

## Projektowanie połączeń krajobrazowych o funkcjach biologicznych

### Design of landscape linkages for biological functioning

Można wyróżnić sześć głównych zadań związanych z projektowaniem połączeń krajobrazowych o funkcjach biologicznych:

- 1) określenie biologicznych celów połączeń;
- 2) uzyskanie danych dotyczących ekologii i zachowania gatunków;
- 3) scharakteryzowanie struktury krajobrazu w celu określenia stopnia sfragmentowania terenów biologicznie czynnych oraz obecności barier i połączeń;
- 4) scharakteryzowanie siedlisk;
- 5) wskazanie miejsc lokalizowania połączeń i przejść;
- 6) określenie formy i budowy połączeń.

#### 1. Określenie biologicznych celów połączeń

Jasne określenie celów połączeń, z uwzględnieniem korzyści dla rozwoju fauny i flory, powinno być pierwszym krokiem w ustaleniu wskazań do projektu zagospodarowania terenu. Można wymienić następujące cele połączeń krajobrazowych o funkcjach biologicznych (Bennet 1999):

- wspomaganie przemieszczania się migrujących zwierząt przez zmieniony krajobraz;
- ułatwianie rozprzestrzeniania się poszczególnych gatunków zwierząt pomiędzy całkowicie odizolowanymi siedliskami lub populacjami;

- wzmocnienie przepływu genów pomiędzy populacjami na dwóch lub większej liczbie obszarów, przez wsparcie populacji rezydujących wewnątrz połączeń;
- zapewnienie naturalnej kontynuacji siedlisk, zbiorowisk i procesów biologicznych pomiędzy obiektami wielkoobszarowymi (np. takimi, jak parki narodowe);
- umożliwienie sposobności do przemieszczania się w przestrzeni populacjom w odpowiedzi na zmiany siedliskowe i katastrofy;
- dostarczanie siedlisk i możliwości migracji dla zwierząt i roślin w połączeniu z innymi korzyściami środowiskowymi (np. hydrologicznymi lub klimatycznymi) i społecznymi (np. rekreacyjnymi lub edukacyjnymi).

Uzasadnieniem realizacji ww. celów jest ochrona bioróżnorodności.

## 2. Uzyskanie danych dotyczących ekologii i zachowania gatunków

Podstawowa znajomość ekologii i zachowania gatunków, dla których tworzy się połączenia jest warunkiem niezbędnym dla osiągnięcia celu. Szczególnie potrzebna jest tu wiedza o:

- skali przestrzennej przemieszczania się gatunków. Należy wiedzieć: Jak wielka jest przestrzeń życiowa lub terytorium populacji? Jak daleko zwierzęta regularnie się przemieszczają? Czy podejmują one sezonowe lub nomadyczne przemieszczenia? Oczywiście, charakter połączenia, jego optymalny wymiar i droga, która jest wykorzystywana, będą niejednokrotnie różne dla różnych gatunków. Ich skala przemieszczeń może być mierzona w metrach (tak jak u pajaków, żab czy chrząszczy) i większa dla zwierząt, które regularnie przemieszczają się setki metrów czy kilometrów;
- potrzebach siedliskowych i diecie, która stanowi podstawę do zagospodarowania siedliska wewnątrz połączeń;
- zdolności do pokonywania przeszkód;
- poziomie tolerancji na zaburzenia siedliska;
- roli dyspersji w historii życia;
- rozmnażaniu;
- zachowaniu dyspersyjnym (przypadkowym lub określonym);
- organizacji społecznej i przestrzennym mechanizmie behawioralnym wewnątrz populacji.

Tabela 1. Przykłady użytkowania połączeń siedliskowych przez zwierzęta (wg Bennetta 1999)

Lp.	Gatunki lub grupy	Łączniki	Opis użytkowania	Kraj	Według
1	2	3	4	5	
<b>I. Dzielne lub regularne przemieszczanie się</b>					
1.	mysz	ogrodzenia	przemieszczanie się na terenie farm	Kanada	Merriami Lanoue (1990)
2.	wiewiórka	rzędy drzew, żywopłoty	przemieszczanie się pomiędzy obszarami płatów ze źródłami pożywienia	Belgia	Wauters i inni (1994)
3.	nietoperze	krzewy, żywopłoty, alejki, ścieżki	dobowy lot pomiędzy miejscami gnieźdzenia się i obszarami zerowania	Holandia	Limpens i inni (1989)
4.	kozica	przejścia pod autostradami	regularne przemieszczenia do i od naturalnych mineralnych „lizawek” (uzupełnianie niedoborów mineralów)	USA	Singer i inni (1985)
5.	sójka	ogrodzenia	trasa lotu w celu przenoszenia pożywienia do zimowych kryjówek	Kanada	Johnson i Adkinsson (1985)
6.	wróblowate	pasy krzewów	ruch pomiędzy sosnowym lasem a siedliskiem nad brzegiem jeziora	Polska	Dmowski i Kozakiewicz (1990)
<b>II. Ruchy sezonowe lub migracyjne</b>					
7.	jeleń	przejścia pod autostradami	przemieszczanie się pomiędzy obszarem letnim i zimowym	USA	Reed i inni (1975); Ward (1982)
8.	zmija	krzewy	przemieszczanie się pomiędzy miejscem hibernacji i obszarami aktywności w czasie lata	Wielka Brytania	Presst (1971)
<b>III. Ruch rozproszony</b>					
9.	normik nadbrzeżny	korytarz krzewów	rozpraszanie pomiędzy płatami sosnowego lasu	Polska	Szacki (1987)
10.	motyl Ringlet	otwarte drogi (trakty trawiaste wzdłuż dróg)	rozpraszanie pomiędzy polami i polanami w zadrzewieniach	Anglia	Sutcliffe i Thomas (1996)
<b>IV. Ekspansja obszarowa</b>					
11.	normik polny	trawiaste obrzeża autostrad międzystanowych	ekspansja na nowe obszary trawiaste	Illinois (USA)	Getz i inni (1978)

Gatunki, które żyją w grupach lub koloniach potrzebują większego obszaru siedliskowego niż podobne gatunki żyjące samotnie i dlatego mogą potrzebować szerszego połączenia siedliskowego. Zwierzęta różnią się także behawioralnie w swojej wrażliwości na ludzką obecność i zakłócenia. Wiedza o ekologii i zachowaniu gatunków jest pomocna w określeniu najbardziej efektywnych typów połączeń dla określonych gatunków (ciągły korytarz, stepping stones – stopnie przystankowe, tworzone tam, gdzie trudno jest kształtować korytarze – lub zorganizowana mozaika siedlisk).

Wielkoprzestrzenne skale połączeń, takie jak np. pomiędzy parkami narodowymi, są zwykle zaplanowane dla większej liczby niż dla pojedynczych gatunków. W takich sytuacjach dla osiągnięcia właściwych efektów należy zwrócić szczególną uwagę na wymagania gatunków, które są rzadkie i te, które mają specjalne wymagania siedliskowe i rozrodcze. Połączenia, które obejmują potrzeby gatunków narażonych na wyginiecie będą w większości przypadków także efektywne dla innych gatunków.

Dotychczasowa praktyczna wiedza dotycząca zachowania różnych gatunków zwierząt, którą można by wykorzystać w projektowaniu połączeń jest dość fragmentaryczna (tab. 1). Dlatego projektowanie połączeń jest nacechowane stale w dużym stopniu działaniami intuicyjnymi.

### 3. Scharakteryzowanie struktury krajobrazu w celu określenia stopnia sfragmentowania terenów biologicznie czynnych oraz obecności barier i połączeń

Podstawą do określenia struktury krajobrazu jest analiza układu przestrzennego terenów biologicznie czynnych. Określanie wymaganego procentu udziału terenów biologicznie czynnych weszło na stałe do metodologii planowania przestrzennego w Polsce (Wolski 2003). Jednak nie uwzględnia się w należyтым stopniu w analizach przestrzennych dotyczących struktury krajobrazu zmiennych wpływających na jakość połączeń, czyli tych uwarunkowań, które w istotny sposób wpływają na jakość struktury krajobrazu. Sytuacja ta wynika z braku odpowiednich danych.

Zmiennymi wpływającymi na połączenia biologiczne są:

- liczba i długość przerw;
- obecność alternatywnych ścieżek lub sieci odpowiednich siedlisk;
- obecność węzłów w wybranym siedlisku i systemie.

Przerwy powstające w płacie siedliskowym mogą poważnie zakłócić przemieszczanie się zwierząt i kontynuację rezydujących populacji. Od tego co stanowi przerwę i od efektywności działania takiej bariery zależy typ połączenia, zachowanie gatunków

zwierząt, specyfika ich siedliska i skala ruchów. Dla zwierząt związanych z lasem przerwę w zalesionym korytarzu może stanowić wypalony płat lasu lub luka w piętrze koron drzew, ale każda z tych przerw będzie miała różny wpływ na różne gatunki.

Efekt bariery wywołuje także siedlisko o cechach kontrastowych do siedliska preferowanego. Wąska przerwa nieodpowiedniego lub wrogiego siedliska może bardziej efektywnie limitować przemieszczanie zwierząt niż szeroki pas siedliska o niższej jakości. Drogi i autostrady, które dzielą połączenia w krajobrazie, a także ścieżki zwierząt stwarzają szczególne problemy. Istnieją nie tylko przerwy w naturalnym siedlisku, wywołane przez dwa albo więcej pasów poprowadzonej, utwardzonej drogi, ale także ostre dźwięki, światło, emisje chemiczne i możliwość śmierci lub uszkodzenia przez pojazdy. Wszystko to stwarza ograniczenia dla przemieszczania się zwierząt (Dramstad, Olson, Forman 1996).

Istnieje niewiele informacji na temat wpływu przerw na przemieszczanie się zwierząt, szczególnie w większej skali przestrzennej. Studia nad wpływem dróg, które dzielą siedlisko małych naziemnych ssaków wskazują, że przerwy tak wąskie jak 10 m mogą powstrzymać ich przemieszczenia, ale niekoniecznie tym przemieszczeniom zapobiegają. Szersze drogi są rzadziej przekraczane. Dla pajaków, chrząszczy i innych bezkręgowców przerwy rzędu 20 m mogą powstrzymać zupełnie ich przemieszczanie się i być kompletną barierą (Bennett 1999).

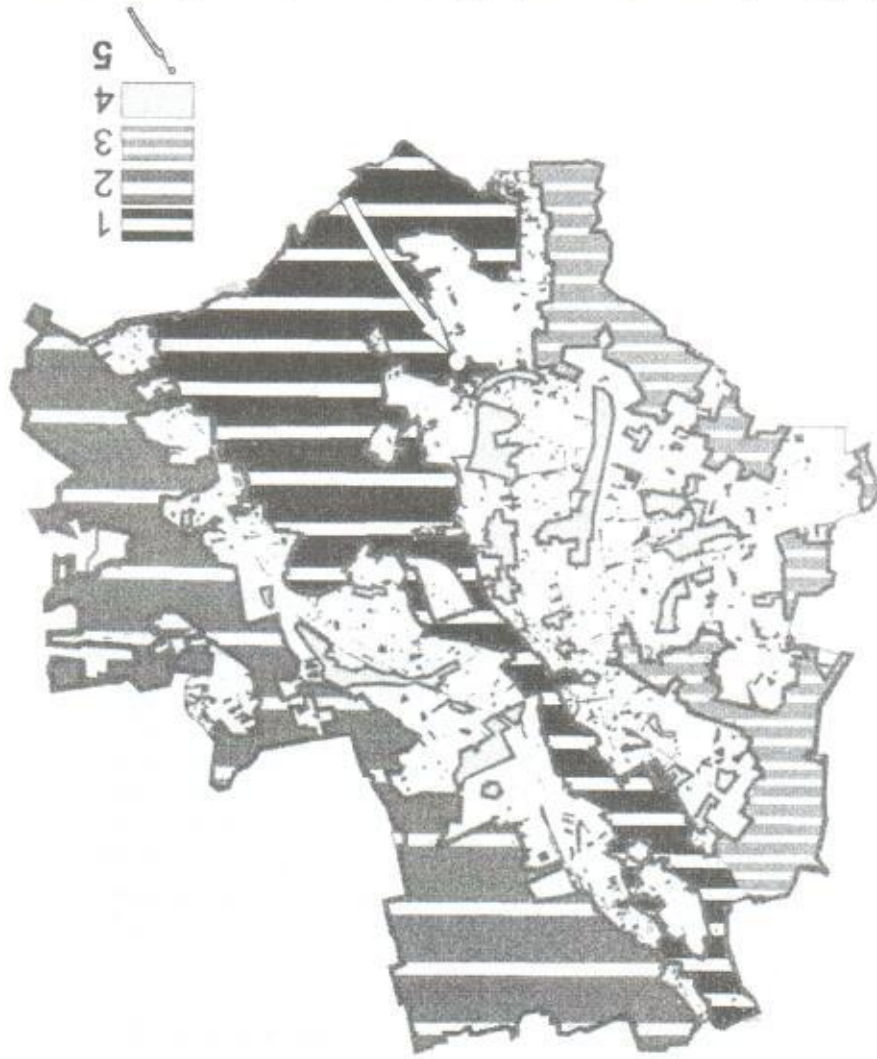
Ptaki są, co oczywiste, bardziej mobilne niż zwierzęta nie latające, ale raczej behawioralne reakcje aniżeli fizyczne przeszkody powstrzymują je przed trawersowaniem przerw. Stwierdzono, że w przybliżeniu 20% tropikalnych ptaków leśnych w różnorodnych miejscach w południowej Brazylii i wschodniej Tanzanii jest niezdolnych do przekraczania przerw szerszych niż kilkaset metrów. Nawet ptaki, które łatwo przeżywają w przekształconym krajobrazie preferują przemieszczanie się przez roślinne połączenia, gdzie mają lepsze warunki niż na otwartej przestrzeni (ib.).

Długość połączenia wpływa na jego efektywność w różny sposób. Wraz ze wzrastającym dystansem następuje redukcja liczby przemieszczających się zwierząt, wynikająca z ich możliwości przemieszczania się. Ważne jest, by połączenie stanowiło siedlisko i dawało potrzebne pożywienie dla kluczowych gatunków.

Tworzenie „kieszeni” (rozszerzeń) preferowanego siedliska, jako części połączenia, może zwiększyć jego efektywność przez dostarczenie dodatkowego siedliska, w którym zwierzęta mogą schronić się lub żerować podczas długiego przemieszczania się. Siedliskowe kieszenie mogą być miejscami sprzyjającymi większej rozrodności populacji wewnątrz połączenia.

Funkcję kieszeni mogą pełnić:

- rezerваты związane z głównymi połączeniami;
- rozszerzenia terenów zalewowych wzdłuż nadbrzeżnych korytarzy;
- dodatkowe grupy drzew i krzewów w połączeniach, które mają kształt litery T i na skrzyżowaniach żywoplotów i ogrodzeń;
- małe płaty leśne sąsiadujące z korytarzem prowadzącym wzdłuż drogi.



Rys. 1. Główne elementy struktury terenów biologicznie czynnych m. st. Warszawy (opracowanie: P. Wojski, K. Zantonowicz 2004)

Objaśnienia: 1 – pasmo centralne; 2 – pasmo wschodnie (ciąg przyrodniczy przebiegający przez miasto w kierunku północ-południe); 4 – wyspy (większe obiekty lub ich zgrupowania usytuowane wśród kwartałów zabudowy miasta); 5 – aktywny korytarz łączący tereny śródmieścia Warszawy z Lasem Kabackim (patrz. rys. 2)

Badanie struktury krajobrazu jest zadaniem stosunkowo prostym, wykorzystywanym w praktyce projektowej od czasu pierwszych publikacji Formana i Godrona (rys. 1), a zasada projektowania połączeń uznawana jest za jedną z najbardziej skutecznych dróg ochrony bioróżnorodności, mimo wielu zgłaszanych obaw. Należy zgodzić się ze stwierdzeniem Merriama, że lepszy zły korytarz niż żaden (za: Liro, Szacki 1993).

z lasem  
w piętrze  
słaba pre-  
bardziej  
mieszaj  
zł zwie-  
wedzisku,  
nie także  
ta przez  
(Dram-  
tę zwie-  
g, które  
ak 10 m  
zreniom  
innych  
szcza-  
zej be-  
ersowa-  
leśnych  
niezdo-  
e fawo  
osłinne  
e wzra-  
wymi-  
nowito  
połącze-  
dłiska,  
czania  
lczności  
T i na

#### 4. Scharakteryzowanie siedlisk

Jakość siedliska ma decydujące znaczenie, szczególnie dla połączeń, które tworzą sieci w skali regionalnej. Połączenia wielkoprzestrzenne, które utrzymują rezydującą populację, muszą dostarczać im całorocznego pożywienia, schronienia i zapewnić możliwość rozmnażania. Podobnie, połączenia typu stepping stones, które są krótko-okresowymi przystankami dla migrujących ptaków, muszą dostarczać bogatego źródła pożywienia w krytycznym okresie roku. Jakość siedliska jest także ważna w skali lokalnych sieci. Połączenia, w których zwierzęta są rezydentami, muszą być bogate w różnorodne zasoby (pożywienie, schronienie, miejsca rozrodu). Zwierzęta przemieszczające się w określonym kierunku mogą potrzebować odpowiedniego schronienia tylko na krótki czas przemieszczania i w takich przypadkach mogą korzystać z połączenia nie całkiem odpowiedniego do życia w dłuższym okresie.

Zapewnienie efektywnej łączności pomiędzy np. parkami narodowymi, w granicach których występuje kilka kontrastujących ze sobą siedlisk, np. charakterystycznych dla grzbietów i dolin, wydm i zagłębień bezodpływowych, wymaga dostarczenia zasobów dla gatunków występujących w każdym siedlisku.

Gdy jest to możliwe, podstawą połączeń powinna być istniejąca roślinność naturalna. Gdy jej brak, ważne jest tworzenie połączeń przez odtwarzanie zbiorowisk wzorowanych na zbiorowiskach roślinnych charakterystycznych dla danego typu krajobrazu naturalnego.

#### 5. Wskazanie miejsc lokalizowania połączeń i przejść

Połączenia są efektywne, gdy powstają w miejscach znanych ścieżek wykorzystywanych przez zwierzęta, takich jak sezonowe trasy migracyjne dużych ssaków, punkty przystankowe na trasie migrujących ptaków wodnych, ścieżki prowadzące do miejsc żerowania. Podstawą są obserwacje aktualnych przemieszczeń lub informacje pochodzące z badań i wiedzy miejscowych mieszkańców. Stosowane są także obserwacje radiotelemetryczne.

Połączenia powinny być sytuowane z dala od źródeł zakłóceń. Powinny być tak lokalizowane, by wspomagały inne działania mające na celu ochronę przyrody i zapobieganie występowaniu niekorzystnych zjawisk przyrodniczych (jak nadmierny odpływ powierzchniowy, erozja itp.).

Połączenia powinny być tak projektowane, by swobodna migracja nie kończyła się śmiercią przemieszczających się zwierząt (rys. 2).

Rys. 2. W  
Służewie  
Wolski)

6. Okr

Sie  
gowe. I  
stones  
ka, że p  
zuja, że  
oddziały  
w siedli  
wstając  
zachod  
Zm  
zróznic  
Na  
Krawęd  
w wymi  
reakcji  
piaty i  
stępuje  
możnima

## 6. Określenie formy i budowy połączeń

Rys. 2. Warszawa. Kozioł samy, który zginął w okolicy skrzyżowania Al. Wilanowskiej z ul. Dolina Służwiecka, dokąd dotarł korytarzem przyskarpowym (patrz rys. 1) z Lasu Kabackiego (fot. P. Wołski)



Siedliska i zbiorowiska roślinne linearne są szczególnie wrzliwe na efekty brzeżne. Linearne kształt korytarzy siedliskowych i relatywnie mały rozmiar steping stones oznacza, że stosunek krawędzi do powierzchni jest często wysoki. Z tego wynika, że połączenia są szczególnie wrzliwe na „efekty brzegowe”. Wyniki badań wskazują, że fizyczne i biologiczne efekty, występujące wzdłuż brzegów (krawędzi), mogą oddziaływać na rośliny i zwierzęta bezpośrednio albo pośrednio, poprzez zmiany w siedliskach. W krajobrazie zdominowanym przez człowieka procesy i wpływy powstające na zewnątrz siedliska mogą mieć znaczenie bardziej istotne aniżeli procesy zachodzące wewnątrz siedliska (Forman 1997).

Zmiany mikroklimatyczne, które występują na krawędziach siedlisk, są wywołane różnicami w sposobie dopływu promieni słonecznych i wpływem wiatru. Na krawędzi siedliska występują zmiany w strukturze zbiorowisk roślinnych. Krawędzie w sposób charakterystyczny różnią się od wnętrza. Zmiany te powstają w wyniku reakcji roślin na zmieniające się warunki mikroklimatyczne oraz w wyniku reakcji na inwazję i pojawienie się gatunków roślin z różnych siedlisk. Tam, gdzie płaty i korytarze siedliskowe graniczą z zaktóconym środowiskiem, tam zwykle występuje wiele pionierskich gatunków roślin zdolnych do kolonizacji i wypierających rodzime gatunki, a w konsekwencji zmieniających siedlisko.

konczyta  
temny od-  
dy i zapo-  
ry być tak  
kze obser-  
informacje  
adające do  
h ssaków,  
wykorzy-  
krajobrazu  
wisk wzo-  
ność natu-  
enia zasó-  
stycznych  
w grani-  
połączenia  
enia tylko  
mieszczą-  
gacie w róż-  
skali lokal-  
tego źródła  
są krótko-  
zapewnić  
rezydujące  
óre tworzą



Zmiany w zbiorowiskach roślin oznaczają zmianę siedliska dla zwierząt, z korzyścią dla części gatunków i z niekorzystnym wpływem na inne gatunki. Na przykład, gęste krzewy rosnące na brzegu lasu zwiększają swoją wysokość, gdy zwiększa się penetracja światła pojawiają się tam także drzewa, co dostarcza schronienia i miejsc gniazdowania dla ptaków związanych z niższym piętrzem lasu. Jednak użytkowanie gniazd na krawędzi lasu może wpłynąć na pogorszenie warunków z powodu zagrożenia ze strony drapieżników.

Gatunki zwierząt, które są związane ze strefami brzegowymi lub są typowe dla zakłóconych terenów mogą zaatakować połączenia i stać się drapieżnikami, zdobywcami lub pasożytami gatunków występujących we wnętrzu. Studia nad drapieżnikami ptasich gniazd wykazały, że w strefie brzegowej w pobliżu zakłóconego obszaru występowanie tych drapieżników jest znacznie większe niż we wnętrzu lasu. Gatunki „brzegowe” mogą także konkurować z gatunkami wnętrza o pożywienie i inne zasoby (Bennett 1999).

Przyczynami zakłóceń występujących w strefach brzegowych są także:

- przenoszenie nawozów i chemikaliów z gospodarstw rolniczych;
- zadeptywanie i przygryzanie przez bydło;
- ekspansja ognia na brzegi lasu;
- zakłócenia wynikające z użytkowania rekreacyjnego oraz zaśmiecanie.

Projektując połączenia, należy odpowiedzieć na pytania: Jak daleko sięga efekt brzegowy? Jak szeroki jest brzeg? Jak szeroki musi być lokalny korytarz siedliskowy lub stepping stones, aby zminimalizować oddziaływanie zakłóceń brzegowych i uzyskać wysoką jakość siedliska? Wyniki badań wskazują, że szerokość strefy brzegowej była niekiedy mniejsza od 13 m, ale opierając się na rozkładzie ptasich gniazd szerokość funkcjonalna strefy brzegowej wynosiła od 9 do 64 m dla trzech miejsc obserwacji. W Szwecji poziom występowania drapieżników ptasich gniazd w lesie gospodarczym w strefie brzegowej zmniejszał się wraz z rosnącym dystansem od brzegu lasu, ale przy dystansie 100 m był on stale wyższy niż przy odległości 200–500 m (Bennett 1999).

Wpływ procesów zakłóceń jest większy tam, gdzie występuje ostry kontrast pomiędzy dwoma typami siedlisk, takich np. jak gospodarstwo rolne i las. Wąski korytarz siedliskowy w krajobrazie wiejskim, taki jak strefa przybrzeżna przy strumieniu, żywopłoty i roślinność przydrożna, może w efekcie być w całości strefą brzegową.

Z wyżej podanych powodów maksymalne rozszerzanie połączeń jest jednym z najlepszych sposobów przyczyniających się do wzrostu ich efektywności. Po pierwsze, wpływa to na ograniczenie efektów brzegowych. Po drugie, wraz ze wzrostem szerokości rośnie różnorodność siedliska. Na przykład obserwacje brzegów strumieni w Iowa w USA wykazują, że liczba gatunków rozmnażających się ptaków wzrosła z 10–15 w zadrzewionym pasie o szerokości 15 m do 25–30 w pasie o szerokości większej niż 150 m (Bennett 1999).

Większa gatunkowość specjalnie rytarzu si zależy od bu użytko wolnych dywanego

Proj  
- zmier  
- inwar  
- stwor  
- inten  
- wiatr  
- przek  
- twor  
- część  
- ogran  
- ochr

Proj  
transport  
można z  
transport  
skich, ale

Mo  
- moż  
- kory  
- step

Mo  
- na p  
lub r  
- cele  
szar

Kor  
się zwier  
- duża  
gatu  
- dla g

- Większa szerokość zwiększa szansę na to, że połączenie będzie dostarczać siedliska gatunkom, które mają potrzeby bytowania w większej przestrzeni lub wymagania specjalne dotyczące pożywienia i cech siedliska. Dlatego skład fauny w szerokim ko-rytarzu siedliskowym różni się od jej składu w wąskim pasie. Optimum szerokości zależy od celu i funkcji połączenia, behawioryzmu kluczowych gatunków oraz sposobu użytkowania terenów otaczających. W celu uzyskania w połączeniu powierzchni wolnych od zakłóceń szerokość musi być więcej niż podwójna w stosunku do przewi-  
dywanego zasięgu zakłóceń brzegowych.
- Projektując połączenia, należy brać pod uwagę:
  - zmieniające się warunki mikroklimatyczne i ich wpływ na zbiorowisko roślinne;
  - inwazję chwastów i gatunków brzegowych penetrujących i zmieniających siedlisko;
  - stworzenie bariery dla drapieżników brzegowych;
  - intensywność ruchu mas powietrza (tworzenie barier dla swobodnego przepływu wiatru);
  - przekroczenie poziomu występowania pasażerów gniazd;
  - tworzenie barier dla gatunków związanych ze strzemi lasu i jedno-  
cześnie warunków sprzyjających dla gatunków związanych z wnętrzem lasu;
  - ograniczenie zakłóceń wywołanych użytkowaniem rekreacyjnym;
  - ochronę rozwoju zbiorowisk naturalnych.
- Projektując połączenia należy także w większym stopniu wykorzystywać sieci transportu kolejowego i samochodowego. Te dwie funkcje (transportową i biologiczną) można ze sobą łączyć z uzyskiwaniem dodatkowych korzyści w postaci rozwoju sieci transportu alternatywnego (ścieżki rowerowe) nie tylko na obszarach aglomeracji miej-  
skich, ale w całej sieci osadniczej (Dover 2000).
- Można wyróżnić trzy konfiguracje siedlisk uławiających łączność:
  - mozaika siedlisk,
  - korytarze,
  - stepping stones.
- Mozaika siedlisk jest efektywnym sposobem łączenia siedlisk w sytuacji, gdy:
  - na przeważającej części obszaru objętego projektem występują formy naturalne lub na wpół naturalne;
  - celem jest ochrona szerokiego wachlarza gatunków, które potrzebują dużych ob-  
szarów siedlisk (Bennett 1999).
- Korytarze są najbardziej efektywnym sposobem na umożliwienie przemieszczania się zwierząt;
  - duże fragmenty krajobrazu są silnie zmodyfikowane i wrogie dla miejscowych gatunków;
  - dla gatunków, które są uzależnione od siedlisk niezakłóconych;

- dla gatunków, które mają ograniczoną skalę poruszania się w stosunku do dystansu do przebycia. W tej sytuacji korytarz musi dostarczyć źródła utrzymania dla indywidualnych mieszkańców lub całych populacji;
- gdy celem jest utrzymanie kontynuacji populacji;
- gdy utrzymanie procesów ekologicznych wymaga kontynuacji siedliska dla podtrzymania tych procesów (Bennett 1999).

Stepping stones poprawiają łączność siedliskową w zmienionym krajobrazie i pozwalają na ograniczone przemieszczanie się zwierząt w zakłóconym środowisku. Łączność ta jest osiągana przez sekwencję krótkich ruchów lub „skoków” z jednego łącznika na drugi wzdłuż ciągu łączników lub przez połączone działania rozproszonego ruchu wielu indywidualnych, poruszających się pomiędzy populacjami osobników.

Stepping stones mogą być efektywnym sposobem utrzymania łączności w zakłóconym krajobrazie dla:

- gatunków, które regularnie poruszają się pomiędzy różnymi płatami źródłowymi (w poszukiwaniu pożywienia lub przy zróżnicowanym siedlisku gniazdowania i zerowania);
- gatunków relatywnie mobilnych i zdolnych do poruszania się na znacznych odległościach;
- gatunków, które tolerują zakłócony krajobraz, chociaż niekoniecznie mogą żyć w zakłóconej strefie;
- utrzymania kontynuacji procesów ekologicznych, które polegają na ruchu zwierząt tolerujących luki pomiędzy płatami (Bennett 1999).

Stepping stones mogą być naturalnymi płatami (np. pasmo terenów podmokłych na obszarze bardziej suchym), małymi pozostałościami płatów roślinności naturalnej lub sfragmentowanymi pozostałościami siedlisk linearnych, lub mogą to być także formy linearne tworzone przez człowieka (sekwencja parków miejskich, plantacje, stawy itp.).

## 7. Podsumowanie

Przedstawione powyżej zasady, którymi należy się kierować, projektując połączenia o funkcjach biologicznych, są stale jeszcze wskazówkami mało precyzyjnymi. Czy mogą być zatem i na ile użyteczne w praktyce projektowej?

Początki projektowania struktury krajobrazu, czyli wyjścia poza ramy ogrodu, sięgają okresu oświecenia (rys. 3). W tamtym czasie o strukturze krajobrazu decydowało kryterium malowniczości.

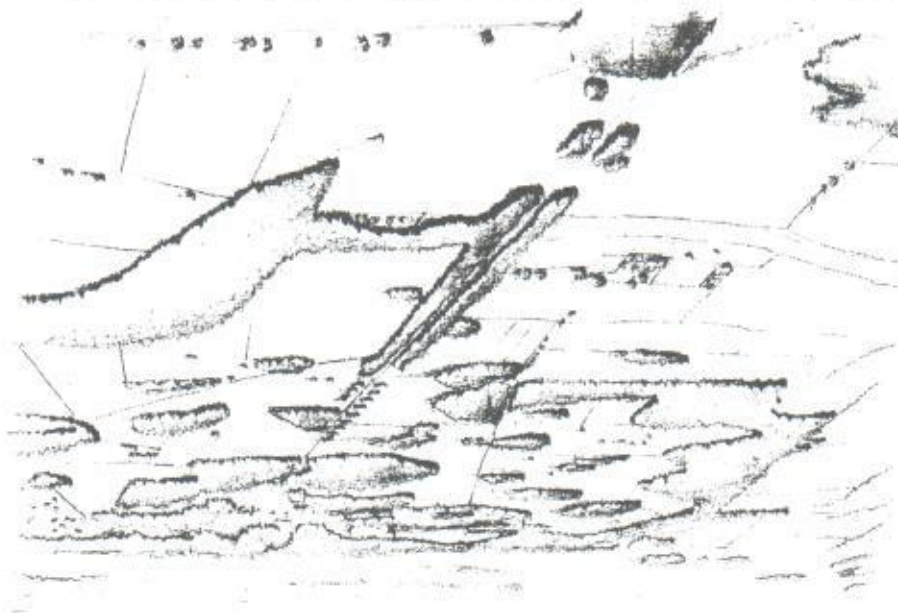
The proposes and the object of analyze for design of landscape linkages for biological function- ing were discussed in the paper. The six main tasks connected with design of the landscape linkages for biological functioning were distinguished and characterized. There are the following tasks: deter- mining the biological purposes of the linkages, obtaining data regarding an ecology and behaviour of species, characterizing of the landscape structure in order to determine of the biological active area degree and presence of barriers, and linkages, characterizing of habitats, showing the places of linka-

## Summary

# Design of landscape linkages for biological functioning

Dzisiaj nadal ma ono w powszechnym odbiorze znaczenie podstawowe. Dzisiaj jednak do kryterium malowniczości powinniśmy zawsze dodawać kryteria przyrodni- cze, choćby sformułowane bardzo ogólnie. Powinno się je wykorzystywać w studiach nad kompozycją krajobrazu w takim zakresie, na jaki pozwalają zasoby informacji o funkcjonowaniu przyrodniczym krajobrazu konkretnego miejsca, miasta i regionu.

Rys. 3. Platy i korytarze w parkowym krajobrazie Holkham (w Nortork, Anglia) zaprojektowanym przez 'Capability' Browna w 1762 roku (rysunek wykonany na podstawie zdjęcia opublikowanego przez Muira, 1999, s. 258)



ges and passages, determining form and construction of the linkages. Hitherto formulated principles of the design of landscape linkages for biological functioning are constantly still the low precise. However, regardless they are the essential criterious that should be considered in the landscape planning of region, city and place.

## Literatura

- Bennett A.F., 1999, Linkages in the landscape. The role of corridors and connectivity in wildlife conservation. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK
- Dover J.W., 2000, Human, environmental and wildlife aspects of corridors with specific reference to UK planning practice. *Landscape Research*, Vol. 25, No 3, 333–344
- Dramstad W.E., Olson J.D., Forman R.T.T., 1996, Landscape ecology principles in landscape architecture and land use planning. Harvard University Graduate School of Design
- Liro A., Szacki J., 1993, Korytarz ekologiczny: przegląd problematyki. *Człowiek i Środowisko*, T. 17, Nr 4, 299–312
- Muir R., 1999, Approaches to landscape. MACMILLAN PRESS LTD. Houndmills, Basingstoke, Hampshire RG216XS and London
- Wolski P., 2003, O powierzchni biologicznie czynnej w rozporządzeniu, planach miejscowych w praktyce projektowej. *Urbanista* 7/2003, 29–31.