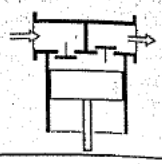
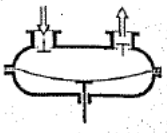
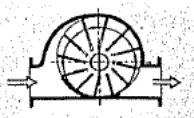
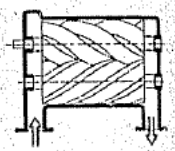
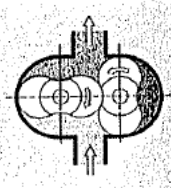
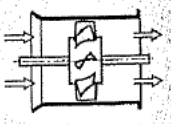
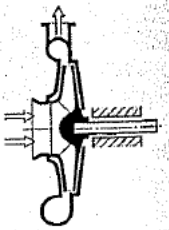
TEMAT: POMPY HYDRAULICZNE – RODZAJE I PARAMETRY

1. Rodzaje pomp hydraulicznych

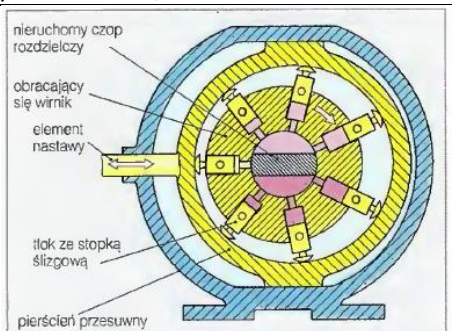
Istnieją pewne podobieństwa w rozwiązaniach konstrukcyjnych pomp i sprężarek, co można zauważyć w poniższej tabeli. W obu przypadkach są np. konstrukcje wyporowe tłokowe, rotacyjne śrubowe i rotacyjne łopatkowe. Tabelę rozdawałem na zajęciach – proszę ją wkleić do zeszytu.

Tab. 1. Rodzaje sprężarek

1	**Sprężarki wyporowe**	
1.1	**z elementem sprężającym o ruchu posuwisto-zwrotnym:**	
	sprężarka tłokowa	
	sprężarka membranowa	
1.2	**Sprężarki rotacyjne:**	
	sprężarka łopatkowa	
	sprężarka śrubowa	
	sprężarka Rootsa	
2	**Sprężarki przepływowe (turbinowe):**	
	sprężarka osiowa	
	sprężarka promieniowa	

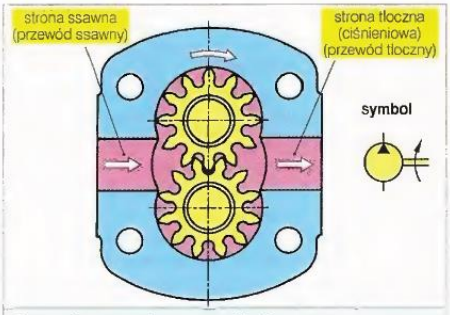
Rodzaje pomp hydraulicznych

1. Pompy wyporowe tłokowe: *promieniowe, osiowe*

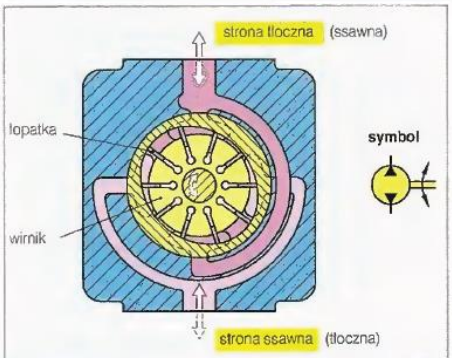


Rys. 1. Pompa tłokowa promieniowa o zmiennym wydatku z wirującymi tłokami

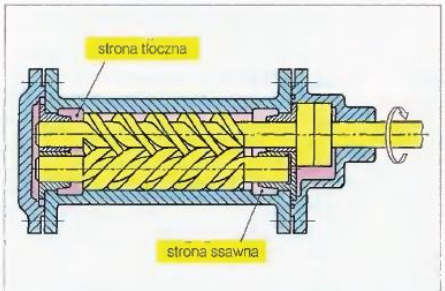
2. Pompy wyporowe rotacyjne



Rys. 2. Pompa zębata o zazębieniu zewnętrznym



Rys. 1. Pompa łopatkowa stałego wydatku (podwójnego działania)



Rys. 3. Pompy śrubowe

2. Parametry pomp hydraulicznych

Pompy hydrauliczne przekształcają energię mechaniczną na energię hydrauliczną (energię cieczy pod ciśnieniem). Odbywa się to przez przetłaczanie cieczy od przewodu ssawnego do przewodu tłocznego.

Objętość cieczy przetłaczanej podczas jednego pełnego obrotu wału napędowego pompy nazywa się **wydajnością jednostkową** lub **objętością roboczą lub geometryczną** (oznaczana jako V i wyrażana np. w m^3/obr lub cm^3/obr).

Po przemnożeniu wydajności jednostkowej (objętości roboczej) przez prędkość obrotową wału napędowego pompy (wyrażonej np. w obr/min lub obr/s) otrzymuje się wartość wielkości zwanej **wydajnością teoretyczną** lub **wydatkiem pompy Q**.

$$Q=V\cdot n$$

$[m^3/min]$ $[l/min]$ $[cm^3/s]$

Wyciąg z karty katalogowej pompy hydraulicznej zębatej:

Dane techniczne pomp PZ2								
Symbol pompy	Geom. obj. robocza	*Wydajność nominalna	*Moc napędowa max.	Ciśnienie na wyj.		Prędkość obrotowa		
				nom.	max.	min.	nom.	max.
	cm^3/obr	l/min	kW	MPa		obr/min		
PZ2-K-6,3x; PZ2-A-6,3x	5	6,3	2,5	16	20	750	1500	3000
PZ2-K-10x; PZ2-A-10x	7,5	10	3,3				1450	
PZ2-KS-10x							1500	
PZ2-K-10/Dx	8	10	3,6	16	20			
PZ2-K-16x; PZ2-A-16x	11,8	16	5,3	16	20			
PZ2-K-16/Dx								

*Wydajność nominalną i moc napędową maksymalną podano przy nominalnym ciśnieniu, nominalnej prędkości obrotowej, ciśnieniu na wejściu od -0,01 do +0,01 MPa. i temperaturze 35°-40°C oleju hydraulicznego HL-68 wg PN-91/C-96057/04.



Wygląd zewnętrzny pompy zębatej

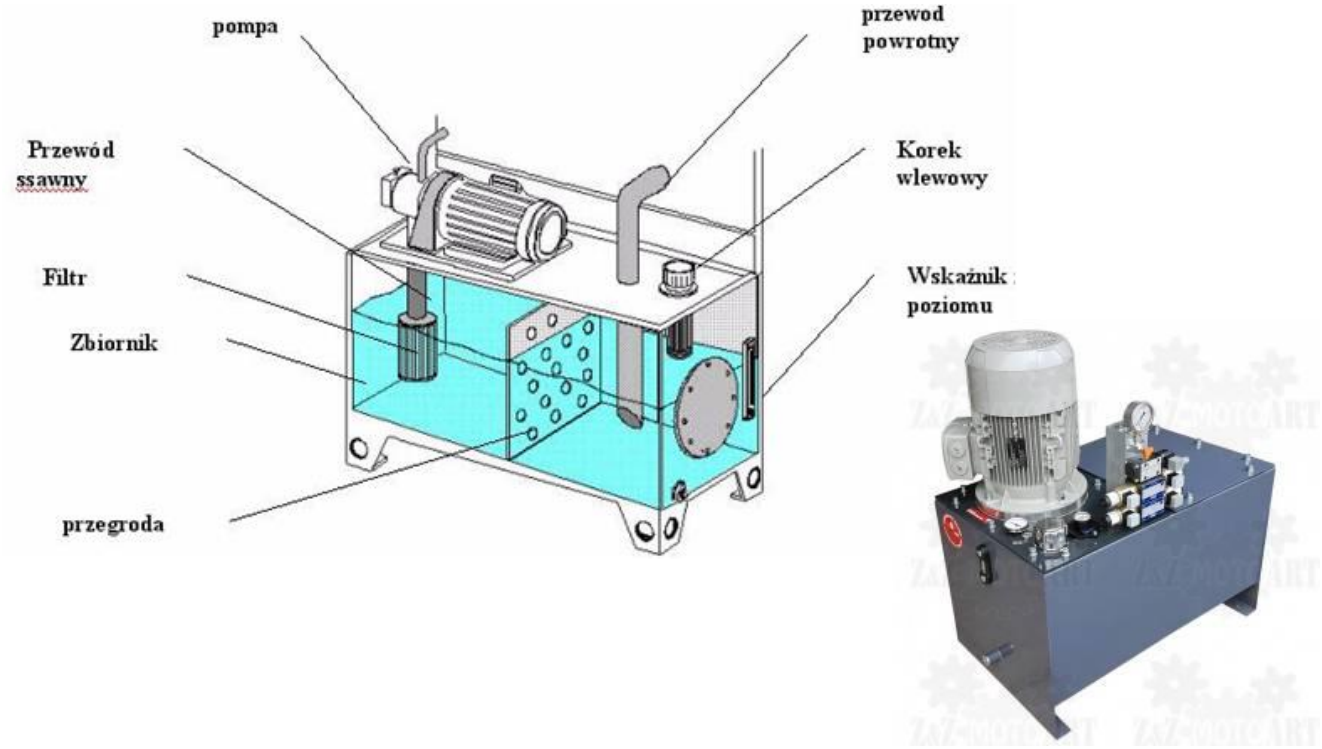
Zatem podstawowe parametry pomp hydraulicznych to:

a) wydajność jednostkowa (objętość robocza/geometryczna),
b) wydajność (wydatek),
c) ciśnienie nominalne i maksymalne na wyjściu pompy,
d) prędkość obrotowa minimalna, nominalna i maksymalna (lub zakres prędkości obrotowej).

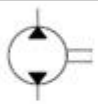
W przypadku stacji hydraulicznej, w której skład wchodzi przecież pompa hydrauliczna, w kartach katalogowych można spotkać dodatkowo następujące parametry:

a) moc silnika elektrycznego napędzającego pompę,
b) napięcie zasilające silnik elektryczny,
c) pojemność zbiornika na olej hydrauliczny,
d) zalecany olej hydrauliczny.

Budowa stacji hydraulicznej (zasilacza hydraulicznego):



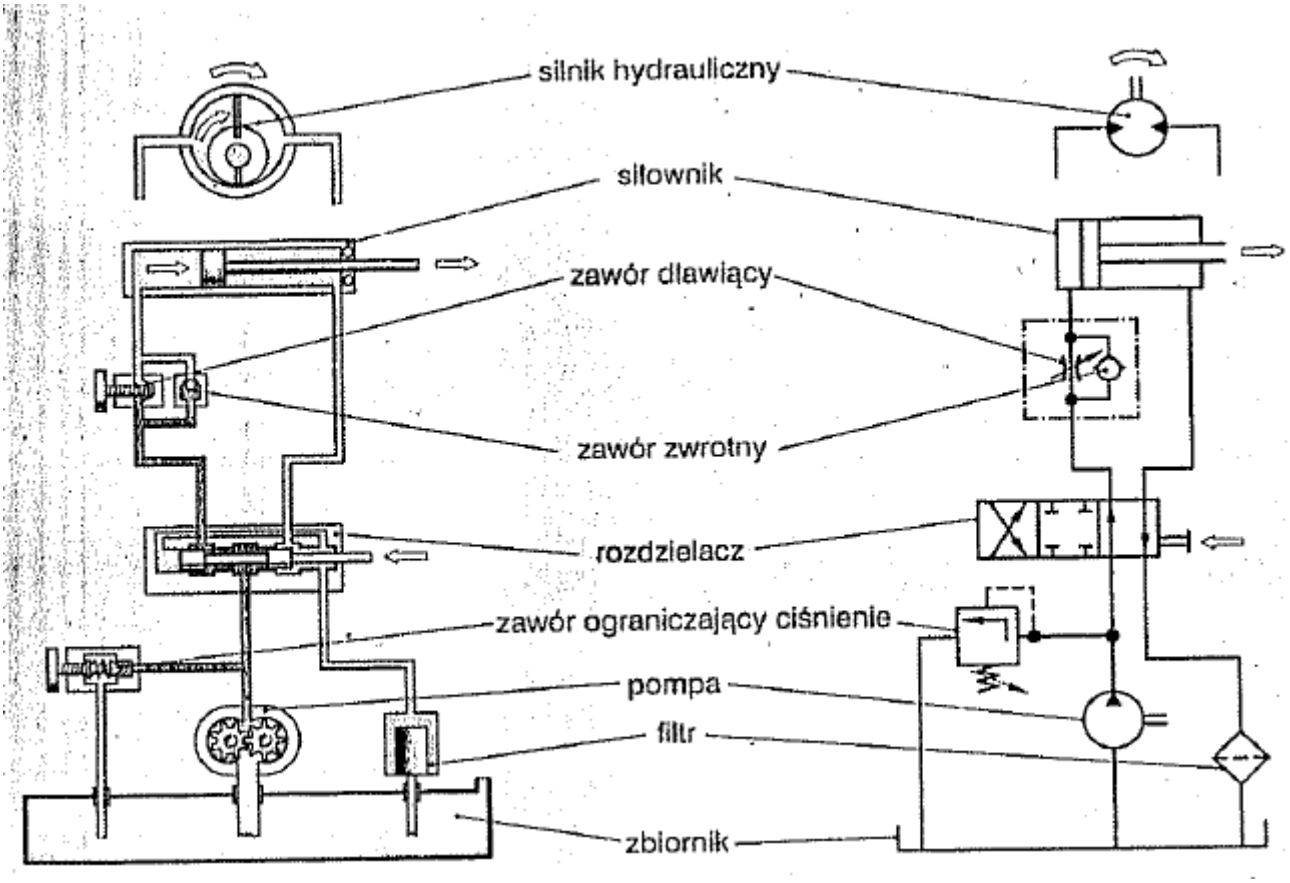
Symbole graficzne pomp hydraulicznych (tak dla przypomnienia):

Symbol graficzny	Nazwa i opis pompy	
	Pompa o stałej wydajności	o stałym kierunku tłoczenia
		o zmiennym kierunku tłoczenia
	Pompa o zmiennej wydajności	o stałym kierunku tłoczenia
		o zmiennym kierunku tłoczenia

TEMAT: RODZAJE UKŁADÓW HYDRAULICZNYCH

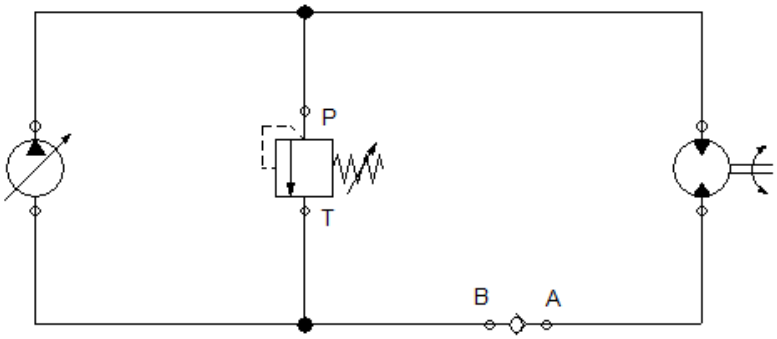
1. Układ hydrauliczny otwarty (dławieniowy)

W układzie otwartym najczęściej stosuje się pompę hydrauliczną o stałym wydatku Q (stałej wydajności). Po pełnym wysunięciu/wsunięciu tłoczyska pompa nadal pracuje z tą samą wydajnością i w dalszym ciągu tłoczy ciecz do instalacji zasilającej siłownik. W takiej sytuacji może dojść do gwałtownego wzrostu ciśnienia cieczy w układzie i uszkodzenia pompy (silnika elektrycznego pompy). Aby temu zapobiec w układzie umieszcza się zawór przelewowy ograniczający ciśnienie. Po przekroczeniu nastawionej na zaworze wartości ciśnienia cieczy w układzie, zawór ten otwiera się dzięki czemu nadmiar tłoczonej cieczy przepływa przez zawór z powrotem do zbiornika. Do zmiany prędkości ruchu tłoczyska siłownika stosuje się zawór dławiący. Sterowanie dławieniowe oznacza w tym układzie stratę energii, gdyż nadmiar cieczy tłoczonej przez pompę o stałej wydajności wraca niewykorzystany do zbiornika. Układ otwarty ma zatem niską sprawność, ale za to szybko reaguje na sygnały sterujące.



2. Układ hydrauliczny zamknięty (wyporowy)

W układzie zamkniętym na ogół stosuje się pompę hydrauliczną o zmiennym wydatku Q (zmiennej wydajności). Prędkość ruchu zasilanego aktuatora, np. silnika hydraulicznego zmieniana jest poprzez zmianę wydajności pompy i nie stosuje się wtedy zaworu dławiącego. W normalnych warunkach pracy zawór przelewowy jest zamknięty i cała tłoczona przez pompę ciecz trafia do aktuatora. Zawór przelewowy w tym układzie otwiera się tylko podczas rozruchu silnika hydraulicznego i w sytuacjach awaryjnych, np. przeciążenie silnika hydraulicznego lub jego całkowite zatrzymanie. Układ zamknięty ma zatem wysoką sprawność, ale wolniej reaguje na sygnały sterujące niż układ otwarty.



Pytanie: jaką funkcję pełni w tym układzie zawór zwrotny?

TEMAT: MONTAŻ PRZEWODÓW (WĘŻY) HYDRAULICZNYCH

Podczas montażu przewodów należy przestrzegać m.in. wskazanego przez producenta promienia gięcia (zależy od średnicy przewodu) i unikać naprężenia rozciągającego przewody. Niestosowanie się do tych zaleceń powoduje nadmierne miejscowe napieranie strugi cieczy na ścianki przewodu i obniża jego trwałość. W miejscu nadmiernego zgięcia przewodu mogą pojawić się dodatkowe opory dla przepływającej cieczy i uszkodzenia mechaniczne, a zbytnio naciągnięty przewód może zostać zerwany pod wpływem dynamicznych zmian ciśnienia cieczy nim prowadzonej.

Przewody giętkie stosowane w układach hydraulicznych posiadają zarobione (zakute) końcówki. Dlatego też przy montażu tego typu przewodów należy też dodatkowo zwrócić uwagę na dobór odpowiedniego przyłącza (proste, kolankowe itp.) do przewidywanego sposobu prowadzenia przewodu w miejscu jego instalacji.



Dla lepszego zobrazowania opisanych zaleceń, poniżej pokazano przykłady prawidłowego i błędnego montażu przewodów hydraulicznych z komentarzem (na podstawie katalogu HYDRO ZNPHS Sp. z o.o.):

<u>DŁUGOŚĆ PRZEWODU:</u>

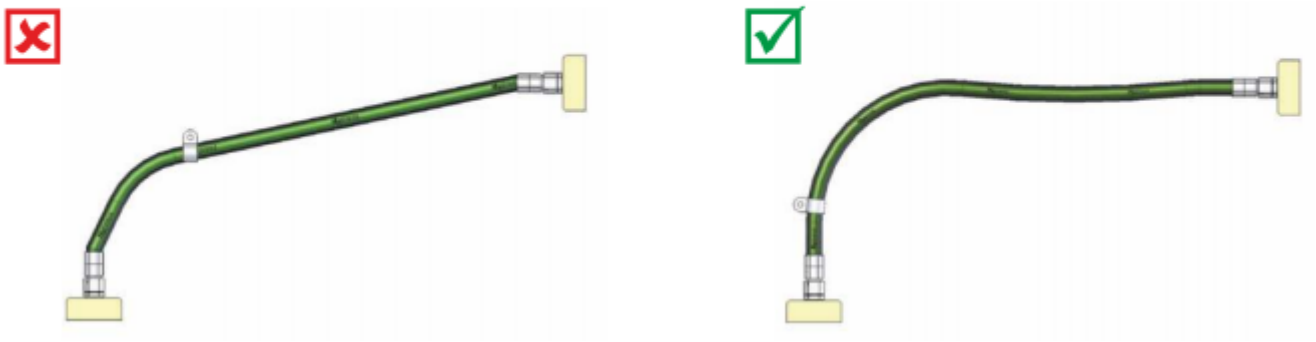
Należy zapewnić odpowiednią długość przewodu dla prawidłowego montażu. Zbyt długi przewód będzie powodować spadek ciśnienia, a zbyt krótki spowoduje naciąganie węża, a w efekcie wyrwanie go z zakucia.



Długość przewodu musi być poprawnie dobrana, aby dopasować ruch i uniknąć przegięcia poniżej dopuszczalnego promienia.

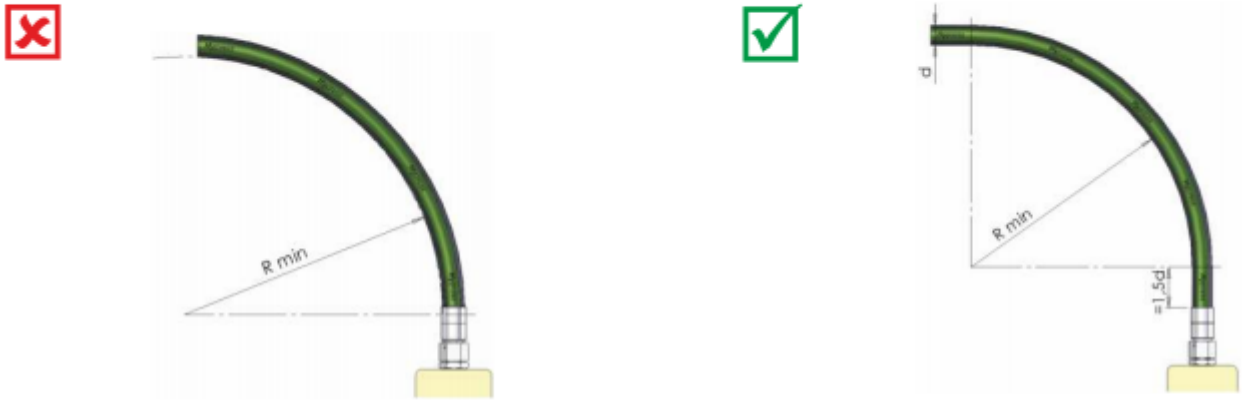


Należy rozważyć wydłużenie długości węża oraz miejsce usytuowania mocowania w celu poprawnego montażu przewodu.



MINIMALNY PROMIEŃ GIĘCIA:

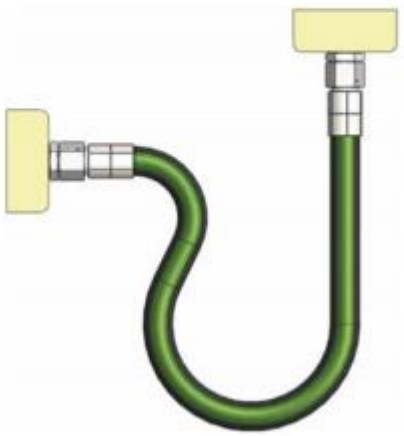
Zawsze należy brać pod uwagę rekomendowany minimalny promień gięcia. Źle dobrany wąż spowoduje skrócenie jego żywotności. Minimalna dopuszczalna długość od zakucia do początku łuku węża wynosi 1,5 razy w stosunku do zewnętrznej średnicy węża.

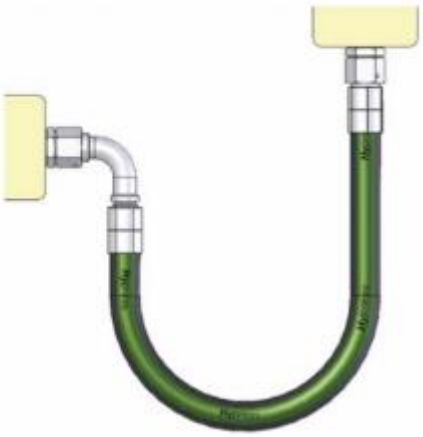


Należy stosować odpowiednie przyłącza oraz końcówki w celu uniknięcia naprężeń węża.



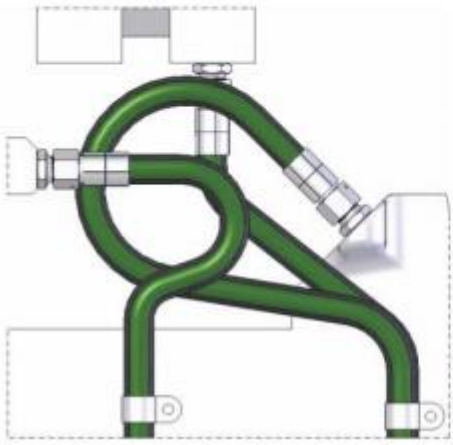
Zbyt mały promień gięcia może spowodować załamanie węża, ograniczyć, lub zatrzymać przepływ płynu, lub uszkodzić wewnętrzne wzmocnienie.

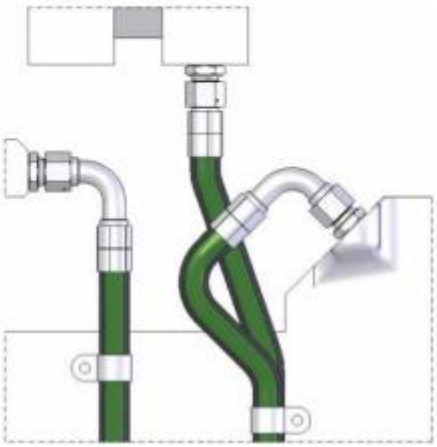




UŁOŻENIE PRZEWODU:

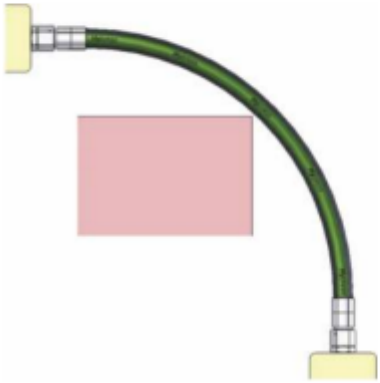
Zawsze należy rozważyć zastosowanie armatury kolankowej 90° lub 45° w celu zapobiegania plątaninie przewodów. Układ będzie łatwiejszy w serwisowaniu oraz pozwoli na szybsze sprawdzanie przecieków.

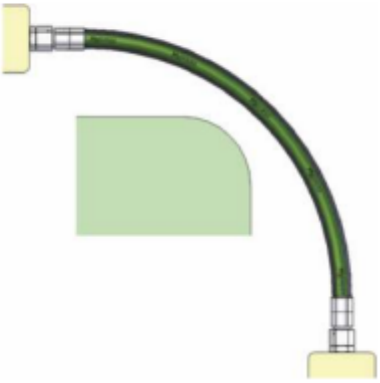




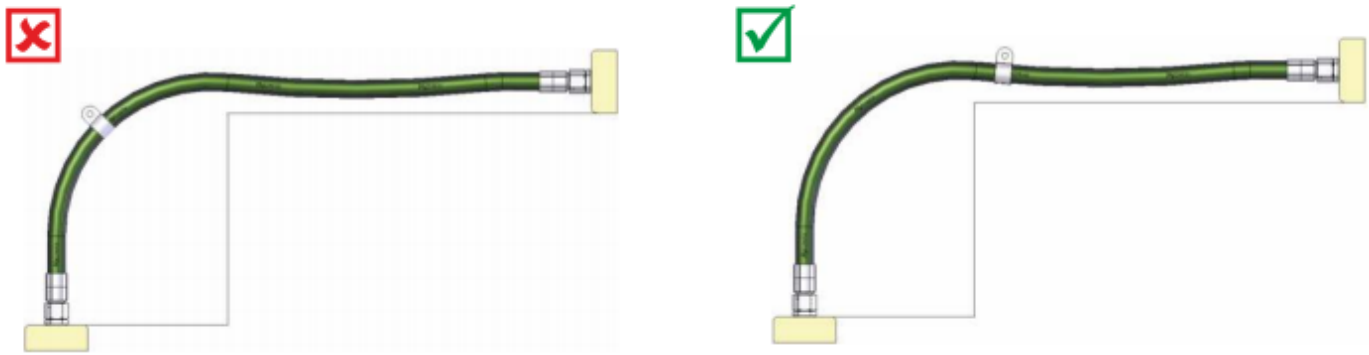
ZABEZPIECZENIE PRZEWODU:

Należy chronić przewód przed uszkodzeniem, ścieraniem, oraz unikać kontaktu z ostrymi i twardymi elementami.



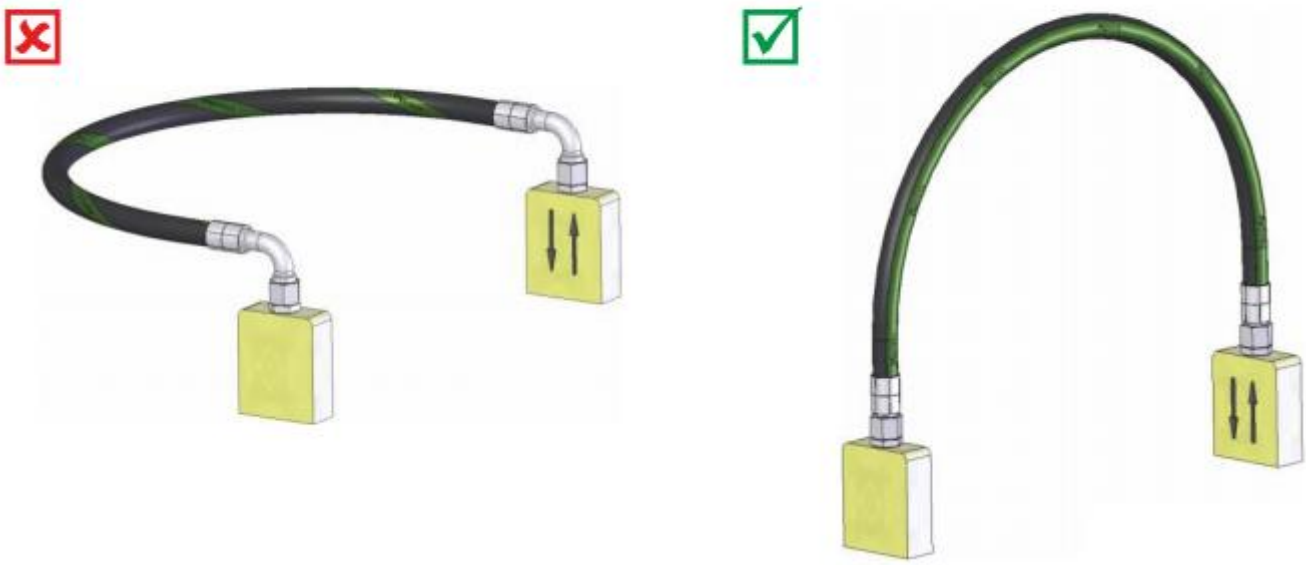


W przypadku długich odcinków przewodów należy stosować obejmy, które zamontowane w odpowiednim miejscu pozwalają na stabilizację przewodów. W przypadku pojawienia się skoków ciśnienia, nie dojdzie do szarpnięcia przewodu.



RUCH PRZEWODU PODCZAS PRACY:

Należy wziąć pod uwagę ruch pomiędzy dwiema końcówkami przewodu. Koniecznym jest unikanie skręcania: wąż musi pracować w jednej płaszczyźnie.



Opisane zasady montażu dotyczą generalnie wszystkich przewodów giętkich, nie tylko hydraulicznych. Te same zasady stosuje się również w odniesieniu do montażu **przewodów pneumatycznych.**

TEMAT: WŁASNOŚCI EKSPLOATACYJNE I OZNACZENIA CIECZY HYDRAULICZNYCH.

1. Zadania cieczy hydraulicznych:
   a) przenoszenie sił,
   b) smarowanie części zespołów układu hydraulicznego,
   c) odprowadzanie ciepła,
   d) ochrona przed korozją.

2. Najważniejszą właściwością fizyczno-chemiczną cieczy hydraulicznej jest jej lepkość. Lepkość jest miarą sił tarcia wewnątrz cieczy. W eksploatacji układów hydraulicznych kłopotliwa jest zależność lepkości od temperatury cieczy (ze wzrostem temperatury cieczy jej lepkość maleje), co wpływa np. na samoczynne zmiany ciśnienia i dławienia przepływu w układzie. Na podstawie lepkości można rozpoznać, czy dana ciecz w określonej temperaturze jest rzadka. Przy doborze cieczy do układu hydraulicznego należy określić minimalną i maksymalną dopuszczalną lepkość cieczy. Zbyt gęsta ciecz oznacza powoduje duże tarcie i straty przepływu, a zatem wolną pracę układu i gorszą sprawność. Natomiast zbyt rzadka ciecz powoduje poślizg, przecieki i zmniejsza grubość warstwy smarującej części układu hydraulicznego przez co wzrasta zużycie tych części.

   Idealnie byłoby, gdyby ciecze hydrauliczne miały stałą lepkość, niezależnie od temperatury. Jak jednak wspomniano, wzrost temperatury powoduje zmniejszenie lepkości (zwróć uwagę jak wygląda olej w butelce, a jak na rozgrzanej patelni). Jako wskaźnik zależności między lepkością a temperaturą jest używany **współczynnik lepkości**. Im większa jest wartość współczynnika lepkości dla danej cieczy, tym mniej zmienia się lepkość cieczy przy zmianach temperatury.

3. Żadna ciecz nie spełnia jednocześnie wszystkich wymogów wynikających z warunków pracy układu hydraulicznego. Najczęściej jako ciecze w układach hydraulicznych stosuje się oleje mineralne, których właściwości można kształtować w zależności od konkretnego przeznaczenia przez odpowiednie dodatki. Ponadto wyróżnia się grupę cieczy biodegradowalnych oraz trudnopalnych. Każdy rodzaj cieczy posiada swoje oznaczenie literowe. Niestety czasami oznaczenia tej samej cieczy są inne dla normy DIN i inne dla normy ISO.

4. Oznaczenia i właściwości cieczy hydraulicznych

   a) oleje mineralne
      - **HH (lub H)**: oleje mineralne nieuszlachetnione (czyste oleje bazowe), ciecze typu HH są czystymi olejami mineralnymi, które spełniają właściwie podstawową rolę płynów hydraulicznych, to jest przekazywanie energii, ale nie zapewniają ochrony, smarowania, itd.
      - **HL**: oleje mineralne, posiadające specjalne właściwości przeciwutleniające i antykorozyjne,
      - **HR**: ciecze typu HL, posiadające polepszone właściwości lepkościowo-temperaturowe,
      - **HM (lub HLP)**: ciecze typu HL, posiadające specjalne właściwości przeciwzużyciowe,
      - **HV (lub HVLP)**: ciecze typu HM, posiadające polepszone właściwości lepkościowo-temperaturowe,
      - **HS**: oleje syntetyczne, dla których nie jest wymagana trudnopalność,
      - **HG**: ciecze typu HM, przeznaczone do układów hydraulicznych i prowadnic obrabiarek, posiadające właściwości anty stick-slip (zlepienie-poślizg).

   Oznaczenia w nawiasie to oznaczenia według normy DIN, a przed nawiasem według normy ISO.

Porównanie właściwości poszczególnych olei mineralnych:

Dodatki	Rodzaj oleju					
	HH (H)	HL	HR	HM (HLP)	HV (HVLP)	HG
Przeciwutleniające (przeciwstarzeniowe)		Tak	Tak	Tak	Tak	Tak
Antykorozyjne		Tak	Tak	Tak	Tak	Tak
Przeciwzużyciowe				Tak	Tak	Tak
Zwiększające wskaźnik lepkości			Tak		Tak	
O szczególnych właściwościach smarujących						Tak

b) ciecze trudnopalne i niepalne (stosuje się je tam, gdzie trudne warunki pracy mogłyby doprowadzić do zapłonu oleju np. podczas pęknięcia przewodu hydraulicznego; w takich przypadkach należy stosować trudnopalne ciecze hydrauliczne, stworzone specjalnie na potrzeby przemysłu górniczego, metalurgicznego i energetycznego):

- **HFA** – emulsje typu olej w wodzie (olejowo-wodne) o maksymalnej zawartości części palnych 20% (czyli woda to co najmniej 80%), przeznaczone do pracy w temperaturze od +5 do +50 °C (tanie i bezpieczne dla środowiska, ale o niskiej lepkości, wrażliwe na mróz, tylko do zastosowań w układach o niskim ciśnieniu),
- **HFB** – emulsje typu woda w oleju (wodno-olejowe) o maksymalnej zawartości części palnych 60%, przeznaczone do pracy w temperaturze od +5 do +60 °C,
- **HFC** – wodne roztwory polimerów o zawartości wody co najmniej 35%, przeznaczone do pracy w temperaturze od -20 do +70 °C,
- **HFD** – ciecze bezwodne, przeznaczone do pracy w temperaturze od -20 do +150 °C (dobrze chroniące przed zużyciem, ale drogie i o dużej zależności lepkości od temperatury),

c) ciecze biodegradowalne (powstają na bazie olejów roślinnych, estrów syntetycznych, poliglifakoli oraz podobnych produktów węglowodorowych; produkty biodegradowalne stosuje się wszędzie tam gdzie może dojść do skażenia środowiska np. akweny wodne, parki narodowe, rezerwaty):

- **HPG** – sztuczne z poliglikolem, bezwodne o właściwościach podobnych do olei mineralnych, ale nie łączą się z olejami mineralnymi,
- **HTG** – na bazie olei roślinnych (np. oleju rzepakowego), nierozpuszczalne w wodzie, dobrze się rozkładają biologicznie, łączą się z olejami mineralnymi, ale mają ograniczony zakres temperatury pracy i małą odporność na starzenie,
- **HT** – sztuczne estry syntetyczne, nierozpuszczalne w wodzie, najlepiej się rozkładają biologicznie, właściwości podobne do olei mineralnych.

Do oznaczeń literowych dodaje się oznaczenie liczbowe, które określa średnią lepkość kinematyczną przy 40°C, np.:
HYDROL L-HL **150**
HYDROL PREMIUM L-HV **15**
HYDROL L-HM/HLP **46**