

### III. Sprzęt do ratownictwa technicznego w zakresie podstawowym

*UWAGA: przed przystąpieniem do działań ratowniczych oraz ćwiczeń należy bezwzględnie zapoznać się, a następnie stosować instrukcje obsługi sprzętu, który będzie używany. Wszelkie szczegółowe możliwości sprzętowe należy opierać na instrukcjach obsługi danego producenta.*

Określono oczywiście sprzęt minimalny do ratownictwa technicznego, zakresu podstawowego, jednak w dobie rozwoju technik i taktyki ratowniczej dość naturalne i oczywiste jest wyposażanie się w dodatkowy, niezbędny sprzęt. Nie może się odbyć bez niego choćby skuteczne zabezpieczenie miejsca zdarzenia, stabilizacja pojazdów, czy zabezpieczenie pewnych newralgicznych elementów auta. W wielu przypadkach wyposażenie to nie jest drogie (w porównaniu np. do obowiązkowego sprzętu hydraulicznego) oraz nie zajmuje wiele miejsca w samochodzie ratowniczo-gaśniczym.

*UWAGA: poniżej podano słownik terminów i definicji według normy PN-EN 13204 Hydrauliczne narzędzia ratownicze dwustronnego działania dla straży pożarnej. Wymagania eksploatacyjne i dotyczące bezpieczeństwa. Niektóre definicje zostały opatrzone dodatkowym komentarzem dla łatwiejszego zrozumienia trudniejszych definicji.*

#### Słownik terminów i definicji [według normy PN-EN 13204]

- „**Akcesoria:** dodatkowe przyłączane części, użyte do przystosowania narzędzi do możliwości wykonania specjalnego zadania, np. wyciągania przyłączeń, rur rozgałęźnych, podpór, przedłużeń rur, itd.”. *Komentarz: Przykładem takich akcesoriów są tańcuchy.*
- „**Agregat zasilający:** pompa – zawierająca silnik, pompę hydrauliczną ze zbiornikiem, zawory i złącza narzędzia – przeznaczona do zasilania hydraulicznego (hydraulicznych) narzędzia (narzędzi) ratowniczego (ratowniczych) dwustronnego działania”. *Komentarz: to urządzenie zawierające silnik napędzający, pompę hydrauliczną ze zbiornikiem, zawory i złącza narzędzia – przeznaczone do zasilania hydraulicznego (hydraulicznych) narzędzia (narzędzi) ratowniczego (ratowniczych).*
- „**Ciągnięcie:** ruch do wewnątrz szczęki (szczęk) lub ramienia (ramion), jeżeli wyposażone są w zamocowania do ciągnięcia, do równoczesnego wyciągania części lub elementów konstrukcyjnych”.
- „**Ciecz hydrauliczna:** ciekłe medium do przenoszenia mocy”.
- „**Cylinder rozpierający:** hydrauliczne narzędzie ratownicze zdolne do wykonywania funkcji pchania za pomocą wymiennalnych lub zintegrowanych stóp na obu końcach narzędzia, działającego za pomocą pojedynczego, podwójnego lub teleskopowego tłoka (tłoków)”.
- „**Części odłączalne:** części lub podzespoły, które mogą być demontowane ręcznie (bez narzędzi), pod warunkiem, że nie są obciążone”. *Komentarz: bez używania dodatkowych narzędzi.*

- **„Łączniki węża:** łączniki zamocowane do każdego końca węża w celu zamontowania węża do narzędzia/pompy lub wyposażenia go w szybkozłącze”.
- **„Masa agregatu zasilającego:** masa z uwzględnieniem na stałe załączonych podzespołów (tj. zwijadła, załączone zestawy węża lub szybkozłącza), zbiornika cieczy hydraulicznej napełnionego do maksymalnego poziomu i pełnego zbiornika paliwa, wyrażona w kg”.
- **„Masa hydraulicznego narzędzia ratowniczego:** masa mierzona w położeniu całkowicie zamkniętym, z uwzględnieniem cieczy hydraulicznej, załączonych zestawów węża lub szybkozłączy wraz z odłączalnymi końcówkami (gdy występują), wyrażona w kg”.
- **„Masa zestawów węża lub zwijadeł:** masa z uwzględnieniem na stałe załączonych podzespołów, cieczy hydraulicznej, wyrażona w kg”.
- **„Narzędzie wielozadaniowe (narzędzie combi):** hydrauliczne narzędzia ratownicze zdolne do wykonywania co najmniej czterech funkcji, tj. rozpierania, rozciągania, zginięcia i cięcia”.
- **„Nożyce:** hydrauliczne narzędzie ratownicze zdolne do wykonywania funkcji cięcia za pomocą jednego lub kilku ostrzy”.
- **„Odległość ciągnięcia:** odległość przesunięcia pomiędzy położeniem otwartym i całkowicie zamkniętym, wyrażona w mm”.
- **„Odległość rozpierania:** odległość przesunięcia końcówek pomiędzy położeniem całkowicie zamkniętym i całkowicie otwartym, wyrażona w mm”.
- **„Operator:** osoba uruchamiająca ręcznie sterowane urządzenie uruchamiające narzędzia”. *Komentarz: i wykonująca czynności przy użyciu narzędzia.*
- **„Pchanie:** ruch tłoka (tłoków) na zewnątrz, w celu rozdzielenia części lub elementów konstrukcyjnych”.
- **„Pompa ręczna:** pompa hydrauliczna uruchamiana siłą ręki lub nogi, do zasilania hydraulicznego narzędzia (narzędzi) ratowniczego (ratowniczych) dwustronnego działania”.
- **„Ręcznie sterowane urządzenie uruchamiające:** podzespół urządzenia sterującego, który podczas działania uruchamia urządzenie sterujące j jest przeznaczony do uruchomienia przez jedną osobę”.
- **„Rozpieracz:** hydrauliczne narzędzie ratownicze zdolne do wykonywania co najmniej trzech funkcji, tj. rozpierania, ciągnięcia, ściskania”.
- **„Rozpieranie:** ruch na zewnątrz szczęki (szczęk) lub ramienia (ramion) powodujący rozdzielanie części elementów konstrukcyjnych”.
- **„Silnik napędzający:** silnik elektryczny, silnik spalinowy, silnik pneumatyczny lub hydrauliczny”.
- **„Siła ciągnąca:** siła ustawiona wewnątrz odległości ciągnięcia wyrażona w kN”.
- **„Siła pchająca:** siła w położeniu wewnątrz zakresu skoku, wyrażona w kN”.
- **„Siła rozpierająca:** siła w ustawieniu wewnątrz odległości rozpierania, wyrażona w kN”.
- **„Skok:** odległość przesunięcia tłoka (tłoków) z położenia pełnego zamknięcia do otwarcia, wyrażona w mm”.

- „**Szybkozłącza:** wymienne złączki, zamocowane do łączników węża i/lub sprzętu w celułączenia lub wyłączenia zestawów węża do/od innych dopasowanych łączników wewnątrz systemu, w celu przenoszenia cieczy hydraulicznej z jednego punktu systemu do drugiego”.
- „**Urządzenie sterujące:** urządzenie podłączone do hydraulicznego obwodu sterującego i stosowane do sterowania działaniem narzędzia (np. zaworami hydraulicznymi, przekaźnikiem, zaworem uruchamianym magnetycznie)”.
- „**Wartości nominalne:** gdy wymagania odnoszą się do parametrów nominalnych, parametry te, utrzymywane przez producenta, będą stosowane do klasyfikacji”.  
*Komentarz: czyli parametry utrzymywane przez producenta narzędzi zapewniające optymalną pacę narzędzia (narzędzi).*
- „**Węże:** elastyczne rury wykonane z naturalnych i/lub syntetycznych materiałów”.
- „**Zasięg nożyc:** odległość od podstawy krawędzi tnącej do punktu środkowego pomiędzy końcówkami ostrzy w położeniu otwartym, wyrażona w mm”.
- „**Zestaw węża:** co najmniej jeden wąż hydrauliczny uzupełniony łącznikami, co najmniej jedno szybkozłącze i ciecz hydrauliczna”.
- „**Zgniatanie:** ruch do wewnątrz szczęki (szczęk) lub ostrza (ostrzy) do cięcia lub ścinania części lub elementów konstrukcyjnych”.
- „**Zwijadło:** bęben wyposażony w odcinek (odcinki) zestawów węża”.

## 1. Ratownicze zestawy hydrauliczne

Ratowniczy zestaw hydrauliczny jest to zespół elementów, połączonych w jeden układ, który podczas akcji ratowniczej umożliwi cięcie, rozpieranie, zgniatanie, ciągnięcie elementów konstrukcji pojazdów samochodowych. Składa się on z: narzędzi, agregatu zasilającego i zestawów węża.

Wszystkie narzędzia wykorzystują siłowniki hydrauliczne z zastosowaniem wysokich ciśnień cieczy roboczej, dzięki czemu uzyskiwane są duże siły pracy. Poszczególne narzędzia tworzone są poprzez połączenie do tłoczyska siłownika hydraulicznego różnego rodzaju ramion, dźwigni, końcówek roboczych. W zakresie podstawowym wyróżnia się: nożyce, rozpieracze, cylindry rozpierające [wg Normy PN-EN 13204].

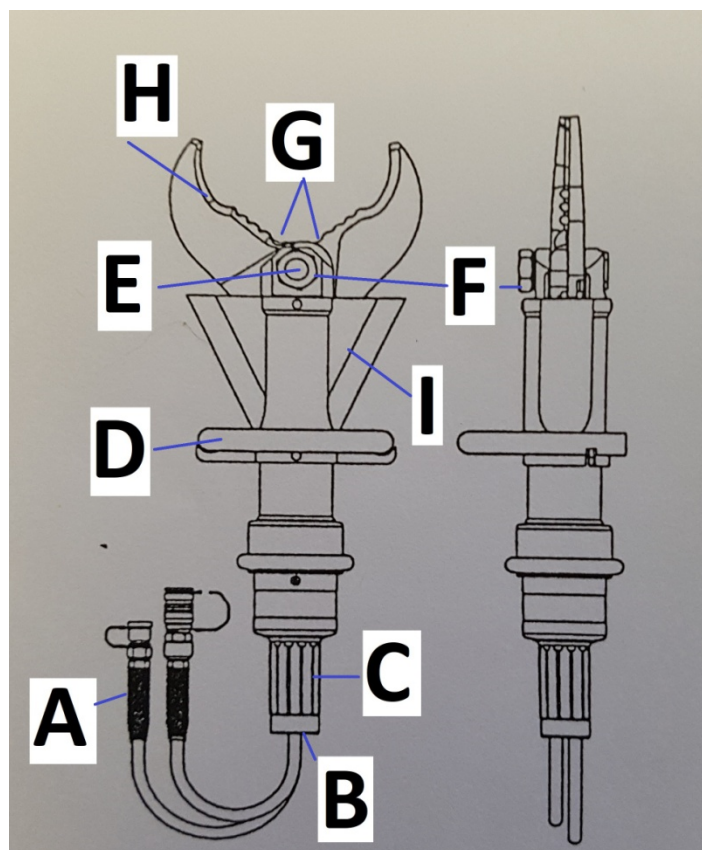
### Wybrane wymagania ogólne [wg Normy PN-EN 13204]:

- Czasy otwarcia lub zamknięcia hydraulicznych narzędzi ratowniczych nie powinny wynosić mniej niż 2 sekundy.
- Ręcznie sterowane urządzenie uruchamiające powinno być: elementem składowym narzędzia; skonstruowane do uruchamiania tylko przez jedną osobę; skonstruowane umożliwienia działania narzędzi z różną prędkością; skonstruowane jako narzędzie sterujące, działające tylko w momencie załączenia; skonstruowane dla operatora noszącego rękawice podczas działania.

- Jeżeli ręcznie sterowane urządzenie uruchamiające jest włączone, ramię (ramiona)/szczeka (szczęki)/ostrze (ostrza) lub w przypadku cylindrów rozpierających stopy, powinny się poruszać tylko w jednym kierunku, który jest wskazany na narzędziu lub samym urządzeniu uruchamiającym.
- Jeżeli ręcznie sterowane urządzenie uruchamiające jest przesunięte z położenia „włączone” w położenie „neutralne”, wszystkie ruchome części (tj. ramiona, ostrza, szczęki, stopy) narzędzia powinny zatrzymać się w ciągu 0,5 s. i pozostać w odpowiednich pozycjach przez co najmniej 5 min +/- 15 s, gdy agregat zasilający dostarcza ciecz hydrauliczną do narzędzia.
- We wszystkich kierunkach działania nie powinno być żadnych przemieszczeń pod normalnym obciążeniem, więcej niż 1% nominalnej odległości rozwarcia wszystkich narzędzi (wyłączając nożyce), kiedy ręcznie sterowane urządzenie uruchamiające znajduje się w neutralnym położeniu. Należy pozwolić na osiadanie narzędzia w czasie nie dłuższym niż 5 min. Pomiar należy rozpocząć bezpośrednio w czasie osiadania i zakończyć po 5 min +/- 15 s.
- Narzędzia, agregaty zasilające i zwijadła należy wyposażyć w środki do noszenia (uchwyty) skonstruowane do bezpiecznego noszenia i/lub uruchamiania sprzętu.
- Uchwyty zainstalowane do noszenia narzędzi należy skonstruować, tak aby zapobiegać kontaktowi wyciągniętego (wyciągniętych) palca (palców) operatora z ruchomymi częściami (tj. ramionami, ostrzami, szczękami), znajdującymi się w odległości 200 mm i mogącymi wywołać prawdopodobieństwo zagrożenia podczas działania narzędzia.
- Tam gdzie rozmiar lub kształt uniemożliwiają użycie uchwytów do przenoszenia, jak w przypadku małego narzędzia uruchamianego jedną ręką, umiejscowienie położenia przewidzianego uchwytu do bezpiecznego przenoszenia i/lub uruchamiania narzędzia powinno być jednoznaczne. Ich umiejscowienie i/lub konstrukcja powinny zapobiegać kontaktowi wyciągniętego (wyciągniętych) palca (palców) operatora z ruchomymi częściami (tj. ramionami, ostrzami, szczękami) i mogącymi wywołać prawdopodobieństwo zagrożenia podczas działania narzędzia.
- Narzędzia, agregaty zasilające lub zwijadła o masie większej niż 25 kg powinny być wyposażone w odpowiednie uchwyty i/lub pozycje uchwytów powinny umożliwiać dodatkowej (dodatkowym) osobie (osobom) pomoc operatorowi w przenoszeniu i uruchamianiu narzędzia. Konstrukcja agregatów zasilających i zwijadeł powinna być taka, żeby środek ciężkości był zawsze poniżej uchwytów.
- Uchwyty do noszenia i umiejscowienie uchwytów narzędzi (z wyłączeniem cylindrów rozpierających) powinny być tak umiejscowione i skonstruowane, aby tworzyły równowagę – aby oś główna narzędzia odchyłała się nie więcej niż 10 stopni od poziomu.
- Ciecz hydrauliczna nie powinna powodować toksycznych ani alergicznych skutków podczas bezpośredniego kontaktu z osobami.
- Ciecz hydrauliczna powinna mieć temperaturę zapłonu nie niższą niż 90 stopni Celsjusza.

- Maksymalna masa hydraulicznego narzędzia ratowniczego lub agregatu zasilającego lub zwijadła, skonstruowanych do przenoszenia i uruchamiania przez jedną osobę, nie powinna przekraczać 25 kg.
- Narzędzia, agregaty zasilające lub zwijadła z masą przekraczającą 25 kg powinny być skonstruowane do przenoszenia co najmniej przez 2 osoby, w zależności od wielokrotności 25 kg.
- Szybkozłącza do połączenia pod ciśnieniem i połączenia nie powinny być wymienne.
- Szybkozłącza powinny być tak skonstruowane, aby zapobiegać ciągłemu wyciekowi cieczy podczas przyłączania/odłączania.
- Szybkozłącza rozłączone nie powinny mieć przecieku przy dopuszczalnym ciśnieniu.
- W celach połączenia/rozłączenia, szybkozłącza powinny mieć możliwość uwolnienia ciśnienia.
- Rozpieracze wyposażone w części odłączane, np. końcówki powinny być tak skonstruowane, aby zapewnić, że nie zostaną one nieumyślnie odłączone.
- Wewnętrzny obszar roboczy końcówki (końcówek) ramienia (ramion) rozpieraczy powinien być ukształtowany co najmniej 25 mm od końca końcówki (końcówek) lub ramienia (ramion), aby tworzył chwytłą powierzchnię do zgniatania.
- Pompy ręczne powinny być wyposażone w ciśnieniowy zawór nadmiarowy odporny na nieodpowiednie manipulowanie przez osoby niepowołane, uprzednio ustawiony przez wytwórcę do działania w zakresie +/- 10% dopuszczalnego ciśnienia.
- Siła wymagana do ręcznego uruchomienia pompy ręcznej nie powinna przekraczać 320 N, a do uruchomienia nożnego 400 N.
- Węże hydrauliczne powinny mieć promień zgięcia nie większy niż 75 mm.
- Zestawy węża powinny być dostarczane z zabezpieczeniem przeciw załamaniu na każdym końcu, np. zabezpieczenia ze sprężyny.
- Zwijadła nie powinny niekontrolowanie obracać się w następujących warunkach: podczas transportowania i stosowania; podczas poddawania ciśnieniu dopuszczalnemu; po zakończeniu nawijania/odwijania.
- Akcesoria dopasowane do narzędzi, dla których są przeznaczone, powinny być zdolne do wytrzymywania 1,5-krotności maksymalnych sił/ciśnień przewidzianych konstrukcją tych narzędzi.
- Akcesoria powinny być tak skonstruowane, żeby nie było możliwe ich przyłączenie do narzędzia w inny sposób, niż tylko w przewidziane miejsce i/lub w kierunku ustawienia.
- Akcesoria skonstruowane z przeznaczeniem dla alternatywnego lub wielokrotnego działania narzędzia powinny chronić system przed efektem potencjalnego wzmocnienia ciśnienia.
- Ciecz hydrauliczna powinna wytrzymywać wszystkie swoje charakterystyki eksploatacyjne pomiędzy temperaturami od -20 st. C +/- 1 st. C do +80 st. C +/- 1 st. C.

- **Nożyce**

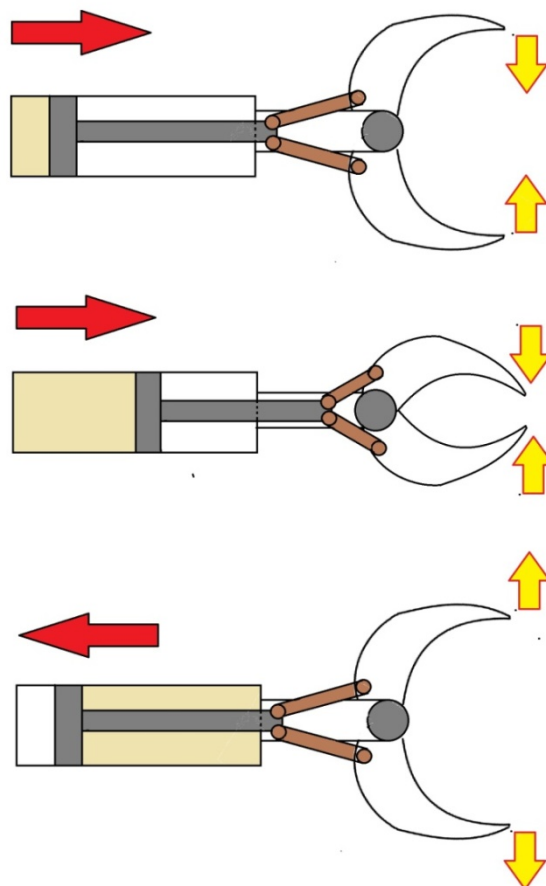


*A – szybkozłącza, B – Zawór bezpieczeństwa, C – Uchwyt sterujący, D – Uchwyt do trzymania, E – Śruba zawiasowa, F – Nakrętka centralna, G – Otwór do cięcia, H – Krawędź tnąca, I – Osłona*

**Rys. 1. Elementy nożyc – na wybranym przykładzie**

Są to hydrauliczne narzędzia ratownicze, w budowie których wyróżnia się ostrza (w praktyce są to swoiste ramiona, które na swych krawędziach wewnętrznych posiadają części tnące). Zasada ich działania opiera się na zmianie prostoliniowego ruchu siłownika na ruch kątowy ostrzy. Możliwe jest to poprzez zastosowanie układu dźwigni (w praktyce jest to odpowiedni kształt ostrzy), które umieszczone są na sworzniu centralnym, który jest dla nich osią obrotu w chwili wsuwania/wysuwania tłoczyska narzędzia. Służą one to przecinania, obcinania, nacinania.

Nożyce zawsze osiągają duże siły cięcia dlatego, że podczas zamykania ostrzy, ciśnienie cieczy hydraulicznej napiera na całą powierzchnię tłoka. Natomiast podczas ich otwierania, ciśnienie cieczy napiera już na mniejszą powierzchnię tłoka po drugiej stronie ( $F = p \times A$ , gdzie  $F$  – siła nacisku,  $p$  – ciśnienie,  $A$  – pole powierzchni).



Rys. 2. Schemat działania nożyc. Kremowym kolorem oznaczono większe ciśnienie cieczy hydraulicznej przy ich poszczególnych ruchach roboczych

Nożyce dzieli się na typy, w zależności od minimalnego rozwarcia ostrzy i zdolności cięcia [wg Normy PN-EN 13204].

Typ	J.m.	Nominalne rozwarcie nożyc	Zdolność cięcia na podstawie odrębnej tabeli [tu tabela 2]
AC	mm	<150	A-H
BC	mm	150-199	A-H
CC	mm	>200	A-H

Tab. 1. Typy nożyc [PN-EN 13204]

Zdolność Cięcia	J.m.	Pręt okrągły $\phi$	Płaskownik	Rura $\phi$ (szerokość rury x grubość ścianki)	Przekrój zamknięty kwadrat (długość boku x grubość ścianki)	Przekrój zamknięty prostokąt (długość x szerokość x grubość ścianki)
A	mm	14	30x5	21,3x2,3	-	-
B	mm	16	40x5	26,4x2,3	-	-
C	mm	18	50x5	33,7x2,6	35x4	-
D	mm	20	60x5	42,6x2,6	40x4	50x25x2,5
E	mm	22	80x8	48,3x2,9	45x4	50x30x3,0
F	mm	24	80x10	60,3x2,9	50x4	60x40x3,2
G	mm	26	100x10	76,1x3,2	55x4	80x30x4,0
H	mm	28	110x10	76,1x4,0	60x4	80x40x4,0

Tab. 2. Zdolność cięcia nożyc [PN-EN 13204]. Zdolność cięcia jako możliwość cięcia elementów zgodnie z powyższą tabelą

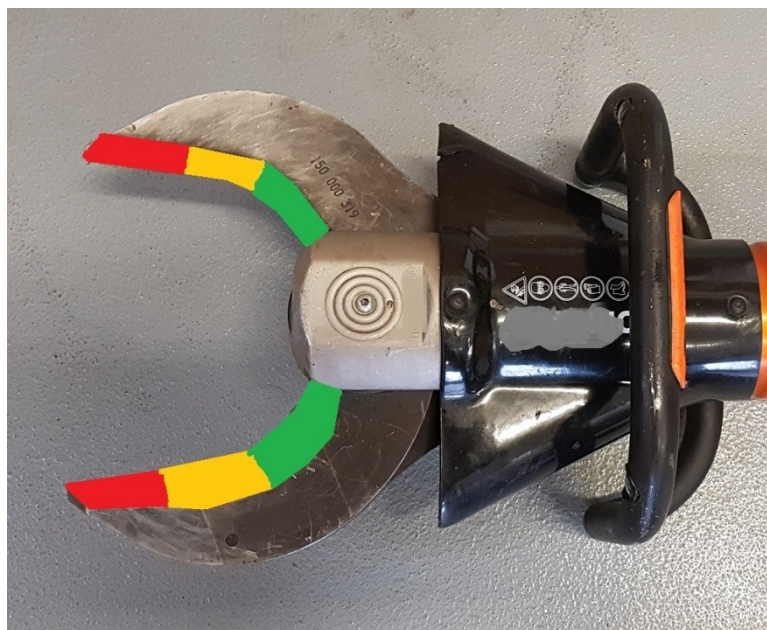
Zatem oznaczenie nożyc charakteryzuje ich parametry, np. CC 250H/20 oznacza, że są to nożyce typu CC, o rozwarciu nożyc 250 mm, zdolności cięcia H i masie 20 kg.

Każde nożyce mają swoją charakterystykę pracy. Siła ich cięcia jest zmienna i zależna od miejsca (punktu) na ostrzu oraz stopnia zaciśnięcia ostrzy.

- Rozpatrując miejsce: najmniejsza siła jest zawsze na końcu ostrzy, a największa przy śrubie sworznia, na którym te ostrza są osadzone.
- Rozpatrując stopień zaciśnięcia ostrzy: najmniejszymi siłami dysponujemy podczas maksymalnego rozwarcia ostrzy. Siła ta wzrasta podczas ich zaciskania.

Rozpatrując charakterystykę pracy nożyc, najmniejsza siła cięcia występuje na końcach ostrzy, w momencie maksymalnego rozwarcia, a największa przy śrubie sworznia w momencie całkowitego zamknięcia ostrzy. Wartości sił przy poszczególnym ustawieniu ostrzy powinny być dostarczone przez producenta.





Rys. 3. Barwowe oznaczenie sił cięcia w zależności od miejsca na ostrzach przy maksymalnym rozwarciu (kolor czerwony – najmniejsze siły)

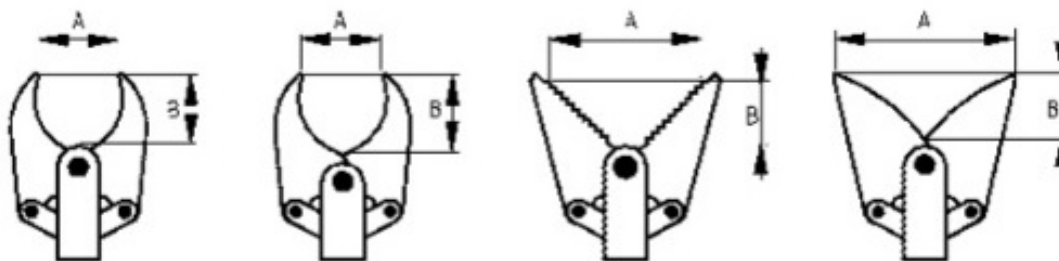


Rys. 4. Podczas zaciskania ostrzy siły w danych punktach wzrastają

Przy pomocy nożyc można wykonać dwa rodzaje cięć:

- **Cięcie okalające**, gdzie ostrza całkowicie obejmują przecinany element (np. słupek).
- **Cięcie penetrujące**, gdzie ostrza wcinają się w przecinany materiał (np. przy nacięciu dachu).

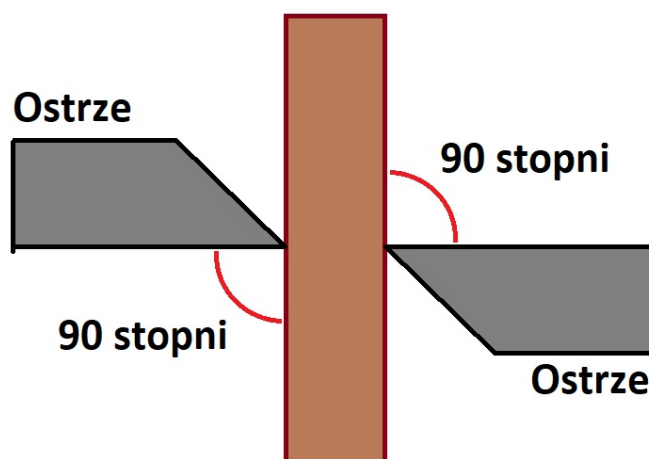
Cechami charakterystycznymi nożyc, ze względu na ich różnorodny kształt jest ich **ROZWARCIE** oraz **ZASIĘG** (patrz słownik).



Rys. 5. A – rozwarcie nożyc. B – zasięg nożyc

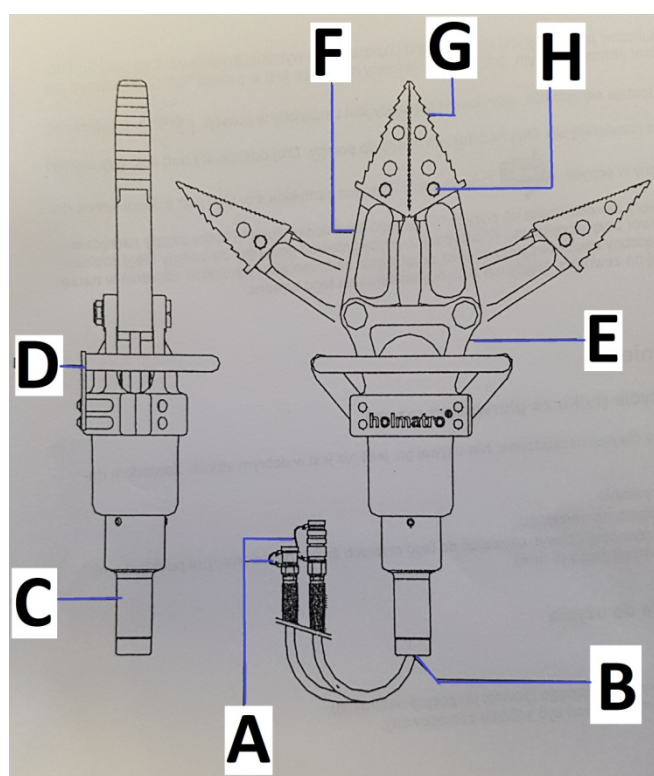
*UWAGA: nominalne rozwarcie nożyc, dla nożyc z ostrzami o innym ukształtowaniu niż przykłady przedstawione powyżej, są mierzone przy końcówkach sekcji ostrzy tnących, w ich położeniu maksymalnego rozwarcia.*

Nożyce powinny mieć zasięg nie mniejszy niż 75 % nominalnego rozwarcia nożyc. Pomiar zasięgu nożyc powinien być wykonywany od podstawy krawędzi tnącej do środkowego punktu pomiędzy końcówkami tnących części ostrzy, podczas gdy ostrza są w położeniu otwartym. Konstrukcja i kształt nowoczesnych nożyc powoduje, że podczas ich zamykania, cięty materiał jest wręcz wciągany do obszaru, gdzie występują ich największe siły cięcia. W tym miejscu należy nawiązać do prawidłowego przyłożenia nożyc do ciętego elementu. Sposób ten określa każdorazowo instrukcja obsługi poszczególnych producentów. Przyłożenie powinno odbywać się pod kątem 90 stopni do ciętego elementu. Cięty obiekt umieszcza się jak najbliżej śruby zawiasowej (w tzw. „otworze do cięcia”). Następnie zamyka się ostrza nożyc. Agregat zasilający dostarczy do wykonania tej operacji niezbędne ciśnienie. W przypadku, gdy ostrza nożyc nie są ustawione prostopadle do ciętego obiektu może nastąpić ich rozejście, a w rezultacie uszkodzenie. W przypadku odchodzenia ostrzy od prostopadłego kierunku cięcia należy natychmiast zatrzymać operację, otworzyć ostrza i przystąpić do cięcia od nowa. W procesie cięcia profilu zamkniętego (słupka) największe siły występują w momencie pierwszej fazy – zgniatania. Nowoczesne profile zamknięte stosowane w pojazdach charakteryzują się dużym przekrojem oraz wytrzymałością. Wymusza to takie przyłożenie, gdzie ostrza atakują element 4 punktowo. W efekcie jest to newralgiczny moment procesu cięcia. Na tę fazę pracy nożyc konstruktorzy kładą bardzo duży nacisk poprzez próbę doboru kształtu ostrzy. W celu skutecznego wykorzystania kształtu ostrzy oraz by zapobiec ich uszkodzeniu muszą one zostać zatem przyłożone pod kątem 90 stopni do ciętego profilu. Jeśli dopuszczalny jest inny kąt przyłożenia narzędzia, będzie on określony w instrukcji obsługi danego producenta.



Rys. 6. Prostopadłe przyłożenie nożyc do ciętego elementu

- Rozpieracze

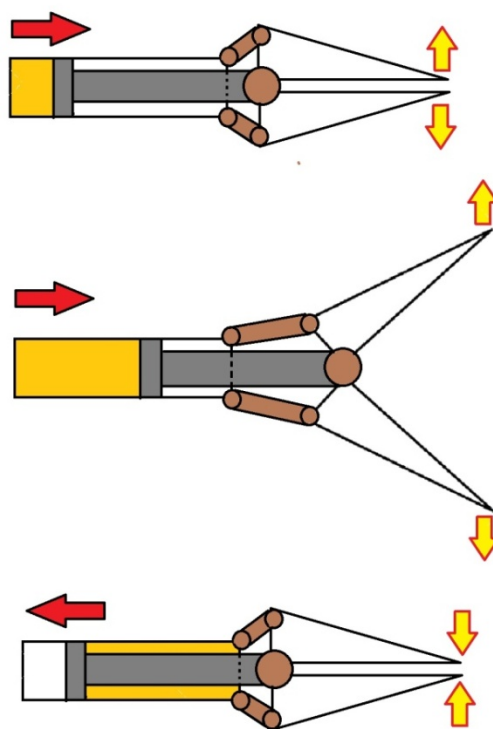


A – Szybkozłacza, B – Zawory bezpieczeństwa uwalniające ciśnienie, C – Uchwyt sterujący, D – Uchwyt do trzymania, E – Jarzmo, F – Ramiona rozpierające, G – Końcówki rozpierające, H – kołek blokujący

Rys. 7. Elementy rozpieracza – na wybranym przykładzie

**UWAGA:** Mimo iż zwyczajowo przyjęła się nazwa ROZPIERACZ RAMIENIOWY, w opracowaniu używana jest nazwa ROZPIERACZ, jako zgodna z normą PN-EN 13204.

Rozpieracze to narzędzia hydrauliczne dwustronnego działania. W budowie posiadają charakterystyczne ramiona. Zasada ich działania opiera się na zmianie prostoliniowego ruchu siłownika na ruch kątowy ramion. Możliwe jest to poprzez zastosowanie układu dźwigni (w praktyce jest to odpowiednia konstrukcja ramion), które umieszczone są na dwóch sworzniach. Są one jednocześnie osią obrotu dla poszczególnych ramion. Wysuwanie/wsuvanie cylindra narzędzia powoduje zamykanie/rozwieranie ramion. Przy pomocy tego narzędzia możliwe jest rozpieranie, ściskanie, ciągnięcie i cięcie. Możliwe jest to po zastosowaniu odpowiednich, wymiennych końcówek roboczych (akcesoriów): rozpierająco-ściskających, tnących i końcówek z hakami, umożliwiającymi montowanie łańcucha. Siła przy składaniu ramion (ściskanie, ciągnięcie) powinna wynosić co najmniej 60% nominalnej siły rozpierania. Rozpieracze zawsze osiągają większe siły rozpierania niż ściskania dlatego, że podczas rozwierania ramion, ciśnienie cieczy hydraulicznej napiera na całą powierzchnię tłoka. Natomiast podczas ściskania, ciśnienie cieczy napiera już na mniejszą powierzchnię tłoka po drugiej stronie ( $F = p \times A$ , gdzie  $F$  – siła nacisku,  $p$  – ciśnienie,  $A$  – pole powierzchni).



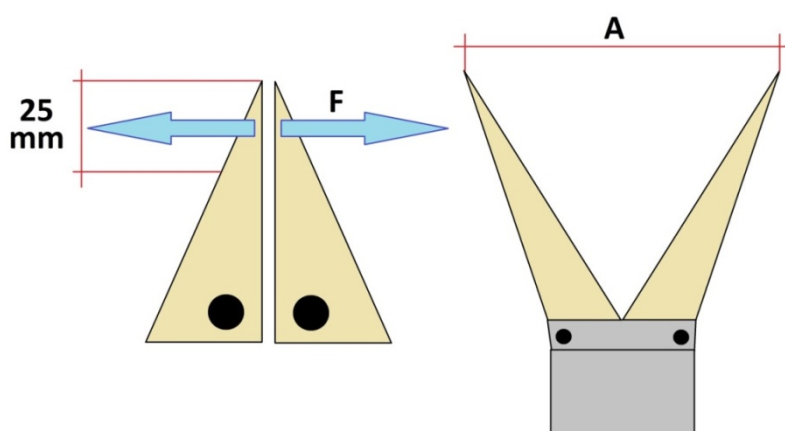
Rys. 8. Schemat działania rozpieracza. Żółtym kolorem oznaczono większe ciśnienie cieczy hydraulicznej przy jego poszczególnych ruchach roboczych

Rozpieracze dzieli się na typy, w zależności od minimalnego rozwarcia ramion i zdolności rozpierania. Pomiar siły rozpierania „F” dokonywany jest na końcówkach roboczych narzędzia, na odcinku nie większym niż 25 mm od ich wierzchołka przy dowolnym rozwarciu ramion i dopuszczalnym ciśnieniu roboczym. Minimalne rozwarcie ramion „A” jest to

wielkość wyrażona w milimetrach, mierzona na końcówkach roboczych od pozycji zamkniętej do pełnego rozwarcia ramion.

Typ	Minimalna siła rozpierania [kN]	Minimalne rozwarcie ramion [mm]
AS	20	600
BS	50	800
CS	80	500

Tab. 3. Typy rozpieraczy [PN-EN 13204]



Rys. 9. Miejsca pomiaru na końcówkach roboczych/ramionach rozpieracza

Zatem oznaczenie rozpieraczy charakteryzuje ich parametry, np. CS90/550-20 oznacza, że jest to rozpieracz typu CS, o sile rozpierania 90 kN, rozwarciu ramion 550 mm i masie 20 kg. Każdy rozpieracz ma swoją charakterystykę pracy. Siła ich rozpierania jest zmienna i zależna od miejsca (punktu) na ramionach oraz stopnia ich rozwarcia.

- Rozpatrując miejsce: najmniejsza siła rozpierania jest zawsze na końcówkach (wierzchołkach) ramion, a największa przy śrubach sworzni, na których te ramiona są osadzone.
- Rozpatrując stopień rozwarcia ramion: najmniejszymi siłami dysponujemy podczas minimalnego rozwarcia ramion (ramiona złożone). Siła ta wzrasta podczas ich rozwierania.

Rozpatrując charakterystykę pracy rozpieracza, najmniejsza siła rozpierania występuje na końcówkach (wierzchołkach) ramion, w momencie ich maksymalnego złożenia, a największa przy śrubach sworzni w momencie całkowitego rozwarcia ramion.

Ramiona rozpieracza generują dwie identyczne siły na każdym z ramion. W zależności od tego, jak przyłożymy rozpieracz do konstrukcji pojazdu, będziemy mogli je wykorzystywać w różny sposób.

Jeśli rozpieracz przyłożymy pod kątem prostym do konstrukcji, wówczas będziemy działać na jej elementy w jednakowym stopniu po obu stronach ramion (elementy te będą uginać się w takim samym lub różnym stopniu, w zależności od wytrzymałości konstrukcyjnej elementów). Może to być niezwykle niekorzystne w niektórych technikach np. przy wrywaniu drzwi. Podczas prostopadłego przyłożenia narzędzia, uzyskuje się niekorzystny zgniot konstrukcji auta oraz samych drzwi. Nie uzyska się przy tym efektu ich wyrwania. Może to powodować wręcz postępujące zakleszczenie.



**Rys. 10. Przyłożenie rozpieracza prostopadle do konstrukcji powoduje zgniot nadkola i drzwi, bez uzyskania efektu ich wyrwania. Powoduje to wręcz postępujące zakleszczenie**



**Rys. 11. Widoczny nieefektywny zgniot drzwi, w wyniku nieprawidłowego przyłożenia rozpieracza prostopadle do konstrukcji w poprzednim ruchu (brak kierunku siły powodującego wyrwanie drzwi)**

Jeśli rozpieracz przyłoży się jednak pod kątem 45 stopni do rozpieranej konstrukcji (rozpatrujemy kąt od strony narzędzia), wówczas operator wykorzystuje już odpowiedni kierunek działania siły jednego z ramion. Generuje ono siłę wrywającą drzwi. Zmiana kierunku działania siły nie powoduje przy tym wygenerowania dużych sił na element, o który osadza rozpieracz (szczegółowo omówimy ten problem przy poszczególnych technikach).

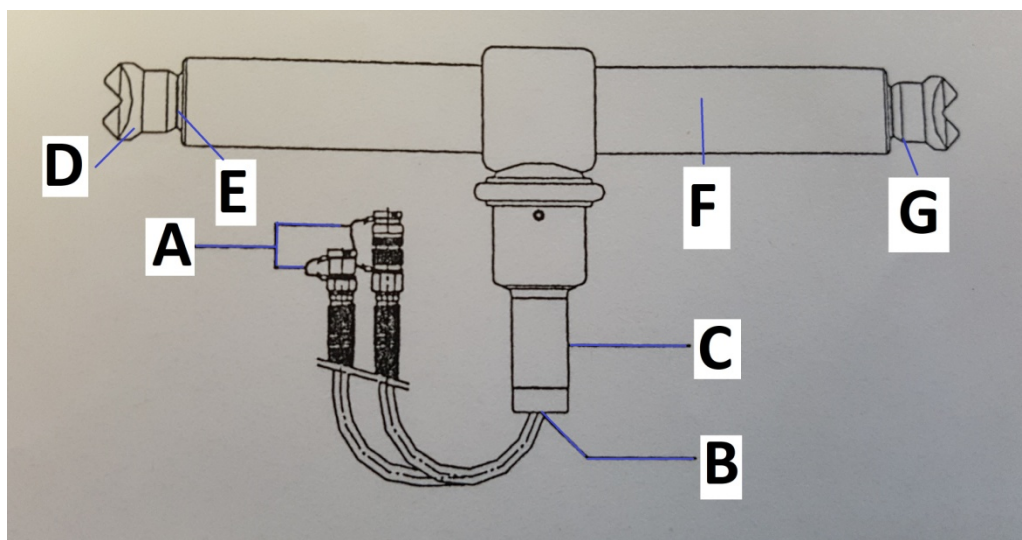


Rys. 12. Przyłożenie rozpieracza pod kątem 45 stopni. W wyniku wykorzystania odpowiedniego kierunku działania siły, jedno ramię wrywa drzwi do zewnątrz. Drugie ramię tworzy podstawę. Siły w tym miejscu nie są duże (nie powodują nawet pęknięcia szyby)



Rys. 13. Prawidłowe ustawienie rozpieracza pod kątem 45 stopni do wrywanego elementu. Jedno ramię wrywa drzwi, drugie tworzy podstawę, o którą opiera się rozpieracz

- Cylindry rozpierające



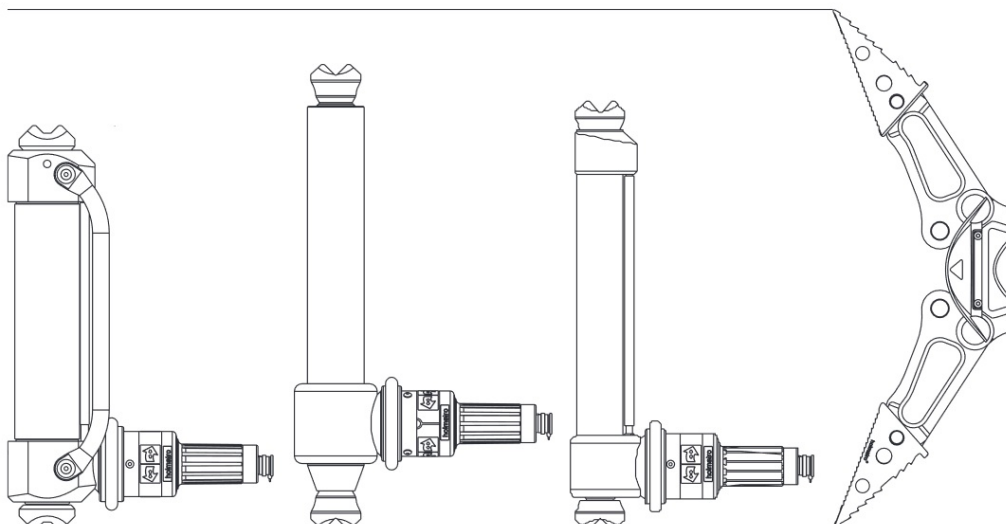
A – szybkozłączca, B – zawory bezpieczeństwa uwalniające ciśnienie, C – Uchwyt sterujący, D – Końcówki rozpierające, E – Tłok, F – Cylinder, G – Złącze do akcesoriów

Rys. 14 .Elementy cylindra rozpierającego –na wybranym przykładzie

**UWAGA:** mimo iż zwyczajowo przyjęły się oraz pojawiają się w katalogach sprzętowych nazwy ROZPIERACZ KOLUMNOWY lub ROZPIERACZ CYLINDRYCZNY, w opracowaniu używana jest nazwa CYLINDER ROZPIERAJĄCY, jako zgodna z normą PN-EN 13204.

W cylindrach rozpierających wykorzystuje się ruch roboczy prostoliniowy, a siły narzędzia generowane są poprzez wysuw i wsuw tłoka. Za ich pomocą możliwe jest pchanie, a po zamontowaniu odpowiednich końcówek także ciągnięcie, przebijanie, czy podpieranie. Cylindry rozpierające można podzielić na: cylindry rozpierające jednotłokowe (jednotłoczyskowe), cylindry rozpierające dwutłokowe (dwutłoczyskowe), cylindry rozpierające teleskopowe. Doskonale sprawdzają się w sytuacjach, w których niemożliwe jest już uzyskanie odpowiedniego rozwarcia rozpieraczem bądź narzędziem typu kombi.





**Rys. 15. Zależność wykorzystania cylindrów rozporających w stosunku do zakresu pracy rozporacza.**

Źródło: „Sprzęt ratowniczy” Delta Service, edycja 2016/2017

W cylindrach rozporających jednorodkowych, tłok wysuwa się tylko z jednej strony. Długość tłoka wpływa na zakres ruchu, natomiast jego średnica na siłę pchania. Cylindry rozporające jednorodkowe wyposażane są zwykle w elementy, które zwiększają ich zasięg. Wymienić tu należy przedłużki rurowe różnej długości oraz końcówki.



**Rys. 16. Cylinder rozporający jednorodkowy z przedłużką**

W cylindrach rozporających dwurodkowych, tłoki wysuwają się w ruchu roboczym, prostoliniowym, z dwóch stron korpusu.



Rys. 17. Cylinder rozpierający dwutłokowy

Przykład oznaczenia cylindra rozpierającego: R200/800-20, gdzie R oznacza cylinder rozpierający o sile rozpierania 200 kN, skoku 2x400 mm i masie 20 kg.

W cylindrach rozpierających teleskopowych możliwe jest uzyskanie niezwykle dużego skoku roboczego, który przekracza znacznie długość cylindra rozpierającego w stanie złożonym. Możliwe jest to poprzez zastosowanie w budowie nawet kilku tłoków roboczych (cylindry rozpierające teleskopowe wielostopniowe). Cylindry rozpierające teleskopowe charakteryzują się przez to dużą średnicą. W pierwszym tłoku (o największej średnicy) znajduje się kolejny tłok o mniejszej średnicy. W zależności od modelu, tłoków może być dwa (dwustopniowy) lub trzy (trzystopniowy). Wysuw pierwszego tłoka, a następnie każdego kolejnego odbywa się ze zmianami prędkości i ciśnienia (ze względu na zmniejszenie średnic każdego kolejnego tłoka).



Rys. 18. Cylinder rozpierający teleskopowy dwustopniowy

Przykładowe oznaczenie cylindra rozpierającego teleskopowego: TR200/300-90/150-20, gdzie TR oznacza cylinder rozpierający teleskopowy o sile rozpierania głównego tłoka 200 kN i jego skoku 300 mm oraz sile rozpierania drugiego tłoka 90 kN i jego skoku 150 mm i masie narzędzia 20 kg.

Poza dużym skokiem, niezwykle ważna jest również duża utrata siły pchającej na kolejnych stopniach poprzez zmniejszenie powierzchni oddziaływania cieczy hydraulicznej, co ma bezpośredni wpływ na możliwości taktyczne tego urządzenia.

Bez względu na rodzaj cylindra rozpierającego w sposób szczególny należy dbać o ich tłoki. Każde ich uszkodzenie, bądź zarysowanie ma bezpośredni wpływ na znaczne zaniżenie ich parametrów.

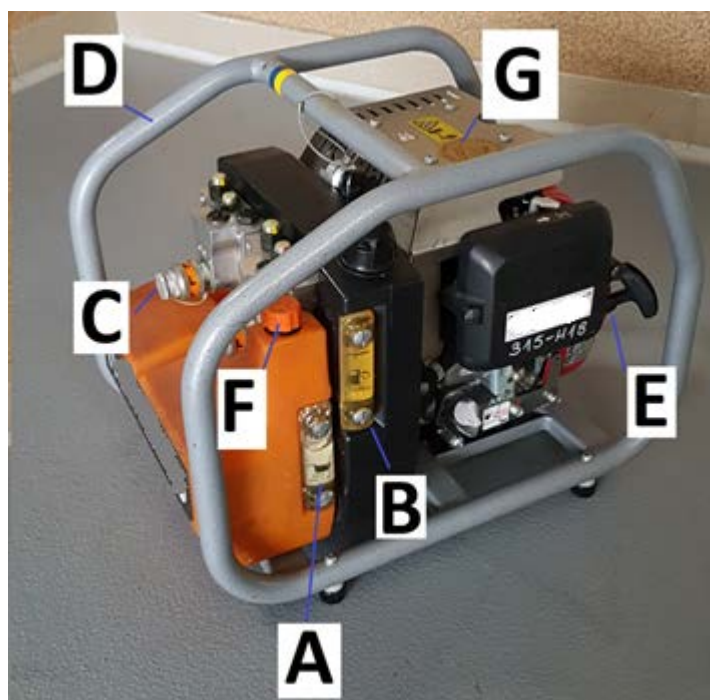
Cylindry rozpierające mogą współpracować z akcesoriami. Mają one postać wymiennych końcówek, np.: krzyżowej (zapewniającej dobrą przyczepność podczas pchania), klinowej (używana jako przecinak do cięcia elementów karoserii lub jako punkt podparcia w rogach, gdzie nie pasuje końcówka krzyżowa), stożkowej (inaczej szpiczastej, umożliwiającej wykonywanie otworów), do mocowania łańcucha (funkcja ciągnięcia), czy różnego rodzaju podstawy i końcówki do podnoszenia obręczy kół.

*UWAGA: w celu poznania wszystkich typów końcówek i możliwości ich wykorzystania należy zapoznać się z instrukcją obsługi poszczególnych producentów.*

- **Agregaty zasilające**

Do zasilania narzędzi hydraulicznych służą agregaty zasilające (w postaci pomp hydraulicznych). Ogólna zasada działania opiera się tu na wytworzeniu ciśnienia cieczy (w zależności od producenta ciśnienie może zawierać się w przedziale 63-72 MPa (630-720 atmosfer) i przekazania jej do danego narzędzia hydraulicznego.

*UWAGA: mimo iż zwyczajowo przyjęły się oraz pojawiają się w katalogach sprzętowych nazwy POMPA HYDRAULICZNA lub AGREGAT HYDRAULICZNY, w opracowaniu używana jest nazwa AGREGAT ZASILAJĄCY, jako zgodna z normą PN-EN 13204.*



A – wskaźnik cieczy hydraulicznej, B – wskaźnik paliwa, C – szybkozłącze, D – uchwyt przenośny, E – linka rozruchowa, F – korek wlewu cieczy hydraulicznej

**Rys. 19. Wybrane elementy zewnętrzne agregatu zasilającego – na wybranym przykładzie**

W zależności od ilości obsługiwanych urządzeń oraz możliwości ich jednoczesnej pracy, agregaty hydrauliczne dzielimy na [wg Normy PN-EN 13204]:

- **STO** (for Single Tool Operation) – agregaty zasilające tylko jedno narzędzie.
- **ATO** (for Alternative Tool Operation) – agregaty zasilające dwa lub więcej narzędzi, ale ich praca jest alternatywna, naprzemienna (działa jedno, bądź drugie narzędzie).
- **MTO** (for Simultaneous Multiple Tool Operation) – agregaty do zasilania i jednoczesnej pracy kilku narzędzi.

Wspomnieć należy w tym miejscu o problematyce ilości cieczy hydraulicznej w agregacie zasilającym (lub pompie ręcznej) w stosunku do zapotrzebowania przez poszczególne hydrauliczne narzędzia ratownicze. Teoretycznie, ilość ta powinna zapewnić działanie wszystkich narzędzi. W praktyce ilość cieczy jest ograniczona. Konstrukcja niektórych agregatów zasilających pozwala na odłączanie narzędzi podczas jego pracy (PATRZ: INSTRUKCJA OBSŁUGI PRODUCENTA). Wiązać się to może z pewnym ryzykiem. Po odpięciu narzędzi, w pozycji ich maksymalnego rozwarcia (rozpieracze, cylindry rozpierające) lub maksymalnego zamknięcia (nożyce) wewnątrz nich znajduje się ciecz hydrauliczna dodatkowo pobrana z agregatu. Jeśli w tych pozycjach odpinamy narzędzia i podpinamy kolejne, wówczas cieczy hydraulicznej w agregacie może zabraknąć. Z punktu widzenia taktyki niezwykle ważna jest wiedza o pojemności agregatu zasilającego oraz zapotrzebowaniu na ciecz hydrauliczną przez narzędzia. Jeśli więc zmieniamy narzędzie podczas działań, odpinać je należy wyłącznie w stanie złożonym.

W budowie ogólnej każdego agregatu hydraulicznego wyróżniamy:

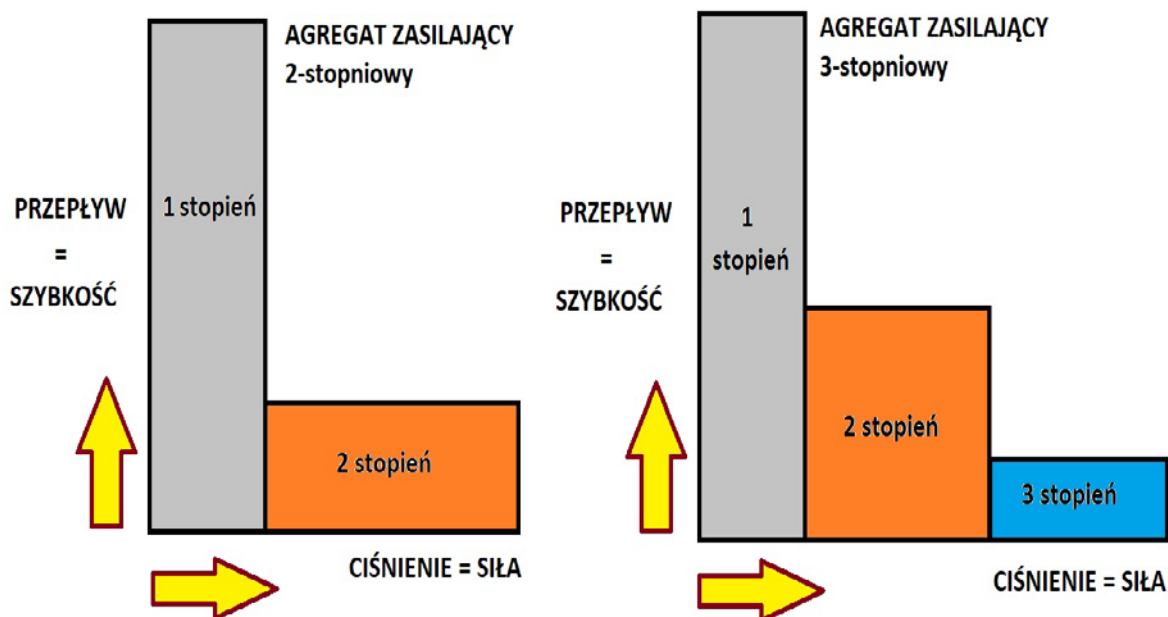
- Napęd – mechaniczny (ręczny lub nożny), spalinowy, elektryczny lub w postaci turbiny powietrznej. Napęd elektryczny może też być bezpośrednio zintegrowany z narzędziem hydraulicznym.
- Pompę hydrauliczną – jest to pompa wielotłoczkowa o wysokiej sprawności. Może być jedno lub wielostopniowa, umożliwiająca wytworzenie ciśnienia cieczy adekwatnego dla danego zestawu.
- Zbiornik cieczy hydraulicznej (ze wskaźnikiem poziomu) – jest to zbiornik na ciecz hydrauliczną w ilości adekwatnej do wielkości zestawu, który może być zasilany danym agregatem.
- Zawory ciśnieniowe – ciśnieniowe zawory nadmiarowe ustawione na wartość ok. 10 % dopuszczalnego ciśnienia roboczego.
- Szybkozłacza zestawów węży hydraulicznych – szybkozłacza adekwatne do zastosowanych szybkozłaczy zestawów węży i narzędzi.

W tym miejscu należy wspomnieć o stopniach pracy agregatów zasilających. Mogą być one 2 lub 3 (agregat dwustopniowy i trójstopniowy). Każdy stopień różni się od siebie wydajnością przepływu cieczy hydraulicznej ( $\text{cm}^3/\text{min}$ ) oraz uzyskiwanymi ciśnieniami. Wszystko powyższe wpływa w ogólnym rozrachunku na szybkość pracy narzędzia oraz generowane przez nie siły na poszczególnych stopniach. Często mówi się o ciśnieniu maksymalnym uzyskiwanym przez zestaw. Ciśnienie maksymalne jest jednak domeną

najwyższego stopnia pracy agregatu zasilającego (drugiego lub trzeciego). W praktyce, większość pracy odbywa się na ciśnieniu ponad połowę niższym (pierwszy stopień). Małe ciśnienie to zdecydowanie większa wydajność cieczy hydraulicznej, a co za tym idzie, większa szybkość pracy narzędzia. W kolejnym stopniu (kolejnych stopniach) wzrasta wartość ciśnienia, aż do maksymalnego, ale spada wydajność. W wyniku tego, szybkość narzędzia diametralnie spada, ale uzyskuje ono bardzo duże siły ( $F = p \times S$ , gdzie  $F$  – uzyskiwana siła,  $p$  – ciśnienie oddziałujące na tłok w cylindrze narzędzia,  $S$  – powierzchnia tłoka). Omówmy to na wybranym przykładzie. Przecinamy nożycami wzmocniony słupek C. Wówczas na pierwszym stopniu agregatu zasilającego (duża wydajność, małe ciśnienie), ich ostrza zamykają się szybko (tzw. „ruch dojścia narzędzia”) obejmując wzmocniony słupek. Ciśnienie na pierwszym stopniu może być niewystarczające, aby wygenerować siłę przecinającą słupek. W praktyce, operator winien trzymać manetkę sterującą w pozycji pracy (bez przerwy) tak, aby agregat wszedł w kolejny stopień (mała wydajność, duże ciśnienie). Szybkość narzędzia spada, ale nie jest to w tym momencie istotny element, jak podczas „ruchu dojścia”. Generowane jest natomiast maksymalne ciśnienie, a co za tym idzie – maksymalna siła, pozwalająca przeciąć wzmocniony słupek. Nowoczesne agregaty zasilające mogą mieć dodatkową funkcję TURBO, która zwiększa przepływ cieczy hydraulicznej na poszczególnych stopniach. Wydajności oraz ciśnienia na poszczególnych stopniach pracy pozyskujemy z instrukcji obsługi danego producenta.

Ciśnienie I-go stopnia	20 MPa (200 bar)
Ciśnienie II-go stopnia	72 MPa (720 bar)
Wydajność I-go stopnia	2 x 3 l/min
Wydajność II-go stopnia	2 x 0,7 l/min
Wydajność TURBO I-go stopnia	2 x 5,8 l/min
Wydajność TURBO II-go stopnia	2 x 1,3 l/min

Tab. 4. Ciśnienie, wydajność na poszczególnych stopniach pracy agregatu zasilającego na wybranym przykładzie



Rys. 20. Zależność ciśnienia i wydajności w stosunku do siły i szybkości na poszczególnych stopniach pracy – schemat ideowy

### Agregaty zasilające o napędzie spalinowym

Agregaty zasilające o napędzie spalinowym, z silnikiem czterosuwowym (benzynowym) są najczęściej wykorzystywane w działaniach ratowniczych.

Powodem tego jest wiele zalet takiego rozwiązania:

- duża sprawność agregatu,
- zwarta budowa,
- łatwy rozruch silnika w różnych warunkach pracy,
- natychmiastowa gotowość do pracy już po uruchomieniu,
- pojemność zbiornika paliwa zapewniająca minimum 1 godzinę pracy przy pełnym obciążeniu,
- niezależność od innych źródeł energii.

Wadami tego rozwiązania są:

- emisja spalin (szczególnie niebezpieczna przy konieczności działań w przestrzeni zamkniętej),
- emisja hałasu,
- nagrzewanie się elementów agregatu (ryzyko poparzenia oraz brak możliwości dolewania paliwa przy rozgrzanym silniku),
- brak możliwości wykorzystania w przestrzeniach zagrożonych wybuchem.

### Agregaty zasilające o napędzie elektrycznym

Agregaty zasilające o napędzie elektrycznym są praktycznie tożsame do tych o napędzie spalinowym.

Posiadają jednak pewne charakterystyczne zalety:

- cicha praca – możliwość komfortu pracy w pomieszczeniach zamkniętych i miejscach, w których nie można przekraczać pewnych poziomów hałasu,
- brak emisji spalin – możliwość pracy w pomieszczeniach zamkniętych i brak konieczności planowania ukierunkowywania spalin,
- wysoka sprawność,
- prosta obsługa.

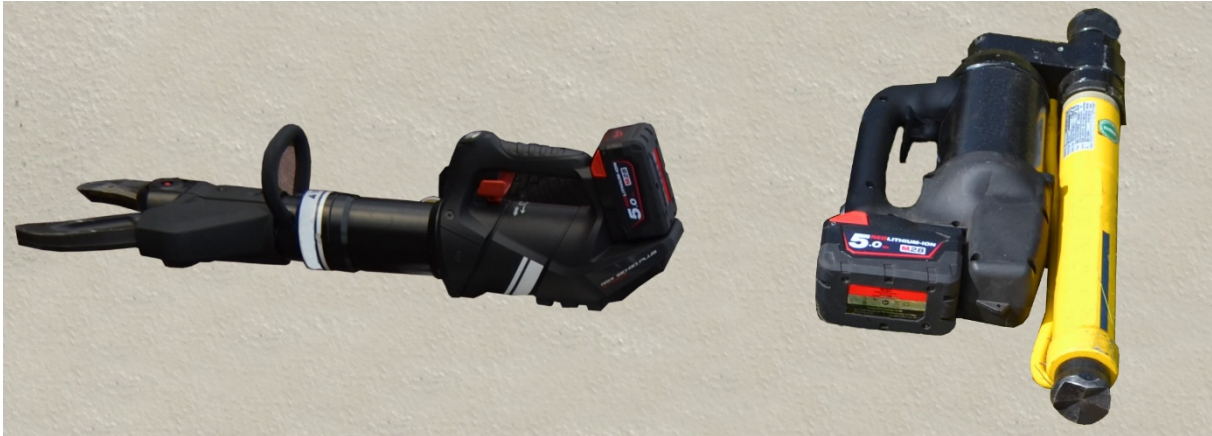
Do wad takiego rozwiązania należy zaliczyć w zależności od budowy:

- konieczność doprowadzenia energii elektrycznej z agregatu,
- konieczność posiadania odpowiedniej liczby akumulatorów (w tym akumulatorów rezerwowych).



Rys. 21. Agregat zasilający o napędzie elektrycznym. Tu w budowie zastosowano dwa akumulatory

Należy w tym miejscu wspomnieć, że coraz szersze zastosowanie mają narzędzia hydrauliczne ze zintegrowanym napędem elektrycznym. W narzędziu wbudowana jest pompa elektryczna, zasilana energią z akumulatora.



Rys. 22. Narzędzia o zintegrowanym napędzie elektrycznym (akumulatorowym)

### Agregaty zasilające o napędzie pneumatycznym

W ich budowie wyróżnia się pompę hydrauliczną oraz turbinę powietrzną. Niezwykle rzadko spotykane.

Zalety:

- niska masa własna,
- niewielkie gabaryty,
- cicha praca,
- brak emisji spalin,
- prosta obsługa.

Wady:

- duża liczba elementów wchodzących w skład całego zestawu (butle, reduktor ciśnienia, dodatkowe zestawy węży),
- duże zużycie powietrza do zasilenia turbiny.

### • **Pompy ręczne**

Pompy ręczne są urządzeniami małogabarytowymi, napędzającymi jedno narzędzie. Najczęściej pompa, zamontowana na korpusie, jest zintegrowana ze zbiornikiem cieczy hydraulicznej. Jako element napędowy pompy stosuje się dźwignię ręczną lub nożną. Siła pompy o napędzie ręcznym nie powinna przekraczać 350 N, a o napędzie nożnym 400 N.





Rys. 23. Pompa z napędem nożnym



Rys. 24. Pompa z napędem ręcznym

**Zalety:**

- niewielkie wymiary i niska masa własna,
- prosta konstrukcja,
- niski poziom emisji hałasu,
- niezależne źródło zasilania,
- niski koszt eksploatacji,
- praca w warunkach, w których mogą występować gazy palne (według instrukcji danego producenta).

**Wadą jest:**

- niska wydajność systemu,
- ograniczenie w użyciu narzędzi (ilościowe i jakościowe).

Spotyka się narzędzia hydrauliczne ze zintegrowanym napędem ręcznym, w których pompa jest elementem ich budowy.

- **Zestawy węży**

*UWAGA: mimo iż zwyczajowo przyjęły się oraz pojawiają się w katalogach sprzętowych nazwy WĘŻE HYDRAULICZNE lub PRZEWODY HYDRAULICZNE, w opracowaniu używana jest nazwa ZESTAW WĘŻA, jako zgodna z normą PN-EN 13204.*

Są elementem łączącym agregaty zasilające z narzędziami. W nich transportowana jest ciecz hydrauliczna (zestawy węży napełnione są cieczą hydrauliczną w sposób stały). Mają postać elastycznych rur zakończonych szybkozłączami kompatybilnymi z danym zestawem hydraulicznym. Wykonane są z odpornych mechanicznie gum i kauczuków, z zastosowaniem wielu warstw zbrojeń i oplotów.

Sam transport cieczy odbywa się w układzie obiegu zamkniętego (z agregatu zasilającego do narzędzia i z narzędzia do agregatu zasilającego). Wymusza to stosowanie zawsze dwóch „żył” w obrębie jednego zestawu węży – węży zasilającego i węży powrotnego. Ciecz dostarczana jest do narzędzia pod wysokim ciśnieniem, a jej odprowadzenie (powrót) do agregatu zasilającego występuje pod niskim ciśnieniem.

Zestawy węży mogą mieć postać dwóch równoległych „żył” lub „monoprzewodu”. W drugim przypadku, przewód wysokiego ciśnienia jest wbudowany wewnątrz powrotnego przewodu niskiego ciśnienia (przewód wewnątrz przewodu). Łączenie zestawów węży z agregatem zasilającym i narzędziem hydraulicznym ma postać szybkozłącza.



Rys. 25. Zestaw węży z szybkozłączem – jedno z rozwiązań



Rys. 26. Zestaw węża z szybkozłączem – jedno z rozwiązań



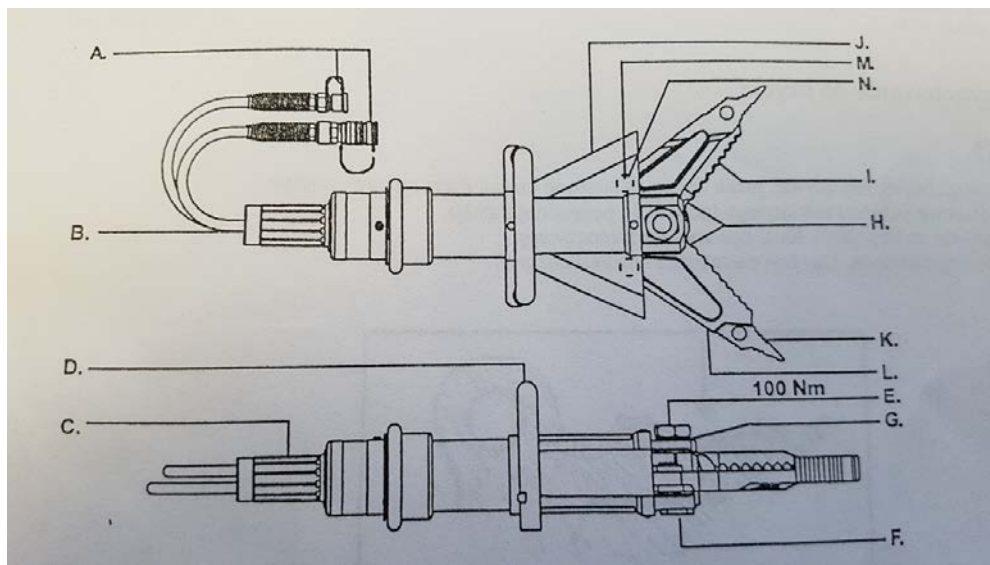
Rys. 27. Zestaw węża z szybkozłączem – jedno z rozwiązań

Zestawy węża mogą być nawinięte na zwijadła. Powinny one być zdatne do ręcznego przewijania węży. Powinny być również dostarczane z urządzeniem do prowadzenia węża. Muszą one również pozwolić na przesyłanie cieczy hydraulicznej przy dopuszczalnym ciśnieniu z dowolnej długości rozwiniętego odcinka węża.

- **Narzędzia wielozadaniowe (narzędzie combi)**

Na końcu omówimy narzędzia wielozadaniowe COMBI. Co prawda nie ma ich wyszczególnionych w „Załączniku nr 2”, jednak są bardzo powszechne w wykorzystaniu oraz

posiadają specyficzną budowę swojej części roboczej. Wymagają zatem pewnego przybliżenia.



A – szybkozłączca, B – zawór bezpieczeństwa uwalniający ciśnienie, C – uchwyt sterujący, D – uchwyt do trzymania, E – śruba zawiasowa, F – nakrętka centralna, G – pierścienie blokujące, H – otwór do cięcia, I – jarzmo, J – osłona ochronna, K – ramiona rozpirające, L – końcówki rozpirające, M – sworznie zawiasowe, N – końcówki rozpirające

Rys. 28. Elementy narzędzia COMBI – na wybranym przykładzie

Są to hydrauliczne narzędzia ratownicze zdolne do wykonywania co najmniej czterech funkcji, tj. rozpirania, rozciągania, zgniatania i cięcia. Zapewnia je wspomniana, charakterystyczna budowa, tzw. szczęk. Dają one możliwość jednoczesnego cięcia (posiadają wewnętrzne krawędzie tnące, tzw. jarzmo), rozpirania (posiadają końcówki i ramiona rozpirające), ściskania (posiadają odpowiednio ukształtowane końcówki), a po zastosowaniu akcesoriów w postaci końcówek i łańcuchów, także rozciągania. Sama idea pracy nimi jest adekwatna do nożyc oraz rozpiraczy, jednak rozpatrując odpowiednie ciśnienia oddziałujące na tłok wewnątrz cylindra łatwo stwierdzić, że nie osiągną one sił cięcia i rozpirania porównywalnych do nożyc i rozpiraczy.

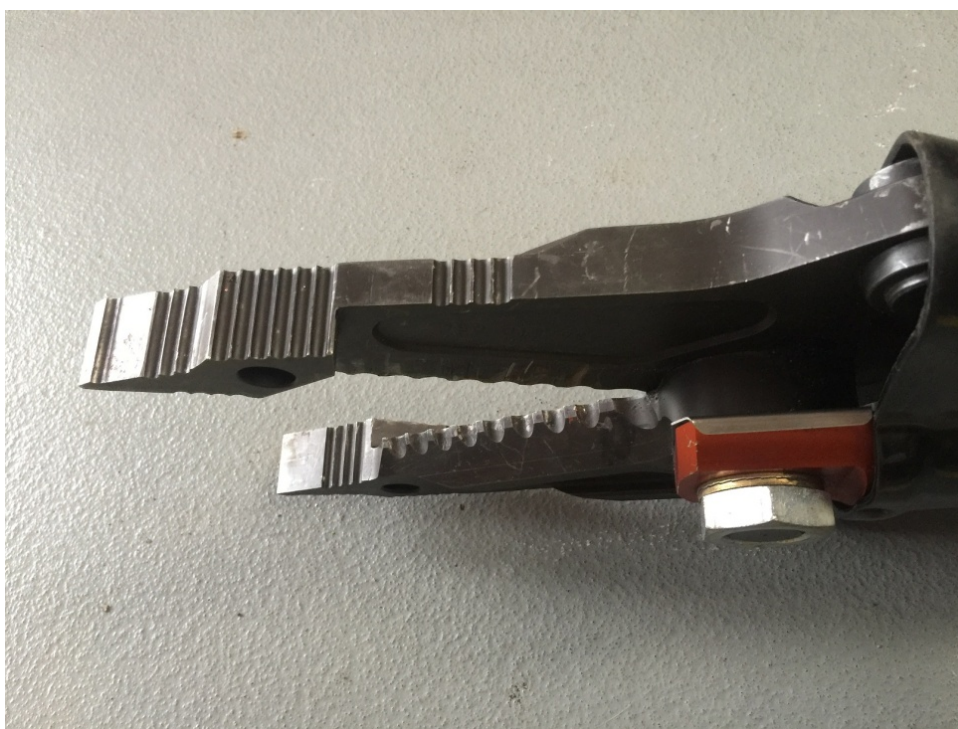
Narzędzia te klasyfikuje się na typy zgodnie z poniższą tabelą:

TYP	Minimalna siła rozpirająca (kN)	Minimalna odległość rozpirania (mm)	Zdolność cięcia według odrębnej tabeli [tu tabela 2]
AK	< 25	< 250	A - H
BK	25 - 35	250-350	A - H
CK	<35	<35	A - H

Tab. 5. Typy rozpiraczy [PN-EN 13204]



Rys. 29. Charakterystyczne szczęki narzędzia COMBI



Rys. 30. Charakterystyczne szczęki narzędzia COMBI

### Zasady użytkowania ratowniczych zestawów hydraulicznych

Na bezpieczeństwo działań wpływa jakość użytkowania hydraulicznych zestawów ratowniczych. Podczas ich użytkowania należy przestrzegać pewnych stałych zasad:

- Unikać mechanicznego oddziaływania na zestawy węży (rozciągania, skręcania, przełamывania, zgniatania, kontaktu z ostrymi krawędziami, uderzania szybkozłączy).
- Unikać kontaktu zestawów węża z wysoką temperaturą, ogniem otwartym.
- Unikać kontaktu zestawów węża z substancjami chemicznymi.
- Przestrzegać czystości szybkozłączy (są wrażliwe na zabrudzenia).
- Stosować nakładki zabezpieczające na szybkozłącza.
- Końcówki robocze (akcesoria) narzędzi stosować adekwatnie do wykonywanej pracy.
- Trzymać z dala palce, dłonie, itd. od ruchomych elementów narzędzi podczas ich pracy.
- Dla zwiększenia stabilności narzędzi opierać je o metalowe elementy (narzędzia ślizgają się na elementach gumowych, plastikowych, itd.).
- Stosować wsporniki.
- Podczas pracy narzędziem obserwować jego ruch i zachowanie konstrukcji.
- Pracować narzędziami zgodnie z przeznaczeniem i instrukcją obsługi.
- Po skończonej pracy dokonywać kontroli stanu ramion, ostrzy, zestawów węża, stanu złączy, itd. według instrukcji obsługi i zaleceń producenta.
- Ciąć tak, aby materiał znajdował się maksymalnie blisko sworznia centralnego.
- Nie wytwarzać wyboczeń ostrzy nożyc, ani wyboczeń osi cylindrów.
- Nie ciąć elementów hartowanych i materiałów złożonych (stal/beton).
- Podczas pracy nie stać między narzędziem a konstrukcją.
- Nie używać zestawów węży do noszenia, ciągnięcia lub przesuwania narzędzi lub agregatów zasilających.
- Korzystać ze wszystkich elementów narzędzi według ściśle określonych instrukcji technicznych danego producenta.
- Złożenie każdego narzędzia nie może osiągnąć pozycji maksymalnej. Unika się w ten sposób wewnętrznych naprężeń powodowanych ciśnieniem cieczy roboczej. Ramiona rozpieracza nie powinny się stykać, tłoczysko/tłoczyska cylindra rozpierającego powinny być lekko wysunięte, a ostrza nożyc powinny jedynie zachodzić na siebie wierzchołkami. Dla niektórych narzędzi ważny jest również kierunek pracy tuż przed ostatecznym zatrzymaniem. Wynika to ze stosowania w niektórych typach urządzeń tzw. przyspieszaczy i konieczności zwolnienia zaworów sterujących w celu nie osłabiania zastosowanych w nich sprężyn. Jest to również szczegółowo opisane w instrukcji lub powinno zostać przekazane w trakcie szkolenia przez dostawcę urządzenia.
- Bezwzględnie wycofywać z użytkowania narzędzia, zestawy węży, agregaty zasilające oraz akcesoria według wytycznych instrukcji obsługi i producenta.

### Ergonomia pracy sprzętem hydraulicznym (chwyt narzędzi)

Podczas pracy narzędziami hydraulicznymi ważne jest odpowiednie ich trzymanie, gdyż są one niezwykle ciężkie. Często jednak ratownik nie zastanawia się nad ergonomią pracy tym sprzętem. Powoduje to, że działa nim zawsze poprzez ten sam chwyt, który w wielu wypadkach bywa nienaturalny i niewygodny. Pozbawia się w ten sposób sił, w ciągu bardzo krótkiego czasu. Wymusza to konieczność podmiany operatorów. Może to być trudne lub nawet niemożliwe w warunkach skomplikowanych akcji lub niewielkiej liczby ratowników na miejscu działań.

Jeśli praca narzędziami odbywa się do wysokości pasa operatora, wówczas dość naturalnie chwyt on narzędzie nachwytem. Chwyt odbywa się na wyprostowanych rękach. Taka pozycja i chwyt są wygodne dla ratownika.



Rys. 31. Praca narzędziem do wysokości pasa

Często praca odbywa się powyżej pasa operatora. Niestety wielu z nich ma tendencje do dalszego trzymania narzędzi nachwytem. W takim przypadku nie jest to naturalna pozycja dla organizmu, a masa sprzętu powoduje szybkie zmęczenie. Dodatkowo taki chwyt może powodować niebezpieczne zasłanianie ciętego elementu przez samego operatora.



A.



B.

**Rys. 32 A. Nieergonomiczny chwyt narzędzia. B Nieergonomiczny chwyt narzędzia, który powoduje niebezpieczne załamanie ciętego elementu.**



W przypadku pracy powyżej pasa należy chwycić narzędzie podchwytym. Cała masa sprzętu osadzona jest na ręku, która dodatkowo opiera się wzdłuż ciała, dając solidny punkt podparcia. Dłoń drugiej ręki umieszcza się nachwytem na manetce. Druga dłoń spoczywa na uchwycie narzędzia. Pozwala to dodatkowo wyczuwać niebezpieczne ruchy narzędzia. Operator nie zasłania sobie pełnego widzenia ciętego elementu. Jest to tzw. „chwyt baby” (czyt. bejbi). Jest to sytuacja zupełnie bezpieczna, gdyż ręce operatora są przed uchwytem narzędzia i w żadnym momencie nie ma ryzyka urazu ze strony ruchomych elementów sprzętu hydraulicznego. W takiej pozycji możliwa jest długotrwała praca.



A.



B.



C.

**Rys. 33. A, B, C. Trzymanie narzędzia podchwytym przy pracy powyżej pasa. Druga ręka spoczywa na uchwycie powodując jeszcze bezpieczniejszą pracę z wykorzystaniem wycucia niebezpiecznych ruchów narzędzia. Pełne widzenie ciętego elementu.**

Jeśli wymagane jest użycie narzędzia w jeszcze wyższym punkcie, wówczas należy podwyższyć jego pozycję poprzez chwyt za orurowanie. Jednak ręka dalej pozostaje przy ciele, tworząc pewny punkt podparcia dla ciężkiego urządzenia.



**Rys. 34. Trzymanie narzędzia przy podwyższonej pracy narzędzia**

Niektóre techniki wymagają trzymania rozpieracza pod kątem 45 stopni (o tym w dalszej części skryptu). Wówczas ręka, która trzyma manetkę urządzenia, powinna być na niej w pozycji podchwytu. Pozwala to na prawidłowe utrzymanie kąta 45 stopni, przez cały czas pracy narzędzia. Jeśli dłoń spoczywa na manetce nachwytem, operator ma tendencje do nieświadomego opuszczania ręki i zmniejszania kąta pracy narzędzia. Powoduje to, że technika staje się nieefektywna.



Rys. 35. Trzymanie manetki rozpieracza podchwytym, które utrzymuje prawidłowy kąt pracy narzędzia



A.

B.

Rys. 36 A i B. Trzymanie manetki rozpieracza nachwytem, które powoduje nieprawidłową zmianę kąta pracy narzędzi

## 2. Systemy poduszek podnoszących przeznaczone do stosowania przez straż pożarną i służby ratownicze [wg Normy PN-EN 13731]

*UWAGA: poniżej podano słownik terminów i definicji według normy PN-EN 132 Systemy poduszek podnoszących przeznaczonych do stosowania przez straż pożarną i służby ratownicze. Niektóre definicje zostały opatrzone dodatkowym komentarzem dla łatwiejszego zrozumienia trudniejszych definicji.*

### Słownik terminów i definicji [według normy PN-EN 13731]

- „**Ciśnienie**: ciśnienie w stosunku do ciśnienia atmosferycznego, tj. nadciśnienie”.
- „**Dopuszczalne ciśnienie**: maksymalne użytkowe ciśnienie dla każdego komponentu systemu podane w barach”.
- „**Maksymalna wymagana ilość powietrza**: pojemność  $x$  (dozwolone ciśnienie robocze + 1 bar) = ilość powietrza wymaganego w litrach w normalnej temperaturze i przy normalnym ciśnieniu”. *Komentarz: czyli maksymalna ilość powietrza wymaganego w litrach w normalnej temperaturze i przy normalnym ciśnieniu.*
- „**Maksymalna wysokość podnoszenia**: suma skoku i wysokość szczeliny”. *Komentarz: czyli suma wysokości szczeliny i maksymalnie napętnionej poduszki bez obciążenia w granicach dopuszczalnego ciśnienia, określonego przez producenta.*
- „**Poduszka podnosząca**: przenośna napętniana poduszka, używana do wywierania siły na przedmioty i/lub podnoszenia lub poruszania przedmiotów w opisany sposób”.
- „**Pojemność**: geometryczna wewnętrzna pojemność poduszki podnoszącej, gdy jest wypełniona do dopuszczalnego ciśnienia bez obciążenia, wyrażona w litrach”.
- „**Pojemność ciśnienia**: objętość w litrach pomnożona przez ciśnienie w barach, wyrażona w barolitrach (np. 200 litrów  $\times$  0,5 bar = 100 barolitrów)”.
- „**Reduktor ciśnienia**: urządzenie do regulacji zazwyczaj zmiennego ciśnienia wlotowego do jak najbardziej możliwie stałego ciśnienia wylotowego”.
- „**Reduktor ciśnienia wstępnie ustawiany**: reduktor ciśnienia, który jest nastawiony przed zamocowaniem systemu poduszki podnoszącej na określony poziom ciśnienia i który nie jest przewidziany do łatwego regulowania przez użytkownika”.
- „**Ręczne urządzenie uruchamiające**: element urządzenia sterującego, które, gdy jest obsługiwane, uaktywnia urządzenia sterujące i jest tak zaprojektowane, aby było obsługiwane przez jedną osobę”. *Komentarz: czyli element urządzenia sterującego przystosowany do obsługi przez jedną osobę, które, gdy jest obsługiwane, uaktywnia urządzenia sterujące.*
- „**Siła**: iloczyn dopuszczalnego ciśnienia i powierzchni roboczej poduszki podnoszącej podany w kN”.
- „**Skok**: odległość między wysokością szczeliny a pozycją maksymalnie napętnionej poduszki przy dopuszczalnym ciśnieniu bez obciążenia”.

- „**Szybkozłączki**: złączki skonstruowane do łatwej i szybkiej obsługi, aby umożliwić połączenie i rozłączenie”.
- „**Urządzenie sterujące**: składnik systemu poduszki podnoszącej, obsługiwane ręcznym (ręcznymi) sterownikiem (sterownikami), który steruje napełnianiem i opróżnianiem poduszki podnoszącej”.
- „**Utrata integralności lub inne strukturalne uszkodzenie**: przeciek, rozwarstwienie (pęcherze) lub nieoczekiwana deformacja”. *Komentarz: uszkodzenie poduszki.*
- „**Wskaźnik ciśnienia**: urządzenie, które mierzy i wizualnie pokazuje ciśnienie”. *Komentarz: tu manometr kontrolny: urządzenie, które mierzy i wizualnie pokazuje odczyt ciśnienia w układzie.*
- „**Wysokość podnoszenia**: suma wysokości szczeliny i proporcji skoku”. *Komentarz: to odległość stanowiąca sumę wysokości szczeliny i wysokości napełnianej w trakcie podnoszenia poduszki bez obciążenia.*
- „**Wysokość szczeliny**: najmniejsza przestrzeń, przez którą opróżniona poduszka może być wprowadzana”.
- „**Zawór bezpieczeństwa**: urządzenie, które uwalnia nadmiar ciśnienia”. *Komentarz: w układzie zasilającym.*
- „**Zdolność podnoszenia**: maksymalne obciążenie wyrażone w tonach, które poduszka podnosząca będzie przenosić przy dopuszczalnym ciśnieniu, jako rezultat wytworzonej siły”.
- „**Zestaw węża**: kompletny wąż z szybkozłączką (szybkozłączkami) z dodatkowym osprzętem lub bez”.
- „**Złączki**: łączniki zamocowane z osprzętem do zestawu węża lub bez i/lub wyposażenia, w celu złączenia i rozłączenia zestawu węża z/od innych pasujących łącznikami w obrębie systemu, w celu przenoszenia sprężonego powietrza z jednego elementu systemu do drugiego”.

**UWAGA:** w niniejszym opracowaniu używamy terminu PODUSZKI PODNOSZĄCE, a nie jak podają niektóre źródła SIŁOWNIKI PNEUMATYCZNE, czy PODUSZKI PNEUMATYCZNE.

*Nasze nazewnictwo opieramy na normie PN-EN 13731:2010 „Systemy poduszek podnoszących przeznaczone do stosowania przez straż pożarną i służby ratownicze - Wymagania bezpieczeństwa i eksploatacyjne”.*

System poduszek podnoszących przeznaczony do stosowania przez straż pożarną i służby ratownicze, jest to zespół elementów, połączonych w jeden układ, który podczas akcji ratowniczej umożliwia podnoszenie elementów i konstrukcji pojazdów samochodowych, wywierania sił na obiekty, bądź ich przesuwania. Składa się on z: źródła zasilania powietrzem (butle ze sprężonym powietrzem, rzadziej pompy), węża i/lub zestawu węży, reduktora ciśnienia, urządzenia sterującego dla każdej poduszki podnoszącej, wskaźników ciśnienia dla każdej poduszki podnoszącej, zaworu bezpieczeństwa dla każdej poduszki podnoszącej, Zestawu węża z dodatkowym osprzętem w postaci zaworu zamykającego oraz zaworu

bezpieczeństwa umożliwiającego wypięcie poduszki podnoszącej pod obciążeniem od systemu i poduszki podnoszącej (poduszek podnoszących). Części składowe systemu poduszki podnoszącej powinny być tak zaprojektowane, aby pasowały tylko do elementów składowych, które są przeznaczone do użycia przy takim samym dopuszczalnym ciśnieniu. Wszystkie elementy składowe w danym systemie powinny być tak zaprojektowane, aby zmniejszyć niezamierzone, niebezpieczne przesunięcia spowodowane przepływem powietrza (tzw. ruch węzowy). Kompletny system poduszki podnoszącej powinien być zdolny do obsługi w temperaturze otoczenia w zakresie od -20 st. Celsjusza do +55 st. Celsjusza.



1. Butla ze sprężonym powietrzem. 2. Reduktor ciśnienia z zestawem węży (przyrządy pomiarowe na reduktorze nie są obowiązkowe na reduktorach wstępnie ustawianych). 3. Urządzenie sterujące z ręcznymi urządzeniami uruchamiającymi, wskaźnikami ciśnienia i zaworami bezpieczeństwa. 4. Zestaw węży. 5. Zestaw węży z dodatkowym osprzętem w postaci zaworu zamykającego oraz zaworu bezpieczeństwa, umożliwiający wypięcie poduszki podnoszącej pod obciążeniem od systemu. 6. Poduszka podnosząca

**Rys. 37. System poduszek podnoszących**

- **Reduktor ciśnienia**

Jest to urządzenie, które ma za zadanie zredukować ciśnienie z butli do ciśnienia wymaganego dla danego systemu podnoszącego. Jeśli mowa o poduszkach podnoszących wysokociśnieniowych, wówczas najczęściej będzie ono wynosiło 8 bar. Jednak należy za każdym razem kierować się instrukcją obsługi danego producenta, gdyż spotyka się również inne wartości, np. 10 bar.

Reduktor ma za zadanie utrzymać stałe ciśnienie w systemie, przez cały okres jego pracy, bez względu na ciśnienie w butli. Jest on zbudowany z korpusu, w budowie którego wyróżnić można króciec z nakrętką. Przy pomocy tej części reduktor łączony jest z butlą. U góry reduktora znajdują się wskaźniki, z których jeden pokazuje aktualne ciśnienie w butli, a drugi wartość ciśnienia po zredukowaniu. W korpus wbudowano również zawór bezpieczeństwa, chroniący konstrukcję przed zbyt dużym wzrostem ciśnienia. U dołu reduktora znajduje się śruba nastawna współpracująca z zaworem redukcyjnym (inaczej przeponowym). Konstrukcja zaworu redukcyjnego pozwala na dokładne ustawienie wartości ciśnienia roboczego dla danego systemu. Ciśnienie robocze przed wyjściem na zewnątrz korpusu reduktora uniemożliwiane jest przez zawór iglicowy. Występuje on na zakończeniu reduktora. Kolejną częścią reduktora jest kolektor wyjściowy wyposażony w zestaw węża, na zakończeniu którego znajduje się szybkozłączka, która umożliwia połączenie do sterownika. Reduktory ciśnienia powinny być umieszczone w systemie poduszki podnoszącej możliwie jak najbliżej źródła zasilania powietrzem. Reduktory ciśnienia dostarczane bez manometrów powinny być wstępnie ustawione, aby utrudnić i zapobiec nieautoryzowanemu regulowaniu (tj. poprzez zaprojektowanie zastosowania niezbędnego narzędzia, przez ukrycie urządzenia regulującego lub zamknięcie pokrywą). Maksymalne ciśnienia napełniania powinny być wyraźnie wskazane na tych reduktorach.



1. Butla ze sprężonym powietrzem. 2. Przyłącze gwintowe. 3. Wskaźnik ciśnienia w butli. 4. Zawór bezpieczeństwa  
5. Wskaźnik ciśnienia zredukowanego. 6. Korpus reduktora. 7. Śruba nastawna. 8. Zawór iglicowy. 9. Kolektor wyjściowy z zestawem węża

**Rys. 38. Butla ze sprężonym powietrzem z podłączonym reduktorem ciśnienia**



### Zasady pracy reduktorem ciśnienia

- odkręcić śrubę nastawną zmniejszając nacisk na zawór redukcyjny (przeponowy)
  - wykręcenie śruby nastawnej w lewą stronę do pozycji maksymalnego wysuwu,
- sprawdzić zakręcenie zaworu iglicowego – powinien być zakręcony,
- podłączyć reduktor do butli,
- odkręcić zawór butli z powietrzem,
- stwierdzić obecność i wartość ciśnienia w butli na wskaźniku,
- dokręcając śrubę nastawną (w prawą stronę) ustawić wymagane ciśnienie robocze systemu, kontrolując jego wartość na drugim wskaźniku.

Ciśnienie do sterownika doprowadza się poprzez odkręcenie zaworu iglicowego po prawej stronie.

Po zakończonej pracy należy odprężyć wszystkie podzespoły poprzez upuszczenie powietrza. W tym celu, w pierwszej kolejności należy zakręcić butlę. Następnie przy pomocy sterownika upuszczamy powietrze na zewnątrz do momentu, aż jego wskaźniki będą wskazywały „0” lub poprzez odkręcenie korpusu zaworu bezpieczeństwa (w zależności od budowy urządzenia sterującego). Dopiero po tych czynnościach odłączamy zestaw węża od sterownika. Na koniec zakręcamy zawór iglicowy.

- **Urządzenie sterujące**

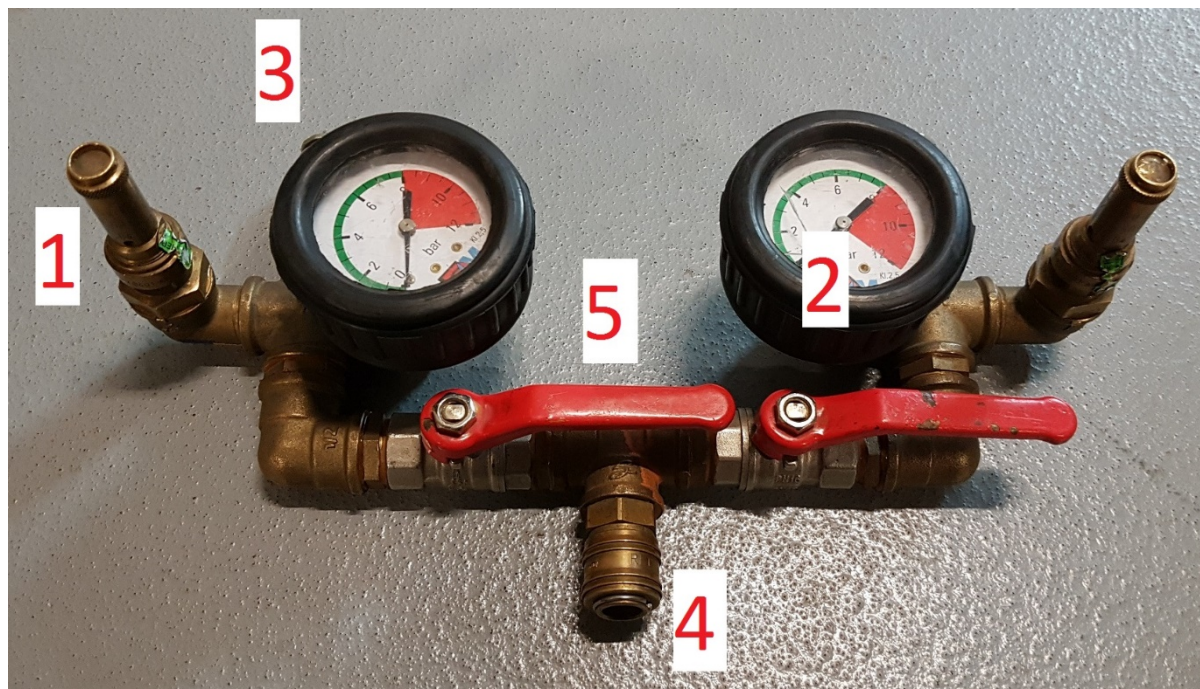
Za jego pomocą odbywa się sterowanie systemem poduszek podnoszących – uruchamianie, zatrzymanie, zmiana kierunku i natężenia przepływu powietrza.

Urządzenia sterujące mają za zadanie również zabezpieczyć układ przed nadmiernym wzrostem czynnika roboczego. Odbywa się to dzięki wbudowanym zaworom bezpieczeństwa, które reagują na niepożądane wzrosty ciśnienia w systemie poduszki podnoszącej. Wzrost ciśnienia o ok. 10 procent od nominalnego powoduje upust powietrza zaworem bezpieczeństwa. Uruchomienie zaworu bezpieczeństwa powinno być widoczne i jednoznacznie wskazane operatorowi za pomocą odpowiednich środków (np. wizualnych lub akustycznych).

W budowie urządzenia sterującego wyróżnia się również szybkozłacza. Jedno wejściowe, którym łączy się urządzenie sterujące z reduktorem oraz wyjściowe, przez które odbywa się przyływ powietrza w wymaganym kierunku (do poduszki podnoszącej). Urządzenia sterujące mogą mieć jedno, dwa lub trzy szybkozłacza wyjściowe i współpracują one odpowiednio z jedną, dwoma lub trzema poduszkami podnoszącymi. Konstrukcja urządzenia sterującego podwójnego powinna zapewnić prawidłową pracę jednej lub dwóch poduszek podnoszących jednocześnie. Konstrukcja urządzenia sterującego potrójnego zapewnić musi prawidłową pracę jednej, dwóch lub trzech poduszek podnoszących jednocześnie. Urządzenia sterujące mają budowę szkieletową lub są zabudowane w osłonie z tworzywa.

W budowie wyróżnia się również wskaźniki ciśnienia z zaznaczonym polem pracy na tarczy dla danej wartości ciśnienia systemu. Dane urządzenie sterujące nie jest uniwersalne – musi być dostosowane do nominalnego ciśnienia systemu poduszki podnoszącej. W przypadku

urządzeń mogących obsługiwać dwie lub trzy poduszki podnoszące naraz, powinien być zapewniony indywidualny wskaźnik i zawór bezpieczeństwa dla każdej poduszki podnoszącej.



1. Zawór bezpieczeństwa. 2. Wskaźniki ciśnienia (manometr). 3. Szybkozłączka wyjściowa. 4. Szybkozłączka wejściowa.  
5. Urządzenie sterujące

Rys. 39. Urządzenie sterujące



Rys. 40. Urządzenie sterujące z elementami w obudowie z tworzywa

Występuje zasadnicza różnica w użyciu urządzenia sterującego z zaworami kulowymi w stosunku do urządzenia sterującego w obudowie, wyposażonego w zawory ręczne. W przypadku zaworów kulowych istnieje konieczność ich powolnego otwierania. Zbyt dynamiczne otwarcie może spowodować dynamiczne, szybkie napełnianie poduszki podnoszącej, a tym samym sytuacje niebezpieczne. W wypadku wypuszczenia z rąk urządzenia sterującego z zaworami kulowymi, powietrze będzie dostarczane do systemu, a to może być niezwykle niebezpieczne. Urządzenia sterujące, które jest wyposażone w zawory ręczne po puszczeniu go zatrzymuje dopływ medium do poduszki (poduszek) podnoszących.

- **Zestawy węża**

Odbywa się nimi transport medium (powietrza) pomiędzy elementami systemu. Wykonane są z materiału kauczukowego (etylenowo-propylenowego). Ich podstawowa długość to 5 metrów, ale to także wielokrotność tej wartości (10 m, 15 m, itd.). Węże zakończone są szybkozłączkami. Ich charakterystyka: średnice, wytrzymałość, typ są adekwatne dla danego sterownika i poduszek podnoszących systemu.

- **Poduszki podnoszące wysokiego ciśnienia (narzędzia robocze systemów poduszek podnoszących)**

Poduszki podnoszące są końcowym, roboczym elementem systemu poduszek podnoszących. Mają za zadanie zmienić energię sprężonego powietrza na energię mechaniczną wykorzystywaną do podnoszenia / opuszczania, rozpierania. Dzieje się tak dzięki możliwości zmiany wymiarów podczas ich napełniania / opróżniania. Za ich pomocą można uzyskać siły rzędu kilku, kilkunastu, a nawet kilkudziesięciu ton. Występują one w różnych kształtach i wymiarach.

Wykonane są jako zamknięte, elastyczne zbiorniki z wielowarstwowego, syntetycznego kauczuku chloroprenowego. Całość jest dodatkowo zbrojona drutem i/lub nicią aramidową. Powoduje to, że są odporne mechanicznie.

***UWAGA: niemniej jednak, podczas użycia systemu, niezbędne jest stosowanie dodatkowych płyt wyrównawczych z drewna i/lub osłon z gumy. Zabezpieczy to poduszkę podnoszącą przed uszkodzeniem mechanicznym, np. przez ostre krawędzie.***

Gdy nie są używane są kształtu plastra, a przy napełnianiu powietrzem wybrzuszą się. Na podstawie tego każdej z poduszek podnoszących wysokociśnieniowych można przypisać pewne stałe cechy: wysokość początkową, wymiary zewnętrzne, siłę podnoszenia, maksymalną wysokość podnoszenia, ciśnienie robocze, ciśnienie kontrolne, wagę, czy zapotrzebowanie na powietrze przy zadanym ciśnieniu.

W swej budowie posiadają w jednym z narożników przyłącze do zestawu węża. Przyłącze poduszki podnoszącej nie posiada wbudowanego zaworu jednokierunkowego, co skutkuje tym, że po wypięciu zestawu węża następuje wypływ medium zasilającego. Aby uzyskać możliwość wypięcia poduszki podnoszącej pod obciążeniem, do układu stosuje się specjalne, krótkie zestawy węża z dodatkowym osprzętem w postaci zaworu zamykającego oraz zaworu bezpieczeństwa. Montuje się je między zestawem węża a poduszką podnoszącą.

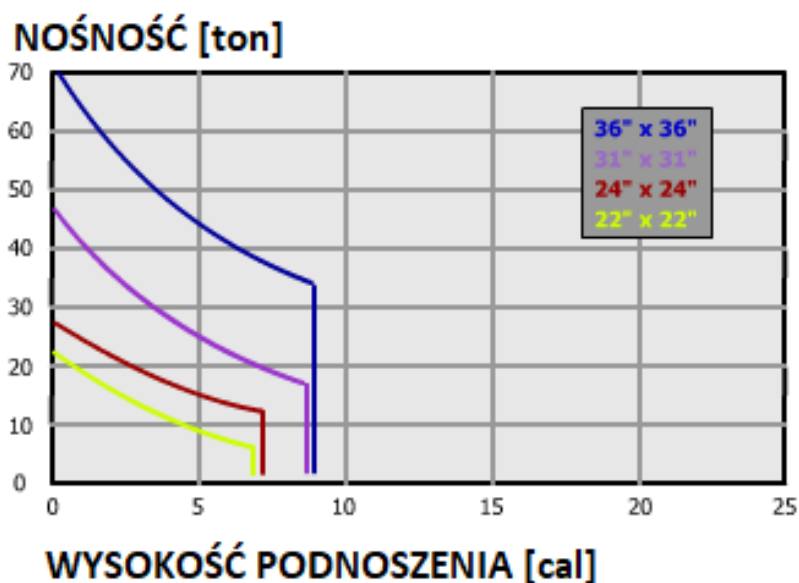


**Rys. 41. Zestaw węża z dodatkowym osprzętem w postaci zaworu zamykającego oraz zaworu bezpieczeństwa umożliwiający wypięcie poduszki podnoszącej pod obciążeniem od systemu**

Jak każde urządzenie, poduszki podnoszące mają również swoją charakterystykę pracy. Musimy pamiętać o tym, że zdolność podnoszenia poduszki będzie wzrastała wraz ze wzrostem ciśnienia (od zera do nominalnego), jednak tylko do momentu, w którym jej powierzchnia styku z podnoszonym elementem będzie pełna. Od momentu, w którym zaczyna maleć powierzchnia styku z podnoszonym elementem, wówczas zdolność podnoszenia poduszki zaczyna maleć.

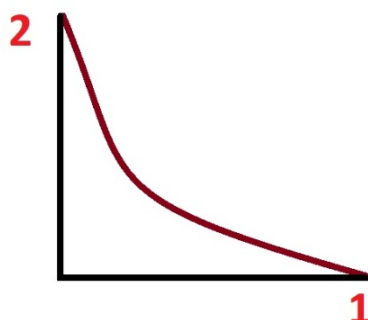
***Uwaga: Przed pracą należy zapoznać się szczegółowo z instrukcją producenta i charakterystyką pracy posiadanego sprzętu.***

Ogólnie: zdolność podnoszenia poduszki jest największa, gdy przy nominalnym ciśnieniu powierzchnia styku z podnoszonym obiektem jest największa. Zdolność podnoszenia poduszki jest najmniejsza, gdy przy nominalnym ciśnieniu powierzchnia styku z podnoszonym obiektem jest najmniejsza.



Rys. 42. Charakterystyka pracy poduszek podnoszących płaskich. Malejąca zdolność podnoszenia aż do osiągnięcia maksymalnego napełnienia poduszki podnoszącej (1 cal = 2,54 cm).

Źródło: <http://www.savatrade.com/OrangeDivision/FlatFormLiftingBagsSAE.htm>



1 – wysokość podnoszenia

2 – zdolność podnoszenia (jako funkcja wysokości podnoszenia) w tonach

Rys. 43. Zdolność podnoszenia w stosunku do wysokości – schemat ideowy

Aby lepiej zrozumieć problem związany ze stratą zdolności podnoszenia wraz z utratą styku, posłużmy się prostymi wzorami i wyliczeniami.

$$F = m \times a \text{ [N]}$$

gdzie:  $F$  – siła [N],  $m$  – masa [kg],  $a$  – przyspieszenie ziemskie [9,81 m/s<sup>2</sup>].

$$\text{Zatem: } m = F/9,81 \text{ [kg].}$$

$$F = p \times S \text{ [N]}$$

gdzie:  $F$  – siła [N],  $p$  – ciśnienie [Pa],  $S$  – powierzchnia, na którą działa ciśnienie [m<sup>2</sup>].

$$\text{Zatem: } p = F / S \text{ [Pa]}$$

$$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$$

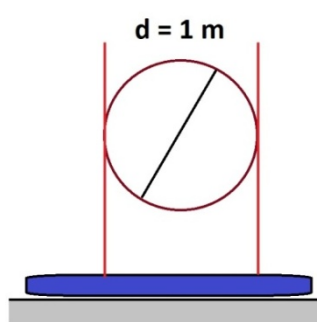
$$0,1 \text{ MPa} = 1,0 \text{ atm} = 1,0 \text{ bar (w przybliżeniu)}$$

$$\text{Skoro } p = F / S \text{ [Pa], to } F = p \times S \text{ [N]}$$

gdzie:  $S = \pi r^2$  – pole koła (powierzchnia styku z obiektem), gdzie  $r$  – promień =  $0,5 \times d$ .

$p = \text{const.} = 0,8 \text{ MPa} = 0,8 \times 1000\ 000 = 800\ 000 \text{ Pa} = 8 \text{ bar}$  (poduszki podnoszące, 8 bar)

Omówmy dwa przykłady, gdzie średnica styku nienapełnionej poduszki podnoszącej z obiektem będzie wynosiła  $d_1 = 1$  metr oraz gdzie średnica styku napełnionej w pewnym stopniu poduszki podnoszącej z obiektem będzie wynosiła  $d_2 = 0,5$  m.

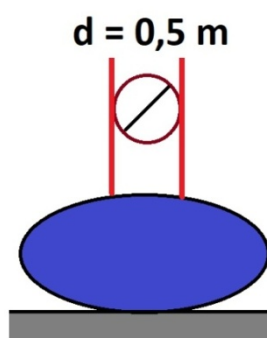


Rys. 44. Powierzchnia styku o średnicy 1 metr

$$F = 800\ 000 \times 3,14 \times 0,5^2 = 800\ 000 \times 3,14 \times 0,25 = 628\ 000 \text{ [N]}.$$

W przeliczeniu na kg:

$$F = 628\ 000 / 9,81 = 64\ 016,3 \text{ } \approx 64\ 000 \text{ [kg]} = 64 \text{ tony}.$$



Rys. 45. Powierzchnia styku o średnicy 0,5 metra

$$F = 800\ 000 \times 3,14 \times 0,25^2 = 800\ 000 \times 3,14 \times 0,0625 = 157\ 000 \text{ [N]}$$

W przeliczeniu na kg:

$$F = 157\ 000 / 9,81 \text{ } \approx 16\ 000 \text{ kg} = 16 \text{ ton}.$$

Jak widzimy na wybranym przykładzie, powierzchnia styku zmniejszyła się o połowę, co skutkowało spadkiem siły z 64 do 16 ton. A przecież założona powierzchnia styku po częściowym napełnieniu i tak jest duża. Wraz z dalszym napełnianiem, strata możliwości podnoszących będzie jeszcze maleć. Opisane przykłady doskonale obrazują problem.

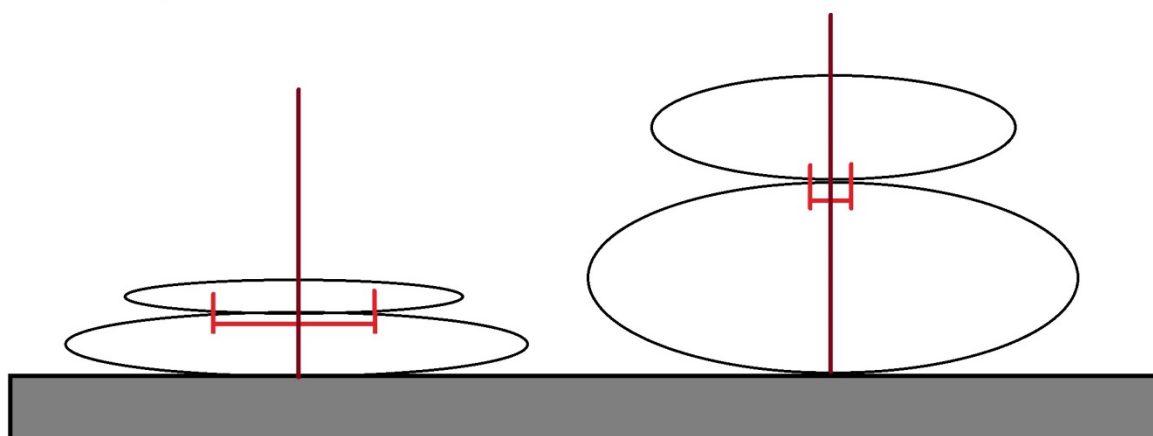
Poduszki podnoszące można układać w stos, maksymalnie z dwóch poduszek. Tą o większych wymiarach kładzie się na spód. Maksymalne możliwości stosu opiera się o parametry obydwu zastosowanych poduszek podnoszących. Często spotykanym uproszczeniem stosowanym przez ratowników jest założenie, że mniejsza poduszka podnosząca ma niższe parametry i np. stos składa się z poduszki 15 ton i 5 ton, to zdolność podnoszenia stosu wynosi 5 ton. Jest to założenie oparte na zbyt dużym uproszczeniu. Parametry stosu należy rozważać indywidualną charakterystyką poszczególnych poduszek podnoszących wraz ze stopniem ich wypełnienia. Należy zaznaczyć że każdy producent zobowiązany jest do dostarczenia indywidualnej charakterystyki dla każdego modelu poduszki podnoszącej. I tak: jeśli dolna poduszka podnosząca, przy maksymalnym napełnieniu (i co za tym idzie najmniejszym styku) ma nośność w danym momencie 6 ton, a górna poduszka podnosząca przy maksymalnym napełnieniu ma nośność 3 tony, to nośność stosu wynosi 3 tony (ale dopiero po rozpatrzeniu charakterystyki poduszek podnoszących w stosunku do ich napełnienia przy minimalnym styku).

Ze względu na malejącą powierzchnię ich przylegania niezwykle ważne dla bezpieczeństwa jest układanie poduszek podnoszących w osi centralnej. W przypadku braku osiowości, poduszki podnoszące mogą mieć tendencje to wysuwania się, a nawet wystrzeliwania ze stosu. Poduszki podnoszące napełniamy jednocześnie i równomiernie lub stopniowo, ewentualnie najpierw poduszkę podnoszącą większą, a następnie mniejszą.

Podczas pracy systemem poduszki podnoszącej ważna jest pozycja operatora. Musi on znajdować się w bezpiecznej odległości od podnoszonego elementu tak, aby widzieć bez przeszkód każdy moment pracy systemu oraz nie być narażonym na uderzenie wyskakującą poduszką po nieprawidłowym napełnieniu. Jest to niezwykle ważne dla bezpieczeństwa działań.



Rys. 46. Stos z dwóch poduszek podnoszących. Poduszki umieszczono osiowo. Większa poduszka podnosząca tworzy podstawę stosu



Rys. 47. Zmniejszająca się powierzchnia styku poduszek podczas napełniania. Konieczność zachowania osiowości stosu



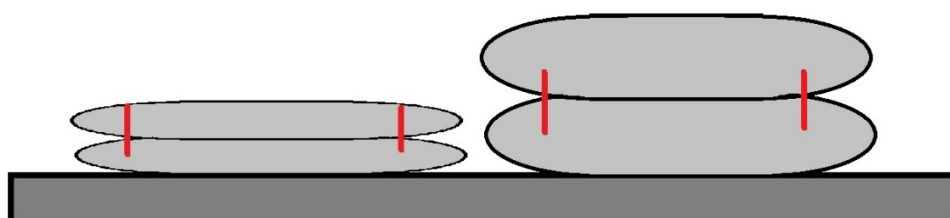
Dostępne są poduszki podnoszące płaskie (płaskodenne), które nie wybrzuszają się w takim stopniu, jak poduszki podnoszące tradycyjne. Wybrzuszają się jedynie do pewnego momentu. Ich powierzchnia styku, mimo tego, że naturalnie zmniejsza się, to zawsze jest w kształcie prostokąta. Powoduje to uzyskanie dużej powierzchni styku, nawet przy maksymalnym napełnieniu. Są one bezpieczniejsze, gdyż nie mają aż takich tendencji do wyskakiwania. Po zastosowaniu odpowiednich połączeń (karabinki, taśmy łączące) można je układać w stosy z 3 poduszek podnoszących, przy zachowaniu tych samych zasad, co w stosach podwójnych. Są to jednak poduszki podnoszące znacznie bardziej stabilne. Można je napełniać jedna po drugiej, zaczynając od dolnej lub w sposób równomierny.



**Rys. 48. Widoczne zaznaczenie (zielona, prostokątna ramka) niewybrzuszającej się części poduszki podnoszącej płaskiej. Moment umieszczania poduszki pod elementem**



Rys. 49. Prezentacja dużej stabilności poduszki podnoszącej płaskiej

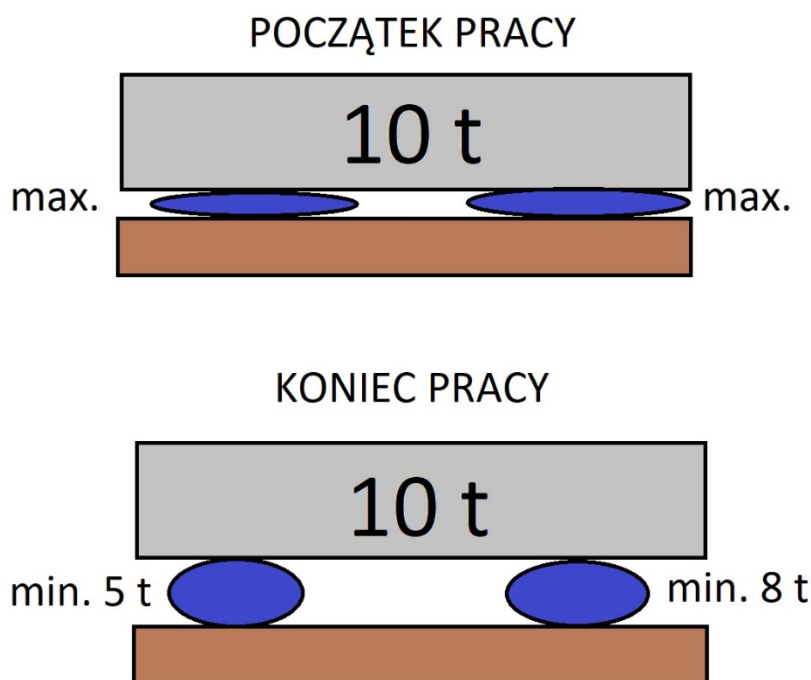


Rys. 50. Duża powierzchnia styku nawet po napełnieniu, w przypadku wykorzystania poduszek podnoszących płaskodennych

Aby zwiększyć możliwości podnoszenia ciężaru, można stosować poduszki podnoszące (stosy poduszek) obok siebie. Np. musimy podnieść obiekt o masie 10 ton, a dysponujemy poduszkami podnoszącymi o MINIMALNEJ zdolności podnoszenia 5 ton i 8 ton. Dysponując takimi poduszkami nie byłibyśmy w stanie tego zrobić wykorzystując je pojedynczo. Po zastosowaniu dwóch poduszek podnoszących obok siebie mamy w praktyce możliwość podniesienia zadanego ciężaru, gdyż każda pojedyncza poduszka podnosząca nie będzie unosiła całego ciężaru w stu procentach, ale jego część. Należy jednak operację tę

wykonywać z dużą starannością. Opierać się należy na pełnych charakterystykach pracy poszczególnych poduszek podnoszących. Dlatego zaznaczamy, że rozpatrujemy w tym wypadku minimalną zdolność podnoszenia poduszek, a nie ich maksymalne możliwości, ponieważ należy uwzględnić sytuację najbardziej dla nas niekorzystną (ważne w tym wypadku jest to, jakie obciążenie przeniosą poszczególne poduszki przy największym napełnieniu i przy minimalnym styku). Sugerowanie się jedynie wartościami maksymalnymi może nie doprowadzić do podniesienia danego ciężaru lub spowodować sytuację niebezpieczną. Pamiętajmy, że producenci podają nośność poduszki podnoszącej dla pełnego styku, a to jest bardzo mylne dla ratowników. Operator systemu nie powinien się opierać w tym przypadku na wartościach maksymalnych, ale zmianie charakterystyki dla poszczególnych poduszek podnoszących.

W tego typu operacjach, niezwykle ważne jest również odniesienie się do rozkładu masy podnoszonego ciężaru oraz jego środka ciężkości. Stosując poduszki podnoszące o różnej, maksymalnej wysokości podnoszenia, należy je napełniać tak, aby ich wysokości podnoszenia były w danym momencie jednakowe. W przeciwnym wypadku przepchniemy ciężar w stronę słabszej poduszki, co spowoduje jej przeciążenie (w związku ze zmianą środka ciężkości). Dopiero zrozumienie newralgiczności wykorzystania pełnej charakterystyki pracy poduszek podnoszących, rozkładu masy podnoszonego ciężaru i jego środka ciężkości pozwoli na bezpieczne, efektywne działania.



**Rys. 51. Zwiększenie możliwości podnoszenia obiektu z wykorzystaniem pełnej charakterystyki pracy dla poszczególnych poduszek podnoszących. Wartości nośności, podane są przy napełnieniu niezmiennym środka ciężkości obiektu.**

Schemat ideowy

*UWAGA: częstym i niebezpiecznym błędem jest całkowite napełnianie nieobciążonej poduszki podnoszącej. Działanie takie skutkuje jej nieodwracalnym uszkodzeniem.*

#### Zalety systemów poduszek podnoszących:

- niewielka wysokość poduszki podnoszącej w stanie spoczynku (możliwość wsuwania w wąskie szczeliny),
- duża zdolność podnoszenia,
- odporność mechaniczna (nie należy zapominać przy tym o dodatkowych zabezpieczeniach),
- odporność chemiczna (zgodnie z tabelą odporności producenta),
- dobra przyczepność do podłoża (powierzchnia antypoślizgowa),
- długa żywotność (od 15 do 20 lat, w zależności od producenta),
- brak iskrzenia,
- cicha praca,
- szybkie napełnianie,
- oznaczony punkt centrujący.

#### Wady i ograniczenia w stosowaniu systemów poduszek podnoszących:

- szybka utrata zdolności podnoszenia wraz z napełnianiem (po utracie pola powierzchni styku),
- podatność na uszkodzenia ostrymi elementami,
- niestabilność stosów,
- niemożność stosowania na grząskich gruntach,
- niemożność podnoszenia elementów cienkościennych,
- niemożność stosowania na elementach nieregularnych, zanieczyszczonych,
- konieczność stałej kontroli ciśnienia, nawet po wykonaniu podnoszenia.

### **3. Sprzęt do stabilizacji pojazdów**

- Klocki i kliny z tworzywa sztucznego
- Klocki i kliny z drewna
- Kliny schodkowe z tworzywa sztucznego
- Kliny schodkowe z drewna
- Podpory mechaniczne z wbudowanym pasem z naciągiem
- Pasy z naciągiem

#### **4. Sprzęt do zabezpieczenia miejsca zdarzenia**

- Stożki ostrzegawcze uliczne
- Lampy ostrzegawcze
- Dyski ostrzegawcze
- Taśma ostrzegawcza do oznaczenia terenu akcji
- Znaki i bariery drogowe

#### **5. Sprzęt pomocniczy**

- Uniwersalne narzędzie techniczne typu halligan z końcówką do cięcia blachy
- Chwytnak do zapinek tapicerskich
- Zbijaki do szyb
- Piła szablasta z brzeszczotami
- Osłony na ostre krawędzie
- Osłony, tarcze do zabezpieczenia osoby poszkodowanej
- Osłony zabezpieczające poduszkę bezpieczeństwa kierowcy i pasażera
- Piły do szyb
- Przyrządy do oklejania szyb
- Podesty ratownicze