

Maciej TEMPLIN

## **ELEKTROWNIA RZECZNA O MAŁYCH NAKŁADACH**

**Streszczenie:** W pracy skoncentrowano się na małych elektrowniach wodnych, ze względu na ich niewykorzystywany potencjał w Polsce. Przeważający nizinny charakter ukształtowania terenu nie sprzyja budowaniu elektrowni na rzekach, mimo to występują niewykorzystywane na potrzeby energetyki odcinki rzek, na których można zainstalować tzw. małe elektrownie wodne. Po to, aby zlokalizować optymalne miejsce pod budowę elektrowni, należy nie tylko brać pod uwagę aspekty ekonomiczne, ale również ekologiczne i społeczne. Praca poświęcona jest tematyce racjonalnego wyszukiwania lokalizacji pod ich budowę z wykorzystaniem systemów informacji geograficznej. Cel osiągnięto głównie poprzez przedstawienie kosztów inwestycyjnych (cena budowy MEW).

**Słowa kluczowe:** nakłady inwestycyjne, względy techniczne oraz aspekty prawno-ekonomiczne rozwoju hydroenergetyki, bilans ekonomiczny budowy i eksploatacji elektrowni wodnej, wybór elektrowni rzecznych o małych nakładach

### **1. WPROWADZENIE**

W ciągu ostatnich lat prowadzone są intensywne dyskusje na temat konieczności inwestycji w odnawialne źródła energii (OZE). Nie ulega wątpliwości fakt, że w Polsce musimy zwiększyć udział produkcji energii elektrycznej z alternatywnych źródeł energii w ogólnej jej produkcji. W Polsce do najbardziej popularnych ze względu na uwarunkowania środowiskowe i niskie nakłady finansowe należą elektrownie wiatrowe [1]. Mniej rozwijanym sposobem pozyskiwania prądu, który zyskuje powoli na znaczeniu, są elektrownie wodne, które choć wymagają większego kapitału początkowego, mogą produkować energię przez dziesiątki lat, a w konsekwencji zwrócić poniesione koszty w dłuższym czasie (jego długość zależy od wielu czynników, jednak mała elektrownia wodna o mocy 1 MW generuje roczny przychód rzędu kilku milionów złotych przy poniesionych nakładach od kilkunastu milionów wzwyż) [10]. Małe elektrownie wodne (MEW) generują moc wg polskiego prawa do 5 MW.

W celu zlokalizowania nowego miejsca pod budowę elektrowni wodnej należy uwzględnić czynniki przyrodnicze, społeczne, ekonomiczne oraz uwarunkowania prawne. Jako optymalną lokalizację MEW uznaje się inwestycję zgodną z prawem lokalnym, powodującą minimalne negatywne skutki ekologiczne, maksymalne korzyści społeczne oraz jak największą opłacalność ekonomiczną [4].

Prawne uwarunkowania należy zweryfikować indywidualnie w przypadku każdej lokalizacji poprzez analizę miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego, planu gospodarowania wodami w dorzeczu oraz konsultację w Regionalnym Zarządzie Gospodarki Wodnej w celu uzyskania informacji na temat przepływu nienaruszalnego danej rzeki. Wykorzystanie wody na cele hydroenergetyki uznaje się wg Prawa Wodnego za szczególny sposób korzystania z wód i jako takie wymaga od inwestora uzyskania pozwolenia wodnoprawnego [2].

Ograniczanie wpływu elektrowni wodnej na środowisko następuje poprzez inwestycję w ekologiczną technologię (np. przepławki) oraz wybór miejsca, w którym, po postawieniu zapory, powstanie zbiornik retencyjny o jak najmniejszej powierzchni i jak największej objętości. Ze względu na duże zmiany ekosystemu nie jest możliwe uzyskanie zezwolenia na budowę piętrzenia w obrębie parków narodowych oraz rezerwatów przyrody. Dozwolone jest natomiast, budowanie ich na terenie obszarów NATURA 2000 [8], ale tylko w sytuacjach uzasadnionych ochroną przyrody lub z udokumentowanym brakiem negatywnego oddziaływania na gatunki i siedliska flory i fauny, z powodu których został utworzony ten obszar [7].

Moc elektrowni jest w dużej mierze zależna od zastosowanej technologii, jednak roczna produkcja energii elektrycznej zależy przede wszystkim od czynników środowiskowych: różnicy poziomów wody powyżej i poniżej piętrzenia oraz średniego rocznego przepływu wody, a te można z powodzeniem analizować, wykorzystując systemy informacji geograficznej.

W pracy przedstawiono metody wstępnego wyszukiwania obszarów możliwych do wykorzystania na cele hydroenergetyki oraz ich oceny pod względem ekologicznym i ekonomicznym za pomocą metod analizy geoinformacyjnej.

## **2. POTENCJAŁ ENERGETYCZNY RZEKI**

Rzeczywiste możliwości wykorzystania zasobów energetycznych są niewielkie. Związane jest to z wieloma ograniczeniami i stratami, z których najważniejsze to:

- nierównomierność naturalnych przepływów w czasie,
- naturalna zmienność spadów, w tym zmienność spadów wynikająca z gospodarki wodnej w zbiornikach,
- sprawność urządzeń,
- istniejące warunki terenowe (zabudowa),
- bezzwrotny pobór wody dla celów nie-energetycznych,
- konieczność zapewnienia minimalnego przepływu wody w korycie rzeki poza elektrownią.

Podane wyżej ograniczenia i straty powodują zmniejszenie potencjału teoretycznego, uzyskany zaś wynik określany jest jako potencjał techniczny.

Potencjał techniczny (netto) jest pomniejszony w stosunku do potencjału brutto o współczynnik uwzględniający stopień wykorzystania spadku i przepływu wody oraz sprawność stosowanych urządzeń (turbozespołu). Jest to potencjał, który można pozyskać w wyniku realizacji wszystkich budowli piętrzących i elektrowni możliwych do wykonania ze względów technicznych, biorąc pod uwagę potrzeby innych użytkowników (pobory wody dla innych celów).

Zasoby tzw. małej energetyki szacowane są wg różnych materiałów źródłowych na 1700 GWh/a, w tym około 500 GWh/a stanowią zasoby tzw. mikroenergetyki, w obiektach o mocy instalowanej mniejszej od 100 kW. W związku z tym łączne zasoby wodno-energetyczne kraju wynoszą (dane z 2012 roku wg Towarzystwa Rozwoju Małych Elektrowni Wodnych sp. z o.o.):

$$11\,950 + 1\,700 = 13\,650 \text{ GWh/a} \quad (1)$$

Niemniej jednak, uwzględniając aktualne warunki budowy elektrowni wodnych ograniczające ich realizację ze względów ekonomicznych i ochrony przyrody, praktycznie zasoby należy oszacować maksymalnie na około 8 000 GWh/a.

Charakterystyczne dla elektrowni wodnych są znikome koszty eksploatacji (wynoszące średnio około 0,5÷1% łącznych nakładów inwestycyjnych rocznie) oraz wysoka sprawność energetyczna (90÷95%).

Polska leży na terenach o niewielkich zasobach wodnych, których wykorzystanie dla celów energetycznych jest poważnie ograniczone (w niektórych krajach – np. w Norwegii – elektrownie wodne pokrywają zapotrzebowanie na energię elektryczną prawie w 100%). Ze względu na deficyty wody (szczególnie w okresie niskich stanów) przy istniejącej i planowanej zabudowie rzek, priorytet mają zagadnienia gospodarki wodnej.

Zaniechano budowy wielu piętrzeń i zbiorników retencyjnych, planowanych w latach 1970-1980, związanych z zaopatrzeniem przemysłu, rolnictwa, ludności w wodę, które można by wykorzystać energetycznie; nieliczne obiekty piętrzące budowane są głównie dla ochrony przed powodzią. Założono, że energia wody płynącej jest równa energii kinetycznej [9].

$$E = \frac{mv^2}{2} \quad (2)$$

Wyrażenie na moc hydrauliczną płynącej wody wynosi:

$$P_h = \frac{\rho \cdot A \cdot v^2}{2} \text{ [W]} \quad (3)$$

gdzie:

- $A$  – natężenie przepływu [ $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ],
- $v$  – prędkość przepływu wody [ $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ],
- $\rho$  – gęstość wody [ $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ ],
- $m$  – masa [kg].

Obliczona z ostatniego wzoru moc jest tylko teoretyczna [3], praktycznie dostępna moc wynika ze stopnia utraty prędkości wody przed oraz za turbiną i wartość jej jest znacznie mniejsza. Zasoby energii płynącej wody są duże, jednak energia ta jest rozproszona i nie jest możliwe uzyskiwanie znacznych ilości energii z pojedynczych urządzeń, bowiem – jak wynika ze wzoru na moc hydrauliczną płynącej wody – zależy ona od powierzchni obszaru, przez który przepływa woda, a wielkość ta jest ograniczona względami technicznymi, głębokością rzeki itp. Ponadto zależy ona od trzeciej potęgi prędkości płynącej wody, a prędkość ta nie jest zbyt duża i wynosi zwykle  $(1-2) \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ .

W korycie rzeczonym woda porusza się dzięki sile grawitacji. Prędkość, z jaką płynie rzeka, zależy od następujących czynników:

- spadku podłużnego rzeki,
- kształtu przekroju poprzecznego koryta rzeki,
- ukształtowania dna i brzegów.

W obrębie koryta rzeczonym są miejsca, w których woda płynie szybciej i takie, w których woda płynie wolniej. Przy brzegach i dnie tarcie powoduje, że prędkość wody jest mniejsza. Największa prędkość wody jest w nurcie rzeki. Rzeki charakteryzują się ponadto dużą zmianą prędkości wody w czasie w zależności od zmian zasilania rzeki w wodę. Zatem prędkości wody będą inne w różnych porach roku. Podstawową zaletą małych turbin hydroenergetycznych, urządzeń wykorzystujących przepływ wody jest minimalna ingerencja w środowisko – nie jest konieczne budowanie kosztownych zapór oraz stosunkowo niewielkie nakłady finansowe.

### **3. SKŁADNIKI BILANSU EKONOMICZNEGO BUDOWY I KSPLOATACJI ELEKTROWNI WODNEJ**

Elektrownie wodne charakteryzują się specyficznymi cechami techniczno-ekonomicznymi mającymi istotny wpływ na uzasadnienie celowości realizacji tych inwestycji. Do podstawowych należą (tab. 1):

- stosunkowo wysokie nakłady inwestycyjne,
- niskie koszty eksploatacyjne,
- brak kosztów zmiennych – paliwa,
- długi okres użytkowania.

Wysokie nakłady inwestycyjne powodują, że w okresie spłaty kredytu występują wysokie koszty kapitałowe. W takim przypadku z pewnością sytuację poprawiają preferencyjne, niskooprocentowane kredyty NFOŚiGW (Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej) i WFOŚiGW (Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej).

W przypadku budowy nowych stopni wodnych, w których jednym z elementów piętrzących jest elektrownia, koszt robót budowlanych (w tym budowli piętrzących) stanowi 40 do 80% kosztów całkowitych. Budowla piętrząca

## Elektrownia rzeczna o małych nakładach

jest bardzo kosztownym elementem stopnia, dlatego inwestorzy starają się raczej wykorzystać istniejące budowle hydrotechniczne.

Tabela 1. Przykładowa procentowa struktura nakładów na elektrownię małej mocy  
Table 1. Sample rate structure of expenditures for small power plants

Lp.	Wyszczególnienie	Udział [%]
1	<b>Nakłady bezpośrednie:</b>	
a)	roboty budowlano-montażowe (GRI):	<b>58,5</b>
	– urządzenia elektryczne	5,1
	– urządzenia mechaniczne	5,4
	– budowlano-hydrotechniczne	41,9
	– dokumentacja wykonawcza	4,0
	– przygotowawcze, regulacyjno-kontrolne	2,1
b)	turbozespoły z oprzyrządowaniem	<b>29,0</b>
2	<b>Nakłady pośrednie:</b>	<b>12,5</b>
	– ubezpieczenie	0,5
	– nadzór inwestycji (własny i inspektorzy)	2,7
	– odsetki okresu budowy	2,7
	– dzierżawa gruntu	0,1
	– koszty wspólne	3,3
	– inne	3,2
3	<b>RAZEM</b>	<b>100,0</b>

Nakłady inwestycyjne na budowę elektrowni wodnych są ściśle uwarunkowane warunkami lokalizacyjnymi, do których należą [6]:

- warunki geologiczno-inżynierskie (grodzie, zakres odwodnienia, zakres stosowania ścianek szczelnych konstrukcyjnych itp.),
- powiązanie z istniejącą budowlą piętrzącą (dodatkowy filar działowy, zabezpieczenie budowli piętrzącej z uwagi na różnice w posadowieniu, zapewnienie dodatkowego dojścia i dojazdu do stopnia, spełnienie dodatkowych wymagań głównego użytkownika stopnia itp.),
- możliwość dzierżawy gruntu lub konieczność wykupu od osób prywatnych,
- konieczność wycinki drzew i krzewów,
- występowanie kolizyjnych budowli i instalacji (cieki wodne, rowy melioracyjne, obwałowania, instalacje itp.),
- możliwości powiązania z siecią elektroenergetyczną.

Należy pamiętać, że obciążanie inwestora kosztami budowy piętrzenia przy realizacji elektrowni czynią inwestycję nieefektywną.

Zgoda na budowę i użytkowanie elektrowni wodnej warunkowana jest często spełnieniem różnego rodzaju wymagań technicznych i ekonomicznych stawianych przez gospodarza rzeki i urządzeń piętrzących (RZGW – Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej i WZMiUW – Wojewódzki Zarząd Melioracji i Urządzeń Wodnych). Stawiane są wymagania częściowego ponoszenia przez elektrownie kosztów utrzymania budowli piętrzących, a nawet ich modernizacji, budowy przepławki bądź wykonania innych zadań związanych z ochroną

środowiska. Wymagania udziału w kosztach eksploatacyjnych stopnia wodnego stawiane są zarówno w stosunku do nowobudowanych elektrowni, jak również będących w eksploatacji. Obciążenie elektrowni (często dość wysokimi) kosztami utrzymania stopni i odcinków rzek powoduje pogorszenie opłacalności uzyskiwania energii z odnawialnych źródeł.

W tabeli 2 przedstawiono nakłady inwestycyjne i jednostkowe dla kilkunastu obiektów w zależności od mocy zainstalowanej elektrowni wodnej, z kolei w tabeli 3 dla celów porównawczych przedstawiono nakłady jednostkowe, jakie występują przy większości inwestycji hydroenergetycznych.

Udział nakładów na hydrozespoły w całkowitych nakładach nw. elektrowni waha się w granicach 25÷60%. Im wyższa moc, tym udział nakładów na turboszespoły wzrasta.

Tabela 2. Moc obiektów w funkcji nakładów inwestycyjnych elektrowni wodnych w ciągu ostatnich kilku lat (na podstawie opracowania Energoprojekt Warszawa)

Table 2. Power properties as a function of hydropower investment over the past few years (based on Energoprojekt Warsaw)

Moc obiektów	Nakłady całkowite i jednostkowe (ceny, pozycja, styczeń 2005 r.)		
	[mln zł]	[tys. zł/kW]	[tys. zł/MWh]
Do 1 MW	2,5-7	8-15,5	1,5-2,5
1-5 MW	16-25	8-17	2,2-3
Powyżej 5 MW	Powyżej 30	5-11,5	1,4-2,3

Tabela 3. Jednostkowe nakłady inwestycyjne dla elektrowni wodnych

Table 3. Unit investment for hydropower plants

Przykładowe elektrownie wodne	Nakłady jednostkowe [tys. zł/kW]			Nakłady jednostkowe na elektrownię zł/MWh
	cały stopień	w tym elektrownia	% udziału hydrozespołu w nakładach na elektrownię	
Duże elektrownie przepływowe	10-18	5-9	45-60	1700-2000
Małe elektrownie o mocy poniżej 5 MW, spad >10 m	–	6-10	25-30	1400-2300
Mikroelektrownie do 100 kW	10-14	3-6	różny	600-1200
Modernizacja elektrowni	–	1,5-10	70-80	1000-3000

Koszty stałe wytwarzania w elektrowniach wodnych obejmują:

- amortyzację (średnio dla nowo budowanych 5÷6%, dla modernizacji około 8%),
- opłaty za eksploatację,
- ubezpieczenie majątku,
- podatki lokalne, ewentualnie opłaty za korzystanie ze napięcia,

- remonty (stanowią średnio od 0,4 do 2% od nakładów inwestycyjnych),
- opłaty za dzierżawę gruntów,
- ochrona majątku,
- wynagrodzenia,
- zużycie materiałów i energii, pozostałe.

Analizując koszty wytwarzania w elektrowniach wodnych, można oszacować, że wahają się one od około 200 zł/MWh dla małych elektrowni, do około 150 zł/MWh dla elektrowni powyżej 10 MW; po zamortyzowaniu analogicznie od 140 zł/MWh do około 40 zł/MWh [5].

Jednocześnie należy zwrócić uwagę na aspekt całkowicie pomijany w analizach a określany jako korzyści utracone przez inwestora z tytułu funkcji, jakie spełniają wybudowane elektrownie wodne oprócz efektów stricte energetycznych, a mianowicie: stabilizacja stanów wody, zaopatrzenie w wodę, ochrona przeciwpowodziowa i inne. Inwestor nie uzyskuje z tego tytułu żadnych przychodów poprzez np. opłaty na jego rzecz; natomiast musi ponosić koszty utrzymania budowli piętrzących i modernizacji kanałów, które nie są związane bezpośrednio z elektrownią.

W obecnych warunkach formalnoprawnych modernizowanie budowli piętrzących powoduje znaczne obniżenie efektywności projektów budowy elektrowni wodnych, w związku z czym należy dążyć do sytuacji, w której koszty związane z taką modernizacją będą przeniesione w całości bądź części na podmioty zewnętrzne, tj. Skarb Państwa (RZGW), zakłady wodociągowe, gminy i inne.

#### **4. WYBÓR ELEKTROWNI RZECZNYCH O MAŁYCH NAKŁADACH**

Sygnalizując podstawowe grupy kosztów należy stwierdzić, że są one jedynie reprezentatywne, lecz zasadnym jest wstawienie ich wartości w tabelę obliczeniową Excel.

Przykładowe zestawienie mocy, źródeł i kosztów inwestycji małych elektrowni wodnych (MEW) podano w tabeli 4. Informacje o poniższych pozycjach są dostępne w księgowości: podatek od nieruchomości, podatek od budowli, dzierżawa gruntów i ewentualnie budowli, opłata z tytułu użytkowania instalacji piętrzącej, opłata roczna za oddanie w użytkowanie gruntów trwale pokrytych wodami, koszty eksploatacji bieżących remontów, obsługa i konserwacja, amortyzacja, koszty partycypacji w utrzymaniu brzegów i koryta rzeki, obsługa księgowo-dokumentacyjna oraz biurowa dla celów podatkowych i zbytu świadectw-certyfikatów, ubezpieczenie, podatek dochodowy i podatek VAT oraz akcyza od przychodów.

Tabela 4. Zestawienie wybranych i rozpoznanych transakcji elektrowniami wodnymi z lat 2010-2011 [11]  
 Table 4. Summary of selected transactions of hydropowers from the years 2010 to 2011 [11]

MEW nazwa	Moc [kW]	Rzeka	Cena [mln zł]
Kościelna Wieś	304	Prosna	3,50
Drawsko Pomorskie	90	Drawa	1,20
Białki	100	Liwa	0,45
Ośno Lubuskie	15	Ośnianka	0,07
Radicz	50	Orla	0,35
Borowy Młyn	50	Kanał Borowy Młyn	0,30
Bolesławiec	70	Kanał Mosiński	0,35
Resko	120	Rega	4,50

Metoda parametryczna oszacowania wartości rynkowej małej elektrowni wodnej „standard Solskiego zalecany do stosowania”:

$$MEW = p \cdot s \cdot 8 \cdot a \cdot b \cdot c \cdot d \quad (4)$$

gdzie:

- p – przepływ wody,
- s – spad wody,
- 8 – współczynnik hydrotechniczny dla obliczenia mocy MEW przy znanym „p” i „s”,
- a – 9: współczynnik obliczenia produkcji energii za 1 MWh do mocy w KW wykorzystywanej rocznie (8760h),
- b – 10: stopa zwrotu z inwestycji uzyskana z analiz budżetów uruchomionych i pracujących przedsiębiorstw,
- c – 500: przychód, cena uzyskiwana ze sprzedaży energii i świadectw ekologicznej energii,
- d – 0,5: współczynnik sprawności finansowej projektu, wywiedziony z analiz poszczególnych MEW i otoczenia rynkowego energetyki odnawialnej z wód, uwzględniający: straty, koszty, wahania nurtu cieku, podatki i daniny, stan rynku podaży i popytu, ryzyko polityki ekologicznej państwa jako podmiotu dominującego.

Przyjmuje się jednak, że moc MEW [kW] zwielokrotniona 20.000 razy da orientacyjną cenę szacowanej wartości przedsięwzięcia.

Koszty budowy urządzeń MEW, bez ceny pozyskania praw do gruntów i wykorzystania cieku, mieszczą się w przedziale od 3.000 zł do 10.000 zł za każdy 1 kW mocy zainstalowanej.

## 5. PODSUMOWANIE

Zaletami elektrowni wodnych, co jest także potwierdzeniem tego, że należy podjąć się inwestycji, budowy i eksploatacji, są:

- 1) wytwarzanie czystej ekologicznie energii elektrycznej, wykorzystując naturalne, odtwarzalne źródło energii wody płynącej w ciekach – elektrownie



- wodne nie zanieczyszczają powietrza atmosferycznego spalinami, pyłami, popiołami, nie wytwarzają ścieków zanieczyszczających glebę i wodę.
- 2) zużywanie niewielkich ilości energii na potrzeby własne, około 0,5-1,0%, przy około 10% w przypadku elektrowni tradycyjnych.
  - 3) stosunkowo długi czas wykorzystania w ciągu roku mocy instalowanej; w zależności od charakterystyki hydrologicznej rzeki, dla elektrowni przepływowych o przepłyku instalowanym około SSQ jest to nawet do około 5500÷6500 h/a,
  - 4) niewielka pracochłonność – przy pełnej automatyzacji są praktycznie bezobsługowe, do ich obsługi wystarcza sporadyczny nadzór techniczny, np. dla MEW tzw. dyżur domowy.

W wyniku intensywnego eksploataowania zasobów naturalnych istnieje silna potrzeba rozwijania odnawialnych źródeł energii, takich jak małe elektrownie wodne. Nie należy jednak zapominać, że pojęcie „odnawialne” nie jest równoznaczne z „ekologiczne”. Równocześnie trzeba pamiętać, że lokalizacja miejsc do budowy elektrowni wodnych nie może być podyktowana wyłącznie czynnikami przyrodniczymi. Władza administracyjna zezwala na budowę piętrzeń tylko w przypadkach, gdy decyzja ta jest podyktowana względami bezpieczeństwa lub społecznymi, w związku z czym warto wykorzystywać narzędzia GIS do przekonywania urzędów administracji publicznej, o znaczeniu piętrzenia na rzekach, na których występuje wysokie ryzyko powodziowe, by następnie lokalizować przy nowo powstałych piętrzeniach elektrownie wodne. Systemy informacji geograficznej znacząco usprawniają proces wyszukiwania nowych lokalizacji pod budowę małych elektrowni wodnych. Wszystkie charakterystyki MEW można zilustrować graficznie za pomocą map oraz przy użyciu porównań tabelarycznych wybrać potencjalnie najlepsze obszary. Analizy geoinformacyjne usprawniają proces wyszukiwania, czyniąc go bardziej obiektywnym i skutecznym.

## LITERATURA

- [1] DMOWSKI A.: Odnawialne Źródła Energii – możliwości i ograniczenia w warunkach polskich. Wydawnictwo Politechniki Warszawskiej, 2010.
- [2] ENGEL J., JELONEK M.: Środowiskowe kryteria lokalizowania MEW. Materiał roboczy, 1.12.2010.
- [3] FLIZIKOWSKI J.: Raporty. Materiał roboczy, 20.12.2011: Badanie założeń konstrukcyjnych do stanowiska badawczego, badanie poszczególnych podzespołów turbiny.
- [4] HOFFMAN M.: Poradnik M.E.W., Wydawnictwo Politechniki Warszawskiej, 1992, 4.
- [5] KOWALCZYK P., NIEZNAŃSKI P., STAŃKO R., MAS F.M., SANZ M.B.: Natura 2000 a gospodarka wodna. Wydawnictwo Ministerstwa Środowiska Warszawa, 2009.
- [6] MATUSZEK W.: Polskie Sieci Elektroenergetyczne SA. Elektroenergetyka 1(52), 2005.
- [7] Obszary NATURA 2000 stanowią system ochrony dziedzictwa naturalnego w Unii Europejskiej. Ochronie podlegają obszary specjalnej ochrony ptaków oraz specjalne obszary ochrony siedlisk, <http://natura2000.gdos.gov.pl/>.
- [8] Prawo Wodne, Dz.U. 2001 r. nr 115.

- [9] Sprawozdanie z I etapu badań: „Nowatorska elektrownia rzeczna o małych nakładach inwestycyjnych z turbiną ślimakową”. Projekt Instytutu Elektrotechniki, Warszawa, Zakładu Maszyn Elektrycznych – Centrum Techniki Okrętowej (CTO), Gdańsk, Instytutu Maszyn Przepływowych PAN, Gdańsk, 2010.
- [10] WILKOWSKI M.: Oplacalność elektrowni wodnych, <http://michalwilkowski.matemat.pl/34985,oplacalnosc-elektrowni-wodnych> (dostęp 11.10.2012).
- [11] [www.ptm.pl/praktyka/warsztat-wyceny/male-elektrownie-wodne-warto-cenic-wartosc](http://www.ptm.pl/praktyka/warsztat-wyceny/male-elektrownie-wodne-warto-cenic-wartosc).

### SMALL RIVER POWER PLANTS

**Summary:** The article says about small hydroelectric power plants due to their unused potential in Poland. The predominant lowland topography is not conducive to building a power plant on the rivers, but there are still unused rivers stretches on which you can install small hydropower plants. To find the optimum location for the plants should not only consider economical aspects, but also environmental and social. This article is also about searching for a rational location of plants with the use of Geographic Information Systems. This was achieved primarily by the presentation of the investment costs (construction costs of their building).

**Key words:** investment, technical considerations and legal aspects – economic development of hydropower, the balance of economic construction and exploitation of hydroelectric power plant choice for small editions river