

Kamil Kędra



## MIARY RZADKOŚCI I ZAGROŻENIA – ZALEŻNOŚĆ OD SKALI, NA PRZYKŁADACH GATUNKÓW GRZYBÓW

### Scale-sensitive measures of rarity and extinction risk: a case study of fungal species

**ABSTRAKT:** Ocena stopnia rzadkości i zagrożenia gatunków wymarciem to złożone i odrębne procesy, wymagające użycia kilku ekologicznych miar ilościowych. Celem niniejszej pracy było przedstawienie uniwersalnych miar rzadkości i zagrożenia, ich zależności od skali pomiaru i opracowania danych zebranych w terenie oraz specyfiki w przypadku oceny organizmów grzybowych.

**SŁOWA KLUCZOWE:** skala, rzadkość, ekologia i ochrona grzybów, IUCN

**ABSTRACT:** Evaluating species rarity and extinction risk are complex and separate processes, in both cases it involves several ecological, quantitative measures. This paper presents universal measures of rarity and extinction risk, scale-dependency of collecting and further development of data and the specificity of evaluation when it comes to fungal species.

**KEY WORDS:** scale, rarity, fungal ecology and conservation, IUCN

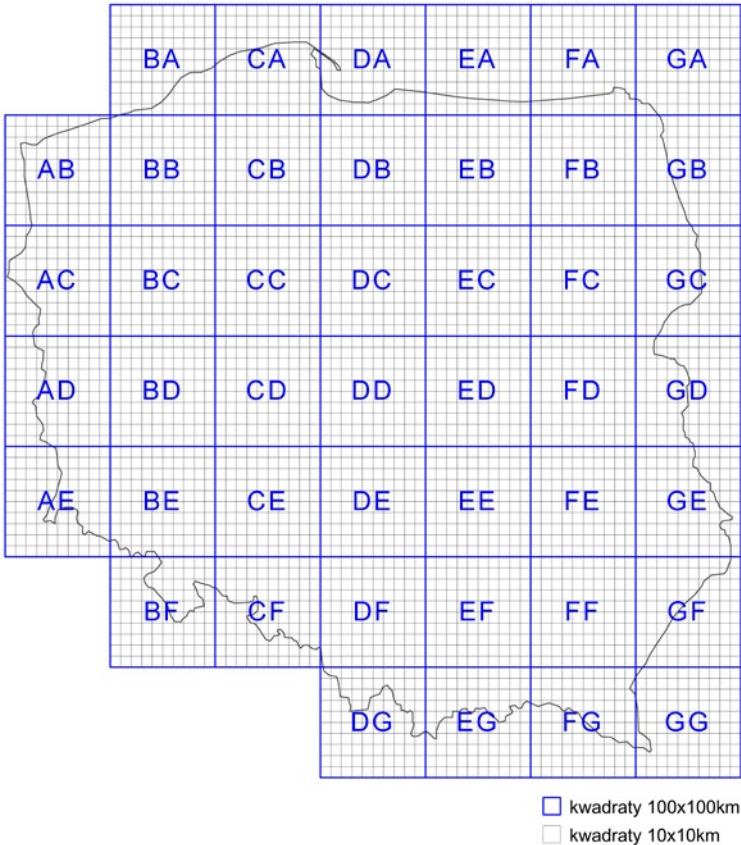
#### Wstęp

Ilościowe miary rzadkości oraz zagrożenia gatunków wymarciem zależą od skali w której są mierzone (Hartley i Kunin 2003). Określając stopień rzadkości lub zagrożenia danego gatunku, korzystamy ze skal wartości przypisanych do używanych miar (np. w przypadku frekwencji: od 0 do 1), wynik pomiaru uzależniony jest także od skali gromadzenia danych: przestrzennej (wielkości powierzchni próbnych) i czasowej (czasu trwania badań) oraz skali późniejszego opracowania danych zebranych w terenie. Często operujemy większymi powierzchniami niż rzeczywiste, zajmowane przez pojedyncze osobniki, np. siatka ATPOL

(10x10 lub 100x100 km, ryc.1) jest pomocna przy określaniu frekwencji lub zasięgu występowania gatunku na terenie całego kraju. Bez zastosowania odpowiedniej skali pomiaru, ocena rzadkości i zagrożenia wielu gatunków byłaby zbyt czasochłonna lub wręcz niemożliwa. Wybór konkretnej skali (lub systemu skal) wiąże się z określonymi korzyściami, ale także ograniczeniami, które należy brać pod uwagę podczas oceny. Metody oceny stopnia rzadkości i lub zagrożenia gatunków wymarciem i miary do nich przypisane mają charakter uniwersalny i dotyczą wszystkich grup organizmów, dokonanie oceny w przypadku organizmów grzybowych wymaga zdefiniowania kluczowych pojęć, jak *stanowisko* czy *dojrzały*

*osobnik*. Zastosowanie jednolitej, ogólnie akceptowanej metodyki pozwala na uzyskanie obiektywnej oceny, którą następnie

można wykorzystać do dalszych celów, np. porównawczych lub określania priorytetów ochronnych<sup>1</sup>.



Ryc. 1. Siatka ATPOL.

Fig. 1. ATPOL grid.

1 „Wytyczne IUCN w sprawie wdrażania kryteriów czerwonej listy na poziomie regionalnym i krajowym (2012)” zawierają istotną uwagę odnośnie ograniczeń w stosowaniu kategorii zagrożenia: „Określenie ryzyka wymarcia populacji i ustalenie priorytetów dla działań ochronnych to dwa powiązane ze sobą, lecz różne procesy. Czerwona lista określa tylko ryzyko wymarcia gatunku, podczas gdy priorytetowe cele ochrony muszą brać pod uwagę także inne aspekty, jak: ekologiczne, filogenetyczne, historyczne i kulturowe, które łącznie predestynują określony gatunek do ochrony bardziej niż inne. Istotne jest także prawdopodobieństwo powodzenia działań ochronnych, dostępność funduszy i osób do ich prowadzenia oraz uwarunkowania prawne” (IUCN 2012).

## 1. Pomiar w jednej skali

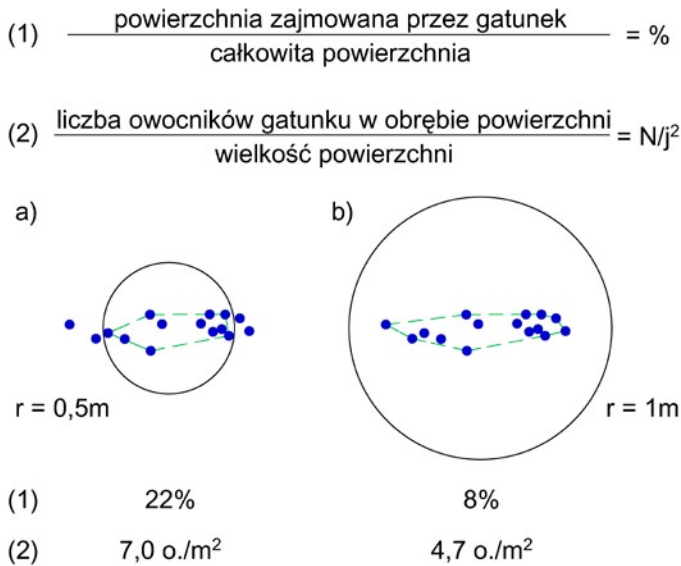
Zachowanie standardu jednej skali umożliwia dość łatwe porównywanie parametrów populacji wielu gatunków (por. wykresy klas obfitości, m.in. u Taylor et al. 2000; Unterseher 2011), nie jest jednak wystarczające do oceny gatunku pod względem stopnia rzadkości czy zagrożenia wymarciem. Pomiar w jednej skali należy traktować jako etap na drodze do osiągnięcia tego celu. Standard przyjętej skali powinien być utrzymany i właściwy dla wymaganego rodzaju i jakości informacji. Zmiana skali przestrzennej wpływa na uzyskane wyniki (ryc. 2, ryc. 3).

### 1.1 Obfitość (ang. *abundance*) i zagęszczenie (ang. *density*)

Obfitość ekologiczna to miara oceniająca „ilość” gatunku w konkretnym ekosystemie. Krebs (2014) określa dwa główne sposoby pomiaru obfitości: 1) całkowite zagęszczenie, jako liczba organizmów przypadająca na jednostkę powierzchni lub objętości; 2) względne zagęszczenie, jako zagęszczenie jednej populacji w odniesieniu do innej, wyrażone np. liczbą osobników lub procentem zajmowanej powierzchni (pokryciem) (Rey Benayas et al. 1999). W każdym przypadku konieczny jest uprzedni wybór rozmiaru powierzchni próbnej, w obrębie której od będzie się pomiar (lub szacowanie) zagęszczenia populacji. Ma to bezpośredni wpływ na wyniki badań. W podanym przykładzie (ryc. 2), dwukrotne zwiększenie promienia kołowej powierzchni próbnej poskutkowało znacznym spadkiem pomiaru zagęszczenia. Jeśli pomiar opiera się o znane stanowiska gatunku, a nie losowo wybrane powierzchnie próbne, nieuchronnie następuje zawyżenie wartości zagęszczenia populacji. Taki „pomiar” nie jest naukową przesłanką do oceny gatunku w skali rzadkości (Preston 1948).

W przypadku grzybów, pomiar zagęszczenia najczęściej nie wiąże się z liczeniem odrębnych organizmów grzybowych, a tylko ich części – owocników (można to, bardzo swobodnie, porównać z określaniem liczby drzew na podstawie liczby ich diaspor), metody przeliczania ilości owocników na liczbę funkcjonujących osobników omówiono w dalszej części tekstu. Użycie takiej metody warunkuje pominięcie znacznej części różnorodności gatunków grzybów, nie wytwarzających owocników (np. grzyby glebowe z rodzaju *Glomus*). Przy inwentaryzacjach grzybów wielkoowocnikowych używano różnych metod pomiaru zagęszczenia. Straatsma (2001) prowadził badania na pięciu stałych powierzchniach próbnych (300 m<sup>2</sup>) w rezerwacie mykologicznym w Szwecji, licząc i oznaczając wszystkie owocniki w tygodniowych odstępach czasu przez okres 21 lat, następnie określił względne zagęszczenie owocników gatunków grzybów dla badanego obszaru (wzajemna zależność liczby gatunków i liczby owocników danego gatunku). O’Hanlon i Harrington (2012a) założyli 27 powierzchni próbnych (2 x 50 m = 100 m<sup>2</sup>) na obszarze leśnym Irlandii i zliczali wszystkie napotkane owocniki przez okres trzech lat. Uzyskali krzywe obfitości (wzajemna zależność względnej frekwencji gatunku i liczby gatunków) oraz określili wysoką wartość wskaźnikową niektórych gatunków grzybów wielkoowocnikowych, dla czterech typów lasu w Irlandii.

Obecnie, istotna wydaje się kontynuacja badań nad zbiorowiskami gatunków grzybów i określanie ich względnego, lokalnego zagęszczenia (względnej obfitości). Przyczyni się to do obiektywnej oceny gatunków grzybów wg skali rzadkości, a także do opracowania list gatunków wskaźnikowych i charakterystycznych dla określonych ekosystemów (szczególnie ważne z punktu widzenia siedlisk przyrodniczych sieci Natura 2000).



Ryc. 2. Zobrazowanie zależności pokrycia (1) i lokalnego zagęszczenia (2) od skali przyjętej powierzchni, na przykładzie rzeczywistego rozmieszczenia owocników gwiazdosza potrójnego *Gastrum triplex* (pas zadrzewień przy Jez. Siecino, Cieszyno Dawskie, na terenie: Drawskiego PK, SOO Jeziora Czaplinceckie, OSO Ostoja Drawska, i OChK Pojezierze Drawskie, leg., det. Grażyna Domian, IX 2007).

Fig. 2. Imaging of the dependency of cover-abundance (1) and local density (2) to spatial scale of a plot. Based on actual locality of *Gastrum triplex* (near Siecino lake, Cieszyno Drawskie, leg., det. Grażyna Domian, 2007).

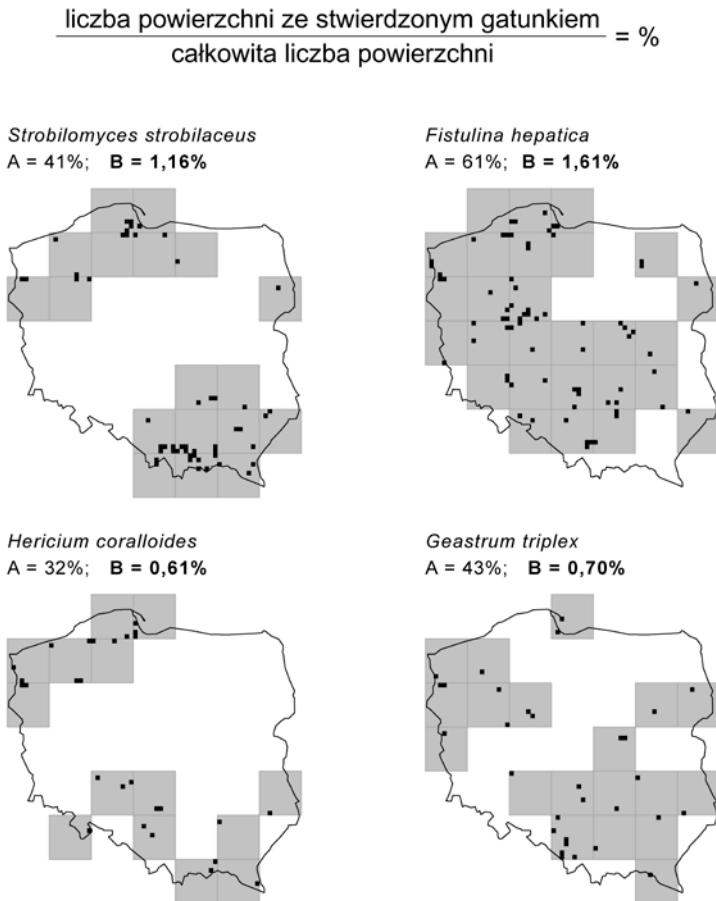
## 1.2. Frekwencja (ang. *frequency*)

Frekwencja, inaczej częstość lub rozpowsechnienie, określa stosunek ilości zajętych przez gatunek pól siatki kwadratów lub równoważnych jednostek do całkowitej ich liczby. Miara ta znajduje szerokie zastosowanie w ekologii, także przy ocenie gatunków grzybów (O’Hanlon i Harrington 2012a; 2012b). Odmianą częstości jest „zasiedlenie” (ang. *habitat occupancy*), w tym wypadku bierze się pod uwagę tylko te pola siatki, które zawierają siedliska właściwe dla gatunku (Rey Benayas et al. 1999). Wartość frekwencji jest silnie uzależniona od skali przyjętej siatki pól. W podanym przykładzie (ryc. 3), wraz z zastosowaniem

drobniejszej siatki, frekwencja krajowych populacji wszystkich przedstawionych gatunków istotnie zmalała (np. dla gwiazdosza potrójnego *Gastrum triplex*: z 43% przy siatce kwadratów o boku 100 km do 0,7% przy siatce kwadratów o boku 10 km).

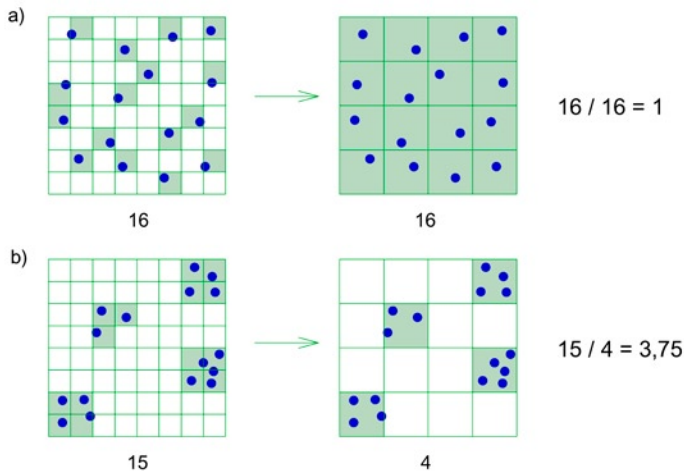
## 2. Pomiar w dwóch skalach

Porównując wartości uzyskane z pomiaru w dwóch skalach możemy uzyskać dodatkowe informacje na temat badanej populacji. Zliczając ilość zajętych pól przez osobniki danej populacji w dwóch skalach i dzieląc wyniki przez siebie otrzymujemy stosunek frekwencji (ang. *frequency ratio*,



Ryc. 3. Przykład obrazujący zależność pomiaru frekwencji od skali przyjętej siatki. Od lewej: szyszkowiec łuskowaty *Strobilomyces strobilaceus*, ozorek dębowy *Fistulina hepatica*, soplówka bukowa *Hericium coralloides* i gwiazdosz potrójny *Geastrum triplex*. A: pomiar oparty o siatkę kwadratów 100x100 km i B: 10x10 km. Pomiary w większej skali charakteryzują się znacznie większymi wartościami frekwencji, przy czym pomiar w drobniejszej skali (B) jest dokładniejszy. Rozmieszczenie stanowisk wg bazy GREJ ([www.grzyby.pl](http://www.grzyby.pl)), stan na 21.01.2014r. Przedstawione mapy nie obrazują wszystkich znanych krajowych stanowisk gatunków.

Fig. 3. Example showing the dependency of frequency to spatial scale of selected grid. From the left: *Strobilomyces strobilaceus*, *Fistulina hepatica*, *Hericium coralloides* and *Geastrum triplex*. A: measurement based on the grid of 100x100 km resolution and B: 10x10 km resolution. Coarse-scale measurements are characterized by much higher frequency value, while the fine-scale measure is much more precise. Localities based on GREJ database ([www.grzyby.pl](http://www.grzyby.pl)), as of 21.01.2014. Presented maps do not show all of the known localities of the four species.



Ryc. 4. Stosunek frekwencji jako miara fragmentacji populacji. Zielonym kolorem oznaczono „zajęte” pola siatki, poniżej diagramów podano ich liczbę. Dwie populacje o różnym rozmieszczeniu osobników (lub subpopulacji): a) minimalna wartość stosunku frekwencji = 1, małe, izolowane grupy lub pojedyncze osobniki (większa fragmentacja); b) wartość stosunku frekwencji = 3,75, bliska maksymalnej, wynikającej ze stosunku skal (4/1), większe grupy, rozmieszczone skupiskowo (mniejsza fragmentacja).

Fig. 4. Frequency Ratio (FR) as the geometric measure of population fragmentation. The occupied grid cells are green, their numbers are given below the diagrams. Two populations of different distribution: a) the minimal value of FR = 1, small, isolated groups (high fragmentation); b) value of FR close to maximum (4/1 as the ratio of the scales used) = 3,75, larger subpopulations (low fragmentation).

FR; ryc. 4), który może być uważany za geometryczną miarę fragmentacji populacji (Hartley i Kunin 2003).

### 3. Pomiar w trzech skalach

W 1981 roku, amerykańska biolog (dr ekologii populacyjnej) Deborah Rabino-witz, wprowadziła schemat wyróżniający „7 form rzadkości” (ryc. 5). Ocena odbywa się w trzech skalach: zasięgu geograficznego, specjalizacji siedliskowej i lokalnej obfitości (zagęszczenia) osobników populacji (ryc. 6). Tylko jedna z ośmiu możliwości określa gatunek pospolity (szeroki zasięg geograficzny, szeroki zakres tolerancji ekologicznej

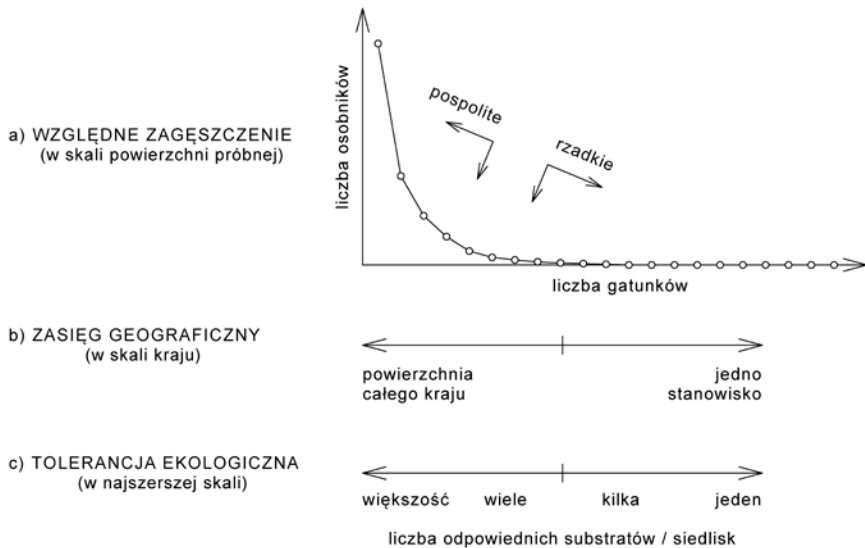
i lokalnie duże zagęszczenie osobników). Schemat można uzupełnić wyliczonymi wartościami liczbowymi, jednak umożliwi on też szybkie, zgodne z aktualną wiedzą, oszacowanie stopnia rzadkości gatunku.

Poniżej, propozycja oceny stopnia rzadkości czterech gatunków grzybów podstawkowych *Basidiomycota*: *Agaricomycetes*, objętych w Polsce ścisłą ochroną gatunkową. Polskie nazwy gatunkowe podano według Wojewody (2003), pozycję systematyczną – wg Index Fungorum ([www.indexfungorum.org](http://www.indexfungorum.org)). Ozorek dębowy *Fistulina hepatica* (Schaeff.) With. (*Agaricales*: *Fistulinaceae*), związany przede wszystkim ze starzejącymi się dębami. Soplówka bukowa *Hericium coralloides* (Scop.) Pers. (*Russulales*:



Ryc. 5. Schemat obrazujący formy rzadkości (Rabinowitz 1981).

Fig. 5. Rabinowitz (1981) scheme, the forms of rarity.



Ryc. 6. Graficzna interpretacja miar rzadkości: a) względne, lokalne zagęszczenie (obfitość) – niezależnie od grupy rozpatrywanych organizmów: znaczna większość gatunków stwierdzanych w obrębie powierzchni próbnych występuje w małym zagęszczeniu, stąd charakterystyczny kształt tzw. krzywej klas obfitości, ang. *rank abundance curve* (Preston 1948, Krebs 2014); b) zasięg geograficzny; c) tolerancja ekologiczna. W celu określenia stopnia rzadkości gatunku, trzy przedstawione miary należy rozpatrywać łącznie.

Fig. 6. Graphical interpretation of the measures of rarity. a) relative density (abundance) - disregarding the group of organisms: the majority of species identified among research plots is specified with low density, which is visible in the shape of a rank-abundance curve (Preston 1948; Krebs 2014); b) geographic range; c) niche breadth. In order to evaluate the degree of rarity of a species, all three measures must be considered simultaneously.

*Hericiaceae*), powiązana troficznie głównie z martwym, wielkowymiarowym drewnem bukowym, w naturalnych siedliskach. Szyszkowiec łuskowaty *Strobilomyces strobilaceus* (Scop.) Berk. (*Boletales: Boletaceae*), występuje pojedynczo, przede wszystkim na glebach bogatych w składniki pokarmowe, nie rośnie na glebach piaszczystych, gatunek mykoryzowy. Gwiazdosz potrójny *Geastrum triplex* Jungh. (*Geastrales: Geastraceae*) to przedstawiciel rodzaju, który w całości objęty jest ochroną, saprotrof, związany głównie z żyznymi siedliskami lasów liściastych, spotykany zwykle w pobliżu zbiorników wodnych, także na obrzeżach lasów, zauważa się dodatni wpływ zawartości wapnia na jego występowanie (Brouwer et al. 2009). Większość stanowisk stwierdzono na terenie obszarów chronionych lub w ich okolicach. Wszystkie wymienione gatunki mają względnie szerokie zasięgi występowania, wąskie zakresy tolerancji ekologicznej i występują w niewielkich zagęszczeniach. Są to więc gatunki rzadkie o występowaniu rozproszonym.

### 3. Pomiar w czterech skalach

Rey Benayas et al. (1999) zaproponowali poszerzenie schematów Rabinowitza o czwarty element, skalę frekwencji (jako stosunek zajętych siedlisk do wszystkich ekologicznie odpowiednich, potencjalnych stanowisk gatunku, ang. *habitat occupancy*). Zaowocowało to zwiększeniem możliwości oceny do 16 kombinacji (ryc. 7), z czego tylko jedna określa gatunek pospolity (szeroki zasięg geograficzny, szeroki zakres tolerancji ekologicznej, duże lokalne zagęszczenia osobników i wysoka frekwencja). Autorzy wyróżniają także gatunki lokalnie pospolite, powszechne oraz o rozmieszczeniu wysoce rozproszonym – jako formy bliskie pospolitości. Należy zauważyć, że proponowane przez Autorów oceny jako „gatunek zagrożony” lub „gatunek wskaźnikowy” (oznaczone\*), dotyczą tylko potencjalnej możliwości, którą należy sprawdzić zgodnie z metodyką IUCN (dla gatunków potencjalnie zagrożonych) lub odpowiedniej metody potwierdzenia wskaźnikowej roli gatunku, np. wg O’Hanlon i Harrington (2012a).

Według tego schematu, wszystkie wymienione gatunki są rzadkie – o potencjalnej wartości wskaźnikowej, ze względu na lokalnie większą frekwencję (gdy warunki siedliskowe są korzystne).



Ryc. 7. Schemat określający 15 form rzadkości.

Fig. 7. Scheme showing 15 forms of rarity.

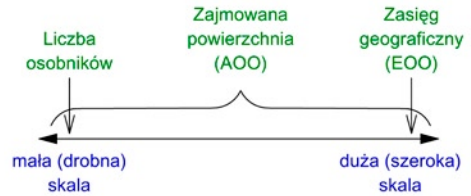


#### 4. Jednoczesny pomiar w wielu skalach, na przykładzie miar zagrożenia gatunków stosowanych przez IUCN

Trzy podstawowe miary, używane przez IUCN (ryc. 8) to wielkość zasięgu geograficznego [km<sup>2</sup>] (ang. *Extent Of Occurrence*, **EOO**), zajmowana powierzchnia [km<sup>2</sup>] (ang. *Area Of Occupancy*, **AOO**) i liczba osobników populacji (ang. *numbers of individuals*). Zasięg geograficzny (EOO) mierzony jest w największej skali, jego wartość może być silnie zmieniona przez jedną subpopulację czy nawet osobnika. Zajmowana powierzchnia (AOO) to suma powierzchni pól siatki, w obrębie których stwierdzono gatunek. W najlepszym wypadku liczona jest na podstawie siatki kwadratów, w praktyce stosuje się też regiony czy nawet kraje (pomiar w różnych skalach). Dane o liczebności osobników gromadzone są w najdrobniejszej skali, zwykle trudno je zdobyć i są kosztowne.

Hartley i Kunin (2003) przedstawili wykres skali-powierzchni, z którego jasno wynika że podstawową miarą rzadkości używaną przez IUCN jest zajmowana powierzchnia AOO (ryc. 9). Mierzona w bardzo drobnej skali, gdy jednostki są równe powierzchni stanowiska jednego osobnika, może służyć do określenia ilości osobników (tu jako sumaryczną powierzchnię). Natomiast mierzona w odpowiednio dużej skali, gdy oko siatki ma powierzchnię równą wielkości całego zasięgu, może określać właśnie zasięg geograficzny (EOO).

Z wykresu skali-powierzchni dla wybranego gatunku w dwóch interwałach czasowych (jak na ryc. 10 po prawej, jednak rozpoczynającego się od skali pojedynczego osobnika), można odczytać wszystkie parametry niezbędne do oceny stopnia zagrożenia gatunku wg kryteriów IUCN: liczbę osobników, zajmowaną powierzchnię, wielkość zasięgu geograficznego oraz ich trendy w czasie (niezbędne dla kryteriów A, B, C). Co więcej, można określić także stopień fragmentacji populacji z wartości nachyle-



Ryc. 8. Trzy ilościowe miary zagrożenia gatunków opisane na osi obrazującej zmienną skalę przestrzenną (Hartley i Kunin 2003 – zmienione).

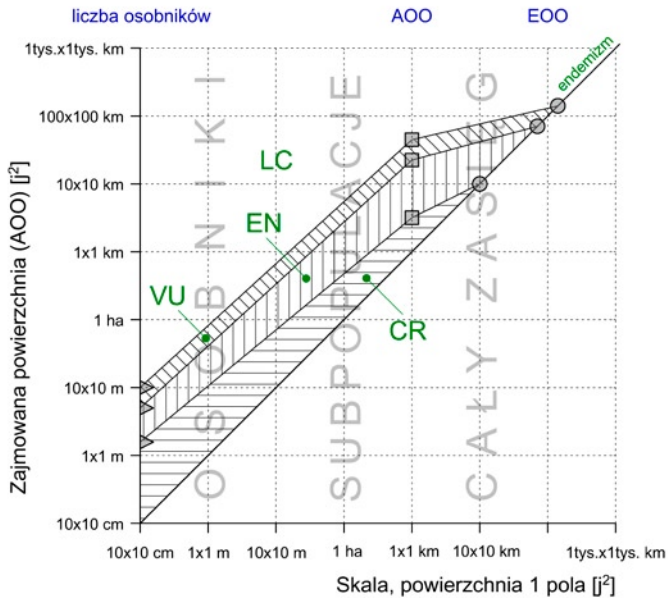
Fig. 8. Three quantitative measures of extinction probability arranged on an axis of variable spatial scale (Hartley, Kunin 2003 - modified).

nia krzywej skali-powierzchni w dowolnym przedziale skal.

#### 5. Pomiedzy skalami – wymiar fraktalny D

Wymiar fraktalny charakteryzuje w sposób liczbowy stopień złożoności obiektu poprzez ocenę szybkości wzrostu mierzonej wielkości wraz z pomiarem w coraz drobniejszej skali (Gazda 1996).

Gdy zajmowana powierzchnia mierzona jest w dwóch lub większej ilości skal, na podstawie wykresu skali-powierzchni otrzymujemy możliwość oceny stopnia fragmentacji populacji. Stosunek frekwencji (ang. *frequency ratio*, FR) oraz wymiar fraktalny (D) mogą być wyprowadzone z wartości nachylenia krzywej skali-powierzchni (b). Gdy zasięg gatunku cechuje się dużym rozproszeniem i silną fragmentacją, wtedy  $b \approx 1$  (100% nachylenia),  $D \approx 0$ , a  $FR \approx 1$ . Gdy zasięg gatunku cechuje się małą fragmentacją (przestrzenna ciągłość zasięgu), wtedy  $b \approx 0$ ,  $D \approx 2$ , a  $FR \approx$  (ilość pól siatki w mniejszej skali przypadająca na pole siatki w większej skali). Stopień nachylenia krzywej skali-powierzchni, a jednocześnie wartość wymiaru fraktalnego określa stopień fragmentacji po-



Ryc. 9. Wykres skali-powierzchni określający cztery hipotetyczne strefy ryzyka wymarcia gatunku. Poziomy szraf – krytycznie zagrożone (CR), pionowy – zagrożone (EN), szraf po przekątnej – narażone (VU), lewy górny obszar bez szrafu – mniejsze ryzyko (LC). Przekątna wykresu to linia endemizmu. Trójkąty oznaczają wartości progowe dla liczby dojrzałych osobników (kryterium C), kwadraty – dla zajmowanej powierzchni AOO (subkryterium B2), koła – dla wielkości zasięgu geograficznego (subkryterium B1) (Hartley i Kunin 2003 – zmienione).

Fig. 9. Scale-area graph showing four hypothetical zones of extinction probability: horizontal hatching – critically endangered; vertical hatching – endangered; diagonal hatching – vulnerable; top-left area with no hatching – least concerned. The diagonal of the plot is the line of endemism. Triangles mark thresholds for the numbers of individuals (criterion C), squares mark area-of-occupancy thresholds (subcriterion B2), circles mark extent-of-occurrence thresholds (subcriterion B1) (Hartley, Kunin 2003 – modified).

pulacji w konkretnym przedziale skal (Hartley i Kunin 2003).

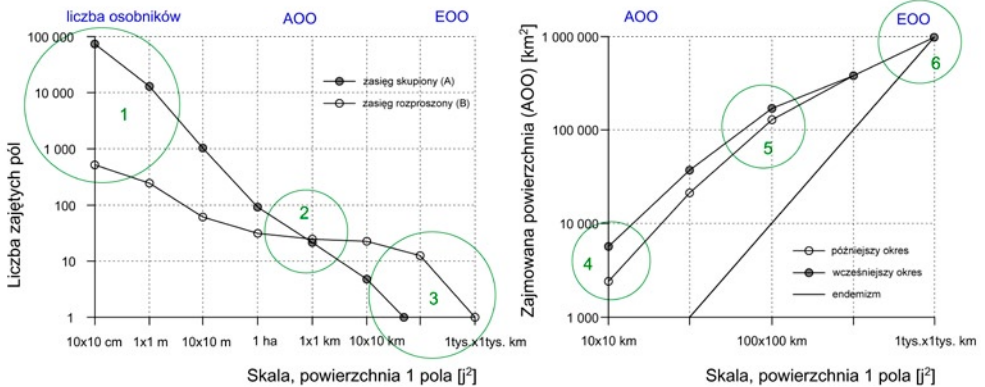
Na podstawie danych przedstawionych w ryc. 3 oraz wzoru (1) (Hartley i Kunin 2003 – przekształcone), określono wymiar fraktalny  $D$  dla krajowych populacji czterech omawianych gatunków, pomiędzy skalami siatek kwadratów o boku 100 i 10 km. W badanym przedziale skal, populacje wszystkich czterech gatunków cechowały się silną fragmentacją zasięgu ( $D < 0,5$ ), najniższa wartość wymiaru fraktalnego dotyczyła *Ge-*

*astrum triplex* ( $D = 0,21$ ), pozostałe wartości wyniosły kolejno, dla: *Hericium coralloides*  $D = 0,29$ , *Fistulina hepatica*  $D = 0,42$  i *Strobilomyces strobilaceus*  $D = 0,49$ .

$$D = \log_x FR, \quad (1)$$

gdzie:

$x$  = (pole kwadratu siatki w większej skali / pole kwadratu siatki w drobniejszej skali)<sup>1/2</sup>



Ryc. 10. Wykres po lewej: zajmowana liczba pól siatki o różnej skali podziału (od oka 10/10 cm do 1000/1000 km), dla dwóch gatunków: o zasięgu silnie skupionym (A) i wyraźnie rozproszonym (B). Z pomiaru wykonanego tylko w drobnej skali (1) wynika, że gatunek (B) jest znacznie rzadszy od (A). Biorąc pod uwagę tylko pomiar w największej skali (3) można dojść do zupełnie odwrotnego wniosku. Natomiast pomiar przy użyciu siatki o powierzchni oka ok. 1 km<sup>2</sup> sugerowałby, że oba gatunki zajmują taką samą powierzchnię. Dopiero synteza parametrów wynikających z pomiaru w wielu skalach daje miarodajną informację o rozmieszczeniu osobników populacji.

Wykres po prawej: dwie krzywe skali-powierzchni dla tego samego gatunku w dwóch przedziałach czasowych. W bardzo dużej skali łatwo jest przeoczyć zjawisko wymierania populacji (6). W tym przykładzie, ubytek liczby stanowisk gatunku jest coraz bardziej widoczny w miarę zmniejszania skali pomiaru (5) i (4) (Hartley i Kunin 2003 – zmienne).

Fig. 10. Graph on the left: number of occupied cells of grids of different scales (10/10 cm to 1000/1000 km) in case of two species with: (A) dense range and (B) diffused range. Fine scale measure (1) shows that species (B) is much less common than (A). Coarse-scale measure (3) implicates opposite conclusion. The measure with 1 km<sup>2</sup> grid cells suggest that both species occupy equal area. The most complete conclusion can be made only taking under consideration measures from all scales.

Graph on the right: two scale-area curves for the same species at two periods of time. At the very coarse scale the symptoms of extinction processes are likely to be overlooked (6). In this example the decline of population is the more visible the finer is the scale (Hartley, Kunin 2003 – modified).

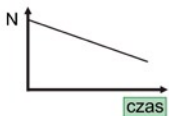
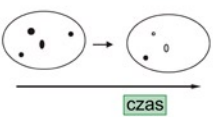
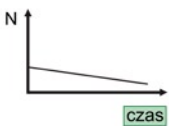
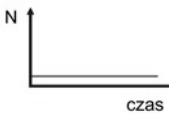
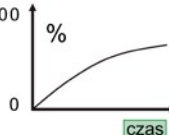
Wymiar fraktalny D może służyć jako miara fragmentacji populacji, jednego z parametrów kategorii zagrożenia IUCN (kryterium B2a), znajduje on też wiele innych zastosowań w ekologii, m.in. może być przydatny przy określaniu tempa rozwoju struktur naturalnych, sposobu penetrowania przestrzeni przez zwierzęta czy analizy wybranych parametrów siedlisk organizmów (więcej na ten temat: Gazda 1996).

## 6. Określenie stopnia zagrożenia gatunku – pomiar w skali czasu

Przedstawione wcześniej schematy (Rabinowitz 1981, Rey Benayas et al. 1999) pozwalają na klasyfikację gatunku jako rzadki lub pospolity, jednak do stwierdzenia czy i w jakim stopniu gatunek jest zagrożony wymarciem najczęściej konieczna jest ocena w skali **czasu** (tab. 1). Gatunek pospolity, dla którego stwierdzono znaczące zmniejszenie

Tab. 1. Schematy obrazujące kryteria IUCN (A – E) używane do określenia ryzyka wymarcia gatunku (kategorii zagrożenia). Tylko w przypadku jednego z pięciu kryteriów określenie trendu populacji w czasie nie jest konieczne (D). Jednak kryterium to ma zastosowanie wyłącznie do gatunków ekstremalnie rzadkich (poniżej 2 000 osobników lub do 10 aktualnych stanowisk). Kryterium E wydaje się nie mieć obecnie zastosowania przy ocenie stopnia zagrożenia gatunków grzybów (Dahlberg i Mueller 2011).

Tab. 1. Schemes illustrating the IUCN criteria (A – E) used to evaluate extinction risk. Only in the case of one of five criteria no knowledge about trends of population in time is necessary (D). However, criterion D can be used only in the case of extremely rare species (under 2 000 mature individuals or up to 10 locations). Criterion E is not likely to be used with fungal species (Dahlberg, Mueller 2011).

schemat (ryzyko wymarcia)	opis	podstawowe miary
<p><b>A</b></p> 	silny spadek liczebności (rzadkie i pospolite)	całkowita liczba osobników wielkość zasięgu geograficznego (EEO) zajmowana powierzchnia (AOO)
<p><b>B</b></p> 	ograniczony zasięg + spadek liczebności	wielkość zasięgu geograficznego (EEO) zajmowana powierzchnia (AOO)
<p><b>C</b></p> 	mała liczba osobników + spadek liczebności	całkowita liczba osobników
<p><b>D</b></p> 	bardzo mała liczba osobników	całkowita liczba osobników zajmowana powierzchnia (AOO)
<p><b>E</b></p> 	analizy ilościowe	—

ilości (lub pogorszenie stanu) siedlisk może być uznany za silnie zagrożony wymarciem (np. wg kryterium A2c).

Ocena stopnia zagrożenia gatunku wymarciem wg kryteriów IUCN polega na określeniu wymaganych parametrów populacji i sprawdzeniu czy wpisują się one

w przedziały liczbowe podane przez IUCN (tab. 2). Liczby te są takie same, (bezpośrednio) niezależnie od skali: światowej, kontynentalnej, krajowej czy regionalnej. To mądre rozwiązanie nastawione jest na maksymalizację szans ochrony gatunków i wykrywanie pierwszych objawów zaniku populacji. Cel

Tab. 2. Schemat określający cztery kryteria IUCN (A – D) używane do oceny stopnia zagrożenia gatunków grzybów. Progi liczbowe dla kategorii NT przyjęte w Szwecji i Norwegii, IUCN nie podaje progów liczbowych dla kategorii NT (Dahlberg i Mueller 2011; IUCN 2013).

Tab. 2. The scheme defining four IUCN criteria (A – D) used to evaluate the extinction risk of fungal organisms. Thresholds for NT category are as used in Sweden and Norway, IUCN does not give thresholds for this category (Dahlberg, Mueller 2011; IUCN 2013).

Użyj jednego z kryteriów (A-D)	Krytycznie Zagrożone (CR)	Zagrożone (EN)	Narażone (VU)	Bliskie Zagrożenia (NT)
<b>A. Redukcja populacji</b>	Redukcja pomierzona w czasie 10 lat lub 3 generacji - w zależności od tego które trwa dłużej			
<b>A2, A3 i A4</b>	>80%	>50%	>30%	>15%
<b>A2.</b> Redukcja populacji zaobserwowana, oceniona, wywnioskowana lub podejrzewana w przeszłości. Skutki redukcji mogą trwać nadal LUB mogą nie być obecnie rozumiane LUB mogą nie być odwracalne. Na podstawie jednego z poniższych:				
(b) Indeks obfitości, stosowny dla gatunku				
(c) spadek wielkości zajmowanej powierzchni (AOO), zasięgu geograficznego (EOO) i/lub pogorszenie jakości siedlisk				
<b>A3.</b> Redukcja populacji przewidywana lub podejrzewana (przypuszczana) w przyszłości (do 100 lat) na podstawie wybranego: (b) lub (c) w kryterium A2				
<b>A4.</b> zaobserwowana, oceniona, wywnioskowana, przewidywana lub podejrzewana redukcja populacji (maksymalnie do 100 lat) w okresie zawierającym jednocześnie przeszłość i przyszłość. Skutki redukcji mogą trwać nadal LUB mogą nie być obecnie rozumiane LUB mogą nie być odwracalne. Na podstawie jednego z wybranych: (b) lub (c) w kryterium A2.				
<b>B. Zasięg geograficzny w formie: B1 (zasięg występowania, EOO) LUB B2 (zajmowana powierzchnia, AOO):</b>				
<b>B1.</b> Zasięg występowania (EOO)	<100 km <sup>2</sup>	<5 000 km <sup>2</sup>	<20 000 km <sup>2</sup>	<20 000 km <sup>2</sup>
<b>B2.</b> Zajmowana powierzchnia (AOO)	<10 km <sup>2</sup>	<500 km <sup>2</sup>	<2 000 km <sup>2</sup>	<2 000 km <sup>2</sup> lub ≥ EN + 1 subkryterium
i następujące dwa subkryteria:				
(a) Silna fragmentacja zasięgu lub liczba lokalizacji:	= 1	≤ 5	≤ 10	≤ 20
(b) Trwający spadek: (i) zasięgu występowania, EOO; (ii) zajętej powierzchni, AOO; (iii) powierzchni, zasięgu i/lub jakości siedlisk; (iv) liczby lokalizacji lub subpopulacji; (v) liczby dojrzałych osobników				
<b>C. Mały rozmiar populacji i tendencja spadkowa</b>				
Liczba dojrzałych osobników i jedno z dwóch: C1 lub C2	< 250	< 2 500	< 10 000	< 20 000
<b>C1.</b> oszacowany ciągły spadek, przynajmniej: (maksymalnie do 100 lat)	25 % w ciągu 3 lat lub 1 generacji	20 % w ciągu 5 lat lub 2 generacji	10 % w ciągu 10 lat lub 3 generacji	10 % w ciągu 10 lat lub 3 generacji lub < 10 000 dojrz. osobn. 15 % w ciągu 10 lat lub 3 generacji
<b>C2.</b> Trwająca tendencja spadkowa populacji i (a i) lub (a ii)				
(a i) liczba dojrzałych osobników w największej subpopulacji	< 50	< 250	< 1 000	< 2 000
(a ii) lub % wszystkich dojrzałych osobników w jednej subpopulacji	90 - 100 %	95 - 100 %	100 %	
<b>D. Bardzo mała populacja lub o ograniczonym zasięgu</b>				
<b>D1.</b> Liczba dojrzałych osobników (użyj D dla CR i EN)	< 50	< 250	< 1 000	< 2 000
<b>D2.</b> Ograniczona zajmowana powierzchnia (AOO) lub liczba lokalizacji	nie stosuje się	nie stosuje się	zwykle: < 20 km <sup>2</sup> lub ≤ 5 lokalizacji	zwykle: < 40 km <sup>2</sup> lub ≤ 10 lokalizacji

Kryterium A1; opcje (a), (d), (e) w Kryteriach A2 - A4; opcja (c) w Kryterium B2; opcja (b) w Kryterium C2 i Kryterium E zostały pominięte

ten osiągany jest poprzez pośrednie wykorzystanie różnych skal podziałów administracyjnych, w których odbywa się ocena zagrożenia. Przykładowo, europejska populacja gatunku może wydawać się stabilna, jednak w skali określonego kraju objawy zaniku mogą być już widoczne (np. ze względu na specyficzne zagrożenia). Sytuacja odwrotna jest także możliwa, kiedy krajowa populacja gatunku wydaje się być stabilna, natomiast w skali europejskiej odnotowuje się poważny spadek liczebności osobników (np. z powodu zagrożeń, które dotychczas nie wystąpiły na terenie tego kraju). Taki system ułatwia

ochronę małych meta- i subpopulacji gatunków, także na granicach zasięgu oraz wykrywanie różnorodnych procesów związanych z wymieraniem, które zauważa się w różnych skalach, jak zmiany klimatu – w dużej skali i fluktuacje demograficzne – w drobnej skali (Hartley i Kunin 2003).

Wartości liczbowe są również niezależne od rozpatrywanej grupy organizmów, takie same dla roślin, zwierząt i grzybów. Sprecyzowania wymagają jednak pojęcia, specyficzne dla każdej grupy, jak *lokalizacja* czy *dojrzały osobnik*. Poniżej przedstawiono podstawowe definicje, niezbędne do oceny

zagrożenia gatunków grzybów wg kryteriów IUCN (Dahlberg i Mueller 2011).

- siedlisko  $\approx$  stanowisko\*  $\approx$  subpopulacja – obszar o odrębnych cechach geograficznych i ekologicznych, na którym pojedyncze zagrożenie może nagle i znacząco wpłynąć negatywnie na osobniki gatunku.

W warunkach polskich, na terenach leśnych takie kryteria spełnia wydzielenie leśne (maksymalnie ok. 10 ha), względnie oddział (średnio 25 ha). Poza lasami, pojedyncze zagrożenie dotyczy najczęściej jednostki podziału administracyjnego – działki geodezyjnej.

- funkcjonujący osobnik = genet – dla grzybów nadrewnowych: *wszystkie owocniki zasiedlające konkretne drzewo, kłodę etc., dla grzybów naziemnych: wszystkie owocniki gatunku w promieniu 5 m (pow. koła o średnicy 10 m  $\approx$  80 m<sup>2</sup>).*

- liczba dojrzałych osobników = ramet – liczba osobników, która może mieć początek z jednego genet. Przyjmuje się zwykle, że 1 genet może dać początek 10 rametom, w zależności od biologii gatunku.

- generacja – średni wiek „rodziców” obecnego pokolenia. Grzyby nadrewnowe, na: *Pinus* i *Quercus* (50 lat), *Picea*, *Fagus*, *Ulmus*, *Tilia*, *Fraxinus*, *Acer*, *Carpinus*, *Populus* (30 lat), *Alnus*, *Betula*, *Corylus*, *Salix*, *Prunus*, *Sorbus* (20 lat), na innych gatunkach o cieńszych gałęziach (10 lat). Grzyby mykoryzowe (50 lat), związane z łąkami (50 lat), rosnące na ściółce / szczątkach org. (20 lat). Inna forma życiowa (20-50 lat, jako najbardziej prawdopodobne).

- silna fragmentacja populacji – gdy większość osobników występuje w niewielkich i izolowanych populacjach. Nie – w kilku dużych grupach.

- indeks obfitości (zagęszczenia) – liczba owocników przypadających na jednostkę powierzchni (Straatsma 2001).

Warte zauważenia są osiągnięcia Skandynawów w opracowaniu metodyki oraz sprawnego systemu ewaluacji stopnia zagrożenia gatunków grzybów wg kryteriów IUCN. Norweska Czerwona Lista 2010 zawiera 6 906 gat. z przypisaną kategorią IUCN (NE – RE), w tym 1168 gat. czerwono-listnych (kategorie NT – RE, a także DD) ([www.artsportalen.artsdatabanken.no](http://www.artsportalen.artsdatabanken.no)). Poniżej, sposób oceny zagrożenia wcześniej omawianych gatunków, dla ozorka dębowego przytoczono pełny opis:

- *Fistulina hepatica*; na podstawie A2c+3c+4c; C2a(i); kategoria NT

Występuje głównie na starych dębach, szczególnie u podstaw żywych drzew. W lasach naturalnych, a także wartościowych parkach i alejach. Około 140 znanych stanowisk, szacuje się, że całkowita liczba stanowisk nie przekracza 1 680. Uważa się, że populacja spadła w ciągu ostatnich 3 generacji o ponad 15%, głównie z powodu zmniejszającej się ilości starych dębów, a także dobrze zachowanych parków i alei. Zakłada się ciągłą redukcję populacji w najbliższej przyszłości. Kategorie: A2c+3c+4c na podstawie redukcji siedlisk i populacji oraz C2a(i) na podstawie szacowanej liczebności całej populacji <20 000 osobników. Zauważa się trwający zanik siedlisk i populacji, oraz występowanie osobników w małych subpopulacjach.

- *Hericium coralloides*; na podstawie: C2a(i); kategoria NT; ok. 100 znanych stanowisk (oszacowanych: 1 500),

- *Strobilomyces strobilaceus*; na podstawie: C2a(i); kategoria EN; 8 znanych stanowisk (oszacowanych ok. 60),

- *Geastrum triplex*; na podstawie C2a(i); kategoria VU; 28 znanych stanowisk (oszacowano że liczba dojrzałych osobników nie przekracza 5 600).

Istotnym elementem oceny jest oszacowanie całkowitej liczby dojrzałych osobników zdolnych do reprodukcji, w sytuacji gdy znana jest tylko część rzeczywistych stano-

wisk gatunku. W przytoczonych ocenach użyto w tym celu „współczynnika niepewności”: liczby (zwykle 2–10) dobieranej w zależności od stopnia rozpoznania populacji i biologii gatunku. Całkowitą liczbę dojrzałych osobników uzyskano mnożąc liczbę znanych stanowisk przez średnią liczbę dojrzałych osobników przypadającą na stanowisko oraz przez „wskaźnik niepewności”. IUCN dopuszcza kilka możliwych metod oszacowania całkowitej liczby osobników populacji, w każdym wypadku należy przyjąć jednolitą i klarowną metodykę. Innym ze sposobów dokonania takiej oceny jest wyrowadzenie ilości dojrzałych osobników z wartości lokalnych zagęszczeń oraz zajmowanej powierzchni (AOO).

Polska Czerwona Lista grzybów wielkoowocnikowych z publikacji z 2006 roku (Wojewoda i Ławrynowicz 2006) obejmuje 963 gatunki, tj. ok. 1/4 wszystkich gatunków grzybów wielkoowocnikowych, które prawdopodobnie występują w Polsce. Omawiane gatunki otrzymały kategorie: *Fistulina hepatica* (R – rzadki) *Hericium coralloides* (V – narażony) *Strobilomyces strobilaceus* (R) *Geastrum triplex* (E – wymierający). Przyjęte kategorie zagrożenia niezupełnie odpowiadają standardom IUCN, lista wymaga aktualizacji.

## 7. Podsumowanie

1) Rzadkość i stopień zagrożenia gatunku wymarciem to dwa odrębne zagadnienia. Rzadkość (lub pospolitość) jest **stanem** populacji w określonym czasie i przestrzeni, podczas gdy zagrożenie wymarciem – jest **procesem**, dla określenia którego kluczowa jest skala czasu. Sam fakt, że populacja gatunku nie spełnia kryterium D (skrajnie małej populacji), nie świadczy o tym że jest to gatunek pospolity. W przypadku braku wiedzy o trendzie populacji w czasie, właściwą kategorią gatunku wg IUCN jest DD (brak danych), co pozostaje w zgodzie z zasadą przezorności.

- 2) Zajmowany obszar (AOO) to, wg metodyki IUCN, najmniejszy obszar niezbędny dla trwania istniejącej populacji we wszystkich stadiach rozwojowych. Powinien być mierzony w skali właściwej dla biologii wybranego gatunku. Należy dobrać siatkę kwadratów lub równoważnych jednostek – które są wystarczająco małe (IUCN 2001), w najlepszym wypadku: o powierzchni zbliżonej do powierzchni *stanowiska*.
- 3) Pomiar w wielu skalach jednocześnie (przestrzennych i czasowej) umożliwia wszechstronną ocenę stanu populacji, uwidacznia objawy różnych procesów związanych z wymieraniem oraz umożliwia przeprowadzenie miarodajnej oceny stopnia zagrożenia gatunku. Do tego celu przydatne mogą być wykresy skali-powierzchni, zwłaszcza gdy opierają się na danych z dwóch przedziałów czasowych oraz obliczony wymiar fraktalny (D), jako miara stopnia fragmentacji populacji.
- 4) Zastosowanie tylko jednej miary (np. liczebności osobników), jak i jednej skali pomiaru (np. tylko zasięgu geograficznego – największa skala) nie pozwala na dokonanie oceny stopnia rzadkości ani zagrożenia gatunku wymarciem.
- 5) Rzadkość gatunków jest złożonym fenomenem, przedstawione schematy (Rabinowitz 1981, Rey Benayas et al. 1999) pokazują, że mamy do czynienia z wieloma formami rzadkości. Ocena odbywa się przynajmniej w trzech skalach: geograficznej, ekologicznej i lokalnej obfitości (zagęszczenia).

Podziękowania:

Dziękuję prof. Andersowi Dahlbergowi z *Department of Forest Mycology and Pathology, Swedish University of Agricultural Science, Uppsala* oraz dr. Davidowi W. Minterowi, Prezesowi Międzynarodowego Towarzystwa Ochrony Grzybów (ISFC) za przekazane materiały oraz udzielenie cennych wyjaśnień. Dziękuję też Grażynie Domian z Za-

chodniopomorskiego Towarzystwa Przyrodniczego, za przekazanie informacji o stanowisku *Geastrum triplex*.

Acknowledgments:

I thank prof. Anders Dahlberg of the Department of Forest Mycology and Pathology, Swedish University of Agricultural Science,

Uppsala and dr David W. Minter, the President of the International Society for Fungal Conservation for the literature transferred and valuable explanations provided. I also thank Grażyna Domian, a member of the West Pomeranian Naturalist Society, for the information on the locality of *Geastrum triplex*.

LITERATURA

- BROUWER E., BRAAT M., VAN HOEK B., NOTEBOOM R., OPLAAT C., DE PEIJPER R., SMITS M., KLOK P. 2009. The influence of shell-covered paths on the fungus diversity of Terschelling (in Dutch). *Coolia* 52, 1: 7–17.
- DAHLBERG A., MUELLER G.M. 2011. Applying IUCN red-listing criteria for assessing and reporting on the conservation status of fungal species. *Fungal Ecology* 4: 147–162.
- GAZDA A. 1996. Geometria fraktali i niektóre jej zastosowania w ekologii. *Wiadomości Ekologiczne* 42, 3: 163–178.
- HARTLEY S., KUNIN W.E. 2003. Scale dependency of rarity, extinction risk and conservation priority. *Conservation Biology* 17: 1559–1570.
- IUCN, 2001. IUCN Red List Categories and Criteria, Version 3.1. IUCN Species Survival Commission. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, U.K.
- IUCN. 2012. Guidelines for Application of IUCN Red List Criteria at Regional Levels, Version 4.0. IUCN Species Survival Commission. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
- IUCN. 2013. Guidelines for Using the IUCN Red List Categories and Criteria. Version 10. Prepared by the Standards and Petitions Subcommittee.
- KREBS C.J. 2014. Ecological Methodology, 3rd ed. (w przygotowaniu).
- O'HANLON R., HARRINGTON T.J. 2012a. Macrofungal diversity and ecology in four Irish forest types. *Fungal Ecology* 5: 499–508.
- O'HANLON R., HARRINGTON T.J. 2012b. The macrofungal diversity and community of Atlantic oak (*Quercus petraea* and *Q. robur*) forests in Ireland. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 69: 107–117.
- PRESTON F. W. 1948. The commonness and rarity of species. *Ecology* 29: 254–283.
- RABINOWITZ D. 1981. Seven forms of rarity. In: SYNGE H. (Ed.). *The biological aspects of rare plant conservation*. John Wiley & Sons, Chichester, UK: 205–217.
- REY BENAYAS J.M., SCHEINER S.M., GARCÍA S.-COLOMER M., LEVASSOR C. 1999. Commonness and rarity: theory and application of a new model to Mediterranean montane grasslands. *Conservation Ecology* 3, 1: 5.
- SNOWARSKI M. Atlas grzybów Polski ([www.grzyby.pl](http://www.grzyby.pl)).
- STRAATSMAN G., AYER F., EGLI S. 2001. Species richness, abundance, and phenology of fungal fruit bodies over 21 years in a Swiss forest plot. *Mycological Research* 105: 515–523.
- TAYLOR A.F.S., MARTIN F., READ D.J. 2000. Fungal diversity in ectomycorrhizal communities of Norway spruce *Picea abies* (L.) Karst. and Beech *Fagus sylvatica* (L.) along north-south transects in Europe. In: SCHULZE E.D. (Ed.). *Carbon and Nitrogen Cycling in European Ecosystems*. Springer Verlag Heidelberg: 343–365.
- UNTERSEHER M., JUMPPONEN A., OPIK M., TEDERSOO L., MOORA M., DORMANN C.F., SCHNITTLER M. 2011. Species abundance distributions and richness estimations in fungal metagenomics - lessons learned from community ecology. *Molecular Ecology* 20: 275–285.
- WOJEWODA W. 2003. Checklist of Polish larger Basidiomycetes. *Krytyczna lista wielkoowocnikowych grzybów podstawkowych Polski*. In: MIREK Z. (Ed.). *Biodiversity of Poland. Różnorodność biologiczna Polski*. Vol. 7. W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków.



WOJEWODA W., ŁAWRYNOWICZ M. 2006. Red list of the macrofungi in Poland. In: MIREK Z., ZARZYCKI K., WOJEWODA W., SZELĄG Z. (Eds.). Red list of plants and fungi in Poland. W. Szafer Institute of Botany PAS, Krakow: 53-70.

### Summary

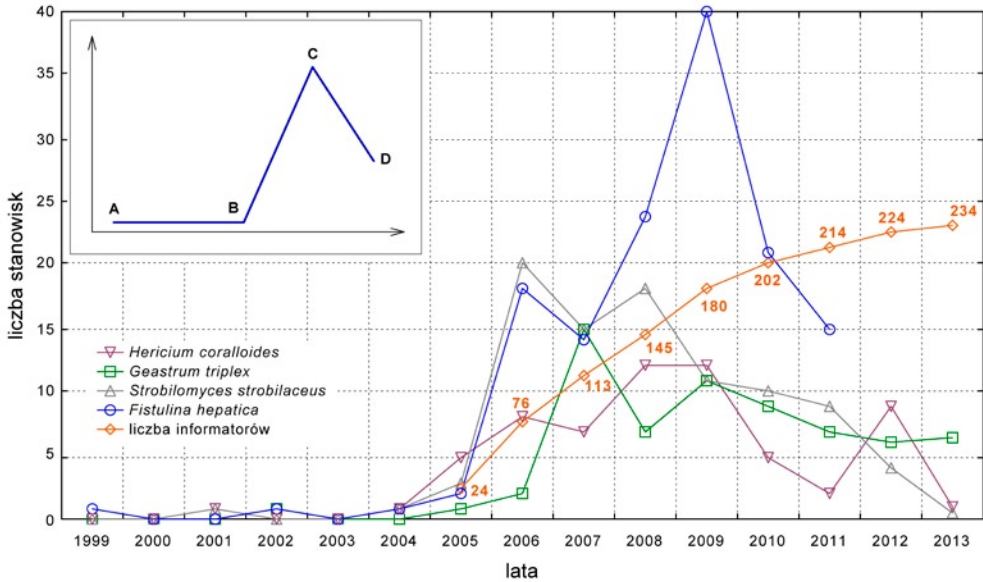
This paper presents some aspects of scale-sensitive measures of rarity (*i.e.* abundance, geographic range, niche breadth, frequency) and the most basic measures of extinction risk used by the IUCN, which are: numbers of individuals, Area of Occupancy (AOO) and Extent of Occurrence (EOO). The featured measures are universal for all groups of organisms. Their specificity and usability when it comes to evaluating fungal species were also described. Choosing a particular scale or scales of measure brings some benefits and limitations. Single-scale measure is the least time-consuming, on the other hand it gives just a part of information about the population distribution and can lead to wrong conclusions. Dual-scale measure enables evaluating the level of population fragmentation and stability. Rarity is a complex phenomenon and it takes three scales minimum to evaluate. Multi-scale measure provides a complete information about population distribution and trends. The choice of a specific scale or system of scales should be preceded by the decision on type and quality of required information.

Adres autora:

Zachodniopomorskie Towarzystwo Przyrodnicze  
ul. Wąska 13  
71-415 Szczecin  
e-mail: kamil\_kedra@o2.pl

### Dodatek

Istotnym aspektem, nie omówionym w głównym tekście pracy, który ma wpływ na ocenę rzadkości i stopnia zagrożenia gatunków jest skala zaangażowania osób w poszukiwania ich stanowisk (Hartley, Kunin 2003). Szacuje się, że nawet do 99% informacji o europejskich stanowiskach gatunków grzybów pochodzi od amatorów (Barron 2011), z tego powodu niezwykle istotne są długoterminowe projekty łączące zarówno mykologów-profesjonalistów jak i amatorów, gdzie naukowcy są odpowiedzialni za weryfikację i właściwe zarządzanie zebranymi danymi. Od ponad dziesięć lat w Polsce funkcjonuje internetowe bio-forum ([www.bio-forum.pl](http://www.bio-forum.pl)), zrzeszające coraz większą liczbę specjalistów i amatorów mykologii. Częścią forum jest rejestr grzybów chronionych i zagrożonych (GREJ), gromadzący dane o lokalizacjach wybranych gatunków. Podobne, interaktywne projekty mapowania obserwacji rzadkich gatunków (najczęściej wspólne dla grzybów, zwierząt i roślin) realizowane są także w innych krajach, m.in. w Szwecji, Australii, Nowej Zelandii, Wielkiej Brytanii i Holandii (Barron 2011). Jednym z głównych celów prowadzenia takich baz danych jest aktualizacja czerwonych list gatunków. Kluczowe informacje – o trendach populacji w czasie, mogą być uzyskane poprzez monitoring zgłaszanych stanowisk, zarówno w zakresie obecności gatunku jak i stanu siedliska. Poniżej, wykres obrazujący ilość stwierdzonych stanowisk czterech omówionych wcześniej gatunków grzybów, w kolejnych latach (1999-2013) w ramach „Rejestru gatunków grzybów chronionych i zagrożonych” GREJ (od roku 2005) oraz wg internetowego atlasu „Grzyby Polski” ([www.grzyby.pl](http://www.grzyby.pl)). Rozkład liczby zgłoszeń w czasie nie jest równomierny, może to wynikać m.in. z lokalnej skali zasięgu informatorów (Watling 1996; Barron 2011) i wysokiego stopnia rozpoznania stanowisk wybranych gatunków na tych obszarach (opadająca część krzywej, ryc. 1).



Ryc. 1. Liczba zgłoszeń omawianych gatunków w „Rejestrze gatunków grzybów chronionych i zagrożonych” (GREJ) (od roku 2005) oraz wg internetowego atlasu „Grzyby Polski”. Po roku 2011 zgłoszenia ozorka dębowego nie są przyjmowane do bazy ze względu na „wystarczającą liczbę danych”. Część zgłoszeń była podawana z tych samych stanowisk w kolejnych latach, nie prowadzono weryfikacji nieaktualnych stanowisk. Na wykresie podano także wzrastające liczby informatorów, jako sumę dla poszczególnych lat (kolor pomarańczowy). Schemat dynamiki zgłoszeń stanowisk gatunków został przedstawiony w lewym górnym rogu: odcinek A-B: okres przed utworzeniem GREJ - pojedyncze nowe stanowiska; B-C: nagły wzrost liczby znanych stanowisk; C-D: spadek zainteresowania gatunkiem lub/i spadek liczby stanowisk lub/i wysoki stopień rozpoznania stanowisk.

Fig. 1. The number of localities of the previously mentioned species as in the “Register of protected and endangered mushroom species” (GREJ) (since 2005) or the internet atlas “Fungi of Poland”. After the year 2011 new records of *Fistulina hepatica* are not accepted, because of “enough data”. Some notifications were given from the same localities over years. There was no verification of lost localities. The total number of informers was given for each year (marked in orange). In the top-left corner: the scheme of dynamics of localities records: A-B: the period before establishment of GREJ database, single records; B-C: rapid increase of recorded localities; C-D: decline of the informers’ interest or/and decline in the number of localities and/or high level of localities recognition.

## LITERATURA

- BARRON E.S. 2011. The emergence and coalescence of fungal conservation social networks in Europe and the U.S.A. *Fungal Ecology* 4: 124-133.
- HARTLEY S., KUNIN W.E. 2003. Scale dependency of rarity, extinction risk and conservation priority. *Conservation Biology* 17: 1559-1570.
- SNOWARSKI M. Atlas grzybów Polski (www.grzyby.pl).
- WATLING R. 1996. The amateur contribution within the Society. In: SUTTON B.C. (Ed.). *A Century of Mycology*. Cambridge University Press, Cambridge: 81-104.