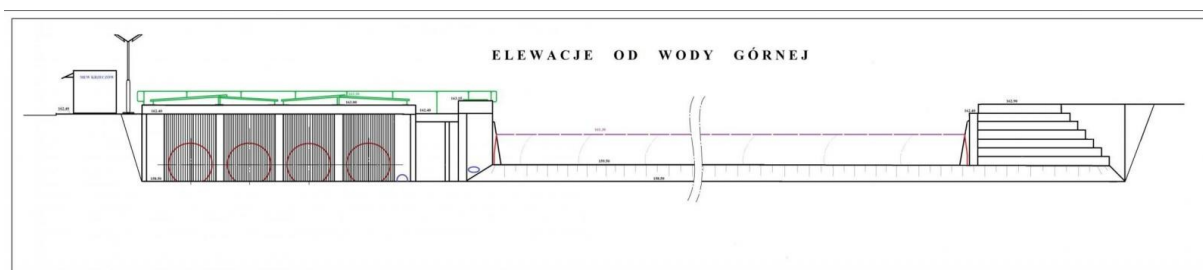


MODUŁOWE ELEKTROWNIE WODNE DLA RZEK NIZINNYCH

Autor: inż. Andrzej Polniak - AQUA-Tech Sp. z o.o.

("Energetyka Wodna" - 3/2015)

Wychodząc naprzeciw zapotrzebowaniu zgłaszanemu przez rynek, a także dla rozszerzenia oferty skierowanej do wykorzystania przy projektowaniu obiektów małej energetyki wodnej na rzekach nizinnych, firma AQUA-Tech wspólnie z grupą rodzimych producentów przygotowała koncepcję budowy modułowych małych elektrowni wodnych – ModMEW.



Koncepcja modułowej małej elektrowni wodnej – ModMEW opiera się na zasadzie modułów konstrukcyjnych: elektrowni modułowej oraz modułu jazowego.

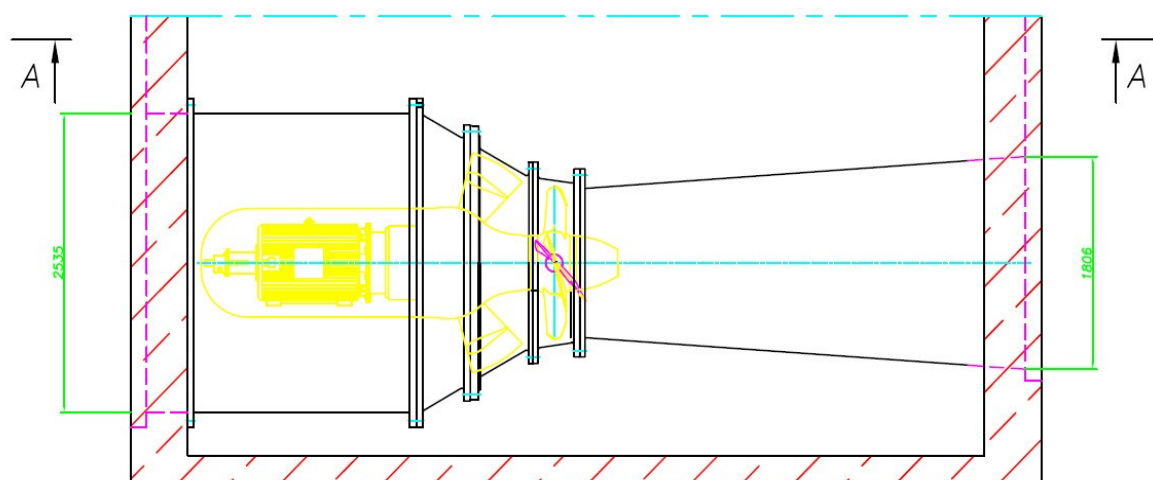
MODUŁ ELEKTROWNI

Elektrownia modułowa składa się z jednego lub kilku turbozespołów. W naszej koncepcji są to turbozespoły zbudowane z turbiny Kaplana zespolonej współosiowo z synchronicznym generatorem prądu. Hydrozespół konstrukcji WODEL został wyposażony w innowacyjną komorę wlotową zaprojektowaną według zasady stałego krętu, optymalizując pracę łopat turbiny oraz zwiększając tym samym efektywność turbiny przy niskim spadzie. Na wale turbiny osadzony jest wirnik generatora synchronicznego firmy KOMEL. Zaletą tego rozwiązania jest brak koniecznego dla typowych konstrukcji wzbudzenia prądowego przy rozruchu turbozespołu. Ponadto, eliminacja przekładni stosowanych przy typowych zespołach turbinowych, znacząco zmniejsza opory ruchu, zwiększając tym samym ilość produkowanej energii. W zależności od ilości wody, możliwe jest stosowanie od jednego do wielu turbozespołów. Turbozespół (jeden lub kilka) zainstalowany jest w komorze turbinowej umieszczonej w sekcji elektrowni - na przedstawionym rysunku, zespół składa się z 4 turbin. Poszczególne turbozespoły są podłączone do elektronicznego zespołu sterującego,

umieszczonego w niewielkim budynku sterowni, gdzie znajdują się moduły elektroniczne projektowane przez firmę MARTech-Plus. System elektroniczny optymalizuje pracę turbin w funkcji przepływu i produkcji energii elektrycznej. Poprzez elektroniczny system stabilizujący energia elektryczna będzie przekazywana do sieci energetycznej. Umieszczenie turbozespołu poziomego w otwartej komorze turbinowej (nad turbinami nie ma typowej zabudowy budynku elektrowni) posiada zaletę łatwego dostępu montażowego, także dla zadań przeglądowych i remontowych. Jak widać na rysunku 1, budowla znajduje się w przyczółku brzegowym rzeki i praktycznie jest ona schowana w kanale napływowym, dzięki czemu jest mało widoczna i nie zakłóca krajobrazu. Plan produkcyjny przewiduje budowę turbin wodnych o średnicy:

- 750 mm i mocy nominalnej 22 kW,
- 1100 mm i mocy nominalnej 45 kW,
- 1300 mm i mocy nominalnej 75 kW,
- 1550 mm i mocy nominalnej 100 kW,
- 1800 mm i mocy nominalnej 120 kW.

Rys. 2. Przekrój przez hydrozespół projektu WODEL



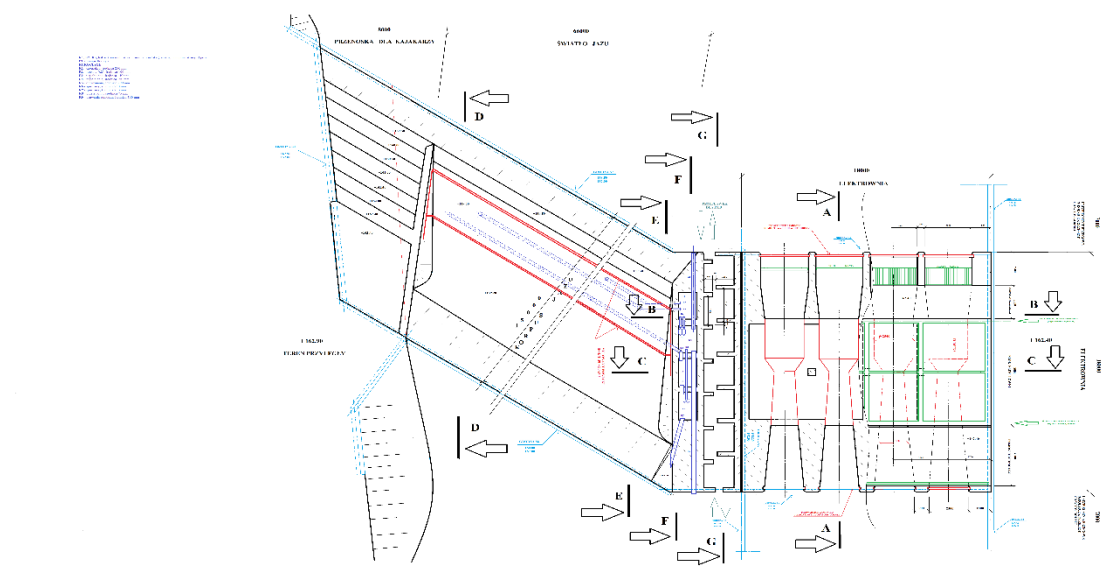
Na etapie wdrożenia projektowo-produkcyjnego przewidujemy produkcję turbin o średnicy 1300 mm i mocy nominalnej 75 kW przeznaczonej do projektowanej obecnie pierwszej instalacji demonstracyjnej ModMEW, gdzie projekt zakłada elektrownię wyposażoną w 4 hydrozespoły o mocy nominalnej 300 kW (4x75 kW).

MODUŁ JAZOWY

Dotychczas najczęściej wykorzystywanym w małej energetyce wodnej piętrzeniem są jazy stałe. Z uwagi na zagrożenia, jakie niosą za sobą konstrukcje tego typu, rozpoczęto

poszukiwania innego rozwiązania, które wyeliminuje typowe wady jazów stałych. Rozwiązaniem takim są jazy ruchome typu powłokowego lub klapowego. Typowa konstrukcja jazu powłokowego/klapowego oparta jest na budowli hydrotechnicznej składającej się z płyty dennej, która jest osadzona w dnie rzeki (bez podniesienia piętrzenia typowego dla jazu stałego) oraz z przyczółków bocznych zabudowanych w brzegach rzeki. Na konstrukcji bocznej i dennej mocuje się powłokę jazową (także z klapami) wykonaną w technologii kompozytowej. Powłoki jazowe są wytwarzane wielowarstwowo. Elementem konstrukcyjnym jazów powłokowych jest tkanina techniczna wykonana z włókna poliestrowo-poliamidowego o odpowiedniej wytrzymałości. Spoiwem łączącym poszczególne warstwy tkaniny technicznej są elastomery. Na powierzchniach zewnętrznych powłok jazowych stosuje się materiał gumowy o odpowiednich parametrach wytrzymałościowych dla warunków panujących w rzekach. Materiał ten jest szczególnie odporny na działanie promieni UV, co opóźnia proces jego starzenia. Dzięki takiej konstrukcji, żywotność gumowych powłok jazowych wynosi około 15-20 lat do ich wymiany. Wielką zaletą konstrukcji ruchomych jazów powłokowych jest wysoka odporność na warunki zimowe. Zewnętrzne warstwy gumowe, dzięki swoim parametrom fizyko-mechanicznym są odporne na przymarzanie kry, co znacznie upraszcza system konserwacji i zapewnia bezpieczeństwo budowli hydrotechnicznej w warunkach eksploatacji zimowej. Ponadto budowle tego typu nie zawężają światła rzeki, co jest istotne dla bezpieczeństwa otoczenia podczas przepływów wód wysokich i powodziowych. Jaz powłokowy typu hydraulicznego podnoszony jest od dna w kierunku górnego poziomu rzeki za pomocą wody pompowanej z osadnika wodnego do powłoki jazowej. Jest to konstrukcja, która może pracować w pełnym lub częściowym zatopieniu.

Rys. 3. Projektowana ModMEW o mocy 300 kW



Technical cross-section drawing of a drainage system (BLOK ELEKTROWN I). The drawing shows a concrete structure with a technical floor (POKRYWY TECHNICZNYCH) and a drainage channel. The structure is divided into sections with dimensions: 7000, 18000, and 7000. The total width is 32000. The structure is labeled "BLOK ELEKTROWN I". The drawing includes various levels and dimensions: 156.50, 157.00, 157.01, 157.50, 158.00, 158.50, 159.00, 159.50, 160.00, 160.50, 161.00, 161.50, 162.00, 162.50, 163.00, 163.50, 164.00, 164.50, 165.00, 165.50, 166.00, 166.50, 167.00, 167.50, 168.00, 168.50, 169.00, 169.50, 170.00, 170.50, 171.00, 171.50, 172.00, 172.50, 173.00, 173.50, 174.00, 174.50, 175.00, 175.50, 176.00, 176.50, 177.00, 177.50, 178.00, 178.50, 179.00, 179.50, 180.00, 180.50, 181.00, 181.50, 182.00, 182.50, 183.00, 183.50, 184.00, 184.50, 185.00, 185.50, 186.00, 186.50, 187.00, 187.50, 188.00, 188.50, 189.00, 189.50, 190.00, 190.50, 191.00, 191.50, 192.00, 192.50, 193.00, 193.50, 194.00, 194.50, 195.00, 195.50, 196.00, 196.50, 197.00, 197.50, 198.00, 198.50, 199.00, 199.50, 200.00, 200.50, 201.00, 201.50, 202.00, 202.50, 203.00, 203.50, 204.00, 204.50, 205.00, 205.50, 206.00, 206.50, 207.00, 207.50, 208.00, 208.50, 209.00, 209.50, 210.00, 210.50, 211.00, 211.50, 212.00, 212.50, 213.00, 213.50, 214.00, 214.50, 215.00, 215.50, 216.00, 216.50, 217.00, 217.50, 218.00, 218.50, 219.00, 219.50, 220.00, 220.50, 221.00, 221.50, 222.00, 222.50, 223.00, 223.50, 224.00, 224.50, 225.00, 225.50, 226.00, 226.50, 227.00, 227.50, 228.00, 228.50, 229.00, 229.50, 230.00, 230.50, 231.00, 231.50, 232.00, 232.50, 233.00, 233.50, 234.00, 234.50, 235.00, 235.50, 236.00, 236.50, 237.00, 237.50, 238.00, 238.50, 239.00, 239.50, 240.00, 240.50, 241.00, 241.50, 242.00, 242.50, 243.00, 243.50, 244.00, 244.50, 245.00, 245.50, 246.00, 246.50, 247.00, 247.50, 248.00, 248.50, 249.00, 249.50, 250.00, 250.50, 251.00, 251.50, 252.00, 252.50, 253.00, 253.50, 254.00, 254.50, 255.00, 255.50, 256.00, 256.50, 257.00, 257.50, 258.00, 258.50, 259.00, 259.50, 260.00, 260.50, 261.00, 261.50, 262.00, 262.50, 263.00, 263.50, 264.00, 264.50, 265.00, 265.50, 266.00, 266.50, 267.00, 267.50, 268.00, 268.50, 269.00, 269.50, 270.00, 270.50, 271.00, 271.50, 272.00, 272.50, 273.00, 273.50, 274.00, 274.50, 275.00, 275.50, 276.00, 276.50, 277.00, 277.50, 278.00, 278.50, 279.00, 279.50, 280.00, 280.50, 281.00, 281.50, 282.00, 282.50, 283.00, 283.50, 284.00, 284.50, 285.00, 285.50, 286.00, 286.50, 287.00, 287.50, 288.00, 288.50, 289.00, 289.50, 290.00, 290.50, 291.00, 291.50, 292.00, 292.50, 293.00, 293.50, 294.00, 294.50, 295.00, 295.50, 296.00, 296.50, 297.00, 297.50, 298.00, 298.50, 299.00, 299.50, 300.00, 300.50, 301.00, 301.50, 302.00, 302.50, 303.00, 303.50, 304.00, 304.50, 305.00, 305.50, 306.00, 306.50, 307.00, 307.50, 308.00, 308.50, 309.00, 309.50, 310.00, 310.50, 311.00, 311.50, 312.00, 312.50, 313.00, 313.50, 314.00, 314.50, 315.00, 315.50, 316.00, 316.50, 317.00, 317.50, 318.00, 318.50, 319.00, 319.50, 320.00, 320.50, 321.00, 321.50, 322.00, 322.50, 323.00, 323.50, 324.00, 324.50, 325.00, 325.50, 326.00, 326.50, 327.00, 327.50, 328.00, 328.50, 329.00, 329.50, 330.00, 330.50, 331.00, 331.50, 332.00, 332.50, 333.00, 333.50, 334.00, 334.50, 335.00, 335.50, 336.00, 336.50, 337.00, 337.50, 338.00, 338.50, 339.00, 339.50, 340.00, 340.50, 341.00, 341.50, 342.00, 342.50, 343.00, 343.50, 344.00, 344.50, 345.00, 345.50, 346.00, 346.50, 347.00, 347.50, 348.00, 348.50, 349.00, 349.50, 350.00, 350.50, 351.00, 351.50, 352.00, 352.50, 353.00, 353.50, 354.00, 354.50, 355.00, 355.50, 356.00, 356.50, 357.00, 357.50, 358.00, 358.50, 359.00, 359.50, 360.00, 360.50, 361.00, 361.50, 362.00, 362.50, 363.00, 363.50, 364.00, 364.50, 365.00, 365.50, 366.00, 366.50, 367.00, 367.50, 368.00, 368.50, 369.00, 369.50, 370.00, 370.50, 371.00, 371.50, 372.00, 372.50, 373.00, 373.50, 374.00, 374.50, 375.00, 375.50, 376.00, 376.50, 377.00, 377.50, 378.00, 378.50, 379.00, 379.50, 380.00, 380.50, 381.00, 381.50, 382.00, 382.50, 383.00, 383.50, 384.00, 384.50, 385.00, 385.50, 386.00, 386.50, 387.00, 387.50, 388.00, 388.50, 389.00, 389.50, 390.00, 390.50, 391.00, 391.50, 392.00, 392.50, 393.00, 393.50, 394.00, 394.50, 395.00, 395.50, 396.00, 396.50, 397.00, 397.50, 398.00, 398.50, 399.00, 399.50, 400.00, 400.50, 401.00, 401.50, 40

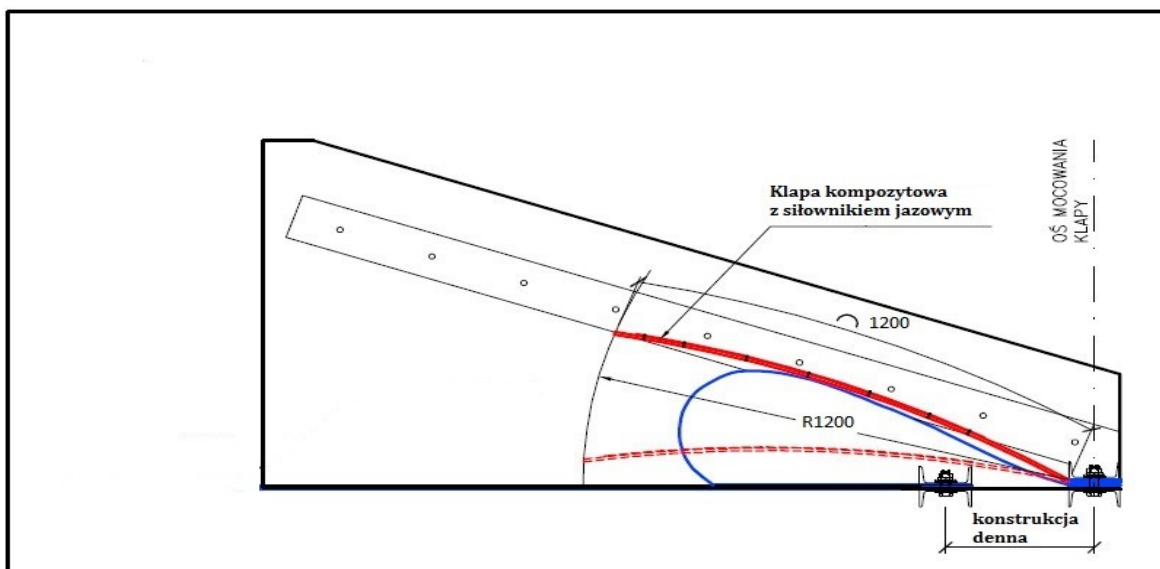
- wysokość robocza powłoki jazowej w zakresie 0-300 cm,
- jednostkowa długość jazu powłokowego w zakresie 10-100 m.

Kłapa jazowa posiada konstrukcję kompozytową, zbrojoną tkaniną techniczną z pokryciem poliestrowym. Kłapy kompozytowe są elastyczne i posiadają wysoką odporność uderową. Stosowanie kłap kompozytowych z pokryciem poliestrowym (w odróżnieniu od dotychczas stosowanych kłap stalowych) zapobiega przymarzaniu klapy jazowej od kry lodowej oraz śryżu (tzw. lód prądowy), który ma strukturę kryształkową i płynąc z prądem rzeki ma tendencję do skupiania i osadzania się na przedmiotach znajdujących się w wodzie (szczególnie na konstrukcjach stalowych), stanowiąc wysokie zagrożenia dla budowli hydrotechnicznej. Kłapa kompozytowa została wyposażona w zawias elastomerowy, który w swojej konstrukcji posiada szczelność liniową, zapobiegając niekontrolowanemu przepływowi i podmywaniu instalacji. Jako element siłownika dla kłap kompozytowych, stosuje się powłokę gumową przystosowaną do napełniania powietrzem.

Dotychczas zapory i jazy zwykle budowane były w poprzek rzeki, prostopadle do jej osi. Konstrukcja taka najczęściej była związana z kosztami budowy jazu. Jednocześnie, biorąc pod uwagę sposób zabudowy elektrowni, która zwykle budowana jest na brzegu rzeki, poza jej nurtem, okazuje się, że pobór wody przez turbiny powoduje zaburzenia dynamiki

przepływów, a jaz zbudowany w poprzek nurtu dodatkowo powoduje jego odbicia, efektem czego są zawirowania strugi znacząco obniżające efektywność pracy turbin.

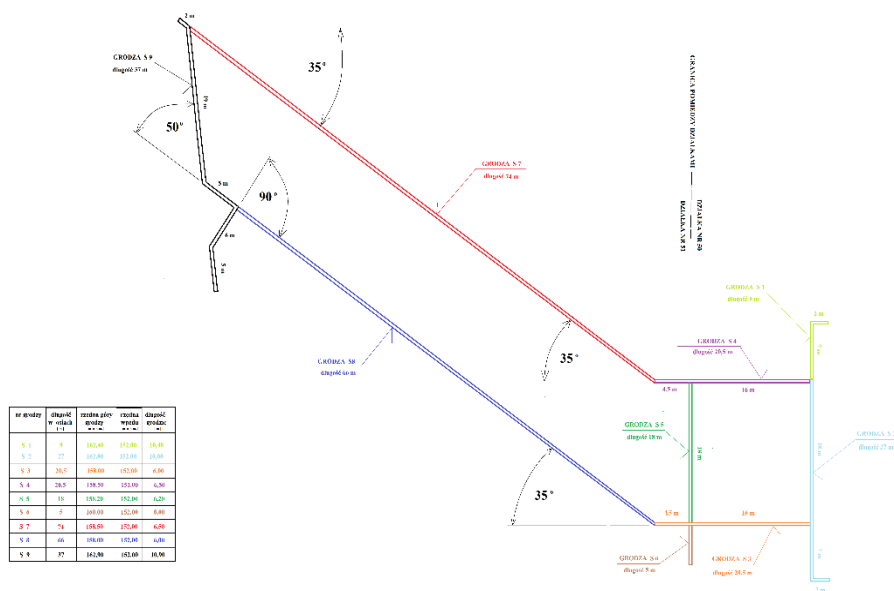
Rys.5. Przekrój przez jaz powłokowo-klapowy



W naszym opracowaniu przyjęta została koncepcja geometrycznego odchylenia jazu ruchomego od osi rzeki, dzięki czemu jaz ruchomy jest jednocześnie kierownicą naprowadzającą strugę wody do komory turbinowej. Dodatkowo, programowany system pracy jazu oparty na systemie pompowym będzie utrzymywał ciągły poziom piętrzenia rzeki na zadanym poziomie niezależnie od dopływów wody w rzece oraz w funkcji optymalnej pracy hydrozespołów elektrowni. Przy małym przepływie pracować będzie jeden hydrozespół przy utrzymaniu optymalnej wysokości piętrzenia; podczas wzrostu dopływu wody do elektrowni system elektroniki sterującej będzie włączał do pracy kolejne turbozespoły. Podczas wystąpienia wód powodziowych, jaz zostanie całkowicie obniżony do poziomu dna rzeki, pozwalając na bezproblemowy przepływ fali powodziowej, a elektrownia zostanie wyłączona. System sterowania jazem i elektrownią pracuje bezobsługowo, a wszystkie stany dotyczące wysokości piętrzenia jazu, stanu pracy elektrowni, stanów awaryjnych mogą być przekazywane łącznie z odczytem graficznym w dowolne miejsce, za pomocą sieci GSM.

Opisane rozwiązania reprezentują nowatorskie podejście do budowy małych elektrowni wodnych, szczególnie dla rzek nizinnych. Prace modelowe wykazują możliwość zwiększenia produkcji energii elektrycznej. Ponadto rozwiązanie to wspomaga retencjonowanie wód słodkich oraz rozwój organizmów wodnych poprzez utrzymywanie zbiorników przepływowych w obrębie małych elektrowni wodnych.

Rys.6. Odchylenie geometryczne jazu od osi rzeki



AQUA-Tech Sp. z o.o.



Zdjęcia wykorzystane w artykule stanowią własność autora.