

Dorsz *Gadus morhua*
w Zatoce Pomorskiej,
rejonie mieszania się dwóch stad

Dr hab. Beata Więcaszek, prof. nadzw.
Katedra Hydrobiologii i Ichtiologii
Wydział Nauk o Żywności i Rybactwa
Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego
w Szczecinie

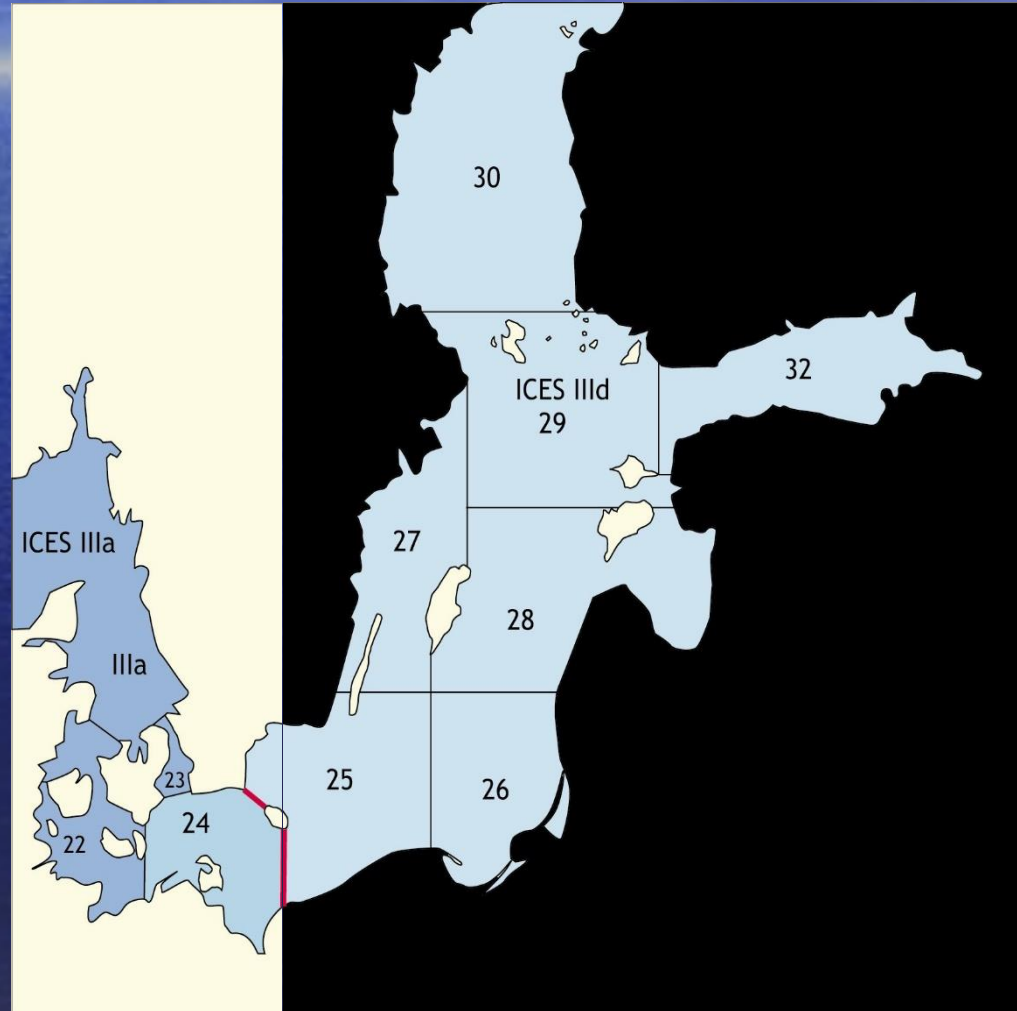
Co oznacza termin

„dorsz wschodniobałtycki i zachodniobałtycki”?

- Dorsz atlantycki
- *Gadus morhua*
- bytujący w Bałtyku tworzy 2 stada

w obszarze ICES III:

- **W podobszarach SD 22-24**
- **i SD 25-32.**



Według dostępnej literatury

- **stado zachodnie (SD 22-24)** obejmuje głównie podgatunek
- *Gadus morhua morhua* L.
- “Belt Sea cod”, „Beltseedorsch”
- czyli dorsza z Morza Bełtów
- **a stado wschodnie**
- (SD 25-32)
- - *Gadus morhua callarias* L.
- “Baltic cod”, „eigentliche Ostseedorsch”
– czyli dorsza bałtyckiego.



Pomiędzy poszczególnymi rejonami zachodzą wędrówki dorszy

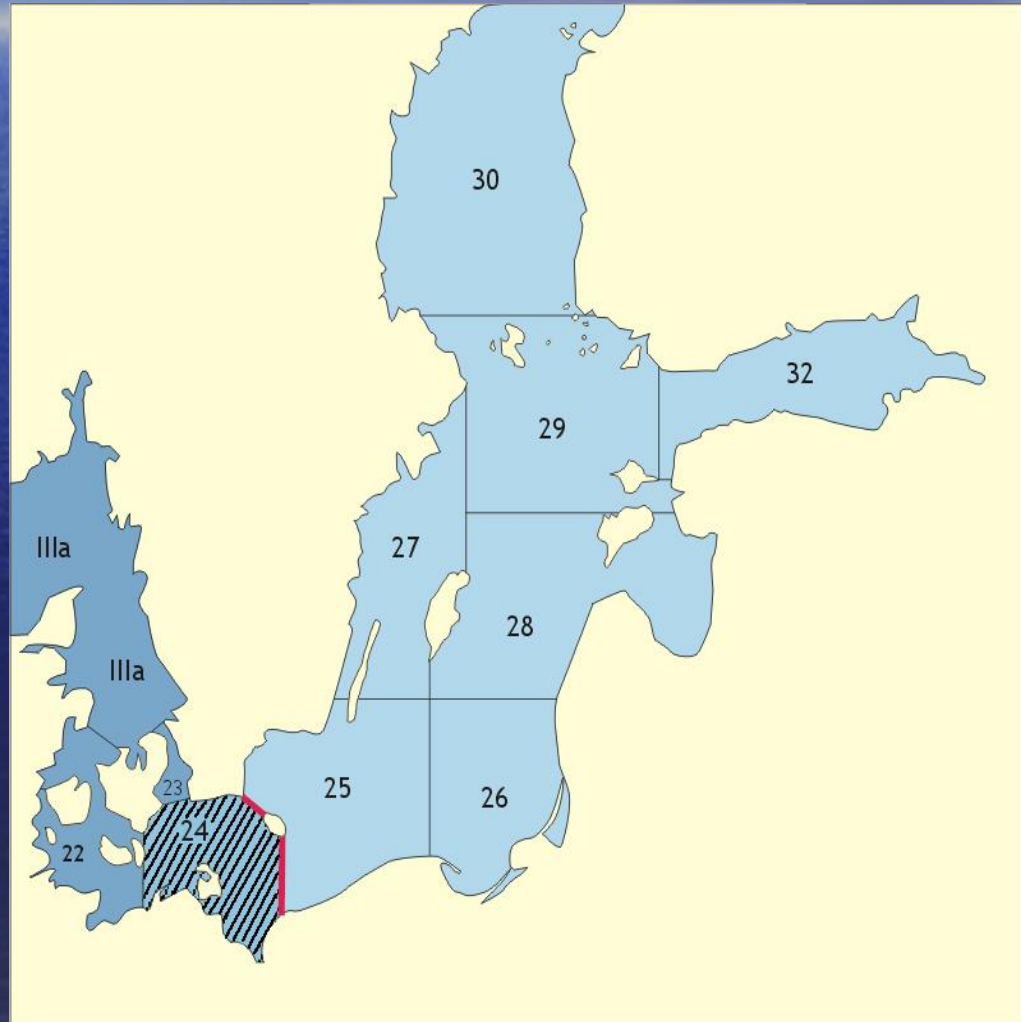
– zarówno żerowiskowe jak i tarłowe, ponadto z prądami przemieszczają się jaja i larwy dorszy.

Zachodzi więc mieszanie się osobników (mixing) z obydwóch stad.

W tej strefie mieszają się stada dorsza atlantyckiego i bałtyckiego, zarówno w sensie fizycznym, jak i genetycznym, co zostało potwierdzone analizą mikrosatelitów badanych mieszańców dorszy

Cod mixing

- **W podobszarze SD 26**
- (Zatoki: Gdańska, Pucka) ten proces praktycznie już nie zachodzi
- (jeżeli ma miejsce, to w niewielkiej skali),
- **natomiast w podobszarze SD 24 (Zatoka Pomorska)** zjawisko to zachodzi
- i to prawdopodobnie w dużym stopniu.



Rozród dorszy we wschodnim Bałtyku

✘ historycznie istniały 3 tarliska - Głębie:

Bornholmska
Gdańska
Gotlandzka

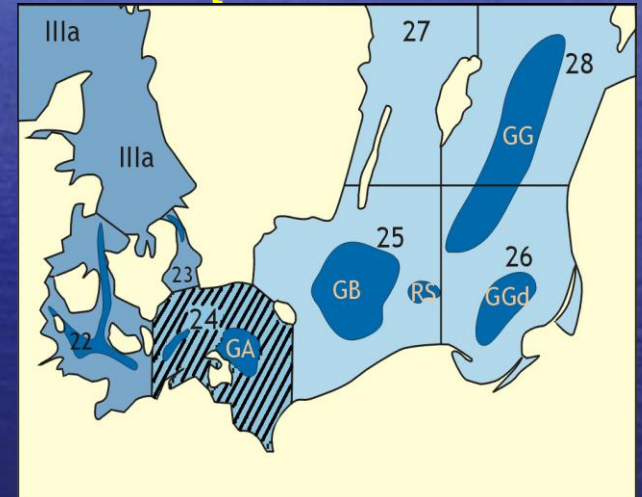
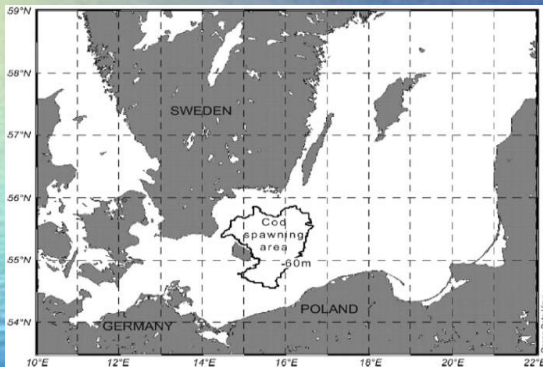
JEDNAK

w ostatnich latach wskutek niskiej częstotliwości wlewów z Morza Północnego
(niższe zasolenie i natlenienie wód)

tylko Głębia Bornholmska

zapewnia odpowiednie warunki do rozrodu dorszy

(Źródło pochodzenia mapki: Hinrichsen et al. ICES J. Mar. Sci. 2005;62:878-885)



1. Jezioro Lodowe (Bałtyckie Jezioro Lodowcowe)

– powstało, gdy zaczął się cofać pokrywający Europę lądolód skandynawski (14-10,3 tys. lat temu -plejstocen). Przed jego czołem utworzyło się Jezioro Lodowe o poziomie wód znacznie niższym niż współcześnie, o obszarze dzisiejszego Bałtyku, prawdopodobnie na zachodzie istniało wąskie połączenie z M. Północnym.



2. Morze Yoldiowe Yoldia Sea –po ustąpieniu lądolodu w okresie 10-9 tys. lat temu. J. Lodowe w wyniku przepełnienia połączyło się z M. Północnym. Kiedy poziomy obu zbiorników się wyrównały i powstało połączenie z morzem, zmieniło status akwenu na morze. Charakteryzowało się fauną arktyczną jak *Arca glacialis*, *Pecten islandicus* i *Yoldia arctica*.



3. Jezioro Ancylusowe - decydujący etap topnienia lądolodu i powstanie Jeziora. Istniało od ok. 7900 p.n.e. do 6800 p.n.e. Powstało dzięki podnoszeniu się Fennoskandii po ustąpieniu zlodowacenia.

4. Morze Litorynowe – Littorina Sea

- powstało, gdy wskutek dalszego ocieplenia klimatu lądolód stopniał do końca (ok. 5,5 tys. lat temu). Poziom wód podniósł się na tyle, że dotychczasowe Jezioro uzyskało ponownie połączenie z M. Północnym, stając się akwenem morskim. Temperatura u południowych brzegów Bałtyku była o 2-3 °C
- wyższa od dzisiejszej. **Zasolenie – 15-17psu.** Etap zakończył się
- ok. 4 tys. lat temu, kiedy cieśniny uległy znacznemu przewężeniu,
- ograniczając dopływ wód słonych z M. Północnego.
- Zasolenie wód się wyraźnie zmniejszyło.



- **5. Morze Mya (Morze Myaowe) – obecne stadium rozwoju Bałtyku.**
 - Nazwa pochodzi od małża *Mya arenaria* – piaskożłaza. Ponieważ blok skandynawski nadal się podnosi, uczeni przypuszczają, że w najbliższym (geologicznie) czasie dno Z. Botnickiej uniesie się o 50 m, zwiększając napór wód na wybrzeże i powodując zniszczenie zwłaszcza wybrzeży klifowych, ostatecznie odcinając fragment morza i powodując wyodrębnienie akwenu, który w to
- zmieni się w słodkie jezioro. (Björck, 1995)



Skąd dorsze pojawiły się w Bałtyku

I DLACZEGO -Skoro jest to dla nich tak niekorzystne środowisko pod względem zasolenia i natlenienia?

Jeśli chodzi o bazę pokarmową – pod tym względem środowisko bałtyckie stanowi mniejszy problem niż powyższe czynniki; dorsz jest drapieżnikiem generalistą, przy tym oportunistą (babka krągła, czyli bycza stanowi sporą część zawartości żołądków) i znanym kanibalem.

W Jeziorze Ogac (wyspa Baffina) odżywia się głównie...jeżowcami i sobą samym.



Dorsz w Morzu Bałtyckim

Pojawił się w okresie Morza Litorynowego 7,5- 5 tys. lat temu, przez Cieśniny Duńskie z M. Północnego. Hipotezy naukowe zakładają również, że dorsz w tym okresie mógł wpłynąć do M.B. z Morza Białego, ponieważ w tym czasie istniało wąskie połączenie między tymi morzami. Mimo iż zasolenie było wyższe niż obecnie, dorsze znalazły się na obrzeżach swojego rozsiedlenia w warunkach niekorzystnych dla rozradzania się i intensywności wzrostu.

Populacja dorszy w Bałtyku jest określana jako marginalna i łatwo ulega zagrożeniom. Ewolucja peryferyjnych populacji, coraz mocniej izolowanych, odbywa się pod bardzo silną presją lokalnych czynników selekcyjnych.

Właściwe warunki życia dorszy są zdeterminowane przede wszystkim przez odpowiednie natlenienie (pow. 2 ml/dm³) – co jest ściśle związane z temperaturą wody, stopnia spływających ze zlewni zanieczyszczeń np. wynikających z nawożenia gruntów rolniczych, oraz przez zasolenie – 10-11 psu niezbędne do rozrodu.



Rola wlewów z Morza Północnego

Morze Bałtyckie przyjmuje wody słodkie z 250 rzek wpływających do niego;

W (zwłaszcza) południowym rejonie padają obfite deszcze;

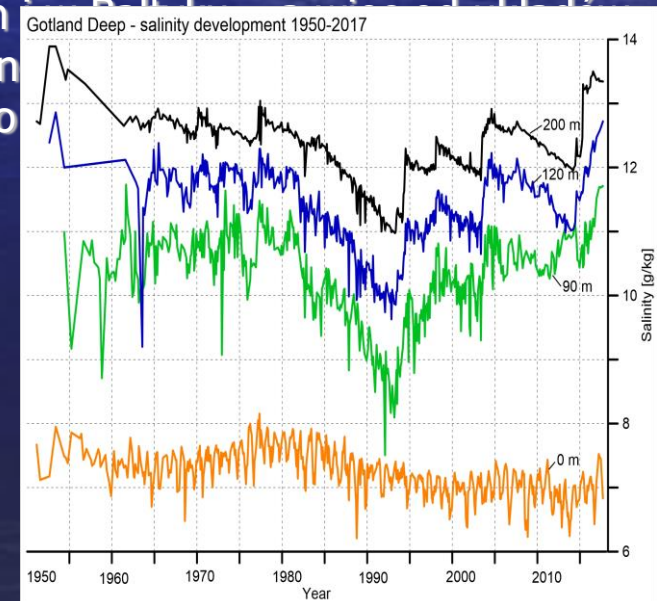
Temperatura wód Bałtyku nie jest wysoka – odparowanie wody słodkiej ma miejsce w niewielkim stopniu;

Cieśniny Duńskie (Mały, Wielki Bełt i Oresund) wypływają się;

Ruchy geologiczne są wciąż aktywne – mogą znowu odseparować Bałtyk od M. Północnego.

WLEWY Z MORZA PÓŁNOCNEGO SĄ UZALEŻNIONE OD:

konfiguracji kierunku wiatrów poziomu wody w cieśninach i
baricznych niskiego i wysokiego ciśnienia atmosferycznego
wody – musi być wystarczająco ciężka (pow. 17 psu i o
wody o dużej stagnacji.



GDZIE TE WLEWY??

Małe: poniżej 100 km³, średnie 100-200 km³, duże 200-300 i bardzo duże: ponad 300 km³.

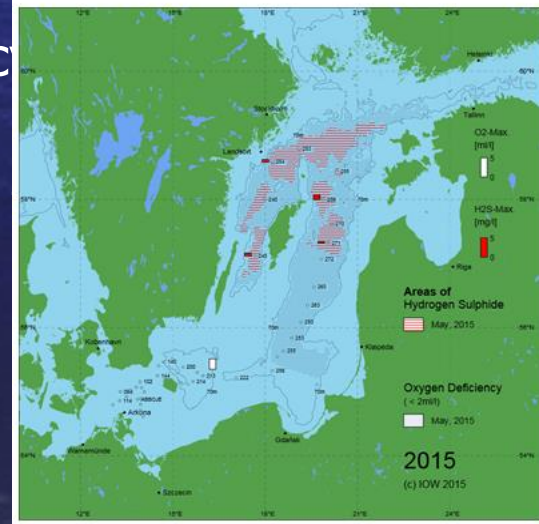
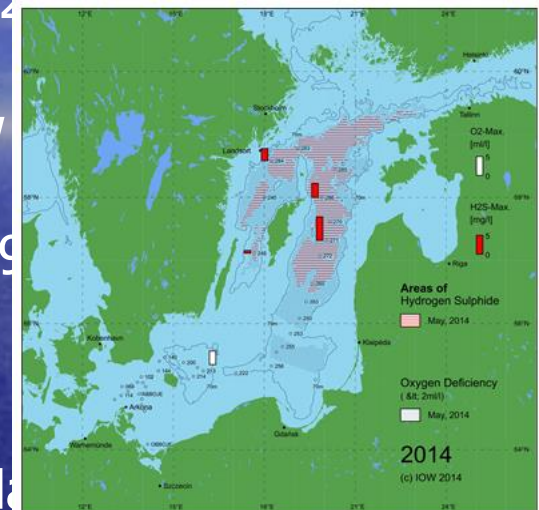
Bardzo duże wlewy miały miejsce w 20. wieku w 1922 (510 km³), 1951 (510 km³) i 1993/94 (300 km³).
Duże w: 1900, 1902 (dwukrotnie), 1914, 1921, 1922, 1923, 1924, 1925, 1926, 1927, 1928, 1929, 1930, 1931, 1932, 1933, 1934, 1935, 1936, 1937, 1938, 1939, 1940, 1941, 1942, 1943, 1944, 1945, 1946, 1947, 1948, 1949, 1950, 1951, 1952, 1953, 1954, 1955, 1956, 1957, 1958, 1959, 1960, 1961, 1962, 1963, 1964, 1965, 1966, 1967, 1968, 1969, 1970, 1971, 1972, 1973, 1974, 1975, 1976, 1977, 1978, 1979, 1980, 1981, 1982, 1983, 1984, 1985, 1986, 1987, 1988, 1989, 1990, 1991, 1992, 1993, 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023, 2024, 2025.

Styczeń 2015

Statek badawczy PAN "Oceania" rozpoczynający badania w maju 2014 od Głębi Gdańskiej, poprzez Stolpe Channel kończąc na Arkona Basin, zaobserwował znaczące wlewy przydennych.

Wyższe zasolenie zanotowano również nawet w Stolpe Channel – saline inflow to the Gdansk and Gotland deep basins.

HELCOM Baltic Sea Environment Fact Sheets



Chociaż dorsz bałtycki stada wschodniego uważany jest za populację marginalną

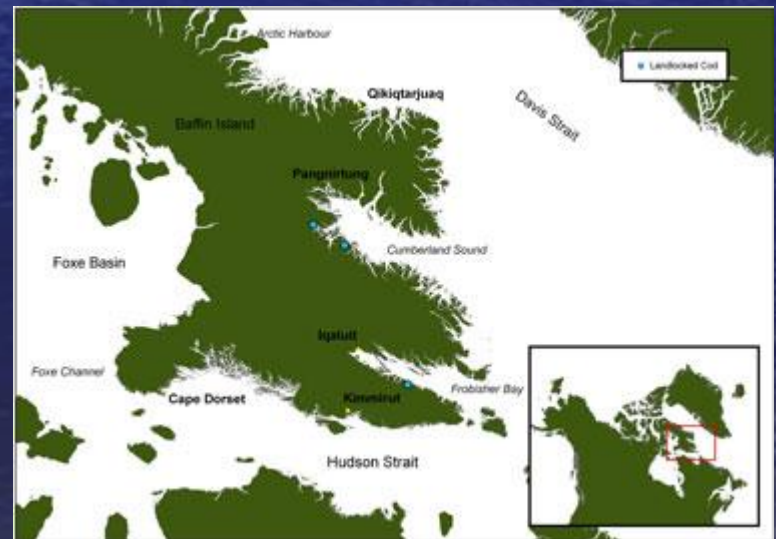
istnieją populacje dorszy, które zasiedlają słonawowodne jeziora Kanady, Grenlandii, Rosji i Norwegii. Powoduje to wysoką izolację w stosunku do morskich populacji (choć dzięki dryftowi larw wymiana genów ciągle ma miejsce) i **świadczy o wyjątkowo mocnej sile ekspansywnej tego gatunku w kierunku zasiedlania z pozoru niekorzystnego habitatu.**

Takie właściwości gatunku stawiają dorsza atlantyckiego na pozycji potencjalnego gatunku- przodka, z którego mogą ewoluować gatunki potomne, obdarzone wysokim potencjałem w kierunku opanowywania nowego środowiska życia, z możliwościami przystosowania się i wykształceniem odpowiednich eko-fenotypów



Dorsz bałtycki stada wschodniego uważany jest za populację, która żyje w warunkach marginalnych dla dorsza atlantyckiego

Jednakże istnieją populacje dorszy *Gadus morhua*, które zasiedlają słonawowodne (o niskiej temperaturze, dobrze natlenione) jeziora Kanady, Grenlandii, Rosji i Norwegii. Powoduje to wysoką izolację w stosunku do morskich populacji dorszy (choć dzięki dryftowi larw wymiana genów ciągle ma miejsce) i **świadczy o wyjątkowo mocnej sile ekspansywnej tego gatunku w kierunku zasiedlania z pozoru niekorzystnego habitatu.**



Populacja dorsza bałtyckiego stada wschodniego zasiedlająca podobszary SD 25-32

jest jedną z największych w rejonie północnego Atlantyku
i jest komercyjnie eksploatowana przez 8 krajów.

Połowy dorsza we wschodnim Bałtyku

- ◇ **Wzrost wielkości stada, dzięki silnym pokoleniom z lat: 1976, 1979 i 1980 zainicjował**
 - ◇◇ ↑ **wzrost ekspansji rybołówstwa na początku lat 80.,
oraz**
 - ◇◇ ↑ **wzrost połowów do 400 tys. t rocznie.**
- ◇◇ **Jednakże słabsze pokolenia dorszy w następnych latach oraz zwiększona presja rybołówstwa**
- ◇◇ ↓ **spowodowały spadek połowów w ostatnich 10 latach do 65 tys. t rocznie!**

Biologia dorsza z Bałtyku wschodniego

- ◇ Stado odizolowane; ◇ tarło trwa 3-5 miesięcy ◇ nastąpiło przesunięcie szczytu tarła z IV-VI (lata 70. i 80.) na VII-VIII (lata 90.)
 - ◇ w zachodnim Bałtyku i Kattegacie-II-III

Jakie były powody zmiany terminu tarła?

NAJPRAWDOPODOBNIJ:

Zmiana temperatury wody;

Wyłowienie wczesnych tarlaków;

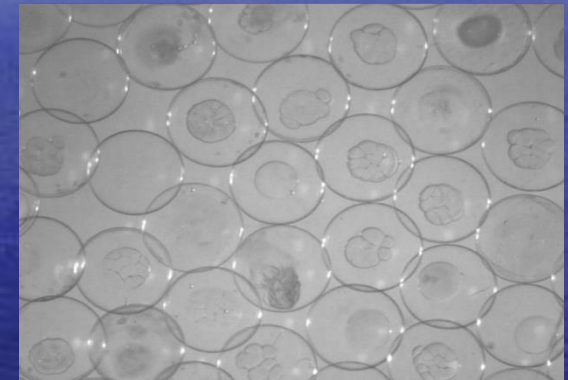
Niski stopień przeżycia późno urodzonego pokolenia

Do przeżycia jaj niezbędne jest:

- zasolenie 11psu
- $O_2 > 2\text{mg/L}$
- wskazana jest temperatura 1,5 st. C;

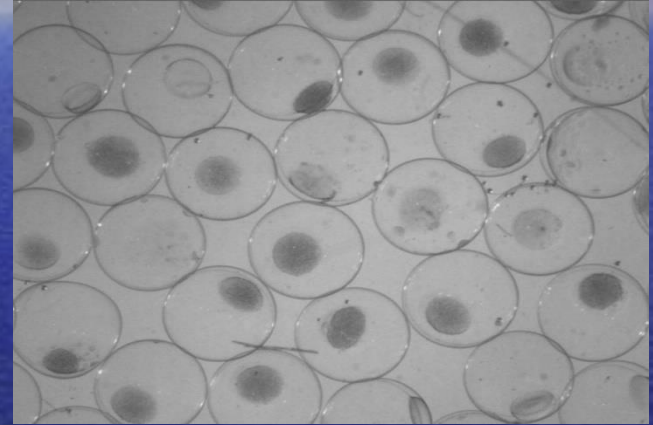
JEDNAKŻE

- **NIE TYLE ILOŚĆ JAJ**
- **co ich niska przeżywalność**
- **oraz niska przeżywalność wczesnych larw**
- **POWODUJĄ BRAK SUKCESU W REKRUTACJI STADA**



WAŻNE KRYTERIUM BIOLOGICZNE

- **Wysoka presja drapieżników:**
- przesunięcie terminu tarła powoduje wysoką presję śledzi na jaja dorszy;
 - **Ważne:**
 - większe samice mają jaja o większej średnicy,
 - lepiej utrzymujące się w wodzie;
 - **Wyłowienie więc dużych samic pogarsza możliwości przeżycia jaj (m.in. przez wędkarzy);!**



Restytucja dorsza stada wschodniego COD RESTOCK

Założenia programu duńskiego COD RESTOCK

Trzy możliwe strategie do zbadania:

1. zarybianie 3-miesięcznym narybkiem (26 mln sztuk); 2. zarybianie larwami dorsza (474 mln) 3. wypuszczanie zapłodnionych jaj (13 mld) w skali roku.
- Celem było wzbogacenie stada dorsza w ICES SD 25
 - o 10% przeciętnej liczby 2-letnich dorszy
 - **Czyli ~17 mln sztuk rocznie!**



Wybór strategii



Biorąc pod uwagę kryteria biologiczne i ekonomiczne wybrano strategię

2. zarybianie larwami dorsza (474 mln sztuk rocznie)



Szacowano w ciągu 6-8 lat wzrost wielkości stada do odłowu
o 10 tys. t rocznie a wzrost biomasy dorsza tarłowego
o 14 tys. t (w 2005 biomasa stada wynosiła 65 tys.t ↑ 20%)

•» **Istotne zagadnienia:**

- » temperatura i zasolenie wody (wybranie odpowiedniej głębokości),
 - » dostępność pokarmowa dla larw (widłonogi Copepoda)
- » Sprawdzenie istniejących zasobów pokarmowych na danej głębokości.

PODWODNY MONITORING WYPUSZCZONYCH LARW;

- » ZWŁASZCZA W WARUNKACH ZANOTOWANYCH NIESPODZIEWANIE SILNYCH
PODWODNYCH FAL;

- » REALIZACJA OSTATNIEJ FAZY PROJEKTU: RECAPTURE PART – CZYLI
EWIDENCJA POŁOWÓW OSOBNIKÓW DORSZY
WYROSŁYCH Z WYPUSZCZONYCH LARW

(NA PODSTAWIE ZABARWIONYCH ALIZARYNĄ OTOLITÓW) .

Oszacowanie przynależności taksonomicznej dorszy w rejonach mieszania się stad

Umożliwia właściwe zarządzanie nimi i ochronę. Przede wszystkim – najważniejszy jest okres ochronny w okresie tarła, ponieważ dorsz wschodni i zachodni odbywają je w innym czasie.

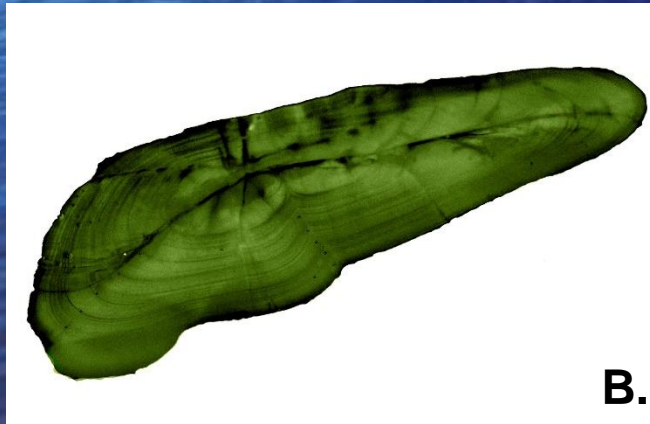
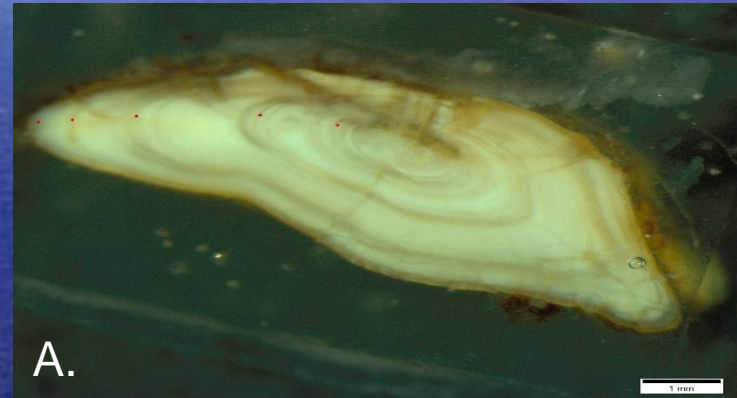
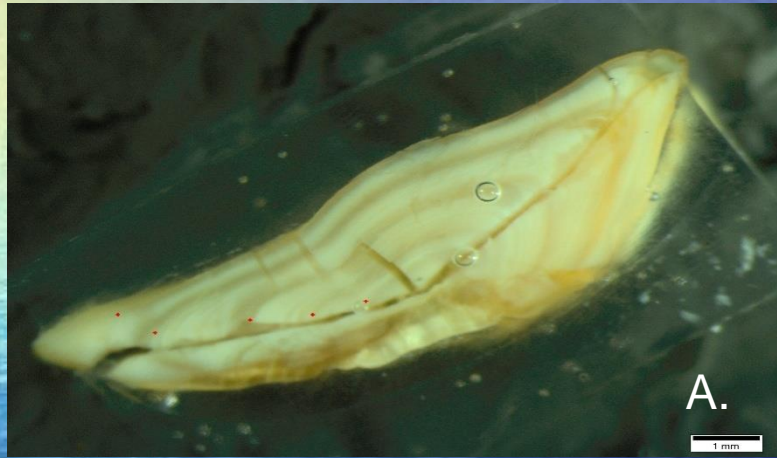


Metody

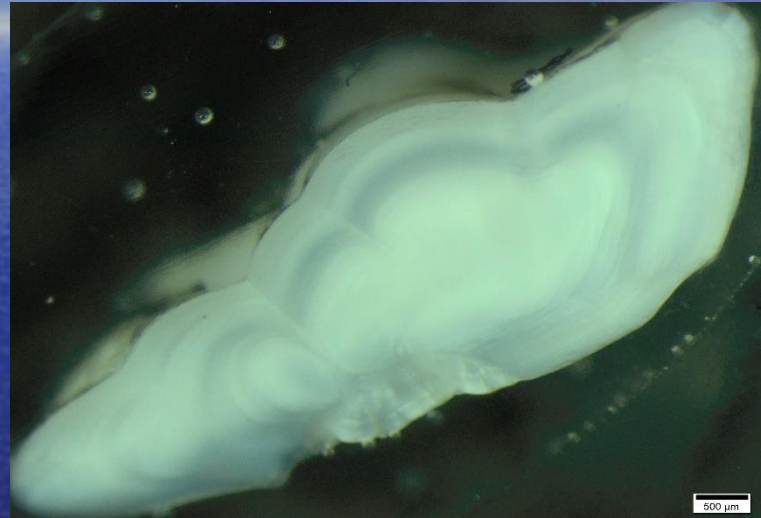
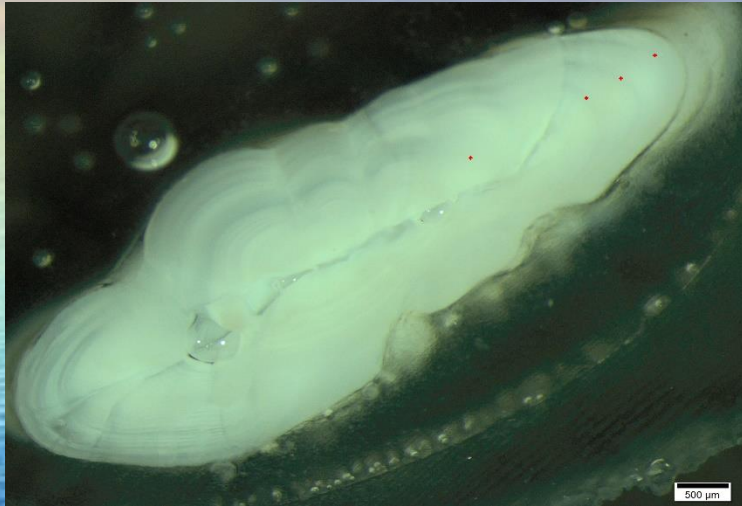
Badania obejmowały:

- Charakterystykę wybranych cech mierzalnych i merystycznych ciała i głowy poszczególnych osobników w próbach w celu określenia przynależności taksonomicznej do podgatunku i/lub stada dorszy
- Charakterystykę cech mierzalnych mózgowcaszki
- Charakterystykę cech mierzalnych otolitów (sagitta) oraz ich masy
- Oszacowanie korelacji pomiędzy parametrami otolitów, a długością ciała SL i całkowitą ryby TL
- Określenie wieku badanych ryb na podstawie odczytów z przełomów otolitów i łusek
- Określenie kondycji ryb (metoda Fultona i Clark)

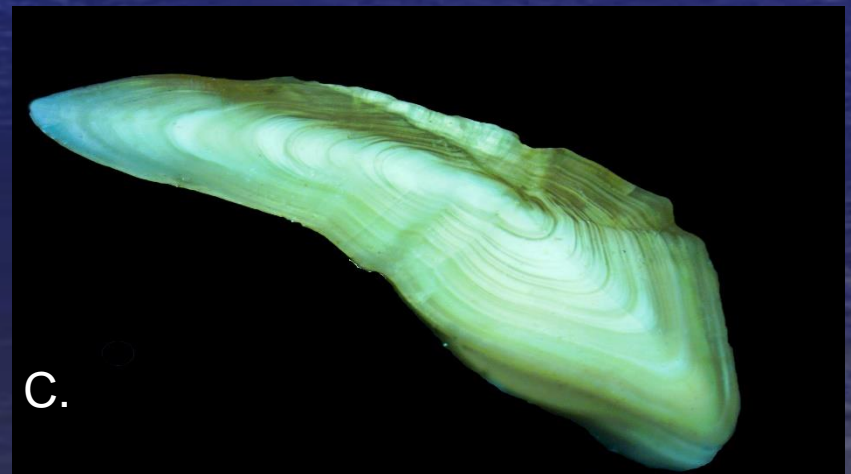
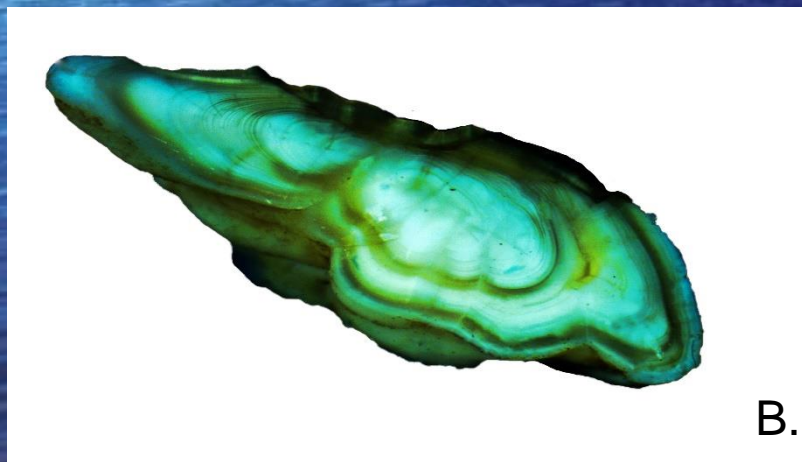
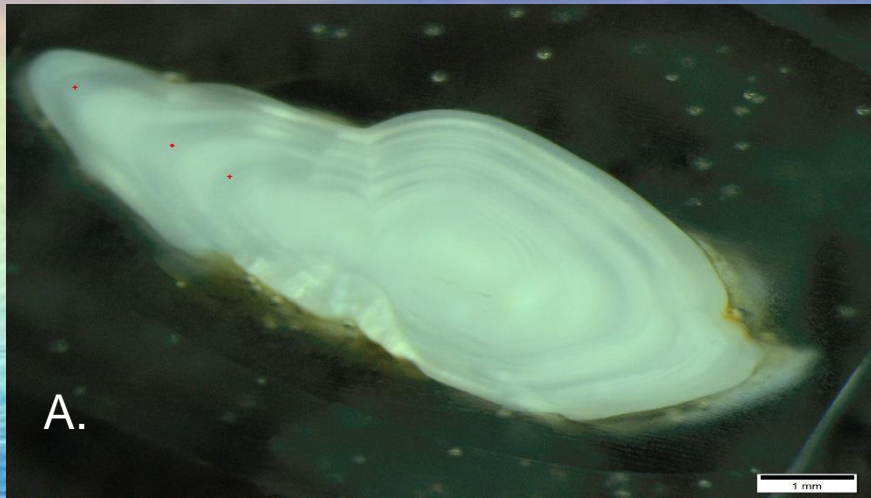
Differences in the structures otolith transverse section Ore (A -i), BrS (B -iii), IS (C -i)



Otoliths from Gulf of Gdańsk (above) and Bornholm (NE) (beneath) (ii)



Pomeranian Bay: A. - i *Gmm*;
B. - i+iii *Gmm* x *Gmc*; C. i+ii *Gmc*



The percentage of eastern Baltic cod in the Arkona Basin increased from ca. 30 % before 2005. Between 2005 and 2008 this percentage increased to approximately 65%. Since then the percentage of eastern Baltic cod in the Arkona Basin has been increasing for each year to > 80% in 2011 with a subsequent decrease to just over 60% in the last two years (2012, 2013). The spatial resolution of stock mixing suggests immigration occurring north of Bornholm, but propagating throughout the Arkona Basin. A length-related trend in immigration was indicated, which started with medium sized cod followed by progressively larger individuals but was somewhat variable between years. The immigration cannot be attributed to spawning migration, as no seasonal trend in stock mixing was observed (Hüssy et al. 2013).

Hüssy, Karin; Bastardie, Francois; Eero, Margit; Hansen, Jakob Hemmer; Mosegaard, Henrik; Nielsen, J. Rasmus. Improved management based on stock identification of eastern and western Baltic cod. / Charlottenlund : National Institute of Aquatic Resources, Technical University of Denmark, 2013. 61 p.

Results obtained by Stroganov et al. (2018) suggested that *Gadus morhua callarias* has formed currently temporally stable, substantially homogeneous population not only in the Bornholm Sea (ICES SD: 25) but also in the Arkona Sea (ICES SD: 24). The presented analyses proved that *G. m. callarias* can temporarily also spawn in the Belt Sea.

Moje badania

Moje dorsze z 2005 to dorsze należące do stada zachodniego; z roku 1998 – dwa stada: jedno zachodnie, a drugie wschodnie (Więcaszek 2010).

Moje ostatnie wyniki z ZP (4 próby 2014-2015) to : 1 stado wschodnie, 2 zachodnie, 1 mieszane)[unpublished]. Głębokość: 9-15,6 m.