

dr inż. Krzysztof Baszczyński
mgr inż. Mariusz Karlikowski
mgr inż. ZYGMUNT ZROBEK
Centralny Instytut Ochrony Pracy

Urządzenia kotwiczące w sprzęcie chroniącym przed upadkiem z wysokości

Postęp w dziedzinie sprzętu chroniącego przed upadkiem z wysokości, jaki dokonał się w Polsce na przestrzeni ostatnich lat, spowodował znaczne rozszerzenie asortymentu wyrobów należących do tej grupy środków ochrony indywidualnej. Wzrosła też ranga właściwego doboru poszczególnych składników sprzętu w celu stworzenia systemu ochronnego, odpowiedniego dla konkretnych zastosowań. Również w grupie wyrobów pełniących funkcję urządzeń kotwiczących można zauważyć coraz większą liczbę rozwiązań konstrukcyjnych, często o specjalistycznym przeznaczeniu. Sytuacja ta stworzyła potrzebę przedstawienia potencjalnym użytkownikom usystematyzowanej informacji na ich temat, obejmującej zarówno zakres, jak i metody stosowania.

Systemy chroniące przed upadkiem z wysokości składają się z trzech głównych podsystemów pełniących odrębne lecz wzajemnie uzupełniające się role, tak aby łącznie zrealizowane były wszystkie wymagane funkcje systemu ochronnego. Podsystemami tymi są: uprząż (część systemu kontaktująca się bezpośrednio z ciałem użytkownika), podsystem łączący lub łącząco-amortyzujący oraz podsystem kotwiczący (urządzenie kotwiczące). Ten ostatni podsystem bezpośrednio współpracuje z konstrukcją stałą i zawiera punkt lub punkty kotwiczenia dla podsystemu łącząco-amortyzującego. Urządzenia kotwiczące ułatwiają, a często wręcz umożliwiają przyłączenie systemu ochronnego do konstrukcji stałej. Niektóre z nich posiadają liczne dodatkowe funkcje, np. umożliwiają przemieszczanie się pracownika na wysokości lub przyłączanie do elementów konstrukcji stałej, będących poza bezpośrednim zasięgiem użytkownika.

Urządzenia kotwiczące mogą występować jako samodzielne składniki sprzętu chroniącego przed upadkiem z wysokości lub jako elementy kotwiczące, wchodzące w skład podsystemu łączącego lub łącząco-amortyzującego. Pewne części składowe tych urządzeń mogą być również trwale przyłączone do konstrukcji stałej.

Większość urządzeń kotwiczących jest objęta przepisami normy EN 795 *Protection against falls from a height. Anchor devices. Requirements and testing* (obecnie przygotowywanej do ustanowienia w Polsce). Norma ta określa klasy opisywanych urządzeń, stawiane im wymagania oraz metody badań. Pozostała część, nie objęta powyższą normą, podlega przepisom norm PN-EN 362 *Indywidualny sprzęt chroniący przed upadkiem z wysokości. Łączniki* lub PN-EN 354 *Indywidualny sprzęt chroniący przed upadkiem z wysokości. Linki bezpieczeństwa*.

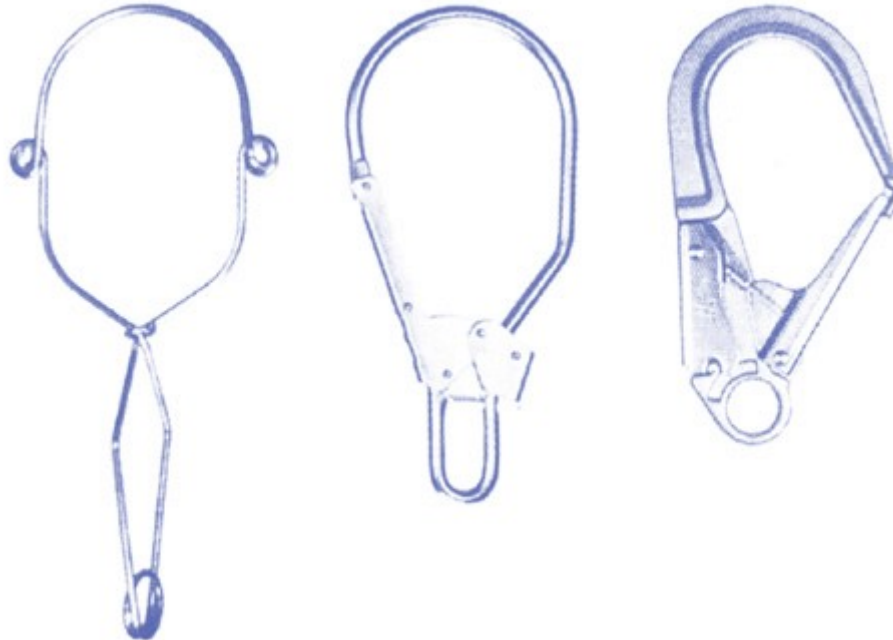
Biorąc pod uwagę cechy konstrukcyjne i funkcjonalne, można wyróżnić następujące grupy wyrobów pełniących funkcję urządzeń kotwiczących:

- sztywne zaczepy (łączniki) kotwiczące (według PN-EN 362),
- elastyczne zaczepy kotwiczące (według PN-EN 354),
- przenośne (instalowane okresowo) urządzenia kotwiczące (klasa B według EN 795),
- poziome liny kotwiczące (klasa C według EN 795),
- poziome szyny kotwiczące (klasa D według EN 795),
- bezwładne masy kotwiczące (klasa E według EN 795).

Przedstawione dalej rozwiązania urządzeń kotwiczących mogą być wykorzystywane zarówno w systemach powstrzymywania spadania z wysokości, jak i w systemach ograniczających zasięg poruszania się użytkownika.

Sztywne zaczepy (łączniki) kotwiczące

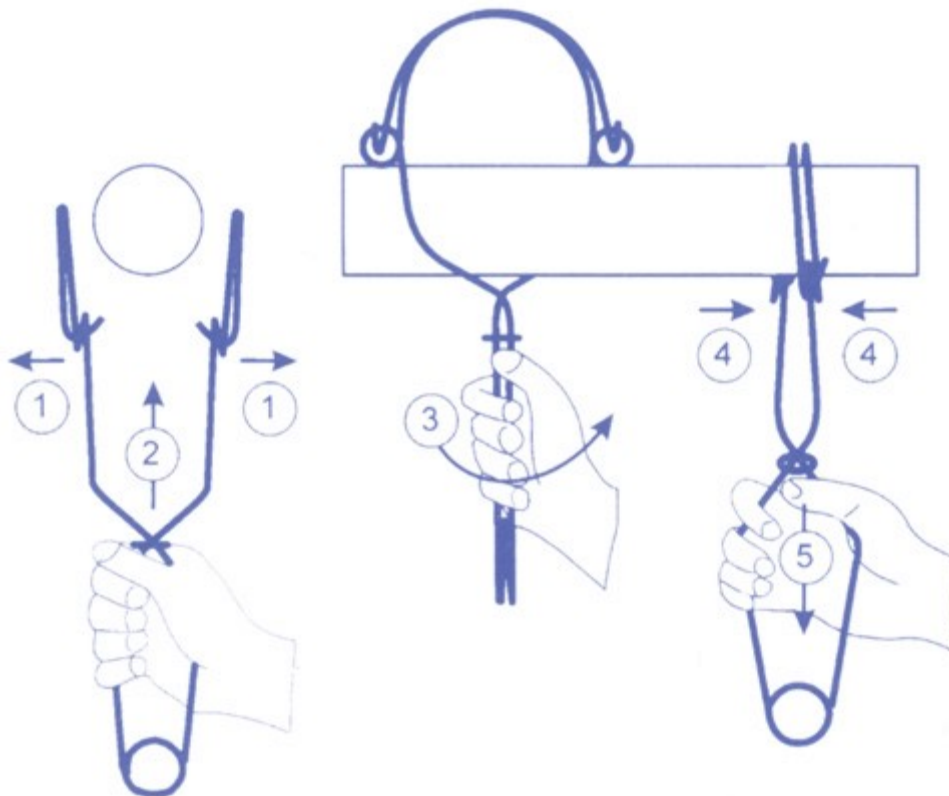
Reprezentantami tej grupy wyrobów są: **zatrzaśniki typu hak** ([rys. 1a, b](#)), **zaczepy nożycowe** ([rys. 1c](#)) i **zaczepy przeznaczone do osadzania na drążkach** ([rys. 3](#)). Sztywne zaczepy kotwiczące mogą być związane z podsystemem łącząco-amortyzującym trwale lub rozłącznie. Pozwalają przyłączyć ten podsystem do elementów konstrukcji stałej wówczas, gdy „klasyczny” łącznik podsystemu (zatrzaśnik) nie jest odpowiedni dla kształtu lub wymiarów elementu konstrukcji stałej. Przeznaczone są do operowania bezpośrednio ręką (duże zatrzaśniki typu hak lub zaczepy nożycowe) lub do operowania za pomocą specjalnych tyczek albo drążków teleskopowych (zaczepy hakowe i rozwierane).



Rys. 1. Przykładowe rozwiązania łączników kotwiczących: a, b - zatrzaśniki typu hak, c - zaczep nożycowy

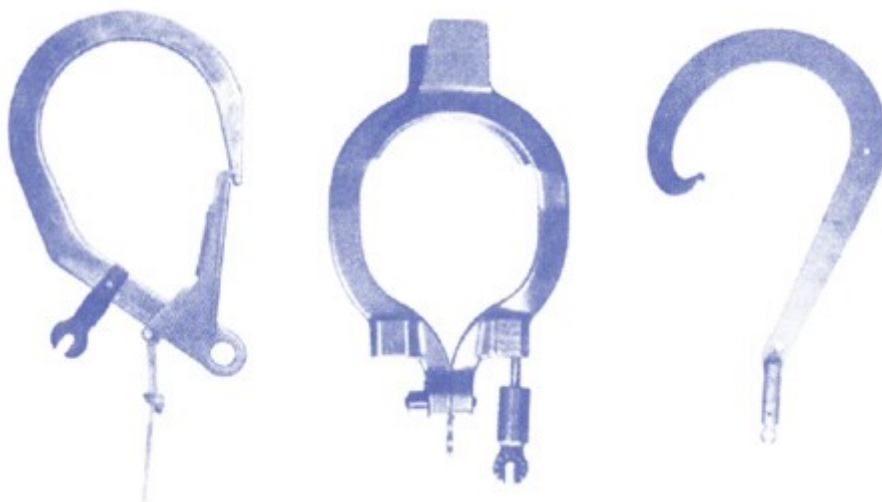
Zatrzaśniki typu hak ([rys. 1a, b](#)) przeznaczone do celów kotwiczenia systemu ochronnego posiadają duże gabaryty i duży prześwit części otwieranej. Małe zatrzaśniki (typu hak lub owalne) - jakkolwiek przeznaczone przede wszystkim do łączenia składników systemu pomiędzy sobą - mogą być również stosowane jako elementy kotwiczące, jeżeli tylko kształt i wymiary elementu konstrukcji stałej umożliwiają takie zastosowanie. Nie stanowią one jednak typowych elementów kotwiczących - w sensie ich głównego przeznaczenia. Spotykane obecnie zatrzaśniki stosowane jako elementy kotwiczące mają gabaryty (długość / prześwit otwarcia) w zakresie od 200 mm / 50 mm do 300 mm / 150 mm. Zatrzaśniki takie mogą być wykonywane jako odkuwane ze stali lub stopów lekkich albo gięte z drutu (głównie stalowego). Zatrzaśniki odkuwane mają element nośny (hak), który samodzielnie przenosi obciążenie (dźwignia zamykająca pełni rolę wyłącznie zabezpieczającą). Zatrzaśniki, których korpus (hak) jest wykonywany z drutu metodą gięcia mają dźwignię zabezpieczającą połączoną z końcem haka za pomocą specjalnego „zamka”, przez co siła obciążająca przenoszona jest również przez dźwignię zabezpieczającą, będącą w tym przypadku elementem nośnym zatrzaśnika.

Zaczepy nożycowe ([rys. 1 c](#)) wykonywane są z drutu. Umożliwiają przyłączanie systemu ochronnego do elementu konstrukcji stałej o maksymalnych wymiarach gabarytowych 80-120 mm (w zależności od rozmiaru zaczepu). Z uwagi na swoją konstrukcję, nie są odporne na zginanie i deformację, chociaż ich wytrzymałość jest nie mniejsza niż 15 kN (w praktyce zazwyczaj powyżej 20 kN). Powinny być instalowane tak, by siła obciążająca, występująca podczas powstrzymywania spadania, działała wzdłuż ich osi podłużnej. Sposób instalowania zaczepu nożycowego przedstawiono na [rys. 2](#).



Rys. 2. Sposób instalowania zaczepu nożowego: 1, 2, 3, 4, 5 - kolejność ruchów

Zaczepty osadzone na drażkach ([rys. 3](#)) różnią się budową i zasadą działania. Niektóre z nich posiadają konstrukcję podobną do dużych zatrzaśników hakowych. Mogą ponadto występować w postaci dwóch przeciwstawnie położonych haków rozchylających się na boki albo w postaci dużych otwartych haków z zabezpieczeniem lub bez.

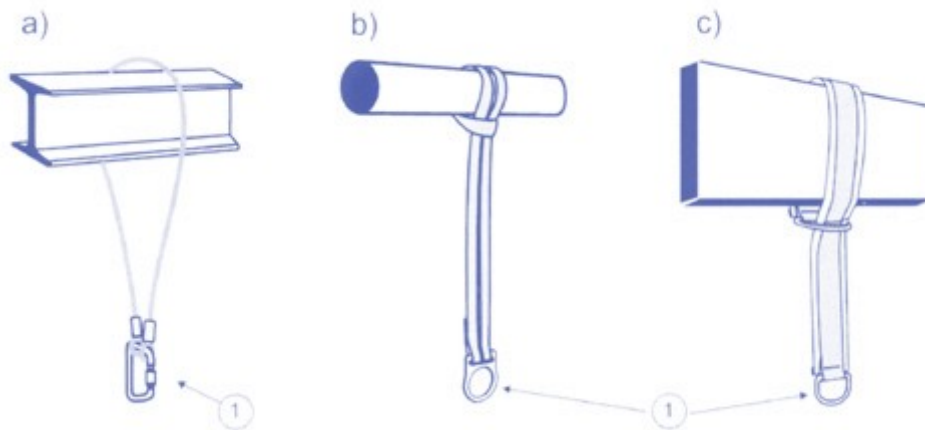


Rys. 3. Przykładowe rozwiązania zaczepów osadzanych na krążku

Charakterystyczną cechą takich zaczepów jest możliwość przyłączania ich do elementów konstrukcji stałej znajdujących się w odległości od kilku do kilkunastu metrów od użytkownika. Operowanie zaczepem odbywa się za pomocą specjalnego drażka o stałej lub zmiennej długości. Drażki o zmiennej długości mogą być składane z segmentów lub teleskopowe.

Elastyczne zaczepy kotwiczące

Zaczepy takie są wykonywane z giętkich elementów - linki stalowe lub włókiennicze, taśmy, łańcuchy itp. Instaluje się je na konstrukcji stałej opasując jej element, np. belkę. Do zaczepów elastycznych zalicza się zaczepy linkowe ([rys. 4a](#)) i zaczepy taśmowe ([rys. 4b i 4c](#)). Zaczepy linkowe występują w postaci odcinka linki stalowej (rzadziej włókienniczej), zakończonej na obu końcach pętlami. Pętle zaczepu są spinane zatrzaśnikami stanowiącym w tym przypadku punkt kotwiczenia podsystemu łącząco-amortyzującego. Zaczepy taśmowe są wykonywane zazwyczaj z taśm włókienniczych ukształtowanych w różny sposób ([rys. 4b,c](#)). Mogą one być wyposażone w dodatkowe pętle lub klamry służące do zapinania zaczepu na konstrukcji i/lub stanowiące punkt kotwiczący dla podsystemu łącząco-amortyzującego. Zaczepy linkowe i taśmowe mogą być opasywane na elementach (np. belkach) o dużym przekroju poprzecznym, ograniczonym wyłącznie długością zaczepu.

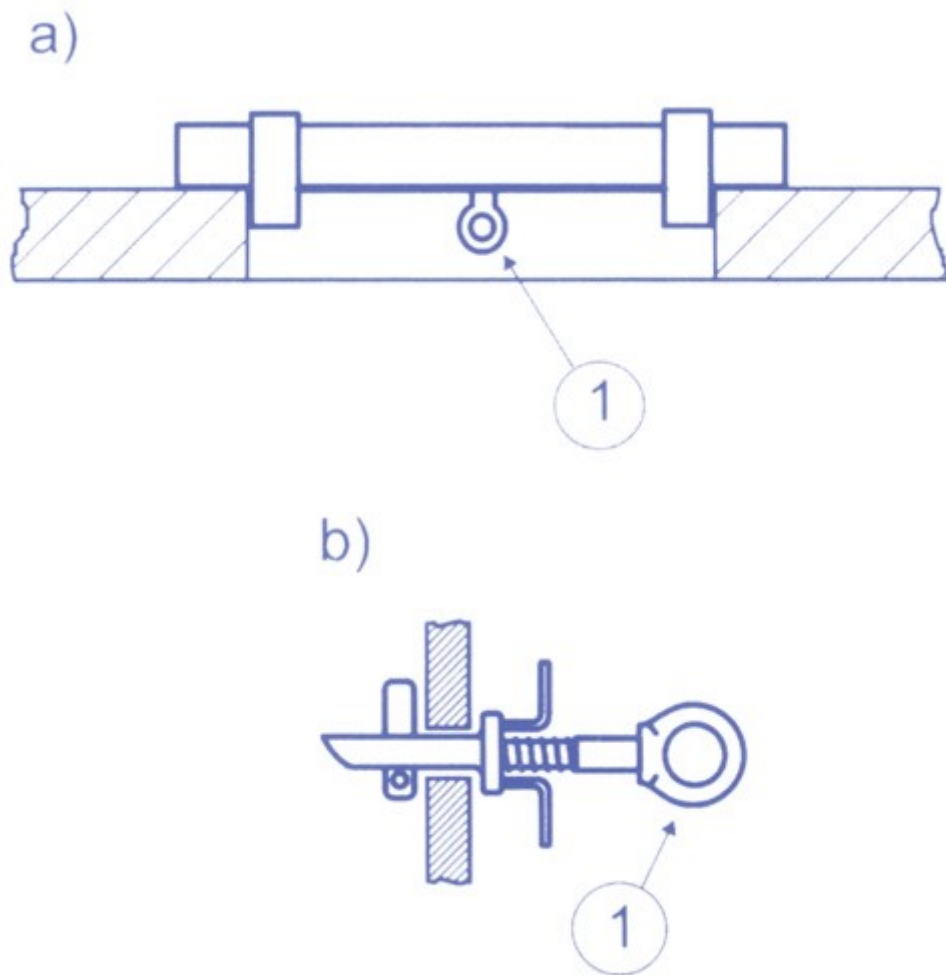


Rys. 4. Przykładowe rozwiązania zaczepów elastycznych: *a* - zaczep linkowy; *b*, *c* - zaczepy taśmowe (1 - punkt kotwiczenia podsystemu - łącząco-amortyzującego)

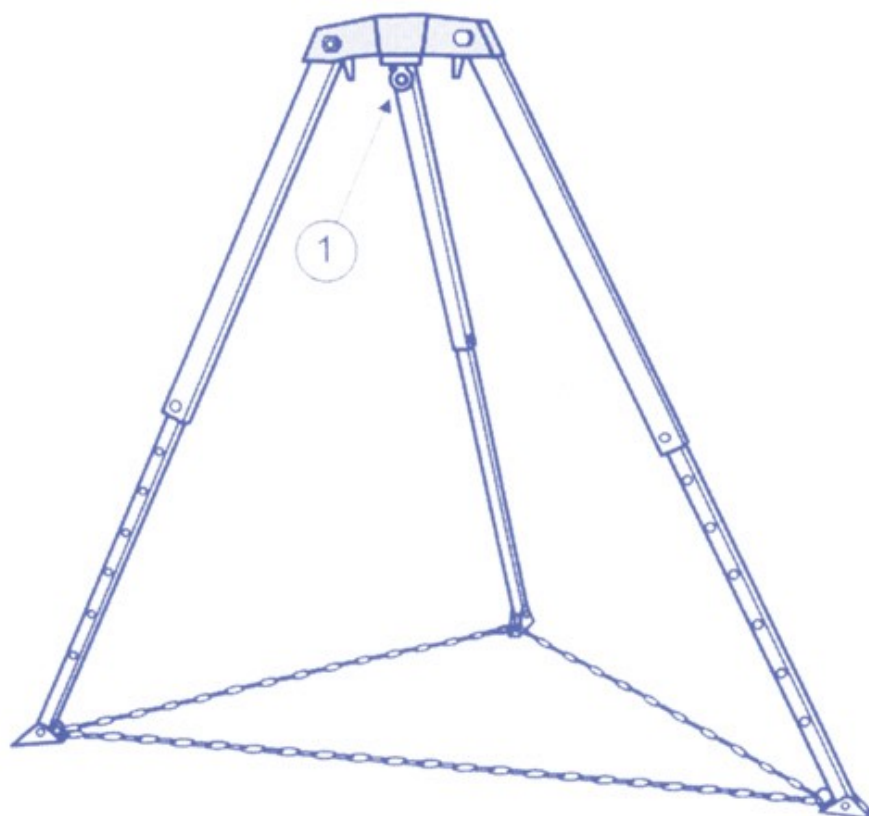
Zaczepy elastyczne wykonane z materiałów włókienniczych narażone są na przecięcie przez ostre krawędzie elementów konstrukcji stałej. Dlatego też powinny być wyposażone w elementy osłonowe, chroniące taśmy (liny) nośne przed przecięciem. W przeciwnym razie ich zastosowanie należy ograniczyć do współpracy z elementami o zaokrąglonych krawędziach.

Przenośne (instalowane okresowo) urządzenia kotwiczące

W tej grupie urządzeń kotwiczących można wyróżnić **belki poprzeczne** (trawersy - [rys. 5a](#)), które mogą być umieszczane w różnego rodzaju otworach (włazy, okna) w ten sposób, że belka oparta jest swoimi końcami o ściany otworów lub zaparta o inne elementy konstrukcji. Belka zaopatrzona jest w punkt kotwiczenia (klamra, ucho), do którego instalowany jest podsystem łącząco-amortyzujący systemu ochronnego. Innym rozwiązaniem z tej grupy urządzeń kotwiczących są **punktowe klamry przetykane** ([rys. 5b](#)), przeznaczone do instalowania w przelotowych otworach o małej średnicy. Otwory dla takich klamer są najczęściej wykonywane specjalnie. Ostatnim z tej grupy rodzajem urządzeń kotwiczących są statywy - **trójnogi** ([rys. 6](#)) wyposażone w punkt kotwiczenia podsystemu łącząco-amortyzującego. Trójnogi rozstawiane są nad otworami włazów podczas prac w zbiornikach lub studzienkach (np. kanalizacyjnych).



Rys. 5. Przenośne (instalowane okresowo) urządzenia kotwiczące: *a* - belka poprzeczna (trawersa); *b* - punktowa klamra przetykana (1 - punkt kotwiczenia systemu łącząco-amortyzującego)

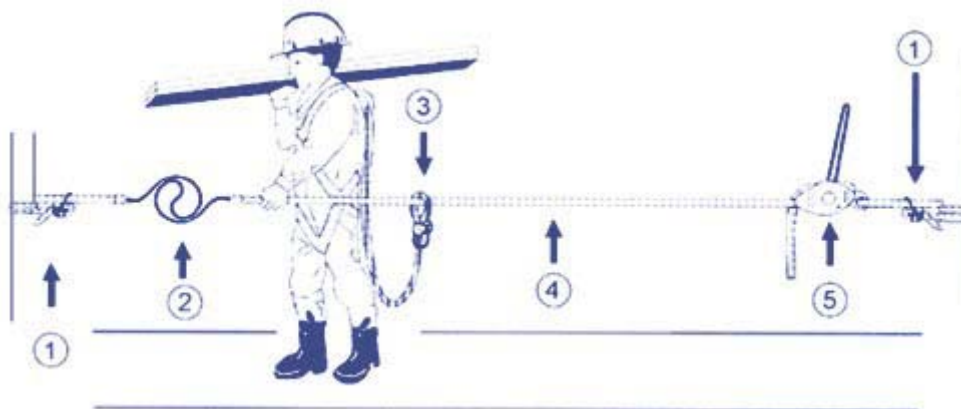


Rys. 6. Przenośne (instalowane okresowo) urządzenia kotwiczące - trójnóg: (1 - punkt kotwiczenia podsystemu łącząco-amortyzującego)

Poziome liny kotwiczące

Konstrukcja lin kotwiczących oparta jest na rozpiętych poziomo włókienniczych lub stalowych linach stanowiących prowadnice dla ruchomego punktu kotwienia podsystemu łącząco-amortyzującego. Prowadnice mogą być poprowadzone po linii prostej - przyłączane do dwóch końcowych strukturalnych punktów kotwiczących lub dodatkowo podparte wzdłuż prowadnicy w pośrednich strukturalnych punktach kotwiczących. Mogą być również poprowadzone po linii krzywej (np. wzdłuż ścian budynków, wokół komina) i występują wówczas wyłącznie z pośrednimi strukturalnymi punktami kotwiczącymi.

Poziome liny kotwiczące mogą być wyposażone w elementy służące do mocowania ich do strukturalnych punktów kotwiczących na konstrukcji stałej, mogą posiadać amortyzator (którego zadaniem jest zmniejszanie sił powstających w linie kotwiczącej podczas powstrzymywania spadania) oraz ruchomy punkt kotwiczący podsystemu łącząco-amortyzującego w postaci specjalnego suwaka lub wózka. Oferowane rozwiązania wielopodporowych poziomych lin kotwiczących często zawierają w komplecie ruchomy punkt kotwiczący (suwak), który umożliwia przesuwanie przez pośrednie strukturalne punkty kotwienia bez konieczności odłączania go od prowadnicy. Przykład rozwiązania poziomej liny kotwiczącej wykonanej z liny włókienniczej przedstawiono na [rys. 7](#).



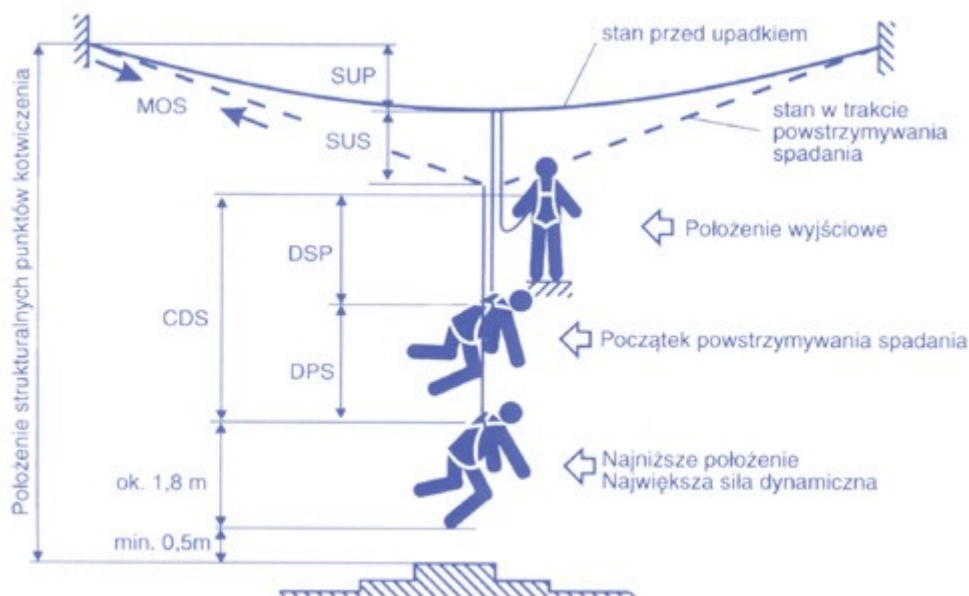
Rys. 7. Przykład rozwiązania poziomej liny kotwiczącej (wg katalogu firmy ARKON INC.): 1 - zaczep mocujący, 2 - amortyzator, 3 - ruchomy punkt kotwienia podsystemu łącząco-amortyzującego, 4 - prowadnica, 5 - urządzenie napinające

Poziome liny kotwiczące pozwalają pracownikowi przemieszczać się wzdłuż drogi wyznaczonej przez prowadnicę nawet na długich dystansach, bez ponoszenia ryzyka zaistnienia „zjawiska wahadła” podczas powstrzymywania upadku z wysokości. Zazwyczaj, dla prac wymagających sporadycznego użycia systemu ochronnego, stosuje się poziome liny kotwiczące wykonane z lin włókienniczych i instaluje je każdorazowo przed przystąpieniem do pracy. Jeżeli jednak korzystanie z systemu ochronnego jest częste lub długotrwałe, bardziej efektywne z ekonomicznego punktu widzenia są na stałe zainstalowane urządzenia z liną kotwiczącą wykonaną z liny stalowej.

Stosowanie poziomych lin kotwiczących wymaga zwrócenia uwagi na dwa czynniki występujące podczas powstrzymywania spadania: siłę działającą w linie oraz jej wydłużenie (strzałkę ugięcia). Wartość siły działającej w poziomej linie kotwiczącej podczas powstrzymywania spadania może być kilkakrotnie większa niż w „pionowych” składnikach systemu ochronnego. Fakt ten należy brać pod uwagę podczas doboru strukturalnych punktów kotwienia dla systemu ochronnego oraz doboru elementów łączących te punkty z poziomą liną kotwiczącą. Problem wydłużeń jest szczególnie ważny w przypadku urządzeń wyposażonych w prowadnice wykonane z materiałów włókienniczych, chociaż zjawisko to należy rozpatrywać dla każdego rodzaju surowca liny kotwiczącej. Dokładne określenie strzałki ugięcia poziomej liny kotwiczącej jest istotne z punktu widzenia możliwości ustalenia minimalnej wymaganej wolnej przestrzeni poniżej stanowiska pracy. Ta wolna przestrzeń musi być większa od sumy: pionowej strzałki ugięcia poziomej liny kotwiczącej, wydłużeń pozostałych składników systemu ochronnego oraz wzajemnych przemieszczeń tych składników względem siebie i względem użytkownika. Największe siły i wydłużenia powstają pod wpływem dynamicznego obciążenia systemu w momencie powstrzymywania spadania. Urządzenia z poziomymi linami kotwiczącymi mogą być instalowane wyłącznie wówczas, gdy istnieje wystarczająca, wolna od przeszkód, przestrzeń poniżej pracownika. Zgodnie z przepisami, producent do każdego urządzenia musi dołączyć informację dla użytkownika dotyczącą charakterystyki liny

kotwiczącej, pozwalającą określić wielkość sił działających na punkty kotwienia oraz wielkość strzałki ugięcia liny dla przewidywanych warunków jej stosowania.

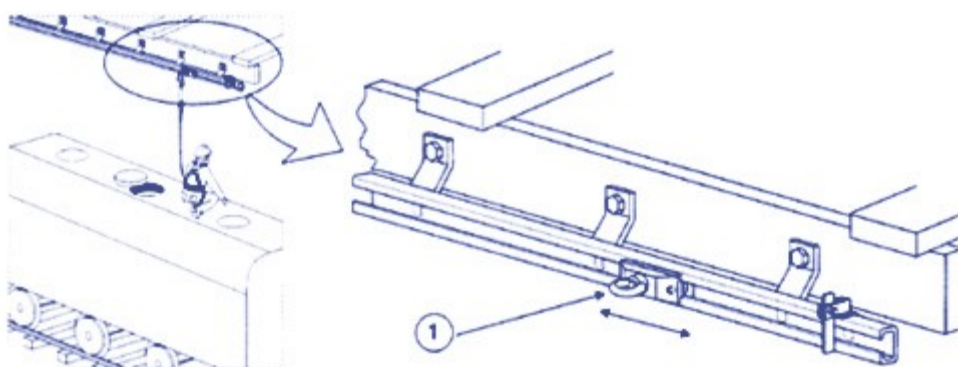
Sposób określania wymaganej wolnej przestrzeni poniżej stanowiska pracy podczas stosowania systemu ochronnego z poziomą liną kotwiczącą przedstawiono na [rys. 8](#).



Rys. 8. Sposób określania wymaganej wolnej przestrzeni poniżej stanowiska pracy podczas stosowania systemu ochronnego z poziomą liną kotwiczącą: SUP - początkowa strzałka ugięcia (zwis) liny, SUS - maksymalna strzałka ugięcia liny podczas powstrzymywania spadania, MOS - maksymalna siła działająca w linie podczas powstrzymywania spadania, CDS - całkowita droga spadania, DSP - droga swobodnego spadania, DPS - droga powstrzymywania spadania

Poziome szyny kotwiczące

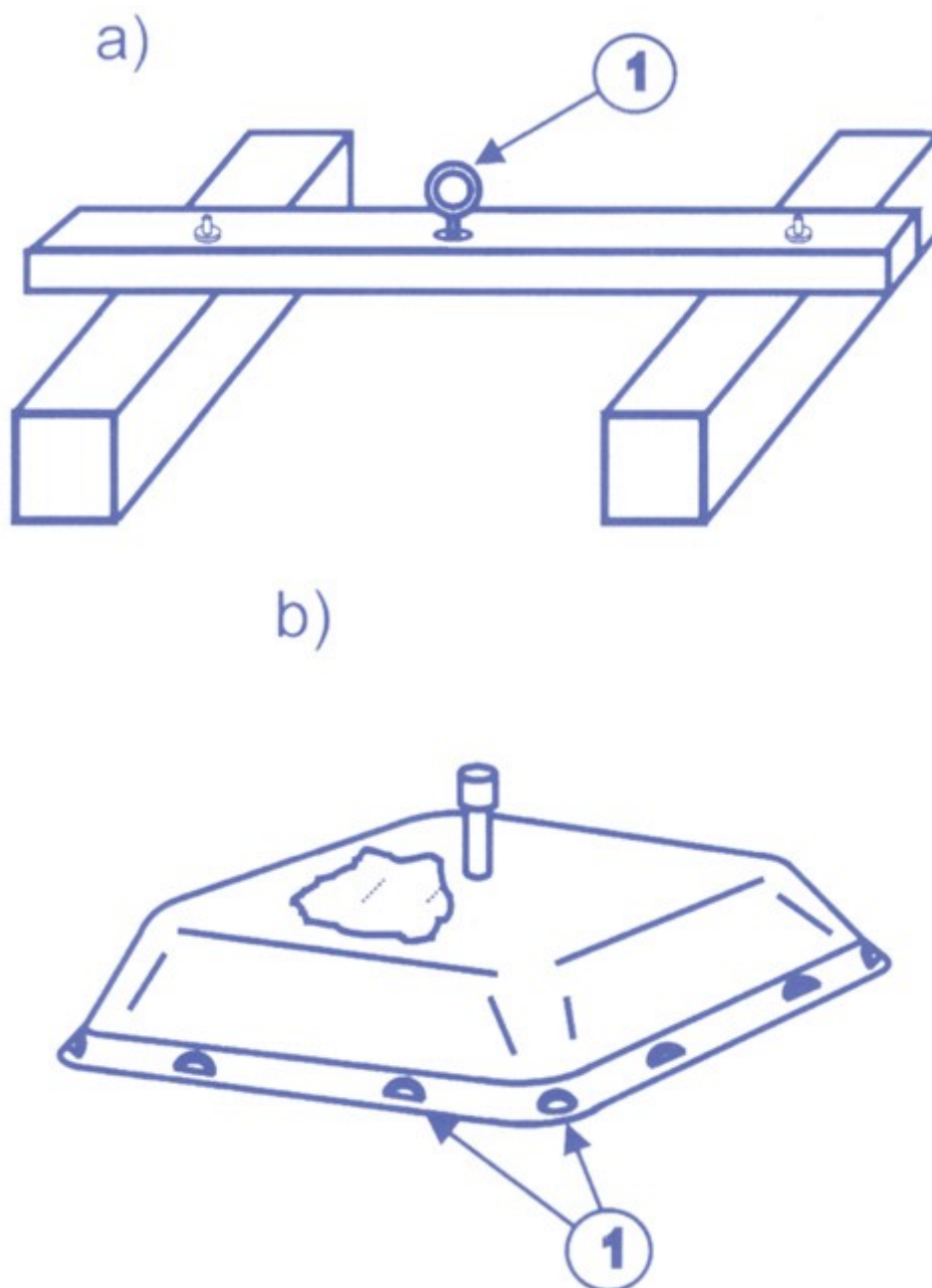
Zasada działania poziomych szyn kotwiczących oparta jest na tym, że przesuwany wzdłuż sztywnej prowadnicy suwak (wózek) stanowi ruchomy punkt kotwienia podsystemu łącząco-amortyzującego. Tego typu urządzenia kotwiczące przeznaczone są do instalowania na stałe w ciągach komunikacyjnych lub stanowiskach pracy na wysokości. Poziome szyny kotwiczące łączone są często z pionowymi szynami (prowadnicami) urządzeń samozaciskowych za pomocą specjalnych zwrotnic, które umożliwiają przejście z drogi pionowej na poziomą (i odwrotnie) bez konieczności przełączania (lub zmiany) łącznika zastosowanego w systemie ochronnym. Przykład urządzenia z poziomą szyną kotwiczącą przedstawiono na [rys. 9](#). Ze względu na specyfikę takich konstrukcji, projektowaniem i instalowaniem poziomych szyn kotwiczących powinny zajmować się osoby odpowiednio przeszkolone i posiadające właściwe kwalifikacje.



Rys. 9. Przykład urządzenia z poziomą szyną kotwiczącą (wg katalogu firmy SÖLL): 1 - ruchomy punkt kotwienia podsystemu łącząco-amortyzującego

Bezwładne masy kotwiczące

Ta kategoria urządzeń kotwiczących przeznaczona jest do stosowania na powierzchniach zbliżonych do poziomych, których kąt nachylenia do poziomu nie przekracza 5° . Bezwładne masy kotwiczące mogą być przydatne szczególnie wtedy, gdy na płaskiej powierzchni stanowiska pracy na wysokości nie ma elementów konstrukcji stałej, do których można przyłączyć podsystem łącząco-amortyzujący. Takie urządzenia kotwiczące mogą mieć różną konstrukcję, np. pojedyncze lub składane bryły sztywne lub elastyczne pojemniki wypełnione materiałem ciekłym lub sypkim. W razie użytkowania bezwładnych mas kotwiczących, należy przestrzegać zaleceń producenta dotyczących zwłaszcza rodzaju i stanu powierzchni, na której taka masa może spoczywać. Przykładowe rozwiązania bezwładnych mas kotwiczących przedstawiono na [rys. 10](#).



Rys. 10. Przykłady bezwładnych mas kotwiczących: *a* - masa kotwicząca w postaci brył sztywnych, *b* - masa kotwicząca w postaci elastycznego pojemnika wypełnionego wodą (1 - punkt kotwiczenia podsystemu łącząco-amortyzującego)

Stosując różnego rodzaju urządzenia kotwiczące, należy pamiętać o ogólnych zasadach instalowania systemów chroniących przed upadkiem z wysokości, mianowicie:

- Elementy konstrukcji stałej (strukturalne punkty kotwiczenia), do których mocowany jest system ochronny powinny mieć odpowiednią wytrzymałość określoną przez producenta urządzenia kotwiczącego lub podsystemu łącząco-amortyzującego. Wytrzymałość punktów kotwiczenia powinny oceniać osoby posiadające właściwe kwalifikacje.
- Podczas doboru urządzenia kotwiczącego należy brać pod uwagę nie tylko parametry konstrukcji stałej, z którą urządzenie współpracuje, lecz także zakres i sposób koniecznego przemieszczania się oraz rodzaj podsystemu łączącego (łącząco-amortyzującego), który może być (zgodnie ze wskazówkami producenta) stosowany wraz z tym urządzeniem.
- Systemy ochronne należy instalować w taki sposób i w takich miejscach, aby nie utrudniały pracy na danym stanowisku i nie stwarzały dodatkowych zagrożeń.
- Urządzenia kotwiczące należy instalować w miarę możliwości ponad głową użytkownika, dążąc jednocześnie do minimalizacji drogi swobodnego spadania oraz ograniczenia możliwości powstawania ruchu wahadłowego.

Większość przedstawionych rozwiązań urządzeń kotwiczących sprzętu chroniącego przed upadkiem z wysokości oferują firmy zajmujące się produkcją lub dystrybucją tego sprzętu. Niektóre z tych wyrobów nie wy stępują jeszcze w ofertach dystrybutorów lub nie posiadają stosownych certyfikatów, jednak mogą pojawić się na polskim rynku w najbliższym czasie.

Podsumowując przedstawione informacje można stwierdzić, że dostępny obecnie asortyment urządzeń kotwiczących, przy jednoczesnym uwzględnieniu ogólnych zasad instalowania systemów ochronnych, pozwala w sposób optymalny skonfigurować system chroniący przed upadkiem z wysokości dla większości stanowisk pracy - zarówno pod kątem bezpieczeństwa jak i efektywności pracy w warunkach zagrożenia upadkiem z wysokości.

SŁOWNICZEK ZASTOSOWANYCH TERMINÓW

W celu usystematyzowania terminologii i zwiększenia precyzji przedstawionych informacji, podajemy definicje określeń stosowanych w tekście, w brzmieniu zgodnym z ustanowionymi lub przewidzianymi do ustanowienia w Polsce normami europejskimi:

element - część składnika lub podsystemu (np. lina, taśma, kłamra),

składnik - część systemu sprzedawana przez producenta, opakowana, oznakowana i zaopatrzona w instrukcje użytkowania,

podsystem - zespół elementów i/lub składników stanowiących większą część systemu sprzedawany przez producenta, opakowany, oznakowany i zaopatrzone w instrukcję użytkowania,

system chroniący przed upadkiem z wysokości - kompletny układ składników i/lub podzespołów sprzętu chroniącego przed upadkiem z wysokości stosowany do ochrony przed upadkiem z wysokości (definicja nie ujęta w normach EN),

sprzęt ochrony osobistej przed upadkiem z wysokości - wyposażenie przeznaczone do zabezpieczania osób poprzez przyłączenie do punktu kotwiczącego stosowane w taki sposób, że spadanie z wysokości jest albo całkowicie uniemożliwione, albo bezpiecznie powstrzymane,

punkt kotwiczący - element, do którego może być dołączony sprzęt ochrony indywidualnej po zainstalowaniu urządzenia kotwiczącego,

strukturalny punkt kotwiczący - element lub elementy umieszczone na stałe na konstrukcji, do których może być zamocowane urządzenie kotwiczące lub sprzęt ochrony osobistej,

końcowy strukturalny punkt kotwiczący - strukturalny punkt kotwiczący dla każdego z końców liny kotwiczącej.

ruchomy punkt kotwiczący - dodatkowy ruchomy element na linie kotwiczącej albo szynie kotwiczącej, do którego może być dołączony sprzęt ochrony indywidualnej,

urządzenie kotwiczące - element albo zestaw elementów lub składników, które zawierają punkt lub punkty kotwiczące,

lina kotwicząca - giętka lina zamocowana do strukturalnych punktów kotwiczących, do której może być dołączony sprzęt ochrony osobistej.

szyna kotwicząca - sztywna prowadnica dołączona do strukturalnych punktów kotwiczących, do której może być zamocowany sprzęt ochrony indywidualnej.