

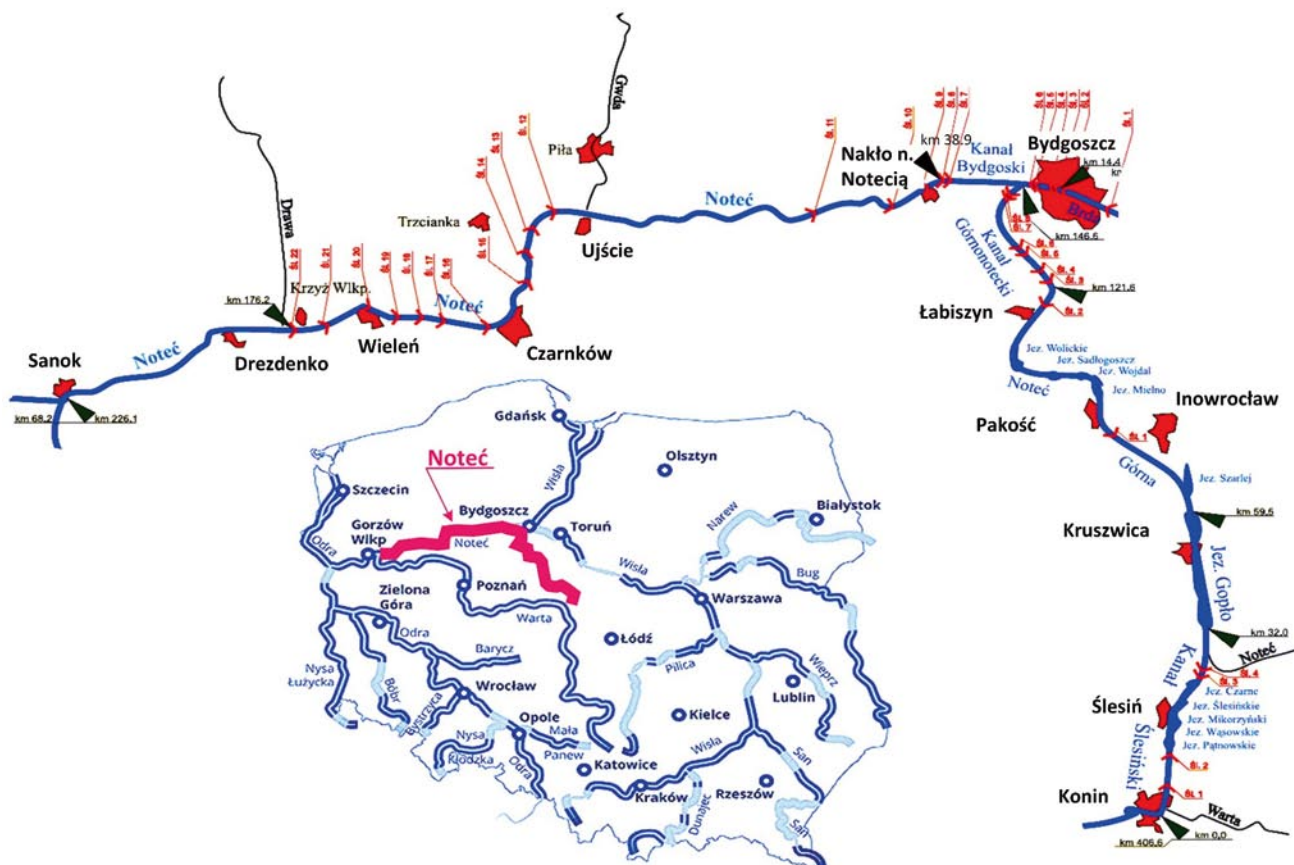
# Energetyczne wykorzystanie stopni wodnych na rzece Noteci

mgr inż. Piotr Żabierek, Elektrownie Wodne ZENERIS, dr inż. Rajmund L. Ignatowicz, Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego, Politechnika Wrocławska, ORCID:0000-0003-3663-0170

## 1. Wprowadzenie

Rzeka Noteć nie należy do rzek o dużym potencjale energetycznym. Zabudowa hydrotechniczna rzeki zrealizowana na przełomie XIX i XX wieku miała na celu umożliwienie transportu wodnego na odcinku Wisła-Odra. Istniejące budowle piętrzące, do końca lat 80. ubiegłego wieku nie były wykorzystywane energetycznie. Rozporządzenie Rady Ministrów z 7 września 1981 r. zobowiązywało administratorów obiektów piętrzących do analizy możliwości ich wykorzystania pod kątem energetycznym. Paragraf 2 pkt 3 brzmiał: „Jednostkom gospodarki uspołecznionej posiadającym urządzenia piętrzące wodę i niewykorzystywane siłownie lub elektrownie wodne wojewoda może polecić ich ponowne uruchomienie, łącznie z nakazem ich modernizacji w celu pełnego wykorzystania

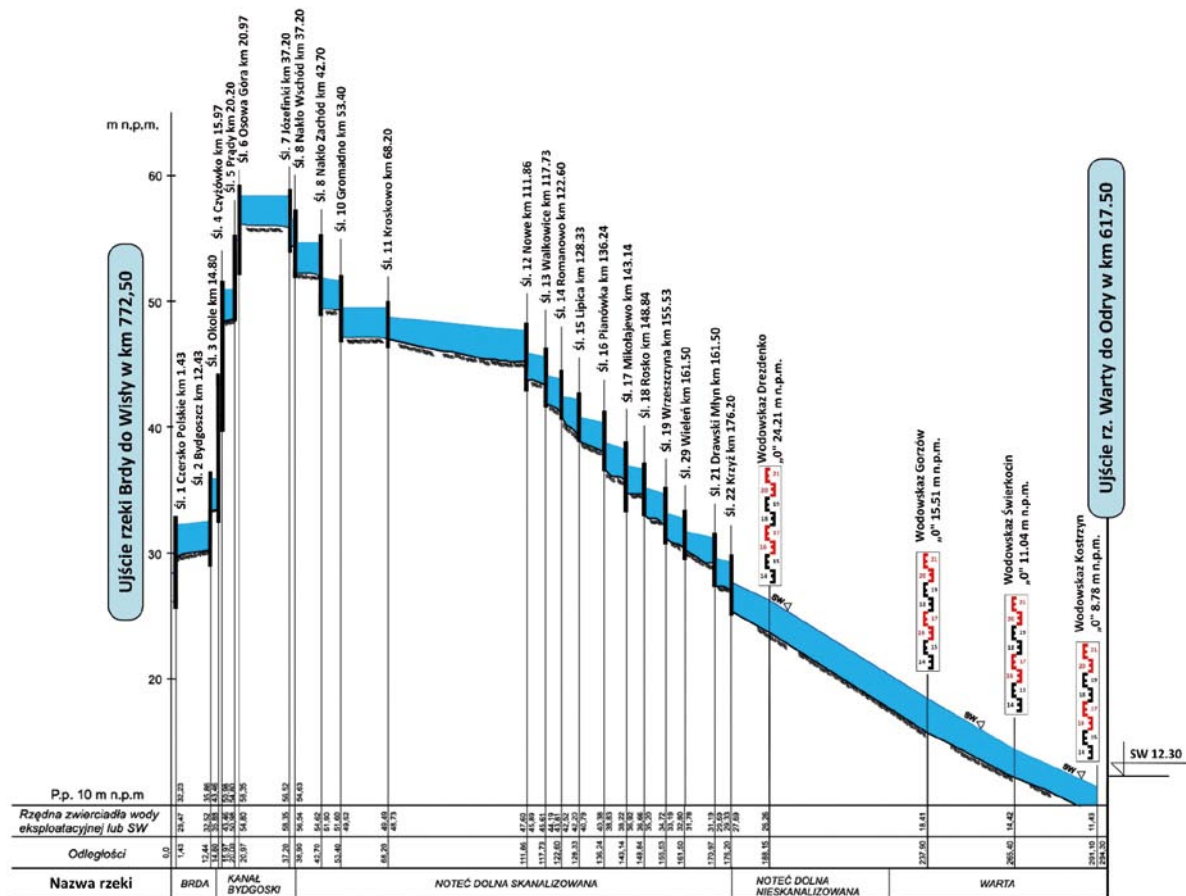
energetycznego rzeki w danym przekroju piętrzenia”. Rozporządzenie zobowiązywało również wojewodów do inwentaryzacji urządzeń piętrzących powyżej 1,6 m. Powyższe Rozporządzenie zostało uchylone w dniu 11 maja 1996 r. W ustawie Prawo wodne z 2018 r. jedynie się dyscyplinuje sprawy z wykorzystaniem energetycznym. W art. 270.4: „opłatę za pobór wód do celów elektrowni ponosi się wyłącznie za ilość energii wyprodukowanej w obiekcie energetyki wodnej 1,24 zł/MWh”. Natomiast w art. 399.1, pkt 2 mówi się: „wydania pozwolenia wodnoprawnego odmawia się, jeżeli projektowany sposób korzystania z wód do celów energetyki wodnej nie zapewni wykorzystania potencjału hydroenergetycznego w sposób technicznie i ekonomicznie uzasadniony”. Pewnym ograniczeniem działalności inwestycyjnej jest fakt objęcia terenów stopni wodnych ochroną konserwatorską.



**Rys. 1.** Zlewnia rzeki Noteć. Pominięto odcinek Starej Noteci (zwanej także „Rynarzewską”) z jazem w Chobielinie jako niezeglowną [1]



Rys. 2. Schemat drogi wodnej Wisła-Odra. Uwaga: Stara Noteć wpada do Noteci Skanalizowanej poniżej służy Nakło Wschód [1]



Rys. 3. Profil podłużny drogi wodnej Wisła-Odra

## 2. Charakterystyka techniczna rzeki

### 2.1. Opis ogólny zlewni rzeki Noteci

Rzeka Noteć (dł. 389 km) wypływa z Jeziora Brodowskiego opodal Izbicy Kujawskiej i jest największym dopływem rzeki Warty. W swym górnym biegu płynie przez województwo wielkopolskie, w środkowym przez kujawsko-pomorskie (127 km). W dolnym biegu rzeka Noteć przepływa przez województwo wielkopolskie i lubuskie, wpadając ostatecznie do rzeki Warty pod Santokiem. Gdy Noteć wpada do Kanału Warta-Gopło, jej charakter zmienia się diametralnie i aż do swego ujścia jest szlakiem żeglownym. Rzeka dzieli się na odcinki, którym nadano różne nazwy – w zależności od biegu i szybkości nurtu. W górnym biegu szlak żeglowny poprowadzony jest Kanałem Górnonoteckim, gdzie

piętrzącego, przepławki dla ryb, starorzecza i zabudowań Nadzoru Wodnego lub służanta.

### 2.2. Parametry hydroenergetyczne rzeki Noteci

Praktycznie na wszystkich stopniach od Nowego do Krzyża wykonywane były prace projektowe (konceptje lokalizacyjne, operaty wodnoprawne), ale pełnej realizacji doczekały się tylko trzy obiekty: Lipica, Rosko i Wieleń. Sumaryczna moc instalowana rzeki Noteci i Kanału GSN wynosi  $N_{ins} = 1240$  kW. Możliwa moc do osiągnięcia przy pełnym zainwestowaniu stopni wynosi ok.  $N_t = 6000$  kW. Produkcja energii jest ograniczona z uwagi na ograniczenia eksploatacyjne jazów do 270 dni w roku i wynosi aktualnie 3560 MWh. Do elektrowni na stopniu Chobielin przymierzało się co najmniej dwóch inwestorów, ale po kilkuletniej obserwacji hydrologii

Tabela 1. Parametry hydroenergetyczne rzeki Noteci

Stopień wodny	Rzeka kanał	Km ciek	Przepływ SSQ	Spad	Przepływ instalowany	Moc	Produkcja roczna w MWh	Uwagi
		km		m		kW		
Antoniewo	kGSN	121+78	8,8	1,58		$N_t = 110$	700	
Frydrychowo	KGSN	124+77	8,8	3,02	7,0	$N_{ins} = 140$ $N_t = 180$	350/1100	Turbiny lewarowe MT-5 szt.7
Dębinek PŁD	KGSN	130+08		1,73	3,2			
Łochowo	KGSN	144+98	3,2	3,10	3,2	$N_{ins} = 75$	310/500	Turbina „Archimedes” szt. 1
Lisi Ogon	KGSN	145+35	3,2	3,17	3,2	$N_{ins} = 75$	300/500	j.w.
Nakło Zachód	Noteć	42+70	9,97	2,71	11,1	$N_{ins} = 200$	500/1300	Turbiny Kaplana pionowe szt. 3
Gromadno	Noteć	53+40	10,25	2,80	6,6	$N_{ins} = 130$ $N_t = 180$	350/1160	Turbiny Kaplana szt. 2
Krostkowo	Noteć	68+ 20		0,43				
Nowe	Noteć	111+73	48,2	1,71		$N_t = 520$	3370	
Walkowice	Noteć	117+73	48,4	1,42		$N_t = 440$	2850	
Romanowo	Noteć	122+660	48,6	1,29		$N_t = 400$	2600	
Lipica	Noteć	128+330	48,7	1,41	21,0	$N_{ins} = 259$ $N_t = 440$	450/2850	ok. 72 dni turbiny lewarowe szt.7
Pianówka	Noteć	136+210	48,9	1,55		$N_t = 485$	3140	P W-Pr
Mikołajewo	Noteć	143+110	49,1	1,30		$N_t = 400$	2600	
Rosko	Noteć	148+840	49,7	1,41	30,0	$N_{ins} = 360$ $N_t = 450$	1300 2900	Turbina „Archimedes” śr. 3300mm, szt. 6
Wrzeszczyna	Noteć	155+530	50,2	1,53		$N_t = 490$	3175	
Wieleń	Noteć	161+500	50,64	1,02	15,0	$N_{ins} = 72$ $N_t = 320$	150 2074	
Drawsko	Noteć	170+97	51,9	1,6		$N_t = 530$	3240	P W-Pr
Krzyż	Noteć	176+200	52,75	1,64		$N_t = 550$	3560	
Chobielin	Stara Noteć		6,50	3,00		$N_t = 150$	1100	

na stopniu Dębinek rozdziela się na Starą Noteć „Rynarzewską” i Kanał Górnonotecki, który wpada do Kanału Bydgoskiego. Od śluzy Nakło Zachód do śluzy Nowe to odcinek Noteci skanalizowanej „Leniwej”, a dalej do śluzy Krzyż to odcinek Noteci „Bystrej”. Głównymi dopływami rzeki Noteci są rzeki Gwda i Drawa, które są znacznie wykorzystane energetycznie. Każdy stopień wodny jest zagospodarowany prawie identycznie i składa się ze śluzy żeglownej, jazu

rzeki odstąpili od tego zamiaru, głównie przez duże pobory wody na stawy rybne. Faktem jest, że w przeszłości budynek młyna był napędzany turbinami wodnymi.

## 3. Możliwości energetyczne rzeki

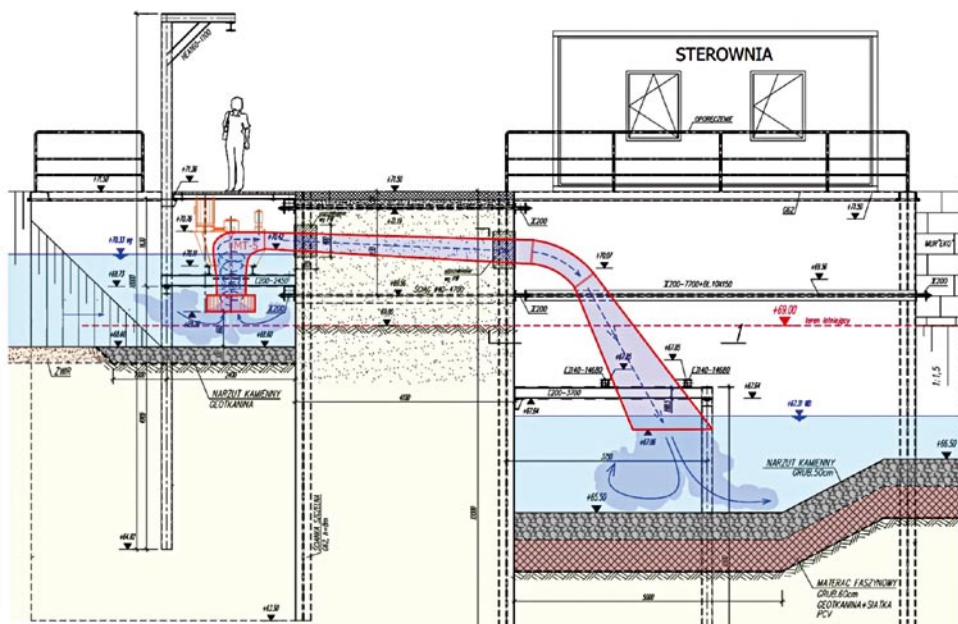
Możliwości energetyczne rzeki Noteci sprowadzają się do wykorzystania istniejących piętrzeń zrealizowanych w XIX i XX



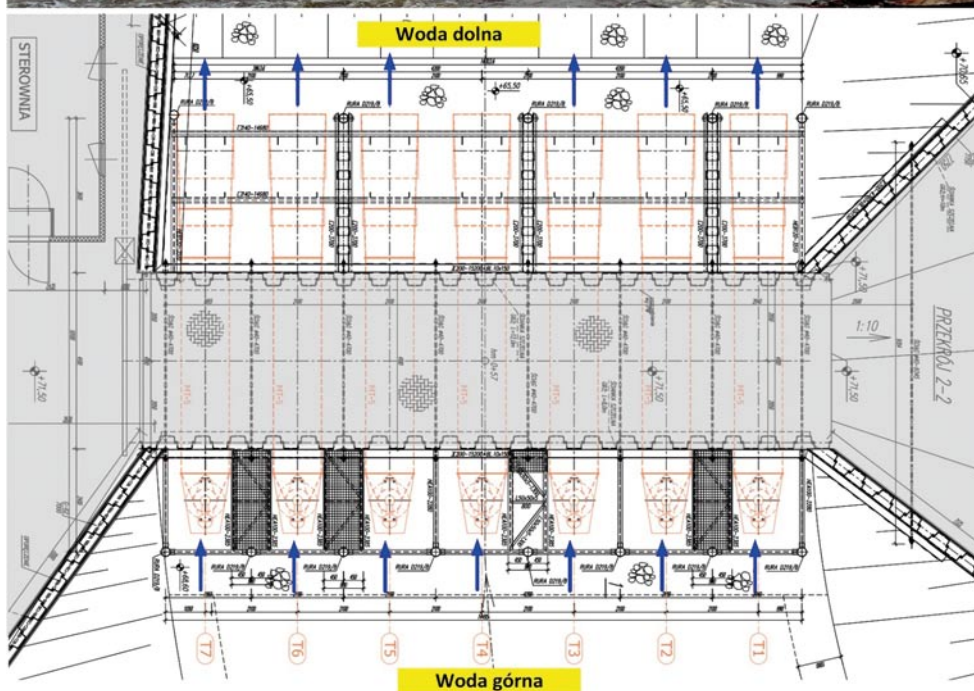
wieku na potrzeby żeglugi. Istniejące piętrzenia na stopniach wodnych wykorzystywane są również dla nawodnień doliny Noteci. Zaniechanie pod koniec XX wieku transportu wodnego zwłaszcza na drodze Wisła-Odra (poza turystyką) podważyło celowość utrzymywania piętrzeń na stopniach (poza

okresem wegetacyjnym). Z istniejących stopni do energetycznego wykorzystania kwalifikuje się 18 stopni o różnicowanej wysokości piętrzenia i wielkości przepływu. Przy założeniu, że wykorzystujemy 80% przepływu średniorocznego i przy ogólnej sprawności urządzeń 80%, otrzymamy

**Rys. 4.** MEW Frydrychowo. Przekrój poprzeczny (turbiny lewarowe). Jest to rozwiązanie najtańsze z możliwych – inwestor posiadał turbiny lewarowe MT-5. Przy zastosowaniu turbin „Archimedes” lub Kaplana można by było produkcję energii podwoić. Koszt inwestycyjny byłby dwu-, trzykrotnie większy [4]



**Rys. 5.** MEW Frydrychowo – widok i rzut [4]





moc teoretyczną – instalacyjną rzędu 5650 kW. Przewidywana produkcja wyniosłaby ok. 38 GWh–49 GWh.

## 4. Aktualne wykorzystanie potencjału energetycznego rzeki Noteci

Stopnie wodne rzeki Noteci i Kanału Górnonoteckiego aktualnie są słabo wykorzystane energetycznie, ponieważ są mało atrakcyjne biznesowo:

- niskie spadki (poniżej 2 m) z wyjątkiem stopni: Gromadno i Nakło Zachód,
- utrzymywanie piętrzenia zaledwie przez 270 dni w roku,
- skromny asortyment turbin niskospadowych,
- utrudnienia związane z objęciem ochroną konserwatorską terenów przy stopniach wodnych.

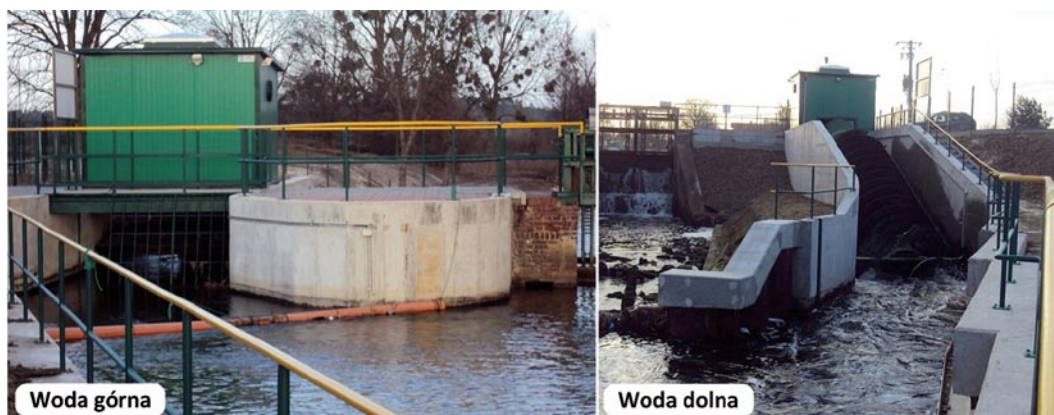
**Rys. 6.** MEW Łochowo. Etap budowy, produkcja turbiny Archimedes, Mewat Sp. z o.o.; rozwiązanie optymalne w tych warunkach lokalizacyjnych [2, 3]



**Rys. 7.** Stopień wodny Łochowo (turbina Archimedes), Mewat Sp. z o.o. [2, 3]



**Rys. 8.** Stopień wodny Lisi Ogon (turbina Archimedes), Mewat Sp. z o.o. [2, 3]



Na Noteci „Bystrej” aktualnie energetycznie wykorzystywane są tylko 2 stopnie z 12 istniejących. Na Kanale Górnonoteckim zainwestowano w 3 stopnie na 5 możliwych do wykorzystania.

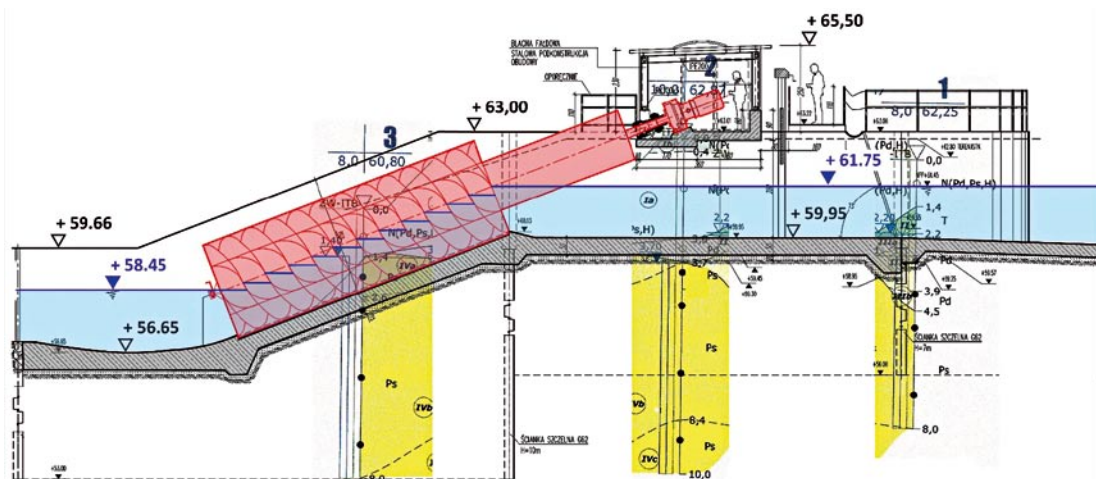
Sumarycznie zainstalowano moc 1,2 MW przy produkcji rocznej zaledwie 3,5 GWh.

## 5. Rozwiązania konstrukcyjne elektrowni

Ze względu na niskie piętrzenia na stopniach możliwości rozwiązań konstrukcyjnych elektrowni jest niewiele. Na stopniach Rosko, Łochowo i Lisi Ogon zastosowano rozwiązanie z turbinami „Archimedes”, natomiast na stopniu Frydrychowo i Lipica zastosowano turbiny lewarowe. Na stopniu Gromadno i Nakło Zachód (spad ok. 3 m) zainstalowano turbiny śmigłowe Kaplana. Na stopniach,



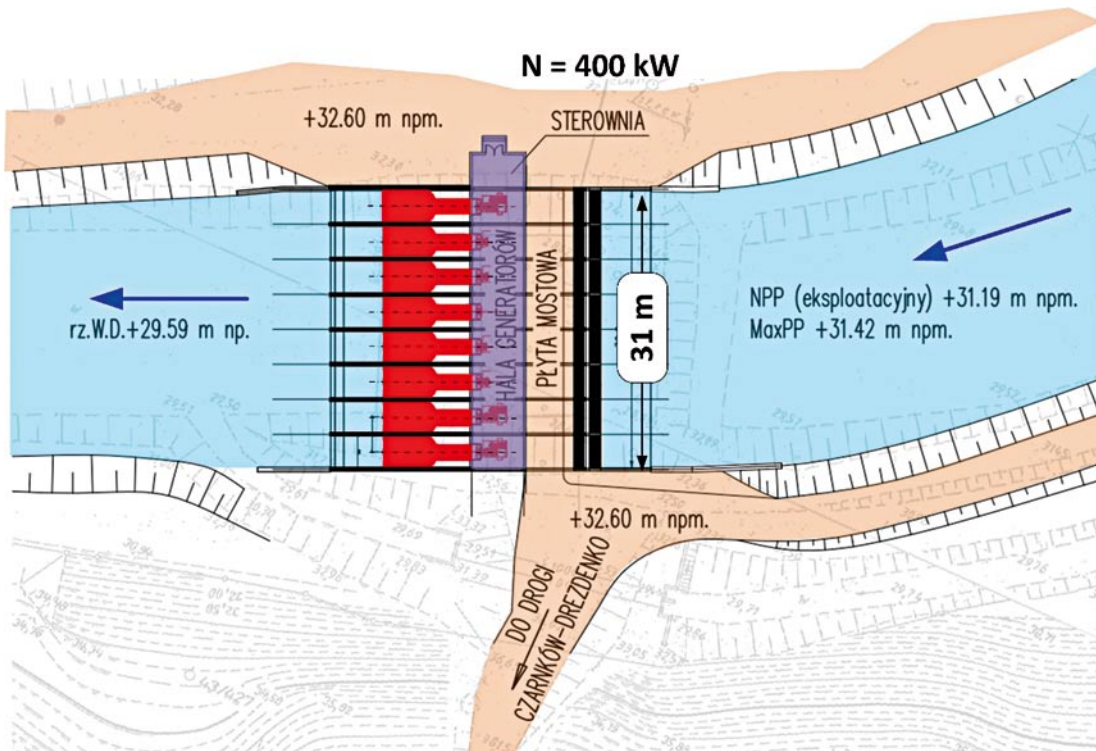
**Rys. 9.** Mała Elektrownia Wodna Lisi Ogon. Przekrój podłużny. Turbina Archimedesesa [6]



**Rys. 10.** Stopień wodny Lisi Ogon, transport turbiny Archimedesesa, Mewat Sp. z o.o. [2, 3]



**Rys. 11.** MEW Drawsko – rzut koncepcyjny rozmieszczenia turbin – koncepcja [9]. Wcześniej wykonywana wymiana zamknięć ruchomych na klapowe wymagała wykonania kanału obiegowego na czas realizacji. Wykorzystano do tego celu starorzecze. Można powiedzieć, że przywrócono dawne koryto rzeki (przed budową stopnia) – rewitalizacja rzeki [9]

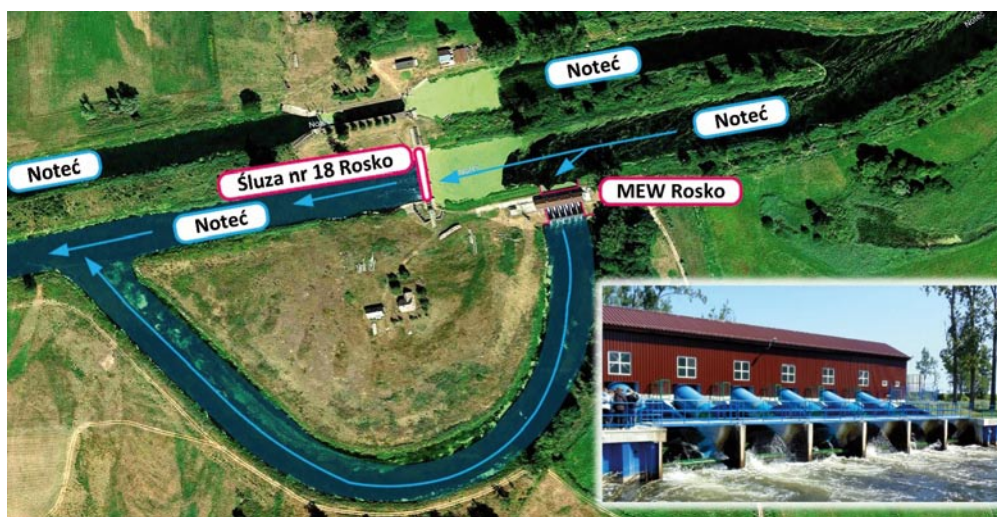


na których rozpoczęto prace projektowe, przeważają rozwiązania z turbinami „Archimedesesa” lub turbinami pionowymi Kaplana poza stopniem Mikołajewo, gdzie zastosowano rozwiązanie z trzema turbinami VLH (Very Low Head – turbina do zastosowania przy niskich spadach).

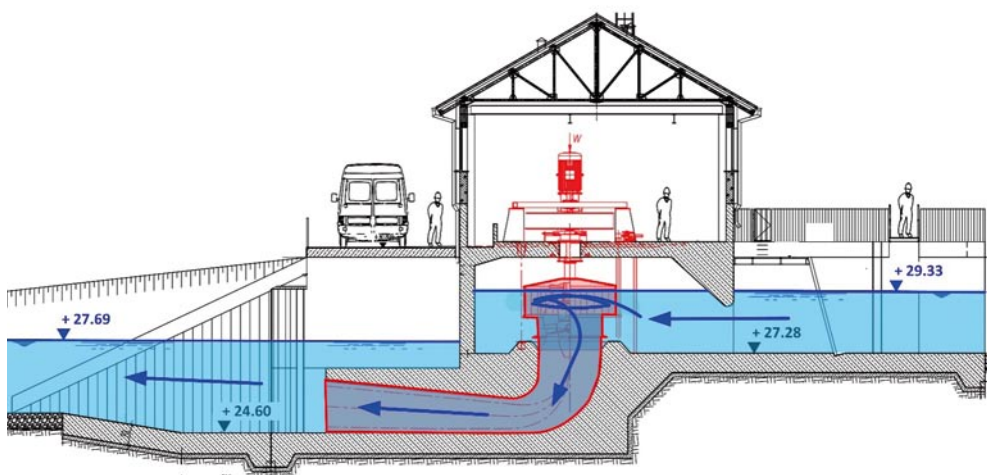
## 6. Podsumowanie

Wieloletnie doświadczenia autorów w zakresie projektowania obiektów energetyki wodnej na rzece Noteci począwszy od fazy koncepcji, poprzez fazę projektowania,

**Rys. 12.** MEW Rosko. Rzut elektrowni z kanałem energetycznym (turbiny Archimedesy). Stopień wykorzystania przepływu ok.  $36 \text{ m}^3/\text{s}$  przywrócił dawny bieg meandrującej rzeki, a uporządkowanie starorzecza znacznie poprawiło warunki odwodnienia doliny [5,11]



**Rys. 13.** Mała Elektrownia Wodna Krzyż na rzece Noteci – koncepcja (turbina Kaplana). Przekrój podłużny. W tej lokalizacji (ostatni stopień) rozwiązanie z turbiną „Archimedesy” byłoby nie trafione z uwagi na zmienne stany wody dolnej (bez podparcia dolnym stopniem) [10]



a następnie realizacji pozwalają na przedstawienie następujących wniosków:

- parametry hydroenergetyczne rzeki Noteci (przepływ rzędu  $30\text{--}40 \text{ m}^3/\text{s}$  przy spadzie rzędu ok.  $1,5\text{--}1,8 \text{ m}$ ) i gotowych budowli piętrzących mogą stanowić ciekawą propozycję biznesową dla potencjalnych inwestorów, oczywiście przy odpowiednim wsparciu państwa;
- wykorzystanie starorzeczy na kanały energetyczne przywraca dawny meandrujący krajobraz rzeki – rewitalizacja, co jest istotne również dla zabudowy rzeki jako naszego ekosystemu;
- należy zmodernizować konstrukcję zamknięć na jazach umożliwiających elastyczne sterowanie piętrzeniem z zachowaniem możliwości całorocznego piętrzenia;
- należy zaktywizować administratorów obiektów piętrzących do działań na rzecz wykorzystania istniejącego potencjału energetycznego, który obecnie istnieje i nie jest wykorzystany;
- na 18 budowli piętrzących na rzece Noteci zaledwie 6 jest wykorzystanych energetycznie, pozostałe 12 obiektów generuje tylko koszty związane z ich eksploatacją i obsługą. Zdaniem autorów niewykorzystanie nawet tak niedużej mocy jest błędem.

#### BIBLIOGRAFIA

- [1] Ogólnodostępne Materiały Regionalnego Zarządu Gospodarki Wodnej w Poznaniu
- [2] Archiwum fotograficzne realizowanych obiektów, Piotr Żabierek
- [3] Materiały firmy Mewat Sp. z o.o.
- [4] Mała Elektrownia Wodna Frydrychowo Nowe Dąbie gm. Łabiszyn na rz. Noteci, MEW ROSKO Sp. z o. o., Projekt budowlano-wykonawczy, zespół projektowy: Piotr Żabierek, Rajmund L. Ignatowicz, 2007
- [5] Mała Elektrownia Wodna Rosko na rz. Noteci, MEW Rosko Sp. z o. o., Projekt budowlany. Projekt wykonawczy, zespół projektowy: Piotr Żabierek, Rajmund L. Ignatowicz, 2011
- [6] Projekt budowlano-wykonawczy. Mała Elektrownia Wodna Lisi Ogon, Mewat Sp. z o.o., zespół projektowy: Piotr Żabierek, Rajmund L. Ignatowicz, 2012
- [7] Mała Elektrownia Wodna Łochowo, Projekt budowlano-wykonawczy, Mewat Sp. z o.o., zespół projektowy: Piotr Żabierek, Rajmund L. Ignatowicz, 2012
- [8] Mała Elektrownia Wodna Rosko na rz. Noteci, Projekt budowlano-wykonawczy, Mewat Sp. z o.o., zespół projektowy: Piotr Żabierek, Rajmund L. Ignatowicz, 2013
- [9] Mała Elektrownia Wodna Drawsko na rz. Noteci km 170+970, Projekt koncepcyjny. MR Power Poland Sp. z o. o., Piotr Żabierek, Rajmund L. Ignatowicz, 2016
- [10] Mała Elektrownia Wodna Krzyż na rz. Noteci w km Drogi Wodnej W-0 176+200, Projekt koncepcyjny, MR Power Poland Sp. z o. o., zespół projektowy: Piotr Żabierek, Rajmund L. Ignatowicz, 2016
- [11] Google Maps