



Grupa Powen-Wafapomp SA

Wpływ struktury pompowni na niezawodność pomp pracujących w bloku energetycznym



- Jedna z podstawowych decyzji po ustaleniu wymaganych parametrów to wybór struktury pompowni
- Decyzja ta może mieć poważne konsekwencje w postaci nadmiernych kosztów eksploatacji (zużycie energii i koszty remontów)





- Podział całkowitej wydajności na określoną ilość pomp (100%, 2 x 50%, 3 x 33%...)
- Metoda regulacji parametrów
- Układ konstrukcyjny pomp (stacjonarne poziome, pionowe, zatapialne...)

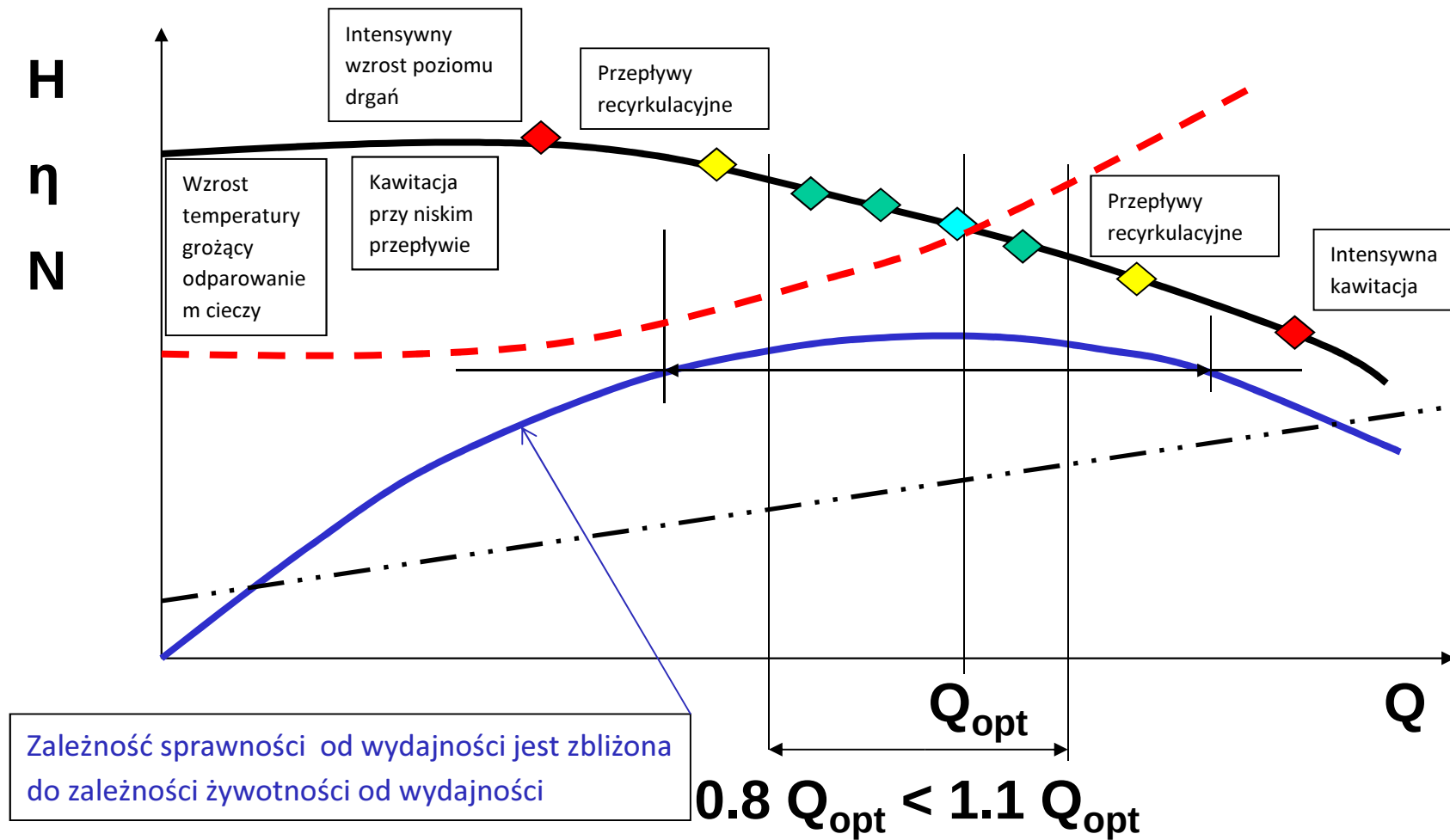




- Zużycie energii
- Nakłady inwestycyjne
- Gabaryty pompowni
- Niezawodność



Niekorzystne efekty przy pracy pompy poza zakresem optymalnym





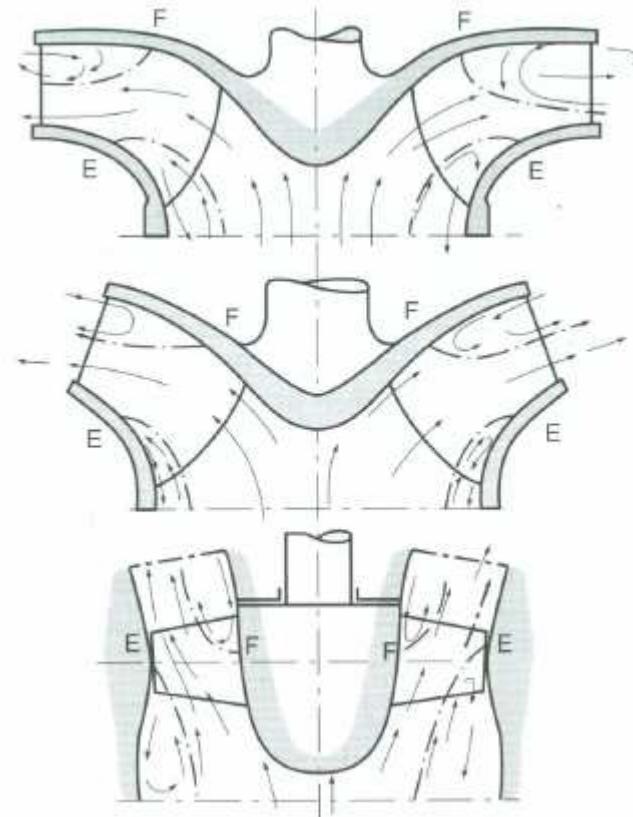
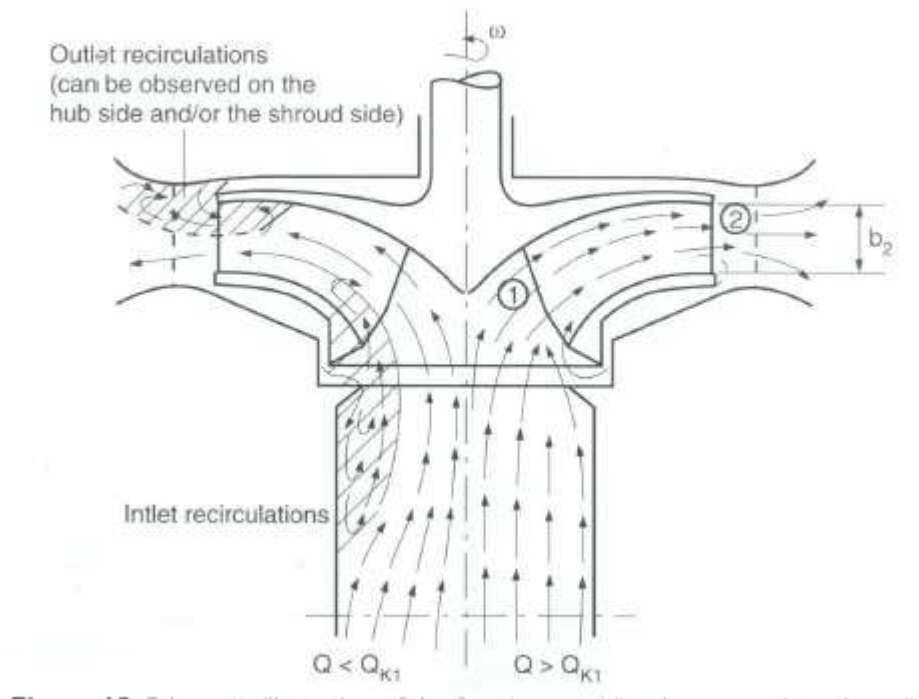
- **DRGANIA**

- Źródła drgań wynikające z przyczyn hydraulicznych (tj. poza przyczynami mechanicznymi jak złe osiowanie lub brak wyważenia)
 - Przepływu recyrkulacyjne powstające przy pracy poza obszarem optymalnym
 - Napór promieniowy

- **KAWITACJA**

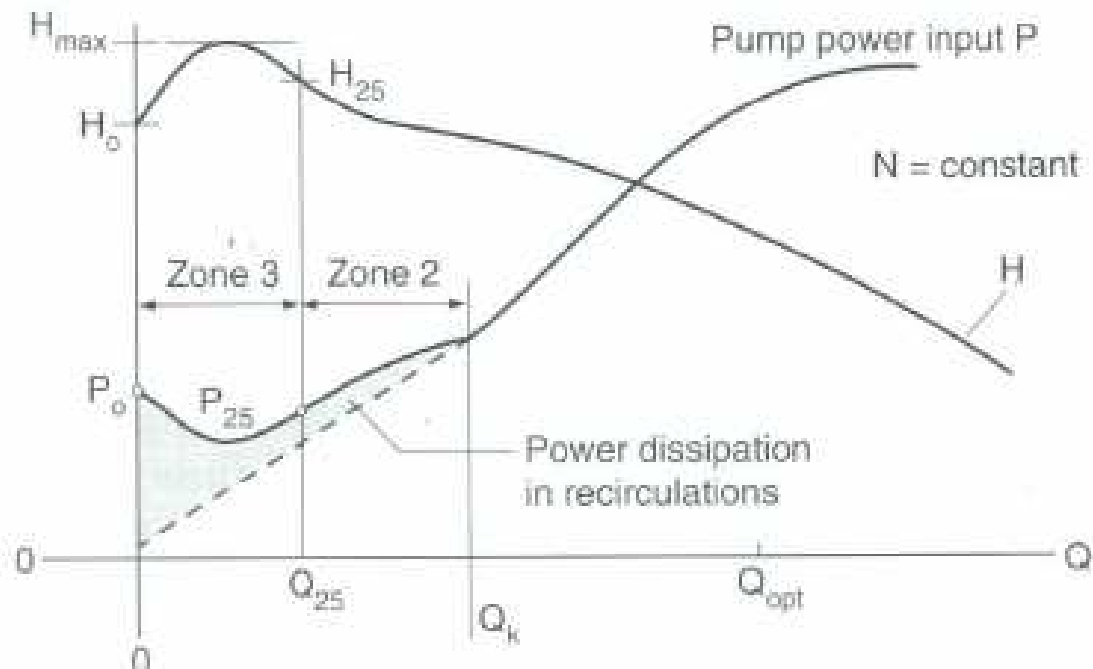
- Źródła kawitacji
 - Praca poza zakresem optymalnym
 - Zła konfiguracja układu pompowego po stronie ssawnej

Recyrkulacja w przepływie przy pracy poza optymalnym zakresem



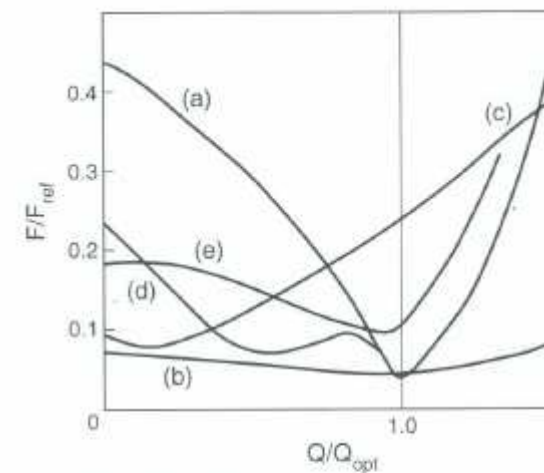
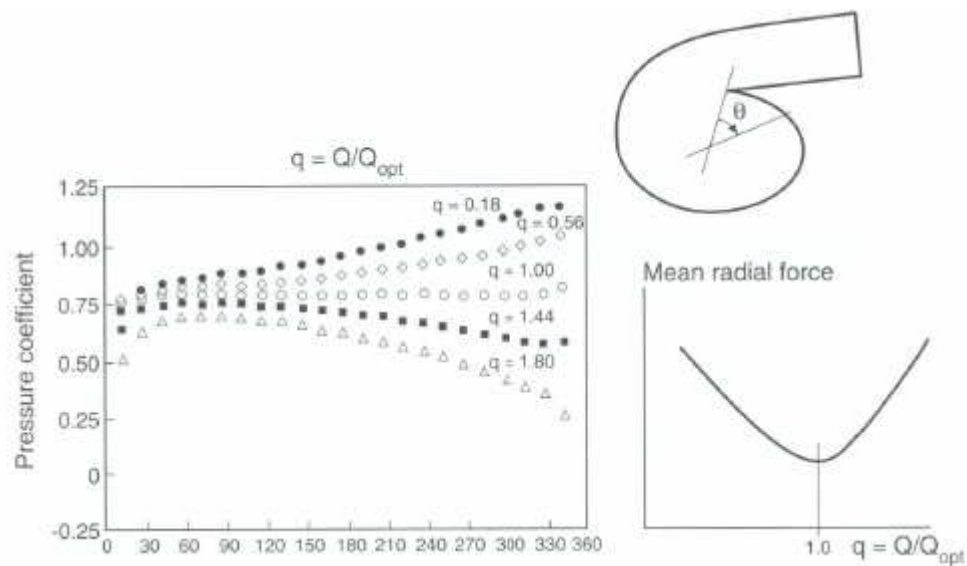
Źródło „Operating rotodynamic pumps away from design conditions”, Eurpopump, 2000

Dyssypacja energii na skutek recyrkulacji



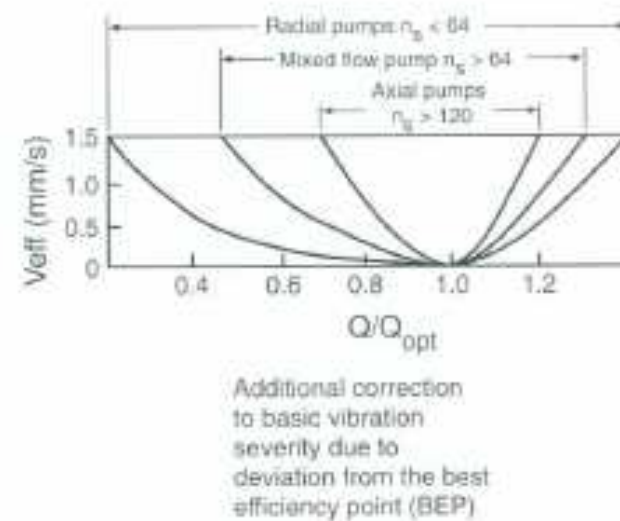
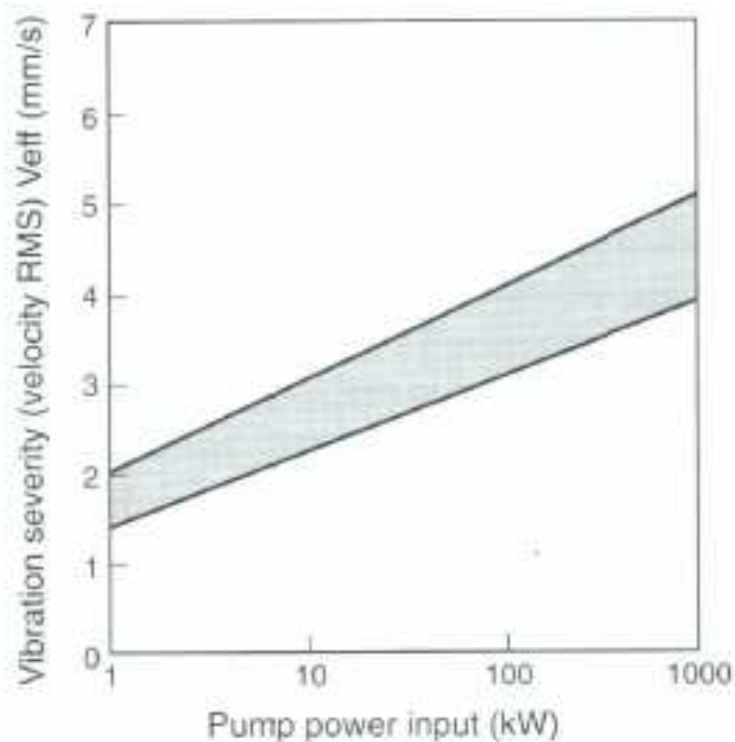
Źródło „Operating rotodynamic pumps away from design conditions”, Eurpopump, 2000

Wzrost naporu promieniowego na skutek pracy poza optymalnym zakresem dla różnych rozwiązań konstrukcyjnych króćca tłoczego



- (a) single volute
- (b) double volute
- (c) ring sectional casing
- (d) vaned diffuser and volute
- (e) combined ring sectional and volute casing

Wpływ jakości doboru pompy na poziom drgań pomp



Źródło „ Rey R., Guiton P., Kermarec Y., Vuilliod G. Etude statistique sur les caracteristiques a debit des pompes centrifuges et sur la determination approximative du debit critique, La Houille Blanche, 1982

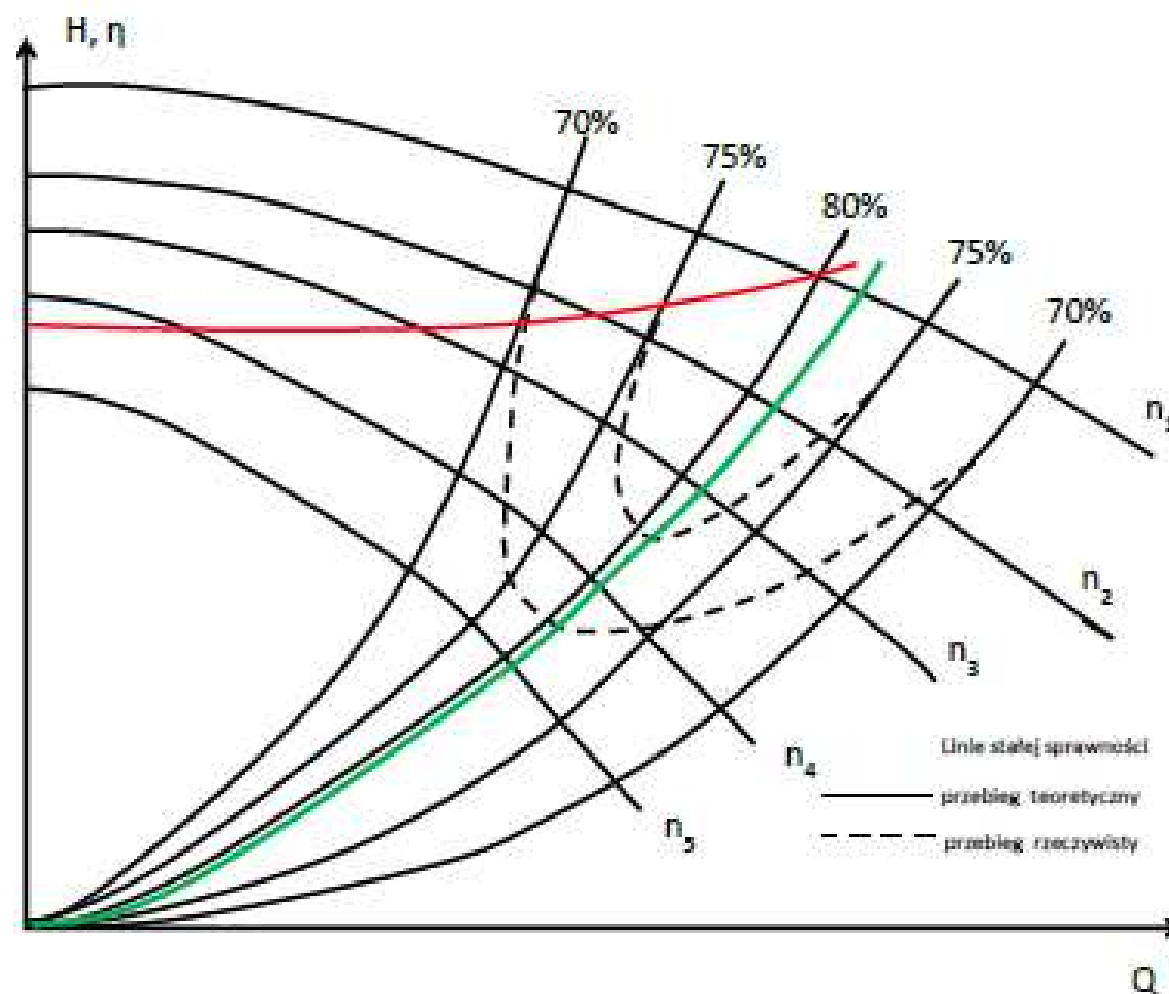
Przyczyny pracy poza optymalnym zakresem



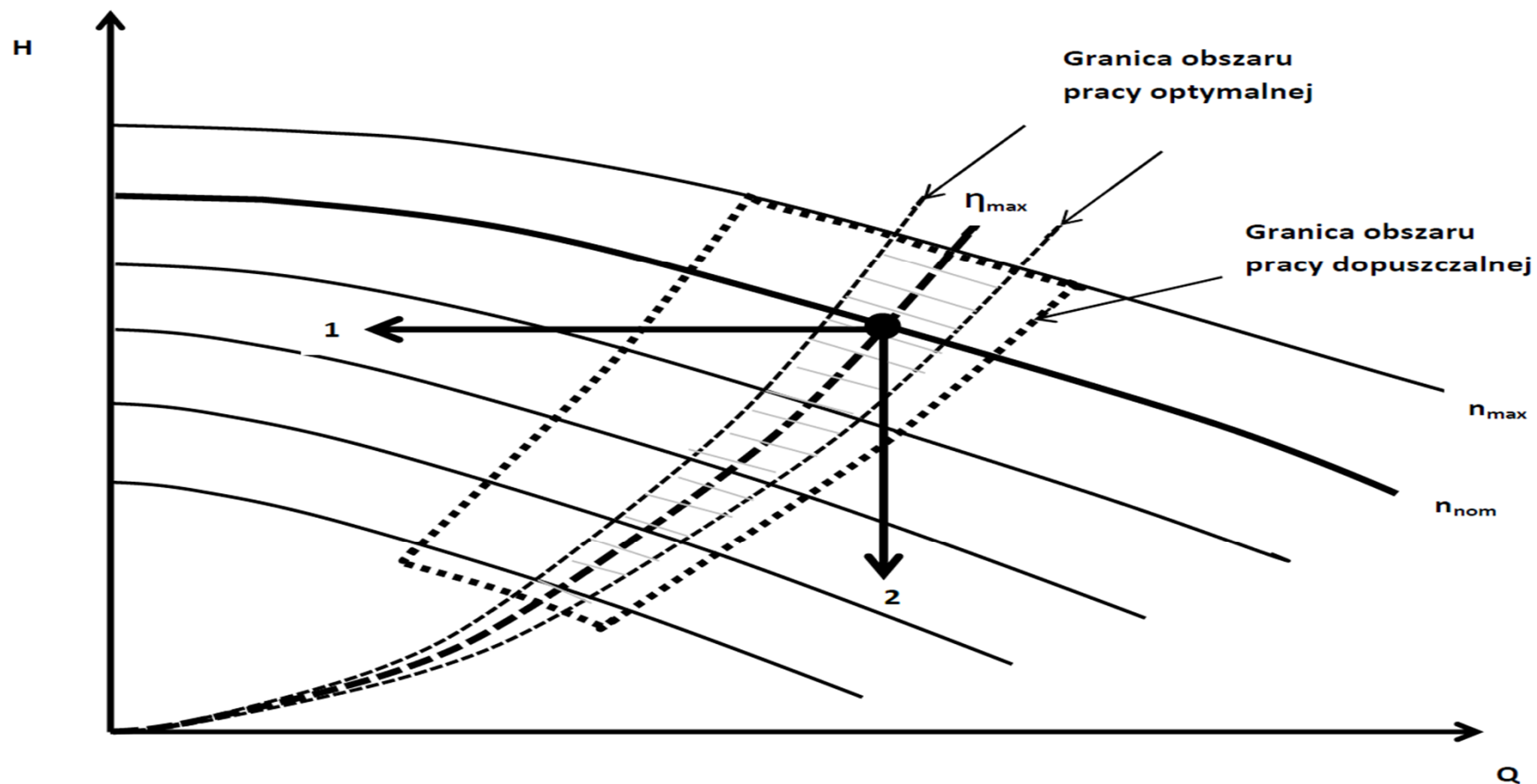
- Poza oczywistymi błędami doboru przyczyną pracy pomp poza optymalnym zakresem jest wymagana obecnie szeroka zmienność obciążenia bloków energetycznych
- Dostępne metody regulacji, w tym regulacja przez zmianę prędkości obrotowej nie umożliwiają przy szerokim zakresie regulacji wydajności pozostania w optymalnym zakresie pracy
- W układach gdzie wymagana jest regulacja wydajności w szerokim zakresie należy brać pod uwagę kilka pomp pracujących równolegle.



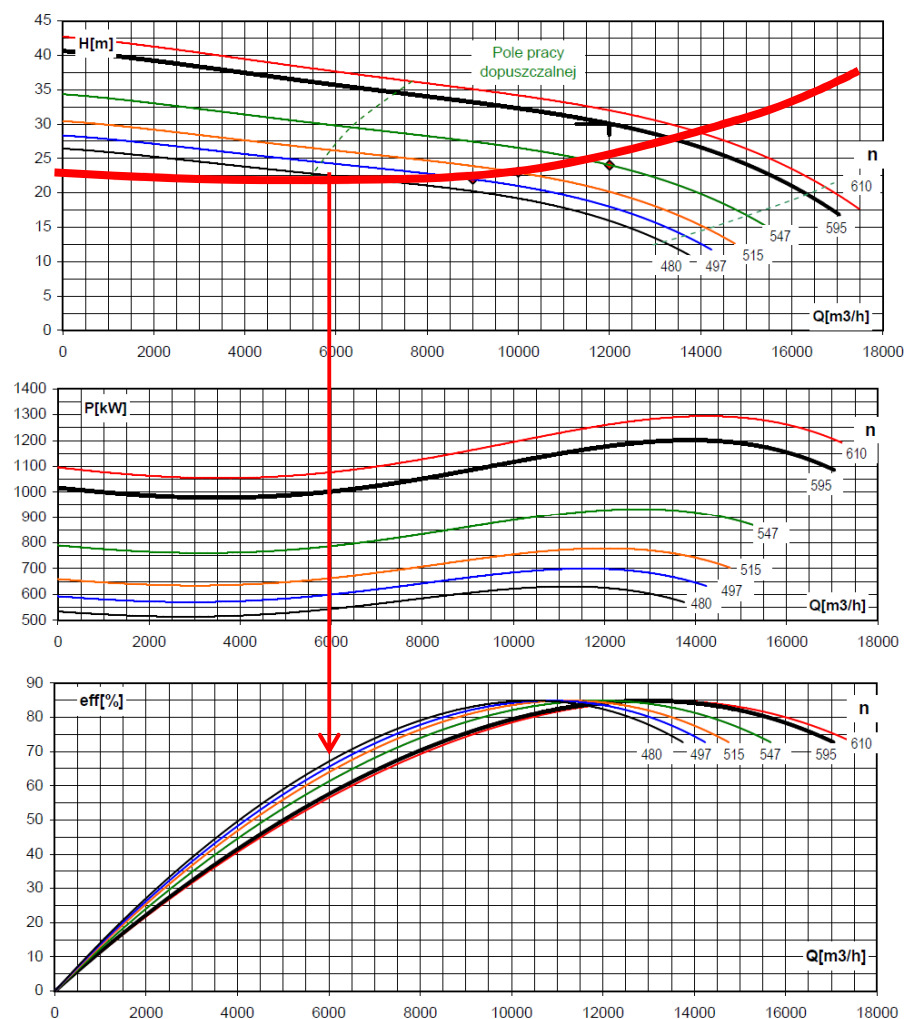
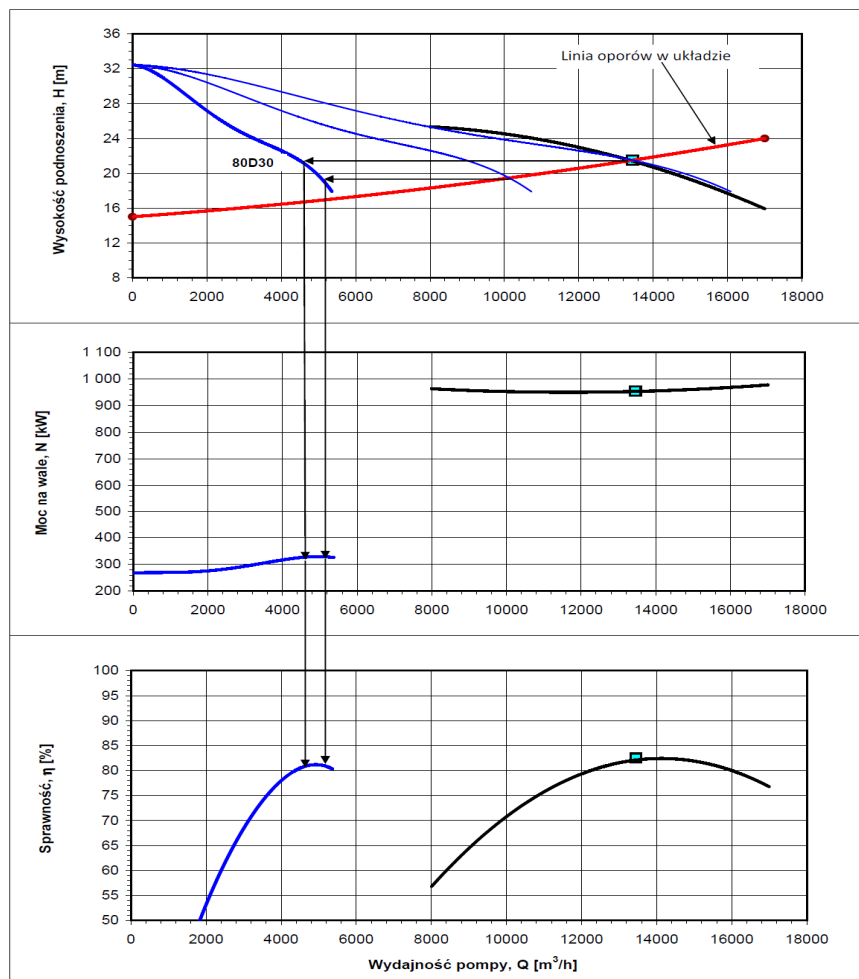
SPRAWNOŚĆ PRZY REGULACJI PRZEZ ZMIANĘ OBROTÓW



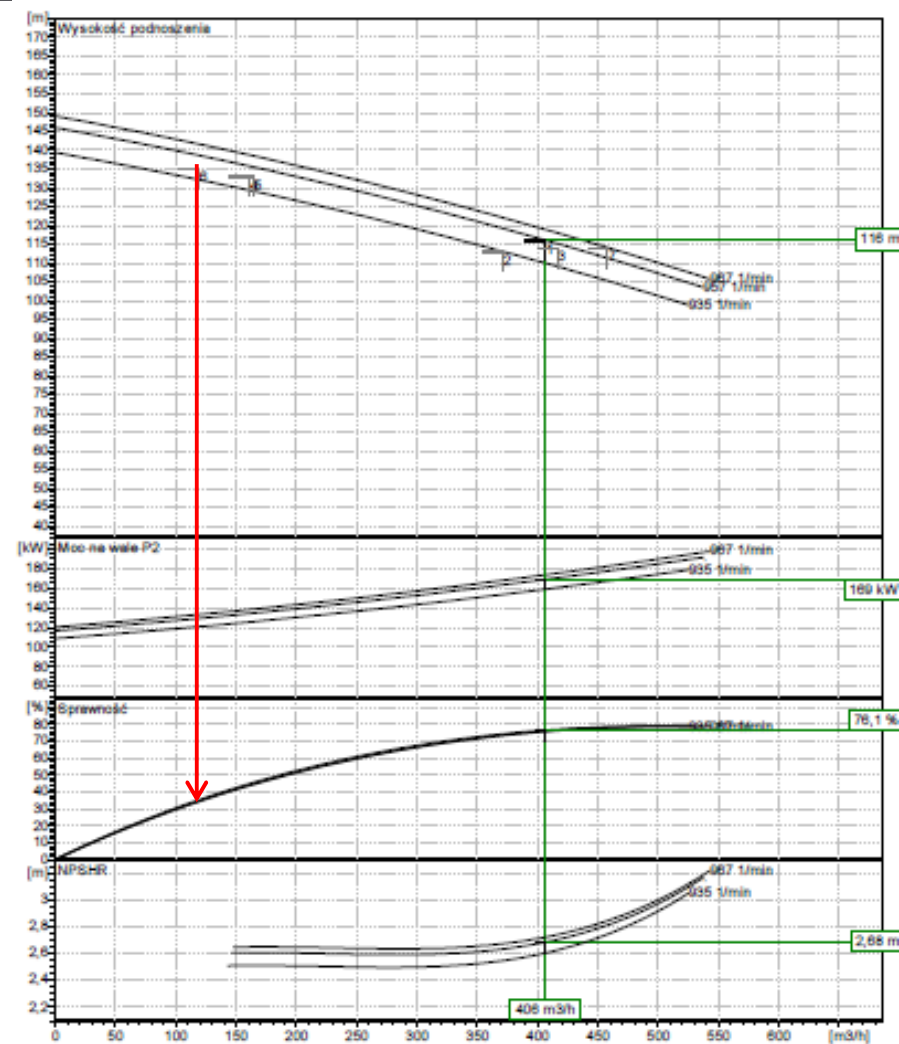
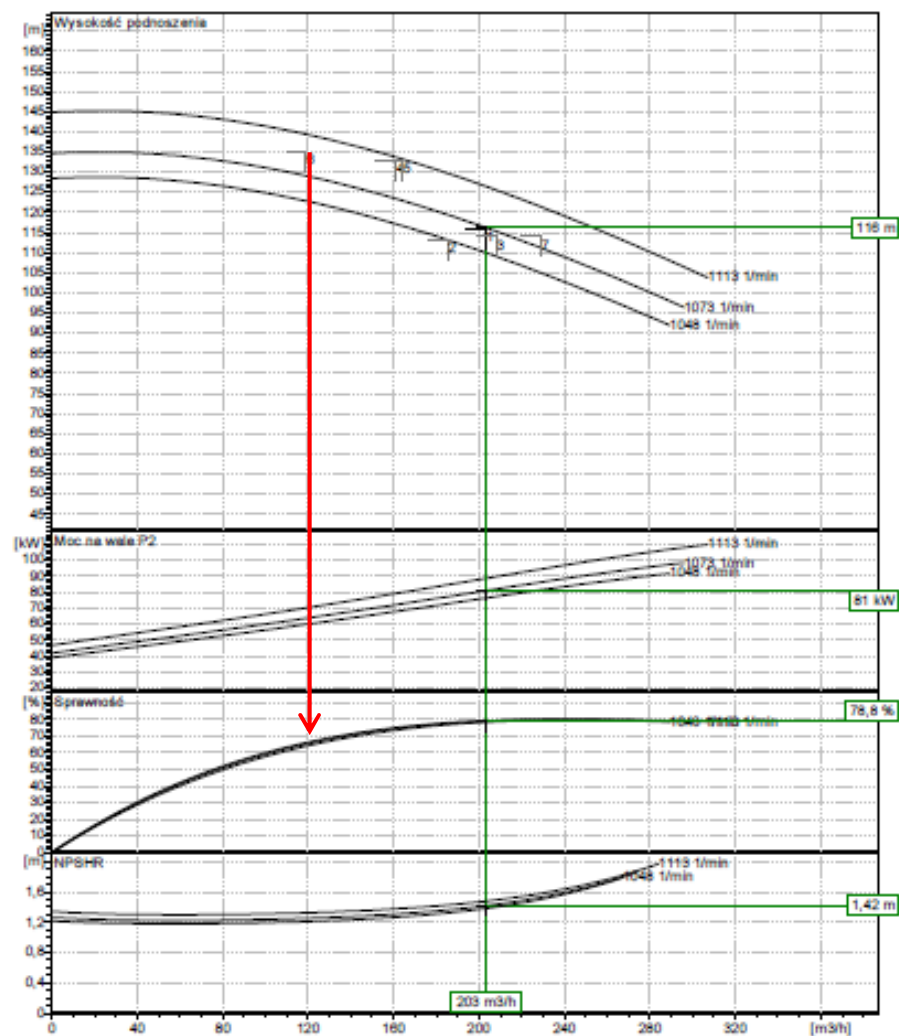
OPTYMALNY ZAKRES PRACY PRZY REGULACJI PRZEZ ZMIANĘ PRÉDKOŚCI OBROTOWEJ



Pompy wody chłodzącej: Regulacja przez zmianę liczby pracujących pomp vs regulacja pompy 100% przez zmianę obrotów.



Pompy kondensatu: 2 x 50% vs 100% Blok parowo-gazowy 400 MW



Zużycie energii – pompy kondensatu, blok parowo-gazowy 400 MW



	t[°C]	(2x100%)						(3x50%)						
		Ilość pracujących pomp	Q[m³/h]	H[m]	P[kW]	η[%]	obr/min	Ilość pracujących pomp	Q[m³/h]	H[m]	P[kW]	Sumaryczna moc pracujących pomp [kW]	η[%]	obr/min
Operation Mode 1	43,10	1	406,1	115,5	168,0	76,1	957	2	203,1	115,5	81,0	162,0	78,8	1073
Operation Mode 2	51,40	1	370,7	113,2	154,0	74,5	935	2	185,4	113,2	73,3	146,6	77,9	1048
Operation Mode 3	37,10	1	416,2	113,6	169,0	76,8	953	2	208,1	113,6	81,6	163,2	79,1	1068
Operation Mode 4	36,10	1	160,7	133,1	131,0	44,6	948	1	160,7	133,1	79,4	79,4	73,5	1111
Operation Mode 5	36,10	1	164,3	133,0	131,0	45,2	949	1	164,3	133,0	80,5	80,5	74,0	1113
Operation Mode 6	36,10	1	119,2	134,7	125,0	35,1	945	1	119,2	134,7	68,0	68,0	64,4	1097
Design Case	37,10	1	457,8	113,6	182,0	78,2	967	2	228,9	113,6	89,3	178,6	79,7	1085

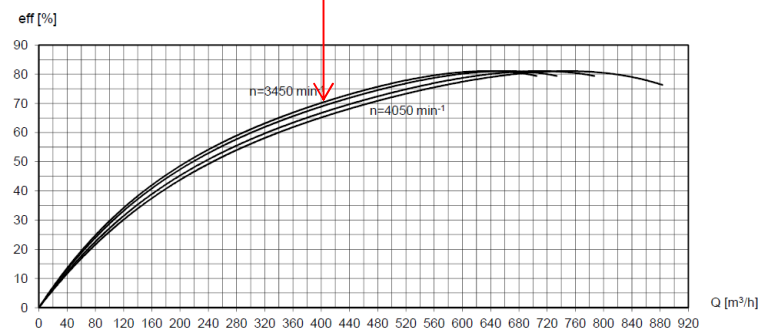
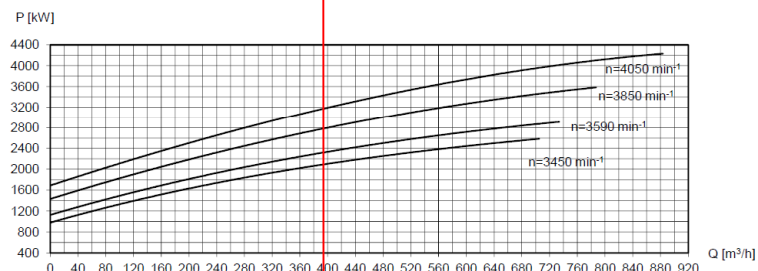
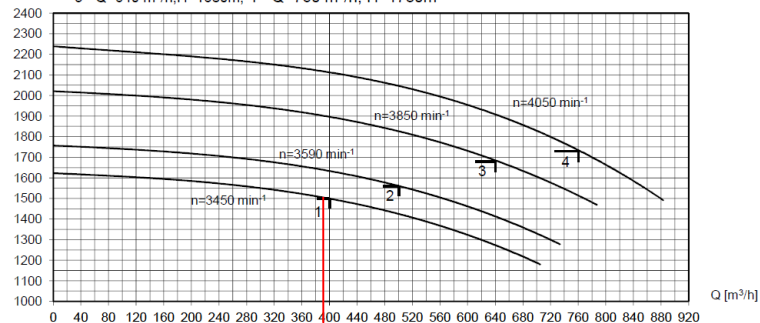
Przy pracy z wydajnością zbliżoną do pełnej zużycie mocy przez pompę 100% i 2x50% jest podobne

Przy pracy w trybie z wydajnością obniżoną do ok. 1/3 możliwość wyłączenia jednej pompy 50% daje ok 40 % oszczędności energii

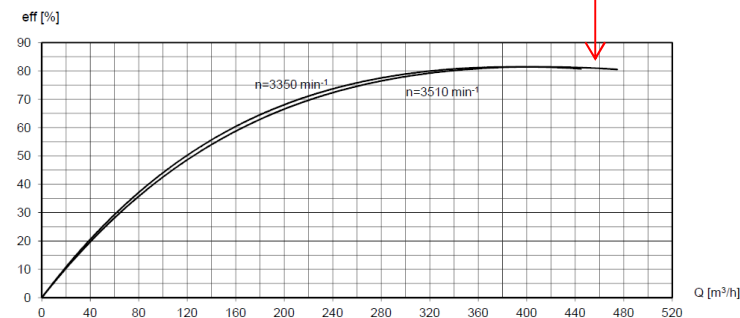
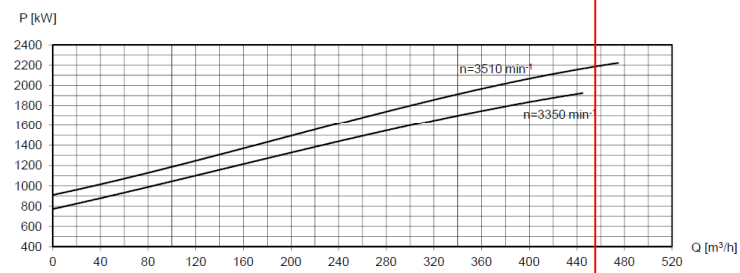
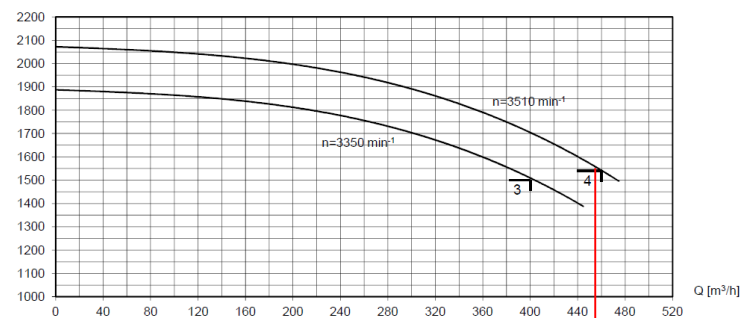
Zużycie energii – pompy zasilające, blok 200 MW, 50% obciążenia



H [m] Charakterystyka teoretyczna: 1 - $Q=400 \text{ m}^3/\text{h}$, $H=1500\text{m}$; 2 - $Q=500 \text{ m}^3/\text{h}$, $H=1560\text{m}$;
3 - $Q=640 \text{ m}^3/\text{h}$, $H=1680\text{m}$; 4 - $Q=760 \text{ m}^3/\text{h}$, $H=1730\text{m}$



H [m] 3 - $Q=400 \text{ m}^3/\text{h}$, $H=1500\text{m}$; 4 - $Q=460 \text{ m}^3/\text{h}$, $H=1540\text{m}$



Zużycie energii – pompy zasilające, blok 200 MW, 50% obciążenia

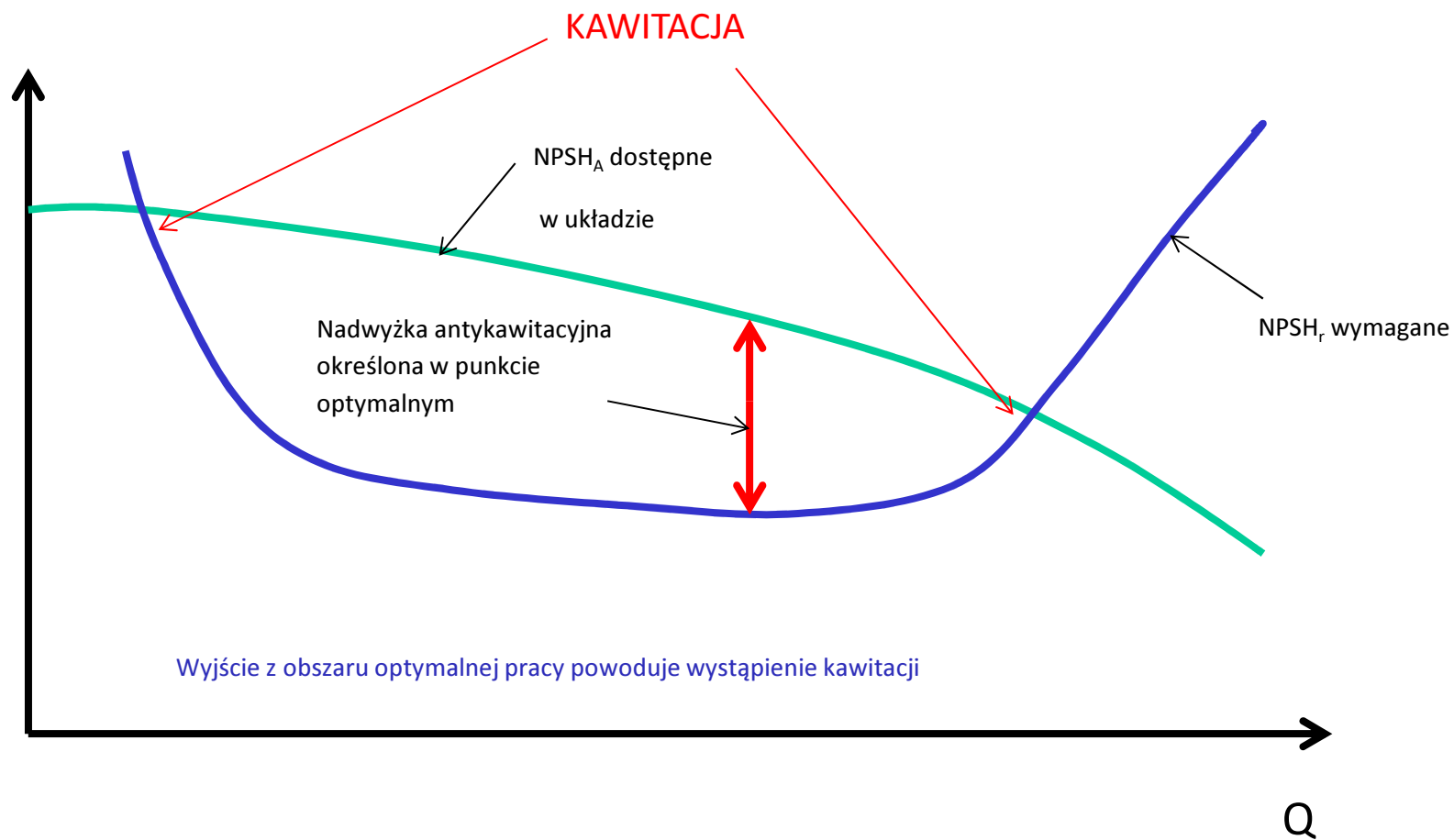


Pompa	100%	50%
Sprawność pompy	70%	81%
Sprawność napędu (silnik, sprzęgło hydrokinetyczne $n/n_n = 0.85$)	80%	92%
Sprawność zespołu	56%	74.5%
Pobór mocy ($Q = 400 \text{ m}^3/\text{h}$, $H = 1500 \text{ m}$)	2798 kW	2102 kW
Różnica (oszczędność dzięki możliwości wyłączenia jednej pompy)		696 kW

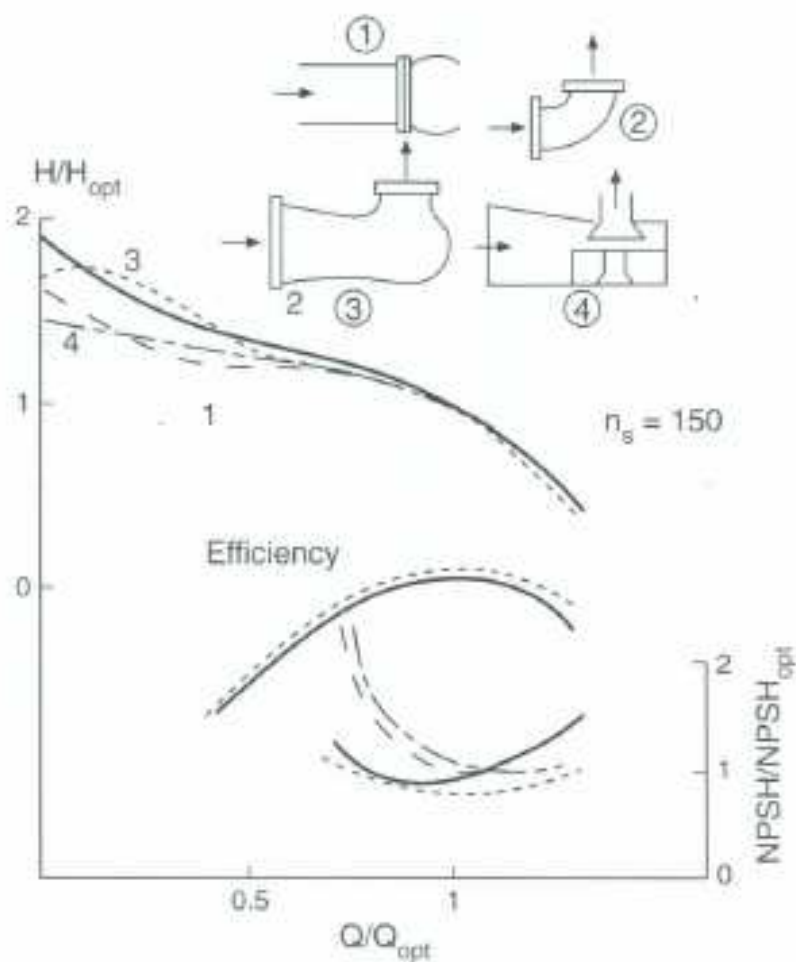
Nadwyżka antykawitacyjna



NPSH

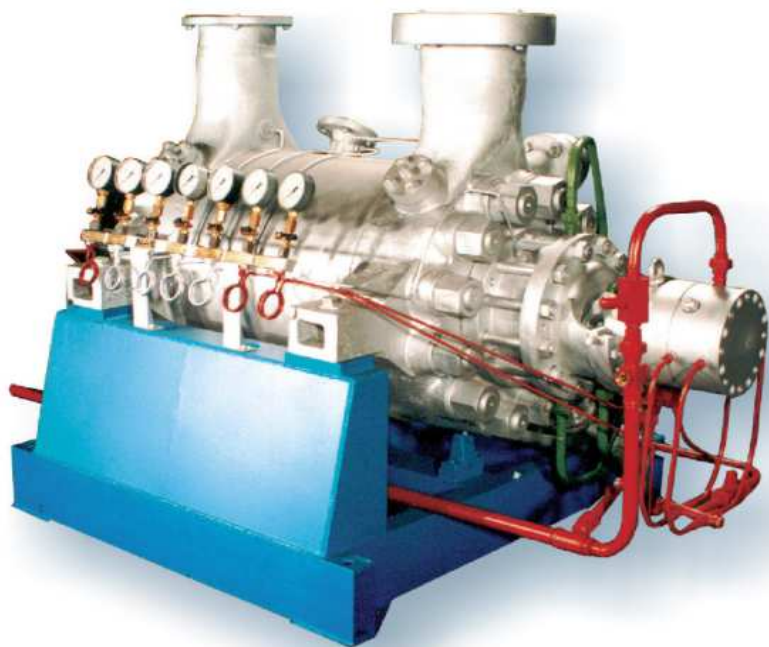


Wpływ kształtu komory dolotowej pomp pionowych na NPSH



Oszczędności na wykonaniu części dolotowej prowadzą do zagrożenia kawitacją

Pompa zasilająca z upustem



Wymagana wydajność upustu – do 30% wydajności na tłoczeniu

Np.:

Wydajność na tłoczeniu 330 m³/h

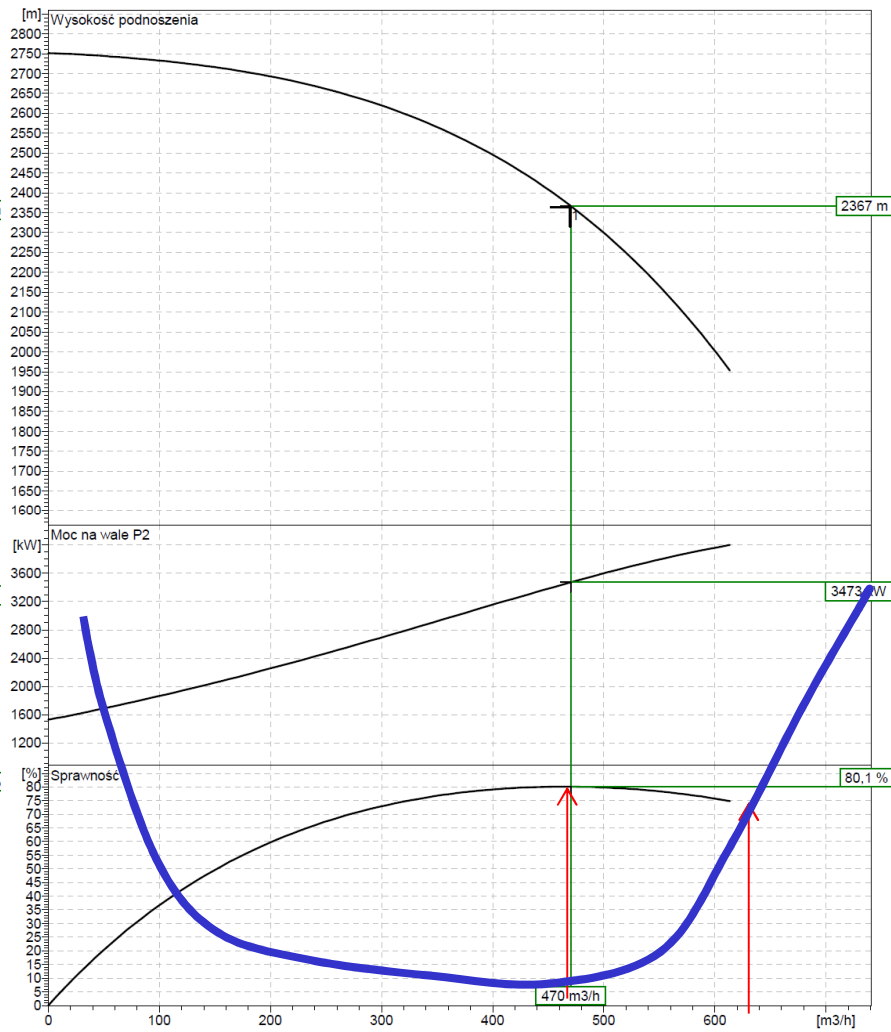
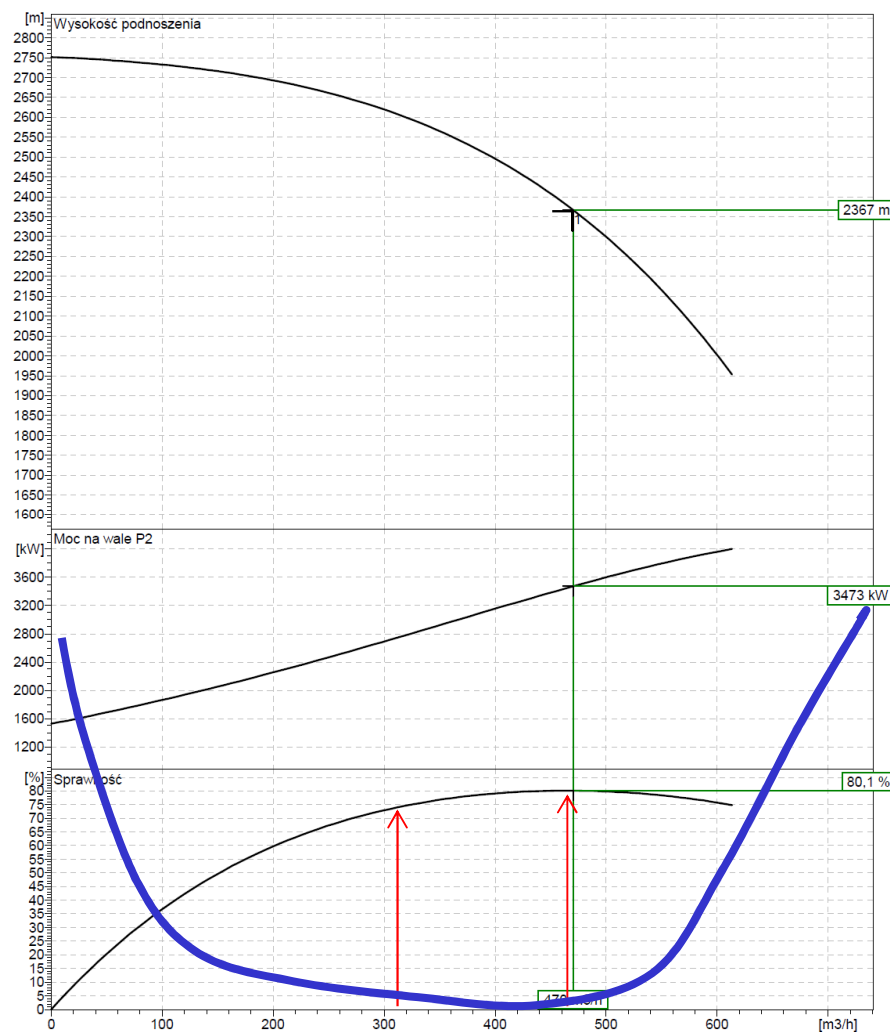
Wydajność upustu 100 m³/h

Wydajność na ssaniu 430 m³/h

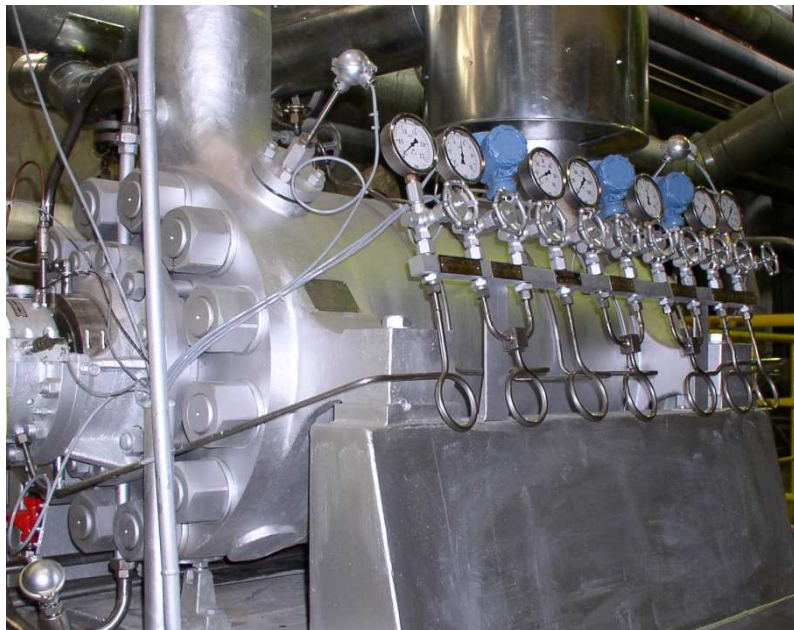
Jeśli pompa dobierana jest na wydajność na tłoczeniu to początkowe stopnie pracują w zagrożeniu kawitacją

Jeśli pompa dobierana jest na wydajność na ssaniu to końcowe stopnie pracują z obniżoną sprawnością

Pompa zasilająca z upustem



Pompa zasilająca z upustem – pompa wysokociśnieniowa + pompa średniociśnieniowa



W przypadku znacznej procentowej wydajności upustu jako alternatywę dla pompy z upustem można rozpatrywać osobne pompy np:

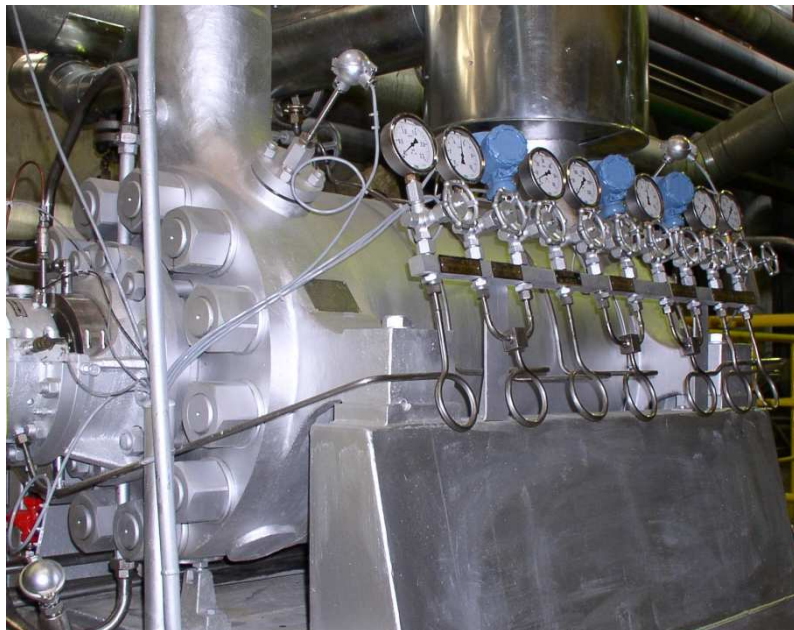
główną – 330 m³/h, 200 bar

+

średniociśnieniową 100 m³/h, 70 bar



Pompa zasilająca z upustem – pompa wysokociśnieniowa + pompa średnociśnieniowa



Oszczędności na sposobie rozwiązania układu pompowego po stronie ssawnej powodujące obniżenie $NPSH_a$

(np. mniejsze zagłębienie pomp, niższe posadowienie zbiornika wody zasilającej, niższe średnice rurociągów ssawnych, krótsze pompy pionowe) prowadzą do pracy na krawędzi kawitacji, która może pojawiać się przy każdym zakłóceniu procesu.

Podsumowanie

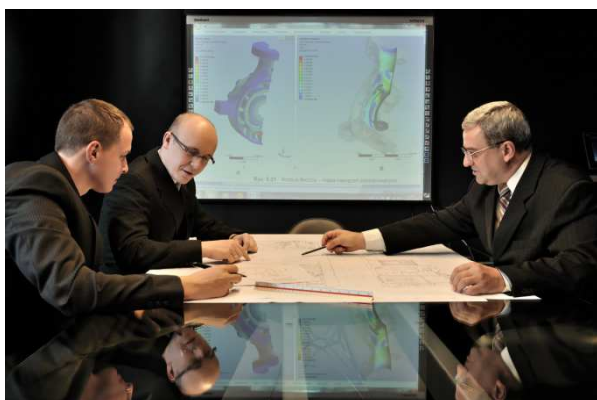


- ❑ W wielu przypadkach od preferowanej często struktury pompowni z pompami 100 % korzystniejszy okazuje się układ z większą ilością pomp pracujących równolegle
- ❑ Stosowanie większej ilości pomp pracujących równolegle daje znaczne korzyści przy regulacji wydajności pomp w układach o płaskiej charakterystyce (pompy zasilające, kondensatu, wody chłodzącej). Korzyści dotyczą zarówno zużycia energii jak i niezawodności
- ❑ Wskazane jest przeprowadzenie analizy dotyczącej wyboru struktury pompowni gdyż w różnych układach różne rozwiązania okazują się optymalne
- ❑ Oszczędności na sposobie instalacji pomp prowadzą do problemów ruchowych m.in.. do kawitacji





- ❑ Mamy 105 lat tradycji i doświadczenia w projektowaniu i produkcji pomp
- ❑ Mamy doświadczenie w doborze pomp do instalacji
- ❑ Od kilku lat oferujemy projekty „pod klucz” i usługi inżynierskie
- ❑ Profesjonalnie wykonana analiza na etapie projektowania lub na etapie eksploatacji pozwala na wybór struktury pompowni, który zapewnia optymalne wskaźniki techniczno-ekonomiczne
- ❑ Błędy popełnione na etapie projektowania skutkują przez wiele lat podwyższeniem kosztów, a można ich uniknąć.



DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ



Zapraszamy do współpracy



Kontakt ze mną

Grzegorz Pakuła

tel. 32 777 5 894

mail: grzegorz.pakula@powen.com.pl

Kontakt z firmą

Grupa Powen-Wafapomp SA

Ul. Odlewnicza 1

03-231 Warszawa

www.powen.pl