

EFEKTYWNIENIE WYKORZYSTANY POTENCJAŁ ZAPORY BESKO

W sieci hydrograficznej województwa podkarpackiego dominującą rolę odgrywają zlewnie Wisłoki i Sanu wraz z Wisłokiem. I chociaż w kontekście hydroenergetycznym najbardziej rozpoznawalnym obiektem tego obszaru jest zaporę na Sanie w Solinie, to zdecydowanie wart bliższego poznania jest również inny obiekt piętrzący usytuowany w regionie. Mowa o zaporze Besko na Wisłoku. W niedalekiej perspektywie zostanie tam ukończony kolejny obiekt nowej MEW na mapie Polski.

Wisłok jest największym z lewobrzeźnych dopływów Sanu i ma długość całkowitą 204,9 km. W górnym biegu płynie wśród gęsto zalesionych wzniesień Beskidu Niskiego, a dalej Kotliną Jasielsko-Krośnieńską, Pogórzami Strzyżowskim, Dynowskim i Rzeszowskim oraz Pradoliną Podkarpacką, by znaleźć ujście w okolicy m. Dębno. W odcinku rozpatrywanym na potrzeby niniejszego artykułu jest małą rzeką fliszową, o przepływie średnim wynoszącym ok. 3,1 m³/s, a w odcinku ujściowym zwiększającym się do 24,5 m³/s.

Końcem lat 70. ubiegłego wieku (a dokładniej w 1978 r.) Wisłok, podobnie jak wiele innych rzek w tamtym okresie, został przegrodzony potężną zaporą, co doprowadziło do utworzenia sztucznego zbiornika wodnego – Jeziora Sieniawskiego, nazywanego zwyczajowo również Zbiornikiem Besko – od nazwy miejscowości, w której zbiornik pierwotnie miał się znajdować (ostatecznie jednak ulokowano go w obrębie Sieniawy). Jezioro ma powierzchnię 1,31 km², minimalną głębokość ok. 12 m, w najgłębszych miejscach dochodzącą do 30 m. Jest zasilane głównie przez Wisłok, ale uchodzą do niego również Potoki Odrzechowski i Głębok. Podstawowymi funkcjami Zbiornika Besko są retencja i przeciwdziałanie powodzi w dolinie Wisłoka poniżej tamy. Istnienie zbiornika pozwala na wyrównywanie przepływów na rzece, charakteryzującej się szybkim spływem wód i wskutek tego powstawaniem fal wezbraniowych kilka razy w roku. Zgromadzone w jeziorze wody są ujmowane na potrzeby zaopatrzenia ludności w wodę pitną dla takich miejscowości jak Krosno, Sieniawa, Rymanów, Iwonicz-Zdrój, Brzozowo, ale również wykorzystywane przez gospodarstwo rybackie, a wreszcie przetwarzane na energię elektryczną jest potencjał spadku tych wód.

OBIEKT DO ZAADAPTOWANIA NA CELE MEW

Zaporę usytuowaną w km 172+800 biegu rzeki Wisłok wznosi się na wysokość 38 m

Fot. Widok na zaporę od strony wody dolnej.



(korona zaporę umiejscowiona jest na wysokości 338 m n.p.m.) i rozciąga na długości 174 m. Do jej wzniesienia użyto blisko 70 tys. m³ betonu. Na obiekt składa się 14 samodzielnych, dylatowanych sekcji betonowych, które uszczelnione są na dylatacjach taśmą PCW. Sekcje nr 7 i 8 są dłuższe niż pozostałe (mają po 15 m każda, pozostałe sekcje mają po 12 m długości) i pełnią funkcję przelewowo-upustową.

Zaporę Besko wyposażono w dwa spustudenne z zasuwami napędzanymi hydraulicznie, o maksymalnym wydatku wynoszącym 2 x 55 m³/s = 110 m³/s. Wewnątrz obiektu wydzielono dwie galerie kontrolno-drenażowe, umożliwiające funkcjonowanie aparatury kontrolno-pomiarowej obiektu, jak również poprowadzono dwa rurociągi wody biologicznej, o średnicy 200 mm każdy. Dzięki tym rurociągom możliwe jest zapewnienie przepływu nienaruszalnego w korycie Wisłoka poniżej piętrzenia. Rurociągi te dają możliwość wykorzystania płynącej nimi wody na cele energetyczne. Pierwotna koncepcja budowy MEW w obrębie zaporę powstała w 2003 r. Przez lata projekt był rozwijany, oczekiwał również na ustabilizowanie warunków na rynku OZE, by wreszcie mogło dojść do jego ukończenia i uruchomienia z końcem 2021 roku. Ciekawostką jest, iż nowo powstająca MEW Besko nie jest jedynym obiektem, który czerpie z hydroenergetycznego potencjału zaporę. Od 1992 r. na rurociągu dopro-

wadzącym wodę surową do Zakładu Uzdatniania Wody w Sieniawie funkcjonuje mała elektrownia wodna. Trzeci tego typu obiekt istnieje na rurociągu doprowadzającym wodę do ośrodka hodowli pstrągów zlokalizowanego ok. 500 m poniżej korpusu zaporę, na lewym brzegu rzeki.

UKŁAD I WYPOSAŻENIE MEW

Projekt budowy nowej elektrowni zakłada zapewnienie przepływu na turbinę dzięki pracy rurociągów wody biologicznej, połączonych w komorze spustów dennych we wspólny rurociąg przechodzący w rurociąg dopływowy do turbiny Francisa. Hydrozespół będzie miał moc zainstalowaną 0,075 MW i będzie pracował w trybie ciągłym na zakresie spadów od 19 do 25 m i przepływie 0,3 m³/s. Zostanie zabudowany w układzie z poziomym wałem, wirnikiem w stalowej spirali zasilającej z zewnętrznym aparatem kierowniczym wraz z generatorem asynchronicznym. Całość zakończona zostanie rurociągiem odpływowym, pozwalającym na odprowadzenie wód do koryta Wisłoka tuż poniżej zaporę w obrębie niecki wypadowej i utrzymanie przepływu biologicznego w rzece. System wytwórczy MEW zostanie dowiązany do istniejącej infrastruktury elektroenergetycznej, przy czym wyposażony zostanie w nowoczesny układ sterowania. Samo wdrożenie projektu w powyższym kształcie do fazy realizacji wymaga, oprócz profesjonalnego projektu wykonawczego

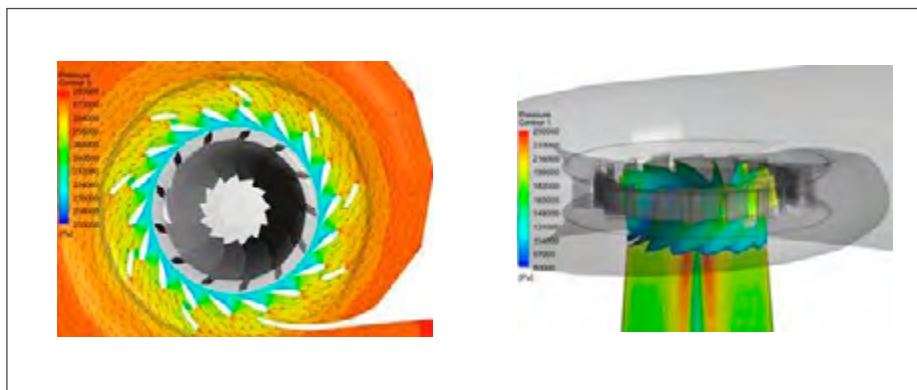
(zapewniającego sprawną pracę turbiny, eliminację strat ciśnienia, eliminację zjawiska kawitacji, wysoką sprawność całości instalacji oraz układu pod względem hydraulicznym, najważniejsze umiejscowienie poszczególnych elementów, długotrwałą bezawaryjną eksploatację), również szeregu działań pośrednich. Mowa o uzyskaniu decyzji środowiskowej bazującej na koncepcji technicznej, decyzji o warunkach zabudowy i pozwoleniu wodnoprawnym, jak również uzyskaniu warunków przyłączenia do sieci. Mimo że MEW w całości realizowana jest w obrębie istniejącej już infrastruktury hydrotechnicznej zapory Besko, jej przygotowanie formalno-prawne wymagało uzyskania kompletu decyzji administracyjnych.

NOWOCZESNY I WYSOKOSPRAWNY HYDROZESPÓŁ

Pod względem konstrukcyjnym w MEW Besko będzie pracowała jedna turbina wodna, do której prowadzić będzie komora napływowa wykonana w formie spirali stalowej. Rura ssąca prosta zamontowana zostanie kołnierzowo do istniejącego rurociągu. Turbinę z generatorem połączy sprzęgło w układzie bezprzekładniowym. Cały układ hydrauliczny został indywidualnie zaprojektowany dla omawianej inwestycji i zoptymalizowany w dziale B+R IOZE hydro. W pierwszym kroku opracowano jednowymiarowy projekt turbiny Francisca, na bazie którego stworzono model w trójwymiarze. Następnie układ 3D został zoptymalizowany za pomocą symulacji numerycznych CFD pod kątem sprawności i niwelowania kawitacji. Do tego celu użyto wysokospecjalistycznego oprogramowania ANSYS-CFX. Dzięki indywidualnemu podejściu projektowemu powstało dedykowane wysokosprawne rozwiązanie, wpisujące się idealnie w warunki hydrologiczne istniejące w miejscu montażu. Sprawność układu hydraulicznego zaprojektowano na poziomie 94 proc. w optymalnym punkcie pracy turbiny.

Przeniesienie wspomnianych wartości sprawności układu ze świata numerycznego do rzeczywistego następuje poprzez wykonanie kluczowych komponentów turbiny, przy użyciu wieloosiowych maszyn obróbkowych CNC. Idealne odwzorowanie zaprojektowanego kształtu elementów składających się na turbinę wodną, w szczególności wirnika, ma definitywny wpływ na osiągnięcie maksymalnych możliwych sprawności hydraulicznych i zapobieganie zjawiskom niepożądanym np. kawitacji. Obróbka elementów turbin

Rys. Zobrazowanie symulacji CFD dla turbiny Francisca.



wymaga precyzji i zachowania powtarzalności wykonania ich skomplikowanej geometrii.

ZAAWANSOWANE TECHNOLOGIE W RĘKACH WYKONAWCY PROJEKTU

Wirnik turbiny Francisca, łopatki kierunkowe i krzywki kierownic wykonano z wysokojakościowej stali nierdzewnej poprzez obróbkę 5-osiową w wielozadaniowym centrum tokarsko-frezarskim OKUMA. Maszyna tego typu zapewnia wierne odwzorowanie zaprojektowanego kształtu, natomiast jej konstrukcja kinematyczna i związana z tym stabilność gwarantują uzyskanie pożądanej dokładności i powtarzalności realizacji detali. Centrum obróbkowe OKUMA wyposażone jest w system redukcji drgań oraz kompensacji zmian temperatury, co umożliwia m.in. uzyskanie założonych wartości chropowatości obrabianych powierzchni.

W kontekście wykorzystania zaawansowanych technologii warto wspomnieć o etapie przygotowania inwestycji poprzez rozpoznanie istniejącego zagospodarowania i infrastruktury technicznej. Dla tego celu przeprowadzono szczegółową inwentaryzację, na której bazuje późniejszy projekt wykonawczy. W ramach rozpoznania wykonano dokładne pomiary obu rurociągów zasilających, jak również przyłącza rurociągu spustowego. Istotną trudność stanowił fakt, iż przyłącze wraz z kompensatorem znajdują się poniżej poziomu posadzki, stąd zastosowano technologię skaningu laserowego z użyciem Trackera Faro Vantage. Jest to opcja, którą wybrano ze względu na fakt, iż wyposażenie MEW ma zostać osadzone w obrębie istniejącej budowli i jej zagospodarowania, a dla której nie było możliwości uzyskania dostępu do dokumentacji powykonawczej. Inżynierowie wykonawcy poprzez odczyty z laserowych urządzeń śledzących w postaci gęstej chmury punktów uzyskali precyzyjne odwzorowanie przestrzeni i wszystkich jej składowych z dokład-

nością rzędu 0,016 mm/m. Ultraczuła technologia pozwala uniknąć niespodzianek podczas prac montażowych.

KOMPAKTOWE ROZWIĄZANIA MEW

MEW Besko jest obiektem, w którym wdrożono ideę rozwiązań kompaktowych. Montaż kluczowych komponentów hydrozespołu oraz testy na nim zostały zrealizowane w zakładzie produkcyjnym. Od samego początku rozwoju projektu, na każdym jego etapie, w tym podczas produkcji, dążono do minimalizacji czasu potrzebnego do montażu i uruchomienia infrastruktury prądowców w miejscu docelowym. Urządzenia, które opuszczają zakład produkcyjny stanowią kompletne moduły, gotowe do szybkiego i sprawnego połączenia z istniejącą infrastrukturą budowlaną. IOZE Hydro jest dostawcą wysokiej jakości nowoczesnych i wysokosprawnych turbin wodnych. Oprócz tradycyjnych rozwiązań, IOZE hydro dostarcza również kompaktowe małe elektrownie wodne, montowane na ramie lub jako rozwiązania kontenerowe. Ten produkt dedykowany jest głównie na eksport, gdzie bardzo istotnym czynnikiem, decydującym o realizacji inwestycji, jest zakres prac budowlano-montażowych związanych z posadowieniem hydrozespołu.

Wszystkich, którzy myślą o wdrożeniu nowoczesnej turbiny, specjalnie dopasowanej do projektu, zapraszamy na indywidualne spotkanie w naszym zakładzie. Chętnie przedstawimy jak wygląda proces doboru, projektowania oraz produkcji hydrozespołów w IOZE hydro.

IOZE
hydro

Łukasz Kalina
Dział Rozwoju
IOZE hydro

Grafiki pochodzą z archiwum **IOZE hydro**.

ENERGETYKA WODNA

3/2021 (39)

Wydanie elektroniczne
cena: 10,00 zł (w tym 8% VAT)
ISSN 2299-0674

PRZYSZŁOŚĆ ENERGETYKI WODNEJ – RAPORT RYNKOWY MAE

str. 46

HYDROPOWER EUROPE – MAPA DROGOWA NA RZECZ ROZWOJU EUROPEJSKIEJ HYDROENERGETYKI

str. 12

EUROPEJSKI ZIELONY ŁAD A ENERGETYKA WODNA

str. 26

PROJEKTOWANIE KONSTRUKCJI HYDROTECHNICZNYCH W ŚWIETLE NADCHODZĄCYCH ZMIAN W EUROKODACH – PROLOG

str. 58

