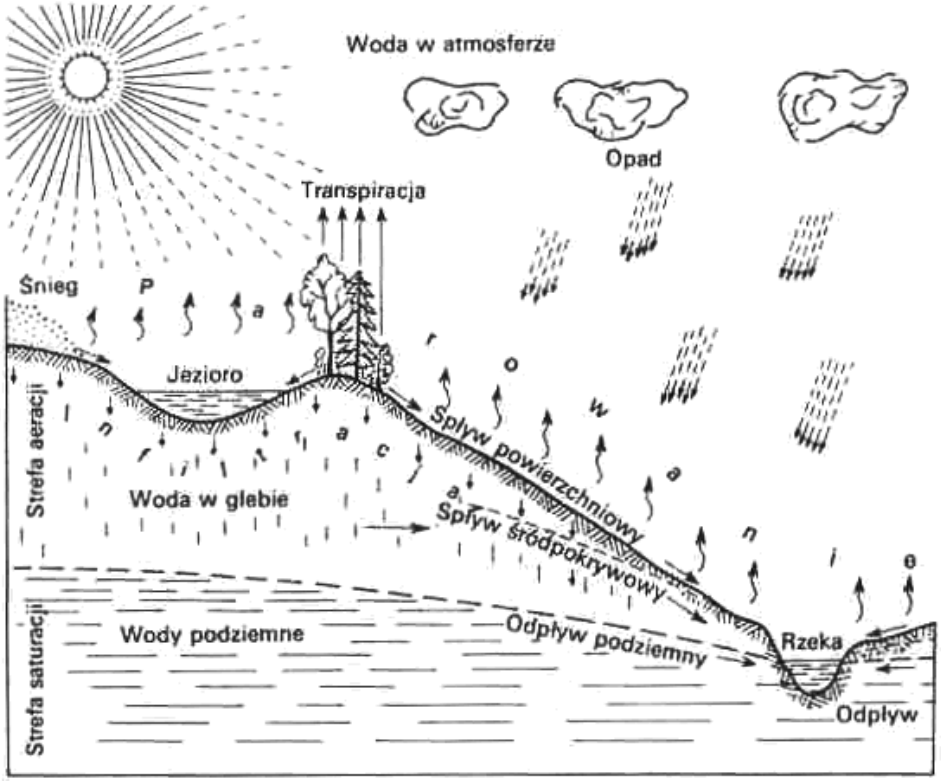
XXII Konferencja N-T
„Rynek energii elektrycznej”,
Kazimierz Dolny, 25-27 kwietnia 2016 r.

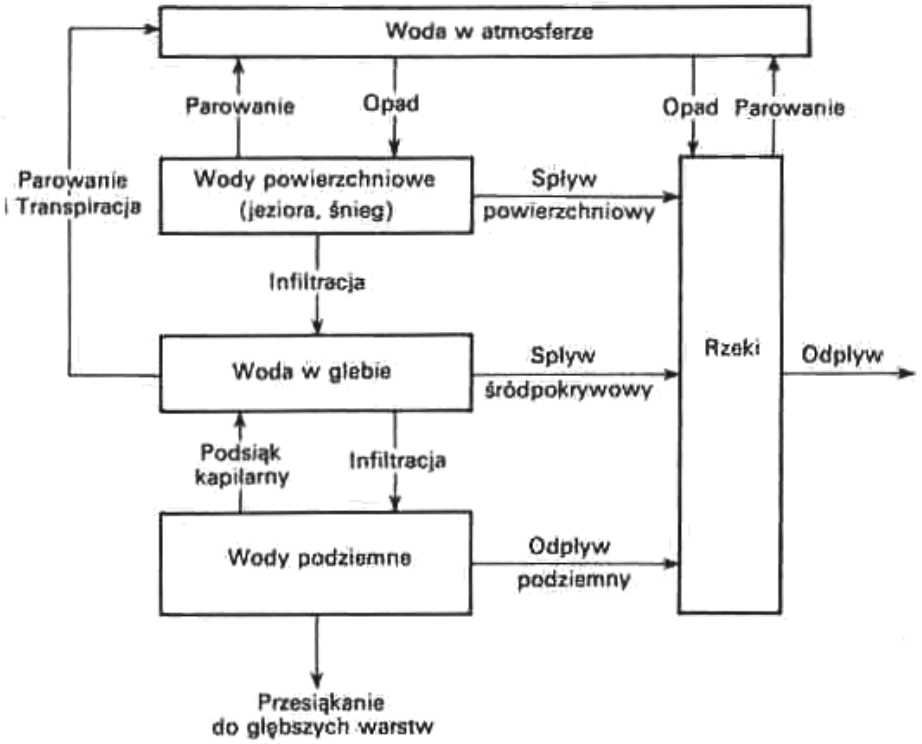
Politechnika Warszawska, Instytut Elektroenergetyki,
Zakład Elektrowni i Gospodarki Elektroenergetycznej

Piotr Marchel, Józef Paska

Modelowanie niezawodności elektrowni wodnych

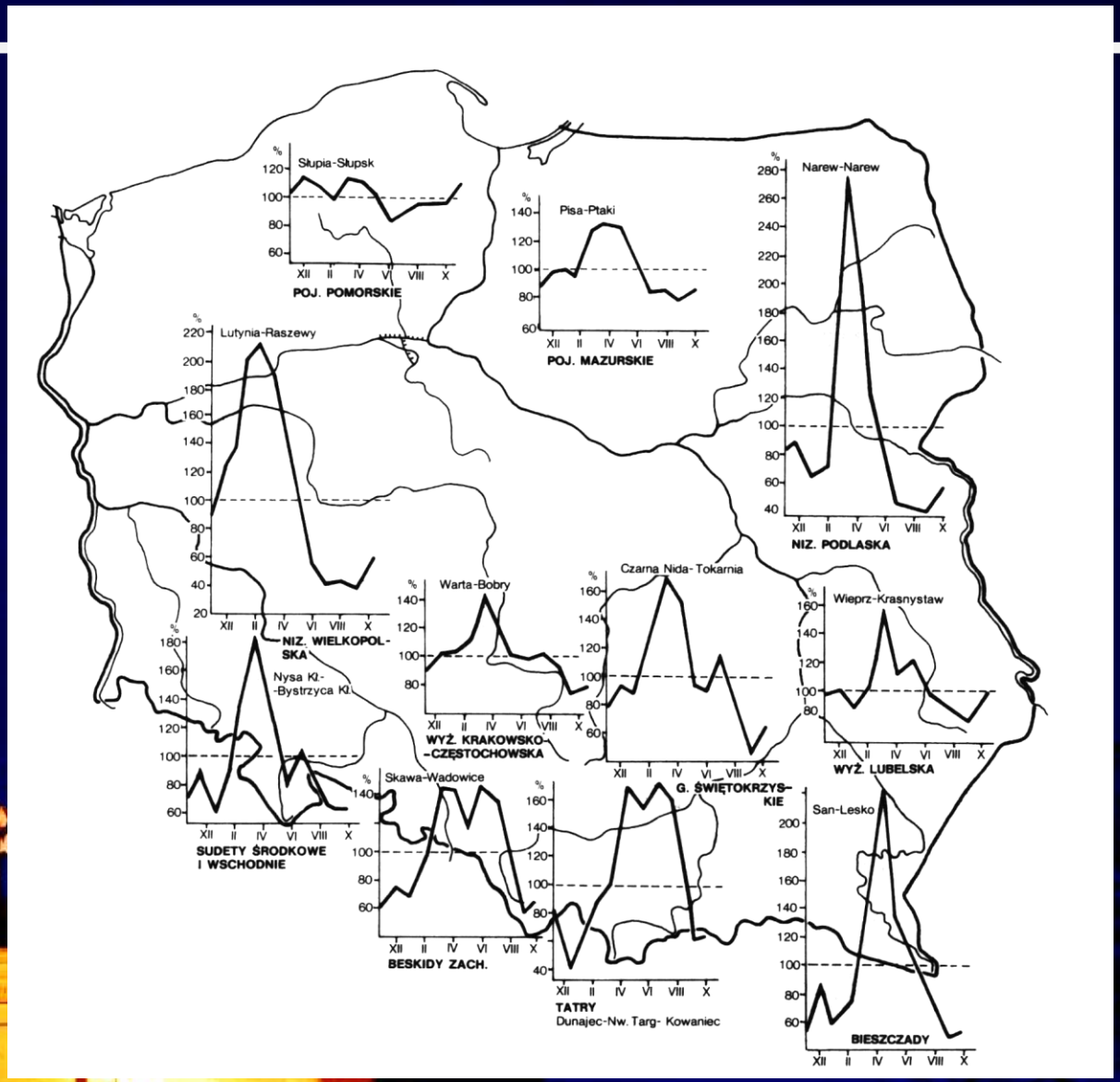
Obieg wody w przyrodzie





Reżimy rzek w Polsce

- niwalny (śnieżny)
- niwalno-pluwialny (śnieżno-deszczowy)
- pluwialno-niwalny (deszczowo-śnieżny)



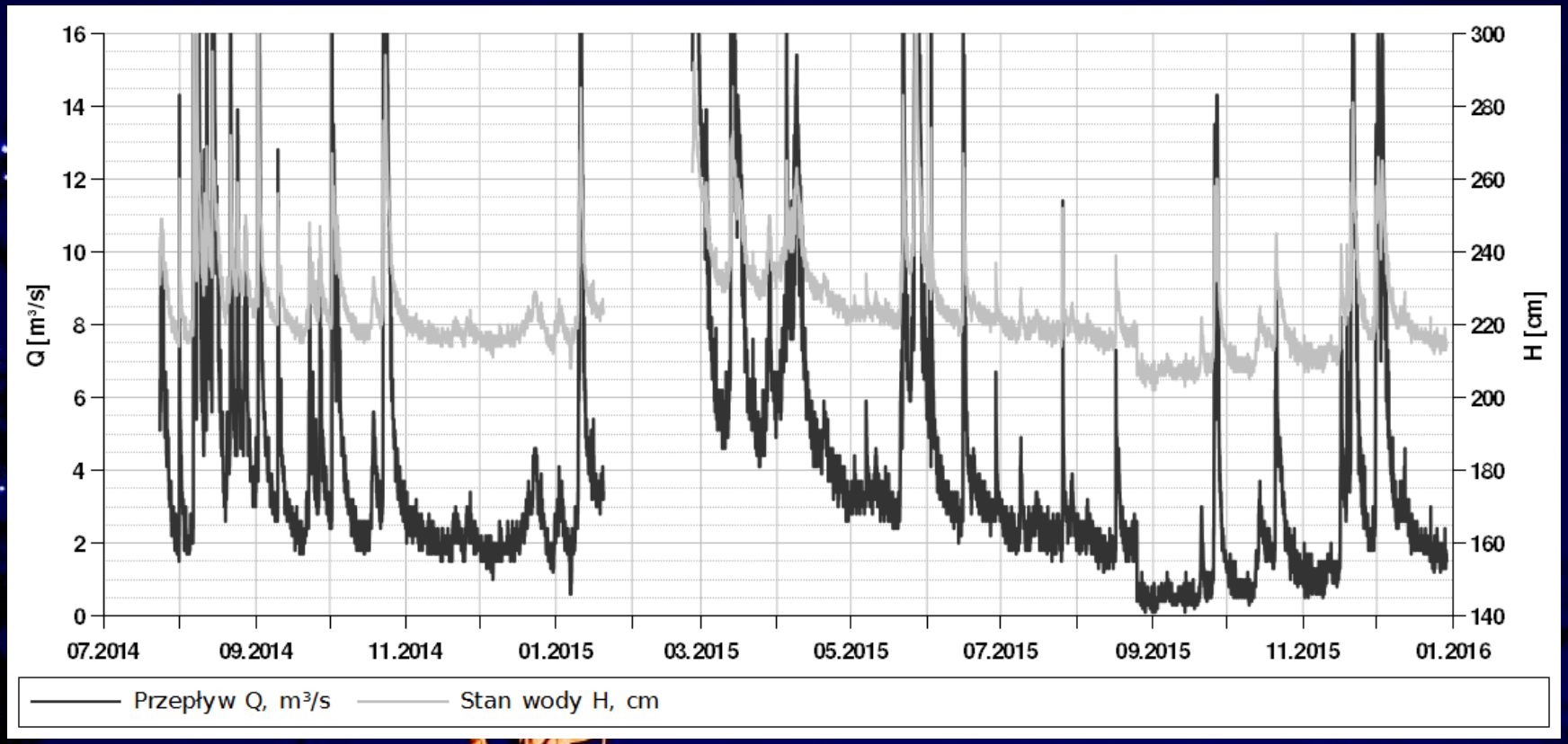
Moc wyjściowa małej elektrowni wodnej

$$P(t) = 9{,}81 \cdot H(t) \cdot Q(t) \cdot \eta_T \cdot \eta_G \text{ [kW]}$$

gdzie:

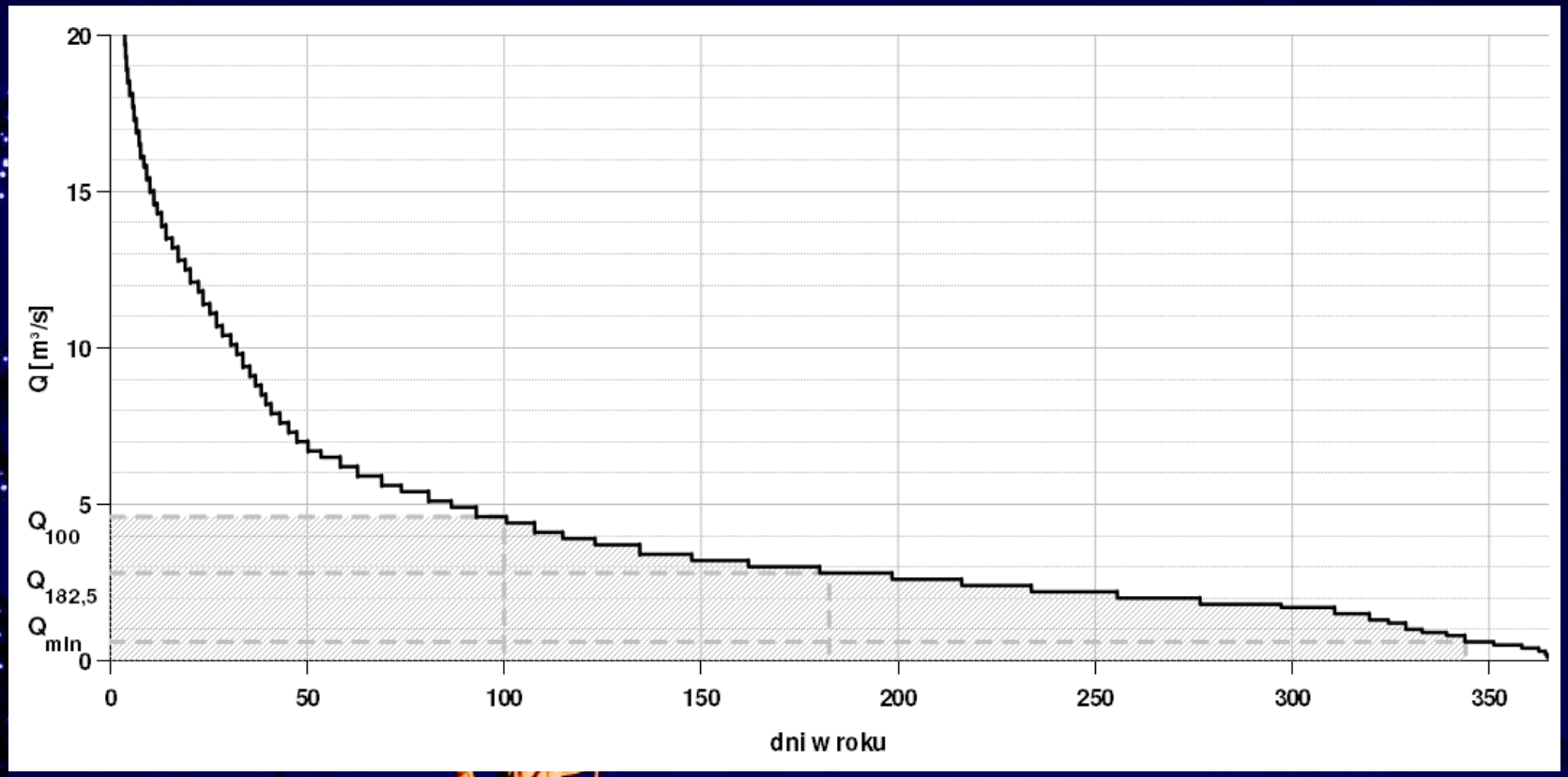
- $H(t)$ – spad niwelacyjny [m];
- $Q(t)$ – przełyk turbiny [m³/s];
- η_T – sprawność turbiny;
- η_G – sprawność generatora.

Charakterystyka natężenia przepływu (i)



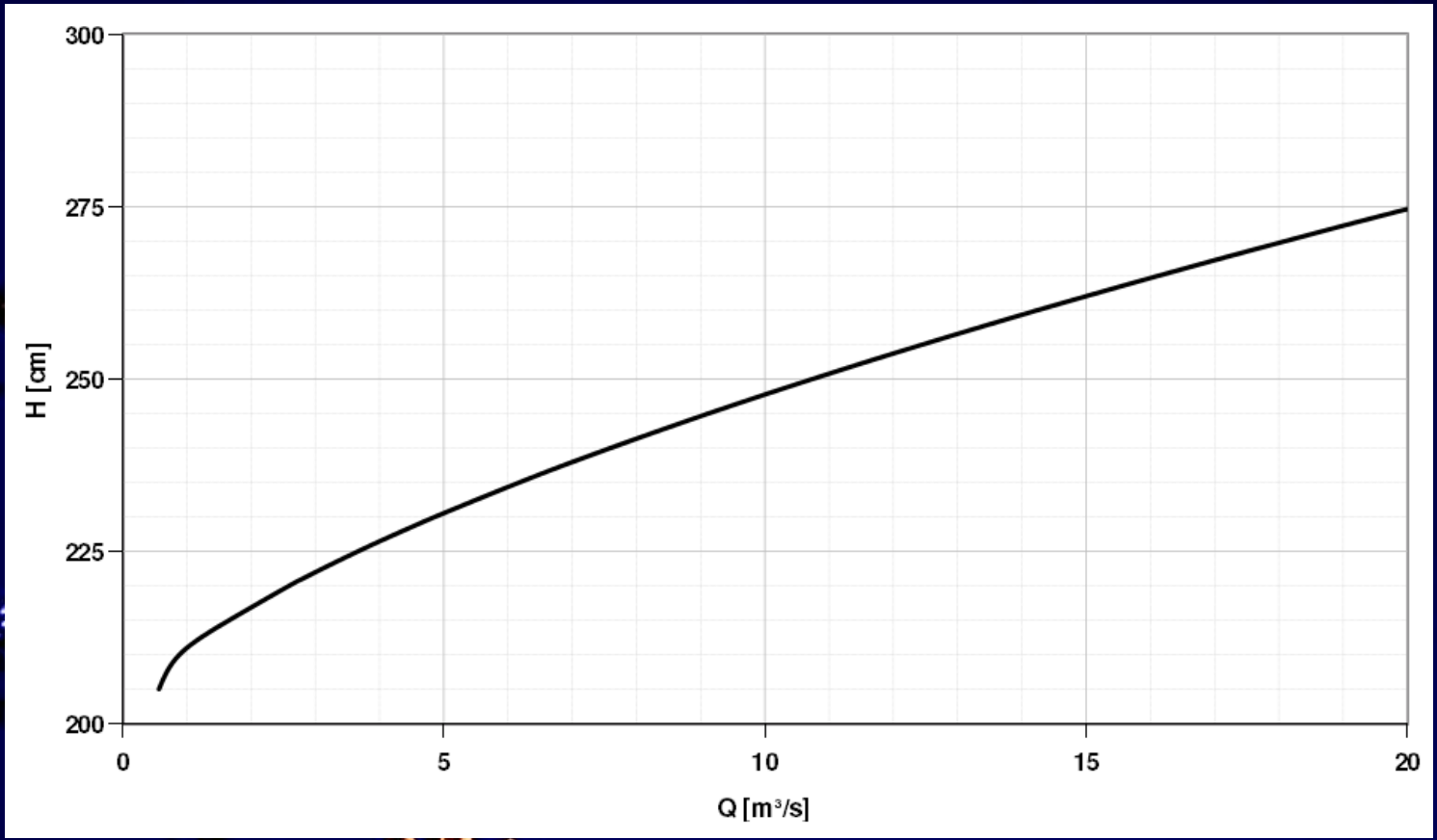
Zmienność stanu wody oraz przepływu w Bobowej, na rzece Biała Tarnowska

Charakterystyka natężenia przepływu (ii)



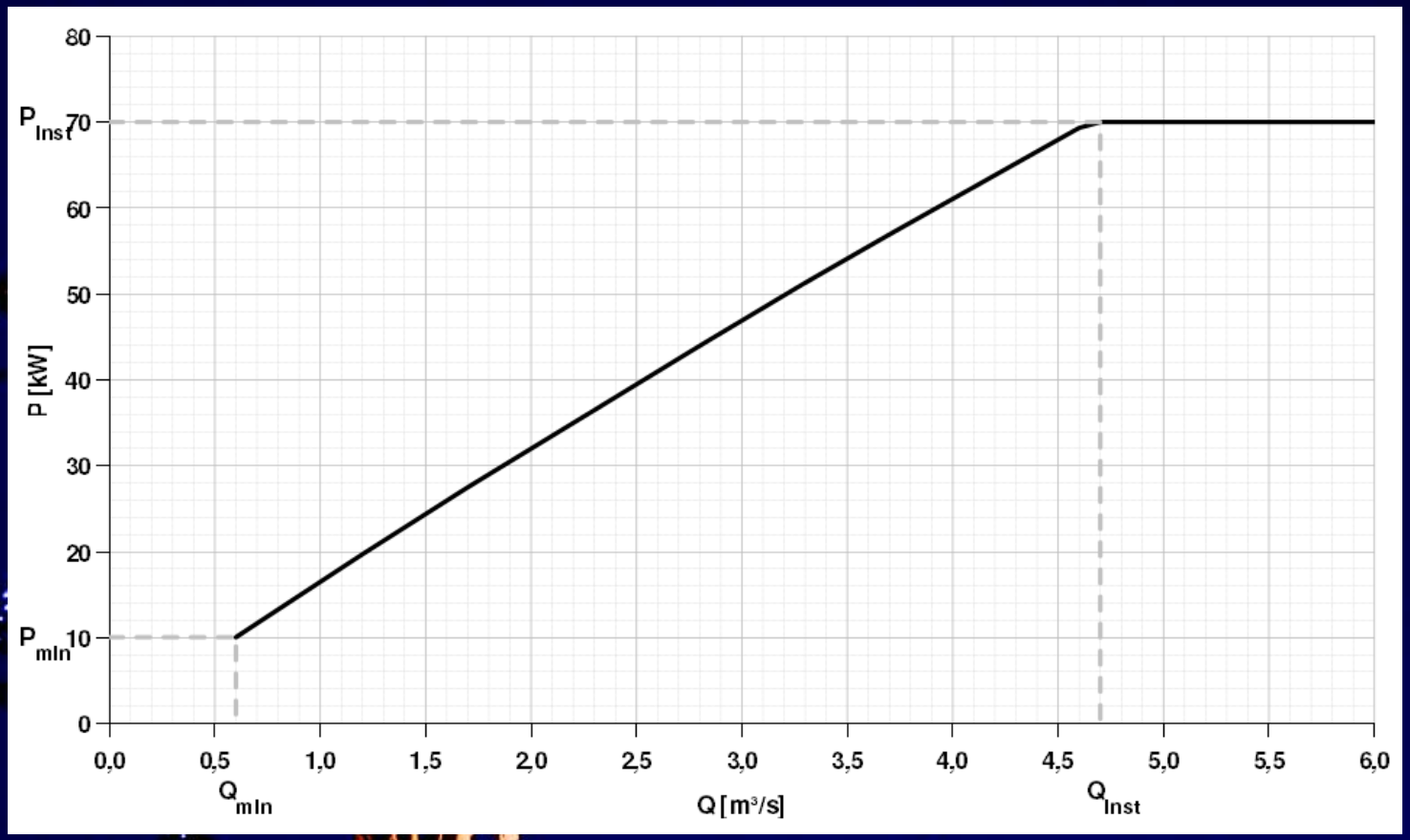
Krzywa czasu trwania przepływu w ciągu roku dla Białej Tarnowskiej w Bobowej

Krzywa przepływu (konsumcyjna)



Krzywa przepływu (konsumcyjna) dla Białej Tarnowskiej w Bobowej

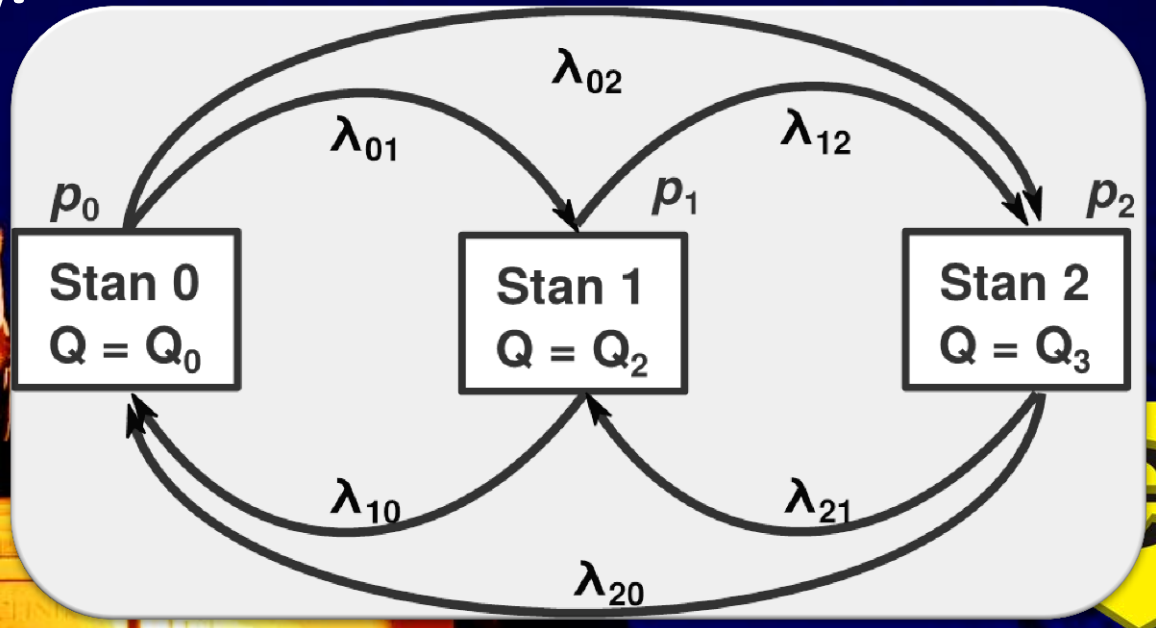
Zależność mocy MEW od natężenia przepływu



Zależność mocy wyjściowej małej elektrowni wodnej od natężenia przepływu

Modelowanie pracy małej elektrowni wodnej (i)

- Do modelowania natężenia przepływu użyto metody procesów Markowa
- Założono użycie modelu trójstanowego, gdzie wielkość natężenia przepływu Q może przyjmować trzy różne stany.



Modelowanie pracy małej elektrowni wodnej (ii)

- *Uwaga recenzenta:*

  Jednakże można mieć zastrzeżenia do tytułu artykułu – chyba lepszy byłby tytuł: „Modelowanie wytwarzanej mocy w małych elektrowniach wodnych” lub podobny. Słowo „niezawodność” jest tutaj użyte chyba nieco „na wyrost”, wszak elektrownie wodne wg autora recenzji są praktycznie niezawodne przez cały czas ich pracy poza okresem przepływu wody poniżej minimum technicznego, co można odczytać wprost z opracowanego wykresu uporządkowanego przepływu wody.

Modelowanie pracy małej elektrowni wodnej (iii)

Nr stanu i	Q_i, m³/s	H_i, m	P_i, kW	λ_{ij}, 1/h			T_i, h	p_i
				j = 0	j = 1	j = 2		
0	0,0	n.d.	0	0,9746	0,0254	0,0000	39,39	0,077
1	2,2	2,02	35	0,0033	0,9881	0,0086	83,98	0,585
2	4,7	1,91	P_{inst} = 70	0,0000	0,0148	0,9852	67,38	0,338

- ***Pytanie recenzenta:***

  W tabeli czasy trwania T_i poszczególnych stanów sumują się od 190,75 godz. Czy na pewno są to godziny, a nie dni (w roku) zamiast godzin? Jeśli tak, to co się stało z pozostałym czasem?

Modelowanie pracy małej elektrowni wodnej (iv)

- *Pytanie recenzenta:*

  Wg autora recenzji zaprezentowaną metodę można by również wykorzystać do określenia najlepszego (pod względem ilości wytwarzanej mocy i energii) miejsca przyszłej lokalizacji małej elektrowni wodnej na rzece ze znaną charakterystyką czasową przepływu wody. Wtedy decydujące znaczenie miałaby wartość spadu niwelacyjnego H, możliwa do uzyskania w różnych miejscach potencjalnego usytuowania elektrowni. Czy jest to możliwe do określenia bez wstępnego choćby projektu technicznego elektrowni?

Podsumowanie (i)

- Moc, którą generuje w danej chwili MEW zależy od dostępności energii pierwotnej, jaką jest energia wody. Moc ta jest zależna od chwilowego natężenia przepływu wody. Mniejszy wpływ ma wielkość spadu. Zatem, aby móc modelować zachowanie tego typu elektrowni jest potrzebne poznanie charakteru zmienności przepływu.

Podsumowanie (ii)

- Ze względu na znaczną różnorodność charakterów rzek w Polsce dla każdej z MEW należy przeprowadzić podobną analizę, z wykorzystaniem wieloletnich danych historycznych. Należy pamiętać o zmienności sezonowej wielkości przepływu, jak również o zmienności pomiędzy poszczególnymi latami. W klimacie Polski zdarzają się zarówno bardzo suche, jak i bardzo mokre lata, przez co analizę należy wykonać na obserwacjach z co najmniej kilkunastu lat.

Podsumowanie (iii)

- Rzeki w Polsce są zasilane z opadów lub też topniejącego śniegu, dlatego na danym obszarze charakter zmian przepływu będzie podobny dla wielu cieków. Dlatego, przy modelowaniu małych elektrowni wodnych w analizach niezawodności systemów elektroenergetycznych, celowe wydaje się łączenie wielu małych jednostek wytwórczych (agregacja) w jedną jednostkę o większej mocy.

Dziękuję za uwagę