

Sterowanie populacją i eksploatacja populacji
Wykład 5 / 10-11-2011
(można o tym poczytać w podręczniku Krebsa)

Modele eksploatacji populacji

Model oparty na założeniu logistycznego wzrostu populacji (logistic type model)

Założenia modelu:

1. w układzie nie występują opóźnienia czasowe reakcji
2. struktura wieku populacji eksploatowanej nie ma wpływu na tempo jej wzrostu
3. łowność nie zależy od zagęszczenia populacji eksploatowanej

Równanie logistyczne zmodyfikowane o ubytki spowodowane eksploatacją:

$$\frac{dN}{dt} = rN \frac{K - N}{K} - qXN$$

q – łowność (wielkość stała)

X – intensywność eksploatacji

qX – ubywanie na skutek eksploatacji

Możliwe odpowiedzi na eksploatację populacji o logistycznym tempie wzrostu.

Wniosek: tempo rekrutacji największe przy umiarkowanej liczebności populacji

Zasada eksploatacji populacji: największe zbiory uzyskuje się z populacji o zagęszczeniu niższym od maksymalnego.

Pozwala w pewnym stopniu szacować dopuszczalne wielkości połowów.

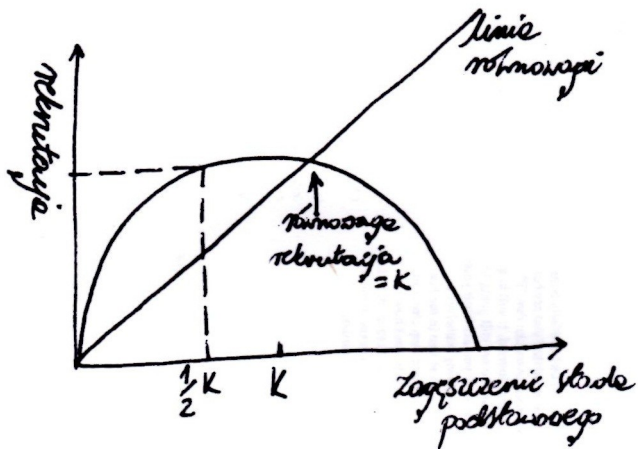
Doświadczenie na gupikach – wyciągano za każdym razem 10% bez względu na zagęszczenie. Plon całkowity był największy przy umiarkowanej eksploatacji, około 50% całkowitej liczebności. Krzywa wyznaczona na tej podstawie to tzw. parabola połowów (zależność wielkości plonu od intensywności eksploatacji populacji).

Sardela peruwiańska – ryba oceaniczna, żyje w wodach powierzchniowych, łowione od dawna, pod koniec lat 60' łowiono bardzo dużo (ok. 20% całkowitych połowów na świecie), przekroczono wartość dopuszczalną, a równocześnie nastąpił El Nino, co pogorszyło warunki rybnym, w efekcie nastąpiło załamanie liczebności. Przez długie lata pozostała na bardzo niskim poziomie. Dopiero pod koniec lat 90' liczebność populacji zaczęła wracać do normy.

Więc eksploataowanie populacji zgodnie z modelem logistycznego wzrostu wymaga uwzględnienia, że działa on dla przeciętnych warunków i przeciętne utrzymywanie tempa wzrostu populacji wynikające z krzywej logistycznej. A nie zawsze tak jest, więc stale trzeba badać warunki środowiska.

Krzywe rekrutacji

Krzywa rekrutacji w populacji wzrastającej zgodnie z modelem logistycznym (poniżej)
Rekrutacja = liczebność x tempo produkcji netto



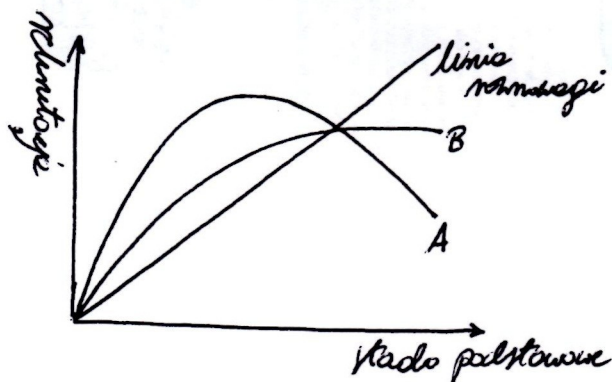
Dwa typy krzywych rekrutacji

A – szczyt rekrutacji poniżej punktu równowagi – osobniki krótko żyjące i maksymalna rekrutacja przy średnich wielkościach stada podstawowego – zgodnie z modelem logistycznym.

Korzystniejsza eksploatacja zgodna z modelem logistycznym.

B – maksymalna rekrutacja przy maksymalnej wielkości stada podstawowego – osobniki długo żyjące.

Korzystniejsza eksploatacja zgodna z modelem zmiennych zasobów.



Model eksploatacji oparty na założeniu istnienia zmiennych zasobów (Dynamic Pool Model)

jest bliższy realiom. Chociaż stosuje duże uproszczenia.

Założenia modelu:

1. model uwzględnia ocenę wzrostu, rekrutacji i śmiertelności w eksploatowanej populacji, jednak zakłada, że:
2. śmiertelność jest stała w grupach wieku

3. struktura wiekowa populacji jest stała
4. tempo wzrostu osobników jest zależne od wieku, niezależne od zagęszczenia (co nie jest prawdą)
5. straty spowodowane eksploatacją są niezależne od zagęszczenia i stałe dla poszczególnych grup wiekowych.

Można określić wielkość zbioru jaki może być otrzymywany przy danej liczebności. Można określić jaki będzie plon na każdego osobnika wchodzącego do populacji.

Cel modelu: określenie jaki zbiór może być osiągany przy danej wielkości populacji
Model zakłada wykładniczy wzrost populacji eksploatowanej

$$N_t = R e^{-(F+M)t}$$

N_t - liczba osobników stada podstawowego żyjąca w czasie t po rozpoczęciu eksploatacji

t - czas od momentu rozpoczęcia eksploatacji

R - początkowa liczebność stada podstawowego

F - punktowy współczynnik ubywania (śmiertelności) spowodowanej eksploatacją

M - punktowy współczynnik śmiertelności naturalnej

Trzeba znać **krzywą wzrostu** - zależność wieku i masy osobnika, jak przeciętnie w poszczególnych klasach wieku rosną osobniki; znać krzywą śmiertelności/przeżywania; wyznaczyć wiek połowowy. Muszą więc być wieloletnie badania przed połowami.

Zgodnie z modelem, **plon** to zsumowane dla wszystkich klas wieku pozyskanych osobników [(liczebność w klasie wieku)x(średnia masa osobnika w klasie wieku)x(intensywność połowów)]

$$Y = \Sigma F N_t W_t$$

Y - wielkość plonu (biomasa)

F - punktowy współczynnik ubywania (śmiertelności) spowodowanej eksploatacją

N_t - liczebność osobników w klasie wieku t

W_t - średnia masa osobnika w klasie wieku t

Zastosowanie tego modelu wymaga znajomości:

1. zależności wiek-masa osobników
2. zależności wiek-śmiertelność
3. najniższego wieku pozwalającego na eksploatację

Przy użyciu modelu można ustalać optymalną wielkość połowów (dającą stały możliwie największy plon).

Wadą modelu jest przyjęcie założenia, że rozrodczość, tempo wzrostu i śmiertelność nie zależą od zagęszczenia.

Cztery zasady eksploatacji populacji

1. Eksploatacja populacji powoduje zmniejszanie liczebności. Im większa jest intensywność eksploatacji, tym mniejsza staje się liczebność populacji
2. Poniżej pewnego poziomu eksploatacji populacja kompensuje straty nią spowodowane przez wzrost przeżywalności osobników lub zwiększenie tempa ich wzrostu

3. Przy wzroście intensywności eksploatacji populacja osiąga punkt, w którym eksploatacja staje się przyczyną zaniku populacji
4. Gdzieś między całkowitym brakiem eksploatacji i nadmiernie intensywną, istnieje taka intensywność eksploatacji populacji, przy której można w sposób ciągły uzyskiwać plony największe z możliwych.

Jak go znaleźć? Stosując modele, albo podstawowe strategie rybackie – poniżej.

Trzy podstawowe strategie rybackie

1. **Strategia otwartego połowu** – wielkość połowu stała, niezależna od wielkości stada podstawowego. Przy dużym stadzie podstawowym połów zbyt mały, przy małym – zbyt duży. Najłatwiejszy sposób ale nieekonomiczny. Nie ma też założenia że przy jakiejś liczebności należy zaprzestać eksploatację. Tą stosuje się jednak najczęściej.
2. **Strategia stałego wskaźnika połowów** – wielkość połowów rośnie wolniej niż stado podstawowe. Strategia bezpieczna, ale również przy dużych liczebnościach stada podstawowego może łowić się za mało w stosunku do możliwości. Wymaga też stałego monitorowania stada podstawowego i dopasowania na bieżąco dopasowania wielkości połowów.
3. **Strategia stałej liczebności niewyekspluowanej części stada podstawowego (stałych „resztek”)** – wielkość połowów wzrasta proporcjonalnie do wzrostu wielkości stada podstawowego. Czerwona strzałka wskazuje granice ryzyka, w strategii stałej liczebności, niewyekspluowanej części stada podstawowego. Przy liczebności stada podstawowego poniżej tej granicy połowy nie są dozwolone. Jest to maksymalne (optymalne) eksploataowanie, też wymaga jednak monitorowania, jest to trudna strategia.

Dwie strategie zarządzania ryzykiem

Strategia minimalizowania ryzyka przelowienia – strategia określania możliwie największego średniego plonu w odpowiednio długim okresie czasu, charakterystycznym dla zmienności w naturalnych populacjach. Jednocześnie próbując ustalić maksymalny stały plon na dłuższy okres, należy zminimalizować ryzyko wyczerpania się zasobów lub wyginęcia eksploatowanej populacji.

Można realizować przez:

- narzucenie stałego odsetka zbiorów w stosunku do całkowitej liczebności populacji, lub
- odławianie wszystkich osobników powyżej progowej liczebności populacji oraz pozostawienie wszystkich pozostałych (obydwa przypadki przewidują nieprzekraczalny próg po osiągnięciu którego zaprzestaje się połowów).

Strategia wyznaczania obszarów chronionych zasobów, lub tzw. stref bez odłowów – jest to strategia bezpieczna, w której świadomie ponosi się koszty związane z mniejszym pozyskiwaniem zasobów na rzecz zredukowania ryzyka katastrofalnego załamania się połowów (analogicznie jak tworzenie parków narodowych na lądzie). W takich obszarach liczebność potrafi być wyższa o 40% niż tam gdzie się łowi. Jest to jednak trudne aby dogadać się na ten temat w skali światowej.

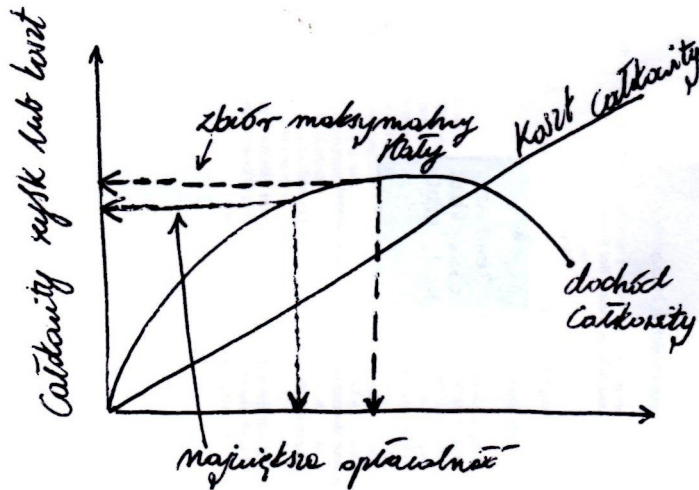
Optymalizacja eksploatacji populacji – uzupełnienie definicji plonu optymalnego

Plon optymalny – plon powtarzalny (trwały) o największej możliwej ilości (biomasie) i największej opłacalności pozyskania.

Są tu cztery wzajemnie sprzeczne wyzwania:

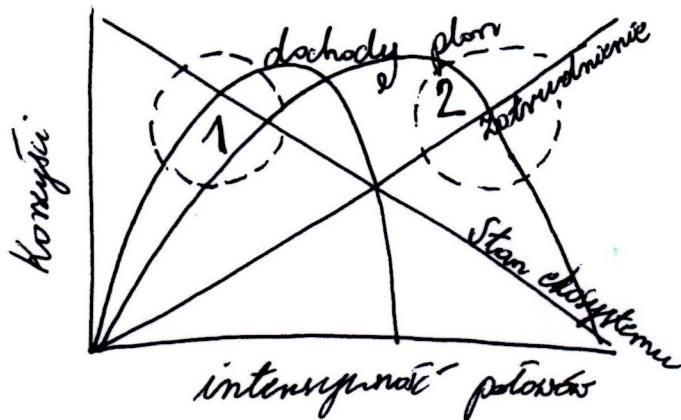
1. biologiczne – określenie największego stałego plonu bez szkód dla eksploatowanej populacji i całego ekosystemu
2. ekonomiczne – osiągnięcie jak największych zysków z eksploatacji
3. społeczne – utrzymanie wysokiego stanu zatrudnienia i dochodów rybaków
4. polityczne – uniknięcie konfliktów interesów

Model opłacalności połowów



Koszty są wprost uzależnione od intensywności połowów. Zyski są wprost uzależnione od wielkości połowów.

Maksymalna wielkość plonu przypada na większą intensywność eksploatacji niż maksymalna opłacalność eksploatacji. Bardziej opłaca się łowić mniej niż maksymalny możliwy plon.



Zależność pomiędzy intensywnością połowów a korzyściami płynącymi z możliwości pracy ludzi, uzyskiwanymi plonów i dochodów jakie one przynoszą, oraz korzyściami wynikającymi z zachowania dobrego stanu eksploatowanego ekosystemu.

Przedstawiono dwa obszary, w których cele związane z zarządzaniem połowami są rozbieżne. Razem ze wzrostem intensywności połowów wzrasta zagrożenie dla populacji i całego ekosystemu, ale większe jest np. zatrudnienie. Prowadzi się zwykle tak, że plon jest duży, ale zyski są małe, eksploatuje się więcej niż się opłaca, co wynika z tych sprzecznych uwarunkowań – pole 2 (a dla populacji najlepsze by było pole 1).