



Politechnika Warszawska
Wydział Mechaniczny Energetyki i Lotnictwa
INSTYTUT TECHNIKI CIEPŁEJ
im. Bohdana Stefanowskiego



VI Konf. Nauk.-Techn.WODA i ŚCIEKI W PRZEMYŚLE

Lublin, 26-27 września
2012 r.

Wpływ doboru pomp na efektywność energetyczną układów pompowych

Waldemar Jędral



Energochłonność wytworzenia jednostki PKB jest w Polsce znacznie większa, niż w krajach tzw. 15-ki UE i wielokrotnie większa, niż w Japonii. Wielu ekspertów ocenia, że stosunkowo łatwo można ją zmniejszyć o 30-40%, co przy produkcji energii elektrycznej ok. 150 TWh/a byłoby równoznaczne z możliwością likwidacji najbardziej przestarzałych, niskosprawnych bloków energetycznych o mocy 7000-8000 MW i uniknięcia emisji 35-40 mln ton CO₂ rocznie.

Potencjał efektywności energetycznej jest więc poważnym zasobem energetycznym, przy czym jego wykorzystanie jest 3÷10 -krotnie tańsze, niż budowa nowych źródeł energii.



Efektywność energetyczna układów pompowych

Efektywność energetyczna e_e dowolnego procesu produkcyjnego lub eksploatacyjnego jest to stosunek końcowego efektu użytecznego E procesu do wkładu W energii, najczęściej elektrycznej, zużytej do uzyskania efektu E :

$$e_e = \frac{E}{W} \quad (1)$$

Odwrotnością efektywności energetycznej procesu jest jego energochłonność.



W przypadku układu pompowego E jest ilością energii przekazanej cieczy przez pompy, zaś W – ilością energii (zwykle elektrycznej) pobranej z sieci przez ich silniki napędowe. Efektywność energetyczna układu pompowego jest więc stosunkiem tych wartości, w przypadku ruchu ustalonego – równym stosunkowi mocy:

$$e_s = \eta_c = \frac{P_u}{\sum P_{el,i}} \quad (2)$$

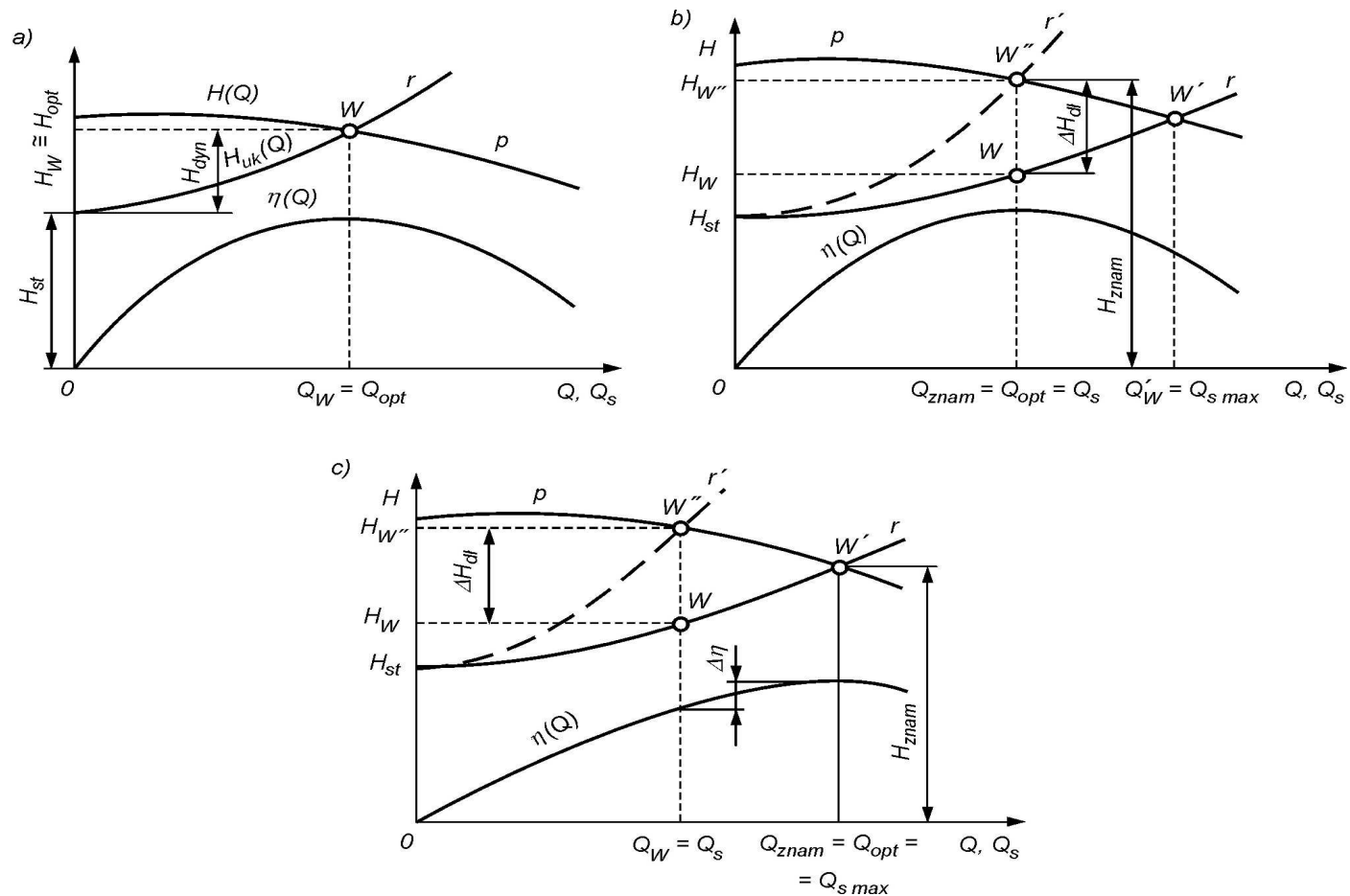
$$P_u = \rho g Q_s \Delta H_s \quad (3)$$



Wpływ poprawności doboru pomp na efektywność energetyczną układy pompowego

Do napędu pomp w Polsce zużywa się ok. 30 TWh/a energii elektrycznej. Co najmniej 25-30% tej ilości stanowią niepotrzebne straty energii, które należy starać się wyeliminować. Połowę tych strat powoduje niewłaściwy dobór pomp do wymagań układów/instalacji pompowych. Ich likwidacja przyniosłaby oszczędności rzędu co najmniej 3,5 TWh/a i równocześnie ograniczenie emisji CO₂ o 3 mln ton rocznie.

Na podstawie wieloletnich doświadczeń autora można zaryzykować tezę, że w każdej instalacji pompowej da się bez trudu zmniejszyć zużycie energii o co najmniej 20%. Sposoby wyeliminowania znacznej części strat przedstawiono w [2], [3]. Największe korzyści można osiągnąć zwłaszcza przez poprawę doboru pomp.



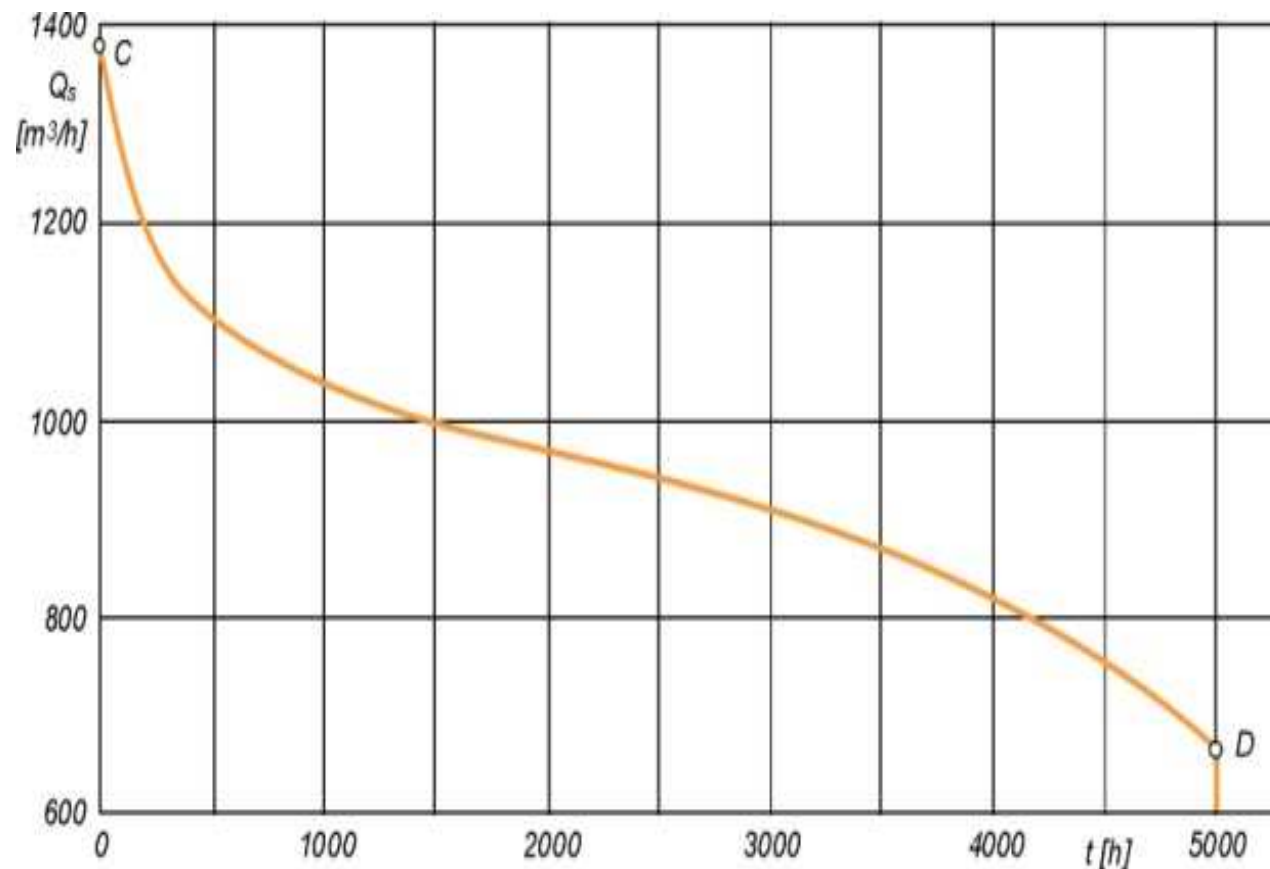
Rys.1. Dobry (a) i niewłaściwy (b, c) dobór pompy do wymagań układu pompowego.



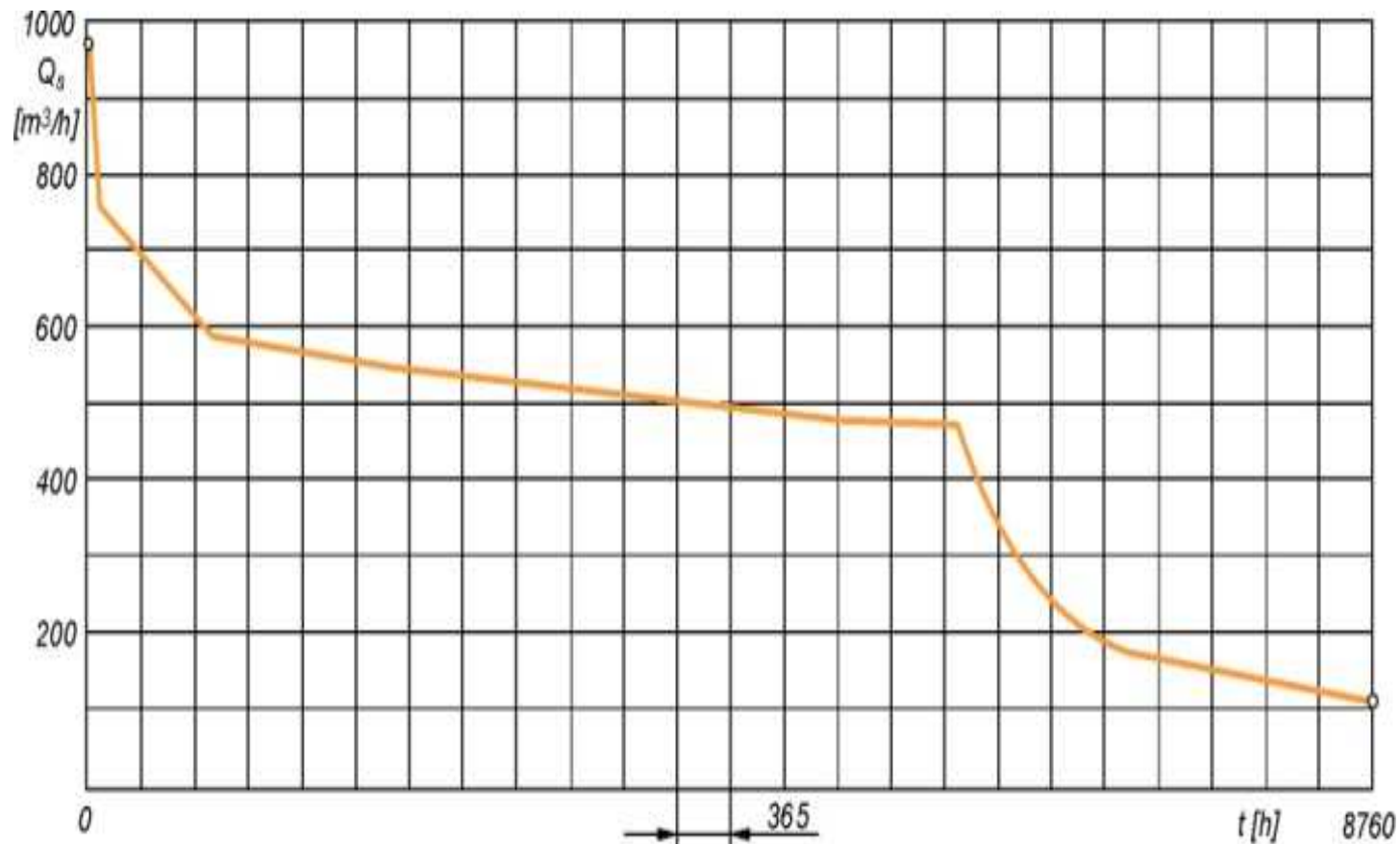
Zasady optymalnego doboru pomp

Na wybór typu i rozwiązania konstrukcyjno – materiałowego pompy wpływa szereg czynników związanych z jej przeznaczeniem, parametrami stanu oraz własnościami fizycznymi i chemicznymi pompowanej cieczy . Po dokonaniu tego wyboru, dalsze postępowanie składa się z 3 etapów, zarówno podczas projektowania nowego układu pompowego jak również przy gruntownej modernizacji istniejącego układu.

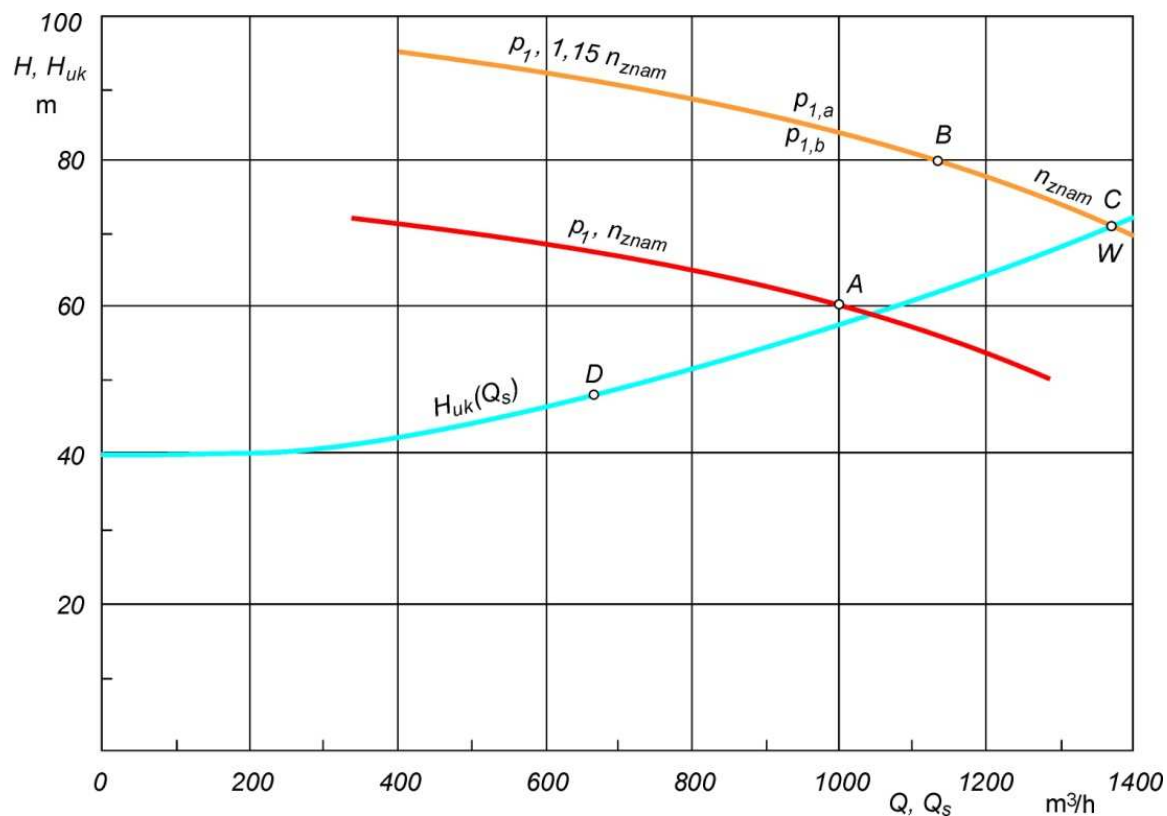
Punktem wyjścia jest przewidywany, np. na podstawie zgromadzonych danych archiwalnych, uporządkowany wykres $Q_s(t)$ zmian wydajności pompowni/instalacji, różny dla różnych obiektów (rys.2), oraz bardzo starannie wyznaczona charakterystyka $H_{uk}(Q_s)$ układu (rys.3).



Rys.2. Uporządkowany roczny wykres wydajności obiektu dla średniej wielkości ciepłowni (a) i pompowni wodociągowej (b)



Rys.2. Uporządkowany roczny wykres wydajności obiektu dla średniej wielkości ciepłowni (a) i pompowni wodociągowej (b)



Rys.3. Charakterystyka układu , charakterystyki pomp oraz różne możliwe znamionowe parametry pracy pomp dla zakresu zmienności jak na rys. 2a



I etap. Dobór optymalnych energetycznie parametrów znamionowych Q_{znam} , H_{znam}

II etap. Ogłoszenie przetargu lub rozesłanie zapytań ofertowych, dotyczących najlepszego energetycznie wariantu Q_{znam} , H_{znam} do kilku renomowanych producentów/dostawców

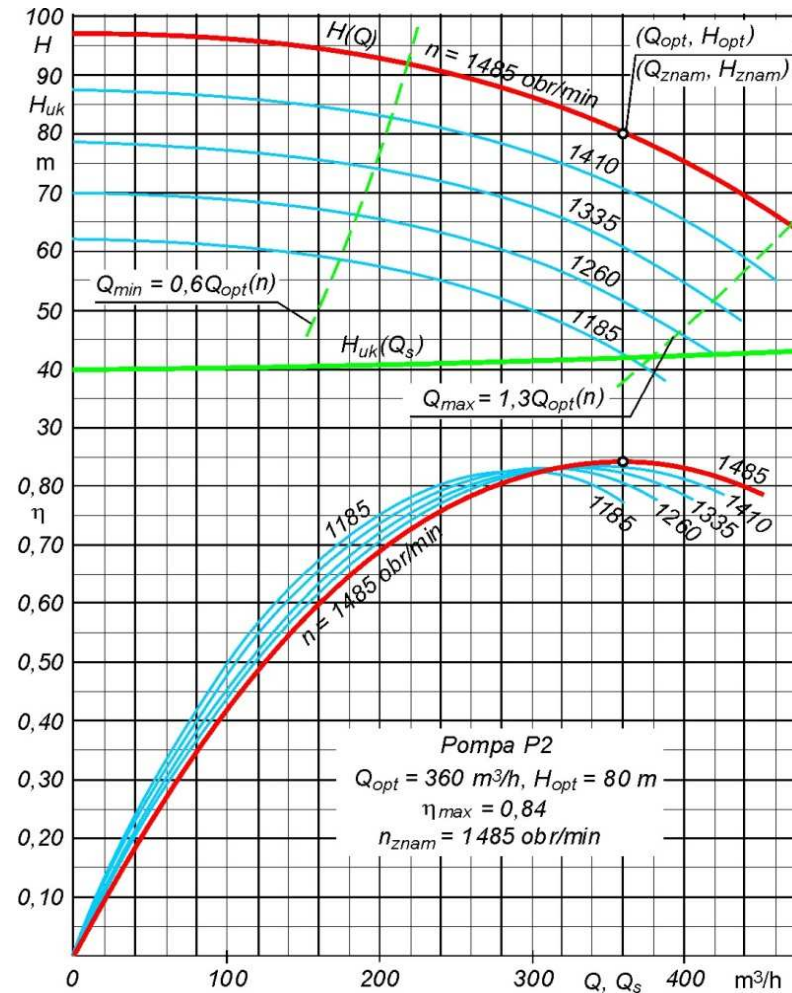
III etap. Wybór konkretnego, optymalnego kosztowo zespołu pompowego spośród zespołów zaoferowanych w wyniku II etapu



O wyborze konkretnego zespołu spośród nich powinny decydować „koszty życia” *LCC (Life Cycle Cost)* czyli suma kosztów $\sum K$ inwestycyjnych, instalacyjnych i eksploatacyjnych dla założonego okresu / lat użytkowania (np. 15, 20, 25):

$$LCC = \sum K = K_{inw} + K_{inst} + K_{ekspl} = \min. \quad (6)$$

$$LCC' = K_{inw} + K_s = \min \quad (7)$$



Rys.4. Charakterystyki pompy wirtualnej o parametrach , $Q_{znam} = Q_{opt} = 360 m^3 /h$

$$H_{znam} = H_{opt} = 80 m, n_{znam} = 1485 obr/min$$



6. Podsumowanie

6.1. Dobór pompy jest jednym z najważniejszych czynników decydujących o energochłonności procesu pompowania/transportu cieczy w każdym układzie pompowym.

6.2. Optymalny dobór pomp to wysoka efektywność energetyczna pompowania, przynosząca korzyści, nie tylko użytkownikom (niższe koszty energii) lecz także całej gospodarce narodowej (niższa emisja CO₂ i jej koszty).



6.3. Nagminny jest zbyt asekuracyjny i/lub mało staranny dobór pomp. Z dużym prawdopodobieństwem można twierdzić, że w dowolnej instalacji pompowej da się zaoszczędzić co najmniej 20% zużywanej energii, przede wszystkim wskutek poprawy nieodpowiedniego doboru pomp

6.4. Doboru pompy/pomp należy dokonywać łącznie z wyborem sposobu regulacji wydajności, w trzech etapach, z których pierwszy polega na doborze optymalnych (ze względu na energochłonność) parametrów pomp wirtualnych, zaś końcowy – na wyborze konkretnego zespołu pompowego, charakteryzującego się najmniejszymi „kosztami życia” *LCC* lub *LCC'*.

6.5. Możliwość zastosowania przetwornicy częstotliwości nie może usprawiedliwiać niefrasobliwego doboru parametrów znamionowych pompy; praca ze znacznie obniżoną prędkością obrotową (w celu dopasowania się do wymagań układu pompowego) powoduje obniżenie sprawności pompy, silnika, często wówczas przewymiarowanego, oraz przetwornicy, a w konsekwencji – całego zespołu pompowego. Rezultatem końcowym jest obniżenie efektywności energetycznej układu pompowego.