

Małe elektrownie wodne – mała produkcja wielkiego znaczenia, współczesne rozwiązania ekoenergetyczne infrastruktury urbanistycznej

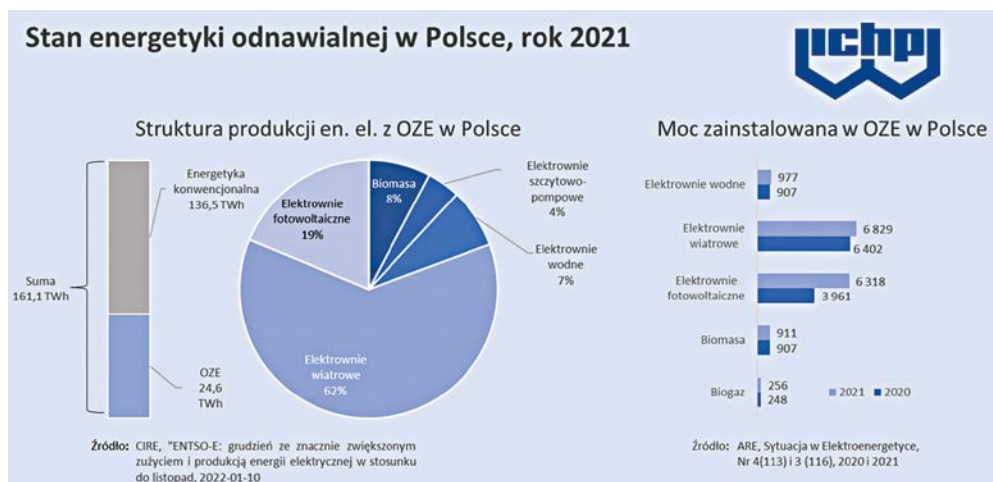
dr inż. architekt Roman Pilch, Katedra Architektury i Urbanistyki,
Wydział Budownictwa Architektury i Inżynierii Środowiska, Politechnika Bydgoska

1. Wprowadzenie

Jednym ze sposobów produkcji energii elektrycznej jest wykorzystanie cieków wodnych poprzez zastosowanie urządzeń umożliwiających wytworzenie energii elektrycznej z przepływającej wody w rzekach na znaczną albo niewielką skalę. Ograniczenie wielkości produkcji energii elektrycznej w znacznej mierze wynika między innymi z kosztów budowy elektrowni wodnej oraz innych czynników ekonomicznych dotyczących eksploatacji oraz dystrybucji wyprodukowanej energii. Małe elektrownie wodne jako budowle inżynierskie podobnie jak duże obiekty ingerują w naturalne środowisko. Pomimo że ich wielkość jest wielokrotnie (niekiedy kilkadziesiąt razy) mniejsza w odniesieniu do dużych obiektów energetyki wodnej, to postrzeganie małych hydroelektrowni bywa negatywne. W skali energetyki wodnej – jak wskazują publikacje tematyczne: „produkcja energii w hydroelektrowniach jest obciążona wysokim kosztem zniszczenia środowiska (ponieważ trzeba postawić zaporę na rzece) i produkcji gazów cieplarnianych (np. metan, dwutlenek węgla), które wydostają się ze zbiorników zaporowych. Oszacowano, że odpowiadają one za 7% światowych emisji gazów cieplarnianych, wynikających z działalności człowieka. Budowa hydroelektrowni niszczy rzekę, zmienia stosunki wodne (często powodując susze na pobliskich terenach), zmienia przepływy i przerywa ciągłość rzeki, wstrzymując migracje ryb, co prowadzi do ginięcia gatunków. W wielu miejscach prowadzi także do zwiększenia wylesiania” [1].

Rys. 1. Udział źródeł w produkcji energii elektrycznej w 2021 roku

W przypadku małych hydroelektrowni skala problemu proporcjonalnie maleje, jednak nie zanika. Jak wynika z raportów prowadzonych badań dotyczących hydroenergetyki: „Elektrownie wodne mają ogromny negatywny wpływ na rzeki, a co za tym idzie – także na ludzi. Ich budowa wiąże się z przegrodzeniem rzeki budowlą spiętrzającą wodę, co skutkuje fragmentacją rzek, zmianami przepływu i temperatury wody, zatrzymaniem transportu osadów i przecięciem szlaków migracyjnych ryb i organizmów wodnych. Wpływa to także na obniżenie się poziomu wód w rzece i wód gruntowych, co prowadzi lokalnie do suszy. Bariery na rzekach są jedną z głównych przyczyn wymierania ryb wędrownych – w ciągu 50 lat ich populacja spadła w Europie aż o 93%! W Polsce Budowa Stopnia Wodnego Włocławek na Wiśle doprowadziła do wymarcia jesiotra ostronosego, łososia i troci wędrowniej oraz katastrofalnie zmniejszyła wielkość populacji certy. Przed budową zaporę we Włocławku połów certy, troci i łososia wynosił około 3000 kg na kilometr rzeki rocznie. Obecnie nie poławia się tych gatunków niemal wcale. W Belgii w rzece Lomme biomasa ryb spadła o 59% w ciągu 4 lat od uruchomienia elektrowni wodnej. Spadek populacji ryb wpływa negatywnie nie tylko na ekosystemy rzek, lecz także przede wszystkim na lokalne społeczności, które tracą cenne źródło utrzymania z turystyki wędkarskiej”.



W skali ogólnej produkcji jak podają źródła branżowe: „W Polsce istnieje około 750 hydroelektrowni. W 2017 roku ich udział w produkcji energii elektrycznej wyniósł łącznie ok. 1,5%. Spośród wszystkich hydroelektrowni ok. 680 to instalacje poniżej 1 MW, które produkują łącznie ok. 2% energii. To znaczy, że przegradzamy i niszczyliśmy rzeki w prawie 700 miejscach tylko po to, aby wyprodukować 2% energii. Jedynie ok. 10 elektrowni w Polsce to instalacje powyżej 10 MW i to one produkują prawie 60% całej energii pochodzącej z wody” – mówi Marek Elas z Fundacji WWF Polska [2].

Jednak z punktu widzenia przydatności tego rodzaju energetycznych źródeł produkcji energii ich znaczenie społeczne i gospodarcze postrzega się w przewadze opinii jako pozytywne. Lokalne źródła produkcji energii elektrycznej w zależności od mocy urządzeń produkujących tę energię umożliwiają zaspokojenie tylko części wzrastającego corocznie zapotrzebowania na energię elektryczną [3, 4].

Istotnym czynnikiem mającym wpływ na efektywność produkcji energii elektrycznej pochodzącej z małych elektrowni wodnych jest zmiana stosunków wodnych w określonych latach i porach roku w ostatnich kilkudziesięciu latach. Jak wskazują dane z analiz tego wpływu czynników klimatycznych, do których należy ilość opadów mająca wpływ na poziom wód w rzekach: „...lata bardziej suche i bardziej obfite w wodę zdarzają się cyklicznie. Jeśli chodzi o aktualny cykl, to nie ma jeszcze co prawda danych GUS na temat produkcji energii w elektrowniach wodnych w 2019 roku, ale po sygnałach płynących z naszej branży wiemy, że ze względu na niskie stany wód produkcja energii w wielu elektrowniach wodnych była nawet o połowę niższa niż w latach bez suszy. Niezależnie od powtarzających się cykli wiadomo jednak, że zasoby wodne Polski są ogólnie niewielkie, dlatego niezwykle ważne jest dbanie o te dostępne zasoby. O ile bowiem na czynniki atmosferyczne nie mamy wpływu, to zastrzeżeniu się deficytów wody można zapobiegać poprzez odpowiednie gospodarowanie wodą. Polega ono między innymi na magazynowaniu wody w zbiornikach retencyjnych oraz jak najdłuższym jej przetrzymywaniu w górnych odcinkach rzek i maksymalnym spowalnianiu jej spływu, czemu m.in. sprzyja działanie elektrowni wodnych. Obiekty piętrzące wykorzystywane na potrzeby hydroenergetyki zwiększają retencję wody nie tylko poprzez magazynowanie wody w wielkich zbiornikach retencyjnych (na co w naszym nizinnym kraju są dość ograniczone warunki), ale poprzez małą retencję, czyli spowolnienie odpływu wód powierzchniowych dzięki niewielkim piętrzeniom, umożliwienie gromadzenia i przetrzymywania wody w małych zbiornikach oraz podnoszenie poziomu wód gruntowych na terenach przyległych” [5].

W wywiadzie przeprowadzonym z przedstawicielem obsługi technicznej dwóch małych elektrowni wodnych oraz właścicielem jednej z nich mgr. inż. Piotrem Kałużnym zlokalizowanych w regionie konińskim (Stare Miasto – na rzece



Rys. 2. Mała elektrownia wodna na zbiorniku retencyjnym Modła Królewska, powiat koniński (archiwum własne)



Rys. 3. Urządzenia piętrzące na rzece Powie z małą elektrownią wodną Stare Miasto, powiat koniński (archiwum własne)

Powie, Modła Królewska – na zbiorniku przelewowym) uzyskano informacje, iż te dwa obiekty pracują w cyklach sezonowych wynoszących łącznie ok. 50% roku, w okresach rozpoczynających się w miesiącach maj-czerwiec i taki stan trwa od samego początku ich eksploatacji (tj. od 2013 lokalizacja – Stare Miasto (rys. 2) i od 2016 r. lokalizacja Modła Królewska (rys. 3, 5, 6).

Zatem przytoczone mankamenty środowiskowe znacząco stymulują rozwój hydroenergetyki także w Polsce.



Rys. 4. Przeplawka dla ryb przy małej elektrowni wodnej (archiwum własne)



Rys. 5. Niski poziom wody w rzece Powie (archiwum własne)

2. Oczekiwania rynku energetyki wodnej

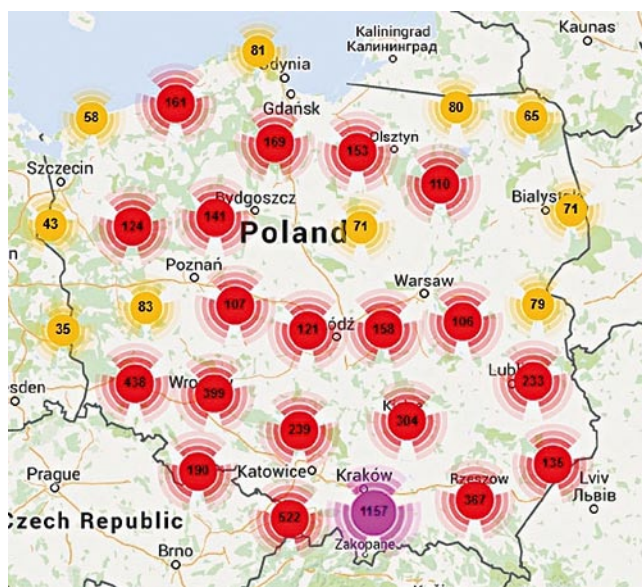
Rewitalizacja budownictwa energetycznego sukcesywnie zdobywa coraz większe społeczne uznanie. Instalacje odnawialnych źródeł energii wykorzystujące hydroenergię to instalacje określane jako „bezemisyjne”, o wysokim stopniu wykorzystania mocy zainstalowanej, charakteryzujące się przewidywalną produkcją, poprawiające parametry sieci elektroenergetycznej i bilansujące pracę mniej stabilnych technologii, takich jak fotowoltaika i instalacje wiatrowe [6]. Ponadto elektrownie zbiornikowe mogą pełnić funkcję magazynów energii. Elektrownie wodne oprócz tego, że przyczyniają się do zwiększenia udziału źródeł OZE w miksie energetycznym kraju, stanowią dzięki wymienionym cechom jedno z bardziej pożądaných dla systemu elektroenergetycznego instalacji OZE. Ponadto rozwój małej hydroenergetyki to również swoisty powrót do przeszłości. Szacuje się, że w latach 20. XX wieku na terenach objętych obecnymi granicami Polski istniało ponad 8 tys. młynów i siłowni wodnych, które w okresie powojennym zniknęły z krajobrazu hydrologicznego Polski, co uznaje się za jedną z przyczyn stopniowego, znacznego obniżenia poziomu wody w niewielkich rzekach [7]. Wzrost zainteresowania władz państwowych utrzymaniem istniejących MEW i odbudowa dawnych obiektów małej retencji w postaci współczesnych obiektów mikro- i małej energetyki wodnej zapewne pozwoli przeciwdziałać dalszemu obniżaniu się poziomu wody w rzekach i na terenach do nich przyległych. Jednocześnie przyczyni się do zwiększenia udziału energii odnawialnej z bezemisyjnych i rozproszonych źródeł w „miksie energetycznym” Polski. Zakłada się także wiele innych pozytywnych skutków jak m.in.: poprawa parametrów sieci energetycznej, tworzenie miejsc pracy i wypoczynku, a także dbanie o zabytkowe obiekty hydroenergetyczne, stanowiące część dziedzictwa kulturowego.

Aktualna baza danych potencjalnych lokalizacji małych elektrowni wodnych w Polsce zawiera ok. 6 tys. obiektów, takich jak:

- istniejące na rzekach obiekty piętrzące,
- lokalizacje dawnych młynów wodnych, w których

– w miejsce pracujących niegdyś kół młyńskich można zainstalować współczesne turbiny.

Baza danych ma postać mapy i nosi nazwę RESTOR Hydro. Jest publicznie dostępna dla potencjalnych inwestorów i wszystkich zainteresowanych pod adresem: <http://www.restor-hydro.eu/tools/mills-map/>. Oparta jest na interaktywnym podkładzie mapowym Google. Z mapy wynika, że największej potencjalnych lokalizacji znajduje się w Małopolsce i na Śląsku, a także na Dolnym Śląsku.



Rys. 6. Mapa potencjalnych lokalizacji małych elektrowni



Rys. 7. MEW wyposażona w śrubę Archimedesą pracująca falownikiem ABB serii ACS880 w jednej z elektrowni wodnych w Polsce

Motywacją do stworzenia Mapy RESTOR Hydro był fakt istnienia na terenie wszystkich krajów europejskich wielu zaniedbanych, nieczynnych i zrujnowanych kół wodnych napędzających w przeszłości młyny, tartaki, folusze, kaszarnie itp. W obiektach tych tkwi niewykorzystany potencjał hydroenergetyczny. Na przykład na terenach Polski w latach 30. ubiegłego wieku funkcjonowało około 8 tys. różnego rodzaju instalacji wykorzystujących energię wody, a dziś pracują zaledwie 743 elektrownie wodne [8, 9, 14].

Jak wynika z opinii literaturowych: „Energia pozyskiwana z płynącej wody jest bardzo stabilna, a produkcja prądu znacznie bardziej przewidywalna, niż w przypadku innych źródeł niekonwencjonalnych – wiatru czy słońca – tłumaczy Łukasz Kalina, dyrektor ds. rozwoju biznesu w firmie IOZE hydro. IOZE hydro to marka dedykowana branży hydroenergetycznej należąca do Enerko Energy Sp. z o.o., która działa jako jedna z nielicznych (jeśli nie jedyna) rodzimych firm, zajmujących się kompleksową obsługą małych elektrowni wodnych. Energia przedstawia przegląd wszystkich zarządzanych elektrowni OZE. Odnawialne źródła energii są wpisane w strategię Grupy Energa na lata 2016–2025. Energa jest na tym polu liderem w skali kraju. Na początku 2020 ponad 30% ‘miksu’ wytwórczego koncernu stanowi energia elektryczna wytwarzana ze źródeł odnawialnych” [10, 11, 12].

3. Propozycje nowych rozwiązań w zakresie rozwoju energetyki wodnej

3.1. Rozwiązania wykorzystujące przepływ wód lądowych w Polsce

W ostatnich kilkunastu latach zostały zrealizowane modernizacje wielu istniejących obiektów małych elektrowni wodnych, a także zaplanowano i buduje się nowe obiekty energetyki wodnej. Do wymienionych projektowanych należy między innymi budowa małej elektrowni wodnej na istniejącym progu piętrzącym wraz z niezbędną infrastrukturą na rzece Orzyc. Budowa tej elektrowni to projekt, który zrealizuje miasto Maków Mazowiecki. Inwestycja będzie opierała się na układzie



Rys. 8. Wizualizacja projektowanego obiektu małej elektrowni na rzece Orzyc (źródło: e-ostroleka.pl)

hybrydowym, wykorzystującym źródła odnawialne, w tym instalacje fotowoltaiczną i wiatrową. Układ ten wraz z zastosowaniem systemu zdalnego zbierania i wizualizacji danych pomiarowych poza zapewnieniem efektywności wykorzystania odnawialnych źródeł energii, będzie miał także charakter pokazowy i edukacyjny. Projekt ma charakter prosumencki, co oznacza, że miasto będzie jednocześnie producentem oraz konsumentem uzyskanej dzięki instalacjom energii elektrycznej [17, 18, 19].



Fot. Depositphotos

Rys. 9. Mała elektrownia wodna Kujawska po modernizacji zlokalizowana na rzece Brdzie w Bydgoszczy

3.2. Alternatywne sposoby produkcji energii elektrycznej – przykładowe rozwiązania hydroenergetyczne w Polsce

W oddaleniu od terenów zurbanizowanych technologia produkcji energii elektrycznej z przepływu wody działa znakomicie także w wodociągach wody pitnej, bez szkody na jakości przesyłanego surowca. Podobne rozwiązanie wdraża w Polsce od 2017 r. Zakład Wodociągów i Kanalizacji sp. z o.o. w Szczecinie. Przystąpił on do budowy turbiny prądotwórczej (turbiny wodnej Francisca, o mocy maksymalnej 140 kW) w Zakładzie Produkcji Wody „Pomorzan”. Urządzenie umieszczone zostało w rurociągu dostarczającym wodę z ujęcia na jeziorze Miedwie. Różnica poziomów pomiędzy Miedwiem a zakładem na Pomorzanych wynosi ponad 30 m, a zdolność produkcyjna turbiny w ciągu roku może dochodzić do około 1000 MWh.



Rys. 10. Turbina energetyczna instalowana na sieci wodociągowej (źródło: Zakład Produkcji Wody „Pomorzan” w Szczecinie)

3.3. Wykorzystanie sieci kanalizacji sanitarnej do produkcji energii elektrycznej – przykładowe rozwiązania alternatywne zagraniczne

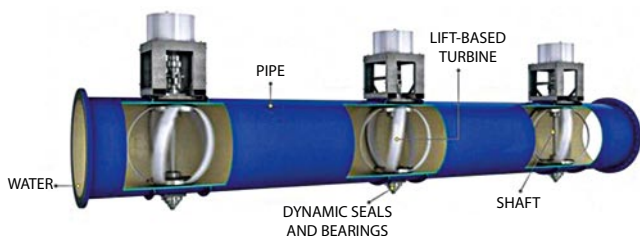
Japońska firma Ricoh opracowała system, który pozwoli na produkcję energii elektrycznej ze ścieków. Rozwiązanie to może sprawdzić się równie dobrze w przypadku gospodarstw domowych, jak i budynków przemysłowych.



Rys. 11. Turbina energetyczna zainstalowana w sieci kanalizacji sanitarnej (źródło zdjęć: © Ricoh)

3D-Pico Hydro Generator System, bo tak nazywa się ta mała elektrownia, może produkować prąd, korzystając z niewielkich cieków wodnych lub odpływów kanalizacyjnych, nawet z pojedynczych budynków. W obecnym kształcie ma niewielką moc wytwórczą, bo jest to raptem kilka, kilkadziesiąt watów. Docelowo urządzenie ma jednak dysponować mocą rzędu 1 kW, co uczyniłoby je w pełni użyteczną przydomową lub przyzakładową elektrownią. System jest już sprzedawany na terenie Japonii. Firma Ricoh twierdzi, że ich wynalazek idealnie nadaje się do łączenia z innymi odnawialnymi źródłami energii. Jednym z pomysłów na rozwój systemu jest jego połączenie z magazynem energii czy z fotowoltaiką.

Urządzenie to zostało wyprodukowane z elementów drukowanych na drukarkach 3D z materiałów pochodzących z recyklingu. Elektrownie wodne, choć niezbyt duże, mogą działać także w dużym mieście. Turbiny zasila nie woda z rzeki, ale ta, która płynie rurami kanalizacyjnymi. W obu przypadkach chodzi o takie samo wykorzystanie siły grawitacji. Eksperymentalną instalację wdrożono w Portland. W ciągu rur kanalizacyjnych zainstalowano cztery specjalne segmenty



Rys. 12. Turbiny elektryczne w sieci kanalizacyjnej (źródło: <https://interestingengineering.com/lucidpipe-truly-elegant-water-to-wire-generators-2>)

opracowane przez firmę Lucid Energy, w których znajdują się turbiny wodne podłączone do generatorów, umieszczonych bezpośrednio nad rurą. Przepływająca rurą woda obraca je i produkuje prąd. Aby instalacja miała uzasadnienie, robi się ją w miejscu, gdzie rurociąg podąża w dół, a strumień wody napędzany jest siłą grawitacji i nie potrzeba pomp, które same zużywają prąd. Jej przewagą jest fakt, że w przeciwieństwie do rzek, tutaj poziom przepływu wody jest stały, co zwiększa sprawność instalacji.

Prąd wytworzony w portlandzkich kanałach trafia do sieci – rocznie jest to 1,1 GWh, co wystarcza na zasilenie ok. 150 domów. Stąd całe przedsięwzięcie finansuje się samo, na bazie 20-letniej umowy odbioru energii podpisanej z miejscowym zakładem energetycznym. Według założeń ekonomicznych w tym czasie instalacja ma przynieść 2 mld dolarów, co zwróci koszt inwestycji wraz z finansowaniem i kosztami utrzymania oraz pozostawi nadwyżkę dla inwestorów. A żywotność instalacji jest większa niż 20 lat.

4. Podsumowanie

- Polska jest zobowiązana na podstawie zaleceń europejskich do wytwarzania energii przynajmniej w 32% ze źródeł odnawialnych do roku 2030. Aby spełnić ten cel, musi nastąpić sukcesywne zastępowanie stabilnej choć szkodliwej dla środowiska energii z węgla. Rozwój hydroenergetyki, do której zalicza się małe elektrownie wodne (MEW) jako źródło odnawialne, winno się wzbogacać o nowe jednostki produkcyjne. W Polsce występują korzystne uwarunkowania do takiego procesu z dwóch kluczowych przyczyn:

- istnieje niewykorzystana infrastruktura do ich budowy,
- zachodzi unikalna wśród OZE sterowalność, czyli możliwość szybkiego uruchomienia i zatrzymania produkcji energii w zależności od potrzeb.

- Na podstawie rozpoznania środowiskowego stwierdzono, iż obecnie brakuje międzynarodowego porozumienia dotyczącego definicji małych elektrowni wodnych (MEW). W różnych krajach terminowi MEW nadaje się inne znaczenie, przyjmując moc elektrowni jako podstawowe kryterium. Jak wynika z dostępnych informacji, przykładowo na terenie Chin oraz Indii do kategorii MEW zalicza się obiekty wyposażone w turbiny o łącznej mocy nieprzekraczającej 25 MW. W Europie przyjęto natomiast niższą granicę, która na przykład we Francji wynosi 10 MW, we Włoszech – 3 MW, a w Szwecji – 1,5 MW. Wskazane kryterium 10 MW zostało ogólnie przyjęte przez Europejskie Stowarzyszenie Małej Energetyki Wodnej (ESHA), Komisję Europejską (EU) oraz Międzynarodową Unię Producentów i Dystrybutorów Energii Elektrycznej (UNIPED) jako wielkość graniczna. Na terenie Polski określeniem „małe elektrownie wodne” wskazuje się zwykle obiekty o mocy zainstalowanej do 5 MW.

- Według danych Urzędu Regulacji Energetyki (URE) z czerwca 2021 roku w Polsce istnieje 785 elektrowni wodnych o łącznej mocy 980,041 MW, z czego 775 instalacji o łącznej

mocy 295,687 MW to obiekty mniejsze lub równe 10 MW, a 770 instalacji o mocy 259,491 MW to MEW o mocy mniejszej lub równej 5 MW. Łączny teoretyczny potencjał hydroenergetyczny polskich rzek szacuje się na 23,6 TWh/rok, z czego potencjał techniczny wynosi 13,7 TWh/rok. Potencjał techniczny do wykorzystania w małych elektrowniach wodnych (o mocy instalowanej do 10 MW) szacuje się na 5 TWh rocznie (tj. łącznie minimum 1500 MW mocy zainstalowanej), a około 50% z tego potencjału (2,5 TWh produkcji rocznie/750 MW mocy zainstalowanej) uznaje się za możliwy do zrealizowania z punktu widzenia ekonomicznego.

- Produkcja prądu w elektrowniach wodnych w Polsce szacowana jest według różnych źródeł na poziomie nieco ponad 1,3–2,0% „miksi energetycznego”. Małe elektrownie wodne (MEW) to ok. 0,5% całego miksu. Wykorzystywane jest jedynie 6% technicznego potencjału polskich rzek, przy średniej UE powyżej 40%.

- Jednym z głównych celów polityki klimatyczno-energetycznej w obszarze źródeł odnawialnych, stanowiącym przy tym wiążący cel wynikający z unijnego pakietu klimatyczno-energetycznego do 2020 roku, było zapewnienie wzrostu udziału energii ze źródeł odnawialnych w całkowitym zużyciu energii przynajmniej do 20% w 2020 roku i dalszy przyrost tego wskaźnika w kolejnych latach. Cele klimatyczne do 2030 r. określono na jeszcze ambitniejszym poziomie, zakładając m.in. redukcję emisji gazów cieplarnianych z początkowo przyjętych 40% do co najmniej 55%, przy co najmniej 32% udziale źródeł odnawialnych w zużyciu finalnym energii brutto. Tego rodzaju prognozy prowokują do poszukiwań nowatorskich coraz bardziej wydajnych rozwiązań technicznych oraz uzasadniają potrzeby rewitalizacji urządzeń i obiektów, których eksploatację zaprzestano od kilku dziesięcioleci.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Degórski M., Krajobraz jako obiektywna wizualizacja zjawisk i procesów zachodzących w mega systemie środowiska geograficznego, [w:] Krajobraz kulturowy. Aspekty teoretyczne i metodyczne, red. Myga-Piątek U., Prace Komisji Krajobrazu Kulturowego PTG nr 4, Komisja krajobrazu Kulturowego PTG, str. 13–25. Sosnowiec, 2005
- [2] Malicka E., Energetyka Wodna – 3/2018. 3 Technologie hydroenergetyczne, Monografia, B. Igliński, R. Buczkowski i inni, Wyd. Naukowe UMK, Toruń, 2017
- [3] Pilch R., Charakterystyczne elementy współczesnej sztuki budownictwa w zbiorze ARS Architektura, Urbanizm, Studia Wyższej Szkoły Gospodarki w Bydgoszczy, Instytut Architektury i Urbanistyki, UNESCO, MAN AND THE BIOSPHERE, URBAN SYSTEM MAB-11 pod redakcją: L. Zimowski, Polska Akademia Nauk Oddział w Poznaniu, Komisja Urbanistyki i Planowania Przestrzennego Wydawnictwo: COMPRINT, Poznań, 2008
- [4] Popczyk J., Potencjalna (fundamentalna) rola klastrów energii w transformacji (polskiej) energetyki, Konferencja: Bezpieczeństwo energetyczne – filary i perspektywy rozwoju, Rzeszów, kwiecień 2017
- [5] Wojtarkowski P., Nowoczesne rozwiązania technologiczne wspierające modernizację elektroenergetyki, Ramboll Polska, Polska Energetyka 2050, konferencja wrzesień 2017,
- [6] Alternatywna Polityka Energetyczna do 2030 roku, Instytut na rzecz Ekorozwoju, Warszawa, 2009
- [7] Energia i transport statystyka, Komisja Europejska, DG TREN, Bruksela, 2010
- [8] Możliwości wykorzystania odnawialnych źródeł energii w Polsce do roku 2020, Instytut Energetyki Odnawialnej przy współpracy z Instytutem na rzecz Ekorozwoju, Warszawa, 2007
- [9] Plan rozwoju elektromobilności w Polsce, Ministerstwo Energii, Warszawa, 2016
- [10] Ustawa z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii, Kancelaria Sejmu, tekst jednolity opracowany na podstawie Dz.U. 2015, poz. 478, 2365, 2016, poz. 925
- [11] Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz.U z 1994 r. Nr 89, poz. 414 z późn. zm.)
- [12] Ustawa z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym (Dz.U. z 2003 r. Nr 80, poz. 717)
- [13] Rozporządzenie Komisji (UE) 2016/631 z dnia 14 kwietnia 2016 r. ustanawiające kodeks sieci dotyczący wymogów w zakresie przyłączenia jednostek wytwórczych do sieci, Dz.Urz. UE L 112/1
- [14] Małe elektrownie wodne w Polsce 1991–1996, Fundacja Rolnicza, Warszawa, 1997
- [15] Tytko R, Odnawialne źródła energii. Wybrane zagadnienia, Kraków, 2001
- [16] Plan rozwoju w zakresie zaspokojenia obecnego i przyszłego zapotrzebowania na energię elektryczną na lata 2016–2025, Polskie Sieci Elektroenergetyczne S.A, Konstancin-Jeziorna, 10 listopada 2015
- [17] Plan rozwoju w zakresie zaspokojenia obecnego o przyszłego zapotrzebowania na energię elektryczną na lata 2018–2027, projekt, Polskie Sieci Elektroenergetyczne S.A Konstancin-Jeziorna, styczeń 2018
- [18] Polski sektor energetyczny 2050, Forum Energii, 2017
- [19] Projekt polityki energetycznej Polski do 2050 roku. Wnioski z analiz prognostycznej na potrzeby projektu (prognoza KAPE),www.gov.pl/energia/projekt-polityki-energetycznej-polski-do-2050-roku



Tradycyjnie konferencja składać się będzie z dwóch części: problemowej i ogólnej. Myślą przewodnią części problemowej 67. edycji konferencji będzie BIM/BLCM – modelowanie cyklu życia obiektu budowlanego. Będzie ona poświęcona zagadnieniom przygotowania i eksploatacji modeli informacyjnych BIM, nie tylko do celów projektowych, jak to zazwyczaj ma miejsce, ale w kontekście wykorzystania potencjału BIM oraz docelowo BLCM (Building Life Cycle Modeling) w pełnym cyklu życia obiektu – w fazie jego definiowania, projektowania, realizacji i eksploatacji.

Przedmiotem części ogólnej konferencji są problemy naukowe z zakresu:

- Budownictwa ogólnego • Fizyki budowli • Geotechniki • Inżynierii komunikacyjnej: mostowej i kolejowej • Inżynierii materiałów budowlanych • Inżynierii przedsięwzięć budowlanych • Konstrukcji betonowych • Konstrukcji metalowych • Mechaniki konstrukcji i materiałów • Budownictwa hydrotechnicznego

Biuro Konferencji: Mgr Jadwiga Niedośpał

- Politechnika Krakowska
- ul. Warszawska 24 • 31-155 Kraków
- e-mail: krynica2022@pk.edu.pl
- www.krynica2022.pk.edu.pl