

WYKORZYSTANIE ZASOBÓW WODNYCH WOJEWÓDZTWA ŁÓDZKIEGO NA CELE ENERGETYKI I TOWARZYSZĄCEJ JEJ TURYSTYKI

Centrum Badań i Innowacji
PRO-AKADEMIA



PAN

POLSKA AKADEMIA NAUK



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



Łódzkie

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Publikacja powstała w ramach projektu „Bioenergia dla Regionu – Zintegrowany Program Rozwoju Doktorantów”
Projekt i publikacja współfinansowane ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego
Publikacja bezpłatna
Łódź 2012

RECENZENT: prof. dr hab. *Tadeusz Markowski*

AUTORZY: mgr *Joanna Lik* (koordynator prac), Uniwersytet Łódzki, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska
mgr *Joanna Soltuniak*, Uniwersytet Łódzki, Wydział Ekonomiczno-Socjologiczny

OPRACOWANIE REDAKCYJNE: *Bogusław Pielat*

© Copyright by Centrum Badań i Innowacji Pro-Akademia, 2012
© Copyright for this edition by Oddział Polskiej Akademii Nauk w Łodzi, 2012

Pro-Akademia ISBN 978-83-63704-01-8
PAN ISBN 978-83-86492-64-0

Autorzy dziękują Pani mgr inż. Marzenie Gaickiej z WZMiUW za udostępnienie niezbędnych materiałów, liczne konsultacje i organizowanie wizyt studyjnych w hydroelektrowniach. Paniom prof. dr hab. Marii Grzybkowskiej, prof. nadzw. dr hab. Małgorzacie Burchard-Dziubińskiej, dr Elizie Szczerkowskiej-Majchrzak za konsultacje i cenne wskazówki podczas pisania pracy, Panu dr. Tomaszowi Napierale za wykonanie mapki oraz wszystkim właścicielom małych elektrowni wodnych za współpracę.

Spis treści

| | |
|---|----|
| 1. Historia i ogólna charakterystyka hydroenergetyki w Polsce | 7 |
| 2. Małe Elektrownie Wodne | 12 |
| 2.1. Zalety i wady małych elektrowni wodnych | 13 |
| 3. Perspektywy rozwoju turystyki przy obiektach hydrotechnicznych..... | 14 |
| 3.1. Zalety rozwoju turystyki przy hydroelektrowniach..... | 16 |
| 4. Inwentaryzacja małych elektrowni wodnych w regionie | 17 |
| 4.1. Obiekty MEW w województwie łódzkim | 17 |
| 4.2. Analiza wrażliwości inwestycji w małą energetykę..... | 19 |
| 5. Energetyka wodna przy zbiornikach w województwie | 23 |
| 5.1. Zasoby wód stojących | 23 |
| 5.2. Klasyfikacja zbiorników wodnych..... | 24 |
| 5.3. Zbiorniki wodne w zlewni Bzury | 25 |
| 5.4. Zbiorniki wodne w zlewni Pilicy | 25 |
| 5.5. Zbiorniki wodne w zlewni Warty | 27 |
| 6. Energetyka wodna na rzekach województwa | 27 |
| 6.1. Zasoby powierzchniowych wód płynących województwa łódzkiego..... | 27 |
| 6.2. Zasoby wód powierzchniowych w zlewni Warty..... | 28 |
| 6.3. Zasoby wód powierzchniowych w zlewni Pilicy..... | 30 |
| 6.4. Zasoby wód powierzchniowych w zlewni Bzury | 31 |
| 7. Studium przypadku – Jeziorsko..... | 32 |
| 7.1. Wpływ zbiornika Jeziorsko na biocenozę rzeki poniżej piętrzenia..... | 32 |
| 8. Studium przypadku – Ner | 34 |
| 8.1. Reżim hydrologiczny | 35 |
| 8.2. Dopływy Neru..... | 35 |
| 8.3. Ner w Łodzi..... | 36 |
| 8.4. Nawodnienia rolnicze..... | 37 |
| 8.5. Wpływ powstania GOŚ na jakość wody w Nerze | 38 |
| 8.6. Odbudowa życia biologicznego w rzece..... | 40 |

| | |
|---|----|
| 8.7. Energetyczne wykorzystanie wód Neru | 41 |
| 8.7.1. Realizacja MEW na rzece Ner..... | 42 |
| 8.8. Turystyka w dolinie Neru | 45 |
| 8.8.1. Związek Gmin Nadnerzańskich..... | 46 |
| 8.8.2. Z wizytą w Małyniu | 47 |
| 9. Perspektywy dalszego rozwoju hydroenergetyki na terenie województwa łódzkiego..... | 49 |
| 10. Perspektywy rozwoju turystyki przy obiektach hydroenergetycznych województwa łódzkiego wraz z rekomendacjami | 52 |

1. Historia i ogólna charakterystyka hydroenergetyki w Polsce

„Energetyka wodna to sztuka korzystania z sił natury, to sztuka ochrony jej zasobów,
to świat maszyn i urządzeń, wpisany w krajobraz”

– Stanisław Januszewski,

Biuro Studiów i Dokumentacji Zabytków Techniki we Wrocławiu

Hydroenergia to energia powstająca z płynącej wody w wyniku zamiany energii spadku wody na elektryczną. Pozyskiwanie energii tą drogą uchodzi, obok korzystania z siły wiatru i słońca, za najbardziej „ekologiczny” sposób uzyskiwania prądu elektrycznego. Zdaniem hydrotechników, podczas wytwarzania energii przez elektrownię wodną do atmosfery nie dostają się żadne zanieczyszczenia, a poziom emitowanego hałasu jest niski [57].

Siłownie wodne zaczęły pojawiać się w Polsce już w XIX w., głównie na potrzeby przemysłu. Inicjatorem ich powstawania był Stanisław Staszic; lokalizowano je głównie na obszarze Podhala (na dopływach Wisły) oraz w Staropolskim Okręgu Przemysłowym (najstarszy okręg przemysłowy w Polsce, położony na obszarach dzisiejszych województw świętokrzyskiego, mazowieckiego i łódzkiego) [36].

Pierwszą hydroelektrownią była „Kamienna” (fot. 1, 2) na Drawie poniżej Głuska. Prace związane z budową podjęto w 1896 r., a na rok 1903 datuje się rozpoczęcie przemysłowej eksploatacji elektrowni o mocy 0,96 MW. Obecnie, położona na terenie Drawieńskiego Parku Narodowego, ta elektrownia wodna stanowi najciekawszy zabytek techniki o randze ogólnokrajowej [20].

Po I wojnie światowej powstały dwie elektrownie wodne na Pomorzu (Gródek i Żur), a w 1936 r. rozpoczęto realizację projektu budowy największej w tym czasie europejskiej zapory w Rożnowie, na Dunajcu. Zaporze towarzyszyć miała elektrownia o mocy 50 MW. Budowę z pewnymi zmianami zrealizowano dopiero w latach 90., a do użytku oddano w 1997 r. Wielkie elektrownie wodne – Włocławek i Żydowo – powstały na przełomie lat 60. i 70. XX w. Największa w Polsce elektrownia wodna szczytowo-pompowa (działająca zgodnie z dobowym rytmem zapotrzebowania energetycznego),

o mocy 680 MW, została uruchomiona w Żarnowcu, w 1983 r., a druga co do wielkości, Porąbka-Żar (500 MW) zaczęła generować energię w roku 1979. Kolejne duże, szczytowo-pompowe obiekty w historii polskiej hydroenergetyki to Czorsztyn-Niedzica (92 MW) oraz zmodernizowany zespół dwóch elektrowni wodnych Solina-Myczkowce, piętrzących wody Sanu [36].



Fot. 1. Turbina w MEW Cieszanowice, autor: J. Lik



Fot. 2. Turbina w elektrowni wodnej Jeziorsko, autor: J. Lik

Mimo że energetyka wodna ma w Polsce długą tradycję, to warunki do rozwoju tej dziedziny gospodarki nie są sprzyjające. Hydroenergetyczny potencjał Polski w porównaniu z powierzchnią całego kraju jest niski. Ponieważ w Polsce zdecydowanie przeważają tereny nizinne, to spadki koryta rzek są niewielkie. Nierównomiernie rozmieszczone i niezbyt obfite opady, a także duża przepuszczalność gruntów utrudniają retencjonowanie wody [69]. Zasoby energii wodnej wyraża się w ilości energii elektrycznej, jaką można pozyskać z cieków wodnych w ciągu roku. Teoretyczny potencjał hydroenergetyczny Polski szacuje się na 13,65 TWh/rok, natomiast zasoby techniczne możliwe do eksploatacji to 11,95 TWh/rok [35].

Wisła wraz z dopływami daje 77,6% potencjału hydroenergetycznego (9,27 TWh/rok), a Odra wraz z dopływami odpowiednio 20,1% i 2,4 TWh/rok. Reszta (2,3%) to potencjał pozostałych rzek, głównie Pomorza i Pojezierza Mazurskiego [35].

Obecnie na terytorium Polski istnieje 738 elektrowni wodnych o łącznej mocy 946 345 MW. Przeważają instalacje do 0,3 MW, dużych elektrowni (powyżej 10 MW) jest jedynie 6 (por. tab. 1). Procentowy udział energii pozyskiwanej z wody jest niewielki (rys. 1).

Tabela 1

Elektrownie wodne Polski

| Województwo | Moc do 0,3 MW | Moc do 1 MW | Moc do 5 MW | Moc do 10 MW | Moc >10 MW | Szczytowo-pompowe ^{a)} |
|---------------------|---------------|-------------|-------------|--------------|------------|---------------------------------|
| pomorskie | 87 | 16 | 4 | 1 | | |
| dolnośląskie | 60 | 21 | 11 | 2 | | |
| warmińsko-mazurskie | 74 | 7 | 3 | | | |
| zachodniopomorskie | 59 | 3 | 3 | | | |
| kujawsko-pomorskie | 44 | 5 | 3 | 1 | 2 | |
| lubuskie | 31 | 13 | 9 | | | 1 |
| małopolskie | 30 | 5 | 8 | 1 | 1 | 1 |
| łódzkie | 36 | | 2 | | | |
| świętokrzyskie | 34 | 1 | | | | |
| opolskie | 17 | 4 | 11 | | | |
| śląskie | 27 | 1 | | | 2 | |
| wielkopolskie | 22 | 1 | 5 | | | |
| lubelskie | 20 | 1 | | | | |
| mazowieckie | 19 | 2 | | | 1 | |
| podkarpackie | 10 | 1 | | 1 | | 1 |
| podlaskie | 12 | | | | | |
| SUMA | 582 | 81 | 59 | 6 | 6 | 3 |

^{a)} Lub przepływowe z członem pompowym.

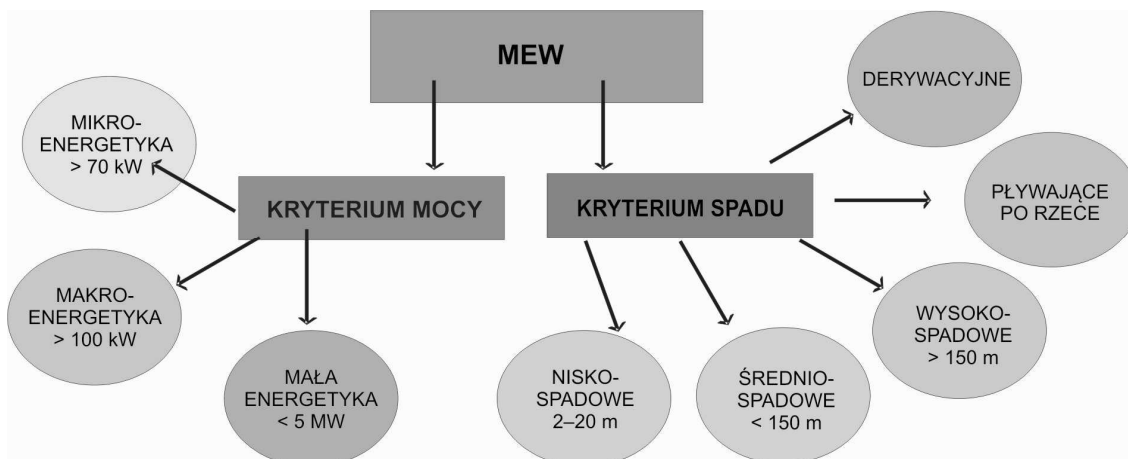
Źródło: oprac. własne na podstawie danych Urzędu Regulacji Energetyki (URE), 2011.



Rys. 1. Struktura pozyskania energii z odnawialnych źródeł w Polsce na podstawie danych ze strony <http://elektrowniewodne.freehost.pl/elektrownie.html>

2. Małe Elektrownie Wodne

W Polsce do grupy obiektów klasyfikowanych jako Małe Elektrownie Wodne (dalej: MEW) zalicza się elektrownie o mocy zainstalowanej poniżej 5 MW (rys. 2). Takie samo kryterium stosuje się w większości państw Europy Zachodniej (poza krajami Skandynawskimi, Szwajcarią i Włochami, gdzie za „małe” uznaje się elektrownie nie przekraczające mocy 2 MW) [54].



Rys. 2. Podział małej energetyki wodnej na podstawie danych ze strony http://odnawialna.w.interia.pl/technologie_w.htm

W MEW można wykorzystywać potencjał niewielkich rzek, rolniczych zbiorników retencyjnych, systemów nawadniających, wodociagowych, kanalizacyjnych, kanałów przetrutowych. Konstrukcja urządzeń hydrotechnicznych w tych obiektach jest nieskomplikowana, a budynki małych elektrowni mają niewielkie gabaryty [38].

2.1. Zalety i wady małych elektrowni wodnych

Pozytywne aspekty budowy małych elektrowni wodnych [52]:

- retencja powierzchniowa i gruntowa; zmniejszanie zagrożenia przeciwpowodziowego,
- bieżący monitoring jakości wody; obsługa elektrowni jest w stanie wychwycić wszelkie niepokojące zmiany,
- utrzymywanie stopni wodnych, jazów, kanałów, przepławek przez właścicieli MEW, co odciąża Skarb Państwa od ponoszenia tych kosztów,
- konserwacja rzek w obrębie cofki, jazów i dolnej wody; właściciele MEW zobowiązani są do utrzymywania odcinka rzeki powyżej i poniżej budowli piętrzącej, dzięki której działa elektrownia,
- oczyszczanie rzek; hydroelektrownie wyposażone są w kraty wlotowe, na których zatrzymują się wszelkie nieczystości znajdujące się w rzece (czyszczenie krat oraz wywóz nieczystości należą do obowiązków właścicieli MEW),
- utrzymywanie punktów czerpania wody – współuczestniczenie w akcjach przeciwpowodziowych i przeciwpowodziowych,
- budowa przepławek, które umożliwiają migracje rybam oraz innym organizmom wodnym,
- ochrona zabytków poprzez budowę i konserwację budowli hydrotechnicznych, budynków i urządzeń technicznych,
- tworzenie nowych miejsc pracy na terenach słabo zurbanizowanych przy eksploatacji elektrowni, turystyce, a przede wszystkim budowie i konserwacji MEW,
- miejsce pracy dla rodzimych producentów urządzeń dla MEW,
- rezerwowe źródło energii, nie generujące emisji szkodliwych gazów i nieczystości; zmniejszone uzależnienie od importu paliw,
- działania proekologiczne, edukacyjne w zakresie odnawialnych źródeł energii, także turystyka.

Negatywne aspekty budowy małych elektrowni wodnych [31]:

- przerwanie ciągłości rzeki i utrata przez nią naturalnego charakteru, ze wszelkimi tego konsekwencjami; zubożenie ekosystemu wodnego poniżej piętrzenia (zanik gatunków ryb prądolubnych oraz zimnolubnych, rozwój populacji ryb preferujących wody stagnujące; zmniejszenie różnorodności fauny bezkręgowej, uniemożliwienie migracji ryb (jeżeli nie ma przepławki); w przypadku, kiedy przepławka jest, często okazuje się, że ryby niechętnie z niej korzystają,
- uszkodzenia ryb przepływających przez niezabezpieczone turbiny,

- zmiany w termice i chemizmie wód, w ilości osadów w rzece poniżej piętrzenia,
- zwiększenie erozji dennej, zmiana substratu dennego (najczęściej na drobniejszy), obniżenie dna rzeki oraz poziomu wód gruntowych,
- mała wydajność energetyczna hydroelektrowni w porównaniu z innymi odnawialnymi źródłami energii,
- wysokie koszty budowy; długi i trudny proces inwestycyjny,
- niestabilność dostaw prądu do sieci; ilość produkowanej energii związana z wahaniami przepływów w rzece,
- protesty społeczne towarzyszące budowie i eksploatacji MEW.

3. Perspektywy rozwoju turystyki przy obiektach hydrotechnicznych

Strategią produktu turystycznego w znaczeniu formalnym „określa się oficjalny dokument, powstający w sposób planowy, określający warunki kreowania, modyfikacji i ulepszania produktu turystycznego w określonym miejscu i czasie, uzależniony od charakteru tego produktu. W znaczeniu pragmatycznym jest to proces dostosowywania produktu do obecnych oraz przyszłych potrzeb, wymagań i oczekiwań turystów” [32].

Istnieje potrzeba ustalenia wyżej wymienionej strategii rozwoju turystyki dla obiektów hydrotechnicznych w województwie łódzkim. Można przy tym oprzeć się na bezpośrednich obserwacjach, a także korzystać z analizy porównawczej i benchmarkingu.

Obiekty hydrotechniczne i hydroenergetyczne cieszą się znacznym zainteresowaniem ze strony turystów. Duże elektrownie wodne często stają się celem lub główną atrakcją wycieczek, a małe obiekty hydroenergetyczne są oglądane bądź zwiedzane przy okazji, chociażby ze względu na atrakcyjną formę techniczną, architektoniczną, interesującą konstrukcję. W tym momencie można zatem zaklasyfikować małe elektrownie wodne jako atrakcje drugorzędne (według Johna Swarbrooke’a) [25].

Również w Polsce niektóre obiekty hydroenergetyczne są udostępniane do zwiedzania. Ich właściciele proponują zwiedzanie elektrowni wodnych jako obiektów działających w ciekawy sposób, często mających interesującą historię, położonych w miejscach niezwykle pięknych. W niektórych hydroelektrowniach można zwiedzać część znajdującą

się pod wodą. Z uwagi na to że obiekty hydroenergetyczne są nierozzerwalnie powiązane z wodą, niekiedy można dotrzeć do nich drogą wodną, wzbogacając wycieczkę np. o spływ kajakowy. W kilku elektrowniach można zwiedzać wystawę poświęconą historii energetyki wodnej. W elektrowni wodnej w Solinie proponuje się przykładowo seans filmowy o energetyce odnawialnej [19].

Wstępnie prognozuje się, że w przypadku województwa łódzkiego w zakresie turystyki powiązanej z hydroenergetyką jej rozwój skoncentruje się na elektrowniach wodnych towarzyszących zbiornikom zaporowym (Smardzewice, Jeziorsko, Cieszanowice). Przyczyną tego jest położenie owych obiektów na terenach o dużych walorach przyrodniczych. O popularności elektrowni przyzbiornikowych decydują także inne atrakcje, głównie walory rekreacyjne zbiorników wodnych, korzystanie z dostępnej bazy turystycznej. Wydaje się, że tak położone elektrownie ze względu na lepszy dostęp komunikacyjny i lepsze zagospodarowanie okolicznych terenów mają większe szanse stać się atrakcjami turystycznymi.

Same zbiorniki są także ciekawe z technicznego punktu widzenia – chociażby budowa zapory, jej konstrukcja. Elektrownie przy zbiornikach są z nimi integralnie związane i wkomponowane w okoliczny krajobraz. Pytanie, czy część właścicieli zgodziłaby się udostępnić je na pewnych warunkach i w określonym zakresie zwiedzającym, a także podzielić się swoją wiedzą na temat odnawialnych źródeł energii (dalej: OZE)?

Przy stosunkowo małych rozmiarach obiektów hydroenergetycznych, jakie przeważają w województwie łódzkim, ofertę zwiedzania należy skierować do określonego rodzaju odbiorców, którzy wykazują zainteresowanie tą tematyką. Można przyjąć, że adresatami powyższej oferty staną się głównie uczniowie i studenci (wycieczki edukacyjne) oraz inwestorzy działający/planujący rozpocząć działalność w sektorze OZE (wycieczki biznesowe).

Działalność biznesowa polegająca na inwestowaniu i eksploatacji elektrowni wodnej powinna być zgodna z zasadą zrównoważonego rozwoju – na polu ekonomicznym, społecznym, ekologicznym. O społecznej odpowiedzialności biznesu można mówić w przypadku systemowego podejścia do potrzeb społecznego otoczenia firmy i łączenia celów biznesowych z kwestiami społecznymi. Firmy stosujące się do tych zasad powinny kierować się otwartością, innowacyjnością, odpowiedzialnością i transparentnością. Budowanie dobrych relacji ze społeczeństwem jest zgodne z tymi wartościami. Szerzenie i propagowanie edukacji środowiskowej, a także udostępnianie obiektów hydroenergetycznych dla zwiedzających jest przy tym podejściu jak najbardziej uzasadnione i wskazane.

Z uwagi na to, że głównym celem działania elektrowni wodnej jest produkcja energii, liczba odwiedzających może podlegać pewnym ograniczeniom. Niewielka skala zwiedza-

jących dla niektórych właścicieli MEW może mieścić się w spektrum społecznej odpowiedzialności biznesu oraz transparentności i być akceptowalna.

Jednakże przy prognozowaniu i planowaniu wycieczek turystycznych po obiektach hydroenergetycznych należy ustalić warunki opłacalności inwestycji w branżę turystyczną. Samo dostosowanie obiektu dla zwiedzających może generować duże koszty. Część obiektów, chociażby ze względu na niewielkie rozmiary, będzie można obejrzeć tylko z zewnątrz.

3.1. Zalety rozwoju turystyki przy hydroelektrowniach

Rozwój usług turystycznych powiązanych z obiektami hydroenergetycznymi ma wiele pozytywnych aspektów:

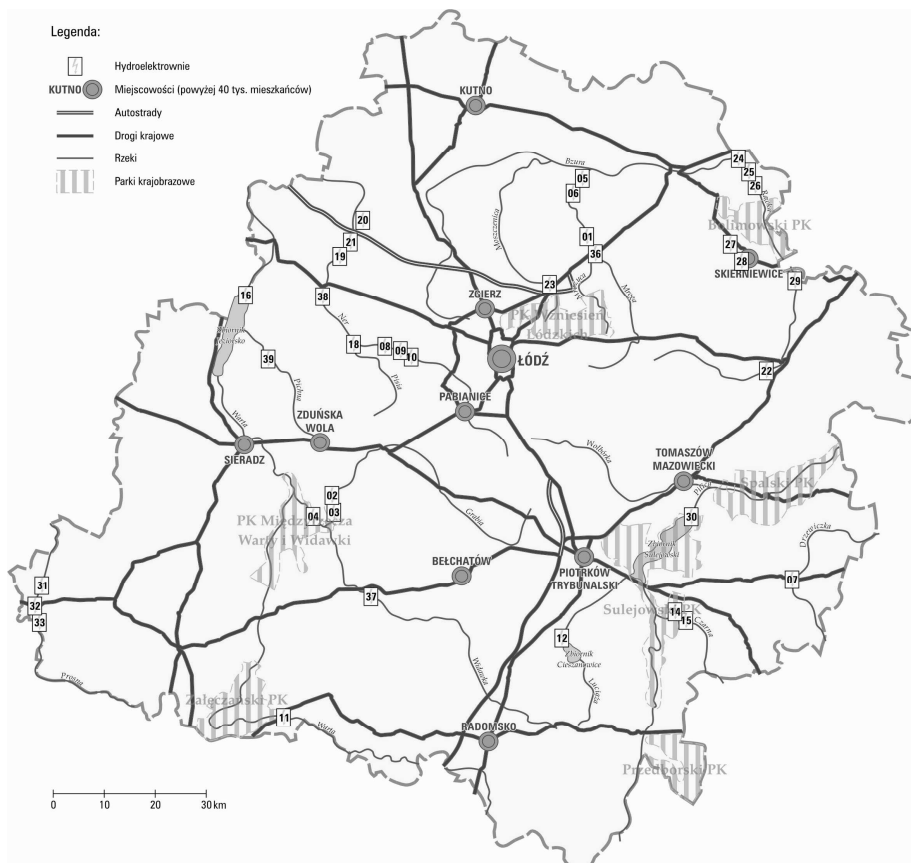
- zapewnia lepszy wizerunek OZE, co może mieć przełożenie na rozwój całej branży,
- daje możliwość prowadzenia edukacji proekologicznej, mającej duże znaczenie społeczne i środowiskowe, choć jest to wartość niemierzalna,
- zadbane i uporządkowany teren wokół elektrowni i okolicznych obszarów podnosi wartość przestrzeni (rozwój zrównoważony) [26],
- przynosi rozwinięcie informacji turystycznej, oznaczenie terenu, np. tabliczkami informacyjnymi,
- często ulepszona zostaje infrastruktura transportowa – zwłaszcza drogi prowadzące do MEW,
- następuje dywersyfikacja oferty turystycznej danego rejonu,
- ma wpływ na rozwój infrastruktury turystycznej (początkowo może być to otworzenie sklepu spożywczego czy kiosku, a w dalszej perspektywie obiektów gastronomicznych mających znaczenie dla okolicznej ludności i turystów),
- dla właścicieli elektrowni wodnych, biur turystycznych, przewodników turystycznych konkretne przychody finansowe uzależnione są od zainteresowania, ale też od umiejętności kreowania produktu turystycznego,
- oferuje mieszkańcom możliwość zatrudnienia nie tylko w elektrowniach wodnych (przy eksploatacji), ale także w branży turystycznej, zwłaszcza w regionach atrakcyjnych turystycznie.

Obiekty OZE są coraz bardziej widoczne w polskim krajobrazie. Turystyka zorganizowana wokół tych obiektów pozwoliłaby zaznajomić się ze zmieniającym krajobrazem i oswoić z nową rzeczywistością.

4. Inwentaryzacja małych elektrowni wodnych w regionie

4.1. Obiekty MEW w województwie łódzkim

W 2011 r. na obszarze województwa pracowało 39 MEW. Najwięcej hydroelektrowni znajduje się na Nerze (9) oraz Rawce (6), por. tab. 2; rys. 3.



Rys. 3. Rozmieszczenie hydroelektrowni w województwie łódzkim, autor: T. Napierała.

Tabela 2

Hydroelektrownie województwa łódzkiego

| Lp. | Miejscowość | Rzeka | Gmina |
|-----|------------------------------|-------------------------|---------------------|
| 1 | Ziewanice | Mroga | Głowno |
| 2 | Brzeski | Grabia | Sędziejowice |
| 3 | Nowe Kozuby | Grabia | Sędziejowice |
| 4 | Podgórze | Widawka | Sędziejowice |
| 5 | Janinów | Mroga | Bielawy |
| 6 | Psary | Mroga | Bielawy |
| 7 | Opoczno | Drzewiczka | Opoczno |
| 8 | Puczniew | Ner | Lutomiersk |
| 9 | Charbice Górne | Ner | Lutomiersk |
| 10 | Charbice Dolne | Ner | Lutomiersk |
| 11 | Działoszyn | Warta | Działoszyn |
| 12 | Cieszanowice | Luciaża | Gorzkowice |
| 13 | Dąbrowa n. Czarną | Czarna | Aleksandrów |
| 14 | Dąbrowa n. Czarną (2 MEW) | Czarna | Aleksandrów |
| 15 | Siucice | Czarna | Aleksandrów |
| 16 | Jeziorsko | Warta, zb. Jeziorsko | Pęczniew |
| 17 | Małyń | Ner, Pisia | Zadzim |
| 18 | Małyń (2 MEW) | Ner, Pisia | Zadzim |
| 19 | Wilkowice | Ner | Wartkowice |
| 20 | Kolonia Borek | Ner | Wartkowice |
| 21 | Wólka | Ner | Wartkowice |
| 22 | Rawa Mazowiecka | Rawka, zb. Tatar | m. Rawa Maz. |
| 23 | Stryków | Moszczenica | m. Stryków |
| 24 | Kęszyce-Wieś | Rawka | Bolimów |
| 25 | Sokołów | Rawka | Bolimów |
| 26 | Bolimowska Wieś | Rawka | Bolimów |
| 27 | Sierakowice | Rawka | Skierniewice |
| 28 | Strobów | Rawka | Skierniewice |
| 29 | Suliszew | Rawka | Nowy Kawęczyn |
| 30 | Smardzewice | Pilica (Zb. Sulejowski) | Tomaszów Mazowiecki |
| 31 | Kowalówka | Prosna | Wieruszów |

Tabela 2 (cd.)

| Lp. | Miejscowość | Rzeka | Gmina |
|-----------|----------------|------------------|-----------|
| 32 | Wieruszów | Prosna | Wieruszów |
| 33 | Meszary | Prosna | Wieruszów |
| 34– 36 | Głowno (3 MEW) | (Mroga, Mrożyca) | Głowno |
| 37 | Szczerców | Widawka | Szczerców |
| 38 | Bałdrzychów | Ner | Poddębice |
| 39 | Skęczno | Pichna | Zadzim |

Źródło: J. Sołtuniak, *Ekonomiczne podstawy inwestycji w MEW na przykładzie elektrowni w woj. łódzkim*, „Gospodarka w Praktyce i Teorii” 2011, nr 2.

4.2. Analiza wrażliwości inwestycji w małą energetykę

Budowa elektrowni wodnej i jej eksploatacja łączą się z dużym ryzykiem związanym ze skomplikowanymi i długotrwałymi procedurami administracyjno-prawnymi, które wpływają zarówno na efektywność inwestycji, jak i na amortyzację czy płynność kredytową.

Inwestycja w MEW jest silnie uzależniona od warunków naturalnych. Wartość przychodu zależy bezpośrednio od wielkości przepływu w rzece (pośrednio od opadów atmosferycznych w zlewni) i cen energii, jakie będą obowiązywały w przyszłości. Stopień wykorzystania płynącej wody zależy od sprawności i rodzaju turbiny.

Zlewnia w zależności od pokrycia powierzchni różnie reaguje na opad atmosferyczny. Gdy na jej terenie przeważają lasy, to spływ opadu jest rozłożony w czasie, przepływy są okresowo nieco większe i dłużej się utrzymują, gdy powierzchnia zlewni jest wybetonowana – to opad szybko spływa i następują gwałtowne wzrosty przepływów wody, ale ich czas trwania jest krótki. Elektrownie wodne przy zbiornikach są w lepszym położeniu – nie są uzależnione od chwilowego przepływu, przepływ można w pewnym okresie regulować.

W kontekście potrzeb analizy ważne są czasy trwania poszczególnych przepływów. Trzeba założyć również możliwą przerwę na zjawiska śrężowe, zlodzenie itd. Ze względu na to, że zjawiska atmosferyczne i w ślad za nimi hydrologiczne są niezależne od woli ludzkiej, trzeba założyć w perspektywie prawdopodobieństwo występowania tzw. lat suchych lub mokrych, które będą wpływać na produkcję i wielkość energii. W przypadku

lat suchych trzeba założyć, że przy pozostawieniu przepływu biologicznego może pozostać niewiele wody do spracowania, w latach mokrych z kolei jest dużo wody i występuje duża produkcja energii, ale trzeba też zauważyć, że przy bardzo wysokich stanach wód i przepływach elektrownia może być z powodów bezpieczeństwa wyłączana. Prognozy czasu trwania i prawdopodobieństwo wystąpienia określonych wielkości przepływu uzyskać można z danych Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej lub, jeśli takimi danymi IMGW nie dysponuje, trzeba oprzeć się na ekstrapolacji danych.

W prognozie dotyczącej wielkości produkcji energii trzeba odnieść się do przepływu średniego rocznego i w zależności od rodzaju turbiny kalkulować możliwą ilość energii do wytworzenia. Powinno się przewidzieć pewien przedział czasu na awarie i remonty. Wielkość wyprodukowanej energii zależy w znacznym stopniu od rodzaju turbiny. Niektóre są regulowane i pracują przy zmiennym przepływie w określonym zakresie jego zmienności. Jednakże największa sprawność turbin zależy od konkretnych wielkości przepływu. Turbiny przystosowane do stałej wielkości przepływu mogą nie spracować większej ilości wody płynącej, a do tego zaczynają pracować przy określonej wielkości przepływu.

Przyszłe przychody uzależnione są też od cen energii. Można prognozować w następnych latach znaczny wzrost cen energii elektrycznej. Rosną ceny węgla kamiennego i brunatnego – surowców wykorzystywanych do jej produkcji – gdyż zasoby tych kopalin ulegają stopniowemu wyczerpywaniu. Działające elektrociepłownie i elektrownie wymagają remontów, nowych technologii wytwarzania i w związku z tym koszt pozyskania energii będzie wyższy. Oprócz tego dochodzą opłaty związane z emisją CO₂. Wszystkie dostępne prognozy wskazują na wzrost cen energii. Ekspertyzy zakładają po roku 2013 wzrost cen energii rzędu 50 do 70% w 2020 r. [26], a nawet do 200% [23]. Generalnie prognozy Komisji Europejskiej zapowiadają 22% wzrost cen energii w całej Unii Europejskiej, nie rozgraniczając ich niestety na poszczególne państwa do dalszych analiz [40]. Można to uznać, ze względu na znaczne nawęglenie polskiej energetyki, kilkukrotnie większe niż średnia dla UE, za błąd metodologiczny i, niestety, nie tylko metodologiczny, bo konsekwencje społeczne gwałtownych wzrostów cen energii mogą być znaczne. Trzeba również zauważyć, choć nie jest to przedmiotem niniejszej pracy, że może dojść do wykluczenia społecznego dużej grupy ludności ze względu na wzrost cen energii. Rolą państwa i UE będzie zapanowanie nad tą sytuacją.

Ponadto zmiany, jakie zachodzą w Polsce i na świecie, tzn. zmiany klimatu, wzrost gospodarczy, coraz częstsze używanie urządzeń elektrycznych, powodują większe zużycie energii elektrycznej, szacowane według Ministerstwa Gospodarki na 2,2% rocznie [24].

Aby nie dopuścić do niedoborów energii ze względu na prognozowany wzrost zużycia powinno się budować nowe elektrownie. Od roku 2013 elektrownie emitujące zanieczyszczenia będą musiały kupować pozwolenia na emisję dwutlenku węgla, początkowo na część ilości emisji, po 2020 r. na całkowitą emisję. Znacznie podniesie to koszty produkcji energii ze źródeł konwencjonalnych i urealni ceny tej energii o koszty zanieczyszczenia środowiska. Sprawí to, że energia pochodząca z OZE stanie się bardziej konkurencyjna.

Ekonomiczny mechanizm wsparcia dla producentów odnawialnej energii – system zielonych certyfikatów, będzie obowiązywać do 2018 r. Później, według założeń, ceny energii będą tak wysokie, że energia z OZE stanie się konkurencyjna cenowo wobec energetyki konwencjonalnej bez mechanizmów wsparcia, producenci energii mają zatem zapewnione jeszcze przez kilka lat określone dochody z tytułu sprzedaży zielonych certyfikatów. Producenci energii ze źródeł konwencjonalnych będą musieli kupować po 2013 r. pozwolenia na emisję CO₂. Ta regulacja stopniowo nakłada obowiązek coraz większej ilości zakupu uprawnień do emisji węgla, a ich zakup będzie powodował, że cena energii ze źródeł konwencjonalnych musi wzrastać i coraz bardziej opłacalna będzie niskoemisyjna produkcja.

Każdą inwestycję powinno się zweryfikować pod kątem ryzyka ekonomicznego i technicznego. Ryzyko ekonomiczne można zobrazować jako niepowodzenie przy finansowaniu budowy elektrowni lub też brak możliwości sprzedaży produktu. Wydaje się, że na etapie inwestycyjnym największym problemem jest znalezienie źródła finansowania i spełnienie wielu rygorystycznych założeń wymaganych od finansującego.

Inwestycja w MEW wiąże się z dużymi wydatkami na zakończenie procedury administracyjnej – budowę elektrowni. Część inwestorów ubiega się o finansowanie budowy zewnętrznymi środkami. Można je uzyskać m. in. z funduszy unijnych, z WFOŚiGW i – na duże inwestycje – z NFOŚiGW, natomiast łączą się one ze spełnieniem wielu restrykcyjnych założeń. Banki też oferują finansowanie inwestycji proekologicznych, ale często na zasadach komercyjnych. Część inwestorów korzysta z tzw. montażu finansowego – finansowania inwestycji z kilku źródeł. Jeśli inwestor otrzyma zewnętrzne wsparcie finansowe, to najważniejsza jest regularna spłata kredytu. Tu problemem mogą okazać się warunki atmosferyczno-hydrologiczne. Mała produkcja energii w związku z niewielkimi przepływami wody może spowodować zachwianie równowagi kredytowej. Na etapie eksploatacji mogą wystąpić również remonty, awarie i związane z tym przestoje w produkcji energii, które wiążą się z ryzykiem niespłacania inwestycji z powodu braku środków.

Z uwagi na sytuację gospodarczą w kraju, brak spójnych i klarownych czynników decyzyjnych w opcjach inwestycyjnych, projekty można zweryfikować pod kątem ekonomicznym na etapie fazy budowy w dwóch wariantach inwestycyjnych, zależnych od skali:

- mniejsza skala projektu [używane środki trwałe], mniejsza produkcja – mniej wydajny sprzęt, ryzyko zerwania umowy (duże koszty utrzymania, mały zwrot z inwestycji), zaangażowanie personelu, koszty eksploatacji. Poniesienie niższych kosztów zakupu na początku realizacji + wzrost kosztów eksploatacji w rachunku wyników w okresie kilku pierwszych lat;
- większa skala projektu [nowe środki trwałe], większe zaangażowanie własnych środków na początku inwestycji, brak kosztów w okresie gwarancyjnym na wydatki eksploatacyjne, większy dochód związany z wydajnością sprzętu, koszty eksploatacji adekwatne do wymiaru do przychodów po okresie gwarancyjnym.

Jeśli chodzi o ryzyko braku możliwości sprzedaży produktu to jest to mało prawdopodobne. Gdy są już podpisane umowy z zakładem energetycznym i przyznana jest koncesja, to występuje obowiązek ustawowy wynikający z przepisów prawa energetycznego na zakup energii ze źródeł odnawialnych [53].

Ryzyko techniczne można określić jako niemożność kontynuacji celów produkcyjnych z powodu uwarunkowań geograficznych, geologicznych oraz hydrologicznych związanych z zaprzestaniem produkcji energii oraz pogłębiającym się stanem zadłużenia z uwagi na brak generowania dochodu z inwestycji. Jeśli chodzi o konkretne rozwiązania techniczne, to przy ich wyborze powinno się kierować dbałością o ochronę środowiska. Środowiskowy etap inwestycyjny jest jednym z pierwszych etapów przy spełnianiu procedur administracyjnych i już wówczas, przy niezakończonym etapie dbałości o środowisko, inwestycja może nie zostać zaakceptowana.

Przy wyborze turbin wodnych należy zwracać uwagę i kierować się sprawnością urządzeń, ich trwałością, doświadczeniami producenta i ceną. Trzeba wybrać optymalne rozwiązanie; ważna jest też bezawaryjność urządzeń hydroenergetycznych. Decydując o wyborze warto przeanalizować stosunek nakładów do efektów.

5. Energetyka wodna przy zbiornikach w województwie

5.1. Zasoby wód stojących

Zasoby wód stojących na terenie województwa łódzkiego szacuje się na 10 770 ha, co stanowi 0,6% jego powierzchni. Istniejące zasoby wód stojących to głównie zbiorniki sztuczne, zespoły stawów rybnych, podmokłe tereny torfowo-bagienne oraz zbiorniki systemów melioracyjnych [54]. W centrum Polski brakuje większych naturalnych zbiorników wodnych, także liczba małych zbiorników retencyjnych jest niewystarczająca. Zbiorniki retencyjne pełnią ważne funkcje gospodarcze, m. in. przeciwpowodziowe, związane z zapobieganiem skutkom suszy, wykorzystywane są na potrzeby nawodnień rolniczych, ekologiczne, krajobrazowe, turystyczno-wypoczynkowe. Zmienność klimatyczna oraz słabo rozwinięty system retencji wód są przyczynami tego, że niektóre rzeki (m. in. Ner, Warta, Bzura) nadal stwarzają zagrożenie powodziowe na wielu obszarach naszego regionu. W związku z tym istotne znaczenie dla bezpieczeństwa przeciwpowodziowego ma utrzymanie dobrego stanu technicznego urządzeń przeciwpowodziowych w woje-

Tabela 3

Zestawienie większych zbiorników wodnych w województwie łódzkim

| Zbiornik | Rzeka | Zlewnia | Powierzchnia (ha) | Pojemność (tys. m ³) |
|--------------|-------------|---------|-------------------|----------------------------------|
| Cieszanowice | Luciąża | Pilicy | 217 | 7 340 |
| Miedzna | Wąglanka | Pilicy | 185 | 3 800 |
| Drzewica | Drzewiczka | Pilicy | 81 | 1 500 |
| Słok | Widawka | Warty | 80 | 1 880 |
| Wawrzkowizna | Widawka | Warty | 18,13 | 270 |
| Próba | Żeglina | Warty | 21,4 | |
| Zadębie | Skierniewka | Bzury | 25,7 | 642 |
| Bugaj | Wierzejka | Pilicy | 52 | 766 |
| Rydwan | Bobrówka | Bzury | 80 | 696 |
| Okręt | Bobrówka | Bzury | 200 | 2 588 |

Źródło: na podstawie Wojewódzkiego Programu Małej Retencji.

wództwie. Największe zbiorniki retencyjne w regionie to Zbiornik Jeziorsko (42,3 km²) oraz Zalew Sulejowski (27 km²), stanowią one ponad 50% ogólnej powierzchni wód stojących województwa [54]. W znaczny sposób wpływają na zwiększenie zasobów dyspozycyjnych wód powierzchniowych regionu łódzkiego. Typowych zbiorników małej retencji o powierzchni od 5 do 50 ha na terenie województwa jest tylko 139, łączna ich powierzchnia to 1694 ha, co stanowi 15,7% łącznej powierzchni wszystkich zbiorników. Większe zbiorniki w regionie przedstawiono w tab. 3 [64].

5.2. Klasyfikacja zbiorników wodnych

Ze względu na sposób budowy:

- zbiorniki zaporowe, powodujące zalanie części doliny,
- zbiorniki kopane,
- zbiorniki tzw. liniowe, gdy następuje podpiętrzenie wody w cieku, bez wystąpienia jej z brzegów. W tym ostatnim przypadku mówi się często o tzw. retencji korytowej.

Z uwagi na sposób przeznaczenia i wykorzystania zbiorników wodnych można je podzielić na:

1) zbiorniki magazynujące wodę na potrzeby gospodarcze:

- do nawodnień rolniczych,
- do zaopatrzenia wsi i gospodarstw w wodę,
- do towarowej hodowli ryb,
- przeciwpożarowe,
- wodopoje,
- do pozyskiwania energii;

2) zbiorniki rekreacyjne i ozdobne:

- kąpieliska,
- parkowe, przydomowe, działkowe,
- wędkarskie (nieprzemysłowa hodowla ryb);

3) zbiorniki ekologiczne:

- enklawy dla flory i fauny wodnej,
- biofiltry wykorzystywane do oczyszczania wody,
- infiltracyjne,
- wodopoje dla dzikiej zwierzyny;

4) zbiorniki do ochrony przed erozją wodną;

5) zbiorniki przeciwpowodziowe.

Warto podkreślić, że wiele zbiorników może jednocześnie pełnić kilka funkcji.

5.3. Zbiorniki wodne w zlewni Bzury

Rydwan i Okręt to jedyne większe zbiorniki na terenie województwa łódzkiego o pochodzeniu naturalnym. Położone w obniżeniach doliny rzeki Bobrówki, w powiecie łowickim, jeziora pochodzenia polodowcowego cechują się bogactwem ptactwa wodnego, występuje tutaj również szata roślinna obfitująca w gatunki chronione. Dla okolicznej ludności pełnią funkcję rekreacyjną. Kolejnym rekreacyjno-wypoczynkowym zbiornikiem w zlewni Bzury jest usytuowany w niedalekiej odległości od Skierniewic zbiornik **Zadębie**, zlokalizowany na rzece Skierniewce. Można na nim uprawiać sporty wodne, akwen jest także atrakcyjny dla okolicznych wędkarzy. Na obrzeżach Rawy Mazowieckiej znajduje się powstały przez spiętrzenie rzeki Rawki zalew **Tatar**, podzielony na dwa podzbiorniki. Większy z nich, o powierzchni 55 ha ma funkcję rekreacyjną i energetyczną, mniejszy natomiast podlega ochronie, podobnie jak rzeka Rawka – jedyny rezerwat przyrody obejmujący dolinę rzeczną w całym województwie łódzkim. Zbiornik Tatar stanowi atrakcję nie tylko dla mieszkańców Rawy Mazowieckiej, ale i turystów. Z uwagi na obecność wypożyczalni sprzętu wodnego istnieje możliwość uprawiania sportów wodnych, dobrze rozwinięta jest także baza noclegowa i zaplecze gastronomiczne [30].

5.4. Zbiorniki wodne w zlewni Pilicy

Zbiornik **Wąglanka-Miedzna** na rzece Wąglance utworzono w celu piętrzenia wód rzeki Wąglanki dla celów rolniczych. Jego malownicze położenie wśród lasów sprawia, że cieszy się on dużym zainteresowaniem ze strony turystów, choć w instrukcji zbiornika nie jest uwzględniona funkcja rekreacyjna i turystyczna. Można tu spotkać licznych wędkarzy, a także amatorów sportów wodnych. Zbiornik **Drzewica** podobnie jak Wąglanka wykorzystywany jest do nawodnień rolniczych, spiętrzenie wykorzystano także dla celów energetycznych – pracuje tu niewielka hydroelektrownia. Jest on także bardzo atrakcyjnym obiektem do uprawiania sportów wodnych, wybudowano tutaj tor do kajakarstwa górskiego, i z tego powodu planuje się rozbudowę infrastruktury turystycznej w jego pobliżu [30].

Zalew **Bugaj** to obiekt zlokalizowany na terenie Piotrkowa Trybunalskiego. Powstał on w wyniku spiętrzenia wód rzeki Wierzejki. Bugaj sąsiaduje z kompleksem leśnym, w pobliżu usytuowana jest strzelnica sportowa. Okolice zbiornika przeznaczone są pod inwestycje z zakresu turystyki i rekreacji. Planuje się wybudowanie kompleksu konferencyjno-hotelowego [30].

Drugi co do wielkości zbiornik w zlewni Pilicy to **Cieszanowice**. Położony jest na rzece Luciąży i ma powierzchnię 217,0 ha. Główne funkcje akwenu to retencjonowanie wody dla nawadniania terenów rolniczych oraz ochrona przed powodzią obiektów w dolinie poniżej piętrzenia. Przy budowie zapory uwzględniono także funkcję energetyczną zbiornika, w zaporze ziemnej umieszczono budowlę przelewowo-upustową. Mała Elektrownia Wodna Cieszanowice, o mocy 45 kW, powstała w 1998 r., wyposażona jest w turbinę typu Banki. Brzegi zbiornika są potencjalnym miejscem dla rozwoju turystyki i rekreacji, w tym budownictwa letniskowego, jednak zarządzający zbiornikiem (Wojewódzki Zarząd Melioracji i Urządzeń Wodnych w Łodzi) nie uwzględnił możliwości rozwoju turystyki na obszarze zbiornika. Akwen jest uprawniony do prowadzenia gospodarki rybacko-wędkarskiej, dlatego przyciąga amatorów wędkowania.

Największym zbiornikiem w zlewni Pilicy jest Zalew **Sulejowski** położony pomiędzy Sulejowem a Smardzewicami. Utworzony został w latach 70., w celu zapewnienia zasobów wody pitnej dla mieszkańców Łodzi i Tomaszowa Mazowieckiego, dziś pełni jednak głównie funkcję rekreacyjną. Tama na Pilicy ma długość 1200 m, wysokość 16 m, a jej szerokość w koronie to około 10 m. Zbiornik ma powierzchnię 2700 ha, 15 km długości oraz do 3,5 km szerokości. Średnia głębokość akwenu to 3,3 m, a maksymalna 10 m (przy zaporze). Panujące nad zalewem warunki sprzyjają wypoczynkowi i rekreacji. Spokojne zatoczki z urozmaiconą linią brzegową i piaszczyste plaże otaczają lasy sosnowe z domieszką brzozy, dębu i świerku. Na wyspach i mokradłach osiedliło się wiele gatunków ptaków, takich jak rybitwy, mewy śmieszki, kaczki głowienki, kaczki krzyżówki czy łabędzie. Przylatują tu rybołowy oraz kormorany, które nad zalewem mają przystanek w trakcie przelotów. Wody Zbiornika Sulejowskiego obfitują w ryby: płocie, leszcze, karpie, amury, szczupaki, okonie, sandacze. Na zbiorniku obowiązuje strefa ciszy, zakazuje się pływania przy włączonych silnikach. Szeroka oferta z zakresu turystyki, jaką dysponuje zbiornik wraz z terenami przyległymi, dotyczy uprawiania sportów wodnych i wędkarstwa, przejazdów rowerowych i konnych, a ze względu na okoliczne lasy także turystyki pieszej. Infrastruktura hotelowa obejmuje wiele ośrodków i pensjonatów na terenie kilku miejscowości wypoczynkowych województwa (Sulejów, Borki, Tresta, Swolszewice, Bronisławów, Smardzewice). Z powszechnie znanych atrakcji turystycznych w sąsiedztwie zalewu wymienić można ośrodek hodowli zubrów i rezerwat Niebieskie Źródła [27].

W zaporze czołowej zbiornika w Smardzewicach znajduje się eksploatowana od 1973 r. elektrownia wodna [36]. Jej obiekty są interesujące architektonicznie, wkomponowane w atrakcyjne krajobrazowo i turystycznie otoczenie. W elektrowni są zainstalowane dwie turbiny Kaplana, każda o mocy 1,782 MW, które pracują przy spadzie nominalnym 8,5 m [29].

5.5. Zbiorniki wodne w zlewni Warty

Zbiornik **Wawrzkowizna** to akwen utworzony na Widawce w celach retencyjnych, chętnie wykorzystywany do rekreacji. Położony wśród lasów na Wysoczyźnie Bełchatowskiej niedaleko Bełchatowa, stanowi główną atrakcję Ośrodka Sportu i Rekreacji (OSiR) „Wawrzkowizna”, wybudowanego w latach 70. Kompleks obejmuje kąpielisko z plażą, wypożyczalnię sprzętu wodnego, pawilon hotelowo-gastronomiczny oraz domki letniskowe. Wyposażony jest również w boiska do tenisa ziemnego, siatkówki, piłki nożnej, a także w plac ogniskowy. Kolejnym zbiornikiem utworzonym na Widawce jest zbiornik **Słok**. Prawie w całości zasilają go wody pochodzące z kopalni węgla brunatnego w Bełchatowie. Stanowi on podstawowe źródło wody dla Elektrowni „Bełchatów”. Funkcjonuje także jako obiekt rekreacyjny, malownicze położenie pośród lasów, w niewielkiej odległości od Bełchatowa, decyduje o jego atrakcyjności [30].

Zalew **Próba** to zbiornik retencyjny powstały w dolinie rzeki Żegliny, na Wysoczyźnie Złoczewskiej. Jest nieduży i stosunkowo płytki, ale doskonale wpisuje się w okoliczne krajobrazy i pełni funkcję rekreacyjną. W sezonie funkcjonuje jako kąpielisko. Znajdują się tu wypożyczalnia sprzętu wodnego i mała gastronomia. Powstanie zbiornika zapoczątkowało rozwój budownictwa letniskowego w jego pobliżu, planuje się również utworzenie pola namiotowego. Dodatkowo, na brzegu zbiornika sieradzcy archeolodzy odkryli fragmenty osady otwartej kultury łużyckiej (VII–VI w. p.n.e. – okres halszacki) oraz ślady osadnictwa z VIII–II w. p.n.e. i z okresu rzymskiego (I–II w. n.e.) [30].

6. Energetyka wodna na rzekach województwa

6.1. Zasoby powierzchniowych wód płynących województwa łódzkiego

Charakterystyczny układ hydrograficzny województwa łódzkiego uwarunkowany jest przebiegiem, przez jego środkową część, (z południa na północ) pierwszorzędowego działu wodnego. Dział ten oddziela dorzecza Wisły (zlewnie Bzury i Pilicy) oraz Odry (zlewnia Warty) [54]. Położony w centrum województwa obszar Wzniesień Łódzkich stanowi strefę źródłową dla dużej liczby małych cieków wodnych. Do największych rzek

regionu należą Warta, Pilica oraz Bzura [55]. W przeszłości na rzekach województwa łódzkiego funkcjonowało ponad 1300 obiektów hydrotechnicznych piętrzących wodę, wykonanych w większości w okresie międzywojennym, choć niektóre pochodzą z drugiej połowy wieku XIX. Początkowo były drewniane, później z cegły i kamienia. Woda bardzo dobrze konserwuje niektóre gatunki drewna i do dziś istnieją pozostałości po dawnych zaporach i młynach [65].

Niestety, w wyniku polityki prowadzonej po II wojnie światowej, obiekty hydrotechniczne były systematycznie likwidowane. W okresie ostatnich kilkunastu lat powraca zainteresowanie hydroenergetyką. Największy potencjał hydroenergetyczny spośród większych rzek przepływających przez województwo łódzkie (w odniesieniu do długości całkowitej, czyli od źródeł do ujścia) ma Warta (1032 GWh/rok), następnie Pilica (316 GWh/rok) i Bzura (44 GWh/rok). Natomiast w zakresie odcinków tych rzek **na obszarze województwa**, wartości potencjału przedstawiają się następująco:

- Warta – 206,4 GWh/rok,
- Pilica – 126,4 GWh/rok,
- Bzura – 35,2 GWh/rok [38].

6.2. Zasoby wód powierzchniowych w zlewni Warty

Warta to prawostronny dopływ Odry o długości 808,2 km i powierzchni zlewni 54 310,2 km². Na terenie województwa znajduje się około jedna czwarta długości rzeki. Dolina Warty ma zmienny charakter, rzeka jest w części obwałowana. Dopływy rzeki na terenie województwa są w większości uregulowane. Największym dopływem Warty na terenie województwa i jednym z jego głównych cieków jest rzeka Ner (122,2 km długości i zlewnia o powierzchni 1866,5 km²). Inne dopływy Warty na terenie województwa to Wiercica, Oleśnica, Widawka, Żeglina, Myja, Pichna. Prawostronne dopływy Warty w rejonie kopalni Bełchatów i na terenie odkrywki Szczerców zostały poważnie przeobrażone, zmieniono ich bieg, wybudowano nowe, betonowe koryta (górny bieg Widawki i jej dopływy Jeziorka, Zabłocia, Krasówka). W latach 80. wody Warty zostały spiętrzone w rejonie wsi Skęczniew–Łyszkowice–Siedlątków, utworzono największy zbiornik wodny województwa – Jeziorsko [54].

Dolina Środkowej Warty, obok Doliny Pilicy i Pradoliny Warszawsko-Berlińskiej, stanowi jeden z trzech w województwie łódzkim obszarów „Natura 2000”. Na powierzchni 4268,2 ha, w granicach województwa (teren gmin Poddebice i Uniejów) występuje

bogata ornitofauna lęgowa (153 gatunki) obejmująca także gatunki rzadkie oraz zagrożone. Jest to ważne miejsce dla ptaków wodno-błotnych w trakcie przelotów. Także zespoły ryb Warty na terenie województwa uważa się za dobrze zachowane. Warta wraz z dolną Widawką i jej dopływami tworzy miejsca bytowania rzadkich gatunków, do których należą: minóg strumieniowy i ukraiński, lipień, brzana, jelec, kleń, boleń, piekielnica, koza, miętus i węgorz [55].

Rzeką mającą najdogodniejsze warunki do rozwoju hydroenergetyki, nie tylko w zlewni Warty, ale i w całym województwie, jest Ner, opisany szczegółowo w dalszej części pracy. Na Widawce powstały dwie elektrownie wodne. Mała elektrownia wodna **Podgórze** mieści się w gminie Widawa, w powiecie łaskim. Składa się z budynku z siłownią, wyposażoną w 3 turbiny Kaplana o łącznej mocy 165 kW oraz kanału o długości 350 m, którego zadaniem jest doprowadzanie spiętrzonej wody do elektrowni, a następnie odprowadzanie jej z turbin. Elektrownia wytwarza średnio 500–600 MWh zielonej energii w ciągu roku, wartość ta jest zależna od wielkości przepływów w rzece. Pełne możliwości obiektu nie są wykorzystywane z uwagi na to że przepływy w Widawce są zazwyczaj niskie. Rzadko zdarza się, żeby w tym samym czasie uruchomione były trzy turbiny, najczęściej pracuje jedna. Malownicze położenie MEW Podgórze w sąsiedztwie Parku Krajobrazowego Międzyrzecza Warty i Widawki niewątpliwie podnosi walory tego miejsca w zakresie turystyki.

Fakt, że przepływy w Widawce zwiększane są o zrzuty wód odwadniających odkrywkową kopalnię węgla Bełchatów, pozwolił na wybudowanie kolejnej hydroelektrowni; zlokalizowanej powyżej elektrowni Podgórze, w Szczercowie.

Zanim MEW **Szczerców**, położona tuż przy kompleksie sportowo-rekreacyjnym, została uruchomiona (w 2010 r.), prace trwały ponad półtora roku. Aktualnie pracuje ona z mocą 30 kW, mimo że jest zaprojektowana na 55 kW. Uzyskanie pełnej mocy uzależnione będzie od planów kopalni dotyczących wielkości zrzutów wody w najbliższych latach.

Obecnie w województwie łódzkim znaleźć można kilkanaście dobrze zachowanych młynów wodnych. Utworzony został szlak turystyczny, przebiegający przez powiat łaski, łączący młyny wodne w dorzeczu Grabi, poświęcony historii młynarstwa i jego zabytkom. Spośród istniejących tu w przeszłości kilkudziesięciu młynów zachowało się sześć. Trasa „Szlaku Młynów nad Grabią” obejmuje trzy pracujące młyny: w Zielenicach, Woli Marzeńskiej oraz w Kozubach. Ruiny młynów można oglądać w Emilianowie i w Okupie Fabrycznym [30]. Niektóre z nich można zwiedzić po wcześniejszym uzgodnieniu z ich właścicielami. Na Grabi pracują dwie MEW – **Brzeski** i **Nowe Kozuby**.

Rzeka Proсна stanowi jeden z największych dopływów Warty uchodzący do niej na terenie województwa wielkopolskiego. W granicach województwa łódzkiego znajduje się odcinek rzeki o długości około 60 km, wpływa na jego teren w rejonie ujścia Rowu spod Komornik na wysokości wsi Bojanów [54]. Na Prośnie funkcjonują trzy MEW – **Kowalówka**, **Wieruszów** oraz **Mesznary**.

Bezpośrednio na Warcie znajdują się dwie elektrownie, na ziemi wieluńskiej MEW **Działoszyn** oraz na tamie zbiornika – EW **Jeziorsko**. W granicach zbiornika do Warty uchodzi jej prawobrzeżny dopływ, rzeka Pichna, na której zlokalizowano MEW **Skęcno**.

6.3. Zasoby wód powierzchniowych w zlewni Pilicy

Pilica to najdłuższy (319,0 km) lewostronny dopływ Wisły, uchodzący do niej w 457,0 km jej biegu. Zlewnia tej rzeki zajmuje powierzchnię 9273,0 km². Przez obszar województwa łódzkiego przepływa środkowy odcinek rzeki o długości 135,0 km. Pilica uważana jest za jedną z bardziej zasobnych w wodę rzek regionu. Największym obiektem hydrotechnicznym na Pilicy jest zbiornik Sulejowski, który powstał poprzez spiętrzenie wód cieku przez zaporę wodną w Smardzewicach. Na terenie województwa znajdują się liczne dopływy Pilicy, największe z nich to Luciaża, Wolbórka, Czarna Maleniecka (Konecka), Słomianka i Drzewiczka [64].

Dolina Pilicy to także ostoja ptaków, o powierzchni, w granicach województwa łódzkiego, 3721,9 ha (teren gmin Poświętne, Inowłódz i Rzeczyca). Stwierdzono tu występowanie 56 gatunków ptaków lęgowych związanych z siedliskami wilgotnymi i bagiennymi. Jest to ważne miejsce dla blaszkodziobych i siewkowatych. Także wody rzeki odznaczają się wartością biologiczną, w granicach województwa stwierdzono występowanie głowacza białopłetwego, świnki, minoga strumieniowego i ukraińskiego, brzany, jelca, klenia, bolenia, piekielnicy, różanki, kozy, miętusa i węgorza [55].

W zlewni Pilicy zlokalizowanych jest sześć hydroelektrowni. Na Czarnej Malenieckiej (Koneckiej), najdłuższym prawobrzeżnym dopływie Pilicy, mającym ujście w województwie łódzkim, znajdują się trzy elektrownie wodne, z czego dwie w miejscowości Dąbrowa n. Czarną i trzecia w Siucicach. W przeszłości wody Czarnej Malenieckiej (Koneckiej), napędzały też koła licznych młynów wodnych, napępniały również liczne stawy rybne i zbiorniki zaporowe. Obecnie rzeka ta służy nadal gospodarce rybackiej, ale także coraz bardziej zaznacza się jej funkcja rekreacyjna. Rzeka zachowuje dość czystą wodę

oraz bogatą faunę i florę. Liczne obszary bagienne, moczary i torfowiska są terenem atrakcyjnym, ale wciąż słabo poznanym [18].

Na Drzewiczce znajduje się MEW **Opoczno** (21 kW), a dwa duże zbiorniki zaporowe w zlewni Pilicy także pełnią funkcję energetyczną (MEW **Cieszanowice** na Luciaży 45 kW oraz **Smardzewice** na Pilicy 3,4 MW).

6.4. Zasoby wód powierzchniowych w zlewni Bzury

Bzura to lewostronny dopływ Wisły o długości 166,2 km i powierzchni zlewni 7787,5 km², prawie w całości położony na terenie województwa. Dolina rzeki w dużej części została zmeliorowana, występują tam liczne zbiorniki wodne, stawy rybne oraz tereny podmokłe. Największy dopływ Bzury to Rawka (113,5 km), która w swoim dolnym biegu zachowała naturalny charakter. Na odcinku tym występują procesy erozyjne, środkowy odcinek Rawki jest uregulowany, natomiast na jej górnym fragmencie występują liczne piętrzenia. Na całej długości rzeka ma status rezerwatu. Inne dopływy Bzury to Mroga – malownicza rzeka o naturalnym korycie oraz Moszczenica, Ochnia, Słudwia i Bobrówka. Rzeki te odprowadzają w większości wody z terenów zmeliorowanych i znajdują się na nich liczne zbiorniki retencyjne, z których największe to Rydwan i Okręt na Bobrówce, a także zbiornik niedaleko Piątku na Moszczenicy [54].

Elektrownie wodne na terenie zlewni Bzury zlokalizowane są na dwóch rzekach, Rawce oraz Mrodze. Rawka to największy, prawostronny dopływ Bzury. Energię wytwarza się tutaj w sześciu siłowniach – MEW **Kęszyce**, **Sokołów**, **Bolimowska Wieś**, **Sierakowice**, **Strobów**, **Suliszew**. Rawka jest również atrakcyjna pod względem turystyki ze względu na zachowany naturalny charakter rzeki z bardzo dużym spadkiem jak na rzekę niziną. Koryto rzeki zostało objęte ochroną, utworzono rezerwat przyrody Rawka. Bezpośrednio w rzece oraz wzdłuż jej brzegów stwierdzono obecność około 350 gatunków roślin, z czego 27 prawnie chronionych [65].

Na Mrodze powstało pięć MEW – w **Ziewanicach**, **Janinowie**, **Psarach** oraz **Głownie** (2 elektrownie).

7. Studium przypadku – Jeziorsko

Największy zbiornik zaporowy na Warcie, a jednocześnie największy akwen i zbiornik retencyjny w regionie łódzkim, to Jeziorsko. Wybudowany w roku 1986 w celu regulacji przepływów rzeki (funkcja przeciwpowodziowa) i nawadniania użytków rolnych, spełnia również funkcję rekreacyjną. Długość zbiornika wynosi ok. 16,3 km, szerokość zawiera się w przedziale od 1,8 do 3,5 km, a powierzchnia przekracza 4 tys. ha. Zapora przy zbiorniku ma wysokość 12 metrów. Nad brzegami znajdują się miejscowości wypoczynkowe: Brodnia, Popów i Pęczniew.

Zbiornik został wykorzystany do generowania energii o mocy 4,89 MW dopiero w roku 1994, a więc kilka lat po jego uruchomieniu. Elektrownia wodna położona jest na prawym brzegu rzeki Warty, w bezpośrednim sąsiedztwie jazu i zapory czołowej. Wypożyczona jest w dwie turbiny Kaplana o wale pionowym. Woda do turbin dostarczana jest dwoma rurociągami. Średnioroczna produkcja energii to 20 mln kWh [68].

Przy południowej części zbiornika znajduje się rezerwat ornitologiczny, utworzony dla ochrony ptaków wodno-błotnych. Jest to największy pod względem powierzchni rezerwat na terenie województwa łódzkiego. Obecnie występuje tu ok. 250 gatunków ptaków, w tym 150 gatunków lęgowych. Bardzo duża liczebność ptaków jest notowana w okresie przelotów, zwłaszcza jesiennych [68]. Z uwagi na to, że na terenie zbiornika lęgi odbywają również ptaki bardzo rzadkie, takie jak rybitwa białoczelna, rybitwa białoskrzydła, rybitwa białowąsa, płaskonos czy krakwa, a na przelotach, obok gatunków takich, jak czapla biała, żuraw, pogorzałka, brodziec pławny, pojawiają się zlatujące niekiedy w tysięcznych stadach kormorany czarne, gęsi zbożowe, kaczki krzyżówki, cyraneczki, łyski, teren ten został ujęty w najnowszej propozycji obszarów wchodzących w skład sieci ekologicznej „Natura 2000” [55].

7.1. Wpływ zbiornika Jeziorsko na biocenozę rzeki poniżej piętrzenia

Niestety piętrzenie rzeki to nie tylko retencjonowanie wody, rekreacja czy generowanie energii, ale także ogromny, najczęściej negatywny wpływ na ekosystem rzeki i całego dorzecza. Biocenozy rzeczne stanowią pewien ciągły system na tle gradientów geomorfologicznych i fizyczno-chemicznych (River Continuum Concept) [62]. Wiele od-

cinków rzek funkcjonuje zgodnie z założeniami tej teorii (ciągłości rzeki), ale ogromna większość cieków podlega modyfikacjom, takim jak punktowe zanieczyszczenia organiczne, zmiany spadku i przepływu (spowodowane regulacją), przebudowa koryta rzeczno-ego itp. Jednak to zbiorniki zaporowe, przerywając ciągłość rzek, najsilniej modyfikują funkcjonowanie ekosystemu rzeczno-ego [63][49].

Wpływ zbiornika Jeziorsko na biocenozę rzeki był wszechstronnie badany. Badania dotyczyły parametrów fizyko-chemicznych wody [15][6], fito- [7][56] i zooplanktonu [17], makrozoobentosu [10][11][12][16][14][47], peryfitonu [13], dryfu [9] oraz zespołów ryb [41][42][44][45][34][3]. Wyniki tych badań ukazały główne trendy zmian w biocenozie spiętrzonej Warty. Zakłócenie reżimu hydrologicznego rzeki poprzez utrzymywanie go na niskim poziomie latem powoduje okresowe pojawianie się poniżej tamy zanurzonych roślin naczyniowych, głównie rdestnic, dotychczas tam nienotowanych i nietypowych dla dużych rzek nizinnych.

Biocenoza zanurzonych makrofitów bardzo szybko kolonizowana jest przez faunę bezkręgową, a także szukające pokarmu i schronienia ryby. Rośliny przyczyniają się również do zwiększonej sedymentacji bentonicznej materii organicznej i umożliwiają rozwój licznym pelofilnym formom zoobentosu [11][14]. Rośliny stanowią także refugium dla znoszonych ze zbiornika dużych form zooplanktonu [48][61]. Wzbogacenie oferty środowiskowej dla bezkręgowców równoważą silne ograniczenie ich obfitości w strefie przybrzeżnej spowodowane okresowym odsłanianiem dna z wysoką częstotliwością, będące efektem niskiego przepływu.

Ryby, ze względu na manipulację w uwalnianiu wody ze zbiornika (początkowo efekt wad w funkcjonowaniu śluz zaporę) podlegają silnym stresom w odcinku poniżej piętrzenia. Brak okresowych wezbrań w rzece uniemożliwia odbycie tarła wielu gatunkom ryb, a zapora blokuje ich migrację w górę rzeki. Przyczyniło się do bardzo silnego ograniczenia różnorodności gatunkowej: eliminacji gatunków ryb wędrownych i cennych oraz wzrostu zagęszczenia ubikwistycznych gatunków w efekcie dominacji. To ostanie zjawisko jest także wynikiem znoszenia młodych osobników eurytopowych gatunków karpio-watych czy okoniowatych ze zbiornika do rzeki. Zanikła wędrowna populacja certy w górnym biegu Warty, także gatunki litofilne ustępowały ze stanowisk, świnka zanikła całkowicie na stanowisku powyżej cofki oraz poniżej zaporę, zagrożona jest brzana, a populacja klenia uległa ograniczeniu [43].

Uruchomienie elektrowni wodnej spowodowało pojawienie się zabitych lub poranionych przez wirniki turbin ryb. Odnotowano obrażenia u około 45% płoci i 30% okoni w wieku dwóch lat i starszych, chwytych poniżej zbiornika [34].

Wskutek przegrodzenia rzeki tamą zmienia się również jej reżim termiczny. Temperatura wody poniżej piętrzenia zależy od rodzaju zapory oraz wielkości zbiornika, w przypadku Jeziorska woda odpływa najczęściej poprzez turbiny elektrowni wodnej z dolnych warstw zbiornika. Powoduje to obniżenie temperatury wody latem i jej podwyższenie zimą, w efekcie czego woda w Warcie poniżej tamy nie zamarza na odcinku o długości około 8 km [5]. Jakość wód poniżej tamy także podlega pewnym zmianom, powierzchniowy zrzut wód ze zbiornika wpływa korzystnie podnosząc zawartość tlenu, nie zawiera także zawieszin i substancji organicznych. Kiedy zrzucane są wody denne, jakość wody w rzece może ulec pogorszeniu.

8. Studium przypadku – Ner

Położenie województwa łódzkiego na dziale wodnym I rzędu powoduje, że poza Wartą, Pilicą i Bzurą w regionie przeważają rzeki małe, o nizinnym charakterze i niewielkich średniorocznych przepływach. Z racji specyficznego wododziałowego położenia, a także ze względu na dość niskie sumaryczne opady roczne, małą lesistość, nadmierne odwodnienie niektórych terenów przez meliorację, likwidację naturalnych zbiorników wodnych, bagien, torfowisk, regulację rzek polegającą na prostowaniu koryta i betonowaniu zbroczy – województwo łódzkie cierpi na deficyt wody zaznaczający się w gospodarce, a zwłaszcza w rolnictwie.

Ner wyróżnia się na tle innych rzek województwa łódzkiego. Jest ważny przynajmniej z kilku powodów:

- jest to największa rzeka płynąca przez Łódź,
- stanowi główny odbiornik ścieków z Grupowej Oczyszczalni Ścieków Łódzkiej Aglomeracji Miejskiej,
- wody Neru są intensywnie wykorzystywane do nawodnień rolniczych,
- nad Nerem już do tej pory znajduje się dziewięć małych elektrowni wodnych, a kolejne dwie niedługo zostaną wybudowane,
- okolice Neru są bardzo malownicze – co może być zachętą i powodem rozwoju turystyki w dolinie rzeki.

8.1. Reżim hydrologiczny

Ner jest prawobrzeżnym dopływem Warty, uchodzącym do niej w 444,4 km jej biegu. To rzeka III rzędu, o długości ok. 126 km i powierzchni dorzecza 1866 km². Źródła Neru znajdują się na południowy wschód od Łodzi, w pobliżu Bolesławowa, na wysokości ok. 250 m n.p.m., ujście w okolicach wsi Majdany w powiecie kolskim na wysokości ok. 94 m n.p.m. [65]. Rzeka płynie przez województwa łódzkie i wielkopolskie. Geograficzne krainy, przez które przepływa Ner to Wzniesienia Łódzkie, Wysoczyzna Łaska i Kotlina Kolska.

Ner płynie prostym, dość głębokim korytem, którego brzegi porośnięte są głównie wikliną i olchą czarną. Obrzeża rzeki stanowią łąki i lasy, w środkowym zaś i dolnym biegu głównie pastwiska i grunty orne [51]. Średnia szerokość rzeki w środkowym biegu wynosi około 18 metrów, przy średniej głębokości 1,2 m i obserwowanych wahaniami w zakresie od 0,5 do 1,9 m. Szybkość prądu wody to około 0,5 m/s. Średni przepływ Neru powyżej ujścia wynosi ok. 10,0 m³/s, a maksymalna rozpiętość wahań stanów wody w dolnym biegu sięga 3,5 m [65]. Dawniej dno doliny w dolnym, pradolinowym odcinku było zabagnione, obecnie jest uregulowane i użytkowane rolniczo [50].

Doliny wielu rzek województwa, m. in. Warty, Neru, Żegliny, Bzury, Widawki, Grabi są często zagrożone powodzią. Poniękad jest to skutkiem zniszczeń budowli piętrzących i retencyjnych. Doliny te charakteryzują się także obniżaniem zwierciadła wód gruntowych na skutek erozji dennej. Do gwałtownych zmian poziomu wód rzecznych przyczyniają się systemy odprowadzania wód deszczowych z miast, podłączone bezpośrednio do rzek, powodując gwałtowne zwiększenie ich przepływu. W dolinie Neru wezbrania powodziowe spowodowane są głównie przez sploty wód deszczowych (wody burzowe) występujących na terenie aglomeracji łódzkiej [54].

8.2. Dopływy Neru

Największym dopływem (lewobrzeżnym) Neru jest przepływająca przez Pabianice rzeka Dobrzyńka (25,4 km). Źródła rzeki znajdują się na wysokości 250 m n.p.m. we wsi Górki Duże niedaleko Tuszyna. W górnym biegu – do miejscowości Zofiówka, rzeka charakteryzuje się czystą wodą. Jednakże już kilka kilometrów od źródeł woda zanieczyszczona jest organicznie nieczystościami wiejskimi oraz nadmiernie użyźniona wypłuki-

wanymi z gleby nawozami. W dolnym biegu rzeki zaznacza się już jej silnie zanieczyszczenie [1].

Na wysokości wsi Busina uchodzi do Neru Pisia I, drugi lewobrzeżny dopływ o długości 21 km, która bierze swój początek w okolicach Bud Stryzowskich. Średnia szerokość tej rzeki wynosi ok. 7 m, przy wahaniami 5–9 m. Jest to płytka rzeka o średniej głębokości wody ok. 0,30 m i wahaniami 0,20–0,50 m, prędkości nurtu ok. 0,3–0,5 m/s. Dno Pisi jest piaszczyste, piaszczysto-muliste, a w zastoiskowych partiach muliste. Kolejnym, lewym dopływem Neru jest Pisia II o długości 24 km i spadku koryta 2,4‰; rzeka zmeliorowana praktycznie na całej swojej długości [65].

Prawobrzeżny dopływ stanowi Lubczyna (11 km), o spadku koryta 1,6‰ i źródłach koło wsi Rąbień oraz prawobrzeżna Bełdówka, mająca źródła w okolicach Izabelina i Bełdowa, a ujście do Neru w Bałdrzychowie. Ze względu na dobrą jakość wody płynącej korytem Bełdówki nad brzegami powstały liczne stawy hodowlane (gospodarstwa rybaccie Bełdów i Zdrzychów). Średnia szerokość cieków wynosi ok. 6 m, przy wahaniami 5–7 m, a średnia głębokość wody to 0,50 m (wahania od 0,40 do 1,00 m). Dno jest piaszczyste, piaszczysto-muliste, w zastoiskach muliste [65]. Na terenie zlewni znajdują się głównie łąki i grunty orne, w bezpośrednim sąsiedztwie rzeki nadrzeczne zadrzewienia. Ostatni, prawy dopływ Neru stanowi Nida, która swój początek bierze w Ignacewie Dolnym. Ciek ten poddawany jest dużej antropopresji już od początku swojego biegu [1].

8.3. Ner w Łodzi

W granicach Łodzi widoczne są dwa fragmenty rzeki. Pierwszy zaczyna się w południowo-wschodniej części miasta, na terenach dawnej wsi Nery (obecnie okolice Milešek). Przy ulicy Rokicińskiej znajdują się rowy stanowiące dawne koryto rzeki. W Hucie Szklanej przy ulicy Kolumny Ner w postaci otwartego kanału rzeczno przecina ulicę Gościniec, a następnie opuszcza miasto w pobliżu Giemzowa. Dalej płynie przez tereny gmin Brójce i Rzgów. Następnie ponownie wpływa do miasta Łodzi w południowo-zachodniej części, a dokładniej w parku im. 1 Maja, przecinając ulicę Zastawną. Później rzeka płynie południowym skrajem miasta przez Rudę Pabianicką, Chocianowice, Charzew, Łaskowice oraz Lublinek. Z Łodzi odpływa w okolicach ulicy Biwakowej, skąd płynie do Konstantynowa, a dalej w kierunku Poddębic i Dąbia [2].

Na terenach Rudy Pabianickiej, w miejscu poszerzenia koryta rzeki Ner, znajdują się Stawy Stefańskiego. Tereny te są miejscem rekreacji i wypoczynku dla łodzian. Jest

to największe miejsce wykorzystywane do kąpiel (kąpielisko) w granicach administracyjnych Łodzi. Znajduje się tutaj przystań wodna wraz z wypożyczalnią sprzętu wodnego (kajaki, łodzie, rowery wodne). Kilka kilometrów poniżej Stawów Stefańskiego do Neru uwalniane są oczyszczone ścieki z GOŚ ŁAM.

8.4. Nawodnienia rolnicze

Zagospodarowanie doliny Neru jest bardzo zróżnicowane. W jej górnej, mocno zurbanizowanej części położone są miasta Łódź, Pabianice oraz Konstantynów Łódzki. W środkowej i dolnej części występują niewielkie ośrodki przemysłowe o charakterze przetwórczym (mleczarnie i fermy drobiu), jednak większość przyległych do rzeki terenów jest użytkowana rolniczo. Gleby, jakie wytworzyły się na tym obszarze, należą do gorszych klas bonitacyjnych. Przeważają gleby brunatne właściwe, wylugowane i kwaśne (ok. 44%), a także bielcowe i pseudobielcowe (24%) [1]. W celu użyczenia nieurodzajnych gleb od ponad stu lat stosuje się na tym terenie nawodnienia łąk wodami rzeczynymi niosącymi ścieki.

Wykorzystanie wód na potrzeby rolnictwa zapoczątkowano na przełomie XIX i XX w. w miejscowości Szydłów w okolicach Puczniewa. Skalę nawodnień rozszerzono po roku 1905, jednak najbardziej intensywne działania występowały w okresie 1920–1960. W latach 1960–1970 przebudowywano istniejące urządzenia melioracyjne, a po roku 1970 wykonano dalsze urządzenia nawadniające na powierzchni 570 ha.

Regularne nawadnianie doliny Neru na przestrzeni kilkudziesięciu lat zaowocowało wytworzeniem się w wielu miejscach urodzajnej warstwy na nieurodzajnych piaszczystych glebach. Ciągłe prowadzenie nawodnień (w okresie wegetacyjnym i poza nim) zapobiega degradacji gleb. Stosuje się głównie nawodnienia stokowe, polegające na wprowadzaniu wody na powierzchnię użytków zielonych przez sztucznie formowane stoki; płynące ścieki mają być oczyszczane w warunkach glebowych, z drugiej strony zwilżają gleby i wnoszą pewne ilości składników nawożących, które wpływają na wzrost PLO-nów [67]. Według badań prowadzonych w latach 1980–1995 na nawadnianej powierzchni ok. 4300 ha zużywano do nawodnień wegetacyjnych w roku wilgotnym 13% ścieków odpływających z Łodzi, a w roku bardzo suchym aż 34% [37].

Nawodnienia ściekami mają jednak również swoje negatywne strony, ponieważ mogą powodować skażenie gleby i wód gruntowych. Plody rolne pozyskiwane z tych terenów mogą szkodliwie wpływać na zdrowie ludzi, zwierząt i jakość produktów żywnościowych

pochodzenia zwierzęcego. Rozwój przemysłu w obrębie Łódzkiego Ośrodka Przemysłowego spowodowany przez doprowadzenie do Łodzi wody z Pilicy w początkach lat 70. spowodował stopniowe zwiększanie ilości wytwarzanych nieczystości. Do Neru zaczęły odpływać ścieki zawierające znaczne ilości siarczków, chlorków, cyjanków, detergentów, fenoli oraz innych związków szkodliwych [67]. Wykorzystywanie zanieczyszczonych ściekami wód rzeki do nawadniania prowadziło do polepszenia jakości wody w rzece, ale niestety też do gromadzenia osadów w korycie i dolinie. W efekcie na nawadnianych ściekami lekkich piaskach w dolinie powstały gleby antropogeniczne o dużej zawartości substancji organicznej (nawet do 5% w warstwie 20 cm), zagrożone akumulacją toksycznych substancji [37].

Obecnie powierzchnia łąk nawadnianych wodami rzecznyymi w dolinie Neru wynosi ok. 5000 ha (począwszy od Konstantinowa, a skończywszy na Dąbiu), stanowiąc największy tego typu kompleks łąk w Polsce [67]. W dolinie rzeki znajduje się 17 jazów piętrzących wodę wykorzystywaną do nawodnień, niestety ich eksploatacja z uwagi na jakość wody w Nerze wymaga sporych nakładów finansowych. Występująca w wodzie duża ilość zawiesin oraz zanieczyszczeń wymaga stałej kontroli drożności cieku oraz konserwacji budowli piętrzących.

8.5. Wpływ powstania GOŚ na jakość wody w Nerze

Jakość wody w Nerze pogarszała się wyraźnie wraz z rozwojem Łodzi jako ośrodka przemysłowego. Pomimo działającej od roku 1932 na Lublinku mechanicznej oczyszczalni ścieków, w rzece, po opuszczeniu granic Łodzi nie obserwowano oznak życia biologicznego. W latach 70., poza odcinkiem źródłowym do którego zanieczyszczenia nie docierały, rzeka zamieniła się w „otwarty ściek”. Szacuje się, że na początku lat 90. objętość ścieków, uwalnianych głównie z zakładów włókienniczych, przewyższała prawie 10-krotnie ilość wody naturalnie dopływającej do granic Łodzi [46]. Największe źródła zanieczyszczeń stanowiły i stanowią do dzisiaj ścieki przemysłowe i komunalne odprowadzane bezpośrednio do Neru z Łodzi oraz przez rzekę Dobrzyńkę z Pabianic. W badaniach prowadzonych na potrzeby *Raportu Państwowej Inspekcji Ochrony Środowiska* z 1994 r., wykazano, że podstawowe wskaźniki zanieczyszczeń kilkakrotnie przewyższają normy ustalone dla III klasy czystości. W osadach dennych wykryto obecność metali ciężkich (cynk, miedź, rtęć, kadm), niebezpieczne ilości wielopierścieniowych węglowodorów aro-

matycznych czy fluorowcopochodnych węglowodorów łańcuchowych pochodzących z przemysłu i uważanych za substancje rakotwórcze [46][59].

Kluczowe znaczenie dla przyszłości Neru miało powstanie Grupowej Oczyszczalni Ścieków, która miała uwolnić rzekę od potężnego ładunku zanieczyszczeń. 23 października 1974 r. formalnie rozpoczęto budowę GOŚ. W 1990 r. powstał kolektor Poleśie 15, wybudowano także Halę Krat i Piaskowników oraz kanał ominięcia; instalacje te umożliwiały mechaniczne oczyszczanie ścieków. Pod koniec 1994 r., stworzono kolektor VII; wtedy to podłączono do GOŚ ścieki z oczyszczalni umiejscowionej na Lublinku, ją samą wyłączając z eksploatacji. Było to bardzo korzystne, gdyż wyposażenie starej oczyszczalni stanowiły jedynie piaskowniki i sita taśmowe Geigera. Zatrzymywane były jedynie najgrubsze zawiesiny znajdujące się w ściekach. Kryzys lat 30. XX w., a później wybuch II wojny światowej uniemożliwiły wybudowanie części biologicznego oczyszczania ścieków w oczyszczalni na Lublinku. Zadanie to wykonano dopiero w GOŚ, w roku 1997. Powstał bowiem złożony z dwóch linii I ciąg biologicznego oczyszczania ścieków [22]. Od roku 1998 ok. 50% ścieków pochodzących z GOŚ ŁAM było oczyszczanych biologicznie [37].

Nie poprawiło to jednak w widoczny sposób tragicznej sytuacji w Nerze, gdyż w dalszym ciągu wpływały do niego (poprzez Dobrzyńkę) nieoczyszczone ścieki komunalne i przemysłowe z Pabianic (liczących w latach 90. ok. 70 tys. mieszkańców) [46]. U schyłku lat 90. stworzono również najbardziej chyba charakterystyczne dla oczyszczalni obiekty – Zamknięte Komory Fermentacyjne (ZKF-y). Są to wysokie na trzydzieści metrów zbiorniki pomalowane w biało-niebieskie pasy, gdzie następuje fermentacja osadu powstałego w procesie oczyszczania ścieków. W procesie fermentacji w komorach produkowany jest biogaz (ok. 1000 m³ na godzinę). W roku 2002 w wyniku postępującej rozbudowy w dwóch nowych halach wyposażonych w dmuchawy dostarczające mikroorganizmom niezbędnego tlenu, powstały dwie nowe linie biologicznego oczyszczania ścieków (teraz ponad 90% ścieków poddawanych jest procesom biologicznym [37]). Ponieważ osadu wciąż przybywa, do eksploatacji zostały również oddane dwa dodatkowe ZKF-y.

Lata 2004–2009 to okres intensywnej rozbudowy i modernizacji oczyszczalni, związane jest to m. in. ze wsparciem finansowym z Unii Europejskiej. W roku 2004 wybudowano elektrociepłownię, w której spalany jest biogaz; GOŚ wykorzystując uboczne produkty procesów oczyszczania, zaczyna produkować energię odnawialną. Zmodernizowano również halę krat oraz istniejące linie oczyszczania biologicznego, a także utworzono

trzy nowe linie. Wprowadzone zostały nowe technologie pozwalające usuwać ze ścieków związki fosforu i azotu, co poprawiło jakość wody odprowadzanej do Neru i zapobiegło dalszej degradacji rzeki. Poziom biogenów stał się zatem bezpieczny dla tego naturalnego odbiornika ścieków oczyszczonych, a w szerszej perspektywie również dla Warty, Odry i Bałtyku [22].

Budowa GOŚ oraz upadek wielu zakładów przemysłowych w rejonie Łodzi, spowodowały znaczne polepszenie jakości wody w Nerze, ale pomimo to nie spełnia ona nadal wymaganych kryteriów jakościowych. Wody Neru we wszystkich punktach pomiarowych mają, według badań przeprowadzonych po 2000 r., wody IV i V klasy czystości [55]. Jeszcze w czasie budowy oczyszczalni ścieków przewidywano, że po jej uruchomieniu nie ma szans na radykalną poprawę sytuacji, odpływy z oczyszczalni bowiem, kilkakrotnie przekraczające naturalne przepływy, mogą spowodować utrudnienie rekultywacji rzeki, a nawet jej degradację [37]. Olbrzymie ilości płynącej wody mogą bowiem poruszać trujące osady denne i uwalniać z nich substancje szkodliwe.

8.6. Odbudowa życia biologicznego w rzece

Obecnie Ner charakteryzuje się obfitością fauny bezkręgowej, ale ze względu na silne zanieczyszczenie, małym jej zróżnicowaniem [60]. Jednak w związku z obserwowaną poprawą jakości wody, można spodziewać się stopniowej odbudowy zgrupowania żywych organizmów. Występowanie bezkręgowców stanowiących bazę pokarmową determinuje bytowanie ryb. Monitoring ichtiofauny Neru i jego dopływów prowadzono w latach 2000, 2002, 2004 i 2005. W porównaniu z pierwszym rokiem badań, kiedy odnotowano obecność 10 gatunków ryb, w kolejnych latach zarejestrowano wzrost tej liczby do 21 [46][59]. Nawet patrząc z tej perspektywy, można stwierdzić, że ichtiofauna Neru jest relatywnie uboga w porównaniu z innymi rzekami o zbliżonej wielkości. Wieloletnia degradacja następująca poprzez zrzut zanieczyszczeń oraz zagospodarowanie rzeki budowlami piętrzącymi znacząco utrudniały bytowanie i migrację ryb, co prowadziło do stopniowego zaniku ich populacji.

Górny bieg Neru charakteryzuje się znaczną zawartością tlenu i niższym zanieczyszczeniem niż bieg środkowy. Środkowy bieg rzeki cechuje natomiast niska zawartość tlenu rozpuszczonego oraz wysokie stężenie substancji biogenych i organicznych; w tym odcinku zaznacza się całkowity brak lub ubóstwo wielu gatunków ryb. Dolny bieg rzeki

opisano jako miejsce, gdzie najwyraźniej zaznaczają się stopniowo pozytywne zmiany w ichtiofaunie. We wszystkich latach badań w Nerze sumarycznie przeważały kiełb, okoń, płoć i karaś srebrzysty – gatunki ubikwistyczne, których dominacja charakteryzuje cieki zdegradowane [46][59].

Mimo że wody Neru wciąż zaliczane są do najgorszej klasy czystości, to zwiększenie się liczby gatunków w kolejnych latach świadczy o znacznej poprawie jakości wody w rzece. Stwarza to szansę na dalszą odbudowę zespołów organizmów na drodze rekolonizacji. W 2005 r. Zarządy Okręgowe Polskiego Związku Wędkarskiego w Łodzi i Sieradzu podjęły działania mające na celu odtworzenie ichtiofauny poprzez działania zarybieniowe. Do rzeki zaczęto uwalniać narybek takich gatunków, jak miętus, szczupak, jaź, lin, karaś czy karp [46][59]. Rekultywacja zdegradowanych ekosystemów rzecznych stanowi przedmiot wielu badań. Przypadki rzek niszczonych przez lata w wyniku regulacji, a później poddawanych renaturyzacji (Ren, Tamiza) pozwalają optymistycznie spojrzeć w przyszłość i dają nadzieję dla zniszczonego ekosystemu rzeki Ner [33].

8.7. Energetyczne wykorzystanie wód Neru

Czynnikami, które zadecydowały o rozwoju hydroenergetyki i powstaniu dużej ilości małych elektrowni wodnych na rzece Ner, jest jej zabudowa budowlami piętrzącymi wykonanymi na potrzeby nawadniania użytków zielonych w dolinie oraz specyficzny reżim hydrologiczny wynikający z wykorzystania rzeki jako odbiornika oczyszczonych ścieków z GOŚ ŁAM [58] oraz z kanalizacji ogólnospławnej. Stwarza to korzystne warunki dla MEW, stabilizując na wysokim poziomie przepływy średnie roczne. Ner jest także, wraz z rzeką Jasień, Łódką i Jasieńcem, odbiornikiem wód deszczowych z bardzo zurbanizowanej południowej i centralnej części Łodzi oraz rzeką Dobrzyńką z Pabianic. Budowle piętrzące znajdujące się na Nerze powstały w latach 1960–1975. Nawadnianie użytków zielonych obejmuje tu powierzchnię ok. 5000 ha.

Ze względu na specyficzny reżim rzeczny, MEW mogą pracować prawie przez cały rok, z przerwami na sianokosy. Warto wspomnieć, że Ner rzadko zamarza zimą, co jest korzystne z punktu widzenia wytwarzania energii z płynącej wody.

8.7.1. Realizacja MEW na rzece Ner

Wojewódzki Zarząd Melioracji i Urządzeń Wodnych do chwili obecnej oddał w dzierżawę 11 budowli piętrzących zlokalizowanych na rzece Ner, z przeznaczeniem na realizację działań związanych z energetyką wodną.

Przy wykorzystaniu przedmiotowych budowli piętrzących zostały wykonane następujące MEW:

- 1) na jazie w km 35 + 830 rz. Ner, m. Kolonia Borek,
- 2) na jazie w km 39 + 800 rz. Ner, m. Wólka,
- 3) na Młynówce rzeki Ner z wykorzystaniem jazu w km 45 + 070 rz. Ner, m. Wilkowice,
- 4) na jazie w km 55 + 700 rz. Ner, m. Bałdrzychów,
- 5) na rz. Pisi koło Małynia w km 60 + 060 z wykorzystaniem jazu w km 68 + 800 rz. Ner, m. Małyń,
- 6) na jazie w km w km 68 + 800 rz. Ner, m. Małyń,
- 7) na jazie w km 71 + 690 rz. Ner, m. Puczniew,
- 8) na jazie w km 76 + 690 rz. Ner, m. Charbice Górne,
- 9) na jazie w km 78 + 165 rz. Ner, m. Charbice Dolne.

Rozpoczęto również działania zmierzające do powstania MEW:

- 10) na jazie m. Jeżew,
- 11) na jazie m. Zygmuntów.

Wykorzystanie budowli piętrzących będących własnością Skarbu Państwa na Nerze do celów związanych z wytwarzaniem energii w turbinach wodnych rozpoczęło się w roku 1993. Powstała wówczas mała elektrownia wodna w miejscowości **Kolonia Borek** (gm. Wartkowice), umiejscowiona w jednym z okien jazu. W roku 2000 hydroelektrownia ta została zmodernizowana, a w roku 2009 wyremontowana. Wymieniono turbiny na 4-śmigłowe; dokonano również zmiany szandoru z dolnego na górny. W zależności od wielkości przepływów może być wykorzystywana różna liczba turbin elektrowni. Remont turbin spowodował, że są one łatwiejsze do odstawienia w przypadku wezbrań powodziowych. Obecnie moc elektrowni wynosi ok. 44 kW.

MEW w miejscowości **Wólka** została uruchomiona w 2001 r. Wyposażona jest w 3 turbiny śmigłowe. Woda do komory turbinowej jest wprowadzana korytem betonowym. Zastosowanie kanału obiegowego zapewnia swobodny przepływ wielkich wód przez budowlę piętrzącą. Moc elektrowni to 90 kW.

MEW w miejscowości **Wilkowice** – tutaj jaz na Nerze służy funkcjonowaniu powstałej w 2000 r. hydroelektrowni na Młynówce rzeki Ner. Wykorzystanie budowli piętrzącej do celów energetycznych polega na skierowaniu wód kanałem obiegowym na Młynówkę rzeki Ner, gdzie zainstalowane są urządzenia MEW (2 turbiny Kaplana). Możliwa do uzyskania moc kształtuje się na poziomie około 60 kW.

MEW w miejscowości **Baldrzychów** to najnowsza obecnie działająca elektrownia na Nerze, powstała w 2008 r. Instalacja znajduje się w jednym z czterech pól jazu, z zachowaniem pełnej drożności zajętego przez MEW pola. Wyposażona w turbinę Kaplana o mocy nominalnej 75 kW, osiąga średnio moc 40 kW.

MEW w miejscowości **Małyń**. Znajdują się tutaj dwie elektrownie wodne. Jaz na Nerze służy funkcjonowaniu zabytkowej elektrowni na Młynówce rzeki Pisi, powstałej w 1926 r., po II wojnie nieczynnej i ponownie uruchomionej w 1997 r. Produkcja energii odbywa się z wykorzystaniem turbiny Francisa, natomiast pobór z rzeki Ner poprzez lewobrzeżną śluzę wlotową. Urządzenia elektrowni znajdują się w starym młynie wodnym, a moc jaką można uzyskać to 10 kW. W 2005 r. uruchomiono tutaj także drugą, większą elektrownię (29 kW). Turbina została zamontowana na jazie. Wbudowane kraty wraz z turbiną są przystosowane do podnoszenia w czasie wezbrań (razem z zasuwami zabudowanego przęsła), co sprawia, że nie utrudniają przepływu.

MEW na jazie **Puczniew** powstała w 2003 r. Zainstalowana została tu turbina Kaplana. Wprowadzenie wody do komory turbinowej odbywa się rurociągiem stalowym krytym. Elektrownia jest zautomatyzowana. Zastosowane rozwiązanie, polegające na wykonaniu kanału obiegowego, zapewnia swobodny przepływ wielkich wód przez budowlę piętrzącą. Moc nominalna elektrowni wynosi 110 kW.

MEW **Charbice Górne** oraz MEW **Charbice Dolne** to bliźniacze konstrukcje, powstałe w 2002 r. W obu tych elektrowniach, na jazie zamontowano turbinę Kaplana z nastawnymi łopatkami wirnika i kierownicą, a także rurociąg ssący. Możliwa do uzyskania moc (na każdej z nich) wynosi około 45 kW.

Podjęmowane w **Zygmuntowie** działania związane z robotami budowlanymi zmierzającymi do wykonania kanału obiegowego doprowadzającego wodę do elektrowni rozpoczęły się w roku 2011. Rozwiązanie konstrukcyjne planowanej do wykonania elektrowni będzie korzystne dla jazu i środowiska rzeki. Urządzenia elektrowni nie będą się znajdowały w świetle jazu. Przepływ wód przez jaz nie będzie zakłócany i ograniczany, co jest istotne w okresach przepływu wielkich wód, a konstrukcja piętrząca nie będzie narażona na ewentualne drgania. Wadą takiego sposobu budowy MEW są wysokie koszty

związane z budową kanału obiegowego, a także mniejszy przepływ możliwy do wykorzystania. Moc, którą można będzie uzyskać na tym obiekcie to 40 kW.

Korzystne dla koryta rzeki Ner będzie również rozwiązanie konstrukcyjne, które będzie zastosowane na oddanym do użytkowania w 2011 r. jazie w **Jeżewie**, w kwietniu 2011 r. wydzierżawionym na potrzeby funkcjonowania małej elektrowni wodnej i produkcji energii elektrycznej. Nowo powstały obiekt ma komorę, która została specjalnie zaprojektowana z myślą o umiejscowieniu tam MEW. Taki sposób funkcjonowania również nie ogranicza swobodnego przepływu wód wezbraniowych. Elektrowni towarzyszy także przepławka dla ryb [66].

Podstawowy sens istnienia MEW to wytwarzanie czystej, odnawialnej energii pozwalające zmniejszać zapotrzebowanie na energię wytwarzaną przez elektrownie wykorzystujące surowce konwencjonalne. Szacunkowa łączna moc związana z wykorzystaniem budowli znajdujących się na rzece Ner na terenie województwa łódzkiego wynosi około 510 kW. Pozytywny wpływ na rzekę zaznacza się w dwojaki sposób, poprzez wychwytywanie z wody płynących śmieci, które osadzają się na kratkach, oraz napowietrzanie wody w czasie działania turbin.

Właściciele elektrowni wodnych na Nerze zgodnie twierdzą, że urzędowa droga prowadząca do powstania obiektu jest często długa i trudna. Długotrwałe i skomplikowane, a często kosztowne procedury administracyjne związane z uzyskaniem niezbędnych pozwoleń oraz z podłączeniem do sieci odstrasza potencjalnych inwestorów branży hydroenergetycznej. Koszty inwestycji są duże, elektrownie zaczynają przynosić dochody dopiero po dłuższym okresie użytkowania (od kilku do nawet 10 lat [66]). Budowa elektrowni wywołuje nieraz protesty mieszkańców, a negatywne nastawienie miejscowej ludności często pozostaje i później.

Wahania poziomu wody w Nerze są związane nie tylko z warunkami hydrologicznymi, ale też z intensywnością zrzutów z GOŚ i pobieraniem wody do nawodnień. W czasie wezbrań wiele elektrowni jest wyłączanych, co skutkuje przerwami w produkcji energii. Z kolei wody z GOŚ i z kanalizacji ogólnospławnej wpływają znacznie na zwiększenie przepływów Neru (co jest ważne zwłaszcza w okresie niżówek hydrologicznych zlewni), a ponieważ są cieplejsze od wód rzecznych, podwyższają temperaturę wody w rzece, co ma znaczenie zimą. Właściciele elektrowni obciążeni są kosztami związanymi z jej użytkowaniem. Do ich obowiązków należy bieżąca konserwacja urządzeń piętrzących, utrzymywanie w należytym stanie odcinka rzeki powyżej i poniżej urządzenia wodnego, na które oddziałuje elektrownia, czyszczenie krat zabezpieczających dopływ

wody do turbin elektrowni z nieczystości, w które rzeka obfituje, a także wykaszanie traw na skarpach koryta rzeki w sąsiedztwie obiektu.

MEW są dobrym przykładem funkcjonowania w praktyce zasad zrównoważonego rozwoju uwzględniających wymogi ochrony środowiska i potrzeby społeczeństwa oraz gospodarki.

8.8. Turystyka w dolinie Neru

Dolina Neru nie obfituje w duże obszary ochrony przyrody. Za najważniejsze na tym terenie należy uznać dwa obszary należące do sieci obszarów „Natura 2000”. Pierwszy z nich to Specjalny Obszar Ochrony Siedlisk Dąbrowa Grotnicka, o powierzchni 101,48 ha, obejmujący ochroną fragment lasu sosnowo-dębowego w wieku ponad 100 lat. Drugi obszar, znajdujący się w dolnym biegu rzeki, stanowi Pradolina Bzury–Neru, o powierzchni 17 696,03 ha, obejmująca niewielkie kompleksy łąkowe, torfowiska niskie i przejściowe, starorzecza, doły potorfowe oraz turzycowiska. Inne formy obszarowej ochrony przyrody w dolinie Neru to:

- położony w gminie Łęczyca rezerwat Błonie obejmujący roślinność halofilną (występuje tu m. in. soliród zielny);
- usytuowany w okolicach wsi Rąbień AB w gminie Aleksandrów Łódzki rezerwat Torfowisko Rąbień, który ochroną obejmuje rozległą dolinę między wydrami, gdzie znajduje się dawniej eksploatowane torfowisko wysokie;
- znajdujący się w obrębie uroczyska Oleśnica leśny rezerwat Jodły Oleśnickie (gmina Lutomiersk, powiat pabianicki), chroniący naturalny fragment lasu jodłowego na północnej granicy występowania jodły;
- położony w zabagnionej dolinie Neru Rezerwat Mianów (gmina Lutomiersk), chroniący śródleśny kompleks torfowisk niskich, kompleks bagien oraz inicjalnych postaci olsów [39].

Również poza obszarami ochrony przyrody, dolina Neru jest bardzo malownicza. Gdyby wody Neru były czystsze, sprzyjałyby to turystyce. Warto docenić rolę turystyki we współczesnych gospodarkach. Jest ona istotnym czynnikiem rozwoju gospodarczego i może stanowić ważne źródło koniunktury. Ostatnio stała się jednym z najbardziej dochodowych sektorów gospodarki na świecie i zarazem największą potrzebą społeczną współczesnego społeczeństwa [8]. Turystyce sprzyjają: wzrost dochodów, skracanie czasu pracy, rozwój transportu i elektroniki. Jako dziedzina interdyscyplinarna przyczynia się

do rozwoju m. in.: transportu, budownictwa, gospodarki komunalnej, rozwoju regionalnego. Pełni ona funkcję pewnego rodzaju aktywizatora innych gałęzi gospodarki. Dzisiejsza turystyka jest elementem współczesnego stylu życia, sposobem poznawania świata, ludzi i kultury; daje możliwość odpoczynku, relaksu, regeneracji sił, poprawy stanu zdrowia, wspierając rozwój gospodarczy i społeczny regionów turystycznych. Należy zwrócić uwagę na to, że jest ona zjawiskiem przestrzennym – na terenach, gdzie rozwija się turystyka, na jej potrzeby przekształcane jest środowisko przyrodnicze, powstaje często infrastruktura komunikacyjna, noclegowa, żywieniowa umożliwiające pełne korzystanie z walorów turystycznych – to z kolei powoduje zmianę krajobrazu. Może to być cenne zjawisko przynoszące efekty gospodarcze, ale w pewnych przypadkach może prowadzić do degradacji środowiska.

Walory turystyczne wpływają na strukturę przestrzenną podróży, stanowiąc główną siłę przyciągania turystów. Mogą mieć charakter materialny lub niematerialny, być elementem przyrody bądź dziełem człowieka, ich rozwój odbywa się w efekcie udostępniania dotychczas niezagospodarowanych zasobów przyrody lub ich tworzenia przez ludzi. Infrastruktura dostosowana do rodzaju walorów pozwala na ich turystyczne wykorzystanie [32]. Dolina Neru jest bardzo atrakcyjna w kontekście wykorzystania turystycznego. Charakteryzuje się pięknym krajobrazem, a do wielu miejsc jest dobry dojazd. Niedalekie położenie w odniesieniu do aglomeracji łódzkiej mogłoby zachęcić łodzian do weekendowych wyjazdów na te tereny, można byłoby również rozwijać tu agroturystykę.

Podjęcie działań w zakresie przywrócenia atrakcyjności krajobrazowo-turystycznej doliny Neru założył sobie jako jeden z celów Związek Gmin Nadnerzańskich. Od lipca 2006 r. Związek organizuje spływy kajakowe po Nerze. Ich celem jest promocja walorów turystycznych i rekreacyjnych otoczenia tej rzeki [21]. Ner przecinają szlaki turystyczne – konne, piesze, rowerowe. Powiązanie tych szlaków z agroturystyką i utworzenie nowych, np. rowerowego szlaku łączącego umiejscowione nad Nerem elektrownie wodne czy miasta nadnerzańskie mogłoby wpłynąć na zwiększenie ruchu turystycznego w tych okolicach.

8.8.1. Związek Gmin Nadnerzańskich

Położenie nad Nerem wymaga określonej współpracy pomiędzy lokalnymi samorządami. Może też łączyć gminy pod względem gospodarczym i turystycznym. W 1993 r. powstał posiadający osobowość prawną Związek Gmin Nadnerzańskich (z siedzibą w Poddębicach) działający według przyjętego statutu. Związek stanowi dobrowolne zrze-

szenie gmin, przez które przepływa Ner. Główne jego zadania to pomoc w zaspokajaniu potrzeb publicznych zrzeszonych gmin, m. in. dbałość o ich mieszkańców, rozwiązywanie problemów przekraczających możliwości realizacyjne poszczególnych gmin, a także troska o ich harmonijny rozwój. Kolejnym celem związku jest przywrócenie i zachowanie ładu ekologicznego w zakresie wód powierzchniowych, co zaowocuje poprawą zaopatrzenia ludności w wodę [28]. Między innymi to działania Związku powodują, że jakość wody w rzece Ner uległa poprawie. Jest to efektem podejmowanych przedsięwzięć z zakresu ochrony środowiska, a w szczególności rozbudowy sieci kanalizacyjnej i budowy lokalnych oczyszczalni ścieków. Dobrze byłoby we współpracy z władzami województwa dokonać w wielu miejscach budowy (odbudowy) obwałowań rzeki, a także rozbudować urządzenia melioracyjne i dążyć do tworzenia zbiorników małej retencji. Ważnym zagadnieniem jest także odmulenie rzeki [28].

Połączone działania mogą przynieść zwielokrotnione efekty dla rzeki Ner, okolicznych obszarów i lokalnych mieszkańców. Działacze Związku zakładają, że dzięki turystycznemu i rekreacyjnemu wykorzystaniu doliny Neru można pokazać jej walory przyrodniczo-krajobrazowe.

W skład Związku wchodzi następujące gminy:

- Lutomiersk,
- Poddębice,
- Wartkowice,
- Świnice Warckie,
- Dąbie,
- Grabów,
- Konstantynów Łódzki,
- Łęczycza.

8.8.2. Z wizytą w Małyniu

Małyń (gmina Zadzim, powiat poddębicki) jest miejscowością położoną nad Nerem i Pisią. Walory krajobrazowe położonego nad rzeką Małyńia są bez wątpienia bardzo duże. Okolice te charakteryzują się bogactwem gatunków zwierząt, głównie ptaków, a także roślin. Występują tu m. in. kokoszki, nurogęsi, gągoły, łabędzie, trzciniaki, trzciniaczki. Znajdują się tutaj także dwie małe elektrownie wodne i stary (stuletni), murowa-

no-drewniany, dobrze zachowany młyn wodny, we wnętrzu którego dodatkowo zamontowano turbinę wytwarzającą energię. Jest to jeden z niewielu tego typu obiektów napędzanych wodą, jakie pozostały w województwie, a jednocześnie jeden z dwóch nad Nerem. Oprócz niego istnieje jeszcze jeden drewniany młyn, towarzyszący elektrowni wodnej w Wilkowicach (wybudowany w latach 1922–1924). Młyn w Małyniu jest starszy – został wybudowany w 1911 r. Po II wojnie światowej w okresie ponad 40 lat był użytkowany przez spółdzielnię, a od około 20 lat znowu jest w rękach pierwotnych właścicieli (jako dziedzictwo rodzinne został odkupiony). Pozostaje nadal czynny. Obok młyna przebiega szlak rowerowy.

Obecnie właścicielka młyna rozważa możliwość większego udostępniania go do zwiedzania dla turystów, gdyż obiekt cieszy się niemalym zainteresowaniem. Ponieważ młynowi towarzyszy zabudowa gospodarska, obecnie nie użytkowana, być może kiedyś w tym miejscu powstaną pokoje gościnne.

Oprócz zabytkowych urządzeń związanych z energetyką wodną w Małyniu można podziwiać inne obiekty dziedzictwa kulturalnego. Na listę zabytków Krajowy Ośrodek Badań i Dokumentacji Zabytków wpisał m. in.:

- murowany kościół parafialny p.w. św. Andrzeja wzniesiony w latach 1907–1912, w miejsce spalonego drewnianego kościoła. Jest to obiekt trzynawowy, utrzymany w stylu noworomańskim; ma dwuspadowy dach pokryty dachówką, był konsekrowany w 1919 r., ołtarz główny i boczne są utrzymane w stylu barokowym;
- dwór, z drugiej połowy XIX w.

Urokliwe miejscowości, takie jak Małyń wraz z terenami przyległymi, charakteryzują się ogromnym potencjałem w zakresie rozwoju szeroko rozumianej turystyki nie tylko dla mieszkańców województwa łódzkiego. Niewątpliwą zaletą tych terenów jest bliskość aglomeracji miejskiej Łodzi. Atrakcyjność regionu w połączeniu z odpowiednio rozwiniętym zapleczem turystycznym daje nadzieje na rozwój i zaprezentowanie jego walorów szerszej klienteli.

9. Perspektywy dalszego rozwoju hydroenergetyki na terenie województwa łódzkiego

Ze względu na wododziałowe położenie obszar województwa jest stosunkowo ubogi w wody powierzchniowe. Pod względem ogólnej powierzchni wód województwo łódzkie plasuje się na 14. miejscu w kraju a na 15. pod względem wód płynących [54]. Największe zagęszczenie sieci rzecznej występuje na Równinie Łowicko-Błońskiej, natomiast najmniejsze w rejonie Piotrkowa, Działoszyna i Opoczna oraz w przykrawędziowej strefie Garbu Łódzkiego [50].

Instalacje wykorzystujące odnawialne źródła energii, w tym małe elektrownie wodne, mają zazwyczaj charakter lokalny, w efekcie nie wymagają tworzenia scentralizowanej infrastruktury technicznej. Jako małe i rozproszone technologie naturalnie wpisują się w politykę, strategię i plany rozwoju regionalnego oraz lokalnego. Zważywszy na rozproszony charakter oraz ogólną dostępność zasobów OZE, energetyka odnawialna może stać się czynnikiem pobudzającym rozwój gospodarczy na poziomie regionalnym. Bardzo istotnym elementem procesu planowania energetycznego jest szacowanie oraz wskazywanie możliwości wykorzystania istniejących na danym terenie zasobów energetycznych, co w przyszłości zaowocuje powstaniem korzyści zarówno o charakterze ekonomicznym, jak i społecznym.

Aby umożliwić dalszy rozwój hydroenergetyki na rzekach regionu, Wojewódzki Zarząd Melioracji i Urządzeń Wodnych w Łodzi opracował listę miejsc, które można zagospodarować, piętrząc tam wodę. W województwie zlokalizowanych jest ponad 350 budowli piętrzących, z czego większość stanowią jazy i zastawki. Pozostałe budowle piętrzące to: stopnie, stopnie z piętrzeniem, przepusty, przelewy i budowle przepustowo-upustowe. WZMiUW planuje wydzierżawić wszystkie możliwe jazy, stopnie wodne i zastawy, gdzie spiętrzenie wody jest większe niż 1 metr. Okazuje się jednak, że dla większości istniejących budowli piętrzących brak jest danych dotyczących przepływów w korycie, dyspozycyjnego spadku oraz ich stanu technicznego; nie wiadomo więc, ile z nich jest przydatnych do produkcji energii.

Podjęto także działania realizacji MEW w kolejnych 8 lokalizacjach, w miejscowościach: Zyguntów, Zimne-Rydzyna, Pudłów Stary oraz Jeżew – na Nerze; w Smugach na Widawce, w Miedznej Murowanej na Wąglance, w Woli Kalkowej na Bzurze oraz w Gielzowie na Drzewiczce [4].

Uwzględniając fakt, że WZMiUW dysponuje 345 budowlami piętrzącymi o wysokości piętrzenia powyżej 1 m, należy uznać procent wydzierżawionych za niewielki. Możliwość

wykorzystania istniejących budowli piętrzących do celów energetycznych zawsze wymaga indywidualnej oceny, ponieważ niektóre z nich mogą być zagospodarowane tylko do funkcjonowania stawów rybnych lub innych niewielkich zbiorników wodnych. Wszelkie ograniczenia z jakimi styka się hydroenergetyka, prowadzą do spowolnienia rozwoju tej dziedziny. Zakaz realizacji inwestycji z zakresu małej energetyki wodnej obowiązuje w odniesieniu do terenów parków narodowych i rezerwatów przyrody. Istotne ograniczenia w lokalizacji MEW mogą występować na terenach parków krajobrazowych, obszarów chronionego krajobrazu oraz na terenach, na których ustanowiono formy ochrony przyrody w postaci pomników przyrody, stanowisk dokumentacyjnych, użytków ekologicznych lub zespołów przyrodniczo-krajobrazowych. Na obszarach sieci „Natura 2000” małe elektrownie wodne mogą być realizowane tylko wyjątkowo, gdy w trakcie przeprowadzonej oceny oddziaływania na środowisko stwierdzono brak negatywnego wpływu na siedliska przyrodnicze oraz gatunki roślin i zwierząt, dla których został wyznaczony obszar „Natura 2000”. Ponadto, na niektórych obszarach realizacja tego typu obiektów jest sprzeczna z ustaleniami celów środowiskowych dla jednolitych części wód i obszarów chronionych, pojawiać się też mogą ograniczenia techniczne ze względu na zabudowę koryta (wyloty drenaży, rowów, kanałów, kładki i mosty), ujścia dopływów. Elektrownia wodna nie może również powstać w miejscu, gdzie będzie wywierała niekorzystny wpływ na przyległe tereny, np. poprzez podtopienia terenów zabudowanych i gruntów rolnych [55]. W najbliższych latach nie należy spodziewać się znacznego przyrostu energii wyprodukowanej w elektrowniach wodnych, a moce osiąmane przez małe elektrownie wodne nie wpłyną w istotny sposób na strukturę produkcji energii elektrycznej z odnawialnych źródeł energii. Rozwój energetyki wodnej opierać się będzie na optymalnym wykorzystaniu istniejących budowli hydrotechnicznych. Trendy w budowie obiektów hydrotechnicznych zmierzają w kierunku małej retencji. Termin ten rozumiemy jako podejmowanie działań mających duże znaczenie dla ochrony ilościowej i jakościowej zasobów wodnych poprzez spowalnianie obiegu wody. Kształtowanie i regulacja obiegu wody w zlewniach wywierają wpływ na poziom wód gruntowych, a także przepływy w ciekach wyższego rzędu. Niewielkie zbiorniki zazwyczaj w małym stopniu oddziałują na środowisko; charakteryzują się również krótkim czasem budowy przy jej niskich kosztach. Coraz częściej przy realizacji projektów małej retencji uwzględnia się energetykę wodną. Zmniejszając zagrożenie powodziowe i ograniczając deficyt wód powierzchniowych województwa można również produkować energię.

Program małej retencji przewiduje utworzenie 150 zbiorników o powierzchni powyżej 5 ha; dla 24 zaplanowano również funkcję energetyczną (tab. 4). Najwięcej, bo aż 11, powstanie w zlewni Warty, 9 w zlewni Bzury i 4 w zlewni Pilicy. Wyliczono, że w ten sposób możliwe stanie się pozyskanie dodatkowych 4,1 tys. kW energii z wody [64].

Tabela 4

Zestawienie zbiorników wytypowanych do wykorzystania energetycznego

| Lp. | Zbiornik | Rzeka | Zlewnia | Pojemność (tys. m ³) |
|-----|-----------------------|------------------|---------|-------------------------------------|
| 1 | Słupia | Widawka | Warty | 612,0 |
| 2 | Kolumna | Grabia | Warty | 204,0 |
| 3 | Marzenin–Kustrzyce | Grabia | Warty | 1 530,0 |
| 4 | Restarzew | Widawka | Warty | 1 122,0 |
| 5 | Charzew | Ner | Warty | 1 222,2 |
| 6 | Bechcice–Konstantynów | Ner | Warty | 2 400,0 |
| 7 | Stolec–Jackowskie | Oleśnica, Pyszna | Warty | 2 600,0 |
| 8 | Grześlaki–Kik | Prosna | Warty | 3 000,0 |
| 9 | Gola–Wójcin | Prosna | Warty | 2 300,0 |
| 10 | Posada–Gola | Prosna | Warty | 1 000,0 |
| 11 | Wieruszów | Prosna | Warty | 17 250,0 |
| 12 | Tatar | Rawka | Bzury | 120,0 |
| 13 | Wołucza | Białka | Bzury | 99,0 |
| 14 | Podstrobów | Łupia | Bzury | 563,0 |
| 15 | Rzędków | Łupia | Bzury | 180,0 |
| 16 | Głowno | Mroga | Bzury | 170,0 |
| 17 | Cedrowice | Bzura | Bzury | 90,0 |
| 18 | Ozorków II | Bzura | Bzury | 217,8 |
| 19 | Kotowice | Czerniawka | Bzury | 110,0 |
| 20 | Wypychów | Moszczenica | Bzury | 63,6 |
| 21 | Sitowa | Drzewiczka | Pilicy | 330,0 |
| 22 | Będków | Wolbórka | Pilicy | 525,0 |
| 23 | Róża | Wolbórka | Pilicy | 300,0 |
| 24 | Ruda | Wolbórka | Pilicy | 850,0 |

Źródło: na podstawie Wojewódzkiego Programu Małej Retencji.

10. Perspektywy rozwoju turystyki przy obiektach hydroenergetycznych województwa łódzkiego wraz z rekomendacjami

Informacje dotyczące tego problemu przedstawiono w zestawieniu tabelarycznym.

| LP. | WNIOSEK | REKOMENDACJA | ADRESAT REKOMENDACJI |
|--|---|--|---|
| REKOMENDACJE STRATEGICZNE NA POZIOMIE REGIONU | | | |
| 1 | <p>Słabo rozwinięta sieć rzeczna i mała liczba zbiorników retencyjnych w woj. łódzkim jest przyczyną tzw. Programu małej retencji wykonanego na zlecenie WZMiUW w Łodzi.</p> <p>W programie założono budowę 300 zbiorników retencyjnych, z czego 24 miałyby pełnić funkcję energetyczną. Warto nadmienić, że często tereny nad wodami, zbiornikami charakteryzują się dużymi walorami przestrzeni.</p> <p>Ponadto WZMiUW w Łodzi przygotował listę ok. 350 miejsc z piętrzeniem większym niż 1 m, które mogą zostać wydzierżawione na potrzeby energetyki wodnej. Równocześnie program rozwoju turystyki, a w nim kierunek „Poznaj Łódzkie”, nie uwzględnia wizji rozwoju turystyki przy obiektach MEW.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • branża OZE i turystyczna szybko się rozwijają, ich połączenie w pewnym zakresie może zwiększyć możliwości rozwojowe w skali regionu. Przy tworzeniu kolejnych programów przez Urząd Marszałkowski (Departament Turystyki i Rekreacji) powinno się włączać wizję rozwoju turystyki z uwzględnieniem obiektów wykorzystujących OZE, a zwłaszcza MEW. | Urząd Marszałkowski, Departament Rozwoju Turystyki i Rekreacji. |
| 2 | Brak informacji dotyczących inwentaryzacji obiektów MEW, poprzednia inwentaryzacja w 2008 r. wykonana dla UM zawierała błędy. | <ul style="list-style-type: none"> • na potrzeby powyższego artykułu przeprowadzono inwentaryzację obiektów MEW; należy jednak sytuację monitorować na bieżąco, gdyż liczba hydroelektrowni zmienia się. | Departament Przedsiębiorczości w UM. |

| | | | |
|---|--|--|--|
| 3 | <p>Obiekty małych elektrowni wodnych, poza nielicznymi wyjątkami, nie wyróżniają się z otoczenia. Zdarza się, że nie są oznakowane. Trudno do nich dotrzeć.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • dążenie do zwiększania rozpoznawalności obiektów MEW w środowisku, oznaczanie elektrowni wodnych i wskazanie kierunków dojazdu do tego typu obiektów; • istnieje konieczność uzupełnienia systemu identyfikacji obiektów MEW oraz systemu identyfikacji wizualnej obiektów MEW, a także ustalenie wzorca graficznego oznaczania tych obiektów. | <p>Administracja samorządowa, ustalenia wzorca graficznego i systemu identyfikacji powinny się odbyć na poziomie Urzędu Marszałkowskiego; Departament Rozwoju Turystyki i Rekreacji w porozumieniu z WZMiGW w Łodzi oraz właścicielami MEW i organizacjami turystycznymi, głównie LOT.</p> |
| 4 | <p>Na stronach internetowych promujących turystykę w województwie łódzkim trudno znaleźć jakiegokolwiek informacje związane z hydroenergetyką. Warto zaznaczyć, że często elektrownie leżą w pięknych miejscach, w pobliżu których są też dostępne inne atrakcje turystyczne.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • uwzględnienie informacji o obiektach MEW na stronach internetowych poświęconych i promujących turystykę w województwie łódzkim. | <p>Administracja samorządowa na poziomie gminy, a także właściciele MEW, organizacje turystyczne, głównie LOT administratorzy stron internetowych.</p> |
| 5 | <p>W programie „Poznaj łódzkie” brak jest kreacji i promowania turystyki w woj. łódzkim w zakresie MEW, młynów wodnych. Przeprowadzono badanie metodą bonitacji punktowej w tym zakresie, wiele obiektów cechuje się malowniczym położeniem, a ponieważ są to większe elektrownie, łatwiej byłoby otworzyć je dla ruchu turystycznego. Warto zaznaczyć, że są miejsca w Polsce, gdzie z elektrowniami wodnymi związany jest szlak turystyczny, program wycieczki, istnieje rozwinięta infrastruktura turystyczna w otoczeniu MEW. A dochody z branży turystycznej stanowią pokaźne źródło przychodu.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • wykorzystanie i wzorowanie się na dobrych rozwiązaniach z innych regionów kraju związanych z udostępnieniem obiektów MEW dla zwiedzających – są miejsca, gdzie z elektrowniami wodnymi związany jest szlak, program wycieczki, jest rozwinięta infrastruktura turystyczna w otoczeniu MEW; • przedstawione wyżej działania mogłyby umożliwić przygotowanie strategii rozwoju turystyki w obiektach MEW. | <p>Administracja samorządowa i organizacje turystyczne na poziomie powiatowym oraz gminnym.</p> |

| | | | |
|---|--|---|---|
| 6 | <p>Właściciele MEW nie angażują się w działalność związaną z turystyką, głównie z powodu obaw o ewentualne nowe dodatkowe obowiązki. Nie widzą możliwości osiągnięcia przychodów z turystyki. Tylko dwóch właścicieli MEW w woj. łódzkim (na 21 ankietowanych respondentów) jest zaangażowanych w działalność agroturystyczną. Powodem jest brak informacji o potrzebach strony popytowej.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • zachęty w postaci instrumentów ekonomicznych dla właścicieli MEW, aby inwestowali swoje przychody ze sprzedaży energii z elektrowni wodnych w turystykę. | <p>Jest to zadanie dla władz państwowych, można to uwzględnić w polityce energetycznej i polityce rozwoju regionalnego.</p> |
| 7 | <p>Wiele młynów wodnych jest pięknie położonych, ale zaniedbanych, nieremontowanych. Tylko kilka z nich pozostaje obecnie w dobrym stanie. Nieliczne są lub będą odrestaurowane na potrzeby prowadzenia działalności gospodarczej związanej z turystyką.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • odrestaurowane młyny wodne mogłyby stać się potencjałem dla prowadzenia działalności gospodarczej związanej z turystyką. Początkowo w celu zachęcenia do inwestowania w działalność turystyczną można wprowadzić pewne mechanizmy ekonomiczne dla właścicieli MEW i właścicieli młynów, aby inwestowali w agroturystykę i inne formy turystyki; • rozwój turystyki w regionie łódzkim mógłby być szansą na zmniejszenie bezrobocia. Lokalizacja wielu ładnie położonych miejsc blisko Łodzi, z dobrym dojazdem z miasta mogłaby bardzo sprzyjać turystyce weekendowej. | <p>Władze państwowe, uwzględnienie tego w polityce ekonomicznej i energetycznej państwa.</p> |
| 8 | <p>Brak szlaku turystycznego obejmującego elektrownie wodne oraz tras turystycznych związanych pośrednio lub bezpośrednio z zagadnieniem hydroenergetyki. W ofertach pojawiają się niekiedy informacje o możliwości zwiedzania EW Smardzewice. Inne MEW nie są uwzględniana przy organizacji wycieczek.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • możliwość utworzenia szlaku bądź szlaków łączących elektrownie wodnymi i młyny; powinno się dążyć do wypracowania uzgodnień między właścicielami MEW, właścicielami młynów a organizacjami turystycznymi odnośnie do udostępnienia obiektu dla zwiedzających. | <p>Organizacje turystyczne.</p> |

| | | | |
|----|--|---|--|
| 9 | Elektrownie wodne zlokalizowane na Nerze położone są w niewielkich odległościach od siebie, poza tym jest do nich wygodny dojazd. Stwarza to możliwości dla turystyki pieszej oraz rowerowej. | <ul style="list-style-type: none"> • możliwość utworzenia szlaku rowerowego śladem nadnerzańskich elektrowni. | Organizacje turystyczne, właściciele MEW nad Nerem. |
| 10 | Część obiektów MEW spotyka się z niechęcią ze strony okolicznych mieszkańców. | <ul style="list-style-type: none"> • potrzeba budowania lepszego klimatu dla inwestycji w OZE; udostępnienie obiektów dla zwiedzających pomoże zapoznać się z funkcjonowaniem hydroelektrowni; • wskazana jest edukacja proekologiczna z uwzględnieniem dorosłych; • wskazane byłoby utworzenie przewodnika z mapą obiektów MEW, zawierającego informacje o nich oraz o innych OZE, a także przedstawienie w nim zalet OZE w porównaniu z konwencjonalną energetyką. | Administracja samorządowa i powiatowa, organizacje turystyczne. |
| 11 | Wyniki badań przeprowadzonych wśród właścicieli elektrowni wodnych wskazują, że nauczyciele z okolicznych szkół zwracają się do nich z prośbami o udostępnienie obiektu MEW dla uczniów – zwiedzanie elektrowni odbywa się w ramach edukacji ekologicznej. Istnieje zatem zainteresowanie od strony popytowej organizacją wycieczek do hydroelektrowni. Niestety często obserwuje się brak komunikacji i współpracy pomiędzy instrumentariuszami mogącymi wpłynąć na organizację wycieczek po MEW. | <ul style="list-style-type: none"> • nawiązanie i dbanie o współpracę pomiędzy przedstawicielami branży turystycznej, otoczeniem biznesu a właścicielami elektrowni wodnych; należy wypracować ścieżkę współpracy, platformę informacji. | Samorządy regionalne, przedstawiciele branży turystycznej, właściciele MEW, organizacje pozarządowe typu „Źródło”. |

| | | | |
|--|--|--|---|
| 12 | W programach edukacyjnych Kuratorium Oświaty, w ślad za wytycznymi z Ministerstwa Edukacji Narodowej, dąży się do szerzenia edukacji proekologicznej. Wskazuje się na konieczność takiej działalności na wszystkich etapach kształcenia z uwzględnieniem OZE. Z programów edukacyjnych wynika, że powinno występować duże zainteresowanie tematyką energii odnawialnej na różnych poziomach nauczania. | <ul style="list-style-type: none"> • przygotowanie produktu turystycznego – wycieczki edukacyjnej dla dzieci i młodzieży szkolnej; • promowanie obiektów MEW jako praktycznego sposobu wdrażania zagadnień proekologicznych. | Kuratorium Oświaty w Łodzi, nauczyciele. |
| REKOMENDACJE OPERACYJNE NA POZIOMIE PODMIOTÓW GOSPODARCZYCH | | | |
| 13 | Brak wykorzystania potencjału popytowego. Niektórzy nauczyciele kontaktują się z właścicielami MEW w pobliżu szkoły i jeśli jest taka możliwość przyprowadzają uczniów na wycieczki edukacyjne do elektrowni. | <ul style="list-style-type: none"> • zgłoszenie się do dyrekcji oświatowych szkół z informacjami o możliwości zorganizowania wycieczki i konkretnej ofercie. | Branża turystyczna w uzgodnieniu z właścicielami MEW. |
| 14 | Niewykorzystanie potencjału elektrowni wodnych w zakresie turystyki. | <ul style="list-style-type: none"> • korzystanie z analiz porównawczych, <i>best practice</i> w zakresie organizacji turystyki przy obiektach hydroenergetycznych. | Właściciele MEW. |
| 15 | Możliwość połączenia funkcji edukacyjnej hydroelektrowni z działalnością handlową. Podczas wycieczki można prowadzić sprzedaż materiałów edukacyjnych związanych z energetyką odnawialną, ale także pamiątek. | <ul style="list-style-type: none"> • przygotowanie miejsc zwiedzania dostosowanych do młodych turystów, także pod kątem sprzedaży materiałów edukacyjnych i pamiątek turystycznych. | Właściciele MEW. |

Źródło: oprac. własne.

LITERATURA

- [1] Ambrozik K., *Ichtiofauna dopływów Neru – zmiany osiem lat po uruchomieniu Grupowej Oczyszczalni Ścieków w Łodzi*. Praca magisterska wykonana na Uniwersytecie Łódzkim, na Wydziale Biologii i Ochrony Środowiska, w Katedrze Ekologii i Zoologii Kręgowców, Łódź 2010.
- [2] Bonisławski R., *Rzeka Ner. Z biegiem łódzkich rzek*, Wydawnictwo UM Łodzi, Łódź 2008.
- [3] Dukowska M., Grzybkowska M., Marszał L., Zięba G., *The food preferences of three-spined stickleback, *Gasterosteus aculeatus* L., downstream of a dam reservoir*, „Oceanological and Hydrobiological Studies” 2009, 38, 39–50.
- [4] Gaicka M., *Wykaz budowli piętrzących Skarbu Państwa, dla których gospodarowanie wykonuje Wojewódzki Zarząd Melioracji i Urządzeń Wodnych w Łodzi w imieniu Marszałka Województwa Łódzkiego, wykorzystywanych dla potrzeb MEW*, Łódź 2011.
- [5] Galicka W., *Zbiorniki zaporowe*, [w:] R. Olaczek, A. Warcholińska (red.), *Ochrona środowiska i żywych zasobów przyrody*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 1999, 253–272.
- [6] Galicka W., Kruk A., *Hydroconstruction-related changes of water quality in the Warta River, Poland*, „Acta Universitatis Lodziensis” 2000, Folia Limnologica, 7, 193–210.
- [7] Galicka W., Lesiak T., *Wpływ zbiornika Jeziorsko na fitoplankton środkowego odcinka rzeki Warty*, „Universitatis Lodziensis” 1996, Folia Botanica, 11, 161–173.
- [8] Gołębski G., *Kompendium wiedzy o turystyce*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2005.
- [9] Grzybkowska M., *Diel drift of Chironomidae in a large lowland river (Central Poland)*, „Netherlands Journal of Aquatic Ecology” 1992, 26, 355–360.
- [10] Grzybkowska M., Dukowska M., *Impact of the dam reservoir on river macrobenthic community: long-term study of Jeziorsko Reservoir and the Warta River in central Poland*, „Polish Journal of Ecology” 2001, 49, 243–259.
- [11] Grzybkowska M., Dukowska M., *Communities of Chironomidae (Diptera) above and below a reservoir on a lowland river: long-term study*, „Annales Zoologici Fennici” 2002, 52, 235–247.
- [12] Grzybkowska M., Dukowska M., *Response of chironomids (Chironomidae, Diptera) to damming. Production*, „Teka Komisji Ochrony i Kształtowania Środowiska Przyrodniczego” 2004, 1, 71–82.
- [13] Grzybkowska M., Dukowska M., Sitkowska M., Galicka W., *Spatial distribution of benthic chlorophyll *a* in the Warta River, upstream and downstream of the Jeziorsko Reservoir*, „Acta Hydrobiologica” 2000, 42, 123–136.
- [14] Grzybkowska M., Dukowska M., Takeda M., Majecki J., Kucharski L., *Seasonal dynamics of macroinvertebrates associated with submersed macrophytes in a lowland river downstream of the dam reservoir*, „Ecohydrology and Hydrobiology” 2003, 3, 399–408.
- [15] Grzybkowska M., Galicka W., *Metody oceny jakości wód na przykładzie rzeki Warty*. [w:] T. Gabryelak (red.), *Bory Tucholskie – ochrona biosfery*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 1998, 43–52.

- [16] Grzybkowska M., Hejduk J., Zieliński P., *Seasonal dynamic and production of Chironomidae in a large lowland river upstream and downstream from a new reservoir in Central Poland*, „Archiv für Hydrobiologie” 1990, 119, 439–455.
- [17] Grzybkowska M., Temech A., Najwer I., *Seston, (particles >400 um) of the Warta River downstream from the new reservoir of Jeziorsko*, „Acta Universitatis Lodziensis” 1996, Folia Limnologica, 6, 47–61.
- [18] <http://powiat.konskie.pl/pow/powiat/czarna.html> (stan z dn. 26.11.2011).
- [19] <http://solina.pl/> (stan z dn. 22.11.2011).
- [20] <http://www.bandurscy.com>.
- [21] http://www.gminadabie.pl/asp/pl_start.asp?typ=14&sub=2&menu=125&strona=1 (stan z dn. 25.09.2011).
- [22] <http://www.gos.lodz.pl/> (stan z dn. 26.09.2011).
- [23] <http://www.ogrzewnictwo.pl> (stan z dn. 29.11.2011).
- [24] <http://www.paiz.gov.pl> (stan z dn. 26.11.2011).
- [25] http://www.proksenia.pl/download/Metody_badan.pdf (stan z dn. 27.11.2011).
- [26] <http://www.rp.pl> (stan z dn. 24.11.2011).
- [27] <http://www.sulejowski.pl> (stan z dn. 26.11.2011).
- [28] http://www.wartkowice.pl/asp/pl_start.asp?typ=14&menu=61&strona=1 (stan z dn. 26.09.2011).
- [29] <http://www.zelt.pl/serwis/index.php?id=71> (stan z dn. 28.11.2011).
- [30] <http://www.ziemialodzka.pl> (stan z dn. 25.11.2011).
- [31] Jankowski W., *Negatywny wpływ zabudowy hydrotechnicznej rzek na przyrodę*, Instytut Ochrony Środowiska, Wrocław 2000. http://tnz.most.org.pl/dokumenty/publ/psopp/ios_1.htm (stan z dn. 29.11.2011).
- [32] Kaczmarek J., Stasiak A., Włodarczyk B., *Produkt turystyczny*, PWE, Warszawa 2010.
- [33] Kostrzewa J., *Szansa dla Neru*, „Aura” 1999, 12, 16–17.
- [34] Kruk A., Penczak T., Galicka W., Koszaliński H., Tłoczek K., Kostrzewa J., Marszał L., *Ichtiofauna rzeki Warty*, „Roczniki Naukowe PZW” 2000, 13, 35–67.
- [35] Leszczyński T. Z., *Hydroenergetyka w Unii Europejskiej*, „Biuletyn Urzędu Regulacji Energetyki” 2009, 6, 1–13.
- [36] Mikulski Z., *Rozwój wykorzystania energii wodnej na ziemiach polskich*, „Gospodarka Wodna” 2004, 12, 503–509.
- [37] Mosiej J., Komorowski H., Karczmarczyk A., Suska A., *Wpływ zanieczyszczeń odprowadzanych z aglomeracji łódzkiej na jakość wody w rzekach Ner i Warta*, „Acta Scientiarum Polonorum, Formatio Circumiectus” 2007, 6 (2), 19–30.
- [38] *Ocena konkurencyjności wykorzystania energii odnawialnej w województwie łódzkim*, przygotowana przez Urząd Marszałkowski w Łodzi, Łódź, październik 2008.
- [39] Olaczek R., *Ochrona przyrody*, [w:] S. Pączka (red.), *Środowisko geograficzne Polski środkowej*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 1993, 227–234.

- [40] Pakiet Klimatyczno-Energetyczny.
- [41] Penczak T., *Fish production in the Warta River: postimpoundment study*, „Hydrobiologia” 1992, 242, 87–93.
- [42] Penczak T., *Impact of impoundment (1985–2000) on fish assemblages in large lowland river*, „Ecohydrology and Hydrobiology” 2004, 4, 129–138.
- [43] Penczak T., Galicka W., Marszał L., Zaczyński A., Głowacki Ł., Koszaliński H., *Wpływ piętrzenia na dynamikę populacji i produkcję ryb w rzece Warcie: 1985–1993*, [w:] T. Penczak (red.), *Wpływ zbiornika Jeziorsko na populacje ryb rzeki Warty*, Wyd. PZW, Warszawa 1994, 21–26.
- [44] Penczak T., Głowacki Ł., Galicka W., Koszaliński H., *A long-term study (1985–1995) of fish populations in the impounded Warta River, Poland*, „Hydrobiologia” 1998, 368, 157–173.
- [45] Penczak T., Kruk A., *Patternizing of impoundment impact (1985–2002) on fish assemblages in a lowland river using the Kohonen algorithm*, „Journal of Applied Ichthyology” 2005, 21, 169–177.
- [46] Penczak T., Kruk A., Grabowska J., Śliwińska A., Koszaliński H., Zięba G., Tybulczuk S., Galicka W., Marszał L., *Wpływ stopniowej poprawy jakości wody w rzece Ner na regenerację ichtiofauny*, „Roczniki Naukowe PZW” 2010, 23, 97–117.
- [47] Penczak T., Kruk A., Grzybkowska M., Dukowska M., *Patterning of impoundment impact on chironomid assemblages and their environment with use of the self-organizing map (SOM)*, „Acta Oecologica” 2006, 30, 312–321.
- [48] Perrow M. R., Jowitt A. J. D., Stansfield J. H., Phillips G. L., *The practical importance of the interactions between fish, zooplankton and macrophytes in shallow lake restoration*, „Hydrobiologia” 1999, 395/396, 199–210.
- [49] Petts G. E., *Impounded river. Perspectives for ecological management*. Chichester, John Wiley & Sons, Chichester, England 1984, 326.
- [50] *Plan nawodnień rolniczych dla województwa łódzkiego*, cz. III. Opracowany na zlecenie Wojewódzkiego Zarządu Melioracji i Urządzeń Wodnych w Łodzi, Łódź, listopad 2007.
- [51] *Plan Rozwoju Lokalnego Gminy Poddębice na lata 2008–2015*, Poddębice, czerwiec 2008.
- [52] *Pozytywne strony MEW* opracowane na podstawie materiałów z warsztatów „ABC Małych Elektrowni Wodnych”, autorstwa Marcina Świtajskiego, Grudziądz 2011.
- [53] *Prawo energetyczne z dn. 10 kwietnia 1997 r.*, DzU, 2006.
- [54] *Prognoza oddziaływania na środowisko projektu Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Łódzkiego na lata 2007–2013*, Łódź, sierpień 2006.
- [55] *Program Ochrony Środowiska Województwa Łódzkiego na lata 2008–2011, z perspektywą na lata 2012–2015* [Biuro Planowania Przestrzennego województwa Łódzkiego we współpracy z Departamentem Rolnictwa i Ochrony Środowiska Urzędu Marszałkowskiego w Łodzi], Łódź, marzec – lipiec 2007.
- [56] Sitkowska M., Dukowska M., *Taxonomic analysis and frequency of green algae in the middle section of the middle section of the Warta River (central Poland)*, „Acta Hydrobiologica” 1999, 41, 187–198.

- [57] Szczerkowska-Majchrzak E., Grzybkowska M., *Piętrzenia rzek i energia wodna; za i przeciw*, „Kosmos” 2008, 57, 295–303.
- [58] Szymanek-Jużwin A., Gaicka M., *Czysta energia*, „Pismo Samorządowe Województwa Łódzkiego” 2011, 22.
- [59] Śliwińska A., *Wpływ sukcesywnej poprawy jakości wody w rzece Ner na regenerację ichtiofauny*. Praca magisterska wykonana na Uniwersytecie Łódzkim, na Wydziale Biologii i Ochrony Środowiska, w Katedrze Ekologii i Zoologii Kręgowców, Łódź 2009.
- [60] Tończyk G., Laskowski Z., Siciński J., *Zgrupowania makrozoobentosu Neru*, [w:] *Raport o stanie środowiska w województwie łódzkim w 2002 roku*, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Łódź 2003, 119–122.
- [61] Vakkilainen K., *Submerged macrophytes modify food web interactions and stability of lake littoral ecosystems. Doctoral thesis. Department of Ecological and Environmental*, „Sciences Faculty of Biosciences University of Helsinki” 2005, 1–43.
- [62] Vannote R. L., Minshall G. W., Cummins K. W., Sedell J. R., Cushing C. E., *The river continuum concept*, „Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences” 1980, 37, 130–137.
- [63] Ward J. S., Stanford J. A., *Tailwater biota: ecological response to environmental alternations. Proceedings of the symposium on surface water impoundments ASCE*, Minneapolis, Minnesota 1980, 1516–1525.
- [64] *Wojewódzki Program Małej Retencji dla województwa łódzkiego*, z. 1, Biuro Studiów i Projektów Gospodarki Wodnej i Rolnictwa „Bipromel”, Warszawa 2005.
- [65] *Wojewódzki Program Ochrony i Rozwoju Zasobów Wodnych dla województwa łódzkiego*, wykonany przez Biuro Projektów Wodnych Melioracji i Inżynierii Środowiska BIPROWODMEL sp. z o.o., Łódź 2005.
- [66] *Wywiad środowiskowy zawierający dane wskazane przez właścicieli małych elektrowni wodnych zlokalizowanych na rzece Ner (ankiety)*.
- [67] Zamojski M., *Ocena stanu i funkcjonowania urządzeń melioracyjnych na obiektach w dolinie rzeki Ner*. Praca magisterska wykonana w Szkole Głównej Gospodarstwa Wiejskiego – Akademia Rolnicza w Warszawie, na Wydziale Melioracji i Inżynierii Środowiska, Warszawa 1995.
- [68] *Zbiornik wodny Jeziorsko*, Wydawnictwo Regionalnego Zarządu Gospodarki Wodnej w Poznaniu, Poznań 2011, 1–21.
- [69] Zyśk A., *Energia z wody*, „Środowisko” 2010, 23, 21–22.