

# Mokradłowe strefy buforowe dla retencji składników pokarmowych i czystszych wód

Broszura informacyjna 01/2021

## Wprowadzenie

W broszurze przedstawiono wybrane wyniki badań naukowych na temat korzyści płynących z ochrony i renaturyzacji torfowisk, do których można zaliczyć retencję składników biogenicznych i ochronę wód powierzchniowych przed zanieczyszczeniem, akumulację węgla organicznego, i możliwości prowadzenia paludikultury. Dobrze zachowane i skutecznie odtworzone mokradła różnych typów, w tym torfowiska, służą jako „nerki krajobrazu”, które przechwytyują pierwiastki biogeniczne z przepływających przez nie wód gruntowych i powierzchniowych. Ponadto tereny podmokłe mogą akumulować węgiel, przekształcając martwą biomasę roślinną w torf w warunkach długotrwałego lub stałego zabagnienia gleb. Niestety, około 20% światowego obszaru torfowisk i 90% torfowisk w Unii Europejskiej jest zdegradowane w wyniku działalności człowieka. Odwadnianie i intensywne, wielkoobszarowe rolnicze użytkowanie torfowisk prowadzi do wielu problemów środowiskowych i ekonomicznych, które mogą wykraczać daleko poza obszar torfowisk. Mineralizacja przesuszonych gleb organicznych i nadmierne nawożenie prowadzi do zanieczyszczenia sąsiadujących z nimi wód powierzchniowych (rzek, jezior), wód gruntowych i mórz składnikami pokarmowymi, głównie azotem i fosforem. Przeżyźnione wody powierzchniowe cierpią z powodu zakwitów sinic, powstawania mat mikro- i makroalg oraz niedoboru tlenu. W rezultacie pogarszają się warunki życia ryb i innych organizmów wodnych, co ma negatywny wpływ na bioróżnorodność ekosystemu, a także na rybołówstwo, przemysł turystyczny i dochody mieszkańców. Odwadnianie torfowisk prowadzi do stopniowej degradacji gleby i osiadania terenu, co zwiększa ryzyko powodzi i pożarów. Procesy te występują nie tylko w obszarów wiejskich, ale również w miastach. Ponadto osuszone torfowiska są na świecie jednym z głównych źródeł emisji gazów cieplarnianych (głównie CO<sub>2</sub>) i przyczyniają się do zmiany klimatu. Aby przywrócić funkcje ekosystemowe i zrealizować cele ochrony klimatu, konieczne jest ponowne nawadnianie osuszonych torfowisk, ale przede wszystkim ochrona torfowisk nienaruszonych.

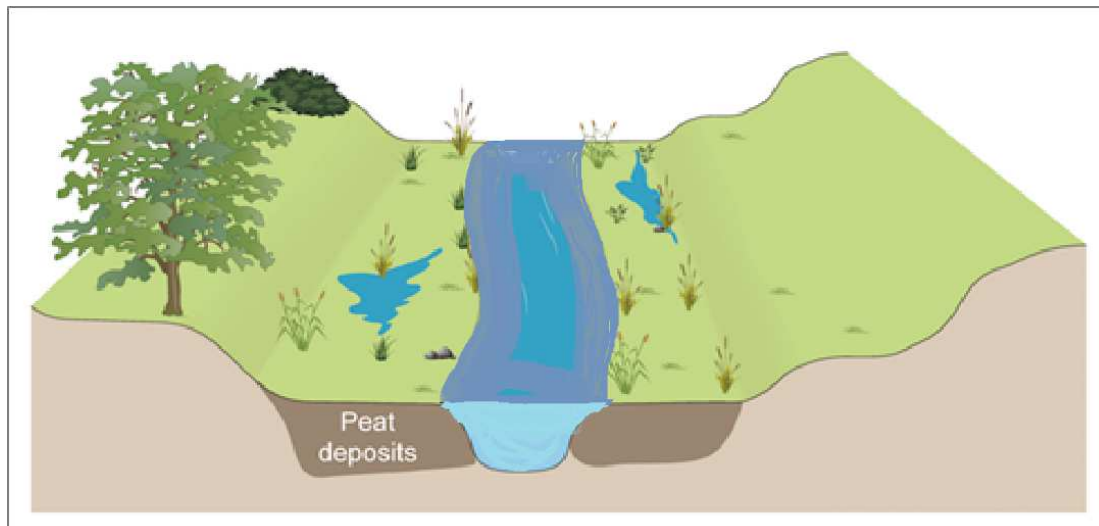


Łęg z roślinnością bagienną w zlewni Niemna, Polska (fot. J. Peters)

## Skuteczność mokradłowych stref buforowych w usuwaniu składników biogenicznych

W ramach projektów DESIRE i CLEARANCE<sup>1</sup> dokonano przeglądu 82 badań zawartych w 51 publikacjach dotyczących skuteczności usuwania azotu (N) i fosforu (P) przez mokradłowe strefy buforowe w regionach o klimacie umiarkowanym (Europa Północna i Środkowa, Północne USA). Mokradłowa Strefa Buforowa (MSB) to obszar przejściowy między środowiskiem lądowym (użytkami rolnymi) a wodnym. MSB oczyszczają wodę poprzez usuwanie lub zatrzymywanie składników odżywczych obecnych w wodach przemieszczających się z ekosystemów lądowych do wodnych, na przykład z pól uprawnych do rzek. W dokonanym przeglądzie uwzględniono różne typy stref buforowych, na przykład: torfowiska (niskie i przejściowe zasilane wodami gruntowymi i powierzchniowymi) oraz równiny zalewowe z zasobnymi w materię organiczną glebami mineralnymi - tereny podmokłe usytuowane wzdłuż strumieni lub rzek. Strefy buforowe mogą znacznie poprawić jakość wody poprzez odfiltrowanie rolniczych składników odżywczych, takich jak azot (N) i fosfor (P).

<sup>1</sup> [www.clearance-project.com](http://www.clearance-project.com), <https://getidos.uni-greifswald.de/en/projects/current/clearance/>



Schematyczna ilustracja mokradłowej strefy buforowej w dolinie wypełnionej osadami organicznymi (Walton i in. 2020, zmienione)

Wyniki badań (Walton i in. 2020) wskazują, że:

- MSB **skutecznie powstrzymują** zanieczyszczenia obszarowe, które pochodzą z rolnictwa i powinny być uznane jako trwałe i wielkoobszarowy element zarządzania zanieczyszczeniami w zlewni.
- **Procesy biologiczne, chemiczne i fizyczne** pozwalają MSB pełnić funkcję „pochłaniacza” i magazynu biogenów.
- MSB z glebami organicznymi (torfowiska) i glebami mineralnymi mają zbliżoną efektywność retencji azotanów (odpowiednio  $53 \pm 28\%$  i  $50 \pm 32\%$ ; średnia  $\pm$  odchylenie standardowe).
- **Degradacja gleb i mineralizacja torfu uwalnia** duże ilości mobilnego, rozpuszczonego azotu i reaktywnego fosforu.
- Przy ładunku mniejszym niż 160 kg N/ha/rok średnia **skuteczność usuwania** azotu ogólnego (TN) wynosi **80%**, a azotanów **70%**, zarówno w przypadku gleb organicznych, jak i mineralnych.
- **Obciążenie azotem większe** niż 160 kg N/ha/rok **zmniejsza efektywność usuwania N** z MSB z **80 do 31%**, zatem tworzenie stref buforowych musi być zintegrowane ze zmniejszeniem dopływu biogenów ze zlewni.
- **Dłuższy czas retencji wody** w MSB **zwiększa skuteczność** jej oczyszczania.
- Obszary pokryte roślinnością są bardziej efektywne w zatrzymywaniu składników odżywczych niż nagie gleby, ale składniki

odżywcze są ponownie mobilizowane po rozkładzie obumarłych szczątków roślin. Drzewa magazynują biogeny przez długi czas, ale rosną wolniej niż zioła i trawy. Wiek lasu również wpływa na pobieranie składników pokarmowych - młode drzewa mają większe zapotrzebowanie na biogeny.

- Koszenie i wnoszenie biomasy roślinnej z terenów podmokłych umożliwia usunięcie składników odżywczych z MSB. Pozyskana biomasa trzciny i turzyc może służyć m.in. do produkcji materiałów budowlanych lub wytwarzania energii. Uprawa roślin na terenach podmokłych jest nazywana *paludikulturą* – bagijnym rolnictwem.
- Odtworzenie MSB na dużą skalę jest konieczne dla poprawy jakości wód powierzchniowych i spełnienia wymogów Ramowej Dyrektywy Wodnej.



Podsumowując, mokradłowe strefy buforowe mogą skutecznie usuwać zanieczyszczenia obszarowe, pomagając w ten sposób w utrzymaniu lepszej jakości wód.

Skuteczność usuwania składników odżywczych uzależniona jest od wielu czynników. Należą do nich m.in.: warunki hydrologiczne, właściwości utworów powierzchniowych i gleb, rodzaj roślinności, ilość napływających zanieczyszczeń i sposób rolniczego wykorzystania terenu. W związku z tym każdy projekt renaturyzacyjny należy rozważać indywidualnie, aby ocenić jego potencjał do usuwania składników odżywczych.

## Potencjał torfotwórczy turzyc - wyniki badań eksperymentalnych

W ramach projektów DESIRE i REPEAT badaliśmy, czy potencjał turzyc (*Carex*) do akumulacji torfu zmienia się w zależności od dostępności składników odżywczych. Turzyce tworzą torf w warunkach zabagnienia, gdy produkcja biomasy przewyższa jej rozkład. Na potrzeby eksperymentu, z naturalnych torfowisk w Polsce, pobrano osobniki pięciu różnych gatunków turzyc i uprawiano je w pojemnikach wypełnionych torfem przez jeden okres wegetacyjny. Każdy z pięciu gatunków był utrzymywany w symulowanych warunkach zalewu i nawożony dwunastoma różnymi dawkami składników odżywczych. Najmniejsza dawka odpowiadała warunkom troficznym ubogich torfowisk (3,6 kg N/ha/rok), podczas gdy największa odpowiadała dawce nawozu na intensywnych użytkach zielonych w Europie Zachodniej (>400 kg N/ha/rok).

Główne wyniki eksperymentu (Hinze i in., praca w recenzji) to:

- **Przyrost biomasy:** zwiększone nawożenie zwiększało produkcję biomasy korzeni i pędów (340–780%) wszystkich gatunków

turzyc; przyrost nie ustawał nawet przy najwyższej dawce składników odżywczych.

- **Przyrost biomasy był zależny od gatunku,** tj. zwiększanie dawki nawozu powodowało większy wzrost masy niektórych gatunków. Gatunki o największej całkowitej produkcji biomasy to *Carex acutiformis* (19,7 t/ha) i *Carex rostrata* (19,3 t/ha), podczas gdy pozostałe trzy gatunki wytwarzały biomasę wahającą się od 9 do 12 t/ha.
- **Rozkład** roślin był większy w przypadku turzyc nawożonych większymi dawkami składników odżywczych, ale dekompozycja korzeni była mniejsza niż przyrost biomasy korzeni - największą utratę masy korzeni zaobserwowano w przypadku *Carex elata* (62-74%), a najmniejszą w przypadku *C. lasiocarpa* i *C. appropinquata* (21-39% początkowej masy korzeni).
- **Potencjał tworzenia torfu:** turzyce mogą tworzyć torf nawet w warunkach dużego trofizmu siedliska. W przypadku renaturyzacji żyznych torfowisk, należy odtworzyć stosunki wodne sprzyjające rozwojowi turzyc o największym potencjale torfotwórczym (szczególnie *Carex acutiformis* i *C. rostrata*).



Po lewej i w środku: badania potencjału tworzenia torfu przez turzyce. Z prawej strony: *Carex appropinquata* - cała roślina (biomasa nadziemna i podziemna); Fotografie: Jürgen Kreyling, Franziska Tanneberger, Wiktor Kotowski



## Zalecenia wynikające z naszych badań

Mokradłowe strefy buforowe, w tym torfowiska, skutecznie usuwają azot i fosfor z wód gruntowych i powierzchniowych. Ponadto ponowne nawodnienie torfowisk daje dodatkowe korzyści, takie jak zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych, zwiększenie różnorodności gatunkowej organizmów wodno-błotnych oraz możliwości prowadzenia paludikultura.

→ Tam, gdzie jest to możliwe, należy powstrzymać odwadnianie torfowisk, a osuszone torfowiska należy zrenaturyzować, aby zmniejszyć uwalnianie składników pokarmowych. Zakładanie i właściwe zagospodarowanie stref buforowych na terenach podmokłych, wzdłuż linii brzegowej cieków i zbiorników wodnych, jest skuteczną metodą poprawy jakości wody.

Zdolność mokradeł do zatrzymywania składników odżywczych jest ograniczona, można ją zwiększyć koszując i wywożąc zasobną w azot i fosfor roślinność, i tym samym zmniejszając ilość biogenów w strefie buforowej (paludikultura).

→ Renaturyzację należy połączyć z wdrażaniem dobrych praktyk rolniczych, prowadzących do zmniejszenia niewykorzystanych nadwyżek nawozów na gruntach rolnych w zlewni.

Skuteczność usuwania składników odżywczych zależy od wielu czynników i może się różnić w różnych typach mokradeł.

→ Efektywność działania MSB można zwiększyć, dostosowując prace renaturyzacyjne do właściwości chemicznych dopływających wód i wprowadzanego ładunku zanieczyszczeń, właściwości gleb, czasu retencji wody i rodzaju roślinności strefy buforowej (Carstensen i in. 2020).

## Paludikultura i bagienne rolnictwo

Paludikultura to zrównoważone wykorzystanie rolnicze i leśne półnaturalnych oraz odtworzonych mokradeł. Zarówno paludikultura, jak i tradycyjne rolnictwo na zabagnionych glebach mineralnych, są odpowiednimi metodami gospodarowania w mokradłowych strefach buforowych (MSB). Rośliny wodno-błotne, takie jak pałka (*Typha spp.*) lub trzcina pospolita (*Phragmites australis*), dobrze rosną na żyznych glebach, okresowo zalewanych do głębokości nawet jednego metra. W zależności od gatunku i jakości biomasy, pozyskany surowiec może służyć jako materiał budowlany (np. materiały izolacyjne i pokrycia dachowe) lub surowiec dla bioenergetyki. Paludikultura, polegająca na odtwarzaniu zdegradowanych mokradeł, a następnie ich gospodarczym wykorzystaniu w sposób przyjazny dla środowiska, jest działaniem typu „win-win”, który przynosi korzyść zarówno człowiekowi, jak i przyrodzie. Ponadto zbiór biomasy pomaga w usuwaniu składników biogenicznych (w tym zanieczyszczeń rolniczych) z MSB, co zapobiega ich przemieszczaniu do wód powierzchniowych i podziemnych. Torfowiska w Holandii, z których pozyskiwano biomasę, wykazały skuteczność retencji azotu sięgającą 93-99% (Koerselmann 1989, Wassen i Olde Venterink 2009). Obecnie testowane są także inne typy paludikultura. Uprawa mchów torfowców może dostarczać surowca do produkcji substytutu torfu dla ogrodnictwa, a wypas bawołów wodnych może być zrównoważonym sposobem produkcji mięsa i produktów mlecznych na terenach podmokłych.



Po lewej: zbiór pałki (*Typha spp.*) w Kamp, Niemcy (fot. W. Wichtmann). Zdjęcie środkowe i po prawej: pellet energetyczny i płyty wielowarstwowe wykonane z trzciny i pałki (źródło: [www.wetland-products.com](http://www.wetland-products.com))



Wprowadzenie roślinności wodno-błotnej lub wspieranie jej odtwarzania i regularny zbiór biomasy może przywrócić proces torfotwórczy i znacząco zwiększyć ilość usuwanych przez torfowiska składników pokarmowych. Jest to także podstawowy warunek zrównoważonego użytkowania torfowisk.

→ Wdrożenie paludikultury powinno być brane pod uwagę podczas renaturyzacji torfowisk, zwłaszcza gdy głównym celem jest ograniczenie wymywania składników pokarmowych.

## Patrząc w przyszłość - korzyści i wyzwania związane z odtwarzaniem torfowisk i paludikulturą

Ponowne nawadnianie i zrównoważone użytkowanie torfowisk zapewniają społeczeństwu wiele usług ekosystemowych. Osiągnięcie sukcesu wymaga jednak zmierzenia się z szeregiem wyzwań.

### Korzyści:

- **Zapobieganie i ograniczenie występowania katastrof:** odtwarzanie mokradeł zapobiega powodziom, zanikaniu utworów organicznych i pożarom na torfowiskach.
- **Poprawa jakości wody i przywrócenie różnorodności biologicznej:** renaturyzacja terenów podmokłych ogranicza przemieszczanie związków biogenicznych do wód powierzchniowych i zakwity glonów, a tym samym pomaga przywrócić różnorodność biologiczną w ekosystemach wodnych.
- **Łagodzenie zmian klimatu:** właściwie przeprowadzone odtwarzanie torfowisk zmniejsza emisję gazów cieplarnianych i przyczynia się do ograniczania zmian klimatycznych.
- **Zrównoważone użytkowanie gruntów i surowce odnawialne:** paludikultura i bagienne rolnictwo umożliwiają przejście od gospodarki degradującej środowisko do zrównoważonego użytkowania gruntów, które zapewniają wiele usług ekosystemowych i wytwarzają odnawialne surowce wolne od paliw kopalnych, np. materiały budowlane. Stosując takie produkty można osiągnąć dodatkowe efekty w zakresie ochrony klimatu.

### Wyzwania:

- **Zmiany polityki rolnej:** celem Wspólnej Polityki Rolnej (WPR) Unii Europejskiej musi być wyeliminowanie dotacji, których skutki są szkodliwe dla środowiska. Systemy wsparcia (dotacje, płatności bezpośrednie) muszą zostać przeprojektowane, zgodnie z zasadą „publiczne pieniądze wyłącznie dla wspólnego dobra”. Polityka rolna dostosowana do potrzeb ochrony torfowisk zwiększyłaby również bezpieczeństwo gospodarowania na terenach rolniczych.
- **Potencjał plonowania i popyt:** potencjał ekonomiczny paludikultury zależy od plonu biomasy i zapotrzebowania na surowce. Zainteresowane strony muszą zidentyfikować i stworzyć nowe łańcuchy wartości i innowacyjne sieci gospodarcze.
- **Alternatywa dla niezrównoważonego użytkowania gruntów** (zaniechanie użytkowania, wydobywanie torfu, leśnictwo na gruntach zmeliorowanych): ponowne nawadnianie i wdrażanie systemów bagiennego rolnictwa (leśnictwa) jest rozwiązaniem zrównoważonym, które stwarza nowe możliwości dla rolników i leśników.
- **Zmiana postaw:** obecnie jedynie polityka dotycząca różnorodności biologicznej (dyrektywa siedliskowa i dyrektywa ptasia) uznaje korzyści płynące z odtwarzania torfowisk, podczas gdy niezrównoważone użytkowanie torfowisk jest nadal akceptowane przez społeczeństwo. Konieczna jest zmiana postaw społecznych i polityk, tak aby uwzględnić komplet usług ekosystemowych mokradeł, w tym oczyszczanie wody i łagodzenie zmian klimatu.
- **Sprzeczne cele między ochroną przyrody a paludikulturą:** jeśli przeważają aspekty ochrony przyrody, może być wymagana rewizja podejścia do sposobu i zakresu gospodarczego użytkowania terenu.
- **Cele polityczne i użytkowanie gruntów:** ostatecznym celem jest osiągnięcie określonych efektów w zakresie ochrony klimatu i jakości wody. Potrzebna jest zmiana paradygmatu użytkowania zasobów mokradeł z działań konwencjonalnych na paludikulturę.

## Literatura

- Carstensen, M.V., Hashemi, F., Hoffmann, C.C., Zak, D., Audet, J. & Kronvang, B. 2020: Efficiency of mitigation measures targeting nutrient losses from agricultural drainage systems: A review, *AMBIO*, vol. 49, no. 11, pp. 1820-1837.
- Hinzke, T., et al. (submitted to *Functional Ecology*): The peat formation potential of fen sedges increases with increasing nutrient levels.
- Koerselman, W. 1989: Groundwater and surface water hydrology of a small groundwater-fed fen. *Wetlands Ecology and Management* 1, 31–43.
- Walton, C.R., Zak, D., Audet, J., Petersen, R.J., Lange, J., Oehmke, C., Wichtmann, W., Kreyling, J., Grygoruk, M., Jabłońska, E., Kotowski, W., Wiśniewska, M.M., Ziegler, R. & Hoffmann, C.C. 2020: Wetland buffer zones for nitrogen and phosphorus retention: Impacts of soil type, hydrology and vegetation. *Science of the Total Environment*, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138709>
- Wassen, M.J., Olde Venterink, H. 2009: Comparison of nitrogen and phosphorus fluxes in some European fens and floodplains. *Applied Vegetation Science* 9, 213–222.
- Wichtmann, W., Schröder, C. & Joosten, H. 2016: Paludiculture – productive use of wet peatlands. *Climate protection - biodiversity - regional economic benefits*. Schweizerbart. Stuttgart.
- Wichmann, S. 2018: Economic incentives for climate smart agriculture on peatlands in the EU. University of Greifswald, Partner in the Greifswald Mire Centre. Report, 38 p.

**Autorzy:** Jelena Lange, Wendelin Wichtmann, Piotr Banaszuk, Tjorven Hinzke, Nina Körner, Jan Peters, Achim Schäfer, Jurate Sendzikaite, Tomasz Wilk, Marina Abramchuk

**Opracowanie polskiej wersji językowej:** Piotr Banaszuk i Andrzej Kamocki

**Kontakt:** [wichtmann@succow-stiftung.de](mailto:wichtmann@succow-stiftung.de)

### O projekcie:

Broszura informacyjna została opracowana w ramach projektu „*Development of Sustainable (adaptive) peatland management by Restoration and paludiculture*” (*DESIRE*), który jest finansowany przez program Unii Europejskiej INTERREG Region Morza Bałtyckiego 2014-2020, Europejski Fundusz Rozwoju Regionalnego (EFRR), Europejski Instrument Sąsiedztwa (ENI) i rosyjskie fundusze krajowe. Jest to flagowy projekt w ramach obszaru polityki *Nutri* Strategii Unii Europejskiej dla regionu Morza Bałtyckiego (SUERMB). Jest on współfinansowany przez *German Federal Environment Ministry's Advisory Assistance Programme* (AAP) dla ochrony środowiska w ramach projektu SPARPAN oraz przez *Baltic Sea Foundation* (BALTCF). Celem projektu *DESIRE* jest zwiększenie efektywności zarządzania torfowiskami w zlewni Niemna w celu ograniczenia uwalniania składników pokarmowych do wód i Morza Bałtyckiego. Projekt jest realizowany w okresie od stycznia 2019 do czerwca 2021 roku (30 miesięcy), przez ośmiu partnerów projektu, przy wsparciu dziewięciu organizacji stowarzyszonych z pięciu krajów - Niemiec, Polski, Litwy, Rosji i Białorusi. Partnerzy reprezentują regionalne i krajowe władze publiczne oraz instytucje badawcze. Projekt *DESIRE* jest koordynowany przez Uniwersytet w Greifswaldzie (Niemcy), a jego całkowity budżet wynosi 1,8 mln EUR.

Więcej informacji na stronach:

<https://projects.interreg-baltic.eu/projects/desire-183.html>

<https://www.moorwissen.de/en/paludikultur/projekte/desire/index.php>

[www.neman-peatlands.eu](http://www.neman-peatlands.eu)

