

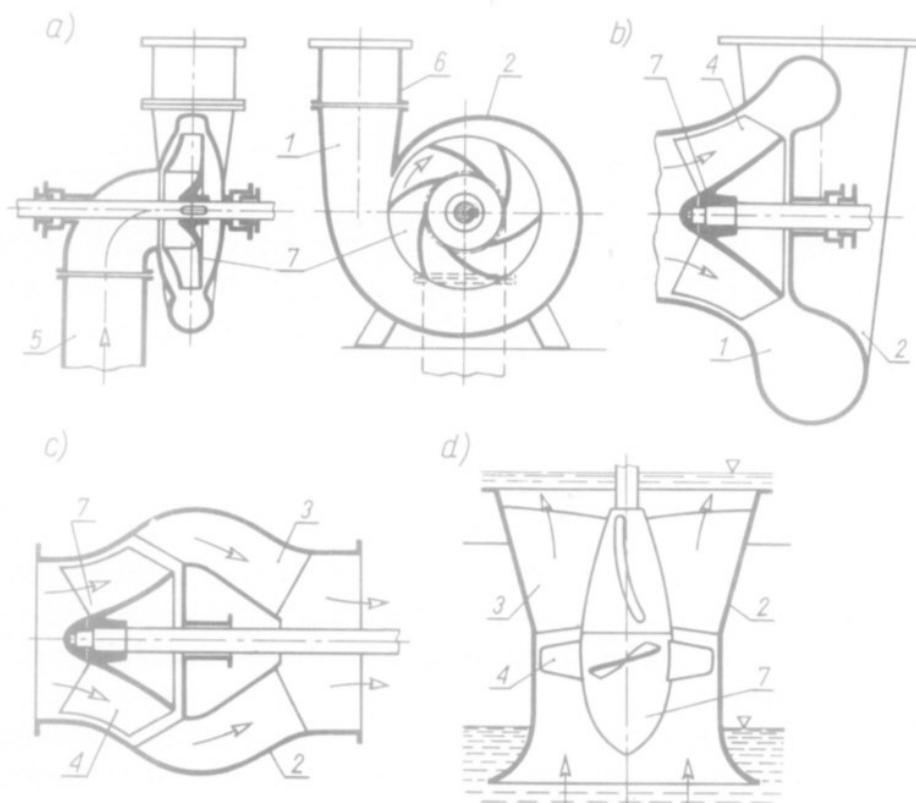
Pompy wirowe

Pompy wirowe należą do grupy maszyn wirnikowych. Ich zasada działania polega więc na zwiększaniu krętu cieczy w wirniku (tj. organie roboczym) zaopatrzonym w łopatki i obracającym się ze stałą prędkością obrotową. Ciecz stale przepływająca przez wirnik podlega działaniu siły odśrodkowej lub działaniu siły wyporu łopatek, albo obu tych sił łącznie. W ten sposób energia silnika jest przekazywana cieczy za pośrednictwem wirnika, powodując w niej wzrost energii ciśnienia i energii kinetycznej. Po wyjściu cieczy z wirnika następuje dalsza przemiana jej energii kinetycznej w energię ciśnienia. Przyrost energii kinetycznej i ciśnienia w pompie jest zależny od konstrukcji wirnika i jego prędkości obrotowej. W odróżnieniu od pomp wyporowych przyrost wysokości podnoszenia w pompie wirowej jest zależny od wydajności.

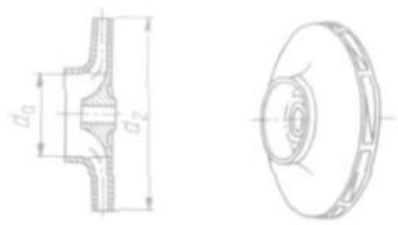

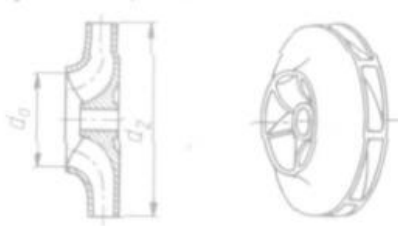

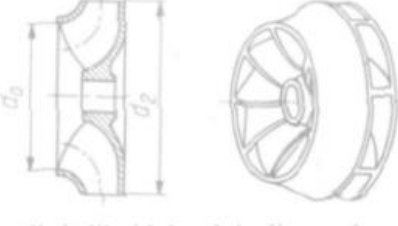

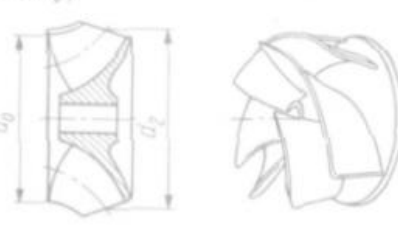

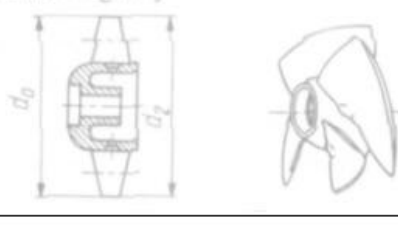

W zależności od kierunku przepływu cieczy przez wirnik dzielimy pompy na:

- odśrodkowe - o promieniowym przepływie cieczy,
- helikoidalne i diagonalne (promieniowo-osiowe) - o przepływie ukośnym.
- śmigłowe - o przepływie osiowym.

Zależnie od wysokości podnoszenia stosuje się pompy jedno- i wielostopniowe, te ostatnie głównie jako pompy odśrodkowe, z kilkoma wirnikami przez które pompowana ciecz przepływa kolejno, a wysokości podnoszenia poszczególnych wirników sumują się. Ze względu na położenie wału dzieli się na poziome i pionowe. Pompy wirowe są to maszyny wysokoobrotowe i dlatego przeważnie sprzęga się je bezpośrednio z silnikami szybkoobrotowymi; z silnikiem elektrycznym, turbiną parową lub gazową. Prędkość obrotowa pomp wirowych wynosi zwykle 500-3000 obr/min, a przy napędzie turbiną parową 5000-12 000 obr/min.



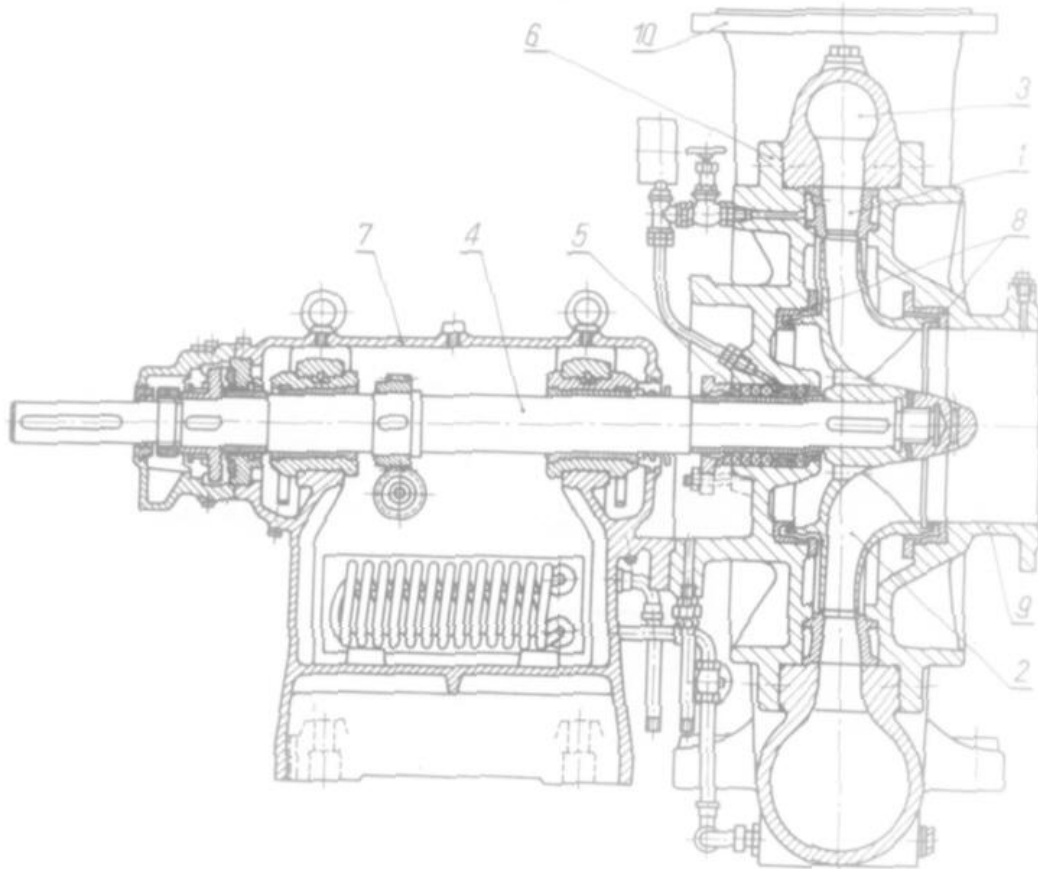
Schematy pomp wirowych - odśrodkowa - heliokoidalna - diagonalna - śmigłowa.

n_{sQ}	$\frac{d_2}{d_a}$	Profil wirnika	Widok wirnika	Rodzaje pomp oraz typowe wartości dopuszczalnej wysokości ssania H_{sdp} i tłoczenia H_u w m na 1 stopień
10 ÷ 30	2,5 ÷ 2	wirnik odśrodkowy o pojedynczej krzywiźnie łopatek 		pompy odśrodkowe jedno- i wielostopniowe do dużych wysokości podnoszenia, np. wysokociśnieniowe, zasilające $H_{sdp} = 6 \div 7,5$ $H_u = 40 \div 120$
30 ÷ 50	2 ÷ 1,5	wirnik odśrodkowy o przestrzennej krzywiźnie łopatek 		pompy odśrodkowe jedno- i dwustronnym wlotem (wirniki dwustronne), pompy wielostopniowe na wyższe wysokości podnoszenia $H_{sdp} = 5 \div 6,5$ $H_u = 25 \div 80$
50 ÷ 80	1,5 ÷ 1,3	wirnik helikoidalny zamknięty 		pompy helikoidalne jedno- i dwustronnym wlotem na niewielkie wysokości podnoszenia i duże wydajności $H_{sdp} = 3 \div 5,5$ $H_u = 7 \div 60$
80 ÷ 150	1,2 ÷ 1,1	wirnik helikoidalny lub diagonalny zamknięty (przy wyższych wartościach n_{sQ} otwarty) 		pompy helikoidalne jak powyżej, pompy diagonalne jedno- i kilkustopniowe, przeważnie pionowe $H_{sdp} = (-1) \div 3$ $H_u = 6 \div 40$
135 ÷ 320	1,0	wirnik śmigłowy 		pompy śmigłowe jednostopniowe (wyjątkowo dwu- lub trzystopniowe), przeważnie pionowe, na bardzo duże wydajności i małe wysokości podnoszenia $H_{sdp} = (-2) \div 0$ $H_u = 2 \div 20$

Kształty jednostrumieniowych wirników pomp wirowych w zależności od wyróżnika szybkobieżności

Przykłady konstrukcji pomp wirowych

Typowa konstrukcja **jednostopniowej wysokociśnieniowej pompy odśrodkowej**. Pompy jednostopniowe mają wirnik przewieszony tj. umieszczony na końcu wału za łożyskiem. Zamiana energii kinetycznej cieczy opuszczającej wirnik 2 na energię ciśnienia jest realizowana najprzód w kanałach dyfuzorowych łopatek kierowniczych odśrodkowych 1, umieszczonych w osłonie za wirnikiem. Z kierownicy odśrodkowej ciecz wypływa do osłony spiralnej 3, stanowiącej kanał zbiorczy; tam zachodzi dalsza zamiana prędkości na ciśnienie.



Pompa odśrodkowa jednostopniowa pozioma, wysokociśnieniowa

1. Kierownica łopatkowa
2. Wirnik
3. Osłona spiralna
4. Wał
5. Dławica
6. Kadłub
7. Stojak łożyskowy
8. Pierścienie uszczelniające wirnik
9. Króciec wlotowy
10. Króciec wylotowy

Pompa odśrodkowa jednostopniowa pozioma, wysokociśnieniowa

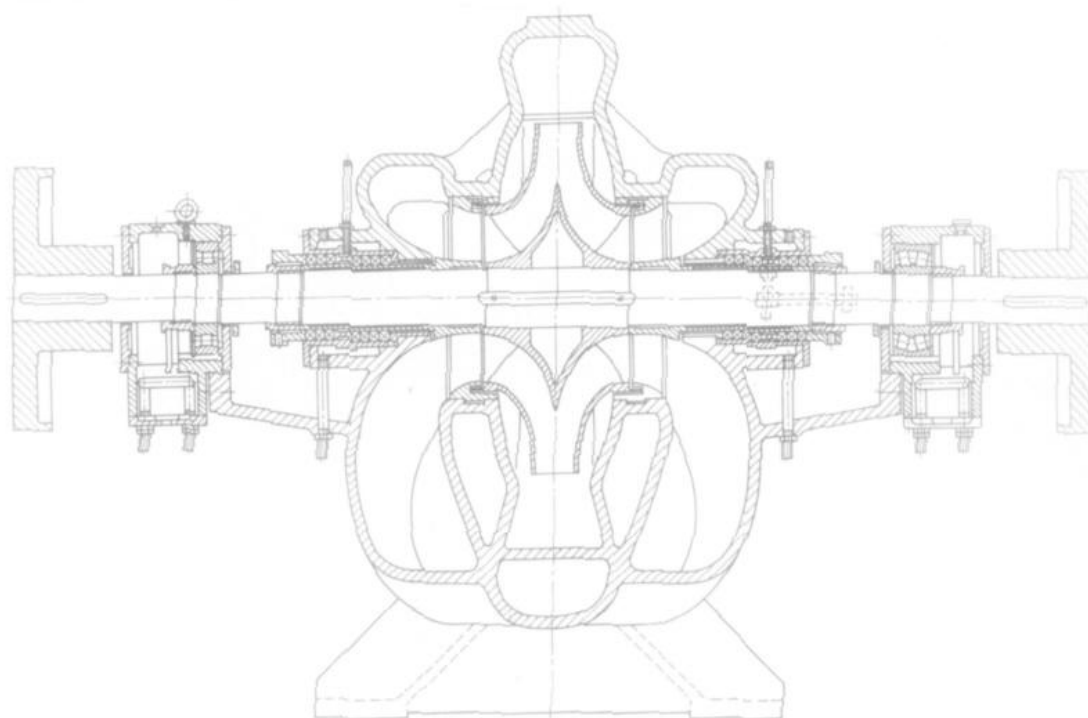
Podstawowymi elementami pompy są: **wirnik, wał, kierownica, dławica oraz kadłub z komorą zbiorczą.**

Wirniki są zwykle odlewane z żeliwa razem z łopatkami, dla większych prędkości obwodowych - ze staliwa, z brązu lub stopów lekkich. W pompach niskiego ciśnienia stosuje się zwykle tylko komorę spiralną, stanowiącą część kadłuba. Po obróbce wirnik wymaga starannego **wyrównoważenia** dla uniknięcia drgań w czasie pracy.

Uszczelnienie kadłuba w miejscu przejścia przezeń wału pompy zapewnia dławica. Jako **szczeliwa** używa się bawełny nasyczonej łojem - w przypadku pompy do wody zimnej a azbestu nasyczonego grafitem i łojem - dla cieczy o podwyższonych temperaturach. Uszczelnienia wirnika w kadłubie zapobiegają zbytniemu przeciekowi cieczy z powrotem do wlotu wirnika.

Wykonywane są one w postaci wymiennych brązowych pierścieni uszczelniających.

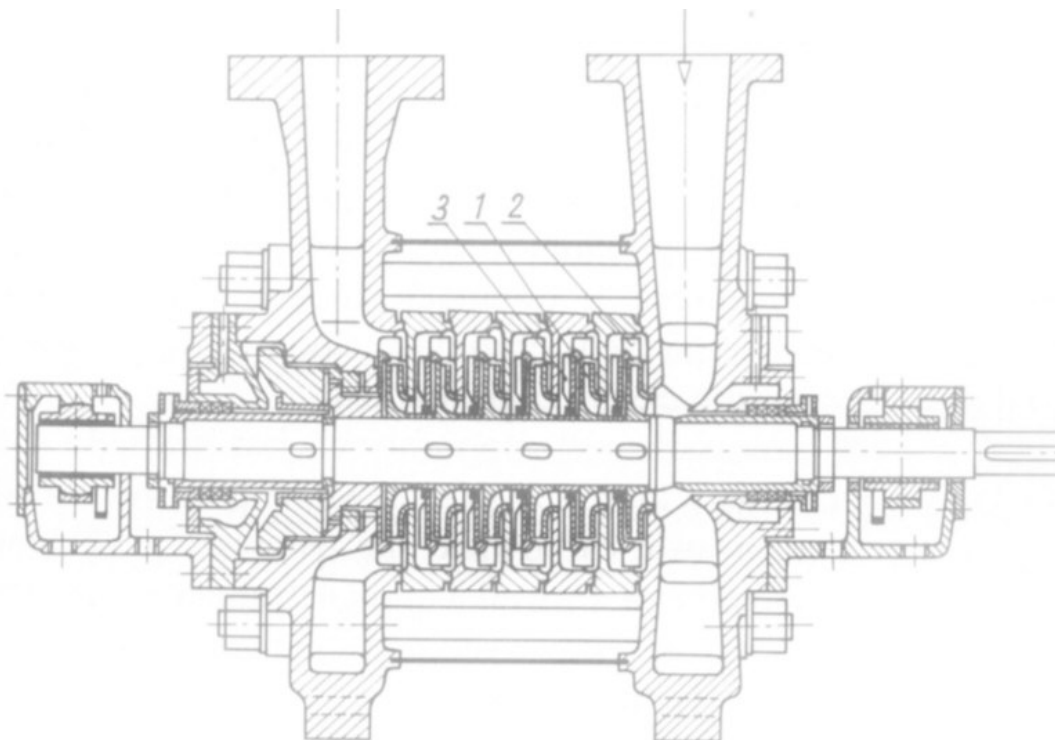
Pompa promieniowa z wirnikiem dwustrumieniowym. Pompy tego typu są stosowane do małych i średnich ciśnień przy większych wydajnościach. Zaletą takiego rozwiązania jest zachowanie właściwych proporcji wirnika w tych warunkach, brak naporu osiowego i zmniejszenie strat nieszczelności ze względu na brak organu odciążającego.



Pompa odśrodkowa pozioma z wirnikiem dwustrumieniowym

Odśrodkowa pompa wielostopniowa zasilająca

Jeśli wysokość podnoszenia jest duża, dzieli się ją pomiędzy kolejne stopnie pompy. Stopień pompy tworzą: **wirnik 1, wieniec łopatek kierowniczych odśrodkowych 2, przewal oraz wieniec łopatek kierowniczych dośrodkowych 3**, kierujących ciecz do wlotu następnego stopnia. Poszczególne wirniki pompy wielostopniowej mają zwykle identyczną budowę. W pompach wysokociśnieniowych stosuje się kadłuby jednolite (garnkowe) lub członowe. Poszczególne człony kadłuba są tu połączone śrubami ściągowymi (kotwy) łącząc je z kadłubami wlotowym i wylotowym. Pompy zasilające mają bardzo wysokie parametry pracy; ciśnienie tłoczenia do 40Mpa przy wydajności do 2000 m³/h, temperaturze pompowanej wody do 260 stopni C i zapotrzebowaniu mocy do 23 MW.



Pompa zasilająca wielostopniowa z kadłubem członowym **Stopień pompy tworzą:**

- 1. Wirnik**
- 2. Przewał**
- 3. Kierownica dośrodkowa**

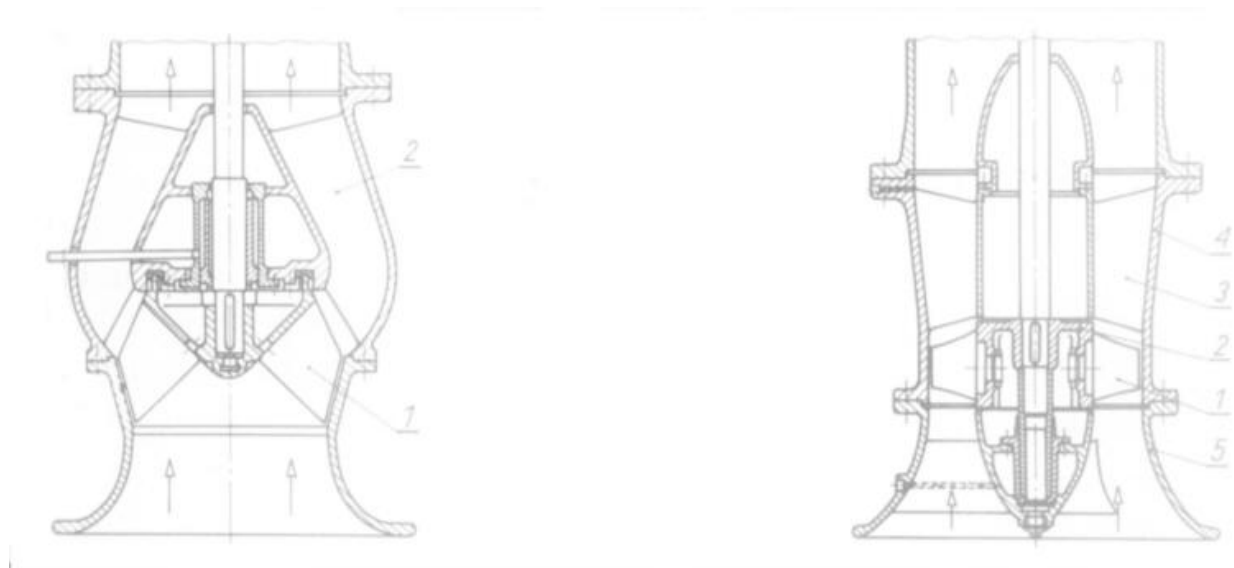
Pompa zasilająca wielostopniowa z kadłubem członowym

W każdej pompie wirowej powstaje napór osiowy na wirnik, wywołany różnicą ciśnień po obu jego stronach. Wypadkowa siła osiowa pochodząca od naporu działa w kierunku wlotu wirnika (przeciwным do kierunku dopływu cieczy do wirnika). Siła ta jest proporcjonalna do wysokości podnoszenia i np. w wysokoprężnych pompach zasilających może wynosić kilkaset kN. Istnieje kilka sposobów zrównoważenia tej siły, kiedy nie wystarcza już wyłącznie łożysko oporowe. Przy zastosowaniu pierścieni uszczelniających po obu stronach wirnika oraz otworów w jego tylnej ścianie siła osiowa zmniejsza się o ok. 70%. Podobny skutek powodują żebra umieszczone na tylnej ścianie wirnika, tworzące jakby nowy wirnik - stosowane w pompach do cieczy agresywnych i zanieczyszczonych, chroniące dodatkowo dławnicę przez odsysanie cieczy z jej obszaru. W pompach wielostopniowych jest niekiedy stosowany przeciwny kierunek przepływu w połowie wirników, co znosi prawie całkowicie siłę osiową. Przykładem może tu być pompa z wirnikiem dwustrumieniowym. W pompach na wyższe ciśnienie stosuje się tarcze odciążającą, umieszczoną na wale za ostatnim stopniem. Ciśnienie tłoczenia wywiera na tarcze nacisk równy łącznej sile osiowej, lecz przeciwnie skierowany. Układ wirujący ma swobodę przesuwu osiowego, co umożliwia samonastawienie się układu odciążającego i zrównoważenie się obu sil. Konstrukcja pomp helikoidalnych nie różni się zasadniczo od pomp odśrodkowych (oczywiście poza kształtem wirnika).

Pompa diagonalna w układzie pionowym.

Łopatki kierownicy 2 umieszczone bezpośrednio za wirnikiem 1 zapewniają osiowy wypływ cieczy. Średnica zewnętrzna obudowy pompy diagonalnej jest więc stosunkowo mała. Pompa śmigłowa jednostopniowym wykonaniu, pionowa. Pompy te charakteryzują się wyraźnie osiowym przepływem cieczy. Wadą pomp osiowych jest bardzo mała wysokość ssania H , i związana z tym skłonność tych pomp do kawitacji (zwykle konieczny jest tu napływ), zaletą zaś najmniejsze w porównaniu z innymi

rodzajami pomp wymiary poprzeczne w stosunku do wydajności oraz zdolność przepompowywania bardzo dużych objętości cieczy. Zmiana kąta ustawienia łopatek wirnika, możliwa zarówno w czasie postoju, jak i w ruchu, daje łatwą i sprawną regulację wydajności pompy.



Od lewej

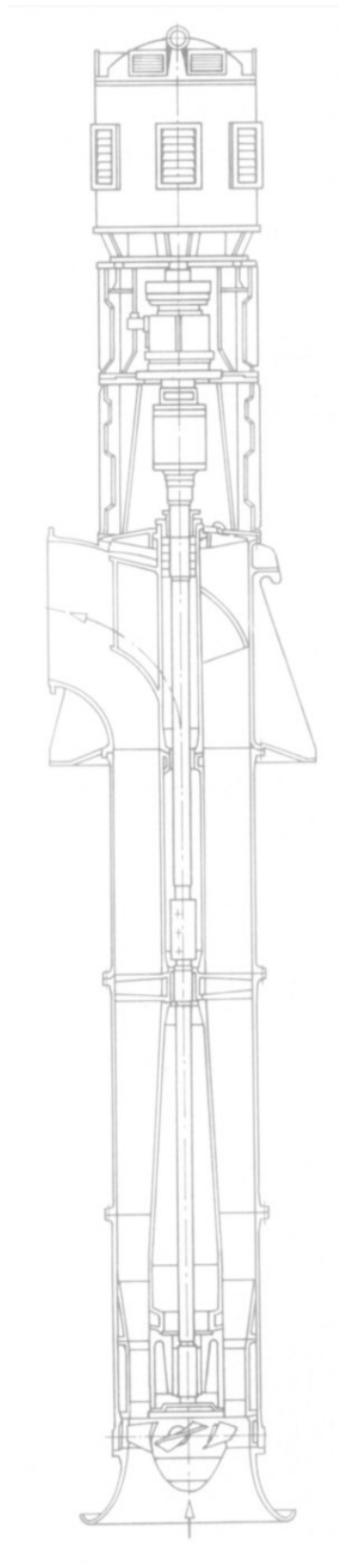
Pompa diagonalna w układzie pionowym

- 1. Wirnik**
- 2. Kierownica**

Pompa śmigłowa w układzie pionowym z nastawnymi łopatkami

- 1. Nastawialna łopatka wirnika**
- 2. Piasta wirnika**
- 3. Łopatka kierownicza**
- 4. Kadłub**
- 5. Lej wlotowy**

Pompa diagonalna w układzie pionowym i pompa śmigłowa w układzie pionowym z nastawnymi łopatkami



Układ pionowej pompy śmigłowej