www.motorowodniak.com

SILNIK

Silnik jest maszyną energetyczną służącą do zamiany jakiegokolwiek innego rodzaju energii na pracę mechaniczną. W zależności od tego, jaki rodzaj energii podlega zamianie na pracę, rozróżnia się silniki cieplne, wodne, elektryczne itp.

www.motorowodniak.com

PODZIAŁ SILNIKÓW

Ze względu na rodzaj paliwa:

- silniki benzynowe z zapłonem iskrowym,
- silniki Diesla (na olej napędowy),
- silniki elektryczne.

Ze względu na liczbę cykli pracy:

- silniki dwusuwowe,
- silniki czterosuwowe.

Ze względu na konstrukcje:

- silniki stacjonarne,
- silniki przyczepne

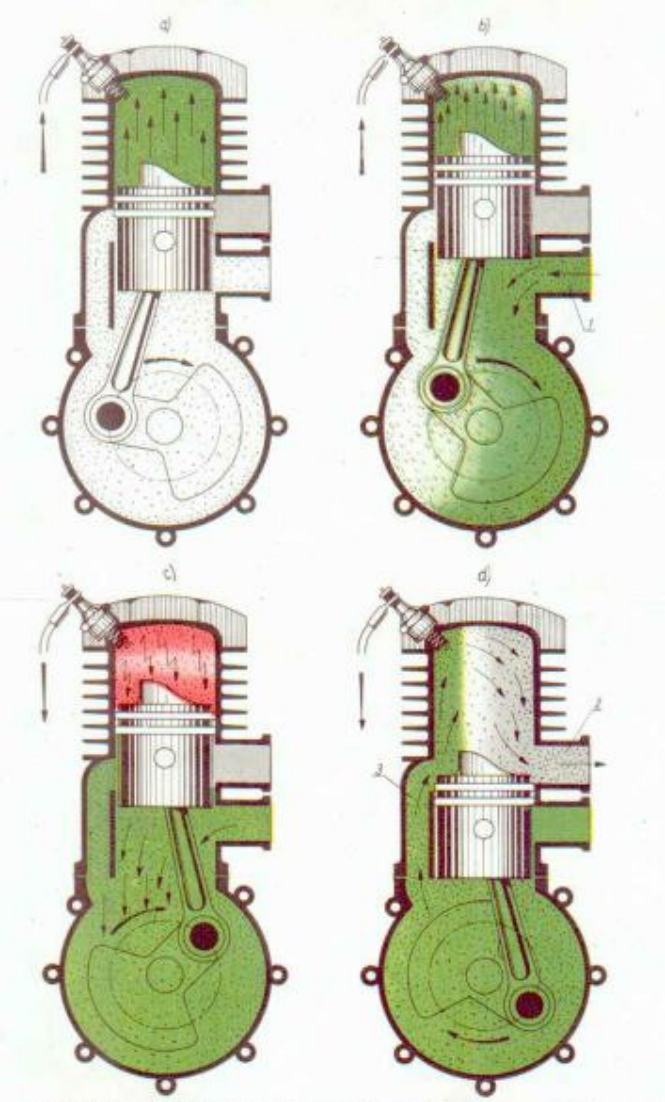
www.motorowodniak.com

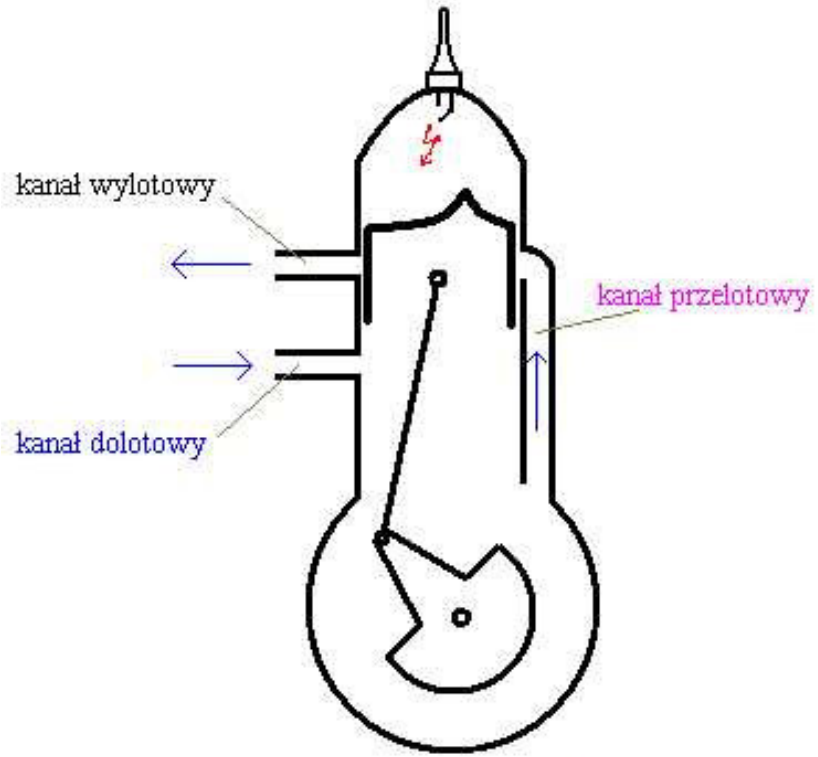
SILNIK BENZYNOWY DWUSUWOWY

- Spalanie mieszanki paliwowo-powietrznej następuje, w co drugim suwie tłoka
- Smarowanie mieszankowe – za pomocą przepłukiwania silnika
- Zapłon iskrowy

www.motorowodniak.com

SILNIK BENZYNOWY DWUSUWOWY





Schemat silnika dwusuwowego

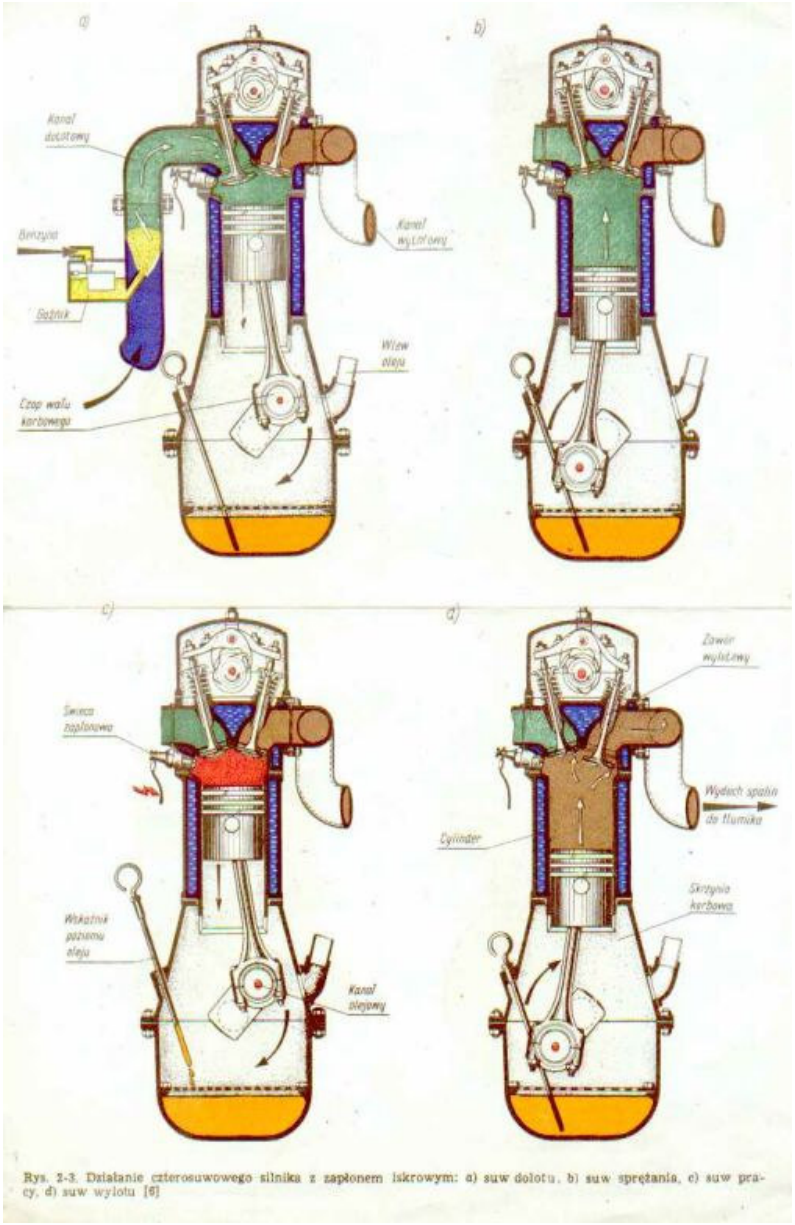
www.motorowodniak.com

SILNIK BENZYNOWY CZTEROSUWOWY

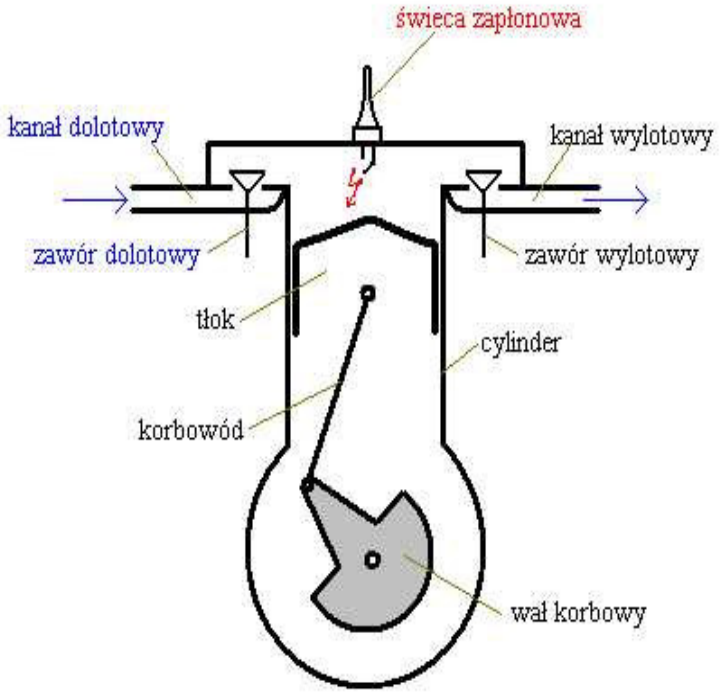
- Spalanie mieszanki paliwowo-powietrznej następuje, w co czwartym suwie tłoka
- Osobny układ smarowania
- Zapłon iskrowy

www.motorowodniak.com

SILNIK BENZYNOWY CZTEROSUWOWY



Rys. 2-3. Działanie czterosuwowego silnika z zapłonem iskrowym: a) suw dolotu, b) suw sprężania, c) suw pracy, d) suw wylotu [6]



Schemat silnika czterosuwowego

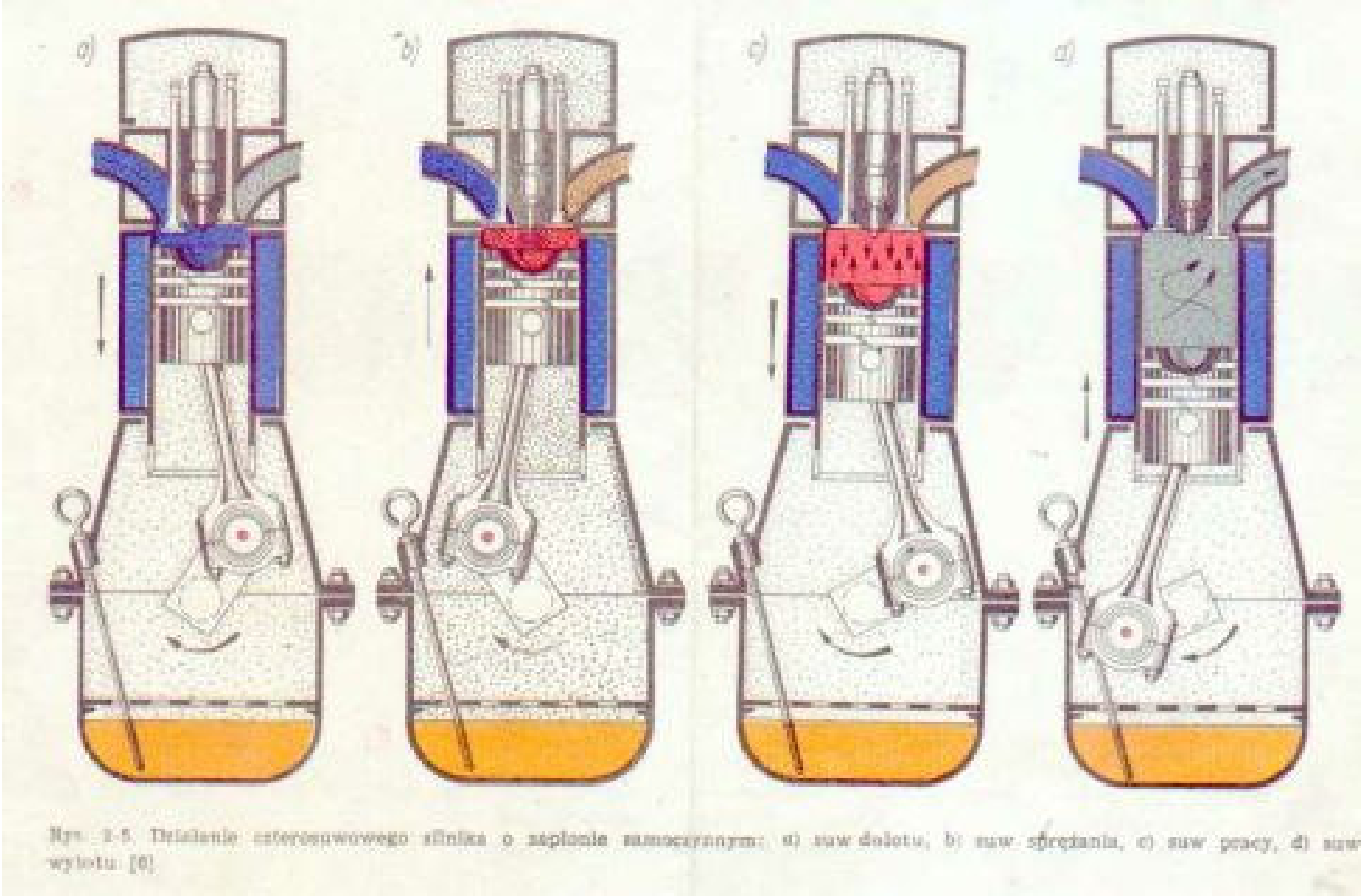
www.motorowodniak.com

SILNIK CZTEROSUWOWY WYSOKOPRĘŻNY

- Spalanie mieszanki następuje, w co czwartym suwie tłoka
- Olej napędowy jest wtryskiwany do cylindra przez wtryskiwacz
- Zapłon mieszanki następuje samoczynnie pod wpływem temperatury i ciśnienia (samozapłon)
- Osobny układ smarowania

www.motorowodniak.com

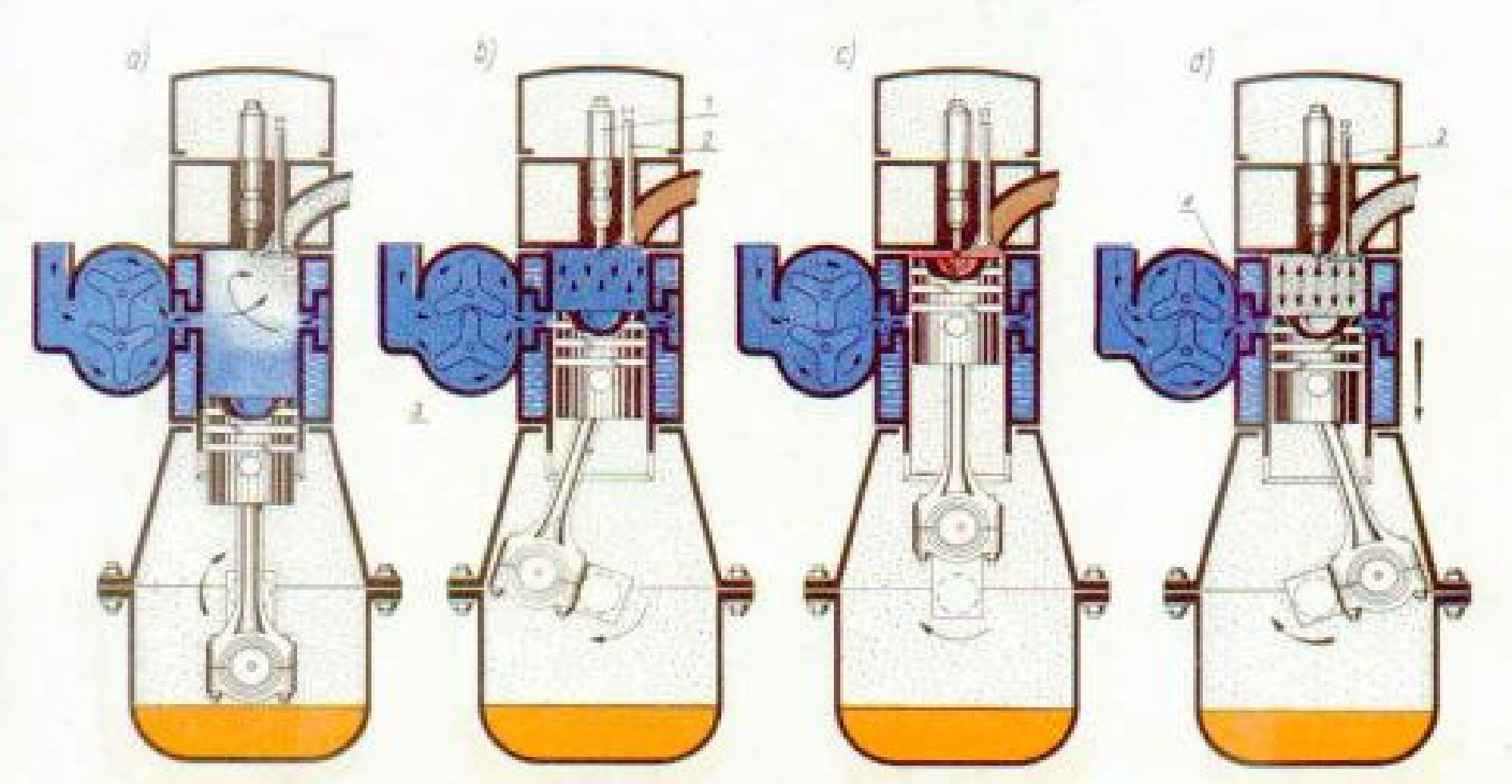
SILNIK CZTEROSUWOWY WYSOKOPRĘŻNY



Rys. 1-5. Działanie czterosuwowego silnika o zapłonie samoczynnym: a) suw dolotu, b) suw sprężania, c) suw pracy, d) suw wylotu. [6]

www.motorowodniak.com

SILNIK DWUSUWOWY WYSOKOPRĘŻNY



www.motorowodniak.com

MECHANIZMY I UKŁADY SILNIKÓW

- **układ korbowy** – ma za zadanie zmieniać posuwisto-zwrotny ruch tłoka w cylindrze na ruch obrotowy wału korbowego;
- **układ rozrządu** - steruje procesem napełniania cylindrów świeżą mieszanką paliwowo-powietrzną bądź samym powietrzem oraz opróżnianiem cylindrów ze spalin;
- **układ zasilania** - dostarcza do cylindra mieszankę paliwa i powietrza lub oddzielnie paliwo i powietrze;
- **układ smarowania** - doprowadza olej między współpracujące ze sobą części silnika, w celu zmniejszenia oporów i tarcia;

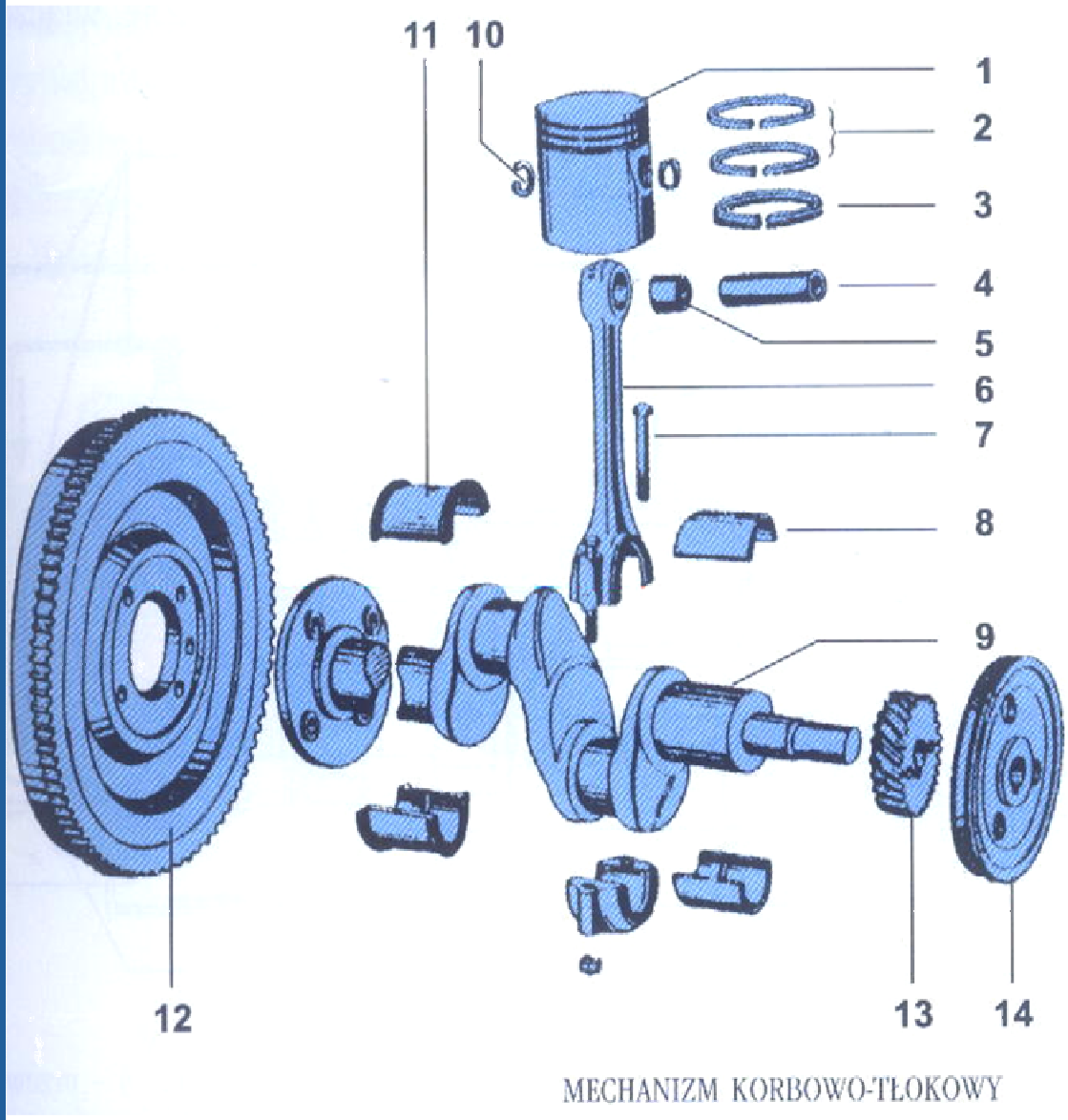
www.motorowodniak.com

MECHANIZMY I UKŁADY SILNIKÓW

- **układ chłodzenia** - ma za zadanie utrzymać optymalną temperaturę silnika umożliwiającą najekonomiczniejszą jego pracę;
- **układ zapłonowy** (występuje tylko w silnikach z zapłonem iskrowym) - wywołuje zapłon mieszanki, w jego skład wchodzą urządzenia wywołujące iskrę zapłonową;
- **układ rozruchowy** - służy do uruchamiania silnika (rozrusznik elektryczny lub „szarpaczka”);
- u**kład wydechowy**

www.motorowodniak.com

UKŁAD KORBOWO – TŁOKOWY

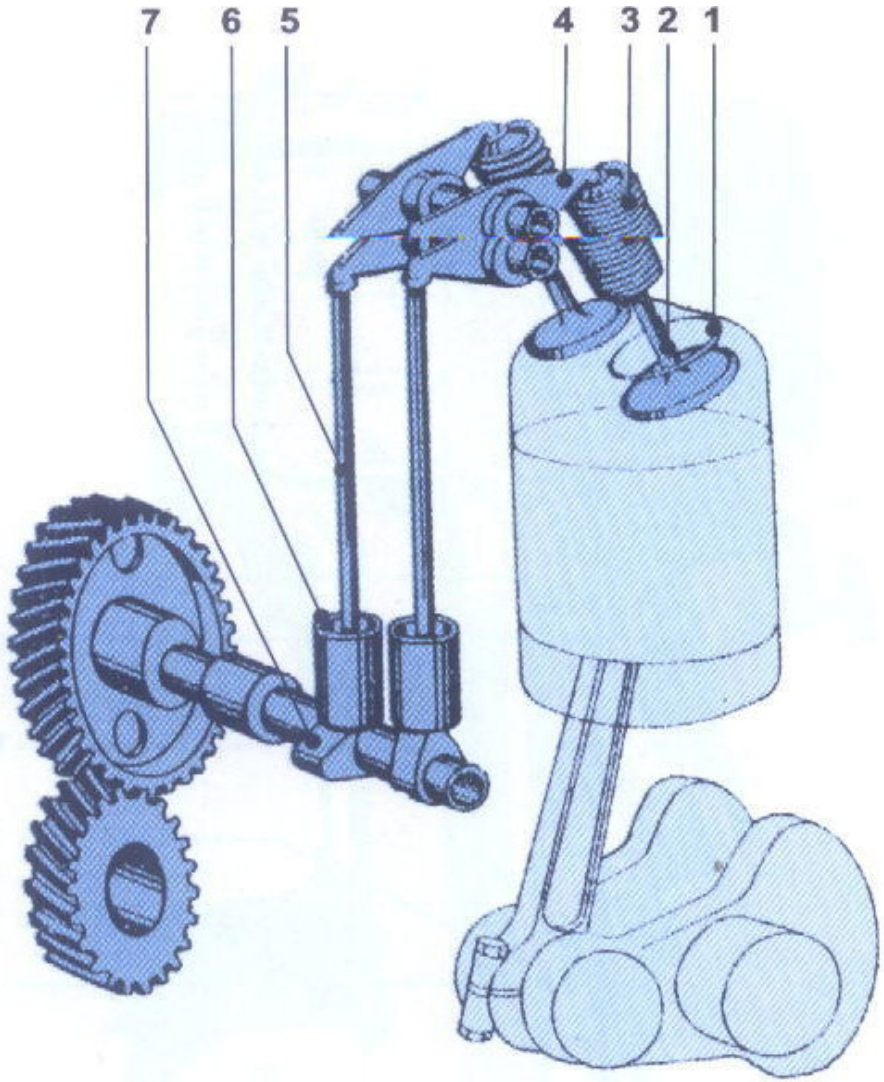


MECHANIZM KORBOWO-TŁOKOWY

1. Tłok
2. Pierścienie uszczelniające
3. Pierścień zgarniający
4. Sworzeń tłokowy
5. Tulejka korbowodowa
6. Korbowód
7. Śruba łba korbowodu
8. Panewki łożysk korbowodowych
9. Wał korbowy
10. Pierścień zabezpieczający
11. Panewki łożysk głównych
12. Koło zamachowe
13. Koło napędowe mechanizmu rozrządu
14. Koło pasowe prądnicy pompy wodnej

www.motorowodniak.com

UKŁAD ROZRZĄDU

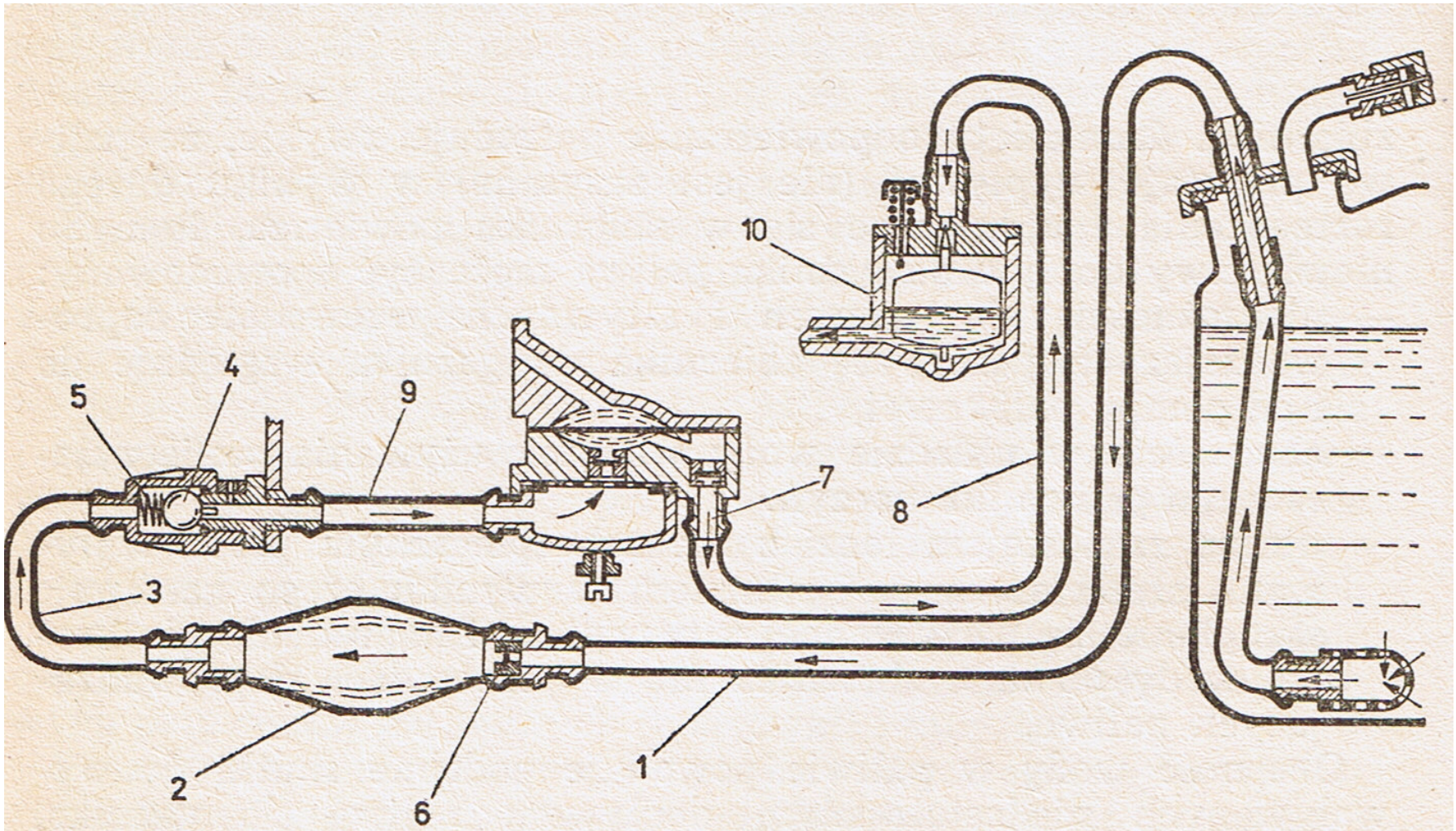


UKŁAD ROZRZĄDU

1. Gniazdo zaworu
2. Zawór
3. Sprężyna
4. Dźwigienka
5. Drążek popychacza
6. Popychacz
7. Krzywka

www.motorowodniak.com

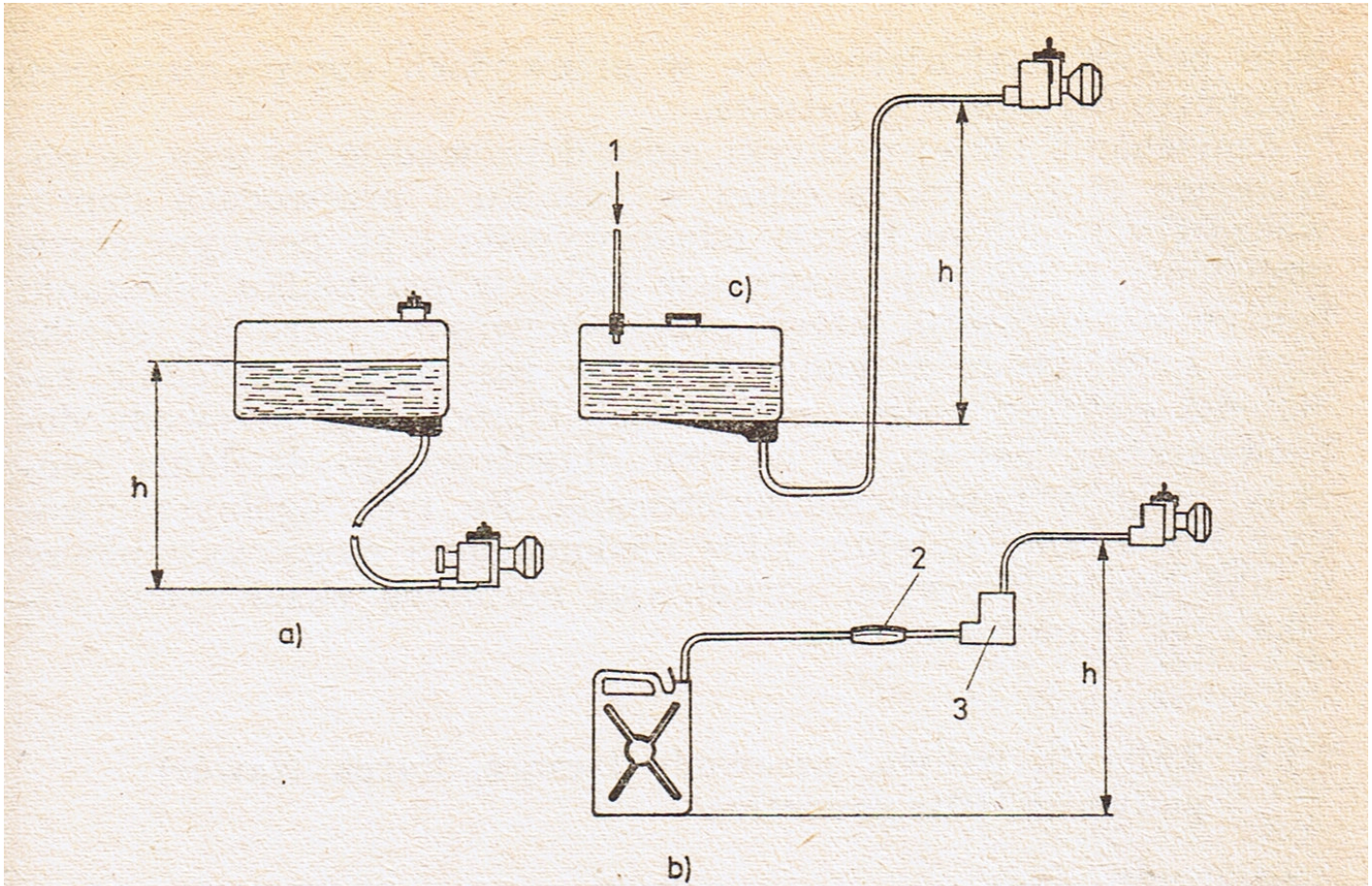
UKŁAD PALIWOWY – SILNIK BENZYNOWY



Rys. 105. Układ paliwowy silnika Neptun 23: *1, 3, 8, 9* — przewody paliwowe, *2* — pompka ręczna, *4* — kulka zaworu, *5* — sprężyna zaworu kulkowego, *6* — zawory, *7* — wylot paliwa z pompy paliwowej, *10* — gaźnik

www.motorowodniak.com

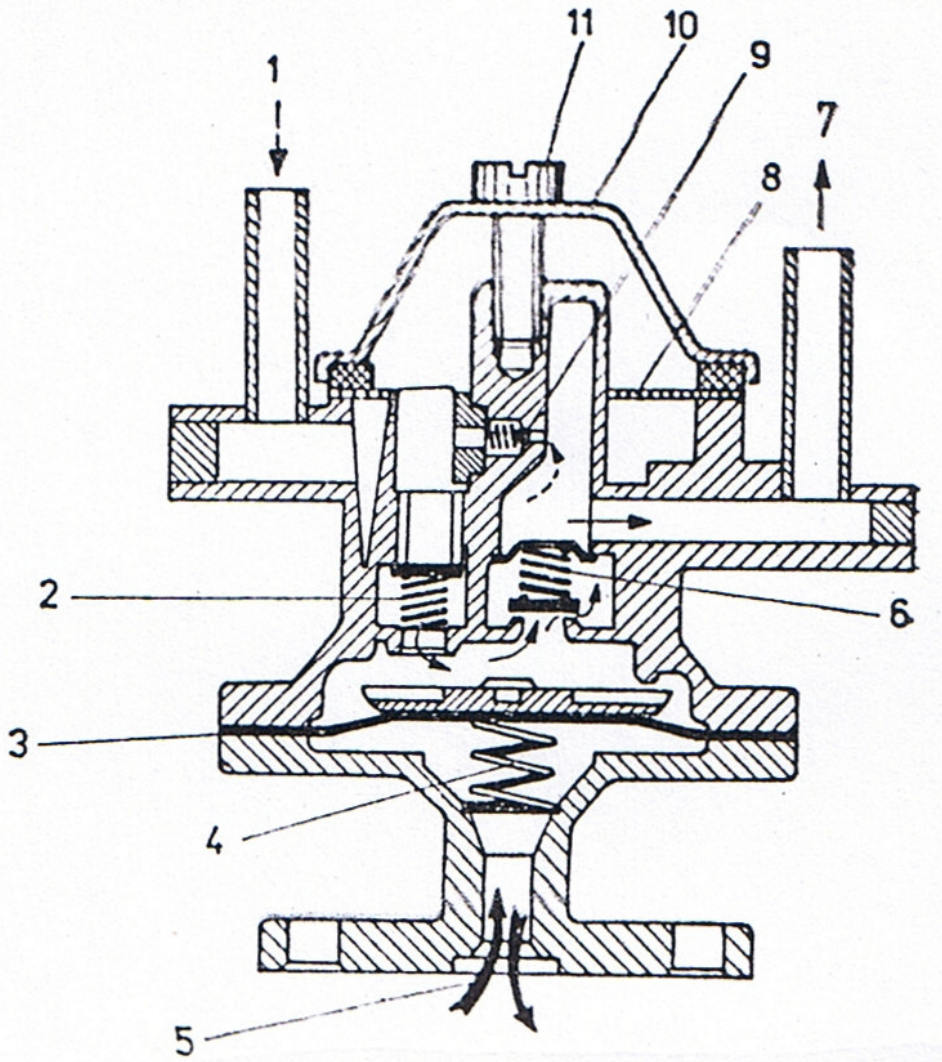
UKŁAD PALIWOWY – SILNIK BENZYNOWY



Rys. 104. Systemy paliwowe silnika: *a* — zasilanie opadowe, *b* — zasilanie za pomocą pompy paliwowej, *c* — zasilanie ciśnieniowe, *h* — różnica poziomów, *1* — wlot sprężonej wstępnie mieszanki, *2* — pompka ręczna, *3* — pompa paliwowa

www.motorowodniak.com

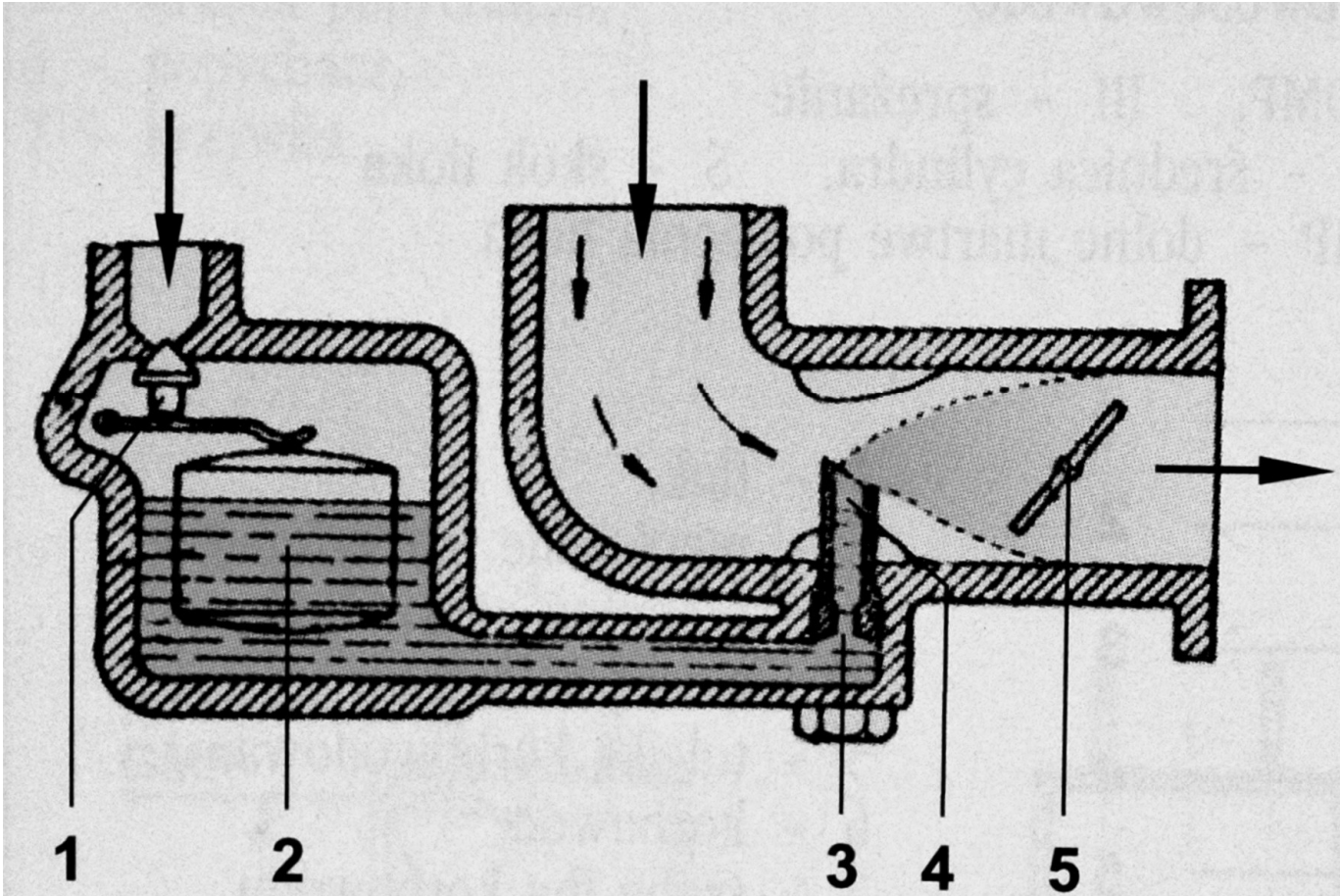
POMPA PALIWOWA



Rys. 109. Schemat pompy paliwowej: *1* — wlot paliwa, *2* — zaworek wlotowy, *3* — przepona (membrana) w pozycji istnienia nadciśnienia w komorze korbowej silnika, *4* — sprężyna przepony, *5* — połączenie z komorą korbową silnika (występuje na przemian podciśnienie i nadciśnienie), *6* — zaworek wylotowy, *7* — wylot paliwa, *8* — siatka filtru paliwowego, *9* — zawór nadmiarowy, działający przy nadciśnieniu w przewodzie wylotowym, *10* — pokrywa pompy paliwowej, *11* — wkręt pokrywy

www.motorowodniak.com

GAŹNIK

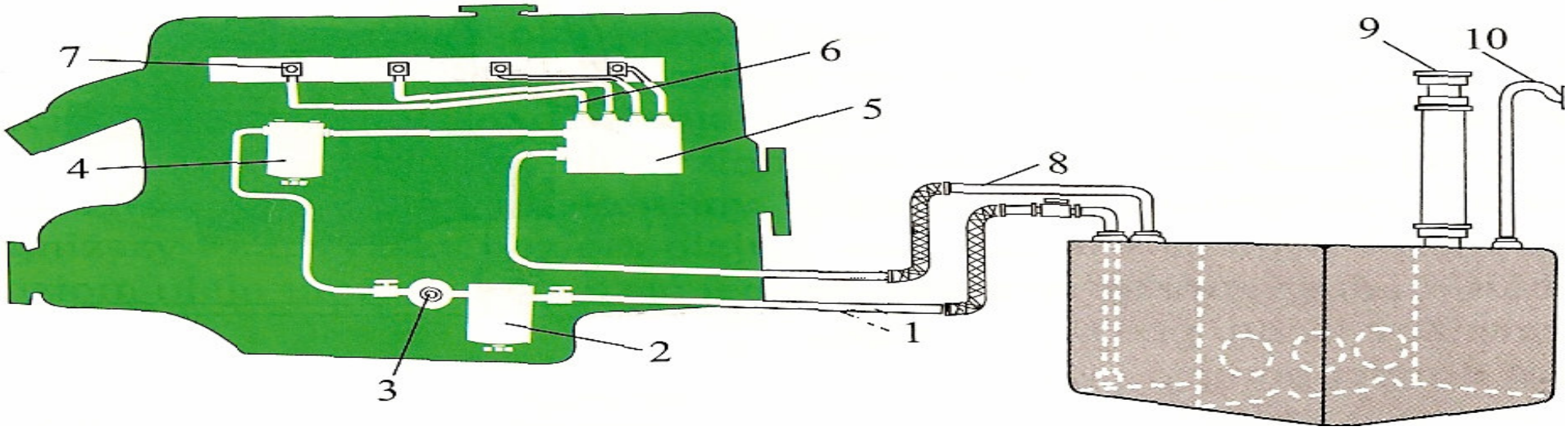


GAŹNIK ELEMENTARNY

1 – zawór paliwa, 2 – pływak, 3 – dysza główna, 4 – rozpylacz, 5 – przepustnica

www.motorowodniak.com

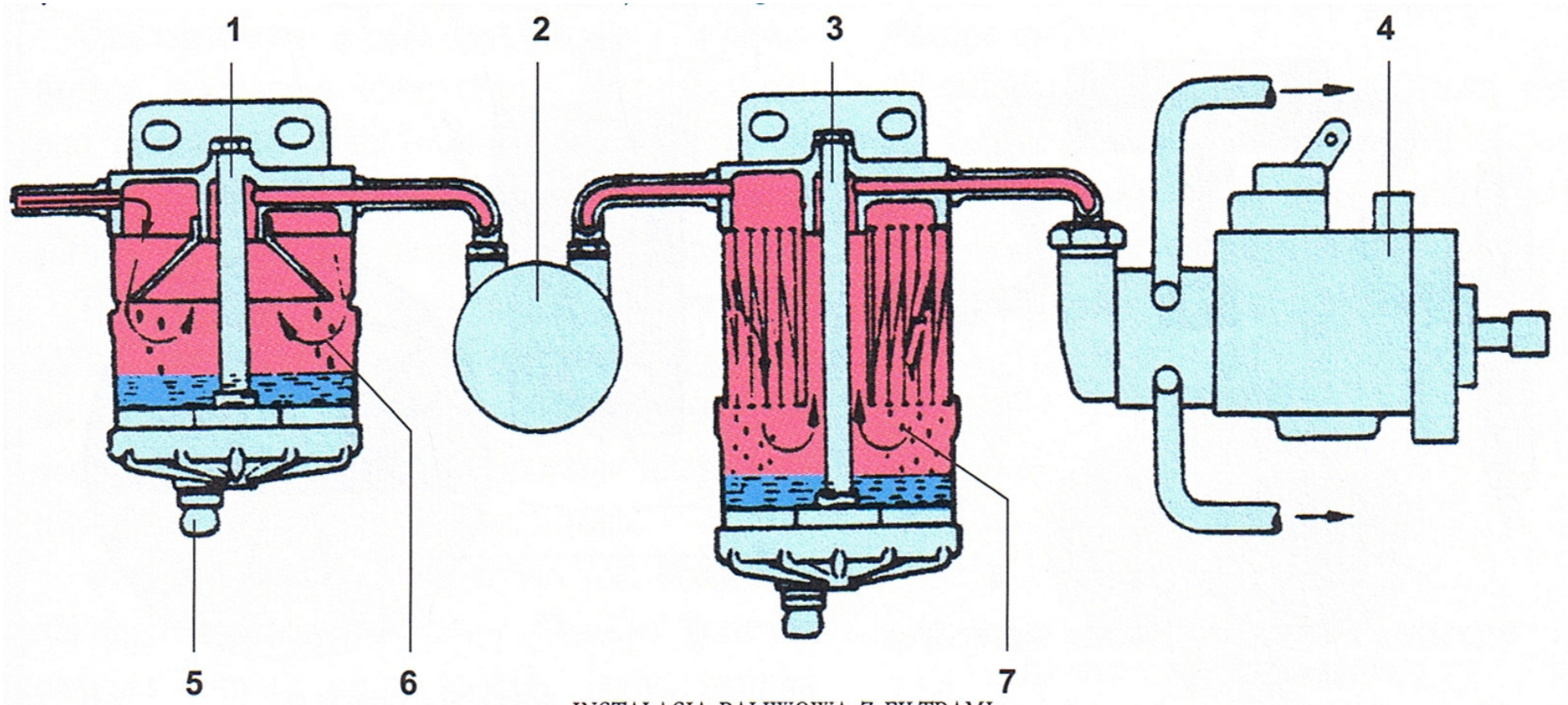
UKŁAD ZASILANIA – SILNIKI DIESEL



Na przewodzie zasilającym (1), łączącym pompę ze zbiornikiem paliwa znajduje się filtr wstępnego oczyszczania ***separator*** (2), dalej pompa ssąco - tłocząca (3), która podaje paliwo poprzez filtr dokładnego oczyszczania ***aglomerator*** (4) do pompy wtryskowej (5). Pompa wtryskowa pod dużym ciśnieniem tłoczy dawkę paliwa za pomocą przewodów wysokiego ciśnienia (6) do wtryskiwaczy (7). Nadmiar podanego paliwa wraca przewodem przelewowym (8) do zbiornika. Zbiornik paliwa posiada wlew (9) na pokładzie oraz odpowietrzenie (10).

www.motorowodniak.com

INSTALACJA PALIWOWA Z FILTRAMI

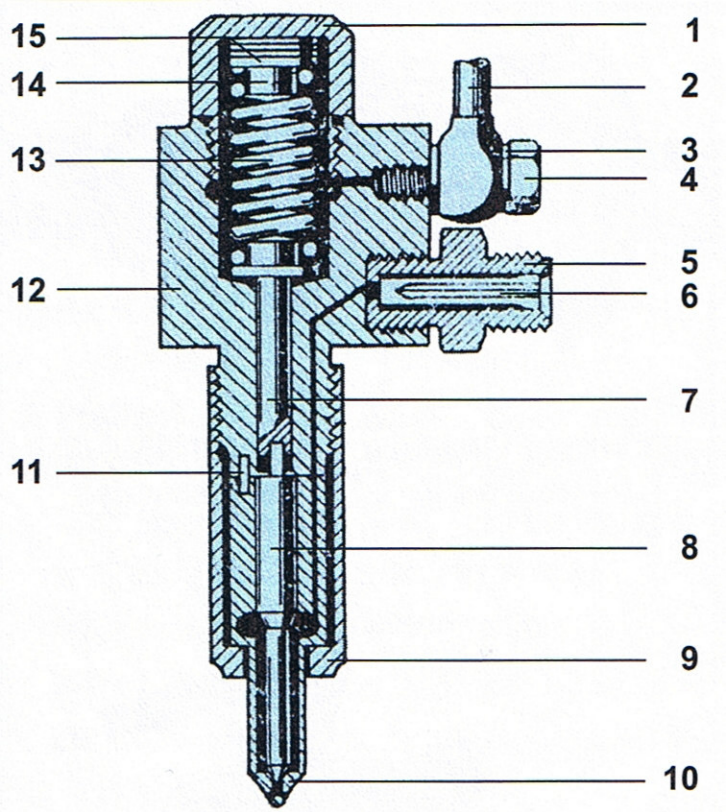


INSTALACJA PALIWOWA Z FILTRAMI

1 – separator (filtr osadnikowy), 2 – pompa paliwowa, 3 – aglomerator, 4 – pompa wtryskowa, 5 – korek spustowy, 6 – duże krople wody, 7 – drobne krople wody

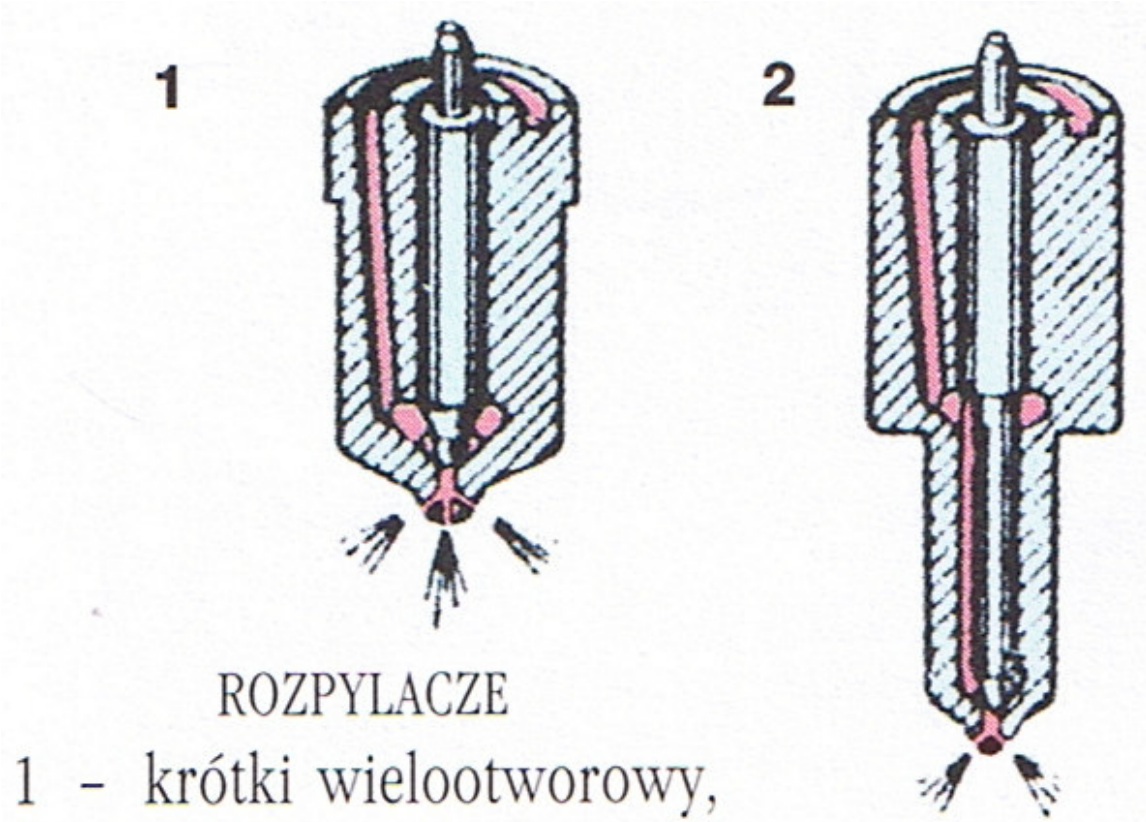
www.motorowodniak.com

WTRYSKIWACZ



WTRYSKIWACZ

1 - kołpak, 2 - przewód paliwowy, 3 - uszczelka, 4 - śruba przewodu przelewowego, 5 - króciec, 6 - filtr, 7 - drążek wtryskiwacza, 8 - iglica, 9 - nakrętka rozpylacza, 10 - korpus rozpylacza, 11 - kołek ustalający, 12 - korpus, 13 - sprężyna, 14 - talerzyk sprężyny, 15 - podkładka regulacyjna

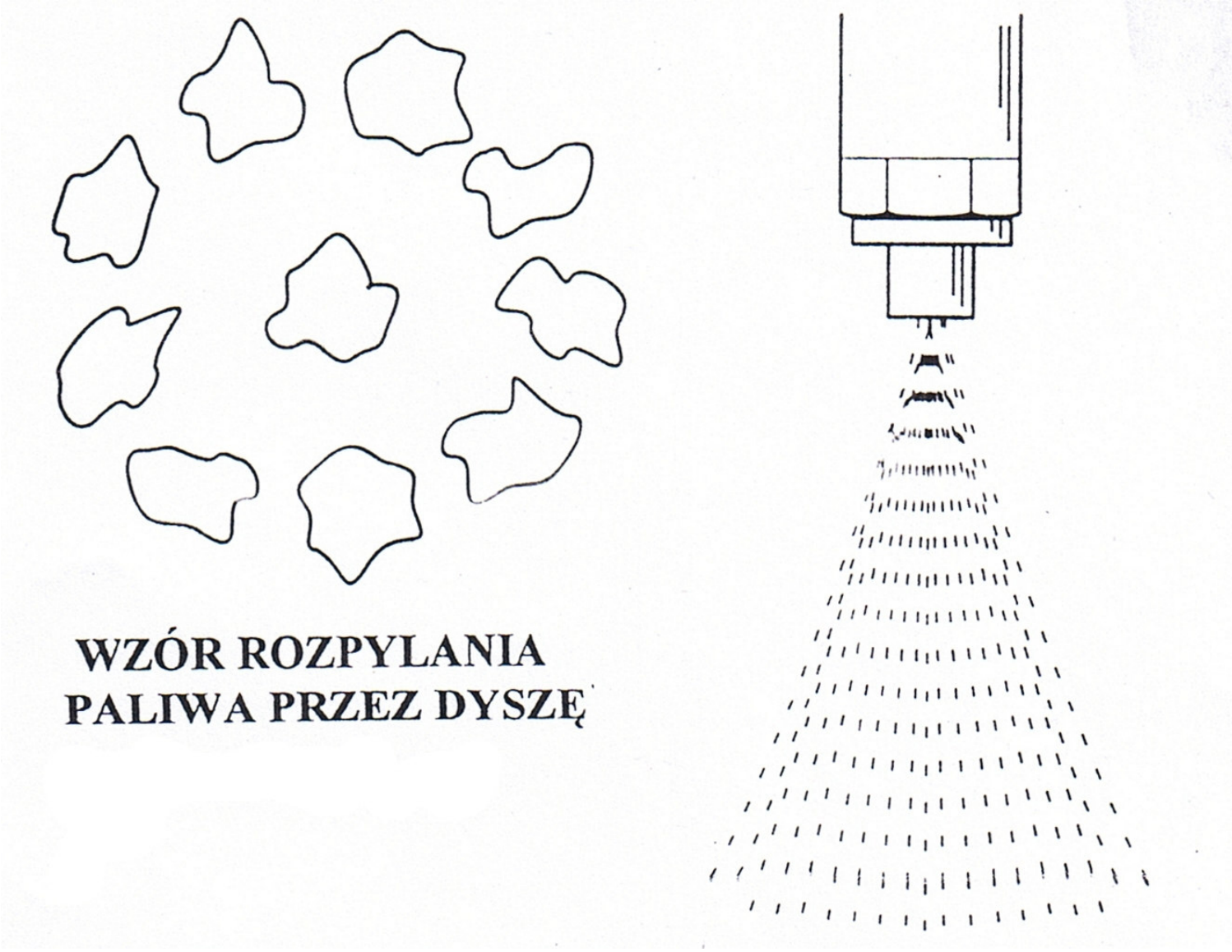


ROZPYLACZE

1 - krótki wielootworowy,
2 - wydłużony wielootworowy

www.motorowodniak.com

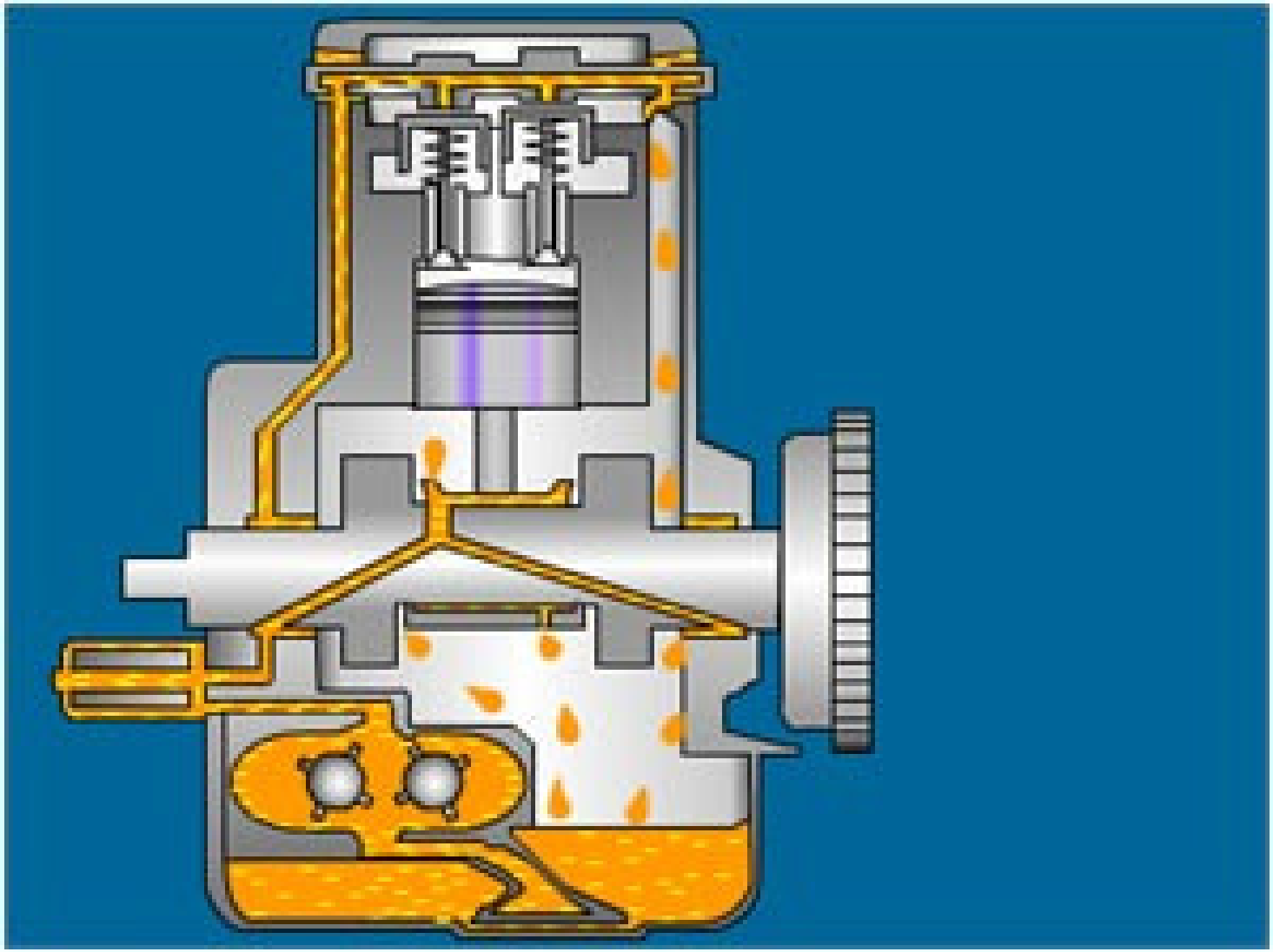
WTRYSKIWACZ



WZÓR ROZPYLANIA
PALIWA PRZEZ DYSZĘ

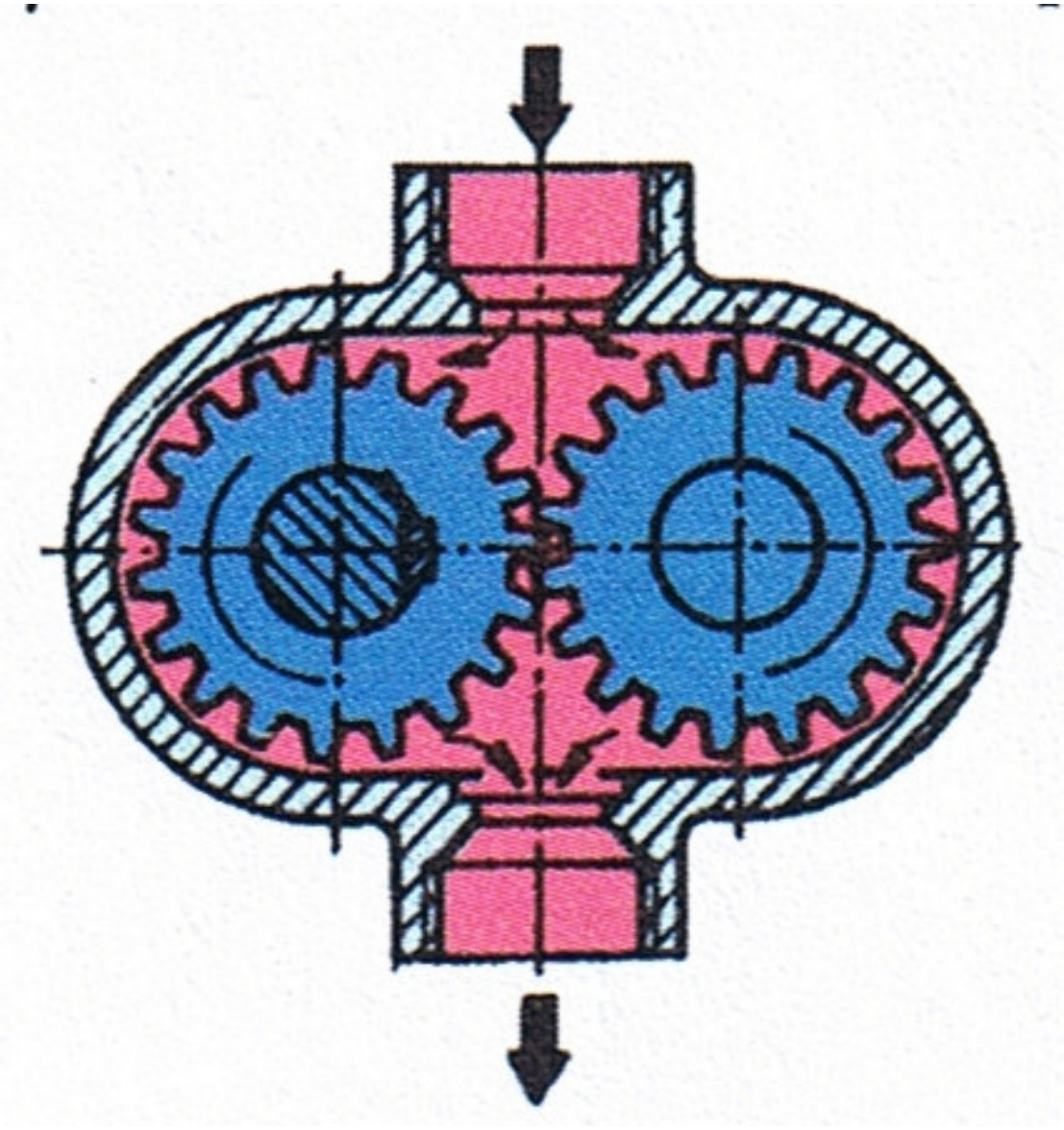
www.motorowodniak.com

UKŁAD SMAROWANIA SILNIKA CZTEROSUWOWEGO



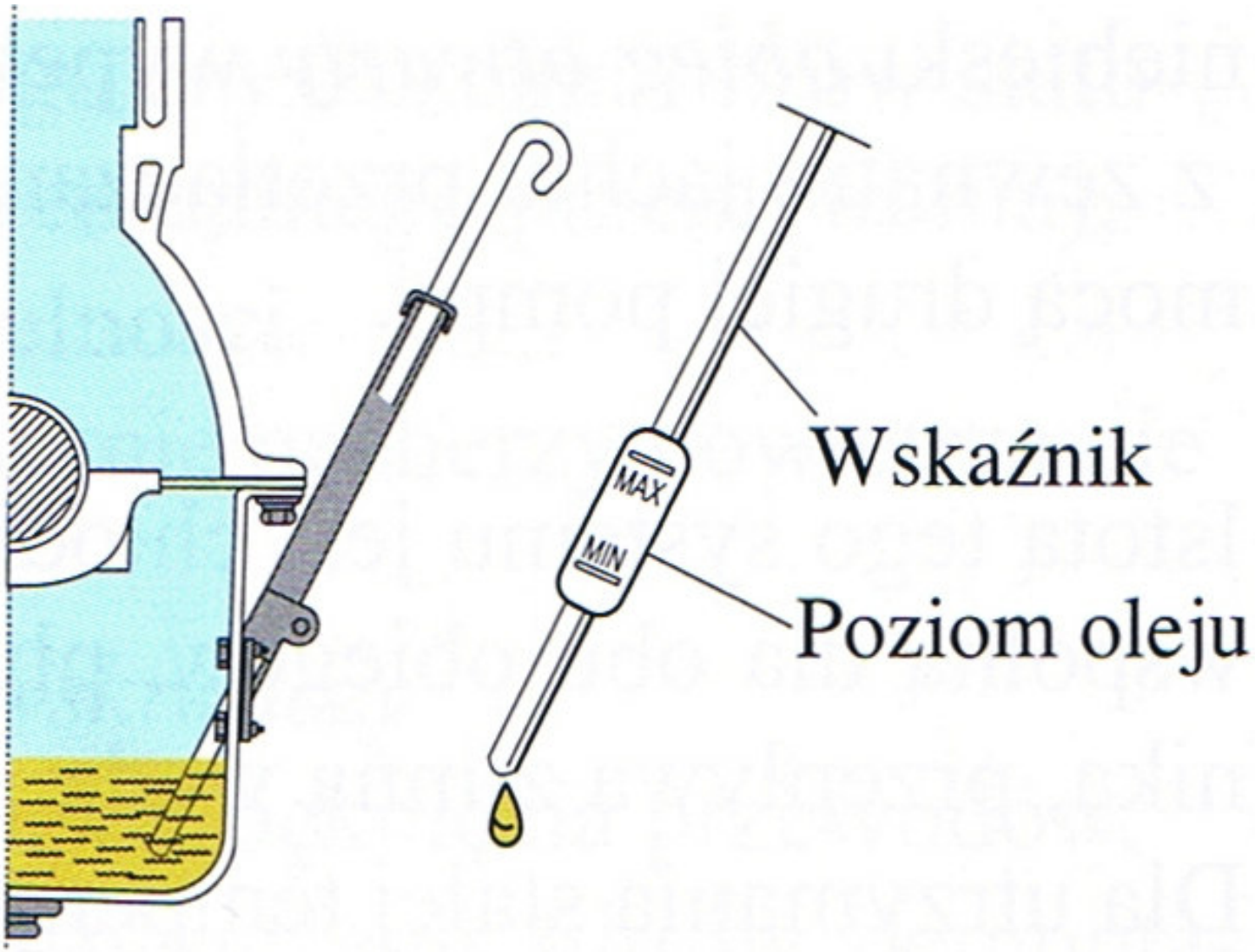
www.motorowodniak.com

POMPA OLEJOWA ZĘBATA



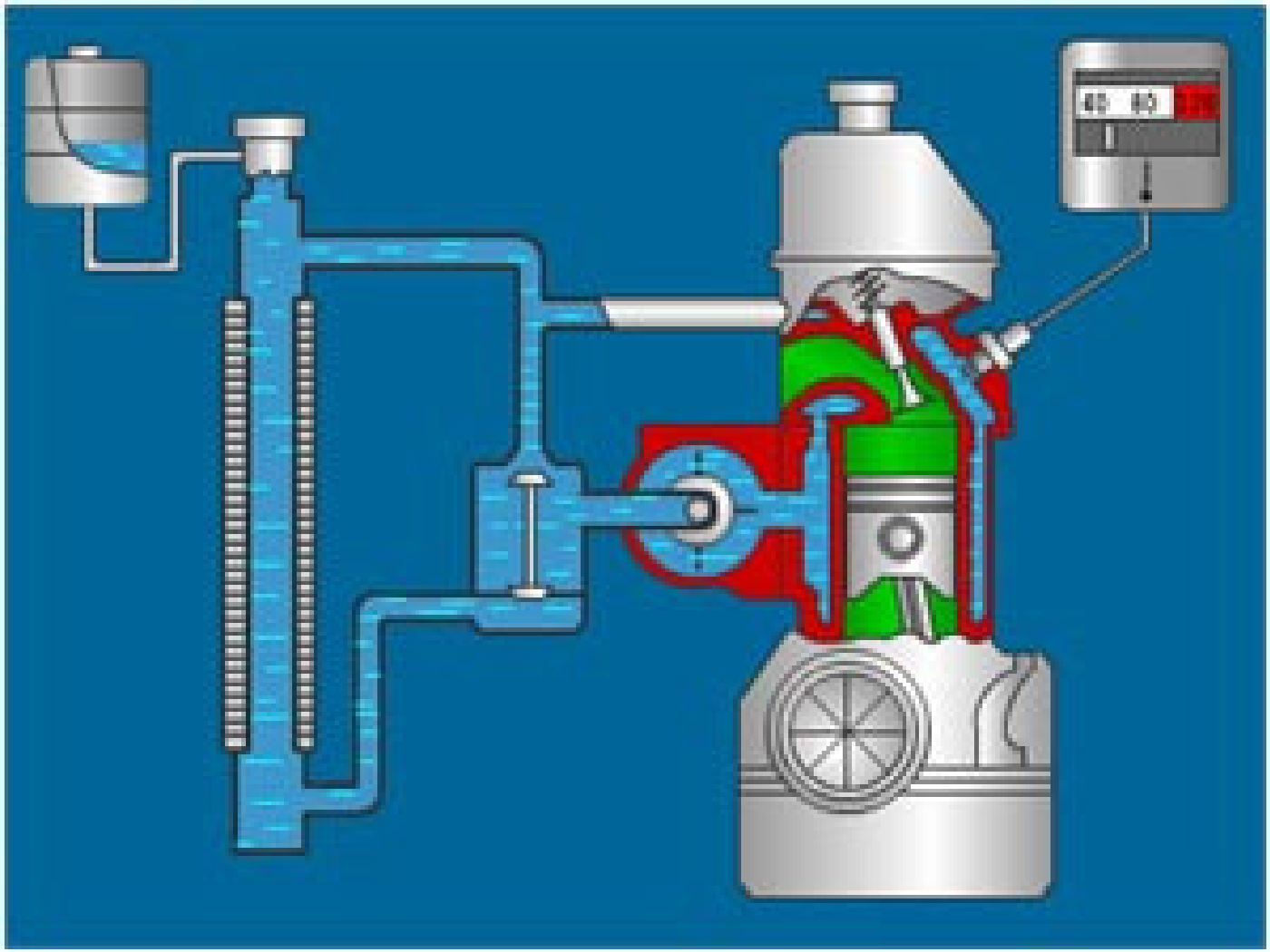
www.motorowodniak.com

UKŁAD SMAROWANIA - POZIOMOWSKAZ



www.motorowodniak.com

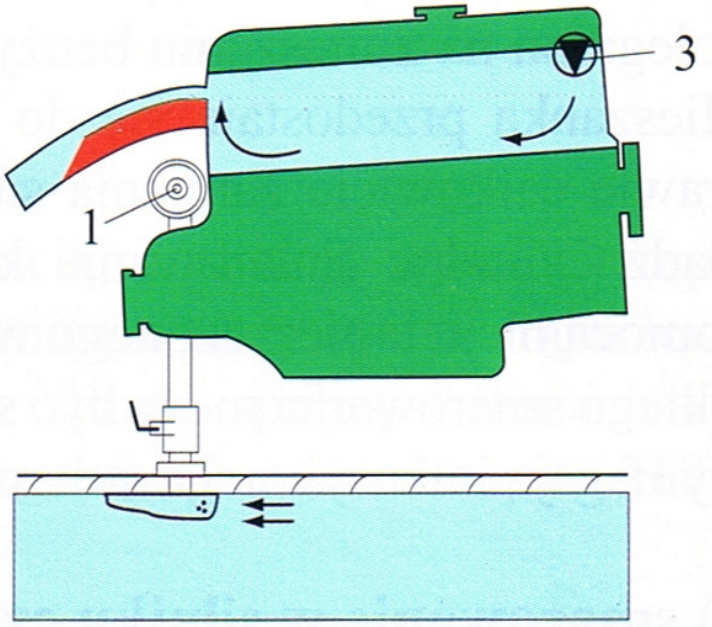
UKŁAD CHŁODZENIA SILNIKA



www.motorowodniak.com

UKŁAD CHŁODZENIA BEZPOŚREDNI

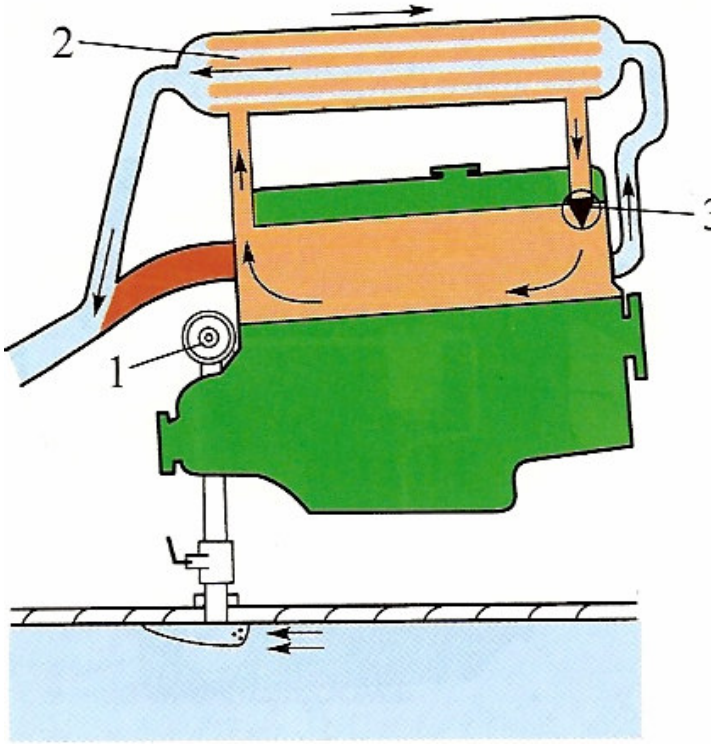
W układzie bezpośrednim pompa (1) wodna pobiera wodę z zewnątrz jachtu i podaje bezpośrednio do instalacji chłodzącej silnika. ***Jest to obieg otwarty.*** Wadą tego systemu jest osadzanie się związków chemicznych wapnia i soli, które ograniczają przepływ wody w instalacji.



www.motorowodniak.com

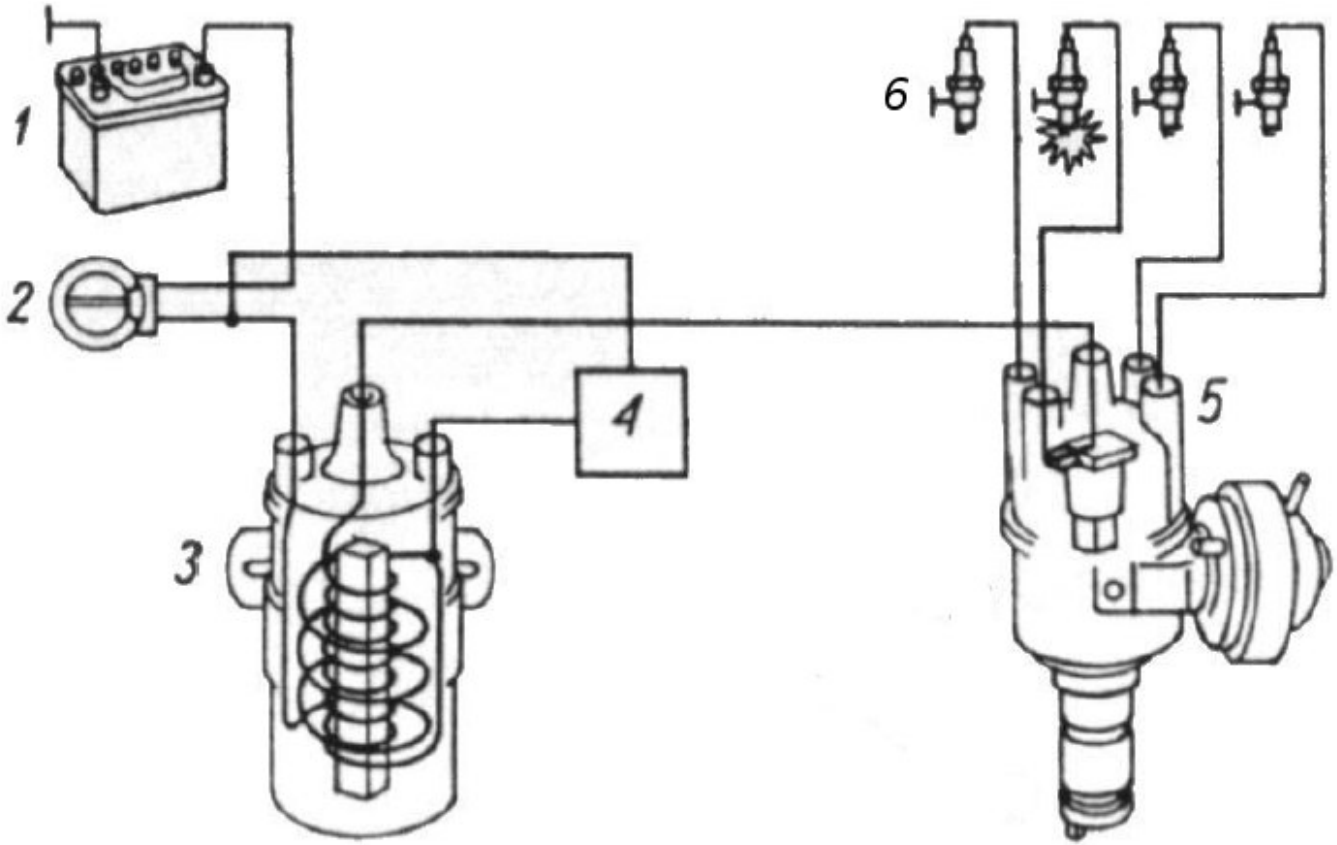
UKŁAD CHŁODZENIA POŚREDNI

Chłodzenie polega na podwójnym obiegu wody chłodzącej.
Wewnętrzny obieg chłodzący - kolor różowy ***obieg zamknięty*** wypełnia woda słodka z osobną pompą (1) cyrkulacyjną, która jest chłodzona wodą zaburtową w wymienniku ciepła (2).
Natomiast zewnętrzny układ - kolor niebieski ***obieg otwarty*** wypełnia woda z zewnątrz jachtu przetłaczana za pomocą drugiej pompy.



www.motorowodniak.com

UKŁAD ZAPŁONOWY

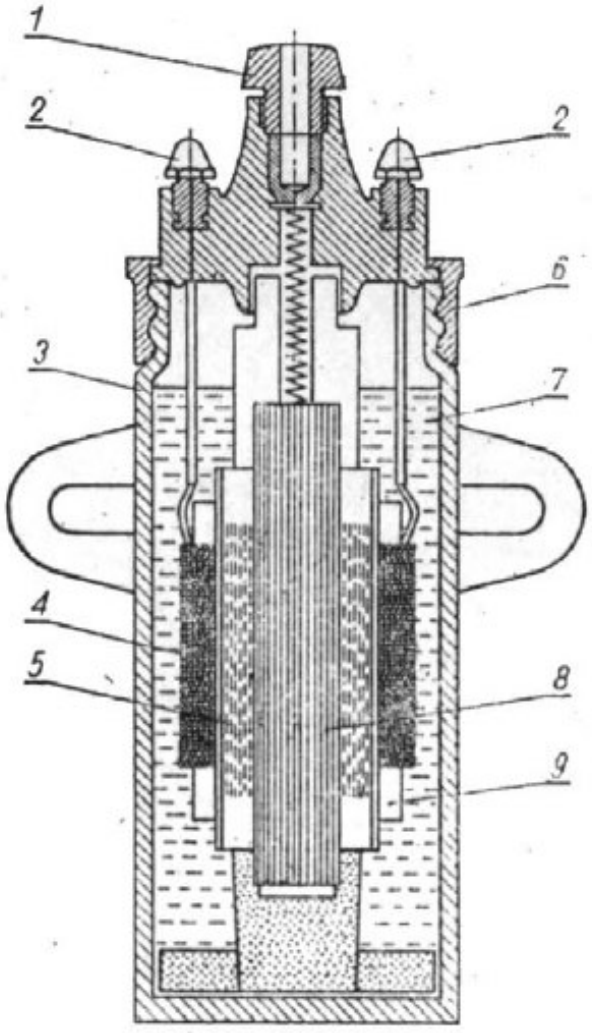


Rys. 9. Schemat ogólny tranzystorowego układu zapłonowego

1 – akumulator; 2 – wyłącznik zapłonu; 3 – cewka zapłonowa; 4 – elektroniczny wyłącznik; 5 – rozdzielacz z regulatorami odśrodkowymi i podciśnieniowymi; 6 – świece zapłonowe

www.motorowodniak.com

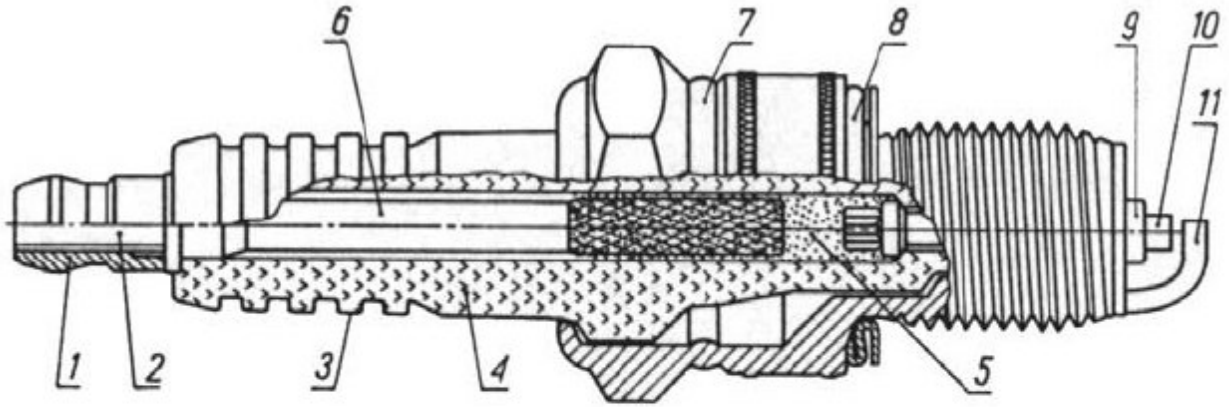
UKŁAD ZAPŁONOWY



Rys. 4. Przekrój cewki zapłonowej:
1 - zacisk wysokiego napięcia; 2 - zacisk niskiego napięcia; 3 - korpus cewki; 4 - uzwojenie pierwotne; 5 - uzwojenie wtórne; 6 - pierścień uszczelniający; 7 - olej; 8 - rdzeń spakietowany z blach magnetycznych; 9 - izolacja uzwojeń

www.motorowodniak.com

UKŁAD ZAPŁONOWY



Rys. 8. Przekrój świecy zapłonowej

1 - końcówka profilowana; 2 - końcówka gwintowana; 3 - ogranicznik upływu prądu; 4 - izolator; 5 - elektrycznie przewodzący stop szklany; 6 - rdzeń świecy; 7 - strefa skurczu zapewniająca szczelność kadłuba i izolatora świecy; 8 - podkładka uszczelniająca; 9 - stożek izolatora; 10 - elektroda środkowa; 11 - elektroda boczna (masowa)

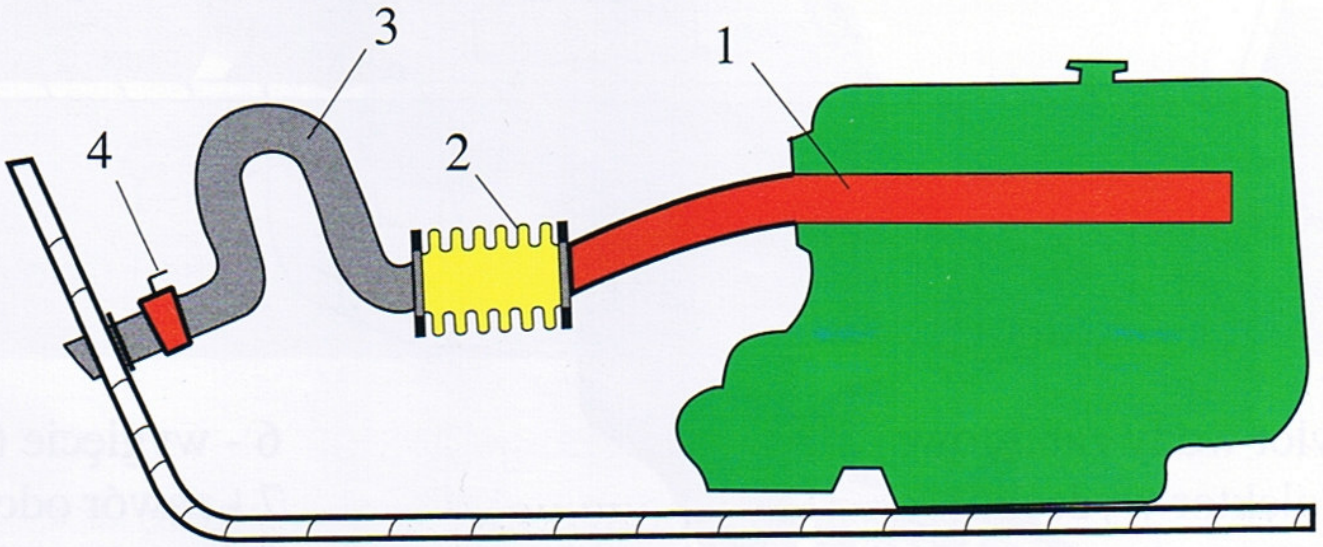
www.motorowodniak.com

UKŁAD ROZRUCHOWY

- Rozrusznik – silnik elektryczny prądu stałego wyposażony w mechanizm sprzęgający z wieńcem zębatym na kole zamachowym silnika
- W silnikach przyczepnych – szarpak

www.motorowodniak.com

UKŁAD WYDECHOWY SUCHY

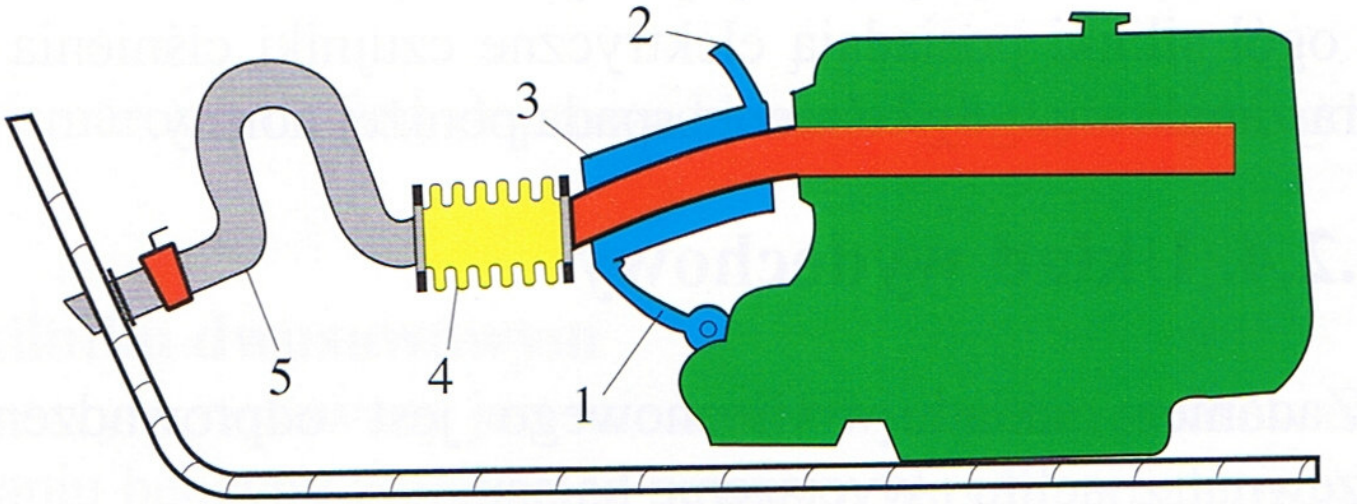


1 - kolektor wydechowy
2 - kompensator
3 - wygięcie (syfon)
4 - zawór odcinający (wylot spalin)

www.motorowodniak.com

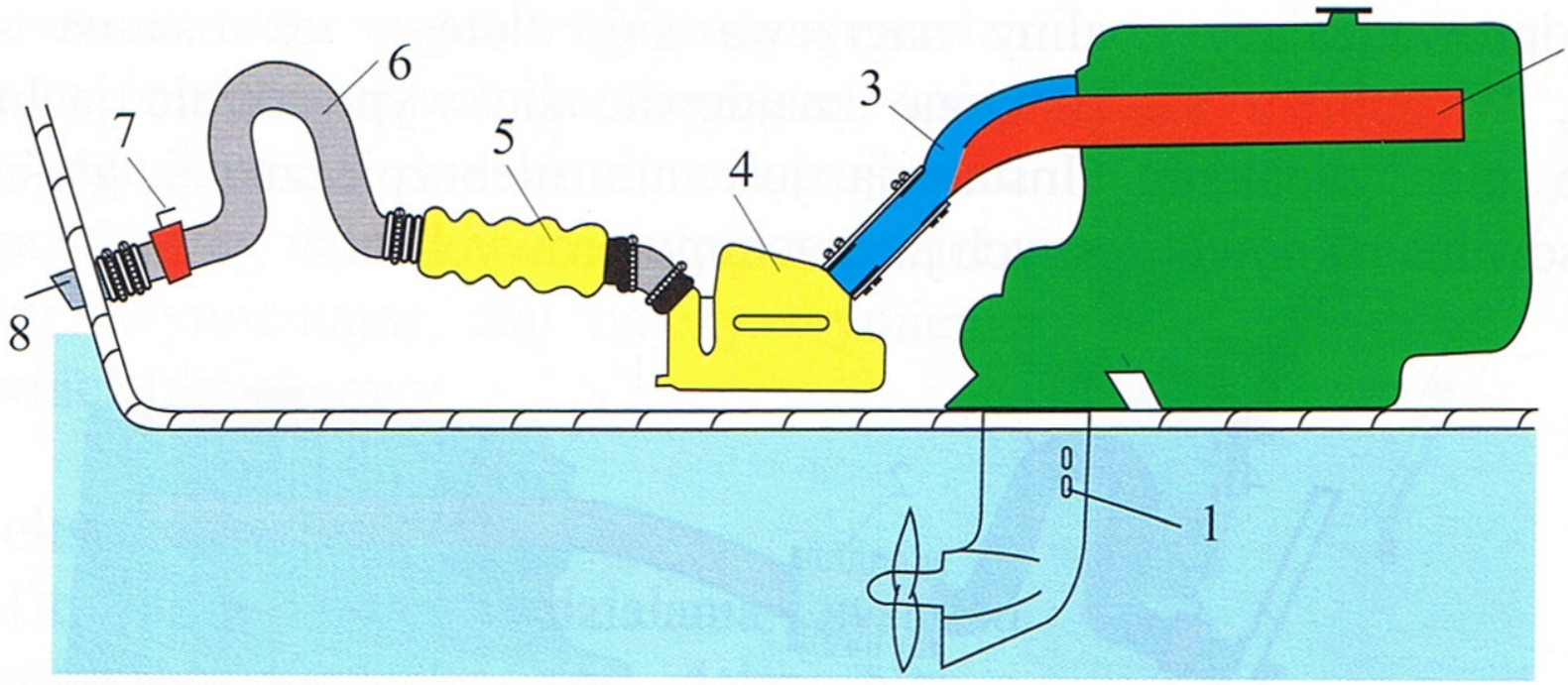
UKŁAD WYDECHOWY Z PŁASZCZEM WODNYM

1 - przewód wodny
2 - wylot wody za burtę
3 - płaszcz wodny
4 - kompensator
5 - wylot spalin



www.motorowodniak.com

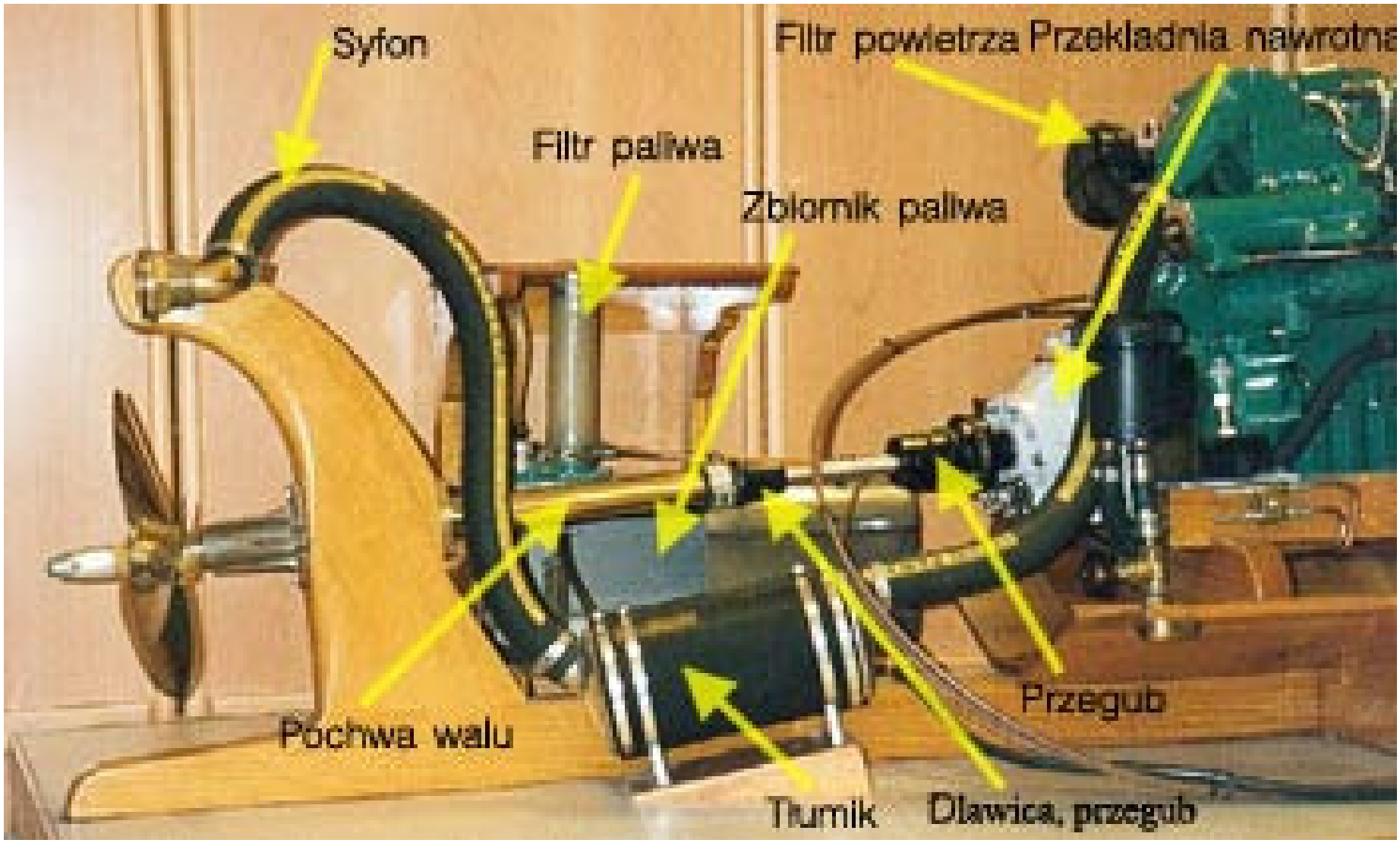
UKŁAD WYDECHOWY MORKY



1 - wlot wody zaburtowej
2 - kolektor wydechowy
3 - wprowadzenie wody do wydechu
4 - zbiornik na wodę (tłumik)
5 - tłumik
6 - wygięcie (syfon)
7 - zawór odcinający (wylot spalin)
8 - otwór wylotu spalin i wody chłodzącej

www.motorowodniak.com

MODEL UKŁADÓW



www.motorowodniak.com

Mechanizmy przenoszenia napędu

- Bezpośrednio
- Z redukcją obrotów
- Z redukcją obrotów śruby

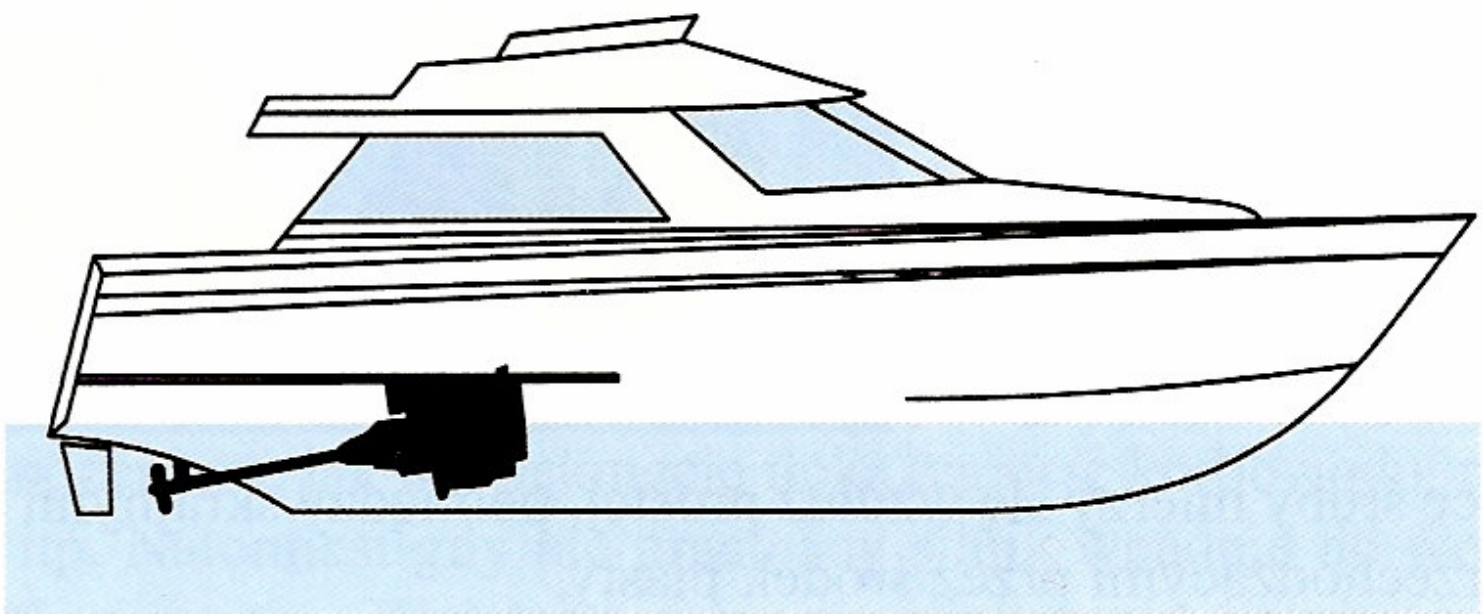
www.motorowodniak.com

MECHANIZMY PRZENOSZENIA NAPĘDU

- Aby obroty wału zostały przeniesione do śruby napędowej, stosuje się różnego rodzaju przekładnie, które łączą się z wałem za pomocą kół ciernych, zębatych lub hydraulicznych.
- Dzięki przekładniom można zmniejszyć prędkość obrotową, jak też zmienić jej kierunek.

www.motorowodniak.com

PRZENOSZENIE NAPĘDU BEZPOŚREDNIE



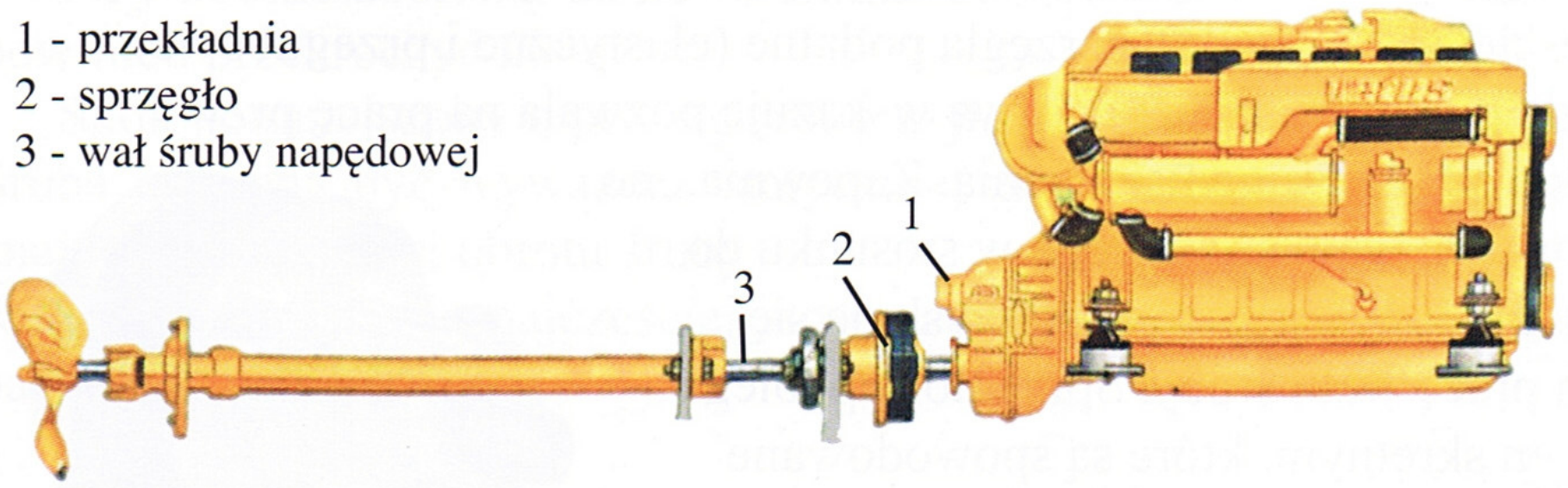
Układ napędowy silnika wbudowanego - silnik połączony bezpośrednio z wałem napędowym poprzez przekładnię nawrotną i sprzęgło, który przechodzi przez stępkę łodzi.

Łódź posiada stosunkowo duże zanurzenie, minimalnie zmieniające się w czasie ruchu. Nawet podczas żeglugi na wysokiej fali śruba nie wynurza się z wody, a łódź dobrze pokonuje falę.

www.motorowodniak.com

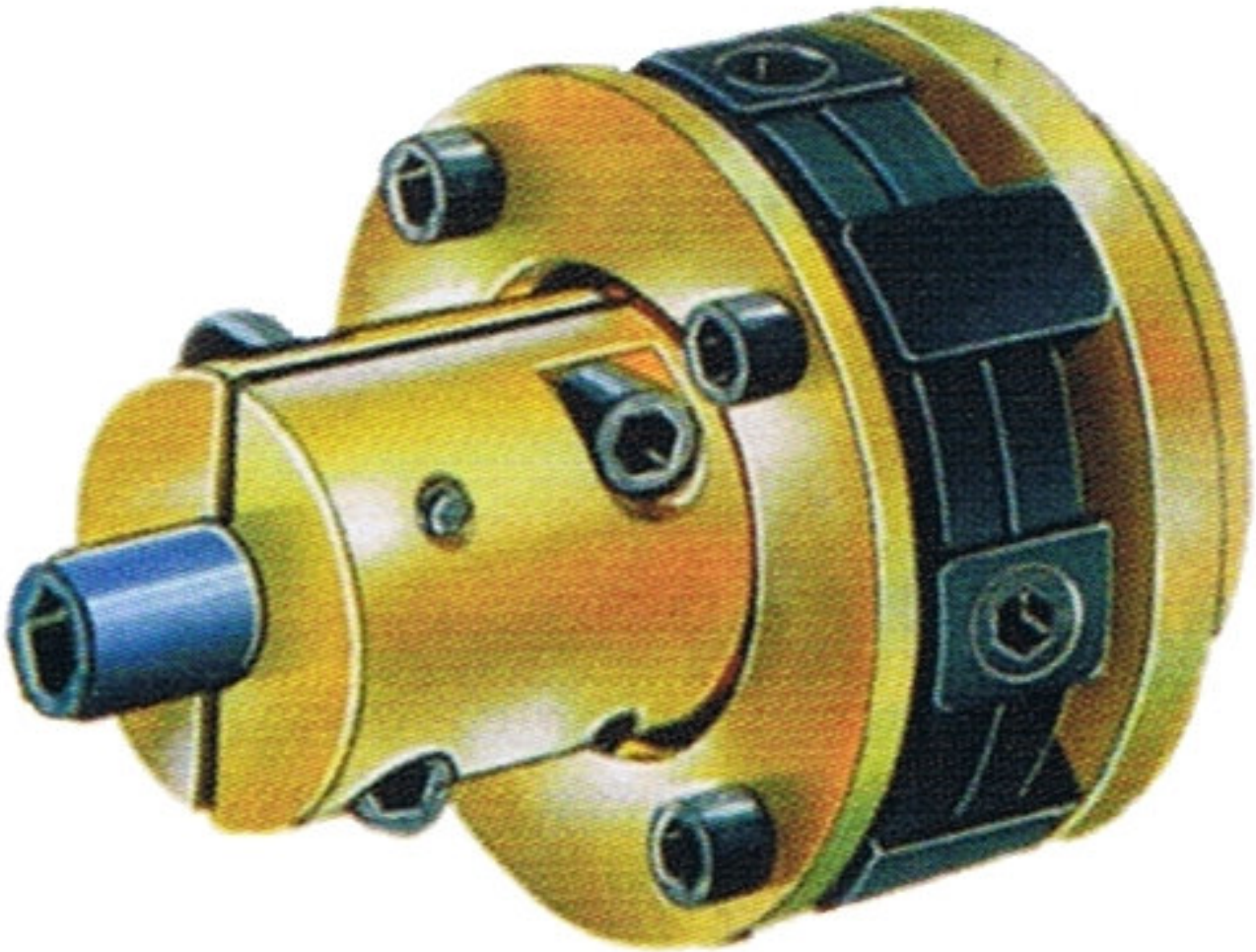
PRZENOSZENIE NAPĘDU BEZPOŚREDNIE

- Bezpośrednio – jest to ustawienie liniowe – silnik, przekładnia, wał śruby napędowej: w tym przypadku śruba pędnika obraca się z taką samą ilością obrotów, co wał korbowy silnika



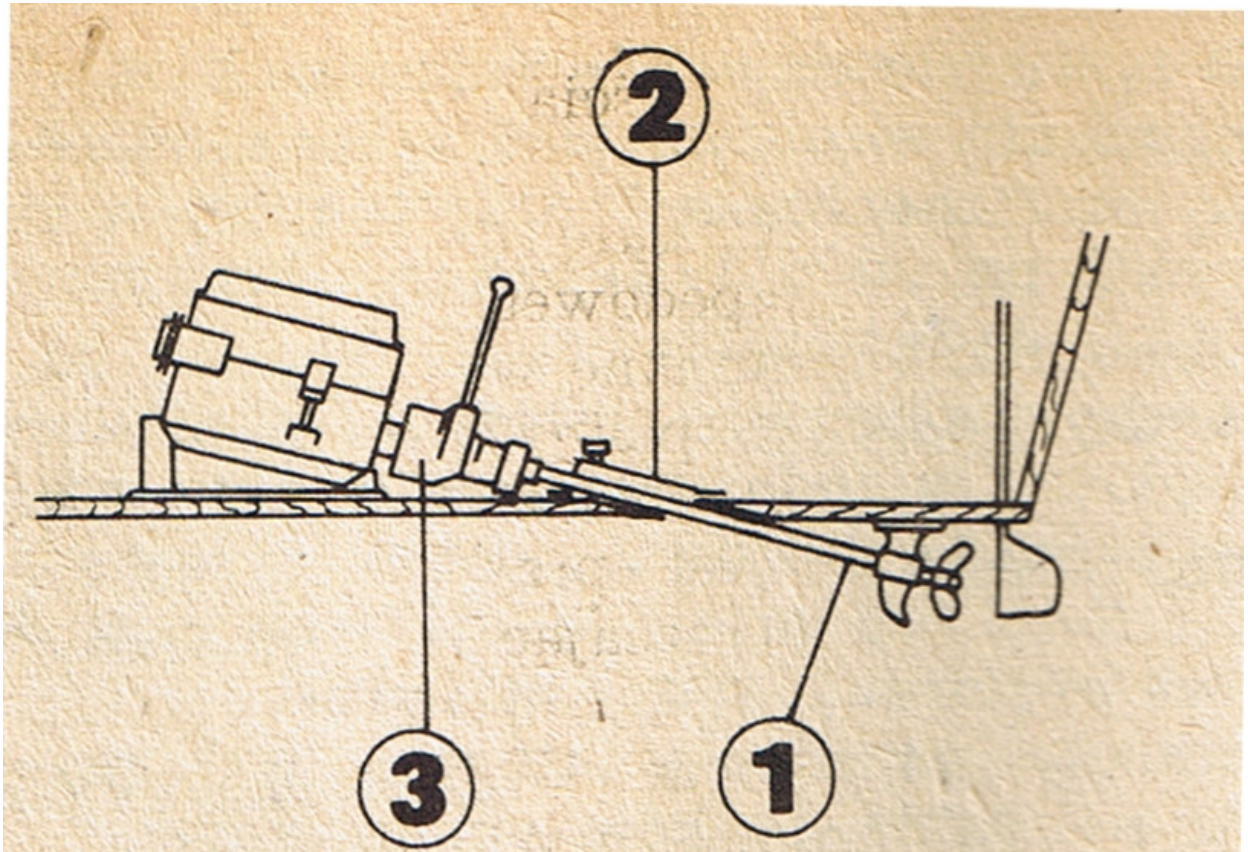
www.motorowodniak.com

SPRZĘGŁO PODATNE



www.motorowodniak.com

PRZENOSZENIE NAPĘDU BEZPOŚREDNIE



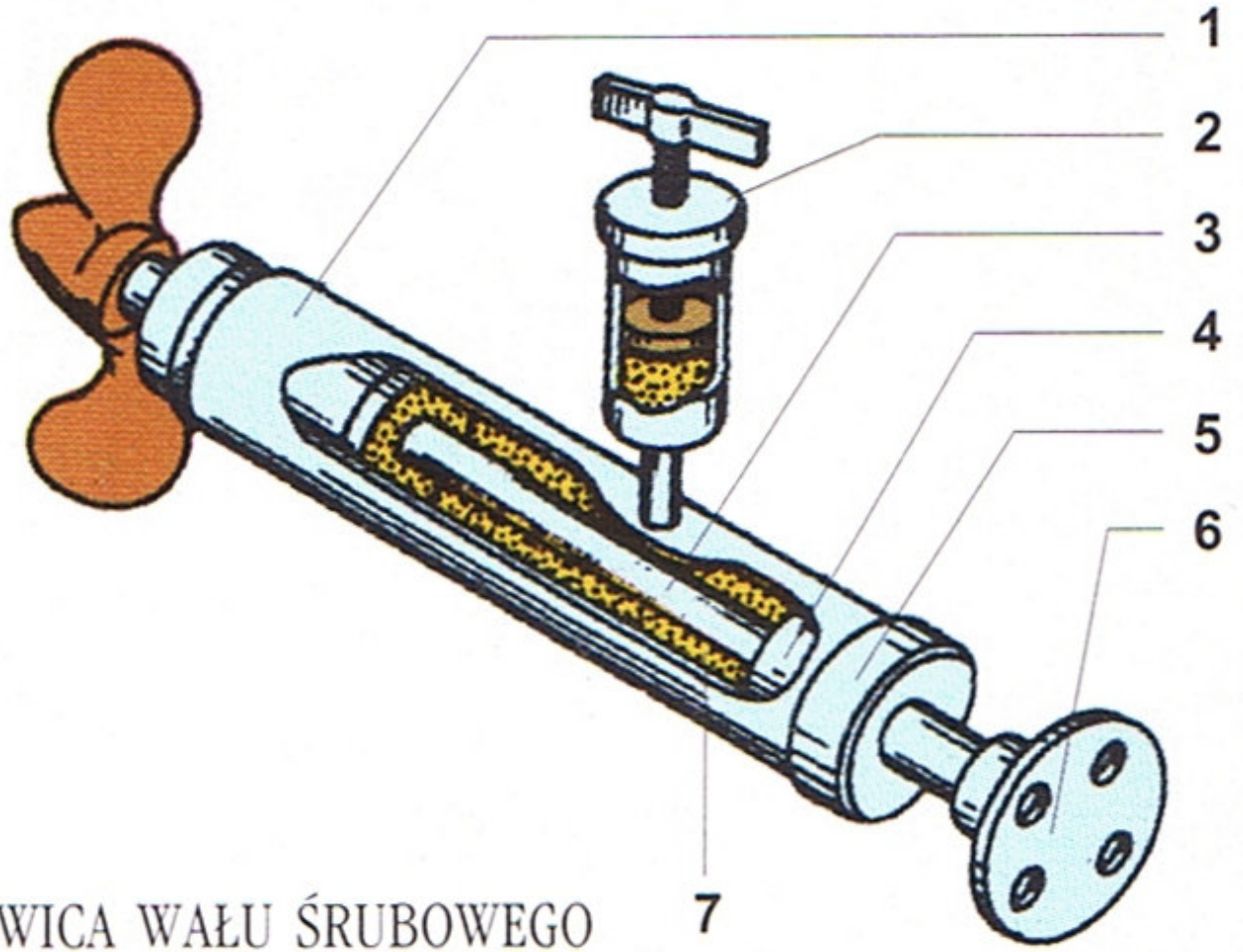
Rys. 6. Urządzenie napędowe silnika wbudowanego

1 — wał napędowy, 2 — obudowa łożyska, 3 — rewersor

www.motorowodniak.com

DŁAWICA WAŁU ŚRUBOWEGO

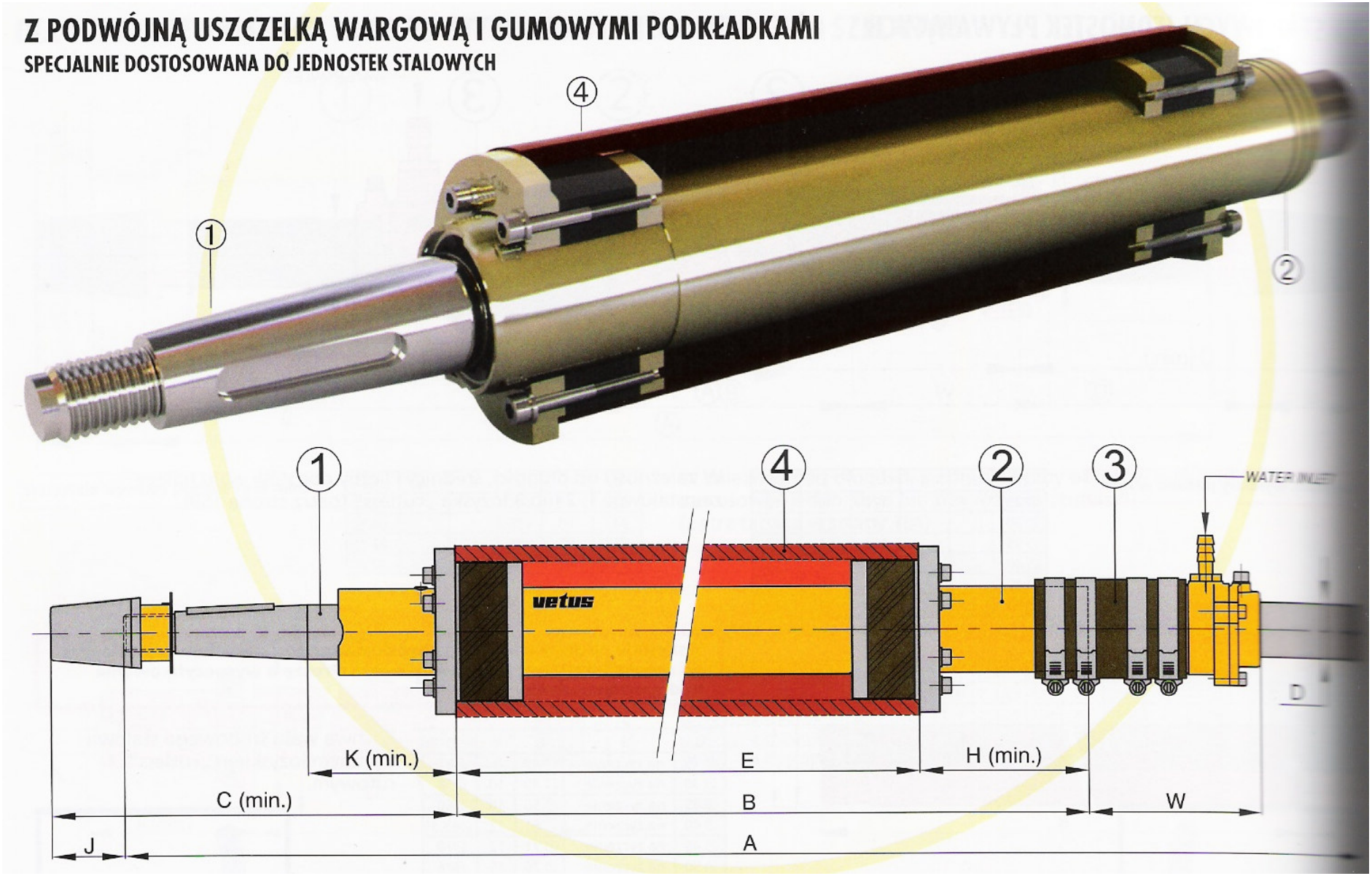
1 - pochwa,
2 - smarownica,
3 - wał śrubowy,
4 - łożyska,
5 - pokrywa,
6 - tarcza sprzęgła,
7 - smar



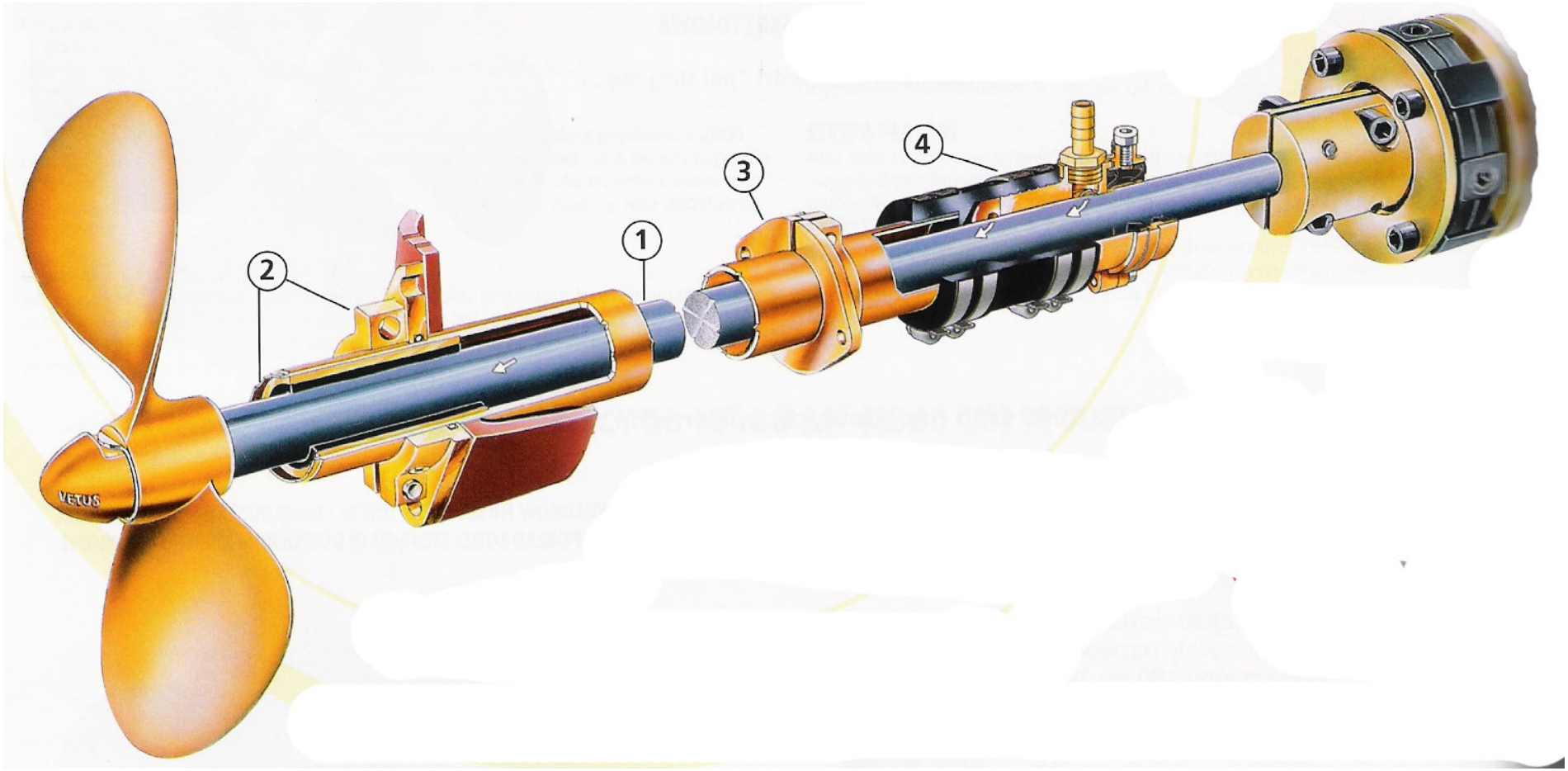
DŁAWICA WAŁU ŚRUBOWEGO

www.motorowodniak.com

POCHWA WAŁOWA



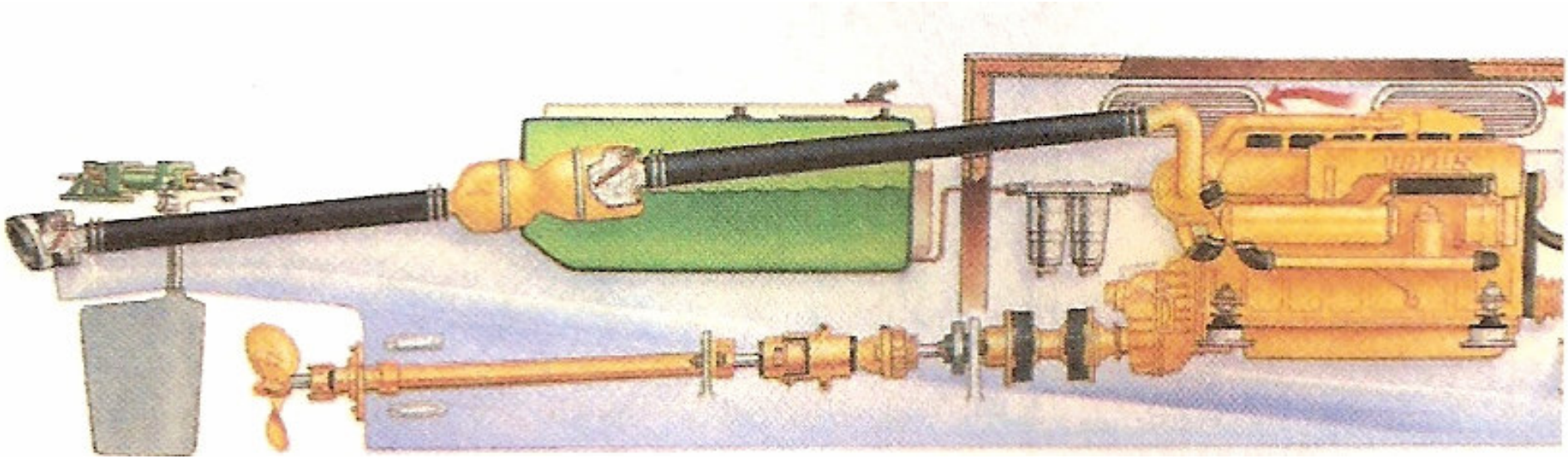
POCHWA WAŁOWA



www.motorowodniak.com

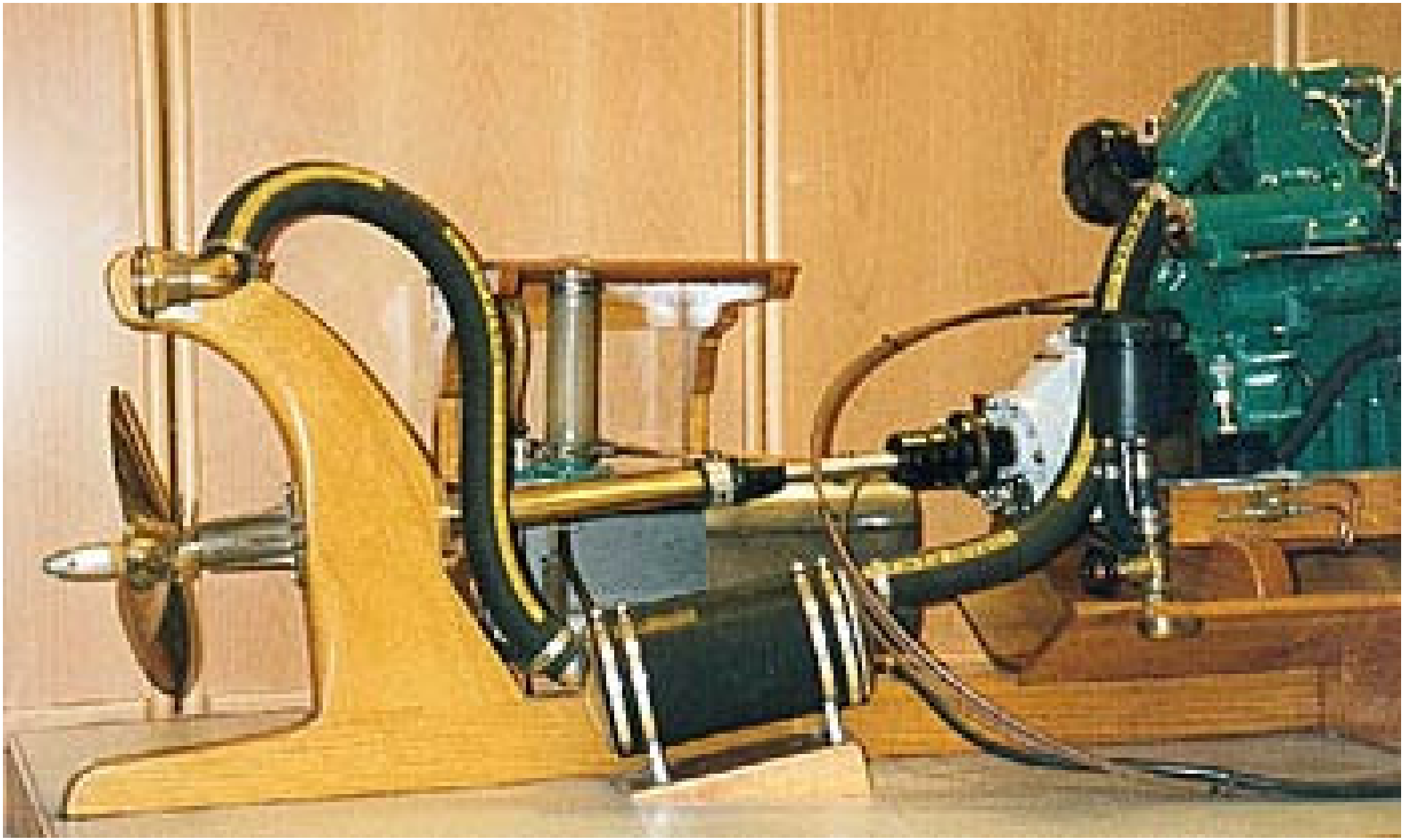
www.motorowodniak.com

PRZENOSZENIE NAPĘDU BEZPOŚREDNIE



www.motorowodniak.com

POCHWA WAŁOWA

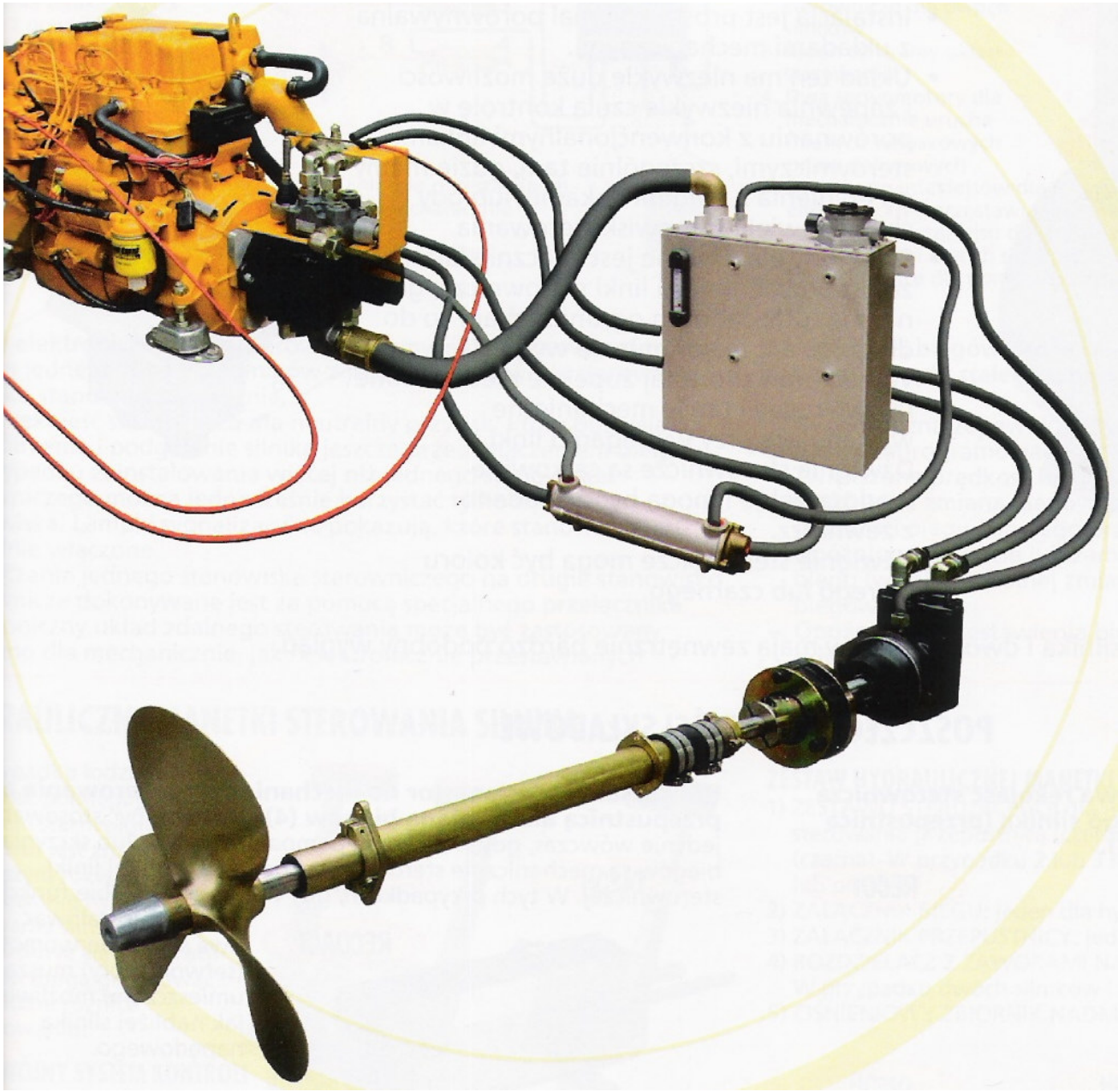


www.motorowodniak.com

POCHWA WAŁOWA

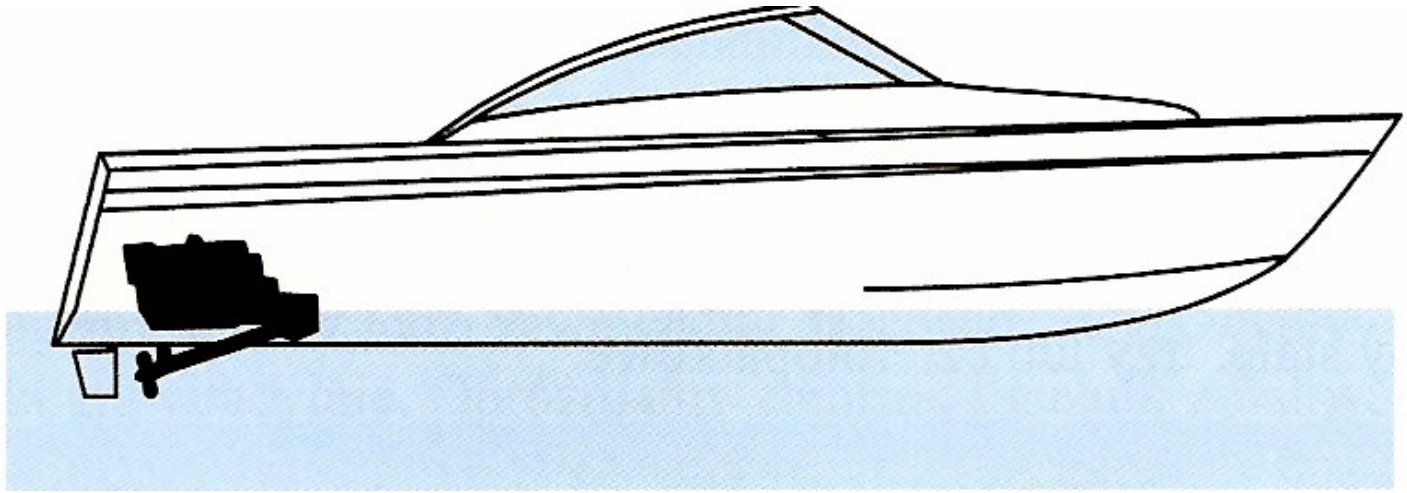
www.motorowodniak.com

NAPĘD BEZPOŚREDNI HYDRAULICZNY



www.motorowodniak.com

PRZEKŁADNIE Z REDUKCJĄ OBROTÓW

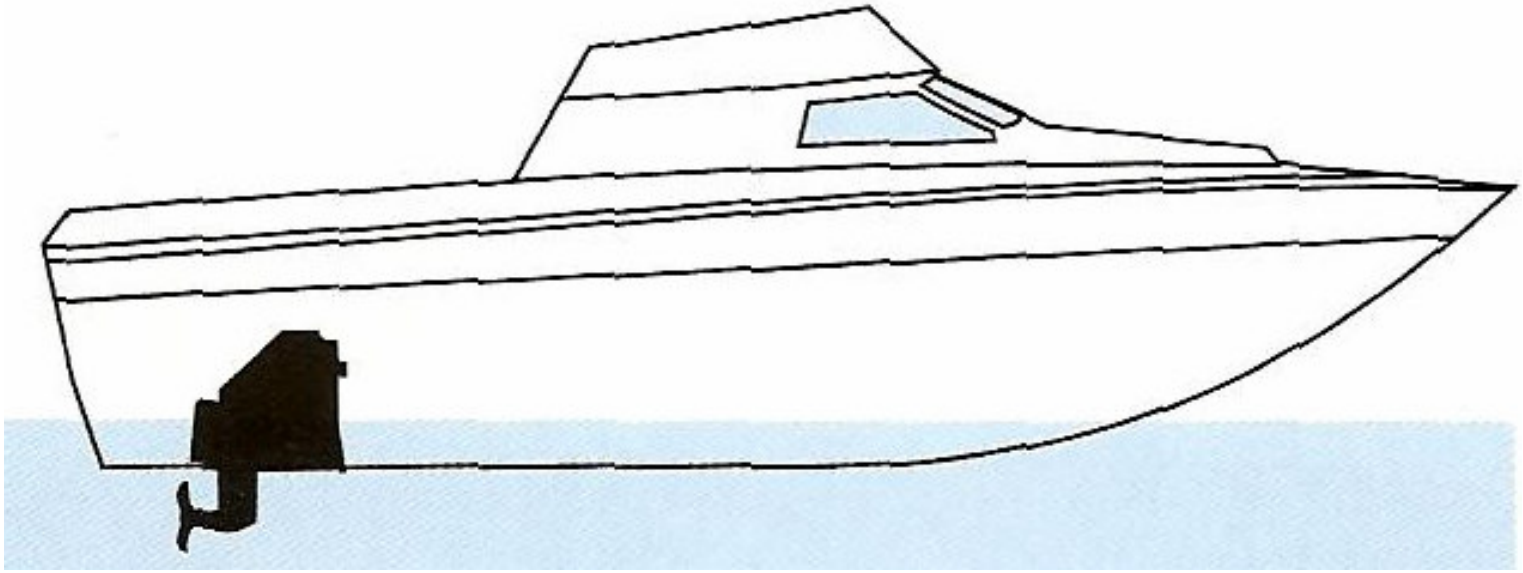


Układ napędowy silnika wbudowanego - *z redukcją obrotów,* dzięki przekładni z kół zębatych z możliwością zmiany obrotów wału napędowego. Silniki z tego typu napędem montowane są w kadłubach po obu stronach stępki, których wały napędowe przechodzą przez dno łodzi i posiadają śruby prawo i lewoskrętne.

Łódź posiada niewielkie zanurzenie, zmieniające się w czasie ruchu i może rozwijać duże prędkości. Układ ten pozwalana na lepszą zabudowę wnętrza.

www.motorowodniak.com

PRZEKŁADANIA TYPU „S”



Napęd typu „S” - łączy cechy silnika wbudowanego i przyczepnego; kolumna posiada możliwość obrotu pędnika w płaszczyźnie poziomej, co pozwala na skręt łodzi w prawo lub lewo. Niedogodnością są wystające części pod dnem kadłuba.

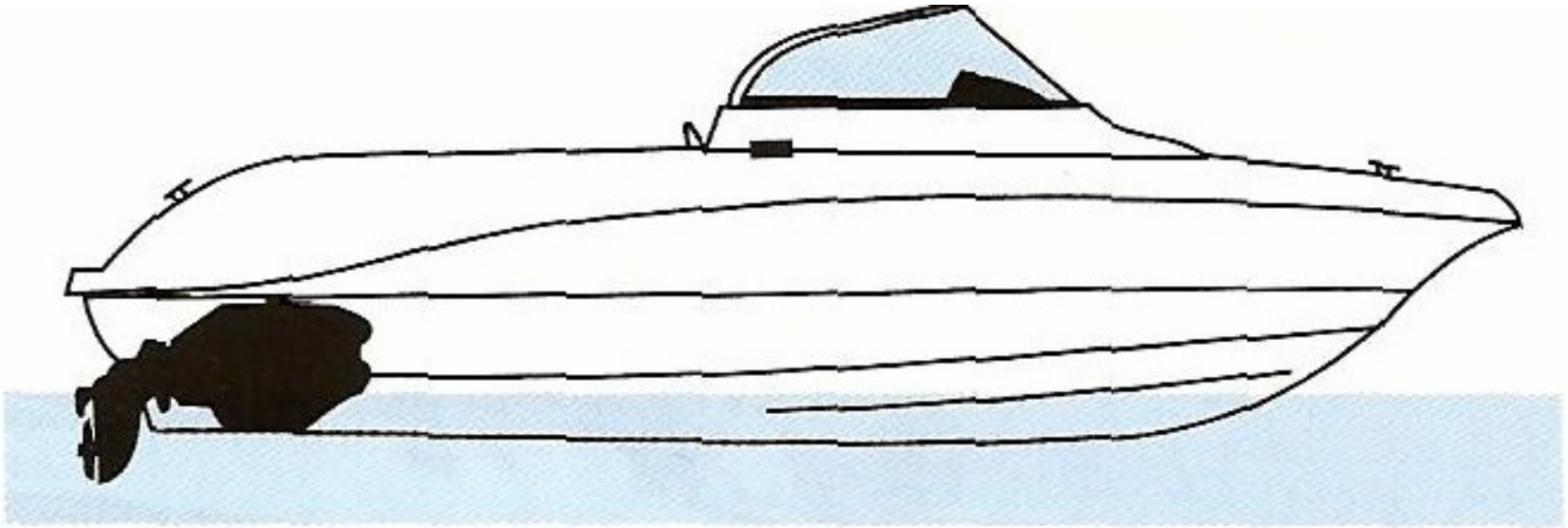
www.motorowodniak.com

PRZEKŁADANIA TYPU „S”

D2-75 z przekładnią S-drive 150S

www.motorowodniak.com

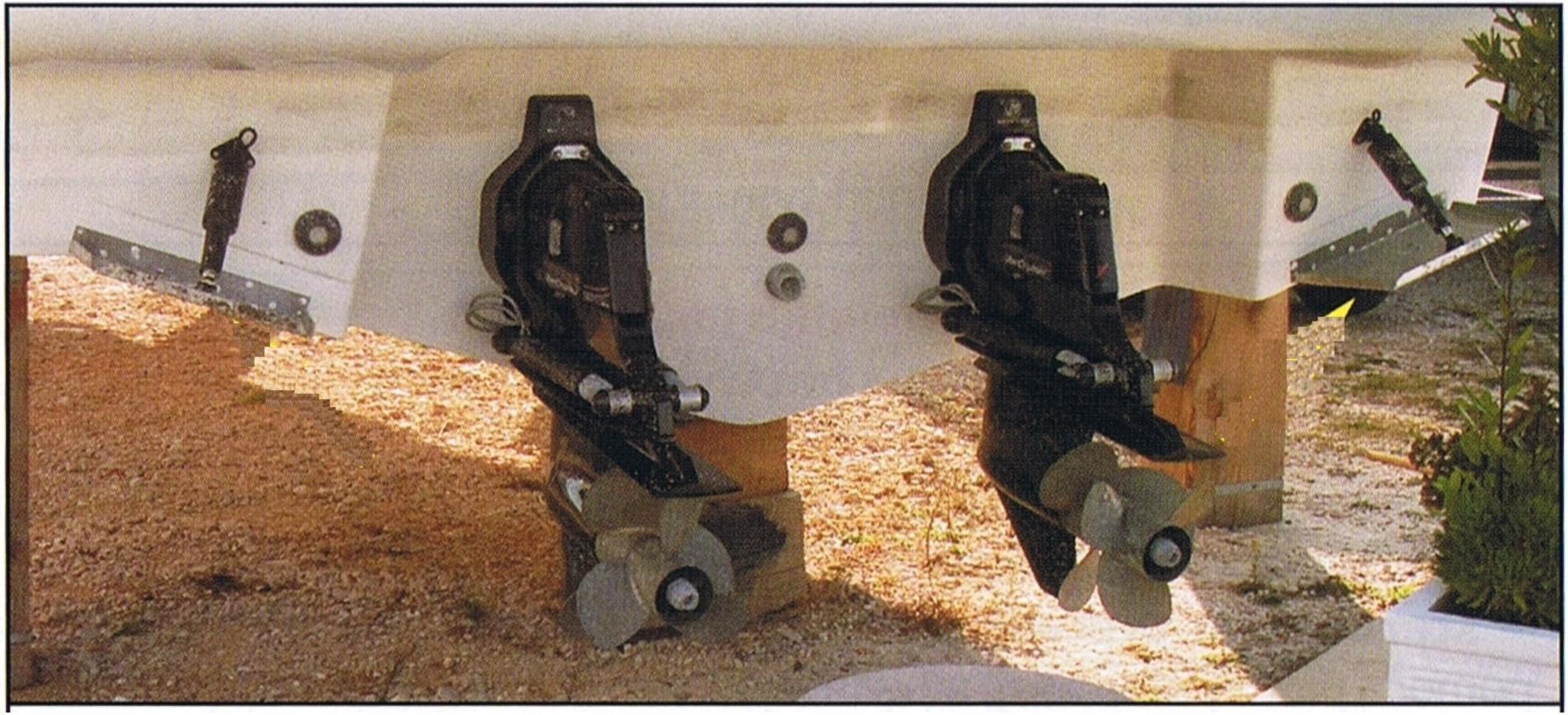
PRZEKŁADANIA TYPU „Z”



Napęd typu „Z” - łączy cechy silnika wbudowanego i przyczepnego; kolumna posiada możliwość obrotów wokół osi poziomej i pionowej, co umożliwia skręt boczny łodzi.

www.motorowodniak.com

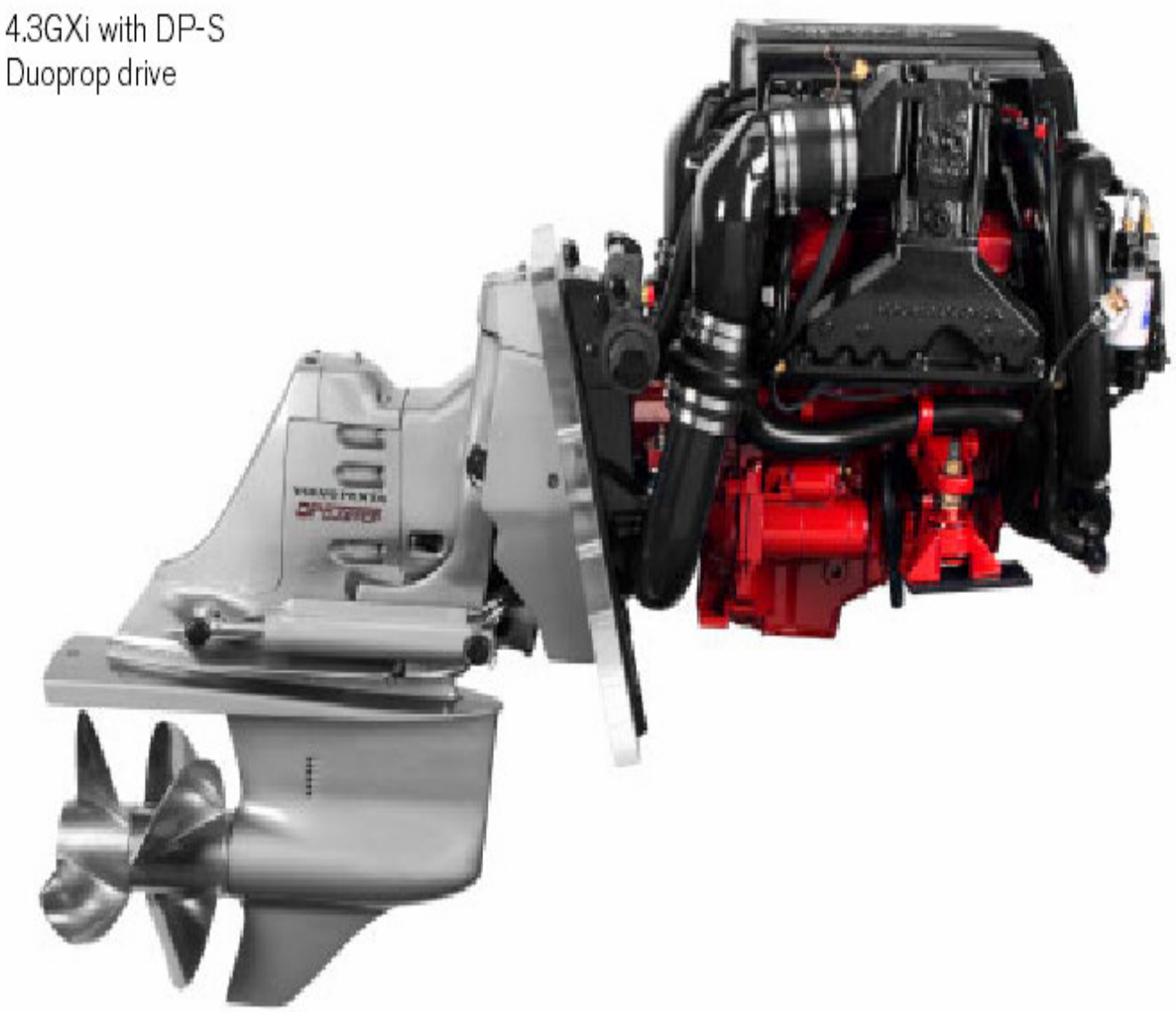
PRZEKŁADANIA TYPU „Z”



www.motorowodniak.com

PRZEKŁADANIA TYPU „Z”

PRZEKŁADANIA TYPU „Z”



www.motorowodniak.com

www.motorowodniak.com

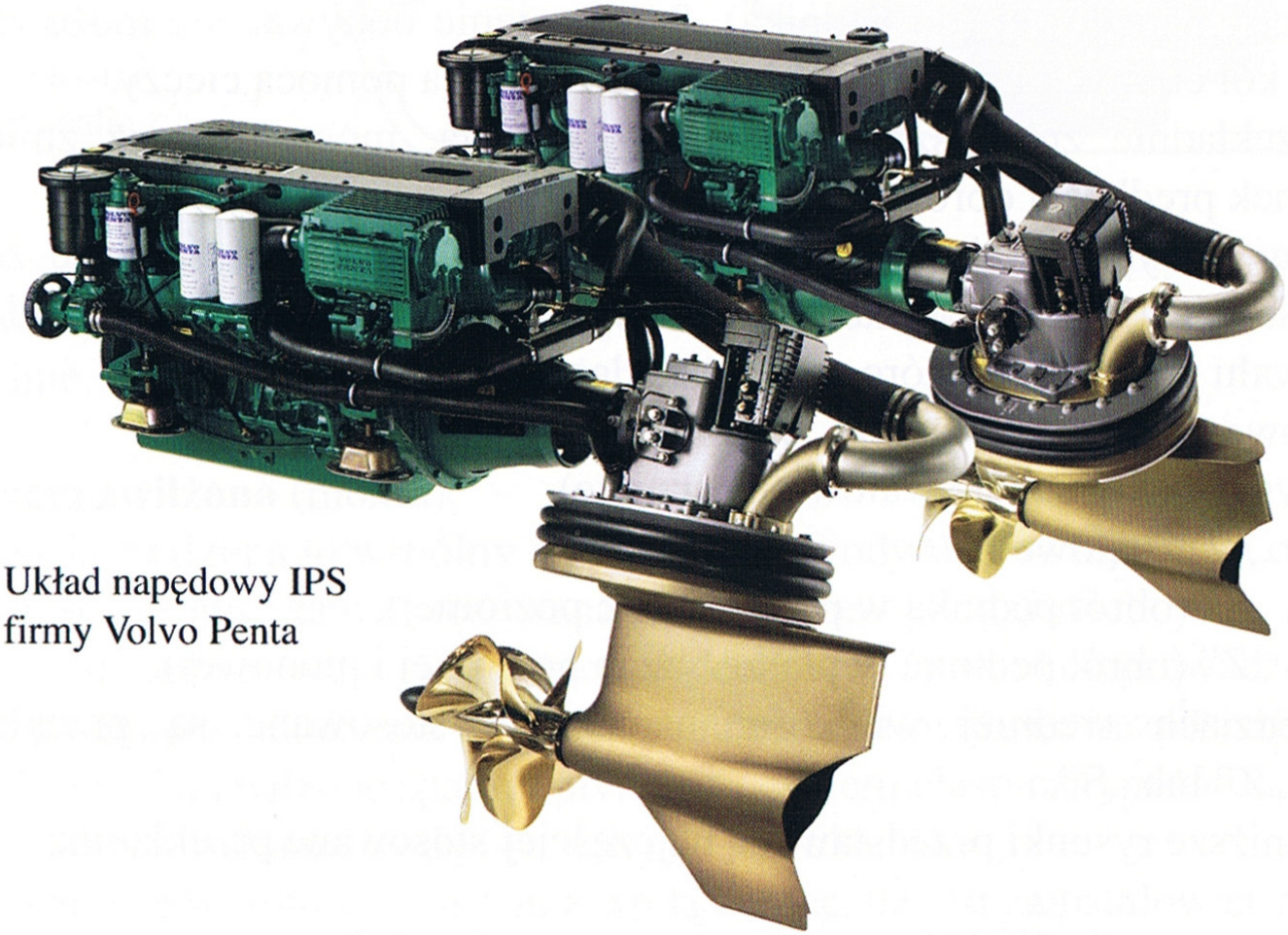
PRZEKŁADANIA TYPU „Z”

www.motorowodniak.com

PRZEKŁADANIA TYPU „IPS”

Układ IPS (Inteligent Propusion System) to nowy rewelacyjny napęd do łodzi firmy Volvo Penta.

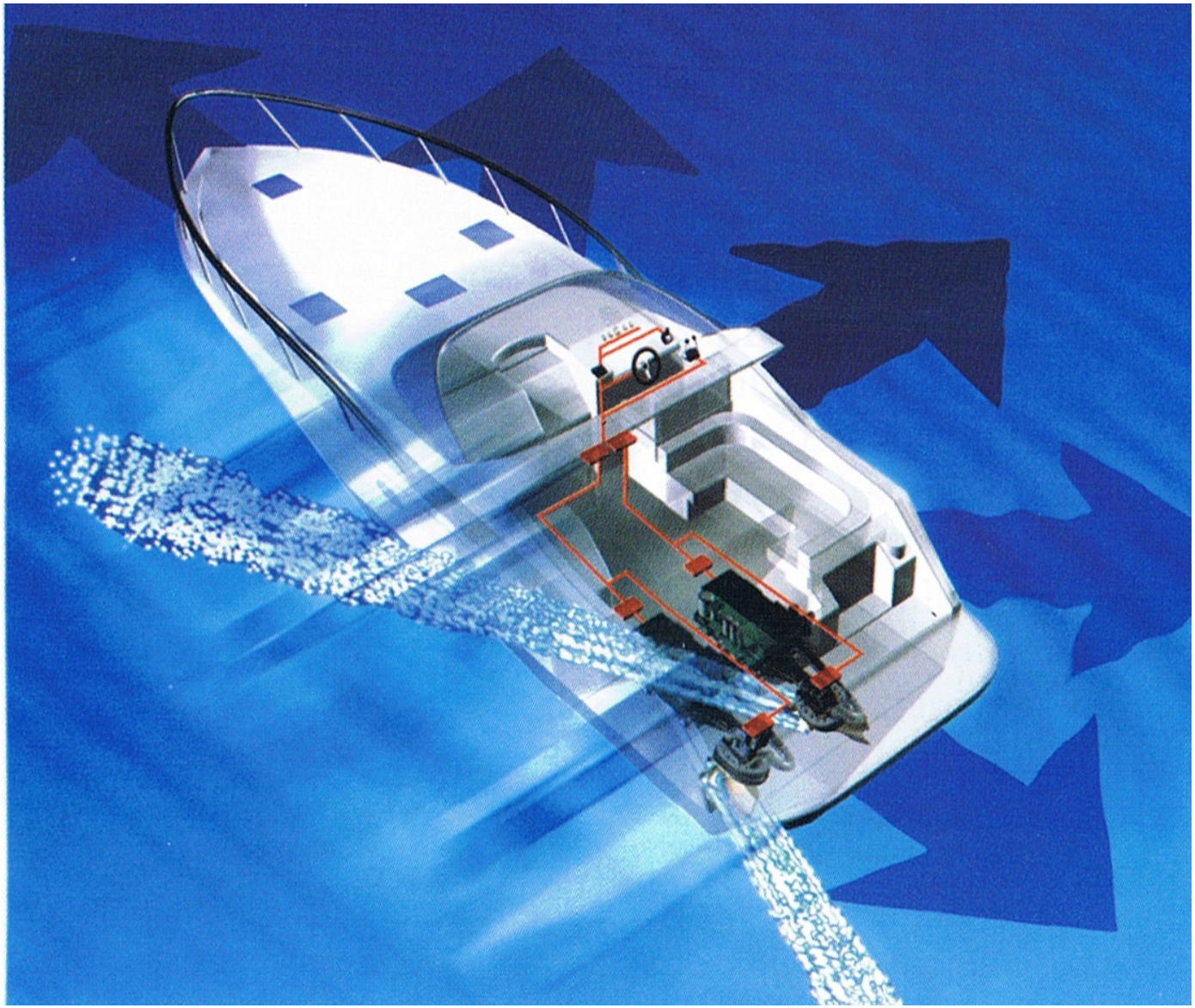
Napęd ten poprawia przyśpieszenie oraz zapewnia możliwość wykonywania manewrów we wszystkich kierunkach (patrz strona 263).



Układ napędowy IPS firmy Volvo Penta

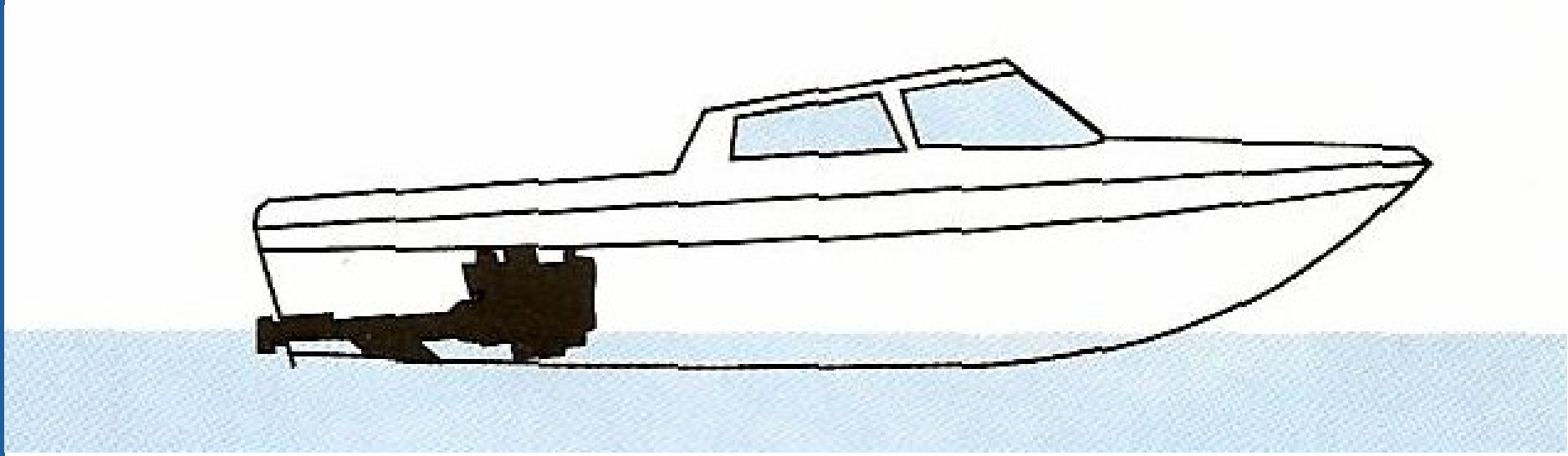
www.motorowodniak.com

PRZEKŁADANIA TYPU „IPS”



www.motorowodniak.com

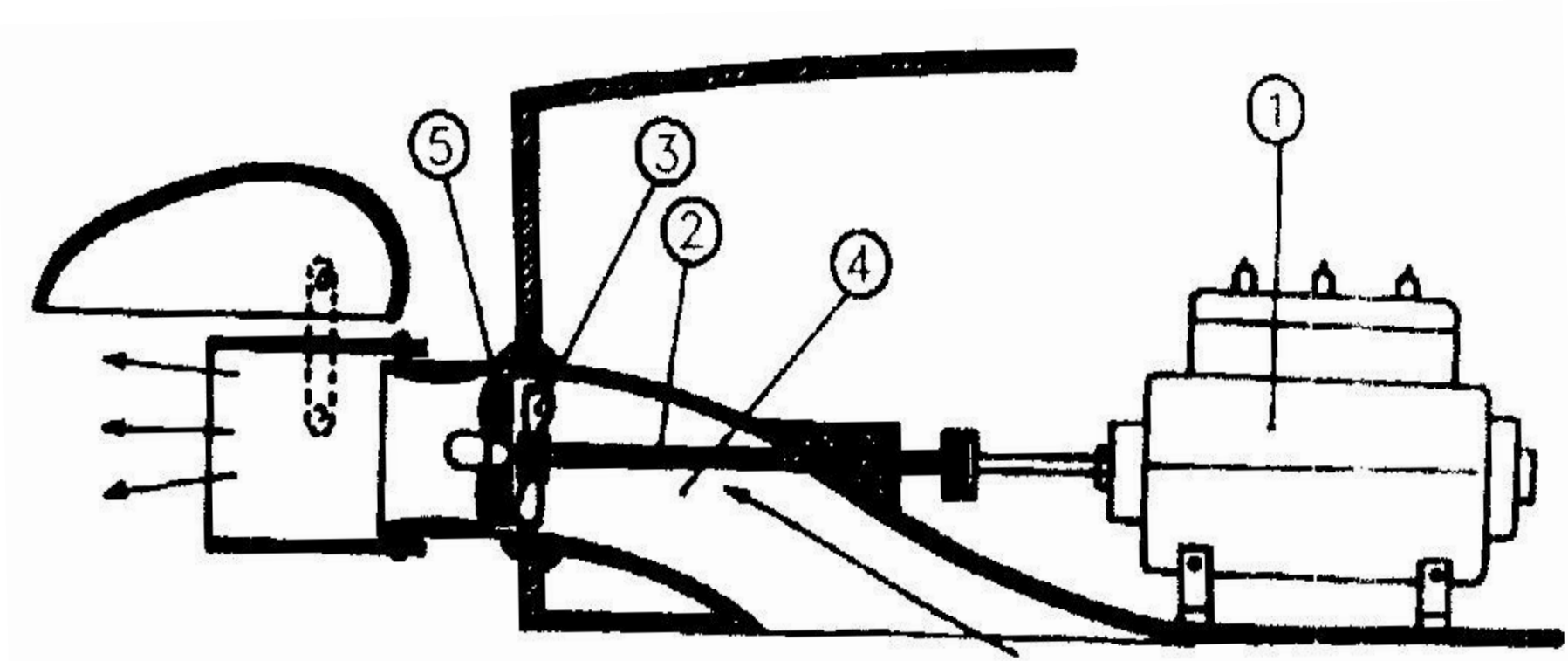
PĘDNIK STRUGOWODNY



Napęd strugowodny - podstawowym elementem jest pompa wirnikowa (turbina) zasysająca wodę z otoczenia i wyrzucająca ją w ściśle określonym kierunku. Zaletą jest brak jakichkolwiek wystających części pod dnem kadłuba i minimalne zanurzenie.

www.motorowodniak.com

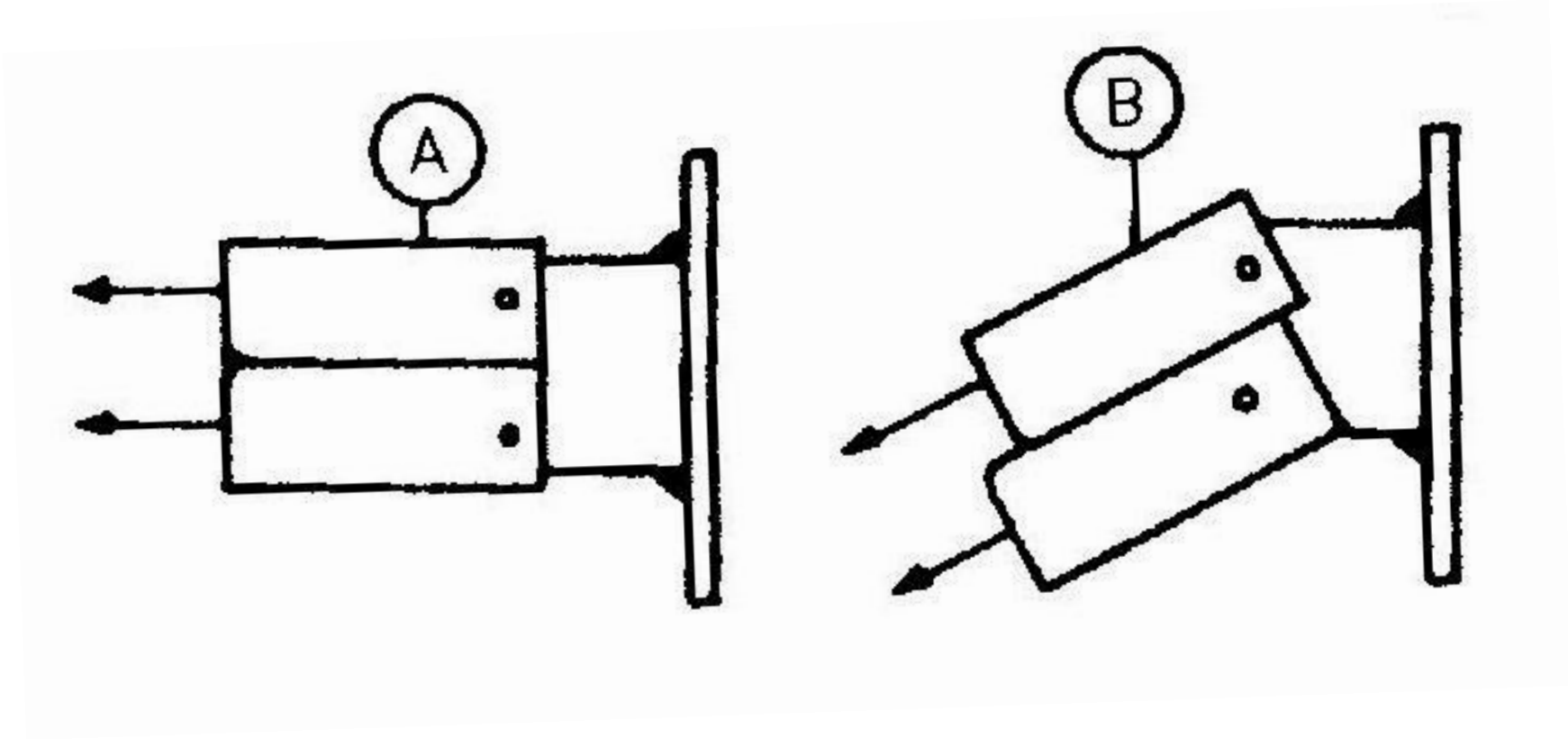
PĘDNIK STRUGOWODNY



www.motorowodniak.com

PĘDNIK STRUGOWODNY

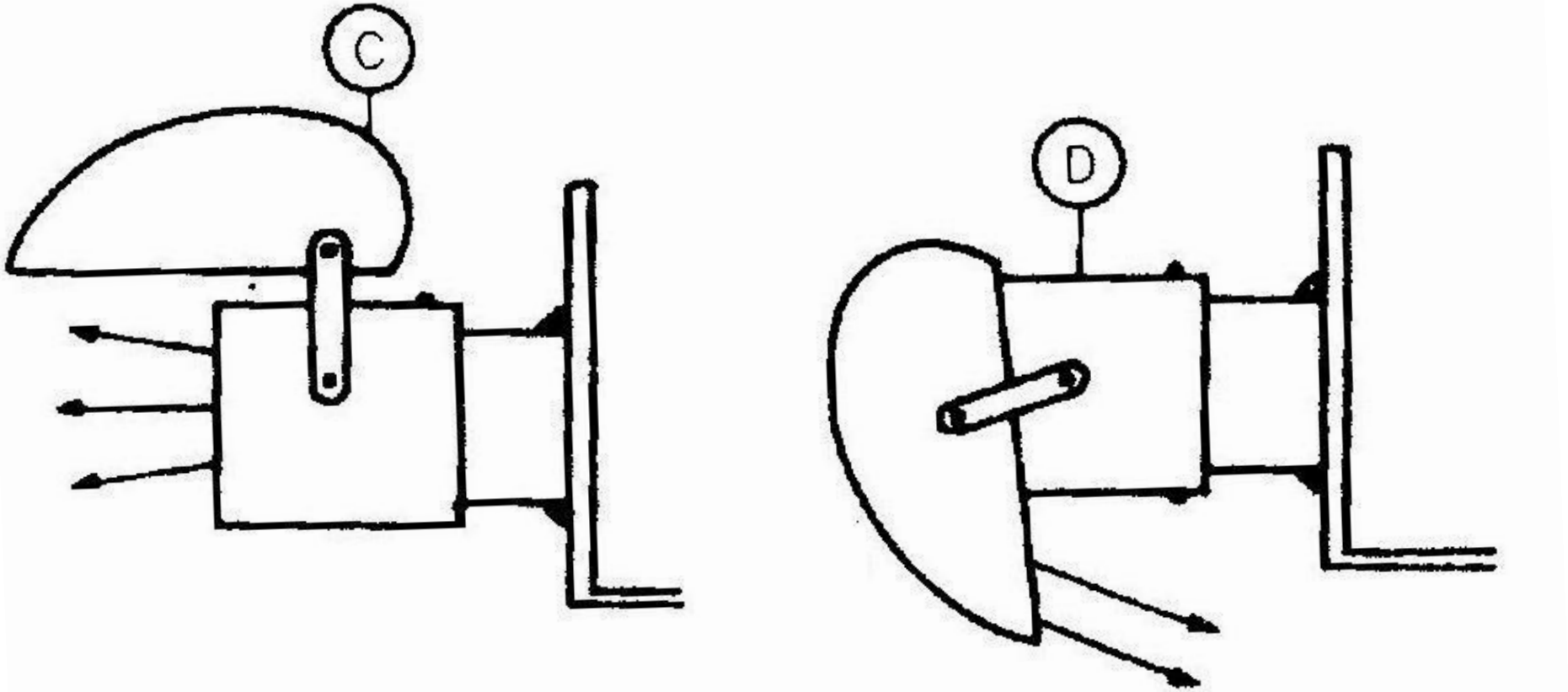
Urządzenie sterujące



www.motorowodniak.com

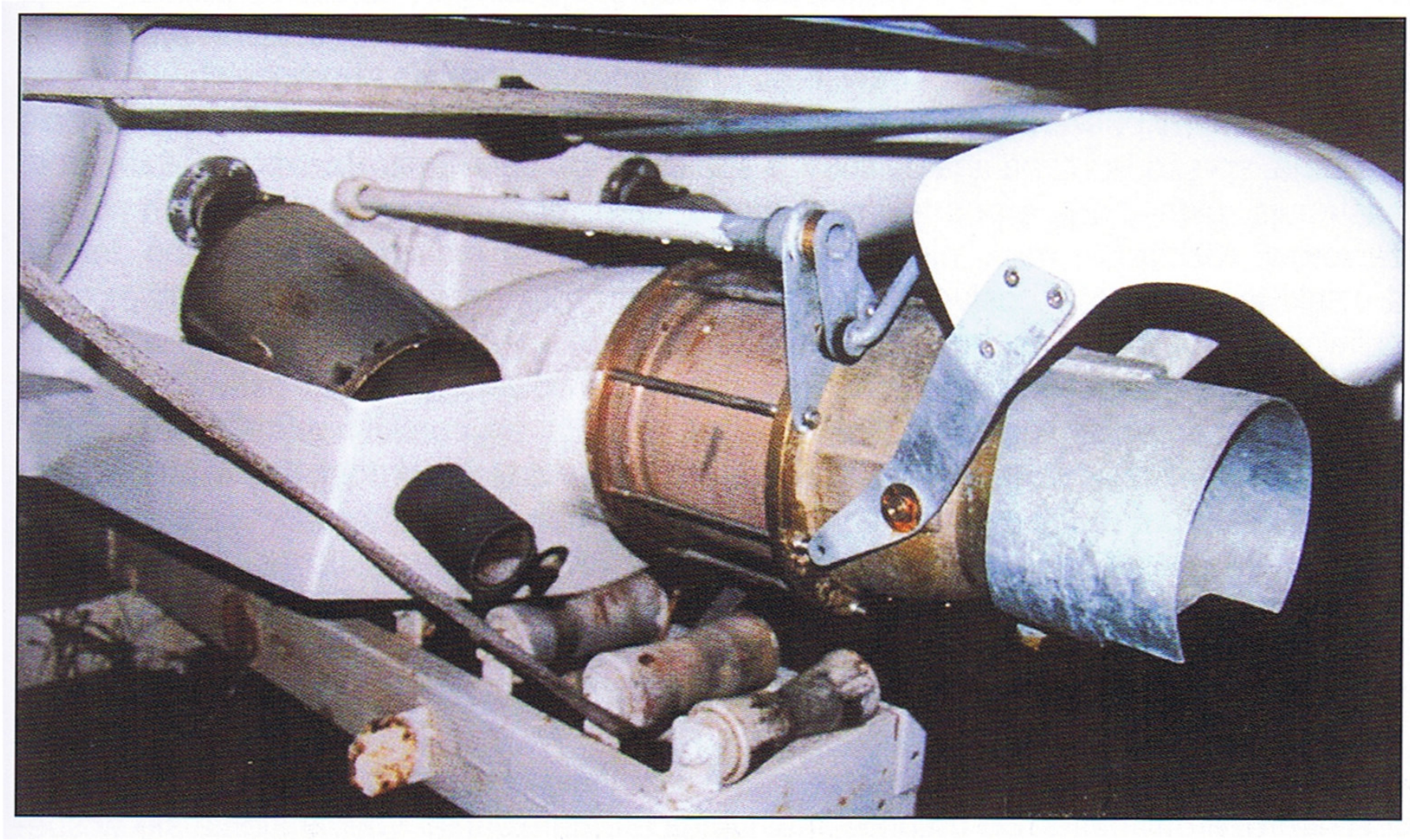
PĘDNIK STRUGOWODNY

Urządzenie nawrotne



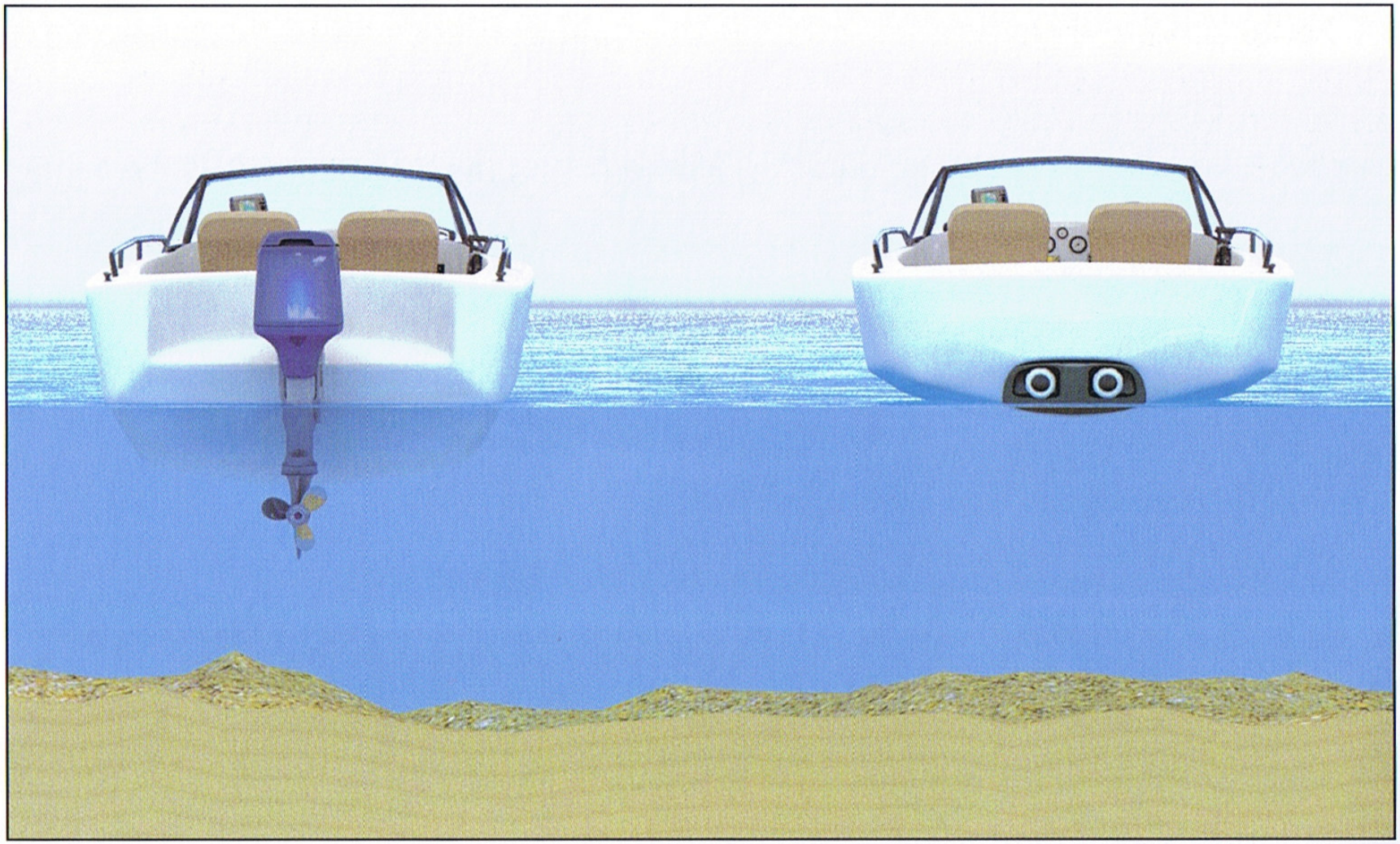
www.motorowodniak.com

PĘDNIK STRUGOWODNY



www.motorowodniak.com

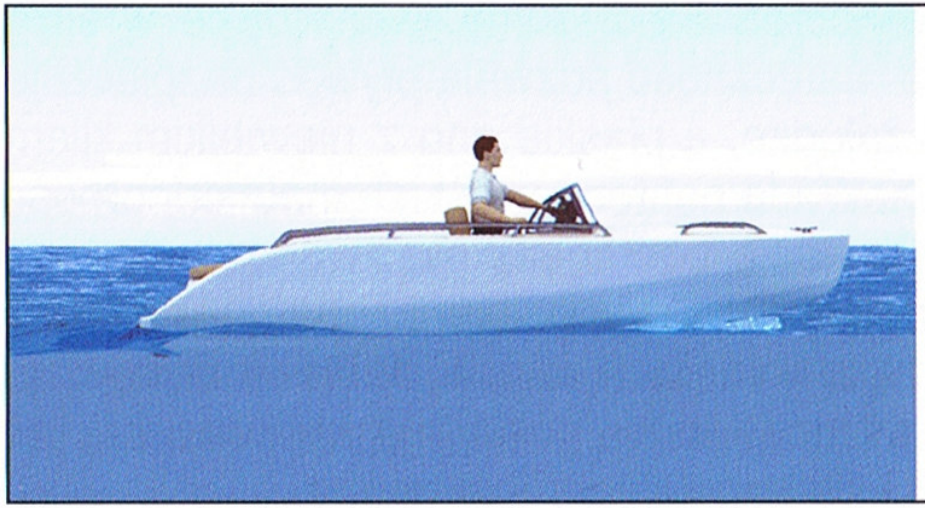
JETBOAT



Rys. 3.4. Różnice w zanurzeniu klasycznego jachtu motorowego i jetboata

www.motorowodniak.com

JETBOAT

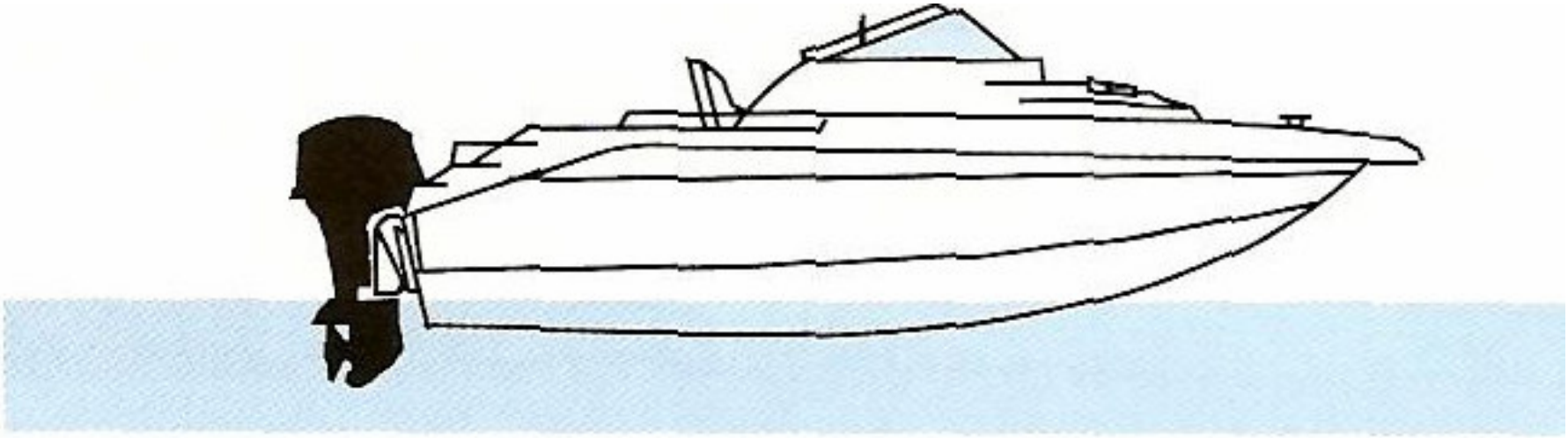


Rys. 3.2. Zachowanie się jetboata po starcie

Rys. 3.3. Zachowanie się jachtu motorowego po starcie

www.motorowodniak.com

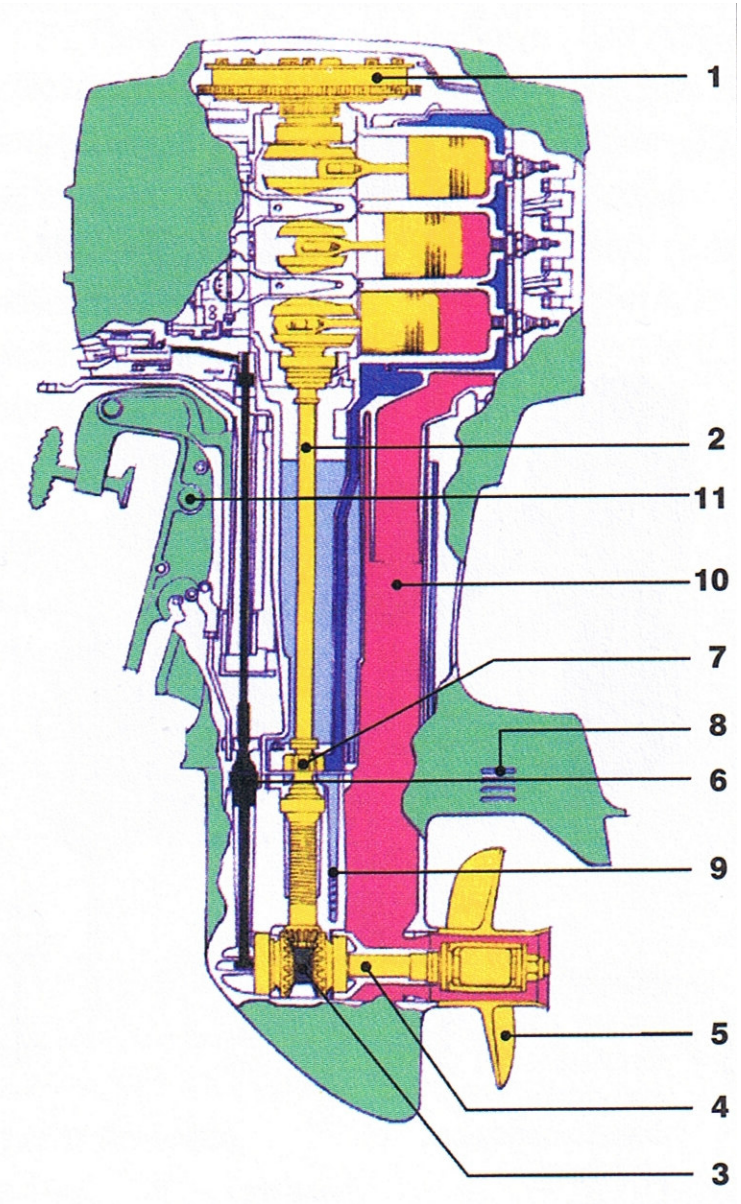
SILNIKI PRZYCZEPNE



Napęd za pomocą silnika przyczepnego - pędnik śrubowy znajduje się na dolnej części spodziny połączonej z kolumną mającą możliwość obracania się wokół osi poziomej i pionowej, co umożliwia manewrowanie łodzią.

www.motorowodniak.com

SILNIKI PRZYCZEPNE - PRZEKRÓJ



SILNIK BENZYNOWY - PRZYCZEPNY

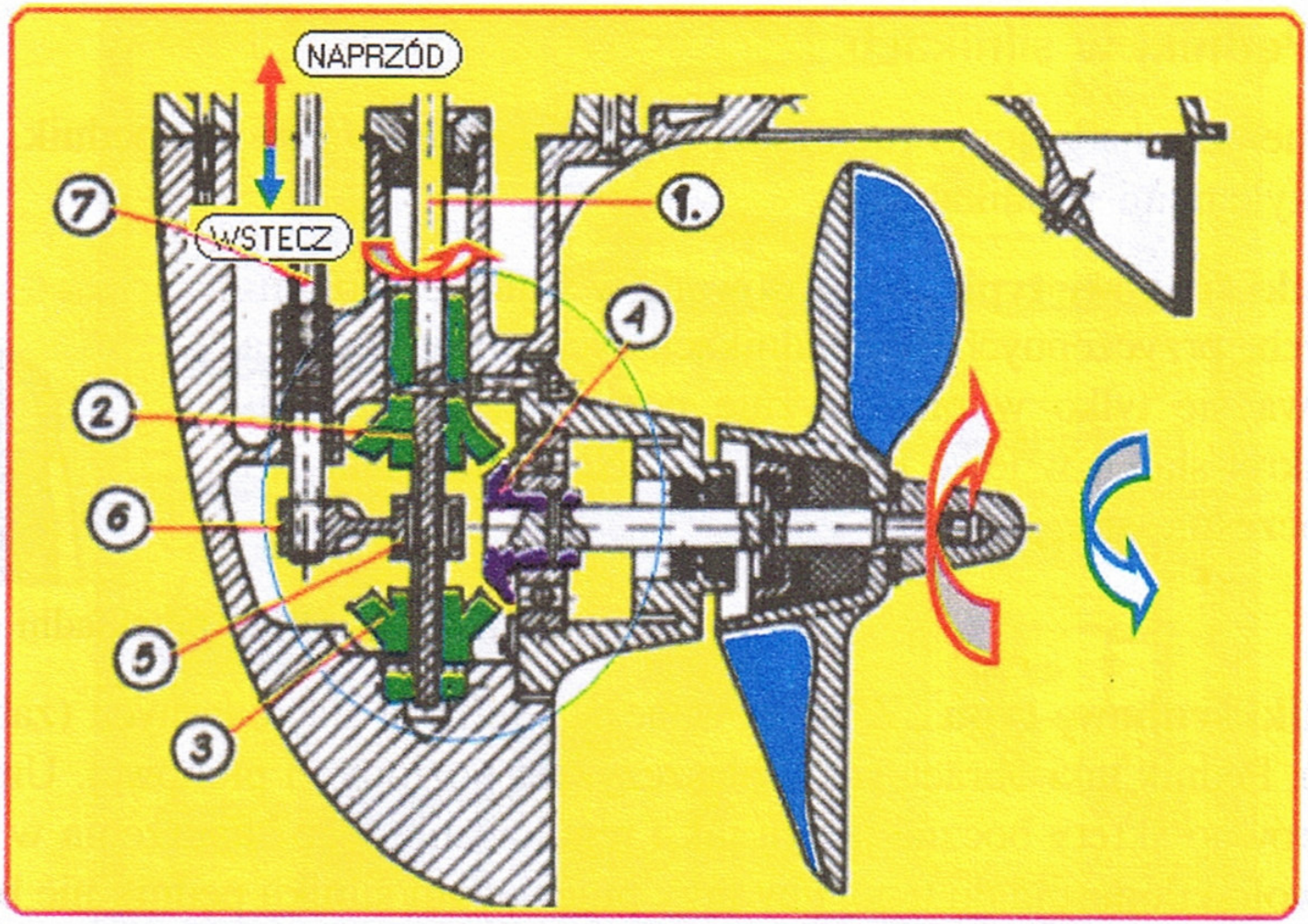
1 - koło zamachowe,
2 - wał napędowy,
3 - przekładnia redukcyjna,
4 - wał śrubowy,
5 - śruba napędowa,
6 - przekładnia biegów,
7 - pompa wodna,
8 - wylot wody chłodzącej,
9 - pobór wody chłodzącej,
10 - kanał wylotu spalin,
11 - urządzenie mocujące.

SILNIKI PRZYCZEPNE ELEKTRYCZNE

www.motorowodniak.com

www.motorowodniak.com

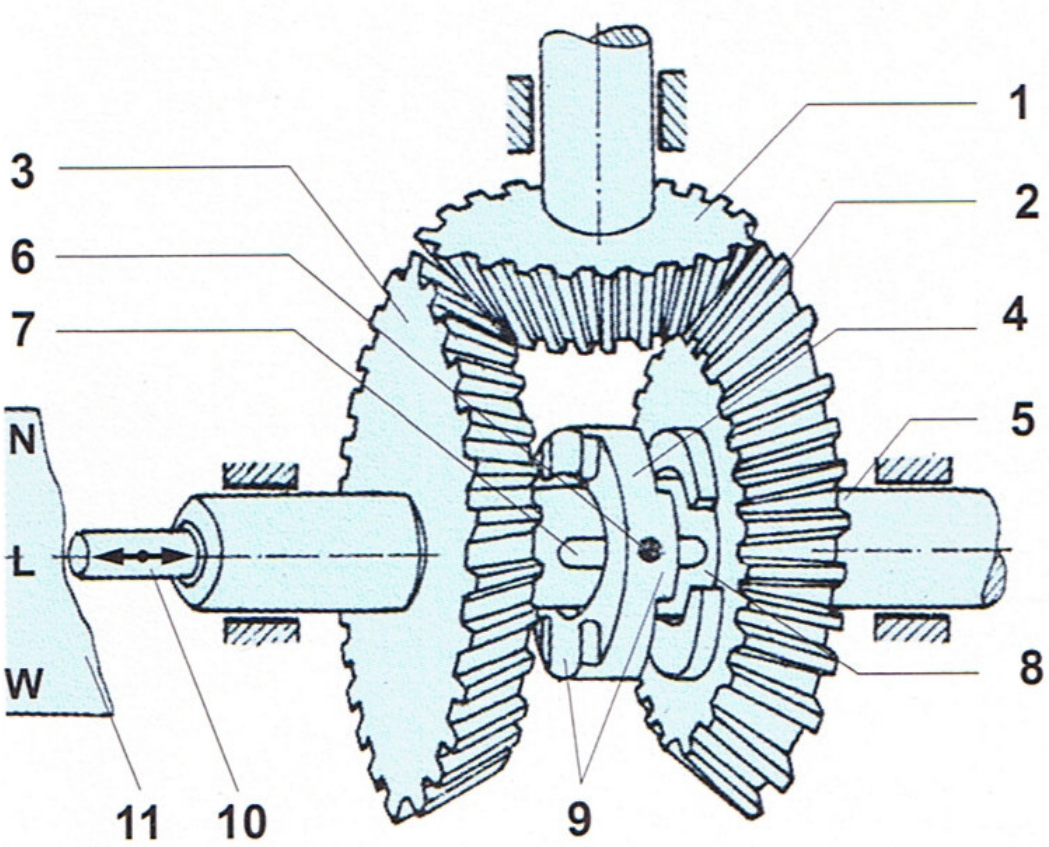
UKŁAD PRZENOSZENIA NAPĘDU



Rys. 5.22. Rewersor silnika przyczepnego 1 – wał napędowy pionowy, 2 i 3 – koła zębate napędzające, 4 – koło zębate napędzane wałka poziomego śruby, 5 – przesuwne sprzęgło kłowe, 6 – widełki, 7 – wodzik

www.motorowodniak.com

PRZEKŁADNIA REDUKCYJNO-NAWROTNA

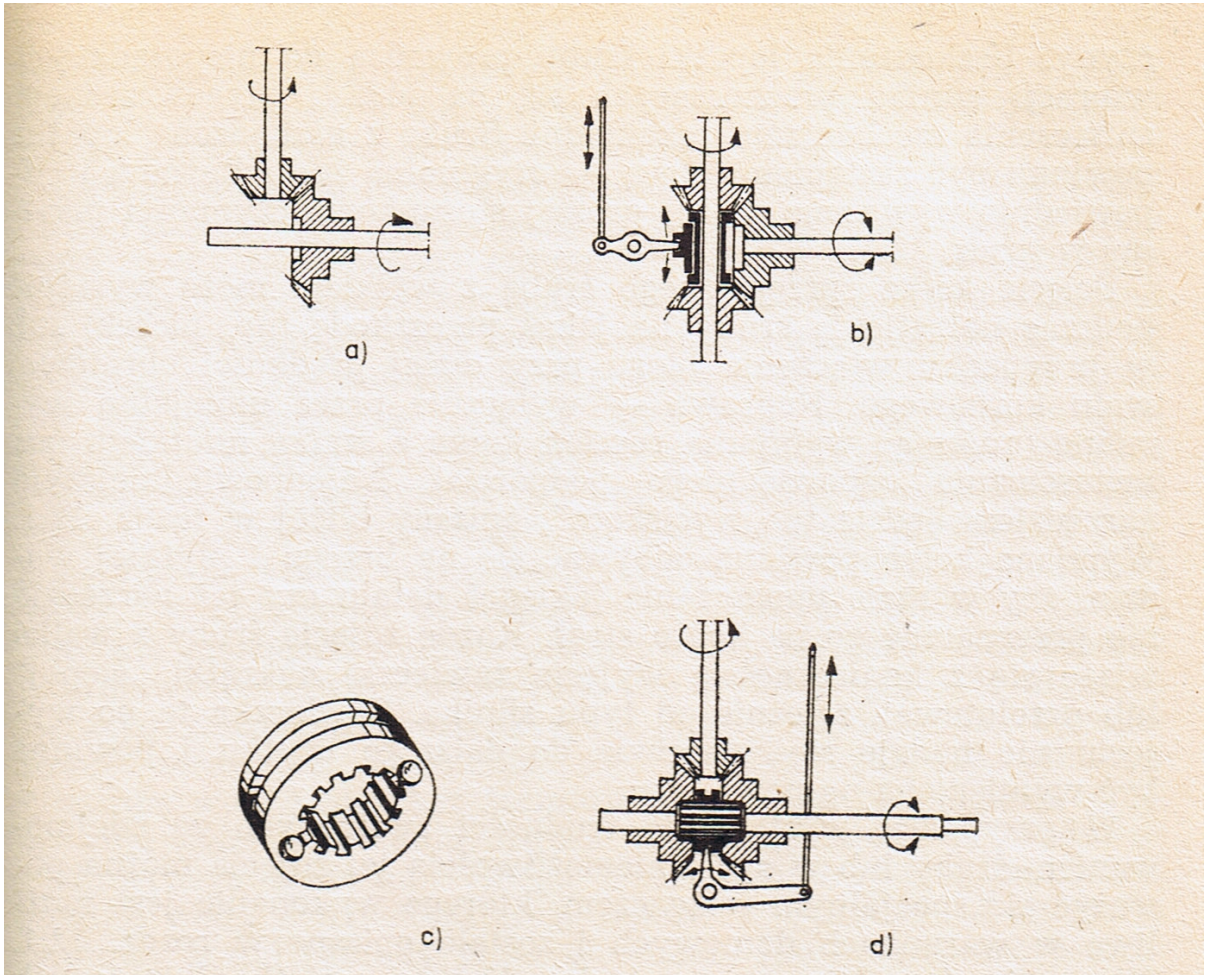


STOŻKOWA PRZEKŁADNIA REDUKCYJNO-NAWROTNA

1 – stożkowe koło napędzające, 2, 3 – stożkowe koła napędzane, 4 – sprzęgło kłowe, 5 – wał śrubowy, 6 – kołek sprzęgła, 7 – rowek wzdłużny, 8 – wcięcie do współpracy ze sprzęgłem, 9 – kły sprzęgła, 10 – popychacz, 11 – krzywka sterująca, N – „naprzód”, L – „luz”, W – „wstecz”

www.motorowodniak.com

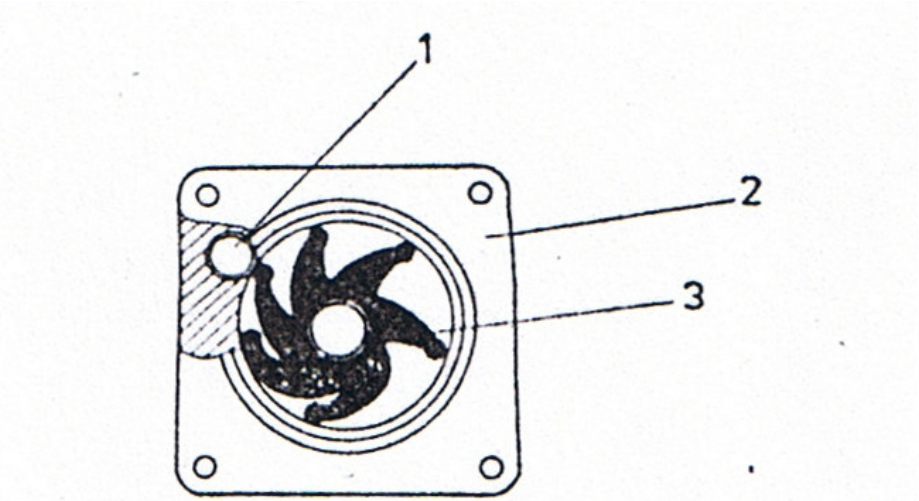
UKŁAD PRZENOSZENIA NAPĘDU



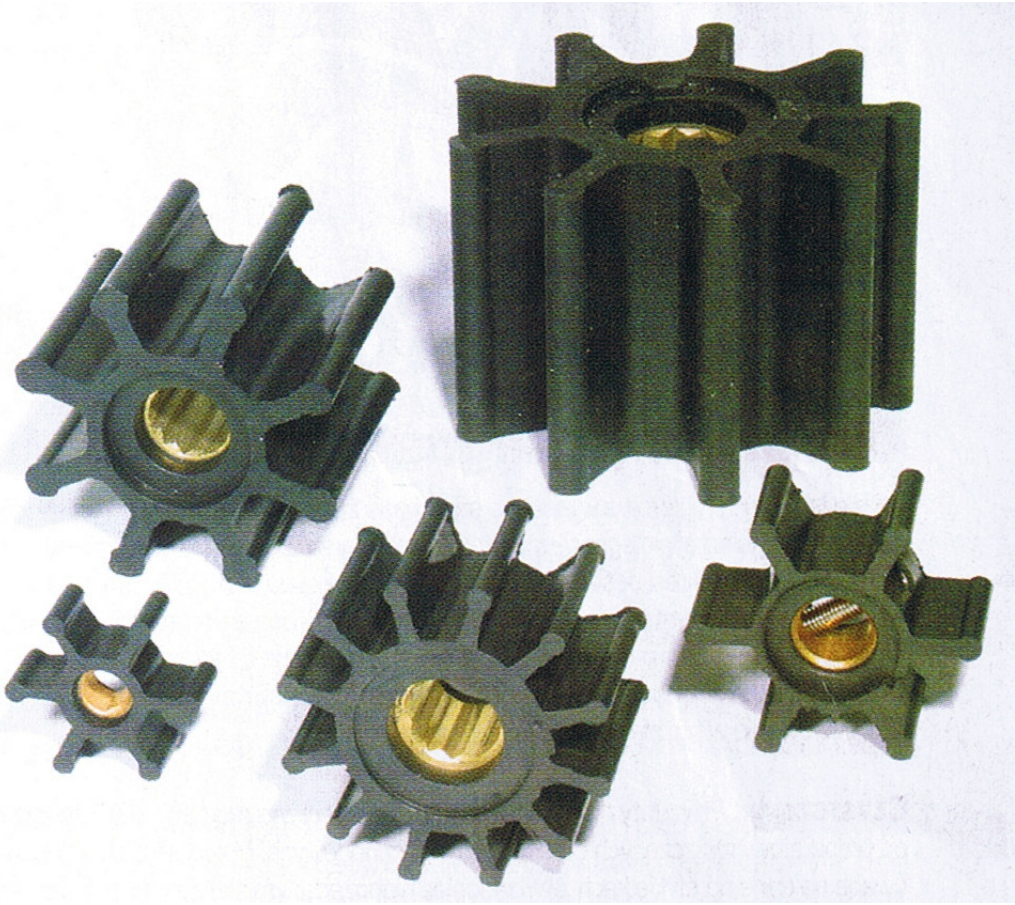
Rys. 146. Sposoby przeniesienia napędu do śruby napędowej: *a* — przekładnia stale zazębiona, *b* — przekładnia z rewersorem i przesuwnymi kołami zębatymi na wałku napędowym pionowym, *c* — przesuwka, *d* — przekładnia z rewersorem i przesuwanymi kołami zębatymi na wałku śruby napędowej

www.motorowodniak.com

POMPA WODNA SILNIKA - TURBINKA



Rys. 59. Pompa wodna silnika: *1* — otwór podający wodę, *2* — korpus pompy, *3* — wirnik gumowy



www.motorowodniak.com

STABILIZATORY

b) stabilizatory

Stabilizatory (1) montuje się najczęściej na płytce antykawitacyjnej silnika (patrz zdjęcie).
Pozwalają one szybciej wchodzić w ślizg. Zapewniają stabilny ruch łodzi. Mają wpływ na prędkość i zużycie paliwa.

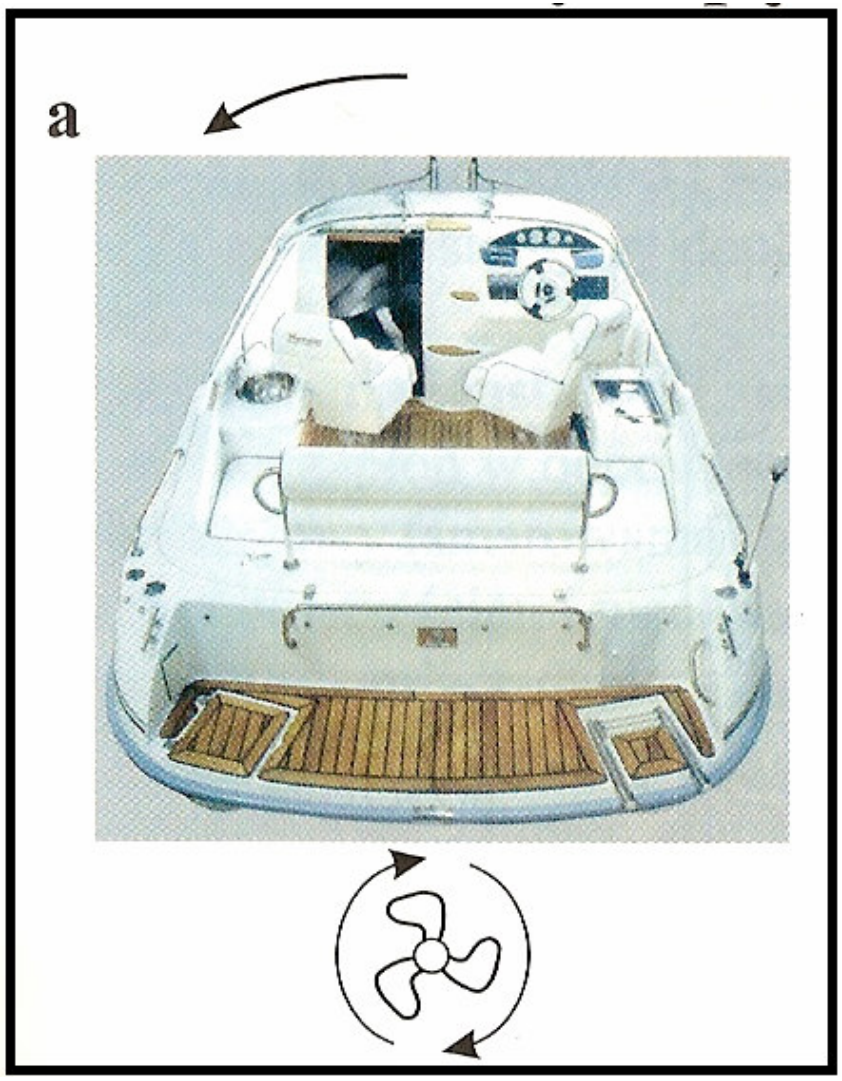
www.motorowodniak.com

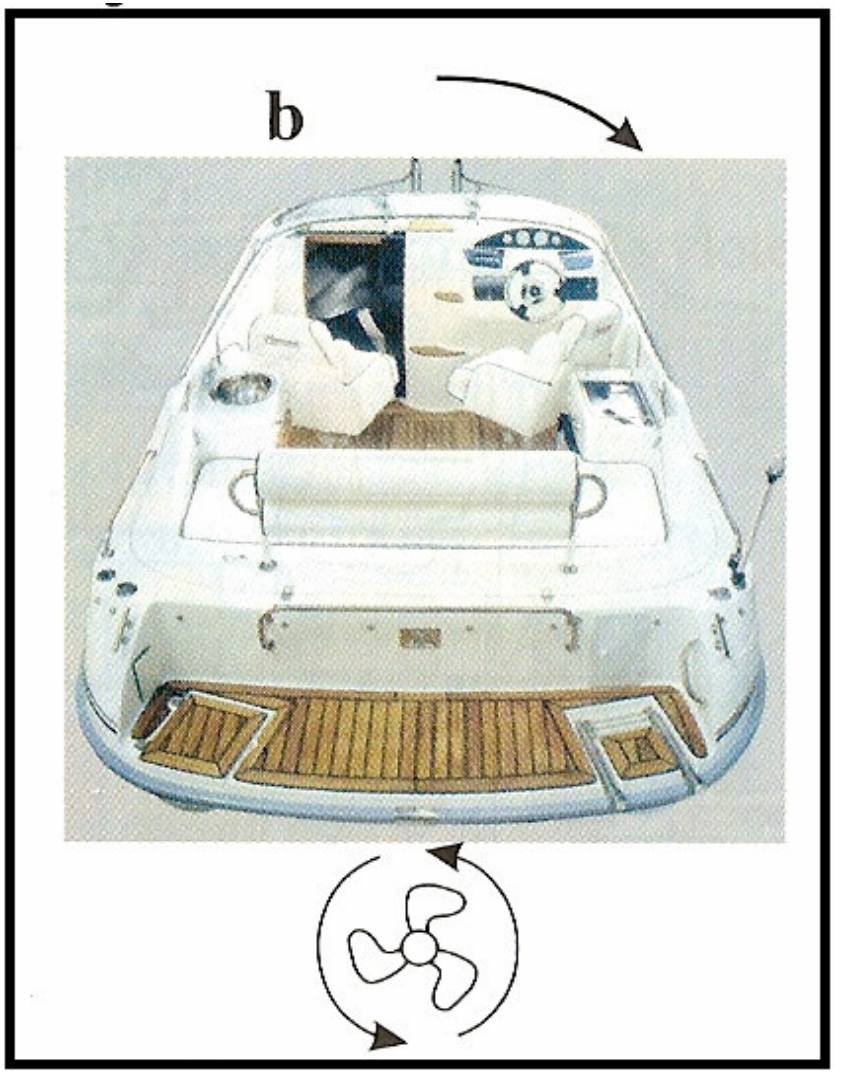
DZIAŁANIE ŚRUBY NAPĘDOWEJ

- Jachty motorowe w większości mają śruby prawoskrętne, natomiast jachty żaglowe w większości mają śruby lewoskrętne.
- Śruba napędowa nadaje jachtowi nie tylko siłę napędową w kierunku osi jachtu, ale dodatkowo powoduje znoszenie rufy jachtu w lewo lub w prawo w zależności od kierunku obrotów śruby,
- Śruba prawoskrętna przy biegu naprzód patrząc od strony rufy obraca się w prawo „a”, śruba lewoskrętna w lewo „b”.
- Śruba prawoskrętna przy biegu naprzód znosi rufę w prawo, a przy biegu wstecznym w lewo.
- Śruba lewoskrętna przy biegu naprzód znosi rufę jachtu w lewo, a przy biegu wstecznym w prawo.

www.motorowodniak.com

DZIAŁANIE ŚRUBY NAPĘDOWEJ





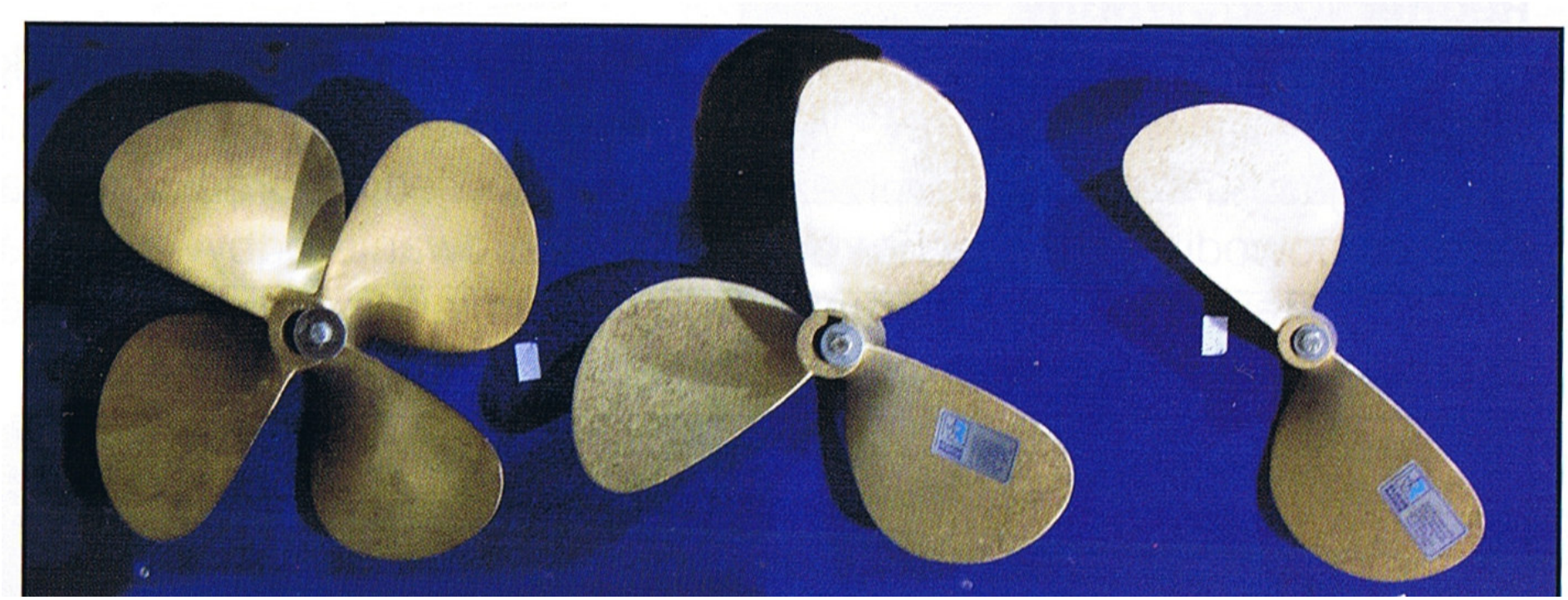
www.motorowodniak.com

PŁETWA

Na spodniej stronie płytki antykawitacyjnej w strumieniu zaśrubowym ustawia się trymery (2) w celu zapobiegania stałej tendecji do skręcania łodzi.

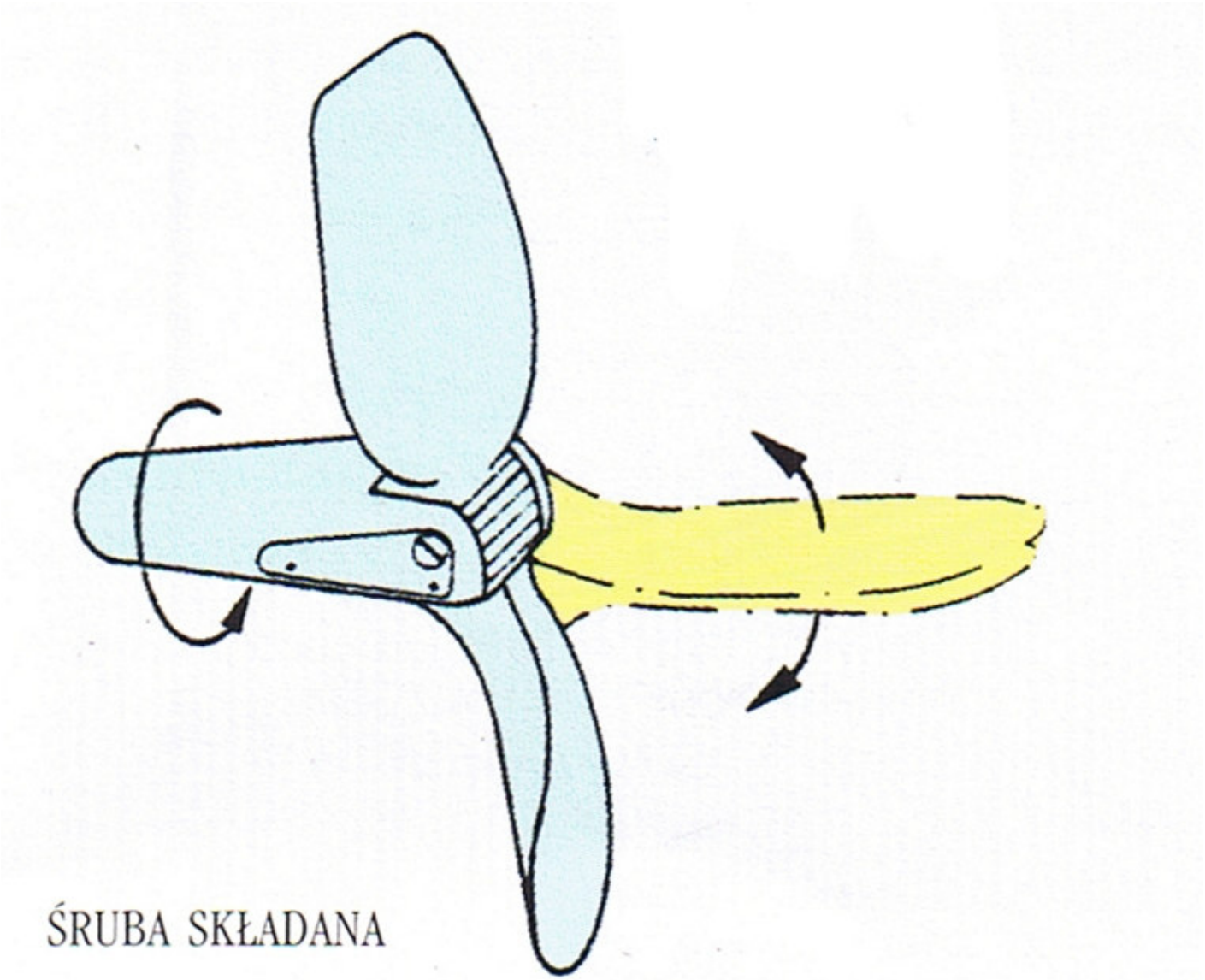
www.motorowodniak.com

RODZAJE ŚRUB NAPĘDOWYCH



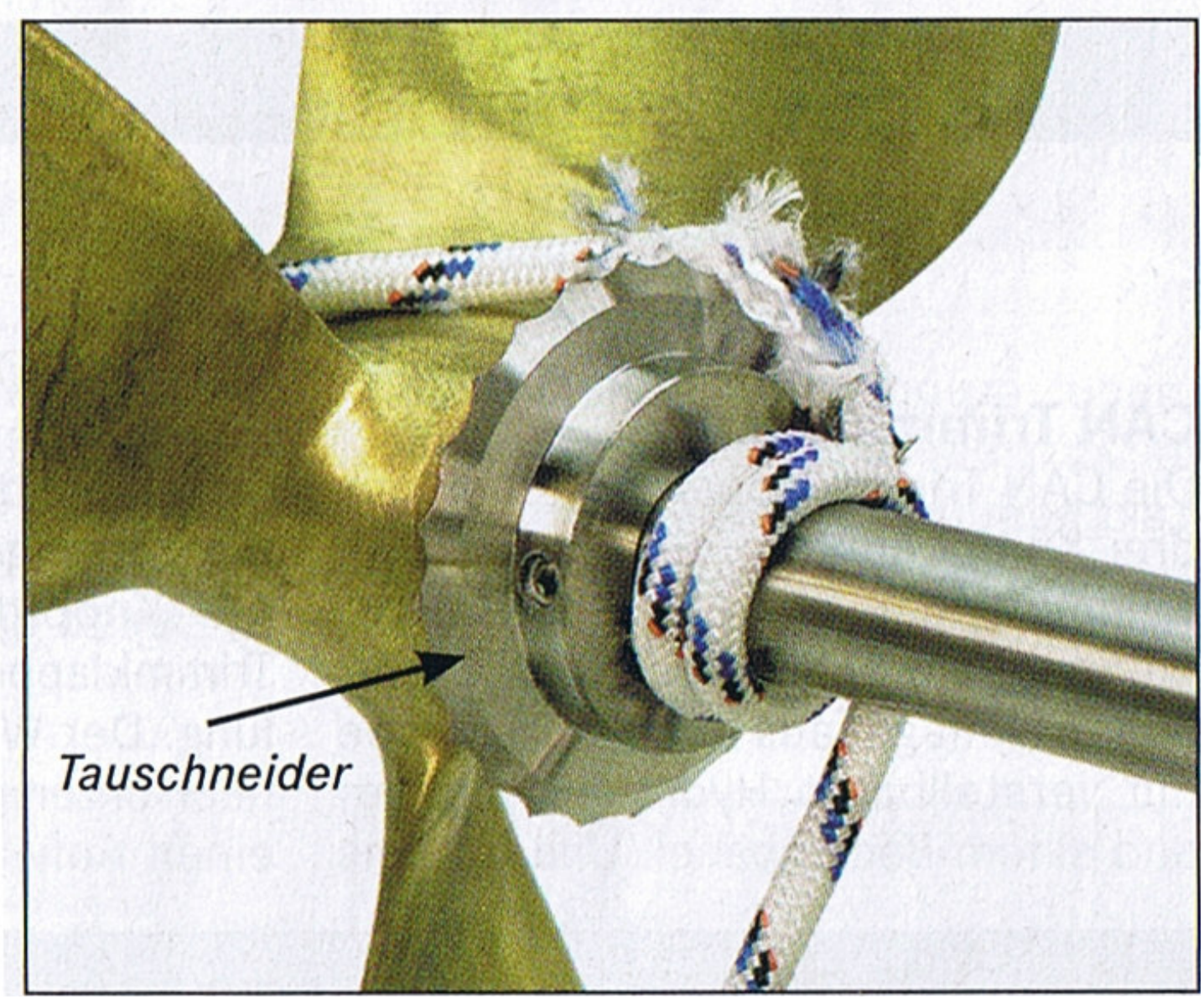
www.motorowodniak.com

ŚRUBA SKŁADANA



www.motorowodniak.com

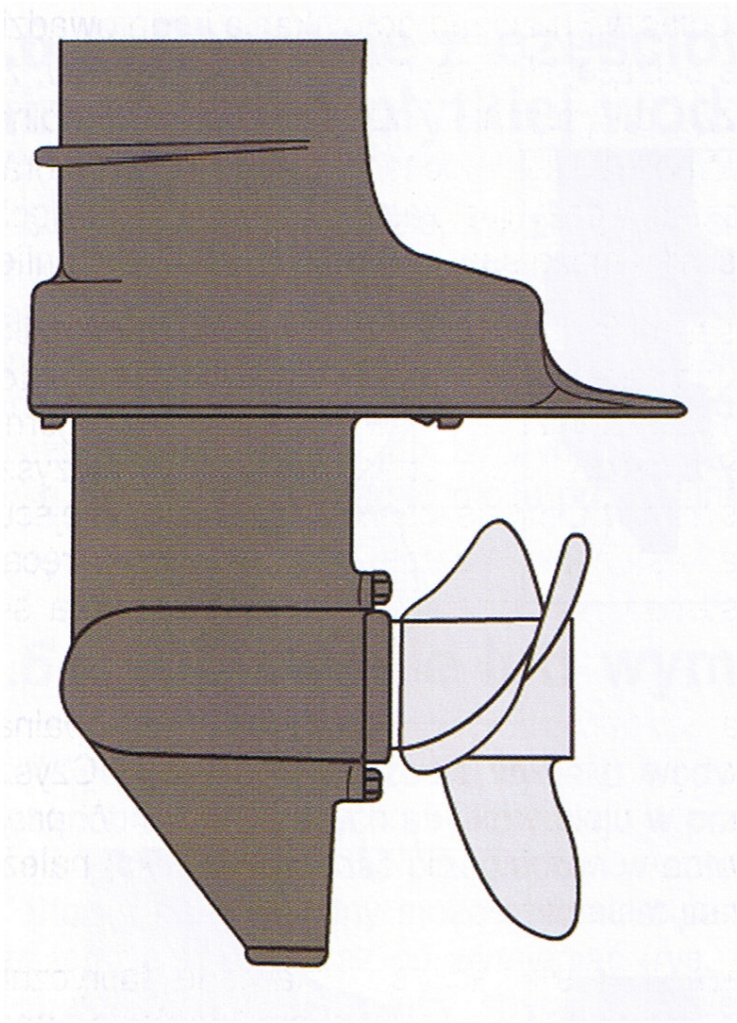
STRIPER



www.motorowodniak.com

KAWITACJA

- Na łopatkach śruby powstaje często taki spadek ciśnienia, że woda osiąga wysoka temperaturę. Pęcherzyki pary przesuwając się po powierzchni łopatki do obszaru wyższego ciśnienia ulegają ponownie kondensacji. Te zmiany ciśnienia na powierzchni łopatek powodują ich erozję (wgłębienia, kawerny).
- Zjawisko to nazywane jest ***KAWITACJĄ***.



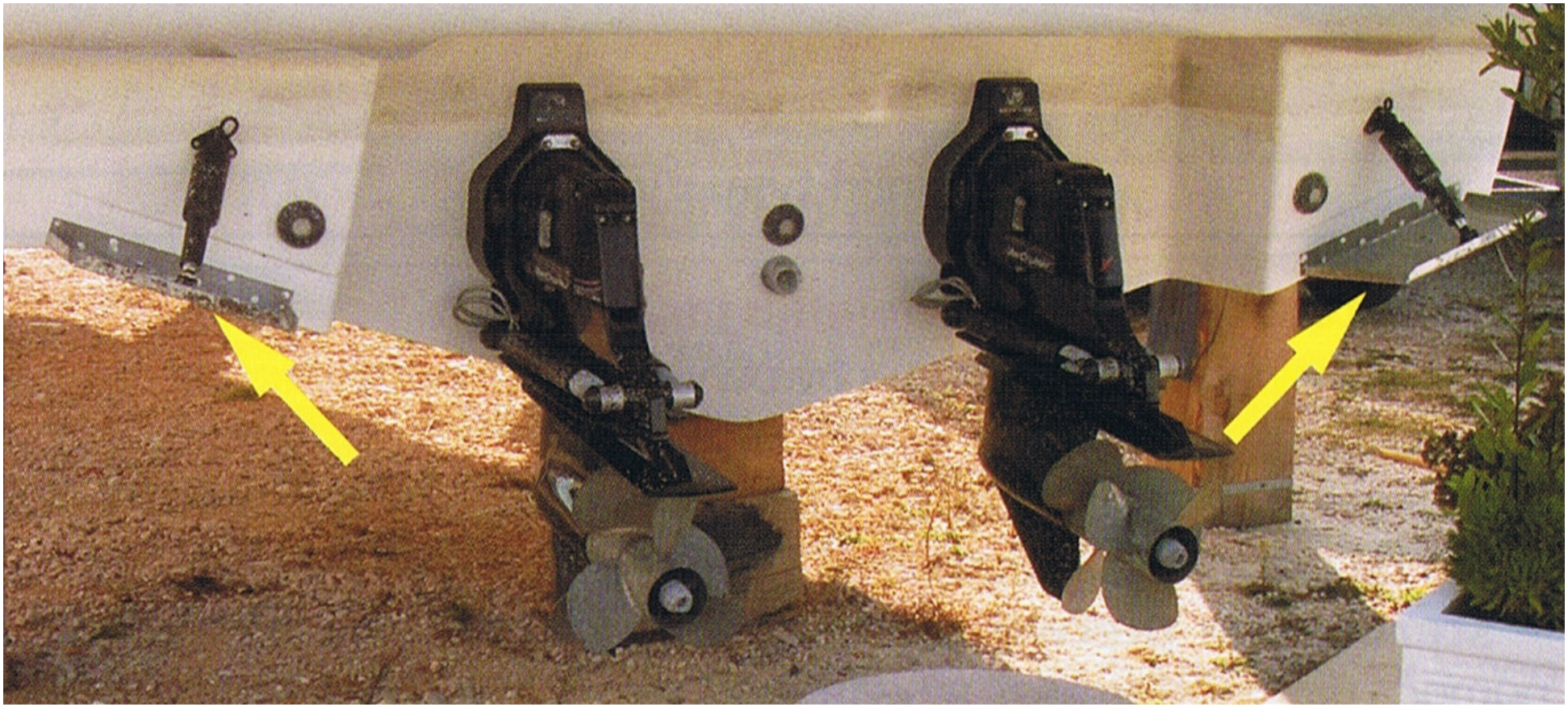
www.motorowodniak.com

URZĄDZENIA TRYMUJĄCE

- Urządzenia trymujące wykorzystują siły hydrodynamiczne do ustalenia położenia kadłuba względem powierzchni wody i uzyskania dużych prędkości oraz stabilnego ruchu łodzi

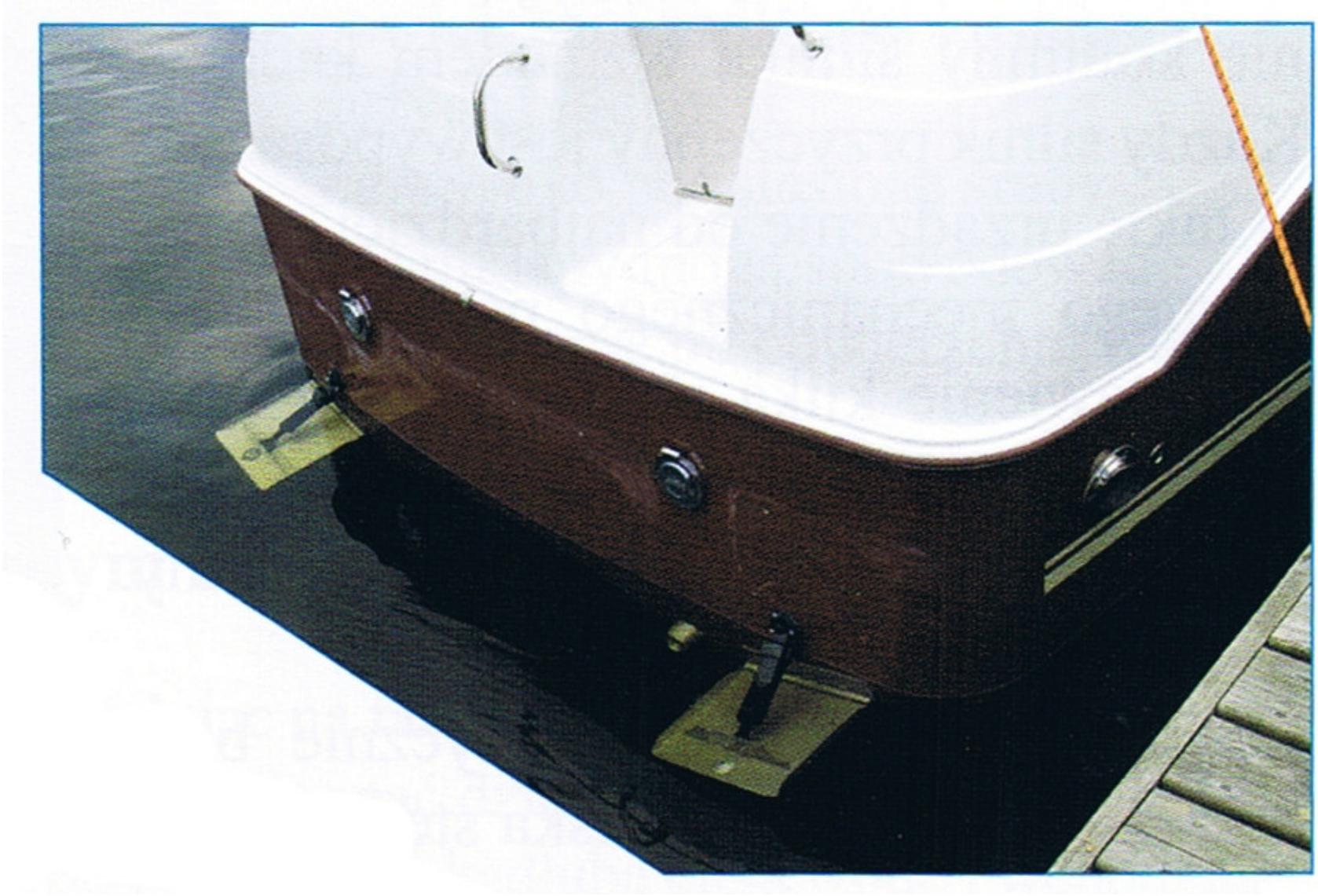
www.motorowodniak.com

URZĄDZENIA TRYMUJĄCE - TRYMKLAPY



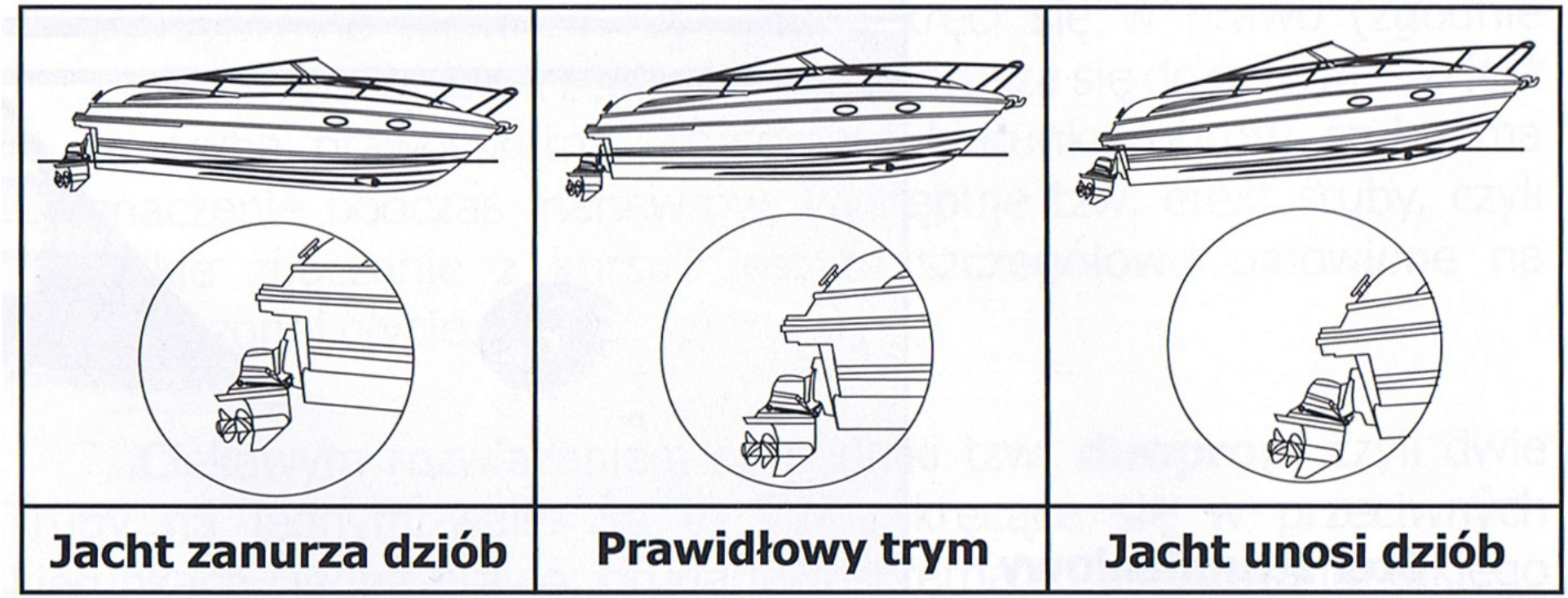
www.motorowodniak.com

URZĄDZENIA TRYMUJĄCE - TRYMKLAPY



www.motorowodniak.com

TRYMOWANIE



www.motorowodniak.com

KONSERWACJA

- **W celu przygotowania silnika na odstawienie posezonowe należy:**
  - zdjąć silnik z pawęży łodzi uważając przy tym, aby nie dostała się woda do korpusu silnika i nie zalała iskrownika i innych elementów
  - przechylać silnik na boki, aby wylać wodę z przewodów chłodzenia
  - ustawić silnik pionowo na stojaku i kołem zamachowym zrobić kilka obrotów naciskając jednocześnie na zwieracz zapłonu

www.motorowodniak.com

KONSERWACJA

- oczyścić zewnętrzną część silnika woda mydlaną lub ropą, przesmarować powierzchnie zewnętrzną, napełnić punkty smarownicze smarem
- przeprowadzić przegląd wszystkich elementów silnika
- zdjąć śrubę napędową i ją zakonserwować
- odkręcić spodzinę, spuścić olej, sprawdzić przesuwki, koła zębate, mechanizmy przełączające i wał śruby napędzającej

www.motorowodniak.com

KONSERWACJA

- wykręcić świecę, oczyścić i w razie konieczności wymienić na nową
- z gaźnika oraz ze zbiornika paliwa spuścić paliwo, przemyć i zakonserwować
- silnik powinien być przechowywany raczej w pozycji pionowej lub tak, aby spodzina znalazła się poniżej korpusu silnika. Silnik odstawiamy w suche i przewiewne miejsce.