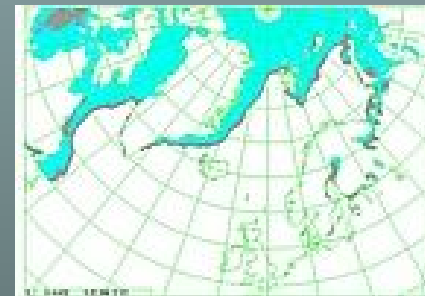
(Dz. U. z 1991 r. Nr 77, poz. 335 z późn. zm.)

DEFINICJA: Państwowy Monitoring Środowiska zgodnie z art. 25 ust. 2 ustawy – Prawo ochrony środowiska stanowi systemem pomiarów, ocen i prognoz stanu środowiska oraz gromadzenia, przetwarzania i rozpowszechniania informacji o środowisku.

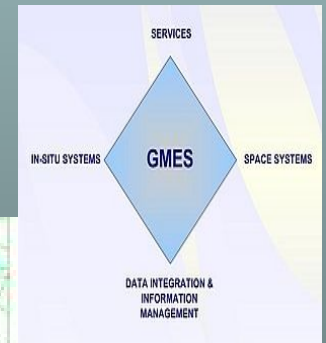
- System PMŚ składa się z trzech bloków; bloku - **presje** (emisje), bloku - **stan** (jakość środowiska) oraz bloku - **oceny i prognozy** określających rodzaje i intensywność oddziaływania na środowisko przy pomocy wybranych wskaźników środowiskowych lub jeszcze wyraźniej wskaźników zrównoważonego rozwoju.

GMES (Global Monitoring for Environment and Security) is a European initiative for the implementation of information services dealing with environment and security.

GMES will be based on observation data received from Earth Observation satellites and ground based information. These data will be coordinated, analysed and prepared for end-users.



Ice map



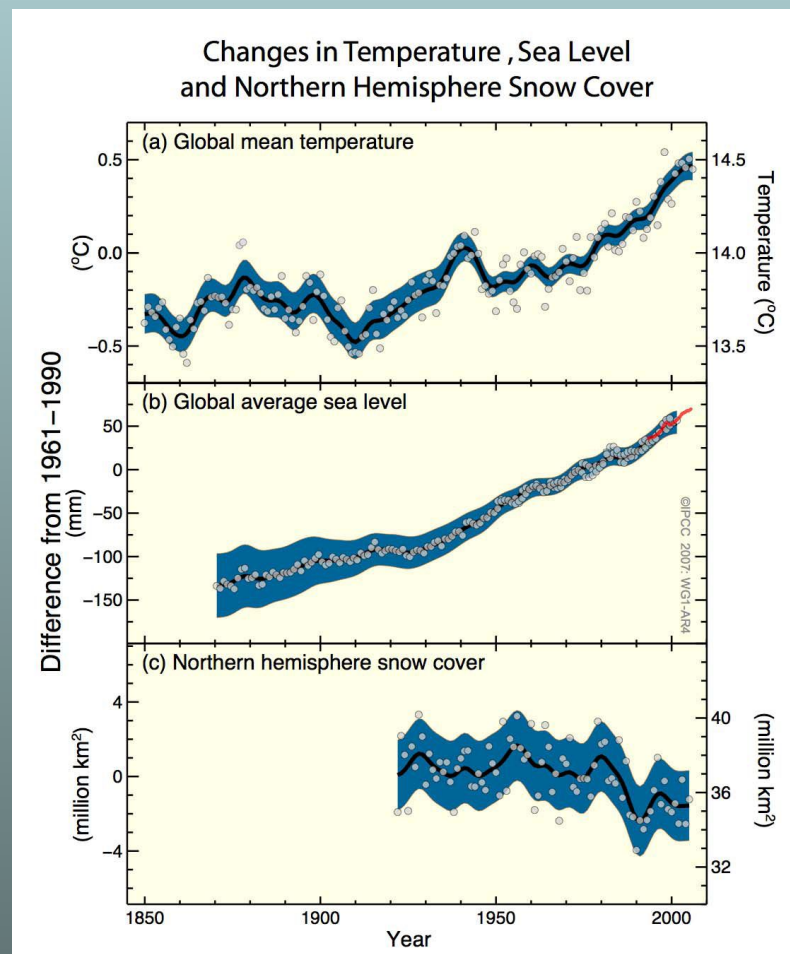
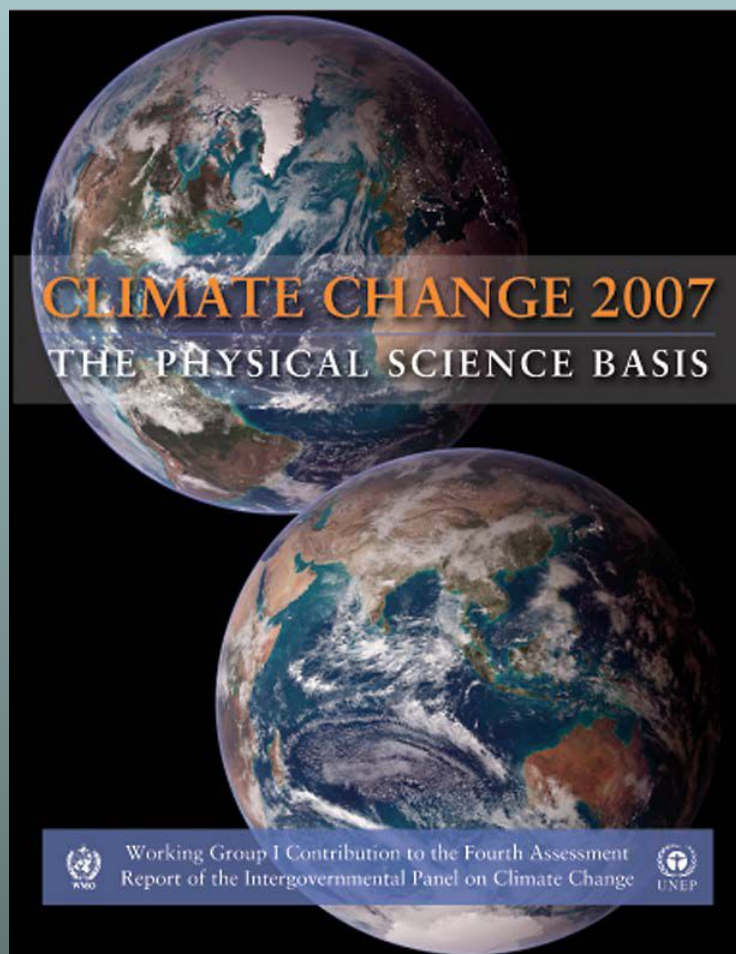
Nowa Konwencja o ochronie środowiska morskiego obszaru Morza Bałtyckiego tzw. Nowa Konwencja Helsińska z 1992 r.

Jest to znowelizowana Konwencja z 1974 r, podpisana w Helsinkach w dniu 9 kwietnia 1992 r. przez Danię, Estonię, Federację Rosyjską, Finlandię, Litwę, Łotwę, Niemcy, Polskę, Szwecję i Wspólnotę Europejską. Polska ratyfikowała Konwencję 24 czerwca 1999 r. (Dz. U. Nr 62 poz. 687 z 1999 r.). Konwencja weszła ona w życie dla wszystkich stron, w tym Polski, 17 stycznia 2000 r.

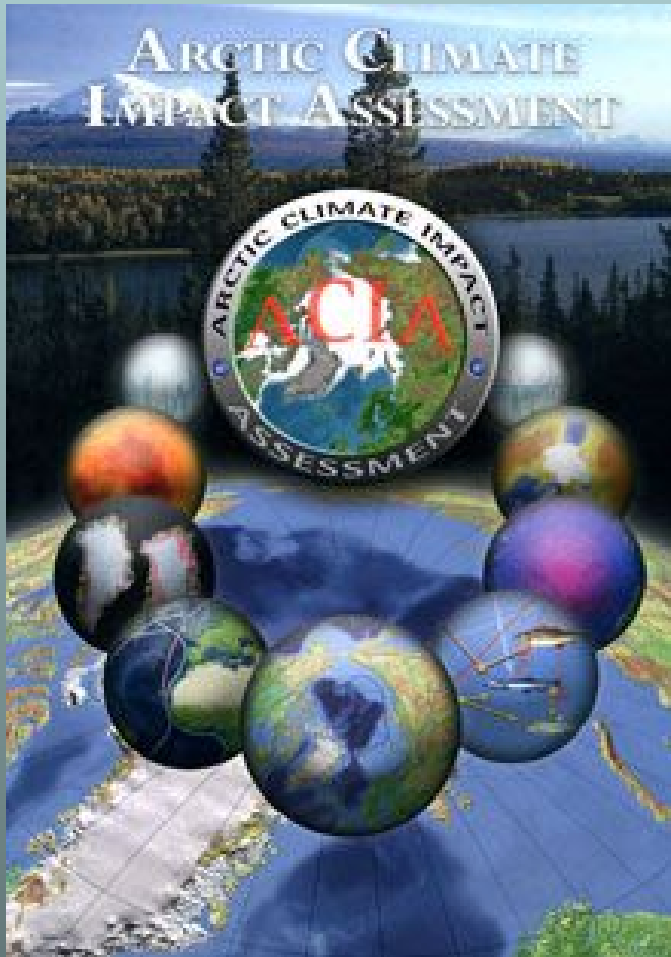
Przedmiotem i celem Konwencji jest ochrona środowiska morskiego obszaru Morza Bałtyckiego, w tym ograniczanie zanieczyszczeń pochodzących ze wszystkich źródeł: z lądu, ze statków i z powietrza.

Monitoring Morza Bałtyckiego stanowi realizację programu monitoringu wód morskich przygotowanego przez Komisję Helsińską w ramach NKH „O ochronie środowiska morskiego obszaru morza Bałtyckiego”) - HELCOM COMBINE i obejmuje badania na 6 stacjach międzynarodowych w strefie otwartego morza oraz na 32 stacjach w strefie przybrzeżnej, a częstotliwość i zakres badanych parametrów wynikają z programu HELCOM.

Obserwowane współcześnie wahania klimatu i powiązane zmiany w przyrodzie ożywionej, a także zmotywowane tymi wydarzeniami naukowe opracowania zgromadzonych serii czasowych wybranych parametrów (IPCC report, AMAP report), doprowadziły do przywrócenia naukowego znaczenia badań monitoringowych



Nie bez znaczenia jest też postęp technologiczny, skutkujący rozwojem nowych technik i narzędzi obserwacji i pomiarów, powiększeniem możliwości gromadzenia danych, a także rozwojem nowych metod analizy i walidacji danych oraz modelowania czy naukowego prognozowania procesów przyrodniczych w obrębie biogeosfery



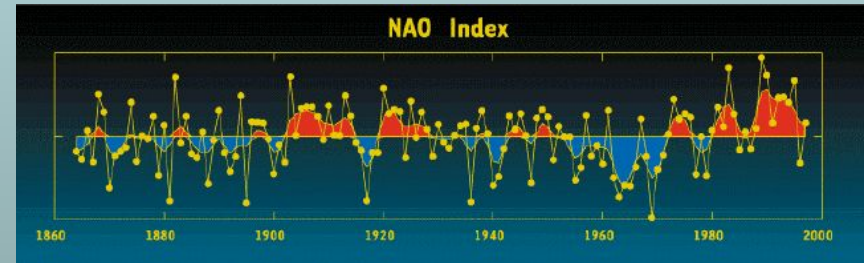
Observed sea ice September 1979



Observed sea ice September 2003



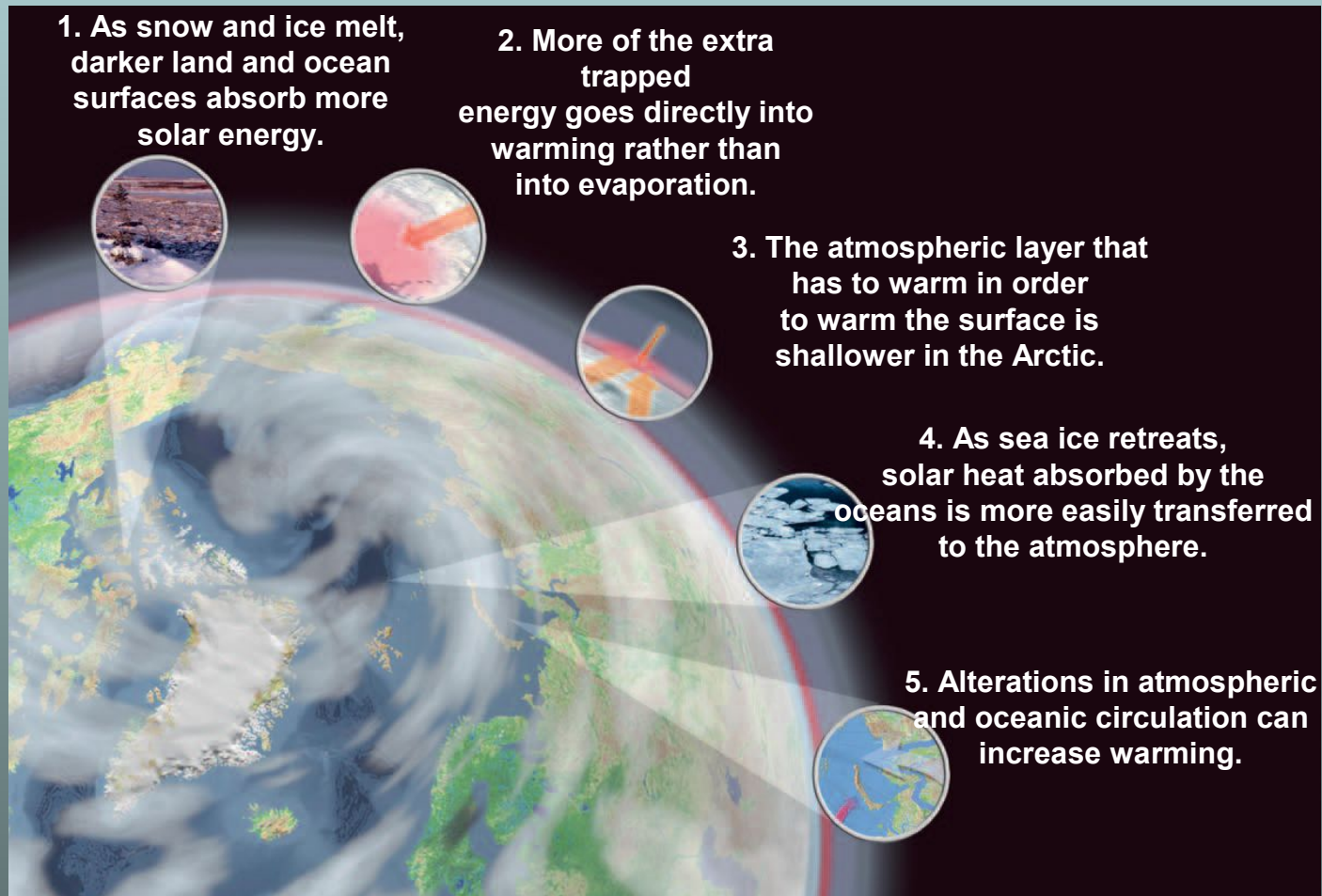
- Istnienie zmian klimatu (naturalnych czy wskutek działalności człowieka) dokumentuje stale wzrastająca ilość dowodów



- Zmiany klimatu oddziałują na każdy element globalnego ekosystemu, szczególnie dyskutowane są ich negatywne skutki socjoekonomiczne



Obserwacje i modele sugerują, że zmiany klimatu będą widoczne najwcześniej w rejonach polarnych





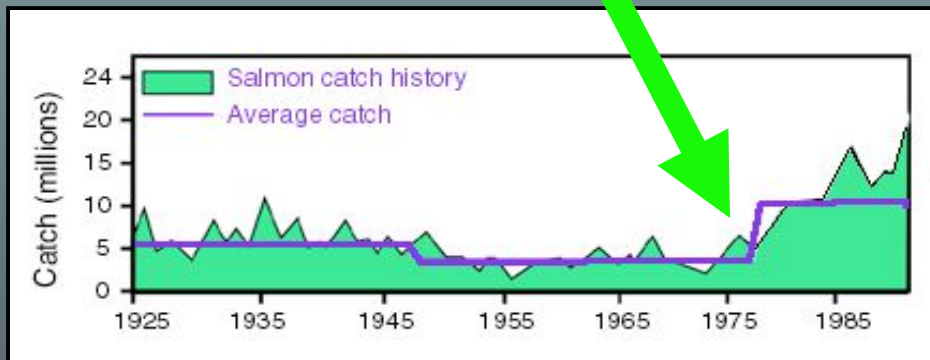
Early '70s

Gulf of Alaska trawl catch



Late '70s

Source: Francis and Hare 1994



Central Alaska Sockeye catches

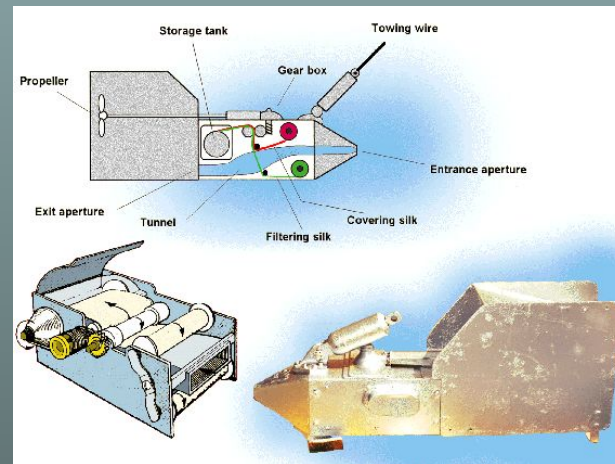
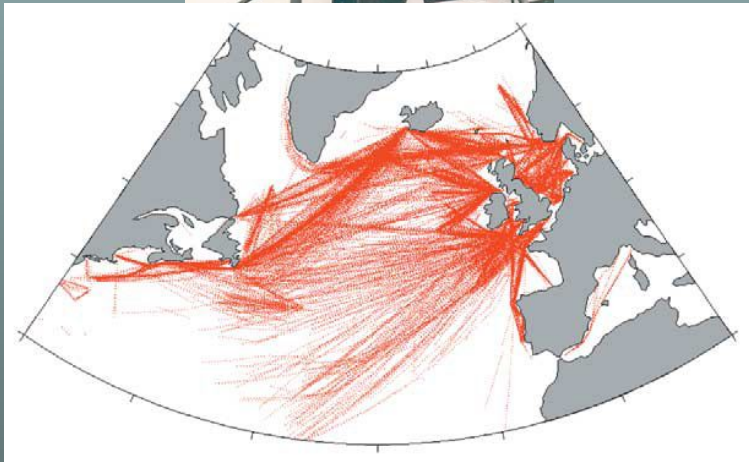
Change has profound consequences for all natural resources, stakeholders and managers



80s-'90s

Continuous Plankton Recorder

The strength of the CPR survey lies in its unique ability to collect samples frequently over large spatial scales by using 'ships of opportunity'



First CPR in 1926; 196 112 samples

Hays et al. (2005) TRENDS in Ecology and Evolution 20

The northerly shift of mesozooplankton assemblages. Scale is the mean number of indicative species per assemblage.

Warm-temperate
pseudo-oceanic species

Temperate
pseudo-oceanic species

Cold mixed water
species

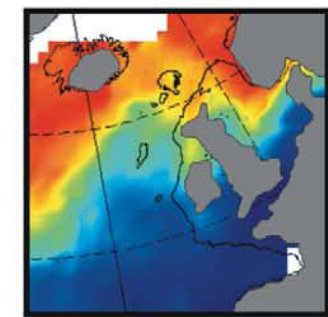
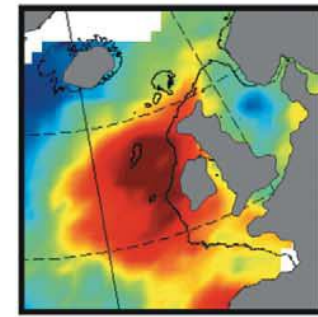
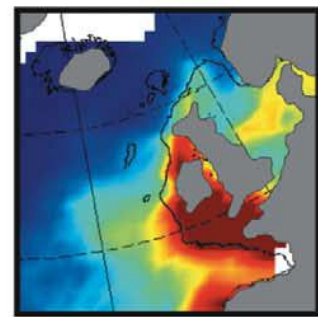
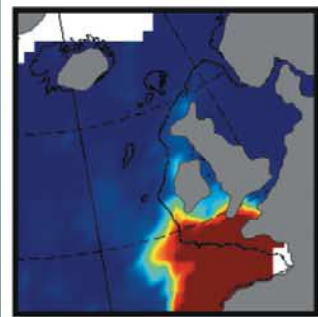
Subarctic
species

1958–1981

1958–1981

1958–1981

1958–1981

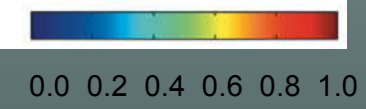
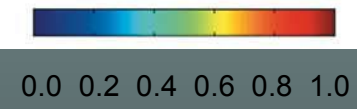
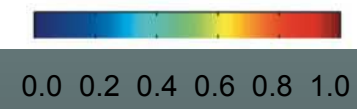
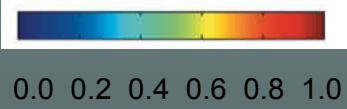
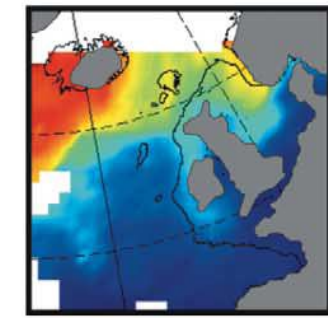
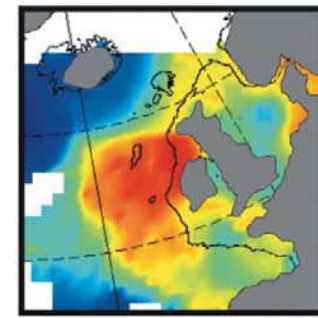
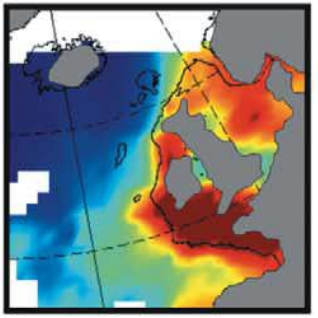
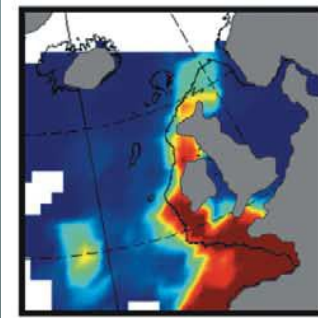


1982–1999

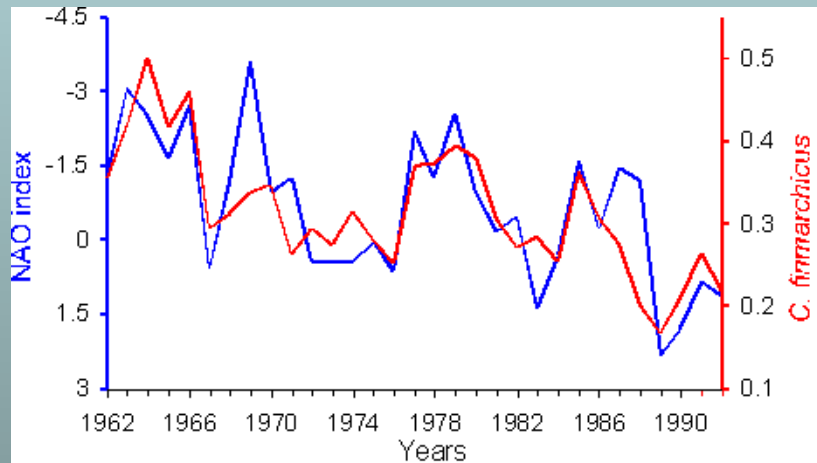
1982–1999

1982–1999

1982–1999

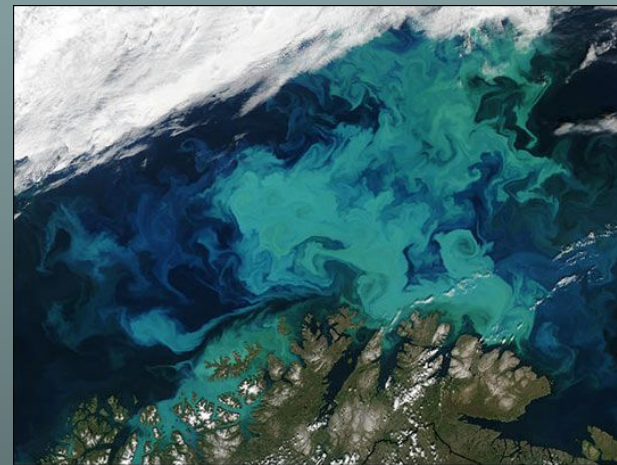


- Poznanie relacji klimat-ekosystem wymaga badań w klimatycznej skali czasu



Planque 1996

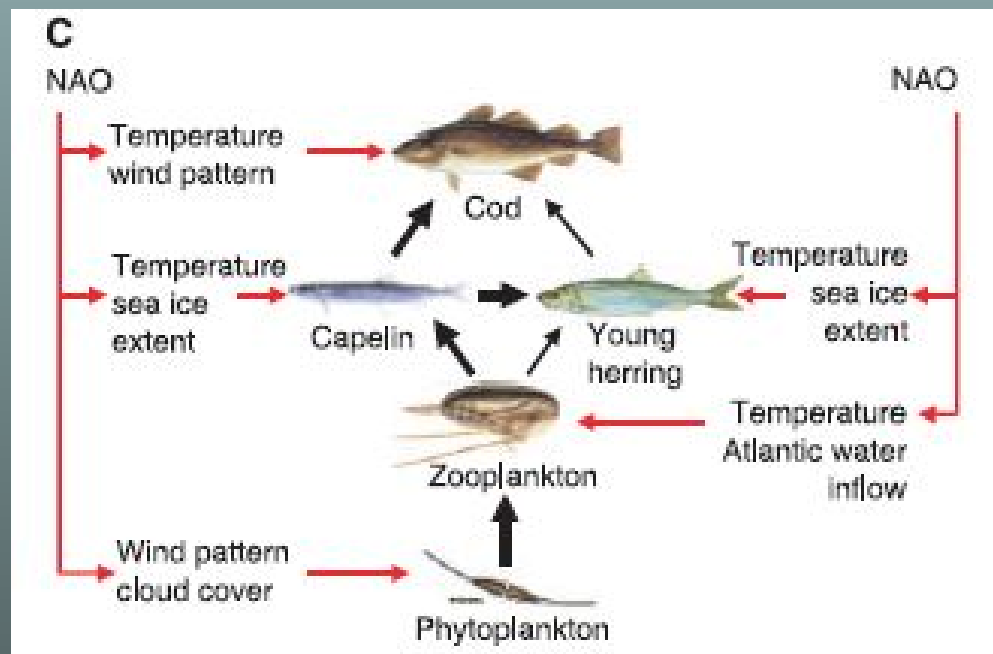
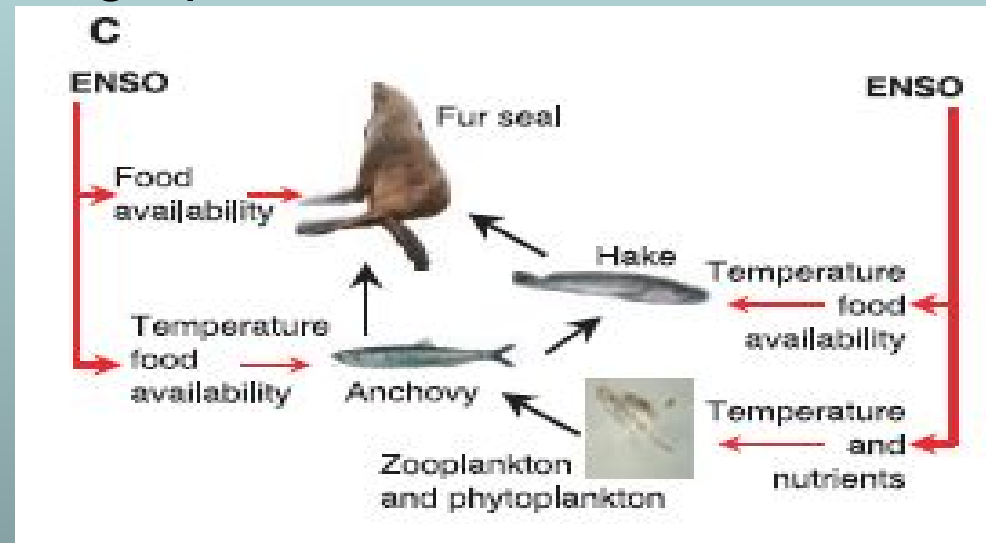
- Ekosystem pelagialu charakteryzuje duża dynamika przestrzenna i czasowa



aqua.nasa.gov/ images/Norway

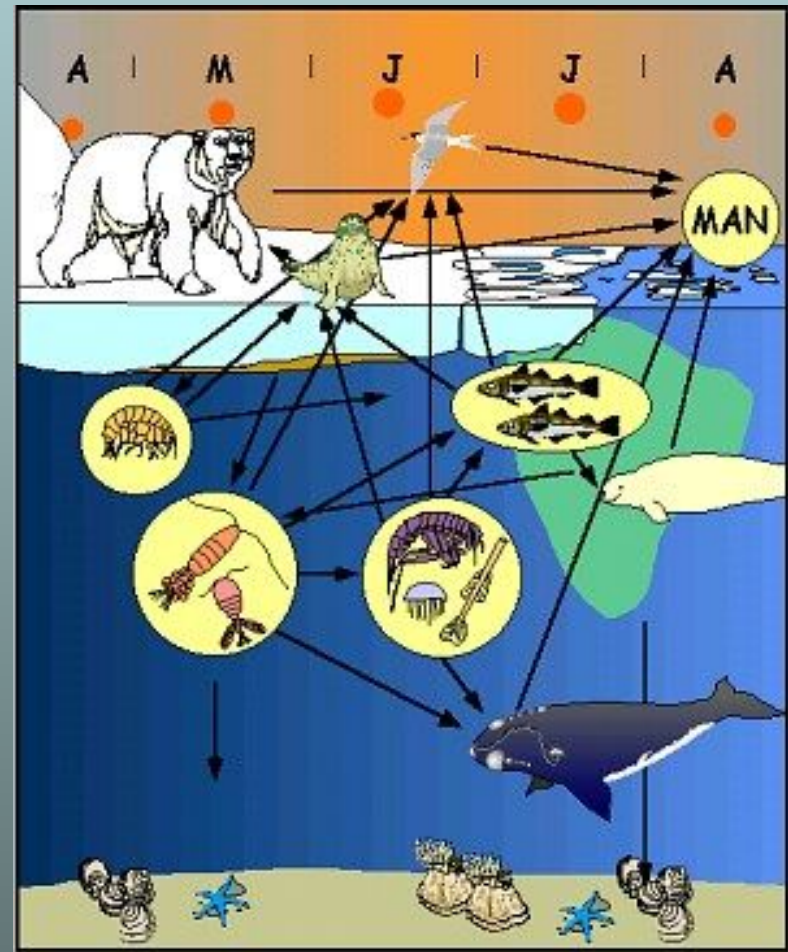
Zalety monitoringu planktonu

- Tylko nieliczne gatunki planktonu są eksploatowane
- Większość gatunków żyje krótko, co powoduje powstanie ściślejszych zależności wielkości populacji od warunków środowiskowych

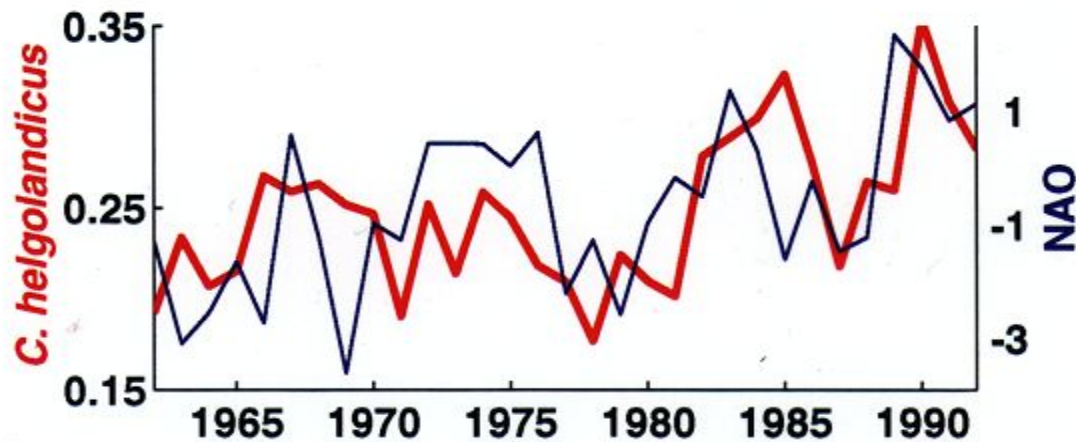
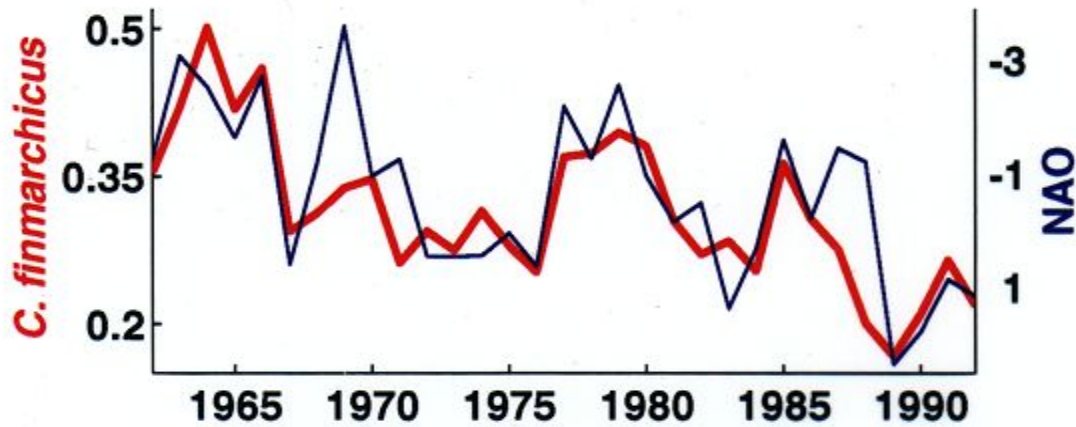


Zalety monitoringu planktonu

- Plankton może wykazywać dramatyczne wahania rozmieszczenia na skutek swobodnego trybu życia i szybkiej reakcji na warunki otoczenia
- Plankton jest bardziej czułym wskaźnikiem zmian z powodu „nieliniowych” odpowiedzi i możliwości amplifikowania drobnych zmian

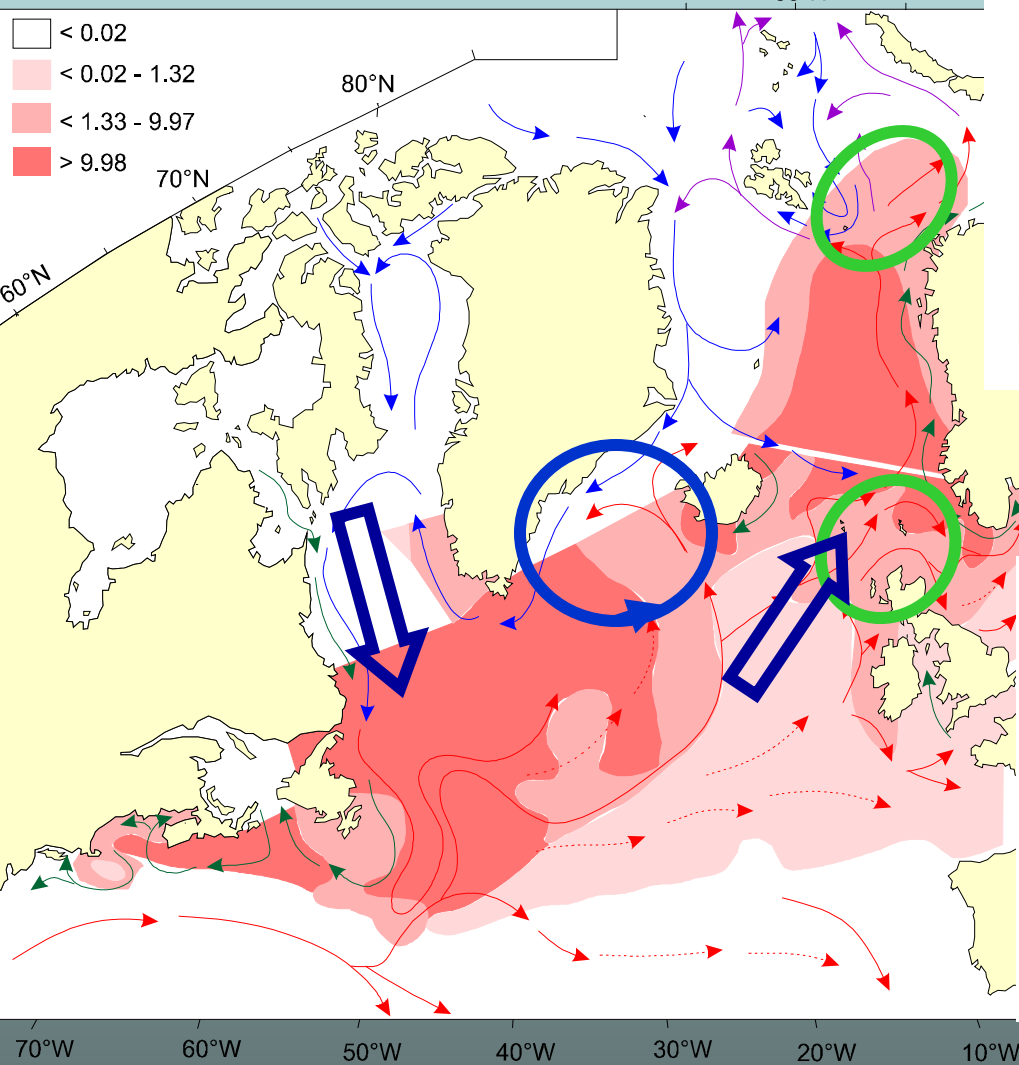


NORTH ATLANTIC OSCILLATION AFFECTS ZOOPLANKTON (CALANUS)



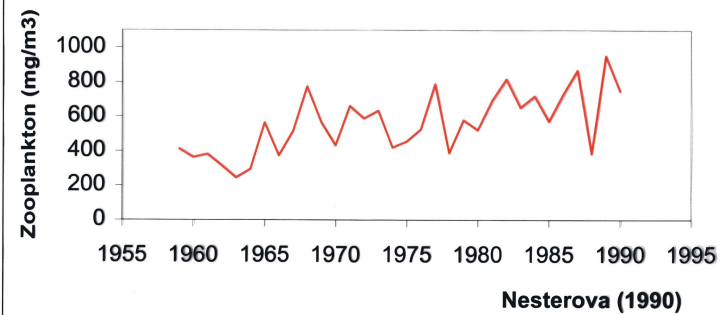


Distribution of *Calanus finmarchicus*

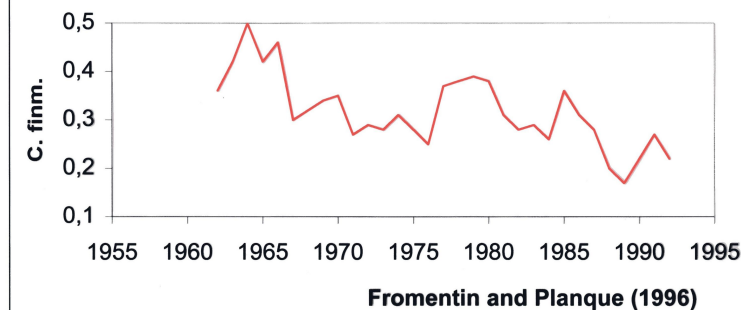


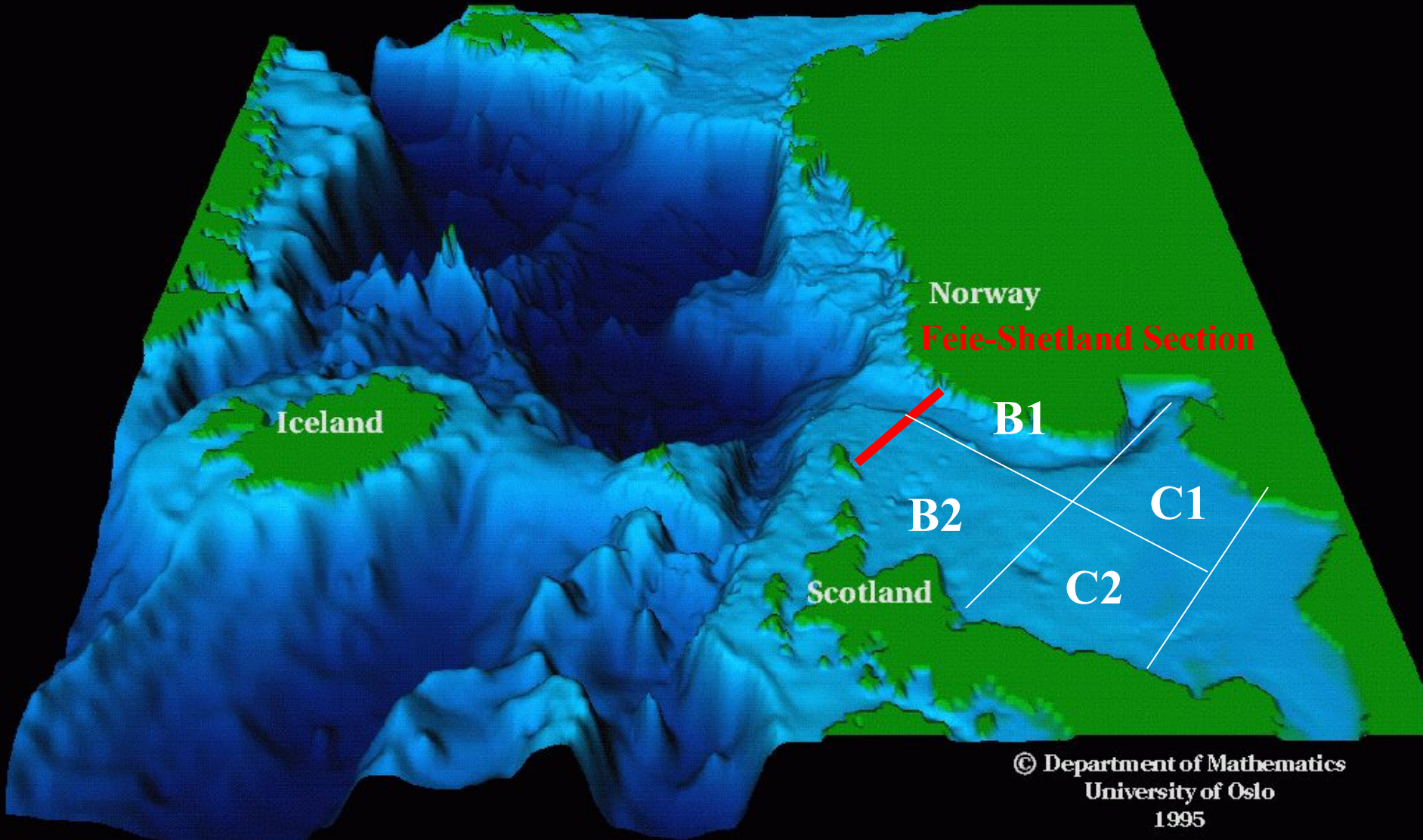
- Atlantic water
- Arctic water
- Coastal water

Northeastern Norwegian Sea (Jun/Jul)



The Waters of the British Isles





Norway
Feie-Shetland Section

Iceland

B1

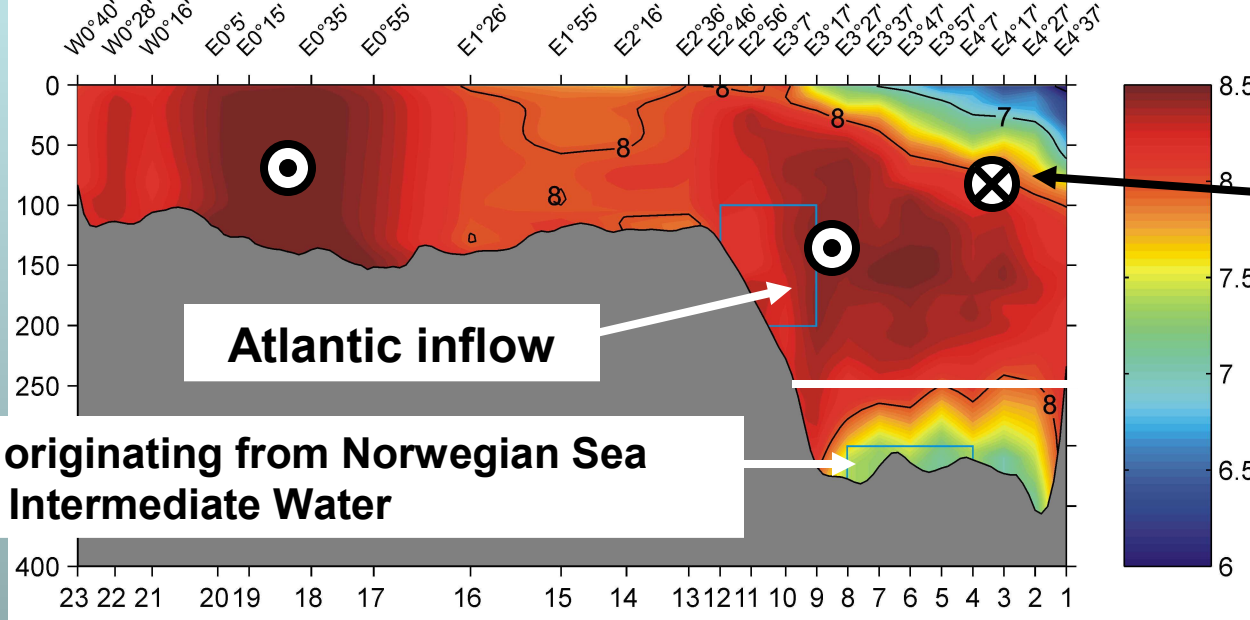
B2

C1

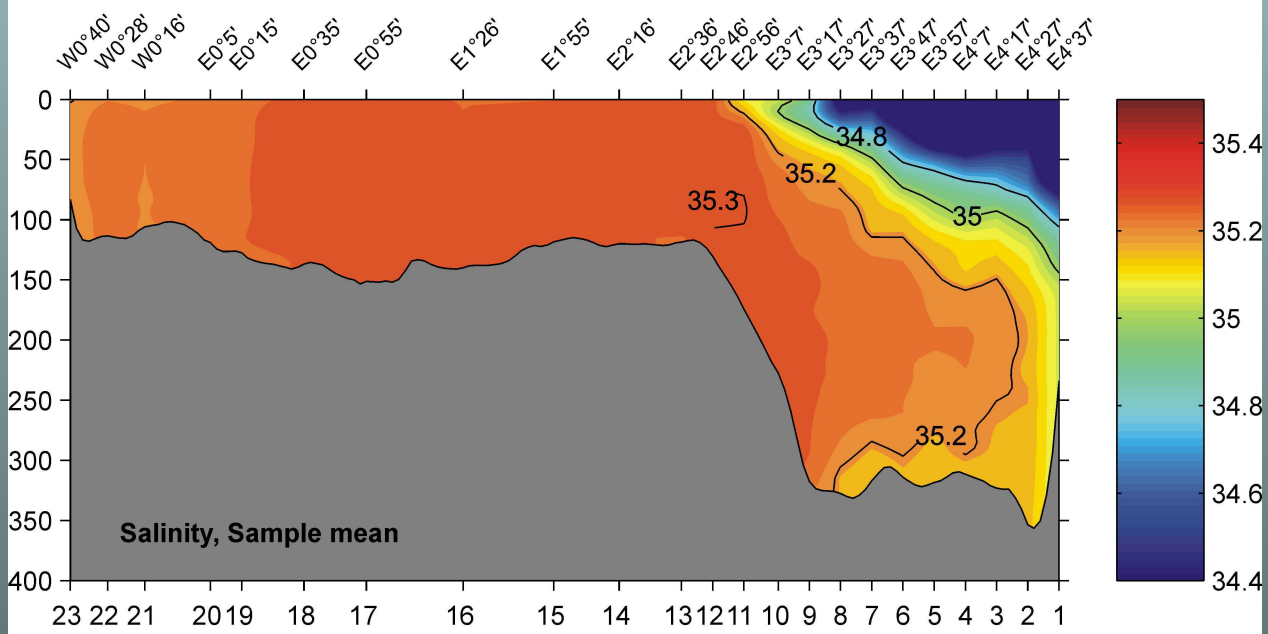
Scotland

C2

© Department of Mathematics
University of Oslo
1995

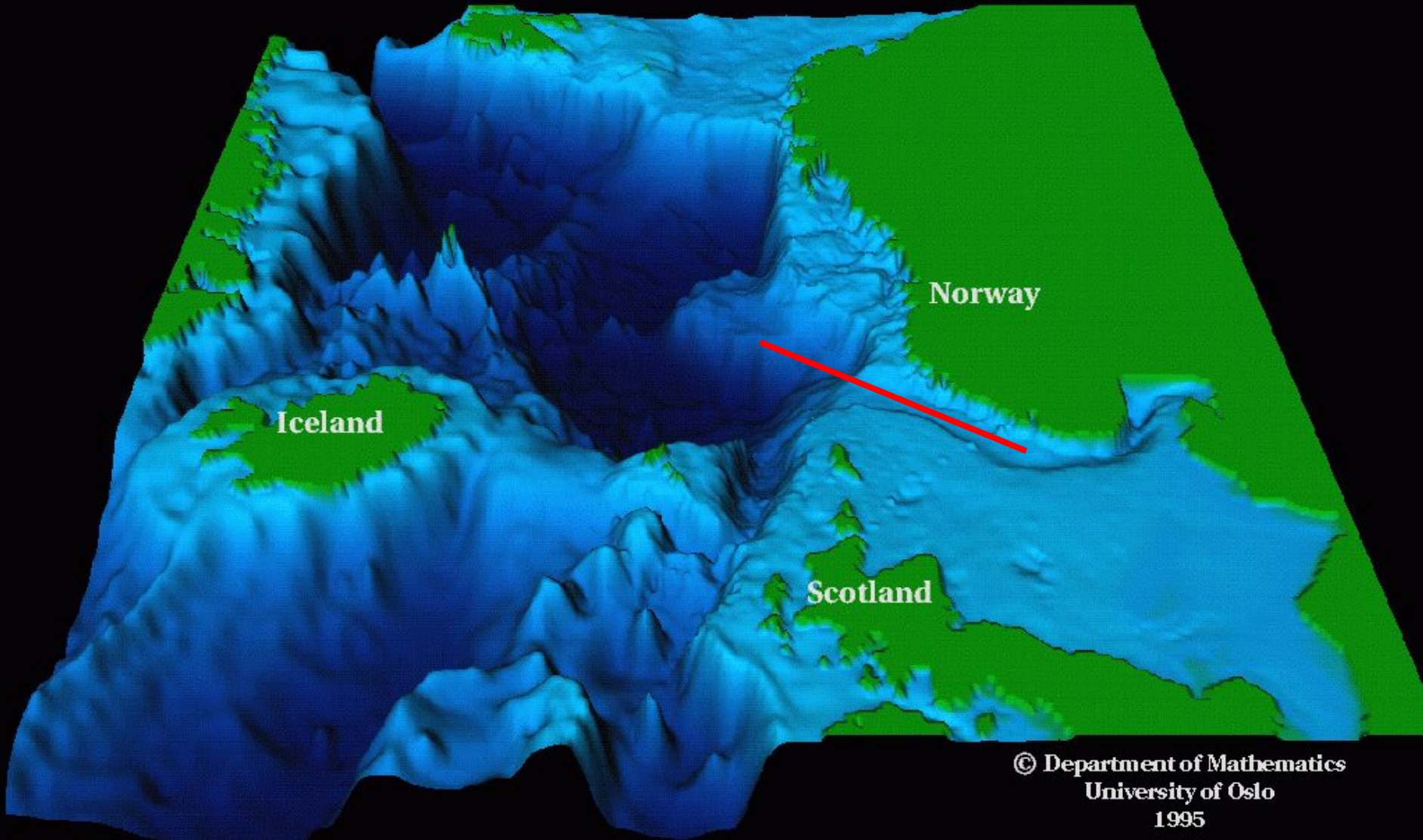


Deep inflow originating from Norwegian Sea Intermediate Water



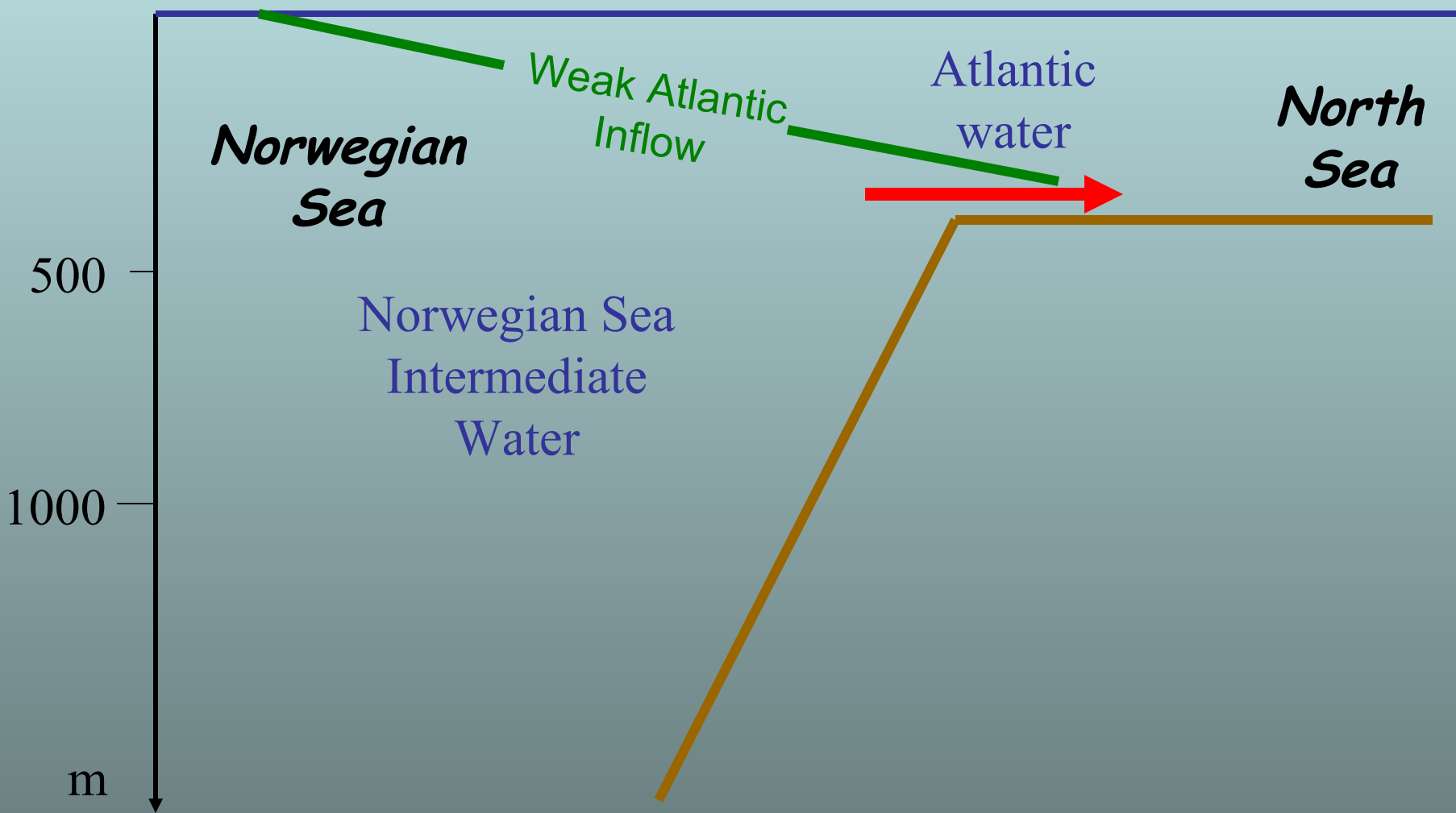
FEIE - SHETLAND section. 1980-1999, Week 2-6.

Created: 15-Feb-2005 10:55:08

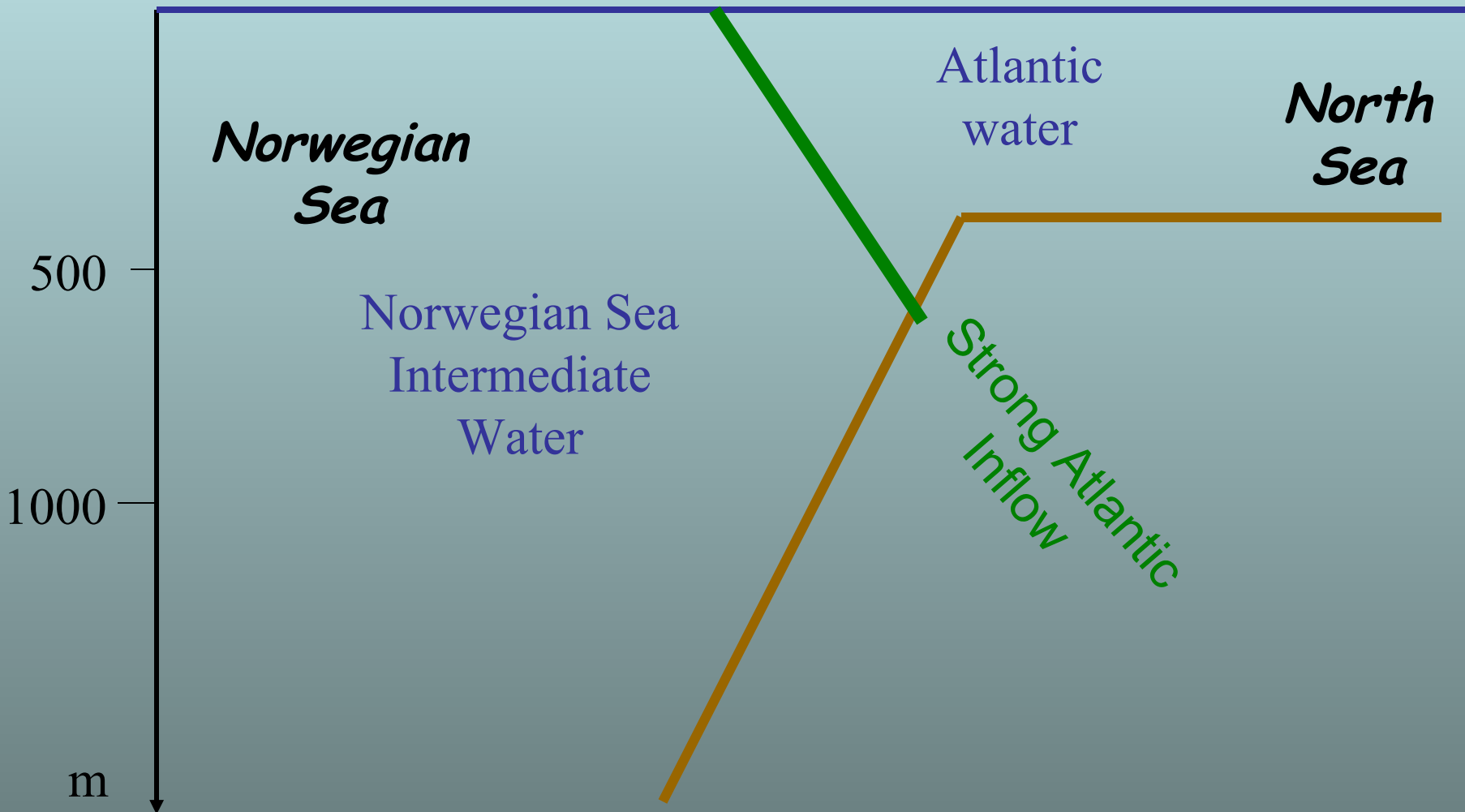


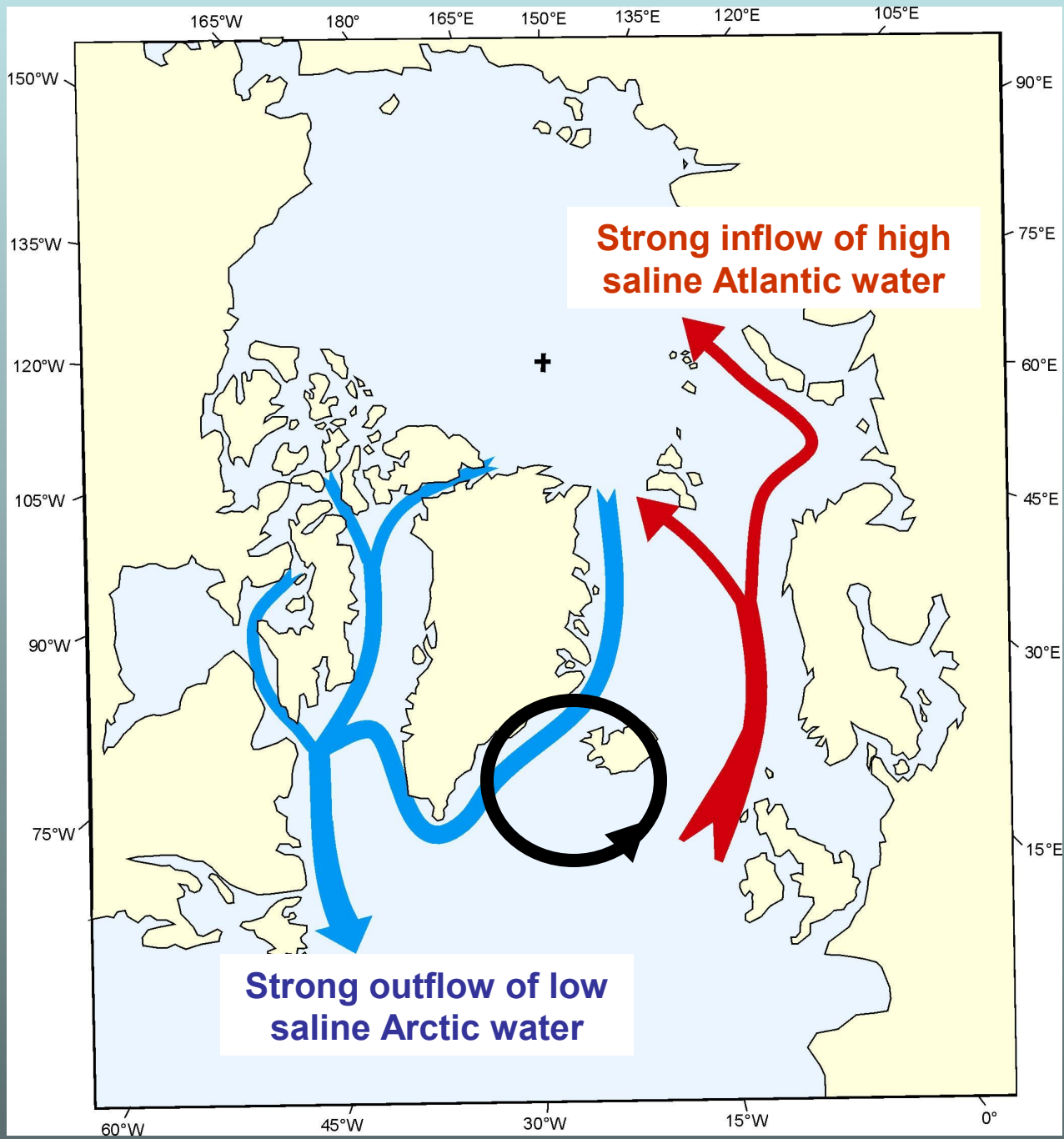
© Department of Mathematics
University of Oslo
1995

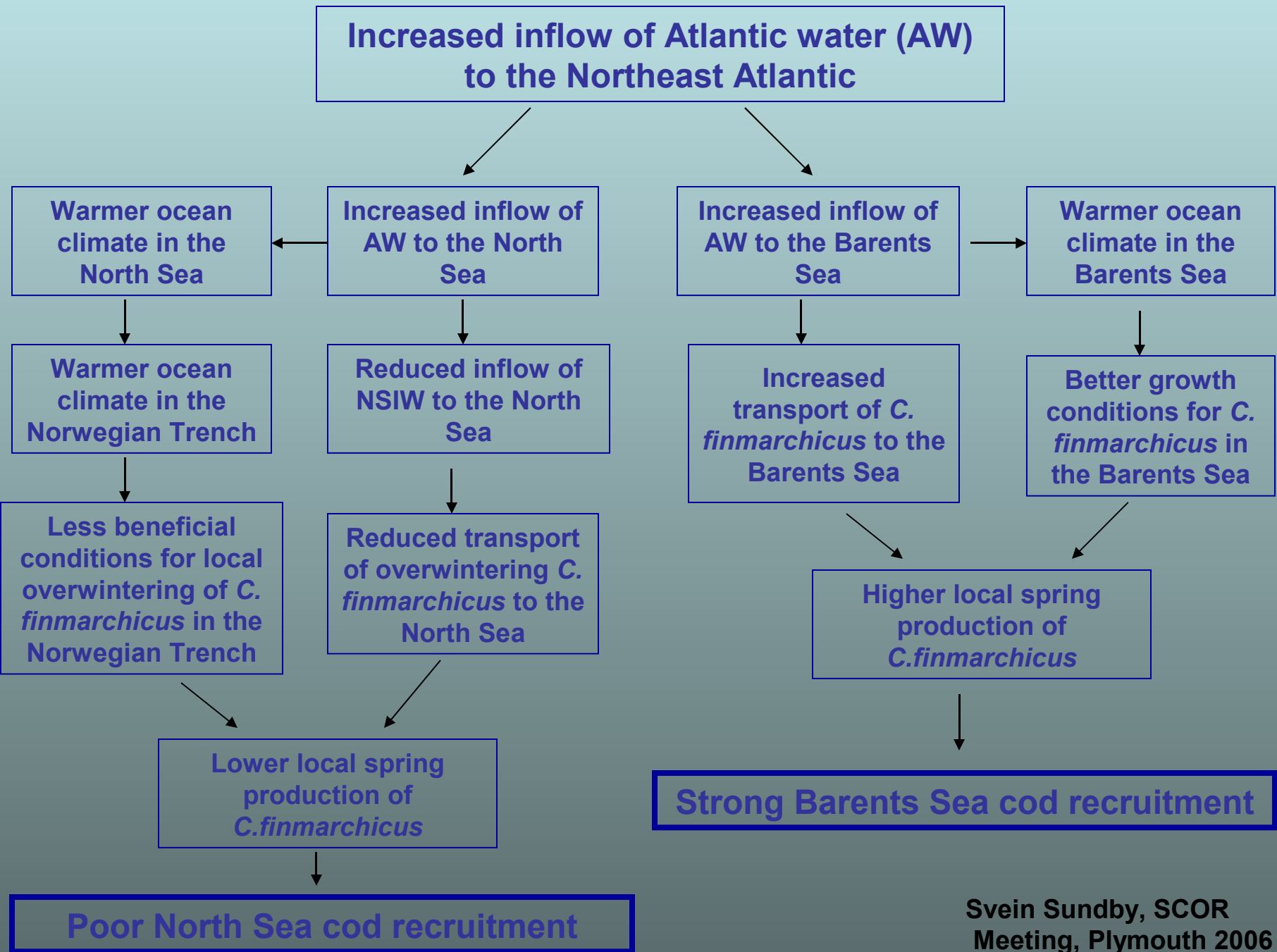
N ←



N ←







General conclusions

- Temperature in the North Sea is a proxy for the advection of *C. finmarchicus*-rich water masses from the Norwegian Sea.
- The Atlantic inflow to the North Sea is NOT a source for *C. finmarchicus*.
- *C. finmarchicus* "leak" into the North Sea from overwinterers the Norwegian Sea Intermediate Water (NSIW).
- The advection of *C. finmarchicus* into the North Sea during winter results in a local spring and summer production that has the potential to support strong year classes of North Sea cod.
- Increased NAO index is linked to increased inflow of warm Atlantic water to the Nordic Seas and the North Sea. This, in turn, is blocking for the inflow cool *C. finmarchicus*-rich NSIW that reduces the potential for spring-spawning fish in the North Sea.

Modelowanie - Bałtyk

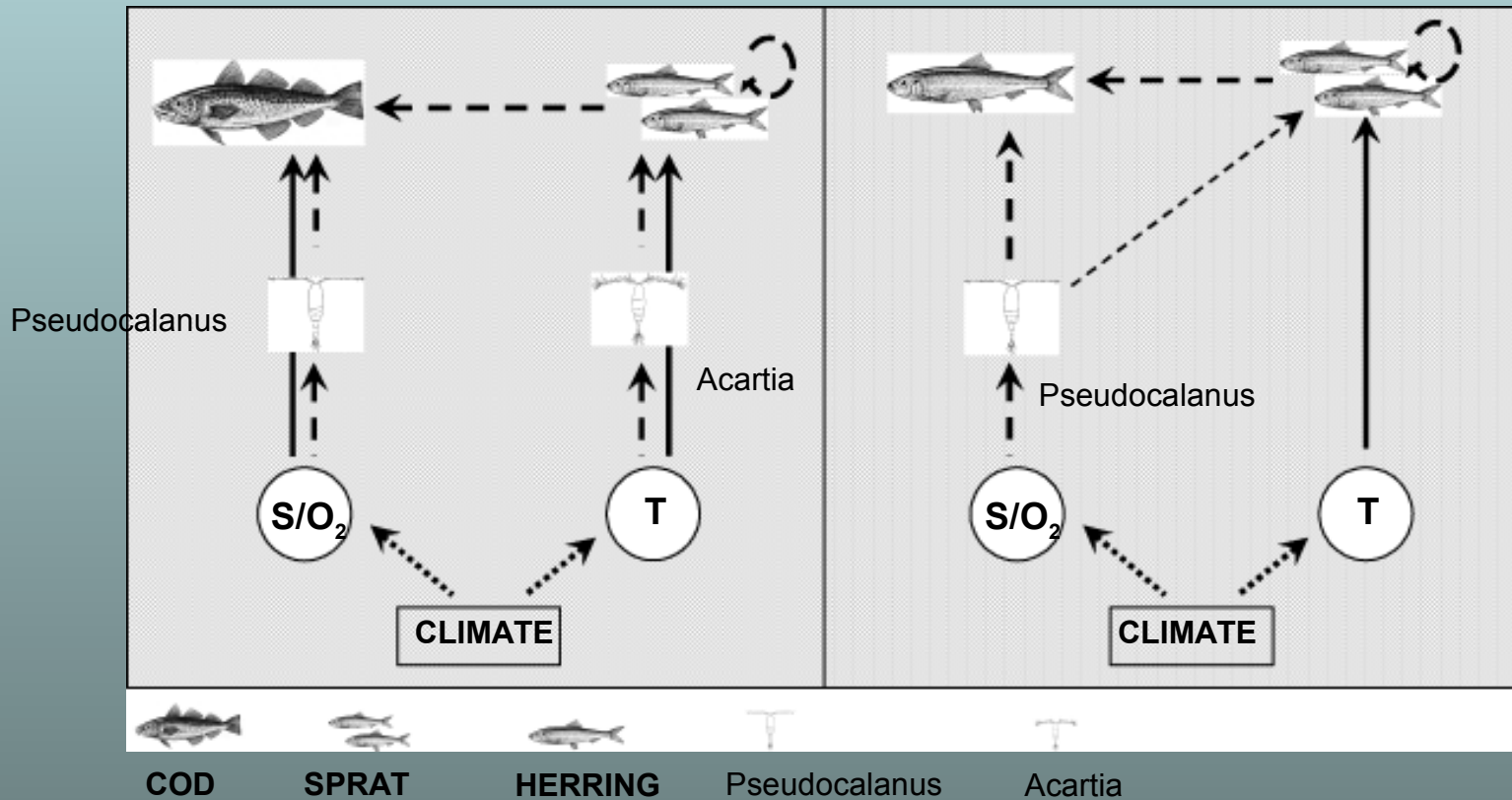


Fig. Conceptual model of major climate effects on recruitment (a) and growth (b) of three fish species (cod, sprat and herring) in the eastern Baltic Sea. Dotted arrows – effect of climate on hydrography, dashed arrows, indirect effects; and solid arrows direct effects; S, salinity; O₂, oxygen; T, temperature.

Modelowanie – Bałtyk - cd

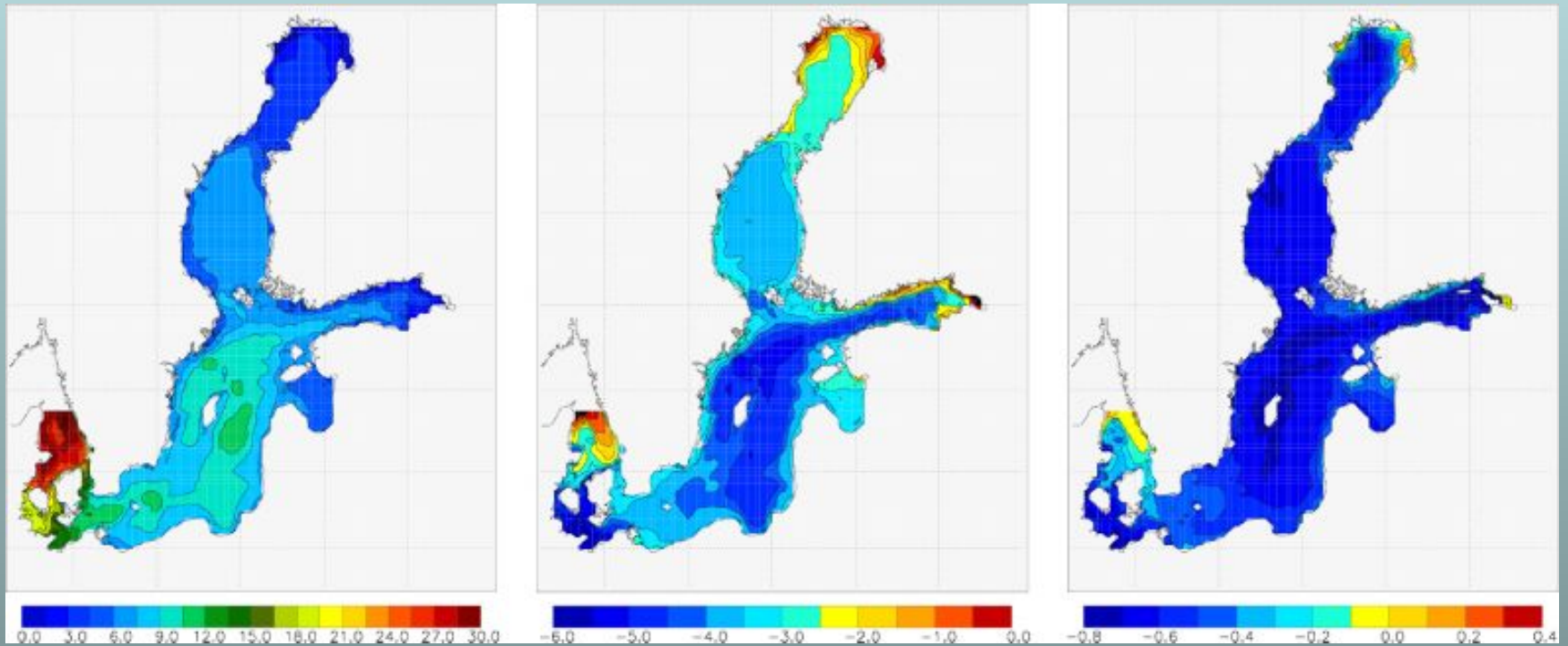
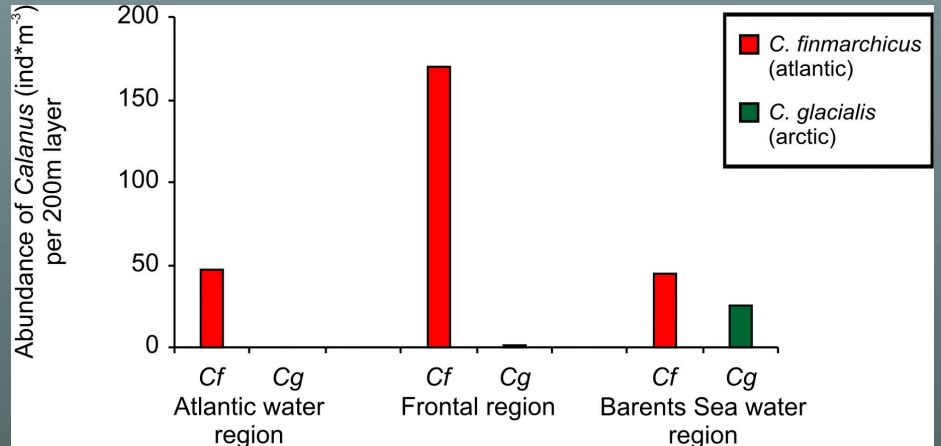
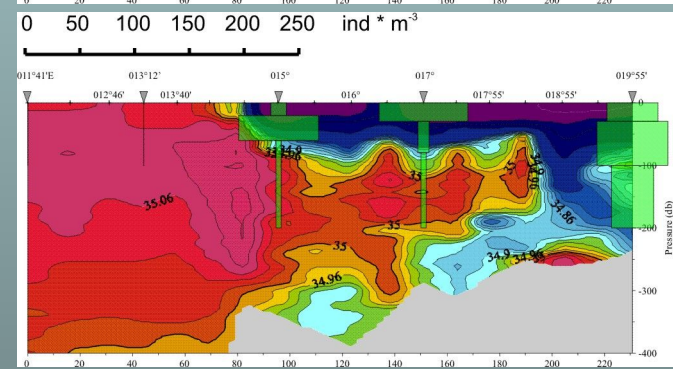
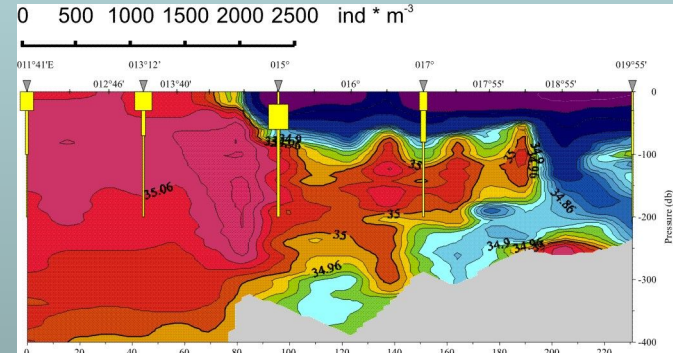
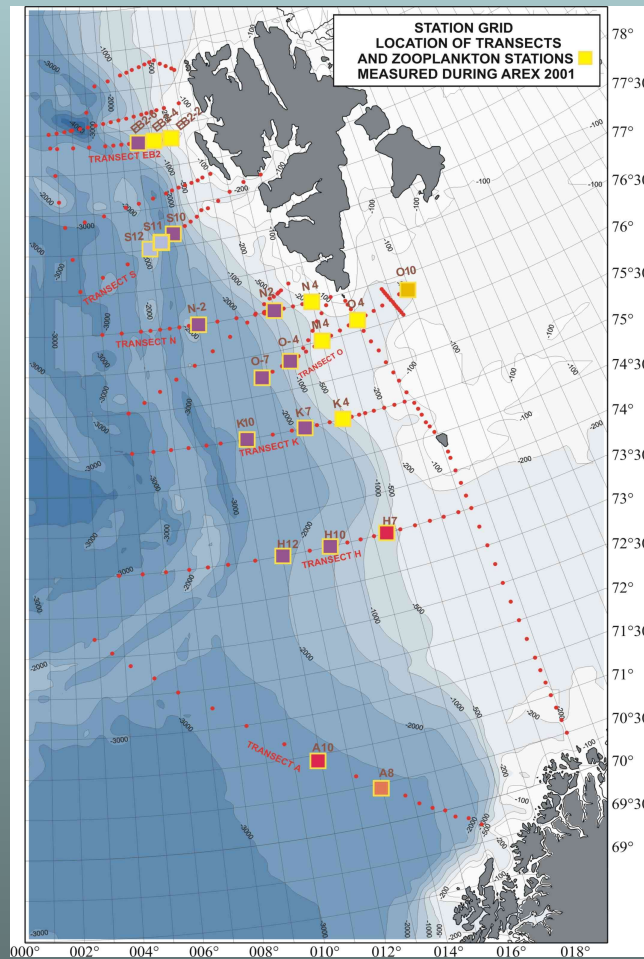
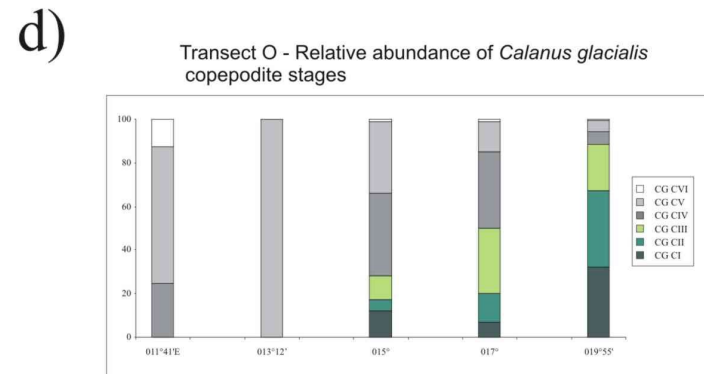
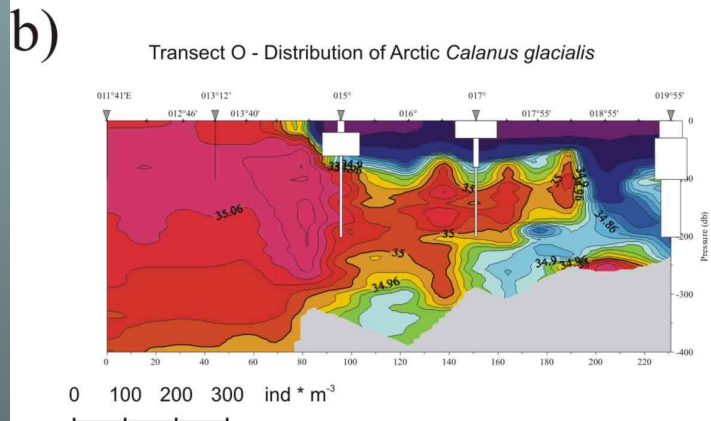
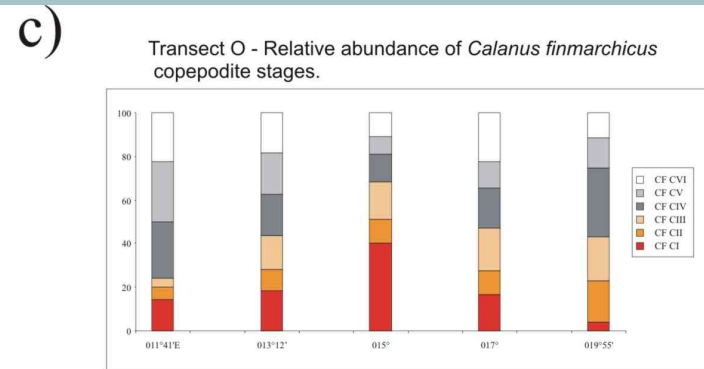
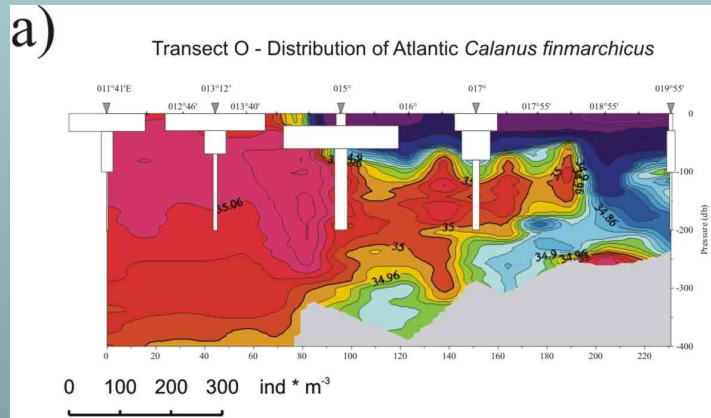


Fig. Vertically averaged salinity (%) in the Baltic Sea (Meier, 2006). The left panel shows the spatial distribution of salinity for the control period 1961–1990, as derived from the Rossby Centre Regional Climate – Ocean model (colour scale is from 0% to 30% in intervals of 1.5%). The middle and right panels show the difference in salinity between the control period and the scenario period (2071–2100) as estimated by two different models for the IPCC A2 CO₂ scenario (middle panel, global forcing of the Rossby regional model was provided by the ECHAM4/OPYC3 model; right panel, global forcing of the Rossby regional model was provided by the HadAM3H model).

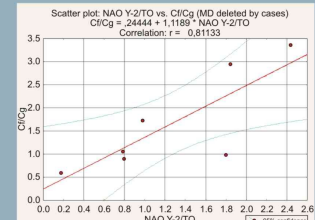
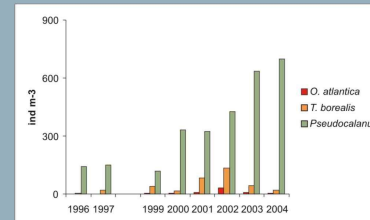
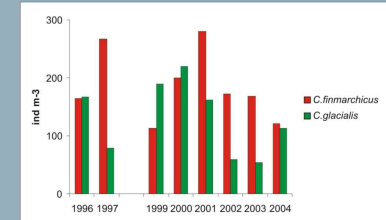
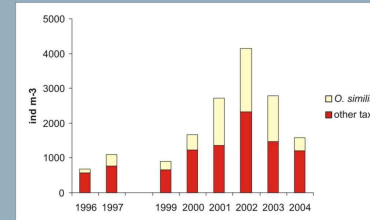
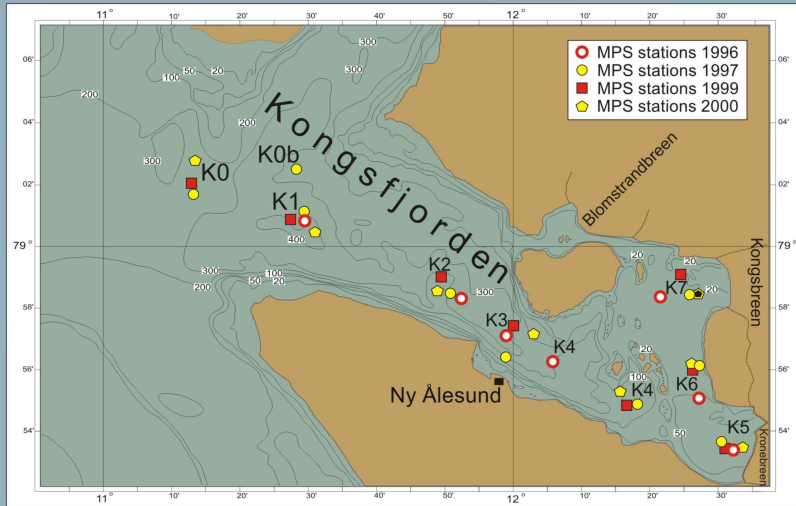
Zooplankton w rejonie WSC



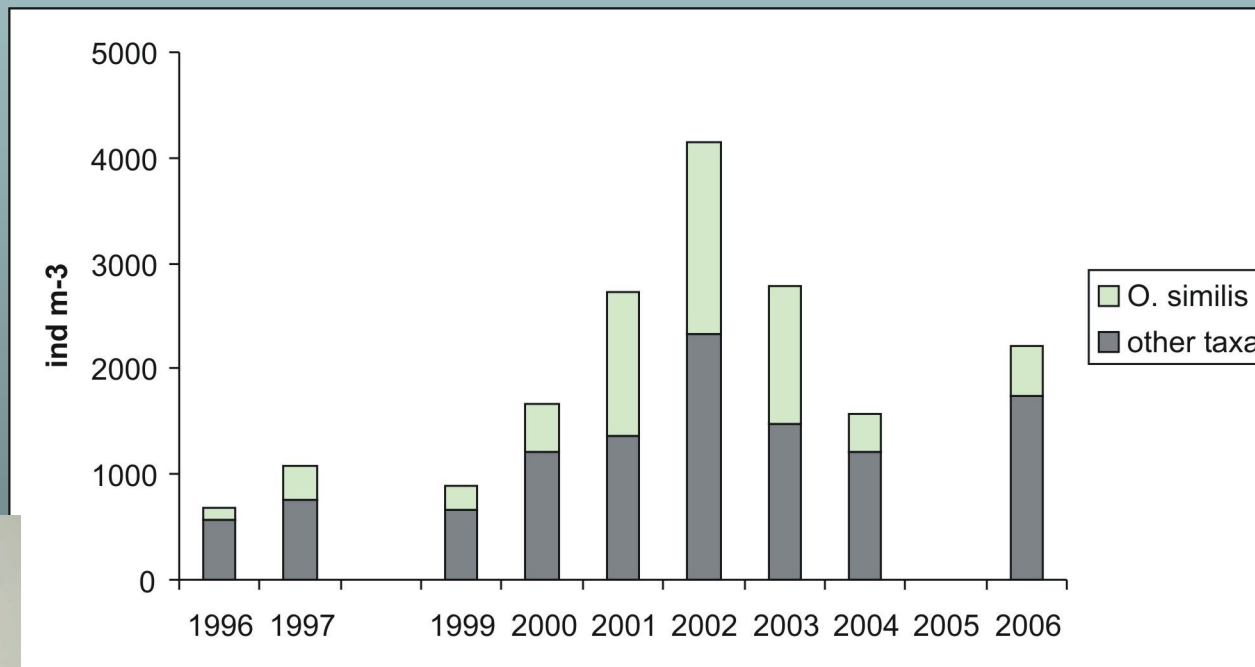
Zooplankton w rejonie WSC



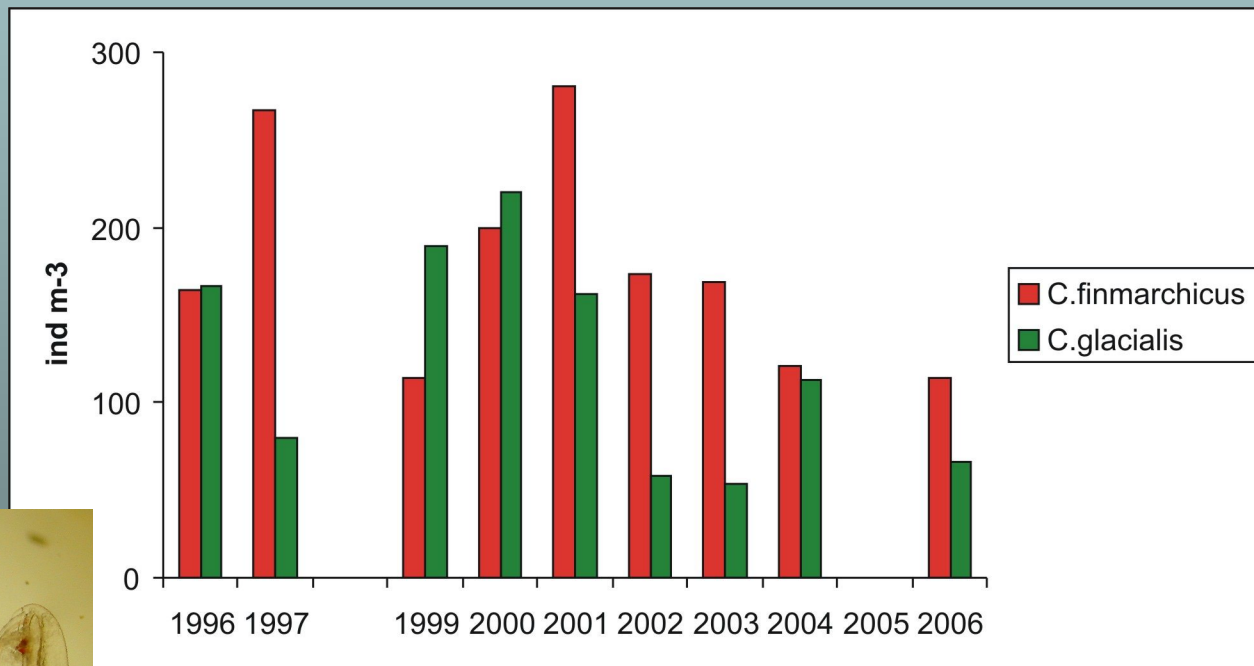
Zooplankton w Kongsfjorden



Mesozooplankton @ MariClim 2006 vs background reference



Mesozooplankton @ MariClim 2006 vs background reference

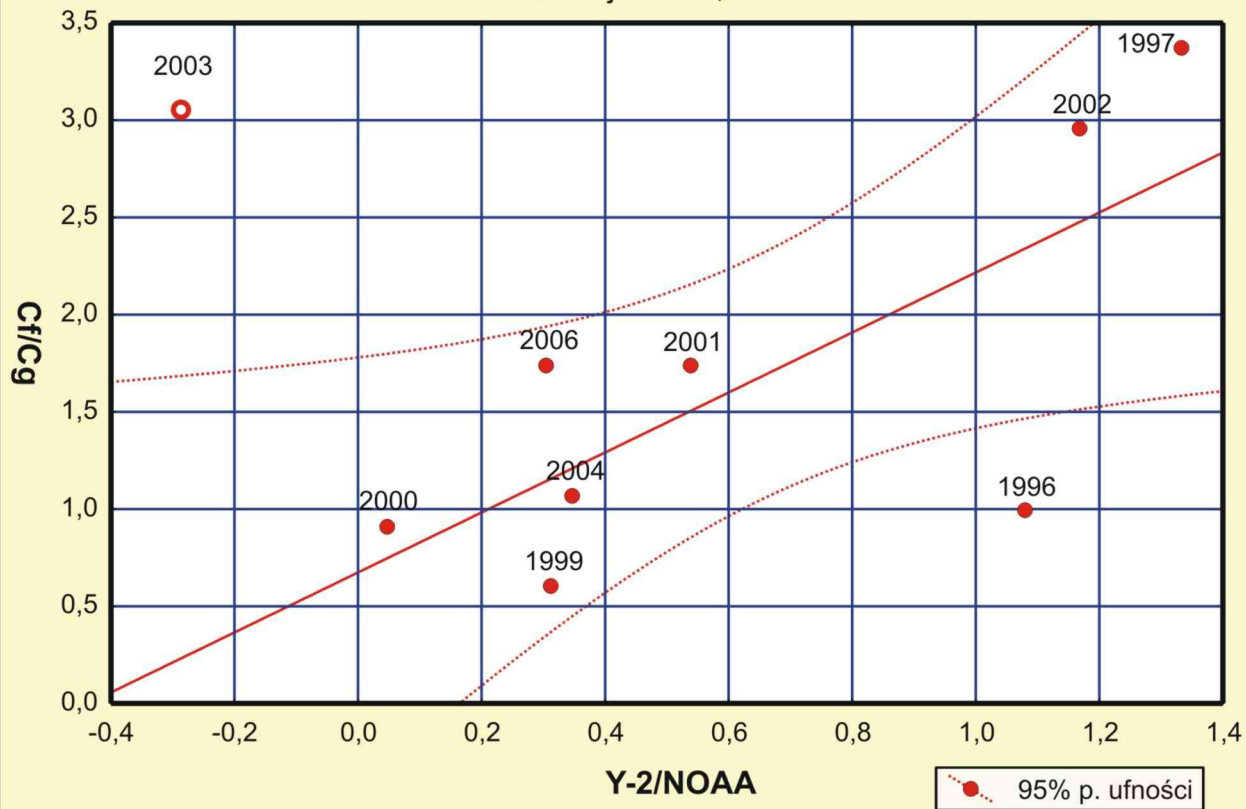


Calanus - Kongsfjorden

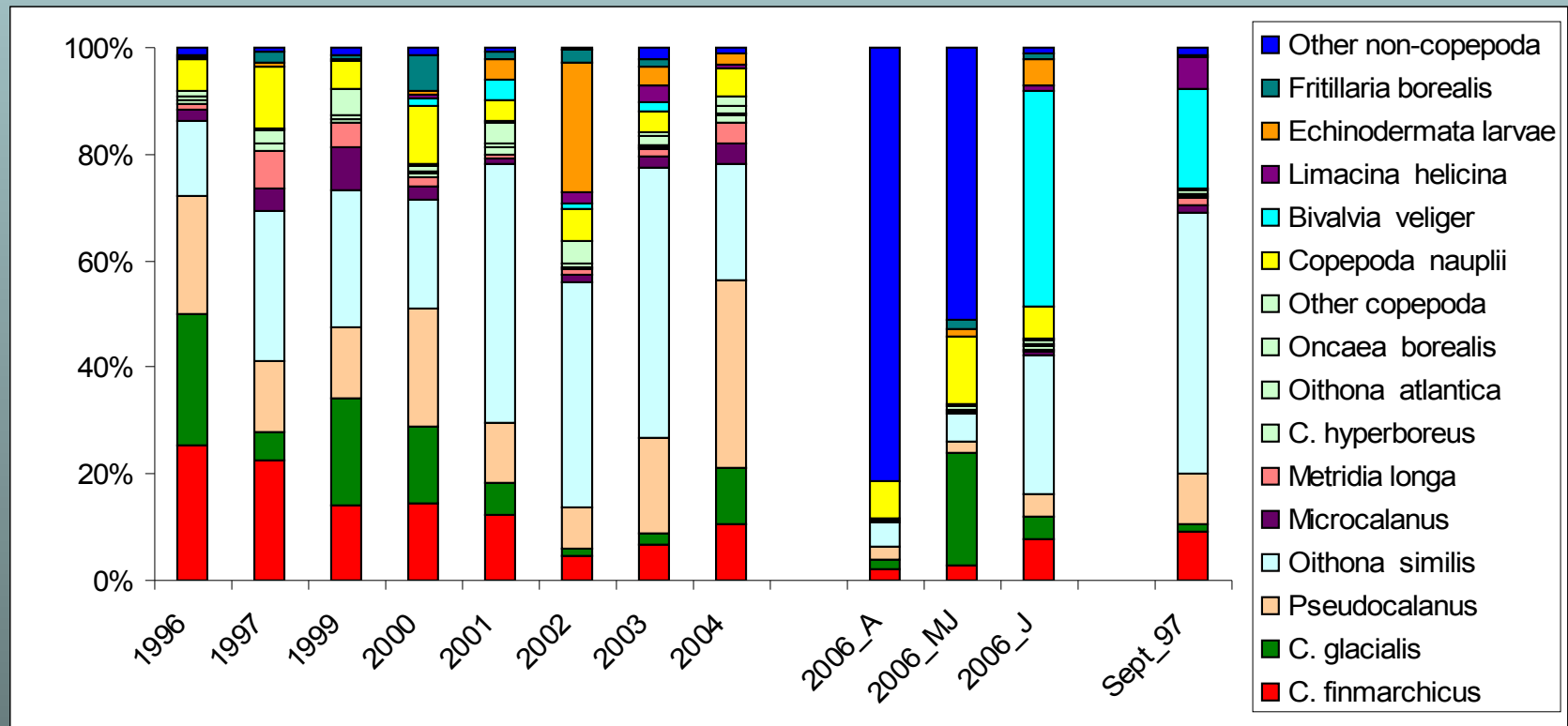
Wykr. rozrzutu: Y-2/NOAA vs. Cf/Cg (BD usuwano przypadk.)

$$Cf/Cg = ,67380 + 1,5429 * Y-2/NOAA$$

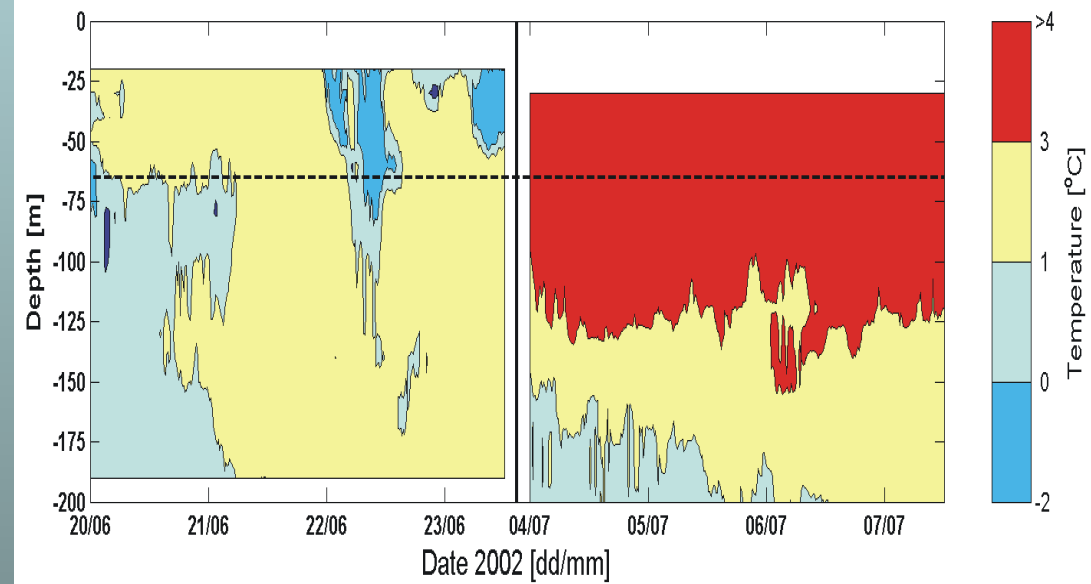
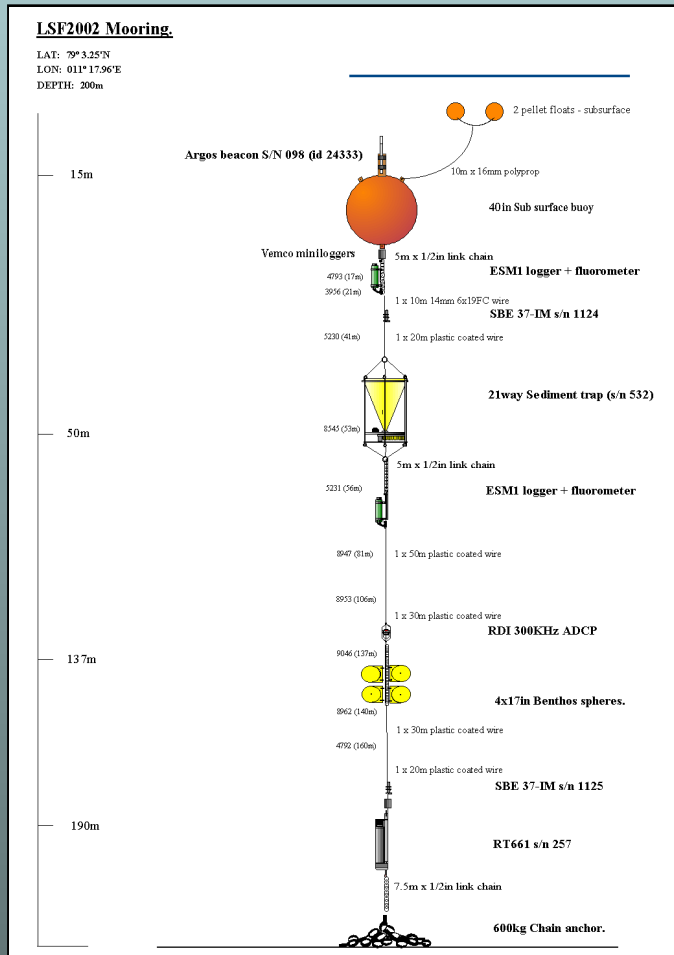
Korelacja: $r = ,73873$

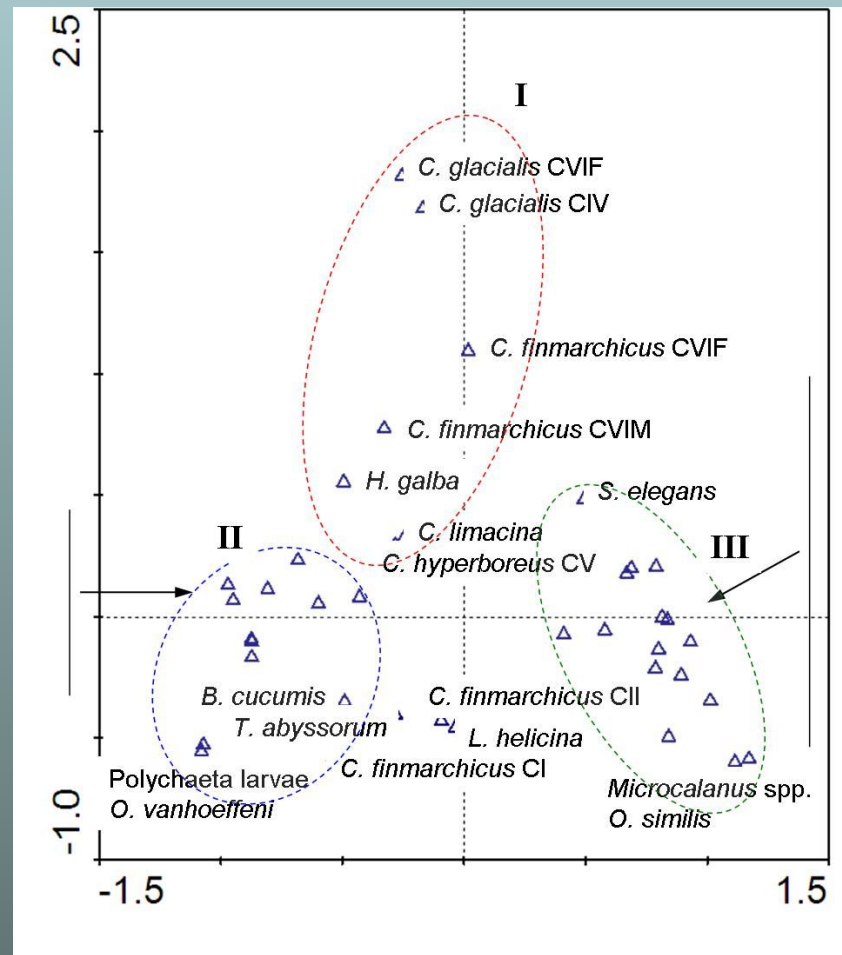
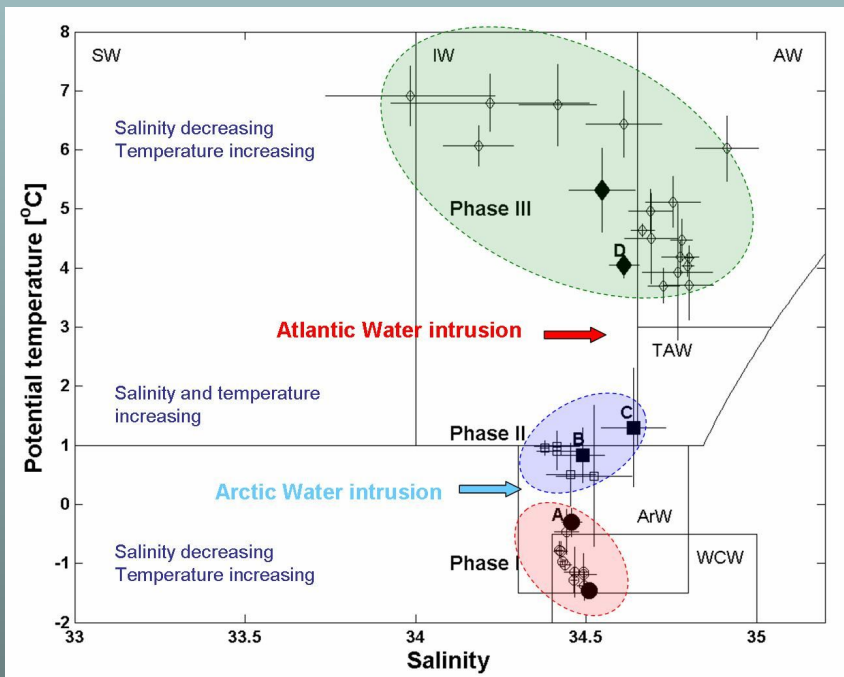


Mesozooplankton @ MariClim 2006 vs long-term reference

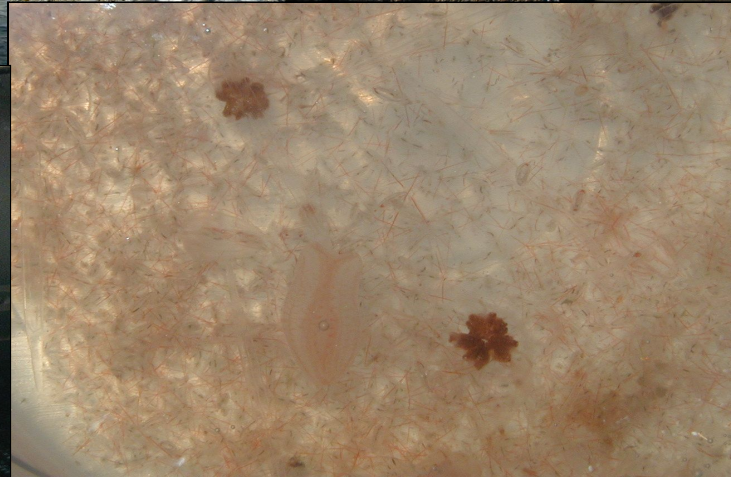


Monitoring zooplankton - moorings

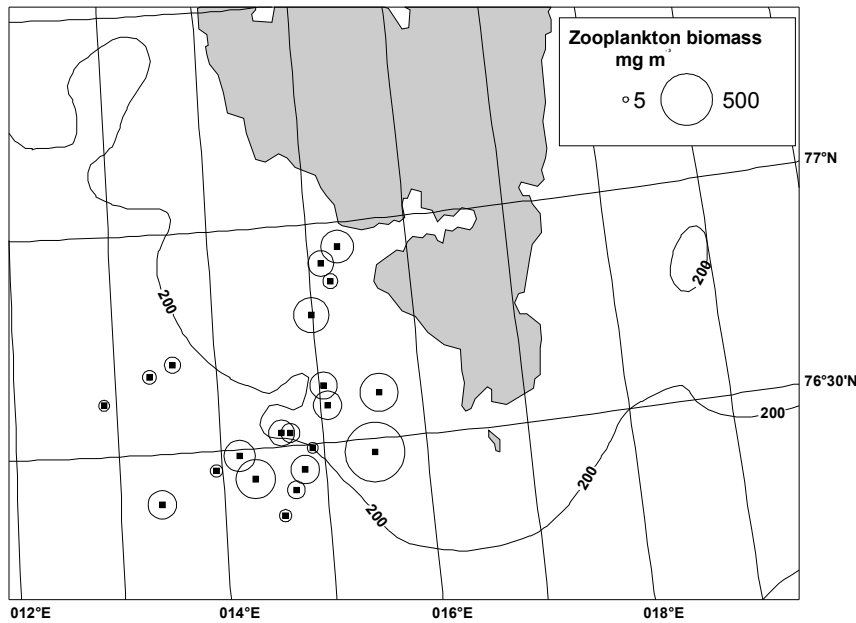




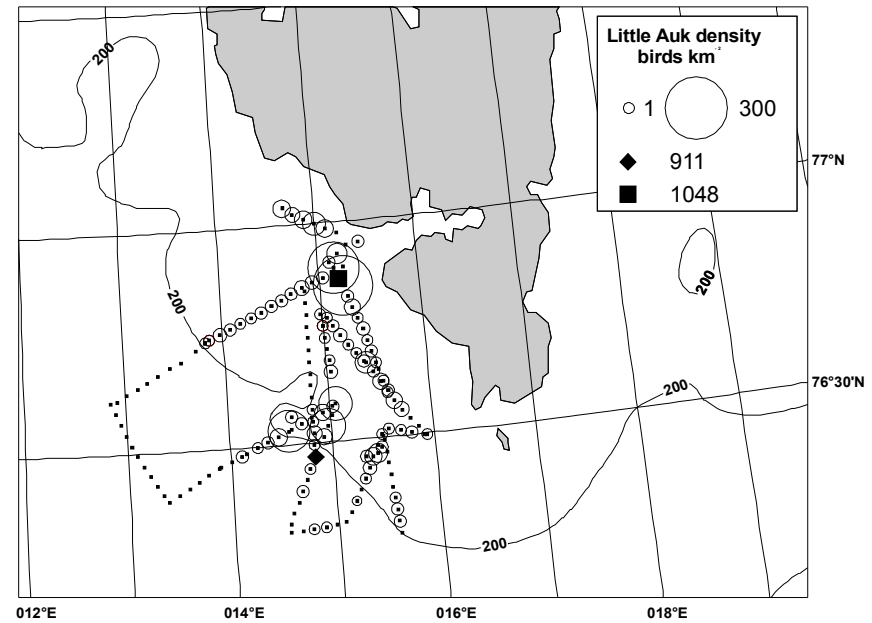
Monitoring zooplanktonu arktycznego w kontekście alczyka (Karnovsky et al., 2003, Wojczulanis et al. 2006)



Karnovsky et al. 2003 (MEPS 253)



Biomasa zooplanktonu (mg m^{-3})

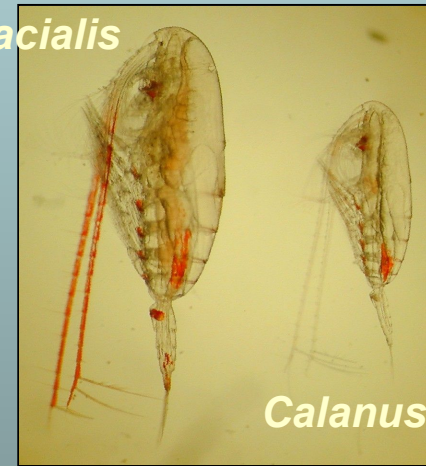


Liczebność alczyka (osob. km^{-2})

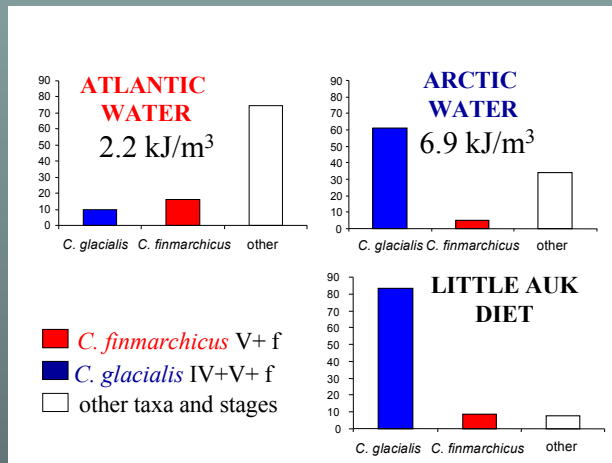
AUK – Project description

- LAs prefer large arctic copepods which are more numerous in waters of Arctic origin

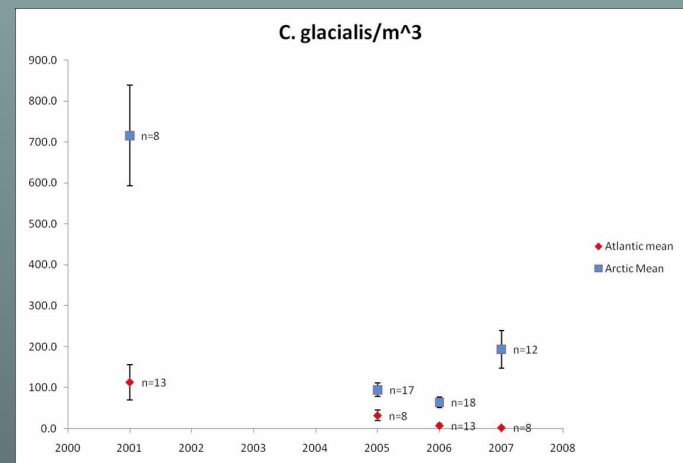
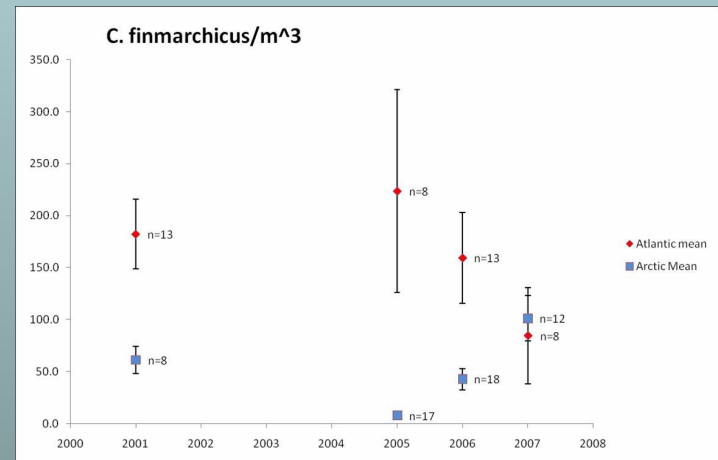
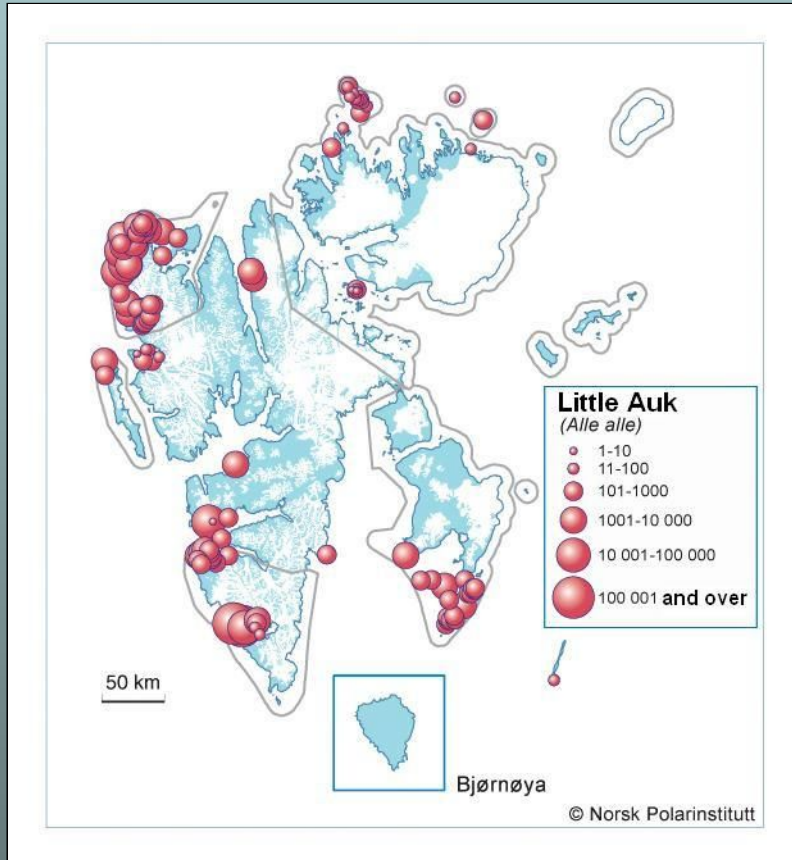
Calanus glacialis



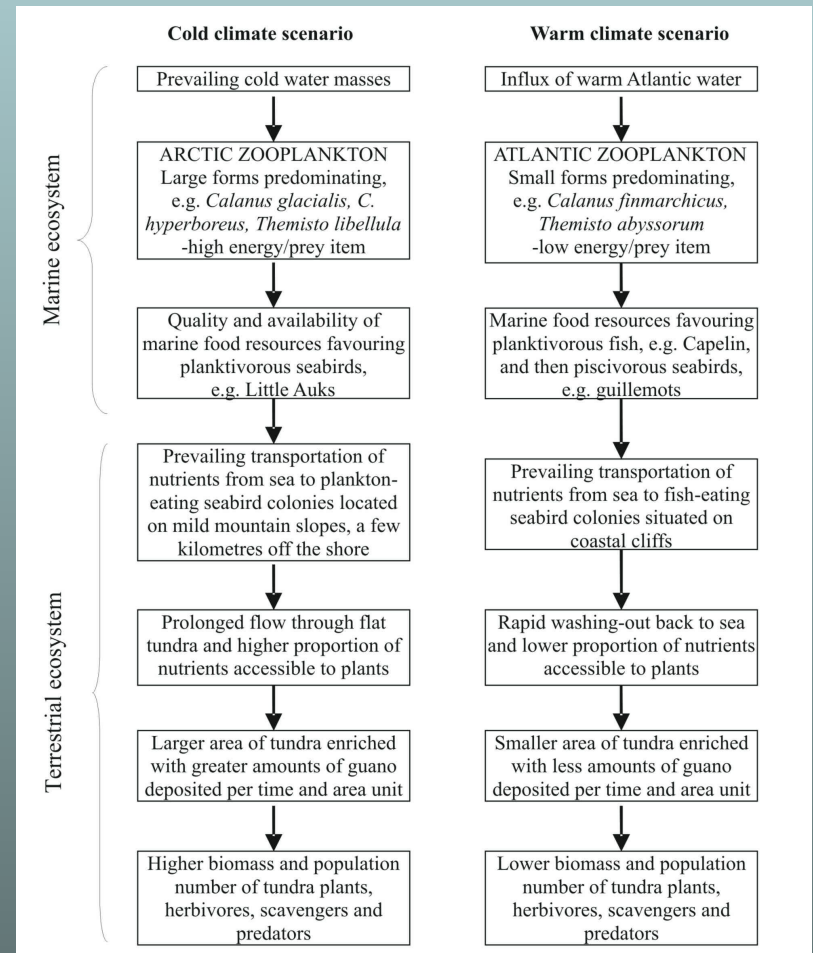
Calanus finmarchicus



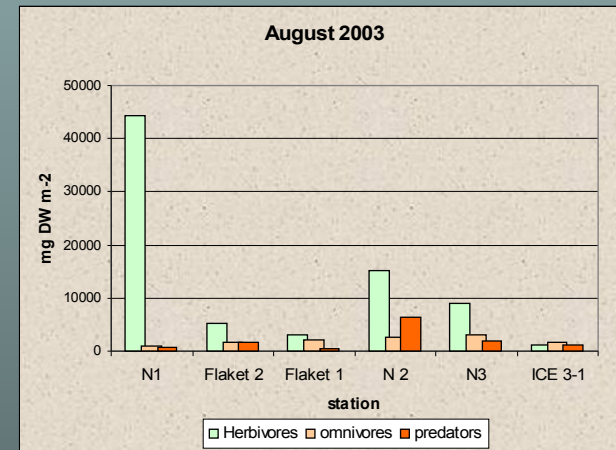
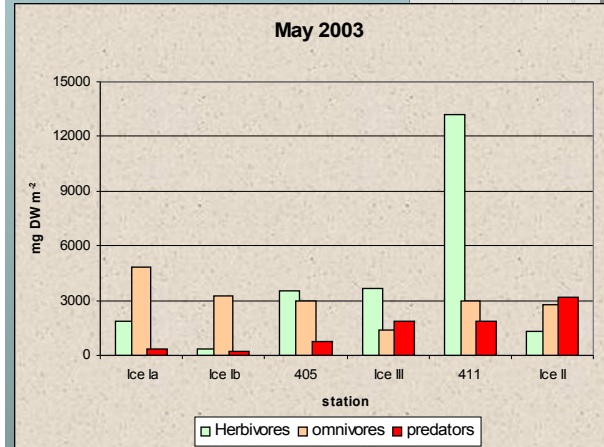
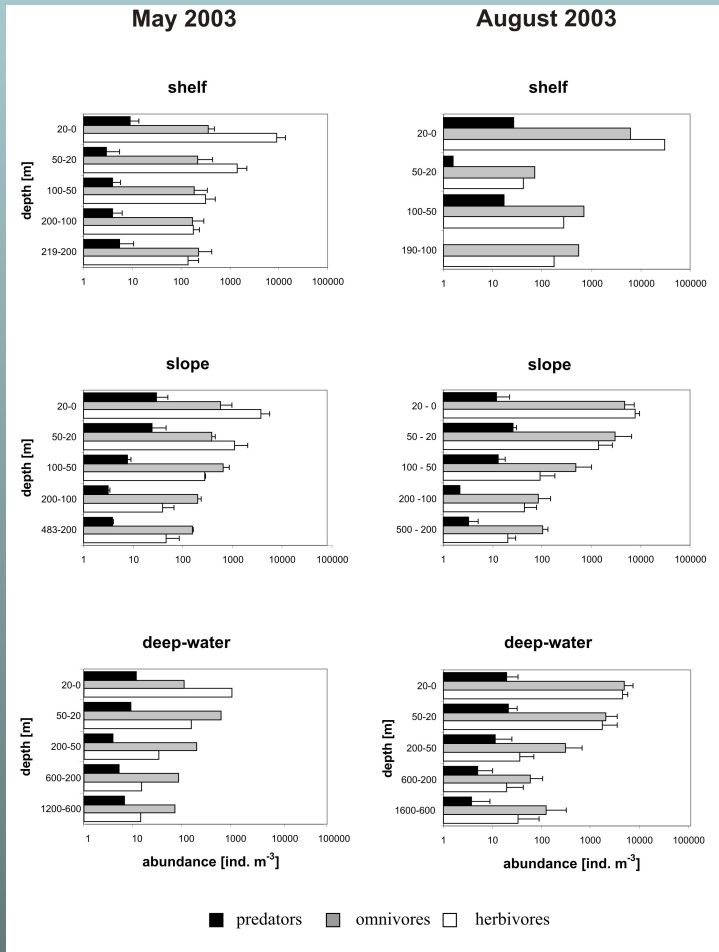
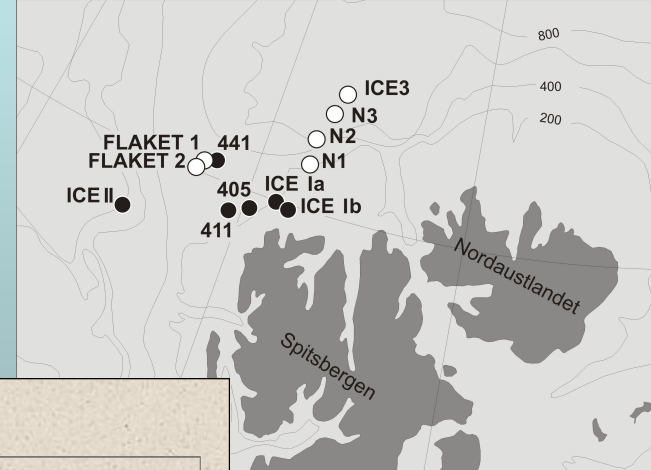
AUK - monitoring



Stempniewicz L., Błachowiak-Samołyk K., Węśławski J.M. (2007)
 Impact of climate change on zooplankton communities, seabird populations
 and Arctic terrestrial ecosystem – a scenario. **Deep-Sea Research II, 54,**
2934–2945

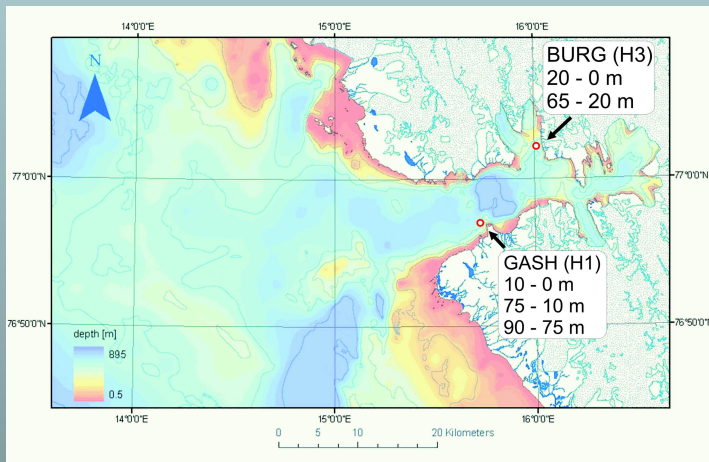


Zmiany sezonowe (wiosna-jesień) zooplanktonu wód Svalbardu On Thin Ice 2003



Blachowiak-Samolyk K., Kwasniewski S., Dmoch K., Hop H., Falk-Petersen S. (2007) Trophic structure of zooplankton in the Fram Strait in spring and autumn 2003. *Deep-Sea Research II*, 54: 2716-2728.

Hornsund – struktura wielkościowa zooplanktonu



Juday
37 cm
0,1 m²
0.056 mm

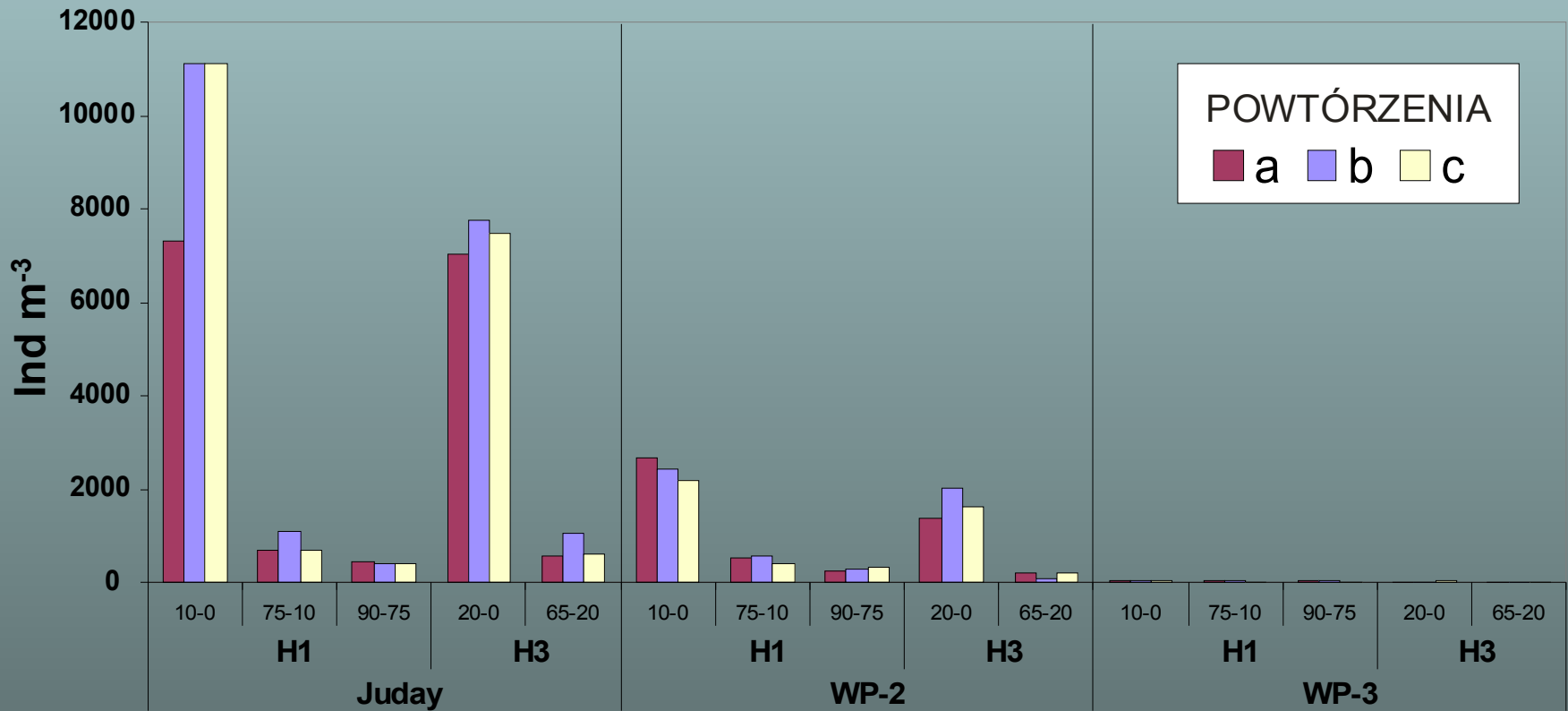


WP2
57 cm
0,25 m²
0.180 mm



WP3
113 cm
1,0 m²
1.0 mm

Liczebność całkowita zooplanktonu [Ind m⁻³] na stacjach, w warstwach, w zależności od sieci

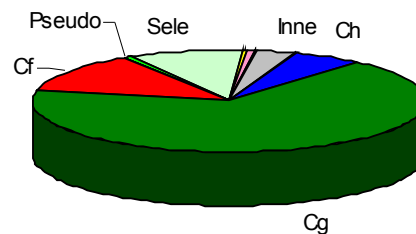
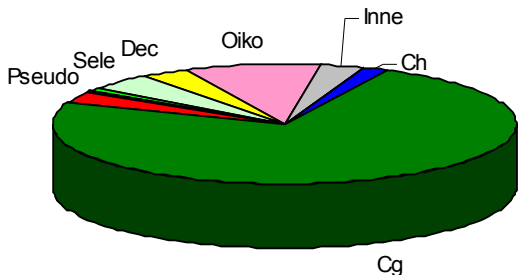


Skład taksonomiczny zooplanktonu

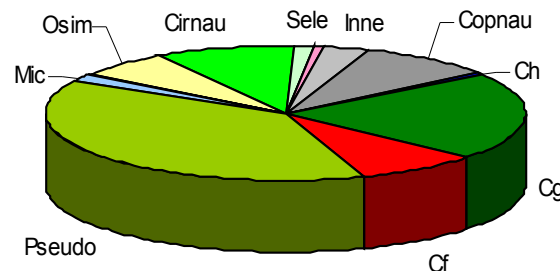
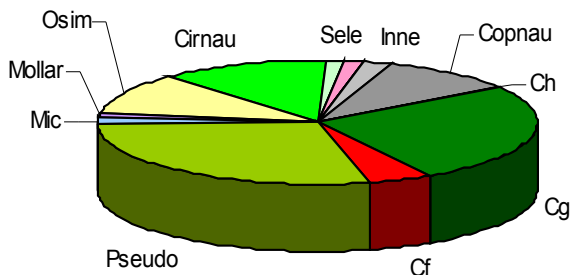
H1

H3

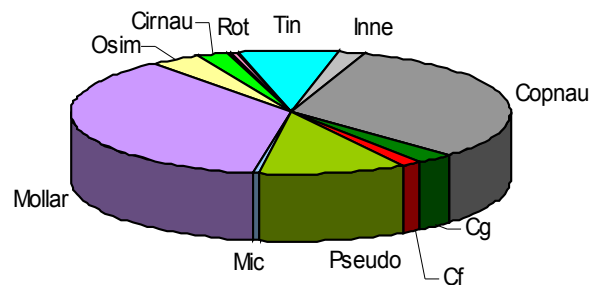
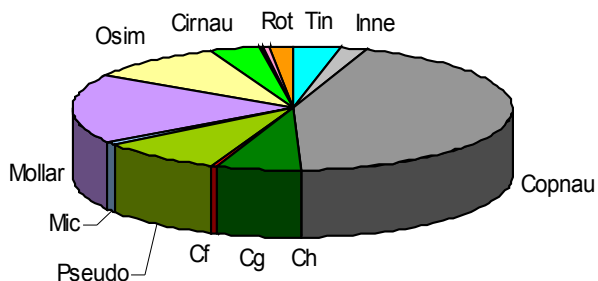
WP3



WP2



JUDAY



- | | | |
|--|--|-----------------|
| Cyclopoidea (<i>Oithona similis</i>) | <i>Calanus glacialis</i> | Mollusca larvae |
| Calanoida nauplii | <i>Calanus hyperboreus</i> | Cirripedia |
| <i>Calanus finmarchicus</i> | Chaetognatha (<i>Sagitta elegans</i>) | Tintinoidea |
| <i>Pseudocalanus</i> spp. | Appendicularia (<i>Oicopleura</i> spp.) | Rotatoria |
| <i>Microcalanus</i> spp. | Decapoda | Inne |

Wybrane publikacje Pracowni Ekologii Planktonu

- Stempniewicz L., **Błachowiak-Samołyk K.**, Węśławski J.M. (2007) Impact of climate change on zooplankton communities, seabird populations and Arctic terrestrial ecosystem – a scenario. *Deep-Sea Research II* 54:2934-2945
- **Błachowiak-Samołyk K.**, **Kwasniewski S.**, **Dmoch K.**, Hop H., Falk-Petersen S. (2007) Trophic structure of zooplankton in the Fram Strait in spring and autumn 2003 *Deep-Sea Research II* 54:2716-2728
- **Walkusz W.**, **Kwaśniewski S.**, **Dmoch K.**, Beszczyńska-Möller A. (2007) A contribution to the knowledge of Arctic zooplankton during variability (Kongsfjorden, Svalbard). *Polish Polar Research*, 28 (1): 43-56
- Willis KJ, Cottier FR, **Kwaśniewski S** (2007) Impact of warm water advection on the winter zooplankton community in an Arctic fjord. *Polar Biology* DOI 10.1007/s00300-007-0373-0.
- Hop H., Falk-Petersen S., Svendsen H., **Kwasniewski S.**, Pavlov V., Pavlova O., Soreide J. (2006). Physical and biological characteristics of the pelagic system, across Fram Strait to Kongsfjorden. *Progress In Oceanography*, 71:182-231
- Kędra M., **Walkusz W.** (2006) Global warming-driven biodiversity change: pelagic versus benthic domain. Arctic (79° N) case study. *MARBEF Newsletter* Nr 5, 23-24
- Willis K. J., Cottier F., **Kwasniewski S.**, Wold A., Falk-Petersen S. (2006). The influence of advection on zooplankton community composition in an Arctic fjord (Kongsfjorden, Svalbard). *Journal of Marine Systems* 61, 39-54.
- Wojczulanis K., Jakubas D., **Walkusz W.**, Wennerberg L. (2006). Differences in food delivered to chicks by males and females of little auks (*Alle alle*) on South Spitsbergen. *Journal of Ornithology*, 147 543–548
- **Dmoch K**, **Kwaśniewski S**, Walczowski W. (2004). Pelagial mesozooplankton of the region off West Spitsbergen - Abundance and Biomass". Poster – European Geosciences Union – 1st General Assembly. Nicea, 25-30 kwietnia 2004, sesja: "Interactions and Feedbacks Among Marine Pelagic Ecosystems, Biogeochemical Cycles and Climate, in a Globally Changing Environment" – BG26.
- Karnovsky N, **Kwasniewski S**, Weslawski JM, **Walkusz W**, Beszczyńska-Moller A (2003). The foraging behaviour of little auks in a heterogenous environment. *Marine Ecology Progress Ser* 253; 289-303.
- **Kwaśniewski S**, Hop H, Falk-Petersen S, Pedersen G. (2003). Distribution of *Calanus* species in Kongsfjorden a glacial fjord in Svalbard. *Journal of Plankton Research* 25, 1-20.